

L'Application du Remote Sensing par Satellite pour la Réduction des Désastres Naturels dans les Pays en Développement

Niek Rengers et Kees van Western

Institut International pour l'Étude Aérospatiale et les Sciences de la Terre (ITC)
Enschede, Pays-Bas

Ce document décrit l'application de la télédétection (RS) et des systèmes de géo-information (GIS) pour la surveillance et la prévention des risques dus aux catastrophes naturelles.

Après une courte introduction sur la méthodologie de la prévention des risques, l'accent sera mis sur le rôle exceptionnel que la télédétection par satellite peut jouer dans cette situation.

Une évaluation sera faite de l'applicabilité des différentes sortes d'imageries RS, en considérant leur résolution spatiale, spectrale et temporelle. Les capacités d'utiliser les données RS dans les GIS pour l'intégration des données et l'analyse de l'apparition des risques seront mises en évidence, principalement pour les pays en voie de développement.

1. Introduction

Les techniques de télédétection par satellite peuvent être utilisées pour la réduction des catastrophes naturelles si elles nous permettent de collecter des données sur les conditions atmosphériques et/ou les caractéristiques de la surface de la terre qui pourraient conduire à l'apparition de processus susceptibles de provoquer des catastrophes naturelles. Ces informations peuvent nous aider à agir pour minimiser les effets désastreux de ces processus.

Réduire l'impact des catastrophes naturelles grâce à la télédétection par satellite nécessite une stratégie complète de gestion des catastrophes (OAS, 1990 et UNDRO, 1991), incluant les aspects suivants:

Prévention des catastrophes

- *Analyse du risque*: estimation de la probabilité d'apparition d'un phénomène potentiellement destructif.
- *Analyse de la vulnérabilité*: évaluation du niveau des pertes envisagées pour la population, les infrastructures, les activités économiques, comme conséquence d'un événement d'une certaine amplitude.
- *Législation et Planification de l'occupation des terres*: réalisation d'une carte des risques sous la forme de règlements et de restrictions.

Préparation aux catastrophes

- *Prévisions/avertissement/pronostic* des catastrophes (exemple: avertissement pour les ouragans).
- *Surveillance*: évaluation du développement temporel des catastrophes (exemple: les inondations).

Assistance lors de la catastrophe

- *Évaluation des dégâts* peu après une catastrophe.
- *Définition des secteurs sûrs*, pour indiquer les zones de fuite possible.
- *Surveillance des infrastructures* pour assurer une aide efficace.

2. Caractéristiques de la télédétection par satellite et de la GIS

Les données de télédétection provenant des satellites sont d'excellents outils pour la represen-

	LANDSAT MSS	LANDSAT TM	SPOT	
			XS	PAN
Nr of spectral bands	4	7	3	1
Spectral resolution	0.5 – 1.1 μm	0.45 – 2.35 μm 10.4 – 12.5 μm	0.5 – 0.9 μm	0.5 – 0.7 μm
Spatial resolution	80 m	30 m 120 m in TIR	20 m	10 m
Swath width	185 m	185 m	2 x 60 km	2 x 60 km
Stereo	no	no	yes	yes
Temporal resolution	18 days	18 days	26 days 5 days off nadir	26 days 5 days off nadir

Tableau 1. Comparaison des caractéristiques de différents produits de télédétection multi-spectraux.

tation de la distribution spatiale des informations sur les catastrophes dans un temps relativement court. De nombreux systèmes fondés sur les satellites existent actuellement, avec des caractéristiques basées sur leur :

- *Résolution spatiale*: taille d'une zone de surface couverte par le champ de vision instantané d'un détecteur.
- *Résolution temporelle*: temps au bout duquel le satellite repasse au-dessus de la même partie de la surface terrestre.
- *Résolution spectrale*: nombre et largeur des bandes spectrales enregistrées.

Les systèmes les plus fréquemment utilisés sont donnés dans le tableau 1.

En plus de l'utilisation des photographies aériennes conventionnelles, qui restent souvent le moyen le plus utile dans beaucoup d'études de catastrophes, l'application des données satellite s'est énormément accrue lors des dernières décennies. Après des images initiales de faible résolution de LANDSAT MSS (60 x 80 mètres), LANDSAT offre aussi des images de cartographie génétique (Thematic Mapper images ou images TM) d'une résolution spatiale de 30 mètres (excepté dans la bande d'infrarouge thermique) et une excellente résolution spectrale de 6 bandes couvrant l'ensemble du spectre visible, l'infrarouge proche et moyen et une bande dans l'infrarouge thermique. LANDSAT repasse au-dessus du même secteur tous les 18 jours, offrant ainsi une résolution temporelle théorique de 18 jours bien que les conditions météorologiques soient un facteur limitant important: les nuages gênent l'acquisition des données depuis la surface du sol. Le point faible du système LANDSAT est l'absence de stéréovision adéquate. Théoriquement, une image stéréoscopique peut être produite à partir d'une image TM avec l'aide d'un bon modèle numérique de terrain (Digital Terrain Model ou DTM), mais c'est une faible compensation aussi longtemps que des DTM détaillés ne seront pas disponibles.

Le satellite français SPOT est équipé de deux systèmes de détecteurs couvrant des zones adjacentes, chacune de 60 kilomètres de large. Les détecteurs ont une capacité de vision hors nadir, procurant des images avec une bonne vision stéréoscopique. L'option pour des observations de sections donne une plus grande résolution temporelle. SPOT détecte le terrain dans une large bande panchromatique et dans trois bandes spectrales plus étroites (vert, rouge et infrarouge). La résolution spatiale du mode panchromatique est de 10 mètres, alors que celle des trois bandes spectrales est de 20 mètres. Des bandes spectrales dans l'infrarouge moyen et lointain (thermique) font défaut à ce système.

Les images satellite radar, accessibles depuis le ERS-1 européen et le JERS japonais, sont disponibles par tous les temps car le système pénètre les nuages. Théoriquement, ce type d'images peut produire des informations détaillées sur les inégalités du terrain et la micro géomorphologie, mais les longueurs d'onde et les angles de vue appliqués jusqu'à maintenant n'ont pas été très appropriés pour l'application en terrain montagneux. Les premiers résultats de recherche avec

l'interférométrie radar sont très prometteurs et indiquent que des modèles de terrain détaillés peuvent être créés avec une précision de l'ordre du mètre. Cela rend possible la surveillance de petits mouvements liés aux glissements de terrain, aux déplacements anormaux ou aux gonflements des structures volcaniques.

Les données de télédétection doivent être généralement liées ou calibrées avec d'autre type d'informations dérivées de représentations, de réseaux de mesures ou de points d'échantillonnage pour obtenir des paramètres qui sont utiles dans l'étude des catastrophes. Le lien est fait de deux façons, *via* l'interprétation visuelle de l'image ou *via* la classification (Rengers *et al.*, 1992).

Les systèmes d'informations géographiques sont des moyens très puissants dans la combinaison des différentes sortes de données requises pour la gestion des catastrophes. Un système d'information géographique (GIS) est défini comme un "ensemble d'outils puissants pour collecter, stocker, retrouver à volonté, transformer et présenter des informations spatiales du monde réel pour un ensemble d'objectifs particuliers" (Burrough, 1986). Les premiers GIS expérimentaux informatisés furent développés très tôt dans les années soixante, mais la vraie montée en flèche est intervenue dans les années 80, avec l'accroissement de la disponibilité en ordinateurs bon marché (individuels). On estime qu'en 1986, plus de 4000 systèmes différents furent développés à travers le monde (Burrough, 1986). Beaucoup de systèmes GIS existent actuellement, avec des caractéristiques différentes pour la structuration des données (vecteurs ou points), leurs techniques de compression (Quadrees, run-length coding), leur stockage (bi- contre tridimensionnel), le système principal, les articles pour mini- et micro-ordinateurs et les interfaces d'utilisateur (menus déroulants, souris, options d'aide etc.).

Les informations spatiales utilisées dans les GIS sont des données avec des composantes géographiques, comme les cartes, les photographies aériennes, l'imagerie satellite et la pluviométrie, les échantillons de terrain etc. Beaucoup de ces données ont des systèmes de projections et de coordonnées différents et nécessitent d'être ramenées sur une base cartographique commune pour pouvoir les superposer. Les GIS permettent la combinaison de ces différentes sortes de données spatiales avec des informations non spatiales définies, et de les utiliser comme données initiales dans des modèles complexes. Un des principaux avantages d'utiliser les puissantes techniques de combinaison d'un GIS est l'évaluation de plusieurs scénarii, et l'analyse de la sensibilité des modèles en changeant quelques données initiales.

3. Caractéristiques des catastrophes naturelles de type géologique et le rôle de la télédétection

Les possibilités d'application des données satellite, pour prévoir les catastrophes liées au temps comme les orages ou les précipitations, sont bien connues.

Ce chapitre se concentre sur les catastrophes naturelles géologiques. Comme ces types de catastrophes sont liés à des phénomènes naturels de grande variation en caractéristiques, taille, vitesse de développement etc., les paragraphes suivants aborderont séparément le rôle de la télédétection par satellite dans la réduction de quatre sortes de risques géologiques: inondations, séismes, éruption volcaniques et glissements de terrain.

Inondations

Les zones affectées par les inondations sont généralement de grande taille (d'environ 10^3 - 10^5 km²). De nombreux types d'inondations existent avec des exigences différentes d'imagerie satellite. En général, les divisions suivantes peuvent être utilisées:

- *les rivières en crue*, qui peuvent donner des inondations saisonnières liées aux grosses rivières ou des inondations-éclair dans les bassins hydrographiques plus petits.
- *les inondations des côtes*, qui peuvent être liées à des cyclones tropicaux ou des grandes marées.

Bien des facteurs jouent un rôle dans l'apparition des inondations. Cela peut être l'intensité et la durée des précipitations, la fonte des neiges, la déforestation, de mauvaises techniques agricoles,

la sédimentation dans le lit des rivières et les obstacles, naturels ou artificiels. Dans l'évaluation des risques d'inondation, les paramètres suivants doivent être pris en compte: la durée de l'inondation, la profondeur d'eau, le débit, les taux de montée et de baisse des eaux et la fréquence d'apparition.

Les données satellite peuvent être utilisées dans la phase de prévention des catastrophes par une représentation des phases séquentielles des inondations, en incluant la durée de l'inondation, sa profondeur et la direction du courant. Cela peut être réalisé par une classification automatique des images de SPOT, LANDSAT ou NOAA. En outre, les images TM de SPOT et LANDSAT peuvent être utilisées dans la représentation géomorphologique des zones d'inondation potentielles. Les informations les plus cruciales proviennent de calculs sur les pics d'inondation et les périodes de retour, en utilisant les données des stations de mesure.

Pour la prévision des inondations, des résultats prometteurs ont été récemment rapportés sur l'utilisation des images de NOAA, combinées avec des données de radars et de satellites météorologiques, dans le calcul des précipitations sur de grandes régions. Pour la surveillance des inondations dans les grands bassins hydrographiques, comme celui du Bangladesh, les images de NOAA sont appliquées avec succès.

Pour les opérations de secours liées aux catastrophes, l'utilisation des systèmes satellites courant est encore limitée, à cause de leur faible résolution spatiale et des problèmes avec la couverture nuageuse. Cependant, les données de SPOT, si elles sont disponibles, peuvent être utilisées pour déterminer les zones sûres et planifier les opérations de secours.

Séismes

Les territoires affectés par les tremblements de terre sont généralement grands (de l'ordre de 10^2 - 10^4 km²), mais sont restreints à des régions bien connues (zones de contact des plaques tectoniques). Les périodes typiques de récurrence varient de décennies à des siècles. Les caractéristiques associées comprennent des ruptures de failles, des dommages dus à l'agitation du sol, liquéfaction, glissements de terrains, feux et inondations. Les points suivants jouent un rôle important: distance de la faille active, structure géologique, type de sols, profondeur du niveau hydrostatique, topographie et genres de construction.

Lors la phase de prévention des catastrophes, la télédétection par satellite peut jouer un rôle important dans la représentation des failles actives -en utilisant des études néo-tectoniques avec des images TM de LANDSAT /SPOT ou radar- et dans la mesure des déplacements des failles, en utilisant le "Laser Ranging" par satellite (SLR), le "Global Positioning System" (GPS) ou l'interférométrie radar. Les informations les plus importantes pour la définition des zones de risque sismique viennent des réseaux de surveillance sismique. En "microzonation" sismique, l'utilisation de la télédétection par satellite est très limitée à grande échelle car les données proviennent d'accéléromètres, de représentations géotechniques, de modèles de nappes phréatiques et de modèles topographiques.

Les tremblements de terre ne peuvent pas être prévus au niveau de connaissance actuel et la télédétection satellite ne peut jouer aucun rôle dans la phase préventive des séismes. Lors des secours, la télédétection satellite peut seulement servir à l'identification des traits caractéristiques importants (comme les glissements de terrain). Les dommages structuraux des bâtiments ne peuvent pas être observés avec la faible résolution des systèmes actuels.

Éruptions volcaniques

Les zones touchées par les éruptions volcaniques sont généralement petites (<100 km²) et restreintes à des régions notoirement connues. La répartition des volcans est donc bien connue. Cependant, à cause de documentation historique perdue ou limitée, la répartition des volcans actifs n'est pas très bien connue (particulièrement dans les pays en voie de développement). De nombreuses régions volcaniques sont densément peuplées. Les éruptions volcaniques peuvent se manifester de nombreuses manières: explosions (Krakatoa, mont Saint Helens), projections pyroclastiques (montagne Pelée, Pinatubo), "lahars" (Nevado del Ruiz, Pinatubo), coulées de laves (Hawaii, Etna)

Type de catastrophe	Prévention de la catastrophe	Préparation à la catastrophe	Assistance
Volcanisme	++	++	++
Séismes	+	-	o
Glissements de terrain	o	+	+
Inondations	++	++	++

Tableau 2: Utilité de la télédétection par satellite pour la gestion des catastrophes

+++ très utile, +=utile, 0= utilité limitée, -=inutile

et projections de cendres (Pinatubo, El Chincon). Les nuages de cendres volcaniques peuvent s'étendre sur de grandes zones et peuvent avoir des répercussions considérables sur le trafic aérien et les conditions météorologiques.

La télédétection par satellite peut être utilisée dans la phase de prévention des catastrophes par la représentation de la distribution et des types de dépôts volcaniques, en utilisant les images TM LANDSAT, SPOT ou radar. Pour la détermination de l'histoire éruptive, d'autres types de données sont nécessaires, comme les analyses géomorphologiques, la chronologie "tephra" et la composition lithologique. Les éruptions volcaniques se déclenchent en quelques minutes ou quelques heures, mais sont le plus souvent précédées par des signes avant-coureurs comme l'activité des fumerolles, des secousses sismiques et des déformations de la surface (bombement). La bande thermique des images TM de LANDSAT peut être utilisée pour surveiller les caractéristiques thermiques d'un volcan, et l'interférométrie radar pour la mesure de la déformation de la surface terrestre. Les données de NOAA_AVHRR peuvent être employées pour suivre de près la surveillance des coulées de lave ou des panaches de fumée. Météosat, GOES ou TOMS (Nimbus-7) peuvent être utilisés pour surveiller la propagation des nuages de cendres volcaniques et leur teneur en SO₂.

Glissements de terrain

Les glissements de terrain individuel sont généralement petits (0,001-1 km²), mais sont fréquents dans de nombreuses régions montagneuses. Les types de glissements de terrain sont très variés et dépendent du type de mouvement (glissement, éboulement, écroulement), de la vitesse du mouvement (mm/an - m/sec), du matériau impliqué (rocher<=>sol) et du mécanisme les provoquant (séisme/précipitations/interactions humaines).

Dans la phase de prévention des catastrophes, l'imagerie satellite de résolution spatiale suffisante et de capacité stéréoscopique (SPOT), peut être utilisée pour faire un inventaire des glissements de terrain passés et pour rassembler des données sur les paramètres applicables impliqués (sols, géologie, pente, géomorphologie, utilisation des terres, hydrologie, précipitations, failles etc.).

Dans la phase préventive aux catastrophes, il serait possible d'utiliser les mêmes systèmes que pour la prévision des inondations (voir § 3.1). La surveillance des déplacements de grands glissements de terrain peut être faite grâce à l'interférométrie radar. L'évaluation des dégâts par satellite est seulement possible si la résolution spatiale est très bonne ou si le glissement de terrain est très grand.

4. Conclusions

Le tableau 2 donne un résumé de l'utilité de la télédétection par satellite lors des différentes phases de gestion de catastrophes pour les inondations, séismes, éruptions volcaniques et glissements de terrain. D'après ce tableau, on peut conclure que les résultats les plus prometteurs sont attendus pour les éruptions volcaniques et les inondations. Ces deux types de catastrophes sont caractérisés par des signes distinctifs clairement reconnaissables avec l'imagerie satellite. Les dégâts faits aux objets par les séismes et les glissements de terrains sont généralement trop petits pour être identifier à partir de l'imagerie actuelle.

Le tableau 3 établit la liste des imageries de télédétection par satellite qui peuvent être utiles

Type de catastrophe	Prédiction de la catastrophe	Préparation à la catastrophe	Assistance
Volcanisme	TM/SPOT (radar)	TM/NOAA	TM/SPOT/GOES TOMS
Séismes	TM/SPOT (radar)	—	TM/SPOT
Glissements de terrain	SPOT	radar NOAA	TM/SPOT
Inondations	TM/SPOT NOAA	NOAA Meteosat	TM/SPOT

Tableau 3. Données actuelles de télédétection par satellite qui peuvent être utilisées pour la gestion des catastrophes.

dans la gestion des catastrophes.

Finalement, les conclusions suivantes peuvent être établies:

- Les outils existants sont généralement considérés adéquats. Les images TM actuelles de SPOT et LANDSAT sont les systèmes les plus utilisés.
- Les résolutions temporelles et spatiales pourraient être améliorées. Il y a cependant un besoin très clair d'avoir des données stéréoscopiques avec une résolution spatiale plus étendue pour certaines sortes de catastrophes (tremblements de terre, glissements de terrain).
- Dans de nombreuses applications, les conditions météorologiques sont l'inconvénient principal. On espère cependant que dans un futur proche, de nombreuses applications seront possibles grâce à l'utilisation de données satellite radar de ERS et JERS, particulièrement dans des zones où les informations multi-spectrales des satellites sont très limitées par la couverture nuageuse quasi permanente.
- De nouveaux outils devraient être analysés:
 - Radar satellite: ERS-1, ERS-2.
 - Programme EOS.
- L'application des données satellite est sérieusement limitée par le manque de fonds. Le financement de la recherche des applications n'est pas en rapport avec celui pour la recherche en technologie spatiale.
- L'accès aux données est un problème. Les applications en temps réel ne sont possibles qu'en théorie, car le temps nécessaire pour commander et acquérir des images satellites est excessivement long.
- La télédétection par satellite ne peut donner qu'une partie de la réponse pour la gestion des catastrophes géologiques. Il faut toujours la combiner avec d'autres sortes de données.
- Des décisions politiques sont requises pour rendre opérationnel l'utilisation de la télédétection par satellite dans les domaines suivants:
 - Investissements en matériels et logiciels.
 - Compatibilité et continuité des systèmes.
 - Plus de pratique.
 - Amélioration la prise de conscience auprès des décideurs.

5. Références

1. Burrough, P.A., 1986. Principles of geographical information systems for land resource assessment. Clarendon Press. Oxford, UK. 194 pp.
2. OAS 1990. Disaster, Planning and Development: Managing natural hazards to reduce loss. Department of Regional Development and Environment. Organization of American States. Washington, USA. 80 pp.
3. Rengers N., R. Soeters and C.J. van Westen. Remote sensing and GIS applied to mountain hazard mapping. Episodes, Vol. 15, No. 1, 36-45, March 1992.
4. UNDR0 1991. Mitigating Natural Disasters. Phenomena, Effects and Options. United Nations Disaster Relief Coordinator, United Nations, New York. 164 pp.

L'Utilisation des Communications par Satellite Mobile dans la Mitigation des Désastres

Eugene I. Staffa

Manager, Disaster, Emergency and Aid Communications
INMARSAT, UK

La Décennie Internationale pour la Réduction des Désastres Naturels est déterminée à donner une forte impulsion aux efforts de mitigation des désastres, lesquels efforts comprennent notamment l'offre des moyens de communication capables de résister aux désastres. Au début de la Décennie Internationale pour la Réduction des Désastres Naturels, UNDHA a codifié les conditions techniques que doivent remplir les systèmes de communication en cas de désastre naturel. Bien que les télécommunications ne peuvent pas prévenir un désastre naturel elles peuvent néanmoins diminuer son impact de plusieurs manières. Ce fait a été reconnu par la Conférence Internationale sur les Communications en cas de Désastre (Tampere 1991), laquelle conférence avait entre autres attiré l'attention sur la nécessité d'éliminer toutes les barrières qui gênent le déploiement des moyens de télécommunication pour la prévention et la mitigation des désastres, et avait plaidé en faveur d'une utilisation maximale des systèmes et réseaux existants. Parmi ces derniers on peut citer les systèmes par satellite mobiles tels que Inmarsat.

1. Avantages Opérationnels des Communications par Satellite Mobiles

Les communications par satellite utilisant des terminaux mobiles ("mobile satcoms") sont indépendantes de l'infrastructure locale de télécommunication et par conséquent ne sont pas susceptibles d'être affectées en cas de désastre naturel. Les systèmes par satellite mobiles sont conçus de manière à établir des liens de télécommunication entre des terminaux petits, légers et économiques et des réseaux publics ou d'autres terminaux de communication par satellite. Ces terminaux peuvent être montés sur des véhicules, ils peuvent être portables ou transportables, et si nécessaire ils peuvent être utilisés à partir de positions fixes. L'exigence en source d'énergie est si petite qu'ils peuvent fonctionner sur des piles internes, sur des batteries des véhicules, sur des générateurs portables ou sur des panneaux solaires.

A cause de leur caractère mobile il est tout à fait normal qu'il y ait des "trade-offs" entre le coût, la capacité d'émission, et la vitesse de transmission d'autant plus qu'il s'agit de garantir des communications fiables et robustes dans diverses conditions difficiles. Dans cet ordre d'idées les systèmes par satellite mobiles sont différents de systèmes par satellite fixes, ces derniers peuvent en effet offrir des capacités de communication larges avec des taux de transmission des données plus grandes à des terminaux stationnaires dotés de larges antennes. Tous les systèmes satellite actuels exigent qu'il y ait une ligne de vue sans aucune obstruction entre le terminal et le satellite afin d'avoir une connexion sans erreur.

2. L'Utilisation des Communications par Satellite Mobiles pour la Mitigation des Désastres

Les systèmes de télécommunication utilisés en cas de désastre ou d'urgence doivent remplir les conditions suivantes: disponibilité, autosuffisance, et offre des services essentiels. Les communications par satellite mobiles sont utilisées dans toutes les situations critiques liées aux désastres naturels ou technologiques, notamment avertissement, premières mesures d'intervention, opérations d'urgence et support durant la phase de réhabilitation et de reconstruction, parce qu'ils satisfont toutes les exigences susmentionnées.

Les communications par satellite mobiles permettent l'établissement des contacts entre un groupe sur le terrain et sa base (laquelle base peut se situer à mi-chemin de l'autre bout du globe); elles permettent d'établir des communications entre différents groupes au sein d'une même zone sinistrée, de même qu'elles sont un moyen de premier avertissement même aux communautés les plus reculées et peuvent également servir de système d'écoute (monitoring) et de prédiction. Les terminaux portables ont prouvé leur utilité dans une game variée d'applications telles que l'émission des rapports sur la situation sur le terrain par téléphone, télécopie, données, photos ou vidéo, la commande des approvisionnements, médicaments et des vivres, la gestion du personnel sur le terrain, le contact avec la presse, la coordination entre différentes agences, etc.

Actuellement plus de 150 organismes nationaux et internationaux de secours en cas de désastre, y compris UNHCR, UNICEF, WFP, la Croix Rouge et le Mouvement Croissant Rouge et de douzaines d'organisations non-gouvernementales utilisent Inmarsat. Le PNUD dispose de terminaux "satcom" d'Inmarsat dans 11 pays africains qu'il utilise dans les opérations de secours d'urgence et de lutte contre la sécheresse; d'autres organisations, y compris des agences nationales de secours et de défense civile, sont en train de grossir les rangs des utilisateurs de Inmarsat.

3. Préparation Communautaire et Autres Mesures de mitigation des Désastres

La **planification des cas aléatoires** et les mesures de préparation aux désastres, y compris l'**allocation préalable** des fournitures nécessaires en cas d'urgence et des équipements de communication, peuvent réduire l'impact des désastres naturels. Les organismes chargés de la planification des secours d'urgence au niveau national tels que les unités de défense civile, la police, les brigades des sapeurs-pompiers et les équipes médicales des soins d'urgence sont de plus en plus en train d'inclure les "satcoms" dans leurs plans de secours en cas de désastre.

Ainsi par exemple, la CDERA (Caribbean Disaster Emergency Response Agency) qui coordonne les activités de secours d'urgence dans 14 îles a avec succès utilisé les services d'Inmarsat pour la transmission des données dans les activités liées à la mise en état de préparation sur deux des îles; l'on peut espérer que la plupart si pas toutes les îles des Caraïbes pourraient avoir leurs propres "satcoms" mobiles préalablement installés. La PAHO (Pan American Health Organization) dispose de plusieurs terminaux Inmarsat à des endroits sélectionnés sur le continent américain. L'UNHCR à Genève est en train d'établir un inventaire mondial pour la préparation en cas de désastre, inventaire comprenant du matériel, la disponibilité des experts et des équipements de communication y compris des "satcoms" mobiles. De pareils efforts doivent être accrus si l'on veut réaliser une mise en état de préparation communautaire efficace.

Les téléphones, télécopies ou les terminaux "satcoms" pour données devraient être installés préalablement aux endroits les plus stratégiques de telle manière qu'une source d'information pour les messages d'avertissement est toujours disponible sans interruption même si les stations locales de radio ou de télévision ont été rendues inopérantes ou n'ont jamais été installées. Un réseau de terminaux Inmarsat serait particulièrement efficace s'il était relié à une banque de données régionale ou globale, banque dans laquelle seraient conservées des informations utiles sur les désastres.

Systemes d'avertissement

De petits terminaux "satcoms" mobiles couplés avec des récepteurs sensoriels activés sont utilisés pour le SCADA (Supervisor Control and Data Acquisition), le monitoring et les fonctions d'avertissement de première heure. Les terminaux peuvent être mis en marche à l'aide de panneaux solaires ou des piles et peuvent être installés même dans les contrées les plus reculées. Par exemple le monitoring par SCADA des phénomènes sismiques peut être utile dans l'identification des activités volcaniques potentielles et des tremblements de terre potentiels. De la même manière les "satcoms" mobiles peuvent être utilisés pour la distribution des données GIS (Geographic Information Systems).

Opérations d'urgence

Quand un désastre naturel a lieu l'accès aux "satcoms" mobiles permet aux autorités locales et aux équipes de secours de communiquer sans délai entre elles et avec le monde extérieur. Le personnel local sur le terrain peut faire une première évaluation des dégâts et faire rapport des faits (y compris la transmission des photos et vidéo) et réclamer l'aide appropriée dans les premières 48 à 72 heures qui généralement sont cruciales car c'est pendant cette période que les chances pour sauver des vies humaines sont à leur niveau le plus élevé. Depuis le début en 1982 de son service mondial de satellite mobile, Inmarsat a toujours mis à la disposition de ses utilisateurs des communications en cas d'urgence. Avec une fréquence de plus en plus élevée des équipes de secours débarquant sur les lieux affectés par un sinistre amènent avec elles des terminaux portables des "satcoms" d'Inmarsat. L'utilisation très étendue des "satcoms" d'Inmarsat dans les opérations liées

aux désastres naturels (par exemple les ouragans Hugo et Andrew, les inondations aux Etats-Unis d'Amérique, en Chine, en Inde, au Bangladesh, et les tremblements de terre dans la ville de Mexico, en Arménie, en Iran, en Turquie et en Inde) est une preuve de l'efficacité et de la faculté d'adaptation des "satcoms" mobiles.

Une autre forme de l'application des "satcoms" mobiles est par exemple un système pour prendre le relai des communications en cas d'urgence pour les hôpitaux dont l'équipement des communications est basé sur des "satcoms" portables; ce système permet au personnel de rester en contact quelle que soit la sévérité du désastre. Pour cette raison les "satcoms" mobiles sont en train d'être introduits pour les communications d'appui sans interruption des centres médicaux, des entreprises et des ambassades situés dans des régions prédisposées aux désastres.

Réhabilitation et Reconstruction

Bien que les télécommunications jouissent d'un niveau élevé dans la liste des priorités dans la phase de réhabilitation et reconstruction après un désastre, il peut se passer des semaines ou même des mois avant que les infrastructures des télécommunications reviennent à leur état normal. Au cours de cette période beaucoup d'autres systèmes peuvent offrir une solution intermédiaire, y compris les VSATs et les "satcoms" mobiles et transportables. Ils constituent un support pour les travaux de réhabilitation en permettant aux gouvernements locaux et aux entreprises de fonctionner et ils sont utilisés par les expatriés et d'autres travailleurs pour garder le contact avec leurs quartiers généraux et leurs familles dans leurs pays d'origine.

La coordination des opérations de secours et de réhabilitation est souvent difficile et coûteuse, particulièrement dans les cas d'urgence qui s'étendent sur de vastes territoires ou dans des urgences complexes. Cependant le développement intervenu dans la technologie de radio cellulaire et le fait que le coût de l'équipement pour le management des sites microscopiques est à la baisse ont résulté dans quelques nouvelles applications. Un "satphone" avec plusieurs chaînes peut être connecté à une microcellule avec radio cellulaire ou, en utilisant un PBX (Private Branch Exchange), il peut être connecté à plusieurs utilisateurs fixes. Actuellement un grand nombre de fabricants offrent l'équipement nécessaire pour la connexion avec les "satcoms" d'Inmarsat. Le coût moyen d'un appel par satellite sur une opération avec plusieurs chaînes peut être inférieur à 3 dollars américains par minute.

4. Au sujet de Inmarsat

Inmarsat est le premier et le seul système global de télécommunication par satellite mobile. Inmarsat est une organisation intergouvernementale composée de 73 pays membres de la Convention Inmarsat. Ces pays membres désignent des signataires nationaux (généralement le fournisseur des services de télécommunications ou le ministère de communications dans chaque pays) pour offrir les services d'Inmarsat en vertu de l'Accord de Gestion coopérative d'Inmarsat. D'autres fournisseurs de services peuvent aussi participer.

Les systèmes de communications mobiles d'Inmarsat sont connectés aux réseaux publics. Ils permettent à leur utilisateur d'opérer de n'importe quel coin du monde à la seule condition qu'il ait rempli les conditions nécessaires pour obtenir la licence dans son pays d'origine. Il s'agit là d'un avantage important pour le personnel de secours en cas d'urgence parce que le même équipement peut être utilisé à travers le monde entier.

La plupart de pays tolèrent l'importation des terminaux mobiles pour les secours en cas de désastre sans aucune contrainte ou simplement avec un minimum de conditions réglementaires. Inmarsat travaille en proche collaboration avec les organismes internationaux de réglementation et les organisations régionales de télécommunication (par ex. ITU, CTU, PATU, APT, CEPT) en vue d'obtenir l'abolition de toutes les barrières qui gênent le mouvement libre des "satcoms" mobiles. Suivant la déclaration de la Conférence de Tampere, il se déroule actuellement des travaux sur la Convention des Communications en cas de Désastre grâce aux efforts de l'ITU, de l'IAF (International Astronautical Federation) et de l'UNDHA. Une telle convention peut réduire de manière significative les barrières qui gênent la libre circulation de toutes les sortes d'équipement de communication pour la mitigation des désastres. La PAHO a déjà réussi à persuader la plupart de ses

Etats membres de permettre une libre circulation des terminaux de satellites d'Inmarsat sur le continent américain pour l'utilisation dans les cas de désastres majeurs.

En vue d'alléger le coût de la mitigation des désastres il est arrivé à Inmarsat d'offrir gratuitement des services satellite à l'un ou l'autre de ses signataires en vertu de sa propre politique de secours humanitaires dans les désastres majeurs, le plus récemment lors du tremblement de terre et des inondations en Inde en 1993. Un certain nombre de signataires d'Inmarsat et d'autres entreprises commerciales offrent aussi des terminaux dans des contrats de leasing ainsi que d'autres services à des tarifs réduits aux organisations de secours en cas de désastre.

5. Autres Systèmes de Satellite Mobiles

Conformément à l'allocation des fréquences radio par ITU, les systèmes satellite mobiles peuvent être mis en opération dans plusieurs bandes de fréquence. Leurs satellites peuvent être placés sur un grand nombre d'orbites. Inmarsat comme plusieurs systèmes régionaux utilisent des satellites sur orbites géostationnaires (les GEOs), par exemple Qualcomm (qui fournit des données à basse vitesse aux États-Unis et en Europe), Optus en Australie (voix, fax et services des données à partir de 1994), AMS et TMI aux États-Unis et au Canada (devant être lancé en 1995/96) et "N-Star" au Japon (voix et services des données, prévu pour 1994/95).

D'autres services qui sont prévus se proposent d'utiliser des orbites terrestres (parmi lesquels si l'on peut citer deux exemples les orbites terrestres bas (LEOs) et les orbites intermédiaires circulaires (ICOs)) qui par rapport aux GEOs ont leurs propres avantages et désavantages, par exemple des relations de "trade-off" entre d'un côté des terminaux probablement plus petits et un retard plus réduit dans la transmission de la voix et d'un autre côté une disponibilité moins continue et un coût plus élevé. Plusieurs systèmes de ce genre fonctionnant tant au niveau régional qu'au niveau global peuvent être mentionnés mais tous ne seront actuellement opérationnels que dans un certain nombre d'années: "Orbcom" (pour les communications des données devrait être opérationnel en 1996), "Iridium" (qui devrait lancer des services téléphoniques et de transmission des données en 1998), "Globalstar" (1998), "Teledesic" (téléphone, données, vidéo en 2001), et Inmarsat-P ("Project 21"), un projet propre à Inmarsat dont le début d'opération est prévu pour la fin de cette décennie. D'autres systèmes sont déjà opérationnels au niveau régional ou de manière restreinte au niveau global, par exemple VITASAT qui fournit une capacité limitée de conservation et de transmission des données.

6. Le Système Inmarsat et ses Services

Le Système Inmarsat

Offrant une couverture globale Inmarsat fonctionne avec ses propres quatre principaux satellites géostationnaires et loue une capacité additionnelle sur sept autres satellites qui jouent le rôle de réserve. A partir de 1995 la nouvelle génération des satellites d'Inmarsat fournira huit fois la capacité actuelle et des services additionnels.

Plus de 80 stations terriennes (LEsS -Land Earth Stations) offrent une "interface" entre le segment spatial et les réseaux nationaux et internationaux de télécommunications. Beaucoup de LEsS offrent une gamme de services de haute valeur à leurs utilisateurs, par exemple la correspondance électronique, l'accès aux réseaux de "e-mail", la distribution des données de plusieurs points à un seul point ("multipoint-to-point") et d'un seul point à plusieurs points ("point-to-multipoint").

Il y a plus de 35.000 terminaux d'Inmarsat de tous genres qui sont actuellement opérationnels. Ils sont achetés, pris à bail ou loués auprès de leurs fabricants, des intégrateurs des systèmes ou auprès des agences de location. Plusieurs Etats signataires offrent des arrangements spéciaux de location ou de leasing aux équipes de secours en cas de sinistre. Tous les terminaux peuvent fonctionner en utilisant une gamme variée de sources d'énergie et ils peuvent communiquer entre eux.

Inmarsat-A

Actuellement il y a plus de 6.700 terminaux d'Inmarsat-A basés sur terre et enregistrés dans

quelques 140 pays. Les terminaux d'Inmarsat offrent des services d'une haute qualité dans les domaines de téléphone, télécopie, données, télex ou de transmission des données à grande vitesse (56/64 kbits par seconde) permettant aussi la transmission des photos et des vidéos. Le système permet de composer n'importe quel numéro de téléphone, fax ou télex à travers le monde entier. D'autre part les souscripteurs peuvent appeler les terminaux portables d'Inmarsat aussi facilement qu'ils peuvent appeler n'importe quel autre numéro international.

Inmarsat-M

Répondant à la demande des téléphones par satellite plus petits, plus légers et plus bon marché, Inmarsat a introduit fin 1993 un terminal Inmarsat-M complètement digital pour offrir une transmission audio cellulaire de bonne qualité ainsi qu'une transmission des données et de fax à une vitesse de 2,4 kbits par seconde. Une mallette contenant un terminal Inmarsat-M peut être facilement transportée (elle pèse 14 kgs, pile comprise) et avec un coût de moins de 5 dollars américains par minute elle est meilleur marché que Inmarsat-A. Actuellement plus de mille terminaux sont opérationnels à travers le monde.

Inmarsat-B

Introduit en 1994, Inmarsat-B est le successeur digital de Inmarsat-A. Il offre une plus grande fonctionnalité à un coût réduit ainsi qu'une gamme de nouveaux services basés sur une plus grande vitesse de transmission des données. Il offre aussi une très grande qualité audio ainsi que des services de fax, télex et transmission des données à une vitesse de 64 kbits par seconde; il est même prévu de plus grandes vitesses dans l'avenir.

Inmarsat-C

Dans les cas où les messages écrits sont préférables aux communications audio Inmarsat-C est une solution bon marché. Actuellement il y a plus de 4.000 utilisateurs de Inmarsat-C. Un petit terminal Inmarsat-C (à partir de 4 kgs) marchant sur pile et combiné avec un petit ordinateur personnel (même un organisateur de données de la taille d'une paume de main peut être utilisé) peut sans délai fournir à chaque équipe sur le terrain les moyens de communiquer avec une grande fidélité la situation de la zone sinistrée et les besoins à son quartier général. Les messages reçus peuvent être visualisés sur écran, conservés en mémoire ou plus tard imprimés. Des versions mobiles montées sur véhicule permettent sur base de GPS de déterminer les positions et de faire un reportage, et d'émettre et de recevoir des messages tout en se déplaçant. Les terminaux Inmarsat-C connectés avec des récepteurs sensoriels ou des appareils de contrôle offrent SCADA.

7. Conclusions

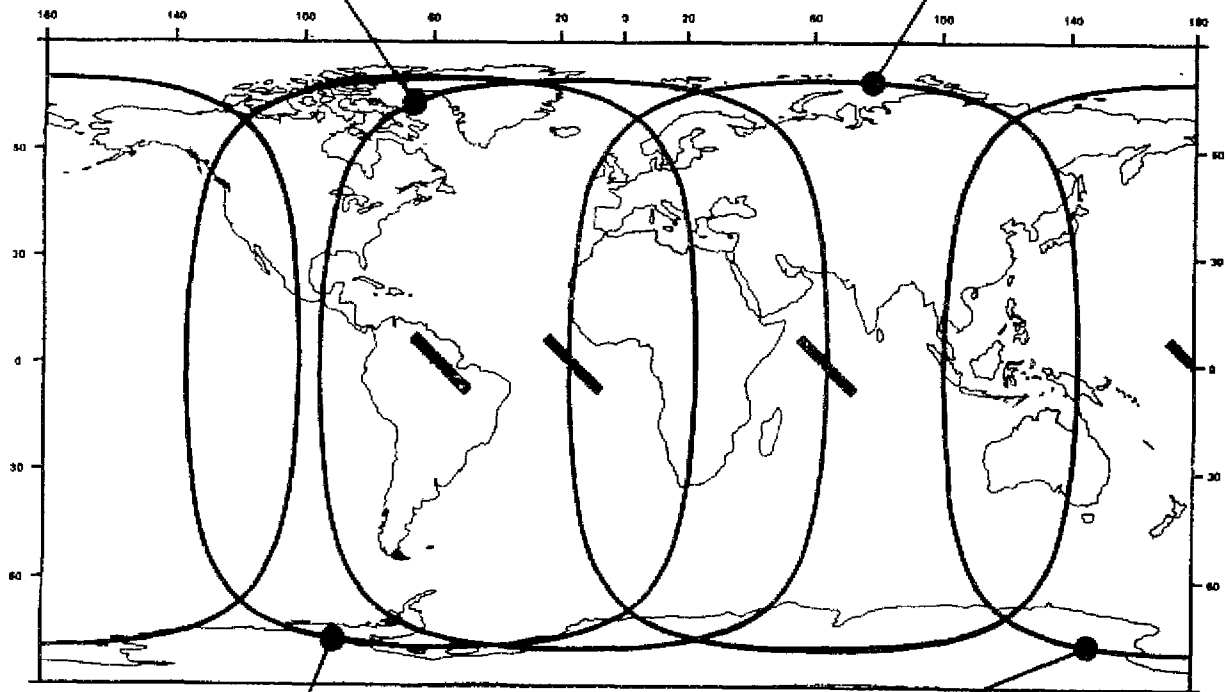
Il y a deux ans Inmarsat est entré dans sa deuxième décennie. Actuellement il fournit l'épine dorsale des communications vers et à partir des zones sinistrées. Le système dispose de plus de 35.000 utilisateurs, il continue de croître rapidement et de plus en plus les organismes d'intervention en cas de catastrophes et d'urgence constituent une proportion significative de ses nouveaux utilisateurs. Des efforts continus dans le domaine technique et commercial garantissent une amélioration ininterrompue dans les domaines de dimension, coût et performance des terminaux mobiles. Un nouveau service de messagerie à sens unique par satellite sera introduit pour les travailleurs sur le terrain et même dans des agglomérations urbaines. Vers la fin de cette décennie le "Projet 21" de Inmarsat et bien d'autres systèmes qui sont prévus devraient offrir un téléphone par satellite portable sur la paume de la main. Cette évolution et cette croissance continues, de même que l'entrée sur le marché d'autres systèmes des communications mobiles par satellite, sont la preuve de la croissante utilité et efficacité des "satcoms" mobiles dans les efforts de mitigation des catastrophes naturelles et d'autres urgences.

Pour plus d'information veuillez contacter votre compagnie nationale de télécommunications ou Inmarsat (International Mobile Satellite Organization), 99 City Road, London EC1Y, UK. Fax 44-71-528-0020.

Les Régions Couvertes par le Système Inmarsat et les Fournisseurs de ses Services

Atlantic Ocean Region (East)		
Service Provider	Station	Systems
Embratel Brazil	Tangua	A,C
Telecom Denmark	Blaavand	C
National Telecom Egypt	Maadi	A
France Telecom	Pleumeur Bodou	A,C
	Assaguei	M
DBP Telekom Germany	Raisting	A,C
Station 12 Holland	Burum	A,C,M
Telespazio SPA Italy	Fucino	A
Norwegian Telecom	Eik	A
Polish Telecom	Psary	A
CP Radio Marconi Portugal	Sintra	C
PTT Genel Mudurlugu Turkey	Ata	A,C
British Telecom	Goonhilly	A,C,M
Black Sea Shipping Co. Ukraine	Odessa	A
Comsat Mobile Communications US	Southbury	A,B,C,M
IDB Mobile Communications US	Staten Island	A

Indian Ocean Region		
Service Provider	Station	Systems
Teistra Australia	Perth	A,C,M
Beijing Marine China	Beijing	A,C
France Telecom	Aussaguei	M
OTE SA Greece	Thermopylae	A,C
Station 12 Holland	Burum	A,C,M
Videsh Sanchar Nigam India	Arvi	A,C
Telecom Co of Iran	Boumehani	A
KDD Japan	Yamaguchi	A,B,M
KTA Korea	Kumsan	A,C
Norwegian Telecom	Eik	A,C,M
Polish Telecom	Psary	A
Ministry of PTT Saudi Arabia	Jeddah	A
Singapore Telecom	Sentosa	C
PTT Genel Mudurlugu Turkey	Ata	A,C
Black Sea Shipping Co. Ukraine	Odessa	A
Comsat Mobile Eurasia US	Anatolia	A
IDB Mobile Communications US	Gnangara	A



Atlantic Ocean Region (West)		
Service Provider	Station	Systems
British Telecom	Goonhilly	A,C,M
France Telecom	Pleumeur Bodou	A,C
Norwegian Telecom	Eik	A
Comsat Mobile Communications US	Southbury	A,B,C,M
IDB Mobile Communications US	Niles Canyon	A

Pacific Ocean Region		
Service Provider	Station	Systems
Teistra Australia	Perth	A,C,M
Beijing Marine China	Beijing	A,C
KDD Japan	Yamaguchi	A,B,M
KTA Korea	Kumsan	A,C
Far East Shipping Co Russia	Nakhodka	A
Singapore Telecom	Sentosa	A,C
Comsat Mobile Communications US	Santa Paula	A,B,C,M
IDB Mobile Communications US	Niles Canyon	A