

SECTION 4

MESURES PRISES ET RECOMMANDATIONS COMPLEMENTAIRES

Avertissement:

Les recommandations qui suivent expriment les enseignements que la commission a estimé pouvoir tirer de son analyse de l'accident, dans le but d'améliorer la sécurité du transport aérien. Elles sont formulées au terme d'investigations approfondies, et s'appuient donc sur des connaissances et une compréhension qui peuvent différer notablement de celles dont pouvaient disposer les différents acteurs avant l'accident. D'autre part, dans cette démarche, la commission a considéré que le doute devait profiter à la sécurité. Elle n'a donc pas limité son champ de recommandation aux seuls points liés à l'accident par des relations de causalité directes ou démontrées, ni sélectionné ses axes de réflexion selon la seule hiérarchie des probabilités qu'elle a pu associer par ailleurs aux différentes hypothèses de scénario.

CHAPITRE 4.1 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'EQUIPAGE

41.1 - Information des équipages relative à la conduite du vol lors de la mise en descente.

La commission a approuvé le 20 février 1992 "les premières dispositions prises immédiatement par la DGAC pour informer les exploitants du risque de confusion entre les modes Vertical Speed et Flight Path Angle, et leur demander de vérifier la protection apportée par leurs procédures de travail en équipage, leur documentation, et la compréhension qu'en ont les équipages".

Pour expliquer la mise en descente à un taux anormalement élevé, la commission a retenu plusieurs hypothèses parmi lesquelles celle d'une commande involontaire par l'équipage, par suite d'une mauvaise conscience du mode de pilotage automatique vertical. Cette hypothèse recouvre plusieurs variantes qui ont notamment trait au choix du mode de guidage vertical, à sa commande et à son contrôle par l'équipage.

Il apparaît donc nécessaire de s'assurer que les procédures adéquates de conduite du vol sont enseignées aux équipages.

En conséquence, la commission d'enquête confirme la recommandation préliminaire du 20 février 1992 citée ci-dessus.

41.2 - Appariement des équipages

L'enquête a mis en évidence la faible expérience sur le type des deux pilotes du F-GGED (respectivement 162 heures et 61 heures pour le commandant et le copilote). Par ailleurs elle a établi un lien probable entre cette faible expérience et le fait que les pilotes n'aient pas pris conscience de l'anomalie grave de la situation verticale. Plus généralement, les statistiques d'accident et les études ergonomiques convergent pour indiquer qu'une expérience sur le type représentant environ un an d'activité est nécessaire avant que soit atteinte la pleine maturité des connaissances et des savoir-faire acquis sur les avions de nouvelle génération. La constitution d'un équipage avec deux pilotes faiblement expérimentés constitue donc un facteur d'augmentation de risque.

Lors de la mise en ligne d'un nouveau type d'avion dans une compagnie, tous les pilotes sont faiblement expérimentés. Mais ensuite il devient possible de faire en sorte que l'expérience totale de l'équipage dépasse un

certain seuil. Or la réglementation française actuelle ne comporte pas de disposition incitant ou obligeant les exploitants détenteurs d'une autorisation de transport public à tenir compte de l'expérience des pilotes sur le type pour l'appariement des équipages.

En conséquence, la commission recommande :

- que les exploitants étudient et mettent en application des méthodes de gestion des personnels navigants visant à prévenir, dans la mesure du possible, l'appariement de deux pilotes de faible expérience sur le type d'avion;

- que la DGAC, en liaison avec les autorités européennes compétentes et les instances internationales pertinentes, prenne les mesures incitatives appropriées et, le cas échéant, fasse évoluer la réglementation dans ce sens.

Note 1 :

La compagnie Air Inter a mis en vigueur depuis avril 1992 une règle d'appariement des équipages qui interdit de constituer des équipages constitués de deux pilotes "nouveaux" sur A320. Est considéré comme "nouveau" un pilote qui possède moins de 300 heures de vol sur A320, ce minimum étant porté à 500 heures si le pilote totalisait moins de 1000 heures de vol en tant que copilote ou commandant de bord avant d'arriver au secteur A320.

Note 2 :

Suite notamment à une recommandation du NTSB du 3 novembre 1988, la FAA a publié une NPRM (Notice of Proposed Rule Making) le 23 mars 1993 concernant l'expérience minimum des pilotes pour les vols effectués sous le régime de la FAR 121.

41.3 - Formation aux approches dites "classiques"

L'enquête a fait apparaître une certaine réticence de la part du commandant vis à vis d'une approche VOR-DME, ainsi que des insuffisances manifestes dans l'exécution de cette approche par l'équipage. Par ailleurs elle a fait apparaître que la formation reçue par les deux pilotes lors de leur qualification de type était plus axée vers l'étude des approches automatiques et des pannes que vers les approches "classiques". Or d'une part la conduite de ces approches peut également comporter des difficultés sur les avions de dernière génération, et d'autre part leur faible fréquence de réalisation en ligne tend à engendrer ensuite un sous-entraînement.

Cependant les critères actuels d'approbation des programmes de qualification de type ne comportent pas d'exigence particulière en matière d'approche "classique".

En conséquence, la commission recommande :

- que la DGAC incite les organismes concernés à renforcer la formation aux approches dites "classiques" sur les plans quantitatif et qualitatif par la définition d'un minimum réglementaire au niveau de la qualification de type et du programme de maintien des compétences et d'un minimum souhaitable dans le programme d'adaptation en ligne.

41.4 - Entraînement au simulateur concernant les anomalies liées aux logiciels embarqués et aux EFIS

Les analyses conduites pour tenter d'établir le scénario de l'accident ont amené à envisager des dysfonctionnements liés aux logiciels embarqués ou aux EFIS (anomalies concernant les informations VOR ou DME, la carte de navigation, le FCU, etc.). Certains de ces dysfonctionnements sont acceptés par la certification avec des critères associés au postulat que l'équipage les reconnaîtra et les traitera convenablement. Ceci suppose que les programmes de qualification de type et d'entraînement récurrent prennent convenablement en compte ces aspects.

Or les catalogues de pannes disponibles aujourd'hui sur les simulateurs de vol ne permettent pas la simulation de certaines des anomalies évoquées ci-dessus.

En conséquence, la commission recommande :

- que les programmes de formation et de contrôle soient révisés pour inclure des scénarios d'anomalies de situation spécifiques à l'utilisation des logiciels embarqués et des EFIS, et tirés du retour d'expérience;

- que les autorités concernées par l'agrément des simulateurs procèdent à une révision des catalogues de pannes proposées pour tenir compte des pannes spécifiques associées aux logiciels embarqués et aux EFIS.

41.5 - Transition entre avions classiques et avions de nouvelle génération

Les deux pilotes du F-GGED ne possédaient aucune expérience sur avion de nouvelle génération avant d'aborder leur formation sur A320. De plus leur expérience précédente concernait des avions pilotés avec un équipage à trois. La commission a estimé que ceci constituait une situation de nouveauté très importante, difficilement comparable à la découverte d'un nouveau type d'avion de même génération. Elle a noté à cet égard l'existence dans le programme de formation d'Air Inter d'un module (dit STAN) préparatoire à la qualification de type proprement dite. Elle en approuve le principe, mais a émis quelques réserves (cf § 23.134) sur sa conception très orientée vers une présentation technique théorique.

En conséquence, la commission recommande :

- que, lors de la mise en oeuvre par un exploitant d'un avion ou d'un équipement dont la conception entraîne une modification substantielle des concepts opérationnels, l'exploitant assure une formation préparatoire concernant au moins:

- 1) les principes de conception, l'architecture et la philosophie d'utilisation des systèmes nouveaux;

- 2) les effets de cette novation sur les relations internes à l'équipage, la répartition des tâches, les rapports de l'équipage à l'avion et aux équipes au sol;

- que cette formation soit appuyée sur une présentation pratique et opérationnelle des fonctions nouvelles;

- que les autorités compétentes pour l'approbation des programmes de qualification de type et des méthodes d'entraînement des équipages s'assurent de la mise en oeuvre de ces principes.

Note :

La compagnie Air Inter a décidé de modifier le contenu de son stage d'adaptation aux avions nouveaux (STAN) pour l'orienter à partir de septembre 1993 vers une présentation moins académique et plus opérationnelle des avions de nouvelle génération.

41.6 - Formation aux facteurs humains

L'analyse du comportement de l'équipage du F-GGED a mis en évidence des carences importantes dans les domaines de la communication, de la répartition des tâches, du contrôle mutuel et de la surveillance des automatismes. De

fait, la commission a considéré que le fonctionnement de l'équipage avait constitué l'un des éléments importants du mécanisme de l'accident.

La réglementation française ne comporte aujourd'hui aucune disposition relative à la formation des équipages dans le domaine des facteurs humains, et plus précisément de la gestion des ressources disponibles dans le cockpit.

En conséquence, la commission d'enquête recommande :

- que soit introduite dans les formations initiales des pilotes de transport une formation théorique et pratique aux facteurs humains, telle que spécifiée par l'Annexe 1 de l'OACI;

- que les exploitants titulaires d'une autorisation de transport public introduisent rapidement des programmes de formation complémentaire de type "CRM" (Cockpit Resource Management) pour tous leurs pilotes, si possible dès le stade de la qualification de type;

- que les autorités compétentes prennent des dispositions incitatives ou réglementaires appropriées à cette fin;

- que les contrôles de compétence effectués par les exploitants et les contrôles en vol effectués par les autorités incluent la qualité du travail en équipage dans leurs critères principaux d'appréciation.

41.7 - Réflexion générale sur les annonces à bord

L'enquête a montré que des déviations importantes par rapport aux procédures d'annonces prévues par la compagnie s'étaient produites au cours du vol de l'accident. L'analyse fait apparaître que ces absences d'annonce ont pu contribuer à affaiblir le contrôle mutuel et la conscience de chaque pilote vis à vis de la situation réelle.

Plus généralement, il semble bien que dans la pratique quotidienne de la ligne, la restitution moyenne des annonces soit dégradée par rapport aux annonces prévues, sans que l'ampleur et les raisons du phénomène

soient bien connues. Or le contrôle mutuel présente un caractère critique pour la sécurité, particulièrement sur les avions de dernière génération.

En conséquence la commission recommande:

- que soit entreprise une étude des pratiques quotidiennes en matière d'annonces, une analyse des causes de délitement des apprentissages dans ce domaine, et une recherche de méthodes et de procédures suffisamment stables dans le temps pour la surveillance des automatismes de haut niveau, ainsi que pour le contrôle mutuel au sein de l'équipage.

CHAPITRE 4.2 - RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX DISPOSITIFS D'ALARME DE PROXIMITE DE SOL

42.1 - Point sur la réglementation relative à l'emport du GPWS

La commission a recommandé dès le 20 février 1992 que: "la réglementation française soit amendée dans les meilleurs délais pour rendre obligatoire pour des aéronefs de transport aérien l'emport d'un dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) dans les mêmes conditions techniques que celles spécifiées par le paragraphe 6.15 de l'Annexe 6 à la Convention de Chicago."

Compte tenu de la décision prise par le Ministre le 24 février 1992 à la suite de cette recommandation, la compagnie Air Inter a procédé en 1992 à l'équipement de toute sa flotte en GPWS.

De plus, l'arrêté du 5 novembre 1987 relatif aux conditions d'utilisation des avions exploités par une entreprise de transport aérien a été modifié par arrêté du 12 janvier 1993. Le paragraphe cité ci-dessous a été inséré :

" Tout avion équipé de moteurs à turbine, de trente et un passagers et plus, ou de masse maximale certifiée au décollage supérieure à 15000 kg, doit être doté d'un avertisseur de proximité du sol. Ce dispositif doit être capable de générer des alarmes provenant d'un rapprochement excessif du sol, d'un taux de descente anormalement élevé, d'une perte d'altitude après décollage ou remise des gaz, et d'un écart anormal sous un faisceau de radioalignement de descente ".

L'analyse faite au § 22.36 ne conclut pas que la présence à bord d'un GPWS aurait permis d'éviter cet accident. Elle démontre toutefois que statistiquement l'emport de cet équipement est bénéfique et, qu'avec des procédures adaptées, il est très probable que l'équipage aurait réagi positivement à l'alarme.

La commission d'enquête confirme donc sa recommandation préliminaire du 20 février 1992 citée ci-dessus.

42.2 - Entraînement des équipages; Conception des procédures de circulation aérienne

Les simulations réalisées dans le cadre de l'enquête sur l'accident du F-GGED ont montré que la vitesse d'évolution de l'avion est un élément déterminant en ce qui concerne le risque de déclenchement d'alarmes intempestives susceptibles de réduire fortement la confiance de l'équipage dans ce système.

Certains vols contrôlés dans le relief ont conduit à des accidents alors même qu'un système GPWS était opérationnel à bord et avait émis une alarme suffisamment précoce. D'autres cas ont eu lieu pour lesquels le GPWS avait été mis hors service, délibérément ou à cause d'un problème de maintenance. Ceci peut résulter de causes distinctes : désintérêt à l'égard du système, méfiance vis à vis des alarmes intempestives, ou non prise en compte immédiate par l'équipage d'une alarme qui contredit son processus de réflexion à un moment donné.

L'emport de l'équipement doit donc être accompagné d'une série de mesures de nature à améliorer la définition des consignes d'utilisation des avions, à assurer l'entraînement des équipages en ce qui concerne la conduite à tenir en cas de déclenchement d'alarme, et à modifier les procédures de circulation aérienne de façon à éliminer les cas possibles d'alarmes intempestives.

En conséquence la commission recommande :

- que les compagnies aériennes développent des procédures d'utilisation de l'avion et des pratiques d'entraînement adaptées aux systèmes avertisseurs de proximité du sol;

- que les organismes de la circulation aérienne tiennent compte dans l'élaboration de leurs procédures des critères de déclenchement d'alarmes des systèmes embarqués d'avertissement de proximité du sol et que l'Instruction N°20754/DNA soit amendée en conséquence.

42.3 - Système sol d'alarme de rapprochement excessif par rapport au relief

Un système au sol né du concept MSAW (Minimum Safe Altitude Warning), déjà opérationnel dans certains pays, est en cours d'étude en France. L'objectif de ce système est de permettre à l'organisme de contrôle d'informer aussi tôt que possible l'équipage d'un aéronef en cas de rapprochement dangereux par rapport au relief.

En assurant la pluralité des moyens de détection des rapprochements dangereux par rapport au relief, la mise en oeuvre d'un tel système, devrait réduire les occurrences de "vols contrôlés dans le relief".

En conséquence, la commission d'enquête recommande :

- qu'un effort particulier soit fait pour mener à bien dans les meilleurs délais l'étude et la mise en oeuvre par les services de la circulation aérienne d'un système sol de détection du rapprochement dangereux d'un aéronef par rapport au relief, là où ce sera techniquement possible.

CHAPITRE 4.3 - RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX ENREGISTREURS

43.1 - Normes de résistance des enregistreurs réglementaires

L'exploitation de l'enregistreur de paramètres de vol DFDR qui équipait le F-GGED s'est avérée impossible du fait de la destruction par le feu du support d'enregistrement magnétique.

Les examens réalisés ont permis d'établir que le DFDR satisfaisait aux normes en vigueur et que ce sont en fait les critères de résistance aux feux de moyenne ou basse intensité mais de longue durée pris en compte par les normes de protection (y compris les plus récentes : ED 55) qui se révèlent insuffisants. De tels feux peuvent être rencontrés, notamment lorsque la localisation du lieu de l'accident et l'acheminement des moyens de lutte contre l'incendie nécessitent plusieurs heures comme cela a été le cas pour le F-GGED.

Ce cas de destruction de la bande magnétique par un feu de basse intensité mais de longue durée n'est pas unique. Il est d'ailleurs fait mention de cas comparables dans les attendus de la recommandation émise à ce propos par le NTSB à destination de la FAA en mai 1992.

En conséquence, la commission recommande :

- qu'une étude soit entreprise par l'autorité compétente, en liaison avec les industriels et les organismes de réglementation internationaux, pour améliorer la protection des enregistreurs réglementaires contre les feux de basse intensité et de longue durée.

43.2 - Normes relatives aux paramètres de vol enregistrés

Certains paramètres de vol ont manqué à l'analyse de l'accident pour en appuyer le scénario sur des éléments directs.

Les nouvelles normes (ED 55) prévoient leur enregistrement pour l'essentiel, mais elles n'ont été rendues applicables par l'arrêté du 12 janvier 1993 modifiant l'arrêté du 5 novembre 1987, qu'aux avions effectuant leur premier vol après le 31 décembre 1994. De ce fait, si aucune action réglementaire complémentaire n'est entreprise, un grand nombre d'avions dotés d'un DFDR

satisfaisant aux normes précédentes (TSO-C51) risquent de conserver cet équipement qui s'avère être insuffisant.

En conséquence, la commission recommande :

- que la DGAC étudie, en liaison avec les organismes de réglementation internationaux, des modalités d'extension de cette nouvelle réglementation aux aéronefs soumis à l'obligation d'emport de cet équipement et ayant effectué leur premier vol avant le 1er janvier 1995.

43.3 - Normes relatives à la qualité d'écoute des CVR

L'écoute du CVR du F-GGED a nécessité de nombreuses études, du fait de la faible intelligibilité des conversations de l'équipage, enregistrées par le microphone d'ambiance générale.

L'utilisation des microphones permanents (hot mike) par les équipages, notamment dans les phases de départ et d'arrivée, apporte une solution à ce problème.

La commission renouvelle donc des recommandations déjà émises sur ce sujet par d'autres commissions d'enquête et par le Bureau Enquêtes-Accidents et recommande :

- que l'utilisation de microphones permanents (hot mike), pour les avions qui en sont équipés, soit rendue obligatoire dans les phases de départ et d'arrivée du vol;

- que soient poursuivies les études visant à l'amélioration de l'enregistrement de l'ambiance dans le poste de pilotage, de façon notamment à assurer une meilleure intelligibilité des conversations des membres de l'équipage de conduite.

43.4 - Enregistrement d'informations visuelles

Actuellement les informations visuelles telles que celles fournies sur les écrans de pilotage, de navigation et de surveillance du fonctionnement de l'avion, ainsi que les gestes et les communications non verbales entre les membres d'équipage, ne sont pas enregistrés. L'absence d'enregistrement des informations visuelles a fait défaut pour établir avec certitude le scénario de l'accident du F-GGED.

Les aspects liés à l'analyse des informations visuelles fournies à l'équipage de même que ceux liés à l'ergonomie du poste de pilotage et au travail en équipage deviennent primordiaux dans les enquêtes.

En conséquence, la commission recommande :

- que soit étudié l'enregistrement sur support protégé d'images des planches de bord du poste de pilotage, ces images étant synchronisées avec les autres enregistrements réglementaires.

43.5 - Enregistrement des informations radar d'approche

Les informations du radar d'approche de Strasbourg n'étaient pas enregistrées. L'absence d'enregistrement de ce radar a empêché de disposer de l'image des pistes fournies par cette station au contrôleur d'approche de Strasbourg.

En France, neuf centres de contrôle d'approche disposent d'un système d'enregistrement de leur radar local. Le fait de disposer d'un tel système permet d'affiner la connaissance et l'analyse des conditions dans lesquelles sont rendus les différents services de la circulation aérienne et d'améliorer les recherches en cas de besoin.

En conséquence, la commission recommande :

- que tous les centres de contrôle d'approche utilisant un moyen radar local soient équipés d'un système d'enregistrement et de restitution rapide des informations fournies par ce radar.

43.6 - Coordination des procédures administrative et judiciaire

Dans son analyse sur la coordination des procédures administrative et judiciaire, notamment vis à vis des enregistreurs, la commission d'enquête a noté que, dans le cas de cet accident, les indices essentiels avaient été retrouvés et exploités. Mais elle a relevé à cet égard l'inadéquation du cadre institutionnel établi par l'instruction interministérielle du 3 janvier 1953.

Il lui apparaît en effet que le cadre actuel et l'évolution des pratiques qui privilégient la rigueur de l'acte judiciaire peuvent avoir des effets néfastes sur la préservation de certains indices essentiels comme les enregistreurs. Or il ne serait d'aucune utilité, pour l'analyse des causes d'un accident, ni même pour la

recherche des responsabilités, de saisir dans la rigueur formelle des indices dont la préservation n'aurait par ailleurs pas été assurée.

En conséquence, la commission d'enquête recommande :

- que soient étudiés le cadre juridique et les modalités dans lesquels devrait s'inscrire l'action de l'enquêteur technique, de façon à lui permettre de procéder à des actes de préservation immédiate des indices au bénéfice des enquêtes administrative et judiciaire.

CHAPITRE 4.4 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'ERGONOMIE DE L'INTERFACE AVION-EQUIPAGE

et

RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA CERTIFICATION DES SYSTEMES DE PILOTAGE AUTOMATIQUE

44.1 - Modification de l'ergonomie du poste de pilotage de l'A320

L'enquête a montré que les scénarios les plus probables de l'accident impliquent une erreur dans la commande de la descente effectuée par le pilote par l'intermédiaire du FCU. En particulier une confusion entre les modes VS et FPA est apparue comme probable à la commission. Tous les scénarios impliquent par ailleurs une non reconnaissance par l'équipage de la très forte anomalie de trajectoire verticale résultante.

La commission a eu pleine conscience de la part prise dans la genèse de cette situation par les carences qu'elle a constatées dans la performance de l'équipage, notamment dans les domaines du contrôle mutuel et de la surveillance des automatismes. Au terme de sa réflexion, la commission considère cependant qu'on ne peut pas du tout exclure le renouvellement de contextes perturbateurs susceptibles de dégrader de façon comparable la rigueur des contrôles mutuels au sein d'un équipage, quel que soit le niveau de formation.

Par ailleurs, la réflexion menée par la commission l'a conduite à considérer que la conception ergonomique de la commande concernée du pilote automatique a pu participer à la genèse de la situation accidentelle: cette conception lui a semblé de nature à favoriser certaines confusions susceptibles d'entraîner un résultat catastrophique si elles ne sont pas détectées, alors que la symbolologie du PFD n'offre pas les meilleures chances d'une telle détection.

La commission d'enquête confirme donc et précise sa recommandation préliminaire du 20 février 1992 concernant la conception de l'interface avion-équipage relative aux modes verticaux du pilotage automatique sur A320.

En conséquence, la commission d'enquête recommande pour l'A320 :

- que la valeur cible de VS ou de FPA soit affichée sur le PFD pour mise en cohérence avec la philosophie fondamentale d'utilisation enseignée (commande effectuée au FCU, contrôle de l'ordre et de son résultat sur le PFD);

- que l'affichage de la fenêtre FCU correspondant aux valeurs cibles de vitesse verticale ou d'angle de trajectoire soit modifié au profit d'une expression non ambiguë dans les unités courantes;

Elle recommande également que, dans la mesure du possible:

- soient renforcés sur le PFD la différence des symbologies respectives associées aux références HDG-VS et TRK-FPA ainsi que la lisibilité et le pouvoir d'alerte des informations de vitesse verticale.

44.2- Représentation des modes de pilotage automatique des avions de nouvelle génération

Dans le cadre de son analyse de cet accident, la commission a été amenée à constater des insuffisances dans l'efficacité de la présentation à l'équipage des différents modes actifs, des références utilisées, des actions en cours et des cibles poursuivies, pour les dispositifs de pilotage automatique, notamment dans le plan vertical. Tout particulièrement, la commission a estimé que l'ensemble des informations présentées ne comportait pas un pouvoir d'alerte élevé pour un équipage qui a une représentation mentale instantanée erronée concernant l'état de ces automatismes.

Or en pratique, bon nombre des observations faites par la commission valent à un degré ou un autre pour l'ensemble des avions de nouvelle génération, qui utilisent globalement, ne serait-ce que pour des raisons de standardisation, les mêmes techniques d'affichage de l'information, la même répartition de l'information, les mêmes principes ergonomiques (ex: signalisation des modes par un affichage alphanumérique de petite taille, qui exige une lecture en vision centrale et un décodage cognitif de niveau élevé). La commission a finalement l'impression que des ensembles symbologiques faiblement discriminatoires sont associés à des fonctions dont les actions et interactions sont complexes.

En conséquence la commission recommande que pour l'ensemble des avions de nouvelle génération:

- une réflexion soit engagée par les autorités et organismes compétents en vue d'améliorer, de manière standardisée au plan international, la présentation et la symbologie des affichages et des informations relatives aux différents modes de pilotage automatique actifs, notamment dans le plan vertical.

44.3 - Rééquilibrage des informations horizontales et verticales

L'analyse a amené la commission d'enquête à constater une forte focalisation de l'équipage sur la navigation latérale durant la phase d'approche intermédiaire, au détriment de la surveillance de la trajectoire verticale. La commission a analysé les facteurs conjoncturels susceptibles d'avoir provoqué cette focalisation. Elle a également retenu l'idée que la présentation même des informations de position sur les écrans cathodiques était de nature à favoriser ou à prolonger une telle focalisation.

La commission constate en effet que la richesse et le niveau de synthèse des informations présentées dans le plan horizontal sur l'écran de navigation (positionnement analogique direct par rapport à une carte du monde pertinent) n'a pas son équivalent dans le plan vertical (pas de représentation du profil planifié ni des contraintes de sécurité: altitudes de sécurité, obstacles déterminants, reliefs). Ce phénomène semble propre à tous les avions dotés d'une instrumentation à écrans cathodiques et notamment d'un FMS sans profil vertical.

En conséquence, la commission recommande :

- que soient étudiés les moyens permettant de rétablir sur les avions de nouvelle génération un meilleur équilibre dans la présentation des informations de position horizontale et verticale en renforçant ces dernières (ex: représentation du profil vertical planifié, figuration topographique, figuration des altitudes de sécurité), et en développant les moyens annexes permettant d'accentuer la conscience de l'équipage vis à vis de sa situation verticale (ex : annonces automatiques de hauteurs significatives franchies en descente avant la phase d'approche finale).

44.4 - Certification de l'ergonomie des postes de pilotage

En étudiant le processus de certification de l'A320 en ce qui concerne les aspects ergonomiques de l'interface avion-equipage, la commission a constaté que les autorités de certification concernées avaient établi des bases de certification comportant plusieurs conditions spéciales et moyens acceptables de conformité supplémentaires par rapport au règlement JAR 25 et ACJ 25. Elle a également constaté qu'un effort particulier avait été consacré aux évaluations correspondantes lors des essais en vol ou en simulateur effectués pour le compte de la certification.

Malgré cela, la commission a été amenée à considérer dans le cadre de son analyse de l'accident du F-GGED que certains aspects de la conception de l'ergonomie du FCU et de l'instrumentation de l'avion avaient constitué un facteur contributif au développement du mécanisme de l'accident, et que ce mécanisme était susceptible de se reproduire.

En conséquence, la commission d'enquête recommande :

- qu'il soit procédé à l'étude des méthodes par lesquelles les constructeurs pourraient, le plus en amont possible dans le processus industriel, obtenir les meilleures informations sur les comportements probables des utilisateurs face aux novations susceptibles d'entraîner des conséquences importantes au plan ergonomique;

- que les autorités de certification entreprennent une révision du règlement de certification des avions de transport pour préciser les objectifs et les critères de certification concernant l'ergonomie des postes de pilotage (en particulier celle des interfaces entre l'équipage et les automatismes de haut niveau) et son impact sur la sécurité du vol, en prenant en compte les probabilités d'erreur humaine associées;

- que les moyens acceptables de démonstration de conformité associés préconisent des protocoles expérimentaux tenant compte des acquis les plus récents de l'ergonomie.

44.5 - Recommandations concernant les systèmes de pilotage automatique

En septembre 1992, un dysfonctionnement d'un FCU a été identifié. Il se caractérisait par la corruption, lors de son transfert au calculateur du pilote automatique (FMGC), d'une valeur de consigne affichée au FCU. Les autorités françaises de certification ont informé les exploitants d'A320 français ainsi que les autorités de tutelle des exploitants étrangers en leur demandant de mettre en garde leurs équipages contre le risque de tels dysfonctionnements, et de définir une procédure opérationnelle adaptée. Du point de vue technique, des mesures ont également été prises, qui ont consisté à accroître la sévérité des tests de réception des composants électroniques incriminés, et à définir une nouvelle version de FCU fabriquée avec des composants plus résistants.

La commission a analysé ce cas de corruption de valeur cible affichée au FCU, et a considéré qu'un tel scénario était très peu probable dans le cas de l'accident.

Cependant, en rapprochant une telle hypothèse des circonstances de l'accident, et plus généralement du contexte d'une approche "classique", la commission s'est interrogée, dans le cadre des critères de certification appliqués, sur la probabilité de non détection par l'équipage de pannes non auto-surveillées du pilote automatique en approche.

En conséquence, la commission d'enquête recommande pour les critères de certification des pilotes automatiques que, dans l'environnement opérationnel des approches dites "classiques",

- soient réévaluées les probabilités d'occurrence des pannes d'un mode vertical de pilotage automatique, non détectées par le système, ainsi que leurs probabilités et délais de détection et correction par l'équipage, notamment en situation dynamique;

- que soient réévaluées les répercussions de telles pannes non détectées ou non corrigées par l'équipage en phase d'approche finale, et que soit vérifiée la cohérence de leurs effets ainsi estimés avec le niveau de risque pris en compte dans le processus de certification.

44.6 - Contrôle de qualité des logiciels du DME Collins-700-020

Dans le cadre de l'enquête relative à l'accident du F-GGED, la commission a fait procéder à l'examen des mémoires non volatiles des deux équipements de mesure de distance (DME) Collins-700-020 de l'avion. L'hypothèse d'occurrence d'un des modes de dysfonctionnement connus à ce jour sur ces équipements a pu être réfutée à partir des éléments techniques disponibles.

Toutefois cet examen a mis en évidence des anomalies qui auraient pu être évitées par application de procédures de vérification et de test des logiciels telles que celles décrites par les normes RTCA DO 178 A et EUROCAE ED 12 A.

A la suite des constats effectués sur le logiciel en cause, le Bureau Enquêtes-Accidents a recommandé que "les moyens jugés nécessaires soient mis en place pour éliminer les défauts du DME Collins-700-020". Les autorités de certification française et américaine ont engagé une procédure de contrôle de qualité. Les premières conclusions de ce contrôle ont confirmé les insuffisances de ce logiciel et la nécessité de les pallier. Elles ont été communiquées à l'équipementier qui s'est engagé à définir les corrections nécessaires avant la fin de l'année 1993.

Parallèlement, l'autorité de certification française a rendu obligatoire l'application à tous les appareils inscrits sur le registre français, des modifications préconisées par l'équipementier pour corriger les défauts identifiés de ces équipements. L'autorité de certification américaine a engagé de son côté un processus identique.

La commission prend acte des mesures prises et ne formule pas de recommandation complémentaire.

CHAPITRE 4.5 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA SURVIE

45.1 - Certification et utilisation des ceintures de sécurité

La commission a constaté que les lésions subies par les victimes avaient été causées dans un grand nombre de cas par le choc contre le dossier du siège placé devant chaque passager ou par sa ceinture de sécurité.

Les règlements de certification prévoient que dans des conditions de décélération spécifiées (celles d'un crash mineur), les sièges et les ceintures de sécurité doivent être tels que leurs occupants ne souffrent d'aucune blessure grave.

La commission est consciente que les contraintes subies lors de l'impact ont été largement supérieures aux contraintes envisagées par le règlement de certification. Toutefois la présence de survivants suggère que des enseignements puissent être malgré tout tirés de cet accident. En particulier, la nature des lésions subies par les victimes a amené la commission à s'interroger sur l'intérêt du harnais de sécurité.

Elle a noté que de nouvelles exigences réglementaires avaient été introduites depuis la certification de l'A320, pour renforcer la protection des passagers en cas d'atterrissage d'urgence. Cependant elles ne prévoient pas d'obligation d'emploi de harnais de sécurité.

En conséquence, la commission recommande:

- que les études d'amélioration des exigences réglementaires dans le domaine de la protection des passagers en cas d'atterrissage d'urgence soient poursuivies et que soit notamment étudié l'intérêt d'une obligation d'emploi de harnais de sécurité.

45.2 - Conditions d'installation de la RBDA

L'enquête a montré que la RBDA avait été détruite à l'impact et que cet équipement n'avait en conséquence pu jouer aucun rôle dans la recherche de l'épave qui s'est révélée longue et difficile, contrairement aux idées communément admises vis-à-vis d'un accident de gros avion de transport.

L'enquête a également montré que les conditions d'homologation et d'installation de cet équipement en vigueur le jour de l'accident ne correspondaient pas aux exigences habituelles en transport public et devaient être

renforcées. C'est pourquoi la commission a présenté au Ministre dès le 20 février 1992 une recommandation préliminaire sur ce point.

La commission constate que cette recommandation a été suivie d'effet et que les conditions d'homologation et d'installation de cet équipement ont été modifiées par arrêté du 12 janvier 1993. Elle note toutefois que les méthodes de vérification de la conformité des installations à cette réglementation modifiée n'ont pas encore été mises à jour dans les documents SFACT et STNA pertinents et que, notamment, les conditions de vérification de la puissance rayonnée ne sont pas précisées.

En conséquence, la commission recommande :

- que les méthodes de vérification de la conformité des installations RBDA avec la nouvelle réglementation soient mises à jour dans les documents pertinents du SFACT et du STNA et qu'y soient notamment précisées les exigences et les conditions de mesure de la puissance rayonnée.

Par ailleurs, le renforcement des performances de résistance et de rayonnement des balises de détresse n'a de sens que si les organismes de recherche sont dotés des moyens nécessaires à leur utilisation. Il est important à cet égard que soit pleinement utilisée la complémentarité des méthodes de repérage disponibles: radiogoniométrie terrestre (radio-amateurs), repérage par satellite, mais également radiogoniométrie aérienne.

En conséquence la commission recommande:

- qu'il soit procédé à un inventaire et à une réévaluation éventuelle des moyens aériens utilisables par les RCC de façon à ce que ces organismes puissent mettre en oeuvre, dans la demi-heure qui suit le déclenchement d'une phase DETRESFA, un moyen aérien équipé d'un détecteur radioélectrique et capable d'opérer de jour et de nuit.

45.3 - Organisation des recherches

L'analyse a mis en lumière un certain nombre d'imperfections dans les dispositifs de recherches préétablis, auxquelles la commission pense qu'il serait nécessaire de remédier.

En conséquence, la commission recommande :

- que soit étudiés et mis en oeuvre des systèmes et des procédures de restitution rapide des trajectoires radar et des radio-communications enregistrées dans les organismes de contrôle civils et militaires, afin que ces éléments puissent être communiqués au RCC compétent dans la demi-heure qui suit le déclenchement d'une phase d'urgence;

- que des directives soient établies pour qu'il soit procédé à un réexamen de tous les plans SATER en vigueur, compte-tenu des enseignements tirés de cet accident et en particulier sur les points suivants :

- . modalités de mise en place et de montée en puissance du PC opérationnel;

- . modalités d'engagement des effectifs sur le terrain;

- . remontée des informations du terrain vers le PC fixe et vers le RCC.

45.4 - Organisation des secours

La commission constate que les équipes médicales spécialisées dans le secours (SAMU) ne sont en fait pas intervenues sur le site. Les interventions médicalisées ont été le fait, soit d'équipes militaires rodées à intervenir sur le terrain, soit de médecins civils, les unes et les autres en dehors de tout cadre organisé. La commission s'est également interrogée sur les conditions d'évacuation de certains blessés graves, notamment vis à vis de leur traitement primaire sur le site avant évacuation. La commission n'a pas été en mesure de conclure sur ce point, mais il lui a semblé que certaines améliorations du dispositif de secours devraient être étudiées.

En conséquence, la commission recommande :

- que les directives appropriées soient établies pour qu'il soit procédé à une révision des Plans

Rouge, compte tenu des enseignements tirés de cet accident et en particulier sur les points suivants:

- . constitution immédiate et envoi rapide dans le polygone de recherche puis sur les lieux de l'accident d'un premier échelon médical spécialisé dans le secours et le traitement des polytraumatismes;

- . renforcement de la coordination entre la direction des recherches, la direction des secours et la direction médicale des secours;

- qu'il soit procédé à une vérification, et éventuellement à une mise à jour, des programmes de formation et des consignes opérationnelles données aux personnels d'intervention et de secours, en ce qui concerne les conditions de soins et d'évacuation à donner à des blessés graves sur le site d'un accident.

45.5 - Organisation de la communication et contrôle d'accès au site de l'accident

La commission a relevé que les difficultés de circulation sur les routes d'accès au Mont Saint-Odile, si elles ne paraissent pas avoir ralenti les opérations de recherche, ont constitué une gêne certaine pour les opérations de secours. Elle a noté que ces difficultés pouvaient provenir des modalités de gestion de la communication sur l'accident et des conditions de mise en place des mesures de contrôle d'accès au site. A contrario, la participation des organes de communication et du public peut être parfois demandée pendant la phase de recherche. C'est un sujet difficile pour lequel n'existe pas de dispositions particulières dans les plans préétablis.

En conséquence, la commission recommande :

- qu'une réflexion soit engagée avec le concours des professionnels de la communication sur les modalités de gestion de la communication en cas d'accident;

- que les principes de mise en place des mesures de contrôle d'accès au site d'un accident ou à la zone des recherches soient étudiés par les services compétents et soient, le cas échéant, inclus dans les plans appropriés.

4.6 - RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX PROCEDURES DE CIRCULATION AERIENNE

4.6.1 - Procédures d'approche dérogatoires

La procédure VOR DME 05 en vigueur à Strasbourg à l'époque de l'accident comporte trois caractéristiques dérogatoires aux termes de l'Instruction N°20754/DNA du 12 octobre 1982 relative à l'établissement des procédures de départ, d'attente et d'approche aux instruments.

L'examen des conditions dans lesquelles s'est déroulée l'approche a montré que l'appareil est sorti du virage de procédure en aval du repère d'approche intermédiaire et qu'en conséquence ce segment ménagé pour permettre la réduction de la vitesse de l'avion et sa mise en configuration pour l'approche finale a été tronqué.

En toute rigueur donc, l'appareil n'ayant pas emprunté la totalité du segment d'approche intermédiaire, les caractéristiques dérogatoires de ce segment n'ont pas lieu d'être réexaminés.

Pourtant, la rapidité avec laquelle ont été réalisées les actions nécessaires à la préparation de l'avion en fin de virage de procédure, aurait probablement pu être tempérée par l'exécution d'un palier après sortie du virage.

Ceci suggère que l'existence d'un palier en approche intermédiaire est, en termes de sécurité, un élément important dans la définition d'une procédure d'approche VOR DME.

En conséquence, la commission recommande:

- que les services de la circulation aérienne réexaminent toutes les dérogations accordées lors de l'établissement des procédures d'approche, notamment en cas d'absence de palier sur le tronçon d'approche intermédiaire;

- que, dans le cas où aucune solution non dérogatoire n'est possible, ces services veillent à informer les usagers de l'existence d'une procédure dérogatoire et des caractéristiques de la dérogation accordée;

- que les exploitants et les services de la circulation aérienne veillent, chacun en ce qui le concerne, à informer de façon appropriée les

équipages et les contrôleurs de la circulation aérienne de l'existence et des caractéristiques de telles dérogations.

46.2 - Information des équipages relative à la conduite du vol lors de la mise en descente en approche

L'examen des circonstances dans lesquelles a été commandée la mise en descente montre que l'appareil se trouvait alors à environ 10° de l'axe d'approche. La commission n'a pas retenu ce fait comme pouvant être à l'origine de la collision du FGED avec le relief, mais souhaite mettre l'accent sur l'importance qu'il revêt en termes de sécurité de la conduite du vol.

En effet, du fait du principe de protection d'une approche VOR DME, le document 8168 de l'OACI préconise que la descente sur la trajectoire de rapprochement ne soit pas engagée tant que la déviation de l'aiguille de l'indicateur VOR est supérieure à la moitié de l'échelle, ce qui correspond à une déviation de 5°.

Il n'existe pas de réglementation stipulant explicitement les consignes de pilotage applicables dans l'exécution d'une procédure d'approche aux instruments. En France, les textes relatifs à l'établissement et à l'utilisation des procédures d'approche aux instruments sont l'Instruction N°20754/DNA et le "Mémento à l'usage des utilisateurs des procédures d'approche et de départ aux instruments". Ce second document a essentiellement pour but de présenter aux utilisateurs les principes de base et les hypothèses retenus pour la construction des procédures, de manière à en dégager certaines règles d'exécution des manoeuvres à effectuer. Il en ressort notamment des tolérances de pilotage dont le respect garantit le maintien de la trajectoire de l'avion dans le volume de protection de l'approche.

En conséquence, la commission recommande :

- que les organismes de formation et les exploitants s'assurent que les méthodes de pilotage adoptées soient compatibles avec les seuils de tolérances de pilotage pris en compte dans l'Instruction N°20754/DNA relative à l'établissement des procédures de départ, d'attente et d'approche aux instruments.

46.3 - Formation au guidage radar et à la phraséologie associée

Le contrôle d'approche de Strasbourg a fourni un guidage radar à l'équipage du F-GGED sur une portion de son approche VOR DME. L'examen de ce guidage et de la phraséologie utilisée par le contrôleur a montré que d'une part ce guidage n'avait pas permis à l'équipage de passer à la verticale du repère d'approche intermédiaire et que d'autre part, à plusieurs reprises, les informations de position n'étaient pas formulées conformément à la phraséologie réglementaire et pouvaient poser des problèmes d'interprétation.

L'analyse faite au § 22.6 montre que les instructions de route fournies à l'équipage dans le cadre du guidage radar ont contribué à écourter le segment d'approche intermédiaire prévu dans la définition de la procédure d'approche pour la préparation de l'avion à l'approche finale. Elles ont également pu contribuer aux difficultés de capture de l'axe d'approche qu'il a éprouvées. Ceci a pu influencer sur le comportement de l'équipage et l'inciter, au moins momentanément, à une précipitation dans l'exécution des commandes nécessaires à la préparation de l'avion et à la mise en descente.

La commission note que l'évolution de la réglementation relative au guidage radar en approche traite cet aspect en garantissant à priori l'exécution d'un palier avant la mise en descente pour l'approche finale. Le RCA 3-121 daté du 16 mars 1992 et applicable à partir du 2 avril 1992 stipule entre autres critères que "le guidage fourni doit permettre aux aéronefs d'effectuer sur l'axe un palier d'au moins 30 secondes avant d'intercepter le plan de descente nominal".

En ce qui concerne la phraséologie employée pour informer les équipages de leur position radar, l'arrêté du 7 septembre 1984 précise la formulation qui doit être employée. Bien que l'analyse faite au § 22.6 n'ait pas mis en relief une interprétation erronée de la part de l'équipage, la commission estime qu'un effort particulier de rigueur dans la phraséologie utilisée est nécessaire.

En conséquence, la commission recommande :

- que les services de la circulation aérienne consacrent un effort particulier à la formation des personnels du contrôle de la circulation aérienne et à leur entraînement aux procédures et à la phraséologie à utiliser lors de la fourniture d'un guidage radar;

- que ces services vérifient que la phraséologie réglementaire associée au guidage radar d'un avion vers l'axe d'approche finale est d'une part cohérente avec les principes établis par la nouvelle réglementation, et d'autre part exempte de toute ambiguïté, notamment pour l'équipage;

- que l'utilisation de termes tels que "travers droit" ou "travers gauche" pour indiquer à un équipage sa position par rapport à un repère soit éliminée de la pratique.

46.4 - Contenu et mise à jour des messages ATIS

Pour préparer son arrivée à Strasbourg, l'équipage du F-GGED a utilisé les informations diffusées par l'ATIS de Strasbourg (ATIS : Service automatique d'information de région terminale).

A l'époque de l'accident, les consignes d'exploitation de l'ATIS figuraient dans l'Instruction N°10140/DNA du 28 février 1984.

L'examen du contenu des messages reçus par l'équipage et des heures auxquelles ces messages ont été diffusés montre d'une part que le message Novembre enregistré à 16h était encore diffusé à 17h56, et d'autre part que la procédure d'approche à prévoir n'était pas indiquée.

En ce qui concerne le premier point, l'instruction en vigueur à l'époque de l'accident stipulait que "dans tous les cas, un renouvellement horaire minimum du message ATIS est impératif afin de garantir la crédibilité de l'information. En tout état de cause, tout message datant de plus d'une heure devra être considéré comme périmé et ne devra plus être diffusé". Le renouvellement de l'ATIS n'a donc pas été effectué selon les dispositions de la réglementation en vigueur.

En ce qui concerne le second point évoqué, la réglementation applicable à l'époque de l'accident ne prévoyait pas que soit indiquée la procédure d'approche à prévoir. Or l'analyse effectuée au § 22.62 montre que le fait d'informer l'équipage de la procédure à prévoir aurait très probablement clarifié la situation. La commission d'enquête note que l'évolution de la réglementation apporte une solution à ce problème en intégrant dans la liste des éléments du message ATIS le type d'approche à prévoir (voir l'instruction N° 10120/DNA, et le RCA 3.76 du 16 mars 1992).

En conséquence, la commission recommande :

- qu'un effort particulier soit fait par les services de la circulation aérienne pour que l'exploitation de l'ATIS soit assurée conformément à la réglementation.

46.5 - Identification des procédures d'arrivée

L'analyse faite au § 22.62 montre qu'en l'absence de précision concernant le trajet d'arrivée à suivre, plusieurs possibilités pouvaient être envisagées par l'équipage du F-GGED. En effet, la formule "arrivée standard à Strasbourg" utilisée par le contrôleur du centre régional de la navigation aérienne n'apportait pas l'information qui aurait probablement contribué à clarifier la situation.

A l'époque de l'accident le seul moyen d'informer précisément l'équipage aurait consisté en l'énumération des points du trajet à suivre.

L'examen des cartes des procédures d'arrivée à Strasbourg montre que depuis le 25 juin 1992 les trajets d'arrivée sont nommés. Ceci apporte une solution au problème posé.

En conséquence, la commission recommande :

- que les services de la circulation aérienne s'assurent que tous les trajets de départ et d'arrivée en région terminale de contrôle sont désignés et publiés conformément aux recommandations de l'OACI et que ces désignations sont utilisées lors de la délivrance des clairances.

CHAPITRE 4.7 - RECOMMANDATION RELATIVE A L'EXERCICE DE LA TUTELLE DE L'ETAT

Dans son analyse du contexte d'exploitation du F-GGED, la commission a été amenée à constater la faiblesse du contrôle effectué par les services concernés de la DGAC sur l'application de la réglementation opérationnelle et le niveau professionnel des équipages en ce qui concerne Air Inter. Ce constat, qui peut probablement être étendu aux autres grandes compagnies, tient tant à des raisons structurelles qu'à des problèmes de moyens. Il est préoccupant puisque de ce fait les dérives éventuelles sont mal mises en évidence.

En conséquence, la commission d'enquête recommande :

- que soient définies et appliquées des modalités et une périodicité pour l'inspection, le contrôle d'exploitation et le contrôle en vol des grandes compagnies aériennes;

- qu'il soit procédé à une réévaluation des moyens consacrés par la DGAC à cette mission et à la mise en place de procédures d'utilisation de ces moyens, afin que tous les services compétents soient en mesure d'effectuer les contrôles nécessaires à une fréquence adaptée.

CHAPITRE 4.8 - RECOMMANDATIONS RELATIVES AU RETOUR D'EXPERIENCE

48.1- Réorganisation du dispositif réglementaire français de traitement des incidents

Dans le cours de ses recherches concernant de possibles incidents analogues aux scénarios explorés par l'enquête, la commission s'est rendu compte des limites évidentes du système actuel de retour d'expérience tant au plan international que national. En examinant en particulier le dispositif réglementaire français de traitement des incidents, elle a estimé que son organisation et ses moyens actuels n'en permettaient pas un fonctionnement efficace.

En conséquence la commission recommande:

- que le dispositif réglementaire français et les procédures de traitement des incidents soient refondus dans le but d'organiser plus efficacement le retour d'expérience pour les besoins de la sécurité aérienne, notamment pour ce qui est des incidents de nature opérationnelle.

48.2 - Systèmes d'analyse systématique des paramètres de vol enregistrés

Dans le cours de ses recherches concernant de possibles incidents analogues aux scénarios explorés par l'enquête, la commission s'est rendu compte que seuls les systèmes d'analyse systématique des paramètres de vol enregistrés étaient à la fois en mesure de détecter certaines anomalies de déroulement du vol non perçues par l'équipage, et en mesure de fournir les éléments d'une investigation suffisamment précise et approfondie pour permettre la compréhension de l'incident. La commission a cependant noté que ce résultat n'était possible que sous la double condition que toute anomalie importante fasse l'objet d'une analyse opérationnelle, et que le système ne soit pas fermé vis à vis de l'extérieur de la compagnie concernée.

En conséquence la commission recommande:

- qu'au plan national et international les autorités de l'aviation civile prennent, vis à vis des exploitants de transport aérien public relevant de leur autorité, des dispositions visant à:

. étendre la pratique d'une analyse systématique par l'exploitant des paramètres de vol enregistrés;

. systématiser une analyse approfondie, notamment au plan opérationnel, par un service spécialisé de l'exploitant, des anomalies importantes ainsi détectées;

. organiser sous des formes appropriées, en respectant notamment les contraintes de confidentialité des informations et d'anonymat, la communication des résultats de ces analyses aux autorités de tutelle, au constructeur, et aux autres exploitants.
