



Aviation



Édition 2014 / 2016



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

3	Préparez votre vol et trouvez les renseignements météorologiques	
	Comment préparer la partie météorologique de son vol ?	3
	Où trouver les renseignements météorologiques pour l'aéronautique ?	4
	Les émissions VOLMET et les organismes ATS	6
8	Décodez les renseignements météorologiques	
	Les messages	
	Comment décoder les messages d'observation METAR, SPECI ?	8
	Comment décoder les messages de prévision du temps : TAF ?	12
	Comment décoder les messages de prévision de phénomènes météorologiques significatifs : SIGMET ?	14
	Comment décoder les GAFOR et le code ODMX ?	17
	Les cartes	
	Comment lire les cartes du temps significatif : TEMSI ?	18
	Comment lire les cartes de prévision de vent et température WITEM ?	23
	Les images	
	Comment interpréter une image satellite ?	24
	Comment interpréter une image radar ?	25
	L'étude de la documentation météorologique de vol : fiche méthodologique ...	26
28	Appréhendez les phénomènes météorologiques significatifs ou autres	
	Cumulonimbus et phénomènes associés	28
	Orage	30
	Grêle	31
	Turbulence et cisaillement	32
	Givrage	34
	Activité et Cendres volcaniques	35
	Visibilité	36
	Particularités locales : régions maritimes	39
	Particularités locales : régions de montagne	40
	Les principaux vents locaux en France	42
	Nuages	43
	Aérologie	47
51	Retrouvez des informations utiles	
	Lexique	51
	Tableaux de conversion	56
	Références institutionnelles et adresses utiles	57

La Convention relative à l'Aviation Civile Internationale, aussi appelée « Convention de Chicago », a instauré l'**Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI)**, une agence spécialisée des Nations Unies. La vocation de l'OACI est de coordonner et d'harmoniser, à des fins de sécurité, de régularité et d'efficacité, le développement et la vie de l'aéronautique civile. Pour cela, elle édicte des « normes » et des « pratiques recommandées » que les États s'engagent à suivre. En ce qui concerne la météorologie, ces normes et pratiques recommandées font l'objet de l'Annexe 3 relative à l'« Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale ».

L'amendement 76 de l'annexe 3 de la Convention de Chicago

Dispositions applicables à partir de novembre 2013 :

- Simplification du codage d'information manquante dans les couches nuageuses.
 - /// au lieu de ///// dans les couches nuageuses auto associées à du Cb ou du TCU (///Cb au lieu de /////Cb).
 - ///// au lieu de ////////// en cas d'absence de mesure.
- Simplification du codage des groupes RVR dans le METAR (plus d'indication des valeurs minimales et maximales).
- Suppression du codage du temps présent IC : poudrins de glace.
- Ajout de prévisions sur le vent et la température pour le FL410 (175 hPa) et de prévisions d'altitude géopotentielle pour les FL270 (350 hPa) et 410 (175 hPa).

Les modifications dues à l'amendement 76 sont surlignées **en orange** sur les aide-mémoires relatifs au codage des messages, pages 8 à 17.

Le résumé complet de la mise en application de l'amendement 76 est téléchargeable sur Aeroweb : <https://aviation.meteo.fr>

Rappel pour info :

Dispositions de l'amendement 75, appliqué depuis novembre 2010, pour mémoire :

- suppression de NDV (No Direction Visibility) dans le METAR AUTO,
- modification du libellé de piste pour la signalisation du cisaillement de vent dans le METAR (WS RWYxx devient WS Rxx),
- ajout de nouveaux niveaux et de nouvelles échéances sur les cartes WINTeM.

Le résumé complet de la mise en application de l'amendement 75 est téléchargeable sur Aeroweb : <https://aviation.meteo.fr>

Les modifications dues à l'application de cet amendement ont été **surlignées en jaune** sur les aide-mémoires relatifs aux codages des messages, pages 8 à 17.

Avertissement

Ce guide permet de communiquer au pilote les renseignements essentiels sur la production de Météo-France à destination de l'aéronautique et les moyens de l'interpréter. Il ne se substitue pas aux documents de référence en la matière (détails, liens et références bibliographiques en fin d'ouvrage), mais prend en compte les modifications imposées pour la mise en application de l'amendement 76 de l'annexe 3 de la convention OACI.

Préparez votre vol et trouvez les renseignements météorologiques



Ne prenez pas de risques !

Le beau temps au départ ne signifie pas que le temps est favorable sur tout le parcours.

Il ne doit absolument pas vous dispenser d'une analyse des conditions actuelles et à venir sur le trajet, votre lieu de destination et les aérodrômes de décollage.

Les incidents les plus fréquents en lien avec la météorologie sont :

- un vent défavorable et, par suite, une panne de carburant ou une arrivée à la tombée de la nuit,
- des brouillards et/ou nuages bas en toute saison et à toute heure,
- des cumulonimbus, surtout en saison chaude, pouvant être accompagnés d'orages, de nuages bas accrochant le relief, d'une mauvaise visibilité masquant les obstacles, de grêle, de rafales, etc.

Vous trouverez des fiches décrivant les phénomènes météorologiques essentiels à connaître pour voler en sécurité pages 28 à 42.

Comment préparer la partie météorologique de son vol ?

Etudiez la situation météorologique et son évolution :

- choisissez les informations météorologiques les plus récentes,
- notez les informations météorologiques obtenues oralement, par téléphone ou à la station,
- étudiez les prévisions (**une liste de METAR est insuffisante pour réaliser un trajet !**).

Munissez vous de la documentation pour le vol en basses couches qui comprend deux types de produits :

les cartes de prévision :

- une ou plusieurs **cartes de prévision** du temps significatif **TEMSEI**,
- une ou plusieurs **cartes de prévision de vent et de température** en altitude ou au niveau de la croisière, **WITEM**.

les messages d'observation et de prévision :

METAR, SPECI, TAF, GAFOR, SIGMET, pour les aérodrômes de départ, d'arrivée, le long du trajet, sur les éventuels aérodrômes de décollage et dans la ou les **FIR** (Flight Information Region).

Conservez l'ensemble de la documentation durant le vol.

Ces documents vous fournissent toutes les informations sur l'altitude ou l'altitude-pression de l'iso 0 °C, la visibilité, les vents au sol et en altitude, les nuages et les phénomènes significatifs pour l'aéronautique.

Vous trouverez des fiches d'aide pour décoder ces messages et cartes pages 8 à 25 et une fiche méthodologique d'accompagnement page 26.

Vous pouvez également accéder au didacticiel d'apprentissage des codes météorologiques aéronautiques de l'ENM (Ecole Nationale de la Météorologie) sur <http://aerodidact.enm.meteo.fr>

Où trouver les renseignements météorologiques pour l'aéronautique ? *

Par internet, sur le monde entier : <https://aviation.meteo.fr>

Aeroweb, toute la météo de votre vol par internet ou smart-phone

The screenshot shows the METEO FRANCE aviation website interface. At the top, there are logos for METEO FRANCE and AÉROWEB, along with the French Republic's emblem and the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. The main navigation bar includes 'Utilisateur: enmpam', 'Se déconnecter', 'Accueil', 'Préférences', 'FAQ', and 'Aide et contact'. The left sidebar contains sections for 'Actualités', 'Dossiers de vols', 'Météo à la carte', and 'Aller plus loin'. The central area is titled 'Dossier de vol personnalisé' and features a 'Vol local (BDMN)' section with a form for flight details (Aérodrome de départ: LFBD, Domaine: enroc, FL 20< >450, etc.) and a 'Trajet' section. Below this is a 'Données du Mardi 7 mai 2013 à 15:03 UTC' section with various filters and a map showing flight data for TOULOUSE-BLAGNAC. On the right, there are sections for 'Vigilance Orange', 'Mes dossiers de vol favoris', 'Mes dossiers de vol récents', and 'Messages LFBDO'. Red letter callouts (A-K) are placed over the interface to highlight specific features: A (User profile), B (Flight form), C (Vigilance Orange), D (Favourite flights), E (Recent flights), F (Messages), G (Map), H (Aller plus loin), I (Météo à la carte), J (Dossiers de vols), and K (Actualités).

- | | | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | Préférences : choix de la langue, du domaine, de l'aérodrome, de la durée de la session. | H | sur l'aérodrome favori, avec possibilité de déplacement sur le monde entier. |
| B | Choix du type de vol : trajet ou vol local, avec six étapes possibles pour un trajet. | I | Rubrique « aller plus loin », avec outils de recherche, ressources documentaires, liens vers la DGAC, le SIA, le BEA, le site Météo-France d'activité volcanique "Centre d'avis de centres volcaniques (VAAC)" et le didacticiel d'apprentissage des codes. |
| C | Accès à la carte Vigilance Météo et Phénomènes dangereux. | J | Météo à la carte : choix des messages ou cartes, cartes des fronts, production aérologique, sélection des données OPMET. |
| D | Dossiers de vol enregistrés (préétablis ou personnalisés). | K | Choix du type de dossiers de vols : préétablis ou personnalisés. |
| E | Derniers dossiers de vol demandés. | | |
| F | Choix de son aérodrome préféré, pour centrage de la carte. | | |
| G | Carte avec affichage des messages d'aérodromes ou des paramètres sélectionnés (vent, rafales, température, temps présent, visibilité, QNH ou nuages), centrée | | |

* produits et services standards à rendre à la navigation aérienne. Protocole technique d'application de la convention cadre DGAC/MF.

Exposé verbal : Consultation d'un prévisionniste spécialisé en météorologie aéronautique :

Service disponible 24h sur 24, en complément d'information pour préparer votre vol, ou si le terrain de décollage ne vous permet pas l'accès Internet (prévision à échéance 30h maximum).

France métropolitaine : 08 99 70 12 15*

* 1,35 € l'accès puis 0,34 € la minute depuis un poste fixe, tarif au 01/11/2013, participation à la mise à disposition du service, susceptible d'être modifiée.

DOM-TOM

Par téléphone	
Guyane	05 94 35 35 36 de 4h jour J à 1h locales jour J+1 / 05 96 57 23 25 de 1h à 4h locales
Martinique	05 96 57 23 27
Guadeloupe	05 90 89 60 84
La Réunion-Mayotte	02 62 28 00 91
Nouvelle Calédonie	(687) 354 110 Tontouta (687) 279 324 Magenta
Polynésie Française	(689) 803 335
Saint Pierre et Miquelon	05 08 41 18 66

N° non kiosqué coût d'un appel local

Autres accès aux informations météorologiques

Le site du SIA, Service d'Information Aéronautique : www.sia.aviation-civile.gouv.fr, rubrique « Préparation du vol ».
Le site OLIVIA, Outil en Ligne Intégré de Visualisation d'Informations Aéronautiques : <http://olivia.aviation-civile.gouv.fr>

Ces deux sites permettent l'accès à d'autres renseignements utiles à la préparation du vol : NOTAM, AIP, AIC, etc.

Liens vers les sites météo des pays européens limitrophes :

Les émissions VOLMET et les organismes ATS

Emissions météorologiques VOLMET VHF : pour vérifier les informations de départ au cours du vol.

Les informations météorologiques élaborées par Météo-France sont transmises par un service qui dépend de la DSNA (Direction des Services de la Navigation Aérienne).

VOLMET VHF : émission météorologique régulière, en VHF, qui contient des éléments des METAR, parfois complétés par une partie « tendance » (prévision d'atterrissage) et de certains avis de SIGMET. Pour l'émission en français, les informations sont diffusées dans l'ordre alphabétique des aérodromes concernés.

Fréquences VOLMET

Français

PARIS	125.15	METAR de Bâle, Beauvais, Brest, Lille, Nantes, Paris CDG, Paris Orly, Reims, Strasbourg, Tours.
MARSEILLE	128.6	METAR de Ajaccio, Bastia, Lille, Lyon St Exupéry, Marseille, Montpellier, Nice, Nîmes, Paris CDG, Paris Orly, Toulouse.
BORDEAUX	127.0	METAR de Biarritz, Bordeaux, Lille, Marseille, Nice, Paris CDG, Paris Orly, Pau, Tarbes, Toulouse, Tours.

Centres d'information de vol FIC et organismes désignés à l'intérieur de certains secteurs d'information en vol SIV/APP.

Les renseignements météorologiques sont élaborés par le CVM (Centre de Veille Météorologique) et les CMA (Centres Météorologiques d'Aérodrome) : SIGMET, observations, prévisions d'atterrissage ou d'aérodrome, prévisions de vol, sur les terrains de la FIR ou du secteur.

Pour chaque FIR (Flight Information Region), le service d'information en vol est assuré par :

- le FIC (Flight Information Centre), parfois découpé en secteurs,
 - l'APP (APPROach control, centre de contrôle d'approche de l'aérodrome auquel est rattaché le SIV) : SIV/APP.
- Consultez la documentation aéronautique AIP France ENR 2.6, qui précise les limites verticales et horizontales, les organismes à contacter et leurs fréquences.

Les limites des FIC et SIV/APP ainsi que leurs fréquences sont indiquées dans les légendes des diverses cartes aéronautiques.

Organismes de la circulation aérienne sur aérodrome pour obtenir les informations météo utiles au décollage et à l'atterrissage :

Pendant les horaires d'ouverture de l'ATS (Air Traffic Service) :

Services à contacter	Informations météorologiques émises
- ATIS (Automatic Terminal Information Service), en français et en anglais, fréquences VHF/n° de téléphone sur les cartes VAC (Visual Approach Chart).	ATIS : - état de la surface de la piste et de la plate-forme, - situation météo exceptionnelle, - direction et force du vent, visibilité, temps présent, nébulosité et base des nuages bas, T, Td, QNH, QFE (aérodrome et seuil), renseignements météorologiques significatifs, changements prévus.
- APP (APPROach control), centre de contrôle d'approche	Enregistrement et diffusion de nouveau message si variation météorologique : - vent : direction : 30°, force : 5 kt, - visibilité : franchissement des valeurs 10 km, 8 km, 4 km, 1 500 m, 800 m, - temps présent : apparition/disparition de pluie, grêle, neige, orage ou grain, - pour couches nuageuses sup à 4/8 : franchissement des valeurs 600 m, 300 m, 150 m, 60 m,
- TWR (tour de contrôle)	- T et Td : 1 °C, - QNH et QFE : 1 hPa.
- AFIS (Aerodrome Flight Information Service)	

En dehors des horaires d'ouverture de l'ATS :

<p>le STAP (Système de Transmission Automatique de Paramètres)</p>	<p>Paramètres transmis (en fonction des capteurs installés) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - direction et vitesse du vent en surface, - base des nuages, - température du point de rosée Td, - QFE. <p>Équipements, fréquence associée et n° de téléphone précisés sur les cartes VAC des aérodromes concernés et sur la documentation AIP France cartes VAC GEN 83-84.</p> <ul style="list-style-type: none"> - visibilité au sol (VIS ou RVR), - température de l'air T, - QNH.
-------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Informations à vérifier régulièrement sur le site du SIA, Service de l'Information Aéronautique, www.sia.aviation-civile.gouv.fr.



Décodez les renseignements météorologiques ?

Les messages

Comment décoder les messages d'observation METAR et SPECI ?

Groupe	Explications	Exemples	Signification
Identification	nom du message indicateur OACI du lieu d'émission jour et heure de l'observation option éventuelle	METAR SPECI LFPO 101300Z AUTO COR	message d'observation régulière message d'observation spéciale Paris Orly le 10 du mois à 13 h 00 UTC observation automatisée METAR corrigé
Vent en kt (nœud)	- Vent moyenné sur 10 minutes, - G (Gust) si présence de rafales supérieures de 10 kt au vent moyen, - VRB si vent < 3 kt et variation de la direction d'au moins 60°, ou si la direction varie de plus de 180°, - les directions extrêmes sont indiquées pour un vent de direction variable ≥ 3 kt et avec une variation de direction comprise entre 60° et 180°.	27010G25KT VRB02KT 36020KT 350V150 00000KT	vent du 270°, force 10 kt, rafales 25 kt vent de direction variable, force 2 kt vent du 360°, force 20 kt, direction variable entre 350° et 150° dans le sens horaire vent calme
Visibilité dominante en mètres	Une seconde valeur de visibilité (minimale) est fournie avec sa direction si celle-ci est différente de la visibilité dominante et inférieure à 1 500 m, ou inférieure à 50 % de la visibilité dominante et < 5 000 m. Dans le METAR AUTO, la visibilité minimale est codée sans direction.	5000 9999 8000 3500SE	5 000 m 10 km ou plus visibilité dominante : 8 km Visibilité minimale : 3 500 m secteur SE
Runway Visual Range (RVR), ou, Portée Visuelle de Piste (PVP) s'il y a lieu, 4 pistes en service au maximum	R : droite D : en baisse C : centre U : en hausse L : gauche N : sans changement Tendance signalée si l'écart entre les RVR moyennes des 5 premières et des 5 dernières minutes est supérieur ou égal à 100 m. M si RVR < 50 m P si RVR > 1 500 m	R33R/0150 R33L/0300 R18/1000D R14/M0050 R14/P1500	La RVR est de 150 m sur la piste 33 droite et de 300 m sur la piste 33 gauche, la RVR sur la piste 18 est de 1 000 m en baisse. Piste 14, RVR inf à 50 m Piste 14, RVR sup à 1 500 m
Temps présent voir le tableau des temps présents : en page 9	VC (voisinage ou proximité) : entre 8 et 16 km par rapport au point de référence de l'aérodrome. Dans le METAR AUTO, seuls sont codés : DZ, FG, B CFG, BR, RA, SN, TS, HZ , FZFG, SHSN, FZRA, FZDZ, VCTS.	+SHRA VCSH BCFG TSRA FZDZ	averse de pluie forte averse au voisinage bancs de brouillard orage avec pluie brume se congelant
Nuages base par rapport à l'altitude de l'aérodrome en ft (pied)	NSC (No Significant Clouds) : pas de nuage avec base inférieure à hauteur du CAVOK, ni CB, ni TCU, ni CAVOK. W/// : ciel invisible.	FEW : 1 à 2 octas SCT : 3 à 4 octas BKN : 5 à 7 octas OVC : 8 octas	Le genre n'est précisé que s'il s'agit de CB ou de TCU .

Groupe	Explications	Exemples	Signification
Supplément "nuages" dans METAR AUTO	Dans METAR AUTO : NCD (No Clouds Detected) : aucun nuage n'est détecté par le système automatique, en dessous de 1 500 m ou de l'altitude minimale de secteur, et le système n'est pas capable de détecter les CB ou TCU.	SCT005/// ///CB ///TCU	- nuages épars à 500 ft, type de nuages non détectable par système automatique, - lorsque le système a détecté un CB ou un TCU, et que la nébulosité et la hauteur de ce nuage n'ont pas pu être observées.
CAVOK Ceiling And Visibility OK <i>(CAVOK n'est jamais signalé dans le METAR AUTO)</i>	- visibilité \geq 10 km, - pas de nuage au dessous du plus élevé des niveaux suivants : la différence entre l'altitude minimale de secteur et l'altitude de l'aérodrome ou 1 500 m (5000 ft) au dessus de l'Airport Reference Point - pas de Cb, TCU et de temps significatif.		Ce groupe remplace la visibilité, le temps présent et les nuages lorsque les conditions requises sont présentes lors de l'observation.
Température/Température du point rosée	précédée de M si négative.	02/M01	température 2 °C et température du point de rosée -1 °C.
Pression	valeur du QNH arrondie au hPa inférieur.	Q0995	QNH = 995 hPa.
Renseignements complémentaires	RE : conditions météo récentes WSR : cisaillement du vent	RESHSN REBSLN	averse de neige récente chasse-neige élevé récent.

Prévision de tendance : supplément TEND (ou TREND) :

Pour les deux heures qui suivent l'heure d'observation pour des changements significatifs, sur le vent, la visibilité, le temps présent et les nuages significatifs. En France, la partie TEND n'est pas codée dans les METAR AUTO.

Indicateurs horaires	Indicateurs d'évolution		
FM : "from", indicateur de début de changement prévu. AT : "at", indicateur de l'heure à laquelle une (des) condition(s) prévue(s) est (sont) attendue(s). TL : "until", indicateur de fin de changement prévu.	TEMPO : indicateur des fluctuations temporaires d'un ou plusieurs paramètres, durant moins d'une heure et couvrant moins de la moitié de la période ; utilisé seul lorsque le début et la fin de la période de fluctuations temporaires correspondent au début et à la fin de validité de la tendance. ex : TEMPO FM1130 TL1230 OVC006	BECMG : indicateur d'évolution régulière ou irrégulière des conditions météo ; est utilisé seul lorsque l'évolution débute ou se termine aux heures de début et de fin de la tendance ou se produit à une heure incertaine durant la validité de la tendance. ex : BECMG AT 1200 33010KT	NOSIG : pas de changement significatif prévu dans les 2 heures suivant l'heure d'observation.

Temps présent, prévu et récent significatif

Qualificatifs	Phénomènes météorologiques				
	Intensité ou proximité	Descripteur	Précipitations	Obscurcissement	Autres phénomènes
- faible	MI mince	DZ bruine	BR brume	PO tourbillon	
modéré	BC bancs	RA pluie	FG brouillard	de poussières/sable	
	PR partiel	SN neige	FU fumée	SQ grain	
+ forte	DR chasse-poussière, sable, neige bas	SG neige en grains	VA cendres volcaniques	FC nuage	
bien formé (tourbillons, Nuage en entonnoir/ trombes terrestres ou marines)	BL chasse-poussière, sable, neige élevé	PL granules de glace	DU poussières généralisées	en entonnoir (trombe terrestre ou marine)	
	SH averse	GR grêle	SA sable	SS tempête de sable	
	TS orage	GS grésil/neige roulée	HZ brume sèche	DS tempête de poussière	
VC au voisinage de	FZ se congelant	UP précipitation inconnue (METAR AUTO)			

Exemples de METAR :

METAR LUDO 031100Z 18008KT 2000 0900SW R09R/2000 BCFG BR OVC002 03/02 Q1022=
 METAR de la station LUDO, le 03 du mois à 11 h 00 UTC, vent de direction 180°, force 8 kt, visibilité dominante 2 000 m, visibilité minimale 900 m en direction sud-ouest, piste 09 droite RVR 2 000 m, bancs de brouillard et brume, ciel couvert à 200 ft, T=3 °C, Td=2 °C, QNH 1022 hPa.

METAR LUDO 211030Z 31015G27KT 280V350 3000 1400NE +SHRA FEW005 FEW010TCU SCT018 BKN025 10/09 Q1000=
 METAR (semi-horaire) de la station LUDO, le 21 du mois à 10 h 30 UTC, vent de direction moyenne 310°, variable entre 280° et 350°, force 15 kt, rafales 27 kt, visibilité dominante 3 000 m, visibilité minimale 1 400 m en direction du nord-est, averses de pluie fortes, 1 à 2 octas à 500 ft, TCU 1 à 2 octas à 1000 ft, 3 à 4 octas à 1800 ft, 5 à 7 octas à 2500 ft, T=10 °C, Td=9 °C, QNH 1000 hPa.

METAR, SPECI : Renseignements complémentaires

Phénomènes météorologiques récents	RE : indicateur du groupe phénomène météorologique récent les phénomènes récents codés sont : REFZDZ, REFZRA, REDZ, RERA, RESN, RESG, REPL, RESHRA, RESHSN, RESHGR, REBLSN, REDS, RESS, RETS, RETSRA, RETSSN, RETSGR, RETSPL, RETSGS, REFC, REVA.
Cisaillement de vent	- WS RD _i D _r [L ou C ou R] L, C et R désignent respectivement dans le cas de pistes parallèles, la piste gauche, droite et centrale - WS ALL RWY pour désigner toutes les pistes
WTsTs/SS'	Température de surface et état de la mer (code OMM 3700) W : indicateur de la température de surface de la mer TsTs : température de surface de la mer S : indicateur de l'état de la mer S' : état de la mer ex : W19/S4 signifie T surface mer = 19 °C et mer agitée (4)
état des pistes codé chaque fois que nécessaire	sous la forme suivante : RD _i D _r /E _r C _r e _r e _r B _r B _r (R indique le début du groupe) D _i D _r : numéro de la piste E _r : nature du dépôt C _r : étendue de la contamination e _r e _r : épaisseur du dépôt B _r B _r : coefficient de frottement ou efficacité du freinage

DrDr Numéro piste	Er Nature du dépôt	Cr Étendue contamination	er Épaisseur du dépôt	BrBr Coef frottement efficacité freinage
15L : pour piste gauche	0 : piste sèche et dégagée	1 : piste couverte à moins de 10 %	00 : < 1 mm	Coefficient de frottement : les deux chiffres signalés correspondent aux deux décimales du coefficient de frottement mesuré.
15R : pour piste droite	1 : humide	2 : piste couverte de 11 à 25 %	01 : 1 mm	
88 : toutes les pistes	2 : mouillée (ou flaques d'eau)	5 : piste couverte de 26 à 50 %	02 : 2 mm	
99 : répétition du message précédent	3 : givre ou gelée blanche (épaisseur normalement < 1 mm)	9 : piste couverte de 51 à 100 %	03 : 3 mm	À défaut, efficacité de freinage : 95 : bon 94 : moyen/bon 93 : moyen 92 : moyen/médiocre 91 : médiocre 99 : douteux/peu fiable // : conditions de freinage non signalées, piste hors service
	4 : neige sèche	/ : étendue non signalée (par suite de déblaiement en cours)	etc. jusqu'à 90 : 90 mm	
	5 : neige mouillée		92 : 10 cm	
	6 : neige fondante		93 : 15 cm	
	7 : glace		94 : 20 cm	
	8 : neige compactée		95 : 25 cm	
	9 : ornières ou sillons gelés		96 : 30 cm	
	/ : type non signalé (par suite de déblaiement en cours)		97 : 35 cm	
			98 : 40 cm et plus	
			99 : piste hors service pour cause de neige fondante, de glace, de congères importantes ou de déblaiement en cours	
			// : épaisseur du dépôt non mesurable ou sans signification pour l'exploitation.	

CLRD// : groupe à la place des 6 caractères, associé à un groupe d'identification des pistes, lorsque les conditions de contamination ont cessé d'exister (Ex : R88/CLRD//).

R/SNOCCLO : remplace le groupe état des pistes si l'aérodrome est fermé par suite d'enneigement.

Message SPECI : le groupe RMK

Le SPECI est élaboré lors d'aggravation (M) ou d'amélioration (B) de certains paramètres météorologiques (W2) : vitesse maximale du vent (rafale), direction et/ou vitesse moyenne du vent, visibilité dominante, nuages bas, précipitations, temps significatif, orage, grain ou trombe, transmis dans le groupe RMK (Remarque) placé en fin de message (groupe national). Le SPECI n'est pas obligatoire pour une station qui émet des METAR semi-horaires.

En France, sur les aérodromes civils, tous les METAR sont semi-horaires et il n'y a donc plus de diffusion de SPECI.

Indicateurs d'intensité du phénomène météorologique				
W2	M	I	B	amélioration
0				Vitesse maximale du vent
1				Direction et/ou vitesse moyenne du vent
2				Visibilité dominante
3				Nuages bas
4				Précipitations
7				Tempête de poussière ou de sable, chasse-poussière, chasse-sable, chasse-neige
8				Orage avec ou sans précipitations
9				Grain ou trombe

Exemple : RMK B2 : amélioration de la visibilité dominante
RMK M2 : aggravation de la visibilité dominante

Exemples de SPECI : SPECI avec prévision de tendance (en bleu)

SPECI LUDO 090608Z 00000KT 1200 R23R/0700D BR BKN002 BKN053 06/05 Q1018 TEMPO FM0630 DZ BKN003 RMK M2= SPECI de la station LUDO, le 9 du mois à 06 h 08 UTC, vent calme, visibilité dominante 1 200 m, RVR sur piste 23 droite 700 m en baisse, brume, 5 à 7 octas à 200 ft, 5 à 7 octas à 5300 ft, T = 6 °C, Td = 5 °C, QNH 1018 hPa, temporairement à partir de 06 h 30 UTC bruine modérée, 5 à 7 octas à 300 ft, remarque d'aggravation de la visibilité dominante.

SPECI LUDO 031312Z 16025G36KT 1200 R18L/1000D +TSRA BKN010 BKN015CB 10/07 Q997 RMK M8= SPECI de la station LUDO, le 3 du mois à 13 h 12 UTC, vent de direction 160°, force 25 kt, rafales 36 kt, visibilité dominante 1 200 m, piste 18 gauche RVR 1 000 m en baisse, averses de pluie orageuses fortes, 5 à 7 octas à 1000 ft, cumulonimbus 5 à 7 octas à 1500 ft, T = 10 °C, Td = 7 °C, QNH 997 hPa, remarque aggravation orage (avec ou sans précipitations).

SPECI LUDO 032335Z 02008KT 1800 R14C/P2000N BR OVC015 M01/M01 Q1001 RMK B4= SPECI de la station LUDO, le 3 du mois à 23 h 35 UTC, vent de direction 020°, force 8 kt, visibilité dominante 1 800 m, piste 14 centrale RVR supérieure à 2 000 m sans changement, brume, 8 octas à 1500 ft, T = -1 °C, Td = -1 °C, QNH 1001 hPa, remarque d'amélioration des précipitations.

Voir le fascicule OMM (Organisation Mondiale de la Météorologie) n° 782 « Messages et prévisions d'aérodrome », ou le « Manuel des codes » de l'OMM N° 306.

Entraînez vous avec le didacticiel d'apprentissage des codes météorologiques aéronautiques de l'ENM (Ecole Nationale de la Météorologie) sur <http://aerodidact.enm.meteo.fr>

Comment décoder les messages de prévision du temps : TAF (Terminal Aerodrome Forecast) ?

Groupe	Explications complémentaires	Exemples	Signification
Nom du message	TAF AMD signifie TAF amendé.	TAF	Prévision d'aérodrome
Indicateur OACI		LFBO	Toulouse Blagnac
Jour, heure et minute de mise à disposition	Le TAF court est renouvelé toutes les 3 heures, le long, toutes les 6 heures.	160500Z	Le 16 du mois à 05 h 00 UTC
Période de validité	Jour et heure du début de validité/jour et heure de fin de validité. Un seul type de TAF par aérodrome : court (validité 9 h) ou long (validité 24 ou 30 h).	1606/1712	Valable du 16 à 06 h 00 UTC au 17 à 12 h 00 UTC
Vent prévu, en kt	- Vent moyenné sur 10 minutes, - G (Gust) si présence de rafales supérieures de 10 kt au vent moyen, - VRB si vent < 3 kt ou si la direction varie de 180° ou plus pour des forces supérieures, - les directions extrêmes sont indiquées pour un vent variable ≥ 3 kt et une variation comprise entre 60° et 180°.	27010G25KT VRB02KT 00000KT	vent du 270°, force 10 kt, rafales 25 kt vent de direction variable, force 2 kt vent calme
Visibilité dominante prévue, en mètres		4000 9999	4 000 m 10 km ou plus
Temps significatif prévu	NSW : No Significant Weather	SHRA FG NSW	averse de pluie modérée brouillard aucun phénomène météorologique significatif prévu

Nuages prévus	FEW 1 à 2/8 SCT 3 à 4/8 BKN 5 à 7/8 OVC 8/8 VV/// ciel invisible	BKN030CB	5 à 7/8 de CB à 3000 ft Le genre n'est précisé que s'il s'agit de CB ou de TCU.
base par rapport à l'altitude de l'aérodrome exprimée en centaines de ft	CAVOK : voir critères en page 51	SCT 015 OVC045 CAVOK	3 à 4/8 à 1500 ft, 8/8 à 4500 ft Ce groupe remplace la visibilité, les nuages et le temps présent lorsque les conditions requises sont présentes.
Groupe d'évolution et de probabilités	NSC : (No Significant Clouds) pas de nuage avec base inférieure à hauteur du CAVOK, ni CB, ni TCU, ni CAVOK. FM : "from", indicateur de début de changement prévu. TEMPO : indicateur des fluctuations temporaires d'un ou plusieurs paramètres, durant moins d'une heure et couvrant moins de la moitié de la période.	NSC FM301800 32015KT 4000 SHRA TEMPO 2623/2702 27015G25KT	Le 30 du mois, à partir de 18 h 00 UTC, vent 320° 15 kt, visibilité 4 000 m, averse de pluie modérée. Temporairement, entre le 26 du mois, 23 h 00 UTC et le 27 du mois, 02 h 00 UTC (durant moins d'une heure) vent 270° 15 kt rafales 25 kt.

<p>Groupe d'évolution et de probabilités (suite)</p> <p>Seuls les changements de conditions météorologiques jugés importants relativement à l'exploitation aéronautique régissent l'inclusion des groupes d'évolution (et/ou d'amendements).</p>	<p>BECMG : indicateur d'évolution régulière ou irrégulière des paramètres, entre les heures indiquées, sur une période normalement de 2 heures, et strictement inférieure à 4 heures.</p> <p>PROB : indicateur de probabilité d'occurrence des phénomènes décrits, suivi de 30 ou 40 pour indiquer 30 % (risque faible) ou 40 % (risque modéré).</p> <p>PROB ne peut être suivi que de TEMPO.</p>	<p>BECMG 1517/1519 NSC</p> <p>PROB30 0114/0116 TSRA</p> <p>PROB40 TEMPO 2805/2807 0500 FZFG</p>	<p>Le 15 du mois, de 17 h 00 UTC à 19 h 00 UTC, les nuages deviendront non significatifs (NSC).</p> <p>Probabilité d'occurrence faible du phénomène « orage avec pluie », le 1 du mois entre 14 h 00 UTC et 16 h 00 UTC.</p> <p>Probabilité d'occurrence modérée des phénomènes « visibilité 500 m » et « brouillard givrant », entre 05 h 00 et 07 h 00 UTC, le 28 du mois.</p>
<p>Températures extrêmes Tx et Tn et heure prévue</p>	<p>- précédée de M si négative - ce groupe est facultatif</p>	<p>TX02/1512Z TNM01/1506Z</p>	<p>Tempé maxi 2 °C le 15 du mois à 12 h 00 UTC et Tempé mini -1 °C le 15 du mois à 06 h 00 UTC.</p>

Qualificatifs		Phénomènes météorologiques		
Intensité ou proximité	Descripteur	Précipitations	Obscurcissement	Autres phénomènes
- faible	MI mince	DZ bruine	BR brume	PO tourbillons de poussières/sable
	BC bancs	RA pluie	FG brouillard	SQ grains
	PR partiel	SN neige	FU fumée	FC nuages en entonnoir (trombe terrestre ou marine)
modéré	DR chasse-poussière, chasse, neige bas	SG neige ne grains	VA cendres volcaniques	SS tempête de sable
	BL chasse-poussière, sable, neige élevé	PL granules de glace	DU poussières généralisées	DS tempête de poussière
+ forte bien formé (FC)	SH averse	GR grêle	SA sable	
	TS orage	GS grésil/neige roulée	HZ brume sèche	
	FZ se congelant	UP précipitation inconnue		

Exemples de TAF :

TAF pour l'aérodrome « LUDO »

TAF LUDO 251700Z 2518/2618 28008KT CAVOK BECMG 2600/2602 BKN012 PROB30 TEMPO 2603/2608 BKN005 ...=*

TAF long 24 h établi le 25 à 17 h 00 UTC, valable du 25 à 18 h 00 UTC jusqu'au 26 à 18 h 00 UTC. Il est prévu un vent de surface de 280° à 8 kt associé à des conditions CAVOK. Un changement est prévu le 26 entre 00 h 00 UTC et 02 h 00 UTC amenant un plafond nuageux (5 et 7 octas) à 1 200 ft, avec une probabilité faible de voir ce plafond s'abaisser temporairement à 500 ft, le 26 entre 03 h 00 et 08 h 00 UTC.

TAF LUDO 301400Z 3015/3024 26015KT CAVOK FM301800 30015G25KT CAVOK=

TAF court 9 h établi le 30 à 14 h 00 UTC, valable le 30 de 15 h 00 UTC à 24 h 00 UTC. Il est prévu un vent de surface de 260° à 15 kt, associé à des conditions CAVOK. Changement le 30, à partir de 18 h 00 UTC avec un vent de 300° à 15 kt accompagné de rafales à 25 kt.

TAF LUDO 251700Z 2518/2618 28008KT CAVOK TX22/2612Z TN10/2607Z=

TAF long 24 h établi le 25 à 17 h 00 UTC, valable du 25 à 18 h 00 UTC jusqu'au 26 à 18 h 00 UTC. Il est prévu un vent de direction 280° et de force 08 kt, associé à des conditions CAVOK. Température maximale prévue de 22 °C le 26 à 12 h 00 UTC et température minimale prévue de 10 °C le 26 à 07 h 00 UTC. Pas de changement significatif prévu pendant la période de validité du TAF.

Voir aussi : le fascicule OMM (Organisation Mondiale de la Météorologie) n° 782 "Messages et prévisions d'aérodrome", ou le "Manuel des codes" de l'OMM N° 306.

* le signe "=" est utilisé pour indiquer la fin d'un message

Comment décoder les messages de prévision de phénomènes météorologiques significatifs : SIGMET ?

Le SIGMET est un message alphanumérique établi par un CVM (Centre de Veille Météorologique), sur un espace compris dans les limites latérales d'une FIR, donnant des renseignements en langage clair abrégé sur l'apparition (prévue et/ou observée) et l'évolution (dans le temps et l'espace sur une période de 4 heures maximum, 6 heures pour les cendres volcaniques et les cyclones tropicaux), des phénomènes suivants : orages, turbulence, givrage, ondes orographiques, tempêtes de sable ou de poussière, cyclones tropicaux, cendres volcaniques, nuages radioactifs. (SIG : SIGNifiant MET : METeorological)

Groupe	Explications	Exemples	Signification
Indicateur OACI FIR		LFFF	PARIS
Type de message et numéro d'ordre dans la journée	Un SIGMET par phénomène, établi 4 heures au maximum avant le début de validité, sauf pour les cendres volcaniques et les cyclones tropicaux, (délai de production 12 heures avant le début de validité).	SIGMET 2	SIGMET n° 2 concernant le phénomène objet du message, diffusé par le centre émetteur pour cette journée et pour cette région d'information.
Période de validité	Inférieure à 4 heures, sauf pour les cendres volcaniques et les cyclones tropicaux (6 heures).	VALID 101200/101600	Valable le 10 du mois en cours de 12 h 00 UTC à 16 h 00 UTC.
Indicateur d'emplacement du CVM émetteur.		LFPS	CVM Toulouse
FIR ou UIR	Liste des FIR en France : LFBB Bordeaux LFEE Reims LFFF Paris LFMM Marseille LFRR Brest	LFFF PARIS	Région d'information de vol de Paris.
Description du phénomène significatif	OBSC TS : orages obscurcis. EMBD TS : orages noyés dans les couches nuageuses. FRQ TS : orages fréquents (couverture spatiale supérieure à 75 % de la zone concernée). SQL TS : orages organisés en lignes de grain. OBSC TSGR : orages obscurcis avec grêle. FREQ TSGR : orage fréquent avec grêle. EMBD TSGR : orages noyés dans la masse nuageuse, avec grêle. SQL TSGR : orages organisés en lignes de grain, avec grêle. SEV TURB : turbulence forte. SEV ICE : givrage fort. SEV ICE FZRA : givrage fort causé par pluie se congelant. SEV MTW : onde orographique forte. HVY DS : tempête de poussière. HVY SS : tempête de sable. VA : Volcanic Ash avec nom du volcan. VA CLD : nuage de cendres volcaniques. TC : Tropical Cyclone avec nom du cyclone. RDOACT CLD : Nuage radioactif.	EMBD TSGR SEV TURB VA MT ETNA TC DOLLY	Orage(s) noyé(s) dans la masse nuageuse avec grêle. Turbulence forte Cendres volcaniques Mont ETNA Cyclone DOLLY

Groupe	Explications	Exemples	Signification
Type de renseignement	<p>FCST : prévu. OBS : observé et persistance prévue OBS peut être suivi de l'heure d'observation.</p>	<p>FCST AT 1815z OBS AT 1600z</p>	<p>Prévu à 18 h 15 UTC. Observé à 16 h 00 UTC.</p>
Localisation	<p>Localisation horizontale et verticale via les coordonnées géographiques.</p> <p>ABV : Au dessus de BLW : En dessous de (Cb uniquement) WI : A l'intérieur APRX : Approximativement (VAA only) TOP FL : Sommet du phénomène au FL cité TOP ABV FL : Sommet du phénomène au-dessus du FL cité ENTIRE FIR : FIR complète</p>	<p>ABV FL130 AND BLW FL210 N OF N45</p> <p>CB TOP FL600 TOP ABV FL100</p>	<p>Au dessus du FL130 et au dessous du FL210, au nord du 45^{ème} Nord.</p> <p>Sommet du Cb au FL600 Sommet du phénomène au-dessus du FL100</p>
Déplacement	<p>MOV : se déplaçant, suivi d'une direction, et d'une vitesse en km/h ou en kt. STNR : stationnaire</p>	<p>MOV E 15KT</p>	<p>Se déplaçant vers l'est à 15 kt.</p>
Évolution	<p>WKN : en atténuation INTSF : s'intensifiant NC : sans changement d'intensité</p>		

Exemples de SIGMET :

► de turbulence forte :

LFMM SIGMET 2 VALID 210800/211200 LFPW-
LFMM MARSEILLE FIR/UIR SEV TURB FCST S OF N4530 AND N4100 TOP FL200 STNR INTSF =

Second message SIGMET établi et communiqué ce jour pour l'espace borné par les limites latérales de la FIR de Marseille ; le message est valable de 08 h 00 UTC à 12 h 00 UTC le 21 du mois. De la turbulence forte a été prévue au sud de 45 degrés et 30 minutes Nord et 41 degrés Nord. Le phénomène se produit au-dessous du niveau de vol 200. Il est géographiquement stationnaire et son intensité augmente.

► d'orages :

LFFF SIGMET 2 VALID 062100/062400 LFPW-
LFFF PARIS FIR/UIR EMBD CB OBS WI N4710 E00120 - N4815 E00040 - N4815 E00140 - N4700 E00220 CB TOP FL300 MOV NNE 35KT NC=

Second message SIGMET établi et communiqué ce jour pour l'espace borné par les limites latérales de la FIR de Paris ; le message est valable de 21 h 00 UTC à 24 h 00 UTC le 06 du mois. Cumulonimbus noyés dans la masse nuageuse observés et devant persister pendant la durée de validité du SIGMET à l'intérieur de la zone délimitée par les points décrits (47 degrés et 10 minutes Nord / 1 degré 20 minutes Est, 48 degrés 15 minutes Nord / 0 degré 40 minutes Est, 48 degrés 15 minutes Nord / 1 degré 40 minutes Est, 47 degrés Nord / 2 degrés 20 minutes Est), sommet des Cb au FL300, se déplaçant vers le Nord-Nord-Est à 35 kt sans changement d'intensité.

► de givrage fort :

LFEE SIGMET 3 VALID 161400/161800 LFPW-
LFEE REIMS FIR/UIR SEV ICE FCST FLO10/060 E OF LINE N4630 E00500 - N4910 E00710 MOV E SLW NC=

Troisième message SIGMET établi et communiqué par le CVM de Toulouse pour la FIR/UIR Reims, valide le 16 du mois de 14 h 00 UTC à 18 h 00 UTC ; givrage sévère prévu entre les niveaux de vol 010 et 060 à l'Est d'une ligne 46 degrés et 30 minutes Nord, 5 degrés Est, et 49 degrés 10 minutes Nord, 7 degrés 10 minutes Est, se déplaçant lentement vers l'Est sans changement d'intensité.

► de cendres volcaniques :

LFMM SIGMET 1 VALID 090600/091200 LFPW-
LFMM MARSEILLE FIR/UIR VA ERUPTION MT ETNA LOC N3744 E01500 VA CLD OBS AT 0600Z SFC/FL450 APRX 180KM BY 490KM N3700 E01545 - N4000 E00900 MOV NW 10KT FCST1200Z VA CLD APRX - N41 E08 - N41 E14 - N39 E16 - N38 E12 - N37 E08 - N41 E08 =

Premier message SIGMET établi et communiqué pour la région d'information de vol de Marseille par le CVM de Toulouse ; le message est valable de 06 h 00 UTC à 12 h 00 UTC le 9 du mois ; éruption du Mont ETNA, situé à 37 degrés 44 minutes Nord et à 15 degrés Est ; le nuage de cendres volcaniques a été observé à 06 h 00 UTC entre le sol et le niveau de vol 450, dans une zone d'environ 180 km sur 490 km, entre le 37 degrés Nord et le 15 degrés 45 minutes Est et le 40 degrés Nord et le 09 degrés Est. Il se déplace vers le Nord-Ouest à 10 kt ; à 12 h 00 UTC, le nuage devrait se trouver dans les environs d'une zone délimitée par les points suivants : 41 degrés Nord et 8 degrés Est, 41 degrés Nord et 14 degrés Est, 39 degrés Nord et 16 degrés Est, 38 degrés Nord et 12 degrés Est, 37 degrés Nord et 8 degrés Est, 41 degrés Nord et 8 degrés Est.

Note : les AIRMET sont des messages alphanumériques établis par les CVM, de forme similaire au SIGMET, donnant des renseignements sur les phénomènes significatifs pour les vols au-dessous du FL100, non signalés dans les prévisions. Les AIRMET ne sont pas codés en France mais les phénomènes et seuils AIRMET sont bien pris en compte dans le TEMSI France.

Comment décoder les GAFOR et le code ODMX ?

Code ODMX :

Code utilisé dans les messages **GAFOR**, qui caractérise les conditions dominantes prévues, de visibilité (dominante) et de plafond (altitude minimale de secteur), sur les périodes de validité décrites dans les messages. (Table 691, Manuel OMM 306, part II)

$h \geq 600 \text{ m (2000 ft)}$	X	M3	D2	O
$300 \text{ m (1000 ft)} \leq h < 600 \text{ m (2000 ft)}$	X	M4	D3	D1
$150 \text{ m (500 ft)} \leq h < 300 \text{ m (1000 ft)}$	X	M5	M2	M1
$h < 150 \text{ m (500 ft)}$	X	X	X	X
hauteur en m et ft visibilité en km	visi < 1,5	1,5 ≤ visi < 5	5 ≤ visi < 8	visi ≥ 8

numéros des zones VFR :

- soit à la suite pour lister les zones Z1 Z2 Z3 Z4 *etc.*,
- soit avec Z1/Z4, qui signifie « de la zone Z1 à la zone Z4 ».

Carte des zones VFR avec altitude de référence pour la hauteur de la base des nuages en mètres :



Les temps significatifs et les indicateurs d'évolution sont les mêmes que ceux utilisés pour les messages METAR, SPECI et pour les cartes TEMSI.

Message GAFOR

Code et explication	Exemple(s)	Traduction
Groupe d'identification : - indicatif OACI du centre rédacteur, - jour du mois, heure et minutes (de rédaction).	LFQQ 110900	Lille-Lesquin, rédigé le 11 du mois à 09 h 00 UTC
GAFOR : nom du message et indicatif OACI heures de début et de fin de validité.	GAFOR LFQQ 1218	GAFOR de Lille-Lesquin valable de 12 h 00 UTC à 18 h 00 UTC
BBBB : code de transmission	BBBB	BBBB
Groupe de temps significatif : Numéros de zones, code ODMX, temps significatif, précisions avec les indicateurs de localisation (LOC , MAR , <i>etc.</i>) et d'évolution (BECMG ou TEMPO), heures d'évolutions, et nouvelles conditions ODMX ou nouveau temps significatif.	30 X FG LOC M5 BR 31 33 34 M4 LOC M5 BECMG 1214 D3 LOC O BECMG 1416 O LOC D3 32 O 36 37 O TEMPO 1215 M3 TSRA	Zone 30 , condition X, brouillard, localement condition M5 brume Zones 31, 33, 34 , conditions M4 localement M5 devenant de 12 h 00 à 14 h 00 UTC condition D3 localement O devenant de 14 h 00 à 16 h 00 UTC condition O localement D3 zone 32 : conditions O zones 36, 37 , conditions O temporairement entre 12 h 00 et 15 h 00 UTC conditions M3 orages et avec pluie fin du message
= : fin du message	=	

Les messages GAFOR sont consultables sur <https://aviation.meteo.fr> dans la rubrique « Prévision VFR ».






Les cartes

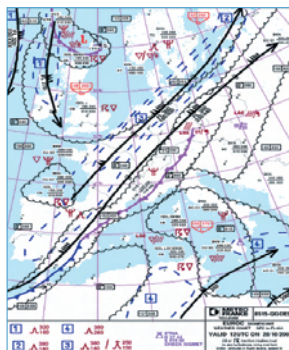
Comment lire les cartes du temps significatif : TEMSI ?

Le TEMSI est une carte du **TEMps Significatif prévu** à heure fixe, sur laquelle sont portés les phénomènes intéressants à l'aéronautique et les masses nuageuses. Dans le TEMSI EUROC, seules les masses nuageuses de nébulosité supérieure à 4/8 sont décrites (BKN et OVC). Dans le TEMSI France, toutes les masses nuageuses sont décrites.

Les bases/sommets des masses nuageuses sont donnés par rapport au niveau moyen de la mer (altitude) sur la carte TEMSI France et par rapport à la surface isobarique 1013 hPa (altitude-pressure) sur la TEMSI EUROC.

Délimitation des zones

	Ligne festonnée : limite des zones de temps significatif
	Ligne fine discontinue : limite des sous zones à l'intérieur d'une zone festonnée
	Ligne épaisse discontinue : limite des zones de turbulence ou limite des zones de grande étendue de vent supérieur à 30 kt
	Un chiffre entouré d'un carré peut renvoyer à une légende indiquant les caractéristiques de la zone de turbulence et/ou de la zone de grande étendue de vent supérieur à 30 kt
	Une lettre entourée d'un carré renvoie aux conditions qui règnent dans la sous zone (en plus de celles déjà décrites dans la zone festonnée)



Axe de jet



Axe d'un courant jet (vent supérieur à 80 kt) avec indications sur le vent maximal (triangle = 50 kt, barbule = 10 kt) et son niveau.

La double barre verticale indique des changements de niveau de 3000 ft et/ou des changements de vitesse du vent de 20 kt. De plus, pour les valeurs supérieures ou égales à 120 kt, est mentionné sous le niveau de vol un couple de valeurs (bbb/sss) où bbb représente le niveau de vol inférieur à partir duquel le vent atteint 80 kt (base de l'isotache 80 kt) et où sss représente le sommet de l'isotache 80 kt. (xxx si ce sommet est plus haut que la limite de l'espace aérien décrit par le TEMSI).

Isotherme 0 °C

0° 150	Altitude de l'isotherme 0 °C en niveau de vol (FL).
0° 065 020	En cas d'isotherme 0 °C double, les deux points de congélation (T° passant du + au - en montant) les plus bas sont mentionnés, y compris si le premier est au sol (T négative en surface).
0° 065 SFC	
0° SFC	Si la température est négative en surface on indique SFC.
-10° 110 0° 035	Dans le cas du TEMSI France, l'isotherme -10 °C est décrite en plus de l'iso 0 °C, et elles sont données en centaines de pieds au dessus du niveau moyen de la mer.
-10° xxx	Isotherme -10 °C supérieure à 15000 ft.
-10° xxx 0° xxx	Isothermes 0 °C et -10 °C toutes deux supérieures à 15000 ft.

Abréviations pour CB et TCU

Cumulonimbus (CB) et Cumulus congestus (Towering Cumulus : TCU)
ISOL : CB ou TCU séparés avec couverture spatiale maximale inférieure à 50 % de la zone concernée.
OCNL : CB ou TCU occasionnels avec couverture spatiale maximale comprise entre 50 et 75 % de la zone concernée.
FREQ : CB ou TCU fréquents avec couverture spatiale maximale supérieure à 75 % de la zone concernée.
EMBD : CB (et pas TCU) noyé(s) dans la masse nuageuse.

Abréviations de la quantité de nuages (autres nuages)

FEW : 1 à 2 octas	SCT : 3 à 4 octas	BKN : 5 à 7 octas	OVC : 8 octas	LYR : nuages en couche
--------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	-------------------------------

LYR est utilisé lorsque deux ou plusieurs types de nuages stratiformes s'étagent à des niveaux différents entre la base et le sommet de la couche décrite.

Tropopause (non indiquée sur le TEMSI France)

	Altitude en niveau de vol de l'isotherme -10 °C.		Représentation de la température et du niveau de la tropopause.
	Altitude maximale de la tropopause.		Altitude minimale de la tropopause.

Symboles et localisation du temps significatif

Symboles du temps significatif			Localisation				
	Pluie		Brume		Turbulence forte	COT	Sur la côte
	Bruine		Brouillard étendu*		Ligne de grains forts	LAN	A l'intérieur des terres
	Pluie se congelant		Fumée de grande étendue		Orages	LOC	Localement
	Neige *		Forte brume de sable		Ondes orographiques	MAR	En mer
	Averses *		Pollutions radioactives		Cyclone tropical	MON	Au-dessus des montagnes
	Grêle		Eruption volcanique		Chasse-neige élevé	SFC	En surface
	Brouillard givrant		Tempête de sable ou de poussière		Obscurissement des montagnes	VAL	Dans les vallées
	Givrage modéré		Brume sèche de grande étendue			CIT	A proximité ou au-dessus des villes importantes
	Givrage fort		Turbulence modérée				

* symboles non utilisés pour les cartes destinées aux vols haute altitude.

Représentation des fronts, des zones de convergence, des systèmes isobariques et des vents forts de surface

	Front froid en surface		Front quasi-stationnaire
	Front chaud en surface		Ligne de convergence
	Projection en surface du front occlus		Zone de convergence intertropicale
	Vent de surface fort de grande étendue (supérieur à 30 kt)	STNR	Stationnaire
25	Le chiffre donne la vitesse prévue du déplacement en kt	L	Centre de basses pressions
	La flèche indique la direction prévue du déplacement	H	Centre de hautes pressions
SLW	Déplacement lent		

Un front (chaud, froid ou une occlusion) signalé sur un TEMSI, donc actif, est toujours associé à de la turbulence modérée à forte le long de la surface frontale.

Visibilité de surface (TEMSI France) :

V0	0 km ≤ visibilité < 1,5 km	V5	5 km ≤ visibilité < 8 km
V1,5	1,5 km ≤ visibilité < 5 km	V8	Visibilité ≥ 8 km

Le TEMSI France présente les phénomènes présents sur le TEMSI EURO, et l'altitude de l'isotherme -10 °C, les visibilités horizontales et les masses nuageuses.

Cet aide-mémoire abrégé ne se substitue pas à l'appendice 1 de l'amendement 76 de l'Annexe 3 de l'OACI : Documentation de vol - Modèles de cartes et d'imprimés.

Coupe-trajet à partir d'un TEMSI France basses couches

Exemple de coupe verticale sur le trajet LFRN-LFKJ (Rennes-Ajaccio)
d'après le TEMSI du 23 février 2009 à 09 h 00 UTC.

Objectifs :

- Avoir une image de la situation météo dans le plan vertical (pas toujours facile à représenter mentalement).
- Visualiser rapidement la localisation en 3D des phénomènes intéressants ou dangereux pour le vol.
- Proposer une aide à la détermination de l'altitude de croisière (visualisation directe des conditions et comparaison aisée avec les conditions VMC).

Sur le TEMSI Basses Couches, les niveaux des bases et sommets des nuages sont indiqués en altitude (QNH). Les éléments contenus dans une zone délimitée par un feston s'appliquent à **la totalité de la zone**, sauf si ils sont précédés de VAL, MON, COT, CIT, etc.

Echelle : Pour rappel, 1° de latitude vaut 60 NM (mille nautique).

Méthode :

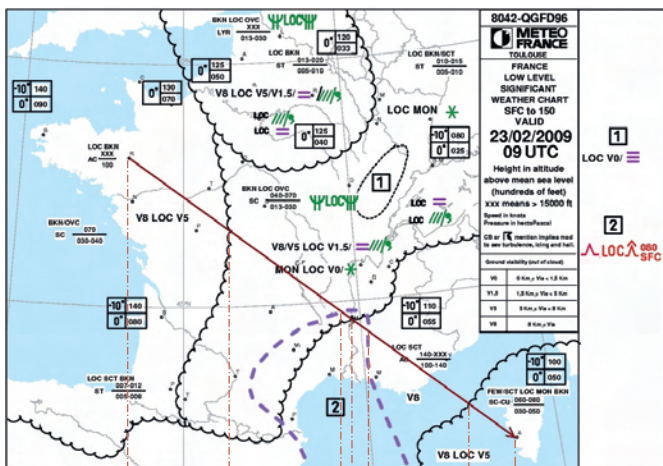
- a) Dessiner un graphe abscisse - ordonnée.
- b) Graduer l'abscisse en Nautique et l'ordonnée en altitude (peu importe l'échelle).
- c) Sur la carte de navigation (ex : 1/500 000 IGN), localiser votre point de départ et d'arrivée, relever les obstacles 5 NM de part et d'autre de la route et reporter, en mesurant, le relief sur le modèle de coupe. (rappel : votre altitude minimale de sécurité sera la hauteur du relief +500 ft. Si le plafond s'abaisse, cette altitude constitue votre niveau minimal de vol avant d'envisager un dégagement).

Avec une règle, sur le TEMSI BC :

- d) Mesurer la longueur entre point de départ et 1^{er} feston rencontré (en cm par exemple).
- e) Reporter cette longueur sur un méridien, déduire la distance en NM.
- f) Reporter cette distance en abscisse du modèle de coupe en traçant un trait vertical sur toute la tranche d'altitude.
- g) Répéter cette opération autant de fois que de festons rencontrés.
- h) Sur les TEMSI, les éléments contenus dans une zone délimitée par un feston s'appliquent à la totalité de la zone sauf s'ils sont précédés de VAL, MON, COT, CIT ... Reporter sur le modèle de coupe les éléments inscrits dans chaque feston du TEMSI BC :
 - Dans chaque secteur : quantité, altitude et type de nuages, givrage, turbulence.
 - Tracer l'iso 0 et -10 °C (probabilité de rencontre d'eau surfondue plus grande entre 0 et -10).
 - Sous l'abscisse : reporter visibilité et temps présent.
 - Si un système frontal est présent : reporter le front sur l'abscisse (qui représente donc la position du front à l'heure de validité du TEMSI). Prendre en compte les indications de déplacement (flèche de direction et vitesse) et reporter la position du ou des fronts à intervalles d'une heure (exemple : pour un vol de 2 h 20 min, reporter la position à l'heure du début du vol, 1 h après, 2 h après, et 3 h après, un vol pouvant se prolonger pour raisons imprévues (vent, ...) !
 - Possibilité de rajouter les espaces aériens.

Fiche rédigée avec la collaboration de l'ENAC/DFPV et la FFA.

Note : Au delà de la prévision et de l'évolution des conditions pouvant servir à la planification de vols, le TEMSI France a un rôle fort de signalisation des phénomènes dangereux pour l'aviation car il prend en compte les renseignements AIRMET.



LOC SCT BKN
 ST 005-008/007-012
 BKN-OVC SC
 030-040/070
 LOC BKN AC
 100/XXX
 V8 LOC V5
 Iso 0° : 080
 Iso -10° : 140
 Pas de tps présent

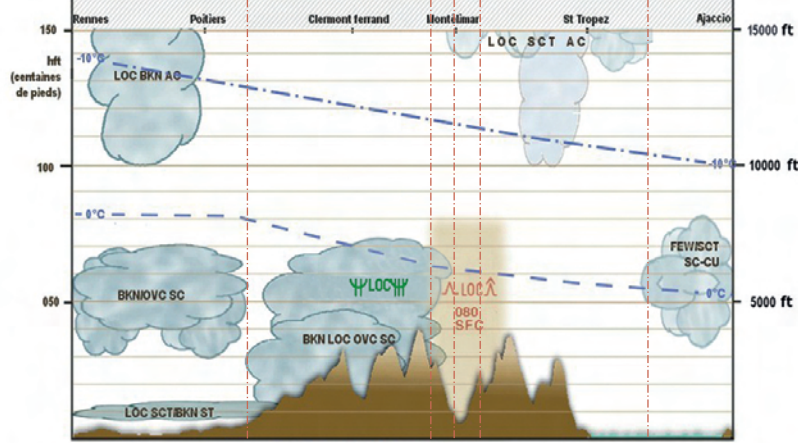
BKN LOC OVC
 SC 015-030/
 040-070
 Givrage modéré
 à fort
 LOC MON VO
 neige
 V8, V5 LOC V1,5
 Brume, pluie,
 bruine

Mêmes conditions que dans la colonne précédente mais avec turbulence entre SFC et FL 080

LOC SCT AC
 100-140/
 140-XXX
 turbulence entre SFC et FL080
 V8
 Iso 0° : 065
 Iso -10° : 110

Mêmes conditions que dans la colonne précédente mais sans la turbulence (détruite dans la bulle en pointillés nommée « zone 2 »)

Enfin le beau temps du sud :
 FEW-SCT LOC MON
 SC-CU 035-050/
 060-080
 V8 LOC V5
 Iso 0° : 050
 Iso -10° : 100



Limites d'utilisation :

Cette carte TEMSI représente la situation prévue à 09UTC. Elle peut cependant être utilisée entre 09 UTC et l'heure d'arrivée du TEMSI suivant mais c'est à l'utilisateur d'extrapoler la position des éléments actifs (fronts, centres d'actions) décrits sur la carte avec une vitesse de déplacement.

Un avion de tourisme volant à environ 100 kt, aura fait 300 NM en 3 heures, et n'aura pas fini son vol au moment de la sortie du TEMSI suivant : donc cette coupe n'est valable que pour 3 heures maximum. Il y a nécessité de prendre en compte le déplacement des systèmes perturbés ou des phénomènes dangereux.

En supposant un décollage de Rennes vers 08 UTC, notre avion se trouve environ à mi-parcours vers 10 UTC, sur des lieux où justement, la météorologie se gâte (neige sur les reliefs, turbulence, givrage, sommets accrochés donc risque de perte de références visuelles).

◆ Se rappeler qu'une prévision météorologique donne les grandes tendances de l'évolution du temps sensible et des paramètres aéronautiques météorologiques, mais n'est pas à interpréter aussi strictement qu'un indicateur horaire; les limites latérales des festons sont indicatives, prendre en compte également les éléments du feston adjacent, en recoupant si besoin les informations avec les WINTeM, les TAF et les SIGMET. Une carte de prévision météorologique n'a pas la précision d'une carte de navigation.

Remarque : Annexe 3, paragraphe 6.1.1, la valeur spécifique de l'un quelconque des éléments indiqués dans une prévision est la valeur la plus probable que cet élément atteindra durant la période couverte par la prévision. Cette remarque est valable pour toute donnée prévue : TAF, GAFOR, TEMSI, WINTeM et SIGMET.

◆ A fortiori, une coupe (dérivée d'une carte de prévision) ne peut constituer qu'une aide à la mémorisation du temps sur un trajet en 2D, et constitue une aide à la représentation mentale de la situation en 3D, en accompagnement du TEMSI.

Comment lire les cartes de prévision de vent et température WINTEM ?

Les WINTEM sont des cartes de **prévision** de vent (**WIND**) et température (**TEM**perature) au niveau considéré :

- pour divers niveaux de vol :

FL20, FL50, FL140 ... jusqu'au FL530

- sur divers domaines :

France, EUROC, Antilles, Guyane, Polynésie, EURSAM, NAT H, PACIFIC EST, INDOC, AUSTRALIE, etc.

1- **Températures** en degrés Celsius, avec le signe + devant les températures positives.

2- **Vent** en nœud (kt), les flèches indiquent la direction du vent et le nombre de barbules indique sa vitesse.

3- **Cartouche** : Niveau de vol de la carte, en FL et en hPa, date et heure du réseau de production, centre de production et de fourniture, période de validité.

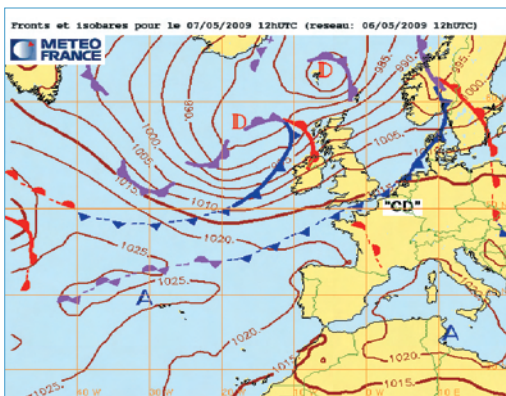
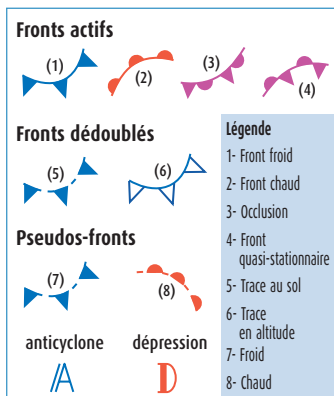


Légende des vents

	5 kt		15 kt
	10 kt		50 kt

La hampe indique la direction d'où vient le vent. Les barbules indiquent la vitesse en nœud selon le code suivant :

Comment lire une carte des fronts ?



La carte des fronts donne des renseignements sur la situation météorologique à grande échelle (proche-atlantique) à 12 h ou 24 h d'échéance, et ne se superpose pas directement sur un TEMSI.

Cette carte contient quelques éléments essentiels pour appréhender une situation météorologique à une échelle supra-synoptique, mais est inutilisable sous cette forme pour appréhender le temps sensible : phénomènes en basses couches ou locaux, etc.

➤ Pour préparer un vol, mieux vaut se concentrer sur les TEMSI/WINTEM.

Les images

Comment interpréter une image satellite ?

Ces images sont mises à disposition sur le site <https://aviation.meteo.fr>. Elles sont de deux types : infrarouge et visible, la composition colorée est une composition de ces deux canaux.

Canal infrarouge :

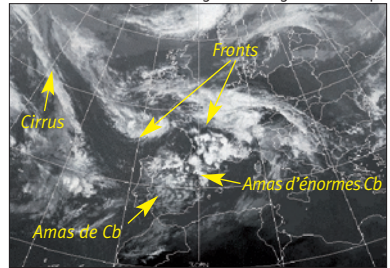
Le principe de l'infrarouge est la mesure du rayonnement émis par le sol ou par les nuages, qui dépend de la température de surface de l'objet, vue de l'espace.

On détermine la nature d'un nuage par sa couleur, donc sa température, ce qui nous indique l'altitude approximative de son sommet.

Les nuages supérieurs masquent tout ce qui est en dessous.

Les nuages fins (semi-transparents) d'altitude (cirrus) perturbent cette mesure, comme les amas de nuages de petite taille, qui n'occupent pas la totalité de la surface d'observation.

Image infrarouge sur l'Europe



Canal visible :

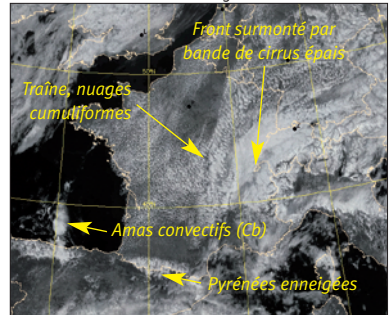
Cette image visualise la densité des masses nuageuses éclairées par le soleil (quantité de lumière réfléchie par les nuages ou la surface de la Terre). Elle n'est donc pas exploitable de nuit. Elle ressemble à une photographie noir et blanc.

La mer apparaît en noir (ou très foncée) car l'eau est un mauvais réflecteur.

Les sols (donc les zones sans nuage) apparaissent dans une gamme de gris. Les systèmes nuageux apparaissent très blancs, d'autant plus blancs qu'ils sont épais.

Certains sols peuvent avoir des réflectivités qui peuvent les faire passer pour des nuages (la neige par exemple).

Image visible sur la France



Composition colorée :

Cette image est élaborée à partir des canaux infrarouge et visible (interprétation complexe).

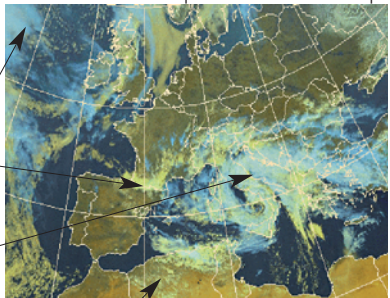
Les **teintes bleues** caractérisent les nuages élevés constitués de cristaux de glace, souvent transparents.

Les **nuances jaunes** correspondent plutôt aux nuages bas, plus chauds (stratus, stratocumulus, petits cumulus).

Les teintes blanches correspondent plutôt aux nuages denses, épais et froids, généralement précipitants (amas de cumulus des traînes actives, systèmes convectifs tropicaux, nimbostratus).

Confusion possible entre les sols chauds (Afrique) et les stratus (nuages bas indétectables la nuit).

Composition colorée sur l'Europe



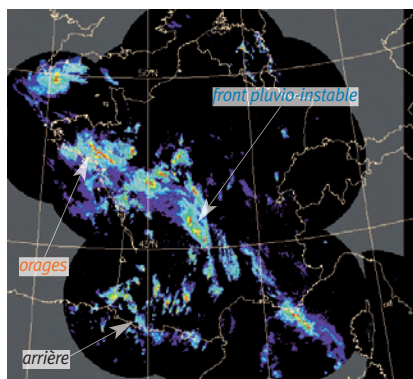
Comment interpréter une image radar ?

Ces images servent à visualiser les zones de précipitations en temps réel, sans renseigner sur leur nature et leur état liquide ou solide. On détermine l'intensité des précipitations par une couleur correspondant à des millimètres d'eau par heure. Un millimètre d'eau égale un litre par mètre carré.

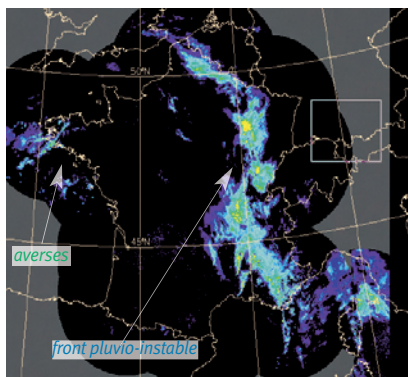
Code des couleurs

<2mm/h	<10 mm/h	<20 mm/h	<40 mm/h	<60 mm/h	<100 mm/h	>300 mm/h
--------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------

Un front se visualise par une bande de précipitations. Un front stratiforme est généralement de couleur bleue et verte. Dans un front pluvio-instable, on observe dans les zones stratiformes de petites taches d'intensité supérieure (vert foncé, jaune, orange ou rouge), qui visualisent les averses. Une tache de couleur jaune, orange, ou rouge, est représentative d'un Cb précipitant, le rouge laisse supposer des précipitations sous forme de grêle dans la plupart des cas.



1. Exemple de *front pluvio-instable*, avec des *orages (Cb)*, points rouges dans la masse nuageuse du front, et à l'arrière.



2. Exemple de *front pluvio-instable* avec traîne active : *averses* faibles loin à l'arrière

Il est recommandé de porter une attention particulière lors des situations de traîne convective ou active : une image satellite ou radar n'est représentative de la situation qu'à l'heure de validité indiquée sur son cartouche, et ne donne pas directement d'indication sur l'évolution d'une situation.

L'étude de la documentation météorologique de vol : fiche méthodologique

Objectif :

Avoir une méthodologie pour l'étude météo afin de prendre une décision sur la faisabilité du vol : vol possible, différé ou annulé.

Principe :

Sur tout mon parcours, j'ai besoin d'avoir en mémoire les 5 éléments suivants (voir image ci-dessous pour moyen mémo-technique) :

- la visibilité,
- la base des nuages, le plafond et le calage altimétrique: attention, le plafond (BKN ou OVC) **doit être compatible avec mon altitude minimale de sécurité** déterminée en fonction du relief et des obstacles isolés éventuels (vous ne pouvez évoluer sous l'altitude minimale de sécurité que si la visibilité en vol vous permet de voir suffisamment tôt les obstacles isolés en toute sécurité). En vol, au moindre doute, remontez à l'altitude de sécurité et en cas d'empêchement, **prenez la décision d'interrompre le vol** ; notez le QNH sur le trajet pour vous permettre de recalculer régulièrement votre altimétrie en cas de vol long pour tenir compte des variations de la pression le long de votre route.
- la nébulosité des nuages, surtout en basse couche,
- la direction et la vitesse du vent (limitations aéronaf, dérive, devis carburant),
- les phénomènes dangereux : au-delà des phénomènes météorologiques significatifs, signalés par les SIGMET (Cb, orages, grêle, turbulence, givrage), penser également à brume, brouillard, averse ou pluie, visibilité minimale /visibilité dominante, etc.

Ces éléments définissent l'environnement dans lequel le vol va se réaliser et doivent être compatibles avec les minima personnels (auto-évaluation du pilote de son habileté à pouvoir faire le vol face aux risques extérieurs, expérience, formation) du pilote.

Méthode de base :

1. Définir une situation générale : carte TEMSI et WINTEN, bulletins.
2. Analyser METAR terrain départ :
 - Si les conditions ne sont pas VMC, analyser le TAF du terrain de départ pour différer ou annuler le vol.
 - Si les conditions sont VMC, alors analyser TAF terrain arrivée :
 - ◆ Si les conditions ne sont pas VMC, annuler le vol ou consulter TAF du terrain de départ pour différer.
 - ◆ Si les conditions sont VMC alors analyser la météo en route :



- TEMSI : Visibilité et plafond + phénomènes significatifs et dangereux + Iso 0 °C et -10 °C.
- TAF des aérodromes à proximité de la route et des aérodromes de dégagement prévus (en route et à destination).
- WINTEN : Vent effectif moyen, Vent traversier. Déduire la vitesse sol et la dérive attendues. Comparer la température réelle à la température standard.
- SIGMET : identifier l'élément remarquable pour le vol intéressant la sécurité du vol et son évolution, vérifier la zone concernée avec la zone élargie du vol prévu.

3. Prise de décision :

- ▶ Les conditions sont VMC et pas de phénomènes dangereux : le vol est possible.
- ▶ Les conditions en route ne sont pas VMC ou phénomènes dangereux présents : vol annulé.
- ▶ Si étude d'une nouvelle heure de départ ou changement de route ou de destination, vol différé.

Cas particuliers :

Les pilotes ont parfois du mal à dégager une décision :

- Difficultés d'évaluer les conditions qui seront rencontrées en vol (conditions en route sont très proches VMC mais pas VMC).
- Faible probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux ou très localisé (VAL, COT, MON, etc.).
- Observations extérieures apparaissant différentes de celles décrites dans le dossier météo.
- Evaluation de sa propre capacité, de son habileté et de son expérience à faire face à la situation météo.

Ne pas oublier :

- Dans le cas d'un phénomène météo très localisé, possibilité de changer de route ou de méthode de navigation, en étudiant finement la situation à l'aide des images satellites visible, infra rouge et/ou de la mosaïque radar pour les précipitations. Si besoin, consulter un instructeur.
- Dans le doute, ne pas hésiter à reporter le vol : mieux vaut être au sol et regretter de ne pas être en vol que l'inverse.

Modèle de tableau pour synthétiser l'essentiel de l'étude :

Lieu/Heure	Produits	Visibilité	Base des nuages Nébulosité	Altitude sécurité	Vent	Phénomènes significatifs ou autres SIGMET ?	VMC OUI/NON
AD Départ	METAR/TAF						
Tronçon 1	TEMSI WINTEM						
Point 1							
Tronçon 2	TEMSI WINTEM						
AD Dég 1	METAR/TAF						
Point 2							
Tronçon 3	TEMSI WINTEM						
AD Dég 2	METAR/TAF						
Point 3							
Tronçon 4	TEMSI WINTEM						
AD Dég 3	METAR/TAF						
AD Dest	METAR/TAF						

La météo pour le vol : tout au long du trajet

- Garder en mémoire qu'une prévision météorologique donne les grandes tendances de l'évolution du temps sensible et des paramètres aéronautiques météorologiques, mais n'est pas à interpréter aussi strictement qu'un indicateur horaire.
- Vérifier l'adéquation des conditions rencontrées avec les prévisions, et si il y a un souci, ne pas hésiter à **prendre la bonne décision** !

Fiche rédigée avec la collaboration de l'ENAC/DFPV, V. Jegourel et de la FFA.

Appréhendez les phénomènes significatifs ou autres

Les phénomènes significatifs en météorologie aéronautique

Ce sont des phénomènes météorologiques pouvant affecter la sécurité de l'exploitation aérienne : orage, grêle, turbulence, givrage, ondes orographiques, tempête de sable ou de poussière, cyclone tropical, nuage radioactif. Ces phénomènes sont signalés par des messages **SIGMET** et représentés dans les cartes **TEM51**.

Vous trouverez dans cette partie du guide quelques fiches de rappel sur les plus fréquents de ces phénomènes.



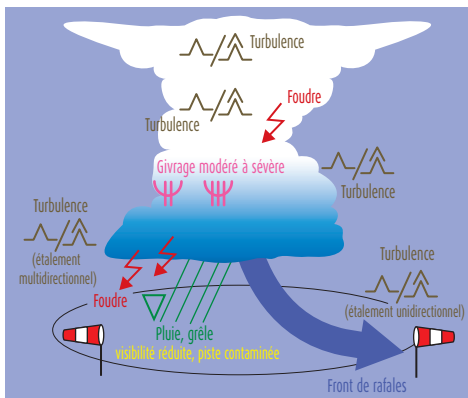
Cumulonimbus et phénomènes associés

Le cumulonimbus n'est pas un nuage banal !

Il est la manifestation d'un emballement local de la convection atmosphérique (même s'il fait beau autour), et il peut être, à lui seul, associé à la quasi totalité des ennuis/dangers météorologiques que peut rencontrer un pilote dans toute sa carrière : **givrage, turbulence, cisaillement, précipitations en tout genre et sous toute forme (liquide, solide ou surfondue : pluie forte, grêle), foudroiement, réduction de la visibilité, etc.** Le front de rafales peut avoir des effets dévastateurs jusqu'à une dizaine de NM du nuage.

Ce phénomène fait l'objet d'un SIGMET.

En résumé : le Cb est un milieu aérien HOSTILE qu'il est nécessaire d'éviter ou de contourner largement (au vent si possible 20 NM minimum).



Les Cb se développent lors de situation à forte instabilité verticale, dans des environnements divers et dans des volumes variables :

- Cb isolé, bien visible et facile à contourner (ISOL),
- Cb en lignes, formant parfois des barrières infranchissables (FRQ) et générant des lignes de grain (SQL),
- Cb noyé dans la masse nuageuse (EMBD), difficilement repérable par une base un peu plus basse que celle de la couche nuageuse (en général des stratocumulus), et beaucoup plus sombre,
- CB ou TCU occasionnels avec couverture spatiale maximale comprise entre 50 et 75 % de la zone concernée.

Turbulence : mouvements aléatoires de l'air se superposant au mouvement moyen (fiche page 32).

Souvent observée sous le vent d'un Cb, et dans le sillage du nuage, il est donc préférable de contourner très largement au vent. Dans le cas d'un nuage convectif, elle est présente dessus, dessous et autour. Un front de rafales est souvent associé au Cb, il se déplace à l'avant et avec la cellule orageuse.

Cisaillement : on parle de cisaillement lors d'une brusque variation spatiale très marquée de direction ou de vitesse du vent, sur une échelle réduite, générant de la turbulence forte et très locale (fiche page 33). Les conséquences sont une modification brutale de la trajectoire de l'avion.

Phénomène fréquemment observé en situation convective, surtout s'il est accompagné de précipitations : du petit Cu thermique au super Cb qui génère des micro ou macro rafales (parfois multidirectionnelles) à l'origine des plus forts gradients de vent observés près du sol.

Givrage : les nuages convectifs ont un fort potentiel givrant (fiche page 34).

Réduction de visibilité : averses de forte (voire très forte) intensité de pluie, de grêle, de grésil, sont des éléments réduisant considérablement la visibilité. Les averses sont souvent citées comme facteur d'accident, à cause de leur déclenchement rapide et imprévisible, qui conduit à une perte de référence visuelle lorsque le pilote se fait surprendre (fiche page 36).

Foudre : associée aux Cb et aux orages, on en connaît 3 types : foudroiement intra-nuage, foudroiement inter-nuages et foudroiement nuage-sol (le plus sévère).

Les effets sur les aéronefs sont variés, pouvant affecter la cellule, les équipements et l'équipage (aveuglement, fusion de certains composants de l'avion).

Grêle : phénomène assez peu fréquent, associé au Cb, mais très dangereux (fiche page 31).

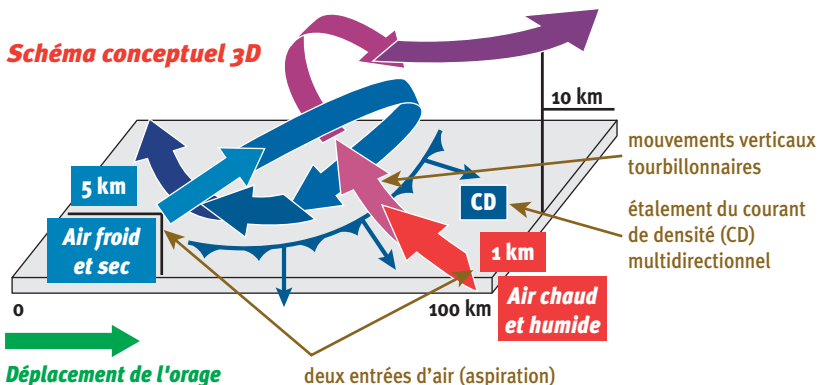
Situations météorologiques propices au développement de Cb :

- traîne active, à l'arrière d'un front froid (peut donner des orages accompagnés de neige en situation hivernale),
- dans un front pluvio-instable chaud ou froid, principal ou secondaire,
- en situation convective d'été (évolution diurne liée à l'échauffement en basses couches),
- par soulèvement orographique d'une masse d'air.

Attention au super Cb (orage super-cellulaire) :

- une seule cellule « géante » à structure stable (dans le repère lié à l'orage),
- cisaillement de vent fort et tournant.

Schéma conceptuel 3D



Le Cb est une véritable machine thermodynamique naturelle, qui brasse une énergie considérable : chaque seconde, un gros Cb peut aspirer 700 000 tonnes de vapeur d'eau, et ce même nuage peut précipiter 4000 tonnes d'eau sur la surface terrestre, sous forme solide (neige, grêle) ou liquide.

Voilà pourquoi il est bon de contourner TRÈS largement ce type de nuage, même au vent.

Orage

L'orage est un phénomène atmosphérique caractérisé par des séries d'éclairs et de coups de tonnerre, toujours lié à la présence de Cb (cumulonimbus), et très souvent accompagné de phénomènes violents : rafales de vent et cisaillement (voir Cb, turbulence), parfois de grêle (voir la fiche grêle), de précipitations intenses (réduction de la visibilité), et de givrage. Un front de rafales, soit dirigé vers l'avant (étalement unidirectionnel), soit dans toutes les directions (étalement multidirectionnel) accompagne fréquemment ce(s) phénomène(s), et plus rarement des trombes ou des tornades.

Phénomène de courte durée : de la dizaine de minutes à quelques heures.

Développement possible très rapide (suivant la situation synoptique générale) : entre 20 minutes à une paire d'heures.




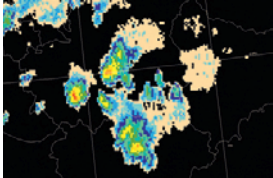
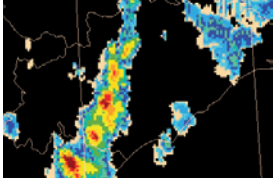
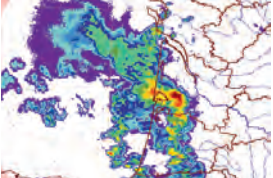
Les mouvements verticaux violents à l'intérieur du (des) nuage(s) font s'entrechoquer les particules d'eau et de glace, provoquant l'électrisation du nuage et la séparation des charges. Les particules les plus lourdes (gouttes d'eau) chargées négativement se retrouvent dans le bas du nuage, alors que les particules les plus légères (cristaux de glace) chargées positivement sont situées dans le haut du nuage.

A l'intérieur, les particules chargées négativement et positivement se répartissent à divers étages ; des micro-décharges se propagent alors et finissent par établir une liaison électrique entre :

- le nuage et le sol (c'est la définition de la foudre),
- entre deux nuages (décharge inter nuage),
- dans le nuage (décharge intra nuage).

Au cours de ces décharges, la température de l'air peut atteindre 30 000 °C en quelques millièmes de seconde.

On caractérise trois types d'organisation de cellules orageuses :

<p>La cellule ordinaire</p>  <p>← 10 à 15 km →</p>	<p>L'orage multicellulaire</p>  <p>← 30 à 50 km →</p>	<p>L'orage supra-cellulaire</p>  <p>← 50 à 100 km →</p>
		
<ul style="list-style-type: none"> - faible cisaillement de vent, - 3 phases de 30 à 50 minutes, - propagation à la vitesse moyenne de l'environnement, - pas de phénomène très violent. 	<ul style="list-style-type: none"> - le plus courant, parfois fort, - groupes de cellules à différents stades de formation, - importance du courant de <u>densité</u>, - déplacement aléatoire ou sur un côté préférentiel. 	<ul style="list-style-type: none"> - déplacement toujours différent du vent moyen (dérive à droite) et souvent très rapide, - le plus violent (grêle, tornades), - overshoot (courants ascendants suffisamment violents pour entrer dans la basse stratosphère et former une sorte de « champignon » au-dessus de l'enclume.

Les orages font l'objet d'un message SIGMET : OBS TS, FREQ TS, EMBD TS, SQL TS, OBSC TSGR, FREQ TSGR, SQL TSGR.

Grêle



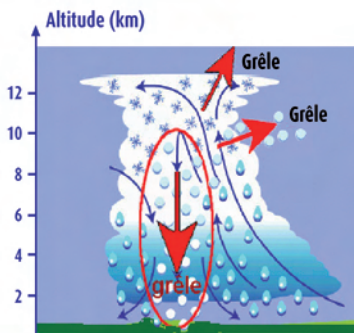
La grêle est constituée de particules de glace de diamètre compris généralement entre 5 et 50 millimètres (jusqu'à 15 cm

pour un poids de 1 kg dans certains cas exceptionnels), appelées grêlons.

C'est un phénomène relativement rare mais spectaculaire et dangereux en aéronautique.

La grêle fait l'objet d'un SIGMET (TSGR).

Un grêlon est constitué en grande partie par de la glace transparente, ou par une alternance de couches de glace transparente et opaque, qui se forme lors des mouvements verticaux dans les nuages à forte extension verticale, les cumulonimbus.



Il est possible de rencontrer de la grêle à toute altitude dans un Cb, mais aussi dessus, dessous et autour : les grêlons peuvent parfois être éjectés par le sommet du nuage ou par les côtés. Environ 10 % des Cb donnent de la grêle atteignant le sol, mais la proportion de nuages producteurs de grêle n'atteignant pas le sol est plus importante.

Un cumulonimbus peut fabriquer en quelques minutes 300 milliards de grêlons représentant une masse totale de 50 000 tonnes de glace.

Effets de la grêle sur un aéronef :

Les dégâts sur un aéronef sont en rapport avec la taille et la vitesse de chute des grêlons :

- pour un diamètre de 2 cm, la vitesse moyenne de chute est de 75 km/h,
- pour un diamètre de 5 cm, la vitesse moyenne de chute est de 115 km/h,
- pour un diamètre de 10 cm, la vitesse moyenne de chute est de 160 km/h.



Sur un aéronef, on peut observer :

- arrêt des moteurs (parfois destruction),
- perte des moyens de communication (bris des antennes),
- bris des vitres du cockpit,
- destruction des capteurs,
- bosselage de la cellule et des surfaces exposées à la grêle, (bord d'attaque des ailes, radôme), pouvant aller jusqu'à la destruction partielle.

En pratique, les situations météorologiques favorables à la formation des grêlons sont :

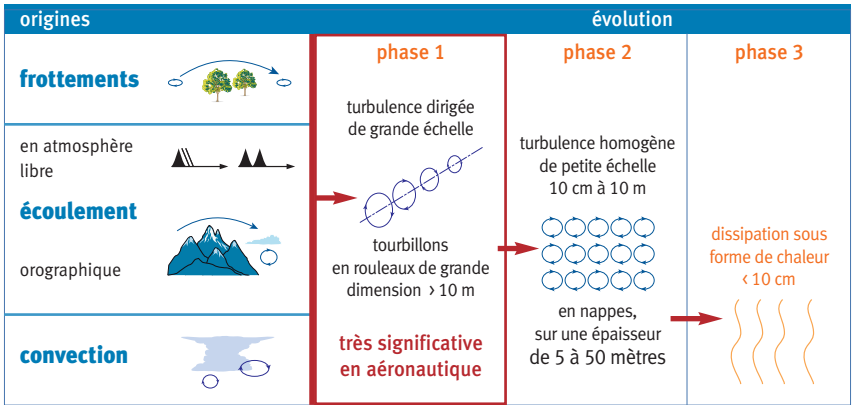
- présence de **cumulonimbus**,
- plus rarement, avec des **cumulus** au stade **congestus** ou des **altocumulus castellanus**, à développement vertical prononcé,
- en région tempérée, la saison propice va de la fin du printemps au début de l'été, au dessus des régions continentales plutôt que maritimes.

Turbulence et cisaillement

Turbulence

La **turbulence** désigne des **mouvements aléatoires de l'air** se superposant au mouvement moyen. La turbulence aéronautique est associée à toute **variation de la direction et/ou de la vitesse du vent (cisaillement)** engendrant des accélérations verticales ou horizontales pouvant modifier les paramètres de vol non compensés par des méthodes normales de pilotage. C'est un phénomène fréquemment observé, aux origines diverses. La notion de turbulence est liée à l'échelle choisie. **La turbulence forte fait l'objet de SIGMET. Les turbulences modérées et fortes sont décrites comme phénomènes significatifs sur les cartes TEMSI.**

Origines et évolution de la turbulence



Divers types

Turbulence de frottements : interaction entre la surface terrestre et le vent de la Couche Limite de Surface (CLS) entre SFC et 150 ft, donc uniquement dans les basses couches.

Turbulence d'écoulement : résultat du frottement de la viscosité à l'intérieur d'une même tranche, ou entre deux tranches atmosphériques de caractéristiques différentes en terme d'écoulement ; elle intéresse toute l'atmosphère et se décline sous de multiples formes :

- turbulence due aux brises, avec un vent de direction très différente entre le sol et le sommet de circulation de la brise (vers 1000 ft environ),
- turbulence de sillage, crée par les tourbillons générés par un aéronef,
- turbulence orographique et ondes de relief, jusqu'à 1 500/2 000 m si vent fort, (supérieur à 20 kt), (voir p54 pour plus de détails)
- turbulence due à une forte inversion thermique, cisaillement,
- turbulence de sillage nuageux, générée par un cumulonimbus, sous le vent dans le sillage du nuage,
- turbulence près des surfaces frontales, due aux contrastes thermiques des masses d'air, aux cisaillements horizontaux et aux mouvements verticaux induits,
- turbulence en air clair due aux jets, en altitude élevée.

Turbulence d'origine convective ou thermique : elle se manifeste dans le nuage, mais aussi aux alentours, y compris dessus (voir Cumulonimbus et phénomènes associés).

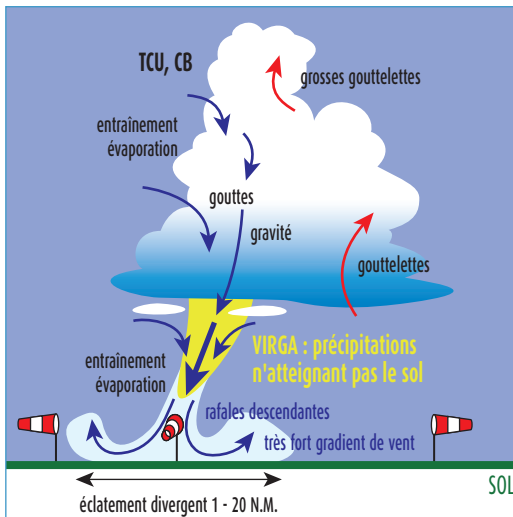
Cisaillement

On parle de **cisaillement** lors d'une brusque variation spatiale très marquée de direction ou de vitesse du vent, sur une échelle réduite, s'accompagnant souvent de turbulence forte et très locale ; la conséquence est une modification brutale de la trajectoire de l'avion.

Ce phénomène est généralement observé :

- aux abords d'une couche d'inversion de température (accélération et changement de direction, origine radiative),
- par vent fort lors de la présence d'obstacles au sol,
- sous le vent d'un relief,
- à proximité des surfaces frontales actives en basses couches,
- en situation instable,
- en situation convective, surtout si elle est accompagnée de précipitations : du petit thermique au super Cb, qui génère des micro ou macro rafales à étalement divergent, à l'origine des plus forts gradients de vent observés près du sol,
- en journée, en accompagnement des brises en tout genre (de pente, de montagne ou de mer) : ces circulations locales sont parfois rapides et peuvent générer du cisaillement.

Exemple : cas particulier de cisaillement en situation convective



En pratique, on sera vigilant(e) :

- aux déplacements des différentes couches nuageuses adjacentes à proximité du sol,
- aux panaches de fumées tourmentés,
- aux nuages lenticulaires, en rouleaux ou en entonnoirs (voir le chapitre *Aérologie*),
- au vent fort de surface avec rafales,
- aux manches à air orientées différemment sur le terrain,
- aux poussières soulevées en tourbillon (sous les nuages convectifs ou sans nuage),
- aux nuages convectifs accompagnés de précipitations, atteignant ou non le sol.

Givrage

Le risque « givrage » concerne, à des degrés divers, tout aéronef, quels que soient sa taille, son type, son mode de propulsion. Les conditions givrantes existent en toutes saisons à des latitudes et des niveaux de vol variés.

- En vol et au décollage, le givrage peut conduire à la perte de contrôle de l'aéronef.
- Au sol, à la suite d'un stationnement, en conditions hivernales, le givrage présente un réel danger de contamination de l'aéronef.

Contrairement à une idée très répandue, l'effet le plus important du givrage sur les avions est la modification du profil aérodynamique, et non l'augmentation de la masse.

Les conditions météorologiques favorables au givrage fort font l'objet d'un SIGMET.

L'accrétion de givre/glace peut se produire au sol comme en vol.

Elle est de type : gelée blanche, givre opaque (lorsqu'il y a inclusion d'air), givre transparent, ou givre mixte.



Le potentiel givrant de l'atmosphère dépend :

- d'une température négative (généralement comprise entre 0 et -15 °C),
- de la quantité d'eau surfondue présente dans l'atmosphère,
- de la taille et de la répartition des gouttes ou des gouttelettes d'eau,
- des mouvements verticaux dans les nuages.

Il est important de prendre en compte :

- les prévisions météo et toutes actualisations possibles,
- en vol, les indices visuels annonçant un givrage (formation de dépôt blanc ou transparent sur les ailes, le nez, la verrière ...),
- les variations anormales des paramètres de vol (ex : dégradation de la vitesse, perte de puissance moteur, vibrations, problèmes de contrôle de l'aéronef, etc.).

Conditions météorologiques favorables au givrage cellule :

Le givrage est dû à la présence d'eau sous forme liquide à température négative qui se congèle à l'impact.

En vol dans une atmosphère à température négative :

- par ciel clair au passage rapide d'une masse d'air très froide, à une masse d'air plus chaude et humide,
- dans les nuages entre 0° et -15 °C,
- dans des précipitations d'eau surfondue (eau sous forme liquide à température négative) ; ces conditions sont propices au type de givrage le plus dangereux, le verglas, à formation très rapide,
- au passage d'un relief (soulèvement orographique),
- au niveau d'une forte inversion de température ou/et de fort cisaillement de vent bloquant les stratocumulus en dessous : fort potentiel atmosphérique givrant et turbulence au sommet de la couche nuageuse.
- le long des surfaces frontales entre les iso 0 °C et -10 °C

Au sol :

Avion au parking extérieur, en conditions anticycloniques, de nuit, par température négative et vent calme (gelée blanche).

Activité et Cendres volcaniques

Des éruptions volcaniques se produisent dans toutes les zones du globe. Dans le cas d'éruptions fortement explosives, la cendre est expulsée violemment jusqu'à une ou plusieurs dizaines de kilomètres d'altitude, sous forme de nuage de cendres. **Le mot « cendre volcanique » désigne les particules de roche pulvérisée relâchées dans l'atmosphère et entraînées au gré des courants.**

Les particules les plus fines, de l'ordre du micromètre, peuvent rester en suspension dans l'atmosphère durant plusieurs jours, et être transportées par les vents à de grandes distances de leur volcan d'origine. La cendre est très abrasive, fond dans la partie chaude des réacteurs des jets et peut provoquer des dégâts allant de l'usure accélérée au calage des moteurs de jet, en vol.



Afin de permettre aux opérateurs aériens de planifier et router les vols en toute sécurité, neuf VAAC (Centres d'Avis de Cendres Volcaniques) dont Météo-France à Toulouse produisent des messages (VAA) et des cartes (VAG) d'analyse et de prévision décrivant l'espace aérien contaminé par la cendre volcanique.

Les nuages de cendres volcaniques font l'objet de SIGMET (voir ex : p20), avec la mention VA (Volcanic Ash) indiquant la position et le déplacement observés et/ou prévus du nuage.

Les VAAC européens produisent, lors d'éruptions émettant de la cendre en quantité significative, des cartes de concentration de cendre. Ces dernières décrivent, pour des tranches de niveaux donnés (par exemple, SFC/FL200, soit du sol au niveau de vol 200), les limites des zones correspondant à une contamination prévue pour être forte, modérée ou faible.

Effets des cendres volcaniques sur un aéronef :

- **calage du moteur (ou de tous les moteurs) :** la cendre, formée principalement de cristaux de silicate, fond vers 1100° et s'amalgame sur les ailettes de stator et les turbines, dans la partie chaude du moteur, qui atteint souvent 1400° en régime normal, entraînant du pompage puis un calage moteur,
- **abrasion des structures de l'avion,** du matériel de navigation et des pièces du moteur,
- **opacification des surfaces transparentes (cockpit),** réduction ou perte de visibilité pour le(s) pilote(s),
- **contamination des systèmes de climatisation et des systèmes électroniques :** la cendre est généralement trop fine pour être arrêtée par les systèmes nominaux de filtrage ; ses effets sur l'électronique de l'aéronef vont jusqu'à la panne des systèmes de navigation,
- **souvent associée à un brouillard d'acide sulfurique :** le H2SO4, fortement corrosif, est produit par oxydation et hydratation du SO2 relâché lors de la grande majorité des éruptions.

Remarque : Les dangers liés aux cendres volcaniques sont peu connus du grand public. Ce phénomène intéresse principalement l'aviation de transport, compte tenu du danger particulier d'arrêt des réacteurs, mais il est néanmoins important que tout pilote de l'aviation générale ait quelques connaissances de base sur le sujet.

Pour plus de renseignements concernant la veille volcanique des routes aériennes internationales, ou pour accéder aux messages et/ou graphiques de cendres volcaniques éventuellement en cours, voir le site du VAAC de Toulouse : <http://meteo.fr/vaac/>

Visibilité*

Réduction de la visibilité :

La réduction de la visibilité peut avoir des origines diverses. Sa mesure dépend de nombreux paramètres, dont par exemple l'emplacement des capteurs de mesure.

Principales origines météorologiques du trouble atmosphérique ayant pour conséquence une réduction de la visibilité :

- la pluie (RA) : jusqu'à 100 m si elle est intense (> à 50 mm/h),
- la bruine (DZ) : davantage que la pluie à intensité égale (intensité restant faible),
- la neige (SN) : à intensité égale, encore plus que la pluie et la bruine (jusqu'à quelques mètres si elle est associée à du vent !),
- le grésil (GS) et la grêle (GR) : réduisent la visibilité (cumulés à des phénomènes mécaniques dangereux),
- les averses (SH) : régulièrement citées comme facteur d'accident : pouvant se déclencher soudainement, elles conduisent à une brutale perte de référence visuelle lorsque le pilote se fait surprendre,
- les poussières (DU), le sable (SA), les fumées (FU),
- et les classiques : brume, brouillard, stratus.

La brume : $1 \text{ km} \leq \text{visi} \leq 5 \text{ km}$.

Particules d'eau (BR) ou de poussières (HZ) en suspension dans l'atmosphère, entre le sol et 3000 ft en conditions anticycloniques, en général, et bloquées par une inversion de température. Visibilité multidirectionnelle réduite sous l'inversion, surtout face au soleil, mais visibilité horizontale excellente au dessus, parfois de nature à induire en erreur : en vol, tenez vous au courant de l'évolution des conditions météorologiques sur les terrains.

La brume sèche : $\text{visi} \leq 5 \text{ km}$.

Suspension de particules sèches invisibles à l'oeil nu, et suffisamment nombreuses pour donner à l'air un aspect opalescent. HZ est codé lorsque la visibilité est inférieure à 5km et que l'humidité de l'air est inférieure à 80%.

Le brouillard : $0 \leq \text{visi} < 1 \text{ km}$.

Gouttelettes d'eau en suspension dans l'atmosphère (FG).

On distingue plusieurs types de brouillard (tous ont le même effet : $\text{visi} < 1 \text{ km}$) :

Le brouillard de rayonnement :

- conditions anticycloniques ou dorsale,
- ciel clair,
- vent faible (1 à 2 kt),
- forte humidité relative (T très proche de Td).

T diminue jusqu'à atteindre la valeur de Td, il y a alors saturation de la masse d'air et formation de brouillard, pouvant être suffisamment dense pour réduire la visibilité à quelques dizaines de mètres. En général, ce brouillard nocturne se dissipe en cours de matinée (en formant des stratus et en stagnant dans les cuvettes et les vallées), mais il peut également durer toute la journée si une forte inversion de température persiste notamment en hiver, avec une épaisseur possible de l'ordre de 300 ft.

Le brouillard d'advection :

- vent modéré (5 à 10 kt),
- T sol basses (froides),
- arrivée d'une masse d'air chaude et humide sur un sol froid, entraînant le refroidissement de la masse d'air en basses couches, donc saturation et formation de brouillard. Possible de jour comme de nuit, et couvrant des surfaces importantes.

Les « brouillards côtiers » font partie de ce type de brouillard.

* on parle ici de visibilité horizontale dominante

Le brouillard de mélange :

Le mélange de deux masses d'air proches de la saturation et thermiquement contrastées peut conduire à la saturation.

Le brouillard d'évaporation :

Saturation de la masse d'air par apport de vapeur d'eau par les lacs, les marécages, les forêts humides, *etc.*

Il en résulte localement :**En montagne, le brouillard de pente :**

Lorsqu'une masse d'air humide est soulevée le long d'une pente, il y a refroidissement et détente, pouvant amener la masse d'air à saturation, entraînant formation de brouillard (ou de stratus) sur les hauteurs, accrochant le sommet.

En région maritime :

- voir brouillard d'advection (arrivée d'air doux et humide sur sol froid),
- brise de mer ramenant soudainement sur la côte et à l'intérieur des terres, en cours de journée, le brouillard formé en mer, qui perdure souvent jusqu'à la nuit (changement du régime de brise, qui devient brise de terre).

Les stratus :

Nuages bas (en général vers 200/500 ft), pouvant former une couche continue.

Situations météorologiques propices à la formation de stratus :

- dissipation du brouillard,
- secteur chaud d'une perturbation ou à l'avant d'un front chaud, associés aux précipitations,
- conditions locales : zone de forte humidité, masse d'air humide soulevée le long d'un relief, *etc.*

La notion de visibilité dominante

En France, la visibilité aéronautique utilisée est la POM (Portée Optique Météorologique) : plus grande distance à laquelle on peut voir et reconnaître un objet noir de dimensions appropriées situé près du sol lorsqu'il est observé sur un fond lumineux.

Définition : La visibilité dominante correspond à la valeur de la visibilité la plus grande qui est atteinte dans au moins la moitié du cercle d'horizon ou au moins la moitié de la surface de l'aérodrome. Ces zones peuvent comprendre des secteurs contigus ou non contigus.

Elle peut être évaluée par un observateur humain et/ou par des systèmes d'instruments (correspond dans ce cas à la valeur atteinte par au moins la moitié des capteurs).

On indique la visibilité minimale (en spécifiant sa direction) :

- si la visibilité minimale est inférieure à 1 500 m
- ou si cette visibilité minimale est strictement inférieure à 50 % de la visibilité dominante et strictement inférieure à 5 000 mètres.

Concernant la visibilité minimale, dans le cas de plusieurs directions, on indique uniquement la direction la plus importante pour l'exploitation de l'aérodrome. On n'indique pas la direction de la visibilité minimale si elle varie trop rapidement, si on ne sait pas la déterminer ou si elle n'est pas significative. Dans le METAR AUTO, la direction de la visibilité minimale n'est pas indiquée.

Les critères de CAVOK s'appliquent sur la visibilité minimale si les conditions de son indication sont remplies (voir les critères de CAVOK en page 51). Sinon c'est la visibilité dominante qui est considérée.

Les pilotes accorderont une attention particulière aux interprétations et aux applications pratiques de ces définitions :

illustration par deux cas particuliers, qui peuvent devenir très délicats en vol VFR, en approche avec le soleil de face, par exemple.

◆ Une visibilité dominante codée 9999 dans un METAR peut signifier :

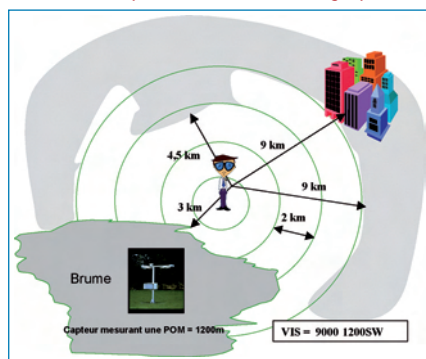
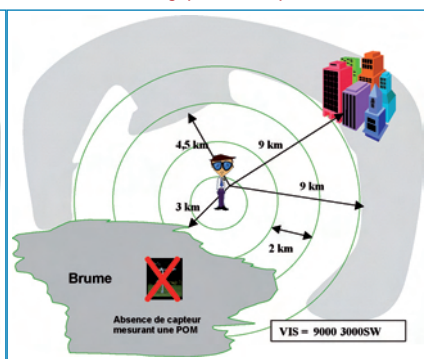
- que la visibilité est supérieure à 10 km sur les 360° du cercle d'horizon,
- ou que la visibilité est supérieure à 10 km sur au moins la moitié de l'aérodrome. Elle peut néanmoins être inférieure (jusqu'à 5 100 m) sur une partie de la surface. Elle n'est alors pas transmise dans le METAR puisque supérieure ou égale à 50 % de la visibilité dominante de 10 km.

◆ Une visibilité dominante codée 5000 dans un METAR, sans autre précision, peut signifier :

- que la visibilité réelle est de 5 000 m sur toute la surface de l'aérodrome,
- ou qu'une partie (moins de la moitié) de la surface de l'aérodrome, en secteurs contigus ou non, présente une visibilité inférieure (jusqu'à 2 600 m), non transmise dans le METAR puisque supérieure ou égale à 50 % de la visibilité dominante de 5 km.

Exemple :

Attention au moyen de mesure et au codage, pour des situations "météorologiques" identiques !

	
<p>VIS : 9000 1200SW</p> <p>1. Un capteur, situé dans le brouillard, mesure une visibilité de 700 m, qui est communiquée car < 1 500 m. La visibilité dominante observée humainement sur au moins la moitié du cercle d'horizon est de 9 km.</p>	<p>VIS : 9000 3000SW</p> <p>2. Même situation, sans capteur dans le brouillard : la visibilité dominante transmise reste la même, mais la visibilité minimale est appréciée humainement par l'observateur (3 000 m), et est communiquée, avec sa direction, car inférieure à 50 % de la visibilité dominante.</p>

Convention d'écriture :

valeurs	convention d'écriture
jusqu'à 800 m	arrondi par défaut au multiple de 50 m immédiatement inférieur
entre 800 et 5 000 m	arrondi par défaut au multiple de 100 m immédiatement inférieur
entre 5000 et 9 999 m	arrondi par défaut au multiple de 1 000 m immédiatement inférieur
supérieur à 9 999 m	Codé 9999 qui signifie 10 km ou plus

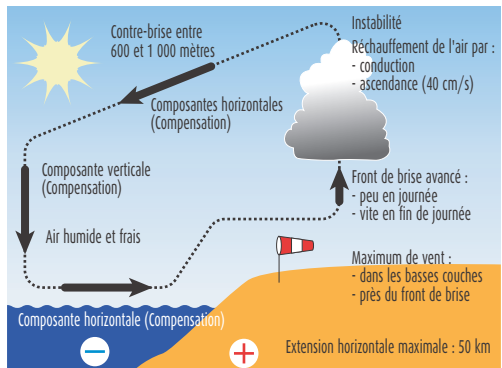
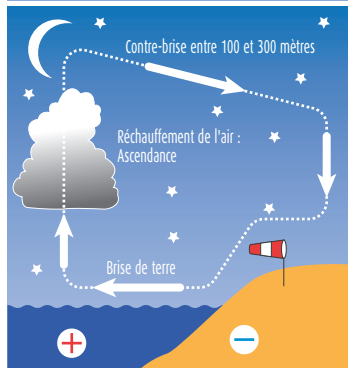
Retrouvez d'autres exemples et des exercices sur le didacticiel d'apprentissage des codes météorologiques aéronautiques, <http://aerodidact.enm.meteo.fr>, accessible également par <https://aviation.meteo.fr>, rubrique « c'est utile ».

Particularités locales : régions maritimes

Les façades maritimes sont à la fois bien alimentées en humidité (présence de la mer ...) et lieux d'échanges thermiques/radiatifs conséquents (effets du fort ensoleillement).

Même avec des conditions initiales optimales, de brusques variations du vent, de la nébulosité et du plafond, de la visibilité et du degré de stabilité/instabilité de l'air peuvent se produire sous certaines conditions.

Brises de terre et de mer :

<p>Le jour :</p> <p>Echauffement rapide du sol ensoleillé, dont la température de surface devient plus élevée que celle de l'eau.</p>	<p>La nuit :</p> <p>Refroidissement du sol plus rapide que la température de surface de la mer, assez constante.</p>
<p>Courant ascendant au dessus du sol (convection parfois matérialisée par une ligne de cumulus).</p>	<p>Courant ascendant au dessus de la surface aquatique.</p>
<p>Brise de mer</p> <p>Entre 5 et 15 kt, rotation verticale et horizontale au cours de la journée.</p>	<p>Brise de terre</p> <p>Entre 5 et 10 kt.</p>
	

Turbulence :

Partout où l'écoulement est perturbé par des obstacles : le long des falaises, au voisinage des îles, ...

Les brumes, brouillards et les stratus :

Ils ont pour origine :

- une advection d'un air doux et humide sur un sol plus froid, qui peut couvrir des surfaces suffisamment vastes à l'intérieur des terres dépassant largement le domaine de la côte pour que l'appellation « côtière » soit minimale,
- une brise de mer ramenant soudainement sur la côte et l'intérieur des terres, en cours de journée, le brouillard formé en mer, qui perdure souvent jusqu'à la nuit (changement du régime de brise, qui devient brise de terre).

Entrées maritimes :

Caractéristiques :

- détection souvent difficile en mer,
- génération sur place,
- risque de petites pluies totalement imprévues.

Dangers majeurs pour l'aéronautique :

- arrivée soudaine,
- chute sensible des visibilités et des plafonds,
- risques de givrage accru au sommet de la couche,
- altération des visibilités obliques.

Conditions d'apparition :

En fin de régime anticyclonique, quand les hautes pressions se replient sur l'Europe centrale et qu'un thalweg s'approche sur l'Atlantique, inversion marquée persistante de basses couches dans cette zone de hautes pressions, qui piège l'humidité. Plus le trajet maritime de la masse d'air est long, plus elle a le temps de s'humidifier. Les zones à risques sont déterminées par l'orientation du flux par rapport à la côte : un flux d'Est affectera plutôt le Golfe du Lion et la plaine orientale en Corse alors qu'un flux de sud à sud-ouest affectera progressivement tout le littoral méditerranéen.

Brume de mer :

C'est un brouillard d'advection formé en mer et rabattu sur la côte par le vent (ou la brise de mer).

Caractéristiques :

- peu épais mais souvent dense avec des visibilité extrêmement réduites,
- brutale augmentation de l'humidité et chute des températures,
- peu visible voire invisible sur les images satellites,
- ne concerne que la frange littorale.

Conditions de formation :

- air chaud et stable,
- mer froide ($T_{\text{mer}} < T_{\text{air}}$),
- vent (ou brise de mer) modéré(e),
- se rencontre le plus souvent au printemps ou au début de l'été.

Grain ou ligne de grain :

Coup de vent violent durant quelques minutes, à démarrage et fin brutaux, en général lié à la présence de gros cumulus (congestus) et/ou de Cb, caractérisés par une aggravation soudaine des conditions : précipitations violentes et/ou orageuses, vent fort avec rafales. Ce phénomène, connu des plaisanciers, concerne également l'aéronautique pour ses effets, et peut se développer très rapidement en mer.

Tous ces phénomènes peuvent se former dans des délais très courts, de l'ordre de la demi-heure, et sont parfois difficiles à prévoir de manière fine, même en cours de journée.

Particularités locales : régions de montagne

Brises de pente et de vallées :

<p>Le jour : Echauffement rapide des versants ensoleillés, plus que le fond de vallée.</p>	<p>Courant ascendant le long des pentes ensoleillées. Possibilité d'extension du phénomène aux masses d'air des vallées alentour.</p>	<p>↑ Brise de pente montante ↑ Brise de vallée montante</p>	
<p>La nuit : Refroidissement des pentes plus rapide que l'air au fond des vallées.</p>	<p>Courants descendants des sommets vers la vallée. Possibilité d'extension vers les vallées alentour et la plaine.</p>	<p>↓ Brise de pente descendante ↓ Brise de vallée descendante</p>	

Ces phénomènes peuvent avoisiner la vingtaine de kt sous certaines conditions.

Orages :

Relief = soulèvement orographique de la masse d'air.

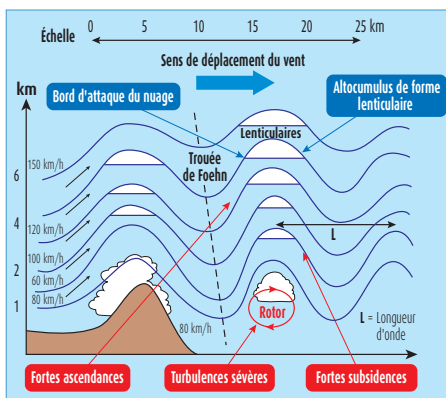
Les cumulus et altocumulus de plaine peuvent, par soulèvement, évoluer en Cb sur le relief, surtout en situation ensoleillée favorable à la convection.

Plus généralement, renforcement de l'activité au voisinage d'un front et/ou d'un orage (voir le Cb !) notable sur la partie au vent de la chaîne montagneuse : les crêtes et les cols peuvent se boucher rapidement, devant ou derrière vous.

Turbulence : effets au passage d'un relief

- sur la partie du relief **sous le vent**, turbulences avec **rabattants**, surtout si le vent souffle perpendiculairement au relief avec vitesse croissante avec l'altitude,

- si la direction du vent est perpendiculaire au relief (avec un écart de plus ou moins 30°) et si sa vitesse est supérieure à 36 km/h (10 m/s ou 20 kt), et se renforce avec l'altitude, possibilité de création d'un système ondulatoire, matérialisé par les sommets accrochés, puis des nuages lenticulaires au-dessus et à l'aval du relief.



Danger :

- turbulence forte, avec rabattants sous le vent du relief (mouvements descendants de l'ordre de 10 m/s ou plus),
- turbulences sévères sous les rotors sous les nuages lenticulaires (entre les nuages et le sol), avec un vent de direction opposé au vent de gradient d'altitude.

Stratus et brouillards de pente

Conditions de formation du brouillard de pente et du stratus orographique :

Soulèvement d'une couche d'air humide, de brouillard ou de stratus sur une pente par réchauffement ou par renforcement de vent perpendiculaire au relief.

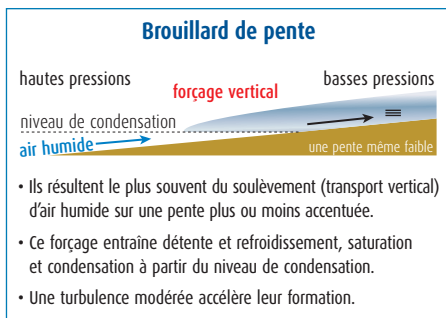
Conditions de formation des stratocumulus orographiques :

- par élévation et forçage vertical d'une couche de stratus ou de brouillard de pente,
- par transformation convective ou ondulatoire d'un stratus,
- par étalement des nuages convectifs,
- par évaporation des précipitations.

On peut également observer parfois des formations spontanées, par turbulence, par affaissement des cumulus en fin de convection, ou par grossissement d'éléments d'altocumulus.

Et le classique : l'effet de Foehn

Mouvement vertical subsident de l'air en aval du relief amenant un réchauffement (l'air en descendant subit une compression et se réchauffe donc) et par voie de conséquence un assèchement. Cela provoque des trouées sous le vent du relief mais également des courants turbulents pouvant être parfois violents.



Les principaux vents locaux en France

Parmi les nombreux vents locaux en France, relevons les principaux : le Mistral, la Tramontane, l'Autan.

Mistral et Tramontane se forment par la présence d'un anticyclone dans le golfe de Gascogne et d'une dépression dans le golfe de Gènes.

Le **Mistral** est un vent synoptique accéléré par des conditions locales ; c'est un vent du Nord qui subit une accélération par effet Venturi dans la basse vallée du Rhône entre les Alpes et le Massif Central. Il peut atteindre une vitesse moyenne de 40 kt avec des pointes pouvant dépasser 60 kt. Il se prolonge en mer au large de la Provence en restant fort du fait que les frottements réduisent moins l'intensité du vent que sur terre.

La **Tramontane** désigne un vent du Nord-Ouest froid et turbulent qui s'engouffre dans les gorges des Corbières, atteignant son maximum dans les plaines du Roussillon. L'effet de Föhn produit par la chaîne des Corbières et la barrière Montagne Noire - Cévennes dégage le ciel de ses nuages mais ne réussit pas à faire perdre le caractère froid du vent.

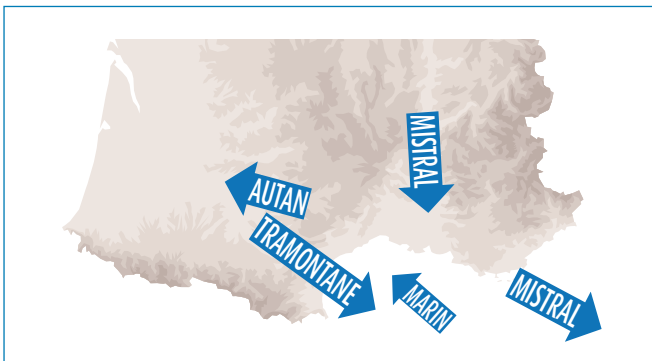
Le **vent d'Autan** est un vent de la moyenne vallée de la Garonne. On parle parfois d'Autan noir et Autan blanc mais l'appellation Autan désigne normalement le vent d'Autan noir.

L'**Autan noir** est conditionné par une situation anticyclonique sur l'Europe du Nord et un thalweg profond au large du Portugal qui génèrent un vent du Sud-Est sur les Pyrénées ; par suite du vent du sud, il se crée une mini-dépression sur la Gascogne avec un appel du Sud-Est sur la moyenne vallée de la Garonne. L'effet Venturi provoqué par l'étranglement du seuil de Naurouze renforce, sur un domaine géographique limité, ce vent du Sud-Est. L'Autan a une épaisseur de 1 000 à 1500 mètres ; il subit une forte accélération en altitude lorsque l'effet de frottement du sol est moins sensible ; on peut ainsi avoir du vent de 30 à 40 kt au sol et 60 à 80 kt à 500 m. Au dessus de 1 500 m, la situation synoptique devient prépondérante.

La translation du thalweg vers l'Est se traduit par un passage d'une zone de mauvais temps, le vent du Sud-Est ayant son origine sur la Méditerranée s'étant chargé d'humidité dans les basses couches.

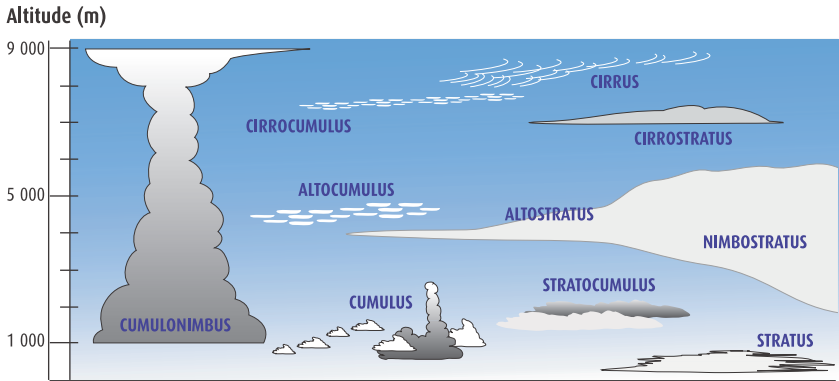
Ce vent est appelé localement Le **Marin** dans le Golfe du Lion et dans les régions de la Provence, du Roussillon et du Languedoc.

Le vent parfois appelé dans cette région « **Autan blanc** » n'a pas du tout les mêmes caractéristiques que l'Autan noir ; c'est un vent synoptique accéléré par des conditions locales. Il correspond à un régime de secteur Est, généralisé sur le Sud de la France. Le passage du seuil de Naurouze donne à ce vent synoptique une orientation forcée sud-est et l'accélère mais est moins fort que l'Autan noir. Étant associé à un régime anticyclonique, il s'accompagne de beau temps d'où son appellation d'Autan blanc.



Nuages

Genres et altitude des nuages

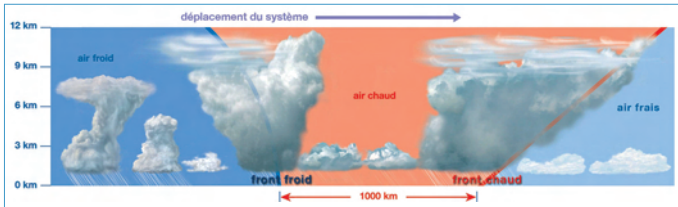


Altitude et épaisseur moyenne des nuages en France métropolitaine (valeurs approximatives)

Nom	Stratus	Cumulus	Cumulonimbus	Stratocumulus	Nimbostratus	Altostratus	Alto-cumulus	Cirrostratus	Cirrocumulus	Cirrus
Hauteur de la base (mètres)	000-500	150-2 000	400-2 000	600-2 000	400-1 800	2 000-4 500	2 000-6 000	5 000-11 000	5 000-10 000	6 000-12 500
Épaisseur moyenne (mètres)	300	2 000	7 000	600	3 000	2 000	1 500	500	500	300

Mécanismes de formation des nuages

Un nuage est formé d'un ensemble de gouttelettes d'eau (ou de cristaux de glace) en suspension dans l'air. L'aspect du nuage dépend de la lumière qu'il reçoit, de la nature, de la dimension, du nombre et de la répartition des particules qui le constituent. Les gouttelettes d'eau d'un nuage proviennent de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air. La quantité maximale de vapeur d'eau (gaz invisible) est fonction de la température de l'air. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau. A chaque température correspond un seuil de "saturation" au-delà duquel il y a condensation et apparition de gouttelettes. La formation du nuage sera toujours due à un refroidissement de l'air. Les mécanismes de refroidissement les plus courants sont les suivants :

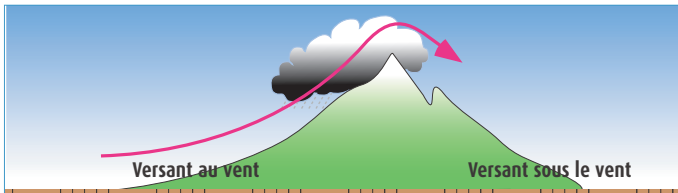


Soulèvement frontal

Front froid : Le développement des nuages se situe en dessus et à l'arrière de la trace du front en surface, associé à de fortes turbulences en basses couches.

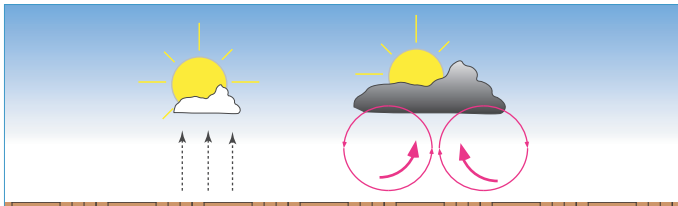
Front chaud : Fortes ascensions à l'arrière du front chaud, associées à un cisaillement marqué en basse couche au niveau de la trace frontale au sol.

Il est possible de rencontrer des courants jet dans les basses couches de l'atmosphère (entre le FLO50 et le sol) le long des surfaces frontales. C'est ce que l'on appelle un **jet de basse couche**.



Soulèvement orographique

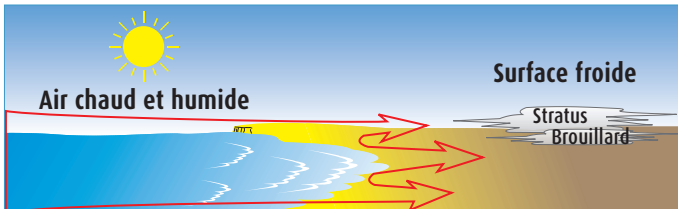
Le relief oblige la masse d'air à s'élever sur sa face au vent. La masse d'air s'élevant, sa température s'abaisse et peut atteindre le seuil de saturation. Un nuage se forme alors sur le versant au vent et se dissipe sur le versant sous le vent.



Convection

Le réchauffement du sol se communique à l'air qui, dilaté donc plus léger, se met à monter et se refroidit par détente. Les nuages de convection apparaissent d'autant plus facilement qu'il y a de l'air froid en altitude (masse d'air instable).

Les sommets de tels nuages évoluent en fonction de la température. Ils sont fréquents l'été sur terre, l'hiver sur mer.



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.

Reconnaître les nuages

* 1 degré c'est environ la largeur du petit doigt bras tendu.
5 degrés c'est environ la largeur de 3 doigts bras tendu.

Cirrus (Ci)

Nuages élevés en forme de filaments blancs, de bandes étroites, de virgules ou crochets, composés de cristaux de glace dispersés.
Pas de précipitations associées.



Cirrocumulus (Cc)

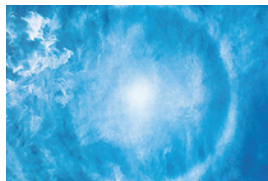
Banc, nappe ou couche mince de nuages élevés dont la plupart des éléments ont une largeur apparente inférieure à 1 degré*.

D'aspect ondulé ou "moutonné", ils sont constitués de cristaux de glace et parfois d'eau fortement surfondue (eau liquide à température négative).
Pas de précipitations associées.



Cirrostratus (Cs)

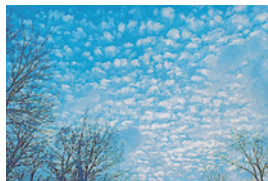
Voile nuageux élevé, transparent et blanchâtre, couvrant partiellement ou totalement le ciel. Il est constitué de cristaux de glace et donne lieu généralement à des phénomènes de halo.
Pas de précipitations associées.



Alto cumulus (Ac)

Banc, nappe ou couche de nuages blancs ou gris composés d'éléments réguliers ayant une largeur apparente comprise entre 1 et 5 degrés*. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau parfois accompagnées de cristaux de glace.

Précipitations associées : averses de pluie ou de neige.



Altostratus (As)

Nappe ou couche nuageuse grisâtre ou bleuâtre couvrant totalement ou partiellement le ciel, laissant voir le soleil comme au travers d'un verre dépoli. Constituée de gouttelettes d'eau (parfois surfondues), de cristaux de glace ou de neige.

Précipitations associées : pluie, neige ou granules de glace (altostratus épais).





Nimbostratus (Ns)

Couche nuageuse grise et sombre dont l'aspect est rendu flou par des chutes de pluie ou de neige atteignant le sol.

L'épaisseur de cette couche est partout suffisante pour masquer complètement le soleil. Ce nuage est constitué de gouttelettes d'eau, de cristaux de glace ou de flocons de neige.

Précipitations associées : pluie, neige ou granules de glace.



Cumulonimbus (Cb)

Nuage dense et puissant au développement vertical considérable. La partie supérieure lisse ou fibreuse s'étale en forme d'enclume ou de vaste panache. La partie inférieure apparaît très sombre du fait de la grande extension verticale du nuage.

Précipitations associées : averses de pluie, neige, neige roulée, grêle ou grésil. Les orages sont toujours provoqués par ce genre de nuage.



Cumulus congestus (TCU)

Cumulus avec développement vertical important, dont l'aspect bouillonnant révèle de puissants mouvements verticaux. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace (si la partie supérieure du nuage est très < 0 °C).

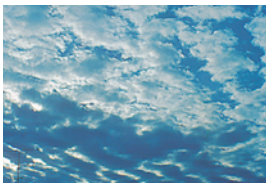
Précipitations associées : averses de pluie, neige ou neige roulée.



Cumulus humilis (Cu)

Nuages séparés, contours bien délimités, base horizontale avec faible développement vertical. Nuages de beau temps, apparaissant le matin et disparaissant le soir. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau.

Pas de précipitations associées.



Stratocumulus (Sc)

Banc, nappe ou couche de nuages composés de "dalles, galets".

La plupart des éléments (soudés ou non) ont une largeur apparente supérieure à 5 degrés°. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau (parfois accompagnées de neige roulée ou de flocons de neige).

Précipitations associées : pluie ou neige faible ou neige roulée.



Stratus (St)

Couche nuageuse grise, dense, uniforme donnant lieu à du brouillard quand sa base atteint le sol. Il est constitué de gouttelettes d'eau (parfois de particules de glace).

Précipitations associées : bruine ou neige en grains.

Aérologie

L'aérologie est définie comme l'étude de l'atmosphère dans son étendue verticale. Les phénomènes météorologiques de petite échelle concernent particulièrement les vélivoles et les libéristes. Ils peuvent être utilisés avec profit, comme les ascendances, ou présenter un risque à la pratique aéronautique. Les cartes produites par Météo-France ont une vocation préventive, mais une analyse plus fine des phénomènes dits « aérologiques » permet une pratique mieux sécurisée et plus efficace de ce type d'activités aériennes. Météo-France met aussi à disposition des informations aérologiques.

Préparer son vol

Pour connaître le temps sensible, et pour les différents niveaux du vol, la direction et la force du vent, et la température :

- <https://aviation.meteo.fr>, rubrique « aérologie » : contient des cartes de vents, d'altitude de géopotential, de nombreux radio sondages observés et prévus.

Il est impossible de rassembler dans ce guide tous les phénomènes aérologiques qui sont extrêmement nombreux et multifformes. Les plus significatifs, qui impliquent la sécurité des vols, doivent être connus des pratiquants et les scénarios qui correspondent à leurs réalisations doivent être reconnus. Les trois situations suivantes en font partie.

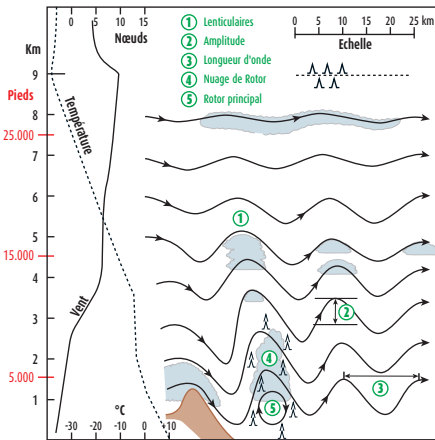
Quels critères de températures et de vent pour déclencher une onde de relief ?

Profil vertical de température

- Couche stable au niveau des sommets montagneux.

- Au dessus des montagnes une alternance de couches moins stables peut exister entre des couches plus stables.

- Croissance avec l'altitude de la température potentielle.



Profil vertical du vent

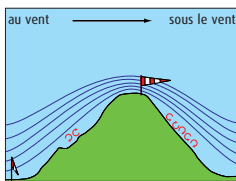
- Direction sensiblement perpendiculaire à la ligne de crête.

- Possibilités d'ondes jusqu'à un angle de 30° par rapport à la normale à la ligne de crête.

- Direction sensiblement constante avec l'altitude.

- Au moins 8 m/s pour un relief de 1 000 m d'altitude, et 13 m/s pour un relief de 4 000 m.

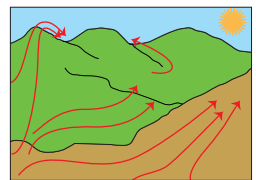
Accélération du vent liée à la topographie



sommets, pentes

Les accélérations et les turbulences se situent :

- dans les étranglements (col, vallée),
- le long des pentes,
- au-dessus des sommets et le long des crêtes,
- le long des falaises,
- au voisinage des îles.



cols, vallées, crêtes

Sur ces zones sensibles, la valeur moyenne de la vitesse du vent peut facilement doubler, et sa direction varier fortement.

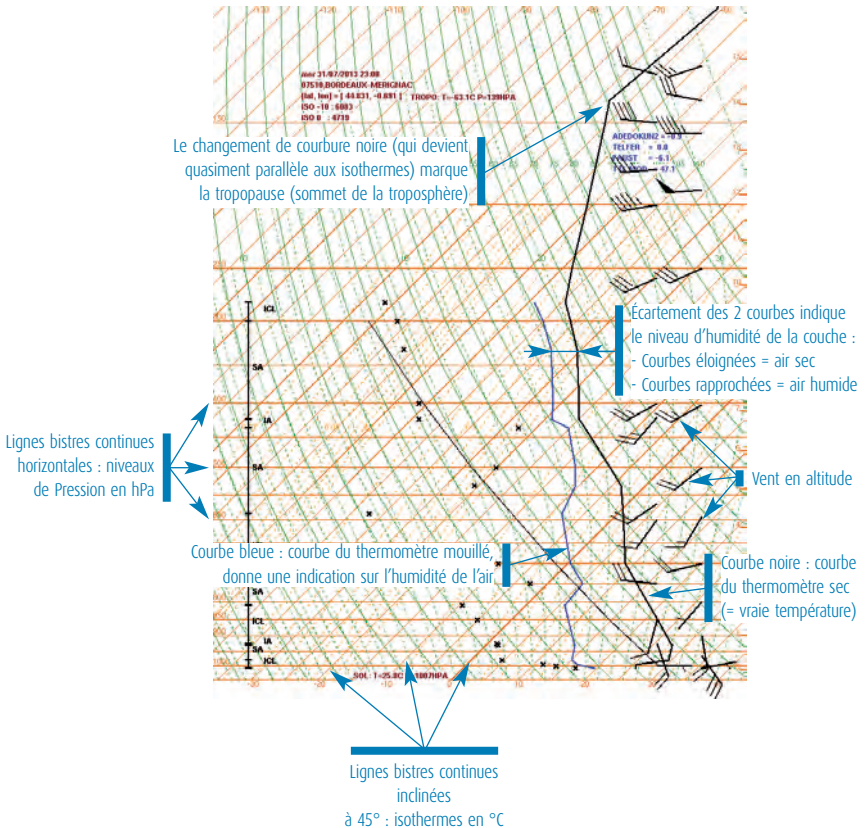
La convection

Mouvements internes verticaux se produisant dans une masse d'air et dont l'origine est d'ordre mécanique ou thermodynamique. C'est un phénomène complexe qui dépend de nombreux paramètres tels que le degré de stabilité (ou d'instabilité) de la masse d'air, de la situation synoptique en basses couches et en altitude, du relief, *etc.* Les reliefs, les terrains secs, les zones à fort contraste de luminosité, sont des zones géographiques favorisant les **ascendances thermiques**. A l'inverse, les zones humides, ou sans contraste thermique, défavorisent les ascendances.

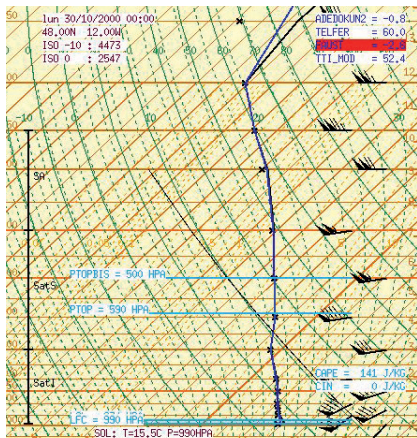
On gardera en mémoire qu'un petit cumulus de beau temps, un TCU (towering cumulus) et un Cb (cumulonimbus) ont un même processus physique initial de formation. **On surveillera donc l'évolution des nuages convectifs en cours de vol** (voir les pages correspondantes : **Cumulonimbus et phénomènes associés, Turbulence et Cisaillement**).

Profil vertical de l'atmosphère ou radiosondage

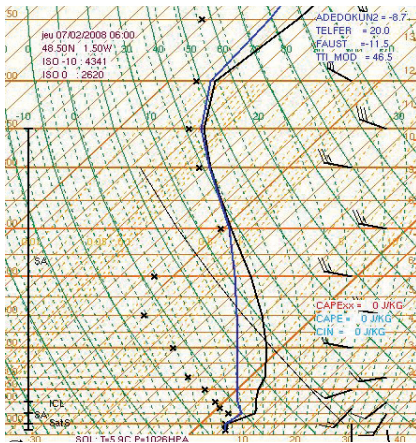
Les radiosondages permettent de connaître la distribution verticale de certains paramètres dans l'atmosphère comme la température, l'humidité, le vent.



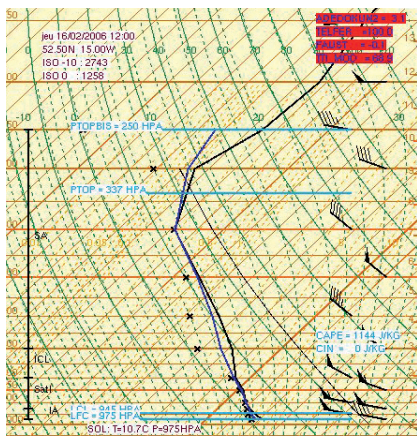
Exemples de profils verticaux types



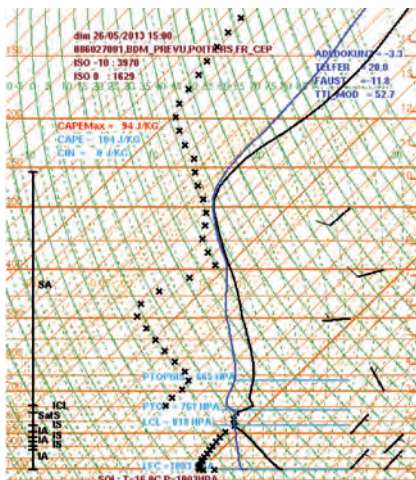
Passage d'un front, masse d'air saturée en humidité



Inversion nocturne due au refroidissement radiatif des basses couches de l'atmosphère dans la nuit



Masse d'air instable et relativement humide, propice aux développements convectifs (Cb, TCU)

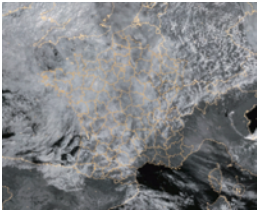
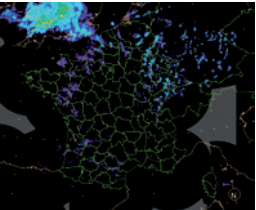
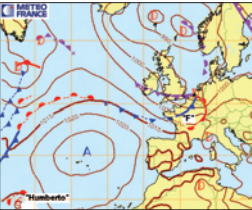


Inversion de subsidence qui limite le plafond (Cu ou thermique pur)

Préparation d'un vol aérologique sur Aeroweb


Le briefing aérologique peut se construire en suivant l'ordre ci-dessous :

1 - SITUATION GÉNÉRALE

2 - SÉCURITÉ - VIGILANCE

Vigilance météorologique




Carte de vigilance : alertes vents, orages, ...

Aérologie

en 6 étapes


3 - AÉROLOGIE



Carte de début de convection

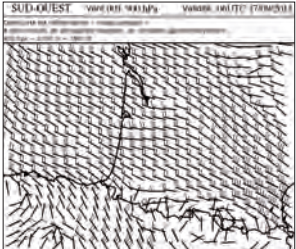
Légende

- Tempêtes (golf)
- Cumulus, Stratocumulus et MégaCumulus
- Cumulonimbus
- CB (Cumulonimbus)
- Cumulus et Stratocumulus, altocumulus
- Ciel clair, sans nuage
- Cumulonimbus avec embrayure
- nuage possible




Carte de maximum de convection

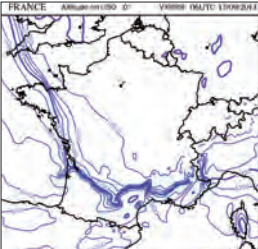
4 - COMPLÉMENTS



Carte des vents aux différentes altitudes




Radiosondages prévus ou observés



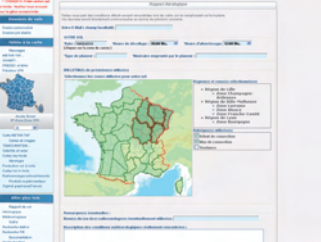
Iso 0 °C

5 - PRÉVISIONS LENDEMAIN



Carte de tendance pour le lendemain

6 - RETOUR EXPÉRIENCE



*"Rapport de vol" dans Aeroweb

50

Retrouvez des informations utiles

Lexique

Advection : déplacement horizontal d'une masse d'air (ex: advection d'humidité par une brise de mer).

Aeroweb : nom du site internet de Météo-France pour la préparation des vols. <https://aviation.meteo.fr>

AFIS : Aerodrome Flight Information Service.

Altitude : distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer.

Altitude minimale de secteur : l'altitude minimale de secteur la plus haute correspond à l'altitude du plus haut relief dans un cercle de 25 NM (ce qui équivaut à environ 46 km) à laquelle on rajoute 1000 ft. Si cette altitude minimale de secteur est inférieure à l'altitude de l'aérodrome +5000 ft, on ne la prend pas en compte et on garde les 5000 ft comme hauteur minimale de base des nuages répondant au critère **CAVOK**.

Altitude-pression : distance verticale, comptée en utilisant l'atmosphère standard, entre la surface isobarique 1013.25 hPa et un niveau ou un point, ou un objet assimilé à un point.

Anticyclone : zone où la pression atmosphérique est plus forte qu'aux alentours, déterminée sur une carte météo par un système d'isobares fermées dont la valeur est croissante vers le centre.

APP : APPROach control, centre de contrôle d'approche.

AT : « at », indicateur de l'heure à laquelle une (des) condition(s) prévue(s) est(sont) attendue(s) (TEND).

ATIS : Automatic Terminal Information Service, en français et en anglais, fréquences VHF sur les cartes VAC.

Atmosphère standard : également appelée « atmosphère type OACI » :

- au niveau de la mer, la température est de +15 °C et la pression 1013,25 hPa,
- l'accélération de la pesanteur est constante : 9,80665 m/s² (g),
- le gradient vertical de température est constant dans la troposphère et égal à 0,65 °C/100 m,
- l'air est sec et sa composition est constante à tous les niveaux.

Base (d'un nuage) : désigne la partie la plus basse d'un nuage ou d'une couche nuageuse.

BC : en bancs.

BECMG : indicateur d'évolution régulière ou irrégulière des conditions météo ; est utilisé seul lorsque l'évolution débute ou se termine aux heures de début et de fin de la tendance ou se produit à une heure incertaine durant la validité de la tendance (TEND, TAF).

Ex : BECMG AT 1200 33010KT.

BKN : 5 à 7/8 (broken, fragmenté).

BL : chasse-poussière, sable, neige élevé (METAR, SPECI, TAF).

BR : brume (METAR, SPECI, TAF).

Brise (thermique) : vent local ayant pour origine des différences d'échauffement entre des lieux rapprochés (par exemple la brise de mer : vent venant de la mer, le jour, dû à l'échauffement plus rapide du continent par rapport à la mer sous l'effet du rayonnement solaire).

Front de brise de mer : limite entre l'air maritime (transporté par la brise de mer) et l'air continental, s'accompagnant souvent d'un alignement de cumulus, voire de cumulonimbus (ligne de confluence).

Brouillard : gouttelettes d'eau en suspension dans les basses couches réduisant la visibilité à moins de 1 km.

Brume : conditions atmosphériques dans les basses couches réduisant la visibilité entre 1 et 5 km.

CAVOK :

- visibilité \geq 10 km,
- aucun nuage en dessous de la hauteur CAVOK, soit la plus grande des deux hauteurs suivantes : 1 500 m (5000 ft) au-dessus l'ARP (Airport Reference Point) ou la différence entre l'AMS (Altitude Minimale de Secteur) et l'altitude de l'aérodrome,
- pas de Cb, TCU ou de temps significatif.

Cisaillage (du vent) : variation spatiale très marquée de direction et/ou de vitesse du vent, générant de la turbulence. Un cisaillage est généralement associé à une couche d'inversion de température (le vent s'accélère et change de direction au niveau de l'inversion). Lorsque seule la vitesse du vent change, le terme de « gradient de vent » est souvent préféré, notamment au voisinage du sol.

CLRD// : groupe à la place des huit caractères, associé à un groupe d'identification des pistes, lorsque les conditions de contamination ont cessé d'exister.

Col (barométrique) : zone située entre deux anticyclones et deux dépressions, dans laquelle les vents sont généralement faibles et de direction mal définie.

Confluence : resserrement des lignes de courant dans le sens du flux. Dans les basses couches de l'atmosphère, une confluence génère une lente ascendance de l'air. Dans un contexte aérologique, une confluence désigne la zone de rencontre de deux vents (vent général et/ou brise), et sous-entend qu'une zone d'ascendance (ou de renforcement des ascendances) se crée sous l'effet de cette confluence.

Convection : ascendance thermique générant un transfert de chaleur des basses couches de l'atmosphère vers les couches supérieures.

Convective (couche ou tranche) : couche d'atmosphère dans laquelle la convection peut se développer.

Dépression : zone de basse pression, en surface et/ou en altitude, délimitée par une isobare fermée. La pression diminue en s'approchant du centre. Souvent associée à une perturbation et à un renforcement du vent.

Dorsale : axe (ou « crête ») de hautes pressions, prolongeant un anticyclone ou des hautes pressions.

DR : chasse-poussière, sable, neige bas (METAR, SPECI, TAF).

DS : tempête de poussière (METAR, SPECI, TAF).

DU : poussières généralisées (METAR, SPECI, TAF).

DZ : bruine (METAR, SPECI, TAF).

EMBD CB : Cb noyés dans la masse nuageuse (TEMSE).

EMBD TS : orages noyés dans les couches nuageuses (SIGMET).

EMBD TSGR : orages noyés dans la masse nuageuse, avec grêle (SIGMET).

Étalement : développement horizontal du sommet d'un nuage ou d'une couche de nuage à cause d'une couche d'inversion.

FC : nuages en entonnoir (trombe terrestre ou marine) (METAR, SPECI, TAF).

FCST : prévu (SIGMET).

FEW : 1 à 2/8 (peu de).

FG : brouillard (METAR, SPECI, TAF).

Flux : désigne la circulation générale à très grande échelle (surtout utilisé pour le niveau 500 hPa).

Flux zonal : flux d'altitude de secteur ouest ou est (aux latitudes tempérées, quasiment toujours d'ouest).

FM : « from », indicateur de début de changement prévu (TEND, TAF).

Foehn (effet de) : refroidissement d'une masse d'air par ascendance forcée avec précipitations au vent du relief, puis phénomène de réchauffement et d'assèchement sous le vent.

FREQ : CB ou TCU fréquents avec couverture spatiale maximale supérieure à 75 % de la zone concernée (TEMSE).

Front chaud : limite entre l'air froid antérieur et l'air chaud d'une perturbation, généralement accompagnée d'une vaste zone nuageuse et de précipitations.

Front froid : limite entre l'air chaud et l'air froid postérieur d'une perturbation, généralement accompagnée d'une vaste bande nuageuse et de précipitations assez fortes.

FRQ TS : orages fréquents (couverture spatiale supérieure à 75 % de la zone concernée) (SIGMET).

FU : fumée (METAR, SPECI, TAF).

FZ : se congelant (METAR, SPECI, TAF).

GAFOR : General Aviation FOREcast : bulletins de prévision pour l'aviation générale, élaborés 3 ou 4 fois par jour, pour les sept régions de Météo-France, décrivant, sur des zones aéronautiquement homogènes, les conditions prévues sur des périodes de 6 heures : visibilité, plafond en code ODMX, vent (surface, 500 m, 1 000 m, 1 500 m), iso 0 °C et turbulence.

GR : grêle (METAR, SPECI, TAF).

Gradient (de pression) : taux de variation de la pression suivant la distance. Plus le gradient horizontal de pression est élevé, plus le vent est fort.

Gradient (de vent) : taux de variation spatiale de la vitesse du vent. Le gradient de vent près du sol peut générer des turbulences et/ou occasionner une perte de contrôle de l'aéronef.

Grain : accroissement soudain et très important du vent d'une durée de l'ordre de plusieurs minutes, souvent accompagné d'averses ou d'orages.

Givrage carburateur : phénomène indépendant du phénomène de météorologie aéronautique appelé givrage. Le givrage carburateur dépend du couple T/Td. Du givrage apparaît à l'intérieur du carburateur d'un aéronef, par effet combiné de l'évaporation du carburant et de la détente de l'air au niveau du papillon des gaz. Fréquent en aviation légère, ce phénomène peut se produire en toute saison, en air fortement humide comme en air clair, pour des températures généralement comprises entre -5 °C et +25 °C, (et jusqu'à +30 °C en air tropical) !

GS : grésil/neige roulée (METAR, SPECI, TAF).

Hauteur : distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et un niveau de référence spécifié.

HVY DS : tempête de poussière (SIGMET).

HVY GR : forte grêle associée à un orage (SIGMET).

HVY SS : tempête de sable (SIGMET).

HZ : brume sèche (METAR, SPECI, TAF).

IMC : conditions météorologiques de vol aux instruments.

IFR : Instrument Flight Rules, règles de vol aux instruments.

Instable : état d'une masse d'air ou d'une tranche d'atmosphère dans laquelle les mouvements verticaux (notamment la convection) vont en s'amplifiant. Une atmosphère instable peut donner naissance à des cumulonimbus (à condition que l'humidité de la masse d'air soit suffisante pour qu'il y ait condensation).

INTSF : s'intensifiant (SIGMET).

Inversion : couche dans laquelle la température croît lorsque l'altitude augmente, ce qui est l'inverse de ce qui se produit généralement dans la troposphère.

Inversion nocturne (ou de rayonnement) : couche délimitant l'air refroidi près du sol (lors des nuits claires) et l'air de plus haute altitude non refroidi. Il faut en général plusieurs heures de réchauffement du sol par le rayonnement solaire pour que l'inversion soit résorbée par la base.

Isobare : ligne reliant les points de pression identique.

Isohypse : ligne reliant les points d'égale altitude pour une pression donnée, représentant sur les cartes météo la topographie des surfaces 850, 700, 500 hPa.

ISOL : CB ou TCU séparés avec couverture spatiale maximale inférieure à 50 % de la zone concernée (TEMSI).

Jet : courant tubulaire aplati, quasi horizontal, axé sur une ligne de vitesse de vent maximale, caractérisé par des cisaillements verticaux et horizontaux du vent.

LYR : nuages en couches (layers) (TEMSI).

Masse d'air : vaste volume d'air aux caractéristiques assez homogènes en température, en humidité et en stabilité, sur une grande épaisseur.

METAR : message codé d'observation météorologique régulière pour l'aviation.

MI : mince (METAR, SPECI, TAF).

MNT OBSC : obscurissement des montagnes ; présence d'une couche nuageuse de nébulosité BKN ou OVC avec une base inférieure à :

- 3000 ft pour les massifs du Jura et des Vosges
- 5000 ft pour Alpes, Corse, Massif Central et Pyrénées.

MOV : se déplaçant, suivi en général d'une direction, éventuellement d'un qualificatif de vitesse ou d'une vitesse (SIGMET).

NC : sans changement d'intensité (SIGMET).

NCD : No Clouds Detected, aucun nuage n'est détecté par le système automatique, ou le système n'est pas capable de détecter les CB ou TCU.

Nébulosité : fraction de la voûte céleste couverte par les nuages, exprimée en octas.

Niveau : terme générique pour désigner la position verticale exprimée, selon le cas, en hauteur, en altitude ou en niveau de vol. Un altimètre barométrique étalonné d'après l'atmosphère type :

- calé sur le QNH, indique l'altitude
- calé sur le QFE, indique la hauteur par rapport au niveau de référence QFE
- calé sur une pression de 1013,2 hPa peut être utilisé pour indiquer le niveau de vol.

Niveau de vol : surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013,2 hPa, et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

Nœud (abréviation kt) : unité de mesure de vitesse du vent ou de déplacement des fronts.

NOSIG : pas de changement significatif prévu dans les 2 heures suivant l'heure d'observation (TEND, SPECI)

NSC : No Significant Clouds : pas de nuages avec base inférieure à hauteur du CAVOK, ni CB, ni TCU, ni CAVOK (METAR, SPECI, TAF).

NSW : No Significant Weather, pas de temps significatif prévu (TAF).

Nuage : volume d'air chargé de gouttelettes d'eau et/ou de cristaux de glace. En fonction de leur apparence et de leur altitude, il a été classé en genre. voir page 45 et 46.

OBS : observé et persistance prévue ; OBS peut être suivi de l'heure d'observation (SIGMET).

OBSC TS : orages obscuris.

OBSC TSGR : orages obscuris avec grêle.

Occlusion : zone nuageuse et pluvieuse caractérisée par le rejet en altitude de l'air chaud d'une perturbation. Cette limite de masses d'air résulte de la jonction du front chaud et du front froid d'une même perturbation (front chaud rattrapé par le front froid). L'intensité des précipitations forte près du centre de la dépression associée, diminue en s'en éloignant.

OCNL : CB ou TCU occasionnels avec couverture spatiale maximale comprise entre 50 et 75 % de la zone concernée (SIGMET).

Octa : fraction du ciel (divisé en 8) occultée par les nuages d'un genre donné ou par tous les nuages présents. Ce terme est utilisé pour décrire la nébulosité.

Ondes (de ressaut) : ondulations de l'atmosphère se produisant en aval d'une barrière montagneuse lorsqu'un vent fort franchit le relief.

OVC : 8/8 (overcast, couvert).

Perturbation : (atlantique, méditerranéenne) zone nuageuse et généralement pluvieuse (ou neigeuse), associée à une dépression en basses couches.

Phénomène météorologique significatif : phénomène météorologique pouvant affecter la sécurité de l'exploitation aérienne : orage, grêle, turbulence, givrage, ondes orographiques, tempête de sable ou de poussière, cyclone tropical, nuage radioactif (SIGMET).

PL : granules de glace (METAR, SPECI, TAF)

PO : tourbillon de poussières/sable (METAR, SPECI, TAF).

Point de rosée : température à laquelle il faut refroidir, à pression constante, une particule d'air pour qu'elle soit juste saturée en vapeur d'eau. Td (dew point).

Portée Visuelle de Piste : voir RVR, terme à utiliser désormais.

PR : partiel (METAR, SPECI, TAF).

Prévisions de zone GAMET : prévisions de zone en langage clair abrégé pour les vols à basse altitude et concernant une région d'information de vol ou l'une des sous-régions, élaborées par le centre météorologique désigné par l'administration météorologique concernée, et transmises avec les centres météorologiques de régions d'information de vol adjacentes.

PROB : indicateur de probabilité d'occurrence des phénomènes décrits, suivi de 30 ou 40 pour indiquer 30 ou 40 % ; PROB ne peut être suivi que de TEMPO (TAF).

PVP : Portée Visuelle de Piste.

QFE : pression atmosphérique calculée pour le point le plus élevé de l'aire d'atterrissage de l'aérodrome ; l'altitude de ce point est également l'altitude officielle de l'aérodrome.

QNH : pression atmosphérique ramenée par calcul au niveau de la mer dans les conditions de l'atmosphère standard.

R/SNOCLO : remplace le groupe état des pistes si l'aérodrome est fermé par suite d'enneigement (METAR, SPECI).

RA : pluie (METAR, SPECI, TAF).

RDOACT CLD : Nuage radioactif (SIGMET).

RE : conditions météo récentes, se compose avec les phénomènes (ex : REBLSN chasse-neige élevé récent) (METAR, SPECI).

Renseignement AIRMET : établi et communiqués par un

centre de veille météorologique, concerne l'apparition effective ou prévue de phénomènes météorologiques en route, spécifiés, qui peuvent affecter la sécurité des vols en basse altitude et qui ne sont pas inclus dans les prévisions destinées à ces vols dans la région d'information de vol concernée ou l'une de ses sous-régions

RMK : Remarque, dans les SPECI, suivi de M pour une aggravation ou de B pour une amélioration.

RVR (Runway Visual Range) ou PVP (Portée Visuelle de Piste) : distance jusqu'à laquelle un pilote d'un aéronef placé sur l'axe de la piste peut voir les marques ou les feux qui délimitent la piste ou qui balisent son axe.

SA : sable (METAR, SPECI, TAF).

SCT : 3 à 4/8 (scattered, épars).

Secteur chaud : zone située entre un front chaud et un front froid, généralement humide, brumeuse et accompagnée de bruine, pouvant aussi être peu nébuleuse dans sa partie méridionale.

SEV ICE : givrage fort (SIGMET).

SEV ICE FZRA : givrage fort causé par pluie se congelant (SIGMET).

SEV MTW : onde orographique forte (SIGMET).

SEV TURB : turbulence forte (SIGMET).

SG : neige en grains (METAR, SPECI, TAF).

SH : averse (METAR, SPECI, TAF).

SIGMET : message destiné aux aéronefs, signalant les phénomènes météorologiques significatifs pouvant affecter la sécurité de l'exploitation aérienne, observés et/ou prévus (orages, turbulence, givrage, etc.).

SIV/APP : Secteur d'information de vol rattaché à l'APP

SMPZ : Système Mondial de Prévision par Zone.

SN : neige (METAR, SPECI, TAF).

SPECI : message d'observation météorologique spéciale établi en cas de changement important du vent (en direction et/ou intensité), visibilité horizontale, hauteur des nuages bas et des phénomènes significatifs.

SQ : grain (METAR, SPECI, TAF).

SQL TS : orages organisés en lignes de grain (SIGMET).

SQL TSGR : orages organisés en lignes de grain, avec grêle (SIGMET).

SS : tempête de sable (METAR, SPECI, TAF).

Stable : état d'une masse d'air ou d'une tranche d'atmosphère dans laquelle les mouvements verticaux (notamment convectifs) ont tendance à s'affaiblir ou disparaître.

STNR : stationnaire (SIGMET).

Subsidence : affaissement de l'air.

TAF : Terminal Aerodrome Forecast ; message météorologique de prévision d'aérodrome.

TC : Tropical Cyclone avec le nom du cyclone (SIGMET).

TEMPO : indicateur des fluctuations temporaires d'un ou plusieurs paramètres, durant moins d'une heure et couvrant moins de la moitié de la période ; utilisé seul lorsque le début et la fin de la période de fluctuations temporaires correspondent au début et à la fin de validité de la tendance (METAR, SPECI, TEND, TAF).

Temps sensible : description des conditions météorologiques dominantes sur une zone donnée : pluie, averse, grain, grêle, brouillard, neige, orage, *etc.*, avec parfois une notion de durée et de situation spatiale : épars, temporaire, occasionnel, se dissipant, s'atténuant, *etc.*

TEMSI : carte schématique du TEMps Significatif prévu à heure fixe, où ne sont portés que les phénomènes importants et les masses nuageuses.

TEND : Tendance en français (TREND en anglais), supplément aux METAR et SPECI pour les deux heures suivant l'observation.

Tendance : permet de décrire schématiquement l'évolution de la situation prévue, en insistant sur les phénomènes significatifs.

Thalweg : axe (ou « vallée ») de basses pressions prolongeant une dépression.

Thermique pur : ascendance thermique non matérialisée par un cumulus en raison d'une trop faible humidité de la masse d'air. Les libéristes l'appellent parfois « thermique bleu ».

TL : « until », indicateur de fin de changement prévu (TEND).

TN : température minimale.

Trainée : partie postérieure d'un système nuageux. Une trainée active est une masse d'air instable dans laquelle de nombreux cumulus et cumulonimbus se forment et donnent lieu à des averses. Une trainée chargée est une masse d'air froid et humide, dans laquelle les nuages convectifs sont très nombreux.

Tropopause : limite supérieure de la troposphère (couche basse de l'atmosphère). La tropopause bloque le plus souvent l'extension verticale des cumulonimbus à son niveau.

TS : orage (METAR, SPECI, TAF).

TWR : tour de contrôle.

TX : température maximale.

UTC : Temps Universel Coordonné. L'heure légale française est en avance d'une heure en hiver et de deux heures en été par rapport à l'heure UTC.

VA : cendres volcaniques (SIGMET).

Vent moyen : par convention, en météorologie, le vent moyen est un vent moyenné sur 10 minutes et mesuré à une hauteur de 10 mètres. La direction des vents est donnée par rapport au Nord géographique dans les messages météorologiques alors que les organismes de la circulation aérienne la donne par rapport au Nord magnétique.

Vent en atmosphère libre : vent calculé en fonction du « gradient de pression » existant entre deux zones, ne prenant pas en compte tous les effets locaux provoqués par le relief (contournement, brises, *etc.*). Les météorologues le qualifient également de vent « synoptique », ou « géostrophique », ou « du gradient » (corrige des effets de courbure du flux).

Visibilité aéronautique : la visibilité pour l'exploitation aéronautique correspond à la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 1- la plus grande distance à laquelle on peut voir et reconnaître un objet noir de dimensions appropriées situé près du sol s'il est observé sur un fond lumineux.
- 2- la plus grande distance à laquelle on peut voir et identifier des feux d'une intensité voisine de 1000 candèlas lorsqu'ils sont observés sur un fond non éclairé.

Note : les deux distances sont différentes pour un coefficient d'atténuation donné de l'atmosphère. La seconde distance (2) varie selon la luminance du fond. La première distance (1) est représentée par la Portée Optique Météorologique (POM). En France, la visibilité aéronautique est toujours la POM. Cette différence est notifiée à l'OACI.

Visibilité dominante : valeur de la visibilité, observée conformément à la définition de visibilité, qui est atteinte ou dépassée dans au moins la moitié du cercle d'horizon ou au moins la moitié de la surface de l'aérodrome. Ces zones peuvent comprendre des secteurs contigus ou non contigus.

Note : cette valeur peut être évaluée par un observateur humain et/ou par des systèmes d'instruments. Lorsqu'ils sont installés, les systèmes d'instruments sont utilisés pour obtenir la meilleure estimation de la visibilité dominante.

VFR : Visual Flight Rules, règles de vol à vue.

VMC : Visual Meteorological Flight Condition ; conditions de vol à vue.

VV/// : ciel invisible (METAR, SPECI, TAF).

WKN : en atténuation (SIGMET).

WS : cisaillement du vent (METAR, SPECI).

Tableaux de conversion

Correspondance pression-altitude et pression-niveau de vol en atmosphère standard

Pression	Altitude moyenne	Altitude atm std	Altitude en ft	Niveau de vol
850 hPa	1 500 m	1 457 m	4781 ft	FL050
700 hPa	3 000 m	3 013 m	9882 ft	FL100
500 hPa	5 500 m	5 574 m	18289 ft	FL180

Pression (METAR aux USA et au Canada)

Hecto Pascal hPa	Inches of Mercury (Pouce de mercure)	Symboliques dans les METAR
1	0.0295	
1013.25	29.92	A2992

Température

degrés Celsius C = (F-32)/1,8	degrés Fahrenheit F = (1,8xC) + 32
1 °C	33,8°F
0 °C	32°F
10 °C	50°F
15 °C	59°F
20 °C	68°F
25 °C	77°F

Vent

m/s	kt	km/h
1	2	3,6
5	10	18
10	20	36
15	30	54
20	40	72
25	50	90

Longueurs usuelles

Unités diverses	Mètres	Commentaires
1 NM (mile nautique)	1852	
1 SM (statute mile)	1609	statute mile : unité de longueur utilisée dans les METAR USA
2,5 SM	4000	Noté 2 ½ dans METAR USA
1 ft	0,3048	

Les adresses utiles en France métropolitaine et outre-mer

Météo-France Direction Générale Département des Missions Aéronautiques 73 Avenue de Paris - 94165 Saint Mandé Cedex Tel : +33 (0)1 77 94 77 94 Fax : +33 (0)1 77 94 71 11	Direction interrégionale Nord 18 rue Elisée reclus - BP7 59651 Villeneuve d'Ascq Cedex Tel : +33 (0)3 20 67 66 00
Direction interrégionale Ile de France-Centre 73 Avenue de Paris - 94165 Saint Mandé Cedex Tel : +33 (0)1 77 94 77 94 Fax : +33 (0)1 77 94 71 11	Direction interrégionale Sud-Ouest 7 Avenue Rolland Garros - 33700 Mérignac Tel : +33 (0)5 57 29 11 00
Direction interrégionale Nord-Est Parc d'innovation - BP 50 - 120 Bvd Gonthier d'Andernach 67403 Illkirch - Tel : +33 (0)3 88 40 42 42	Direction interrégionale de la Nouvelle-Calédonie BP 151 - 98845 Nouméa Cedex Tel : (687) 27 93 00
Direction interrégionale Sud-Est 2 Bd du Château-Double - 13098 Aix en Provence Cedex 02 - Tel : +33 (0)4 42 95 90 00	Direction interrégionale Antilles-Guyane BP 645 - 97262 Fort de France Cedex Tel : +33 (0)5 96 63 99 66
Direction interrégionale Centre-Est Rue Louis Mouillard - Aéroport de Lyon-Bron 69500 Bron - Tel : +33 (0)4 26 73 73 00	Direction interrégionale de la Polynésie Française BP 6005 - Faa'a Aéroport de Tahiti 98702 Tahiti Tel : (689) 80 33 00
Direction interrégionale Ouest BP 49139 - 35091 Rennes Cedex 09 Tel : +33 (0)2 22 51 53 00	Direction interrégionale de la Réunion BP 4 - 97491 Sainte Clotilde Cedex Tel : +33 (0)2 62 92 11 00
Librairie Météo-France 73 Avenue de Paris - 94165 Saint Mandé Cedex Tel : +33 (0)1 77 94 71 82	

Les références institutionnelles :

Pour les codes météorologiques des messages :

Organisation Météorologique mondiale, <http://www.wmo.int>, Manuel des codes N° 306 et fascicule N° 782.

Pour les NOTAM, AIP, AIC, VOLMET VHF, SIV, etc. :

Le SIA, Service de l'Information Aéronautique, <http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr>

Pour toute information sur l'aviation légère :

La DGAC, Direction Générale de l'Aviation Civile,

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Secteur-Aerien,1633-.html>

Pour les informations sur les accidents, les retours d'expériences :

Le BEA, Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile, <http://www.bea.aero>

Pour les informations sur les cendres volcaniques : <http://meteo.fr/vaac/>



METEO FRANCE

Toujours un temps d'avance

73, Avenue de Paris
94165 Saint Mandé Cedex
Tél. : +33 (0)1 77 94 77 94
Fax : +33 (0)1 77 94 71 11

www.meteofrance.com



Crédits photographiques :

Météorologie générale/ISBN367-8, Météorologie aéronautique ISBN387-2 et Assistance météorologique à l'aéronautique/ISBN384-8, MF DPREVI AERO et D2C, l'ONERA, G. Facon, Diane G., P. Taburet.

Remerciements :

Les membres de la Commission Aviation Légère du Conseil Supérieur de la Météorologie, E. Vullierme, R. Coatmeur, G. Bottlaender, J.-P. Fièque, H. Hallot, V. Jegourel, J. Tiro, l'ENAC/DPFV, le SIA, les services de Météo-France D2I-AERO, DPREVI-AERO, ENM, D2C, DSO.

Météo-France est certifié ISO 9001
par Bureau Veritas Certification



© Météo-France 2013
Dépôt légal novembre 2013