





Phénomènes aéronautiques dangereux

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs
A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

1. Turbulences

1.1 Définition

La turbulence désigne des **mouvements aléatoires** de l'air se superposant au mouvement moyen.

Le critère de turbulence retenu par l'OACI ([Annexe 3](#)) est la racine cubique du taux de dissipation des tourbillons de turbulence (EDR : Eddy Dissipation Rate). On distingue trois catégories de turbulences :

- Légère ;
- Modérée ;
- Sévère.

La turbulence sévère fait l'objet d'un [SIGMET](#)

Sur les cartes [TEMSI](#), la turbulence est représentée comme suit :

 Turbulence modérée

 Turbulence sévère

La turbulence légère n'est pas décrite

1.2 Les différents types de turbulences

1.2.1 Turbulence de frottement

La turbulence de frottement résulte de l'interaction entre la surface terrestre et le vent dans la couche limite de surface (entre SFC et 150ft).

1.2.2 Turbulence d'écoulement

La turbulence d'écoulement est le résultat 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 différentes formes :

- turbulence orographique et ondes de relief
- turbulences en air clair (CAT) dues aux courant-jets
- turbulences près des surfaces frontales dues au contraste thermique des masses d'air
- turbulences dues à une inversion thermique
- turbulences dues aux brises de mer et de terre : vent de direction opposés entre la SFC et 1000ft
- turbulences de sillage : turbulences créée par les tourbillons marginaux des aéronefs

1.3 Évitement des turbulences

Bien que les turbulences ne mettent, en général, pas l'intégrité de l'aéronef en danger, elles sont inconfortables pour la conduite de ce dernier et pour les occupants.


Lors de la préparation du vol, la détection de la hauteur de la tropopause ainsi que l'étude attentive de carte TEMSI et des SIGMET permettent de se préparer à ces phénomènes et, s'il est nécessaire, établir une stratégie pour les éviter (changer de route, d'altitude/niveau de croisière...).

En vol, se tenir éloigné des TCU/CB et changer de niveau de vol lorsque des turbulences en air clair sont rencontrées permet de minimiser/arrêter l'effet des turbulences.

2. Cisaillements

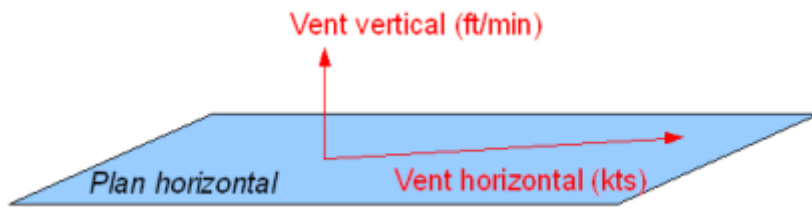
2.1 Définition

On appelle cisaillement du vent une variation importante de vitesse et/ou de direction du vent sur de faibles distances verticales ou horizontales.



Un cisaillement de vent correspond donc à une variation (ou gradient), en force et/ou direction de ce vent sur une distance courte, de l'ordre de la centaine de mètres.

Il existe bien sûr des mouvements de masses d'air verticaux dont les vitesses d'évolutions sont moindres mais peuvent être sources de dangereux cisaillements.



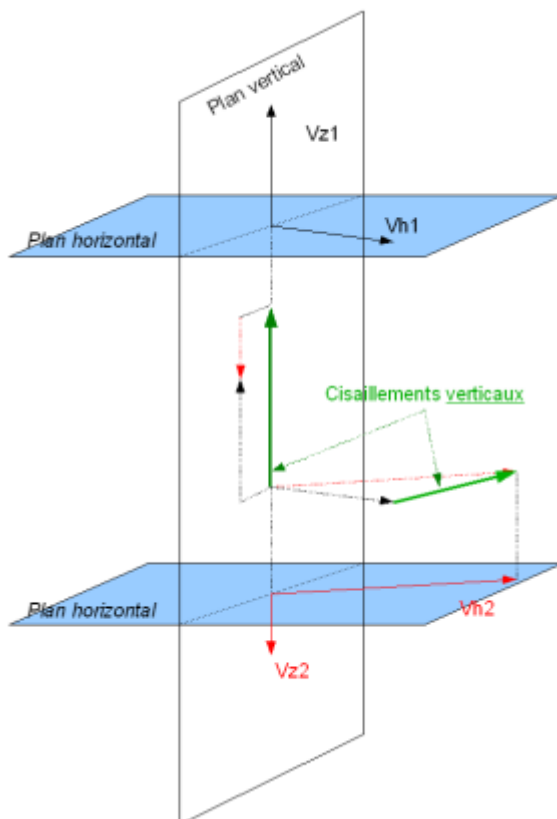
2.2 Types

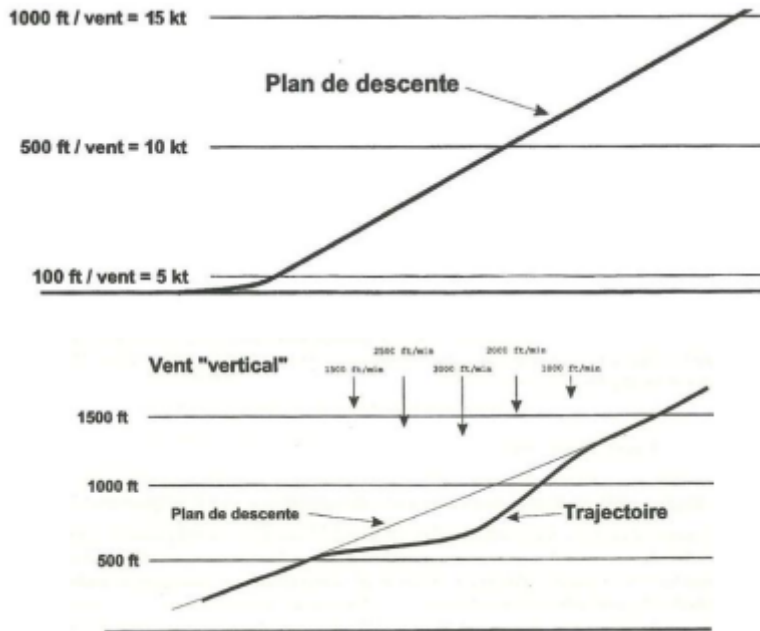
Il y existe deux types de cisaillements :

- Vertical : si les variations du vent (horizontal ou vertical) se font dans un plan vertical ;
- Horizontal : si les variations du vent (horizontal ou vertical) se font dans un plan.

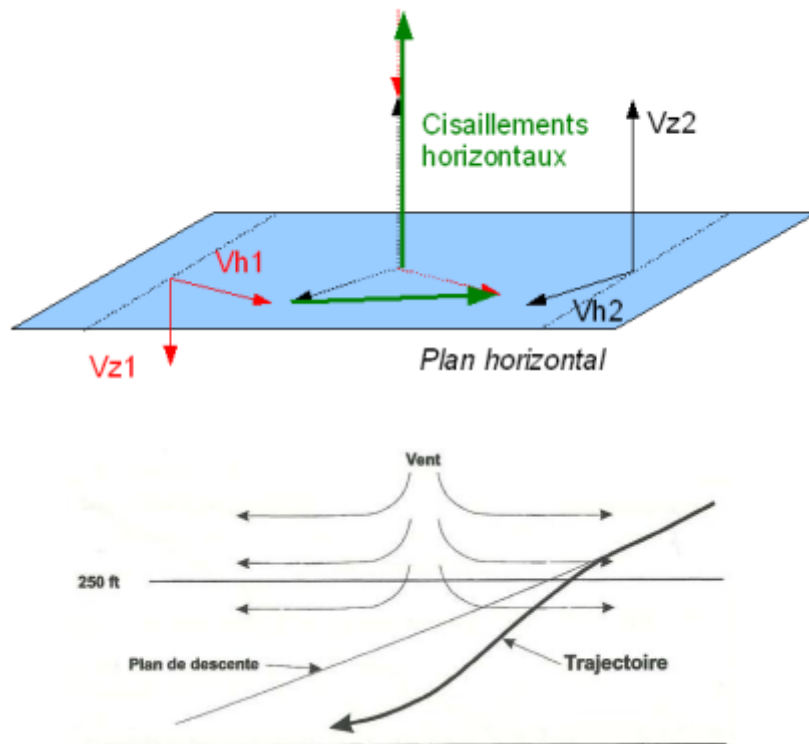
2.2.1 Cisaillement vertical du vent

Le cisaillement vertical affectera un avion dont la trajectoire est verticale, c'est à dire en montée ou en descente.





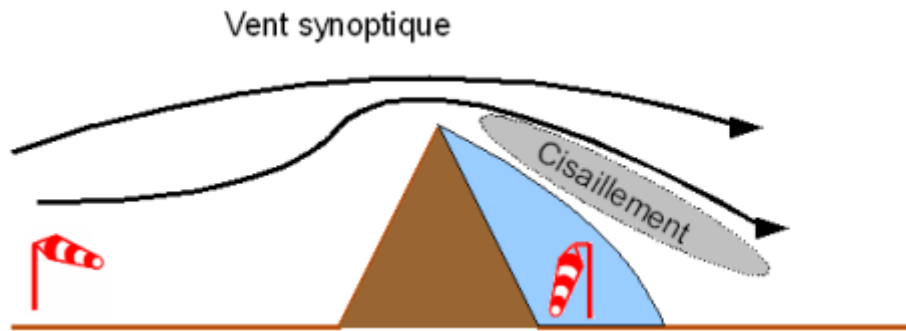
2.2.2 Cisaillement horizontal du vent



2.2.3 Origine dynamique du cisaillement

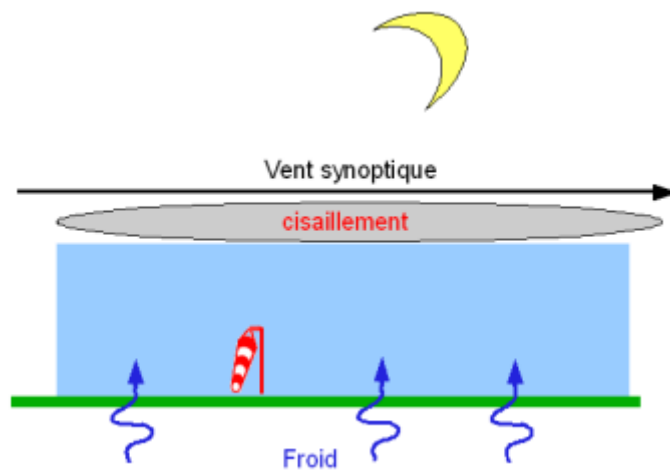
Le cisaillement d'origine dynamique provient de la désorganisation de la distribution régulière des vents d'une masse d'air :

- Soit à proximité d'une perturbation où des courants jets (de haute ou de basse altitude) se forment et accentuent très localement les gradients de vent ;
- Soit près de reliefs, qui peuvent isoler une masse d'air calme qui entre en interface avec le vent synoptique.



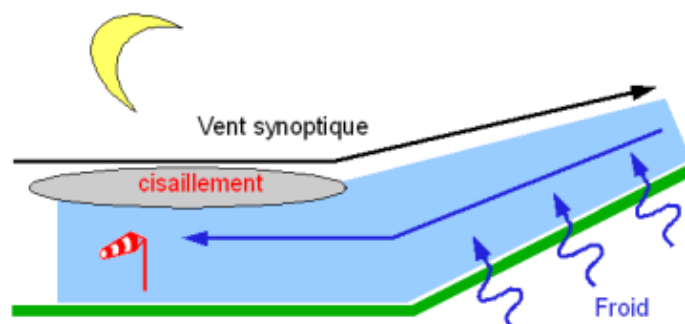
2.2.4 Origine radiative du cisaillement

En l'absence de rayonnement solaire, la surface terrestre se refroidit très rapidement, et refroidit la fine couche d'air en contact. Cette pellicule d'air froid s'isole du reste de la masse d'air et se stabilise.



En plaine, le vent va faiblir dans la couche d'air froid, mais si le vent synoptique au dessus est assez fort, il y aura cisaillement.

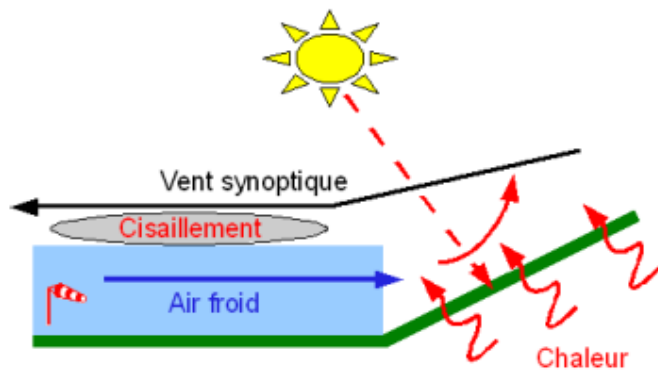
En montagne, cet air refroidi sur les pentes va créer une brise descendante qui peut entrer en conflit avec le vent synoptique.



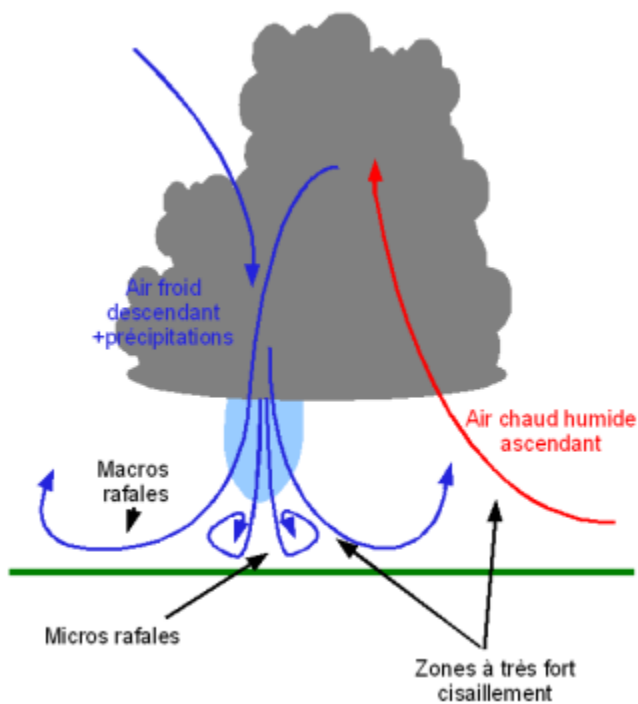
2.2.5 Origine convective du cisaillement

La première manifestation de ces phénomènes est la brise montante, très similaire à la brise descendante.

Le soleil réchauffe un pan de relief, qui va réchauffer l'air environnant. Cet air chaud s'élève et « aspire » l'air plus froid en vallée. A l'interface entre le vent synoptique et cette brise, du cisaillement peut apparaître.



Ces mouvements convectifs très locaux sont donc à l'origine de changements de vents brutaux. Cela peut se manifester sous plusieurs formes, tout d'abord les « thermiques » utilisés par les planeurs, et lorsque le nuage grossit cela peut créer d'importants courants verticaux engendrant du cisaillement de vent.



3. Givrage

3.1 Introduction

Le givrage est un dépôt de glace, opaque ou transparent, adhérent à certaines surfaces d'un avion, en particulier celles exposées au vent relatif (bord d'attaque, cône d'hélice, entrée d'air des réacteurs...).

Le givrage augmente significativement la masse de l'avion, altère l'écoulement aérodynamique en modifiant le profil, peut bloquer le débattement des gouvernes et conduire à une perte de contrôle

3.2 Types de givrages

Les principaux types de givrages sont les suivants :

3.2.1 Gelée blanche

Dé:  plutôt friable.

Source : Météo France

Il est dû à la condensation solide et se produit par températures négatives. On peut le retrouver au sol par conditions anticycloniques d'hiver (ciel clair, vent nul) et en vol hors des nuages lorsque l'air est proche de la saturation.

La gelée blanche implique un givrage généralement faible

3.2.2 Givre blanc

Le givre blanc est un dépôt de glace d'aspect granuleux. Il est peu dense et très friable.



Source : Astrosurf

Il se forme sur les parties de l'aéronef exposées au vent relatif, dû aux petites gouttelettes surfondues se congelant à l'impact. Il s'accroît par épaissement et ne présente pas de gros danger du fait qu'il est friable : il est facile de s'en débarrasser.

Bien qu'il soit facile de s'en débarrasser, il ne faut pas le laisser s'accumuler car les moyens de dégivrage peuvent devenir insuffisant sur une couche épaisse

Le givre blanc implique un givrage généralement faible à modéré

3.2.3 Givre clair

Contrairement aux précédents, le givre transparent est très solide. On le rencontre dans les milieux nuageux à grosses gouttelettes à forte concentration en eau surfondue. C'est le type de givrage qui alourdira le plus le profil.



Source : Météo France

On le retrouvera sous des nuages comme le cumulonimbus, cumulus congestus ou altocumulus instable.

L'adhérence de ce givre étant grande et le dépôt très rapide, les moyens de dégivrage deviennent rapidement inefficaces.

Le givre clair implique un givrage généralement modéré à fort



Il est important de s'éloigner aussi tôt que possible de la zone de givrage en changeant d'altitude ou de cap

3.3 Intensité du givrage

L'OACI considère trois types de givrages :

- Givrage **faible**, quantité d'eau surfondue **inférieure à $0,6\text{g/m}^3$**
- Givrage **modéré**, quantité d'eau surfondue comprise **entre $0,6$ et $1,2\text{g/m}^3$**
- Givrage **fort**, quantité d'eau surfondue **supérieure à $1,2\text{g/m}^3$**

Les intensités de givrage seront notées sur les cartes TEMSI avec les sigles suivants :


























	Givrage modéré
	Givrage fort

4. Temps significatifs

4.1 Introduction

Le temps significatif est utilisé dans des définitions météorologiques telles que CAVOK ou NOSIG. Il est donc utile de les connaître afin de se faire une idée précise de la lecture des rapports météorologiques.

4.2 Liste du temps significatif

Symboles du temps significatif				Localisation			
	Pluie		Brume		Turbulence forte	COT	Sur la côte
	Bruine		Brouillard étendu*		Ligne de grains forts	LAN	À 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		Pollution radioactive		Cyclone tropical	MON	Au-dessus des montagnes
	Grêle		Éruption volcanique		Chasse-neige élevé	SFC	En surface
	Brouillard givrant		Tempête de sable ou de poussière		Obscurcissement des montagnes	VAL	Dans les vallées
	Givrage modéré		Brume sèche de grande étendue			CIT	À proximité ou au-dessus des villes importantes
	Givrage fort		Turbulence modérée				

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