par **MICHEL BARRY**
Pilote professionnel,
ingénieur aéronautique

Les dangers du vol en atmosphère turbulente

« La prudence ne prévient pas tous les malheurs, mais le défaut de prudence ne manque jamais de les attirer » [Nicolas de Chamfort]

Savoir évaluer une turbulence, en fonction des informations disponibles, de sa connaissance de son appareil et de ses propres capacités de pilotage est un fondamental en aviation.

Du simple inconfort pour les passagers à la situation de danger immédiat la turbulence atmosphérique est un souci constant pour le commandant de bord. Il doit en permanence évaluer les dangers qu'elle représente pour le vol qu'il projette. Et ensuite, en vol, face à une turbulence plus importante que prévue, il doit être capable d'adapter des stratégies connues à l'avance et propres aux caractéristiques de l'appareil, notamment à ses limitations.

D'où la nécessité de bien savoir évaluer, d'après les informations disponibles, si la turbulence prévue n'est pas trop violente, compte tenu de l'appareil, et aussi des propres aptitudes du pilote. Notamment en phases d'approche et d'atterrissage.

A- Les agitations de l'atmosphère

1. Les origines de la turbulence

a. Origine thermique ou phénomène de convection : l'air plus chaud s'élève dans l'atmosphère en véritables bulles qui peuvent couper la route des avions.

b. Origine mécanique : les grandes masses d'air en mouvement l'une par rapport à l'autre ou par rapport au sol ont des frontières tourbillonnaires (turbulence de ciel clair par exemple). La turbulence de sillage, le vent sur les reliefs ou sur les arbres, le cisaillement de vent, les rotors d'onde sont des cas spécifiques de la turbulence d'origine mécanique.

c. La turbulence dans les nuages ou au voisinage des cumulonimbus est due à la fois à des phénomènes de convection thermique et aux violents mouvements d'air engendrés par cette convection.

2. La turbulence vue par l'avion. Mécanisme de sollicitation de l'avion

Les grandes masses d'air qui se déplacent à vitesse constante sans agitation interne n'ont pas d'influence immédiate sur le vol des avions. Vent de face ou vent arrière, masse d'air ascendante ou descendante, l'avion s'adapte aux mouvements de l'air qui le porte. Mais si les mouvements sont moins amples, les masses d'air en mouvement plus petites, l'avion les subit plus fréquemment et ils sont davantage ressentis. Enfin, si les mouvements concernent une toute petite partie de l'atmosphère, par exemple quelques centimètres, l'avion ne les ressent pas. Cette remarque introduit la notion "d'échelle de turbulence" nécessaire pour comprendre pourquoi des formes de turbulence concernent plus spécifiquement les gros appareils et d'autres, les petits appareils.

L'avion avance à une vitesse V (ou vitesse propre VP) par rapport à la masse d'air. Les différents réglages (puissance, incidence) affichés par le pilote tendent, au bout d'un certain temps en air calme (de l'ordre de la minute pour les avions légers), à stabiliser l'avion sur une trajectoire rectiligne à vitesse constante. Mais s'il rencontre une masse d'air en mouvement à la vitesse U la vitesse de l'avion par rapport à la planète ne change pas immédiatement (inertie de l'appareil) alors que sa vitesse propre (en intensité et en direction) par rapport à l'air V change quasi instantanément (Figure 1). La vitesse U de la masse d'air en mouvement se compose vectoriellement avec la vitesse V de l'avion. Il est ainsi soumis à une nouvelle vitesse propre (vecteur V'). Trois conséquences s'ensuivent. Elles peuvent être simultanées ou non-simultanées :

- l'incidence est modifiée d'une quantité Δi et modifie la portance par variation du coefficient de portance Cz. Phénomène de "rafale d'incidence";
- l'intensité de la vitesse est modifiée et influe sur la pression dynamique donc sur la valeur de la portance. Phénomène de "rafale de vitesse" ou "cisaillement";
- le vol n'est plus symétrique. Phénomène de "rafale latérale".

Trois bonnes raisons pour que la portance, soigneusement ajustée en air calme afin d'équilibrer le poids de l'avion (facteur de charge égal à 1), et la symétrie du vol soient toutes deux instantanément modifiées et n'assurent plus exactement l'équilibre. Comme conséquences parfois violentes on peut observer, simultanément ou non :

- une tendance à monter ou à chuter donc une variation du facteur de charge;

Figure 1. Mécanisme de modification de la vitesse propre sous l'action d'une rafale U.

A l'appareil avance en air calme à la vitesse V. Il subit V' . Vectoriellement V = -V'

B il rencontre une rafale U. Instantanément sa vitesse propre -V' devient différente de V et son incidence est augmentée d'une valeur Δi.

• une tendance à s'incliner à gauche ou à droite;

• une tendance à accélérer ou à ralentir;

• une tendance à des embardées à gauche ou à droite.

B- Les conséquences immédiates et le danger de la turbulence

1. Les rafales d'incidence

On les rencontre dès que le mouvement de l'air admet des composantes verticales. Elles influent peu sur l'intensité du vecteur-vitesse V mais elles peuvent notablement modifier sa direction. Si la rafale est descendante, l'incidence i diminue, la portance diminue et l'avion chute.

Si la rafale est montante, l'incidence i augmente. Jusqu'à l'incidence de coefficient de portance maximum (i de Cz max) la portance augmente. L'avion repoussé vers le haut, par une force de portance supérieure à son poids, subit un facteur de charge n positif. Avec deux effets pervers :

- le risque de décrochage : le phénomène est particulièrement redoutable en phase d'approche alors que l'avion vole déjà à une incidence proche de "i de Cz max";

- la sollicitation de la structure de l'avion (voir encadré page suivante). Les avions certifiés en CS-VLA ou en CS-23 sont en principe, comme on le voit ci-dessous, suffisamment protégés du risque de rupture en vol car le constructeur a dû étudier et construire un appareil susceptible de résister sans casser à :

- une rafale verticale de 7,6 m/s dans tout son domaine de vol,

- une rafale de 15,2 m/s à toutes les vitesses V inférieures à VNO (vitesse maximale en atmosphère turbulente) ce qui correspondrait à traverser une masse d'air ascendante ou descendante croisant la route de l'avion à 55 km/h ! Cas rarissime. En revanche 7,6 m/s (27 km/h) représentent les rafales d'une masse d'air déjà très turbulente comme celles rencontrées les jours où "ça remue beaucoup".

L'encadré montre comment les rafales verticales sollicitent les avions, notamment quel facteur de charge n résulte de leur traversée. Les formules expriment l'influence des caractéristiques de l'appareil et des paramètres de vol sur l'augmentation du facteur de charge :

- plus la charge alaire W/S est faible plus la variation de n est importante;

- plus l'allongement de l'aile est grand plus la variation de n est importante. Influence directe sur a = dCz/di;

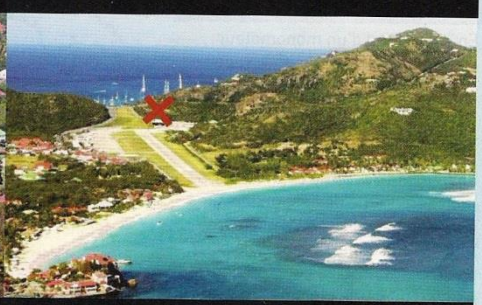
- plus l'air est dense (rôle de ρ), plus la variation de n est importante;

- plus les vitesses U et V sont élevées plus la variation de n est importante. À U constant la variation de n est linéaire (voir domaine de vol en rafale).

Les ruptures en vol d'avions légers uniquement dues à la turbulence sont devenues extrêmement rares car les appareils certifiés ont une structure parfaitement apte à supporter la pire des

Position de l'épave

Vue de l'aérodrome face à la piste 10 en amont du col de la Tourmente.



Face à la piste 28 avec le col de la Tourmente visible au-delà de la piste.

Rapport du BEA

• **Événement :** turbulences lors de l'approche finale, perte de contrôle en roulis, collision avec le sol.

• **Aéronef :** avion Cessna 172N.

• **Exploitant :** école St Barth's Flying School.

• **Lieu :** aérodrome de Saint-Barthélemy (971).

• **Conséquences et dommages :** pilote blessé, avion détruit.

• **Circonstances :** le pilote décolle de l'aérodrome de Saint-Barthélemy avec un élève en formation ab initio pour un vol local d'instruction. Au retour, l'élève n'étant pas encore formé à atterrir, le pilote reprend les commandes pour une approche sur la piste 10 revêtue. Lors de l'approche finale, avant le passage du col de la Tourmente, le pilote ressent soudainement de fortes turbulences. L'avion s'incline à droite puis à gauche, tombe au sol en bordure nord du col à 270° de l'axe d'approche. L'élève aide le pilote blessé par le choc à évacuer l'avion. L'observation de l'épave n'a pas mis en évidence d'anomalie technique susceptible d'expliquer l'accident.

L'avion était équipé d'un moteur de 160 cv.

Le dernier vent transmis au pilote par l'agent AFIS au moment de l'accident était du 060° / 21 kt. Les enregistrements météorologiques de la station de l'aérodrome au moment de l'accident montrent un vent moyen de 060° variant entre 050° et 070° pour une force de 19 kt variant de 15 à 23 kt.

De fortes turbulences ont imposé, ce jour-là, lors de l'approche sur la piste 10, à des pilotes de deux avions d'afficher la puissance de remise de gaz et à un autre d'effectuer une remise de gaz suivi d'un circuit de piste complet. Deux avions bimoteurs Britten-Norman BN-2 ont atterri sans difficulté juste avant et après l'accident. Un instructeur indique que lors d'un vol d'instruction effectué le matin de l'accident, il a subi de fortes turbulences en approche sur l'aérodrome alors que le vent était du 060° pour une force de 19 kt avec des variations entre 050 et 070° / 15 à 23 kt.

Le pilote explique que l'avion subissait des turbulences importantes lors de l'approche. L'angle d'approche choisi était de 7°, pente habituellement utilisée pour l'atterrissage en piste 10 à Saint-Barthélemy. Le pilote avait majoré la vitesse d'approche de 5 kt afin de prendre en compte les conditions aérologiques du moment. Il ajoute que subitement une bourrasque venant de l'arrière droit a fait faire à l'avion une embardée à droite puis à gauche. Malgré l'affichage de la mise en puissance de décollage, l'avion s'est retrouvé instantanément orienté à 90° de l'axe avec une vitesse verticale importante. Voyant qu'il ne serait pas possible de franchir le relief immédiatement devant lui, le pilote a maintenu l'avion à plat en attendant le contact inévitable avec la végétation.

Le pilote détient une licence ATPL A de 2008 et est examinateur de qualification de classe (CRE-A) depuis septembre 2011. Il totalise 19 672 heures de vol, dont 2 000 sur type et plus de 20 000 atterrissages sur l'aérodrome. Il est aussi habilité par la DSAC AG à délivrer les autorisations de site. Les deux pilotes portaient uniquement la ceinture abdominale. Le pilote indique qu'il ne portait pas la ceinture en diagonale car l'avion n'est pas pourvu d'enrouleur ni de tendeur et qu'il souhaitait pouvoir garder une certaine mobilité en instruction. Comme l'indique la carte d'approche à vue de l'aérodrome (VAC) : « En raison des caractéristiques particulières de l'environnement de l'aéroport de Saint-Barthélemy, son utilisation est soumise au respect de dispositions particulières conformément à l'arrêté ministériel du 21 juillet 1972 et à l'instruction N° 05/DSAC/AG/D du 7 février 2012 :

- une formation préalable spécifique du commandant de bord délivrée par un instructeur agréé est exigée pour l'autorisation d'accès à l'aérodrome ;

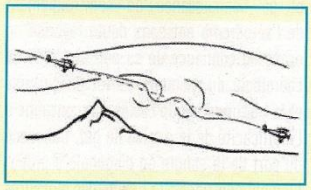
- l'autorisation d'accès est délivrée par la Délégation Territoriale de l'Aviation Civile de Guadeloupe à l'issue de la formation dispensée aux pilotes ayant été reconnus aptes par l'instructeur ;

Dangers à la navigation aérienne : Approche délicate (relief et turbulences) RWY 10 ».

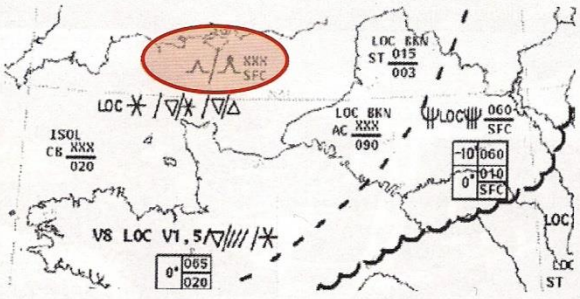
• **Conclusion :** l'accident est dû à une décision tardive de remise de gaz en approche alors que l'avion subissait de fortes turbulences. L'expérience du pilote et sa connaissance de l'environnement de l'aérodrome ont sans doute favorisé un excès de confiance de sa part vis-à-vis de l'aérologie du moment. L'effet de surprise et la motorisation de l'avion ont contribué à l'inefficacité de la remise de gaz. L'absence du port de la sangle en diagonale a probablement contribué à la gravité des blessures au visage du pilote.

Le REX du mois

En VFR à bord d'un monomoteur de tourisme, j'effectue un voyage au départ de mon aérodrome de rattachement en région parisienne. Je passe le VOR de Montélimar au niveau de vol 95 en croisière et je débute une descente continue vers mon aérodrome de destination situé en Provence. Les conditions météorologiques sont excellentes, je peux admirer les repères géographiques d'une région très étendue. Je suis heureux d'avoir réalisé ce voyage en un temps plus court qu'escompté. La trajectoire d'arrivée dans la vallée du Rhône me fait passer au-dessus d'une crête orientée est-ouest et située par le travers d'Orange. Mon avion est alors pris dans de violentes turbulences.
Le bidon d'huile, dans le coffre, percute et endommage un plexiglas à l'arrière. Ma tête heurte la partie supérieure de la verrière qui se fissure. Je suis ainsi malmené pendant plus d'une minute.
L'aérodrome de destination n'est plus très loin. En approche, le vent est encore turbulent. J'atterris néanmoins sans difficulté.
Lors de la préparation du vol, j'avais noté que le vent soufflerait du nord, pour 20 à 30 kt dans la vallée du Rhône et pour 30 à 40 kt à Marseille. Pendant le vol, je pouvais observer des nuages lenticulaires, signe d'un vent important en altitude.
Il n'y avait pas de filet pour immobiliser les bagages dans le coffre arrière. Au départ, il me semble que j'avais convenablement serré ma ceinture de sécurité ventrale. Elle a dû se relâcher en cours de vol. J'avais négligé d'utiliser le harnais d'épaule. Désormais, je penserai à survoler les reliefs à des niveaux plus élevés



Commentaire du BEA :
En cas de turbulence sévère, il y a lieu d'agir sur la vitesse d'un l'aéronef :
• pour réduire la fatigue de la cellule en conservant une marge par rapport au décrochage (éventuellement notification technique pour une inspection appropriée),
• pour modérer l'inconfort des personnes à bord.



		CAT
Turbulence moyenne	Turbulence forte	Turbulence de ciel clair

Figure 3. Représentation de la turbulence sur la carte TEMSI
XXX/SFC signifie que la turbulence existe de l'altitude zéro jusqu'à une altitude inconnue mais probablement élevée.

turbulences qu'on peut rencontrer en croisière. En revanche, on peut estimer que des pertes de contrôle, suivies de manœuvres brutales dans les nuages notamment, ont pu être aggravées au niveau du dépassement du facteur de charge par la turbulence toujours violente dans les nuages comme les cumulus ou les cumulonimbus.

2. Les rafales de vitesse

Les fluctuations horizontales de la vitesse de la masse d'air ne peuvent être suivies par l'avion dès que leur fréquence est trop élevée. Par exemple, si en 2 secondes la fluctuation de la vitesse de l'air est de ±20 kt, il est évident que l'avion qui vole à 140 kt ne pourra maintenir une vitesse propre constante. Son anémomètre fluctuera au rythme des rafales horizontales entre 120 et 160 kt environ. En croisière, hormis l'inconfort, rien de bien dangereux car on aura pris soin de ne pas dépasser VNO, vitesse limite en air agité.

En revanche, en phase d'approche à 1.3 VSO la fluctuation pourra dangereusement :

- faire chuter la vitesse au-dessous de VSO, si l'on n'a pas pris soin de majorer la vitesse d'approche d'une quantité suffisante (majoration variable selon les chapelles mais toutes parfaitement cohérentes, du moins on l'espère…). Le phénomène de cisaillement de vent est un cas particulier. Son échelle le rend particulièrement dangereux pour les gros avions, moins cependant pour les petits avions qui peuvent quand même en être victimes,

• augmenter instantanément la vitesse propre avec le risque de dépasser VFE (vitesse maxi volets sortis),

• faire onduler la trajectoire finale au point de compromettre la stabilité de l'approche surtout si, comme la plupart du temps, la turbulence est due au vent et s'accompagne de forts gradients,

• produire des écarts de portance sur les extrémités d'aile et engendrer ainsi des mouvements de roulis qui dépassent le potentiel de contrôle des ailerons.

3. Les rafales latérales

Elles correspondent à des fluctuations de la vitesse de la masse d'air dans le plan horizontal et provoquent des écarts de cap (embardées à gauche ou à droite. Voir le rapport du BEA). Elles peuvent se combiner avec des rafales verticales, en compenser les effets dans le meilleur des cas, ou au contraire les amplifier comme c'est le cas dans une turbulence de sillage.

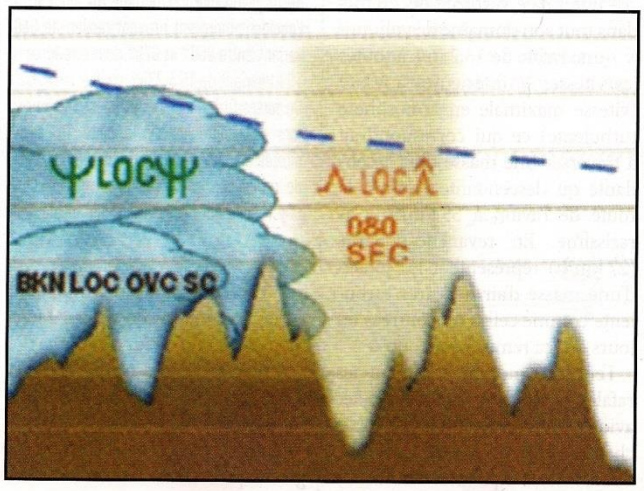
En effet, au sommet des tourbillons les composantes de vitesse sont essentiellement horizontales et perpendiculaires à l'axe d'approche ou de décollage commun aux avions.

C. Les jours à risque, comment prévenir la turbulence et adapter son vol

1. En préparant son vol, rechercher les informations concernant la turbulence

• **Carte TEMSI (Figure 3) :** vous y trouvez les zones concernées par une éventuelle turbulence. Leur dangerosité est fonction de votre appareil et de votre entraînement. Dans les zones turbulentes le phénomène peut concerner tous les niveaux ou simplement

Figure 4. Turbulence localisée dans une vallée du sol jusqu'à FL 80



des zones spécifiques situées au voisinage des symboles. Le pilote peu expérimenté qui découvre une prévision de forte turbulence doit demander l'avis de personnes qualifiées avant de pénétrer dans la zone. Avec l'expérience le pilote adapte son diagnostic.

Mais attention, l'analyse valable pour un appareil de fort tonnage est bien différente de celle que l'on doit faire pour un quadriplace! Pensez charge alaire, W/S.

- **Coupe verticale (Figure 4)**
- **SIGMET (Figure 5)**

Ainsi lors de la préparation du vol le pilote doit s'assurer que la turbulence prévue sur sa route et à l'arrivée ne dépassera pas un niveau tel que son appareil et lui-même ne pourraient faire face aux difficultés qu'elle représente. En particulier :

- des difficultés de pilotage;
- un inconfort pouvant entraîner des malaises et une incapacité du pilote. On pensera à arrimer tous les objets-projectiles potentiels, on prévoira des sacs…
- un allongement de la durée du vol pour cause de possible réduction de la vitesse et de la recherche d'un cheminement moins turbulent (autonomie carburant, heure d'arrivée…).

TAF, METAR, SPECI et éventuellement SIGMET doivent être consultés. Le pilote y recherchera aussi toutes les informations concernant les vents au sol à l'origine de la turbulence au décollage et à l'atterrissage.

D'autre part, il choisira la trajectoire la plus épargnée par les turbulences en adaptant son niveau de vol grâce aux informations de la carte TEMSI et des coupes verticales quand elles sont disponibles. Il évitera aussi le plus possible :

- dans les basses couches, les zones sous le vent des reliefs, là où se développent les tourbillons turbulents (voir REX du mois);
- les zones sous le vent des cumulonimbus et d'une manière générale leur proximité.

2. En vol, quelques recommandations en cas de risque de turbulence.

- VOLMET et ATIS seront consultés régulièrement. Le pilote

Facteur de charge

D'où viennent les limitations imposées à votre avion ? Même si votre PPL est récent, petit rappel toujours utile sur la relation entre les différents paramètres de l'avion (masse, surface, corde de l'aile, vitesse V, …) et le facteur de charge provoqué par la traversée de la rafale de vitesse U, perpendiculaire à la route.

Les lois de la mécanique du vol permettent d'établir la formule conventionnelle (CS-23 1-C-4) qui donne n, le facteur de charge subi par un avion léger à la traversée d'une rafale verticale de vitesse U :

n = 1 ± (k.ρ.U.V.a)/2.(W/S)

avec

- k : *gust alleviation factor* ou facteur d'atténuation qui regroupe les caractéristiques de l'avion
  k = 0.88 μ /(5.3 + μ)
  avec μ = 2.(W/S)/(ρ.C.a.g)
- U : vitesse verticale de la rafale (m/s)
- ρ : masse volumique de l'air (kg/m³) (ρ = 1.2 kg/m³ au voisinage des conditions standards)
- W/S : charge alaire (N/m³)
- C : corde moyenne de l'aile (m)
- g : accélération de la pesanteur (m/s²) = 10 m/s²
- V : vitesse propre de l'avion (m/s)
- a : dCz/di , pente de la fonction Cz(i). En général de l'ordre de 1 point de Cz pour 10° de variation d'incidence i pour une aile d'allongement infini. Soit 5.7 point de Cz par radian. Un allongement fini, par exemple 5.35, ramène cette valeur à environ 4.4. ***Exemple :*** *un avion léger (type DR400, 140 hp) peut voler entre VSO =47 kt (24 m/s) et VNE = 166 kt (85 m/s). Quel facteur de charge subit-il s'il traverse les rafales type de ±7.6 m/s et ±15.2 m/s dans une atmosphère standard où ρ = 1.2 kg/m³ ?*
  M = 1000 kg (10000 N) ; S = 13.6 m² ; C = 1.5 m ; allongement = 5.35 (a = 4.4 pt de Cz par radian)
- Calcul de μ : μ = 2 * (W/S)/(ρ.C.a.g) = 2.(10000/13.6)/(1.2 *1.5*4.4*10) = 19
  Calcul de k : k = 0.88*19 /(5.3 + 19) =0.69
- Calcul de n en fonction de V pour la rafale U1 = 7.6 m/s :
  n = 1 ± (0.69*1.2*V*7.6*4.4)/2*(10000/13.6) = 1 ± 0.018 * V
  pour V = 24 m/s, n= 1 ± 0.018 * 24 = 1 ± 0.43 (+ 1.43 ; +0.57)
  pour V = 85 m/s, n= 1 ± 0.018 * 85 = 1 ± 1.53 (+ 2.43 ; -0.53)
- Calcul de n en fonction de V pour la rafale U2 = 15.2 m/s :
  n = 1 ± (0.69*1.2*V*15.2 *4.4)/2*(10000/13.6) = 1 ± 0.038 * V
  pour V = 24 m/s, n= 1 ± 0.038 * 24 = 1 ± 0.91 (+ 1.91 ; +0.089)
  pour V = 85 m/s, n= 1 ± 0.038 * 85 = 1 ± 3.23 (+ 4.43 ; -2.23)

D'où la représentation du diagramme de rafale Figure 2 ci-dessous.

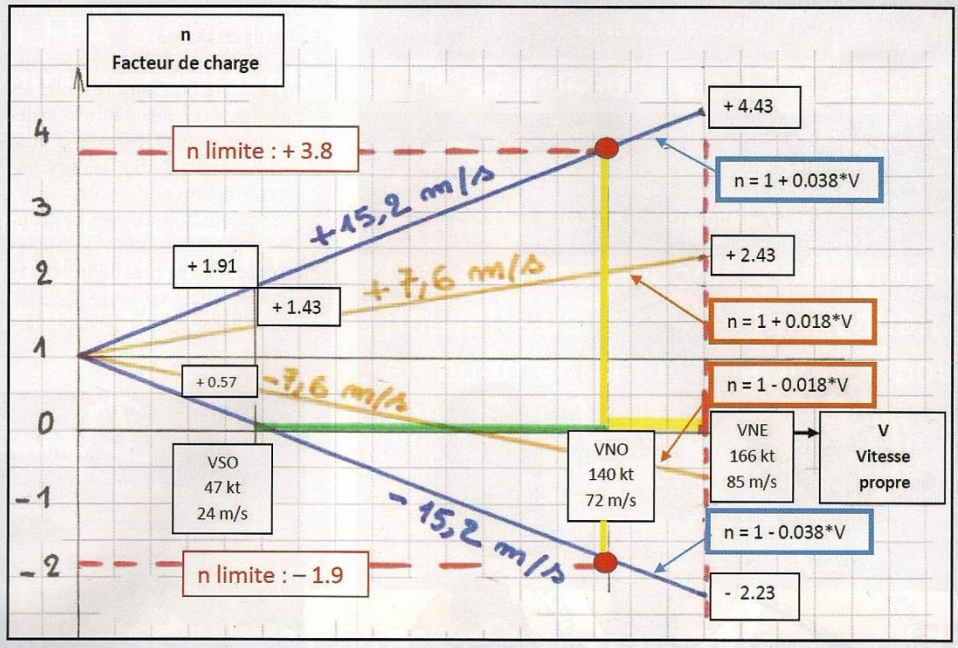


Figure 2. Diagramme de rafale élaboré d'après le Manuel de vol du DR400, en conformité avec la CS-23.

On trace les fonctions n = f(V) : n = 1 ± 0.018 * V (pour U= ± 7.6 m/s) n = 1 ± 0.038 * V (pour U= ± 15.2 m/s) d'après la formule de calcul du facteur de charge CS-23.341(c).

On remarque en particulier que jusqu'à VNO = 140 kt (arc vert de l'anémomètre) le pilote reste à l'intérieur du domaine approuvé (- 1.9 ; +3.8) même s'il rencontre des rafales verticales de ± 15.2 m/s en travers de sa route.

Au-dessus de 166 kt (arc jaune) un dépassement de n limite par valeurs supérieures à 3.8 ou inférieures à – 1.9 est possible. Respectivement 4.43 et -2.23 à VNE= 166 kt

On remarque aussi qu'au voisinage de VSO le facteur de charge n atteint la valeur de 1.43 en atmosphère turbulente. Combiné à l'augmentation d'incidence n peut provoquer le décrochage de toute l'aile ou d'une partie et explique les pertes de contrôle (Voir le rapport du BEA).

Exemples de SIGMET :

▶ **de turbulence forte :**

LFMM SIGMET 2 VALID 210900/211200 LFML-
LFMM MARSEILLE FIR/UIR SEV TURB FCST BTN N4530 AND N4100 BLW FL 200 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 09 h 00 UTC à 12 h 00 UTC le 21 du mois. De la turbulence forte a été prévue entre les parallèles 45 degrés 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.

Figure 5. La dangerosité de la turbulence forte fait l'objet d'un message SIGMET

Dans ce cas le niveau d'alerte devient maximum et il est recommandé d'éviter la zone et aussi ses abords immédiats

doit savoir les interpréter notamment les informations relatives à la turbulence.

• L'intensité de la turbulence peut conduire le pilote à écourter son vol (déroutement, demi-tour).

Il ne doit pas attendre d'être malade ou dépassé par les difficultés posées par le contrôle de l'appareil avant de prendre la décision.

• On pensera à réduire la vitesse de croisière ce qui permettra d'atténuer un peu les variations du facteur de charge.

• Une atmosphère turbulente en croisière doit faire redouter les turbulences en finale surtout si des obstacles existent près de la piste (relief, rideaux d'arbres, sols recouverts de cultures différentes…).

Le pilote doit essayer de trouver une information locale et récente sur la possibilité d'exécuter sa finale en toute sécurité. Sinon, il vaut mieux dérouter vers un aérodrome moins exposé.

• Ses paramètres d'approche (configuration de volets, vitesse) seront envisagés assez tôt compte tenu des limitations de l'avion et des limitations de la piste qui peut s'avérer trop courte.

Par exemple, approcher en majorant trop la vitesse peut conduire à une sortie longitudinale de piste. Ne pas majorer suffisamment peut provoquer une perte de contrôle comme celle décrite dans le rapport du BEA. Plus que jamais il faudra s'efforcer de respecter la vitesse et la trajectoire en finale.

• Si vous sentez que vous ne contrôlez plus la situation en finale remettez les gaz, d'abord pour vous dégager des couches turbulentes et ensuite pour réfléchir à une nouvelle stratégie. Peut-être aussi pour dérouter vers un aérodrome où la turbulence sera moins gênante. ●