

Analyse méthodologique de développement d'applications interactives pour les systèmes  
d'aide à la décision forestiers

Luc Dubois, candidat M.Sc., Dr. Christopher Gold  
Chaire industrielle en géomatique appliquée à la foresterie  
Centre de Recherche en Géomatique  
Pavillon Casault, Université Laval  
Ste-Foy, Québec, Canada, G1K 7P4  
Tel: (418) 656-5491. Fax: (418) 656-7411

**RÉSUMÉ**

Un système spatial d'aide à la décision interactif est un système où l'utilisateur pose une action de nature spatiale dans le but d'en visualiser rapidement les conséquences. Contrairement à une approche plus conventionnelle, où une solution "optimale" est déduite à partir d'un ensemble de règles, l'expérience de l'utilisateur joue ici un rôle de premier plan dans le processus de décision. Bien qu'intéressante, cette approche interactive n'est toutefois pas évidente avec les SIG conventionnels, car elle implique une rapidité de traitement difficile à supporter pour la plupart des structures de données. Toutefois, une nouvelle structure de données dynamique (VORONOI), présentement en développement au Centre de Recherche en Géomatique de l'Université Laval, pourrait être une solution intéressante aux problèmes de traitements interactifs. La présente étude a donc pour but d'évaluer et de comparer différentes structures de données et logiciel SIG, dans le but de déterminer leur potentiel dans la cadre d'un système d'aide à la décision interactif. Les logiciels analysés sont Arc/Info, Facet, Genamap et le prototype Voronoi.

**ABSTRACT**

Working with a GIS with an interactive approach consists of planning an action and being able to see the impact of this action. A decision support system (DSS) that could work in this manner, and better use the expertise of forest managers would be a great improvement in forest harvest planning. This approach is fundamentally different from conventional DSS that produce an optimum answer given a set of rules and criteria. Thus, an interactive approach is of great interest but is incompatible with conventional GIS because it needs a rapid, efficient and interactive spatial data structure. Such a structure (called VORONOI), is presently being developed at the Center of Research in Geomatics of Laval University. This dynamic spatial data structure allows local modification in an interactive fashion that accelerates the process. This research will assess and compare various spatial data structures to determine their potential in dynamic DSS.

## 1. Introduction

Durant les années 80, les SIG étaient utilisés en foresterie que pour des applications simples, telles la numérisation, la cartographie, le stockage de données d'inventaire et l'interrogation élémentaire des bases de données [Dick et Jordan, 1990]. Très peu d'applications étaient de nature plus élaborées comme le calcul de la possibilité forestière ou l'élaboration de **calendrier de récolte**. Aujourd'hui, on note un intérêt croissant envers **les systèmes d'aide à la décision, tant en foresterie** que dans d'autres domaines. Cet intérêt provient non seulement de la motivation à développer de nouveaux outils SIG [Densham et Goodchild, 1989], mais également d'un besoin stratégique d'outils d'aide à la décision basés sur une infrastructure d'information spatiale [Chen et McLaughlin, 1992], [Herrington, et al., 1991], [Armstrong, et al., 1991], [Worall, 1990].

Un système spatial d'aide à la décision (SSAD) est défini comme étant un outil spécifique de résolution de problèmes basé sur une infrastructure d'information spatiale. Il est utilisé pour faciliter l'élaboration, le choix, la représentation et l'évaluation d'actions de nature spatiales [Chen et McLaughlin, 1992]. Le but de tels systèmes est de fournir aux utilisateurs un outil qui leur permettra d'améliorer leur capacité à choisir ou à générer des solutions alternatives et de représenter spatialement ces situations, ainsi que leurs conséquences [Chen et Gold, 1992].

Toutefois, dans la mesure du possible, la génération et l'évaluation automatique **de solutions doivent** être évitées afin que l'utilisateur ne se sente exclus du processus de décision. Si celui-ci ne peut mettre son expérience à profit dans le processus de décision, il peut se méfier des résultats et les rejeter [Chen et Gold, 1992].

Une solution alternative consiste à laisser l'utilisateur prendre ses décisions à partir d'informations incomplètes (ce qui est relativement facile pour un humain contrairement à un ordinateur), et de transférer les solutions potentielles à l'ordinateur pour qu'il en présente les conséquences. Cette nouvelle approche, présentée par Gold comme étant l'approche de type "simulateur de vol" [Gold, 1993], sera pleinement analysée dans cette étude afin d'en évaluer son applicabilité dans le secteur forestier québécois. Ses principaux avantages sont qu'elle est réellement interactive, et qu'elle permet une utilisation maximale des possibilités de l'ordinateur.

## 2. Remerciements

Nous tenons à remercier l'Association des Industries Forestières du Québec (AIFQ) pour s'être prêtée au sondage, ainsi que la Chaire industrielle en géomatique appliquée à la foresterie, financée par le CRSNG.

## 3. Domaine d'étude

Bien que cette nouvelle approche soit intéressante, il n'y a toutefois aucun SSAD qui l'utilise. L'une des raisons principales est que les technologies informatiques et les logiciels SIG, tous les deux en constante évolution, ne permettent que depuis très peu de temps d'envisager les applications interactives. En effet, le principal obstacle à un système d'aide à la décision interactif provient de

la difficulté, pour la plupart des SIG commerciaux, à mettre à jour rapidement les informations de natures spatiales. Par contre, il est possible que certains SIG possèdent le potentiel d'effectuer des traitements interactifs, mais que ce potentiel ne soit jamais mis à profit dans les SSAD.

Cette recherche permettra donc d'identifier et de catégoriser les principaux SSAD utilisés par l'industrie forestière, et, par la suite, d'analyser et d'évaluer chaque catégorie en fonction de l'interactivité entre l'ordinateur et l'utilisateur dans un processus de prise de décision.

L'étude permettra aussi d'identifier les besoins de l'industrie forestière en SSAD interactifs, et servira à définir et à comparer des méthodologies de développement d'applications interactives propres à chaque SIG évalués. Deux des SIG évalués comptent parmi ceux les plus couramment utilisés par l'industrie forestière québécoise, soient: ARC/INFO et GENAMAP. Deux autres, FACET et le prototype VORONOI (qui est présentement en développement au Centre de Recherche en Géomatique de l'Université Laval), sont des SIG qui semblent offrir beaucoup de potentiel pour le développement d'applications interactives.

Un bon SSAD doit non seulement offrir à l'utilisateur une façon simple d'entrer les informations à traiter ou à modifier, mais doit aussi permettre une forme flexible de présentation des résultats. qui permettra à l'utilisateur une compréhension rapide et intuitive (cartes, graphiques, tableaux, rapports, etc.). Le choix du meilleur type de présentation des résultats doit donc être effectué de façon judicieuse et, par conséquent, doit pouvoir être facilement déterminé par l'utilisateur. Cette recherche tentera donc aussi de déterminer quel est le meilleur type d'interface entre l'utilisateur et l'ordinateur.

Le prototype Voronoi offre des possibilités intéressantes pour des traitements interactifs puisqu'il permet une modification rapide, dynamique et locale d'une vaste structure de données spatiales. D'un autre côté le SSAD Facet est réputé excellent pour offrir de bons outils de présentation et d'évaluation des résultats. Ces deux logiciels constituent donc des produits intéressants à évaluer. Toutefois, il est important aussi d'évaluer des produits comme ArcInfo et Genamap, puisque ce sont des logiciels SIG largement utilisés par l'industrie forestière.

Ces différents SIG possèdent des structures de données, des philosophies et des langages de programmation qui leur sont propres. Par conséquent le développement d'une application interactive spécifique peut recourir à une méthodologie qui peut différer fortement d'un système à l'autre. Afin de déterminer quels sont les SIG qui offrent le plus de potentiel, il est nécessaire d'établir la méthodologie de développement optimale, pour plusieurs applications judicieusement sélectionnées. et ce, pour chacun des systèmes évalués.

#### **4. Méthodologie**

La première partie de l'étude consiste à identifier et à catégoriser les principaux types de SSAD présentement utilisés par l'industrie forestière, ainsi qu'à identifier les besoins de celle-ci en applications interactives. Par la suite, certaines de ces applications seront sélectionnées pour être implantées et testées sur chacun des systèmes à l'étude. La dernière étape consiste à comparer les différentes applications entre elles.

#### **4.1 Identification des besoins**

Malgré l'intérêt porté vers les SSAD, les industries forestières ne réalisent pas encore pleinement l'intérêt que peut représenter un SSAD interactif. Cependant, des consultations auprès de quelques industries forestières québécoises ont jusqu'à maintenant permis d'identifier un certain nombre de besoins en applications interactives. Ces consultations se sont effectuées en partie par voie téléphonique (pour les industries les plus éloignées), et en partie par rencontre sur place, ou à l'occasion de réunions entre les membres de la Chaire Industrielle en Géomatique et l'Association des Industries Forestières Québécoises (AIFQ).

#### **4.2 Implantations, évaluations et comparaisons**

L'évaluation des différentes applications interactives (et des logiciels), pour chacun des SIG à l'étude, se fera en fonction de plusieurs critères dont voici les principaux:

##### 1). Rapidité:

La vitesse d'exécution de l'application comprend le temps qu'il faut au logiciel pour remettre à jour sa structure de données spatiale ainsi que le temps nécessaire pour exécuter les différentes opérations et à fournir le résultat.

##### 2). Efficacité:

L'efficacité dépend de la rapidité, mais aussi de la pertinence des résultats. Ceux-ci doivent être facilement compréhensibles et présentés sous une forme agréable (cartes, graphiques, rapports, etc.). De plus, l'utilisateur doit pouvoir effectuer d'autres opérations dès que les résultats de la première opération sont obtenus.

##### 3). Complexité

Le niveau de complexité de l'application, pour un logiciel particulier dépend en bonne partie des différentes fonctions et commandes disponibles dans le logiciel, ainsi que de l'efficacité de son langage de programmation (s'il existe).

##### 4). Souplesse:

On entend par souplesse de l'application sa facilité à être modifiée ou améliorée. Par exemple, si l'utilisateur n'est pas satisfait des résultats d'une première tentative, il est bon qu'il soit capable de modifier son action sans devoir recommencer entièrement l'opération.

D'autres critères d'évaluation viendront compléter cette liste afin de permettre une bonne base de comparaison entre les logiciels (quantité maximale de polygones, performance du SGBD intégré, possibilités du langage de programmation, interface usager, etc.).

#### **5. Résultats**

Les consultations auprès de quelques industries forestières québécoises ont permis d'identifier plusieurs besoins en applications interactives. En voici les principaux:

- 1). Montrer les conséquences de la construction d'une route sur le volume de bois accessible: l'utilisateur trace le chemin et l'ordinateur calcule le volume accessible pour chaque essence. Au départ, on doit spécifier à l'ordinateur la largeur de la zone de récolte de chaque côté du chemin.
- 2). Montrer les conséquences d'un type de coupe spécifique sur le volume de bois récoltable ou sur les coûts d'opération pour un secteur particulier: l'utilisateur identifie le type de coupe et délimite la région.
- 3). Montrer les conséquences d'un type de plantation sur les coûts et sur le rendement en fonction du type de sol: l'utilisateur identifie le type de plant et délimite la région concernée (les tables de rendements de chaque essence plantée en fonction du type de terrain doivent être disponibles).
- 4). Montrer les conséquences d'un certain volume de récolte sur d'éventuelles ruptures de stock (calcul de la possibilité forestière): l'utilisateur détermine le volume de récolte annuel souhaité et identifie la région concernée. L'ordinateur calculera la possibilité forestière et identifiera, si c'est le cas, l'année où une rupture de stock est possible.

D'autres applications plus spécifiques ont été identifiées, mais d'autres consultations auprès de ces industries forestières permettront d'élargir cet éventail.

Jusqu'à maintenant les tests et évaluations ont été limités aux logiciels Arc/Info et Genamap pour les applications suivantes: construction d'un chemin forestier et identification d'un secteur de coupe. Les résultats préliminaires montrent un léger avantage de Genamap pour la rapidité d'exécution et la facilité d'implantation (environ 5 minutes pour un chemin d'une longueur de 10 kilomètres contre 6 à 7 minutes pour Arc/Info).

Pour ces deux logiciels, la méthodologie de développement est relativement semblable que ce soit pour l'une ou l'autre de ces deux applications. En effet, pour la construction d'un chemin, la méthodologie de base consiste à digitaliser le chemin sur une couche superposée à la carte forestière, puis de construire un corridor autour de la route pour enfin produire l'intersection entre le corridor et la carte forestière. Il suffit par la suite d'extraire l'information désirée en effectuant les calculs nécessaires et en interrogeant la base de données.

Cependant, Arc/Info offre plus de latitude que Genamap pour l'interrogation de la base de données ainsi que pour les calculs effectués sur les attributs. Les deux logiciels possèdent un macro-langage de programmation efficace pour le développement de nouvelles applications.

## **6. Discussion**

En raison des différences entre les plates-formes informatiques utilisées, ainsi que du degré de sophistication des logiciels SIG évalués, la comparaison entre les différents systèmes devra s'effectuer sur une base plus qualitative que quantitative. Ainsi, il sera difficile de déterminer si

ARC/INFO est plus ou moins rapide que le prototype VORONOI pour une application déterminée, sans effectuer d'estimation ou d'approximation (cependant il sera possible de le faire entre ARC/INFO et GENAMAP). De plus, puisque le temps de réponse de l'ordinateur dépend en grande partie de la région concernée par l'application, il est nécessaire, pour faire une comparaison quantitative, de disposer des mêmes données spatiales et descriptives pour chaque logiciel à évaluer. Ce n'est malheureusement pas le cas puisque que le prototype VORONOI ne peut, pour le moment, traiter de grandes quantités de polygones comme c'est le cas pour les autres systèmes. Néanmoins, en comparant les méthodologies utilisées pour développer une application spécifique, il sera aisé de déterminer laquelle de ces méthodologies est la plus efficace, la plus facile à développer, laquelle offre le plus de souplesse pour l'amélioration ou la modification, etc..

## 7. Conclusion

Il est important de noter que le but d'un SSAD interactif est beaucoup plus de permettre d'identifier les scénarios catastrophiques que de fournir une solution optimale à un problème. Il permet à l'utilisateur de constater les conséquences de ses actions, tout en lui permettant de mettre à profit sa propre expérience. De plus, la notion d'interactivité implique une rapidité de traitement qui est capitale dans un processus de décision basé sur une progression intellectuelle. Il est essentiel que la réponse de l'ordinateur survienne suffisamment rapidement pour éviter que le décideur ne soit interrompu dans le cheminement de ses pensées.

Le choix des logiciels SIG à analyser ayant été effectué de façon à permettre l'évaluation et la comparaison de trois structures de données différentes (vectorielle, matricielle et voronoi), la présente recherche devrait permettre d'identifier quelle(s) structure(s) de données offre(nt) le plus de potentiel pour l'élaboration d'un SSAD interactif en milieu forestier. De plus, cette étude permettra de déterminer dans quelle proportion les SSAD interactifs peuvent être utiles pour l'industrie forestière.

## 8. References

- Armstrong, M.O., Rushton, G., Honey, R., Dalzian, B.T. et Lolonis, P. (1991). Decision Support for Regionalization: A Spatial Decision System for Regionalizing Service Delivery Systems. Computer Environment and Urban System, Vol. 15, p. 37-53.
- Chen, J. et Gold, C.M. (1992). Research Directions for Spatial Decision Support. The International Colloquium on Photogrammetry, Remote Sensing and Geographic Information Systems. p. 1-9. Wuhan, China.
- Chen, J.D. et McLaughlin, J. (1992). Statewide Direction of Surveying and Mapping. 1992 ACSM congress, Washington.
- Densham, P.L. et Goodchild, M.F. (1989). Spatial Decision Support System: A Research Agenda.

Proceeding of GIS/LIS 89, p. 707-716.

Dick, R.C. et Jordan, G.A. (1990). GIS activities in Canadian Forestry. Forest Management and Geographic Information Systems, Vol. 1, No. Beginning, p. 144-176.

Gold, C.M. (1993). Forestry Spatial Decision Support System Classification, and the "Flight Simulator" approach GIS'93 Symposium, Vol. 2, p. 790-802. Vancouver.

Herrington, L.D., Kotev, D.E., Davis, C.J. et Chambers, R.E. (1991). A Spatial DSS for Forest and Wildlife Management. Proceedings of 1991 ACSM-ASPRS annual Congress, Vol. 4. p. 87-92.

Worall, L. (1990). Issues in the Application of GIS in Urban and Regional Policy Making Environments. EGIS'90, p. 1173-1 182.