

INTEGRATION VIRTUELLE DES CATALOGUES D'IMAGES SATELLITAIRES POUR LA LOCALISATION ET LE CONTROLE DES DEGATS DES ZONES INONDABLES

EZZIYYANI MOSTAFA ^(1,2) CHERRAT LOUBNA ⁽²⁾ BENNOUNA MUSTAPHA ⁽¹⁾ ESSAAIDI MOHAMMED ⁽²⁾

⁽¹⁾ *S.P.I, Université AbdelMalek Essâadi, Faculté des Sciences et Techniques de Tanger.*

00 212 39 39 39 55, E-mail : ezziyyani@ieee.org

⁽²⁾ *L.S.I.T, Université AbdelMalek Essaâdi Faculté des Sciences de Tétouan.*

00 121 39 99 45 00, E-mail : essaaidi@ieee.org

Résumé :

Les études sur les catastrophes naturelles constituent une problématique tout à fait d'actualité et primordiale dans le monde. La moitié de ces catastrophes sont des inondations, Elles constituent un risque majeur dans le monde entier avec environ 20000 morts par an. Certaines résultent de phénomènes qui se renouvellent chaque année comme la « mousson », d'autres sont le fait de circonstances particulières (cyclones, orages violents) ou de dérèglements climatiques (el niño).

L'article rappelle la situation en matière de gestion des risques et montre l'intérêt de l'utilisation de l'Imageries Satellitaires dans l'étude des inondations tout en présentant quelques Catalogues des Images Satellitaires. Il s'attache principalement à faire le point sur l'intégration des images de la télédétection via un médiateur, avec une description du médiateur utilisé (AXMed), et qui s'avère nécessaire pour le calcul et l'évaluation rapides des niveaux d'eau, des dommages et des régions en danger d'inondation.

Abstract :

The studies on the natural disasters constitute problems completely topicality and paramount in the world. Half of these catastrophes are floods, They constitute a major risk in the whole world with approximately 20000 per annum dead. Some result from phenomena which are renewed each year like "monsoon", others are the fact of particular circumstances (cyclones, storms violent one) or of climatic disordered states (el niño).

The article points out the situation as regards risk management and shows the interest of the use of the Satellite Imageries in the study of the floods while presenting some Catalogues of the Satellite Images. It mainly sticks to give a progress report on the integration of the images of the teledetection via a mediator, with a description of the mediator used (AXMed), and who proves to be necessary for calculation and the rapid evaluation of the water levels, the damage and the areas in danger of flood.

Mots Clés : Inondation, Catastrophe naturelle, Satellite, Catalogue, Images satellitaires, Galileo, Intégration, Interopérabilité, Médiateur, AXMed

Key words : Flood, Disaster natural, Satellite, Catalogues, satellite Images, Galileo, Integration, Interoperability, Médiateur, AXMed

1. Introduction

Si au Maroc les problèmes de l'eau sont surtout ressentis à travers les sécheresses, le Territoire marocain, malgré son caractère semi-aride ou aride, est soumis, comme tous les pays du pourtour Méditerranéen, à des crues importantes qui peuvent être très dommageables aussi bien pour les infrastructures publiques ou privées que pour l'agriculture, et causer de nombreuses victimes parmi la population. Ces phénomènes d'inondations ne sont pas récents au Maroc et sont devenues une préoccupation majeure et omniprésente, aussi bien pour les pouvoirs publics que pour la communauté scientifique et plusieurs grands aménagements de protection ont déjà été réalisés, mais ces phénomènes sont ressentis plus fortement aujourd'hui en raison du fort développement démographique, économique, urbain, agricole, industriel ou touristique du territoire. En plus, le développement urbain s'est souvent fait à proximité des cours d'eau et l'extension des communes a tendance à se faire également dans des zones inondables plus faciles et moins coûteuses pour la construction.

Depuis une dizaine d'années des phénomènes « nouveaux » sont apparus, à la suite de forts orages d'Été et de crues torrentielles qui ont frappé localement des vallées entraînant des dégâts énormes aussi bien en perte de vies humaines qu'en destruction d'habitats et d'infrastructures. L'exemple type en est bien sûr l'événement sur la vallée de l'Ourika en août 1995, mais d'autres événements, en 1996, 2000, 2001, 2002 notamment, ont touché les régions du Nord (Oued Martil à Tétouan, Taza,...) ou la région de Casablanca (Mohammedia, Settati, Berrechid) et en Novembre 2003 la région de Nador, Al Hoceima et dernièrement à Saouira et ses régions.

Face à cette situation, les solutions apportées demeurent toujours imparfaites et incomplètes par rapport à la demande croissante de sécurité exprimée par la société, d'où parvient le grand intérêt de l'usage de l'image satellitaire dans des domaines comme la gestion des catastrophes naturelles. En effet, Les techniques spatiales, à travers les satellites d'observation de la Terre, les satellites de télécommunication et celles de positionnement, apportent une contribution significative en fournissant des informations spatiales adéquates pour les trois phases de gestion d'une situation de crise : pré, pendant et post crise. Cet accès aux données satellites en période de catastrophes naturelles constitue un élément clé pour produire des informations rapides et utiles aux décideurs. L'exploitation de l'imagerie spatiale pour le cas des inondations vise à caractériser les zones favorables ou non aux écoulements, ainsi qu'à l'extension des crues et cela dans l'ambition d'avoir une vision synthétique et complète à l'échelle de la totalité du territoire Marocain, de l'ensemble des risques réels et potentiels d'inondation, en vue de dégager et de planifier les différentes mesures qui permettront d'y faire face. Les images satellites sont aussi très utiles en période de crise pour cartographier les zones inondées et suivre leur évolution. Ces images permettent de fournir rapidement, dans les situations de grande détresse, les données issues des moyens spatiaux les plus susceptibles de contribuer à l'anticipation et à la gestion de la crise ainsi qu'à l'organisation des secours ou aux opérations de réparation. Assurant la couverture de vastes surfaces, les données spatiales issues de l'imagerie satellitaire enrichissent de plus en plus celles issues des moyens au sol traditionnels qui ne permettent que des mesures ponctuelles et cela grâce aux informations complètes, homogènes et actuelles qu'elles fournissent et qui sont obtenues de manière numérique et ne nécessitent donc pas de conversion de données.

2. Catalogues des Images Satellitaires

Les images satellitaires constituent une véritable base de données numériques sur les variations inter-annuelles et inter-saisonnières du tracé des cours d'eau et de leurs débordements périodiques et occasionnels. Elles sont regroupées sous forme de catalogues d'images issues d'un ensemble de satellites bien déterminé.

Un catalogue des images satellitaires est une application de visualisation qui a pour objectifs de rendre accessible les images captées par les satellites, de permettre une visualisation rapide et efficace des images et de faciliter leur réutilisation à des fins de recherche. En effet, un catalogue des images satellitaires est principalement une base de données dynamique en ligne que les interfaces Web permettent au travers des différentes sections d'utiliser, citant par exemple (Earthshots : contient des Images multitudes ciblées du satellite Landsat, ENGESAT Catalogue of Images : contient des images captées par les satellites « Landsat 5TM, Landsat7 ETM, SPOT », DLR Data Catalogues.... etc).

2.1. Exemple : Catalogue Sirius pour Spot Image

Le catalogue SIRIUS permet de consulter la base des données images en archive de SPOT Image, et propose une aide pour repérer les images existantes sur la zone géographique de votre étude. Ce catalogue, remplace le Dali Request et permet d'accéder à des images satellitaires en indiquant la latitude et la longitude d'un point, en entrant le nom d'une ville proche, ou en le localisant sur une carte. Les images sont stockées au format JPG.



Figure 1 : Interface SIRIUS

L'utilisation simultanée de plusieurs catalogues pour répondre à une requête simple : Comment peut on avoir des images avec des vues et des altitudes différentes de la même zone étudiée pour un temps donnée T1 quel que soit le satellite d'acquisition ? est actuellement impossible malgré les efforts de normalisation dans ce domaine. Ce type de question est primordial pour une gestion efficace des moyens en cas de catastrophe naturelle. L'objectif de notre étude est donc de répondre à cette question, pour assurer l'interopérabilité et l'intégration virtuelles d'un ensemble important des catalogues.

3. Médiateur des Systèmes d'information hétérogènes

Pour répondre aux besoins d'interopérabilité d'un nombre grandissant de catalogues disponibles aujourd'hui sur la toile Web, la conception et le développement d'un système, à la fois flexible et efficace est nécessaire, qui repose sur l'architecture médiateur/adaptateurs [Wiederhold]. Le but d'un tel système est d'intercepter les requêtes des utilisateurs et de trouver les images les plus adéquates d'une manière transparente aux utilisateurs via les adaptateurs concernés. Ces derniers n'ont pas besoin de savoir la nature, le type ou la localisation des données, dans quel langage ils ont été programmés et sur quel système d'exploitation ils sont hébergés, ou aucun des autres aspects du système qui ne fait pas partie de

l'interface des services demandés. Le médiateur offre donc, une vue globale et centralisée des sources et les adaptateurs offrent un accès uniforme aux catalogues [Amann].

3.1 Médiateur AXMed

Le médiateur AXMed (Advanced Xml Mediator), a pour objectif de proposer aux utilisateurs une plateforme conviviale de médiation pour l'interrogation et l'intégration de plusieurs sources de données hétérogènes collectées sur des différents serveurs via le Web [Ezziyani].

3.1.1 Spécificités conceptuelles de AXMed

Le système de médiation AXMed répond à l'ensemble des spécifications structurelles et des contraintes fonctionnelles suivantes :

Intégration de sources de données : Le terme "intégration" englobe ici à la fois la notion d'interopérabilité, c'est-à-dire l'aptitude de sources hétérogènes à fonctionner conjointement, et celle de l'intégration sémantique reposant, entre autres, sur une ontologie du domaine. L'intégration de données est un problème qui succède naturellement aux travaux sur l'intégration de schémas. Ce problème est rendu crucial avec la prolifération des sources de données sur Internet ou au sein des entreprises, le caractère hétérogène de ces données et le besoin de plus en plus pressant d'exploiter ces gisements de données pour des besoins décisionnels. AXMed doit donc, concevoir des solutions (infrastructures, protocoles d'accès, architectures) permettant, d'une part, d'offrir un accès en permanence sur le réseau des ressources (outils et bases de données) de manière transparente et d'autre part, de construire des systèmes d'interrogation et de traitement de données sur de grandes quantités de données multiformes stockées dans des bases interconnectées hétérogènes.

Accès efficace et sélectif de l'information : Pour satisfaire les critères de pertinence et de performance souhaités par l'utilisateur des nouvelles techniques d'interrogation et de filtrage doivent être proposées (préférences de critères, filtrages approximatifs, résultats partiels etc...). En effet, Pour répondre à une requête utilisateur, un système de médiation doit être composé (par les opérateurs de l'algèbre relationnelle par exemple) des résultats provenant de différentes sources. Cette composition n'est possible que si les données sont homogènes et conformes au schéma de médiation, ce qui n'est pas le cas dans des systèmes hétérogènes. Le problème est alors la détection des incompatibilités syntaxiques et sémantiques et la définition de règles pour les transformer. Un autre problème est celui de la génération de requêtes de médiation. Une requête de médiation sert à interroger une source de données et à calculer un objet du schéma de médiation [Ezziyani].

Suivi et Mise à jour : Du fait d'un besoin d'accès aux données en temps réel, les systèmes doivent être capables de fournir des données corporatives reflétant les conditions de mise à jour les plus récentes, et correspondant à l'état réel de l'activité. En reliant les plates-formes hétérogènes, les bases de données et les applications en temps réel, les systèmes peuvent obtenir une vue globale d'elles-mêmes et de l'extérieur, tout en respectant les exigences de la mise à jour des données en temps réel.

Répondre à cette demande croissante d'intégration de données en temps réel et de suivi des modifications de données, et la gestion efficace des mouvements de données, est une des orientations majeures de AXMed. En effet, le médiateur doit permettre une intégration simple à plusieurs sources de données et offre un accès direct aux données et un suivi efficace des changements de données. De plus, la solution doit permettre, de réunir en temps réel des informations provenant de sources multiples et d'obtenir ainsi une image virtuelle, qui peut être transmise directement aux utilisateurs.

Transformation et ouverture du système : La possibilité de la manipulation des données et des sources logicielles d'une ressource dans d'autres ressources similaires et disponibles, tout en assurant la transparence et les droits d'accès. Et comme il peut exister plusieurs schémas gérés par le médiateur pour

décrire un même ensemble de données, ce dernier doit pouvoir assurer le passage des données depuis le format générique (schéma global) dans le format correspondant à des sources [Fundulaki]. Pour être capable d'effectuer la transformation des données, le médiateur doit connaître les correspondances existantes entre les schémas.

Interopérabilité : L'interopérabilité implique la possibilité de pouvoir demander et recevoir des services entre des "systèmes interopérables" et de pouvoir utiliser leurs fonctions. Une forme limitée d'interopération est l'échange de données où un système envoie périodiquement des données vers un autre système. Dans ce cas les données peuvent être interdépendantes, ce qui implique que les données et les fonctions de systèmes différents sont dépendants, même si cela est transparent au niveau applicatif. De manière générale, le médiateur AXMed doit assurer les conditions suivantes :

- les systèmes peuvent échanger des messages et des requêtes.
- les systèmes peuvent opérer comme une unité pour réaliser une tâche commune.
- les systèmes peuvent utiliser les fonctions des uns et des autres, fonctionner comme des clients et des serveurs et communiquer même si leurs composants internes sont incompatibles.

Fiabilité et cohérence de données : La fiabilité des données doit être assurée en cas de panne d'un service. Un bon médiateur doit être capable de restaurer des données cohérentes après une interrogation de plusieurs sources hétérogènes. Egalement, l'utilisation d'une technique avancée de duplication et restauration des données (Transaction & journal de manipulation) pour éviter la perte de données en cas de panne. Un médiateur doit donc veiller à ce que les données et les services respectent ces règles lors des modifications et doit suivre l'évolution des sources locales.

Sécurité des données : Les données et les services intégrés par les médiateurs doivent être protégés contre les accès non autorisés ou mal intentionnés. Il doit exister des mécanismes adéquats pour autoriser, contrôler ou gérer les droits d'accès de n'importe quel usager à tout ensemble de données. Les droits d'accès peuvent également dépendre de la valeur des données ou des accès précédemment effectués par l'utilisateur [Bright].

Evolution et extensibilité : Le système n'est limité ni dans le temps ni dans l'espace, par conséquent, un modèle de données complet et homogène pour pouvoir supporter les données de différents domaines d'application est nécessaire.

Le développement d'un tel système de médiation est original parce qu'il vise non seulement l'intégration de données mais aussi celles des applications tels que des formulaires des outils de simulation et de calculs scientifiques, et autres outils qui facilitent l'accès aux données et leur manipulation. Les objectifs scientifiques s'articulent autour de deux axes :

- La représentation et l'intégration des données et des applications.
- L'optimisation de l'interrogation et l'exécution des services.

L'architecture générique de ce médiateur est illustrée dans la figure (Figure 2) suivante :

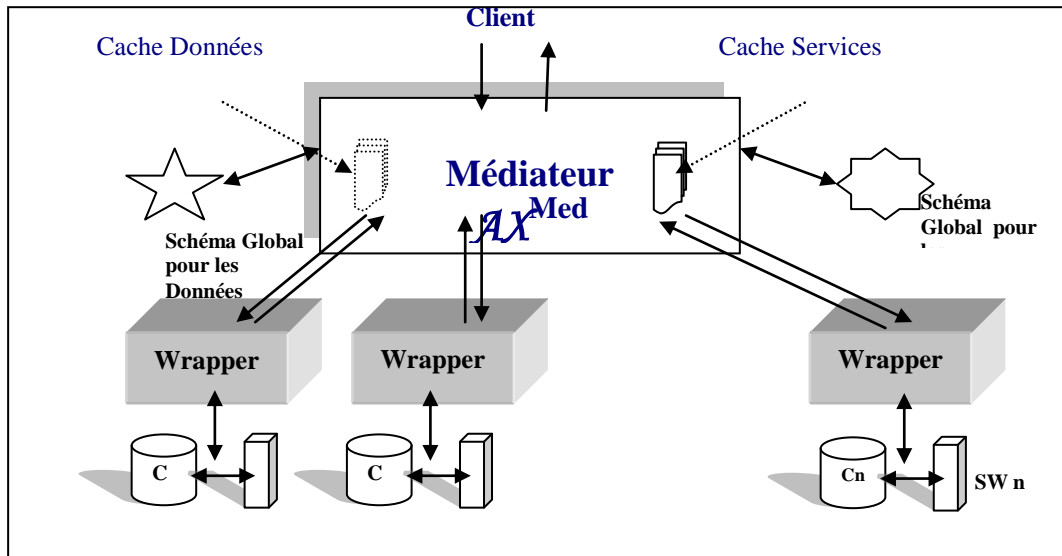


Figure 2 : Architecture générique du médiateur AXMed

L'architecture standard pour la réalisation de ce type d'application repose sur les notions d'adaptateur et de médiateur. Le médiateur réalise l'intégration proprement dite, il donne à l'utilisateur une vue homogène du système (i.e., format et langage d'interrogation unique). Les adaptateurs convertissent les données et les opérations des systèmes sources dans le système médiateur. Traditionnellement, ces adaptateurs sont programmés pour chaque base source intégrée et requièrent des temps de développement importants.

3.1.2 - Contraintes fonctionnelles de AXMed

Ce médiateur est le résultat d'une étude détaillée des avantages et des inconvénients de plusieurs médiateurs existants. En effet, pour répondre aux besoins de notre étude, l'implémentation du noyau se base sur la technologie de gestion des données distribuées autour du modèle de données : le modèle XML. Ce choix se justifie par la portabilité de XML et l'existence des règles de transformation du relationnel ou/et objet au XML et vice versa. En plus, XML a plusieurs avantages, entre autres :

- un moyen simple d'échanger des données à travers le réseau.
- de nouvelles possibilités aux concepteurs de site Web qui ont atteint dans leurs pratiques les limites de HTML.
- un nouveau modèle d'échange pour effectuer des requêtes à des bases de données au travers du réseau Internet ou Extranet.
- une solution simple pour échanger des informations entre diverses applications sur le poste utilisateur ou à travers l'Extranet ou l'Internet,
- une couche logiciel standard qui permet la mise en oeuvre à travers le réseau d'applications distribuées s'appuyant sur des objets XML.

Concernant l'approche adoptée par le médiateur AXMed, c'est une approche mixte entre GAV et LAV. Ce dernier choix est justifié, par le fait de l'exploitation de la simplicité de l'opération de réécriture des requêtes par l'utilisation de l'approche GAV et de pouvoir assurer l'évolutivité et la flexibilité du systèmes avec l'introduction de l'approche LAV. Pour ce faire, nous avons défini une ontologie de domaine décrite par un arbre hiérarchiques des domaines (Arbre de Schéma Global). Dans la phase d'affectation, chaque domaine peut représenter une vue sur une ou plusieurs sources intégrées par les médiateurs, d'où l'approche GAV. L'avantage est une meilleure structuration de la vue, qui facilite à la fois la mise à jour en cas d'évolution des schémas dans le médiateur et l'optimisation des requêtes sur les sources [Levy].

Dans la phase de Mapping, on établit des correspondances entre les objets de chaque source avec les éléments de l'arbre, d'où l'approche LAV. Par conséquent, le Mapping doit pouvoir exprimer plus qu'une simple correspondance entre les domaines de l'arbre du schéma global et les sources. Ce point est essentiel pour l'augmentation du pouvoir d'expression des vues. Un objectif important est de simplifier la spécification des sources, en explorant des techniques de mise en correspondance adaptées au type de Mapping hiérarchique.

4. Pourquoi l'intégration des images satellitaires ?

Les techniques de télédétection sont utilisées pour mesurer et effectuer le suivi de la superficie de l'inondation, pour orienter les secours de façon efficace et pour fournir des évaluations quantifiables sur l'étendue des terres et des infrastructures touchées. Ces techniques nécessitent l'analyse et l'interprétation de plusieurs images satellitaires d'une même région pour pouvoir mieux identifier les risques et prendre les démarches nécessaires. Pour ce faire, il faut interroger plusieurs sources des images satellitaires qui ont souvent des formats et des interfaces d'interrogation différentes.

L'intégration des images de la télédétection via un médiateur s'avère donc nécessaire pour le calcul et l'évaluation rapides des niveaux d'eau, des dommages et des régions en danger d'inondation. Les agences de prévision d'inondations, les compagnies hydroélectriques, les organismes de conservation, les urbanistes, les organismes de secours d'urgence et les compagnies d'assurance utilisent tous ce type de données.

5. Prévention des inondations et limite des dégâts.

Comme suite logique de cette recherche, et après la phase de la localisation des zones inondables des régions risquées, nous proposons l'exploitation des services de sécurité proposés par les satellites à usage clients. Nous nous intéressons à ceux du projet Galileo, citant l'exemple du Service de Recherche et Secours (Search And Rescue service) qui permet de localiser l'ensemble du parc des balises Cospas-Sarsat et de renvoyer un message d'acquiescement vers les balises en détresse. La réglementation et la définition des fonctions sont sous la charge de l'intéressé. Cela nécessite le développement d'un Système de Contrôle Préventif (SCP) afin d'informer les responsables pour qu'ils interviennent d'urgence avant la crise. Pour ce faire, on prévoit l'installation des émetteurs intelligents des signaux dans des emplacements bien étudiés à l'avance pour pouvoir contrôler le niveau d'eau critique ou bien pour calculer la force d'écoulement de l'eau qui peuvent causer des catastrophes. Les signaux transmis par les différents émetteurs sont reçus par le système SCP et traités pour une éventuelle décision de précaution.

Références :

[Wiederhold] G. Wiederhold, *Intelligent Integration of Information*, ACM SIGMOD Conf. On Management of Data, pp. 434-437, Washington D.C, USA, May 1993.

[Amann] B. Amann, C. Beerli, I. Fundulaki, M. Scholl, *Ontology-Based Integration of XML Web Resources*, In International Semantic Web Conference (ISWC), Sardinia, Italy, 2002.

[Baru] C. Baru, A. Gupta, B. Lud'ascher, R. Marciano, Y. Papakonstantinou, P. Velikhov, V. Chu. *XML-based information mediation with MIX*, In Demonstrations, ACM/SIGMOD, pp. 597-599, 1999.

[Gardarin] G. Gardarin, A. Mensch, T. Dang-Ngoc, L. Smit, *Integrating Heterogeneous Data Sources with XML and XQuery*. *e-XMLMedia*, France, 2004.

[Manolescu] L. Manolescu, D. Florescu, D. Kossmann, *Answering XML Queries over Heterogeneous Data Sources*, 27th Very Large Data Bases, pp. 241-2560, Roma, Italy, Sept 2001.

[Levy] A. Levy, D. Srivastava, T. Kirk, *Data Model and Query Evaluation in Global Information Systems*, Journal of Intelligent Information Systems, 1995.

[Ezziyyani] M. Ezziyyani, M. Bennouna, M. Essaïdi, , *Advanced XML Mediator For Heterogeneous Information Systems – AXMed*, ICTIS'05, Maroc, Tetoan, June 2005 In Proc.

[Christophides] V. Christophides, S. Cluet, J. Simeon, *On Wrapping Query Languages and Efficient XML Integration*, In Proc. of ACM SIGMOD, Dallas, USA, May 2000.

[Fundulaki] I. Fundulaki, B. Amann, C. Beerli, M. Scholl, *STYX : Connecting the XML World to the World of Semantics*, In Proceedings of EDBT, Prague, Czech Republic, March 2002.

[Garcia-Molina] H. Garcia-Molina, Y. Papakonstantinou, D. Quass, A. Rajaraman, Y. Sagiv, J.D. Ullman, V. Vassalos, and J. Widom, *The TSIMMIS approach to mediation : Data models and languages*, Journal of Intelligent Information Systems, vol. 8, no. 2, 1997.

[Ezziyyani] M. Ezziyyani, M. Bennouna, M. Essaïdi and A. Lyahyaoui, *Heterogeneous information systems mediator : AXMed*, Information and Communication Technologies International Symposium, Tetuan, Morocco, 2005.

[Bright] L. Bright, J-R. Gruser, L Raschid et M.E.Vidal *A Wrapper Generation Toolkit to Specify and Construct Wrappers for Web accessible Data Sources (WebSources)*, Journal of Computer systems Science and Engineering. Special Issue : Semantics on the World Wide Web.

[Yésou] H. Yésou, C. Meyer, S. Clandillon, P. Fraipont, *Rapport des données SPOT5 pour la gestion du risque inondation, Actes du Colloque " SPOT5 vers de nouvelles applications*, Toulouse, 27-28 Novembre. CNES Ed, 2001.

[Smith] L.C Smith, *Satellite remote sensing of river inundation area, stage, and discharge*, areview, Hydrological Processes, Vol .11(10), 1997.

[Caloz] R. Caloz and C. Collet, *Précis de télédétection*, Sainte-Foy (Québec) : Presses Polytechniques du Québec, 2002.

[AXES] F. AXES, *les images spot, une source d'information sur l'eau'' Congrès international de kaslik - liban* - 18-20 juin 1998.

[Yésou] H Yésou, P Chastanet, *Contribution des données d'observation de la terre à la gestion des crues lentes, Rapport Final WP3, Programme Eau et Feu*, ESA ,35, 2000.

[Gonzalez] S. Gonzalez, Benoît Maréchal, Laurent Moragues, Ludovic Puente, Aurélien Vessot, *La Cartographie sur Internet. Etat de l'art et aide au choix d'une solution, Micro-projet Mastère SILAT*, Janvier – Mars 2004.