

ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE



**PLAN DE MESURES D'EXCEPTION DE CENDRES
VOLCANIQUES EN RÉGION AFI**

Première édition – avril 2011

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	Error! Bookmark not defined.
1. PHASE D'ALERTE.....	6
2. PHASE RÉACTIVE.....	7
3. PHASE PROACTIVE.....	8
4. PROCEDURES DE CONTRÔLE DU TRAFIC AÉRIEN	9
PIECE JOINTE A – PROBLEMES ANTICIPÉS DES PILOTES LORSQU’ILS RENCONTRENT DES NUAGES DE CENDRES VOLCANIQUES	Error! Bookmark not defined.
PIECE JOINTE B – MESURES PRISES PAR LES CENTRES DE VEILLE MÉTÉOROLOGIQUE (CVM)	13
PIECE JOINTE C – MESURES A PRENDRE PAR LE VAAC DE LA RÉGION AFI EN CAS D’ÉRUPTION VOLCANIQUE.....	14
PIECE JOINTE D – PROCÉDURES DE MODÉLISATION GRAPHIQUE DE LA CONCENTRATION DE NUAGES DE CENDRES	15
PIECE JOINTE E – EXEMPLES DE SIGMET, NOTAM ET ASHTAM.....	16
PIECE JOINTE F – PRINCIPAUX VOLCANS DE LA RÉGION AFI	18

AVANT-PROPOS

Comment organiser les exercices (doc OPINS ?)

Dans le voisinage immédiat de la région Afrique et Océan Indien (AFI) se trouvent des zones d'activité volcanique susceptibles d'affecter le trafic aérien dans cette région. Les principaux volcans de la région sont situés dans les États suivants: Algérie, Cameroun, Cap-Vert, Tchad, Comores, République Démocratique du Congo, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, France (île de La Réunion), Kenya, Madagascar, Mali, Niger, Nigeria, Rwanda, Sao Tomé et Príncipe, Espagne (îles Canari, Madère), Soudan, Tanzanie et Ouganda. Les noms de ces volcans sont énumérés dans la Pièce Jointe F (source: Smithsonian Institution) de ce plan.

Le Plan de mesures d'exception des cendres volcaniques en région AFI contient les lignes directrices ainsi que les procédures à suivre pour alerter les aéronefs lorsque des éruptions volcaniques se produisent.

Les nuages de cendres volcaniques constituent un risque pour les opérations aériennes. Les récentes rencontres de cendres volcaniques ont résulté dans un ou plusieurs des problèmes suivants (entre autres):

- Pannes et défauts de fonctionnement de moteurs ;
- Panne consécutive de systèmes électriques, pneumatiques et hydrauliques;
- Blocage des capteurs résultant notamment dans des indications de vitesse erronées;
- Fumée, poussière et/ou pollution chimique de l'air conditionné des cabines obligeant l'équipage des aéronefs à utiliser des masques à oxygène;
- Problèmes de communication;
- Perte de visibilité à travers les fenêtres du poste de pilotage.

Les autorités de réglementation des États de l'opérateur¹, ou États d'immatriculation², selon ce qui est requis, devraient dès lors prescrire les procédures opérationnelles appropriées à suivre par l'équipage en cas d'opération dans ou à proximité des espaces aériens contaminés par les cendres volcaniques. Les opérateurs sont tenus par l'Annexe 6 de l'OACI d'évaluer les risques des opérations en ciel contaminé par les cendres volcaniques et de mettre en œuvre les mesures d'atténuation nécessaires conformément au système de gestion de leur sécurité tel qu'approuvé par l'État de l'opérateur.

Il est important de noter que le présent document est un plan de mesures d'exception de la gestion du trafic aérien (ATM) incluant les interfaces avec les services d'appui tels que MET et AIS et que ce Plan s'adresse en premier lieu aux États Fournisseurs³. Les mesures à prendre par les centres de veille météorologiques (CVM) et décrites dans le présent document constituent les procédures complémentaires à prendre en compte par les CVM. Les mesures à prendre par le centre d'avis de cendres volcaniques (VAAC) et les exploitants d'aéronefs sont décrites dans le présent document uniquement en vue d'éclaircir certains aspects.

Les nuages de cendre volcanique peuvent par ailleurs affecter l'exploitation des aéronefs sur les aérodromes. Dans les cas extrêmes, les aérodromes peuvent se trouver dans une situation de totale indisponibilité pour l'exploitation, avec des répercussions sur les systèmes de gestion du trafic aérien ex. déroutement, révision des flux de trafic, etc..

Les procédures suggérées ne visent pas l'établissement ou la confirmation d'un niveau de sécurité de concentration de cendres. La mise en œuvre d'opérations en zones favorables aux cendres volcaniques est laissée à la discrétion de l'opérateur.

¹ L'expression « État de l'opérateur » renvoie au rôle de l'État contractant en tant qu'autorité de réglementation des exploitants d'aéronefs à qui des permis d'exploitation aérienne (AOC) ont été délivrés par ledit État.

² L'expression « État d'immatriculation » renvoie au pays dans le registre duquel l'aéronef est inscrit.

³ L'expression « État Fournisseur » renvoie au rôle de l'État contractant en tant que responsable de la fourniture de services relatifs à la navigation aérienne dans l'espace de son territoire et conformément aux dispositions de la réunion régionale spéciale de navigation aérienne se rapportant à l'espace aérien délimité et situé en haute mer.

Note: *Toutes les modélisations de concentration de nuages de cendres volcaniques sont soumises à un degré d'incertitude relatif aux erreurs d'estimation de la force de l'éruption.*

En considérant qu'un avion commercial parcourt environ 150 km (80 NM) en 10 minutes et que les cendres volcaniques peuvent atteindre des niveaux de vol couramment utilisés par les avions à turbomoteur la moitié de ce temps, la réponse immédiate aux comptes rendus sur les nuages de cendres volcaniques, est essentielle.

Il est indispensable que les renseignements relatifs aux activités volcaniques soient transmis le plus vite possible. En vue d'aider le personnel technique à accélérer le processus d'émission des messages appropriés (SIGMET, NOTAM, ASHTAM), une série de modèles devrait être mise à disposition pour les différentes phases de l'activité volcanique. La **Pièce Jointe E** contient des exemples de messages SIGMET, NOTAM et ASHTAM relatifs aux différentes phases de l'activité volcanique et les mesures opérationnelles à suivre. D'après la Conclusion 16/52 de l'APIRG/16, les messages ASHTAM sont diffusés par les fournisseurs de services de la région AFI.

Une liste des volcans répertoriés par l'OACI contenant le nom, le numéro et la position nominale des volcans devrait être mise à disposition du Bureau NOTAM International. Les volcans de la région AFI sont énumérés dans la **Pièce Jointe F**.

Afin d'assurer une bonne exécution du plan de mesures d'exception en réelle situation d'éruption volcanique, des exercices de simulations de nuages de cendres volcaniques en région AFI (VAEX/AFI) devraient être effectués par l'Equipe de Travail AFIATM/MET Task Force.

Terminologie

Zone de faible contamination: un espace aérien aux dimensions définies où les concentrations de nuages de cendres volcaniques sont inférieures ou égales à $2 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$ et supérieur à 4×10^{-3} .

Zone de moyenne contamination: un espace aérien aux dimensions définies où les concentrations de nuages de cendres volcaniques sont supérieures à $2 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$, mais inférieures à $4 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$.

Zone de forte contamination: un espace aérien aux dimensions définies où les concentrations de nuages de cendres volcaniques sont supérieures à $4 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$, ou zone d'espace aérien contaminé où aucune directive sur la concentration des cendres n'est disponible.

Note 1: Les zones de concentration sont établies par le centre météorologique situé au même endroit que le VAAC de la région AFI: le bureau météorologique de Toulouse.

Note 2: Les « dimensions définies » sont relatives aux limites horizontales et verticales.

La réponse à un événement volcanique **affectant le trafic aérien** est divisée en trois phases distinctes décrites brièvement ci-dessous. La communauté scientifique surveille en permanence l'activité volcanique de plusieurs lieux. En outre, le l'équipage à bord est tenu de signaler les observations sur les activités volcaniques importantes en utilisant le compte rendu en vol spécial (Special AIREP). Des dispositions ont été formulées pour assurer que de tels renseignements sont transmis sans retard injustifié aux institutions aéronautiques chargées de l'exécution des mesures suivantes:

PHASE D'ALERTE L'intervention initiale d'urgence, l'« **alerte** », est lancée lorsque l'éruption volcanique est attendue. Les messages d'alerte consisteront en un SIGMET, un NOTAM ou un ASHTAM selon le cas et transmis aux aéronefs en vol par les moyens les plus rapides. En plus de la liste de diffusion normale, le NOTAM/ASHTAM sera envoyé aux agences météorologiques et de volcanologie.

Si l'événement est considéré comme comportant un risque pour l'aviation, une zone de danger ⁴ sera déclarée par un NOTAM autour de la source volcanique. Normalement, aucune autorisation ne devrait être délivrée dans la zone de danger.

PHASE REACTIVE Le début de la phase réactive commence au déclenchement d'une éruption volcanique et à l'entrée des cendres volcaniques dans l'atmosphère. L'exécution de cette phase relève principalement de l'aéronef en vol. Un « **SIGMET de début d'éruption** » sera délivré et une zone de danger sera déclarée par un NOTAM. Aucune autorisation ne sera donnée dans la zone de danger.

PHASE PROACTIVE La phase proactive commence avec l'émission d'un avis de cendres volcaniques (VAA) et d'un graphique de cendres volcaniques (VAG) suivant la fin de la réponse réactive. Des modélisations graphiques de concentration de nuages de cendres seront utiles. Les prévisions de cendres volcaniques à T + 18 heures seront utilisées pour préparer des SIGMET. Les SIGMET devront être émis dès que possible, mais pas plus de 12 heures avant le début de la période de validité et sera valide pendant 6 heures. Les prévisions de cendres volcaniques à T + 12 et T + 18 heures (et plus encore si possible) seront utilisées pour créer des NOTAM/ASHTAM. Les éventuels changements significatifs peuvent résulter dans un retour à une situation de phase réactive temporaire et une émission non planifiée de VAA, de VAG et de graphiques de concentrations de cendres volcaniques par le service le centre météorologique du VAAC de Toulouse ainsi qu'une diffusion de SIGMET et de NOTAM/ASHTAM. Si nécessaire, les zones de danger seront déclarées par un NOTAM.

Il est important de noter que les SIGMET et NOTAM mentionnés dans le présent document renvoient à des messages SIGMET et NOTAM relatifs aux cendres volcaniques.

Ce document est conforme aux normes et pratiques recommandées des Annexes de l'OACI, les procédures de l'OMM et les directives contenues dans les documents de l'OACI, y compris, mais sans s'y limiter:

Annexe 3 de l'OACI – *Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale* ; Annexe 11 de l'OACI – *Services de la circulation aérienne* ; Annexe 15 de l'OACI – *Services d'information aéronautique* ; Doc 4444 de l'OACI – *Procédures pour les services de la navigation aérienne – gestion du trafic aérien* ; Doc 8126 de l'OACI – *Manuel des services d'information aéronautique* ; Doc 8896 de l'OACI – *Manuel des pratiques de météorologie aéronautique*

Doc 9691 de l'OACI – *Manuel sur les nuages de cendres volcaniques, de matières radioactives et de produits chimiques toxiques* ; Doc 9766 de l'OACI – *Manuel de la veille des volcans le long des voies aériennes internationales* ; Doc 9859 de l'OACI – *Manuel de gestion de la sécurité*

OACI – *Guide régional des renseignements SIGMET pour l'AFI*

OMM N°386 – *Manuel du système mondial de télécommunications, Volume I: Partie II (Procédures d'exploitation du système mondial de télécommunications)*

⁴ La possible déclaration des zones de danger discutée dans le présent document n'empêche pas les États de déclarer des zones réglementées ou interdites au-dessus de leurs territoires souverains si ces États jugent de telles mesures nécessaires.

1. PHASE D'ALERTE

1.1 Cette phase est caractérisée par une disponibilité limitée d'informations sur l'étendue et la gravité de l'événement volcanique. Le but de cette phase est d'assurer la sécurité de l'aéronef en vol et d'émettre les renseignements d'urgence. Peu importe le niveau d'information disponible, les mesures de la phase d'alerte devraient être mises en œuvre pour tout événement.

1.2 **MESURES À PRENDRE PAR LE CENTRE DE CONTRÔLE RÉGIONAL (CCR) D'ORIGINE** (c'est à dire dans les limites de la région d'information de vol (FIR) où l'éruption se produit)

1.2.1 Dans le cas d'une importante activité volcanique pré éruptive, d'une éruption volcanique ou du signalement d'un nuage de cendres volcaniques comportant un risque pour l'aviation, un CCR recevant les renseignements sur de tels événements doit exécuter les actions suivantes:

- a) Définir une zone de danger initiale en suivant les procédures établies ou, en l'absence de telles procédures, la délimiter par un cercle d'un rayon de 222 km (120 NM). Si l'éruption n'a pas encore commencé ou en l'absence de renseignement sur les vents en altitude, le cercle doit être centré sur une localisation estimée de l'activité volcanique. Si l'éruption a commencé et les prévisions de vents en altitude sont disponibles, le cercle doit avoir un rayon de 111 km (60 NM), défini dans la direction de la trajectoire du vent et entourer le volcan. Le but de la délimitation de cette zone de danger initiale est d'assurer la sécurité du vol en l'absence de prévision communiquée par les autorités compétentes sur l'étendue de la contamination.
- b) Aviser les centres de veille météorologiques (CVM) associé ainsi que le centre d'avis de cendres volcaniques (VAAC) approprié (à moins que l'avis initial ne provienne de l'une de ces structures). Le VAAC transférera ensuite l'information aux CCR appropriés.
- c) Alerter les aéronefs volant déjà dans la zone de danger et les aider à quitter la zone de la manière la plus rapide et la mieux appropriée ; aider les aéronefs proches de la zone de danger à se maintenir à l'écart; ré-autoriser tactiquement les aéronefs qui seraient sur le point de pénétrer dans la zone de danger à emprunter des itinéraires leur permettant de se tenir à l'écart de la zone. Le CCR concerné doit immédiatement aviser les autres CCR affectés de l'événement et de la localisation et des dimensions de la zone de danger. Il doit également négocier tous les changements d'itinéraire nécessaires pour les aéronefs avec lesquels il a déjà fait la coordination, mais se trouvant encore dans la région d'information de vol (FIR) limitrophe. Il sera aussi demandé aux CCR voisins de procéder à des changements d'itinéraire pour les aéronefs n'ayant pas encore fait la coordination de vol afin de les maintenir à l'écart de la zone de danger.
- d) S'assurer qu'un NOTAM/ASHTAM est émis et qu'il contient des renseignements aussi précis que possible sur l'activité du volcan. Le nom (le cas échéant), le numéro de référence et la position du volcan doivent être indiqués tout comme la date et l'heure du début de l'éruption (le cas échéant). Il est impératif que ces renseignements soient délivrés par le Bureau International de NOTAM et disséminés le plus tôt possible.
- e) Mettre à disposition une série de modèles relatifs à cette phase de l'activité volcanique afin d'aider le personnel technique à accélérer le processus d'émission de NOTAM/ASHTAM. Des exemples de NOTAM et d'ASHTAM figurent dans la **Pièce Jointe E**.

1.2.2 En plus de transmettre les NOTAM/ASHTAM et tout NOTAM/ASHTAM ultérieurs à la liste de distribution normale, ils seront également envoyés aux agences météorologiques appropriées après avoir inséré l'en-tête de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) adéquat. Des exemples de NOTAM et d'ASHTAM sont disponibles dans la **Pièce Jointe E**.

1.3 MESURES À PRENDRE PAR LES CCR VOISINS

1.3.1 Pendant la phase d'alerte, un changement d'itinéraire doit être tactiquement opéré pour éviter à l'aéronef de pénétrer dans la zone de danger. Toute contamination par les cendres volcaniques devrait être contenue dans une zone restreinte et les perturbations du trafic ne devraient pas être excessives. Les CCR voisins sont donc tenus d'exécuter les mesures d'assistance suivantes:

- a) Ré-autoriser, une fois notifiés, les aéronefs à qui ils fournissent des services et qui sont affectés par la zone de danger.
- b) Sauf avis contraire, assurer le déroulement normal des opérations, à l'exception de:
 - i) Cesser l'autorisation de vol sur les itinéraires affectés par la zone de danger et prendre des mesures pour réorienter les aéronefs vers des itinéraires hors zone de danger, et
 - ii) initier un pointage fonctionnel de la zone affectée.

2. PHASE RÉACTIVE

2.1 Cette phase commence au déclenchement de l'éruption volcanique. Les actions principales exécutées lors de la phase réactive incluent: l'émission d'un SIGMET de début d'éruption et d'un NOTAM/ASHTAM de début d'éruption et des changements d'itinéraires de la circulation aérienne. Les zones de danger seront déclarées par le moyen d'un NOTAM comme requis. La phase réactive durera jusqu'au moment propice du lancement de la phase proactive.

MESURES À PRENDRE PAR LE CENTRE DE CONTRÔLE RÉGIONAL (CCR) D'ORIGINE (c'est à dire dans les limites de la région d'information de vol (FIR) où l'éruption se produit)

2.2.1 Le CCR fournissant des services dans la FIR, dans laquelle l'éruption volcanique a lieu devrait informer les vols de l'existence, de l'étendue et du mouvement prévu des cendres volcaniques et fournir des informations utiles pour la bonne conduite des vols.

2.2.2 Le changement d'itinéraire commence immédiatement ou peut être en cours si la période d'alerte a été suffisant pour faciliter l'activation de la Phase d'Alerte. Le CCR devrait aider au changement d'itinéraire des aéronefs autour de la Zone du Danger le plus rapidement possible. Les CCR voisins devraient également prendre en considération la Zone de Danger et fournir une assistance similaire à l'aéronef le plus tôt possible.

2.2.3 Durant cette phase le CCR devrait:

- a) Entretenir une liaison rapprochée avec son CVM associé. Le CVM devrait émettre un message SIGMET sur l'étendue et le mouvement prévu des cendres sur la base de sources d'informations appropriées.
- b) S'assurer qu'un NOTAM est émis pour définir la Zone de Danger.
- c) S'assurer que les différences rapportées entre les informations publiées et les observations (comptes-rendus de pilote, mesures prises dans l'atmosphère, etc.) sont transmises le plus tôt possible aux autorités compétentes.
- d) Si des réductions significatives de l'intensité de l'activité volcanique se produisent au cours de cette phase et que l'espace aérien n'est plus contaminé par les cendres volcaniques, un NOTAMC annulant le dernier NOTAM actif doit être diffusé en indiquant la cause de l'annulation ; un nouveau ASHTAM devrait être diffusé pour mettre à jour la situation. Dans le cas contraire, commencer à planifier la phase proactive de concert avec les CCR concernés.

2.3 MESURES PRISES PAR LES CCR VOISINS

2.3.1 Durant la phase réactive les CCR voisins doivent entreprendre les actions suivantes:

- a) Maintenir une liaison étroite avec le CCR d'origine afin de concevoir, mettre en œuvre et maintenir à jour les mesures qui permettent à l'aéronef de rester hors des Zones de Danger.
- b) Au cas où des mesures tactiques seraient requises, le CCR voisin devrait, de concert avec le CCR d'origine, imposer de telles mesures.
- c) Maintenir un pointage actif de la zone contaminée.
- d) Commencer la planification de la Phase proactive en collaboration avec les CCR concernés.

3. PHASE PROACTIVE

3.1 La phase proactive commence avec l'émission du premier VAA/VAG par le VACC de Toulouse suivant les réponses de la phase réactive. Le VAA/VAG contiendra des prévisions de l'étendue verticale et horizontale du nuage de cendres volcaniques, et son mouvement prévu, à des intervalles de 6 heures de temps pour la période T+0 à T+18 heures. En outre, le centre météorologique associé au VAAC émettra des prévisions de concentrations de cendres pour compléter les informations VAA/VAG **pour les éruptions significatives**, à des intervalles de six heures avec un temps nominal de validité de 0000Z, 0600Z, 1200Z et 1800Z qui définira les zones de Faible, Moyenne et Forte contamination de cendres.

3.2 Suivant la phase réactive, le VAA/VAG (si possible) et les prévisions de concentration de cendres devraient être utilisées pour définir les volumes de l'espace aérien couvrant le maximum de contamination prévue pour cette période. Ces volumes doivent être utilisés pour :

- a) diffuser un NOTAM indiquant l'étendue des Zones de Danger, et les zones de contamination qui y sont incluses.
- b) Émettre un SIGMET d'avertissement du danger potentiel émanant des zones de contamination de cendres volcaniques
- c) diffuser un NOTAM pour indiquer de manière séparée l'étendue des Zones de Contamination Moyenne, si elles ne sont pas incluses dans une Zone de Danger.

3.3 Des prévisions à plus long terme (c.-à-d. au-delà de T+6 heures) devraient être utilisées pour produire un NOTAM afin de s'assurer que des informations suffisantes sont disponibles pour soutenir l'établissement du plan de vol. Ces messages devraient différencier les niveaux de contamination.

3.4 Les opérateurs devraient utiliser les informations diffusées concernant les Zones de Faible, Moyenne et Forte Contamination pour établir leurs plans de vol selon leurs dispositions réglementaires et le service à fournir dans l'espace aérien concerné. Les opérateurs devraient savoir que, selon l'État concerné, la Zone de Danger peut être établie comme renfermant une Zone de Forte Contamination, des Zones de Moyenne/Forte Contamination, ou des Zones de Faible/Moyenne/Forte Contamination.

3.5 Les cendres volcaniques peuvent affecter n'importe quelle combinaison d'espace aérien ; par conséquent, il est impossible de prescrire des mesures à prendre par un CCR particulier. Les orientations suivantes peuvent s'avérer utiles lors de la Phase Proactive, mais ne devraient pas être considérées comme obligatoires :

- a) Les CCR touchés par le mouvement des cendres devraient continuer à émettre des NOTAM/ASHTAM à des intervalles appropriés. Les CCR concernés devraient continuer à diffuser des informations sur les mesures prises.
- b) Selon l'impact des cendres volcaniques, le CCR concerné peut prendre l'initiative d'organiser des téléconférences pour échanger les dernières informations sur l'évolution de la situation avec le VAAC de Toulouse, les ANSP, t CVM et les opérateurs concernés.

- c) Durant cette phase, le VAAC devrait s'efforcer d'évaluer l'étendue verticale de la contamination des cendres et fournir des VAA/VAG appropriés pour définir l'espace aérien contaminé le plus précisément possible. Pour des raisons de planification de vols, les opérateurs devraient définir les limites horizontales et verticales de la zone de danger devant être survolée comme ils le feraient pour un terrain montagneux. Les opérateurs sont mis en garde contre le risque de dépressurisation de la cabine ou de panne de moteur entraînant l'incapacité à maintenir des niveaux de vol au-dessus de la zone dangereuse, en particulier lorsqu'il s'agit d'aéronefs ETOPS (exploitation de bimoteurs sur de plus longues distances).
- d) Toute différence rapportée entre les informations diffusées et les observations (rapports de pilote, mesures prises dans l'atmosphère, etc.) doit être transmise le plus tôt possible aux autorités compétentes ; et
- e) Lorsque l'espace aérien n'est plus contaminé par la cendre volcanique un NOTAMC annulant le dernier NOTAM actif sera émis. Un nouveau ASHTAM devrait être diffusé pour mettre à jour la situation.

4. PROCÉDURES DE CONTRÔLE DU TRAFIC AÉRIEN⁵

4.1 Si des cendres volcaniques sont rapportées ou prévues dans la FIR sous la responsabilité du CCR, les procédures suivantes devraient être suivies :

- a) relayer immédiatement toutes les informations disponibles aux pilotes dont les aéronefs pourraient être touchés, afin de s'assurer qu'ils prennent conscience de l'étendue horizontale et verticale de la contamination des cendres ;
- b) sur demande, suggérer des changements d'itinéraires pour aider les vols à éviter les zones de contamination des cendres connues ou prévues ;
- c) Le cas échéant, rappeler aux pilotes que les cendres volcaniques ne peuvent pas être détectées par les systèmes de Radar ATC ;
- d) Si les cartes de concentration de cendres indiquant des zones à Faible, Moyenne et Forte concentration sont disponibles, l'État fournisseur peut établir les Zones de Danger. Selon l'État concerné, les Zones de Danger seront établies comme renfermant une Zone de Forte Contamination, les Zones de Moyenne/ Forte contamination, ou les zones de Faible/ Moyenne/ Forte contamination ;
- e) En l'absence d'indication sur la concentration des cendres, la zone entière de prévision de cendres volcaniques devrait être considérée comme une Zone de Forte Contamination, aux fins d'application des procédures ATC, jusqu'à ce que les indications sur la concentration de cendre soient disponibles ;
- f) Normalement, l'ATC ne doit pas fournir à un aéronef une autorisation d'entrée et d'opération dans une Zone de Danger. L'assistance pour permettre à un aéronef de sortir d'une zone de danger de la manière la plus expéditive et la plus appropriée devrait être fournie.
- g) Si le CCR a été averti par un aéronef qu'il est entré dans une zone contaminée par les cendres et indique qu'il est dans une situation de détresse :
 - i) considérer l'aéronef comme étant dans une situation d'urgence

⁵ Cette information est adaptée à partir du *Manuel sur les cendres volcaniques, de matières radioactives et des nuages chimiques toxiques (Doc 9691)*. Référez-vous à ce document pour des informations complètes.

- ii) ne pas donner des autorisations de montée aux aéronefs à propulsion par turbine jusqu'à ce que l'aéronef sorte de la zone de contamination des cendres ; et
- iii) Ne pas tenter de fournir des vecteurs sans l'accord du pilote.

4.2 L'expérience a montré que la manœuvre d'évasion recommandée pour un aéronef rencontrant la cendre volcanique, c'est de faire demi-tour et de commencer une descente (si le terrain le permet). Cependant, la responsabilité finale de cette décision revient au pilote.

5. DIRECTIVES GÉNÉRALES POUR L'ÉLABORATION DE PLANS DE MESURES D'EXCEPTION ATS POUR LES CENDRES VOLCANIQUES⁶

5.1 Dans un plan de mesures d'exception relatif aux cendres volcaniques, certaines mesures doivent être prises pour fournir une réponse coordonnée et contrôlée afin de faire face à un événement de cette nature. Les responsabilités doivent être clairement définies pour le responsable, les superviseurs et les Contrôleurs du Trafic Aérien (ATCO). Le plan devrait également identifier les responsables à contacter, le type de messages à créer, la bonne répartition des messages et la manière de mener les opérations.

5.2 Les ATCO doivent être formés et informés sur les effets potentiels lorsqu'un aéronef rencontre des niveaux dangereux de cendre volcanique.

5.3 Certains éléments spécifiques d'orientation sont les suivants :

- a) Les nuages de cendres volcaniques peuvent s'étendre sur des centaines de miles horizontalement et atteindre la stratosphère verticalement ;
- b) Les cendres volcaniques peuvent bloquer le système anémométrique d'un aéronef, entraînant des indications peu fiables sur les vitesses.
- c) Les conditions de freinage dans les aéroports où les cendres volcaniques ont été récemment déposées sur la piste auront une incidence sur la capacité de freinage de l'avion. Ceci est d'autant plus vrai sur les pistes contaminées avec de la cendre humide. Les pilotes et les ATCO doivent prendre conscience des conséquences de la cendre volcanique ingérée dans les moteurs lors de l'atterrissage et le roulement au sol. Pour le départ, il est recommandé aux pilotes d'éviter d'opérer dans des cendres aériennes visibles ; ils devraient plutôt laisser suffisamment de temps pour que les particules se déposent avant d'entamer un roulement au décollage, afin d'éviter l'ingestion de particules de cendres dans le moteur. En outre, l'aire de mouvement à utiliser doit être soigneusement balayée, avant le démarrage de tout moteur ;
- d) Les cendres volcaniques peuvent entraîner une panne ou une perte de puissance d'un ou de tous les moteurs d'un avion ; et
- e) Les aéroports pourraient être déclarés dangereux pour des opérations de vol. Ceci pourrait avoir des conséquences sur le système ATM.

5.4 Le CCR sert de lien de communication crucial entre le pilote, le dispatcher (agent technique d'exploitation d'une compagnie aérienne) et les météorologistes lors d'une éruption volcanique. Durant les manifestations de contamination de cendres volcaniques dans une Région d'Information de Vol, le CCR a deux principaux rôles de communication. Le premier, qui est d'une importance capitale est la capacité de communiquer directement avec l'aéronef en route qui pourrait rencontrer les cendres. Sur la base des informations fournies dans le SIGMET sur les cendres volcaniques et les VAA travaillant avec le CVM, les ATCO devraient être en mesure de renseigner le pilote sur les niveaux de vol affectés par les cendres et le trajet envisagé et le mouvement de la contamination. À travers l'utilisation de la communication radio, les CCR ont la

⁶ Cette information est adaptée à partir du *Manuel sur les cendres volcaniques, de matières radioactives et des nuages chimiques toxiques (Doc 9691)*. Référez-vous à ce document pour des informations complètes

capacité de coordonner avec le pilote des trajets alternatifs qui pourraient maintenir l'aéronef hors de portée de la cendre volcanique.

5.5 De même, grâce à l'émission d'un NOTAM/ASHTAM pour l'activité volcanique, le CCR peut diffuser des informations sur l'état et l'activité d'un volcan, même pour les évolutions de pré-éruption de l'activité volcanique. Les NOTAM/ASHTAM et SIGMET ainsi que les AIREP spéciaux sont essentiels pour les dispatchers à des fins d'élaboration de plans de vol. Les opérateurs ont besoin de notification préalable si possible sur l'état d'un volcan pour la planification stratégique des vols et la sécurité du public voyageur. Les dispatchers doivent être en communication avec les pilotes en cours de route afin qu'une décision coordonnée entre le pilote, le dispatcher et l'ATC soit prise sur les itinéraires alternatifs disponibles. On ne peut pas présumer, toutefois, qu'un avion qui rencontrera des cendres obtiendra l'itinéraire le plus souhaitable lui permettant d'éviter la contamination. D'autres considérations doivent être prises en compte comme les niveaux de trafic existants dans les autres itinéraires et la quantité de la réserve de carburant disponible pour les vols qui peuvent être détournés vers d'autres voies pour permettre aux avions affectés de dévier.

5.6 Les NOTAM/ASHTAM d'activité volcanique fournissent des informations sur l'état de l'activité d'un volcan lorsqu'un changement dans son activité a, ou est susceptible d'avoir une importance opérationnelle. Ils proviennent du CCR et sont émis à travers le bureau international de NOTAM associé sur la base des informations reçues d'une des sources d'observation et/ou des informations d'alerte fournies par le VAAC de Toulouse. En plus de renseigner sur l'état de l'activité d'un volcan, les NOTAM/ASHTAM fournissent aussi des informations sur le lieu, l'étendue et le mouvement de la contamination par les cendres et les routes aériennes et niveaux de vol affectés. Le NOTAM peut aussi être utilisé pour bloquer l'accès à un espace aérien affecté par les cendres volcaniques. Une orientation complète sur l'émission de NOTAM et d'ASHTAM est fournie dans l'Annexe 15 - *Services d'Informations Aéronautiques*. Un tableau de code couleur du niveau d'activité du volcan est inclus dans l'annexe 15. L'alerte du tableau de code couleur peut être utilisé pour fournir des informations sur l'état du volcan, avec le «rouge» comme étant l'état le plus grave, c.-à-d. une éruption volcanique en cours avec une colonne/nuage de cendres signalée au dessus du niveau de vol 250, et le « vert » comme l'autre extrême consistant à une cessation de l'activité volcanique et un retour du volcan à son état normal de pré-éruption. Il est très important que les NOTAM de cendres volcaniques soient annulés et les ASHTAM mis à jour dès le retour du volcan à son état normal de pré-éruption, que de nouvelles éruptions ne sont pas prévues par les vulcanologues et qu'aucune cendre n'est détectable ou signalée dans la FIR concernée.

5.7 Il est essentiel que les procédures suivies par le personnel du CCR, y compris les services connexes tels que la MET et l'AIS en cas d'éruption volcanique/nuage de cendres décrites dans les paragraphes précédents se traduisent dans les instructions du personnel local (ajustées si nécessaire de sorte à prendre en compte le contexte local) Il est également essentiel que ces procédures/instructions fassent partie intégrante de la formation de base de tous les agents MET, ATS et AIS dont le travail pourrait amener à prendre des mesures en conformité avec les procédures. Des informations de base pour aider le CCR ou le Centre d'informations de Vol (CIV) à se tenir au courant de l'état d'activité des volcans dans leurs FIR sont fournies mensuellement sur le site web de la veille des volcans le long des voies aériennes internationales (IAVW) de l'OACI à l'adresse suivante : <http://www2.icao.int/en/anb/met-aim/met/iavwopsg/Pages/default.aspx> dans la page web Rapports hebdomadaires sur l'Activité Volcanique Mondiale. Les principaux volcans de la région AFI sont énumérés dans la **Pièce Jointe F**.

PIÈCE JOINTE A – PROBLÈMES ANTICIPÉS DES PILOTES LORSQU'ILS
RENCONTRENT DES NUAGES DE CENDRES VOLCANIQUES

1. Les Contrôleurs du Trafic Aérien (ATCO) doivent être conscients que les équipages des vols feront immédiatement face à une partie ou à tous les problèmes suivants lorsqu'ils seront confrontés à des cendres volcaniques :

- a) de la fumée ou de la poussière apparaissant dans le cockpit, pouvant conduire l'équipage à porter des masques à oxygène (pourrait interférer sur la clarté des communications vocales) ;
- b) odeur âcre semblable à une fumée d'origine électrique ;
- c) des dysfonctionnements multiples du moteur, tels que les décrochages, ce qui augmente la température des gaz d'échappement (EGT), flammes en sortie de réacteur, extinction, et perte de poussée provoquant la perte immédiate de l'altitude assignée ;
- d) lors des tentatives de redémarrage du moteur, les moteurs peuvent accélérer pour tourner au ralenti, surtout en hautes altitudes (ce qui pourrait se traduire par l'incapacité à maintenir l'altitude ou le nombre de Mach) ;
- e) la nuit, le feu de Saint Elme/décharges électriques statiques peut être observé à travers le pare-brise, accompagnée par une lueur orange vif dans l'entrée d'air du/des moteur (s) ;
- f) perte possible de visibilité due à la fissure et à la décoloration des fenêtres du cockpit à cause de l'effet de jet de sable des cendres ;
- g) les fenêtres du cockpit pourraient devenir complètement opaques, et/ou
- h) Des ombres nettes distinctes produites par les feux d'atterrissage par rapport aux ombres diffuses observées dans les nuages (ce qui affecte la perception visuelle des objets en dehors de l'avion).

2. Simultanément, l'ATC peut s'attendre à l'exécution des procédures d'urgence par les pilotes. Il peut s'agir d'un possible demi-tour et/ou d'une descente en urgence.

PIÈCE JOINTE B – MESURES PRISES PAR LES CENTRES DE VEILLE MÉTÉOROLOGIQUE (CVM) EN CAS D'ÉRUPTION VOLCANIQUE⁷

1. Dès réception d'une information relative à une éruption volcanique et/ou l'existence de cendres volcaniques, le CVM doit:

- a) Aviser, si nécessaire, le VAAC de la région AFI (Toulouse) désigné pour diffuser un VAA/VAG pour la FIR pour laquelle le CVM est responsable qu'une éruption volcanique et/ou des cendres sont signalées. Au cas où le CVM est informé, par une source autre qu'un CCR, de la détection d'une activité pré éruptive, d'une éruption ou de l'existence de cendres par une autre source, l'information sera immédiatement répercutée au CCR et au VAAC désigné avec les détails pertinents disponibles sur l'étendue, le mouvement prévu et la concentration des cendres volcaniques;
- b) Les différences rapportées entre les cendres rencontrées par les aéronefs et les informations diffusées dans les VAA/VAG, SIGMET ou NOTAM/ASHTAM reçus par un CCR, devront être mis à disposition dès que possible au CVM respectif, de préférence sous la forme d'un AIREP. Le CVM relayera l'information aux initiateurs respectifs des informations publiées;
- c) Aviser les CVM voisins désignés pour émettre un SIGMET qu'une éruption volcanique et/ou un nuage de cendres a été signalé, fournir les détails pertinents disponibles sur l'étendue, le mouvement prévu et (si elle est connue) la concentration des cendres volcaniques. Au cas où un autre CVM est informé de la survenance de nuage de cendres volcaniques d'une autre source que le VAAC les informations devraient être immédiatement répercutées au VAAC et à tout CVM voisin en aval du nuage de cendre qui se déplace.
- d) Dès que possible, avisez le CCR et le VAAC que la cendre volcanique soit identifiable par images/données satellite, mesures terrestres ou aériennes ou autres sources pertinentes;
- e) Émettre un SIGMET portant sur l'étendue horizontale ou verticale du nuage de cendres volcaniques et son mouvement prévu (fourni dans le VA par le VAAC de Toulouse) pour une période de validité qui va jusqu'à 6 heures. Le SIGMET devrait être basé sur les avis fournis par le VAAC. Inclure dans la liste de diffusion de SIGMET les deux Banques Régionales de Données OPMET (BRDO) à Dakar et Johannesburg (BRDO de Pretoria). En même temps que la diffusion régionale, les BRDO vont assurer la diffusion de SIGMET au VAAC, au WAFC de Londres et aux Centre de Compilation de Bulletins (BCC).
- f) fournir des informations pour apporter une assistance dans l'émission de NOTAM par les CCR et maintenir une coordination continue avec les CCR, les CVM voisins et le VAAC concerné pour assurer la cohérence dans l'émission et le contenu de SIGMET et de NOTAM/ASHTAM; et
- g) fournir, si possible, des briefings volcaniques réguliers, basés sur les plus récentes observations et prévisions de cendres disponibles, aux CCR, Opérateurs d'Aéroport et opérateurs d'aéronefs concernés, en donnant une prévision qui va au-delà de T+12 heures.

⁷ Ces informations sont adaptées du *Handbook on the International Airways Volcano Watch (IAVW)* (Doc 9766). Référez-vous à ce manuel pour des détails complets.

PIECE JOINTE C - MESURES À PRENDRE PAR LE VAAC AFI EN CAS D'ERUPTION VOLCANIQUE ⁸

1. Dès réception d'une information d'un CVM ou d'une autre source, d'activité pré éruptive/d'éruption significative et/ou d'observation de nuage volcanique, le VAAC doit:

- a) Lancer le modèle informatique de dispersion/trajectoire de cendres volcaniques afin d'apporter des avis sur la trajectoire des cendres volcaniques aux CVM, CCR et opérateurs concernés;
- b) Examiner les images/données satellites et les comptes rendus de pilote disponibles de la zone pour savoir l'heure de l'événement afin de s'assurer que le nuage de cendre volcanique est identifiable et, si tel est le cas, son étendue et son mouvement;
- c) Préparer et diffuser des avis sur l'étendue, la trajectoire prévue de la contamination de la cendre volcanique dans le format de message pour transmission aux CVM, CCR et opérateurs concernés dans la zone de responsabilité du VAAC, et aux deux Banques Régionales de Données OPMET (BRDO) à Dakar et Pretoria. En même temps que la diffusion interrégionale, les BRDO assureront la diffusion de l'avis à tous les VAAC, au WAFC de Londres;
- d) Faire le Suivi des informations satellitaires ultérieurs ou d'autres observations disponibles pour aider dans la surveillance du mouvement des cendres volcaniques;
- e) Continuer d'émettre des avis (i.e VAA/VAG) pour des périodes de validité T+0, T+6, T+12 et T+18 après l'heure d'émission des données, aux CVM, CCR et opérateurs concernés au moins à des intervalles de 6 heures, et de préférence et plus fréquemment, jusqu'à l'heure où on considère que le nuage volcanique n'est plus identifiable à partir de données satellitaires, et qu'aucun rapport de cendre volcanique n'est reçu de la zone et qu'aucune autre éruption volcanique n'est signalée, et
- f) Maintenir un contact régulier avec les VAAC et centres météorologiques concernés, et, en cas de besoin, le Réseau Mondial pour le Volcanisme de l'Institut Smithsonian, afin de maintenir à jour le statut d'activité des volcans dans la zone de responsabilité du VAAC.

⁸ Ces informations sont adaptées du *Handbook on the International Airways Volcano Watch (IAVW)* (Doc 9766). Référez-vous à ce manuel pour des détails complets.

PIÈCE JOINTE D – PROCÉDURES DE PRODUCTION DES CARTES DE MODELISATION DE LA CONCENTRATION DE CENDRES

1. Les procédures suivantes doivent être appliquées par le Centre météorologique d'un État Fournisseur, qui a accepté, par accord régional de navigation aérienne, la responsabilité de fournir un VAAC dans le cadre de la veille des volcans le long des voies aériennes internationales (IAVW).
2. Toutes les informations VAA et VAG diffusées par un centre météorologique sous la désignation de VAAC dans le cadre de l'IAVW devront être élaborées conformément aux dispositions de l'OACI.
3. En outre, lorsque cela est réalisable, le centre météorologique peut produire des cartes modélisation de concentration de cendres et des dossiers de données de coordonnées à des intervalles de 6 heures en montrant les différentes concentrations de cendres pour les périodes de validité T+0, T+6, T+12 et T+18 heures après l'heure des données. Ces cartes montreront les prévisions de distribution de cendres en termes de Zones de Faible, Moyenne ou Forte Contamination et pourront être diffusées au même moment, et avec les mêmes périodes de validité, que le VAA/VAG décrit ci-dessus. Les cartes mises à jour et les fichiers de données devraient être diffusés avant la fin de la période de validité de ceux diffusés précédemment.
4. Ces données peuvent être utilisées par les États Fournisseurs pour préparer des SIGMET, NOTAM/ASHTAM et établir des Zones de Danger en conséquence.

PIÈCE JOINTE E - EXEMPLES DE SIGMET, NOTAM, ASHTAM

Les directives sur les en-têtes OMM mentionnées dans la Phase d'Alerte, paragraphe 1.2.2 figurent dans le Document OMM No.386 Volume I (*Manuel sur le System Mondial de Télécommunications*) Partie II (*Opérationnel Procédures du System Mondial de Télécommunications*)

Il est rappelé aux bureaux NOTAM que les ASHTAM (ou NOTAM pour la cendre volcanique) doivent être diffusés via le RSFTA à leurs CVM associés, le Portail SADIS et à tous les VAAC, conformément aux directives contenues dans le Doc de l'OACI 9766 Chapitre 4 paragraphe 4.3.

1. SIGMET

WVUK02 EGRR 180105
EGGX SIGMET 2 VALID 180105/180705 EGRR-
EGGX SHANWICK OCEANIC FIR VA ERUPTION MT KATLA PSN N6337 W01901 VA
CLD OBS AT 0100Z N6100 W02730 - N6100 W02230 - N5800 W01730 - N5630
W02000 FL200/350 MOV SE 35KT FCST 0705Z VA CLD APRX N5800 W02000 -
N5730 W01200 - N5500 W00910 - N5430 W01530 - N5800 W02000=

NB: PSN remplace LOC conformément à l'Amendement 75 à l'Annexe 3 (applicable à partir de Novembre 2010)

2. NOTAM alertant d'une activité pré éruptive d'alerte

(A0777/10NOTAMN
Q) BIRD/QWWXX/IV/NBO/W/000/999/6337N01901WXXX
A) BIRD B) 1002260830 C) 1002261100 E) ACTIVITÉ VOLCANIQUE ACCRUE,
INDIQUANT POTENTIELLEMENT UNE ÉRUPTION IMMINENTE, SIGNALÉE POUR LE
VOLCAN KATLA 1702-03 6337.5N01901.5W ICELAND-S. IL EST PRÉVU QUE LE
NUAGE DE CENDRE VOLCANIQUE ATTEIGNE 50,000 PIEDS QUELQUES MINUTES
APRÈS LE DÉBUT DE L'ÉRUPTION. LES AÉRONEFS DOIVENT DE RESTER AU MOINS
A XXXNM ÉLOIGNE DU VOLCAN ET D'ATTENDRE UN NOTAM/SIGMET POUR LA ZONE.
F) GND G) UNL)

NB: XXX est une distance établie par l'État Fournisseur conformément au paragraphe 1.2.1 a)

3. Un NOTAM établit une Zone de Danger après une éruption initiale

(A0778/10 NOTAMR A0777/10
Q) BIRD/QWWXX/IV/NBO/W/000/999/6337N01901WXXX
A) BIRD
B) 1002260900 C) 1002261200
E) ÉRUPTION VOLCANIQUE SIGNALÉE DU VOLCAN KATLA 1702-03
6337.5N01901.5W ICELAND-S. NUAGE DE CENDRE VOLCANIQUE SIGNALÉ
ATTEIGNANT FL500. LES AÉRONEFS DOIVENT RESTER AU MOINS XXXNM LOIN DU
VOLCAN ET MAINTENIR LA SURVEILLANCE POUR NOTAM/SIGMET POUR LA ZONE
BIRD.
F) GND G) UNL)

NB: XXX est une distance établie par l'État Fournisseur conformément au paragraphe 1.2.1 a)

4. Un NOTAM établissant une Zone de Danger pour inclure une Zone de Forte [ou Forte/Moyenne ou Forte/Moyenne/Faible] Contamination

(A0503/10 NOTAMN
Q) EGGN/QWWXX/IV/NBO/AE/000/350
A) EGPX B) 1005182300 C) 1005190500

E) UNE ZONE DE DANGER TEMPORAIRE EST ÉTABLIE POUR LA ZONE DE LA
CENDRE VOLCANIQUE DE FORTE CONTAMINATION DANS LA ZONE 5812N00611W
5718N00216W 5552N00426W 5629N00652W
F) SFC
G) FL350)

5. Un NOTAM doit définir une Zone de Moyenne Contamination pour laquelle la Zone de Danger n'est pas établie

(A0207/10 NOTAMN
Q) EUEC/QWWXX/IV/AE/000/200
A) EIAA B) 1005190700 C) 1005191300
E) ZONE DE CENDRE VOLCANIQUE DE MOYENNE CONTAMINATION PRÉVISION DANS
LA ZONE 5243N00853W 5330N00618W 5150N00829W
F) SFC
G) FL200)

6. Un ASHTAM alertant d'une activité pré éruptive

VALI0021 LIRR 01091410
ASHTAM 005/10
A) ROMA FIR B) 01091350 C) ETNA 101-06 D) 3744N01500E
E) ALERTE JAUNE
J) AGENCE DE VOLCANOLOGIE

7. Un ASHTAM alertant d'une activité éruptive

VALI0024 LIRR 01151800
ASHTAM 015/10
A) ROMA FIR B) 01151650 C) ETNA 101-06 D) 3744N01500E
E) ALERTE ROUGE F) ZONE AFFECTÉE 3700N01500E 3900N01600E 3800N001700W
SFC/35000FT G) NE H) LES ITINÉRAIRES AFFECTES SERONT AVISÉS PAR ATC
J) AGENCE DE VOLCANOLOGIE

8. Un ASHTAM alertant d'une réduction de l'activité éruptive

VALI0035 LIRR 01300450
ASHTAM 025/10
A) ROMA FIR B) 01300350 C) ETNA 101-06 D) 3744N01500E
E) ALERTE JAUNE SUIVANT ORANGE J) AGENCE DE VOLCANOLOGIE

PIÈCE JOINTE F – PRINCIPAUX VOLCANS DANS LA RÉGION AFI

MAJOR VOLCANOES IN THE AFI REGION				
	Volcano Name	Volcano Type	Volcano Status	Location
1	TAHALRA VOLCANIC FIELD	Pyroclastic cones	Holocene	Algeria
2	ATAKOR VOLCANIC FIELD	Scoria cones	Holocene	Algeria
3	MANZAZ VOLCANIC FIELD	Scoria cones	Holocene	Algeria
4	IN EZZANE VOLCANIC FIELD	Volcanic field	<i>Holocene</i>	Algeria-Niger border
5	CAMEROON	Stratovolcano	Historical	Cameroon
6	TOMBEL GRABEN	Cinder cones	Holocene	Cameroon
7	MANENGOUBA	Stratovolcano	<i>Holocene</i>	Cameroon
8	OKU VOLCANIC FIELD	Stratovolcano	<i>Holocene</i>	Cameroon
9	NGAOUNDERE PLATEAU	Volcanic field	<i>Holocene</i>	Cameroon
10	LA PALMA	Stratovolcanoes	Historical	Canary Islands
11	HIERRO	Shield volcano	Radiocarbon	Canary Islands
12	TENERIFE	Stratovolcano	Historical	Canary Islands
13	GRAN CANARIA	Fissure vents	Radiocarbon	Canary Islands
14	FUERTEVENTURA	Fissure vents	Holocene	Canary Islands
15	LANZAROTE	Fissure vents	Historical	Canary Islands
16	FOGO	Stratovolcano	Historical	Cape Verde Islands
17	BRAVA	Stratovolcano	Holocene	Cape Verde Islands
18	SAO VICENTE	Stratovolcano	Holocene	Cape Verde Islands
19	TARSO TOH	Volcanic field	Holocene	Chad
20	TARSO TOUSSIDE	Stratovolcano	Holocene	Chad
21	TARSO VOON	Stratovolcano	Fumarolic	Chad
22	EMI KOUSSE	Pyroclastic shield	Holocene	Chad
23	LA GRILLE	Shield volcano	Holocene	Comore Island
24	KARTHALA	Shield volcano	Historical	Comore Island
25	KARISIMBI	Stratovolcano	Potassium-Argon	Democratic Republic Congo-Rwanda border
26	VISOKE	Stratovolcano	Historical	Democratic Republic Congo-Rwanda border
27	MAY-YA-MOTO	Fumarole field	Fumarolic	Democratic Republic of Congo
28	NYAMURAGIRA	Shield volcano	Historical	Democratic Republic of Congo
29	NYIRAGONGO	Stratovolcano	Historical	Democratic Republic of Congo
30	TSHIBINDA	Cinder cones	Holocene	Democratic Republic of Congo
31	ARDOUKOBA	Fissure vents	Historical	Djibouti
32	GARBES	Fumarole field	<i>Pleistocene-</i>	Djibouti
33	BOINA	Fumarole field	<i>Pleistocene-</i>	Djibouti-Ethiopia border
34	JALUA	Stratovolcano	Holocene	Eritrea
35	ALID	Stratovolcano	Holocene	Eritrea
36	DUBBI	Stratovolcano	Historical	Eritrea
37	NABRO	Stratovolcano	<i>Holocene?</i>	Eritrea
38	ASSAB VOLCANIC FIELD	Volcanic field	Holocene	Eritrea
39	GUFA	Volcanic field	Holocene	Eritrea-Djibouti border
40	DALLOL	Explosion craters	Historical	Ethiopia
41	GADA ALE	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
42	ALU	Fissure vents	Holocene	Ethiopia
43	DALAFFILLA	Stratovolcano	Historical	Ethiopia
44	BORALE ALE	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
45	ERTA ALE	Shield volcano	Historical	Ethiopia
46	ALE BAGU	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
47	HAYLI GUBBI	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
48	ASAVYO	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
49	MAT ALA	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
50	TAT ALI	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
51	BORAWLI	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
52	AFDERA	Stratovolcano	<i>Holocene?</i>	Ethiopia
53	MA ALALTA	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
54	ALAYTA	Shield volcano	Historical	Ethiopia
55	DABBAHU	Stratovolcano	Historical	Ethiopia

MAJOR VOLCANOES IN THE AFI REGION

	Volcano Name	Volcano Type	Volcano Status	Location
56	DABBAYRA	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
57	MANDA HARARO	Shield volcanoes	Historical	Ethiopia
58	GROPPO	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
59	KURUB	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
60	MANDA GARGORI	Fissure vents	Anthropology	Ethiopia
61	BORAWLI	Lava domes	Holocene	Ethiopia
62	DAMA ALI	Shield volcano	Historical	Ethiopia
63	GABILLEMA	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
64	YANGUDI	Complex volcano	Holocene	Ethiopia
65	AYELU	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
66	ADWA	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
67	HERTALI	Fissure vent	Holocene	Ethiopia
68	LIADO HAYK	Maars	<i>Holocene?</i>	Ethiopia
69	DOFEN	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia
70	FENTALE	Stratovolcano	Historical	Ethiopia
71	BERU	Volcanic field	Holocene	Ethiopia
72	KONE	Calderas	Historical	Ethiopia
73	UNNAMED	Pyroclastic cones	Holocene	Ethiopia
74	BOSET-BERICHA	Stratovolcanoes	Holocene	Ethiopia
75	BISHOFTU VOLCANIC FIELD	Fissure vents	Holocene	Ethiopia
76	UNNAMED	Fissure vents	Holocene	Ethiopia
77	SODORE	Pyroclastic cones	Holocene	Ethiopia
78	GEDAMSA	Caldera	Holocene	Ethiopia
79	BORA-BERICCIO	Pumice cones	Holocene	Ethiopia
80	TULLU MOJE	Pumice cone	Anthropology	Ethiopia
81	UNNAMED	Fissure vents	Holocene	Ethiopia
82	EAST ZWAY	Fissure vents	Holocene	Ethiopia
83	BUTAJIRI-SILTI FIELD	Fissure vents	Holocene	Ethiopia
84	ALUTU	Stratovolcano	Radiocarbon	Ethiopia
85	O'A CALDERA	Caldera	Holocene	Ethiopia
86	CORBETTI CALDERA	Caldera	Holocene	Ethiopia
87	BILATE RIVER FIELD	Maars	Holocene	Ethiopia
88	TEPI	Shield volcano	Holocene	Ethiopia
89	HOBICHA CALDERA	Caldera	<i>Holocene?</i>	Ethiopia
90	CHIRACHA	Stratovolcano	<i>Holocene?</i>	Ethiopia
91	TOSA SUCHA	Cinder cones	Holocene	Ethiopia
92	UNNAMED	Cinder cones	Holocene	Ethiopia
93	KORATH RANGE	Tuff cones	<i>Holocene?</i>	Ethiopia
94	MALLAHLE	Stratovolcano	<i>Holocene?</i>	Ethiopia/Eritrea
95	SORK ALE	Stratovolcano	<i>Holocene?</i>	Ethiopia/Eritrea
96	MANDA-INAKIR	Fissure vents	Historical	Ethiopia-Djibouti border
97	MOUSA ALLI	Stratovolcano	Holocene	Ethiopia-Eritrea-Djibouti border
98	MEGA BASALT FIELD	Pyroclastic cones	Holocene	Ethiopia-Kenya border
99	NORTH ISLAND	Tuff cones	Holocene	Kenya
100	CENTRAL ISLAND	Tuff cones	Holocene	Kenya
101	SOUTH ISLAND	Stratovolcano	Historical	Kenya
102	MARSABIT	Shield volcano	<i>Holocene?</i>	Kenya
103	THE BARRIER	Shield volcano	Historical	Kenya
104	NAMARUNU	Shield volcano	Tephrochronology	Kenya
105	SEGERERUA PLATEAU	Pyroclastic cones	Holocene	Kenya
106	EMURUANGOGOLAK	Shield volcano	Radiocarbon	Kenya
107	SILALI	Shield volcano	Ar/Ar	Kenya
108	PAKA	Shield volcano	Ar/Ar	Kenya
109	BOGORIA	Shield volcano	<i>Pleistocene-Geysers</i>	Kenya

MAJOR VOLCANOES IN THE AFI REGION

	Volcano Name	Volcano Type	Volcano Status	Location
110	KOROSI	Shield volcano	Holocene	Kenya
111	OL KOKWE	Shield volcano	Holocene	Kenya
112	NYAMBENI HILLS	Shield volcano	Holocene	Kenya
113	MENENGAI	Shield volcano	Tephrochronology	Kenya
114	HOMA MOUNTAIN	Complex volcano	Holocene	Kenya
115	ELMENTEITA BADLANDS	Pyroclastic cones	Holocene	Kenya
116	OL DOINYO EBURRU	Complex volcano	Holocene	Kenya
117	OLKARIA	Pumice cones	Radiocarbon	Kenya
118	LONGONOT	Stratovolcano	Anthropology	Kenya
119	SUSWA	Shield volcano	Holocene	Kenya
120	CHYULU HILLS	Volcanic field	Anthropology	Kenya
121	HARUJ	Volcanic field	Holocene	Libya
122	WAU-EN-NAMUS	Caldera	<i>Holocene?</i>	Libya
123	AMBRE-BOBAOMBY	Volcanic field	Holocene	Madagascar
124	NOSY-BE	Cinder cones	Holocene	Madagascar
125	ANKAIZINA FIELD	Cinder cones	Holocene	Madagascar
126	ITASY VOLCANIC FIELD	Scoria cones	Radiocarbon	Madagascar
127	ANKARATRA FIELD	Cinder cones	Holocene	Madagascar
128	MADEIRA	Shield volcano	Radiocarbon	Madeira
129	TIN ZAOUATENE VOLCANIC FIELD	Volcanic field	Holocene	Mali
131	TODRA VOLCANIC FIELD	Cinder cones	Holocene	Niger
132	BIU PLATEAU	Volcanic field	<i>Holocene?</i>	Nigeria
133	PITON DE LA FOURNAISE	Shield volcano	Historical	Reunion Island
134	SAO TOME	Shield volcano	<i>Holocene?</i>	Sao Tome and Principe
135	JEBEL MARRA	Volcanic field	Radiocarbon	Sudan
136	KUTUM VOLCANIC FIELD	Scoria cones	<i>Holocene?</i>	Sudan
137	MEIDOB VOLCANIC FIELD	Scoria cones	Holocene	Sudan
138	BAYUDA VOLCANIC FIELD	Cinder cones	Radiocarbon	Sudan
139	JEBEL UMM ARAFIEB	Shield volcano	<i>Holocene?</i>	Sudan
140	OL DOINYO LENGAI	Stratovolcano	Historical	Tanzania
141	KILIMANJARO	Stratovolcano	Holocene	Tanzania
142	MERU	Stratovolcano	Historical	Tanzania
143	IGWISI HILLS	Tuff cones	Holocene	Tanzania
144	UNNAMED	Pyroclastic cone	Holocene	Tanzania
145	SW USANGU BASIN	Lava domes	Holocene	Tanzania
146	NGOZI	Caldera	Radiocarbon	Tanzania
147	IZUMBWE-MPOLI	Pyroclastic cones	Holocene	Tanzania
148	RUNGWE	Stratovolcano	Radiocarbon	Tanzania
149	KYEJO	Stratovolcano	Historical	Tanzania
150	FORT PORTAL	Tuff cones	Radiocarbon	Uganda
151	KYATWA	Tuff cones	<i>Holocene?</i>	Uganda
152	KATWE-KIKORONGO	Tuff cones	Holocene	Uganda
153	BUNYARUGURU	Maars	Holocene	Uganda
154	KATUNGA	Tuff cone	Holocene	Uganda
155	BUFUMBIRA	Cinder cones	<i>Holocene?</i>	Uganda
156	MUHAVURA	Stratovolcano	Holocene	Uganda-Rwanda border