

---

# Vers une solution SOLAP comme outil participatif

**Rosemarie McHugh** <sup>1,2</sup>  
**Stéphane Roche** <sup>1</sup>  
**Yvan Bédard** <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche en Géomatique

<sup>2</sup>Chaire de recherche industrielle CRSNG en bases de données géospatiales décisionnelles, Université Laval, Pavillon Casault, G1K 7P4 Québec (Qc) Canada.  
rosemarie.mchugh.1@ulaval.ca, stephane.roche@scg.ulaval.ca,  
yvan.bedard@scg.ulaval.ca

---

*RÉSUMÉ.* Dans cet article, nous décrivons comment le SOLAP (Spatial On-Line Analytical Processing), une technologie issue du Business Intelligence (BI), spécialement adaptée aux données géospatiales, peut renforcer la composante technologique des SIG participatifs (PPGIS). Basé sur un cas simulé d'audience publique, la recherche présentée vise à démontrer le potentiel des outils SOLAP pour supporter et améliorer l'accessibilité et l'analyse de l'information géospatiale dans le contexte d'une application PPGIS de gestion environnementale.

*ABSTRACT.* In this paper, we describe how SOLAP - Spatial On-Line Analytical Processing - a specific category of Business Intelligence technology especially adapted to geospatial data, can help to improve the technological side of Public Participation GIS applications. Based on a "simulated case" of realistic scenarios of a public audience, this paper aims at demonstrating the relevance of this SOLAP technology to support and improve the interactive access and analysis of geospatial information (and indirectly public involvement) for an environmental management PPGIS application.

*MOTS-CLÉS :* PPGIS, participation, Spatial OLAP, Business Intelligence.

*KEYWORDS :* PPGIS, public involvement, Spatial OLAP, Business Intelligence.

---

## **1. Introduction**

Le concept de Public Participation GIS est né dans le contexte de la société de l'information, de la convergence de deux phénomènes : la démocratisation de la géomatique d'une part, et la pression sociale vers plus de participation d'autre part. Le principal objectif des PPGIS consiste à mobiliser de l'information géographique, des technologies géomatiques et des connaissances locales, afin de favoriser la participation du public et de renforcer le rôle des communautés locales dans les processus de gestion territoriale.

### **1.1 Faiblesses des PPGIS**

L'efficacité des PPGIS est limitée par une série de facteurs sociaux, politiques et culturels. Au cours de la dernière décennie, de nombreuses recherches ont été menées dans le domaine (Roche 2003, Sieber 2006). La plupart des efforts de recherche visaient à améliorer l'aspect participatif des applications PPGIS (Roche et Caron 2004). Du point de vue technologique en revanche, les PPGIS reposent encore aujourd'hui principalement sur des technologies SIG conventionnelles, ne bénéficiant ainsi pas des améliorations majeures apportées par les technologies du Business Intelligence (BI). Il s'agit là d'une lacune importante dans la mesure où précisément, les outils de BI sont spécialement conçus pour supporter la prise de décision.

Les applications PPGIS développées ont, pour la plupart, des difficultés à atteindre les objectifs visés (Craig et al 2002, Turkucu 2007). On constate en particulier que : (1) les interfaces des SIG conventionnels sont trop complexes pour des non-experts (2) ; les opérateurs des SIG conventionnels sont orientés vers des méthodes quantitatives tandis que l'intégration, l'analyse et la représentation des connaissances locales reposent sur des méthodes qualitatives ; (3) les SIG conventionnels ne sont pas suffisamment interactifs pour supporter efficacement un processus participatif ; et finalement (4) le niveau de complexité des SIG conventionnels est beaucoup trop élevé pour permettre aux utilisateurs de réaliser à la volée des croisements de données, des analyses spatio-temporelles, d'explorer les données selon différentes perspectives ou selon différents niveaux de détails et ce, sans devoir maîtriser un langage d'interrogation.

La plupart des applications PPGIS actuelles sont basées sur des composants technologiques qui ne sont pas suffisamment interactifs (d'un point de vue informationnel) pour supporter des processus participatifs et ce, plus particulièrement quand il y a présence de participants non-experts. Ces applications reposent typiquement sur des technologies transactionnelles (SIG, serveur Web...) et ne tirent donc pas profit des capacités analytiques des technologies du BI (ex : On-Line Analytical Processing, Spatial OLAP, data mining, tableaux de bord).

## **1.2 Objectif et solution proposée**

Cette recherche propose de décrire comment un outil SOLAP peut renforcer la composante technologique des applications PPGIS. Plus spécifiquement, le but de cette recherche consiste à démontrer la pertinence de la technologie SOLAP pour supporter et améliorer l'accessibilité et l'analyse de l'information géospatiale multi-échelles et multi-époques de manière interactive dans un type particulier d'application PPGIS (audience publique).

Nés du couplage des technologies OLAP et des systèmes d'informations géographiques (SIG), les outils SOLAP fournissent des moyens efficaces pour facilement explorer et analyser des données spatiales et non-spatiales sans exiger la moindre assistance d'un expert. Le SOLAP est « un logiciel de navigation facile et rapide dans les bases de données spatiales qui offre plusieurs niveaux de granularité d'information, plusieurs thèmes, plusieurs époques et plusieurs modes de visualisation synchronisés ou non : cartes, tableaux et diagrammes » (Bedard, 2004). Des opérations de forage permettent aux utilisateurs de facilement interroger les données sans même devoir utiliser un langage d'interrogation et d'obtenir les résultats en moins de 10 secondes. Plus récemment, le SOLAP a été enrichi de fonctionnalités d'hypermédia et d'annotation (red-lining) (Bédard et al, 2006).

## **1.3 Méthode**

Comme preuve de concept, et de manière à démontrer l'utilité des fonctionnalités de la technologie SOLAP face aux besoins et aux contraintes de participation d'une audience publique, nous avons développé deux prototypes SOLAP, et les avons testé dans un projet fictif de gestion environnementale (basé sur une situation réelle, des enjeux réels et des données réelles).

Le premier prototype a pour but d'informer les citoyens sur un enjeu environnemental spécifique (relié à l'érosion côtière), de leur donner toute l'information nécessaire pour bien comprendre l'enjeu en question et finalement d'améliorer leur implication lors des discussions. Le prototype intègre des données qui permettent de caractériser des aspects humains, environnementaux et physiques des berges de la Gaspésie (Québec). L'outil permet aux citoyens, avec l'aide d'un expert, d'explorer les données à différents niveaux de détail, de développer des requêtes *ad hoc* et d'obtenir instantanément les réponses aux questions posées. Suite aux discussions et aux commentaires produits suite à l'utilisation de ce premier prototype, un second a été développé. Ce dernier permet d'identifier une priorité d'intervention. La priorité d'intervention peut être obtenue par une sommation des poids attribués aux différents aspects (humains, environnementaux et physiques). Le but premier de ce prototype est de faciliter l'atteinte d'un consensus sur les priorités d'interventions.

#### 4 SAGEO'2007

La section suivante est dédiée à une comparaison formelle entre les besoins d'une application PPGIS (en termes d'exploration de données, de navigation, d'interactivité, etc.) et les capacités de la technologie SOLAP (en termes de fonctionnalités).

### **2. Potentiel du SOLAP pour supporter la participation du public**

#### **2.1 Contexte participatif : besoins et contraintes**

Actuellement, un PPGIS ne se limite pas à une composante technologique. Il doit être considéré comme un processus mobilisant des données géospatiales, des technologies géomatiques et des participants, afin de supporter la participation du public dans un processus de prise de décision. Dans cet ordre d'idée, un PPGIS doit non seulement accroître l'accessibilité aux données et aux technologies, mais doit également rendre disponibles le savoir et l'expertise requis pour comprendre les enjeux et utiliser adéquatement la technologie qui fournira l'information désirée. Une solution PPGIS efficace doit donc :

- permettre aux citoyens de naviguer de manière interactive dans les données afin qu'ils puissent obtenir l'information désirée ;
- offrir, lorsque approprié, l'information actuelle, passée, planifiée ou projetée ;
- offrir la possibilité de comparer ou de valider des scénarios ;
- permettre la visualisation de données concernant des impacts potentiels (quoi, quand, où, comment, combien) ;
- être disponible, accessible et compréhensible par tous les participants peu importe leurs connaissances ou leurs expertises ;
- idéalement, fournir de l'information explicite sur la qualité interne et externe des données utilisées et émettre des avertissements lorsque jugé approprié ;
- donner la possibilité aux utilisateurs d'ajouter des commentaires, des photographies, des documents, des enregistrements vocaux ou tout autre information multimédia dans un but de faciliter le partage de l'information;
- donner aux utilisateurs la possibilité de représenter les données sous différents modes de visualisations (cartes, tableaux, graphiques, photos...).

## 2.2 Pourquoi le SOLAP est-il une solution adaptée?

Contrairement aux technologies transactionnelles (OLTP), principalement conçues pour gérer des transactions courantes et optimisées pour la saisie, le stockage, la mise à jour, la sécurité et l'intégrité des données, les technologies OLAP sont principalement conçues pour l'analyse et la prise de décision. Elles sont optimisées en fonction d'une analyse facile et rapide des données autant détaillées qu'agrégées. Conséquemment, le OLAP Council (1995) décrit la technologie OLAP comme:

*« a category of software technology that enables analysts, managers and executives to gain insight into data through fast, consistent, interactive access to a wide variety of possible views of information that has been transformed from raw data to reflect the real dimensionality of the enterprise as understood by the user ».*

Dans la mesure où elles ne répondent pas aux mêmes besoins et ne s'adressent pas aux mêmes types d'utilisateurs, les technologies OLAP et OLTP ne se concurrencent pas, elles sont plutôt utilisées conjointement et en complémentarité au sein des entreprises. Les applications PPGIS actuelles sont contraintes aux mêmes limites que les SIG transactionnels en matière d'analyse des données.

Les outils SOLAP sont quant à eux spécialement adaptés à l'exploration et à l'analyse des données spatiales. Ils sont conçus pour permettre la navigation itérative entre des vues agrégées et détaillées des données, selon plusieurs époques et plusieurs thèmes d'analyse. Ces outils supportent aisément l'analyse spatio-temporelle ainsi que l'analyse multi-échelles et ce, de manière interactive. Les opérateurs de forage disponibles (drill-down, roll-up, drill-across, slice, pivot, etc.) permettent de naviguer dans les données et de rapidement visualiser les résultats sans jamais devoir utiliser un langage d'interrogation. Peu importe le niveau de complexité de la requête, il suffit de quelques clics de souris et de moins de 10 secondes pour obtenir l'information désirée. L'affichage des résultats peut se faire selon différents types de visualisations (cartes, tableaux, graphiques) qui peuvent être synchronisées ou non.

La prochaine section est basée sur une simulation de cas. Cette simulation est construite à partir d'un scénario réaliste d'audience publique pour lequel la plupart des actions et problèmes de participation sont pris en considération. Cette simulation permet d'illustrer, de manière concrète, le potentiel de la technologie SOLAP pour améliorer les applications PPGIS. L'emphase est mise sur l'interaction entre 2 prototypes SOLAP et les participants de l'audience publique simulée.

### **3. Solution SOLAP comme outil participatif**

#### **3.1. Contexte de la simulation**

Le contexte de la simulation qui a servi à tester le potentiel du SOLAP comme outil participatif est basé sur une situation réelle et des données réelles. Dans cette simulation, nous supposons un scénario fictif où le Gouvernement du Québec émettrait une nouvelle loi afin de protéger l'environnement côtier contre les activités humaines. Cette nouvelle loi impliquerait que toute municipalité côtière serait forcée de maintenir ou de redonner un aspect naturel aux berges qui sont situées sur son territoire. Compte tenu du contexte géographique du Québec, une forte concentration de la population est localisée en bordure du fleuve Saint-Laurent, plusieurs municipalités seraient donc touchées par cette nouvelle loi. La situation serait particulièrement critique dans la région de la Gaspésie puisque la majorité des berges de cette région sont touchées par un phénomène naturel d'érosion. Au fil du temps, ce phénomène a forcé la construction d'infrastructures pour protéger les routes et les habitations contre l'érosion. Conséquemment, un grand pourcentage des berges du Saint-Laurent est affecté par ces infrastructures nommées « ouvrages de protection ». Eu égard à la situation particulière qui touche les municipalités de la Gaspésie, nous supposons que le gouvernement permettrait à ces municipalités de protéger leur territoire côtier contre l'érosion seulement dans une certaine proportion (40%). En observant en détail la situation dans trois de ces municipalités (Saint-Siméon, Bonaventure et Maria), nous pouvons constater que certaines décisions devraient être prises. Par exemple, 85% des berges de la municipalité de Maria sont présentement protégées par des infrastructures. La situation est moins dramatique pour les municipalités de Saint-Siméon et Bonaventure où respectivement 39% et 56% des berges sont affectées. Afin d'atteindre les objectifs invoqués par le gouvernement, ces municipalités devraient décider « où » elles agiraient.

#### **3.2. Prototype #1**

Le premier prototype SOLAP développé a pour but d'informer les citoyens éventuels de la situation que nous avons imaginée et de leur donner l'opportunité de comparer et de commenter certains scénarios possibles d'intervention. Afin de représenter et de caractériser les risques d'érosion, le territoire situé entre la route et la berge a été divisé en parcelles d'analyse, chacune mesurant 40 mètres le long de la route. Chaque parcelle est ensuite décrite par une série de caractéristiques qui sont nécessaires à l'évaluation du risque d'érosion :

- caractéristiques physiques de la parcelle: le type de berge (plage, falaise...), la pente moyenne (déduite de MNT), la hauteur moyenne de berge et la distance moyenne entre la route et la berge ;
- enjeux fauniques comme la présence de zones de fraie ;

- enjeux humains comme le type d'occupation du sol (urbain, touristique, rural...).

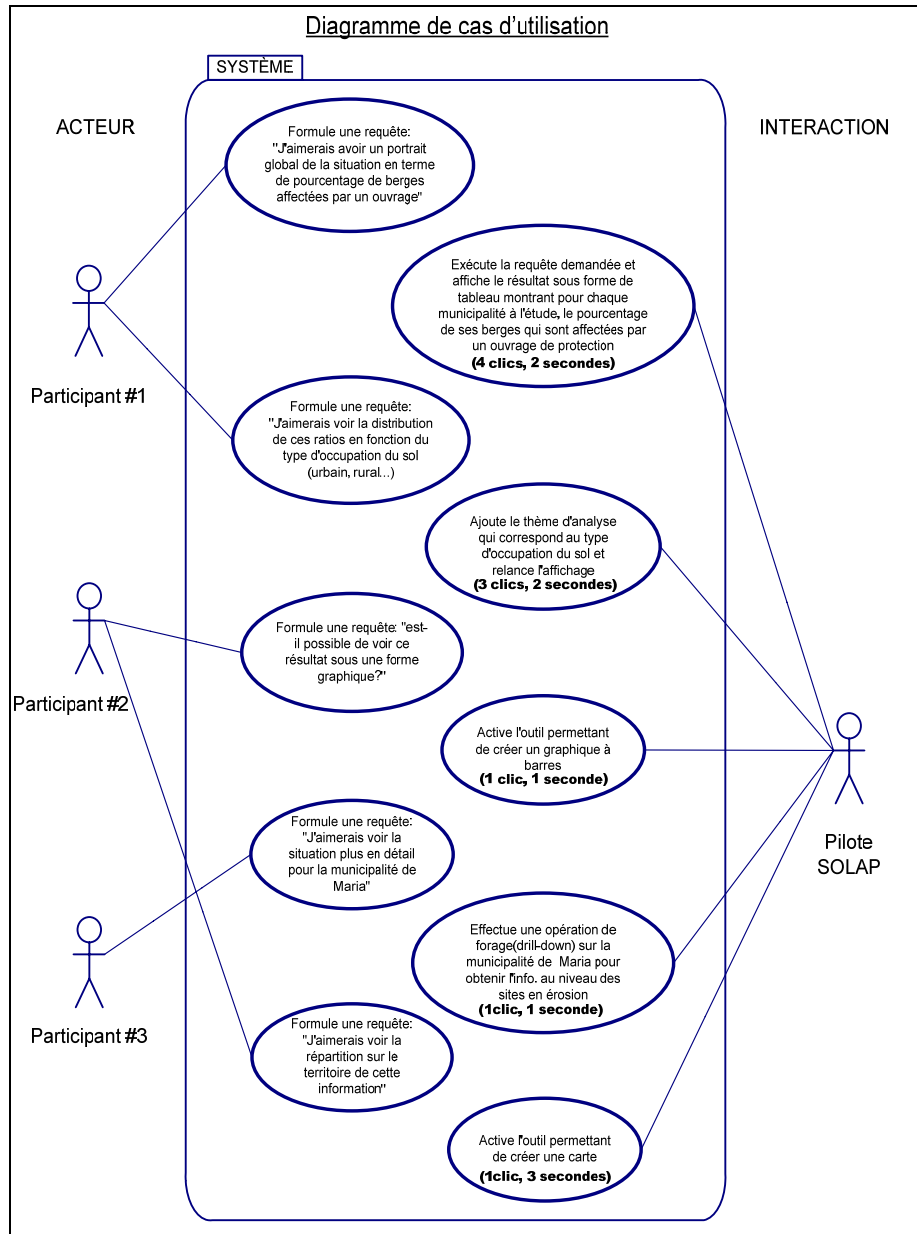
Dépendamment des données disponibles, ce premier prototype permet de mesurer la longueur de berge d'une région spécifique, la longueur de berge affectée par un ouvrage de protection, le pourcentage affecté par un ouvrage de protection, le nombre de bâtiments affectés et les coûts nécessaires à la destruction des ouvrages. En plus de ces informations, nous avons simulé 2 scénarios possibles d'intervention. Basé sur une pondération des enjeux présents, ces 2 scénarios indiquent « où » les actions devraient être entreprises. Ces scénarios d'intervention sont 2 possibilités qui peuvent être comparées et discutées à l'aide des fonctionnalités de l'outil SOLAP. Ensuite, pour illustrer de manière concrète le potentiel de l'outil SOLAP, nous avons simulé une série d'actions qui sont susceptibles de survenir pendant la tenue d'une audience publique. Le diagramme de cas d'utilisation de la page suivante illustre une partie des interactions potentielles entre le pilote de l'outil et les participants à l'audience publique.

### **3.3 Prototype #2**

Le second prototype développé utilise principalement les mêmes thèmes d'analyse que le premier, mais il se distingue par les mesures représentées. Ce second outil permet de calculer à la volée des formules de priorité d'intervention. Les formules sont essentiellement des sommes de poids attribuées aux différentes caractéristiques du territoire. En visualisant instantanément les résultats, les participants peuvent émettre des commentaires sur les poids donnés aux différentes caractéristiques et même donner leurs propres suggestions de formules. L'objectif de cet outil est d'arriver à un consensus sur la priorité d'intervention. Une série d'actions a également été simulée pour illustrer les fonctionnalités de cet outil.

## **4. Résultats obtenus et conclusion**

Nous avons simulé 8 scénarios de 1-4 requêtes, certaines complexes d'autres simples, certaines ciblées d'autres comparatives, certaines concernant des situations présentes, d'autres, des situations passées ou potentielles, etc. L'ensemble des réponses obtenues n'a nécessité que 6 minutes et 97 clics de souris. Au travers de ces 2 prototypes d'applications SOLAP, d'une audience publique fictive et d'une série d'actions simulées (non présentées en détail dans cet article), il nous a ainsi été possible d'identifier les fonctionnalités des outils SOLAP et de mettre en évidence leur potentiel à supporter efficacement les applications PPGIS.



**Figure 1.** Diagramme de cas d'utilisation UML illustrant une partie des interactions entre les participants (participants + requêtes) et l'outil SOLAP (pilote + opérations SOLAP et temps de réponse) lors de l'exécution d'une série d'actions susceptibles de survenir.



Les applications SOLAP ne requièrent pas une grande habilité technique pour être correctement utilisées et peuvent favoriser la participation du public, en permettant de répondre aux requêtes formulées par les participants au fur et à mesure qu'elles sont posées. En utilisant simplement des outils de forage, il est facile et rapide d'extraire toute l'information désirée et de naviguer dans les différents niveaux de détail. Il est possible de visualiser une sélection particulière de l'information sur une carte, dans un graphique ou dans un tableau, de changer la sélection et de voir instantanément les répercussions sur l'une ou l'autre des vues. Les contraintes des PPGIS traditionnels, identifiées dans la section 1.1, peuvent pratiquement toutes être contournées avec l'utilisation d'un SOLAP: (1) l'interface à l'utilisateur est beaucoup plus convivial que celle d'un SIG conventionnel, puisque aucun langage d'interrogation n'est nécessaire (une demie journée de formation est tout de même requise); (2) l'agrégation des données conduit à des mesures quantitatives qui représentent qualitativement l'information grâce à une structuration en hiérarchies de celle-ci; (3) le niveau d'interactivité permet de supporter efficacement un processus participatif; (4) n'importe quelle requête, croisement de données, analyse spatio-temporelle, analyse multi-échelles peuvent être exécutés à la volée.

Pour conclure, il est clair que le SOLAP n'est pas la solution unique pour résoudre tous les problèmes reliés au développement d'applications PPGIS. Cependant, puisque le SOLAP a été spécifiquement conçu pour supporter l'exploration interactive des données spatio-temporelles dans un contexte de prise de décision, il semble naturel d'exploiter son plein potentiel pour supporter la participation du public dans un contexte participatif.

## 5. Remerciements

Les auteurs tiennent à souligner le support de la Chaire de recherche industrielle en bases de données géospatiales décisionnelles financée par le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada, l'Université Laval, Hydro-Québec, Recherche et Développement Défense Canada, Ressources Naturelles Canada, Transport Québec, KHEOPS Technologies, Intélec Géomatique, Syntell, Holonics et Groupe Alta. **Ainsi que le CRSH...**

## 6. Bibliographie

- Bédard, Y., 2004. Amélioration des capacités décisionnelles des SIG par l'ajout d'un module SOLAP (Spatial On-Line Analytical Processing), Université Aix-Marseille, École Polytechnique Universitaire de Marseille, Filière Génie Industriel et Informatique, 8 avril (Professeur invité).
- Bédard, Y., M. Proulx, S. Rivest, T. Badard, 2006. *Merging Hypermedia GIS with Spatial On-Line Analytical Processing: Towards Hypermedia SOLAP*, In: E.Stefanakis, M.P.

- Peterson, C. Armenakis, V. Deli (ed(s)), *Geographic Hypermedia: Concepts and Systems*, pp. 167-185.
- Craig, W.J., Harris, T.M., Weiner, D. (eds) 2002. *Community Participation and Geographic Information Systems*, London: Taylor and Francis.
- Roche S., 2003. «Geographic Information and Public Participation: Research Proposal from a French Perspective», *URISA Journal*, 15(APA II), 41-48.
- Roche S. et Caron C. (eds), 2004. *Aspects organisationnels des SIG*, Hermes, Lavoisier, Paris.
- Sieber R. E., 2006. «Public Participation Geographical Information Systems: A Literature Review and Framework», *Annals of Association of American Geographers*, 96(3), 491-507.
- Turkucu Aysegul, 2007. Development of a conceptual framework for the analysis and the classification of "Public Participation GIS", Mémoire de M.Sc., Université Laval, Département des Sciences Géomatiques, 92 p.