

La catastrophe d'Asie du Sud Est observée par satellite

Le tsunami qui a touché l'Asie du Sud Est le 26 décembre a été un des cataclysmes naturels des plus dévastateurs et des plus meurtriers des cent dernières années. Les moyens de télédétection spatiale ont été activés dans le cadre de la Charte Espace et Catastrophes Majeures pour fournir très rapidement un support cartographique aux équipes en partance ou présentes sur le terrain.

■ mots clés

tsunami, satellite, SPOT 5, dégâts, cartographie rapide.

Le 26 décembre 2004, un séisme sous-marin d'une magnitude de 9 sur l'échelle de Richter secoue la partie Est du golfe du Bengale. Dès lors naît une vague gigantesque qui devait déferler quelques dizaines de minutes plus tard sur les côtes de l'île de Sumatra, en Thaïlande, puis atteindre au bout de quelques heures les côtes de l'Inde, du Sri Lanka, des Maldives, et enfin s'éteindre sur les côtes de Somalie (figure 1). La vague a pénétré de plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres. Les dégâts colossaux générés en quelques minutes par ce tsunami s'étendent sur près de 6000 km de côtes.

Peu de temps après le cataclysme, les demandes d'activation de la Charte Internationale "Espace et Catastrophes Majeures" émanent du Ministère indien de l'Intérieur, de la Sécurité Civile française et des Nations Unies pour obtenir des informations cartographiques fiables sur les différentes côtes touchées. Les besoins d'évaluation de la situation sont immenses afin de pouvoir déployer au mieux les équipes de secouristes et l'aide humanitaire. Il s'agit alors de produire rapidement des cartes localisant les zones touchées, de tenter d'en évaluer l'intensité. Mais c'est aussi la cartographie de base qui fait parfois défaut car même lorsqu'elle existe, elle est souvent obsolète.

La Charte Internationale Espace et Catastrophes Majeures

Issue de la conférence UNISPACE III de Vienne, en juillet 1999, la Charte Internationale "Espace et Catastrophes Majeures" est un accord entre plusieurs grandes agences spatiales : en premier lieu le CNES (*Centre National d'Etudes Spatiales*, France) et l'ESA (*European Space Agency*), rejoints ensuite par la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, USA), la CSA (*Canadian Space Agency*, Canada), l'ISRO (*Indian Space Research Organisation*, Inde) et la CONAE (*Comisión Nacional de Actividades Espaciales*, Argentine). Cet accord prévoit l'activation de tous les systèmes d'observation disponibles (SPOT, ERS, Envisat, Radarsat, IRS, GOES...) sur une zone donnée et de mettre gratuitement les données à disposition des autorités compétentes, généralement le service de protection civile des

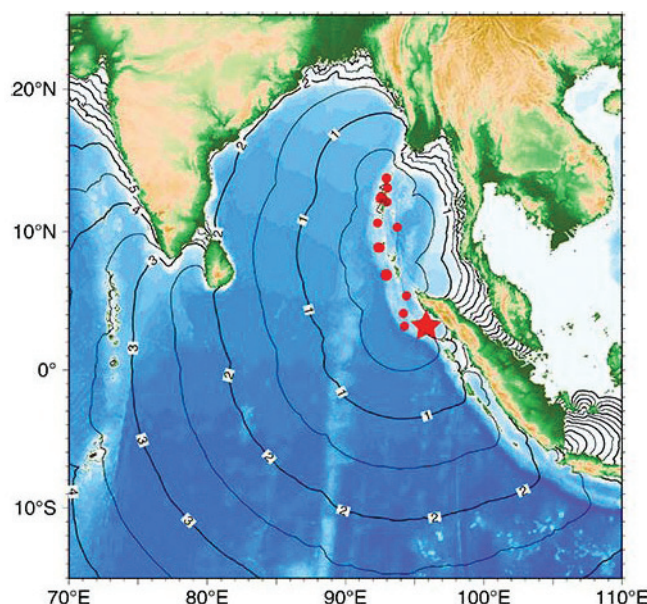


Figure 1. Temps de parcours (en h) du Tsunami après la secousse initiale

<http://staff.aist.go.jp/kenji.satake/Sumatra-E.html>

pays membres de la Charte ou le Bureau des Affaires Spatiales des Nations Unies (*United Nations Office for Outer Space Affairs*, UNOOSA) pour l'ensemble des services des Nations Unies. Chacune des agences spatiales assure à tour de rôle une astreinte afin de réceptionner les demandes et d'organiser les moyens d'acquisition, de traitement et de diffusion de l'information.

La Charte a été utilisée 79 fois (au 15 janvier 2005) depuis sa création. Sa sphère d'intervention couvre tous les risques naturels, comme les risques technologiques : inondations (Elbe, août 2002 ; Gard, septembre 2002 et sud Est de la France, décembre 2003 ; Haïti et la République dominicaine, en mai et septembre 2004 ; Philippines, décembre 2004), séismes (Alger, mai 2003 ; Bam, Iran, décembre 2003), éruption volcanique (Nyiragongo, 2002), marée noire (le Prestige, 2002)... Tous les éléments relatifs aux différentes occurrences d'activation de la Charte peuvent être retrouvés sur son site Internet (<http://www.disasterscharter.org>).

Le SERTIT développe depuis plusieurs années un service de cartographie rapide, fondé sur l'exploitation des données d'observation de la Terre, pour aider à la gestion des catastrophes naturelles. Ce développement de service est actuellement soutenu par l'ESA. Dans un même temps, le CNES a retenu pour trois ans le SERTIT en tant que prestataire de valeur ajoutée sur les données spatiales, pour les activations de la Charte qu'il est amené à gérer depuis janvier 2004. Les bénéfices induits par l'utilisation des moyens spatiaux pour de telles applications sont nombreux : couverture mondiale ; vision instantanée de vastes territoires ; répétitivité de l'observation ; indépendance aux conditions locales telles que la météorologie (dans le cas de l'utilisation des systèmes radar), l'état des infrastructures et des services ; réactivité et vitesse de diffusion d'une information formatée par une chaîne d'acquisition et de production dédiée et expérimentée.

Actions de la Charte lors du tsunami en Asie

L'activation de la Charte par trois autorités différentes, sur trois zones géographiques distinctes (l'Inde pour l'ISRO, le Sri Lanka pour la Sécurité Civile française, la Thaïlande, l'Indonésie et les Maldives pour les Nations Unies) a donné lieu à un volume très important de programmations des systèmes d'observation de la Terre. Le SERTIT a été amené à trai-

SERTIT

Le SERTIT est un centre de transfert de technologie et de valorisation de la recherche en téledétection appartenant à l'université Louis Pasteur de Strasbourg. Sa vocation est de produire de l'information consommable à partir de l'observation de la Terre par tous les systèmes spatiaux en utilisant les outils de la photogrammétrie, du traitement d'image, des SIG ainsi que les nouvelles techniques de l'information et de la communication. Soutenu par l'ESA, utilisé par le CNES, le SERTIT développe un service de cartographie rapide dédié à la fourniture d'information de crise sur les catastrophes naturelles fondé sur la donnée satellitaire.

ter les données pour le compte de la Sécurité Civile et des Nations Unies, sur le Sri Lanka et l'Indonésie.

Finalement, c'est une base de données de près de 70 Go qui a été constituée en une semaine et demie. Grâce à cette base, 88 produits cartographiques ont été mis à disposition des services de la Sécurité Civile française, présente sur le terrain, et des Nations Unies. Parmi ces produits, on peut notamment trouver :

- Des cartes de localisation à petite échelle (1/1 000 000) : relief, principaux axes de communication, villes principales...
- Des spatio-cartes obtenues par croisement de données cartographiques, d'imagerie satellitaires et de données altimétriques

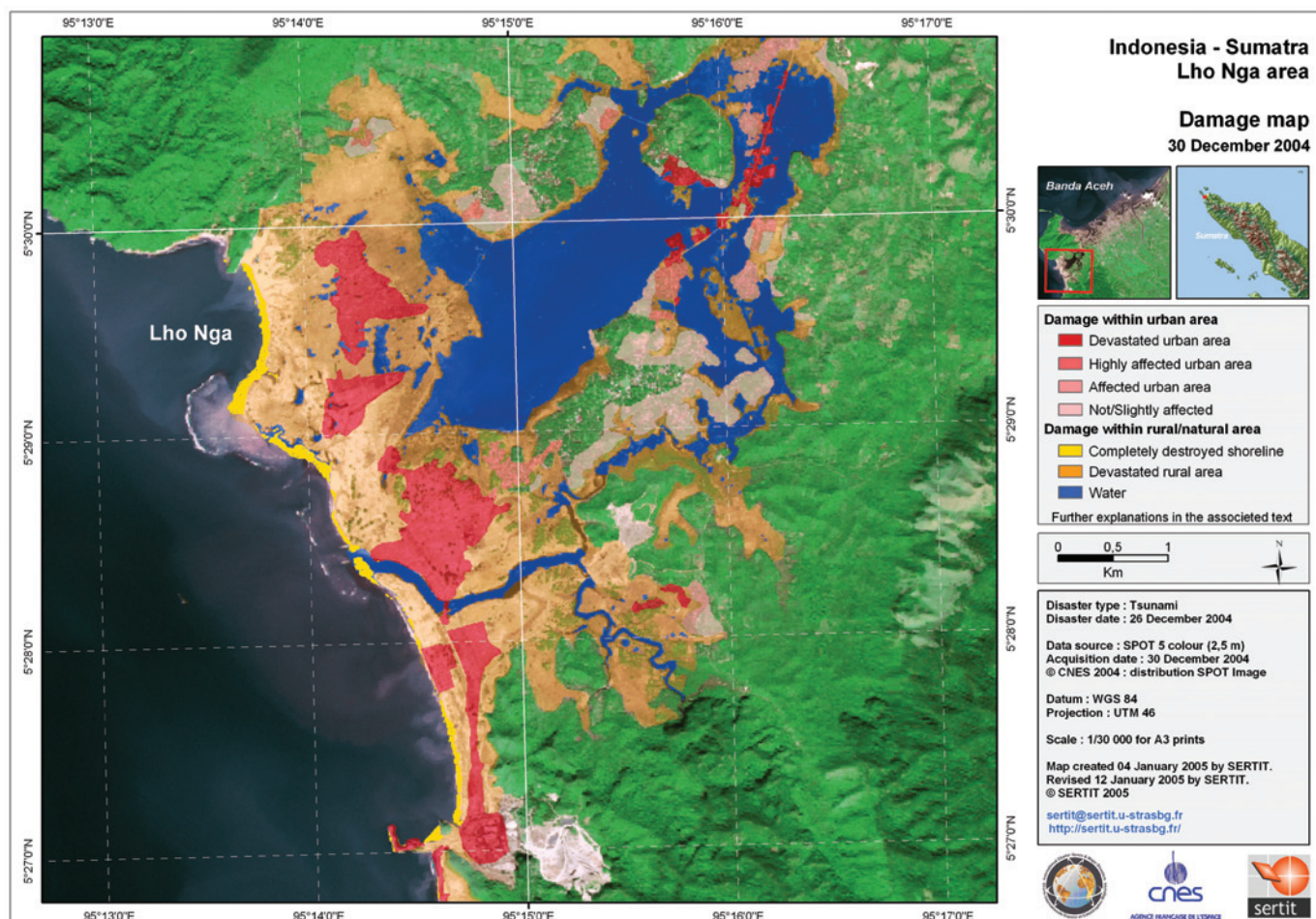


Figure 2. Carte de dégâts sur la zone de Banda Aceh - Lho Nga, au nord de Sumatra.

haute résolution présentant les zones de dégâts potentiels

- Des spatio-cartes (à base d'images satellitaires) à plus grande échelle (au 1/500 000) localisant les zones touchées par la vague
- Des spatio-cartes de détail (1/50 000 au 1/10 000) présentant une localisation fine des dégâts, résultante de l'interprétation des images

La comparaison d'images de référence (acquises avant l'événement) et de crise (acquises après) permet d'obtenir une appréciation de l'intensité et un zonage des dégâts. Deux séries de cartes ont été réalisées : sur le Sri Lanka d'une part et sur la pointe nord de Sumatra (Indonésie) d'autre part. Cette dernière région traitée englobe notamment les agglomérations durement touchées de Banda Aceh (environ 200 000 habitants) ou de Lho Nga (figure 2 et 3).

Les cartes de dégâts sont constituées d'une image de référence affichée en couleurs naturelles pour donner un effet réaliste, proche d'une photographie aérienne, et facilement compréhensible par le non-spécialiste. Cette image est drapée par un zonage de dégâts obtenu par photo-interprétation des couples d'images Avant-Après, aidée par l'analyse d'indices numériques composites, de données SPOT 5 Super Mode, à 2,5 m de résolution spatiale :

■ Zone urbaine

- **Dévastée** : zone urbaine, de densité moyenne à forte, totalement détruite par le passage du tsunami : ces secteurs sont totalement rasés.

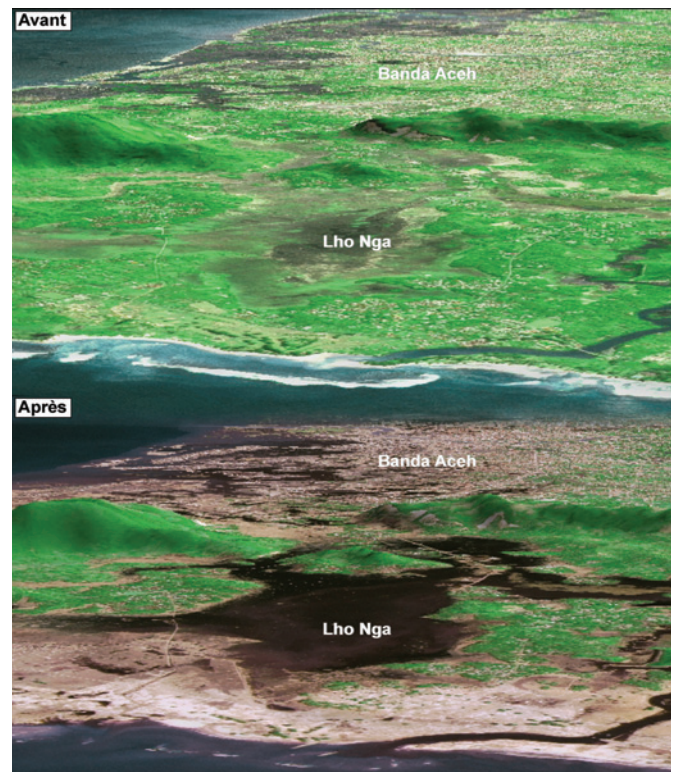


Figure 3. Vue 3D des dégâts sur Lho Nga à partir de données SPOT 5 à 2.5m

© SERTIT 2005

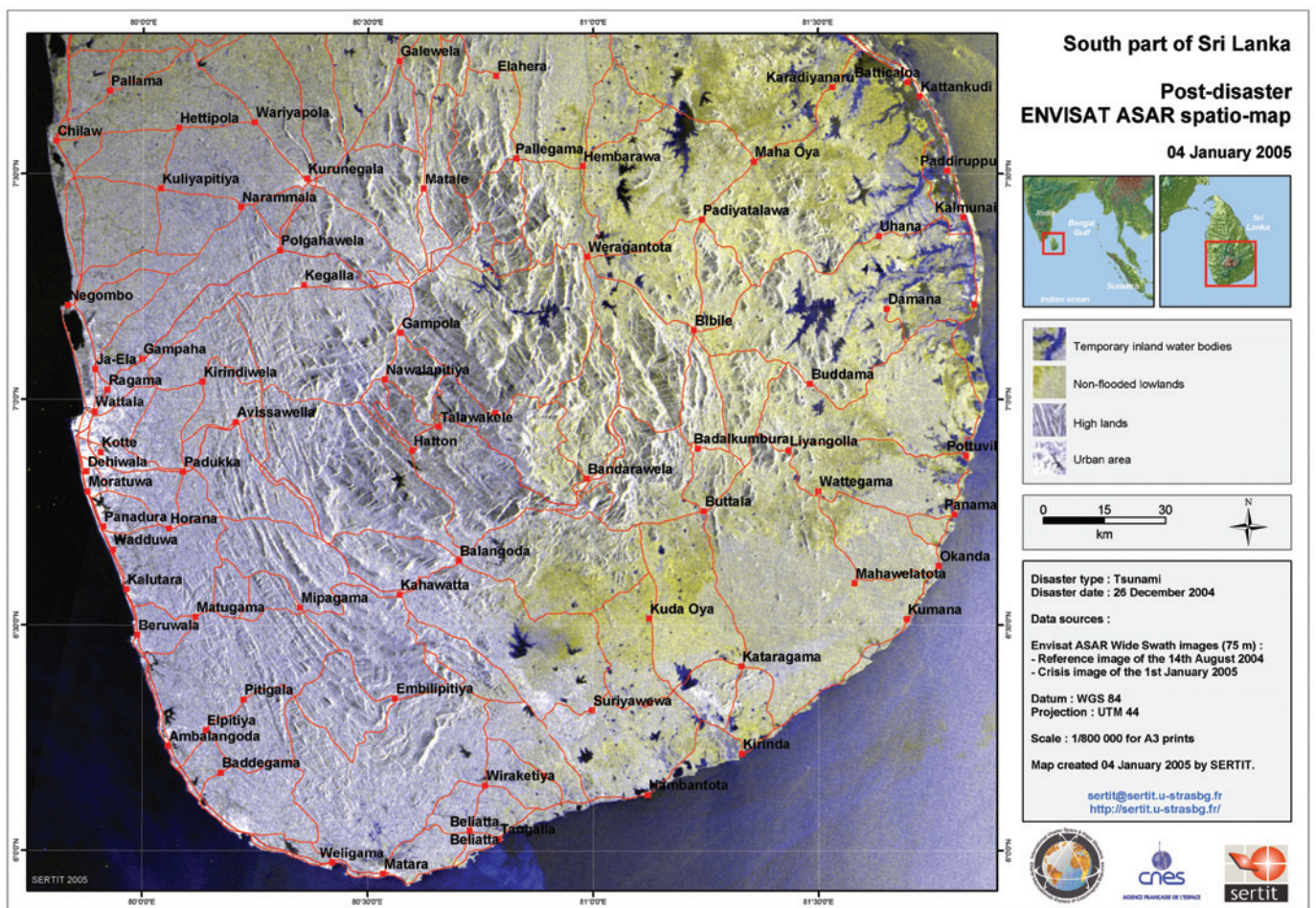


Figure 4. Carte post-crise du Sud du Sri Lanka réalisée à partir de données ENVISAT ASAR à moyenne résolution (75m).

- ■ ■ • **Fortement affectée** : zone urbaine, de densité moyenne à forte, fortement affectées par le passage du tsunami. De nombreux bâtiments sont détruits et/ou fortement endommagés, les espaces ouverts (rues, cours, parcs) sont recouverts de débris et de boue.
- **Affectée** : zone urbaine, de densité urbaine moyenne à forte, affectée par le passage du tsunami : peu de dégâts sur les bâtiments visibles sur les données d'observation de la terre SPOT 5, 2,5 m de résolution, mais encore beaucoup de traces du passage de l'eau, avec d'assez nombreux débris et boues dans les espaces ouverts.
- **Peu ou pas affectée** : zone urbaine, de densité moyenne à forte, pas ou peu affectées par le passage du tsunami. Pas de dégâts sur bâtiments visibles sur données d'observation de la terre SPOT 5, 2,5 m de résolution, mais quelques traces locales du passage de l'eau, présence de boue dans quelques espaces ouverts.

■ Cordon littoral détruit

Bande côtière anthropique ou non, disparue du paysage car totalement détruite par le passage du tsunami (figure 5).

■ Zone agricole et/ou Milieu naturel dévasté

Dévasté par le passage du tsunami, perte des structures liées aux pratiques agricoles. Décapage de la surface du sol, perte de la végétation, et/ou dépôt important de sédiments, de boues. Comprend également, dans la partie nord-est de la ville, des secteurs moins endommagés.

Il a également été possible, à partir des données THR SPOT 5, de localiser les infrastructures partiellement ou totalement détruites : ports, ponts, routes emportées etc. mais aussi celles demeurées intactes : aéroports, aérodromes.

Hormis les images des satellites optiques, des images radar des satellites Radarsat et Envisat ont également été exploitées sur le Sri Lanka. Un des avantages du satellite radar est de permettre l'acquisition d'images quelles que soient la couverture nuageuse ou les conditions d'ensoleillement constituant ainsi une capacité "tout temps" primordiale pour la gestion de crise. Ces deux satellites possèdent également un instrument radar de prise de vue orientable permettant une revisite plus fréquente. Le mode radar Wide Swath d'Envisat fournit des produits moyenne résolution : produits 150 m, à large couverture : 400 km x 400 km. Ces images permettent d'obtenir une vision globale et une première localisation des zones touchées par le tsunami. (figure 3)

Conclusion

Lors de ce dramatique événement tellurique, la Charte est sollicitée simultanément trois fois. Le SERTIT est amené à assurer la production de valeur ajoutée sur deux activations et à couvrir le Sri Lanka et l'Indonésie. Sa mission est d'intégrer, d'interpréter et de présenter une information cartographique accessible à tous les utilisateurs opérationnels, des services de Sécurité Civile aux Organisations Non Gouvernementales. La mise en ligne sur les serveurs Internet du SERTIT permet une diffusion rapide de l'information. Très rapidement, des demandes plus spécifiques parviennent afin de concentrer l'attention des analystes sur des zones particulières ou fournir des compléments d'information aux décideurs qui réfléchissent déjà aux mesures de réparation à court et moyen terme, après l'urgence. Cette nouvelle expérience de la Charte montre que le maintien d'un service opérationnel de production d'information de crise nécessite de disposer constamment d'une équipe pluridisciplinaire, dotée de moyens de calculs matériels et logiciels mais aussi d'une plate forme de communication efficace. Le travail déjà réalisé par la Charte depuis sa création doit donc être poursuivi et renforcé, en impliquant toujours un peu plus tous les acteurs, du producteur de donnée à l'utilisateur final de l'information interprétée. ●

Contact

Service Régional de Traitement d'Image et de Téledétection
Pôle API - Bd Sébastien Brant - BP 10413
67412 ILLKIRCH CEDEX
Tél. 33 (0)3 90 24 46 47 - Fax 33 (0)3 90 24 46 46
<http://sertit.u-strasbg.fr> - sertit@sertit.u-strasbg.fr

ABSTRACT

Key words : tsunami, satellite, SPOT 5, rapid impact mapping.

The tsunami that hit SE Asia on the 26th of December 2004 was one of the most damaging and deadliest of natural cataclysms of the last hundred years. In this context, space remote sensing resources were mobilised within the International Charter 'Space and Natural Disasters' to rapidly provide map based supports to teams going into or in the field.

Figure 5. Vue 3D des dégâts dans la zone littorale de Banda Aceh à partir de données SPOT 5 à 2.5m