



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT AÉRONAUTIQUE

COLLISION AVEC UN VÉHICULE

**ROYAL AIR MAROC
BOEING 747-400 CN-RGA
AÉROPORT INTERNATIONAL
DE MONTRÉAL / MIRABEL (QUÉBEC)
21 JANVIER 1995**

RAPPORT NUMÉRO A95Q0015

MISSION DU BST

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* établit les paramètres juridiques qui régissent les activités du Bureau de la sécurité des transports du Canada.

La mission du BST consiste essentiellement à promouvoir la sécurité du transport maritime, ferroviaire et aérien, ainsi que du transport par productoduc :

- en procédant à des enquêtes indépendantes et, au besoin, à des enquêtes publiques sur les événements de transport, afin d'en dégager les causes et les facteurs;
- en publiant des rapports rendant compte de ses enquêtes, publiques ou non, et en présentant les conclusions qu'il en tire;
- en constatant les manquements à la sécurité mis en évidence par de tels événements;
- en formulant des recommandations sur les moyens d'éliminer ou de réduire ces manquements;
- en menant des enquêtes et des études spéciales sur des questions touchant la sécurité des transports.

Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

INDÉPENDANCE

Pour favoriser la confiance du public à l'endroit du processus d'enquête sur les accidents de transport, l'organisme d'enquête doit non seulement être objectif, indépendant et libre de tout conflit d'intérêts, mais aussi perçu comme tel. La principale caractéristique du BST est son indépendance. Le Bureau relève du Parlement par l'intermédiaire du président du Conseil privé de la Reine pour le Canada et il est indépendant des autres organismes gouvernementaux et des ministères. Son indépendance assure la parfaite objectivité de ses conclusions et de ses recommandations. Elle repose sur sa compétence, sa transparence et son intégrité, ainsi que sur l'équité de ses méthodes.

Visitez le site Internet du BST
<http://bst-tsb.gc.ca/>

Les rapports d'enquête publiés par le BST depuis janvier 1995 y sont maintenant disponibles. Les rapports seront ajoutés au fur et à mesure qu'ils seront publiés.

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête sur accident aéronautique

Collision avec un véhicule

Royal Air Maroc

Boeing 747-400 CN-RGA

Aéroport international de Montréal / Mirabel (Québec)

21 janvier 1995

Rapport numéro A95Q0015

Résumé

Le Boeing 747-400 appartenant à Royal Air Maroc était stationné sur l'aire de dégivrage de l'aéroport international de Montréal/Mirabel (Québec). L'avion se préparait à effectuer un vol régulier entre Mirabel et Casablanca (Maroc) avec une escale à New York (New York). Les quatre réacteurs de l'avion étaient en marche pendant le dégivrage. L'équipage a entendu «dégivrage terminé», et le commandant de bord a demandé au copilote d'informer le contrôleur de l'aire de trafic que l'appareil était prêt à rouler. Des instructions de roulage ont été données. L'avion a avancé et a renversé les deux véhicules de dégivrage qui se trouvaient encore devant les stabilisateurs horizontaux de l'avion. Les deux chauffeurs des véhicules ont été blessés légèrement; les trois occupants des nacelles ont perdu la vie.

Le Bureau a déterminé qu'à la suite d'une confusion dans les communications radio, l'équipage de conduite a fait avancer l'avion avant que la zone autour de l'avion ne soit dégagée. Facteurs contributifs : manque de procédures de dégivrage au sein de Royal Air Maroc; non-respect des procédures par l'équipe de dégivrage des Lignes aériennes Canadien International (LACI); utilisation d'un équipement de communication inadéquat ou inapproprié; formation incomplète du *Snowman 1* (premier préposé au dégivrage); cadre réglementaire moins exigeant pour les transporteurs aériens étrangers que pour les transporteurs canadiens; manque de supervision opérationnelle et manque de discipline radiophonique.

This report is also available in English.

Table des matières

	Page
1.0 Renseignements de base	1
1.1 Déroulement du vol	1
1.2 Victimes	2
1.3 Dommages à l'aéronef	2
1.4 Autres dommages	3
1.5 Renseignements sur le personnel	3
1.5.1 Le personnel de Royal Air Maroc	3
1.5.1.1 Généralités	3
1.5.1.2 Le commandant de bord	4
1.5.1.3 Le copilote	4
1.5.1.4 Les agents de bord	4
1.5.2 Le personnel des Lignes aériennes Canadien International	5
1.5.2.1 Formation des préposés au dégivrage à Mirabel	5
1.5.2.2 Coordonnateur au dégivrage (<i>Iceman</i>)	6
1.5.2.3 Préposés au dégivrage	6
1.5.2.4 Préposé d'escale	7
1.5.2.5 Préposé d'escale en chef	7
1.6 Renseignements sur l'aéronef	7
1.6.1 Généralités	7
1.6.2 Procédures de dégivrage du Boeing 747-400 les moteurs en marche	8
1.7 Renseignements météorologiques	8
1.8 Télécommunications	8
1.8.1 Généralités	8
1.8.2 Communications entre l'équipe de dégivrage et le contrôleur de l'aire de trafic	8
1.8.3 Communications entre l'équipage de Royal Air Maroc et le <i>Snowman 1</i>	9
1.8.4 Instructions de roulage en vue du décollage	10
1.8.5 Équipements de communication	10
1.9 Renseignements sur l'aérodrome	11
1.9.1 Généralités	11
1.9.2 Procédures pour le personnel navigant publiées par ADM pour le dégivrage des aéronefs	11

1.9.3	La tour de contrôle de l'aire de trafic	12
1.10	Enregistreurs de bord	12
1.11	Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.12	Questions relatives à la survie des occupants	13
1.13	Programme de dégivrage des avions au sol	13
1.13.1	Cadre réglementaire et opérationnel du dégivrage au sol	13
1.13.2	Lignes aériennes Canadien International (LACI)	14
1.13.3	Royal Air Maroc	15
1.13.4	Dégivrage des aéronefs les moteurs principaux en marche	16
1.14	Renseignements supplémentaires	16
1.14.1	Entrepreneurs en dégivrage à Mirabel	16
1.14.2	Enquête du coroner	17
2.0	Analyse	19
2.1	Introduction	19
2.2	Décision de rouler	19
2.3	Équipements de communication	20
2.4	Cadre réglementaire pour les transporteurs aériens étrangers	20
2.5	Formation en dégivrage les moteurs en marche	21
2.6	Concurrence entre les entrepreneurs en dégivrage	21
2.7	Contrôle de l'aire de dégivrage	22
2.8	Le placier (<i>marshaller</i>)	23
2.9	Supervision des opérations de dégivrage par Royal Air Maroc	23
2.10	Coordination entre l'équipage de conduite et les agents de bord	23
2.11	Communications	24
2.12	Supervision des opérations de dégivrage par LACI	24
2.13	Résumé	24
3.0	Conclusions	27
3.1	Faits établis	27
3.2	Causes	29
4.0	Mesures de sécurité	31
4.1	Mesures prises	31
4.1.1	Manuel sur les activités de dégivrage et d'antigivrage au sol des aéronefs de	

	l'OACI	31
4.1.2	Règlement de l'aviation canadien - Opérations dans des conditions de givrage au sol	32
4.1.3	Activités de dégivrage et d'antigivrage de Royal Air Maroc	32
4.1.4	Procédures de dégivrage et d'antigivrage de LACI	33
4.1.5	Directive de Travail Canada	34
5.0	Annexes	
	Annexe A - Baie de dégivrage à l'aéroport de Mirabel	35
	Annexe B - Liste des rapports pertinents	37
	Annexe C - Sigles et abréviations	39

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

Le 21 janvier 1995, le Boeing 747-400 immatriculé CN-RGA, exploité par Royal Air Maroc, se préparait à effectuer le vol régulier AT 205 entre Mirabel (Québec) et Casablanca (Maroc) avec une escale à New York (New York). L'appareil était stationné à la porte d'embarquement n° 124 près du centre d'avitaillement n° 2 sur l'aire de trafic principale. Les passagers sont montés à bord à l'heure prévue et le copilote a demandé au contrôleur de l'aire de trafic de démarrer les moteurs et de se rendre à l'aire de dégivrage.

L'avion s'est rendu jusqu'à l'aire de dégivrage et s'est arrêté là où deux véhicules de dégivrage appartenant aux Lignes aériennes Canadien International (LACI)¹ l'attendaient. Un véhicule de dégivrage s'est placé devant l'appareil et a hissé sa nacelle à la hauteur du poste de pilotage; l'opérateur de la nacelle a indiqué au pilote, par signaux, qu'il devait afficher la très haute fréquence (VHF) de 130,775 mégahertz (MHz), qui est la fréquence de travail de LACI. L'équipage avait utilisé cette fréquence lors du démarrage des moteurs mais ignorait qu'il s'agissait de la fréquence de travail de LACI.

Le commandant de bord et le premier préposé au dégivrage (*Snowman 1*) ont convenu de ne dégivrer que les ailes et les stabilisateurs horizontaux avec du liquide de dégivrage de type I. Le *Snowman 1* a d'abord demandé au commandant de bord de fermer les moteurs. Cependant, après que le commandant de bord a indiqué qu'il y aurait un délai pour démarrer le groupe auxiliaire de bord (APU), le *Snowman 1* a suggéré de dégivrer l'appareil les moteurs en marche, et le commandant de bord a accepté.

Environ sept minutes après l'immobilisation de l'appareil, le contrôleur de l'aire de trafic a tenté de rejoindre le *Snowman 1* sur la fréquence de l'aire de trafic, mais en vain. Quelques instants plus tard, le coordonnateur au dégivrage (*Iceman*) de LACI qui se trouvait dans les bureaux de la compagnie a, à son tour, tenté de contacter le *Snowman 1* sur la fréquence de la compagnie. Le *Iceman* a demandé au *Snowman 1* de prévenir le contrôleur de l'aire de trafic lorsque le dégivrage serait terminé. L'équipage du Boeing a entendu «dégivrage terminé» sur la fréquence de 130,775 MHz. Ni le contrôleur de l'aire de trafic, ni le *Iceman* n'ont reçu d'accusé de réception du *Snowman 1*. Le copilote a alors informé le contrôleur de l'aire de trafic que l'appareil était prêt à rouler. Par la suite, le commandant de bord a répété deux fois «dégivrage terminé» sur la fréquence de LACI. Le contrôleur de l'aire de trafic a donné des instructions de roulage à l'équipage de Royal Air Maroc pour que l'avion se rende

¹ Voir l'annexe C pour la signification des sigles et abréviations.

jusqu'à la voie de circulation Kilo. N'ayant pas reçu de réponse négative ou de contre-indication du *Snowman 1*, le pilote a présumé que le dégivrage de l'avion était terminé et que l'équipe de dégivrage avait quitté les lieux. Au moment de ces transmissions, le temps écoulé depuis le début de l'opération correspondait au temps habituellement requis pour ce type de dégivrage.

Quelques 26 secondes plus tard, le commandant de bord a desserré les freins après avoir effectué une vérification visuelle extérieure à partir du poste de pilotage. À ce moment-là, les deux véhicules de dégivrage se trouvaient de chaque côté de l'avion, perpendiculaires au fuselage, devant les stabilisateurs horizontaux, et cinq préposés au dégivrage étaient en train de dégivrer les stabilisateurs horizontaux. Après avoir roulé sur une distance de 95 pieds, le commandant de bord a brusquement immobilisé l'avion parce qu'il avait entendu une transmission qui lui demandait d'arrêter puis de couper les moteurs. Les stabilisateurs horizontaux de l'avion venaient de percuter les mâts de charge télescopiques des véhicules de dégivrage, provoquant la chute des occupants des nacelles et le renversement des véhicules de dégivrage sur le côté. Les deux chauffeurs des véhicules ont subi des blessures légères. Les trois occupants des nacelles ont subi des blessures mortelles en heurtant le sol.

L'accident s'est produit de jour à 16 h 52, heure normale de l'Est (HNE)² le 21 janvier 1995, par 45° 40' de latitude Nord et 074° 02' de longitude Ouest.

1.2 *Victimes*

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	-	-	3	3
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers/ indemnes	18	96	2	116
Total	18	96	5	119

1.3 *Dommmages à l'aéronef*

L'avion a subi des dommages importants.

1.4 *Autres dommages*

Les deux véhicules de dégivrage ont été lourdement endommagés lors de la collision avec l'avion et de

² Les heures sont exprimées en HNE (temps universel coordonné [UTC] moins cinq heures), sauf indication contraire.

l'impact avec le sol. Une quantité indéterminée de liquide de dégivrage s'est répandue sur l'aire de trafic.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Le personnel de Royal Air Maroc

1.5.1.1 Généralités

	Commandant de bord	Premier officier
Âge	49 ans	39 ans
Licence	pilote de ligne	pilote de ligne
Date d'expiration du certificat de validation	31 mai 1995	31 mai 1995
Nombre total d'heures de vol	15 000	7 000
Nombre total d'heures de vol sur type en cause	9 000	500
Nombre total d'heures de vol dans les 90 derniers jours	40	24
Nombre total d'heures de vol sur type en cause dans les 90 derniers jours	40	24
Nombre d'heures de service avant l'événement	1	1
Nombre d'heures libres avant la prise de service	48	48

L'équipage possédait les licences et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Les pilotes effectuaient régulièrement le vol entre Casablanca et Mirabel.

L'équipage de conduite n'avait pas connaissance d'aucune procédure particulière de dégivrage à Mirabel et suivaient les directives émises par l'avionneur.

1.5.1.2 Le commandant de bord

C'était la première fois que le commandant de bord se rendait à l'aire de dégivrage de Mirabel. Dans le passé, le dégivrage de son appareil avait été effectué à la porte d'embarquement, avec les moteurs coupés. Les procédures de communication étaient également différentes; dans le passé, le mécanicien au sol communiquait avec le commandant de bord par l'interphone situé dans le logement du train avant et servait d'intermédiaire entre l'équipage et l'équipe de dégivrage. Une fois le dégivrage terminé, l'équipage lançait les moteurs, et un placier, que le pilote pouvait voir, guidait l'appareil grâce à des signaux.

Au moment de l'accident, le commandant était en place gauche et il était aux commandes de l'avion. Il était responsable des communications avec l'équipe de dégivrage sur la fréquence de LACI. Il parle couramment le français et l'anglais.

1.5.1.3 Le copilote

Le copilote avait utilisé le service de dégivrage à Mirabel une seule fois. Le dégivrage avait eu lieu dans l'aire de dégivrage l'année précédente. Il s'agissait d'un type d'appareil différent et qui nécessitait la présence d'un mécanicien de bord qui s'occupait du dégivrage. Le dégivrage avait été effectué les moteurs coupés.

Au moment de l'accident, le copilote était en place droite et effectuait les communications avec les Services de la circulation aérienne. Il parle couramment le français et l'anglais.

1.5.1.4 Les agents de bord

Quatre agents de bord et une dizaine de passagers se trouvaient à l'arrière de la cabine. De leur poste, les agents de bord étaient en mesure d'observer les véhicules de dégivrage et d'informer les pilotes sur le déroulement de l'opération, par le biais du système d'intercommunication.

Avant de desserrer les freins pour se rendre sur la piste, l'équipage a signalé aux agents de bord que l'appareil était prêt à rouler. L'équipage de conduite n'a pas vérifié auprès des agents de bord si la zone autour de l'avion était dégagée; rien n'obligeait le commandant de bord à consulter systématiquement les agents de bord avant de manoeuvrer l'avion. Aucun des agents de bord n'a été témoin de la collision.

Il existe une coordination cockpit/cabine dans le programme de formation des équipages à Royal Air Maroc. Bien qu'une telle formation ne soit pas obligatoire, elle fait partie du syllabus de cours de nombreux transporteurs aériens.

1.5.2 Le personnel des Lignes aériennes Canadien International

Le jour de l'accident, LACI ne devait dégivrer que l'appareil de Royal Air Maroc. L'équipe de dégivrage

était composée de quatre personnes : deux chauffeurs de camion (l'un d'eux était le premier préposé au dégivrage, le *Snowman 1*) et deux opérateurs de nacelle. Un préposé d'escale s'est joint à l'équipe en qualité d'apprenti après avoir été autorisé par le *Iceman* à observer le dégivrage à partir d'une nacelle. Les préposés au dégivrage étaient titulaires du certificat approprié de compétence radio.

1.5.2.1 Formation des préposés au dégivrage à Mirabel

À l'automne 1994, les préposés au dégivrage avaient suivi un cours approuvé par LACI portant sur le dégivrage des aéronefs les moteurs coupés. Quatre des cinq préposés au dégivrage en cause dans l'accident avaient suivi ce cours; l'apprenti qui observait le dégivrage dans une des nacelles n'avait reçu aucune formation en dégivrage. Le manuel utilisé pour le cours, et que tous les employés pouvaient se procurer, stipulait qu'une personne ne pouvait dégivrer un aéronef les moteurs en marche à moins d'avoir reçu la formation nécessaire portant sur le dégivrage des aéronefs les moteurs en marche.

Au cours de l'automne 1994, des transporteurs aériens avaient demandé à LACI de dégivrer leurs appareils les moteurs en marche. Le 3 janvier 1995, à la base de Mirabel, 12 employés de LACI ont suivi un cours pour dégivrer le Boeing 727 et le Lockheed 1011 les moteurs en marche. C'était le premier cours offert par LACI sur ces appareils. Trois des cinq préposés au dégivrage en cause dans l'accident avaient suivi ce cours; le *Snowman 1* et l'apprenti ne l'avaient pas suivi.

Le cours avait été adapté à partir du programme de formation intitulé *CAI's Engines On De-Icing/ Anti-icing for the B737 and A320*. Les documents de référence relatifs au Boeing 727 et au Lockheed 1011 avaient été incorporés dans le cours. Le cours donné par le formateur (*instructor/ developer*) de LACI comprenait entre autres une présentation au rétroprojecteur, la remise de documentation, des exposés de familiarisation sur les types d'avion (B727 et L1011), des exercices pratiques de déplacement de véhicule autour du Boeing 727 et du Lockheed 1011 les moteurs coupés, et un exercice pratique autour d'un Airbus A310 les moteurs en marche. Les employés devaient normalement passer un examen écrit après avoir reçu la formation; toutefois, le peu de temps entre la date de la demande de service d'un des transporteurs aériens et la date où le transporteur voulait ce service n'a pas permis au formateur de rédiger un test conçu spécifiquement pour le Boeing 727 et le Lockheed 1011.

Les employés qui avaient suivi le cours étaient autorisés à dégivrer exclusivement les Boeing 727 et les Lockheed 1011 les moteurs en marche. Les employés ont déclaré que, durant le cours, le formateur avait approuvé le dégivrage du Boeing 747 les moteurs en marche. Toutefois, l'analyse du courrier électronique échangé avant l'accident entre le Chef du programme de dégivrage (*Manager, System Aircraft De-icing*), le Chef, Service à la clientèle à Mirabel et le formateur a révélé que les participants n'étaient pas autorisés à dégivrer les Boeing 747 les moteurs en marche. Par contre, le Chef du programme de dégivrage reconnaissait la nécessité d'entreprendre une étude sur le dégivrage du Boeing 747 les moteurs en marche. L'enquête a révélé que les trois préposés au dégivrage en cause dans l'accident avaient suivi le cours de dégivrage les moteurs en marche et avaient par la suite dégivré de petits aéronefs les moteurs en marche; toutefois, les renseignements recueillis étant contradictoires, il n'a pas été possible de déterminer si l'un d'entre eux avait dégivré un Boeing 747 les moteurs en marche.

1.5.2.2 *Coordonnateur au dégivrage (Iceman)*

À la base de LACI à Mirabel, le coordonnateur au dégivrage (*Iceman*) avait la responsabilité de diriger toutes les équipes de dégivrage et de s'assurer que l'équipe de dégivrage adhérait aux normes et procédures de LACI. Il se trouvait dans les bureaux de LACI, qui étaient situés au centre d'avitaillement n° 2 et était au courant que le *Snowman 1* n'avait pas suivi le cours de dégivrage les moteurs en marche. Cependant, il n'est pas intervenu quand il a entendu le *Snowman 1* proposer au commandant de bord du Boeing 747 de laisser les moteurs en marche.

Le *Iceman* possédait les qualifications exigées par LACI. Il avait suivi les cours de dégivrage les moteurs en marche et de coordonnateur au dégivrage donnés le 3 janvier 1995.

1.5.2.3 *Préposés au dégivrage*

Il y a habituellement deux personnes dans chaque camion de dégivrage. Lorsque le dégivrage est effectué par plus d'un camion, l'équipe délègue les communications avec l'équipage de conduite à un chauffeur de camion (*Snowman 1*). Le *Snowman 1* n'avait pas suivi de cours de dégivrage les moteurs en marche; par conséquent, il était autorisé par LACI à dégivrer uniquement les avions avec les moteurs coupés.

Le chauffeur de camion doit déplacer le véhicule autour de l'avion, tout en suivant les instructions de l'opérateur de nacelle qu'il observe par une ouverture dans le toit de la cabine. À l'occasion, il manipule également la nacelle. Il doit rester en communication avec le préposé au dégivrage dans la nacelle pour lui transmettre les consignes de sécurité pertinentes, remplir les formulaires et les rapports appropriés et aviser le pilote du type de liquide utilisé et du moment du dernier arrosage.

L'opérateur de nacelle dirige le jet à haute pression du liquide de dégivrage sur les surfaces contaminées. Il doit porter des vêtements protecteurs et l'équipement de protection pour effectuer le dégivrage. Les liquides de dégivrage causent une irritation des yeux et de la peau s'ils entrent en contact avec ces parties. Le jour de l'accident, contrairement aux directives de LACI, les opérateurs de nacelle ne

portaient pas les lunettes protectrices, ni les masques, ni les respirateurs fournis par LACI.

1.5.2.4 *Préposé d'escale*

Le préposé d'escale qui était dans une des nacelles n'avait aucune tâche particulière. Il voulait devenir *Snowman* et avait obtenu l'autorisation d'observer le dégivrage.

1.5.2.5 *Préposé d'escale en chef*

Le préposé d'escale en chef fournissait une formation informelle au préposé d'escale. Le préposé d'escale en chef devait fournir un service en toute sécurité à la clientèle conformément aux directives et aux méthodes de LACI. Il devait également s'assurer que les préposés au dégivrage étaient efficaces tout en respectant les normes établies. De plus, il devait diriger le travail du personnel de dégivrage qui lui était assigné et donner de la formation pratique à ces personnes.

1.6 *Renseignements sur l'aéronef*

1.6.1 *Généralités*

Constructeur	The Boeing Company
Type	747-400
Année de construction	1993
Numéro de série	25629
Certificat de navigabilité	13 janvier 1994
Type de moteur (nombre)	General Electric CF6-80 (4)

L'examen des documents pertinents a révélé que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. L'ordinateur (*Central Maintenance Computer*) a indiqué que les systèmes de l'avion fonctionnaient normalement au moment de l'accident.

1.6.2 *Procédures de dégivrage du Boeing 747-400 les moteurs en marche*

Pour la sécurité du personnel au sol, le manuel de maintenance du Boeing 747-400 recommande de dégivrer l'appareil avec les moteurs et le groupe auxiliaire de bord coupés. Cependant, le manuel de maintenance ne constitue pas une référence pour le pilote. S'il faut dégivrer l'appareil avec les moteurs ou l'APU en marche, le pilote doit suivre les procédures stipulées dans le manuel d'exploitation

(*Operations Manual*) qui se trouve dans le poste de pilotage. Le manuel d'exploitation ne fait état d'aucune restriction concernant le dégivrage de l'appareil avec les moteurs en marche. L'équipage a suivi toutes les procédures, sauf une : le groupe de conditionnement d'air n'a pas été fermé conformément aux procédures de l'avionneur.

1.7 *Renseignements météorologiques*

Les bulletins météorologiques décrivant les conditions atmosphériques à Mirabel pendant l'accident sont les observations régulières de 16 h et de 17 h.

16 h : ciel partiellement obscurci, plafond mesuré à 900 pieds couvert, visibilité trois miles dans des averses de neige modérées, température -1° C, point de rosée -1° C, vent du 040° à 18 noeuds, chasse neige.

17 h : plafond mesuré à 900 pieds couvert, visibilité de cinq milles dans des averses de neige modérées, température -1° C, point de rosée -1° C, vent du 030° à 19 noeuds, chasse neige.

1.8 *Télécommunications*

1.8.1 *Généralités*

Tous les équipements de communication fonctionnaient normalement. Les communications radio effectuées sur les fréquences aire de trafic et sol ont été enregistrées et transcrites. L'examen des communications radio a révélé que l'équipement radio ne présentait aucune anomalie technique. Les communications effectuées sur les fréquences de compagnie, comme celle de LACI, ne sont pas enregistrées.

1.8.2 *Communications entre l'équipe de dégivrage et le contrôleur de l'aire de trafic*

Les chauffeurs de camion ont communiqué tour à tour avec le contrôle sol et avec le contrôleur de l'aire de trafic avant de s'engager dans l'aire de dégivrage. Dans l'aire de dégivrage, les préposés au dégivrage ont quitté la fréquence de l'aire de trafic. Ils ont affiché la fréquence de travail de LACI (130,775 MHz) sans informer le contrôleur de l'aire de trafic; ils n'étaient pas obligés de le faire. La fréquence de LACI est utilisée par les employés de

LACI et par les équipages de conduite des transporteurs aériens qui utilisent les services de LACI à l'aéroport de Mirabel. Cette fréquence est généralement réservée pour les activités au sol, y compris le dégivrage.

1.8.3 *Communications entre l'équipage de Royal Air Maroc et le Snowman 1*

L'enregistreur numérique de données de vol (DFDR) a enregistré la durée des transmissions des radios VHF du poste de pilotage. Le DFDR indique que l'équipage a effectué au moins 13 transmissions VHF sur une fréquence autre que celles de l'aire de trafic, du sol et de la tour. Les 11 premières transmissions ont été effectuées entre 1 minute et 9 secondes et 2 minutes et 47 secondes après l'immobilisation de l'appareil. Les douzième et treizième transmissions se sont succédées rapidement peu de temps après l'accident.

Étant donné que les communications effectuées sur 130,775 MHz n'ont pas été enregistrées, il n'a pas été possible d'établir avec exactitude la teneur des propos échangés entre le commandant de bord et le *Snowman 1*. Cependant, les renseignements recueillis lors des entrevues ont permis de procéder à une reconstitution approximative des communications effectuées sur la fréquence VHF de LACI pendant que l'avion était dans l'aire de dégivrage.

Le pilote et le *Snowman 1* se sont entendus sur le type de liquide de dégivrage qui serait utilisé et quelle surface il fallait dégivrer. Ils n'ont pas discuté des procédures que les camions de dégivrage devaient suivre à proximité de l'avion, et ils n'ont pas discuté des signaux de communication indiquant la fin du dégivrage. Habituellement, les équipages de conduite connaissent les procédures de dégivrage et l'on ne s'attend pas à ce qu'un exposé à cet effet soit donné avant le dégivrage.

Les systèmes de communication des camions permettaient aux chauffeurs d'entendre parallèlement le commandant de bord et les opérateurs des nacelles. Après que le pilote et le *Snowman 1* ont convenu des modalités de dégivrage, les chauffeurs de camion ont sélectionné le poussoir micro interphone pour parler exclusivement avec leur opérateur de nacelle. À partir de cet instant, les chauffeurs n'ont pas transmis de messages sur 130,775 MHz, ni entendu de communications sur cette fréquence, peut-être à cause du bruit des moteurs en arrière-plan ou du faible volume des radios.

Comme les communications n'ont pas été enregistrées, il n'a pas été possible de vérifier la discipline radiophonique des interlocuteurs. Néanmoins, il a été établi que le message «dégivrage terminé» entendu par l'équipage de conduite n'a pas été précédé de l'indicatif d'appel de l'appareil ni de celui de l'équipe de dégivrage. Les règles de la phraséologie standard stipulent que, pour éviter toute confusion, les messages radiophoniques doivent être précédés de l'indicatif d'appel du destinataire, suivi de celui de l'expéditeur, et qu'une fois que de bonnes communications ont été établies, des indicatifs d'appel abrégés peuvent être utilisés.

1.8.4 *Instructions de roulage en vue du décollage*

Le copilote a communiqué avec le contrôleur de l'aire de trafic et a déclaré qu'il était prêt à rouler (*ready*)

to taxi). Dans l'aviation, l'expression «*ready to taxi*» signifie que le pilote et commandant de bord d'un aéronef s'est assuré que toutes les opérations d'entretien et les autres opérations sur l'aéronef sont terminées et que la zone autour de l'avion est dégagée. Quand le pilote confirme au contrôleur de l'aire de trafic que son appareil est prêt à circuler, le contrôleur transmet par radio au pilote le trajet à suivre sur l'aire de trafic et l'ordre de priorité qui lui est assigné.

Avant de donner des instructions de roulage au pilote pour qu'il se rende jusqu'à Kilo, le contrôleur de l'aire de trafic a observé que le phare rotatif sur le toit de l'appareil était en marche et a conclu que le pilote avait lancé les moteurs sans autorisation. Ne connaissant pas bien les procédures de LACI, il a présumé qu'un préposé communiquait par interphone avec le pilote et que la zone autour de l'avion était dégagée.

L'équipage de Royal Air Maroc a interprété la transmission des instructions de roulage jusqu'à Kilo comme étant également une confirmation que la zone autour de l'avion était dégagée.

1.8.5 *Équipements de communication*

Le Boeing 747-400 de Royal Air Maroc était équipé de trois radios VHF. Deux radios étaient utilisées pour effectuer les communications de routine, et une radio servait à la transmission et à la réception de données par liaison VHF (ACARS). Au moment de l'accident, les radios VHF du commandant de bord et du copilote affichaient respectivement les fréquences de LACI et de l'aire de trafic. L'équipage de conduite n'a jamais quitté la fréquence de contrôle de l'aire de trafic et gardait l'écoute des deux fréquences.

Les bureaux de LACI étaient équipés d'une radio VHF, d'un balayeur d'ondes VHF et d'un émetteur-récepteur UHF.

Chaque camion était équipé d'une radio VHF, d'un émetteur-récepteur UHF portatif (*walkie-talkie*) et d'un interphone à circuit fermé reliant la nacelle et la cabine du camion. Les radios VHF pouvaient afficher une seule fréquence à la fois. Les chauffeurs portaient un casque d'écoute et utilisaient un microphone à bouton poussoir pour communiquer avec la radio VHF et l'interphone. Les opérateurs de nacelle portaient un casque d'écoute et utilisaient un laryngophone (*throat microphone*) commandé par la voix.

Les chauffeurs des camions ont déclaré que les communications avec le pilote et les opérateurs de nacelle avaient été normales pendant toute la durée du dégivrage. À cause du niveau élevé de bruit extérieur, les chauffeurs entendaient sans arrêt le bruit des moteurs dans l'interphone. Les transmissions sur les émetteurs-récepteurs UHF portatifs réservés aux communications entre le *Snowman* et le *Iceman* étaient devenues pratiquement inaudibles à cause du bruit environnant.

Le contrôleur de l'aire de trafic n'était pas à l'écoute de la fréquence VHF de LACI, et il n'était pas tenu d'être à l'écoute de cette fréquence.

1.9 Renseignements sur l'aérodrome

1.9.1 Généralités

Depuis 1992, une corporation privée, les Aéroports de Montréal (ADM), administre l'aéroport international de Mirabel. Transports Canada et ADM se partagent le contrôle de la circulation sur l'aire de mouvement de Mirabel. Transports Canada contrôle les aires de manoeuvre (voies de circulation et pistes), tandis qu'ADM contrôle l'aire de trafic principale (l'aire de trafic du fret, l'aire de dégivrage, et l'aire de trafic industriel). Pour des considérations d'ordre environnemental, ADM exige depuis janvier 1994 que les appareils soient dégivrés dans l'aire de dégivrage, où le liquide de dégivrage est récupéré. ADM ne délivre pas de permis de dégivrage aux compagnies de dégivrage. ADM émet des permis de conduire aéroportuaire de type «D» au personnel des compagnies de dégivrage dans la mesure où ces compagnies détiennent un contrat de dégivrage avec un transporteur aérien.

Selon ADM, le dégivrage des avions était sous le contrôle de la compagnie de dégivrage. ADM n'intervenait pas dans les procédures internes des compagnies offrant un service d'entretien et de mécanique. ADM était au courant que des appareils étaient dégivrés les moteurs en marche.

1.9.2 Procédures pour le personnel navigant publiées par ADM pour le dégivrage des aéronefs

Des procédures de dégivrage destinées au personnel navigant ont été élaborées par ADM. Elles visaient uniquement à optimiser l'utilisation du centre de dégivrage. Les procédures n° 5 et n° 6 stipulaient que :

5. Lorsque le dégivrage de l'appareil est complété, le pilote obtiendra du contrôleur (contrôleur de l'aire de trafic), sur 122,4 MHz, l'autorisation de lancer les moteurs.
6. Lorsqu'il est prêt à rouler, le pilote obtiendra l'autorisation de circuler du contrôleur sur 122,4 MHz.

Un exemplaire de ces procédures a été remis aux transporteurs aériens, dont Royal Air Maroc, parce qu'elles n'étaient pas publiées sur la carte d'aérodrome de Mirabel. Ces procédures ont été communiquées par Royal Air Maroc à ses équipages de conduite le 3 février 1995, soit après l'accident.

1.9.3 *La tour de contrôle de l'aire de trafic*

La tour de contrôle de l'aire de trafic est située au-dessus de l'aéroquai, à 1 146 mètres au nord de l'aire de dégivrage et à environ 575 mètres à l'est de la tour de contrôle principale. L'emplacement de la tour n'est pas indiqué sur la carte de l'aérodrome mais il est indiqué dans le *Supplément de vol - Canada* (CFS).

Le poste sud de l'aire de dégivrage n'était pas visible par le contrôleur de l'aire de trafic. À cause du bâtiment central, il ne pouvait voir ni le fuselage de l'avion ni les activités au sol. Seuls la dérive et l'étage supérieur du Boeing 747-400 étaient visibles de la tour. ADM envisageait d'installer une caméra vidéo (comme il l'avait fait pour l'aire de trafic de fret) reliée à la tour de l'aire de trafic pour permettre au contrôleur de l'aire de trafic d'observer les activités dans l'aire de dégivrage et pour faciliter l'ordonnancement des activités de dégivrage. Cette caméra vidéo n'avait pas pour fonction de permettre au contrôleur d'observer les opérations au sol quand l'appareil était stationné. Un tel système n'est pas obligatoire, et ADM ne croit pas qu'il soit essentiel pour assurer la sécurité des mouvements d'aéronef sur l'aire de trafic.

Le rôle premier du contrôleur de l'aire de trafic est de diriger la circulation entre deux points, en toute sécurité, de façon expéditive et ordonnée. Pour ce faire, il utilise comme outil de travail, entre autres, la fréquence de 122,4 MHz et les procédures élaborées par ADM pour le contrôle des avions sur l'aire de trafic. Le contrôleur n'a pas à vérifier auprès de l'équipe de dégivrage ou du pilote, si le dégivrage est terminé et si la zone autour de l'avion est dégagée.

Le contrôleur de l'aire de trafic n'a pas été avisé par son employeur que des avions étaient dégivrés les moteurs en marche dans l'aire de dégivrage. Selon le contrôleur, la procédure n° 5 pour le personnel navigant signifiait que les moteurs étaient coupés lors du dégivrage; de plus, la procédure n° 6 laissait supposer que la zone autour de l'avion était dégagée lorsque le pilote a déclaré qu'il était prêt à rouler.

1.10 *Enregistreurs de bord*

Les enregistreurs de bord ont été dépouillés et analysés au Laboratoire technique du BST. Étant donné qu'après l'accident, l'APU alimentant l'avion était en courant alternatif (AC), l'enregistreur phonique (CVR) a fonctionné jusqu'à ce qu'il soit enlevé de l'avion. Comme cet enregistreur conserve uniquement les 30 dernières minutes d'information, l'information relative à l'événement a été perdue parce que d'autres données ont été enregistrées par-dessus cette information.

1.11 *Renseignements sur l'épave et sur l'impact*

Les bords d'attaque des stabilisateurs horizontaux ont subi des dommages importants lorsqu'ils ont heurté les mâts de charge télescopiques des véhicules de dégivrage. L'impact n'a pas été assez violent pour que la sonde d'accélération longitudinale l'enregistre sur le DFDR.

1.12 *Questions relatives à la survie des occupants*

Les trois occupants des nacelles portaient leur harnais de sécurité. La chute d'une hauteur d'environ 15 mètres n'offrait aucune chance de survie.

1.13 Programme de dégivrage des avions au sol

1.13.1 Cadre réglementaire et opérationnel du dégivrage au sol

Transports Canada se conforme à l'article 33 de la Convention de l'Aviation civile internationale concernant la délivrance des certificats d'exploitation aux transporteurs aériens étrangers. En bref, Transports Canada reconnaît comme valides les certificats d'exploitation, les certificats de compétence et les licences délivrés par un État signataire de la Convention de l'Aviation civile internationale. L'article 11 de cette convention stipule que les transporteurs aériens étrangers doivent respecter la loi et la réglementation en vigueur dans le pays hôte. Dans le cas de problèmes d'ordre opérationnel, Transports Canada informe le transporteur aérien et les autorités de l'Aviation civile nationale du pays concerné.

L'alinéa 540.2(4)b du *Règlement de l'Air* stipule que lorsque les conditions sont telles qu'il est raisonnable de prévoir que du givre, de la glace ou de la neige adhéreront à l'aéronef, il est interdit d'effectuer un décollage ou de tenter d'effectuer un décollage, à moins que certaines conditions soient présentes. Une des conditions étant que l'exploitant établisse un programme sur les opérations dans des conditions de givrage au sol (*Ground Icing Operations Program* (GIOP)), conformément aux normes énoncées dans la publication intitulée *Norme sur les opérations dans des conditions de givrage au sol* (*Ground Icing Operations Standard*) et que l'exploitant se conforme aux exigences de ce programme.

Le GIOP présente un ensemble de procédures, de lignes directrices et de méthodes approuvées, tirées de manuels officiels de Transports Canada, et vise à assurer qu'aucun aéronef ne puisse décoller lorsque du givre, de la glace ou de la neige s'est accumulée sur les surfaces critiques. Transports Canada exige que les procédures de dégivrage et d'antigivrage de l'exploitant soient décrites dans le manuel pertinent. Transports Canada approuve uniquement le programme de formation du GIOP; il n'élabore pas de normes concernant les procédures de dégivrage et n'approuve pas les procédures et méthodes utilisées pour dégivrer un avion au sol. Les inspecteurs de Transports Canada doivent s'assurer que les aéronefs sont exploités conformément aux normes de configuration lisse (*clean aircraft concept*). Les inspecteurs qui font les vérifications en vol surveillent les procédures de dégivrage générales, y compris les communications avec les préposés aux dégivrage. Transports Canada n'effectue pas le contrôle de la qualité et de la conformité des procédures de dégivrage utilisées sur les aéroports.

Selon l'ONA, série VII, no 2, le transporteur aérien devait établir un programme de formation, approuvé par le Ministre, portant sur les effets nocifs de la contamination des surfaces, et fournir cette formation annuellement aux membres d'équipage et aux autres personnes désignées par lui pour effectuer les inspections en application de l'article 540.2 du *Règlement de l'Air*.

Transports Canada encourage les transporteurs aériens à élaborer leurs propres procédures de dégivrage pour les aéronefs qu'ils exploitent. Par conséquent, il existe des divergences fondamentales entre les

entreprises en dégivrage quant aux méthodes utilisées pour les communications et le guidage des aéronefs au sol. Par exemple, certaines entreprises préfèrent qu'un placier, à la vue du pilote, guide l'aéronef avant et après le dégivrage, tandis que d'autres préfèrent que le responsable de l'équipe de dégivrage communique avec le pilote par le système d'interphone de l'avion, pendant que l'avion est immobile. Les procédures de LACI recommandent d'utiliser la radio VHF pour communiquer avec le pilote. Le *Snowman 1* doit agir comme placier jusqu'à l'arrêt complet de l'avion.

D'autres entrepreneurs privés ont élaboré des procédures sommaires de dégivrage convenant à tous les types d'appareils, que les moteurs soient en marche ou coupés. De plus, ces entrepreneurs ne sont pas tenus d'élaborer un programme de formation pour leurs employés. Un exploitant qui loue des services de dégivrage et d'antigivrage d'un autre organisme doit s'assurer que le programme de formation de l'entrepreneur et que l'application des normes répondent aux propres exigences du GIOP de l'exploitant. Si un entrepreneur fournit des services de dégivrage à un exploitant canadien, la norme exige que de la formation soit dispensée à l'entrepreneur. Selon Transports Canada, les mêmes techniques de base ainsi que des procédures semblables devraient être utilisées lorsque des services de dégivrage sont fournis à des transporteurs aériens étrangers, même si aucun arrangement préalable n'a été fait à cet égard.

1.13.2 Lignes aériennes Canadien International (LACI)

Le service de maintenance de LACI était responsable de la mise en oeuvre, de la surveillance et de la conformité aux normes du programme de dégivrage de LACI. LACI avait élaboré des procédures de dégivrage et des normes de formation pour l'application de ces procédures; elles étaient publiées dans le *Ramp Services Manual*, que les employés pouvaient consulter en tout temps.

La dernière vérification opérationnelle effectuée par LACI concernant le dégivrage remonte au 18 janvier 1994. Cependant, les conditions météorologiques étaient bonnes cette journée-là, et le vérificateur n'a pu observer un dégivrage. Lors de la vérification, le vérificateur a examiné les dossiers personnels des préposés au dégivrage, et le rapport du vérificateur n'indique rien d'anormal.

Les procédures de dégivrage de LACI utilisées sur les appareils appartenant aux transporteurs clients devaient être conformes aux procédures publiées dans le *Ramp Services Manual* de LACI. L'article 3-7-18 du manuel stipule que :

At NO time will a lesser standard be used. A formal contract covering the provision of de-icing service must exist between Canadian Airlines and the affected carrier, e.g. a Ground Handling Agreement. If the carrier's aircraft are different from Canadian aircraft, or if the carrier has specific requirements, then a qualified representative of the carrier must provide the required training to Canadian Airlines personnel.

If the carrier approves the use of Canadian Airlines De-icing procedures on its aircraft, this must be

covered in the contract...

LACI n'a pas fourni à Royal Air Maroc un exemplaire de ses procédures de dégivrage, et Royal Air Maroc n'en a pas fait la demande.

1.13.3 Royal Air Maroc

Royal Air Maroc détenait un certificat d'exploitation émis par Transports Canada, selon l'article 33 de la Convention de l'Aviation civile internationale. En vertu de son certificat d'exploitation, Royal Air Maroc n'était assujettie qu'aux exigences des Ordonnances sur la navigation aérienne canadiennes suivantes : l'*Ordonnance sur les régions inhospitalières*, l'*Arrêté sur la limitation de vitesse des aéronefs*, l'*Ordonnance sur la fréquence radio de secours et les signaux visuels d'inspection* et l'*Ordonnance sur le vol sonique et supersonique*.

Royal Air Maroc n'avait pas à établir un Programme sur les opérations dans des conditions de givrage au sol parce qu'il n'était pas assujetti aux exigences de l'ONA, série VII, no 2, partie V, intitulée *Ordonnance sur la formation et qualifications des employés*. Royal Air Maroc n'avait pas élaboré de procédures de dégivrage particulières à son opération; ses pilotes devaient respecter les consignes des autorités locales, des entreprises de services et de l'avionneur.

Royal Air Maroc effectuait trois vols par semaine à Mirabel. L'appareil effectuait une escale de quelques heures à Mirabel avant de repartir vers New York puis Casablanca. Un chef d'escale, en poste à Mirabel depuis deux ans, s'occupait de la gestion administrative de l'escale. Son travail consistait en partie à contrôler l'embarquement des passagers et des bagages et à s'occuper de l'hébergement des équipages. De plus, il était l'intermédiaire de Royal Air Maroc auprès de LACI et ADM. Il recevait toutes les informations destinées à l'équipage qu'il expédiait à la direction de Royal Air Maroc, qui en faisait la distribution. Le chef d'escale n'avait pas d'expérience en dégivrage.

1.13.4 Dégivrage des aéronefs les moteurs principaux en marche

Le 22 août 1994, Transports Canada a publié la Circulaire d'information n° 0072 pour les transporteurs aériens. Cette circulaire avait pour objet d'encourager les transporteurs aériens à permettre le dégivrage ou l'antigivrage de leurs aéronefs pendant que les moteurs principaux étaient en marche, lorsque c'était techniquement faisable; de décrire, aux fins de leur Programme sur les opérations dans des conditions de givrage au sol, les procédures à suivre pour chaque type d'aéronef et de former le personnel d'exploitation dans l'utilisation appropriée de ces procédures. Ceci afin d'améliorer la rapidité et l'efficacité des opérations de dégivrage, de raccourcir les attentes (retard au départ à cause du mauvais temps) et de rentabiliser au maximum le temps des délais d'efficacité.

Selon l'Organisation de l'Aviation civile internationale (OACI), l'information suivante doit être fournie au commandant de bord à la fin du dégivrage : le type de liquide utilisé, l'heure de la dernière application et la confirmation que l'appareil répond aux normes de configuration lisse. Le commandant de bord a desserré les freins avant d'avoir reçu cette information.

Le dégivrage des appareils relevait de la responsabilité des transporteurs aériens. Ni Transports Canada, ni ADM n'effectuaient le contrôle de la qualité et de la conformité des opérations de dégivrage des compagnies de dégivrage. ADM considérait qu'il était du ressort de Travail Canada de veiller à la sécurité des employés effectuant le dégivrage, en vertu du *Code canadien du travail* en vigueur, et que Transports Canada régissait tout l'aspect aéronautique en vertu de la réglementation applicable. Par conséquent, les opérations de dégivrage de plusieurs transporteurs aériens étrangers n'étaient pas contrôlées par les autorités.

1.14 Renseignements supplémentaires

1.14.1 Entrepreneurs en dégivrage à Mirabel

LACI assurait l'exploitation à partir de sa base secondaire de Mirabel qui comprend des bureaux, des installations d'entretien et du personnel de soutien. Au moment de l'accident, LACI effectuait deux vols par semaine à Mirabel. Les contrats de service avec les transporteurs clients étaient la principale source de revenus de la base. Le dégivrage des aéronefs était l'un des services offerts par LACI.

Sept sociétés offraient des services de dégivrage à Mirabel. Deux de ces sociétés étaient des transporteurs aériens, et les cinq autres étaient des entrepreneurs privés en dégivrage; ces derniers n'avaient pas à suivre les directives de l'ONA, série VII, n° 2. N'étant pas des transporteurs aériens, ces entrepreneurs n'avaient pas à élaborer un GIOP ni de procédures de dégivrage.

Le dégivrage peut s'avérer une activité lucrative, et les entrepreneurs en dégivrage se livrent une vive concurrence à Mirabel. Le fait que les activités de la plupart des entrepreneurs privés en dégivrage n'étaient pas réglementées permettait à ces entrepreneurs de répondre rapidement aux demandes de la clientèle, alors que si LACI travaillait suivant les règles de l'ONA applicable, il ne pouvait pas donner un service aussi rapide qu'un entrepreneur privé. Plusieurs de ces entrepreneurs dégivraient les aéronefs les moteurs en marche.

L'enquête a révélé qu'une vive animosité existait entre le personnel de LACI et l'un des entrepreneurs privés en dégivrage, et que LACI avait porté plainte à ADM pour dénoncer les pratiques de cet entrepreneur. Selon LACI, cet entrepreneur se positionnait sans autorisation dans l'aire de dégivrage et dégivrait des appareils qui avaient déjà un contrat avec LACI.

1.14.2 Enquête du coroner

L'enquête du coroner sur cet accident a débuté le 15 mai 1995 au Palais de justice de Laval (Québec). Elle a duré 12 jours et s'est terminée le 2 juin 1995. Les personnes et les compagnies suivantes ont été reconnues comme étant des parties intéressées : les familles des trois personnes décédées, LACI, ADM, l'Association internationale des machinistes, le BST, Royal Air Maroc et le Procureur général du Canada. Le BST a travaillé en collaboration avec le coroner pour cette enquête.

Le coroner n'a fait aucune recommandation à la suite de son enquête sur cet accident. Dans la conclusion de son rapport, le coroner reconnaît l'expertise du BST dans le domaine de la sécurité aérienne et lui laisse le soin d'identifier les manquements à la sécurité et de faire des recommandations, s'il le juge nécessaire.

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

L'enquête a établi que les radios VHF de l'appareil et des véhicules de dégivrage fonctionnaient normalement pendant le dégivrage et au moment de l'accident. Toutefois, un manque de communication entre l'équipage de conduite et le *Snowman 1* a fait croire au commandant de bord que le dégivrage était terminé. L'analyse examinera quelques-unes des raisons pour lesquelles l'équipage de conduite a pensé que l'équipement et le personnel de dégivrage étaient à l'écart de l'aéronef. L'analyse examinera également le pourquoi de l'absence de procédures positives de la part de l'équipe de dégivrage ainsi que les facteurs contributifs qui ont mené à l'accident.

2.2 *Décision de rouler*

L'équipage de conduite n'a pas réalisé que la fréquence de 130,775 MHz était la fréquence de travail de LACI. Il a déduit à tort que cette fréquence était réservée au dégivrage. De plus, les pilotes ont supposé que 130,775 MHz constituait un système de communication analogue à l'interphone, bien que les fréquences utilisées pour les communications air-sol soient dans la bande de fréquences VHF (118-136 MHz). C'est pourquoi les pilotes ont présumé que le message du *Iceman* traitant de la fin du dégivrage provenait du *Snowman 1*, que ce message leur était adressé et qu'il indiquait que le dégivrage était terminé.

Les pilotes ont entendu les mots «dégivrage terminé». Quoique ce message n'ait pas été précédé par les indicatifs d'appel du vol ou de l'équipe de dégivrage, le pilote a collationné deux fois «dégivrage terminé». Puisqu'à ce moment le temps écoulé depuis le début de l'opération correspondait au temps habituellement requis pour ce type de dégivrage, et comme il n'avait pas reçu d'accusé de réception du *Snowman 1*, l'équipage de conduite a pensé que l'équipe de dégivrage avait quitté la fréquence et les lieux. Le copilote a alors informé le contrôleur de l'aire de trafic que l'avion était prêt à rouler; ce faisant, le copilote indiquait au contrôleur de l'aire de trafic que le dégivrage était terminé et que la zone autour de l'avion était dégagée. Se fiant à cette information, le contrôleur a indiqué au copilote le chemin à suivre pour circuler du poste de stationnement où il se trouvait jusqu'à la sortie Kilo. Le pilote a cru à tort que la transmission des instructions de roulage était une confirmation que la zone autour de l'avion était dégagée.

Les règles de la phraséologie standard stipulent que, pour éviter toute confusion, les messages radiophoniques doivent être précédés de l'indicatif d'appel du destinataire, suivi de celui de l'expéditeur. Ces règles peuvent ne pas s'appliquer lors des communications par

interphone, mais la nature «ouverte» des communications radio VHF exige qu'on respecte les règles internationales de la radiophonie. Dans le cas qui nous occupe, le pilote a entendu les mots «dégivrage terminé» et a fait plusieurs fausses déductions : il a crû que le message radio lui était destiné, que le dégivrage était terminé, que tout le personnel ainsi que l'équipement étaient à l'écart de l'avion et que par conséquent le chemin que l'avion devait suivre conformément aux instructions de roulage était libre.

2.3 *Équipements de communication*

Sauf pour ce qui est du bruit de fond des moteurs dans l'interphone, les communications entre les chauffeurs et les opérateurs de nacelle étaient claires. Pendant le dégivrage, le *Iceman* et le pilote ont tenté sans succès de communiquer avec l'équipe de dégivrage sur la fréquence de LACI. De toute évidence, le bruit des moteurs a empêché le *Snowman 1* d'entendre le pilote et le *Iceman* lorsqu'ils ont tenté de communiquer avec lui. Le fait que les chauffeurs des camions n'ont pas entendu ces messages atteste de l'inefficacité du système de communication des véhicules à neutraliser le bruit des moteurs.

2.4 *Cadre réglementaire pour les transporteurs aériens étrangers*

Transports Canada certifiait et contrôlait les transporteurs aériens étrangers selon des critères différents de ceux utilisés pour les transporteurs aériens canadiens. Les transporteurs aériens canadiens devaient se conformer à l'article 540 du *Règlement de l'Air* et à l'ONA, série VII, n° 2. Les transporteurs aériens étrangers n'étaient pas assujettis aux exigences de l'ONA, série VII, n° 2. Royal Air Maroc n'avait donc pas à élaborer un programme présentant un ensemble de procédures pour dégivrer un avion au sol bien qu'il exploitait ses appareils dans les mêmes conditions environnementales que les transporteurs aériens canadiens.

Étant donné qu'en vertu de l'ONA, série VII, n° 2, les transporteurs aériens étaient responsables de la mise en application de leurs procédures de dégivrage, il n'était pas nécessaire de réglementer les services qu'offraient les entrepreneurs en dégivrage. Les transporteurs aériens avaient la responsabilité d'assurer la sécurité et l'efficacité des opérations de dégivrage. Puisque Royal Air Maroc n'avait pas de programme approuvé en matière d'opérations dans des conditions de givrage au sol ou de procédures de dégivrage, il se fiait aux Lignes aériennes Canadien International en matière de procédures de dégivrage. Puisque Royal Air Maroc n'avait pas les procédures de LACI en main, le commandant de bord n'était pas en mesure de contrôler les activités de l'équipe de dégivrage. Le commandant de bord a accepté qu'on procède au dégivrage de l'avion sans bien connaître les procédures de dégivrage utilisées.

2.5 *Formation en dégivrage les moteurs en marche*

L'examen du courrier électronique échangé avant le 3 janvier 1995 entre le Chef du programme de dégivrage, le Chef, Service à la clientèle à Mirabel et le formateur a révélé qu'il y avait une certaine urgence à donner le cours de dégivrage les moteurs en marche afin de répondre aux demandes des clients et afin de concurrencer avec les compagnies de dégivrage. Le cours qui a été donné le 3 janvier 1995 était différent de celui que donnait LACI pour le dégivrage du Boeing 737 et de l'Airbus 320 les moteurs en marche; l'examen théorique, normalement obligatoire, n'avait pas été conçu pour le cours du 3 janvier 1995, et les procédures relatives au Boeing 727 et au Lockheed 1011 n'avaient pas été élaborées.

L'exercice pratique de dégivrage les moteurs en marche n'a pas été fait sur les appareils étudiés en classe; on a plutôt utilisé un Airbus 310, appareil sur lequel les employés n'avaient pas reçu de formation et sur lequel ils n'étaient pas autorisés à faire le dégivrage les moteurs en marche. Il est possible que le cours ait créé de la confusion chez les employés quant aux types d'appareils qu'ils devaient dégivrer les moteurs coupés et ceux qu'ils pouvaient dégivrer les moteurs en marche. Certains employés ayant suivi le cours ont crû à tort qu'ils étaient autorisés à dégivrer les Boeing 747 les moteurs en marche.

Les témoignages contradictoires concernant le déroulement du cours n'ont pas permis de déterminer si on avait dit aux employés qu'ils pouvaient dégivrer les Boeing 747 les moteurs en marche. Toutefois, la correspondance entre le formateur et le Chef du programme de dégivrage indique que les employés ayant suivi le cours n'étaient pas qualifiés pour dégivrer les Boeing 747 les moteurs en marche. De plus, le *Snowman 1* avait suivi un cours de dégivrage avec un manuel approprié qui stipulait que seules les personnes ayant reçu la formation nécessaire étaient autorisées à dégivrer un aéronef les moteurs en marche. Comme il n'avait pas suivi de cours de dégivrage les moteurs en marche, le *Snowman 1* n'avait aucune raison de croire qu'il était autorisé par LACI à dégivrer un aéronef les moteurs en marche.

2.6 *Concurrence entre les entrepreneurs en dégivrage*

Sept sociétés étaient autorisées par ADM à dégivrer les appareils, selon leurs pratiques, sur l'aire de dégivrage de l'aéroport de Mirabel. La rivalité était particulièrement vive entre les employés de LACI et ceux d'autres entrepreneurs privés. Plusieurs entrepreneurs privés dégivraient tous les types d'appareils les moteurs en marche. Le fait que les activités des entrepreneurs privés en dégivrage n'étaient pas réglementées permettait à ces entrepreneurs de répondre rapidement aux demandes de la clientèle. Les exigences réglementaires

concernant LACI, ainsi que le fait que le préposé devait élaborer des procédures et donner de la formation, signifiaient que si LACI travaillait suivant les règles, il ne pouvait pas être aussi prêt à donner le service que les entrepreneurs privés et il ne pouvait donner un service aussi rapide qu'eux. Ceci a sans aucun doute avivé la concurrence entre LACI et les entrepreneurs privés en dégivrage relativement à leur désir d'obtenir des contrats de dégivrage, et il est possible que cette concurrence ait pu motiver des employés de LACI à prendre certaines libertés par rapport aux normes de sécurité établies.

Quand le commandant de bord de Royal Air Maroc a déclaré que s'il coupait les moteurs et mettait l'APU en marche, cela retarderait le début du dégivrage, le *Snowman 1* a décidé de dégivrer l'appareil les moteurs en marche, même s'il savait qu'il n'avait pas reçu la formation nécessaire pour dégivrer un aéronef les moteurs en marche. Il savait également, puisqu'il avait reçu la formation initiale en dégivrage, qu'il n'était pas censé dégivrer un aéronef les moteurs en marche. Plusieurs facteurs ont pu influencer sa décision, notamment un souci normal d'améliorer la rapidité et l'efficacité des opérations de dégivrage et de rentabiliser au maximum le temps des délais d'efficacité du liquide de dégivrage. Selon toute vraisemblance, la concurrence qui régnait entre les entrepreneurs en dégivrage a également été un facteur important quand il a pris sa décision.

2.7 *Contrôle de l'aire de dégivrage*

Le contrôleur de l'aire de trafic a accompli ses tâches conformément aux procédures établies et selon les responsabilités qui lui avaient été assignées. Il a guidé l'appareil jusqu'à ce qu'il soit immobilisé au poste sud. L'appareil était alors sous l'entière responsabilité du commandant de bord après son immobilisation pour le dégivrage. Avant de donner des instructions de roulage à l'équipage de l'avion, le contrôleur a vérifié si la voie de circulation était libre. Il n'avait pas à vérifier avec l'équipage de conduite et les préposés au dégivrage si la zone autour de l'avion était dégagée et si l'avion était prêt à circuler. Cette responsabilité a été assumée par le commandant de bord lorsque le copilote a déclaré que l'avion était prêt à circuler.

Le fait que le contrôleur de l'aire de trafic a donné des instructions de roulage à l'équipage de l'avion alors que le dégivrage n'était pas terminé révèle qu'il ne savait pas que le dégivrage n'était pas terminé. Le contrôleur s'est entièrement acquitté de ses responsabilités, mais il n'avait probablement pas suffisamment d'informations ou d'outils pour bien évaluer la situation sur l'aire de dégivrage. ADM reconnaissait l'utilité d'une couverture vidéo de l'aire que le contrôleur de l'aire de trafic ne pouvait voir de son poste de travail. L'aire de trafic du fret était balayée par une caméra vidéo et on envisageait de faire de même pour l'aire de dégivrage.

2.8 *Le placier (marshaller)*

Le *Snowman 1* cumulait les fonctions de placier et de chauffeur de camion. Il n'était pas en mesure d'empêcher l'aéronef d'avancer, car il se trouvait derrière l'appareil et le bruit des moteurs l'empêchait d'entendre les appels du pilote et du *Iceman*.

Plusieurs transporteurs aériens favorisent la présence du placier devant l'aéronef car cela permet de minimiser le risque que l'aéronef se mette à avancer avant la fin du dégivrage et permet de s'assurer que le personnel et l'équipement sont bien à l'écart de l'aéronef et en sécurité. Certains transporteurs utilisent un interphone que l'on branche dans l'aéronef pour permettre à l'équipe au sol et à l'équipage de conduite de pouvoir communiquer en tout temps. De cette façon, les communications équipage de conduite/placier et les autres communications VHF ne risquent pas d'être confondues. LACI n'a pas choisi la méthode qui permet de communiquer directement au moyen de l'interphone parce que la zone autour de l'aéronef est perçue comme une zone trop dangereuse où l'on peut glisser facilement en raison du gylcol, surtout si les moteurs sont en marche.

2.9 *Supervision des opérations de dégivrage par Royal Air Maroc*

Le chef d'escale de Royal Air Maroc accomplissait seulement des tâches administratives, et la société n'avait pas de personnel à Mirabel capable d'évaluer les exigences et les procédures d'exploitation. Par défaut, ce rôle revenait à l'équipage de conduite, qui n'avait pas forcément la compétence nécessaire. Par conséquent, il est possible que Royal Air Maroc n'ait pas été mis au courant des responsabilités qui lui incombaient en matière de dégivrage au sol. Royal Air Maroc n'était donc pas en mesure d'évaluer l'importance d'élaborer des normes de dégivrage ou, du moins, d'obtenir les procédures de LACI pour les remettre à ses équipages. Puisque Royal Air Maroc n'avait pas en main un exemplaire des procédures de dégivrage de LACI, ni le chef d'escale ni le pilote ne pouvaient vérifier si les normes de dégivrage en vigueur étaient respectées.

2.10 *Coordination entre l'équipage de conduite et les agents de bord*

Les pilotes n'ont pas consulté le personnel de cabine avant de desserrer les freins. Les agents de bord avaient été informés que l'appareil était sur le point d'avancer. Étant donné que les pilotes ne pouvaient pas observer l'arrière de l'appareil à partir du poste de pilotage et qu'ils n'ont pas vu les véhicules de dégivrage quitter les lieux, l'option de consulter les agents de bord était concevable et raisonnable compte tenu de la situation. La formation à la coordination cockpit/cabine a pour objet d'améliorer la qualité de ce type de décision.

2.11 *Communications*

L'analyse des enregistrements des communications indique, qu'à l'occasion, la phraséologie et la terminologie aéronautiques standard n'ont pas été respectées. Par exemple, le copilote et les préposés au dégivrage ne mentionnaient pas toujours leur indicatif d'appel et celui du destinataire lorsqu'ils communiquaient avec le contrôleur de l'aire de trafic, et le commandant a collationné à deux reprises «dégivrage terminé» sans mentionner son indicatif d'appel.

2.12 *Supervision des opérations de dégivrage par LACI*

Le *Iceman* et le préposé d'escale en chef étaient principalement responsables du contrôle quotidien de la qualité et, par voie de conséquence, de la sécurité des services assurés par l'équipe de dégivrage. Ils devaient s'assurer que le travail était exécuté par du personnel compétent et que les normes et les procédures étaient respectées. Il a été établi qu'au moment de l'accident les occupants des nacelles ne portaient pas l'équipement de sécurité obligatoire, et que ni le *Snowman 1* ni le préposé d'escale ne possédaient la formation ou les qualifications pour dégivrer un appareil les moteurs en marche. Si le *Snowman 1* avait reçu une formation en dégivrage complète, cela l'aurait probablement sensibilisé à certaines des complications associées au dégivrage d'un appareil les moteurs en marche, comme des communications radio de moins bonne qualité. L'équipe en tant que telle n'était pas qualifiée pour effectuer le dégivrage en toute sécurité puisque deux de ses membres n'avaient pas reçu la formation nécessaire.

À deux étapes distinctes de la série d'événements qui ont mené à l'accident, les superviseurs auraient pu intervenir pour interrompre la séquence des événements qui ont mené à l'accident. D'abord, les superviseurs ne sont pas intervenus quand le *Snowman 1* n'a pas suivi les procédures de sa compagnie en proposant au pilote de laisser les moteurs en marche pendant le dégivrage. Puis, plus tard, le *Iceman* n'est pas intervenu quand le copilote a déclaré que l'avion était prêt à rouler; il semble qu'il n'ait pas analysé correctement les communications précédentes dans le peu de temps qui lui restait pour intervenir. Il appert que les superviseurs n'exerçaient pas une supervision suffisante pour leur permettre d'intervenir et de prendre des mesures correctives.

2.13 *Résumé*

L'équipage de conduite de Royal Air Maroc ne connaissait pas bien les procédures de LACI relatives au dégivrage des aéronefs les moteurs en marche, mais le dégivrage de leur appareil les moteurs en marche était autorisé en vertu de leur manuel d'exploitation. La formation relative aux procédures de dégivrage des aéronefs les moteurs en marche que recevait l'équipe de dégivrage de LACI était la formation minimale, et le *Snowman 1* et un apprenti n'avaient pas reçu la formation. Le cours de dégivrage des aéronefs les moteurs en marche de LACI qu'ont suivi trois des cinq préposés au dégivrage était mal structuré; le cours avait, semble-t-il, été préparé et donné en peu de temps, et il était incomplet en ce sens qu'un test n'avait pas été administré à la fin du cours. Le cours ne comprenait pas de formation portant sur le Boeing 747.

En raison de la réglementation applicable aux activités de LACI, qui est une entreprise de transport aérien canadienne attitrée, les équipes d'entretien de LACI avaient de la difficulté à concurrencer avec les autres entrepreneurs en dégivrage dont les activités n'étaient pratiquement pas contrôlées par Transports Canada. La concurrence que se livraient les entrepreneurs en dégivrage à Mirabel pouvait certainement avoir une incidence sur les décisions en matière de dégivrage que devaient prendre les personnes participant au dégivrage.

Les activités de dégivrage étaient peu surveillées en ce sens que le *Iceman* (qui était le superviseur) savait qu'un Boeing 747 était en train d'être dégivré les moteurs en marche et que l'équipe de dégivrage ne possédait ni la formation ni les qualifications pour effectuer ce travail, et il n'a pas fait arrêter le dégivrage.

L'équipement de communication utilisé par l'équipe de dégivrage pouvait répondre aux besoins des activités en question, mais pour cela, il fallait que l'équipement soit utilisé uniquement de sorte que le bruit des moteurs de l'avion ne puisse pas rendre l'équipement inefficace. Lors de certaines transmissions radio effectuées par l'équipage de conduite et les préposés au dégivrage, les indicatifs d'appel n'ont pas été mentionnés, ce qui a créé de la confusion qui a finalement amené l'équipage de conduite à faire avancer l'avion avant que les véhicules de dégivrage aient dégagé la zone autour de l'avion.

Cet accident a été attribué à une combinaison de facteurs. Ce n'est pas un seul oubli ou une seule erreur qui a causé l'accident. L'accident est attribuable au fait que les facteurs cités précédemment se sont réunis de sorte que les normes de sécurité n'ont pas été respectées.

3.0 *Conclusions*

3.1 *Faits établis*

1. Tous les équipements de communication fonctionnaient normalement avant et après l'accident.
2. Il est probable que le bruit des moteurs a empêché les préposés au dégivrage d'entendre le pilote et le *Iceman* lorsqu'ils ont tenté de communiquer avec eux.
3. L'équipement de communication de LACI était ni adéquat ni conçu pour les activités de dégivrage des moteurs en marche parce qu'il ne neutralisait pas le bruit des moteurs.
4. À quelques reprises, la phraséologie et la terminologie aéronautiques standard n'ont pas été utilisées par le pilote et l'équipe de dégivrage.
5. Les pilotes ont cru que le message du *Iceman* au *Snowman 1* leur était destiné et qu'il signifiait que le dégivrage était terminé.
6. À la suite d'une confusion dans les communications radio, l'équipage de conduite a fait avancer l'avion avant que la zone autour de l'avion ne soit dégagée.
7. Le *Snowman 1* a proposé au pilote de laisser les moteurs en marche pendant le dégivrage, ce que le pilote a accepté. L'équipage de conduite ne connaissait pas bien les procédures et les méthodes de dégivrage approuvées par LACI.
8. Au moment de l'accident, les opérateurs de nacelle ne portaient pas l'équipement de protection obligatoire pour le dégivrage.
9. Le *Snowman 1* n'était pas en mesure d'empêcher l'aéronef d'avancer, car il se trouvait derrière l'appareil où l'équipage de conduite ne pouvait pas le voir, et où il ne pouvait entendre ni les communications radio du pilote ni celles du *Iceman* à cause du bruit des moteurs de l'avion.
10. En tant que signataire de la Convention relative à l'Aviation civile internationale de l'OACI, le Canada accepte l'accréditation des autres signataires qui doivent se conformer aux normes de l'OACI. Étant un transporteur étranger, Royal Air Maroc n'était pas tenu d'élaborer un ensemble de procédures relatives au dégivrage d'un aéronef au sol.

11. Royal Air Maroc n'avait pas en main d'exemplaire des procédures de dégivrage de LACI et n'avait pas demandé à LACI un exemplaire de ces procédures.
12. Royal Air Maroc n'avait pas de personnel à Mirabel capable d'évaluer les exigences et les procédures relatives au dégivrage.
13. LACI n'avait pas élaboré de procédures pour le dégivrage des Boeing 747 les moteurs en marche, et les préposés au dégivrage n'étaient pas autorisés par LACI à dégivrer les Boeing 747 les moteurs en marche.
14. Le cours de LACI sur le dégivrage des aéronefs les moteurs en marche qui a été donné à Mirabel le 3 janvier 1995 a été présenté d'une manière telle qu'à la fin du cours certains employés n'étaient pas certains quels aéronefs ils étaient autorisés à dégivrer les moteurs en marche.
15. Plusieurs transporteurs aériens favorisent la présence d'un placier devant l'aéronef et l'utilisation de l'interphone pour les communications au sol pendant le dégivrage. LACI recommande d'utiliser la radio VHF pour communiquer avec le pilote et pour guider les aéronefs au sol.
16. Le contrôleur de l'aire de trafic a accompli ses tâches conformément aux procédures établies et selon les responsabilités qui lui avaient été assignées.
17. Le contrôleur de l'aire de trafic n'avait pas suffisamment d'information ou d'outils pour bien évaluer la situation sur l'aire de dégivrage, aire qu'il ne pouvait pas voir de son poste de travail.
18. Transports Canada ne contrôlait pas la qualité et la conformité des procédures de dégivrage élaborées par les transporteurs aériens.
19. Les activités des entrepreneurs privés en dégivrage ne sont pas réglementées par Transports Canada, tandis que les transporteurs aériens comme LACI doivent se conformer aux exigences réglementaires de Transports Canada.
20. Le *Snowman 1* n'avait pas reçu la formation officielle, mais il est possible que la concurrence entre les compagnies de dégivrage et un souci d'efficacité aient influé sur sa décision de dégivrer l'avion les moteurs en marche.
21. Il n'y avait aucun autre dégivrage en cours à Mirabel au moment de l'accident.

3.2 Causes

À la suite d'une confusion dans les communications radio, l'équipage de conduite a fait avancer l'avion avant que la zone autour de l'avion ne soit dégagée. Facteurs contributifs : manque de procédures de dégivrage au sein de Royal Air Maroc; non-respect des procédures par l'équipe de dégivrage de LACI; utilisation d'un équipement de communication inadéquat ou inapproprié; formation incomplète du *Snowman 1*; cadre réglementaire moins exigeant pour les transporteurs aériens étrangers que pour les transporteurs canadiens; manque de supervision opérationnelle et manque de discipline radiophonique.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

Le Bureau prend note qu'à la suite de cet accident, on a apporté plusieurs modifications aux procédures, à la réglementation et aux manuels concernant les activités de dégivrage et d'antigivrage des aéronefs exploités au Canada. Ces mesures répondent, en grande partie, aux lacunes importantes dans le secteur de la sécurité aérienne qui avaient été relevées pendant l'enquête et, par conséquent, elles permettent de diminuer les risques de récurrence de ce type d'accident. À ce titre, le Bureau considère qu'il n'y a pas lieu pour le moment de faire des recommandations de sécurité.

4.1.1 *Manuel sur les activités de dégivrage et d'antigivrage au sol des aéronefs de l'OACI*

À la fin de 1995, l'OACI a publié le document 9640 intitulé *Manuel sur les activités de dégivrage et d'antigivrage au sol des aéronefs*, qui est complet en soi et qui s'adresse aux exploitants d'aéronefs des États membres. Ce document stipule notamment que :

7.3 Le programme de dégivrage/antigivrage doit définir clairement les responsabilités de l'exploitant. Toute personne participant aux activités de dégivrage/antigivrage au sol doit être formée et qualifiée en ce qui concerne les méthodes, les communications et les limites de son champ de responsabilité. Le programme doit couvrir toutes les escales du réseau de l'exploitant, de même que les activités de dégivrage/antigivrage confiées à des tiers.

10.1 Les communications entre l'équipe au sol et le PNT font partie intégrante du processus de dégivrage/antigivrage et doivent faire partie de toutes les méthodes de dégivrage/antigivrage.

10.3 Lorsque les activités de dégivrage/antigivrage sont terminées et que la vérification de l'avion a eu lieu afin de s'assurer de la conformité au concept de l'aéronef propre, les renseignements suivants doivent être communiqués au PNT :

- a) type de liquide;
- b) concentration liquide/eau (liquides de type II seulement);
- c) heure à laquelle doit commencer la dernière étape de dégivrage/antigivrage;
- d) confirmation de la conformité au concept de l'aéronef propre.

4.1.2 *Règlement de l'aviation canadien - Opérations dans des conditions de givrage au sol*

Au moment de l'accident, les transporteurs aériens étrangers qui exploitaient des aéronefs au Canada

n'étaient pas soumis aux dispositions de l'ONA, Série VII, n° 2. Par conséquent, la compagnie Royal Air Maroc n'était pas tenue d'élaborer un programme de procédures pour le dégivrage des aéronefs au sol.

En octobre 1996, le nouveau *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) est entré en vigueur. En plus de l'article 622.11 qui décrit les normes d'exploitation générales et les règles d'utilisation et de vol des aéronefs dans des conditions de givrage au sol, l'article 701.25 (4) de la sous-partie I «Exploitation d'une entreprise de transport aérien étrangère, Section III, Inspection et activités de dégivrage d'un aéronef» du nouveau règlement stipule que :

Il est interdit d'effectuer ou de tenter d'effectuer le décollage d'un aéronef lorsque les conditions sont telles qu'il est raisonnable de prévoir que du givre, de la glace ou de la neige pourraient adhérer à l'aéronef, à moins que, selon le cas :

a) l'aéronef n'ait été inspecté immédiatement avant le décollage pour déterminer si du givre, de la glace ou de la neige adhèrent à toutes surfaces critiques;

b) l'exploitant aérien étranger ou le titulaire de l'autorisation de vol n'ait :

(i) soit établi, conformément au document 9640 de l'OACI intitulé *Manual of Aircraft Ground De/ Anti-icing Operations*, un programme relatif aux opérations dans des conditions de givrage au sol des aéronefs qui est approuvé par l'État de l'exploitant aérien étranger ou par celui du titulaire de l'autorisation de vol,

(ii) soit présenté au ministre un programme relatif aux opérations dans des conditions de givrage au sol des aéronefs qui est conforme aux *Normes de service aérien commercial*.

4.1.3 *Activités de dégivrage et d'antigivrage de Royal Air Maroc*

En octobre 1995, Royal Air Maroc a publié des procédures provisoires en attendant la modification de la rubrique «Activités de dégivrage et d'antigivrage» de son manuel des lignes de conduite.

La rubrique 6 «Inspection finale avant le départ de l'avion» stipule que le personnel de piste doit communiquer le code d'antigivrage au commandant de bord lorsque l'antigivrage est terminé :

Le fait de communiquer le code d'antigivrage au commandant de bord confirme que les activités de dégivrage et d'antigivrage de l'avion sont terminées et correctement exécutées.

La rubrique 10 «Communication» stipule que «Par mesure de sécurité, il est important d'établir une communication claire avec le personnel de piste.» Le manuel des lignes de conduite décrit en détail les communications verbales requises pendant les activités de dégivrage et d'antigivrage et il stipule que le personnel au sol doit signaler à l'équipage de conduite que le matériel de piste a été retiré et qu'il doit lui demander de se tenir prêt à recevoir le signal visuel. Un tableau précise la phraséologie qui doit être utilisée par le personnel de piste et l'équipage de conduite pendant le dégivrage.

4.1.4 Procédures de dégivrage et d'antigivrage de LACI

LACI a fait une étude et a modifié ses procédures de dégivrage et d'antigivrage. Selon sa nouvelle politique, la méthode de dégivrage et d'antigivrage les moteurs en marche sera utilisée exclusivement sur les appareils exploités par LACI et par les Lignes aériennes Canadien régional.

Les procédures stipulent que l'équipage de conduite de l'avion doit avoir reçu les communications visuelles et verbales et il doit en avoir accusé réception avant que le processus de dégivrage puisse commencer ou se terminer. La compagnie a préparé des cartons aide-mémoire visant à favoriser des communications radio verbales précises et elle les a distribués dans tous les véhicules de dégivrage ainsi qu'à tous les membres désignés du personnel de piste. La compagnie a amélioré la structure des rapports hiérarchiques, les exposés, la formation, le processus de vérification et le leadership au sein des équipes de dégivrage, et elle préconise l'utilisation de radios VHF sur des fréquences désignées, le tout dans le but d'accroître la qualité des activités de dégivrage. LACI a insisté tout particulièrement sur le travail d'équipe et les communications au sein des équipes. Des fiches de vérification ont été créées pour les équipes de dégivrage et l'on a rédigé des exposés qui doivent être donnés aux équipes de dégivrage à chaque quart de travail.

Un exemplaire des procédures de dégivrage de LACI a été remis à tous les transporteurs contractuels, tant au niveau de leur base locale qu'à celui de leur siège social, pour lesquels LACI fournit des services de dégivrage. Le document insiste surtout sur les procédures de communication.

4.1.5 *Directive de Travail Canada*

Après l'accident, un agent de sécurité de Travail Canada a émis une directive, conformément à la Partie II du *Code canadien du travail*, qui enjoignait LACI de prendre les mesures nécessaires pour assurer la santé et la sécurité de ses employés au travail.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 19 mars 1997 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.

Annexe A - Baie de dégivrage à l'aéroport de Mirabel



Annexe B - Liste des rapports pertinents

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 6/95 - *Flight Recorders Group Report on the Investigation of the B747-400 Royal Air Maroc Occurrence Mirabel International Airport.*

On peut obtenir ce rapport en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Annexe C - Sigles et abréviations

AC	courant alternatif
ADM	Aéroports de Montréal
APU	groupe auxiliaire de bord
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
C	Celsius
CFS	<i>Supplément de vol - Canada</i>
CVR	enregistreur phonique
DFDR	enregistreur numérique de données de vol
GIOP	Norme sur les opérations dans des conditions de givrage au sol
h	heure(s)
HNE	heure normale de l'Est
<i>Iceman</i>	coordonnateur au dégivrage
LACI	Lignes aériennes Canadien International
MHz	megahertz
ONA	Ordonnance sur la navigation aérienne
PNT	équipage de conduite
RAC	Règlement de l'aviation canadien
<i>Snowman</i>	préposé au dégivrage
UTC	temps universel coordonné
VHF	très haute fréquence
°	degré(s)
'	minute(s)