

CARTOGRAPHIE RAPIDE DES CATASTROPHES NATURELLES AVEC LES SATELLITES

Par Bernard ALLENBACH

Résumé – Introduction

Ce texte reprend de façon assez libre les propos tenus lors de la communication donnée au premier «Forum Carto» de l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques le 6 janvier 2005 consacré à «la cartographie outil d'aide à la décision pour la prévention des risques». L'idée est de présenter un aperçu sur les capacités de la filière spatiale à fournir de l'information géographique consommable sur les catastrophes naturelles. La matière de cet exposé est fondée essentiellement sur l'expérience acquise par le Sertit dans le domaine de la cartographie événementielle, au cours des quatre dernières années, en grande partie dans le cadre de la Charte Internationale «Espace et Catastrophes Majeures».

Les activités du Sertit

Le Sertit est un service de l'Université Louis Pasteur dédié au transfert de technologie dans le domaine de la télédétection. Son activité est fondée sur l'application des techniques de la photogrammétrie, du traitement d'image et de la géomatique à l'étude des espaces urbains et ruraux, à la gestion des ressources naturelles et à la surveillance de l'environnement. A côté de ces activités de «télédétection classique», le service développe depuis plusieurs années une activité de service producteur d'information en temps rapide, à partir de l'imagerie spatiale, pour la gestion des catastrophes naturelles.

Pour simplifier, le métier du Sertit est de produire de l'information géographique à partir de données brutes d'observation de la terre à distance. Concrètement, les données issues de toutes les plates-formes d'observation spatiale sont utilisées, de la basse résolution à la très haute résolution, qu'il s'agisse de capteurs optiques ou de systèmes radar. Ces données brutes sont exploitées et mises en forme au travers de processus combinant le traitement numérique et l'interprétation - validation assistée par ordinateur, réalisée par des naturalistes spécialistes en télédétection. Le résultat standard de cette démarche est la production d'information géographique numérique consommable distribuée à nos clients : services de l'État, collectivités territoriales, organismes internationaux et ONG au travers des possibilités offertes par les réseaux de télécommunications et les nouvelles technologies de l'information.

La cartographie rapide

Le procédé générique de transformation de la donnée brute spatiale en information géographique constitue le squelette de toutes les applications du service. Cependant, pour la cartographie rapide, une différence majeure réside dans l'intervalle de temps disponible pour réaliser la transformation. Alors que dans un cycle de production normal, le temps imparti se compte généralement en semaines ou en mois, pour la cartographie rapide (dédiée à la gestion de crise) le temps disponible se compte en heures et en jours. Le défi est clairement posé, il s'agit d'une course

contre la montre qui ne peut être remportée que si des ressources spécifiques sont mises en place au préalable. Le développement d'un tel service ne peut pas être le fruit du hasard ; le cheminement du Sertit vers le sujet des catastrophes naturelles est parti de l'observation d'un type particulier de biotope : les zones humides ; celles-ci nous ont conduits rapidement vers l'étude des crues et inondations. Ces travaux menés avec le concours des agences spatiales françaises (CNES) et européennes (ESA) et en partenariat avec les services de l'État ont permis de montrer le potentiel des différents types de capteurs spatiaux pour l'étude des inondations ; tout particulièrement s'agissant des crues lentes ou inondations de plaine. Le sujet s'est avéré suffisamment prometteur pour que l'agence spatiale européenne (ESA) soutienne dans le cadre de son projet EOMD (Earth Observation Market Development) la mise en place d'un service opérationnel de cartographie rapide.

Ce service a pour vocation de produire et de diffuser de l'information géographique sur les catastrophes naturelles, pendant la période de crise, en utilisant toutes les plates-formes spatiales existantes. L'objectif est de délivrer une information géographique pertinente aux utilisateurs moins de 12 heures après l'acquisition des données brutes par le satellite. Les produits du service sont des cartes numériques créées à la volée à partir des données satellitaires événementielles et de référence, fusionnées avec toutes les informations géolocalisées accessibles (en temps rapide). Ces cartes sont de plusieurs types : carte de localisation, carte d'extension événementielle, carte d'intensité de l'évènement, carte d'impact, carte de détail. Ce service, initialement tourné vers la cartographie des crues de plaines, a été étendu à tous les types de catastrophes naturelles. Cette réorientation s'est effectuée en partie en raison de l'utilisation des ressources du service dans le cadre des opérations de la Charte Internationale «Espace et Catastrophes Majeures».

La Charte Internationale «Espace et Catastrophes majeures»

Depuis la fin de l'année 2000 la Charte Internationale «Espace et Catastrophes Majeures» met à disposition des organisations de protection, de défense, de sécurité civile et de secours du monde entier les ressources des agences

spatiales signataires. L'objectif est de faire bénéficier gratuitement la communauté internationale du potentiel d'information offert par l'imagerie spatiale en cas de désastre majeur ; ceci au travers d'un guichet d'entrée unique mobilisant de façon prioritaire les moyens spatiaux. A l'heure actuelle, six agences spatiales sont membres de la Charte : la NOAA (USA), l'ISRO (Indes), et CONAE (Argentine) ayant rejoint les membres fondateurs : le CNES (France), l'ESA (l'agence spatiale européenne) puis CSA (Canada) ; cette liste doit évoluer dans un futur proche (JAXA, Japon). Les moyens spatiaux associés à la Charte par l'intermédiaire de ces agences spatiales sont des systèmes optiques : SPOT, IRS, SAC-C, POES, GOES et MERIS et les plates-formes radar : ERS, ENVISAT et RADARSAT.

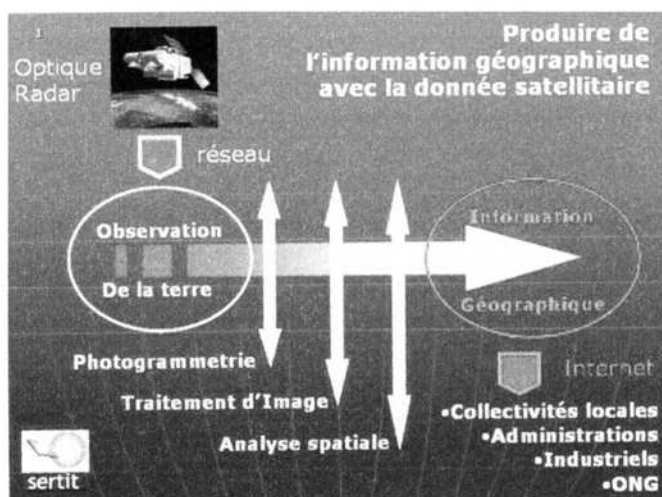
Entre novembre 2000 et janvier 2005 la Charte internationale a été déclenchée à plus de 80 reprises pour des catastrophes naturelles ou technologiques de tous types : séismes, éruptions volcaniques, glissements de terrain, inondations cyclones et tempêtes, feux de forêts, pollutions marines, tsunamis, explosions La Charte internationale ne prévoit pas le mode d'exploitation des données satellites brutes qu'elle met à disposition des services de gestion de crise. Dans la pratique, les agences spatiales participent souvent à l'élaboration de l'information de crise. Cette valeur ajoutée est réalisée en interne ou déléguée à un opérateur spécialisé. Ainsi, le service de cartographie rapide du Sertit a été mobilisé à 21 reprises depuis le printemps 2001, par l'ESA, le CNES ou les Nations Unies.

Réalisation d'un produit de cartographie rapide

La cartographie événementielle repose sur la comparaison d'un état de référence, avant l'évènement avec l'état

observé pendant le déroulement de l'évènement ou immédiatement après ; les deux observations étant obtenues au moyen de «l'œil spatial». Les images de référence sont tirées des archives tenues par les distributeurs de données spatiales ; les images événementielles sont obtenues en programmant les moyens satellites pour acquérir au plus vite des images du lieu de la catastrophe (dans le cadre ou non de la Charte Internationale). L'impact de l'évènement est apprécié alors en assimilant les différences entre les deux images à la réalisation de l'aléa. Dans la pratique, pour pouvoir réaliser cette comparaison ou détection de changements, il est préférable de disposer d'images avant - après présentant des caractéristiques techniques les plus proches possibles. Dans tous les cas, le préalable indispensable est la correction géométrique et la projection des images brutes dans un référentiel commun sans quoi aucun traitement numérique multi-source n'est réalisable. La délimitation de l'extension géographique de l'évènement catastrophique : périmètre affecté par l'inondation, zones dévastées par le séisme, les coulées volcaniques, le tsunami ... est réalisée en validant par photo-interprétation la carte de changement issue du traitement numérique.

Le produit final générique «de base» de cartographie rapide d'un évènement catastrophique est composé en incrustant l'emprise événementielle extraite sur un fond cartographique de référence. Ce produit peut être «tout spatial» si le fond de référence utilisé est une image satellite, par exemple une image SPOT 5¹ (fausse) couleur naturelle à 2.5 mètres de résolution. Ou bien, une autre façon de publier la donnée de crise issue du spatial est d'utiliser un fond cartographique standard type SCAN 25² et/ou d'utiliser les possibilités offertes par les bases de données vecteur type BD CARTO³ pour renseigner au mieux la carte de crise numérique. Sur le plan des principes, les possibilités pour le montage final de la cartographie de crise sont nombreuses si les données sont accessibles en temps rapide et géolocalisées.



¹ © CNES, distribution Spot Image

² © IGN

³ © IGN

Palette des produits de cartographie rapide

Chaque crise est un cas particulier et nécessite une cartographie spécifique ; néanmoins les produits cartographiques réalisés peuvent être classés dans quatre grandes catégories.

Fournir de l'information pour la gestion de la crise, donc en temps rapide, à l'échelle mondiale, implique souvent la nécessité de procurer à des équipes d'intervention expatriées des éléments de repérage pour des zones peu connues dont les fonds cartographiques sont difficilement accessibles dans l'urgence, et/ou dont les cartes disponibles sont très largement obsolètes (plusieurs dizaines d'années : cas de l'éruption du Nyiragongo au Congo en 2001 et du tremblement de terre de Bingol en Turquie en 2003). Les cartes de localisation sont le premier type de produit de cartographie rapide. Ces spatio-cartes sont réalisées en exploitant les images les plus récentes (le plus souvent âgées de 1 et 4 ans) contenues dans les archives de données spatiales que l'on combine dans la mesure du possible avec des informations sur la toponymie, sur les voies de communications et parfois sur les densités de population. Ces cartes numériques sont « par construction » compatibles avec l'emploi de systèmes GPS sur le terrain, comme tous les autres produits cartographiques réalisés.

Le second type de spatio carte constitue le produit fondamental de la cartographie rapide: c'est la carte d'extension de l'évènement. Cette carte binaire distingue de la manière la plus exhaustive possible les zones affectées et non affectées par le phénomène. Plusieurs niveaux d'information sont adressés par ce type de spatio-carte. Avant toute chose, il s'agit de fournir une évaluation globale de l'évènement qui puisse aider à un dimensionnement de moyens d'intervention. L'imagerie spatiale est particulièrement bien adaptée à ce type de mission avec sa capacité de vision synoptique de larges territoires. Ainsi, une seule image ASAR d'ENVISAT⁴ mode large permet de couvrir tout le bassin de l'Elbe affecté par les inondations d'août 2002 ; une mosaïque (120 x 120 km) de 4 images SPOT couvre l'essentiel des zones affectées par les crues cévenoles de septembre 2002. Le cas paroxystique du tsunami de décembre 2004 affectant 6000 km de côtes illustre bien le cas où seul l'outil spatial est à même d'intervenir, et encore grâce à une coalition de tous les moyens civils mondiaux. Au-delà de l'évaluation globale de l'évènement, l'inventaire systématique des zones affectées suppose la réalisation de spatio-cartes détaillées. La très haute résolution devient rapidement nécessaire surtout pour ce qui concerne les phénomènes à impacts très dispersés comme le tremblement de terre de Al Hoceima (Maroc, février 2004).

4

Le Sertit opérateur de la Charte Internationale

▪ Tsunami Asie SE	Décembre 2004	(CNES)
▪ Floods Philippines	Décembre 2004	(UN)
▪ Floods in Haiti	September 2004	(UN)
▪ Floods & humanitarian in Darfur	August 2004	(UN)
▪ Floods in Haiti	June 2004	(UN)
▪ Floods in Namibia	April 2004	(UN)
▪ Earthquake Al Hoceima, Morocco	February 2004	(UN)
▪ Earthquake in Bam, Iran	December 2003	(ESA)
▪ South France Flooding	December 2003	(CNES)
▪ Philippines Flooding	December 2003	(UN)
▪ Dominican Republic Flooding	December 2003	(UN)
▪ Boumerdes Earthquake, Algeria	May 2003	(CNES)
▪ Bingol Earthquake, Turkey	May 2003	(ESA)
▪ Stromboli Eruption, Italy	April 2003	(ESA)
▪ Gard Flooding, France	September 2002	(CNES)
▪ Elbe Flooding, Germany	August 2002	(ESA)
▪ Nyiragongo Lava Flow, Congo	January 2002	(CNES)
▪ Meuse Flooding, France	January 2002	(ESA)
▪ Saône Flooding	March 2001	(ESA)
▪ San Salvador Earthquake	2001	(CNES)



A la suite de la première question sur l'étendue géographique du phénomène se pose le problème de distinguer les zones les plus touchées de celles affectées plus légèrement, préoccupation des gestionnaires de la crise chargés du déploiement des moyens. Cette notion d'intensité de l'évènement est appréhendée de diverses manières : carte départementale du pourcentage de la surface immergée par commune dans le cas des inondations du Gard en 2002 ; carte des dégâts estimés par quartier comme à Bam (Iran,

décembre 2003) avec un découpage en trois niveaux de destruction de l'habitat ; carte d'intensité des écoulements de crues (4 classes) pour les inondations de Gonaive en Haïti (septembre 2004), carte des types d'écoulement pour les inondations à Saint-Domingue en mai 2004.

Les cartes d'impact constituent un pas supplémentaire dans la description des effets induits par les catastrophes naturelles. Il s'agit de fournir une information sur les enjeux

⁴ © et distribution Agence Spatiale Européenne (ESA)

affectés par la catastrophe. Cette information sur les enjeux touchés peut être implicite avec la couche de fond des cartes d'extension du phénomène : identification des zones rurales et urbaines sur une image satellitaire à très haute résolution ou sur un fond cartographique type SCAN25. Mais ce type de cartographie peut aussi être le résultat d'un travail spécifique combinant par exemple une cartographie de l'occupation du sol avec une cartographie de l'intensité des dégâts ; ainsi dans les cas du séisme de Bam, des inondations de Gonaive et du tsunami sur Banda Aceh (Indonésie, décembre 2004) les cartographies des typologies urbaines ont été «croisées» avec les cartes d'intensité événementielle pour délivrer rapidement une évaluation des impacts. De tels produits particulièrement adaptés au dimensionnement des moyens pour les phases de reconstruction demandent un temps de confection un peu plus long (en jours), tout à fait compatible avec la période de transition crise - post crise.

Les façons de produire de l'information géographique en temps de crise sont loin d'être toutes explorées. Une des sources d'évolution possible est sans conteste l'accès en temps rapide à des bases de données géographiques distribuées. La combinaison de l'information événementielle sensu stricto avec des données de référence détaillées et actualisées ouvre la porte à une bien meilleure quantification des impacts. Ce souci de l'accès rapide aux données utiles pour l'élaboration de l'information de crise se confond complètement avec la problématique de la diffusion des produits de crise.

Diffusion des produits de cartographie rapide

La dernière étape du processus de cartographie de crise, et qui en fait partie intégrante, est la diffusion - publication du produit. Cette diffusion repose sur les ressources offertes par les techniques de la géomatique combinées aux possibilités des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) et des réseaux de télécommunications. Pour que cette diffusion soit efficace, il est nécessaire d'en varier les modes afin d'optimiser les chances d'être compatible avec les moyens techniques (télécommunications, logiciels, savoir faire) de l'utilisateur final. Les produits cartographiques de crise sont, par construction, numériques et géoréférencés ; il est par conséquent aisé de les décliner. Du plus simple techniquement jusqu'au plus sophistiqué, la palette utilisée couramment va de la carte, document papier, communiquée par Fax (en voie de disparition), à la cartographie interactive à travers l'Internet, et les bases de données géographiques distribuées. A l'heure actuelle, le mode de transmission de l'information le plus utilisé reste la carte, sous forme d'image numérique, complétée ou non par les informations de géoréférencement. Ce document numérique est formaté de diverses manières pour être communicable en tant que document attaché à un courriel, téléchargeable sur un site FTP, visible et téléchargeable sur un site Internet dédié.

L'information de crise peut être sensible, la palette des techniques de diffusion d'une information digitale, autorise une différenciation entre les utilisateurs et ce faisant un contrôle des accès. La sécurisation du contrôle des accès est une chose, l'assurance de fournir effectivement l'information aux services en charge de la gestion de crise en est une autre. La publication de l'information de crise par le service de cartographie rapide ne s'improvise pas ; elle est catalysée par une interconnexion de ce service avec les acteurs de la crise : autorités nationales comme le COGIC⁵ et régionales comme les COZ⁶ et SDIS⁷, ou les acteurs de la solidarité internationale comme les services des Nations Unies et ONG.

Potentiel de l'imagerie spatiale pour la cartographie événementielle

L'équation de base de la cartographie événementielle est de disposer d'un observateur, capteur, enregistreur sur les lieux de la catastrophe dans un laps de temps le plus réduit possible après l'évènement (voir au moment de l'évènement), sachant que la scène à surveiller peut être située en tout point du globe terrestre. Du strict point de vue de l'emprise du champ à couvrir, le potentiel offert par les satellites d'observation de la terre paraît sans rival. Deux questions (au moins) se posent cependant : ces observations satellitaires se font-elles au bon moment et la résolution des images est-elle suffisante pour réaliser un produit pertinent ?

Concernant le premier point, à savoir la disponibilité d'un outil d'observation au bon moment au bon endroit du globe, il est clair que la multiplication des plates-formes opérationnelles, combinée aux capacités de pointage des satellites actuels, entraîne une bonne probabilité pour que les lieux d'une catastrophe soient «imagés» au moins une fois dans les 24 heures suivant l'évènement. Les systèmes radar opérationnels, qu'ils soient commerciaux comme RADARSAT⁸ ou institutionnels comme ENVISAT et ERS⁹, permettent de s'affranchir des conditions atmosphériques locales parfois préjudiciables pour les systèmes optiques. L'expérience accumulée au cours des dernières années grâce à la Charte Internationale étaye ces constatations. De plus, en cas d'évènement majeur, un effet d'entraînement de la Charte est constaté. Il a pour conséquence une «explosion» des prises de vues : les opérateurs des plates-formes spatiales (intégrés ou non dans la Charte, institutionnels ou commerciaux) «imagent» au maximum l'impact du phénomène dans les jours et les semaines qui suivent l'évènement médiatique. Cette tendance, déjà notée lors des inondations du SE de la France en décembre 2003 et du séisme de Bam quelques semaines plus tard, a atteint son paroxysme à la suite du tsunami asiatique du 26 décembre 2004. Il faut remarquer également que le temps nécessaire pour l'acquisition d'une image d'une zone touchée par une catastrophe ne relève pas uniquement de considérations techniques : fréquence de revisite, agilité et réactivité de programmation des satellites. Le temps de la prise de décision sur le déclenchement de l'acquisition est signifiant lui aussi dans le

⁵ COGIC : Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises à la direction de la défense et de la sécurité civiles du Ministère de l'Intérieur.

⁶ COZ : Centre Opérationnel de Zone de défense.

⁷ SDIS ; Service Départemental d'Incendie et de Secours.

⁸ © Agence spatiale canadienne, distribution Radarsat International.

⁹ © et distribution Agence Spatiale Européenne (ESA).

déroulement de la chaîne débouchant sur l'acquisition de l'image de crise.

Sur le second point concernant la pertinence des résolutions spatiales la réponse est encore moins simple et déborde largement le cadre de cette présentation. Néanmoins, les grandes lignes du problème peuvent être esquissées. Avant toute chose, chaque classe d'aléa : inondation, tremblement de terre, tempête ... s'exprime sur le terrain de façon spécifique. De plus, les conditions locales, naturelles et anthropiques, et la variabilité intrinsèque de chacun des phénomènes conditionnent l'expression des impacts. Par conséquent, il n'y a pas une résolution optimale pour la cartographie des aléas. Mais il n'y a pas non plus une seule façon de cartographier les catastrophes naturelles : le problème de la résolution ne peut pas être dissocié du problème de l'application. Les informations à produire doivent être adaptées à la gestion de crise, à la reconstruction, à la planification ou à la prévention des risques. Ainsi, s'il est facile d'exprimer le principe générique de la cartographie événementielle comme la réalisation d'une carte de changements, dans la pratique, les bases de cette comparaison nécessitent une adaptation à chaque cas particulier événementiel et applicatif. A titre d'exemples, pour délimiter l'extension du champ d'inondation des crues du Zambèze au printemps 2004 en Namibie la résolution décimétrique d'un capteur radar suffit largement ; pour inventorier les immeubles affectés par le tremblement de terre de Boumerdès (Algérie) en 2003 les résolutions métriques et infra-métriques des satellites QuickBird¹⁰ et Ikonos¹¹ sont nécessaires ; pour la cartographie des impacts du séisme de Bam l'imagerie de référence très haute résolution Spot 5 fait la différence en permettant de valider la présence d'un bâti avant l'évènement. Deux remarques finales sur la question de la résolution : les résolutions «standard» des satellites optiques d'observation de la terre récents ou en phase de construction sont métriques ou infra-métriques pour les capteurs panchromatiques ; métriques à pluri-métriques pour les capteurs multi-spectraux classiques ; pluri-métriques pour les plates-formes radar en construction ; par conséquent, en termes de résolution géométrique, le futur proche s'annonce prometteur. Mais la fuite en avant vers les résolutions de plus en plus élevées ne résout pas tous les problèmes. A côté de la pénalisation induite par l'explosion du volume des données, ceci tout au long de la chaîne de production, il faut noter que les procédures de traitement numérique en vue de réaliser des segmentations thématiques appliquées à des images à très haute résolution sont balbutiantes. C'est pourquoi, souvent, l'exploitation dans l'urgence de ces images à très haute résolution relève plus du photo-reportage pointilliste que d'une cartographie réelle délimitant au minimum, et de façon exhaustive, les zones affectées et non affectées. L'iconographie pléthorique produite à l'occasion du tsunami dans l'océan Indien, et publiée sur l'Internet, illustre à l'envie ce phénomène ; il ne s'agit pas de dénier l'intérêt des images

commentées, mais de les distinguer de véritables produits cartographiques.

Pour la cartographie événementielle, si la résolution est un point important, la fréquence de revisite des satellites l'est au moins autant. De nombreux paramètres des plates-formes spatiales influent sur la fréquence de revisite ; ainsi, si la fauchée du satellite est réduite, ce qui est le cas pour beaucoup des satellites les plus résolus, la fréquence de revisite aura besoin d'être plus élevée pour compenser le manque de «largeur» de l'acquisition. De la même façon, l'aptitude des plates-formes spatiales à répondre à une «demande risque» dépend à l'évidence de la réactivité de la chaîne de programmation combinée à l'agilité de la plate-forme spatiale. Dans ce segment du processus, les possibilités de «programmation tardive» (au plus près de l'acquisition) sont d'un intérêt majeur lorsque l'on veut serrer les évènements au plus près.

Perspectives

La plate-forme (ou la constellation) spatiale idéale pour la cartographie événementielle n'est pas encore en orbite. D'ores et déjà, l'exploitation des outils d'observation de la Terre, disponibles pour la production d'information dédiée à la gestion des catastrophes naturelles, en particulier dans le cadre de la Charte Internationale Espace et Catastrophes Majeures, a prouvé l'utilité de la filière spatiale en temps de crise. Les avantages spécifiques des moyens spatiaux, pour l'application risque, sont nombreux : couverture mondiale, vision instantanée de vastes territoires, fréquence élevée d'observation, indépendance aux conditions locales météorologiques (avec le radar) et à l'état des infrastructures (après un désastre), donnée numérique calibrée, archives de référence ... Ces qualités propres sont bonifiées par d'autres technologies spatiales complémentaires en particulier les télécommunications satellites et les systèmes de navigation par satellite, actuels GPS¹² et GLONASS¹³ et à venir : GALILEO¹⁴.

L'expérience accumulée au cours des dernières années est significative, les marges de progression disponibles sont grandes en termes de procédures, de technique, d'analyse thématique, de chaîne de diffusion ... Les objectifs principaux sont de compresser au maximum les temps et d'améliorer la pertinence de l'information produite pour nos utilisateurs. Ces objectifs ne pourront être atteints que si tous les acteurs de la filière se mobilisent de concert : agences spatiales, producteurs de données, opérateurs de valeur ajoutée et bien entendu les utilisateurs et les bailleurs de fonds. A l'heure où l'initiative européenne GMES¹⁵ entre dans sa phase opérationnelle, la cartographie rapide constitue une «brique de service» générique intégrable dans de nombreuses applications et services globaux qui relèvent de l'aménagement du territoire, de la gestion des risques, de l'aide humanitaire et du monde de l'industrie et des services.

¹⁰ © et distribution European Space Imaging.

¹¹ © et distribution DigitalGlobe.

¹² Global Positioning System appartient au Département de la Défense des Etats Unis.

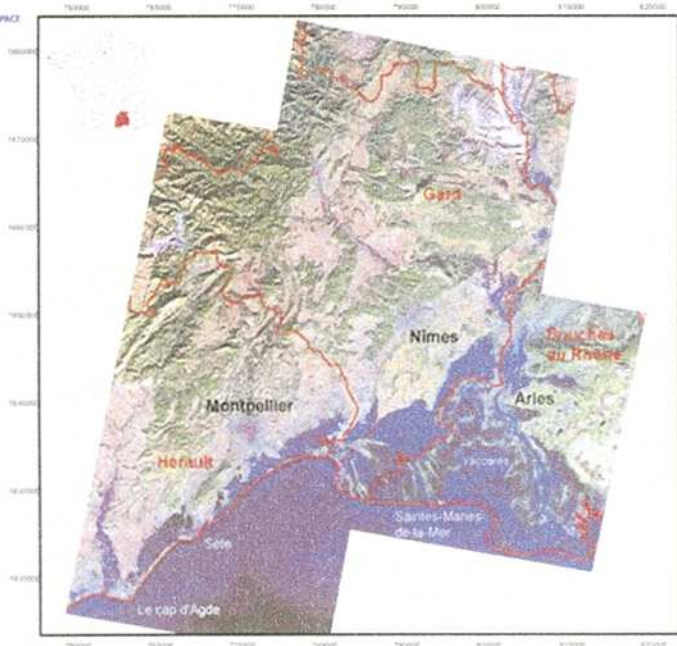
¹³ Global Navigation Satellite System appartient au Ministère de la Défense de la Fédération Russe.

¹⁴ Système européen de satellites de navigation, projet de la commission européenne et de l'ESA.

¹⁵ Global Monitoring for Environment and Security une initiative commune de la Commission Européenne et de l'Agence Spatiale Européenne visant à mettre en place une ressource d'information opérationnelle adressant globalement les domaines de l'environnement et de la sécurité.



Mosaïque des images de crise des 6 et 7 décembre 2003
sur l'Hérault, le Gard et les Bouches du Rhône



Données sources
Images SPOT 5 du 06/12/03
Images SPOT 4 du 07/12/03
BD Carte IGN 2003

Orthorectification et traitements SERTIT
Développement du Service de cartographie
rapide soutenu par FESA

-  Zones naturelles
-  Zones agricoles
-  Zones urbaines
-  Nuages
-  Eau en surface
-  Limites de département



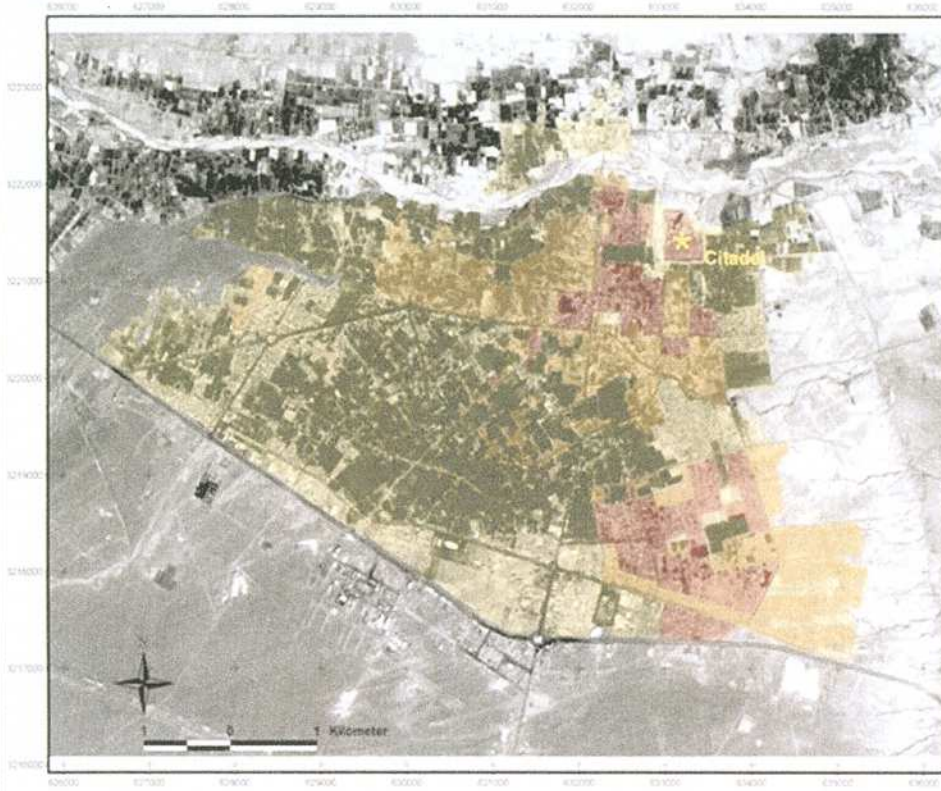
10 0 10 20 km
Projection Lambert 2 étendu



© IGN - format Point-Essence
© CNES 2002
Distribution Spot Image
Réalisation SERTIT 2003
© SERTIT 2003



Bam City overview - Damages zonation map from satellites data



Used data

Crisis Images
 Spot 4 29 december 2003
 IRS 29 december 2003
 Ikonos 27 december 2003

Reference images
 IRS 17 may 2003
 Spot 5 21 october 2003

Realisation
 Sertit 2003 - 2004

Damages zonation

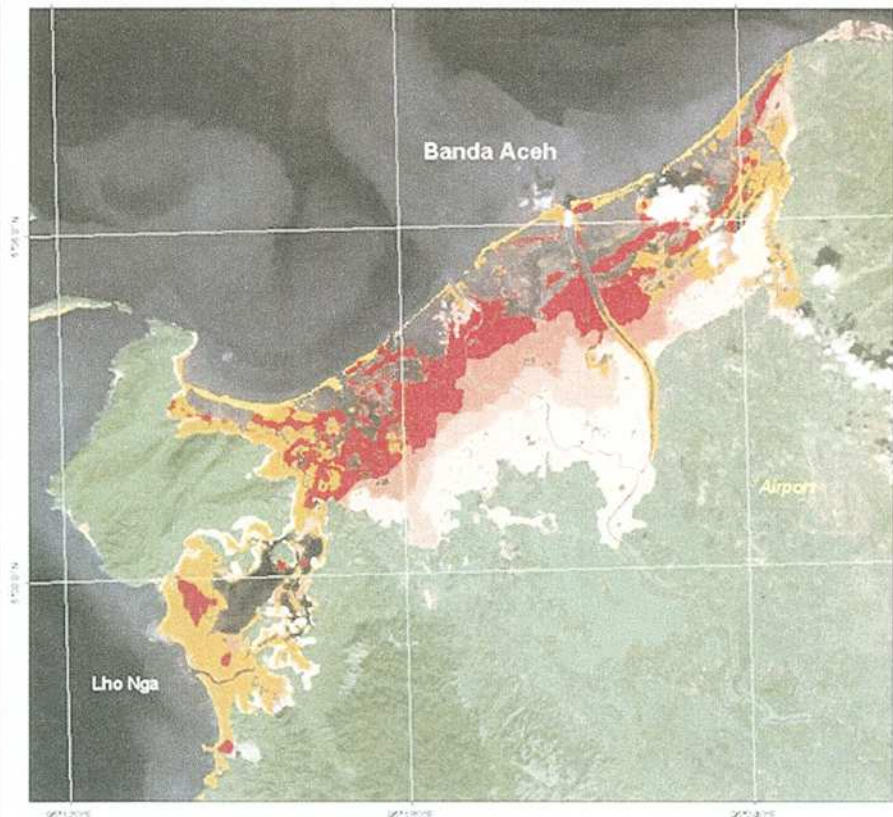
- Not visible or weak
- Visible
- Important

Background image
 IRS 29 december 2003

© CNES 2003; distributed by Spot Image
 © ISRO 2003
 © Space Imaging 2003; distributed by European Space Imaging
 © Sertit 2004



Sumatra: damage map based on Spot 5



Indonesia - Sumatra
Banda Aceh area

Damage map
30 December 2004



Damage within urban area

- Devastated urban area
- Highly affected urban area
- Affected urban area
- Not highly affected

Damage within rural/natural area

- Completely destroyed shoreline
- Devastated rural area
- Devastated lagoon



Disaster type: Tsunami
 Disaster date: 26 December 2004

Data source: SPOT 5 archive (2.5 m)
 Acquisition date: 30 December 2004
 © CNES 2004; distribution SPOT Image

Datum: WGS 84
 Projection: UTM 48S

Scale: 1:100 000 for A3 print

Map created 04 January 2005 by SERTIT
 © SERTIT 2005

www.sertit.com
 http://www.sertit.com

