

Utilisation de l'imagerie et des SIG suite au tsunami du 26 décembre 2004 : Premières leçons des productions de cartographie d'urgence

Thierry Rousselin

Géo212

Paris - France

thierry.rousselin@geo212.com

<http://www.geo212.com>

<http://geo212.blogs.com>

Résumé :

La mobilisation planétaire suite au tsunami du 26 décembre 2004 a entraîné une forte activité de cartographie d'urgence. Il est indispensable d'en tirer les premières leçons tant au niveau technique (adéquation de l'imagerie utilisée, apport des bases de données existantes, caractéristiques et qualité des produits, ...), qu'au niveau organisationnel (réactivité dans la chaîne d'acquisition, de production et de diffusion ; maîtrise du pilotage et cohérence des actions ; efficacité de l'utilisation des informations d'archive, redondances et duplications d'efforts...). Il faut également s'interroger sur le rôle exceptionnel joué par des acteurs « extérieurs ».

Mots clés : Production d'urgence, Télédétection, Catastrophe, Tsunami, Métadonnées, Qualité, Distribution des données

La mobilisation planétaire suite au tsunami du 26 décembre 2004 a entraîné une forte activité de cartographie d'urgence. Celle-ci a été menée non seulement dans le cadre de la Charte Internationale Espace et Catastrophes Majeures mais également à l'extérieur de celle-ci. S'appuyant sur les données sources existant avant la catastrophe (bases de données, archives images) ou sur les informations acquises après (en particulier via l'activation de l'ensemble des capteurs d'observation optique et radar disponibles), les produits réalisés ont permis de répondre à divers types de demandes opérationnelles : cartographie de situation, de prévision de zones affectées et d'évaluation des dégâts.

L'ampleur de la catastrophe et la multiplicité des produits réalisés n'ont d'équivalent récent que dans la cartographie d'urgence militaire. Il est donc essentiel d'en tirer les premières leçons tant au niveau technique (adéquation de l'imagerie utilisée, apport des bases de données existantes, caractéristiques et qualité des produits, ...), qu'au niveau organisationnel (réactivité dans la chaîne d'acquisition, de production et de diffusion ; maîtrise du pilotage et cohérence des actions ; efficacité de l'utilisation des informations d'archive ...). Ce bilan donne des pistes pour mieux adapter les réponses futures de la cartographie d'urgence aux enjeux civils comme à ceux de sécurité et de défense.

Un retour d'expérience essentiel ... à partager

Dans la production régulière, les différents acteurs disposent de multiples métriques permettant de comparer l'efficacité de leur système d'acquisition, de production et de distribution des données. Dans la production d'urgence, l'expérience basée sur les sources et outils modernes est :

- relativement limitée (en fonction du nombre d'acteurs et de crises),

- constamment en évolution (car les leçons des productions d'urgence du Kosovo en 1999 ont déjà perdu beaucoup de leur pertinence),
- partagée entre les secteurs civils et militaires (qui pour des finalités différentes sont amenés à des productions similaires).

Malheureusement le partage de ce retour d'expérience est souvent limité, du fait de contraintes de protection de savoir-faire industriel et / ou de protection de la confidentialité des informations.

Les documents disponibles dans la littérature concernant les fondements des systèmes d'acquisition et de production d'urgence sont nombreux. Par contre, concernant le retour d'expérience dans le domaine civil, ils se limitent souvent côté européen à des plaidoyers pro-domo [Allenbach & al, 2005] [Nezry & al, 2002]. Dans le domaine défense, et hors systèmes de production cartographique de théâtre (qui constituent un cas à part), il n'existe pas de retour d'expérience publié des productions réalisées par les défenses européennes depuis plus de 10 ans.

Côté US, et en mettant de côté les écrits publicitaires, on notera néanmoins les articles concernant le 11 septembre :

- [Kevany, 2002] met en avant l'intérêt des vues obliques d'hélicoptères (avec les limitations sur le géo-référencement des clichés),
- [Huick & Adams, 2002] insistent sur la nécessité de simplifier les documents transmis tout en soignant leur présentation pour éviter les interprétations ou utilisations erronées.
- [Harrald & al, 2002] montrent comment des procédures définies à Washington pour des catastrophes naturelles ont pu s'appliquer sans difficultés pour un événement d'une toute autre nature.
- [Langhelm, 2002] et [Shaw, 2002] mettent en avant, entre autres, le rôle essentiel joué dans des couvertures quotidiennes lidar aéroporté pour valider l'évolution des terrains.

Les contraintes particulières de cette catastrophe

Celles-ci ont été très largement exposées par ailleurs et reprises dans la presse spécialisée [de Blomac, 2005]. On rappellera ici les éléments clés :

- Dispersion géographique des zones touchées, qui entraîne une obligation d'observation de zones multiples.
- Ampleur du phénomène qui amène dans un premier temps à considérer une catastrophe « unique », avant que n'apparaissent les critères de différenciation conduisant à traiter plusieurs catastrophes de natures et de conséquences différentes.
- Variété des paysages naturels et anthropiques amenant à des choix de thématiques et d'échelles d'analyse très variés.
- Géométrie du ruban côtier touché généralement peu adapté à une observation spatiale via des satellites à orbite polaire.
- Conditions climatiques et météorologiques dans la moyenne régionale, mais effet de leurre des excellentes images acquises à T0.
- Zones littorales sur lesquelles les variations de relief sont souvent faibles. De ce fait d'éventuelles erreurs dans les données altimétriques ont des conséquences importantes.

Bilan de l'analyse des produits réalisés

La fourniture de cartes de situation

Ce premier besoin porte sur des cartes permettant de situer les grandes zones, d'apprécier les enjeux et, progressivement, de se focaliser sur les zones touchées et leurs spécificités.

Ce type d'information a une durée de vie relativement faible, ce qui n'a que peu d'importance du moment qu'elle est utile au bon moment à ses destinataires.

C'est assurément un des retours d'expérience positifs pour le long terme. La masse d'information existante sur n'importe quelle zone du globe permet de réaliser d'excellents produits de suivi de situation à diverses échelles. Les travaux combinant des bases de données vecteur type DCW (mise à jour Global Insight), des gazetteers et bases de toponymes, des images rectifiées à petite (Modis) et moyenne (Landsat et Aster) résolutions et des modèles numériques de terrain à maille de 3'' d'arc permettaient de réaliser d'excellents produits ... sous réserve de compétence cartographique minimale.

Car c'est sur ce point que le bilan est le plus médiocre. A partir d'une masse d'information ouverte disponible pour tous (organismes de production liés à la Charte ou autres ; laboratoires publics ou entreprises privées ; bénévoles ...), l'analyse des produits réalisés est extrêmement hétérogène, certains produits étant clairement sans intérêt, mal rédigés cartographiquement, sans aucunes métadonnées qualité.

La simulation grossière des zones potentiellement touchées

Il s'agit là d'un besoin important dans la première semaine pour aider à l'évaluation des dégâts. Cette simulation s'appuyait sur l'analyse du MNT des zones touchées dans les intervalles d'altitude 0 à 30 m.

Dans le contexte d'urgence, le MNT de référence utilisé a été quasi-systématiquement le MNT SRTM à maille de 3'' d'arc. Ce produit issu d'interférométrie radar présente des faiblesses, en particulier dans les zones côtières. Ces faiblesses ont de grandes conséquences dans les zones sub-plates car la moindre erreur en z a un impact sur la simulation de la surface impactée. Si certains en ont tenu compte dans les travaux réalisés [Guillande, 2005], certains produits ont donné des idées fausses sur l'étendue de la catastrophe. Lorsque ce travail trop rapide était accompagné de l'absence d'alertes sur le produit (métadonnées qualité lacunaires ou carrément absentes) voire de mauvais choix de rédaction cartographiques (surfaces en rouge vif, utilisation de surcharges d'une couleur prêtant à confusion)) on a abouti à des produits non seulement médiocres mais propageant une idée fausse de l'extension de la catastrophe.

Des données d'évaluation des dégâts et de planification (pour l'urgence et pour la reconstruction)

Ce dernier besoin est celui sur lequel la télédétection montre toute son efficacité. Il a donné lieu à de multiples produits, dans un premier temps génériques et au fil du temps de plus en plus spécifiques pour des besoins thématiques ciblés.

En particulier les images de comparaison multidates (avant / après) ont été largement employées (par juxtaposition des données pour les produits graphiques ; par affichage alterné ou par fenêtres glissantes pour les produits numériques). On remarquera que ce n'est que vers

le 10 janvier qu'apparaissent des produits combinés reportant les observations spatiales sur des fonds de carte au 1/40 000 (sur Sumatra).

Parmi les points positifs il est à noter chez certains acteurs

- une vraie réflexion sur la relation « résolution image / échelle de restitution des produits » qui les a amenés à juste titre à ne pas privilégier systématiquement les échelles standards,
- la volonté de proposer des kits combinés de produits multi-échelles permettant une meilleure lisibilité des produits haute résolution en tenant compte du contexte régional,
- l'emploi opérationnel réussi et utile de sources pourtant généralement jugées inadéquates. Par exemple, les images Landsat 7 ont permis de réaliser des produits pertinents et parfaitement « lisibles » malgré les problèmes SLC.

Ces points forts pallient sans problème la multitude de produits de résolution inadaptée ou au contenu informatif nul qui ont été diffusés (et qui sont pour la plupart encore en ligne fin mars 2005).

De ce point de vue le problème est d'abord à relier à la mobilisation générale qui a amené à réaliser des produits à partir de toutes les images disponibles même lorsque celles-ci n'apportaient que peu (ou pas) d'éléments. Mais il tient aussi à l'absence de coordination qui pourrait (devrait) permettre d'éviter que toutes les images acquises soient automatiquement des candidates à la production et que toutes les données produites soient automatiquement distribuées. On pourrait de ce point de vue s'inspirer des règles existant dans le monde défense. Celles-ci posent en préalable qu'il n'y a pas de relation d'automatisme entre acquisition de sources et production, ni entre production et diffusion. Elles sous-entendent toutefois une vraie organisation au niveau des sas acquisition – production et production – distribution. Il n'est pas toujours facile d'expliquer à des organismes de production qui ont travaillé H24 que leur travail était nécessaire ... mais qu'il ne sera pas mis en distribution. Ce n'est donc pas au producteur d'en décider mais bien à l'organisme de tutelle.

Bilan par domaine

En marge du bilan par familles de produits, il est également possible de tirer des enseignements plus transversaux.

Métadonnées

Il est parfaitement évident que l'on ne peut demander à un système de production et de distribution de crise de renseigner l'ensemble des métadonnées exigées dans les productions de routine.

Néanmoins, elles ne doivent surtout pas être sacrifiées car en situation de crise, certaines sont indispensables. Il n'est ni scandaleux, ni gênant de diffuser dans l'urgence des produits incomplets, insuffisants ou lacunaires. L'utilisateur est pressé, il attend les produits et peut comprendre et approuver ces livraisons partielles. Mais ceci n'est acceptable (et pas trop risqué) que si on fournit les alertes et restrictions d'usage appropriées et bien visibles.

Bien sûr, ceci sous-entend que la définition des métadonnées à conserver, les règles de remplissage soient définies avant la crise (ou que les mécanismes de simplification permettent de traiter le problème dans des délais compatibles du rythme de la production d'urgence).

Même s'il s'agit d'un problème de nature différente, le non-respect de règles cartographiques basiques (lisibilité de l'échelle par exemple) amplifie les problèmes liés à l'absence de métadonnées. De même, l'urgence n'excuse pas la réalisation de produits avec une sémiologie graphique permettant des confusions.

Dans ce contexte, les métadonnées sont le gros point noir de ces opérations. Les points à noter sont :

- Le manque quasi systématique d'informations sur les restrictions d'usage (sauf productions des Nations Unies)
- Peu voire jamais d'informations sur la précision (presque tous)
- Flou artistique de certaines métadonnées (des données DTED1 présentées comme du SRTM 30 m sur le premier produit UNOSAT)
- Mélange entre résolution et précision (UNOSAT)
- Couleur des surcharges particulièrement malvenue (Sertit)

Accès et distribution des données

Globalement, il y a eu plus de positif que de négatif, mais bien sûr, on va plus se focaliser sur ce qui n'a pas marché.

Le positif :

- L'information des acteurs via Internet fonctionne bien
- La récupération des produits ne pose pas de gros problèmes
- Les espaces sécurisés sont efficaces

Le négatif :

- Le système est parfois complexe même pour des spécialistes :
 - Interaction d'acteurs (et de serveurs) multiples.
 - Des produits disponibles à des moments différents sur des serveurs a priori interconnectés (Charte, UNOSAT, ...).
 - Pas de méta catalogue exhaustif.
 - La cartographie quand elle existait et quand elle était de qualité (ex : 1/50 000 Sumatra) n'a été mise à disposition de la communauté que tardivement, en conséquence, certains ont fabriqué des produits inutiles, ne sachant pas qu'il existait déjà mieux.
- Dans l'urgence, la mise à disposition successive « du même document » sous plusieurs formes crée des confusions pour les béotiens :
 - Les images peuvent être trouvées sur les serveurs (même si parfois, ce n'est que le quick Look.
 - Des dossiers de commentaires ou d'interprétations de ces images sont apparus (soit proposés par le fournisseur lui-même, soit par des tiers).
 - Quand les produits cartographiques dérivés ont été diffusés, on pouvait avoir l'impression de voir sortir une nouvelle fois « la même chose » à plusieurs jours d'intervalle (l'utilisateur lambda ne connaît pas toujours la nuance entre les différents niveaux de géoréférencement, de géocodage et d'habillage et ce d'autant que, désormais, certaines images sont correctement localisées en natif.
- Des logiques externes parasitent la distribution prévue :
 - La logique publicitaire de certains fournisseurs (éditeurs de SIG, fournisseurs de sources) les amène à mettre à disposition des données qui parasitent les produits à valeur ajoutée (car les sites de ces fournisseurs sont plus visibles)

- Certains essayent de se faire mousser (www.globalsecurity.org qui met son gros logo sur le travail des autres) ou en profitent commercialement (cf l'augmentation du prix des coupures cartographiques chez certains revendeurs ou les offres de posters images).
- Certains « projets humanitaires » (en particulier après le 10 janvier) n'étaient que des opérations commerciales déguisées.
- Des erreurs de jeunesse :
 - Comme tout le monde a voulu apporter sa contribution, certains n'étaient pas techniquement armés. Ceci a entraîné la mise à disposition de produits qui n'auraient pas dû sortir, la publication d'interprétations non validées et parfois naïves.
- D'une manière générale, une énergie importante a été consacrée à la distribution de produits inutiles. C'était peut-être inévitable au vu de l'ampleur de la catastrophe et de la mobilisation. Cela aura au moins servi d'apprentissage pour de nombreux organismes non habitués aux contraintes de la production d'urgence. Mais ce qui est anormal, c'est que la plupart de ces produits médiocres voire faux soient encore en ligne trois mois après.

Circulation de l'information et rôle du grand public

C'est sûrement l'enseignement le plus étonnant, sans qu'il soit possible d'apprécier son caractère reproductible dans des crises futures.

Le contexte était très particulier :

- Une émotion planétaire.
- Une masse de documents (photos, vidéos) en provenance des témoins.
- Une masse d'informations (cartes, images) déjà disponibles sur le web ou mises en ligne dans les jours suivant la catastrophe.
- Une période de vacances dans les pays occidentaux qui entraînait la disponibilité d'une ressource importante d'enseignants, de chercheurs, d'étudiants disposant de connexions Internet, d'outils ... et de connaissance.
- L'absence (par contraste) d'une partie des organismes officiels.

Cette mobilisation s'est traduite par plusieurs types de réalisations :

- La mise en ligne, l'entretien et la mise à jour d'un corpus d'informations sur un mode collaboratif gratuit (en particulier au travers de Wikipedia). Les principaux défauts de ces types d'environnements (absence de maîtrise, risque de pollution par des informations douteuses, ...) étaient partiellement palliés par la présence en continu d'un nombre important de référents qualifiés. De ce fait, l'outil gratuit et partagé était à tout instant plus complet et mieux écrit que les sites des grands médias, ou que ceux des organismes officiels. Ceux-ci n'ont rattrapé leur retard que durant la première semaine de janvier (retour de vacances des effectifs).
- La réalisation de cartographies ou de traitements d'images proposés par des amateurs qui n'avaient rien à envier et étaient parfois bien supérieurs à ceux des professionnels. On mentionnera en particulier concernant les vues en ligne de situations avant-après, que l'essentiel des sites publics ou commerciaux proposaient des affichages alternés des vues (voire des produits dans lesquels les deux vues étaient côte à côte). Certains acteurs (type Telemorphic) proposaient leurs outils de comparaison temps réel (déjà présentés à l'automne 2004 sur Fallujah). Mais l'outil le plus convaincant et le plus performant était proposé par des étudiants australiens.

Les manques

Ce qui a le plus manqué est très simple : des survols aériens plus importants dès la première semaine.

Comme vu précédemment, la configuration physique des zones touchées (ruban côtier) et les contraintes climatiques à cette saison, auraient dû motiver des survols aériens systématiques dans la semaine ayant suivi la catastrophe. Il a fallu attendre l'arrivée sur zone des militaires (US et Australiens en fin de première semaine en Indonésie notamment) pour disposer d'imagerie aérienne d'une efficacité complémentaire de celle des produits satellitaires.

Les leçons à tirer

Comme indiqué en introduction, en matière de cartographie d'urgence, chaque catastrophe a des contraintes spécifiques et les leçons n'en sont donc jamais universelles. On peut néanmoins en retenir quelques unes :

- La nécessité de mieux coordonner les différentes étapes (acquisitions de sources – production – distribution) afin d'éviter qu'un temps important soit gâché à produire à partir de sources dont les spécifications ou la qualité rendent impossible la réalisation d'un produit d'une quelconque utilité.
- La nécessité de mieux s'accorder sur le niveau minimal de méta-informations à faire figurer sur les produits.
- Le respect des règles métiers (en particulier cartographiques) et l'importance de réaliser des produits simples et lisibles.
- La mise en place de métasystèmes évitant les duplications d'efforts (GEOSS semble une réponse adaptée)
- L'importance d'une capacité de survol aérien dès la première semaine.

Bibliographie :

Allenbach B., Fella K., Tholey N., Yésou H. Et de Fraipont P. – 2005 – *Exploitation de données satellitaires et systèmes d'information géographiques au sein d'un service opérationnel de cartographie de crise : retour d'expérience et perspectives* – Journées pour la Prévention des Risques Naturels – Montpellier – 10 mars 2005

Collins J. – 1998 – *Military Geography for professionals and the public* – Brassey's Edition 437 p.

de Blomac F. – 2005 – *Tsunami en Asie : le raz de marée des images satellites* – SIG la lettre – n°64 – Février 2005 – pp. 1-4

de Villèle M.A., Beylot A. et Morgat A. - 2002 – *Du paysage à la carte – 3 siècles de cartographie militaire de la France* – Ministère de la Défense – Services Historiques des Armées 164 p.

Guillande R. – 2005 – *Identification rapide des zones partiellement submergées par le tsunami du 26/12/04* – Journées pour la Prévention des Risques Naturels – Montpellier – 10 mars 2005

Harrald, J., Barbera, J., Renda-Tanali I., Coppola D. and Shaw G. L. – 2002 – *Observing and Documenting the Inter- Organizational Response to the September 11th Attack on the Pentagon* – NSF Report – July 2002 – 46 pp.

Huick C. et Adams B. – 2002 – Emergency response in the Wake of the World Trade Center Attack : The Remote Sensing Perspective – MCEER Special Report Series Engineering and Organizational Issues Relating to the World Trade Center Terrorist Attacks – Volume 3 – MCEER Buffalo New York

Kevany M. – 2002 - *GIS in the World Trade Center Critique : What was done ? What can we learn ?* – URISA – 10 p.

Langhelm R. – 2002 – *The role of GIS in Response to WTC – Supporting the first 30 days* – Proceedings conférence utilisateurs Esri – Juillet 2002 – San Diego

Lowe J. – 2005 – *Geospatial disaster relief* – Geospatial Solutions – Février 2005

Nezry E., Romeijn P., Sarti F., Inglada J., Zagloski F. et Yakam-Simen F. – 2002 - *Breaking new ground for remote sensing in support of disaster relief efforts: Detecting and pinpointing earthquake damage in near real-time (El Salvador, January 2001)* - Proc. SPIE Vol. 4545, p. 255-263, Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology, Manfred Ehlers; Ed.

Shaw G., Renda-Tanali I., and Coppola D. - *Assessment of Geospatial Technology Applications by the U.S. Army Corps of Engineers during World Trade Center Operations* - GW Report, June 2002, 40 pp.

Woolman M. - 2003 – *Données à voir – Le graphisme d'information sur support numérique* – Thames & Hudson 176 p.