

# Le réseau d'excellence GMOSS

Vinciane Lacroix

Signal and Image Centre  
Ecole Royale Militaire  
Av. de la Renaissance 30, B 1000 Bruxelles  
Vinciane.Lacroix@elec.rma.ac.be

**Résumé** Ce document présente une vue d'ensemble du réseau d'excellence "Global **MO**nitoring for **S**ecurity and **S**tability " (GMOSS), ses objectifs, son plan de travail et ses réalisations. Le réseau s'inscrit dans le programme européen "Global **MO**nitoring for **E**nvironment and **S**ecurity" (GMES). Les activités du réseau sont tout d'abord décrites pour les trois piliers le constituant, à savoir : un premier pilier traitant des concepts de sécurité, un second dédié à un certain nombre d'applications, et un troisième concernant des outils génériques de traitement de données satellites plus spécifiquement utiles pour la sécurité. Les activités transversales, qui visent à une meilleure intégration des partenaires au sein du réseau, sont ensuite abordées. Enfin, le document résume les actions menées au niveau de la formation, du rayonnement du réseau, de l'établissement de liens avec les utilisateurs potentiels et des actions spécifiques relatives au "genre".

**Mots clés** GMES, Menace, Risque, Télédétection, Sécurité.

## 1 Introduction

A l'issue d'une réflexion menée par la Commission européenne et quelques agences spatiales, une forte volonté de mobiliser les ressources et les principaux acteurs concernés par la gestion de l'environnement et par la sécurité s'est concrétisée sous la forme du programme GMES (**G**lobal **MO**nitoring for **E**nvironment and **S**ecurity), initiative conjointe de l'ESA et de l'Union européenne, dont le but est de mettre en place des services dans des domaines considérés comme prioritaires (voir <http://http://www.cnes.fr/web/874-gmes.php>).

La stratégie du programme vise à assurer à l'horizon 2008 la création d'une capacité européenne autonome de surveillance à différentes échelles pour l'environnement et la sécurité, en soutient aux politiques européennes (environnement, agriculture, etc.) et des engagements internationaux de l'Union, et d'en assurer la pérennité [8].

Dans le volet environnement, l'intérêt est porté sur l'effet de serre et les changements climatiques, la désertification, l'érosion, la pollution, l'urbanisation, etc. Comme ces phénomènes se déroulent sur de longues échelles de temps et s'observent sur des zones importantes, l'imagerie satellite à basse résolution spatiale semble plus appropriée pour les appréhender.

Le volet sécuritaire quant à lui traite de la prévention des crises environnementales et technologiques, l'aide humanitaire, la prévention des conflits (y compris le suivi du respect des traités), le soutien des missions dites de Petersberg pour la sécurité européenne, et enfin la surveillance des frontières. Les phénomènes associés impliquent des changements rapides et parfois très localisés, impliquant un besoin en images satellites à très haute résolution.

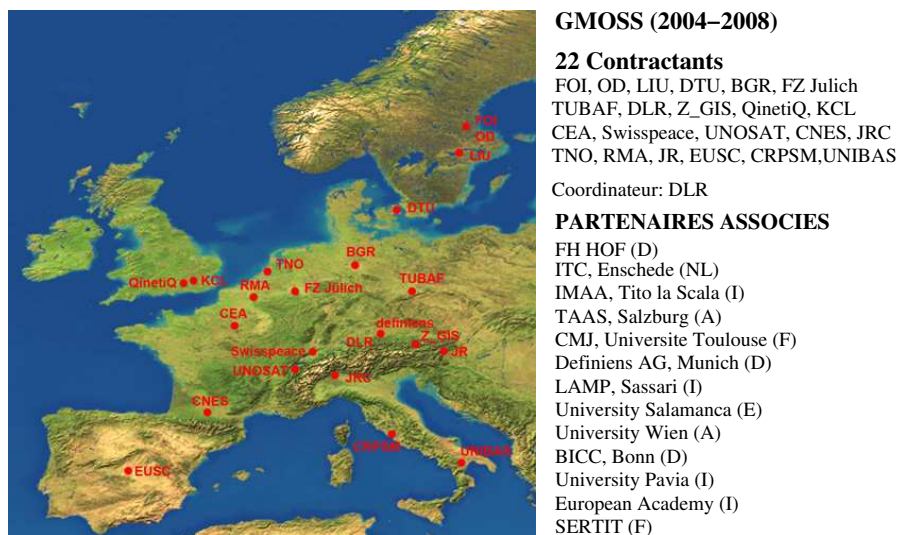
Ces deux volets étant reliés par le fait que les problèmes environnementaux sont susceptibles d’engendrer des conflits entre nations et de mettre en péril la sécurité des individus.

Dans le contexte GMES, la Commission européenne fait usage de différents outils pour mener à bien leur politique : Projets Intégrés (IP), Réseaux d’excellence (NoE), et éléments de services (GSE). Le NoE est un nouvel outil introduit lors du 6ème programme cadre. Il se distingue des autres dans la mesure où son programme est remis à jour chaque année et qu’il vise avant tout l’intégration des différents partenaires et non pas la création de produits.

Dans ce cadre-là, le NoE GMOSS vise à fédérer et à rationaliser les activités européennes d’observation de la Terre dans le domaine de la sécurité en rassemblant des experts de formations diverses. Le but de la réalisation d’un tel réseau est d’atteindre une masse critique de ressources et d’expertises afin de renforcer l’excellence scientifique et technologique pour le bénéfice de la sécurité du citoyen d’une part et d’une stabilité socio-économique d’autre part. L’objectif est, au départ d’un programme conjoint, d’établir des liens qui perdureront au-delà de la période de financement tout en identifiant les manques à combler pour le futur.

La structure du document est la suivante. Nous aborderons dans la prochaine section les objectifs du réseau, sa structure en “Work Package” (WP) et les partenaires impliqués. Les différents WPs seront alors présentés. Enfin la dernière section sera consacrée au plan de travail actuel et aux perspectives futures.

## 2 Vue d’ensemble de GMOSS



**Fig. 1.** Sur la carte, les partenaires actuels de GMOSS, à droite, les partenaires associés

Les objectifs spécifiques de GMOSS sont les suivants :

- Rendre disponibles l’expertise et les connaissances des partenaires au sein du réseau.

- Disposer d'une évaluation des méthodes actuelles, des algorithmes et des logiciels nécessaires pour l'interprétation automatique et la visualisation des images pour les applications sécuritaires.
- Fournir des recommandations sur les meilleures pratiques de suivi du respect des traités internationaux relatifs à la prolifération des armes de destruction massive, l'estimation des populations et de leur dynamique à l'échelle globale, l'observation des infrastructures et des frontières et enfin sur l'estimation rapide des dommages.
- Enfin, proposer des moyens d'observation spatiale et des méthodes pour analyser et comprendre les menaces qui pèsent sur la société civile, afin de susciter les réactions les plus adaptées aux évolutions des crises et assurer la prévention de conflits.

Le réseau GMOSS, coordonné par le DLR regroupe 22 institutions et 13 partenaires associés représentés sur la Figure 1.

Le noyau du réseau est constitué de trois piliers d'activités de recherche représentés au centre de la Figure 2. A gauche on trouve des concepts de sécurité, au milieu, des applications, et à droite les outils génériques plus spécifiquement utiles pour la sécurité. De part et d'autre du noyau se trouvent les WPs transversaux qui visent à une meilleure intégration des partenaires et le WP dédié à la formation et au rayonnement du réseau.

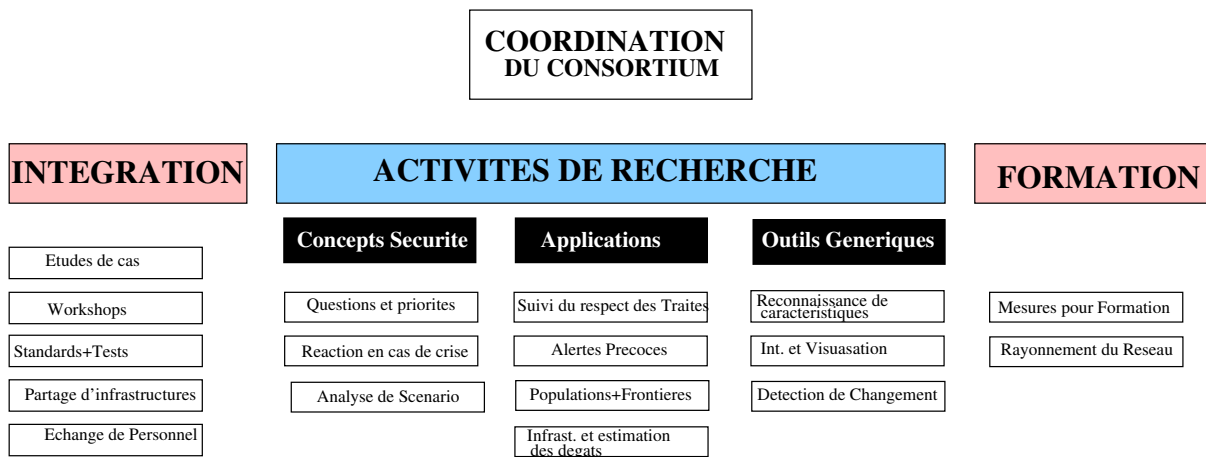


Fig. 2. L'organisation de GMOSS en "Work Packages" (WPs)

### 3 Concepts de sécurité

Le document de la stratégie européenne de sécurité [1] cite comme menaces principales sur la société civile le terrorisme, la prolifération des armes de destruction massive, les conflits régionaux, la délinquance des Etats et la criminalité organisée.

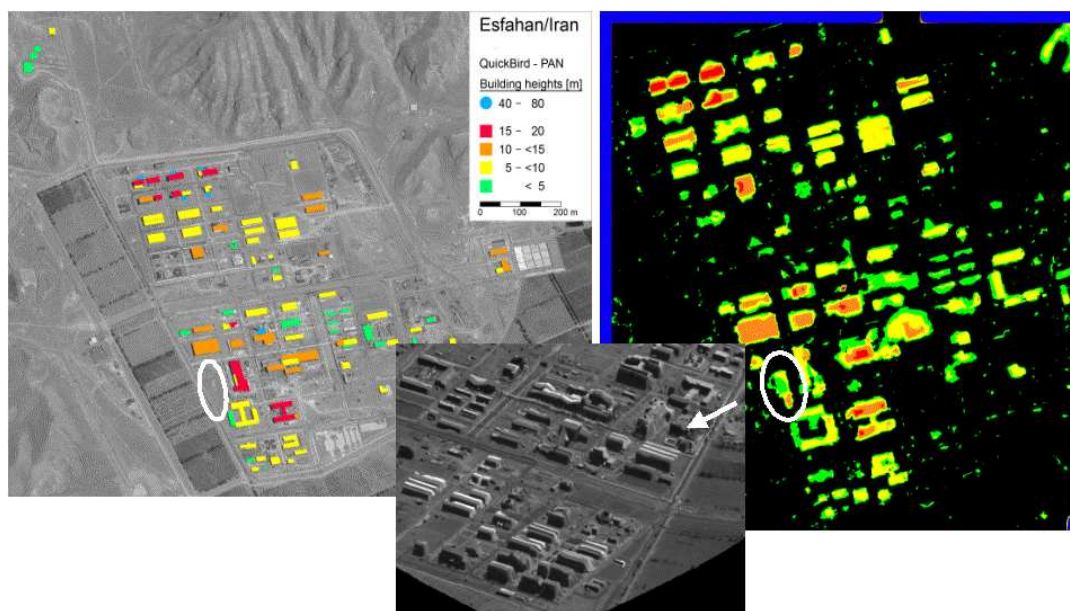
Les partenaires du WP "Questions et priorités" se sont mis d'accord sur une classification des menaces et risques-clés et de la possibilité de traiter ces questions par des moyens d'observation de la terre et sur une localisation géographique de ceux-ci en établissant des

priorités basées sur celles de l'union européenne, sur les activités de Nations Unies, l'OSCE et les missions de maintien de la paix de l'OTAN. Ce travail a ensuite été utilisé par le WP "Analyse de scénario", et pour les spécifications d'étude de cas sur lesquels les partenaires de GMOSS pourraient évaluer leurs nouveaux outils. C'est ainsi que des études de cas situées en Irak, en Iran, au Zimbabwe et au Cachemire ont été identifiées par l'ensemble du réseau.

Le WP "Réaction en cas de crise" quant à lui a proposé au réseau un exercice en temps réel de simulation de crise, en l'occurrence un accident nucléaire ayant produit un nuage radioactif. On demandait à trois équipes constituées de différents partenaires du réseau ayant des compétences complémentaires de fournir dans un délai de 36h, des cartes de couverture du sol des zones contaminées à l'échelle 1/50.000, des cartes de changements de zones industrielles et de changements urbains entre 2003/2004 et aujourd'hui, ainsi qu'une série de rapports, et ce, à partir d'une série d'images (ENVISAT SAR, SPOT, QUICKBIRD), de modèle numérique d'élévation et de cartes topographiques. Cet exercice s'inscrit dans l'usage de jeux à des fins d'intégration, d'analyse et de formation, un des outils préconisé par le WP "Analyse de scénario". L'exercice a en effet permis non seulement d'analyser comment des partenaires de formations différentes communiquent entre eux, mais également de tester en temps réel l'aptitude des partenaires à utiliser des méthodes nouvelles afin de répondre à des besoins spécifiques d'utilisateurs.

## 4 Applications

Les applications considérées par GMOSS sont le suivi du respect des Traités, les alertes précoces de menaces et de risques, et l'observation des populations et des frontières.



**Fig. 3.** L'analyse stéréoscopique du site nucléaire d'Esfahan (Iran) permet d'estimer la hauteurs de bâtiments et la détection de changement met en évidence les nouvelles constructions

Les membres du WP sur le suivi du respect des Traités se sont surtout concentrés sur les traités de non prolifération d'armes nucléaires et la vérification de sites nucléaires ([6], [7], [3]). La détermination systématique de "clés" du cycle du combustible nucléaire [9], mises en évidence par des méthodes d'analyse d'images, est à la base de la recherche et a été utilisée pour analyser le site d'Esfahan ; ce site, actuellement sous la surveillance de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), est le plus grand centre de recherche nucléaire d'Iran et représente une des installations clés du programme nucléaire iranien. L'estimation des hauteurs de bâtiments par imagerie stéréoscopique combinée à de la segmentation assistée permet de mettre en évidence le rôle de ces bâtiments dans le site.

La détection en temps réel des changements rapides et des événements hostiles est le souci de tout système de sécurité ; le WP dédié aux alertes précoces préconise un système à haute résolution temporelle mais à basse résolution spatiale (ex : MSG/SEVIRI : 15 minutes et 3 km) pour identifier des "points chauds", qu'ils soient d'origine naturelle comme l'explosion d'un volcan, ou criminelle comme des attaques de pipelines. Ces explosions sont alors utilisées comme indicateurs dans des zones de conflits et leur succession permet d'établir les scénarios d'attaque.

Le WP d'observation des populations et surveillance des frontières peut se résumer à l'établissement d'indicateurs de la présence et de caractéristiques de populations ainsi qu'à la modélisation de la perméabilité des frontières. Des images à moyenne et à très haute résolution, des images prises la nuit et enfin des images prises par des drones, sont utilisées en combinant différents algorithmes pour obtenir ces indicateurs. Les membres du WP ont appliqué ces techniques sur l'étude de cas du Zimbabwe ([5], [10]) et celle de l'Irak. Les partenaires se sont aussi intéressés au comptage de tentes de réfugiés ([4]), et la détection d'infrastructures dans une région du Cachemire, à la frontière entre l'Inde et le Pakistan.

Le travail du WP d'observation d'infrastructures et d'estimation des dégâts s'est porté aussi bien sur les désastres naturels que ceux d'origine humaine. En ce qui concerne les premiers, l'analyse d'images satellites a permis d'estimer les dégâts dus aux tremblements de terre de 2005 au Cachemire et en Iran ainsi que du Tsunami de 2004 à Sumatra ([2]). Les seconds ont été étudiés dans le cas des opérations militaires en Iraq, de l'explosion de Ryongchon en 2004 en Coréedu Nord et du conflit au Darfour.

## 5 Méthodes

Un catalogue de caractéristiques utiles pour les applications de sécurité considérées dans GMOSS ainsi qu'une chaîne de traitements standards ont tout d'abord été établis et discutés dans le WP "Reconnaissance de caractéristiques". La chaîne comprend : le pré-traitement, l'optimisation, la segmentation, la classification, et la détection d'objets, modules qui sont éventuellement discutés et comparés dans le réseau. De plus, les partenaires travaillant dans ce WP ont proposé de partager différentes boîtes à outils pour ces traitements.

Le WP "Intégration et Visualisation des données" a défini une "image commune opérationnelle" (COP) et s'est intéressé à l'exploration des données, à l'accès et la visualisation des données, ainsi qu'aux interfaces utilisateurs, aux portails de calcul distribué, et aux sites internet consacrés aux systèmes d'information géographiques. L'équipe évalue aussi des outils standards comme Google Earth et Virtual Explorer.

Dans le domaine de la détection de changements, un catalogue de méthodes a aussi été réalisé et plusieurs méthodes partagées au sein du réseau, à savoir des changements de volumes, de la détection à partir d'images SAR polarimétriques ou non, d'images optiques à haute et à très haute résolution en particulier pour le site test d'Esfahan. Dans ce cas, outre la mise en évidence de la construction de nouveaux bâtiments, l'analyse d'images stéréoscopique a pu permettre l'estimation de volume de terre extraits, et donc le volume potentiel d'infrastructures souterraines qui seront vraisemblablement construites.

## 6 Activités transversales

Beaucoup d'ateliers ont été organisés par le réseau. Au départ, il s'agissait surtout d'atelier intra-WP, où les partenaires ont appris à se connaître et où chacun y exposait son travail. Au fur et à mesure, des ateliers ont été proposés sur des thèmes regroupant plusieurs WPs. Le thème du Tsunami par exemple a rassemblé les WPs "Reconnaissance de caractéristiques", "Détection de Changements", "Observation des infrastructures et évaluation des dégâts" et "Partage des Infrastructures".

Par ailleurs, les réviseurs ont encouragé le réseau à créer des sites tests sur lesquels les méthodes des partenaires pourraient être utilisées conjointement et comparées. Un nouveau WP "Etude de cas" a donc été créé.

La plupart des applications supposent un pré-traitement des données : corrections atmosphériques, régistration des bandes ou des images de modalités différentes, orthorectifications. Or les conditions de prises de vue en cas de crise ou de problèmes sécuritaires sont en général sous optimales : on ne dispose pas de points de référence au sol, et donc le géoréférencement peut être hasardeux, les angles de vue du satellite peuvent être très éloignés du nadir et dès lors introduire des déformations importantes dans des zones de relief. Une des tâches du WP "Standards et tests" consiste à analyser les outils qui existent et comparer leur performance, dans une zone où l'on dispose de mesures au sol.

Dans le cadre du WP "Partage d'infrastructure", un outil a également été proposé par un partenaire afin de gérer les données que les partenaires se partagent.

Finalement, comme autre possibilité d'intégration, le réseau propose en son sein un programme d'échange de personnel.

## 7 Education et Communication

Le rayonnement de GMOSS a été réalisé au travers de divers canaux. GMOSS dispose tout d'abord d'un site Webb (<http://gmoss.jrc.it/>). Un grand nombre de publications conjointes ont été réalisées et la publication d'un livre est envisagée. GMOSS a été présenté dans un grand nombre de conférences et d'événements. Enfin, le réseau a mené des actions spécifiques relatives au "genre". Celles-ci, recommandées par l'UE, visent non seulement à encourager le rôle des femmes dans les Sciences, spécialement à un haut niveau de management, mais aussi à considérer l'impact des phénomènes analysés par les IP, NoE ou SGE sur les populations féminines ou le rôle de celles-ci dans des domaines traités. Une de ces actions a été l'organisa-

tion d'un atelier pour illustrer le potentiel et les difficultés d'une approche interdisciplinaire et orientée sur le "genre", dans le cadre de la recherche en sécurité.

Dans le domaine de la formation, GMOSS propose chaque année une école d'été pour de jeunes chercheurs et de futurs décideurs. Des séminaires de formation à des techniques spécifiques de traitement d'images sont aussi proposés régulièrement. Le Z\_GIS a également mis sur pied une plate-forme d'enseignement à distance.

GMOSS s'inscrit aussi dans un contexte GMES, et dès lors a des liens étroits avec les projets LIMES, TANGO, RESPOND, PREVIEW, etc. D'autres utilisateurs potentiels des recherches menées au sein de GMOSS sont aussi contactés : UNOCHA, UNOOSA et des réactions de la part de l'OCDE, AIEA, FAO, et ESA sont également attendues. Les différents Ministères de la Recherche, de la Technologie, des Affaires étrangères et de la Défense sont aussi des utilisateurs potentiels. Enfin, la participation de l'OTAN est également recherchée.

## 8 Plan actuel et futur de GMOSS

Pour l'année restante, le réseau a l'intention d'accroître ses activités croisées au sein du réseau telles les études de cas, l'analyse de scénarios intervenant dans différents types de crises, et enfin l'étoffement de son répertoire destiné à l'usage commun des partenaires, contenant des données, des publications, des outils et des méthodes.

En ce qui concerne le rayonnement de GMOSS, la dernière année sera utilisée pour renforcer les liens avec GMES et les utilisateurs potentiels, pour publier un livre auquel chaque WP aura contribué et, finalement, continuer la formation de jeunes professionnels, qu'ils soient scientifiques ou futurs décideurs.

Le réseau en tant que tel survivra après le financement de l'UE, notamment grâce à la mise à jour régulière du répertoire commun, dont la gestion sera assurée par le CCR. Il existe une volonté de renouveler cette expérience, si la lourdeur administrative liée à sa gestion peut être réduite et des fonds pour la recherche elle-même, en tant qu'expériences conjointes, peuvent être obtenus.

Par ailleurs, le CCR envisage également de mettre sur pied une conférence sur la sécurité, conférence ouverte à tous, et qui permettrait aux chercheurs de se rencontrer à nouveau et d'établir des collaborations futures.

Enfin, des sous-groupes de partenaires se sont formés et vont tenter de soumettre des propositions pour développer des initiatives construites sur les points de recherche proposés dans GMOSS. Des partenaires ont également signé entre eux des accords de coopération.

## 9 Conclusions

L'expérience de GMOSS, réseau d'excellence du programme GMES, est enthousiasmante à plus d'un titre. Elle permet à plusieurs partenaires européens de réaliser un programme commun, d'identifier ensemble les problèmes et le potentiel de l'observation de la terre pour traiter les menaces qui pèsent sur la société civile, ainsi que de comparer leur approches et méthodes respectives. Bien qu'au niveau scientifique la plupart des acteurs semblent satisfaits

du travail et des échanges réalisés dont témoigne une longue liste de publication, ainsi que des activités comme la simulation d'un accident nucléaire ou des séminaires de formation, la lourdeur administrative et le peu de financement pourtant nécessaires pour réaliser un travail commun modèrent quelque peu cet enthousiasme.

## 10 Remerciements

L'auteure tient à remercier Idrissa Mahamadou et Yann Yvinec pour leurs remarques.

## Références

1. Une europe sûre dans un monde meilleur. Technical report, L'Institut d'Etudes de Sécurité de l'Union Européenne, 2003.
2. H. Greidanus at al. Tsunami damage assessment with satellite radar. In *URSI Commission F Symposium on Microwave Remote Sensing of the Earth, Oceans, Ice, and Atmosphere*, Barza d'Ispra, Italy, 20-21 April 2005.
3. Jasani at al. Evaluation of remote sensor systems for monitoring uranium mines. In *Proceedings of the 27th Annual Meeting, Symposium on safeguards and nuclear materials management, ESARDA*, London, 10-12 May 2005.
4. Laneve at al. Development of automatic techniques for refugee camps monitoring using very high spatial resolution (vhsr) satellite imagery. In *IGARSS Conference*, Denver, Colorado, 31 July-4 August 2006.
5. Lang at al. Beyond sensors and algorithms :an information delivery approach for population estimation in african refugee camps. In *6th African Association of Remote Sensing of the Environment Conference (AARSE)*, Cairo, Egypt, Oct 30 - Nov 2 2006.
6. M. J. Canty at al. Change detection for remote monitoring of underground nuclear testing : Comparison with seismic and associated explosion source phenomological data. In *General Assembly of the European Geosciences Union*, Vienna, Austria., April 2005.
7. Niemeyer at al. Automated analysis of remote sensing data for extensive monitoring tasks in the context of nuclear safeguards. In *Proc. of the 25th IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Seoul, 25-29 July 2005.
8. Commission au Conseil et au Parlement européen. Vers une politique européenne de l'espace. Technical report, Commission européenne, 2001.
9. Jasani. Identification of key features of nuclear reactors for interpretation of images from remote sensing satellites. *Journal of Nuclear Materials Management*, XXXII(3) :28-36, 2004.
10. Schneiderbauer and Ehrlich. Population density estimations for disaster management. case study rural zimbabwe. In *Geo-information for Disaster Management, Proc. of the 1st International Symposium on Geo-information for Disaster Management*, Delft, The Netherlands, March 21-23 2005.