



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössische Flugunfallkommission  
Commission fédérale sur les accidents d'aviation  
Commissione federale sugli infortuni aeronautici  
Federal Aircraft Accident Board

Swiss Confederation

# **Rapport final no. 1950 de la Commission fédérale sur les accidents d'aviation**

concernant l'accident

de l'avion Boeing 737-33V, immatriculé HB-III

de la compagnie EasyJet, vol EZS 903

survenu le 15 août 2003

dans la région d'Oyonnax (F),

à environ 35 km à l'ouest de l'aéroport de Genève

Le présent rapport final a été établi par la Commission fédérale sur les accidents d'aviation à la suite d'une procédure d'examen au sens des art. 22 à 24 de l'Ordonnance du 23 novembre 1994 relative aux enquêtes sur les accidents d'aviation et sur les incidents graves (OEAA / RS 748.126.3). Il est basé sur le rapport du Bureau d'enquêtes sur les accidents d'aviation du 21 juin 2007.

## Remarques d'ordre général concernant ce rapport

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI, Annexe 13), l'enquête sur un accident d'aviation ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. Elle ne vise nullement à la détermination des fautes ou des responsabilités. Selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave.

En conséquence, au cas où ce rapport est utilisé à d'autres fins que la prévention, il faudra tenir compte des réserves qui précèdent.

La version de référence de ce rapport est rédigée en langue française.

Toutes les heures indiquées dans ce rapport se réfèrent à l'heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC). L'heure locale (*local time* – LT) en vigueur en Suisse et au moment de l'accident était l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et UTC était:  $LT = CEST = UTC + 2 \text{ h}$ .

Pour des questions de protection des données et de simplification du texte, ce rapport est exclusivement rédigé au masculin générique.

## Index

<b>Synopsis</b>	<b>7</b>
<b>Sommaire</b>	<b>7</b>
<b>Enquête</b>	<b>7</b>
<b>1. Renseignements de base</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Déroulement du vol</b>	<b>8</b>
1.1.1. Préliminaires	8
1.1.1.1. Avion	8
1.1.1.2. Equipage	8
1.1.2. Déroulement du vol	8
1.1.2.1. Préparation du vol	8
1.1.2.2. Vol EZS 903 au départ de Genève	9
1.1.3. Autres vols au départ de Genève	11
1.1.3.1. Vol EZS 995	11
1.1.3.2. Vol VP-BKK	11
<b>1.2. Tués et blessés</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Dommages à l'aéronef</b>	<b>12</b>
<b>1.4. Autres dommages</b>	<b>12</b>
<b>1.5. Renseignements sur le personnel</b>	<b>12</b>
1.5.1. Commandant	12
1.5.1.1. Formation aéronautique	13
1.5.2. Copilote	14
1.5.2.1. Formation aéronautique	15
1.5.3. Equipage de cabine	15
1.5.4. Contrôleur de la circulation aérienne A	15
1.5.5. Contrôleur de la circulation aérienne B	16
1.5.6. Contrôleur de la circulation aérienne C	16
1.5.7. Contrôleur de la circulation aérienne D	16
1.5.8. Contrôleur de la circulation aérienne E	16
<b>1.6. Renseignements sur l'aéronef</b>	<b>16</b>
1.6.1. Avion HB-III	16
1.6.1.1. Généralités	16
1.6.1.2. Réacteur No 1	17
1.6.1.3. Réacteur No 2	17
1.6.1.4. Avionique	17
1.6.2. Masse et centrage	18
1.6.3. Description du radar météorologique de l'avion HB-III	18
1.6.3.1. Introduction	18
1.6.3.2. Emetteur/récepteur	19
1.6.3.3. Antenne	19
1.6.3.4. Panneau de commande	20
1.6.3.5. Panneau de commande de l'EFIS	20

<b>1.7. Conditions météorologiques .....</b>	<b>21</b>
1.7.1. Situation générale.....	21
1.7.2. Conditions météorologiques au moment de l'accident dans la région d'Oyonnax/F.....	21
1.7.3. Phénomènes météorologiques dangereux.....	21
1.7.3.1. Orages.....	21
1.7.3.2. Dégâts dus à la grêle dans la région d'Oyonnax.....	21
1.7.3.3. Taille des grêlons à l'altitude de l'avion au moment de l'accident.....	22
1.7.4. Messages ATIS diffusés à Genève.....	22
1.7.5. Informations météorologiques, prévisions et avertissements.....	23
1.7.5.1. Observations météorologiques (METAR), aéroport de Genève.....	23
1.7.5.2. Prévisions d'aérodrome (TAF), aéroport de Genève.....	23
1.7.5.3. Renseignements météorologiques pouvant affecter la sécurité.....	23
1.7.5.4. Avis de décharges électriques fourni par le service météorologique de l'aéroport de Genève.....	24
1.7.6. Dossier de vol.....	24
1.7.7. Image radar.....	24
<b>1.8. Aides à la navigation .....</b>	<b>24</b>
<b>1.9. Télécommunications .....</b>	<b>25</b>
1.9.1. Organes de contrôle de la circulation aérienne concernés.....	25
1.9.1.1. Généralités.....	25
1.9.1.2. Organisation du Centre de Contrôle de Genève.....	25
1.9.1.3. Centre de Contrôle Terminal de Genève.....	26
1.9.2. Enregistrements des conversations.....	26
1.9.3. Systèmes de communication.....	26
<b>1.10. Renseignements sur l'aéroport .....</b>	<b>27</b>
1.10.1. Généralités.....	27
1.10.2. Équipements de la piste.....	27
1.10.3. Règlement d'exploitation.....	27
1.10.4. Service de sauvetage et service du feu.....	27
<b>1.11. Enregistreurs de bord .....</b>	<b>28</b>
1.11.1. Enregistreur numérique de données de vol (DFDR).....	28
1.11.1.1. Descriptif technique.....	28
1.11.2. Enregistreur de conversation de poste de pilotage (CVR).....	28
1.11.2.1. Descriptif technique.....	28
1.11.2.2. Etat et lecture de l'enregistreur.....	28
<b>1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact .....</b>	<b>28</b>
<b>1.13. Renseignements médicaux et pathologiques .....</b>	<b>28</b>
<b>1.14. Incendie .....</b>	<b>28</b>
<b>1.15. Questions relatives à la survie des occupants .....</b>	<b>29</b>
<b>1.16. Essais et recherches .....</b>	<b>29</b>
<b>1.17. Renseignements sur les organismes et la gestion.....</b>	<b>29</b>
1.17.1. Entreprise de transport aérien - EasyJet Switzerland.....	29
1.17.1.1. Généralités.....	29
1.17.1.2. Prescriptions opérationnelles.....	29

1.17.2	Société de prestations aéronautiques temporaires - PARC Aviation	30
1.17.2.1	Généralités	30
1.17.2.2	Procédure de sélection	31
1.17.3	Services de la navigation aérienne - Skyguide	31
1.17.3.1	Généralités	31
1.17.3.2	Secteur de Contrôle INI Nord	31
1.17.3.3	Secteur du Contrôle d'Approche	31
1.17.4	Service météorologique - MétéoSuisse	32
1.17.4.1	Généralités	32
1.17.4.2	Organisation du service météorologique aéronautique	32
1.17.4.3	Service de météorologie aéronautique de l'aéroport de Genève	32
1.17.5	Normes et recommandations de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale OACI	33
<b>1.18</b>	<b>Renseignements supplémentaires</b>	<b>37</b>
1.18.1	Départ normalisé aux instruments (SID) DIPIR 1A	37
1.18.2	Visualisation de cellules orageuses par un radar météorologique	38
1.18.2.1	Rétrodiffusion radar de la pluie et de la grêle	38
1.18.2.2	Radar météorologique de MeteoSuisse	40
1.18.2.3	Radars d'approche de l'aéroport de Genève	41
1.18.2.4	Radar embarqué Honeywell RDR-4B	42
1.18.3	Images radar météorologiques disponibles à l'ATC	45
1.18.3.1	Ecrans radars de MétéoSuisse dans les salles de l'ATC Genève	45
1.18.3.2	Informations météorologiques sur les écrans de contrôle IFREG ICWS	45
1.18.4	Procédures concernant l'utilisation du radar	46
1.18.4.1	Manuel d'exploitation du trafic aérien section 6 ( <i>air traffic management manual - ATM-M Sect 6 General radar procedures</i> )	46
1.18.4.2	Manuel d'exploitation du trafic aérien section 11 ( <i>air traffic management manual - ATM-M Sect 11 Flight information service</i> )	46
1.18.4.3	Procédures ATC lors de la présence de cumulonimbus (CB)	46
<b>2</b>	<b>Analyse</b>	<b>47</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspects météorologiques</b>	<b>47</b>
2.1.1	Conditions météorologiques du jour de l'accident	47
2.1.2	Situation météorologique dans la région de l'accident	47
2.1.3	Prestations des services météorologiques	47
<b>2.2</b>	<b>Aspects techniques</b>	<b>47</b>
2.2.1	Navigabilité	47
2.2.2	Equipements techniques au sol	48
<b>2.3</b>	<b>Aspects opérationnels</b>	<b>48</b>
2.3.1	Analyse de la visualisation de la cellule orageuse	48
2.3.1.1	Analyse du déroulement de l'accident	48
2.3.1.2	Analyse de la visualisation présentée par le radar embarqué	52
2.3.2	Règlements d'exploitation de la compagnie EasyJet	53

2.3.3	Equipage	de	conduite	53
2.3.3.1	Le commandant			53
2.3.3.2	Le copilote			53
2.3.3.3	Conduite du vol			54
2.3.4	Rôle de l'ATC			54
2.3.5	Emission de messages SIGMET			54
<b>3</b>	<b>Conclusions</b>			<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>Faits établis</b>			<b>55</b>
3.1.1	Aspects météorologiques			55
3.1.2	Aspects techniques			55
3.1.3	Equipage			55
3.1.4	Aspects opérationnels			55
<b>3.2</b>	<b>Cause</b>			<b>56</b>
<b>4</b>	<b>Recommandations de sécurité</b>			<b>57</b>
<b>4.1</b>	<b>Introduction</b>			<b>57</b>
<b>4.2</b>	<b>Recommandation de sécurité no 281 (anciennement no. 82)</b>			<b>57</b>
<b>4.3</b>	<b>Recommandation de sécurité no 282 (anciennement no. 83)</b>			<b>57</b>
<b>4.4</b>	<b>Prise de position OFAC (21.11.2003)</b>			<b>57</b>

## Rapport final

Exploitant	EasyJet Switzerland S.A., CH-1215 Genève 15
Propriétaire	Lift EJ UK, LLC 1100 North Market Street, US-19890 Wilmington DE
Type de l'aéronef	Boeing 737-33V
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-III
Lieu	Région d'Oyonnax/F En montée, en traversant le niveau de vol ( <i>flight level</i> ) FL 150
Date et heure	15 août 2003 vers 08:00 UTC

### Synopsis

#### Sommaire

Après le décollage sur la piste 23 de l'aéroport de Genève, l'équipage de conduite du Boeing 737-33V effectuant le vol EZS 903 à destination de Luton vire à droite conformément au départ normalisé aux instruments "DIPIR 1A"; il est autorisé à monter au niveau de vol FL 150, puis à FL 180. En passant le niveau de vol FL 85, il demande à suivre désormais le cap 310 afin d'éviter des cellules orageuses. Quelques minutes plus tard l'avion traverse une averse de grêle qui l'endommage gravement. Après avoir déclaré une situation de détresse "MAYDAY MAYDAY MAYDAY", l'équipage de conduite est autorisé à revenir à l'aéroport de Genève. L'atterrissage se déroule sans problème sur la piste 05 et l'appareil gagne ensuite sa place de stationnement. Aucun occupant n'est blessé et les passagers débarquent normalement.

#### Enquête

L'accident s'est déroulé vers 08:00 UTC et a été notifié aux environs de 09:00 UTC au Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA). L'enquête a été ouverte le jour même vers 12:00 UTC à l'aéroport de Genève, en collaboration avec les autorités de l'aéroport.

L'accident a été provoqué par l'incursion de l'avion dans une averse de grêle noyée dans une cellule orageuse, suite à une utilisation inadéquate des informations fournies par le radar météorologique embarqué.

Les facteurs suivants ont joué un rôle dans l'accident:

- lacunes dans le travail en équipage (CRM);
- aucune information météorologique spécifique concernant ce danger n'a été émise.

## 1 Renseignements de base

### 1.1 Déroulement du vol

#### 1.1.1 Préliminaires

##### 1.1.1.1 Avion

Vols effectués par l'avion HB-III pendant les 24 heures qui ont précédé l'accident:

Date	N° de vol	Départ de	à (UTC)	Arrivée à	à (UTC)
14.08.03	EZS 923	Genève	04:50	Nice (F)	05:31
14.08.03	EZS 924	Nice (F)	06:15	Genève	06:53
14.08.03	EZS 903	Genève	07:53	Luton (UK)	09:17
14.08.03	EZS 904	Luton (UK)	10:07	Genève	11:22
14.08.03	EZS 993	Genève	14:40	Paris Orly (F)	15:30
14.08.03	EZS 994	Paris Orly (F)	16:15	Genève	16:57
14.08.03	EZS 957	Genève	17:41	Amsterdam (NL)	18:49
14.08.03	EZS 958	Amsterdam (NL)	19:48	Genève	20:54
15.08.03	EZS 923	Genève	04:35	Nice (F)	05:30
15.08.03	EZS 924	Nice (F)	06:10	Genève	07:05

Aucune défectuosité significative n'est mentionnée dans le journal technique de bord (*aircraft technical log*).

##### 1.1.1.2 Equipage

Le 14 août 2003, le commandant et le copilote sont engagés ensemble à bord d'un autre appareil que l'avion accidenté, pour les rotations EasyJet au départ de Genève à destination de Amsterdam (NL) et de Londres Gatwick (UK). Ils prennent leur service à 03:25 UTC et décollent environ une heure plus tard pour Amsterdam. Après une escale d'une quarantaine de minutes, ils reviennent à Genève d'où ils repartent ensuite pour Londres Gatwick conformément à leur programme. Ils rentrent à Genève à 12:35 UTC et terminent à 13:05 UTC une période de service de vol de 9 heures et 40 minutes.

#### 1.1.2 Déroulement du vol

##### 1.1.2.1 Préparation du vol

Le jour de l'accident le commandant et le copilote doivent effectuer ensemble à bord du Boeing 737-33V immatriculé HB-III, les rotations EasyJet sous plan de vol IFR au départ de Genève à destination de Nice (F) et Londres Luton (UK). Selon les enregistrements de l'enregistreur de conversations de poste de pilotage (*cockpit voice recorder – CVR*), lors du vol retour de Nice (EZS 924) ils doivent éviter diverses cellules orageuses entre le FL 150 et l'altitude de 7000 ft pendant la phase d'approche vers Genève. Après l'atterrissage, l'appareil gagne la place de stationnement 44.

Une fois le débarquement des passagers réalisé, les cinq membres d'équipage commencent la préparation du prochain vol à destination de Luton. Un collaborateur de la compagnie EasyJet remet aux pilotes une enveloppe contenant diver-

ses informations, dont en particulier les dernières prévisions (TAF<sup>1</sup>) et observations (METAR<sup>2</sup>) météorologiques pour le vol suivant. L'équipage de conduite possède déjà les cartes météorologiques. Selon le commandant de bord, l'appareil HB-III se trouve stationné trop loin du bureau du service météorologique de Genève pour permettre de s'y rendre pendant le temps d'escale.

Pour le prochain vol prévu, le commandant est "pilote non en fonction" (*pilot not flying* - PNF) et a donc la tâche d'effectuer le contrôle extérieur de l'avion ainsi que d'en superviser l'avitaillement. La quantité minimale de carburant (*minimum block fuel*) nécessaire pour le vol à destination de Luton (UK) est de 6584 kg; l'équipage de conduite a fait le choix de partir avec 7000 kg de carburant (*actual block fuel*).

Peu avant le départ, 126 passagers embarquent dans l'appareil et 1547 kg de bagages sont chargés dans ses soutes.

#### 1.1.2.2 Vol EZS 903 au départ de Genève

L'avion desservant le vol EZS 903 décolle à 07:54 UTC de Genève à destination de Luton (UK) sur la piste 23 et suit initialement la route du départ normalisé aux instruments (*standard instrument departure* – SID) "DIPIR 1A". En tant que "pilote en fonction" (*pilot flying* - PF) c'est le copilote qui en assure la conduite.

Les réglages du radar météorologique embarqué ne sont pas enregistrés dans l'enregistreur numérique de données de vol (*digital flight data recorder* - DFDR). Les pilotes ont déclaré qu'avant le départ il était réglé sur *mode* WXR/TURB, *gain* AUTO et *tilt* +2°, *range* 20 NM ou 40 NM. Le dépouillement des données du DFDR révèle que la portée (*range*) de l'indicateur électronique de situation horizontale (*electronic horizontal situation indicator* – EHSI) de chacun des pilotes était sélectionnée à la valeur de 10 NM.

Après avoir passé l'altitude de 7000 ft en montée, l'avion amorce un virage à droite selon la route de départ assignée. Au début de cette manœuvre, le copilote sélectionne la portée de son EHSI sur 20 NM; il fait par la suite observer au commandant qu'il serait préférable de continuer tout droit. Celui-ci fait passer un peu plus tard la portée de son EHSI de 10 à 40 NM; il s'est souvenu d'avoir changé les paramètres de *tilt* et de *range*, sans pouvoir néanmoins en donner les valeurs exactes. Le pilote automatique est enclenché.

Six secondes après la remarque du copilote, le commandant demande l'autorisation au contrôle Départ de "maintenir" le cap 310: "*Topswiss... nine O three, may we maintain flight level three... one zero to avoid, please.*" Il lui est répondu: "*Heu... you mean... the heading? – Sorry? – You mean heading three one zero? – Yes, I would like to maintain heading three one zero for a while, for about... fifteen nautical miles.*" Cette déviation à la route de départ normalisé aux instruments est accordée et le vol est transféré sur la fréquence du secteur de contrôle radar INI NORD.

A 07:58:37 UTC l'équipage de conduite du vol EZS 903 est autorisé à monter au niveau de vol FL 180, au cap 310. Quelques secondes plus tard, le contrôle de la circulation aérienne (*air traffic control* - ATC) lui propose de faire route à sa convenance directement vers Dijon (DJL VOR). Le commandant répond qu'il compte procéder ainsi dans environ 10 NM. L'équipage a déclaré que durant cet-

---

<sup>1</sup> *terminal aerodrome forecast* – TAF

<sup>2</sup> *aviation routine weather report*, anciennement *meteorological aerodrome report* - METAR

te phase du vol, l'avion s'est trouvé alternativement en conditions météorologiques de vol aux instruments (*instrument meteorological conditions* – IMC) ainsi qu'en conditions météorologiques de vol à vue (*visual meteorological conditions* – VMC).

Selon les enregistrements du CVR, à 07:58:54 UTC le commandant est affairé à déterminer sur le système de gestion de vol (*flight management system* - FMS) le prochain cap qui lui permettra de tourner vers DJL, et fait passer la portée de son EHSI à la valeur de 80 NM. Ensuite, le bruit des échanges radiotéléphoniques ATC couvre et rend incompréhensibles les conversations dans le cockpit.

Entre 07:59:48 et 08:00:15 UTC les conversations enregistrées entre les deux pilotes sont incompréhensibles car elles sont à nouveau couvertes par des échanges radiotéléphoniques ATC.

Dans sa déposition, le copilote a déclaré qu'il volait à ce moment là au cap 310: "*Es hatte auch ein kleines Echo auf der linken Seite. Ich vermute, wir flogen mit einem Abstand von ca. 10 Meilen. Auf der rechten Seite war ziemlich klar der rote Bereich sichtbar.*" – Il y avait aussi un petit écho sur le côté gauche (de l'écran). Je suppose que nous volions avec une séparation d'environ 10 nautiques (des cellules orageuses). Sur le côté droit (de l'écran), la zone rouge était clairement visible.

A 08:00:20 UTC, l'enregistrement du CVR témoigne pendant environ 5 secondes du fracas provoqué par une averse de grêle s'abattant sur l'avion alors que celui-ci passe le niveau FL 154 en montée. Peu après, l'alarme parlée "*TOO LOW TERRAIN TERRAIN*" du système avertisseur de proximité du sol (*ground proximity warning system* – GPWS) s'active.

A 08:00:27 UTC le commandant dit "*I've control... I take control*" pour indiquer qu'il assure la conduite de l'appareil, et prend en charge les communications radiotéléphoniques. Le copilote acquiesce en répondant: "*your controls*". A 08:00:31 UTC l'avertisseur sonore de débrayage du pilote automatique retentit et reste audible pendant 38 secondes, jusqu'à ce que son bouton de débrayage rapide (*autopilot disengage switch*) ait été pressé une seconde fois pour confirmer l'avertissement. Les paramètres DFDR révèlent qu'à ce moment les auto manettes sont déclenchées.

Le commandant constate que le pare-brise côté copilote est fortement endommagé et déclare une situation de détresse au secteur de contrôle INI NORD à 08:00:33 UTC, par le message: "*MAYDAY MAYDAY MAYDAY*"; il demande dans la foulée de pouvoir revenir à Genève et annonce qu'il maintient le niveau de vol FL 160 et tourne au cap 270. La vitesse de l'avion approche la vitesse maximum d'utilisation (*maximum operating speed* – Vmo) et le copilote signale cette tendance par l'interjection: "*Speed*".

A 08:01:23 UTC, le commandant demande au copilote de mettre son masque à oxygène et les lunettes de protection. Dès cet instant, les communications internes deviennent plus difficiles à cause du bruit engendré par la respiration.

Le commandant signale à l'ATC qu'il a des problèmes avec les pare-brise et demande à descendre au niveau de vol minimal de sécurité; il est autorisé sans délai au niveau de vol FL 100 puis à l'altitude de 7000 ft. Le contrôleur l'informe qu'il ne voit aucun trafic conflictuel dans les environs.

A 08:02:56 UTC, le commandant demande au copilote d'exécuter la *check-list* relative aux dégâts des pare-brise (*non-normal check-list 030 – window damage*).

L'équipage de conduite est ensuite enjoint de voler au cap 090 puis transféré sur la fréquence 120.3 MHz du secteur Approche. Il ne collationne pas ce message et ne répond pas aux rappels consécutifs du secteur INI NORD.

L'équipage appelle sur la fréquence 121.3 MHz du secteur Départ DEP, c'est-à-dire une autre fréquence que celle qui lui a été attribuée. Le contrôleur DEP demande à l'équipage d'appeler le secteur Final FIN sur la fréquence 120.3 MHz.

Le contact est finalement établi entre le secteur FIN et l'équipage du vol EZS903.

Le copilote enlève son masque à oxygène et le commandant le prie alors de reprendre les communications radio.

Compte tenu de la position géographique de l'appareil en détresse à ce moment, le radariste du secteur Approche propose une approche directe pour la piste 05. L'équipage de conduite accepte l'option et est dès lors guidé pour l'interception du système d'atterrissage aux instruments (*instrument landing system* – ILS) 05. Pendant la phase d'interception, le contrôleur signale que le radiophare d'alignement de piste 05 (*localizer* – LLZ) semble être hors service; l'équipage de conduite répond qu'il a la piste en vue et est subséquemment autorisé à atterrir.

Environ trois minutes avant l'atterrissage, le commandant communique avec le personnel de cabine et indique qu'il prévoit un atterrissage normal.

A 08:14 UTC l'avion se pose puis gagne la position de stationnement 66 sous la surveillance du Service de Sécurité de l'Aéroport (SSA). Après l'arrêt des moteurs, les passagers débarquent normalement.

### 1.1.3 Autres vols au départ de Genève

#### 1.1.3.1 Vol EZS 995

A 07:58 UTC, 4 minutes après le départ de EZS 903, un Boeing 737 de la compagnie EasyJet Switzerland assurant le vol de ligne EZS 995 à destination de Paris-Orly a décollé en suivant le même départ normalisé aux instruments "DIPR 1A". A 08:01 UTC son équipage de conduite demande au contrôleur Départ l'autorisation de pouvoir virer à gauche au cap 290 pour éviter des formations nuageuses, puis 3 minutes plus tard il reprend sa navigation autonome vers le VOR DJL. Cet écart volontaire de la route initialement prévue a permis à l'appareil d'évoluer en dehors de la zone d'activité orageuse qui a affecté EZS 903.

Le commandant de bord a déclaré que cette trajectoire d'évitement avait été choisie en fonction de la situation météorologique visualisée par le radar météorologique embarqué.

#### 1.1.3.2 Vol VP-BKK

Après l'attente occasionnée par l'atterrissage imprévu sur la piste 05 de l'avion effectuant le vol EZS 903, un appareil Hawker Siddeley 125 immatriculé VP-BKK a décollé de la piste 23. Son équipage de conduite a été autorisé à destination de Bournemouth (GB) par le même départ normalisé aux instruments que EZS 903, sans toutefois que l'ATC ne lui signale les problèmes météorologiques que ce dernier venait de rencontrer. Le pilote a déclaré qu'au dessus du Jura son avion avait essuyé une forte averse de pluie ("*heavy rain*"); des dégâts au radôme, aux bords d'attaque et à l'empennage de l'appareil ont été constatés par le personnel d'entretien à l'arrivée à Bournemouth.

Le 20 août 2003, ses pilotes se sont plaints par écrit de ne pas avoir été informés par les services ATC de la situation météorologique particulière qui avait affecté EZS 903 alors qu'ils suivaient la même route de départ.

## 1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	---	---	---
Graves	---	---	---
Légères/Aucune	5	126	

## 1.3 Dommages à l'aéronef

La grêle a endommagé de nombreuses parties de l'avion, dont:

- les bords d'attaque des ailes, des empennages vertical et horizontal;
- le capotage des réacteurs;
- les volets et les becs de bord d'attaque des ailes;
- les pare-brise;
- le radôme;
- le revêtement du fuselage à la hauteur du cockpit;
- diverses antennes et phares.

(voir annexe 1).

## 1.4 Autres dommages

Néant.

## 1.5 Renseignements sur le personnel

### 1.5.1 Commandant

Données personnelles	Citoyen français, né en 1960
Temps de service d'équipage	Début du service le 14.08.03: 03:25 UTC
	Fin du service le 14.08.03: 13:05 UTC
	Période de service de vol le 14.08.03: 9:40 h
	Période de repos: 14:35 h
Licence	Début du service le 15.08.03: 03:40 UTC
	Fin du service le 15.08.03: 08:45 UTC
	Période de service de vol au moment de l'accident: 5:05 h
	Licence de pilote de ligne ATPL (A) délivrée par la DGAC de la France, valable jusqu'au 21.02.2007

Qualifications	Radiotéléphonie internationale RTI (VFR/IFR) Vol de nuit NIT (A) Vol aux instruments IR (A)
Qualifications à proroger	Avions monomoteur à pistons SE piston Avions multimoteurs à pistons ME piston Qualification de type pour Boeing B737 300-800 PIC obtenu le 01.02.2001 Instructeur de vol FI (A) Instructeur de vol aux instruments IRI (A) Instructeur de type d'avions TRI (A)
Qualifications de vol aux instruments	SE piston, CAT I, valable jusqu'au 30.06.2004 ME piston, CAT I, valable jusqu'au 30.06.2004 Boeing B737 300-800 PIC, CAT III, valable jusqu'au 31.10.2003
Dernier contrôle de compétence ( <i>proficiency check</i> )	09.10.2002
Dernier contrôle en ligne ( <i>line check</i> )	22.07.2003
Certificat médical d'aptitude	Classe 1, valable jusqu'au 30.09.2003; apte au vol, doit porter des lunettes
Dernier examen médical	03.03.2003
Expérience de vol	9742:00 h au total
sur avion à moteur	9742:00 h
comme commandant	9147:00 h
comme copilote	291:00 h
sur le modèle accidenté	989:00 h
au cours des 90 derniers jours	61:35 h
dont sur le modèle accidenté	61:35 h
la veille de l'accident	6:05 h
le jour de l'accident	2:25 h
Début de la formation aéronautique	1979

#### 1.5.1.1 Formation aéronautique

La formation aéronautique du commandant impliqué dans l'accident n'a été analysée que pour la période datant de son entrée en fonction dans la société PARC Aviation, spécialisée en placement de personnel aéronautique.

Selon les documents mis à disposition pour l'enquête, le commandant a contacté PARC Aviation pour la première fois le 8 février 2000 afin d'y être employé comme pilote. Le jour de l'accident, il comptait un total de 9742 heures de vol dont environ 150 avaient été réalisées comme copilote sur des avions de plus de 20 tonnes. Il a accumulé près de 1400 heures de vol sur des avions de type

Mc Donnell Douglas MD81, 82 et 83 ainsi que quelques 1100 heures sur Boeing 737-300 et -400.

A partir d'août 2003, EasyJet Switzerland a entrepris un programme de remplacement rapide de sa flotte de Boeing 737 par des avions de type Airbus A319. Pour palier au manque d'équipages de conduite occasionné par le départ de pilotes réguliers en stage de formation Airbus, l'entreprise a recouru temporairement entre autres au service du commandant de l'avion accidenté par l'intermédiaire de la société PARC Aviation.

Les compétences du commandant ont été vérifiées au cours de quatre sessions de simulateur de vol de quatre heures chacune, à Luton (UK) les 2, 3, 5 et 6 juillet 2003. A cette occasion, tous les éléments du programme "*Short Refresher Exercices 1-4*" prévus dans le manuel d'exploitation (*operation manual – OM Part DF*) d'EasyJet Switzerland ont été réalisés.

Le 4 juillet il a participé à un cours de gestion des ressources en équipage (*crew ressource management - CRM*<sup>3</sup>) puis a suivi deux cours au sein de la compagnie les 10 et 11 juillet en Suisse, concernant les aspects relatifs à la sécurité (*safety equipment & procedures - SEP*) et les performances de vol. Le 15 juillet 2003, il a commencé sa phase d'adaptation en ligne pour l'achever six jours plus tard après avoir effectué les 16 vols exigés conformément au programme qui figurait sur son dossier d'entraînement. L'élément qui apparaît de manière récurrente sur des rapports d'entraînement est un manque de rigueur quant au suivi des nouvelles procédures compagnies (*standard operating procedures – SOP*). Aucune remarque n'a été faite au sujet de l'utilisation du radar météorologique embarqué; la case "*WX radar use, interpretation*" du programme d'entraînement intitulé "*Line Flying Under Supervision Checklist – Aircraft Syllabus*" a été remplie et signée par un instructeur en ligne de la compagnie.

#### 1.5.2 Copilote

Données personnelles	Citoyen suisse, né en 1967
Temps de service d'équipage	Début du service le 14.08.03: 03:25 UTC
	Fin du service le 14.08.03: 13:05 UTC
	Période de service de vol le 14.08.03: 9:40 h
	Période de repos: 14:35 h
	Début du service le 15.08.03: 03:40 UTC
Licence	Fin du service le 15.08.03: 08:45 UTC
	Période de service de vol au moment de l'accident: 5:05 h
	Licence de pilote professionnel CPL (A)/JAR délivrée par l'OFAC, valable jusqu' au 21.07.2004

<sup>3</sup> CRM: formation visant à l'utilisation effective de toutes les ressources disponibles, c'est à dire de l'équipement, des procédures et des personnes, en vue d'assurer la sécurité et l'efficacité des vols.

Qualifications	Radiotéléphonie internationale RTI (VFR/IFR) Vol de nuit NIT (A) Vol aux instruments IR (A)
Qualifications à proroger	Qualification de type Boeing B737 300-900 COPI
Qualifications de vol aux instruments	Boeing B737 300-900 COPI, CAT III, valable jusqu'au 21.07.2004
Dernier contrôle de compétence ( <i>proficiency check</i> )	10.06.2003
Certificat médical d'aptitude	classe 1, valable jusqu' au 18.10.2003; apte au vol sans restriction
Dernier examen médical	07.10.2002
Expérience de vol	3779:10 h au total
sur avion à moteur	3779:10 h
sur le modèle accidenté	2377:25 h
au cours des 90 derniers jours	165:25 h
la veille de l'accident	6:05 h
le jour de l'accident	2:25 h
Début de la formation aéronautique	1989

#### 1.5.2.1 Formation aéronautique

Le copilote a commencé sa formation aéronautique aux USA en 1989. Il l'a ensuite poursuivie en Suisse et a obtenu la même année sa licence de pilote professionnel avec qualification de vol aux instruments.

En été 1995 il commença sa carrière aéronautique comme copilote employé dans une entreprise de vol à la demande à Zürich et vola pendant quatre ans sur des avions de type Cessna Citation et Dassault Falcon.

En 1997 il termina avec succès sa formation théorique de pilote de ligne. En novembre 1999, il réussit une sélection de pilote chez EasyJet Switzerland et fut qualifié en janvier 2000 sur Boeing 737.

#### 1.5.3 Equipage de cabine

Non concerné.

#### 1.5.4 Contrôleur de la circulation aérienne A

Fonction	Contrôleur régional radar INI Nord (INN) de 07:50 à 08:10 UTC
Données personnelles	Citoyen suisse, né en 1970
Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne délivrée par l'OFAC le 2 novembre 1995, renouvelée le 13 septembre 2002, valable jusqu'au 11 octobre 2003

1.5.5	Contrôleur de la circulation aérienne B	
	Fonctions	Contrôleur régional radar, coordonnateur INN C à partir de 07:30 UTC
	Données personnelles	Citoyen italien, né en 1972
	Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne délivrée par l'OFAC le 30 juin 2000, renouvelée le 9 juillet 2003, valable jusqu'au 20 juin 2004
1.5.6	Contrôleur de la circulation aérienne C	
	Fonction	Contrôleur régional radar INN à partir de 08:10 UTC
	Données personnelles	Citoyen canadien, né en 1962
	Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne délivrée par l'OFAC le 23 octobre 2001, renouvelée le 1 novembre 2002, valable jusqu'au 11 octobre 2003
1.5.7	Contrôleur de la circulation aérienne D	
	Fonction	Contrôleur d'approche radar secteur FINAL (FIN) à partir de 07:00 UTC
	Données personnelles	Citoyen suisse, né en 1972
	Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne délivrée par l'OFAC le 15 novembre 1996, renouvelée le 14 octobre 2002, valable jusqu'au 23 septembre 2003
1.5.8	Contrôleur de la circulation aérienne E	
	Fonction	Contrôleur d'approche radar secteur DEPART (DEP) à partir de 07:30 UTC
	Données personnelles	Citoyen suisse, né en 1971
	Licence	Licence de contrôleur de la circulation aérienne délivrée par l'OFAC le 2 novembre 1995, renouvelée le 14 octobre 2002, valable jusqu'au 27 septembre 2003
<b>1.6</b>	<b>Renseignements sur l'aéronef</b>	
1.6.1	Avion HB-III	
1.6.1.1	Généralités	
	Type de l'aéronef	Boeing 737-33V
	Constructeur	The Boeing Company
	Immatriculation	HB-III
	Numéro de série	29 338
	Année de construction	1999

	Propriétaire	Lift EJ UK, LLC 1100 North Market Street, US-19890 Wilmington DE
	Exploitant	EasyJet Switzerland S.A., CH-1215 Genève 15
	Certificat de navigabilité	FOCA 26 juillet 1999, IFR CAT 3A, B-RNAV (RNP 5)
	Certificat d'immatriculation	26.07.1999
	Heures de vol de la cellule	12 814
	Nombre de cycles de la cellule	11 165
	Réacteurs	2 CFM International CFM56-3CI (operated at A rating)
	Envergure	28.88 m
	Longueur	32.18 m
	Hauteur	11.13 m
	Surface alaire	105 m <sup>2</sup>
	Poussée par réacteur	20 000 lb
	Autonomie à pleine charge	2590 km
1.6.1.2	.Réacteur No 1	
	Numéro de série	860 151
	Durée d'utilisation depuis la fabrication [h:min]	12 495:37
	Nombre de cycles depuis la fabrication	10 902
	Durée d'utilisation sur HB-III [h:min]	10 618:15
	Nombre de cycles sur HB-III	9368
1.6.1.3	.Réacteur No 2	
	Numéro de série	860 152
	Durée d'utilisation depuis la fabrication [h:min]	12 688:01
	Nombre de cycles depuis la fabrication	11 059
	Durée d'utilisation sur HB-III [h:min]	8833:59
	Nombre de cycles sur HB-III	7790
1.6.1.4	Avionique	
	L'avion était équipé de l'avionique suivante:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• double système d'instruments de vol électronique (EFIS)</li> <li>• double système de gestion de vol (FMS)</li> <li>• double système de référence à inertie (IRS)</li> <li>• double système de navigation VHF</li> <li>• double dispositif de mesure de distance (DME)</li> <li>• double système radiogoniomètre automatique (ADF)</li> </ul>	

- double calculateur de données aérodynamiques (ADC)
- double radioaltimètre (RADALT)
- double système de communication VHF
- système de communication HF
- système audio intégré
- système d'intercommunication (INTERCOM)
- système de communication aux passagers (PA)
- système de radar météorologique.

### 1.6.2 Masse et centrage

Le devis de masse et centrage au départ de Genève était le suivant:

<i>Total traffic load</i>	10 568 kg	
<i>Dry operating mass</i>	33 317 kg	
<i>Zero fuel mass actual</i>	43 885 kg	max. 47 627 kg
<i>Actual block fuel</i>	7000 kg	
<i>Take off fuel</i>	6800 kg	
<i>Take off mass actual</i>	50 685 kg	max. 56 472 kg
<i>Trip fuel</i>	3600 kg	
<i>Landing mass actual</i>	47 085 kg	max. 40 142 kg
<i>Dry operating index</i>	42	
<i>Loaded index at zero fuel mass</i>	52,1	
<i>Loaded index at take off mass</i>	48,4	
<i>Stabilizer setting for take off</i>	4,3	<i>nose up</i>

La masse et le centre de gravité se situaient dans les limites admises.

### 1.6.3 Description du radar météorologique de l'avion HB-III

#### 1.6.3.1 Introduction

Le radar météorologique embarqué Honeywell RDR-4B permet, entre autres, de visualiser sur l'indicateur électronique de situation horizontale les zones de précipitations qui se trouvent de part et d'autre de la ligne de vol. En mode WX leurs intensités sont représentées par trois couleurs qui se détachent sur fond noir: rouge, jaune et vert pour les zones de précipitations respectivement fortes, moyennes et faibles.

En mode WX/TURB le système visualise en plus des précipitations normales, celles qui sont accompagnées de turbulences: lorsqu'il détecte une variation relative de vitesse longitudinale des précipitations supérieure ou égale à 5 m/s, il la représente en couleur magenta. Les zones de cette teinte sont représentatives de turbulences fortes.

Le mode MAP visualise le sol en fonction de sa réflectivité, toujours au moyen des couleurs rouge, jaune et vert. Il permet ainsi d'identifier les côtes, les régions vallonnées ou montagneuses, les villes ou autres grandes structures.

L'échelle de l'image radar est celle de la portée sélectionnée pour l'EHSI. La détection des turbulences est toutefois limitée automatiquement à la distance de 40 NM.

Le radar météorologique est constitué principalement de l'émetteur/récepteur, de l'antenne (commune à ces deux fonctions) située dans le nez de l'avion à l'intérieur d'un radôme, et du boîtier de commande. Sa fréquence élevée se situe dans la bande X (8 à 12 GHz) afin d'obtenir une réflectivité des particules d'eau optimale, de minimiser l'atténuation atmosphérique et de limiter les dimensions de l'antenne.

#### 1.6.3.2 Emetteur/récepteur

Dans la partie émettrice de l'émetteur/récepteur du radar, des impulsions à la fréquence nominale de 9345 MHz, de courte durée mais de très haute énergie, sont générées puis transmises vers l'antenne pour y être rayonnées. Seule une faible proportion de l'énergie émise est réfléchie par les gouttes d'eau puis captée par l'antenne, pour être ensuite acheminée vers le récepteur puis vers le processeur vidéo. Celui-ci traite ces signaux de manière à pouvoir les représenter sur le EHSI. La distance et la direction des zones de précipitations sont déterminées par la durée du trajet aller-retour de l'onde électromagnétique et par la direction instantanée de l'antenne.

La partie réceptrice de l'émetteur/récepteur compense la faiblesse des signaux réfléchis par les cibles éloignées à l'aide d'un réglage automatique de sensibilité.

#### 1.6.3.3 Antenne

Contrairement aux antennes paraboliques traditionnelles, celle qui équipe l'avion HB-III est de type plane (*flat-plate phased array*). La caractéristique conique du faisceau radar émis (*pencil beam*) y est élaborée au moyen d'un arrangement spécifique de petits dipôles placés sur la surface; la largeur du faisceau est de 3.3°.

Le balayage radar en azimut sur la ligne de vol s'effectue par oscillations de l'antenne autour de l'axe vertical stabilisé indépendamment de l'assiette de l'avion.

La stabilisation de l'antenne est asservie par les IRS (*inertial reference system*) et est limitée à  $\pm 25^\circ$  en tangage (*pitch*) et  $\pm 40^\circ$  en roulis (*roll*). Le plan du balayage par rapport à l'horizon ( $\pm 15^\circ$ ) est ajustable par le bouton *tilt* situé sur le panneau de commande.

## 1.6.3.4 .Panneau de commande

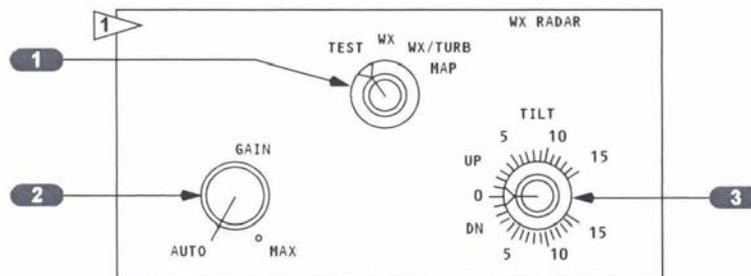


Fig. 1

Il n'y a qu'un panneau de commande du radar météorologique. Il est situé à l'avant de la console centrale et comprend trois boutons de réglage dont les fonctions sont les suivantes:

(1) Bouton **Mode Selector** à quatre positions:

- TEST - l'émetteur du radar est enclenché un court instant afin de vérifier le fonctionnement du système; une image test s'affiche sur l'EHSI avec ensuite une confirmation du test si celui-ci est concluant.
- WX – visualise les précipitations détectées.
- WX/TURB - visualise les précipitations et les précipitations accompagnées de turbulences; la détection des turbulences est limitée automatiquement à la distance de 40 NM.
- MAP - visualise le sol en fonction de sa réflectivité.

Le mode sélectionné est affiché dans l'angle supérieur droit de l'EHSI.

(2) Bouton **GAIN control**: permet de régler l'amplification du signal reçu. En position AUTO ce réglage s'effectue automatiquement.

(3) Bouton **Tilt control**: permet de régler le plan du balayage verticalement par rapport à l'horizon ( $\pm 15^\circ$ ).

## 1.6.3.5 .Panneau de commande de l'EFIS

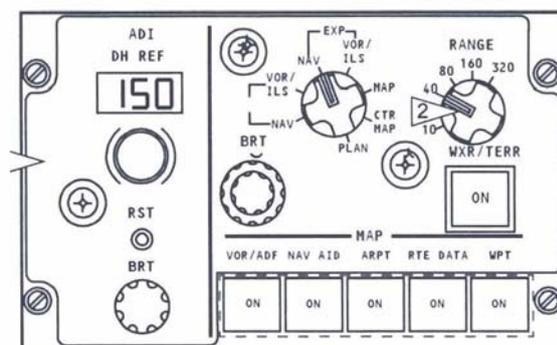


Fig. 2

Chaque pilote dispose d'un panneau de commande du système d'instruments de vol électroniques EFIS qui se trouve sur la console centrale.

Le bouton **RANGE** permet de sélectionner la portée de l'EHSI et donc celle de la visualisation du radar météorologique. Les options 10, 20, 40, 80, 160 et 320 NM sont possibles. Chacun des pilotes peut indépendamment choisir une portée pour son indicateur électronique de situation horizontale.

La visualisation du radar météorologique est enclenchée à l'aide du bouton poussoir **WXR/TERR** et est disponible pour les positions EXP VOR/ILS, MAP, CTR MAP et NAV du sélecteur **RANGE**.

## 1.7 Conditions météorologiques

### 1.7.1 Situation générale

Une situation de marais barométrique règne sur l'Europe centrale. De l'air humide et instable en provenance de l'ouest se dirige en direction de la Suisse. Un front froid se déplace lentement de l'Allemagne en direction des Alpes et se trouve au matin dans la région Nord des Alpes. Ces masses d'air froid qui se dirigent vers le sud provoquent une augmentation de l'instabilité des masses d'air chaud et humide. Par conséquent, de violents orages se développent déjà le matin.

### 1.7.2 Conditions météorologiques au moment de l'accident dans la région d'Oyonnax/F

Selon les observations météorologiques de l'aéroport de Genève, d'Ambérieu et de Mâcon ainsi que des images radar et satellites, les conditions météorologiques suivantes régnaient dans la région de l'accident:

- couverture nuageuse:
  - 4-6 huitièmes, base à environ 10 000 ft AMSL
  - 2-4 huitièmes cumulonimbus, base entre 6000-7000 ft AMSL, limite supérieure à environ 40 000 ft AMSL
  - Cirrus
- temps: orages très localisés avec de violentes précipitations (grêle)
- vent et température à 10 000 ft AMSL: 260 degrés, 20 kt, + 05 °C
- vent et température à 14 000 ft AMSL: 260 degrés, 25 kt, - 04 °C
- vent et température à 18 000 ft AMSL: 260 degrés, 30 kt, - 13 °C

### 1.7.3 Phénomènes météorologiques dangereux

#### 1.7.3.1 Orages

Selon le radiosondage de Payerne enregistré à 00:00 UTC, une masse d'air extrêmement instable se trouve dans l'espace considéré. Dans les foyers orageux, de très fortes ascendances favorisent la formation de gros grêlons.

Sur l'image radar de MétéoSuisse, dans la région d'Oyonnax, apparaît une cellule orageuse de la plus haute intensité, indiquant la probabilité de fortes chutes de grêle.

#### 1.7.3.2 Dégâts dus à la grêle dans la région d'Oyonnax

Résumé d'un article paru dans le journal régional du Département de l'Ain:

Au moment de l'accident, des orages extrêmement violents accompagnés de chutes de grêles ont été observés en plusieurs endroits. Des dégâts importants ont été rapportés dans les villages de Condes, Dortan, Vescles et Arbent. Selon les témoins oculaires, les grêlons atteignaient la taille d'une balle de ping-pong (40 mm), certains avaient même un diamètre de 50 mm. Un pêcheur, qui se trouvait sur le lac, a subi des blessures à la tête qui ont nécessité des soins. Un cygne a même été tué sur ce lac. Un train a déraillé en raison de chutes d'arbres

sur la voie. Par endroits, les routes étaient recouvertes d'une couche de grêlons qui pouvait atteindre jusqu'à 20 centimètres.

#### 1.7.3.3 Taille des grêlons à l'altitude de l'avion au moment de l'accident

La limite du zéro degré Celsius dans la région de l'accident se trouvait à l'altitude de 3500 - 4000 m (11 500 – 13 000 ft). Les localités de la région d'Oyonnax touchées par le phénomène se situent entre 540 et 600 mètres d'altitude. Les grêlons ont traversé une couche d'une épaisseur de plus de 3000 mètres, dans laquelle règne une température supérieure à 0° Celsius. Durant la traversée de cette couche, les grêlons ont légèrement fondu.

Dans les localités touchées, les plus gros grêlons avaient un diamètre compris entre 40 et 50 millimètres. A l'altitude de l'avion, leur taille devait dépasser 50 millimètres.

#### 1.7.4 Messages ATIS diffusés à Genève

Le contenu du message *AUTOMATIC TERMINAL INFORMATION SERVICE (ATIS)* diffusé de 07h20 à 07h38 était le suivant:

*"THIS IS GENEVA INFORMATION X-RAY*

*RUNWAY IN USE TWO THREE GRASS RUNWAY IN OPERATION FOR VFR TRAFFIC MET REPORT GENEVA ZERO SEVEN TWO ZERO VARIABLE THREE KNOTS VISIBILITY ONE ZERO KILOMETRES VICINITY SHOWERS FEW CB SEVEN THOUSAND FEET BROKEN NINER THOUSAND FEET BROKEN TWO ZERO THOUSAND FEET TEMPERATURE TWO ZERO DEW POINT ONE SIX QNH ONE ZERO ONE EIGHT QFE NINER SIX NINER NOSIG*

*TRANSITION LEVEL EIGHT ZERO*

*AIRMET ONE VALID BETWEEN ZERO SIX FOUR ZERO AND ZERO EIGHT FOUR ZERO SWITZERLAND FIR/UIR LINE OF THUNDERSTORM OBSERVED NORTH OF ALPS LINE BERN SAINT-GALLEN-ALTENRHEIN MOVING EAST SOUTH EAST NO CHANGE*

*GENEVA INFORMATION X-RAY"*

Le contenu du message ATIS diffusé de 07h38 à 07h50 était le suivant:

*"THIS IS GENEVA INFORMATION YANKEE*

*RUNWAY IN USE TWO THREE GRASS RUNWAY IN OPERATION FOR VFR TRAFFIC MET REPORT GENEVA ZERO SEVEN TWO ZERO VARIABLE THREE KNOTS VISIBILITY ONE ZERO KILOMETRES VICINITY SHOWERS FEW CB SEVEN THOUSAND FEET BROKEN NINER THOUSAND FEET BROKEN TWO ZERO THOUSAND FEET TEMPERATURE TWO ZERO DEW POINT ONE SIX QNH ONE ZERO ONE EIGHT QFE NINER SIX NINER NOSIG*

*TRANSITION LEVEL EIGHT ZERO SPEED LIMITATION ACTIVE*

*AIRMET ONE VALID BETWEEN ZERO SIX FOUR ZERO AND ZERO EIGHT FOUR ZERO SWITZERLAND FIR/UIR LINE OF THUNDERSTORM OBSERVED NORTH OF ALPS LINE BERN SAINT-GALLEN-ALTENRHEIN MOVING EAST SOUTH EAST NO CHANGE*

*GENEVA INFORMATION YANKEE"*

Le contenu du message ATIS diffusé de 07h50 à 08h20 était le suivant:

*"THIS IS GENEVA INFORMATION ZULU*

*RUNWAY IN USE TWO THREE GRASS RUNWAY IN OPERATION FOR VFR TRAF-  
FIC*

*MET REPORT GENEVA ZERO SEVEN FIVE ZERO VARIABLE THREE KNOTS VISI-  
BILITY ONE ZERO KILOMETRES FEW FOUR THOUSAND FEET SCATTERED NIN-  
ER THOUSAND FEET BROKEN TWO ZERO THOUSAND FEET TEMPERATURE TWO  
ZERO DEW POINT ONE SEVEN QNH ONE ZERO ONE SEVEN QFE NINER SIX  
EIGHT NOSIG*

*TRANSITION LEVEL EIGHT ZERO SPEED LIMITATION ACTIVE*

*AIRMET ONE VALID BETWEEN ZERO SIX FOUR ZERO AND ZERO EIGHT FOUR  
ZERO SWITZERLAND FIR/UIR LINE OF THUNDERSTORM OBSERVED NORTH OF  
ALPS LINE BERN SAINT-GALLEN-ALTENRHEIN MOVING EAST SOUTH EAST NO  
CHANGE*

*GENEVA INFORMATION ZULU"*

1.7.5 Informations météorologiques, prévisions et avertissements

1.7.5.1 Observations météorologiques (METAR), aéroport de Genève

*150720Z VRB03KT 9999 VCSH FEW070CB BKN090 BKN200 20/16 Q1018 NOSIG*

*150750Z VRB03KT 9999 FEW040 SCT090 BKN200 20/17 Q1017 NOSIG*

*150820Z VRB03KT 9999 -SHRA FEW030 FEW060CB BKN100 20/17 Q1017 TEM-  
PO 30010G20KT TSRA*

1.7.5.2 Prévisions d'aérodrome (TAF), aéroport de Genève

*150300Z 150413 25007KT 9999 FEW050 SCT100 BKN200 PROB30 TEMPO 0413  
8000 SHRA FEW050CB BKN050 PROB30 TEMPO 0413VRB15G30KT 5000 TSRA  
SCT020 BKN040CB=*

*150600Z 150716 25007KT 9999 SCT060 BKN100 PROB40 TEMPO 0716 8000  
SHRA SCT060CB BKN080 PROB30 TEMPO 0716 VRB15G30KT 5000 TSRA  
SCT050CB BKN070=*

1.7.5.3 Renseignements météorologiques pouvant affecter la sécurité

*AIRMET 1 VALID BTN 0640 AND 0840*

*SWITZERLAND FIR UIR LINE OF TS OBS N OF ALPS LINE LSZB LSZR MOV ESE  
NC=*

*LFFF SIGMET SST 1 VALID 150300/150500 LFPW-*

*UIR FRANCE ISOL CB OBS/FCST BLW FL340 E OF 03E N OF 45N AND S OF 50N  
MOV E 10 KT NC=*

*LFFF SIGMET SST 2 VALID 150500/150700 LFPW-*

*UIR FRANCE ISOL LOC OCNL CB OBS/FCST BLW FL380 E OF 05E N OF 44N AND  
S OF 50N MOV E 10 KT NC=*

1.7.5.4 Avis de décharges électriques fourni par le service météorologique de l'aéroport de Genève

15 août 2003, 03:25 UTC:

*Avis de décharges électriques<sup>4</sup> liées à des orages dans la région de l'aéroport de Genève. Orages étendus.*

*Commentaire/remarque: Prolongement d'avis. Une ligne d'orages sur un axe Bellegarde-Ambérieu se décale vers l'est.*

15 août 2003, 08:10 UTC:

*Avis de décharges électriques liées à des orages dans la région de l'aéroport de Genève. Orages isolés.*

*Commentaire/remarque: Large écho d'orages sur la Valserine se décalant vers l'est.*

1.7.6 Dossier de vol

Dossier de vol, fourni par le service météorologique de l'aéroport de Nice:

*TEMSI ENTRE SFC ET FL450, VALABLE POUR LE 15/08/2003 A 06 UTC:*

Données figurant sur la carte pour la région de l'accident: *SCT-BKN LZR, BASE 020-080, TOP 070-300, LOC RAIN* (voir annexe 2)

1.7.7 Image radar

Sur l'image radar de la station de La Dôle (MétéoSuisse) l'activité orageuse dans la région d'Oyonnax apparaît avec la plus haute intensité (voir annexe 3).

Les enregistrements à la source des données radar ATC présentent la même situation (voir annexe 4).

Les images du radar de MétéoSuisse étaient à disposition des équipages dans le bureau du service météorologique de Genève.

## 1.8 Aides à la navigation

Les aides à la navigation aérienne utilisées sont le DVOR/DME Geneva (GVA) et le DVOR/DME Passeiry (PAS). Il s'agit dans les deux cas de radiophares omnidirectionnels à effet Doppler. Tous deux sont également équipés d'un dispositif de mesure de distance (DME).

Aide à la navigation aérienne	DVOR/DME GVA
Position géographique	46° 15' 14,10" N, 006° 07' 55,98" E
Altitude	1377 ft AMSL
Zone de couverture opérationnelle spécifiée ( <i>designated operational coverage area - DOC</i> )	80 NM/50 000 ft
Fréquence	DVOR 114.60 MHz (au moment de l'accident), DME canal 93X
Durée d'exploitation	24h/24

<sup>4</sup> Ces avis de décharges électriques sont émis principalement pour prévenir le personnel travaillant dans le périmètre de l'aéroport.

Aide à la navigation aérienne	DVOR/DME PAS
Position géographique	46° 09' 49,3" N, 005° 59' 59,7" E
Altitude	1415 ft AMSL
Zone de couverture opérationnelle spécifiée	80NM/50 000 ft
Fréquence	DVOR 116.60 MHz, DME canal 113X
Durée d'exploitation	24h/24
Aide à la navigation aérienne	ILS05 LLZ CAT I
Position géographique	46° 15' 05,27" N, 006° 07' 43,05" E
Fréquence	110.90 MHz ID INE
Remarque	Le 15 août 2003 entre 08:09:00 UTC et 09:40:00 UTC, il y a eu une panne du <i>localizer</i> 05 et l'ILS était donc hors service. L'atténuateur d'entrée du moniteur était défectueux.

## 1.9 Télécommunications

### 1.9.1 Organes de contrôle de la circulation aérienne concernés

#### 1.9.1.1 Généralités

Organe ATC	Code	Fréquence
Swiss Radar INI Nord	INN	134.025 MHz
Geneva Departure	DEP	121.300 MHz
Geneva FINAL	FIN	120.300 MHz
Geneva Tower	TWR	118.700 MHz

Lors de l'accident, la fréquence Swiss Radar INI Nord (134.025 MHz) était couplée avec la fréquence INI EST (128.900 MHz).

#### 1.9.1.2 Organisation du Centre de Contrôle de Genève

La zone de responsabilité de GENEVE ATC (AoR= *area of responsibility GENEVA*) est divisée en deux unités ATC logiques:

- UPPER AREA CONTROL CENTER (UAC) SWITZERLAND / WEST
- CENTRE DE CONTROLE TERMINAL GENEVE (TCG)

L'UAC SWITZERLAND est chargée de la fourniture des services ATS dans l'UIR SWITZERLAND au-dessus du FL 295.

La fourniture des services ATS pour la zone du TCG et la zone de l'UAC SWITZERLAND / WEST est effectuée par une unité opérationnelle, dénommée GENEVE ATC.

L'unité TCG est chargée de la fourniture des services ATS dans les limites de la zone définie dans l'AIP Suisse (partie ENR 2) jusqu'au FL295.

Quatre unités de contrôle effectuent le contrôle de la circulation aérienne.

Chaque unité se subdivise en secteurs selon la répartition suivante:

UNITE I	T: "TERMINAL"	SECTEUR INI NORD	Jusqu'au FL 264
		SECTEUR INI EST	Jusqu'au FL 264
		SECTEUR INI SUD	Jusqu'au FL 264
UNITE II	E: "EN ROUTE"	MOLUS 3	FL 265 à FL 314
		MILPA 3	FL 265 à FL 314
UNITE III	E: "EN ROUTE"	MOLUS 4	FL 315 à FL 354
		MILPA 4	FL 315 à FL 354
UNITE IV	U: "UPPER"	MOLUS 5	FL 355 à FL 620
		MILPA 5	FL 355 à FL 620

Physiquement, les secteurs INI Nord, Est et Sud se trouvent à la première unité du TCG, placée dans la partie Nord du Centre de Contrôle de Genève. INI Nord occupe les positions gauches, INI Sud les positions centrales et INI Est les positions droites dans l'unité.

#### 1.9.1.3 Centre de Contrôle Terminal de Genève

L'unité TCG: Tour de Contrôle (TWR) / Approche Intermédiaire (INT) / Approche initiale (INI) assure, en permanence (H24) les tâches qui lui sont dévolues, quel que soit l'état opérationnel de l'aéroport.

L'organe de contrôle INT comprend 3 fonctions (DEP, APC, ARR).

Ces fonctions se répartissent sur 5 postes de travail (DPC, DEP, APC, PRE, FIN), selon les périodes de la journée.

Lorsqu'un poste de travail n'est pas occupé, ses tâches se répartissent entre les titulaires des autres postes de travail selon la charge de travail du moment.

Le titulaire de chaque poste exécute les tâches qui lui sont attribuées selon la réglementation publiée et au moyen des instruments qui sont mis à sa disposition.

Le superviseur de l'Approche est le contrôleur le plus expérimenté présent dans les rotations du service INT. Ses tâches sont déléguées par le superviseur TWR (STR), celui-ci exerçant son activité dans le bâtiment de la Tour de Contrôle.

#### 1.9.2 Enregistrements des conversations

Les données suivantes de TWR – APP – ACC sont enregistrées en permanence au moyen d'un système d'enregistrement numérique et sont sauvegardées sur bande magnétique audionumérique au format DDS:

- tous les canaux radio VHF utilisés; en outre un appareil enregistreur est installé dans les secteurs APP, ADC et INI pour des enregistrements de courte durée;
- toutes les liaisons câblées entre les postes de travail;
- toutes les conversations téléphoniques effectuées aux postes de travail;
- liaisons radiotéléphoniques avec la police et les services de sauvetage.

Dans la salle des radars et dans la vigie, les conversations d'ambiance ne sont pas enregistrées.

#### 1.9.3 Systèmes de communication

Au moment de l'accident, les enregistrements TWR, APP et INI ainsi que le registre du système de gestion (SYMA) ne font état d'aucune panne ou défaut des systèmes de communication ATC. Il en va de même pour toutes les liaisons in-

ternes (intercom, téléphone) au sein du service de contrôle de la circulation aérienne.

## 1.10 Renseignements sur l'aéroport

### 1.10.1 Généralités

L'aéroport de Genève est situé à l'extrémité ouest de la Suisse. En 2002, le service de la navigation aérienne – Skyguide – a géré un volume de trafic de 143 470 approches et décollages effectués selon les règles de vol aux instruments (IFR).

### 1.10.2 Équipements de la piste

Les données concernant la piste de l'aéroport international de Genève sont les suivantes:

Une seule piste 23/05, 3900 x 50 m, altitude de référence 1411 ft AMSL, position géographique 46°14'17"N, 006°06'32"E.

ILS23-LLZ CATIII / ILS05-LLZ CATI.

Piste 23 *take off run available* - TORA 3900 m / *landing distance available* - LDA 3900 m

Piste 05 TORA 3900 m / LDA 3570 m

### 1.10.3 Règlement d'exploitation

Choix de la piste en service:

Piste 23: par vent calme ou du SW

Piste 05: par vent prédominant du NE

Des dérogations sont autorisées pour les raisons suivantes:

- mesures de sécurité;
- mesures de fluidité;
- mesures antibruit;
- conditions météorologiques particulières (orages).

La TWR peut autoriser des mouvements sur la piste opposée à la piste en service, pour autant qu'une telle trajectoire permette de réduire le temps de vol et les nuisances.

### 1.10.4 Service de sauvetage et service du feu

L'aéroport de Genève est équipé de moyens de lutte contre l'incendie catégorie 9 selon l'annexe 14 de l'OACI. Le corps des sapeurs-pompiers professionnels de l'aéroport est de service 24 heures sur 24. En cas d'accident, les forces d'intervention peuvent rester en contact permanent avec la tour de contrôle et avec la police grâce à la centrale d'alarme et à un équipement de télécommunication approprié.

Une section sanitaire est intégrée au service du feu et de sauvetage; elle est dotée de véhicules et de personnel qualifié et est également de service 24 heures sur 24. La section sanitaire dispose d'un poste médical avancé. Elle est raccordée en permanence à la centrale Urgence Santé 144.

L'ensemble du plan d'urgence de l'Aéroport International de Genève est intégré au dispositif cantonal OSIRIS (organisation de l'intervention dans des situations exceptionnelles).

## **1.11 Enregistreurs de bord**

### **1.11.1 Enregistreur numérique de données de vol (DFDR)**

#### **1.11.1.1 Descriptif technique**

Le système d'enregistrement de bord comprend un module d'acquisition des paramètres de vol (*digital flight data acquisition unit* - DFDAU), un enregistreur numérique de données de vol à mémoire statique (*solid state flight data recorder* - SSFDR) et un accéléromètre tri axial.

Le DFDAU est programmé pour acquérir les données des divers systèmes et capteurs de l'avion suivant un ordre prédéfini, pour les transmettre ensuite au SSFDR. Toutes les données, quelles soient analogiques ou numériques, sont converties dans un format uniforme par ce module, puis enregistrées numériquement dans le SSFDR selon une séquence prédéfinie.

Parmi les paramètres enregistrés figurent les types de visualisation ainsi que les portées sélectionnées sur les EHSI (voir annexe 5).

### **1.11.2 Enregistreur de conversation de poste de pilotage (CVR)**

#### **1.11.2.1 Descriptif technique**

Les signaux audio envoyés et reçus par l'intermédiaire des appareils VHF ainsi que les conversations intercom dans le poste de pilotage sont enregistrés automatiquement par le *cockpit voice recorder* (CVR). Par ailleurs, un microphone d'ambiance (*cockpit area microphone* - CAM) capte les voix et les bruits dans le poste de pilotage.

L'avion HB-III était équipé d'un enregistreur à mémoire statique (*solid state cockpit voice recorder* - SSCVR).

#### **1.11.2.2 Etat et lecture de l'enregistreur**

L'enregistreur était en parfait état; les enregistrements ont pu être exploités dans leur totalité.

## **1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact**

Sans objet.

## **1.13 Renseignements médicaux et pathologiques**

Sans objet.

## **1.14 Incendie**

Aucun incendie ne s'est déclaré.

## 1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Les dégâts subis par l'appareil ont été importants mais non irrémédiables. Les pare-brise ont été fendus mais pas brisés, le fonctionnement des réacteurs n'a pas été altéré et les surfaces portantes ainsi que les gouvernes n'ont pas été touchées au point d'en affecter le contrôle de l'avion.

## 1.16 Essais et recherches

Sans objet.

## 1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

### 1.17.1 Entreprise de transport aérien - EasyJet Switzerland

#### 1.17.1.1 Généralités

EasyJet Switzerland fait partie du groupe EasyJet, avéré comme un des premiers transporteurs *low-cost carrier* d'Europe. Le premier décollage d'un avion EasyJet a eu lieu au mois de novembre 1995 et depuis, la société a connu une croissance qui l'a menée aujourd'hui à l'exploitation d'un réseau constitué de plus de 150 lignes aérienne reliant une quarantaine de destinations européennes (état au mois d'octobre 2003).

Le développement de la société a été en partie réalisé grâce à l'acquisition de compagnies aériennes européennes, à l'instar de la compagnie charter bâloise TEA Basel AG absorbée par la société EasyJet en 1999, pour devenir le 1<sup>er</sup> avril 1999 la société suisse EasyJet Switzerland S.A. basée à Genève. Celle-ci a bénéficié de l'autorisation délivrée par l'OFAC d'opérer selon JAR-OPS 1 et a mis à profit l'opération existante des 5 Boeing 737 de TEA. A partir du mois d'août 2003, ces appareils ont été en un court laps de temps remplacés par des Airbus A319.

#### 1.17.1.2 Prescriptions opérationnelles

Prescriptions concernant l'opération dans des conditions météorologiques difficiles et présentant un danger potentiel.

Les règles d'exploitation aérienne sont définies dans le manuel d'exploitation *OM Part A* de EasyJet Switzerland. Au moment de l'accident, les prescriptions suivantes étaient entre autres applicables:

#### ***"Chapter 8.3.8 ADVERSE AND POTENTIALLY HAZARDOUS ATMOSPHERIC CONDITIONS***

(...)

#### ***Air Traffic Control Considerations:***

*A Pilot intending to detour round observed weather when in receipt of an Air Traffic Service which involved ATC responsibility for separation, should obtain clearance from or notify ATC so that separation from other aircraft can be maintained. If for any reason the Pilot is unable to contact ATC to inform about his intended action, any manoeuvre should be limited to the extent necessary to avoid immediate danger and ATC must be informed as soon as possible;*

- *Take-off and Landing*

- *The take-off, initial climb, final approach and landing phases of flight in the vicinity of thunderstorms may present the Pilot with additional prob-*

lems because of the aircraft's proximity to the ground and the maintenance of a safe flight path in these phases can be very difficult

- Do not take-off if a thunderstorm is overhead or approaching;
- At destination hold clear if a thunderstorm is overhead or approaching. Divert if necessary;
- Avoid severe thunderstorms even at the cost of diversion or an intermediate landing. If avoidance is impossible, the procedures recommended in these paragraphs should be followed;

#### **Use of Weather radar – Guidance to Pilots**

Flight Altitude (ftx1000)	Echo Characteristics			
	Shape	Intensity	Gradient of intensity*	Rate of change
0-20	Avoid by 10 miles echoes with hooks fingers, scalloped edges or other protrusions	Avoid by 5 miles echoes with sharp edges or strong intensities	Avoid by 5 miles echoes with strong gradients of intensity	Avoid by 10 miles echoes showing rapid change of shape, height or intensity
20-25	Avoid all echoes by 10 miles			
25-30	Avoid all echoes by 15 miles			
ABOVE 30	Avoid all echoes by 20 miles			

Applicable to sets with Iso-Echo or a colour display. Iso-Echo produces a hole in a strong echo when the returned signal is above pre-set value. Where the return around a hole is narrow, there is a strong gradient of intensity.

#### **NOTE:**

- 1 Storm clouds have to be overflowed, always maintain at least 5000 ft vertical separation from cloud tops. It is difficult to estimate this separation but ATC or MET information on the altitude of the tops may be available for guidance.
- 2 The aircraft is not equipped with radar or it is inoperative, avoid by 10 miles any storm that by visual inspection is tall, growing rapidly or has an anvil top.
- 3 Intermittently monitor long ranges on radar to avoid getting into situations where no alternative remains but the penetration of hazardous areas.
- 4 Avoid flying under a cumulo-nimbus overhang. If such flight cannot be avoided tilt antenna full up occasionally to determine, if possible, whether precipitation (which may be hail) exists or is falling from the overhang.

(...)"

1.17.2 Société de prestations aéronautiques temporaires - PARC Aviation

1.17.2.1 Généralités

La société PARC Aviation dont le siège se trouve à Dublin est une division du PARC Group, spécialisé depuis 1975 dans le placement de personnel qualifié dans divers domaines d'activité professionnels. Elle est divisé en quatre secteurs: *flight crew, training, maintenance* et *consultancy*.

Durant l'été 2003 EasyJet Switzerland a eu recours aux services de cette société pour employer temporairement des pilotes dans le cadre du programme de remplacement de sa flotte de Boeing 737 par des Airbus A319. Le commandant de l'avion accidenté était l'un des pilotes engagés à cette occasion pour palier au manque d'équipages de conduite occasionné par le départ de pilotes réguliers en stage de formation sur le nouveau type d'appareil.

#### 1.17.2.2 Procédure de sélection

PARC Aviation emploie des pilotes retraités et des pilotes en congé temporaire de compagnies aériennes ainsi que des pilotes expérimentés venant de sociétés tombées en cessation d'activité.

Une candidature y est prise en considération si elle comprend au minimum un curriculum vitae joint des documents attestant d'une expérience professionnelle déjà d'un certain niveau, accompagné des références d'au moins deux employeurs antérieurs. Elle est ensuite examinée et évaluée par des spécialistes qui peuvent demander des clarifications ou informations complémentaires au candidat ainsi qu'aux références professionnelles mentionnées.

Lorsqu'une compagnie aérienne fait appel aux services de PARC Aviation, il lui est transmis un ou plusieurs dossiers de pilotes répondant aux exigences du poste ou des postes à pourvoir; elle peut par la suite consulter tous les documents relatifs aux candidats retenus et les soumet en général à des examens complémentaires sur simulateur de vol.

#### 1.17.3 Services de la navigation aérienne - Skyguide

##### 1.17.3.1 Généralités

En Suisse, la société Skyguide est chargée d'organiser et d'assurer le contrôle de la circulation aérienne dans l'espace aérien suisse et les espaces aériens étrangers dont les services de navigation aérienne ont été délégués à la Suisse.

La société Skyguide est issue de Swisscontrol depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2001. L'entreprise Swisscontrol était une société anonyme de droit privé suisse. Depuis 1996, sa gestion est financièrement indépendante de la Confédération helvétique.

##### 1.17.3.2 Secteur de Contrôle INI Nord

Quatre unités de contrôle effectuent le contrôle de la circulation aérienne et sont desservies par des contrôleurs. Chaque unité se subdivise en secteurs. L'unité I "Terminal" comprend les secteurs INI Nord, INI Est et INI Sud.

Chaque secteur de contrôle est en principe desservi par 2 contrôleurs, un contrôleur radar (R) et un coordonnateur (C). Ces positions doivent être occupées en permanence.

Pour des raisons opérationnelles, par exemple en cas de faible densité du trafic, les secteurs de contrôle peuvent être regroupés sur certaines positions.

##### 1.17.3.3 Secteur du Contrôle d'Approche

Le contrôle des décollages et des atterrissages est géré au sein du contrôle d'approche (APP). A l'aéroport de Genève, suivant le volume de trafic, le trafic à l'arrivée est pris en charge par deux positions de contrôle, le contrôle Préséquence (PRE) et le contrôle Final (FIN). L'ensemble des places "PRESEQUENCE" et

"FINAL" constitue la place "ARRIVEE" (ARR). Le trafic au départ est géré par une seule position de contrôle, le contrôle Départ (DEP).

Le contrôleur FINAL est chargé, le cas échéant, d'assurer le contrôle d'aéronefs en difficulté. Lors de l'accident, la position de contrôle FIN a été activée pour assurer le contrôle de l'avion en urgence.

#### 1.17.4 Service météorologique - MétéoSuisse

##### 1.17.4.1 Généralités

MétéoSuisse, office fédéral de météorologie et de climatologie, est directement subordonné au chef du Département fédéral de l'intérieur (DFI). La loi fédérale sur la météorologie et la climatologie lui attribue diverses tâches relevant du service public. Il lui incombe en particulier de fournir des informations météorologiques pour les opérations de vol et les services de la navigation aérienne sur le territoire suisse.

Selon l'ordonnance du 18 décembre 1995 sur le service de la navigation aérienne (OSNA), MétéoSuisse assure le service civil de la météorologie et est aussi l'instance météorologique (meteorological authority) au sens de l'annexe 3 de l'OACI. Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) règle les modalités avec l'accord du DFI.

Les tâches de MétéoSuisse dans le domaine aérien sont spécifiées dans l'ordonnance du 26 mai 1999 concernant le service de la météorologie aéronautique pour l'aviation civile. Le contrôle de la prestation de ce service incombe à l'OFAC.

##### 1.17.4.2 Organisation du service météorologique aéronautique

Lors de sa réorganisation, en 1998, MétéoSuisse s'est doté d'une structure orientée "processus". Les activités des trois domaines Temps, Climat et Assistance sont soutenues par des centres de compétences et des organes de coordination.

Le processus météorologie aéronautique est intégré dans le domaine Temps. Il remplit les fonctions du service de la météorologie aéronautique sur l'ensemble du territoire suisse en conformité avec les normes et recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et de l'OACI.

##### 1.17.4.3 Service de météorologie aéronautique de l'aéroport de Genève

Les activités du service météorologique de l'aéroport de Genève sont prises en charge par une unité de renseignement et une unité d'observation. La centrale d'information du centre opérationnel est desservie de 04:45 à 22:15 LT, la station d'observation l'est 24 heures sur 24.

Les produits principaux de la centrale d'information sont:

- données météorologiques pour la planification des vols;
- services de renseignements personnalisés;
- diffusion d'avis de danger locaux concernant les aéroports (tempêtes, orages, décharges électriques).

La station d'observation a pour mission de surveiller en permanence l'évolution du temps à l'aéroport de Genève. Elle diffuse des messages d'observation météorologique pour l'aviation toutes les 30 minutes dans les codes METAR et QAM<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> QAM: message d'observation météorologique régulier local, destiné à être diffusé à l'aérodrome concerné

En cas de changement significatif entre deux échéances de diffusion, un message spécial est diffusé aux différents services de l'aéroport.

La station d'observation est située dans le secteur nord-est de l'aéroport. Les paramètres météorologiques sont enregistrés sur la base d'observations visuelles et de la lecture des instruments installés dans le périmètre de l'aéroport et dans ses environs. Outre les instruments de mesure classiques, par exemple les thermomètres, hygromètres, baromètres et anémomètres, les appareils suivants sont également utilisés:

- trois transmissomètres répartis le long de la piste pour déterminer la portée visuelle de piste;
- deux télémètres de nuages, pour déterminer la hauteur du plafond nuageux;
- détecteur d'éclairs.

#### 1.17.5 Normes et recommandations de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale OACI

Les dispositions régissant le traitement des informations météorologiques transmises par les pilotes (*pilots reports* - PIREP) ainsi que les bulletins d'avis de danger (*significant met report* - SIGMET) sont décrits sous doc. 4444 PANS-ATM et l'Annexe 3 des normes et recommandations de l'OACI.

##### ***“OACI Doc. 4444-ATM et Annexe 3***

***Compte rendu en vol.*** *Compte rendu émanant d'un aéronef en vol et établi selon les spécifications applicables aux comptes rendus de position, d'exploitation et/ou d'observations météorologiques*

##### ***11.4.3.2 MESSAGES CONTENANT DES RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES***

*Note.— Les dispositions régissant l'exécution et la communication des observations d'aéronef figurent à l'Annexe 3. Les dispositions relatives à la teneur et à la transmission des comptes rendus en vol figurent au Chapitre 4, Section 4.12 du présent document, et l'imprimé de compte rendu en vol spécial d'activité volcanique figure à l'Appendice 1 du présent document. Des dispositions régissant la transmission aux centres météorologiques par les organismes ATS des renseignements météorologiques qu'ils ont reçus d'aéronefs en vol figurent au Chapitre 4, Section 4.12.6 du présent document.*

*Des dispositions régissant la transmission par les organismes ATS de renseignements météorologiques destinés aux aéronefs figurent à l'Annexe 11, 4.2 et dans le présent document (voir le Chapitre 4, 4.8.3 et 4.10.4, le Chapitre 6, Sections 6.4 et 6.6, le Chapitre 7, 7.3.1 et le Chapitre 9, 9.1.3). Les formes écrites de message SIGMET et AIRMET et d'autres messages météorologiques en langage clair sont régies par les dispositions de l'Annexe 3.*

#### ***4.12 COMMUNICATION DE RENSEIGNEMENTS INTÉRESSANT L'EXPLOITATION ET DE RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES***

##### ***4.12.1 Généralités***

*4.12.1.1 Lorsqu'un aéronef en route doit communiquer des renseignements intéressants l'exploitation ou des renseignements météorologiques aux points ou aux heures où des comptes rendus de position doivent être faits aux termes de 4.11.1.1 et 4.11.1.2, les comptes rendus de position seront donnés sous la forme de comptes rendus en vol réguliers. Les observations spéciales d'aéronef seront transmises sous forme de comptes rendus en vol spéciaux. Tous les comptes rendus en vol seront transmis aussitôt que possible.*

#### **4.12.3 Teneur des comptes rendus en vol spéciaux**

4.12.3.1 Des comptes rendus en vol spéciaux seront effectués par tous les aéronefs chaque fois qu'ils rencontreront ou observeront l'une ou l'autre des conditions suivantes:

- a) forte turbulence;
- b) fort givrage;
- c) onde orographique forte;
- d) orage, sans grêle, qui est obscurci, noyé ou étendu ou qui forme une ligne de grains;
- e) orage, avec grêle, qui est obscurci, noyé ou étendu ou qui forme une ligne de grains;
- f) forte tempête de poussière ou de sable;
- g) nuage de cendres volcaniques;
- h) activité volcanique prééruptive ou éruption volcanique.

#### **4.12.6 Communication de renseignements météorologiques**

4.12.6.3 Lorsqu'ils recevront des comptes rendus en vol transmis en phonie, les organismes des services de la circulation aérienne les communiqueront sans délai au centre de veille météorologique qui leur est associé. Dans le cas des comptes rendus en vol réguliers qui contiennent une Section 3, les organismes des services de la circulation aérienne communiqueront les éléments 1 à 3 de la Section 1 et la Section 3.

### **6.4 RENSEIGNEMENTS POUR LES AÉRONEFS AU DÉPART**

Note.— Voir le Chapitre 11, Section 11.4.3, au sujet des messages d'information de vol.

#### **6.4.1 Conditions météorologiques**

Les renseignements concernant des modifications significatives des conditions météorologiques dans l'aire de décollage ou de montée initiale, qui seront obtenus par l'organisme assurant le contrôle d'approche après qu'un aéronef au départ aura établi la communication avec cet organisme, seront transmis à l'aéronef sans retard, sauf si l'on sait que cet aéronef a déjà reçu ces renseignements.

Note.— Dans le présent contexte, les modifications significatives comprennent celles qui ont trait à la direction ou à la vitesse du vent à la surface, à la visibilité, à la portée visuelle de piste ou à la température de l'air (pour les aéronefs à turbomachines), ainsi qu'à la présence d'orages ou de cumulonimbus, de turbulence modérée ou forte, de cisaillement du vent, de grêle, de givrage modéré ou fort, de forts grains en ligne, de précipitation verglaçante, d'ondes orographiques fortes, (...).

### **7.3 RENSEIGNEMENTS FOURNIS AUX AÉRONEFS PAR LA TOUR DE CONTRÔLE D'AÉRODROME**

#### **7.3.1 Renseignements intéressant l'exploitation aérienne**

7.3.1.2.2 Avant le décollage, les aéronefs recevront les renseignements suivants:

- a) modifications significatives de la direction et de la vitesse du vent à la surface, température de l'air et valeur(s) de la visibilité ou de la RVR conformément aux dispositions de 7.3.1.2.1;
- b) conditions météorologiques significatives dans l'aire de décollage et de montée initiale sauf si l'on sait que l'aéronef a déjà reçu ces renseignements.

*Note.— Dans le présent contexte, les conditions météorologiques significatives comprennent la présence ou la probabilité de cumulonimbus ou d'orages, de turbulence modérée ou forte, de cisaillement du vent, de grêle, de givrage modéré ou fort, de forts grains en ligne, de précipitation verglaçante, d'ondes orographiques fortes, (...).*

### **8.6.9 Renseignements sur le mauvais temps**

*8.6.9.1 Le pilote d'un aéronef qui va probablement pénétrer dans une zone de mauvais temps devrait être averti suffisamment à l'avance pour qu'il puisse décider des mesures à prendre, notamment de demander conseil sur la meilleure manière de contourner la zone de mauvais temps, s'il le désire.*

*Note.— L'indication des zones de mauvais temps sur un affichage radar dépend des possibilités du système radar. Normalement, les radars météorologiques de bord assurent une meilleure détection et définition de ces zones que les capteurs radar utilisés par les services de la circulation aérienne.*

*8.6.9.2 Lorsqu'il guide un aéronef pour lui faire contourner une zone de mauvais temps, le contrôleur radar devrait s'assurer que l'aéronef peut être ramené sur sa trajectoire prévue ou assignée, dans les limites de la couverture radar existante et, si cela ne semble pas possible, en informer le pilote.*

*Note.— Il doit être tenu compte du fait que dans certaines circonstances la partie la plus active de la zone de mauvais temps peut ne pas apparaître sur un affichage radar.*

### **8.6.10 Transmission de renseignements météorologiques importants aux centres météorologiques**

*Les contrôleurs radar ne sont pas tenus de maintenir une veille spéciale pour détecter d'éventuels orages, par exemple, mais la position, l'intensité, l'étendue et les mouvements des phénomènes météorologiques significatifs (c'est-à-dire des orages ou des fronts bien définis) observés sur les affichages radar devraient, lorsque cela est possible, être signalés au centre météorologique intéressé.*

### **11.4.3 Messages d'information de vol**

#### **11.4.3.2 MESSAGES CONTENANT DES RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES**

*Note.— Les dispositions régissant l'exécution et la communication des observations d'aéronef figurent à l'Annexe 3. Les dispositions relatives à la teneur et à la transmission des comptes rendus en vol figurent au Chapitre 4, Section 4.12 du présent document, et l'imprimé de compte rendu en vol spécial d'activité volcanique figure à l'Appendice 1 du présent document. Des dispositions régissant la transmission aux centres météorologiques par les organismes ATS des renseignements météorologiques qu'ils ont reçus d'aéronefs en vol figurent au Chapitre 4, Section 4.12.6 du présent document. Des dispositions régissant la transmission par les organismes ATS de renseignements météorologiques destinés aux aéronefs figurent à l'Annexe 11, 4.2 et dans le présent document (voir le Chapitre 4, 4.8.3 et 4.10.4, le Chapitre 6, Sections 6.4 et 6.6, le Chapitre 7, 7.3.1 et le Chapitre 9, 9.1.3). Les formes écrites de message SIGMET et AIRMET et d'autres messages météorologiques en langage clair sont régies par les dispositions de l'Annexe 3.*

### **APPENDICE 1. INSTRUCTIONS POUR LA TRANSMISSION EN PHONIE DES COMPTES RENDUS EN VOL**

- 1. Instructions de transmission des comptes rendus*
- 2. Imprimé de compte rendu en vol spécial d'activité volcanique (modèle VAR)*
- 3. Exemples*

#### **4. Retransmission des renseignements météorologiques reçus en phonie**

4.1 Lorsqu'ils recevront des comptes rendus en vol réguliers ou spéciaux, les organismes des services de la circulation aérienne les retransmettront sans délai au centre de veille météorologique (MWO) qui leur est associé. Pour permettre l'intégration des comptes rendus en vol dans les systèmes automatiques sol, les éléments de ces comptes rendus seront transmis conformément à la convention de données décrite ci-après et dans l'ordre prescrit.

Fin PANS-ATM

#### **ANNEXE 3 à OACI: Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale**

### **CHAPITRE 5. OBSERVATIONS D'AÉRONEF ET COMPTES RENDUS D'AÉRONEF**

#### **5.1 Obligations des États**

Chaque État contractant prendra les mesures nécessaires, conformément aux dispositions du présent chapitre, pour que des observations soient effectuées par les aéronefs immatriculés par lui et exploités sur des routes aériennes internationales, et pour que ces observations soient enregistrées et transmises.

#### **5.5 Observations spéciales d'aéronef**

Des observations spéciales seront effectuées par tous les aéronefs chaque fois qu'ils rencontreront ou observeront l'une ou l'autre des conditions suivantes:

- a) forte turbulence;
- b) fort givrage;
- c) onde orographique forte;
- d) orage, sans grêle, qui est obscurci, noyé ou étendu ou qui forme une ligne de grains;
- e) orage, avec grêle, qui est obscurci, noyé ou étendu ou qui forme une ligne de grains;
- f) forte tempête de poussière ou de sable;
- g) nuage de cendre volcanique;
- h) activité volcanique prééruptive ou éruption volcanique.

#### **5.7 Transmission des observations d'aéronef en cours de vol**

5.7.1 Les observations d'aéronef seront transmises par liaison de données air-sol. À défaut d'une telle liaison, ou si elle n'est pas appropriée, les observations des aéronefs en cours de vol seront communiquées en phonie.

5.7.2 Les observations d'aéronef seront transmises en cours de vol dès qu'elles sont effectuées ou aussitôt que possible après.

5.7.3 Les observations d'aéronef seront communiquées sous la forme de comptes rendus en vol.

#### **5.8 Retransmission de comptes rendus en vol par les organismes ATS**

L'administration météorologique intéressée prendra des dispositions auprès de l'autorité ATS compétente pour faire en sorte que des organismes ATS reçoivent:

- a) des comptes rendus en vol réguliers ou des comptes rendus en vol spéciaux communiqués en phonie, ils les retransmettent sans tarder au centre de veille météorologique qui leur est associé;

b) des comptes rendus en vol réguliers communiqués par liaison de données, ils les retransmettent sans tarder aux CMPZ;

c) des comptes rendus en vol spéciaux communiqués par liaison de données, ils les retransmettent sans tarder au centre de veille météorologique qui leur est associé et aux CMPZ

### **7.1 Renseignements SIGMET**

7.1.1 Des renseignements SIGMET seront établis et communiqués par un centre de veille météorologique et donneront une description concise en langage clair abrégé concernant l'apparition ou l'apparition prévue de phénomènes météorologiques en route spécifiés, qui sont de nature à influencer la sécurité de l'exploitation aérienne, et l'évolution de ces phénomènes dans le temps et dans l'espace.

7.1.2 Les renseignements SIGMET seront annulés lorsque les phénomènes auront cessé de se manifester ou lorsqu'il ne sera plus prévu qu'ils se manifesteront dans la région.

7.1.3 La période de validité d'un message SIGMET sera de 6 heures au maximum et, de préférence, elle ne dépassera pas 4 heures.

### **7.2 Renseignements AIRMET**

7.2.1 Des renseignements AIRMET seront établis et communiqués par un centre de veille météorologique conformément à l'accord régional de navigation aérienne et compte tenu de la densité des vols au-dessous du niveau de vol 100. Les renseignements AIRMET donneront une description concise en langage clair abrégé de l'apparition effective ou prévue de phénomènes météorologiques en route spécifiés qui n'ont pas été inclus dans les prévisions de zone pour les vols à basse altitude établies et communiquées en application de la section 6.6 du chapitre 6 et qui sont de nature à influencer sur la sécurité des vols à basse altitude, ainsi que l'évolution de ces phénomènes dans le temps et dans l'espace.

7.2.2 Les renseignements AIRMET seront annulés lorsque les phénomènes auront cessé de se manifester ou lorsqu'il ne sera plus prévu qu'ils se manifesteront dans la région.

7.2.3 La période de validité d'un message AIRMET sera de 6 heures au maximum et, de préférence, elle ne dépassera pas 4 heures.

## **1.18 Renseignements supplémentaires**

### **1.18.1 Départ normalisé aux instruments (SID) DIPIR 1A**

Au moment de l'accident, la route de départ normalisé aux instruments (*standard instrument departure* – SID) publiée dans l'AIP suisse était la suivante (voir annexe 6):

DIPIR1A: *Procedure Design Gradient 6.5 % to 7000 ft. Climb on R226 GVA (R046 PAS). When passing 7000 ft but not before D8 GVA (PAS), turn right to intercept R331 PAS via KELUK to DIPIR. Initial CMB CLR FL90.*

Notes:       - *Flights via DJL CLR FL200 or above: cross D25 DJL at MNM FL200.*  
              - *Flights via LERDU and ARBOS: cross LERDU at MNM FL200.*

La SID DIPIR est utilisée pour les départs LSGG en piste 23 dont les points de sortie sont DJL et ARBOS.

Le secteur INI Nord réautorise l'aéronef sur le point de sortie et lui attribue un niveau de vol.

### 1.18.2 Visualisation de cellules orageuses par un radar météorologique

Un radar météorologique fonctionne selon le même principe qu'un radar de surveillance classique de la navigation aérienne, à la différence près qu'au lieu de détecter des aéronefs, il est conçu pour repérer les précipitations, calculer leur déplacement et déterminer leur type. A cette fin, une antenne émet un faisceau d'onde électromagnétique et localise ainsi la présence et la concentration des particules d'eau, liquide ou solide en chute ou en suspension dans l'atmosphère (par exemple pluie, grêle).

#### 1.18.2.1 Rétrodiffusion radar de la pluie et de la grêle

Ces particules provoquent entre autres la rétrodiffusion du rayonnement électromagnétique émis par l'antenne radar, c'est à dire la diffusion vers l'arrière dans la direction d'émission; ce phénomène constitue la base physique du processus de détection radar des précipitations.

Pour une cible située entièrement dans le rayonnement émis par l'antenne, l'intensité du signal réfléchi est donnée par la surface équivalente radar SER (*radar cross section* - RCS) de cette cible. Celle-ci dépend de la géométrie et des caractéristiques matérielles de la cible, ainsi que de la fréquence du radar.

Dans un nuage, les cibles sont constituées de gouttes de pluie et de grêlons; on définit alors l'intensité du signal réfléchi par la notion de réflectivité, c'est-à-dire environ la somme des SER de chaque particule d'eau liquide et solide prises dans le volume d'une cellule radar.<sup>6</sup> (*radar cell*). Gouttes de pluie et grêlons peuvent être modélisés par des sphères diélectriques et leurs SER calculées à l'aide de la théorie générale de la diffusion des ondes électromagnétiques par les particules de Mie.<sup>7</sup> En considérant les données figurant dans les tableaux 1 et 2, on détermine les surfaces équivalentes radar des gouttes de pluie et des grêlons en fonction de leurs diamètres.

Diamètre d'une goutte de pluie	0.1 mm à 1 cm
Diamètre d'un grêlon	1 mm à 3 cm
Fréquence du radar de bord (Bande X)	9.4 GHz (3.2 cm de longueur d'onde)
Fréquence du radar météorologique de MétéoSuisse (Bande C)	5.4 GHz (5.6 cm de longueur d'onde)
Fréquence du radar primaire de l'Approche de Genève (Bande S)	2.8 GHz (10.7 cm de longueur d'onde)

Tableau 1 Paramètres pour le calcul de la diffusion de Mie pour les différents systèmes de radar

<sup>6</sup> Caractéristique du radar qui correspond au produit de l'angle solide du faisceau d'antenne par la longueur d'impulsion ( $d = c \times T / 2$ )

<sup>7</sup> Mie, G.: Beiträge zur Optik trüber Medien, speziell kolloidaler Metallösungen, Annalen der Physik, 25, 1908, p377ff.

	Eau (à 0 °C)		Glace (à 0 °C)	
	$\epsilon$	$n$	$\epsilon$	$n$
9.4 GHz	44.5 - 50.0 i	7.25 - 2.83 i	3.19 - 0.0009 i	1.79 - 0.0003 i
5.4 GHz	65.7 - 36.4 i	8.39 - 2.17 i	3.19 - 0.0006 i	1.79 - 0.0002 i
3.2 GHz	78.4 - 23.2 i	8.97 - 1.46 i	3.19 - 0.0005 i	1.79 - 0.0001 i

Tableau 2 Caractéristiques diélectriques: la permittivité complexe  $\epsilon$  et l'indice de réfraction complexe  $n$  dépendent des matériaux, de la fréquence et de la température

Le tableau 1 montre que d'une manière générale les SER augmentent avec l'accroissement du diamètre des particules. Plus précisément, pour les particules dont la dimension est beaucoup plus petite que la longueur d'onde, elles varient en fait comme la 6<sup>ème</sup> puissance du diamètre des cibles ( $D^6$ ) et comme la 4<sup>ème</sup> puissance de la fréquence. Lorsqu'une quantité d'eau donnée observée dans une cellule radar se répartit en un nombre  $N$  de gouttes,  $N$  diminue avec la puissance cubique du diamètre ( $D^3$ ). Globalement, lorsque le diamètre croît, l'augmentation de la SER prédomine sur la diminution de  $N$ .

Pour le cas particulier des diamètres inférieurs à 1 cm, la SER augmente avec la fréquence: la réflexion est la plus grande pour un radar embarqué (9.4 GHz), elle diminue pour un radar météorologique au sol (5.4 GHz) et est la plus faible pour le radar ATC (2.8 GHz).

Le tableau met aussi en évidence que la SER est plus élevée pour des gouttes de pluie que pour des grêlons de même taille. Cependant, les grêlons peuvent atteindre des dimensions plus élevées que les gouttes de pluie et leur réflectivité s'en trouve donc ainsi augmentée.

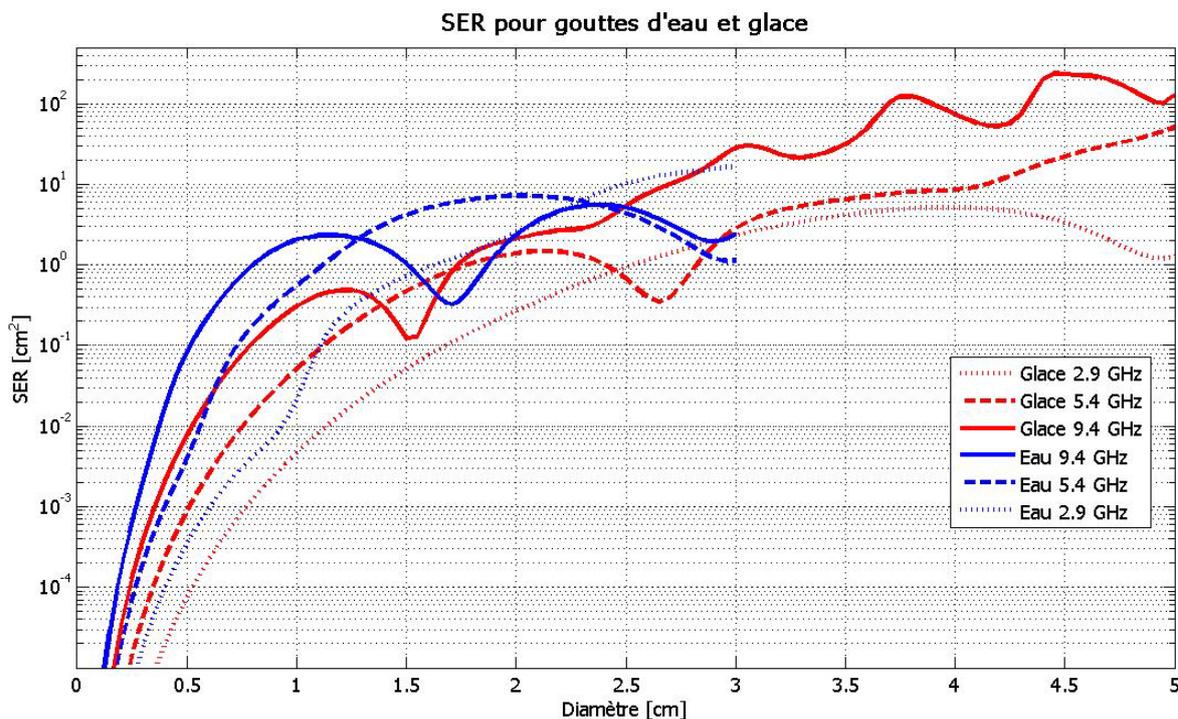


Fig. 3 SER des particules d'eau et des grêlons en fonction du diamètre, calculées à l'aide des formules de Mie pour différentes fréquences radar

## 1.18.2.2 Radar météorologique de MeteoSuisse

MeteoSuisse exploite 3 radars météorologiques de type METEOR 360 AC placés sur les sites de Monte Lema, La Dôle et Albis. Ils permettent d'obtenir une couverture radar de l'ensemble de la Suisse ainsi que de ses régions frontalières.

Ces radars fonctionnent dans la bande C, comprise entre 4 et 8 GHz. En 5 minutes leur antenne balaie à une fréquence de 5,4 GHz, c'est-à-dire à une longueur d'onde de 5,6 cm, et à un angle d'élévation variant entre  $-0.3^\circ$  et  $40^\circ$ , un volume de cibles dont le rayon maximal atteint 230 km. Ils repèrent les précipitations et calculent leur déplacement.

Leur récepteur collecte les échos captés par l'antenne et les transmet au processeur de signal en blocs d'informations contenant la réflectivité et la vitesse Doppler pour des volumes de cibles échantillonnés à  $1/30^{\text{ème}}$  de degré en azimuth et  $1/12^{\text{ème}}$  km de longueur. Celui-ci élimine les échos de sol (*ground clutter*) puis traite ces données pour en extraire l'intensité moyenne des précipitations élaborée sur des cellules de surface de  $1 \text{ km}^2$  (résolution de  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ ), respectivement de  $4 \text{ km}^2$  (résolution de  $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ ).

La réflectivité Z mesurée par le radar est liée à l'intensité de précipitation R par la relation  $Z = 316 R^{1.5}$ . Exprimée selon une échelle logarithmique (dBZ), elle permet ainsi de déterminer indirectement l'intensité de la précipitation à partir des observations radar. Celle-là est répartie en 16 classes:

Classes	Réflectivité Z [dBZ]	Intensité de précipitations R [mm/h]
00	<13	< 0.16
01	13 - 16	0.16 - 0.25
02	16 - 19	0.25 - 0.40
03	19 - 22	0.40 - 0.63
04	22 - 25	0.63 - 1.00
05	25 - 28	1.00 - 1.60
06	28 - 31	1.60 - 2.50
07	31 - 34	2.50 - 4.00
08	34 - 37	4.00 - 6.30
09	37 - 40	6.30 - 10.0
10	40 - 43	10.0 - 16.0
11	43 - 46	16.0 - 25.0
12	46 - 49	25.0 - 40.0
13	49 - 52	40.0 - 63.0
14	52 - 55	63.0 - 100.0
15	> 55	> 100.0

Toutes les 10 minutes, une image composite est élaborée sur la base des données fournies par les trois stations radar; celle relative à la situation météorologique qui existait au moment de l'accident, à savoir le 15 août 2003 à 0800 UTC, est donnée en annexe 3; sa résolution est de 2 km x 2 km et son échelle ainsi que la légende des couleurs correspondant aux 16 classes de précipitations figurent sur le côté gauche de la représentation.

Les images météorologiques de résolution 1 km x 1 km de la station radar de La Dôle, relatives aux périodes antérieures et postérieures de l'accident, ont été sauvegardées.

### 1.18.2.3 Radars d'approche de l'aéroport de Genève

Sur l'aéroport de Genève, conjointement au radar de contrôle aérien secondaire, Skyguide exploite un radar primaire de type ASR10SS qui fonctionne dans la bande S (2 à 4 GHz) à des fréquences situées entre 2.7 et 2.9 GHz. Utilisable jusqu'au niveau de vol FL 310, sa portée maximale est de 60 NM, soit 111 km, et la période de rotation de son antenne est de 4 secondes. De type bidimensionnel (2D), il ne mesure que l'azimut et la distance d'une cible. Il ne peut en revanche pas mesurer l'élévation. En combinant les données du radar primaire avec celles du radar secondaire, il est possible d'en calculer la piste 3D (*track*) en intégrant l'information d'altitude (mode C).

Le traitement principal du radar ASR10SS est la MTD (*moving target detection*), dédiée à la surveillance du trafic aérien. Ce radar permet également de repérer les précipitations mais avec cependant une qualité et précision moindres que celles qu'offre un radar météorologique. Son antenne *fan beam* émet un faisceau électromagnétique étroit en azimut (1,4°) mais d'ouverture importante en élévation de manière à permettre la détection des aéronefs dans un angle de 40°. Elle est particulièrement sensible aux parasites (*clutter*), spécialement aux échos de sol qui viennent perturber le faible signal des précipitations dans la bande S. La fonction météorologique du radar ASR10SS consiste à élaborer toutes les 24 secondes une image des précipitations avec 8 niveaux d'intensité. Les contrôleurs de la circulation aérienne n'en disposent que de quatre. Ils peuvent la superposer sur leur écran radar ICWS (*integrated controller workstation*). Ces quatre niveaux d'intensité permettent une identification de l'intensité par comparaison des couleurs de bleus juxtaposés. A ce sujet le manuel ATM de Genève<sup>8</sup> spécifie:

*"Les informations météorologiques fournies par le radar ASR 10 sont disponibles sur les ICWS. Ces données sont utilisables jusqu'au FL310 dans un rayon de 60 NM max. Le cycle de renouvellement est de 24 secondes. L'ASR 10 n'étant pas un radar météo, ces informations sont à utiliser avec précaution et constituent un complément au radar météo.*

Remarque:

*Le radar secondaire associé au radar d'approche ASR10 est intégré dans le MRT, mais n'est pas validé pour les secteurs INI ni pour le DELTA. En conséquence il est interdit de l'utiliser seul à ces secteurs pour faire des séparations radar."*

La partie de l'image radar de l'ICWS représentée sur la figure 4 montre la position du vol EZS 903 à 08:00:01 UTC, alors qu'il pénètre dans une zone d'orage avec la plus forte intensité de précipitation.

<sup>8</sup> Extraits de l'ATM GENEVE - ACC Chap. Moyens 2.1.5. et APP Chap. Radar 2.6.1.



Fig. 4 Représentation d'une partie de l'image radar ASR10SS telle qu'elle pouvait apparaître sur la console ICWS à 08:00:01 UTC.

Les pistes relevées par le radar d'Approche de Genève ont été enregistrées par le *legal recording*. Le tracé radar de EZS 903 représenté à un taux de rafraîchissement de 4 secondes a été archivé par Skyguide.

#### 1.18.2.4 Radar embarqué Honeywell RDR-4B

Le radar embarqué RDR-4B, décrit au chapitre 1.6.3, a été conçu pour détecter et visualiser sur la ligne de vol les phénomènes météorologiques tels que:

- chutes de pluie;
- grêle;
- turbulences en présence de précipitations.

Les cristaux de glace et de neige sèche produisent des échos radar faibles; par contre:

- les nuages, le brouillard, le vent;
- les turbulences en air clair (sans précipitation);
- le cisaillement de vent;
- la foudre;

ne génèrent pas d'échos mesurables.

Pour en représenter l'intensité il affiche les couleurs suivantes:

		<b>Rainfall Rate</b>
<i>Black</i>	<i>Very light or no returns</i>	<i>Less than 0.7 mm/hr</i>
<i>Green</i>	<i>Light returns</i>	<i>0.7 - 4 mm/hr</i>
<i>Yellow</i>	<i>Medium returns</i>	<i>4 - 12 mm/hr</i>
<i>Red</i>	<i>Strong returns</i>	<i>Greater than 12 mm/hr</i>
<i>Magenta</i>	<i>Turbulence</i>	<i>N/A</i>

*Honeywell RDR-4B User's Manual Rev 6*

L'avion pouvant se trouver à basse ou à très haute altitude, le radar doit permettre une grande latitude de réglage pour obtenir une visualisation adéquate des zones de précipitations. Afin de détecter des cibles lointaines avec une sensibilité suffisante et un bon pouvoir de résolution l'instrument est équipé d'une antenne ayant une largeur utile de faisceau conique (*pencil beam*) de 3.3° seulement; cela implique qu'à environ  $\pm 1.6^\circ$  de l'axe d'émission, l'énergie émise ou reçue est atténuée de la moitié de sa valeur maximale, c'est-à-dire de -3 décibel (dB).

Au delà de cette partie du faisceau, celle-ci décroît très fortement et passe par un minimum à environ un peu plus du double de la largeur à -3 dB, qui correspond à la largeur sensible du faisceau conique de 6.6°. C'est la raison pour laquelle il faut veiller à ce que l'angle du plan de balayage par rapport à l'horizon soit ajusté correctement au moyen du réglage *tilt*, ceci afin d'éviter la détection de signaux parasites.

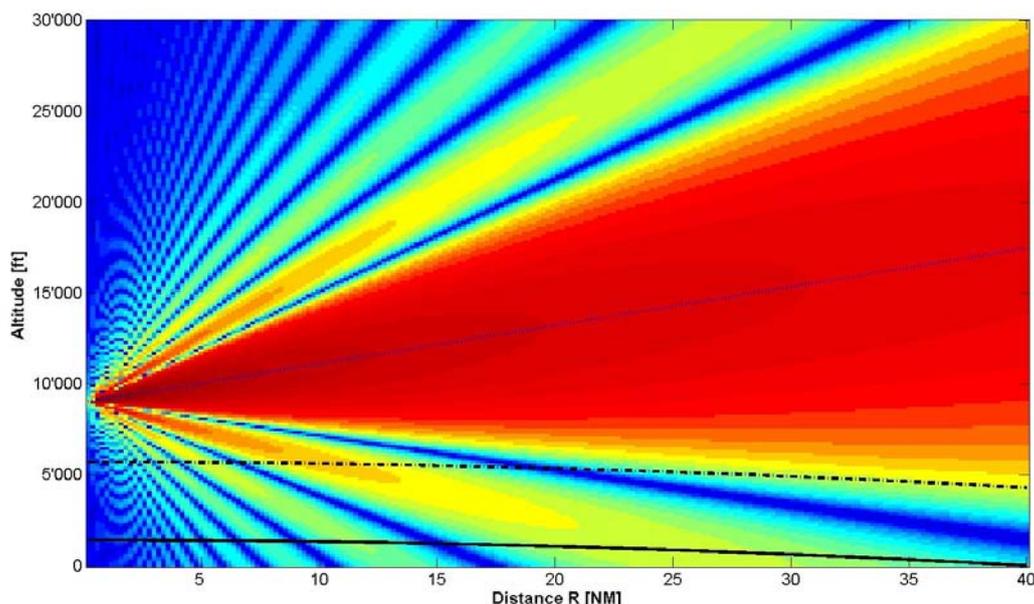


Fig. 5 Diagramme de sensibilité du radar embarqué pour un avion volant à 9000 ft et un *tilt* réglé à  $+2^\circ$

L'équation radar appliquée à une cible météorologique comprise entièrement dans le faisceau émis par l'antenne montre que la sensibilité du radar est proportionnelle au carré du gain en puissance de l'antenne et inversement proportionnelle au carré de la distance de l'objet ( $G^2/R^2$ ). Sur la figure 5 montrant le diagramme de sensibilité du radar embarqué pour un avion volant à 9000 ft et ayant un *tilt* réglé à  $+2^\circ$ , cette sensibilité est représentée suivant une échelle

d'intensités de couleurs logarithmique sur laquelle le rouge est attribué à la valeur la plus élevée, le bleu à la plus faible. La ligne en pointillés est l'axe du *tilt* réglé à  $+2^\circ$ , celle qui est mixte délimite le sommet du Jura et la ligne continue représente l'altitude de l'aéroport de Genève, ceci en tenant compte de la courbure de la terre.

La visualisation des précipitations au moyen du radar embarqué dépend des éléments suivants:

- du secteur balayé;
- du réglage du *tilt*;
- de la portée sélectionnée;
- de la distance minimale de détection;
- de la largeur du faisceau de l'antenne;
- de l'altitude de l'avion;
- de la topographie.

L'équipage de conduite règle la visualisation des précipitations sur l'EHSI en agissant sur:

- Le mode de fonctionnement WX, WX/TURB sur le panneau de commande du radar météorologique.

Il délimite l'angle du secteur balayé par le radar météorologique en azimuth sur la ligne de vol; celui-ci est de  $180^\circ (\pm 90^\circ)$  pour le mode WX et est réduit à  $120^\circ (\pm 60^\circ)$  pour le mode WX/TURB. En position AUTO le gain est réglé automatiquement.

- L'angle par rapport à l'horizon du plan de balayage (*tilt*) sur le panneau de commande du radar météorologique.

Juste avant le décollage il convient de rechercher les zones de précipitation en balayant verticalement la ligne de vol de départ prévu à l'aide de la fonction *tilt* du radar météorologique embarqué. Pendant la phase initiale de la montée cet angle doit être réglé vers le haut de manière à éviter les échos de sol et à correspondre à la trajectoire de vol.

A mesure que l'avion monte, l'angle de *tilt* doit être graduellement diminué de façon à détecter les zones de précipitations les plus intenses, tout en évitant les échos parasites du terrain. Ce réglage, dont la plage est de  $\pm 15^\circ$  par rapport à l'horizon, est donc particulièrement sensible car il dépend de plusieurs facteurs: situation météorologique locale, formes du relief environnant et altitude de l'avion.

Si le *tilt* est réglé trop haut ("*over scan*"), des phénomènes météorologiques significatifs sur la ligne de vol peuvent ne pas être détectés tandis que s'il est ajusté trop bas ("*under scan*"), les échos de sol (*ground clutter*) peuvent masquer les zones de précipitations potentiellement dangereuses.

- La portée sélectionnée sur l'EHSI. Pendant les phases de décollage et de montée, la portée sélectionnée sur l'EHSI doit être telle que des trajectoires d'évitement des cellules orageuses puissent être correctement planifiées et effectuées.

Il en ressort que la visualisation correcte des zones de précipitations par le radar météorologique embarqué est donc essentiellement tributaire du réglage du *tilt* et de la portée sélectionnée sur l'EHSI. De manière plus complète, le manuel Honeywell (*Honeywell RDR-4B User's Manual Rev 6*) propose les procédures à suivre suivantes, en fonction des différentes phases de vol:

**BEFORE TAKEOFF** (page 20):

1. Perform TEST mode procedure.
2. Set Mode Selector to WX/TURB.
3. Set Range Selector to a range sufficient to display the area included in the planned flight path.
4. Adjust the antenna TILT control down until ground returns appear. This ensures that the radar system is operational.
5. While observing for weather returns, slowly adjust the antenna TILT control in 1 or 2 degree steps to +15 degrees.
6. Return antenna TILT control to +4 degrees.

**The amount of background noise is not critical unless it obscures targets.**

**CLIMB-OUT** (page 20):

1. Shortly after takeoff, slowly rotate antenna TILT control to +15, then down to where ground returns appear, and then back to +4 degrees while searching for weather targets.

**Maintain tilt setting of +4 degrees as long as aircraft's pitch attitude is approximately + 15 degrees nose up or greater.**

2. repeat step 1 if course changes of 45 degrees or more are made during climb-out.

**CRUISE** (page 20):

1. As soon as practical, after reaching cruise altitude, select the 40 NM range and set antenna tilt control to -10 degrees.

**The following exercise ensures that the radar beam is not over-scanning any targets beginning at 30 or 40 miles out of the longest range.**

2. While scanning and observing display for weather targets, adjust antenna TILT control clockwise until a sprinkle of ground return appears.
3. Repeat step 2 for each intermediate range through the longest range intended for use.

1.18.3 Images radar météorologiques disponibles à l'ATC

1.18.3.1 Ecrans radars de MétéoSuisse dans les salles de l'ATC Genève

Dans les salles de l'ATC Genève, chaque secteur de travail est équipé d'un moniteur de 15" situé à proximité des écrans radar de contrôle aérien et présentant une image radar météorologique de MétéoSuisse. Celle-ci visualise, sur l'ensemble du territoire suisse et ses environs, les zones de précipitation ainsi que les foyers orageux qui peuvent donner lieu à des coups de vent. L'intensité de ces phénomènes météorologiques est quantifiée par des couleurs.

1.18.3.2 Informations météorologiques sur les écrans de contrôle IFREG ICWS

Les informations météorologiques disponibles sur les consoles radar IFREG ICWS (*weather data display*) proviennent du radar ASR10SS installé sur l'aéroport de Genève. Elles visualisent la projection des couches de précipitation uniquement sur un plan horizontal.

Selon les déclarations du contrôleur, la fonction *weather data display* n'était pas enclenchée au moment de l'accident à la position de contrôle du secteur INN.

## 1.18.4 Procédures concernant l'utilisation du radar

1.18.4.1 Manuel d'exploitation du trafic aérien section 6 (*air traffic management manual - ATM-M Sect 6 General radar procedures*)

Les procédures relatives à l'utilisation du radar contiennent entre autres les éléments suivants:

*"Note 1: The use of radar in the provision of flight information service does not relieve the pilot-in-command of an aircraft of any of his responsibilities, including the final decision regarding any suggested alteration of flight plan.*

*(...)*

*On the position of significant weather and, as practicable, advice to the aircraft on how best to circumnavigate any such areas of adverse weather;*

*To assist the aircraft in its navigation."*

1.18.4.2 Manuel d'exploitation du trafic aérien section 11 (*air traffic management manual - ATM-M Sect 11 Flight information service*)

Les procédures prévoient la transmission des informations suivantes en cas de conditions météorologiques présentant un danger:

*"When weather information is available, you should issue information that an aircraft appears likely to penetrate an area of adverse weather in sufficient time to permit the pilot to decide on an appropriate course of action, including that of requesting advice on how best to circumnavigate the adverse weather area, if so desired.*

*When vectoring an aircraft for circumnavigating any area of adverse weather, you should ascertain that the aircraft can be returned to its intended or assigned flight path within the available radar coverage and, if this does not appear possible, inform the flight crew of the circumstances.*

*Be advised that under certain circumstances the most active areas of adverse weather may not show on a radar display. An aircraft's weather radar will normally provide better detection and definition of adverse weather than radar sensors in use by ATS."*

## 1.18.4.3 Procédures ATC lors de la présence de cumulonimbus (CB)

Selon l'ATM-GE section ACC, lorsque la probabilité existe qu'un front orageux ou un développement local de cumulonimbus se produise, le superviseur ACC prendra à temps les mesures nécessaires pour réduire la charge des secteurs concernés. Il surveillera le développement des conditions météorologiques à partir des informations provenant de l'INFONET, du centre météorologique de l'aéroport et des chefs de salle des centres adjacents. En fonction de la situation, il décidera de la nouvelle capacité de trafic à attribuer aux différents secteurs concernés.

## 2 Analyse

### 2.1 Aspects météorologiques

#### 2.1.1 Conditions météorologiques du jour de l'accident

Le radiosondage de Payerne de 00:00 UTC montrait une instabilité atmosphérique extraordinaire. Celle-ci a été la cause du développement, dès le matin, de forts orages le long des Préalpes (Suisse) et dans la région d'Oyonnax.

#### 2.1.2 Situation météorologique dans la région de l'accident

Les images de 08:00 UTC du radar météorologique du site de La Dôle montraient des échos caractéristiques d'orages de super cellules d'un niveau d'intensité maximum dans la région d'Oyonnax (voir annexe 3). L'avion a pénétré dans un cumulonimbus et a essuyé une averse de grêle pendant environ 5 secondes. A l'altitude à laquelle s'est produit l'accident, les plus gros grêlons devaient dépasser un diamètre de 50 mm. Dans le voisinage de ce genre de formation nuageuse, il est possible que de la grêle soit éjectée à l'extérieur du nuage.

#### 2.1.3 Prestations des services météorologiques

Les cartes schématiques du temps significatif SWC et TEMSI de 06 UTC ne faisaient pas état d'orages prévus dans la région d'Oyonnax. Les TEMSI de 09 UTC et 12 UTC, c'est-à-dire valables pour des périodes postérieures à l'accident, prévoyaient des averses ou des orages, mais pas de grêle.

L'équipage de conduite disposait des prévisions TAF pour la période de 04 UTC à 13 UTC, de la carte TEMSI valable à 06 UTC et des cartes vent/température ainsi que deux informations SIGMET pour aéronefs en vol supersonique (SST), valables respectivement de 03 UTC à 05 UTC et de 05 UTC à 07 UTC. La prévision d'aérodrome pour Genève qui pronostiquait des orages modérés sans averse de grêle avec un indicateur de probabilité d'occurrence PROB30 était correcte. Les signalements des phénomènes météorologiques significatifs SIGMET SST n'annonçaient pas d'averse de grêle.

En définitive, aucune prévision ne mentionnait la possibilité d'averses de grêle car l'intensité de l'activité orageuse du matin de l'accident a été sous-estimée par les services météorologiques.

### 2.2 Aspects techniques

#### 2.2.1 Navigabilité

Selon les données de l'enregistreur numérique de données de vol (DFDR), de l'enregistreur de conversation de poste de pilotage (CVR) et du journal technique de bord (*aircraft technical log*), aucune défaillance technique ayant un lien avec l'accident n'a été constatée sur l'appareil HB-III.

Les instruments relatifs à la visualisation des phénomènes météorologiques fonctionnaient correctement.

## 2.2.2 Equipements techniques au sol

Les radars du contrôle de la circulation aérienne et météorologiques fonctionnaient correctement. Les contrôleurs de la circulation aérienne avaient la possibilité de renseigner les équipages sur les conditions météorologiques particulières qui régnaient dans la région du Jura.

Entre 08:09 UTC et 09:40 UTC, il y a eu une panne du *localizer* 05 et l'ILS était donc hors service. Cette défaillance n'a eu aucune influence sur la poursuite de l'approche qui a été effectuée à vue.

## 2.3 Aspects opérationnels

### 2.3.1 Analyse de la visualisation de la cellule orageuse

#### 2.3.1.1 Analyse du déroulement de l'accident

Le déroulement de l'accident peut être décrit par les événements qui ont eu lieu à cinq instants significatifs situés entre le moment du décollage et celui de l'entrée de l'avion dans la zone de précipitation de grêle (figure 6).

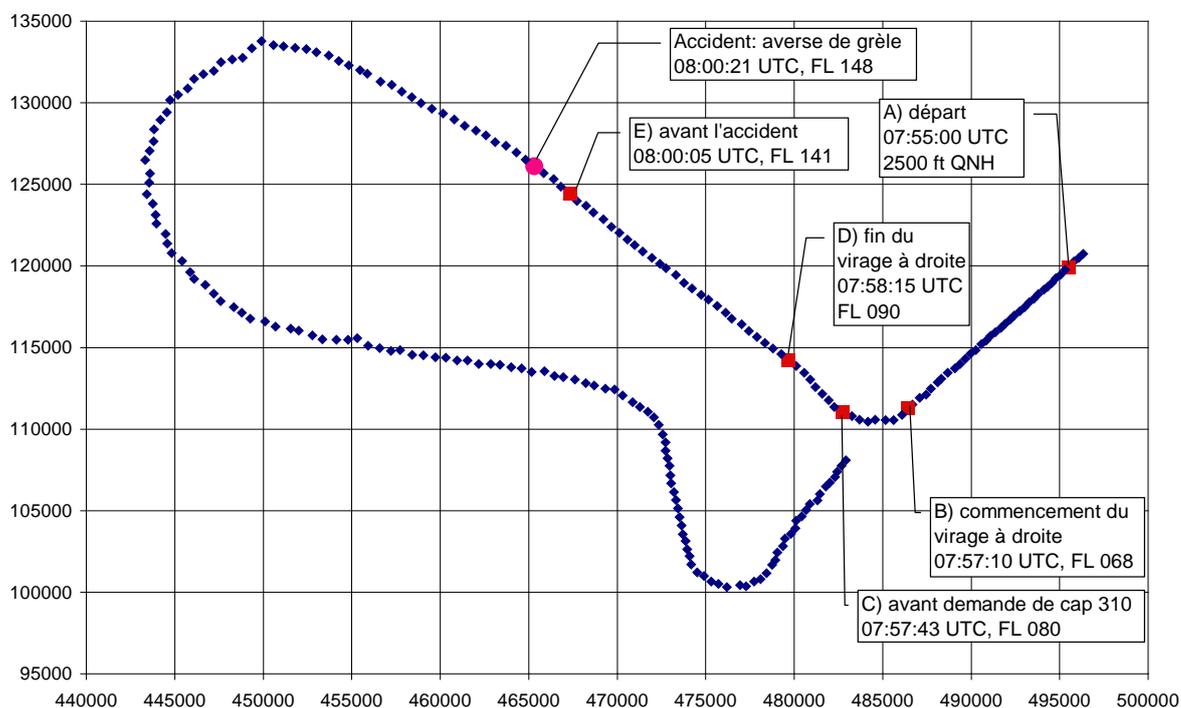


Fig. 6 Tracé du parcours de l'avion établi à partir des enregistrements radar du secteur Approche de Genève, avec un rafraîchissement de 4 secondes

#### A) Position à 07:55:00 UTC: décollage

L'avion a décollé de Genève et se trouve à cet instant à l'altitude de 2500 ft, au cap 225. L'endroit où il essuiera l'averse de grêle ayant provoqué l'accident se trouve à 16.8 NM et orienté à 56° vers la droite de la présente position. Les enregistrements du DFDR révèlent que la portée de l'EHSI de chacun des pilotes est sélectionnée à 10 NM; à ce moment celle-ci ne donne donc pas suffisamment de champ pour que la cellule de grêle soit visible sur l'instrument.

Selon les déclarations de l'équipage de conduite, le *tilt* du radar météorologique est calé à  $+2^\circ$ . A la portée de 10 NM, la ligne de  $-1.3^\circ$ , résultant du réglage du *tilt* et de la largeur sensible du faisceau, se situe à 1300 ft au-dessous de l'altitude de vol, à savoir à environ 1200 ft. L'aéroport de Genève et les crêtes du Jura étant situés à des altitudes de 1411 ft et 5700 ft respectivement, le radar est ainsi réglé en "under scan" et restitue principalement des échos de sol (*ground clutter*).

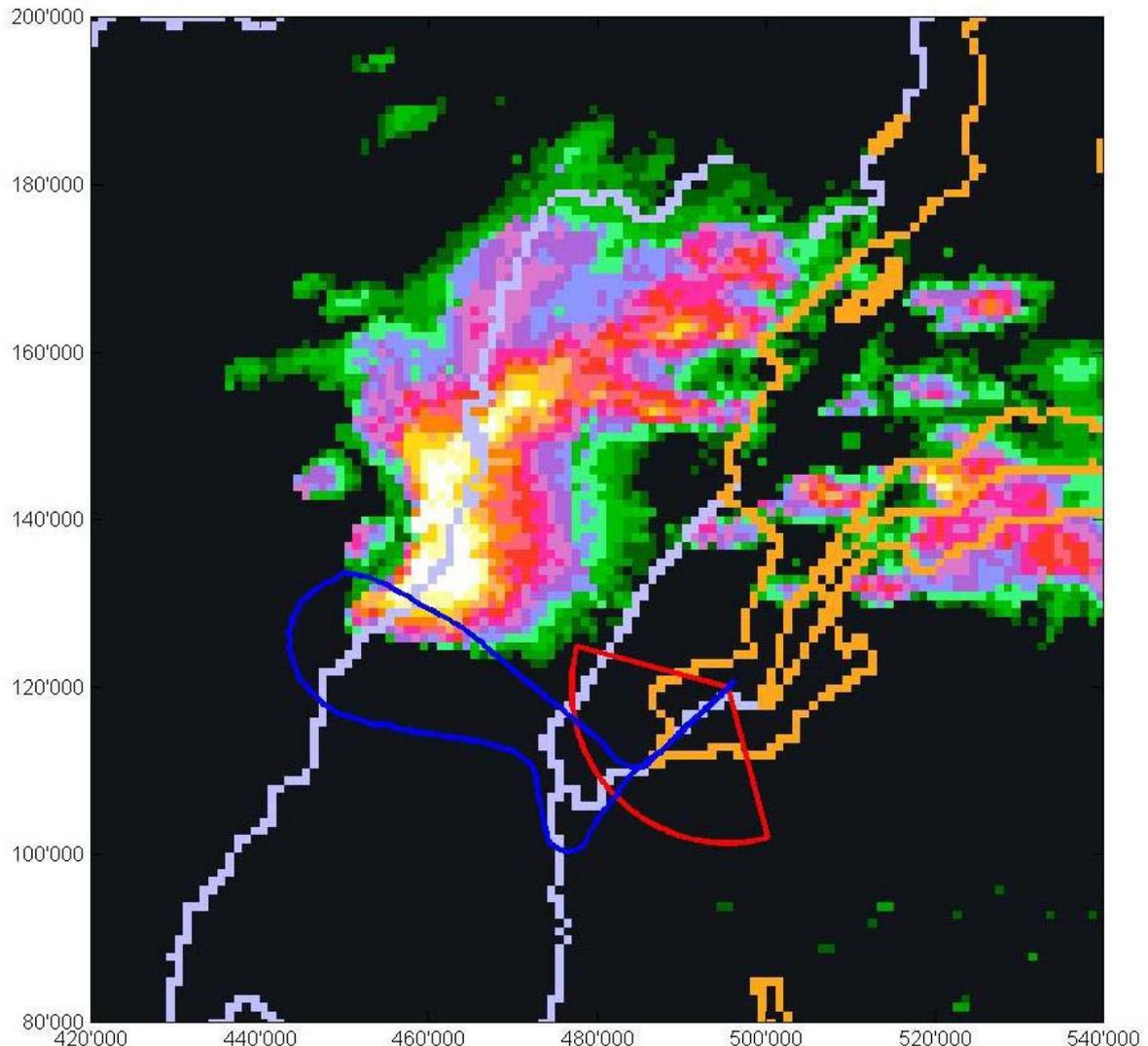


Fig. 7 Superposition du tracé du parcours de l'avion (en bleu) à l'image du radar météorologique de la Dôle à 07:55:00 UTC. Le secteur représenté en rouge est celui balayé par le radar embarqué au moment du décollage, pour la portée de 10 NM. L'abscisse et l'ordonnée sont relatives au quadrillage kilométrique national suisse CH1903

B) Position à 07:57:10 UTC: début du virage à droite

L'avion se trouve à cet instant au niveau de vol FL 068 et au cap 227. L'endroit où il essuiera l'averse de grêle se trouve à 14 NM et orienté à  $78^\circ$  vers la droite de la présente position. La portée de l'EHSI de chacun des pilotes est toujours sélectionnée à 10 NM; à ce moment celle-ci ne donne donc pas suffisamment de champ pour que la cellule de grêle soit visible sur l'instrument.

Le *tilt* du radar météorologique est calé à  $+2^\circ$ . A la portée de 10 NM la ligne de  $-1.3^\circ$  balaie le trajet de vol à l'altitude d'environ 5500 ft, ce qui correspond aux crêtes du Jura. Si la portée choisie des EHSI avait été supérieure, ce réglage n'aurait pas permis de visualiser la cellule orageuse, car celle-ci se trouvait en dehors du secteur balayé.

C) Position à 07:57:49 UTC: demande de continuer au cap 310

A 07:57:26 UTC, soit 23 secondes plus tôt, le commandant sélectionne la portée de son EHSI à 40 NM. A 07:57:43 UTC l'avion se trouve au niveau de vol FL 080, en virage à droite passant le cap 304.

A 07:57:49, le commandant demande de continuer au cap 310; l'endroit où il essuiera l'averse de grêle se trouve à 12.5 NM et orienté à  $15^\circ$  vers la droite de la présente position.

D) Position à 07:58:15 UTC: fin du virage à droite

L'avion se trouve à cet instant au niveau de vol FL 090 et au cap 310. L'endroit où il essuiera l'averse de grêle se trouve en face, à 10.1 NM. Les portées des EHSI sont sélectionnées à 40 NM pour le commandant et à 20 NM pour le copilote; la zone orageuse aurait dû être ainsi en grande partie visible sur le secteur droit des deux instruments. Les éléments suivants viennent renforcer ce fait:

- Les réglages du *tilt* du radar embarqué ainsi que les portées des EHSI choisis par l'équipage de conduite permettaient de visualiser la cellule orageuse;
- les surfaces équivalentes radar (SER) de la grêle et de la pluie permettaient une bonne détection dans la bande X du radar météorologique embarqué;
- la cellule de grêle ayant provoqué l'accident faisait partie d'une zone orageuse large et visualisée avec une bonne résolution par le radar météorologique embarqué;
- la cellule de grêle traversée occupait une position centrée dans le secteur balayé par le radar météorologique embarqué (figure 8 et 9).

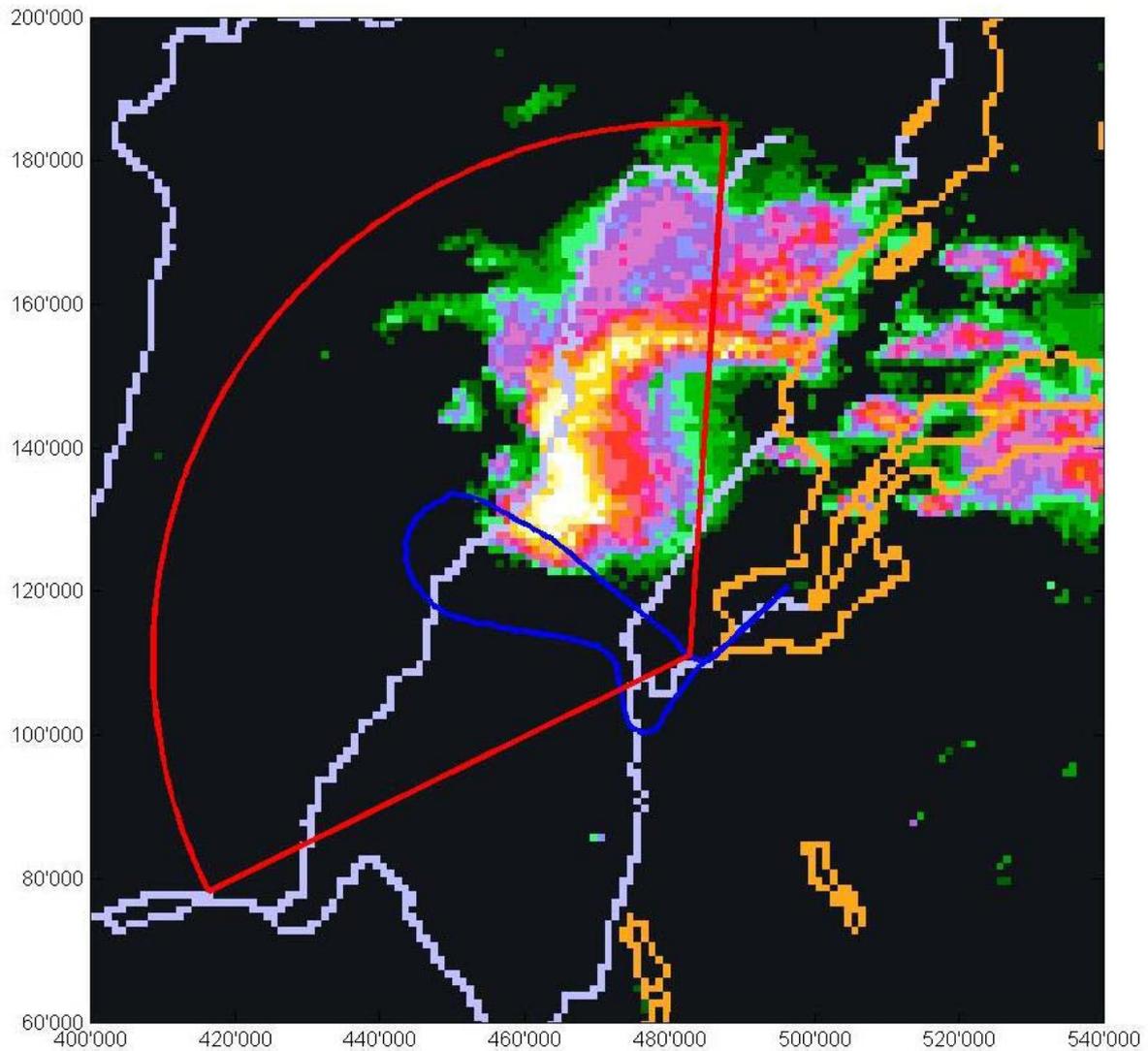


Fig. 8 Superposition du tracé du parcours de l'avion (en bleu) à l'image du radar météorologique de la Dôle à 08:00 UTC. Le secteur représenté en rouge est celui balayé par le radar embarqué à la fin du virage à droite, pour la portée de 40 NM sélectionnée par le commandant

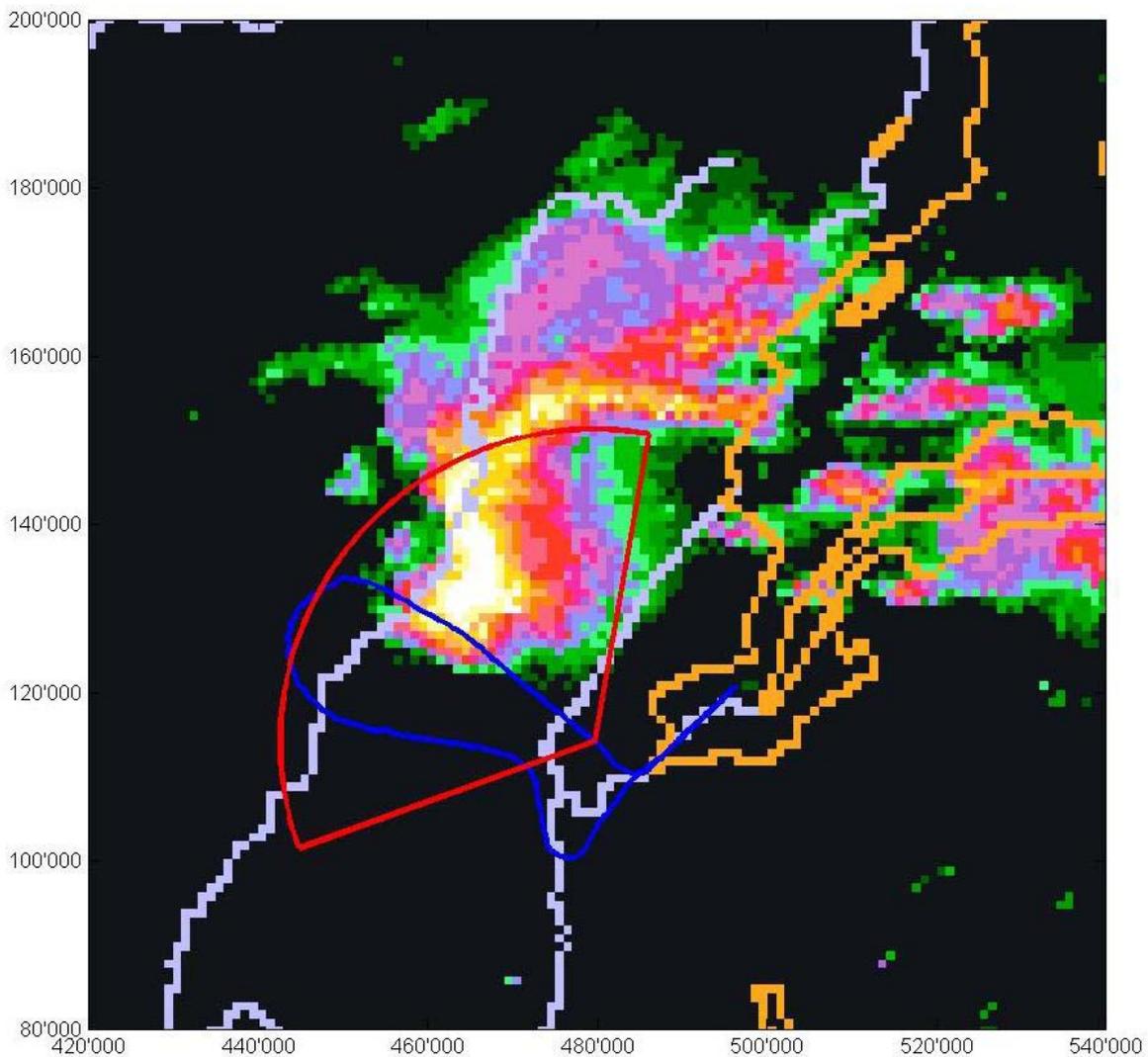


Fig. 9 Superposition du tracé du parcours de l'avion (en bleu) à l'image du radar météorologique de la Dôle à 08:00 UTC. Le secteur représenté en rouge est celui balayé par le radar embarqué à la fin du virage à droite, pour la portée de 20 NM sélectionnée par le copilote

E) Position à 08:00:05 UTC: quelques secondes avant l'accident

Le commandant a sélectionné la portée de son EHSI à 80 NM. L'avion se trouve à cet instant au niveau de vol FL 129, au cap 312. L'endroit où il essuiera l'averse de grêle se trouve en face, à 1.4 NM.

### 2.3.1.2 Analyse de la visualisation présentée par le radar embarqué

Les éléments suivants indiquent que la visualisation de la cellule orageuse présentée par le radar embarqué devait être de meilleure qualité que celle du radar météorologique de la Dôle utilisée pour analyser le déroulement de l'accident dans le paragraphe précédent:

- les valeurs des portées des EHSI enregistrées dans le DFDR étaient telles que la cellule de grêle traversée occupait une position centrée dans le secteur balayé par le radar météorologique embarqué. L'analyse réalisée sous § 2.3.1.1 est basée sur un réglage du *tilt* à +2°. Un changement volontaire de cet angle effectué par l'équipage de conduite n'aurait eu pour conséquence qu'une amélioration de la visualisation de la cellule orageuse;

- par rapport au radar météorologique au sol, la fréquence plus élevée du radar embarqué assurait une meilleure réflectivité des précipitations;
- un autre avion de la compagnie EasyJet, de même type et équipé d'un radar météorologique similaire s'est écarté de la même route de départ pour contourner la cellule orageuse. Cette manœuvre d'évitement a été effectuée par l'équipage de conduite en fonction de la situation météorologique visualisée par le radar embarqué;
- le développement vertical de la cellule orageuse était tel qu'une situation *d'over scan* n'était pas possible.

Bien que les images du radar embarqué du HB-III n'aient pas été enregistrées, on peut logiquement conclure que la cellule de grêle à l'origine de l'accident y était néanmoins parfaitement visible.

### 2.3.2 Règlements d'exploitation de la compagnie EasyJet

L'enquête a montré que les règlements d'exploitation de la compagnie EasyJet comprennent suffisamment de directives relatives au vol dans des conditions météorologiques défavorables.

En général, l'expérience de vol réalisée dans le contexte opérationnel spécifique de la compagnie contribue à l'application correcte de ces consignes.

Le suivi des règles d'exploitation et en particulier du point intitulé "*Use of Weather radar – Guidance to Pilots*" mentionné au chapitre 1.17.1.2 du présent rapport, aurait permis d'éviter l'accident.

### 2.3.3 Equipage de conduite

#### 2.3.3.1 Le commandant

Le commandant comptait une expérience de vol d'environ 2500 heures sur des avions à réaction de plus de 20 tonnes, dont moins de 300 heures effectuées en tant que copilote. La brièveté de cette période en place droite ne lui a probablement pas permis de tirer suffisamment profit de l'expérience de membres d'équipage plus expérimentés dans l'utilisation du radar météorologique embarqué.

D'autre part, la formation de base au travail à deux dans un cockpit se fait en début de carrière, c'est-à-dire lorsqu'un pilote assure la fonction de copilote. Dans le déroulement de sa vie professionnelle, le commandant n'a occupé cette position que pendant quelques centaines d'heures de vol, ce qui ne lui a laissé que très peu de temps pour assimiler ces bases.

Au cap d'évitement, alors qu'il aurait dû donner priorité à l'opération du radar météorologique pour évoluer dans les conditions environnantes orageuses, le commandant était principalement occupé à déterminer sur le FMS le prochain cap qui lui permettrait de tourner vers DJL. Les différentes portées qu'il a successivement sélectionnées sur son EHSI étaient moins adaptées à la visualisation des précipitations que celles choisies par le copilote.

#### 2.3.3.2 Le copilote

Le copilote était employé dans la compagnie aérienne EasyJet sur Boeing 737-300 depuis le mois de novembre 1999. Avec plus de 2300 heures sur ce type d'avion, il peut être considéré comme expérimenté dans la systématique du travail à deux dans un cockpit EasyJet, ainsi que dans le suivi des procédures compagnie.

Dans la phase de vol qui a précédé l'accident, il est étonnant qu'il n'ait pas appelé l'attention du commandant sur la priorité à donner à l'évitement des cellules orageuses.

#### 2.3.3.3 Conduite du vol

Le matin de l'accident, l'équipage de conduite a effectué la rotation Genève-Nice et retour; durant ces vols, les pilotes ont dû éviter des cellules orageuses. Cette situation météorologique inhabituelle aurait déjà dû les rendre attentifs à la priorité à donner à l'opération du radar météorologique au cours du prochain vol au départ de Genève.

L'enquête a montré au contraire que juste avant l'accident:

- les priorités ont été gérées de manière inadéquate: l'évitement des cellules orageuses aurait dû passer avant l'opération du FMS;
- l'information du radar météorologique embarqué a été utilisée de manière inappropriée.

Techniquement et sur la base des informations fournies par les pilotes, l'enquête révèle que la cellule orageuse aurait dû être visible sur les deux indicateurs électroniques de situation horizontale EHSI, au moins 2 minutes avant l'accident. Les raisons pour lesquelles l'équipage de conduite a continué à suivre un cap qui menait l'avion dans l'averse de grêle demeurent inexplicables.

Après l'accident, la gestion du vol et les décisions liées ont été adéquates, jusqu'à son terme.

#### 2.3.4 Rôle de l'ATC

Les cellules orageuses situées dans la région d'Oyonnax étaient visualisées à deux endroits:

- sur les écrans présentant l'image du radar météorologique de MétéoSuisse. Les précipitations y sont représentées à l'échelle du pays et la présence de fortes averses de grêle n'aurait cependant pu être décelée que par un météorologue;
- sur les écrans de contrôle ICWS, à condition toutefois que la fonction météorologique y soit activée. Les précipitations sont visibles, toutefois avec une qualité et précision moindres que celles qu'offre un radar météorologique.

Au plus tard après l'annonce de l'accident, conformément au chapitre 8.6.10 du règlement *doc. 4444 PANS-ATM*, l'ATC aurait impérativement dû signaler la présence des fortes averses de grêle au service météorologique, afin qu'un message SIGMET puisse être émis dans les plus brefs délais.

#### 2.3.5 Emission de messages SIGMET

Les services météorologiques publient en général des messages SIGMET sur la base d'informations communiquées à l'ATC par des pilotes.

L'information météorologique relative à cette situation significative devant conduire à l'émission d'un message SIGMET n'a pas été transmise par l'ATC. Mis à part des SIGMET SST, aucune information SIGMET concernant la région de l'accident n'a été publiée ce matin-là.

### 3 Conclusions

#### 3.1 Faits établis

##### 3.1.1 Aspects météorologiques

- Le matin de l'accident, la documentation météorologique remise à l'équipage ne mentionnait pas le risque d'averses de grêle dans la région de l'accident.
- Les images de 08:00 UTC du radar météorologique du site de La Dôle montraient des échos caractéristiques d'orages de super cellules d'un niveau d'intensité maximum dans la région d'Oyonnax.
- Des orages violents accompagnés de chutes de grêles ont été observés en plusieurs endroits au moment et dans la région de l'accident. Selon les témoins oculaires, les grêlons atteignaient la taille d'une balle de ping-pong (40 mm), certains avaient même un diamètre de 50 mm.

##### 3.1.2 Aspects techniques

- Au niveau de la navigabilité de l'avion, aucune défaillance technique ayant un lien avec l'accident n'a été constatée.
- Le *localizer* du système ILS de la piste 05 était hors service.

##### 3.1.3 Equipage

- Les documents fournis indiquent que les pilotes étaient titulaires de licences de vol valables.
- L'équipage de conduite était composé d'un commandant engagé sous contrat temporaire; le copilote était employé chez EasyJet Switzerland depuis le mois de novembre 1999.
- Après une période de repos de 14h35, l'équipage de conduite effectuait son troisième vol d'une série prévue de quatre.

##### 3.1.4 Aspects opérationnels

- 5 minutes après l'envol de l'appareil EZS 903, le vol EZS 995 a décollé en suivant la même route de départ normalisé aux instruments "DIPIR 1A". Son équipage de conduite a évité par l'ouest le foyer orageux à l'origine de l'accident du vol EZS 903; cette trajectoire d'évitement a été choisie en fonction de la situation météorologique donnée par le radar météorologique embarqué.
- Ni l'équipage de conduite du vol EZS 903, ni celui du vol EZS 995 n'ont reçu d'information météorologique émanant de l'ATC.
- L'équipage de conduite du vol EZS 903 n'a pas été en mesure d'expliquer en détail sa façon d'utiliser le radar météorologique embarqué.
- L'équipage de conduite du vol EZS 903 a transmis 5 minutes après l'accident les raisons de sa déclaration de situation de détresse, "*very heavy hailstorm*", sur la fréquence 120.3 MHz.
- Après l'attente occasionnée par l'atterrissage imprévu sur la piste 05 de l'avion effectuant le vol EZS 903, l'appareil VP-BKK a décollé de la piste 23 environ 20 minutes après l'accident. Son équipage de conduite a suivi le même départ normalisé aux instruments que EZS 903. A son arrivée à destination, des dégâts au radôme, aux bords d'attaque et à l'empennage de l'appareil ont été constatés par le personnel d'entretien.
- Les problèmes météorologiques rencontrés par EZS 903 n'ont pas été signalés par l'ATC à l'équipage de conduite de l'avion VP-BKK.

### 3.2 Cause

L'accident a été provoqué par l'incursion de l'avion dans une averse de grêle noyée dans une cellule orageuse, suite à une utilisation inadéquate des informations fournies par le radar météorologique embarqué.

Les facteurs suivants ont joué un rôle dans l'accident:

- lacunes dans le travail en équipage (CRM);
- aucune information météorologique spécifique concernant ce danger n'a été émise.

## 4 **Recommandations de sécurité**

### 4.1 **Introduction**

A la lecture des différents tracés radar et après vérification des postes de travail, il apparaît qu'aucune information météorologique n'a été transmise alors que les moyens de le faire existaient et que la situation du moment l'exigeait.

### 4.2 **Recommandation de sécurité no 281 (anciennement no. 82)**

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait exiger l'utilisation systématique par le personnel responsable du trafic aérien des informations fournies par le radar météorologique lorsque la situation présente des dangers.

### 4.3 **Recommandation de sécurité no 282 (anciennement no. 83)**

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait imposer, à réception des informations météorologiques spécifiques transmises par les équipages, une transmission immédiate dans les secteurs du trafic aérien concerné et que ces informations soient envoyées à Météosuisse pour l'établissement d'un SIGMET.

### 4.4 **Prise de position OFAC (21.11.2003)**

*Nous soutenons les recommandations mentionnées du BEAA et à cet effet nous sommes intervenus auprès de Skyguide (...).*

*Nous vous tiendrons au courant dès que Skyguide nous aura fait parvenir la confirmation de la mise en vigueur de sa part des recommandations susmentionnées.*

Berne, le 30 mars 2010

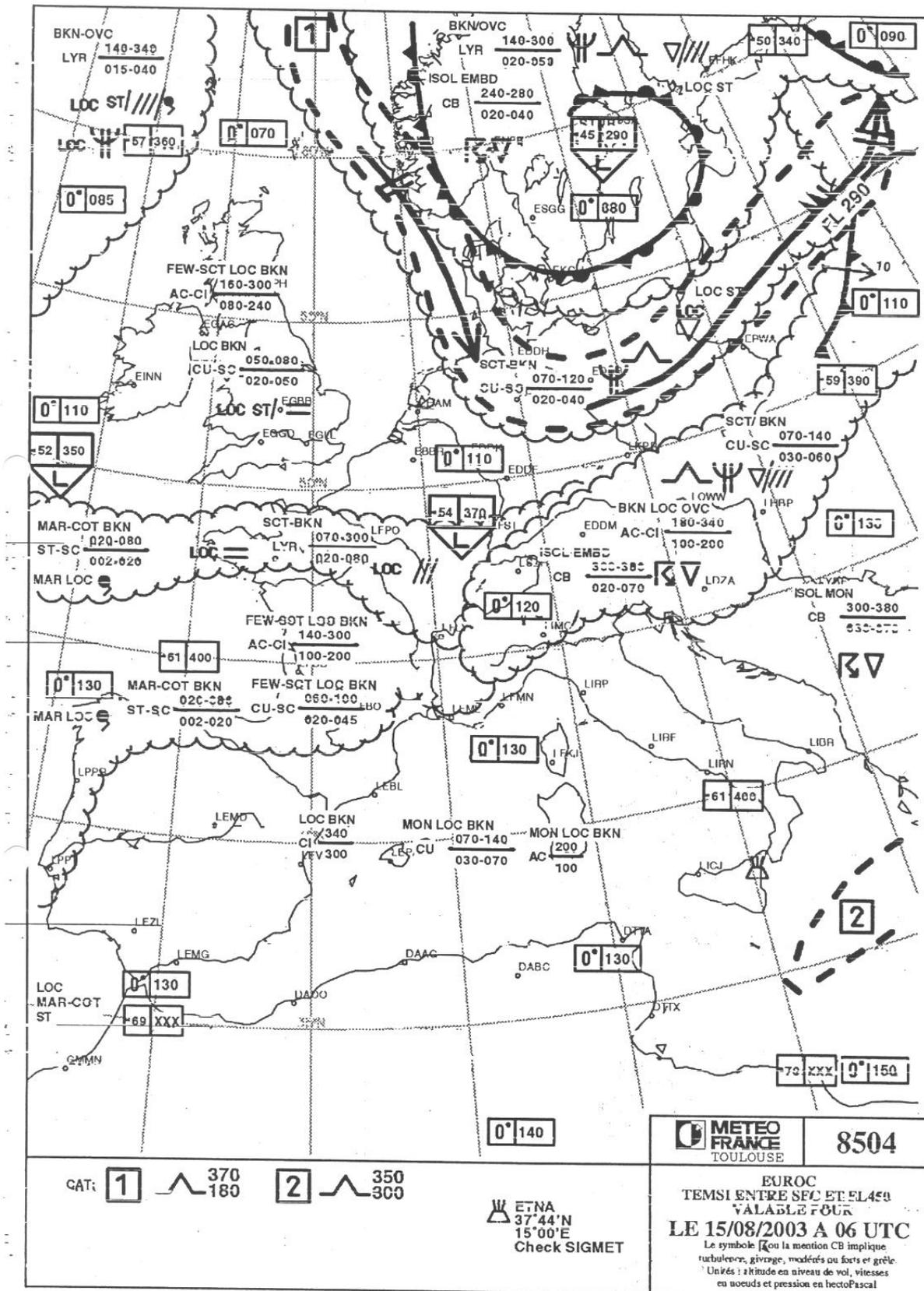
## **Commission fédérale sur les accidents d'aviation**

André Piller, président

Tiziano Ponti, vice-président

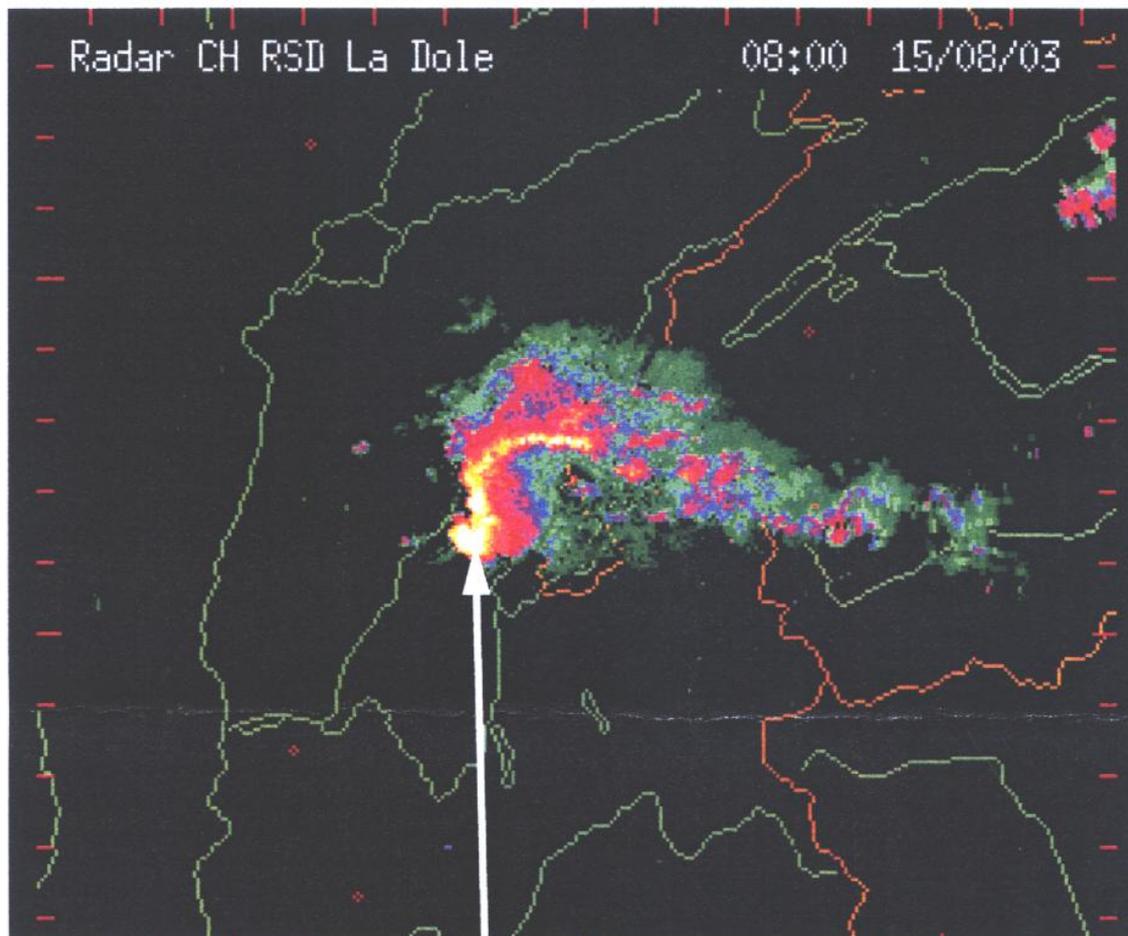
Ines Villalaz-Frick, membre



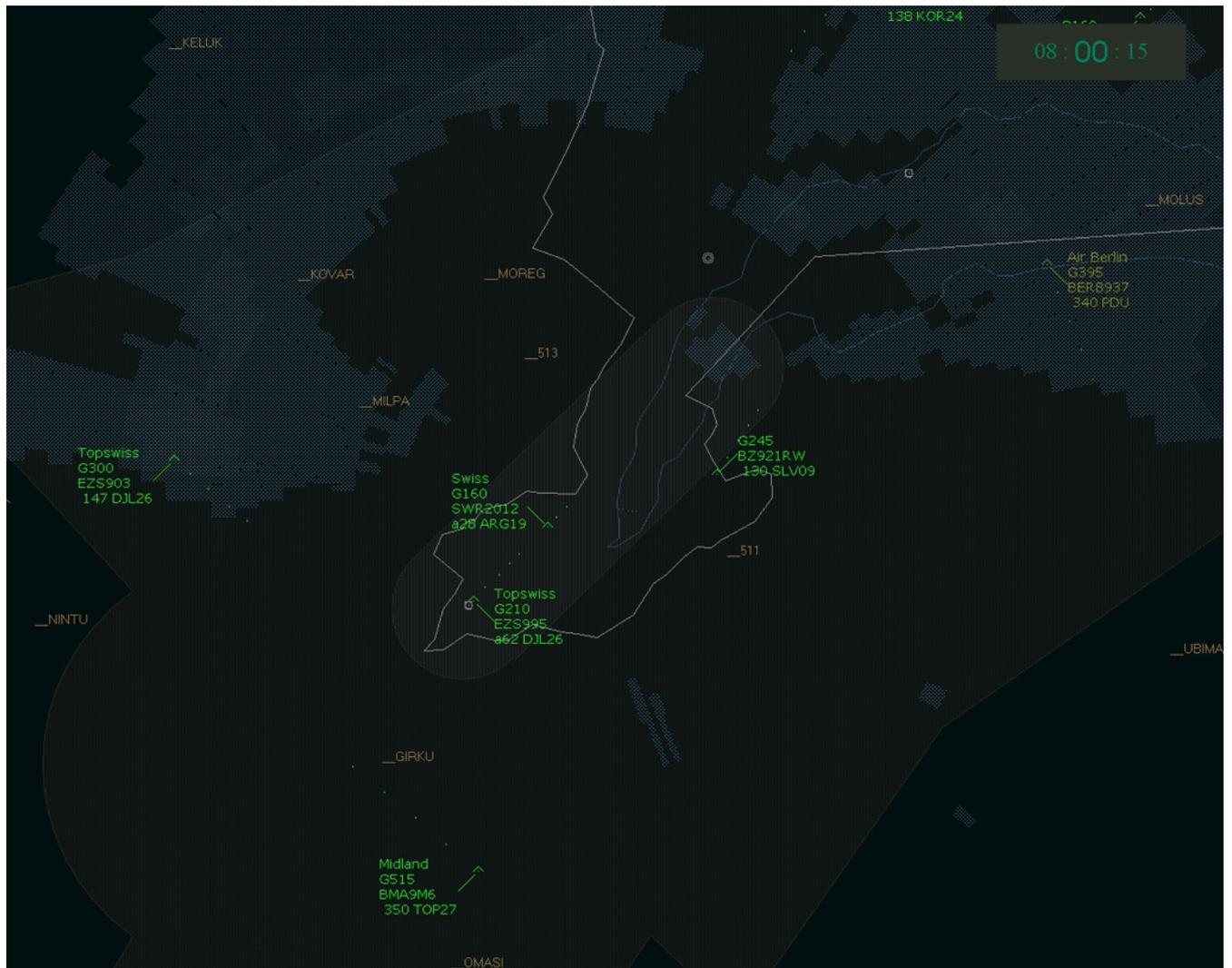


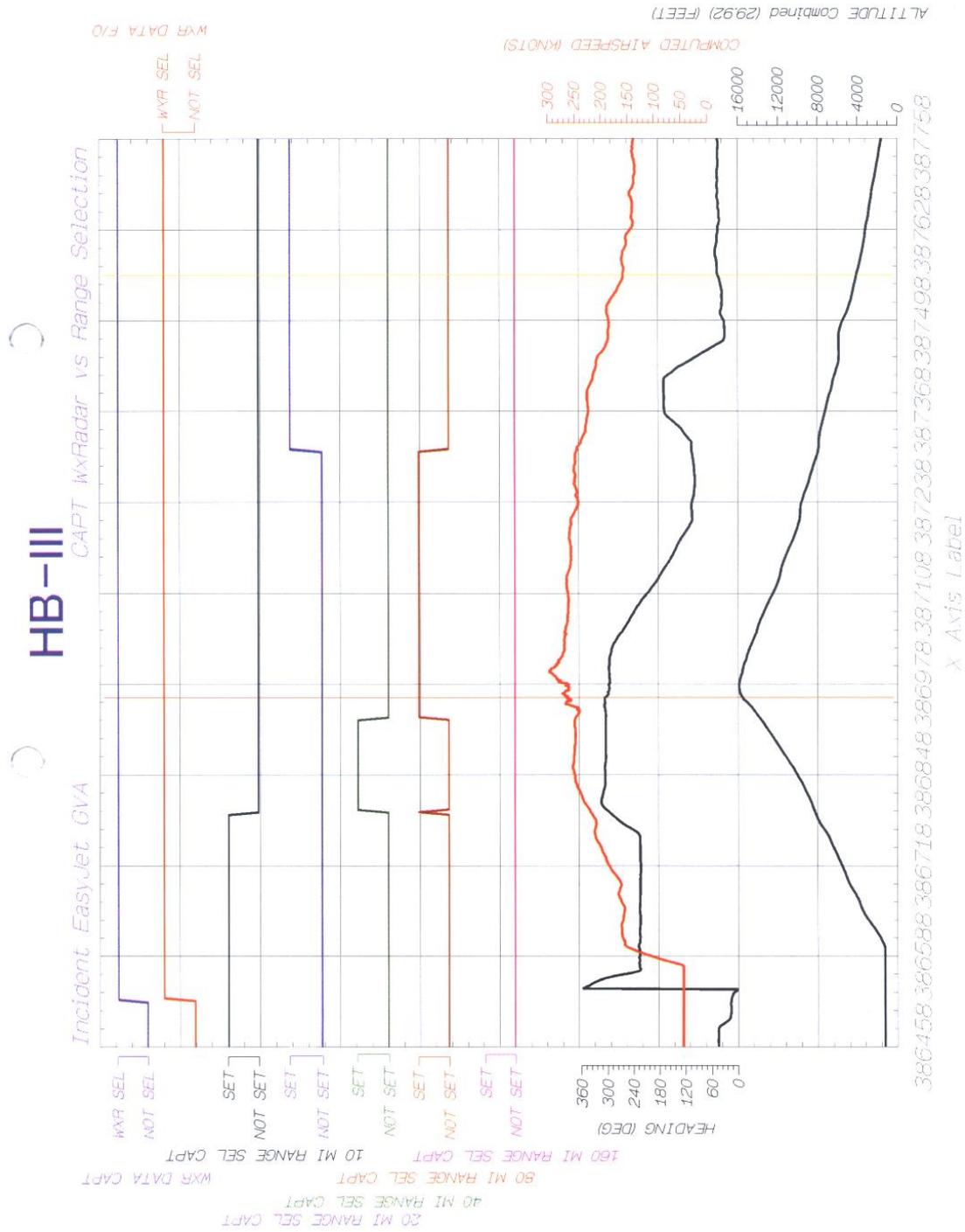


Images radar (Dôle) de 0800 UTC



Echo de forte intensité  
lié à la cellule orageuse





Preliminary Data  
Created: December 19, 2003

Swiss AAIB/fim

AIP SWITZERLAND

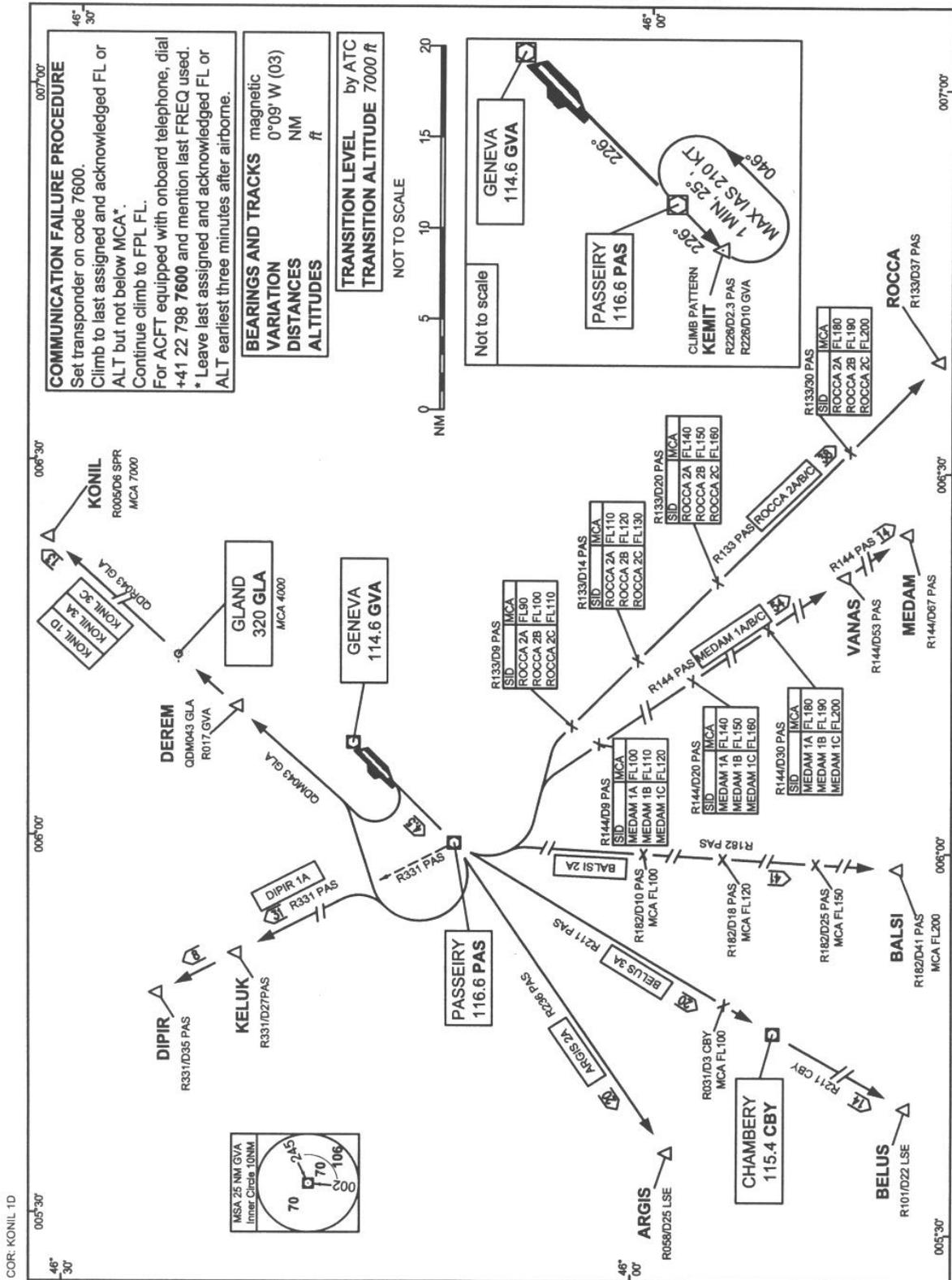
LSGG AD 2.24.7 - 9  
AIRAC 20 MAR 2003

SID CHART ICAO

STANDARD INSTRUMENT  
DEPARTURE SID RWY 23

NON RNAV

GENEVA



SKYGUIDE, CH-8058 ZURICH-AIRPORT

AIRAC AMDT 01 2003