



BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Météorologie

Thierry LOO
Enquêteur de sécurité

3.18a – Météorologie

BEA

■ Objectifs

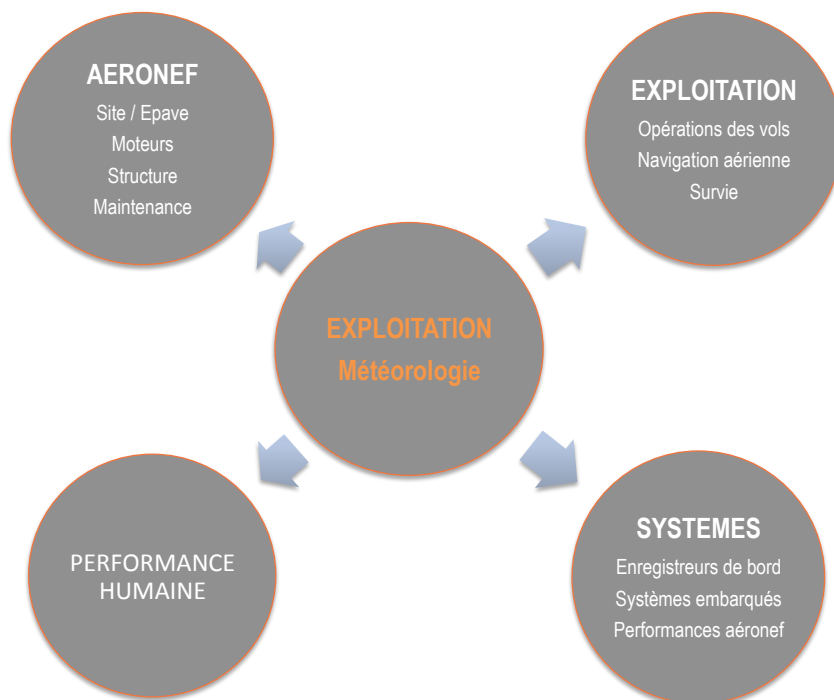
3.18a – Météorologie

- Collecter les informations pertinentes pour **caractériser au mieux les conditions météorologiques au moment** de l'accident
- Collecter les informations disponibles à la **préparation** du vol
- Collecter les informations obtenues par les équipages **pendant le vol** (ACARS, VOLMET, PIREP, ATC...)
- Obtenir des informations par l'intermédiaire d'autres pilotes

- Travail en étroite collaboration avec
 - ➔ Groupe opérations,
 - ➔ Enregistreurs,
 - ➔ Performances,
 - ➔ Témoignages,
 - ➔ ATC,
 - ➔ FH.

AERONEF	SYSTEMES	EXPLOITATION	PERFORMANCE HUMAINE
- Site / Epave	- Enregistreurs de bord	- Opérations des vols	
- Structure	- Performances Aéronef	- Météorologie	
- Moteurs	- Systèmes embarqués	- Navigation Aérienne	
- Maintenance		- Survie	

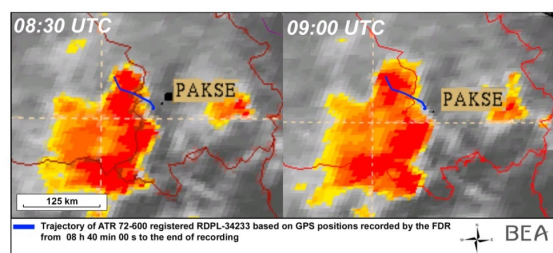
Coordination avec les autres groupes



■ Quelles informations

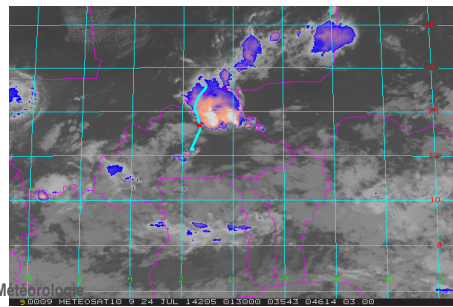
Les informations à recueillir

- Informations en surface (observation et prévisions)
 - ➔ des centres météorologiques
 - ➔ des aéroports (vent, visibilité, hauteur base de nuages, températures, humidité)
 - ➔ de stations automatiques
- Informations Radar (pluies)
- Informations foudre
- Informations satellite
 - ➔ Visible
 - ➔ Infrarouge
- Témoignages

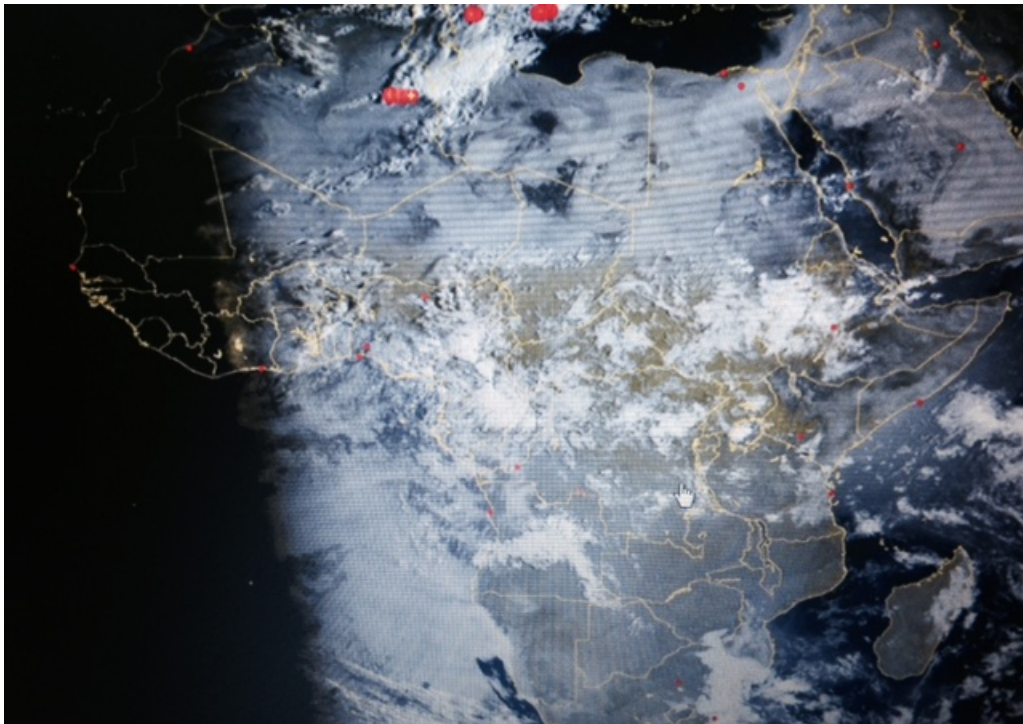


Les images satellites

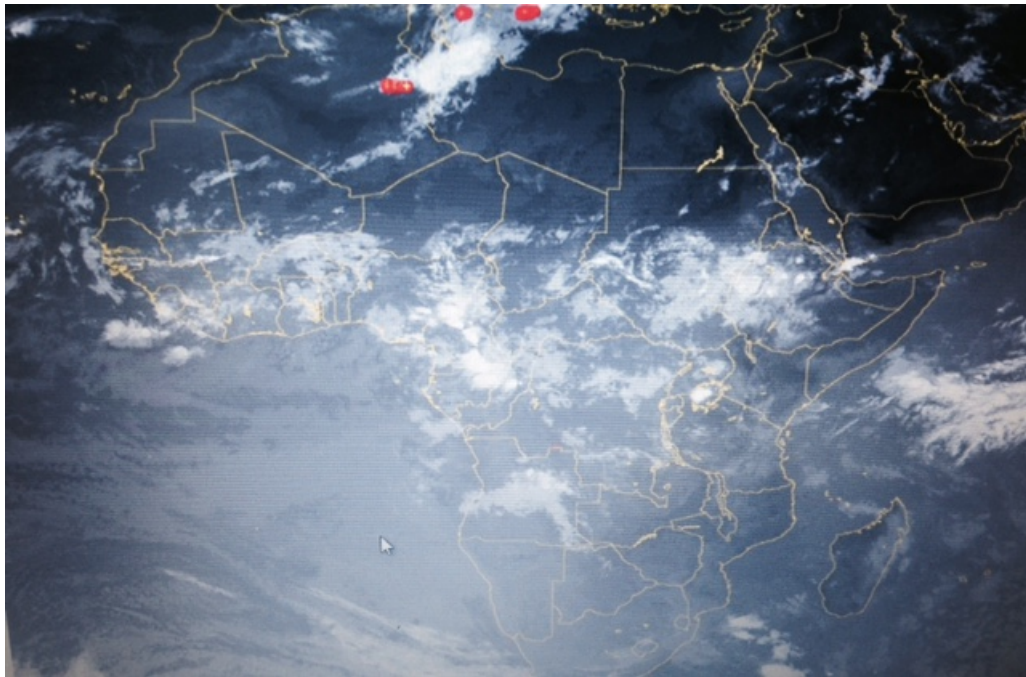
- Infra rouge
 - ↳ Mesure de la température du sommet des nuages (ou du sol)
- Visible
 - ↳ Photographie aérienne
- Et ne pas oublier radars, impact foudre...



Type d'image ?

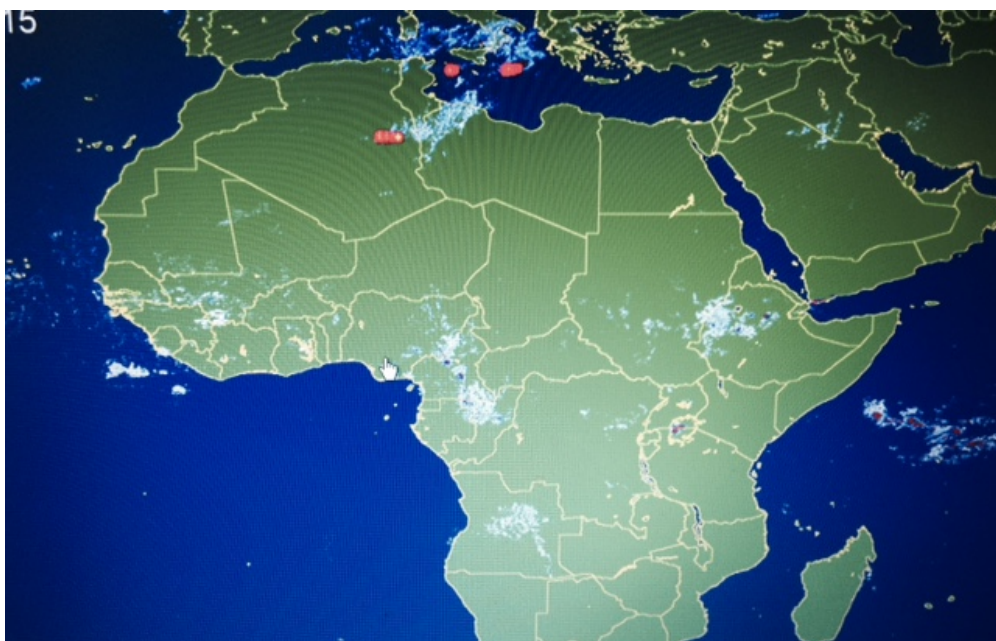


Type d'image ?



3.18a - Météorologie

Type d'image ?



3.18a - Météorologie

- Demander assistance aux centres météo pour les analyses fines (sorties des modèles numériques)

- Veille technologique : les produits des opérateurs météorologiques évoluent
 - ➔ Nouveaux capteurs
 - ➔ Produits expérimentaux (ex HIWC)

Collaboration étroite avec les services météo

- Se faire assister
 - ➔ Service Météo National
 - ➔ ASECNA
 - ➔ EAMAC
 - ➔ Coopération internationale
 - ➔ ...

- Ne pas hésiter à travailler en équipe



- Les Phénomènes dangereux

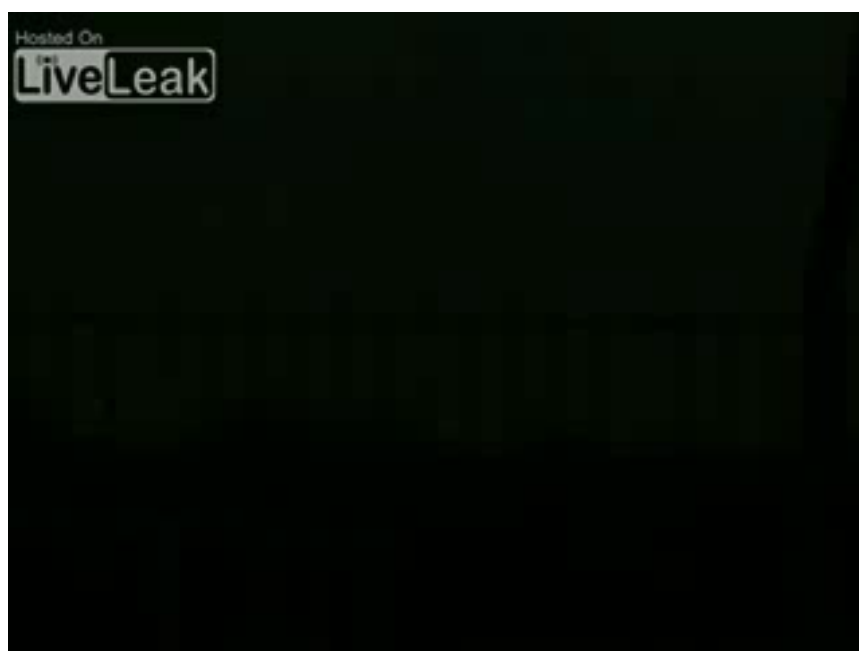
Les Phénomènes dangereux

- Le vent, les turbulences à l'approche du sol
- Les phénomènes limitant la visibilité
- Les différents givrages
 - ➔ Givrage cellule
 - ➔ HIWC
- Les fortes températures/performances

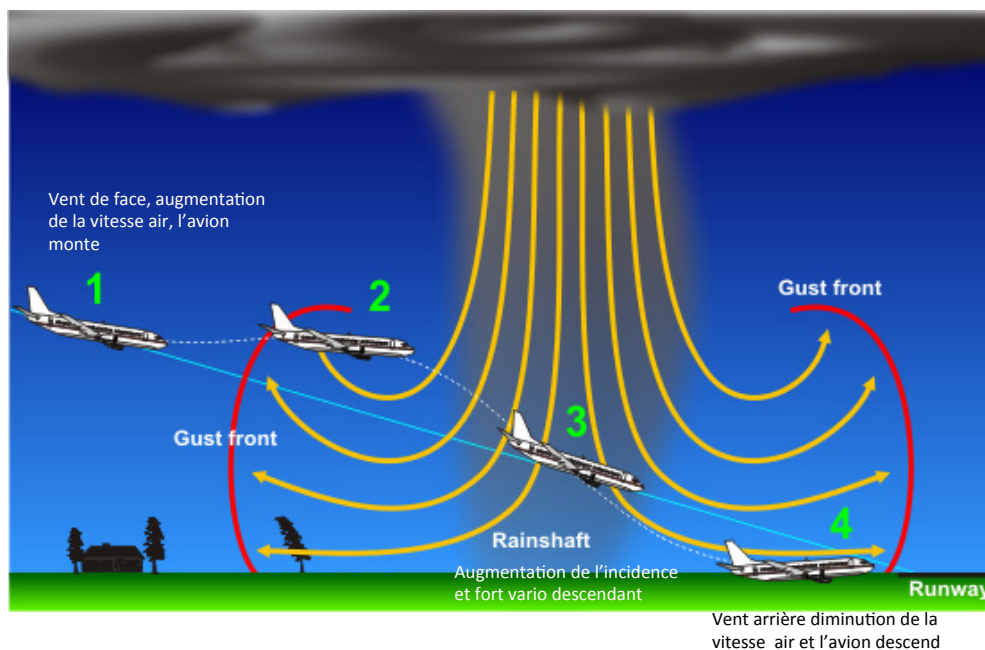
- Souvent très dangereux à l'approche du sol
- Phénomènes qui perturbent les trajectoires stabilisées (finale, décollage)
 - ➔ Gradient de vent
 - ➔ Windshear (cisaillement)
 - Vertical
 - horizontal
 - ➔ Vent de travers



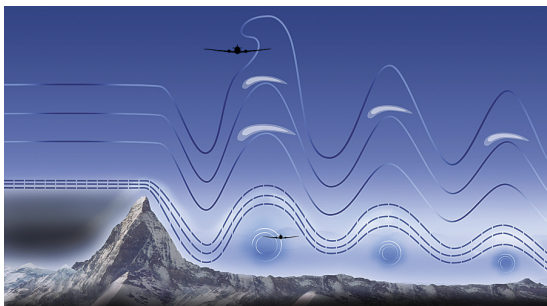
- Mais aussi en altitude (sévères turbulences)



- Vol delta 191, Lockheed Tristar, aout 1985
- A l'approche dans une situation orageuse (Dallas)
- Equipage confronté à un cisaillement important,
- L'avion perd 54 kt de vitesse air en quelques secondes
- Collision avec le sol avant la piste 134 victimes
- Identification du phénomène de windshear



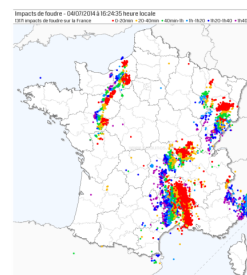
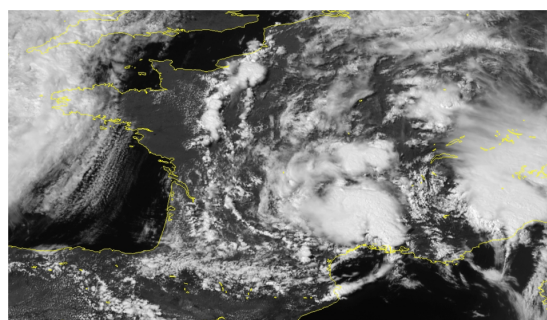
Associés aux cumulonimbus, effets orographiques ...



- Les courants **perpendiculaires au relief** génèrent de fortes turbulences
- Vitesses verticales supérieures à 25 m/s
- Accélération 4g
- Phénomène : **5 fois la hauteur** de la chaîne de montagne

BEA Le vent les turbulences : quelles informations ?

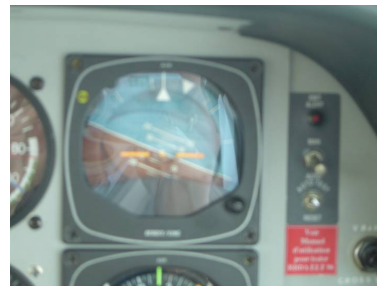
- Situation générale
- Images satellites/radar
- Observations (vent, nuages...)
- Impact foudre
- Observations d'autres équipages
- Vent 2 minutes ?
- Informations bord (predictive windshear, FDR)



- Brumes et brouillards
 - ➔ Hydrométéores
 - ➔ Litométéores (sable, poussière)
- Averses



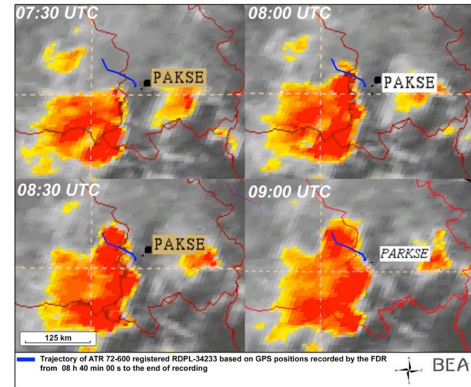
- Risques :
 - ➔ Désorientation spatiale
 - ➔ CFIT



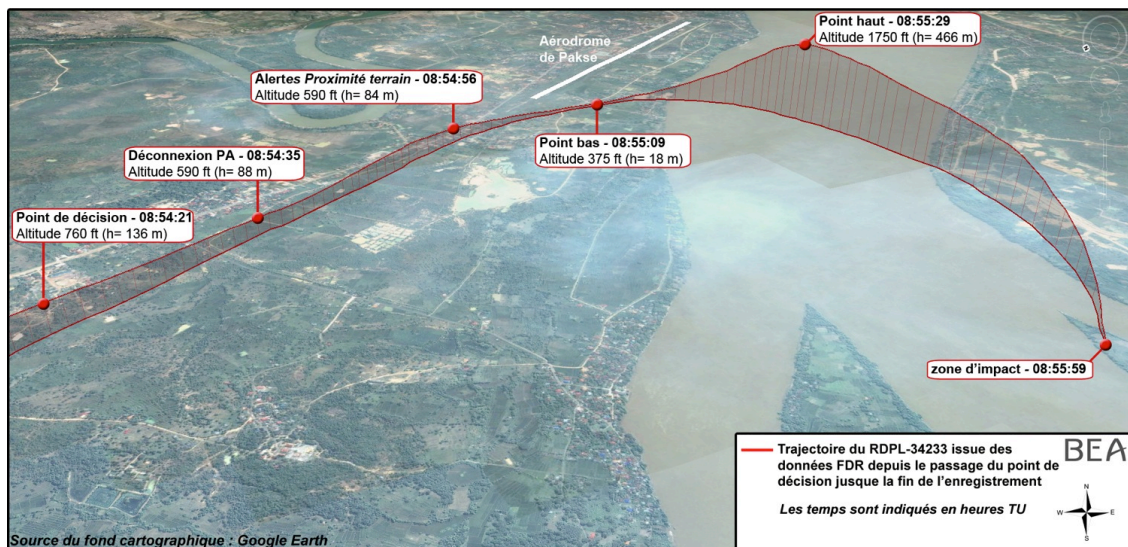
3.18a – Météorologie

- En IFR : des minimas pour
 - ➔ Se protéger des **obstacles**
 - ➔ Permettre au pilote de **reprendre l'avion en manuel** pour l'atterrissage (sauf autoland)

- **Between 2 h 00 and 4 h 00 UTC**
 - ↳ visibility 5000 m, drizzle, ceiling 700'
- **6 h 00 UTC**
 - ↳ visibility sup 10 km, scattered 1000', wind 140-10 kt, visibility sup 10 km, ceiling 1000', scattered 4000', Temp 28°/25, QNH 1007
- **8 h 00 UTC**
 - ↳ visibility sup 10km, scattered 1000', wind 140- 8kt, visibility sup 10km, scattered 1000', scattered 4000', Temp 28°/24 QNH 1007
 - ↳ visibility 8km, scattered 1000', wind 140 - 4kt, visibility sup 10km, few 1700', Temp 28°/24 QNH 1007



**Thunderstorm
around the airfield**



- Situation générale
- Images satellites/radar
- Observations (visibilité, nuages, précipitations...)
- Transmissomètres
- Impact foudre (averses)
- Observations d'autres équipages, témoignages sol

- Coordination avec groupe CVR (bruit d'averses par ex)

- Le givrage par eau surfondue
 - ➔ L'eau se congèle au contact de la cellule
 - ➔ Généralement au cœur des nuages de -5°C à -20°C , possible avec des températures inférieures

- Le givrage par cristaux de glace (HIWC)
 - ➔ Températures inférieures à -40°C
 - ➔ Pas de dépôt de glace
 - ➔ La vapeur d'eau contenue dans l'air se condense directement sur les particules sans passer par l'état liquide
 - ➔ Autour des systèmes orageux

- Sur la cellule
 - Augmentation de la masse, modification du centrage
 - Modification des profils aérodynamiques
 - Blocage de parties mobiles
 - Pb sur antennes, pitots , sondes...
- Sur les systèmes de propulsion
 - Givrage entrée d'air réacteur
 - Givrage hélice
 - Givrages sondes



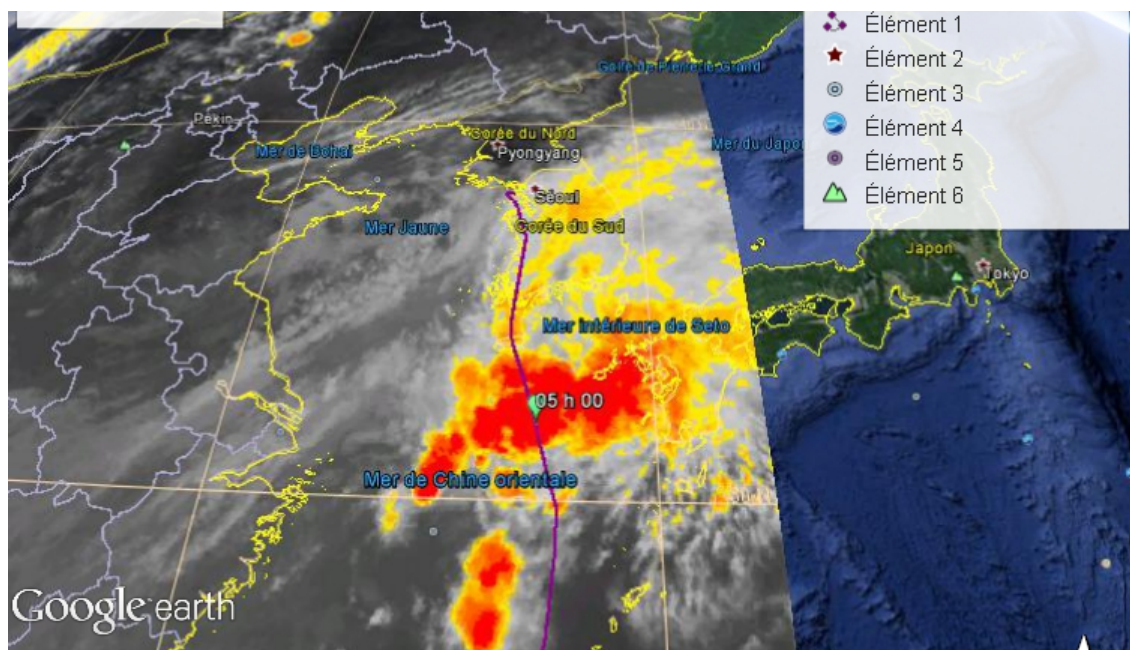
Le givrage par eau surfondue

- De nuit
- L'ATR monte à 17000 pieds dans les nuages sous PA
- Les dégivreurs/antigivreurs ne sont pas activés
- Le contrôle demande une attente
- Pendant le virage le PA saute, l'avion d'écroche
- Perte de contrôle et chute de 10000 pieds



Le givrage par cristaux de glace

- Les sondes sont polluées
- Les informations présentées aux pilotes deviennent erronées et incohérentes
 - ➔ Vitesse
 - ➔ Altitude
- Les automatismes peuvent se déconnecter (ainsi que les protections)
- Procédures opérationnelles pour se sortir de ces situations
- Difficulté : Le pilote se retrouve en pilotage manuel à haute altitude et avec des informations erronées



3.18a – Météorologie

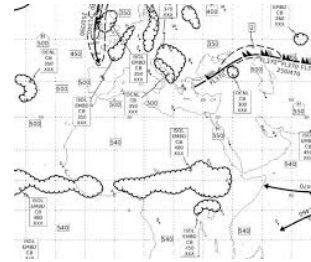
33

HIWC : high ice water content

- étude de l'US NCAR : dans les 20 dernières années, environ 150 cas de givrage par cristaux de glace ont été répertoriés dans le monde.
 - ➔ l'absence de détection de glace sur la cellule par les équipages,
 - ➔ une turbulence reportée légère à modérée,
 - ➔ pas de grêle,
 - ➔ pas d'éclair,
 - ➔ peu ou pas d'écho sur le radar de bord avec le site (tilt) réglé à l'horizontale.

34

- Situation générale
- Images satellites/radar
- Observations d'autres équipages
- Cartes temsi
- Sorties modèle
- radiosondages
- Information de bord (avec groupe performance)



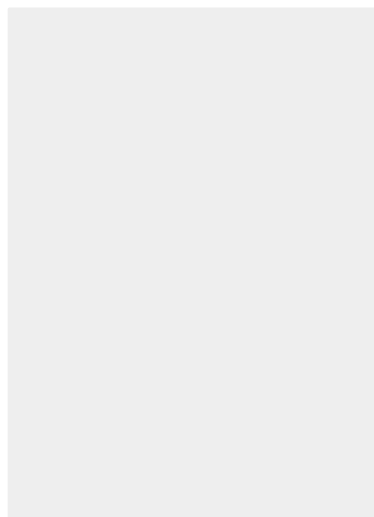
- Informations météorologiques
 - ➔ Observées
 - ➔ Prévues
 - ➔ Au moment de l'accident
 - ➔ Mais aussi avant

- Attention la « météo » n'est **pas une cause** d'accident mais une **composante de l'environnement**



BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile



Merci de votre attention

www.bea.aero

