

MODELISATION U.M.L ET OUTILS POUR L'ANALYSE SPATIALE

Paule-Annick DAVOINE : LSR-IMAG, équipe SIGMA, Institut Polytechnique de Grenoble

Email : Paule-Annick-Davoine@imag.fr

Résumé. La mise en œuvre de Systèmes d'Information Géographique (au sens large du terme) dans une démarche d'analyse spatiale nécessite la spécification des objectifs à atteindre et la modélisation du domaine d'étude. Cela suppose donc de se forger une représentation de la réalité étudiée en décrivant d'une part les objets géographiques que l'on retient, leurs caractéristiques et leurs relations et, d'autre part, les traitements à réaliser susceptibles de répondre aux objectifs fixés. Reconnue comme un standard pour la conception des systèmes d'information, l'approche UML (Unified Modelling Language) propose de nombreux modèles permettant d'identifier les structures statiques et dynamiques des systèmes informatiques. Cette approche nécessite une analyse et une structuration des différents paramètres et informations nécessaires à la mise en œuvre de ces outils.

L'objet de cet article est donc de présenter les spécificités de l'approche UML, qui est en fait un langage de modélisation orienté objet et de s'interroger sur sa pertinence dans la conception et la réalisation d'outils d'analyse spatiale.

Abstract : Developing a geographical information system for spatial analysis need to identify the geographical objects, their features, the relations between them, their attributes,...and to construct a model. Unified Modelling Language (UML) approach is used to conceive information systems. UML is an object oriented modelling language which proposes different models in order to analyse and to identify static and dynamic structures of information systems. This article deals with the features of UML approach and shows the interest of this approach to conceive and to construct some tools for spatial analysis.

Mots Clefs : Analyse spatiale, modélisation, système d'information, système d'information géographique, UML(Unified Modelling Language)

KEY WORDS: Geographical information system, information system, spatial analysis, UML, Unified Modelling Language

On assiste aujourd'hui à la diffusion des outils informatiques gérant de l'information géographique pour l'analyse et la gestion des territoires. L'utilisation de ces outils est en plein essor aussi bien dans les collectivités territoriales, que dans les organismes qui s'intéressent à des problématiques de gestion du territoire. Leur utilisation concerne l'ensemble des différents secteurs économiques ayant recours à l'information géographique, variant ainsi les domaines d'application et les objectifs auxquels ces outils doivent répondre.

Toutefois, quels que soient les domaines d'application et les objectifs à atteindre, force est de constater que la mise en œuvre de ces outils gérant de l'information géographique, qu'il soit de type Système d'Information Géographique, Système d'Information à Référence Spatiale, Système d'Information Territoriale ou non, relève le plus souvent d'une démarche pragmatique sans fondement conceptuel. Or la construction d'un outil pour l'analyse et la gestion des espaces nécessite de se forger une représentation de la réalité étudiée, en décrivant les objets que l'on souhaite retenir, leurs caractéristiques, leurs relations. Par ailleurs, il s'agit aussi d'identifier les fonctionnalités de l'outil, aussi bien en termes de gestion et d'affichage, qu'en termes de traitement et d'analyse de cette information. Les différents acteurs concernés par l'outil et les interactions entre acteurs et systèmes doivent aussi être identifiés.

L'absence de démarche conceptuelle dans la mise en œuvre des outils pour l'analyse spatiale rend difficile leur mise à jour et leur évolution et réduit d'autant leur durée de vie. Nombreux aussi sont ceux voués à l'échec..

Aujourd'hui, l'approche UML (Unified Modelling Language) semble remplacer les méthodes classiques utilisées en matière de conception de système d'information d'entreprise. En effet, UML permet la spécification des structures statiques et dynamiques des systèmes d'information et apparaît donc comme une approche complète dans le processus de conception et de réalisation de ces outils.

L'objet de cet article est donc de présenter les spécificités de l'approche UML, qui est en fait un langage de modélisation orienté objet, et de s'interroger sur sa pertinence dans la conception et la réalisation d'outils pour l'analyse et la gestion spatiale.

1. L'approche UML pour la mise en œuvre des systèmes d'information

UML (Unified Modelling Language) est un langage de modélisation conçu pour construire, visualiser, et spécifier les systèmes d'information (BOOCH et al, 1998), (MORLEY et al, 2000). La notation UML repose sur deux concepts essentiels :

- la modélisation du mode réel au moyen de l'approche orientée objet ;
- l'élaboration d'une série de diagrammes facilitant l'analyse et la conception du système d'information, et permettant de représenter les aspects statiques et dynamiques du domaine à modéliser et à informatiser.

L'approche orientée objet a pour but de représenter les objets du monde réel sous forme de classes, sous classes et objets. Une classe est une abstraction du monde réel qui regroupe un ensemble d'objets ayant des caractéristiques et des comportements communs. Chaque classe est définie par un ensemble d'attributs (qui représentent les caractéristiques ou propriétés de la classe), et un ensemble d'opérations qu'elle peut exécuter. Ces opérations représentent un ensemble de traitements. Un objet est une unité élémentaire d'une classe. Il hérite des propriétés de la classe à laquelle il appartient, et il est caractérisé par les valeurs affectées à ces propriétés.

Classes et objets sont reliés entre eux par différents types de relations :

- la relation d'instanciation : un objet est une instance d'une classe
- la relation d'association qui représente les connexions entre les objets de différentes classes. Cette relation précise combien d'objets d'une classe peuvent être liés à l'objet d'une classe associée. Ces associations peuvent être bi-directionnelles.
- la relation de généralisation / spécialisation qui permet d'identifier, parmi les objets d'une classe, un sous ensemble d'objets (sous-classe) ayant des propriétés spécifiques.
- les relations d'agrégation et de composition. L'agrégation est une sorte d'association qui met en relation une classe agrégat et une classe agrégée. Cette dernière étant considérée comme une partie de la classe agrégat. La composition est un cas particulier d'agrégation.

UML propose neuf diagrammes, dont sept interviennent en phase d'analyse du système d'information, et deux en phase de réalisation et sont utilisés exclusivement par les informaticiens. En ce qui nous concerne, nous nous intéressons plus particulièrement aux diagrammes qui ont pour fonction de faciliter la spécification et la compréhension du système au cours de son élaboration. On distingue parmi eux les diagrammes structurels des diagrammes comportementaux :

-Les diagrammes structurels permettent de visualiser, spécifier, construire et documenter l'aspect statique ou structurel du système d'information. Il s'agit des diagrammes de classes, d'objets, mais aussi de déploiement et de composants. Les deux premiers permettent de modéliser les entités qui seront manipulées par le système d'information et qui représentent les objets du monde réel. Les deux derniers sont exclusivement utilisés en phase de réalisation du système. Le tableau 1 résume les objectifs des principaux diagrammes structurels.

Tableau 1 : Les diagrammes structurels dans UML

Diagrammes structurels	Objectifs et fonctionnalités
Diagramme de classe	Décrit les classes du systèmes Décrit les relations entre les classes
Diagramme d'objets	Décrit les instances de classes et leurs relations qui composent l'application Donne une vue statique du système à partir de cas réels

- Les diagrammes comportementaux modélisent les aspects dynamiques du système, c'est à dire les différents éléments qui sont susceptibles de subir des modifications. Parmi eux on distingue, les diagrammes de cas d'utilisation, de séquence, de collaboration, d'états - transitions et d'activités. Ils représentent la dynamique du système, à savoir, non seulement les interactions entre le système lui même et les différents acteurs du système, mais aussi, la façon dont les différents objets contenus dans le système communiquent entre eux. Le tableau 2 résume les objectifs des différents diagrammes comportementaux.

Tableau 2 : Les diagrammes comportementaux dans UML

Diagrammes comportementaux	Objectifs et fonctionnalités
Diagramme d'utilisation	Décrit les fonctionnalités du système, l'application et les différents cas d'utilisation Assure une communication aisée entre les analystes, les experts et les utilisateurs.
Diagramme de collaboration	Définit les interactions d'un point de vue temporel entre les différents objets du système pour un cas d'utilisation donné. Il complète le diagramme d'objets en présentant la façon dont les différents objets communiquent entre eux. Cette communication s'effectue par échanges successifs de messages entre les objets du système, et ce afin de réaliser une des fonctions du système
Diagramme de séquence	Il s'agit d'une variante du diagramme de collaboration, construit à partir des cas d'utilisation. Il présente l'ordonnancement des messages (aspect temporel) pour une fonctionnalité donnée du système. Il offre une meilleure visualisation des interactions entre objets en présentant les messages échangés entre eux. Il complète et détaille un cas d'utilisation.
Diagramme d'états - transitions	Attaché à une classe ou à un cas d'utilisation, il présente une classe par rapport à ses états possibles et aux transitions qui le font évoluer. Permet de spécifier ce que doit faire l'objet en réponse aux événements (ou traitements) qui lui sont appliqués.
Diagramme d'activités	En s'intéressant ici plus aux actions qu'aux états, il montre l'activité et le fonctionnement d'une opération d'une classe

2. Application de l'approche UML aux systèmes d'information géographique

Nombreuses sont les tentatives d'application des méthodes de conception des systèmes d'information pour la mise en œuvre des systèmes d'information géographique. Les raisons de leur inefficacité dans la conception des systèmes d'information géographique sont citées dans l'ouvrage de PANTAZIS et DONNAY. Retenons toutefois les plus significatives .

- Ces méthodes reposent sur deux approches distinctes, privilégiant soit les données, soit les traitements. Or le fonctionnement d'un système d'information géographique repose justement sur une interdépendance étroite entre les données et les traitements.
- L'information géographique s'organise hiérarchiquement et les traitements qui sont appliqués sont souvent complexes et reposent aussi sur des processus d'agrégation de l'information. Or les méthodes proposées par les systèmes d'information d'entreprise ne prennent en compte que des traitements simples de type flux ou échange de données.
- L'utilisation des méthodes de conception des SI présuppose que soient, au préalable, clairement identifiés les besoins des applications et que l'on ait la maîtrise de leur évolution. Or en matière d'analyse spatiale, de gestion et de planification territoriale, les besoins s'identifient le plus souvent en fonction des données dont on dispose, des résultats issus des traitements réalisés, et de l'évolution des requêtes adressées par les utilisateurs.

Il est certain que la modélisation UML ayant été élaborée pour répondre aux besoins des systèmes d'information classiques n'est donc pas conçue, a priori, pour répondre aux spécificités des systèmes intégrant de l'information géographique. Ces derniers gérant à la fois des données graphiques et des données non graphiques sont considérés comme un cas particulier des SI. Toutefois, il semble qu'a priori les principaux concepts proposés par UML soient pertinents pour l'analyse et la conception des systèmes de gestion et d'analyse des territoires. Cette approche peut constituer un support intéressant en termes d'acquisition des connaissances, de structuration de l'information géographique à intégrer dans l'outil à concevoir, et de spécification des fonctionnalités de l'outil.

2.1. Acquisition des connaissances

Par connaissances, nous entendons à la fois les données et l'information géographique mais aussi les relations qui les lient, et les traitements réalisés.

UML repose sur l'utilisation simultanée d'un graphisme simple et du langage naturel. UML est un langage qui possède un vocabulaire et des règles ; chaque symbole possède une sémantique bien définie. Les diagrammes proposés sont facilement compréhensibles, ce qui favorise la communication entre les différents acteurs impliqués dans la mise en œuvre du système d'information, à savoir, analyste, expert du domaine et utilisateurs. De ce fait, ces diagrammes constituent un outil permettant d'acquérir les données et les connaissances à intégrer dans l'outil. Cette acquisition peut s'effectuer de façon incrémentale au fur et à mesure du processus de modélisation.

2.2. Structuration de l'information géographique

Dans la pratique, force est de constater que la mise en œuvre d'outils pour l'analyse et la gestion des territoires est trop souvent guidée par l'entrée technologique. La modélisation des données et des connaissances à prendre en compte pour élaborer l'outil est trop souvent occultée ou guidée par les spécificités de l'environnement informatique qui sera utilisé. Ceci ne favorise ni la transposabilité de l'outil à d'autres situations similaires, ni sa mise à jour ou son évolution.

Une démarche structurée et modélisatrice s'impose dans la conception d'un système d'information qu'il soit de type géographique ou non. L'intérêt d'utiliser l'approche UML pour la réalisation d'un système d'information géographique (au sens large du terme) réside dans l'association des diagrammes structurels et comportementaux. Ceci permet d'intégrer dans un même schéma conceptuel les données et les traitements à réaliser sur ces données. Ainsi les spécificités des outils pour l'analyse spatiale sont mieux prises en compte, d'une part à travers le diagramme de classes qui offre un cadre conceptuel pertinent pour la structuration des données, d'autre part à travers le diagramme d'états – transition qui permet de prendre en compte les différents traitements effectués sur ces données, et donc leur évolution. Ainsi, l'ensemble des entités qui constituent le domaine d'étude peut être pris en compte.

Par ailleurs, la représentation centré-objet constitue une réponse à la modélisation des faits géographiques dont le caractère d'agrégation et de composition est particulièrement important. Ce type de représentation apparaît comme une possibilité pour la prise en compte des emboîtements spatiaux.

2.3. Spécification des fonctionnalités de l'outil

Quelle que soit l'application envisagée, la description du problème auquel doit répondre l'outil à réaliser est une phase essentielle dans la mise en œuvre d'un outil de type système d'information géographique. La pratique se résume trop souvent à élaborer l'outil en fonction des données dont on dispose et non pas en fonction des objectifs que l'on veut atteindre. Ceci a pour conséquence l'accumulation d'une masse de données dont certaines peuvent apparaître peu pertinentes, voire redondantes, compte tenu des objectifs fixés, et contribuent à l'absence de structuration de la base de données. Les diagrammes de cas d'utilisation constituent en fait une aide à la spécification des différentes fonctionnalités du système. Ceci permet donc de déterminer les besoins du système non seulement en fonction des cas d'utilisation définis, mais aussi selon les catégories d'utilisateurs envisagés. Par ailleurs ces diagrammes présentent l'intérêt de pouvoir être élaborés selon une démarche descendante au fur et à mesure de la modélisation, précisant et complétant ainsi les différentes fonctionnalités, mais aussi les entités du domaine étudié.

Conclusion

Nous avons ainsi présenté les principales spécificités de l'approche UML et l'intérêt qu'elle peut présenter dans la mise en œuvre d'outil intégrant de l'information géographique. Plusieurs expériences ont été faites montrant l'intérêt de cette approche pour la conception et la réalisation de système d'information géant de l'information géographique, SIRVA (VILLANOVA, 2000), SPHERE (CŒUR et al, 2000) et (DESCONNETS J-Ch, 2000).

Certes, l'approche UML peut aussi être considérée comme une démarche guidée par les besoins. C'est en effet, à partir du diagramme de cas d'utilisation que sont déclinés les autres diagrammes comportementaux, ainsi que la structure des diagrammes de classes et d'objets. Il est aisé de dire, qu'en matière de planification et de gestion territoriale, les fonctionnalités de l'outil sont difficilement identifiables au préalable, et qu'une méthode de conception de système d'information guidée par les besoins n'est pas pertinente. Mais ceci ne peut-il pas s'expliquer par l'absence de cadre conceptuel structuré et global ? L'approche UML peut constituer ce cadre, et même si l'identification des besoins ne peut pas être faite de façon aussi précise et complète que pour un système d'information classique, UML donne la possibilité de modéliser les entités du domaine étudié, permettant ainsi de structurer l'information géographique et assurant une meilleure organisation de la base de données. Ceci à pour conséquence de tendre vers une meilleure lisibilité et compréhension de l'outil et favorise la mise à jour et l'évolution du système.

L'approche UML constitue un cadre pertinent pour la modélisation des espaces et des faits géographiques. Elle permet la modélisation des données non graphiques en prenant en compte d'une part les données, d'autre part les traitements à appliquer sur ces données. Actuellement, des travaux sont menés par l'Université de Laval au Québec pour adapter l'approche UML à l'intégration efficace des données géographiques dans les systèmes d'information.

BIBLIOGRAPHIE

- BOOCH G., RUMBAUGH J., JACOBSON I. 1998, *Le guide de l'utilisateur UML*, Paris, Editions Eyrolles,
- CŒUR D., DAVOINE P-A., LANG M., MARTIN H. 2000, Intégration de l'information historique dans un système d'information : l'exemple du projet SPHERE, *Actes du colloque SIRNAT*, Cemagref, IMAG, Grenoble, septembre 2000.
- DESCONNETS J-CH., MARTIN CH., LIBOUREL TH., 2000, Autour d'une expérience de conception d'évaluation du risque sismique, *Actes du colloque SIRNAT*, Cemagref, IMAG, Grenoble, septembre 2000
- MORLEY CH., HUGUES J., LEBLANC B., (2000), *UML pour l'analyse d'un système d'information*, Paris Editions Dunod
- PANTAZIS D., DONNAY J-P., (1996), *La conception de SIG, méthodes et formalisme*, Paris Editions Hermès
- VILLANOVA M. (2000), Modélisation UML pour les systèmes d'information dédié aux risques naturels, *Actes du colloque SIRNAT*, Cemagref, IMAG, Grenoble, septembre 2000.