

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 90 (1992)

Heft: 12: Photogrammetrie und Informationssysteme in der RAV = Photogrammétrie et systèmes d'information dans le cadre de la REMO

Artikel: Modélisation des données localisées : du paradigme du millefeuille au paradigme du gâteau de mariage

Autor: Golay, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-234883>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Modélisation des données localisées

Du paradigme du millefeuille au paradigme du gâteau de mariage

F. Golay

Un système d'information du territoire se distingue d'un autre système d'information par l'intégration dans sa mémoire de données localisées. Mais qu'est-ce qu'une donnée localisée? A quoi la localisation des données peut-elle bien servir? A quelles exigences cette localisation doit-elle répondre? Ce document suggère quelques réponses à ces questions apparemment triviales, et en déduit des solutions conceptuelles et techniques répondant aux exigences décrites. Des exemples relatifs au système d'information du territoire à Genève (SITG) illustrent une mise en œuvre de la REMO conforme à ces principes.

1. Systèmes d'information du territoire: des systèmes d'information pour la gestion du territoire

On parle beaucoup aujourd'hui des apports de l'informatique pour la mise en œuvre de systèmes d'information du territoire. Mais à quoi bon élaborer de tels systèmes d'information? Quelles exigences doivent-ils satisfaire? C'est à ces deux questions que la présente contribution tente d'esquisser une réponse... pâtissière.

Il nous faut d'abord replacer les systèmes d'information du territoire dans la perspective de leur finalité: la gestion du territoire. Elle recouvre l'ensemble des activités liées à la planification, à la réalisation, à l'entretien et à l'exploitation des aménagements et des infrastructures urbaines ou rurales. L'aménagement du territoire, la construction et l'entretien des voies de communication, la distribution de l'eau et des agents énergétiques, ainsi que l'assainissement sont des objets essentiels de la gestion du territoire.

Nous pouvons considérer la gestion du territoire comme un système [1] ouvert, dont les intrants sont les faits et les problèmes perçus dans la réalité, et les extrants les décisions prises et les actions qui leur sont liées (figure 1).

On distingue un flux intrant d'informations descriptives, et un flux extrant d'informations décisionnelles. Les décisions sont le fait de l'administration, chargée des tâches de planification et de gestion, sous le contrôle de l'autorité politique qui édicte les règles de gestion (lois et règlements). Mais la gestion du territoire ne serait guère efficace si chaque décision devait se baser sur l'observation directe des faits et des problèmes de la réalité! C'est pourquoi elle doit s'appuyer sur un système

d'information, susceptible de délivrer à tout moment une image de la réalité passée, présente ou future conforme aux besoins des décideurs. Ceux-ci peuvent donc utiliser le système d'information pour suivre l'évolution de la situation et mesurer l'impact de leurs décisions.

Alors que des bases de données numériques constituent depuis longtemps déjà le cœur de la plupart des systèmes d'information, des problèmes particuliers surgissent lorsque les informations considérées se rapportent à une position précise ou à une zone clairement délimitée de l'espace ou du territoire, comme c'est le cas pour la gestion du territoire. Ces systèmes doivent traiter et mémoriser des informations localisées, qui décrivent la position, et éventuellement l'orientation, la forme et l'étendue des objets de la réalité [4]. Les technologies nécessaires connaissent aujourd'hui un développement encourageant; mais les concepts et les méthodes utiles à leur mise en œuvre rationnelle sont encore lacunaires.

2. La coexistence de plusieurs niveaux d'approche: un défi pour les systèmes d'information du territoire

La gestion du territoire implique des décisions à tous les niveaux de la pyramide de décision bien connue des gestionnaires d'entreprise [5] (figure 2). Nous pouvons illustrer cette approche par des exemples issus de l'aménagement du territoire:

1. L'élaboration de plans directeurs d'aménagement est une préoccupation à long terme, qui correspond au niveau supérieur *stratégique* de la pyramide de décision. Elle se base sur des informations très générales et agrégées de la réalité. Les informations peuvent généralement n'être qu'approximativement localisées sur le territoire, et des cartes à petite échelle suffisent à les représenter.
2. La détermination et la légalisation de zones d'aménagement correspondent à un niveau intermédiaire (*tactique*) de la pyramide de décision. Elles impliquent une connaissance plus détaillée de la réalité. La forme et la position des zones doivent être définies à une précision équivalente à celle des parcelles dont elles restreignent les droits de propriété.
3. L'octroi de permis de construire est une préoccupation à plus court terme, de niveau *opérationnel*. Il implique une connaissance très détaillée et spécialisée du territoire, dans laquelle les dis-

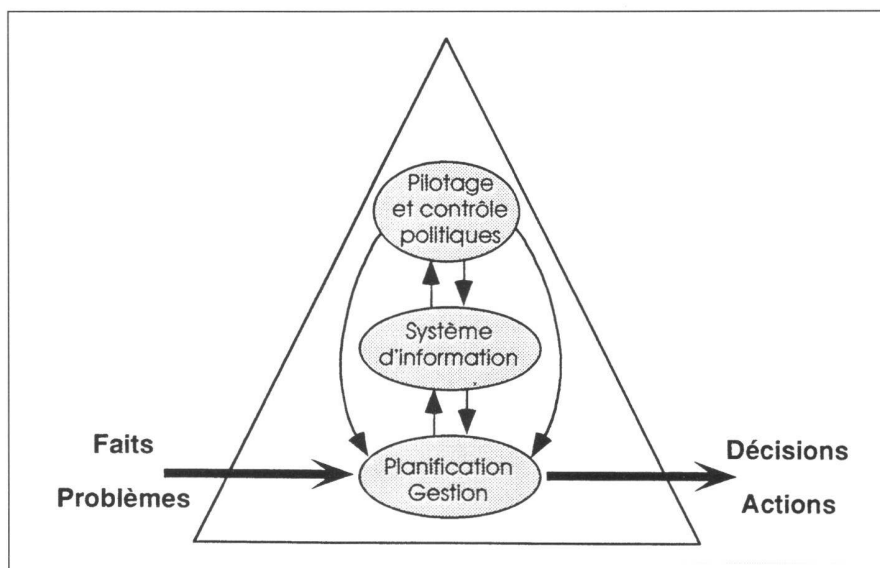


Fig. 1: Système de gestion du territoire.

tances entre les constructions projetées jouent un rôle déterminant. Des informations actuelles et précises sur la forme et la position des différentes entités considérées sont indispensables. Les plans de situation qui accompagnent les demandes d'autorisation répondent à cette exigence.

On constate donc que plus le niveau de décision est élevé, plus le modèle de la réalité considéré est abstrait. La localisation des phénomènes est quant à elle mesurée sur une échelle plus grossière; en d'autres termes, l'échelle de modélisation requise est plus petite.

Dans un système d'information du territoire, on retrouve de mêmes entités à différents niveaux de la pyramide de décision. Ces entités doivent donc être décrites dans le système d'information à différents niveaux de détail, et leur localisation et leur forme modélisées à différentes échelles.

Les figures ci-dessous illustrent cette exigence dans le contexte d'un réseau électrique:

- la *planification* du réseau se base sur des informations très générales relatives à la topologie du réseau (schéma du réseau, figure 3a);
- la gestion en temps réel de son *fonctionnement* nécessite une localisation approximative («pseudo-géographique») de chaque câble et installation (plan schématique, figure 3b);
- sa *construction* et son entretien nécessitent une connaissance détaillée et une localisation précise de ses éléments constructifs (plan de réseau, figure 3c).

3. Informations localisées et données géométriques: un couple inséparable?

Le chapitre 1 a montré que la mémorisation et le traitement d'informations localisées constituent une caractéristique fondamentale des systèmes d'information du territoire.

Mais cela implique-t-il nécessairement que ces informations soient décrites par un «dessin», par une géométrie intégrée à une carte ou un plan? Ne suffirait-il pas de décrire explicitement toutes les caractéristiques et relations spatiales sans pour autant en permettre la visualisation ou la représentation géométrique? Un examen attentif du rôle des documents graphiques traditionnels devrait nous apporter une réponse à ces questions.

Les «cartes» et les «plans» constituent simultanément le support d'information et le document de consultation des systèmes d'information du territoire traditionnels [3]. Cette double fonction tend à masquer la nature des informations que l'utilisateur peut en tirer:

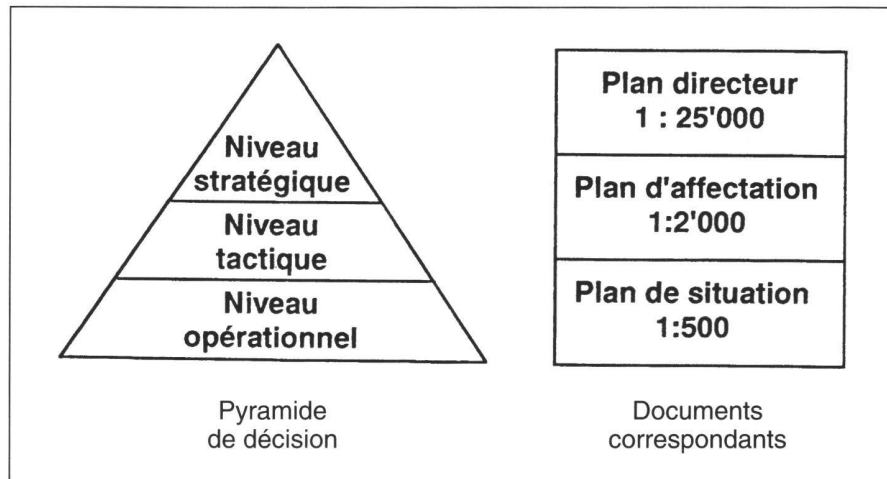


Fig. 2: Pyramide et bases de décision.

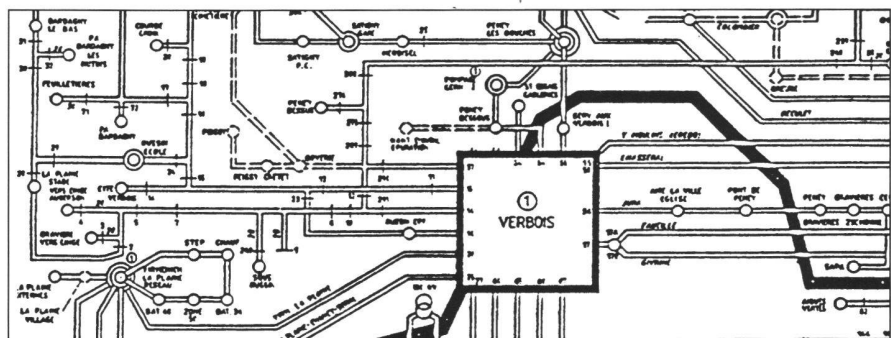


Fig. 3a: Schéma d'un réseau électrique.

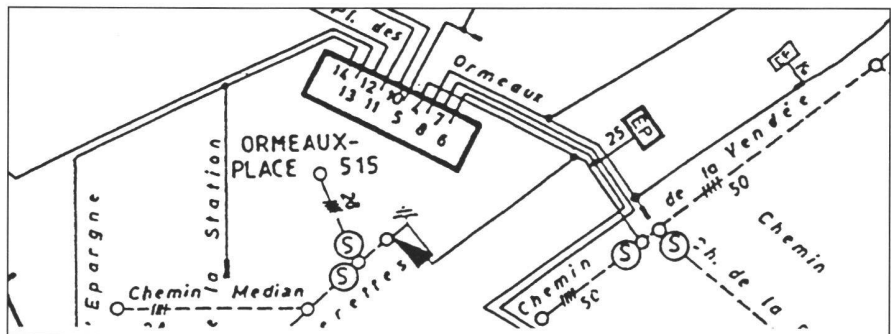


Fig. 3b: Plan schématique d'un réseau électrique.

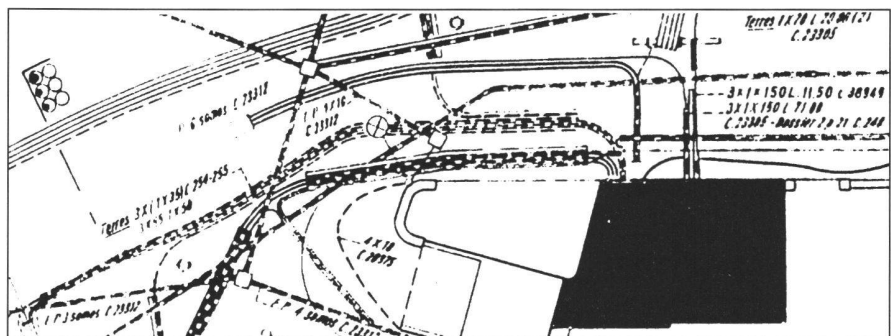


Fig. 3c: Plan de réseau «électricité».

- D'une part, ces documents permettent à l'utilisateur d'accéder visuellement aux informations qui y sont conservées: il est ainsi facile de repérer sur un plan

des conduites la rue des Acacias, et d'examiner le diamètre de l'égout qui le parcourt. Une carte ou un plan a donc un rôle d'index spatial.

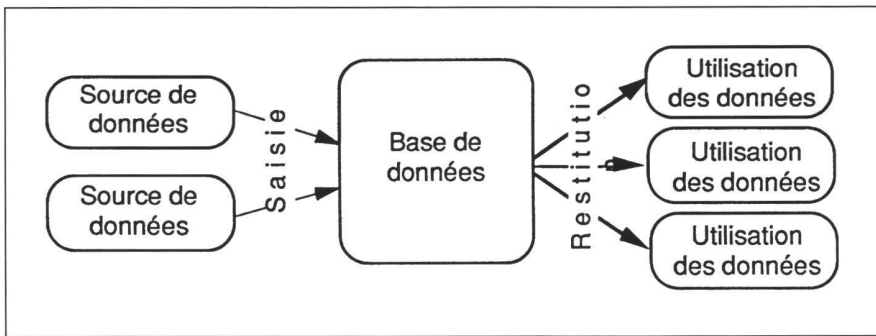


Fig. 4: Schéma fonctionnel des systèmes d'information du territoire.

– D'autre part, on peut aisément lire sur un plan les caractéristiques spatiales de ses composantes (localisation, dimension, forme) et leurs relations spatiales: quelles sont les bâtiments voisins du 15 de la rue des Acacias? à quelle conduite d'adduction d'eau potable ces bâtiments sont-ils connectés? quelle est la longueur de chaque branchement? Une représentation graphique adéquate permet de lever des ambiguïtés gênantes.

La représentation géométrique d'informations localisées est donc nécessaire pour la sélection et l'agrégation visuelles des caractéristiques et des relations spatiales. Elle peut par contre se révéler superflue dans des cas où ces informations sont strictement finalisées (schéma des connexions pour un calcul hydraulique, par exemple), ou non directement déductibles de la géométrie (telles que la superficie d'une parcelle définie au Registre foncier). La gestion du territoire nécessite cependant l'intégration d'informations provenant de sources très différentes et qui peuvent concerner la propriété foncière, l'affectation du sol, les infrastructures existantes, etc. Les données sont donc souvent utilisées pour un but différent du but spécifique pour lequel elles ont été collectées. Cette polyvalence est illustrée par le schéma fonctionnel proposé à la figure 4. Il met en évidence les différentes sources des données du système, ainsi que les différentes utilisations possibles.

Cette polyvalence exige le recours à des modèles de données aussi généraux et proches de la réalité que possible. Ils doivent être peu spécialisés, peu finalisés. C'est précisément pourquoi les systèmes d'information du territoire privilégient la représentation géométrique des informations localisées, seule susceptible de remplir de telles exigences.

Cette utilisation des mêmes informations à de multiples fins impose cependant des précautions rigoureuses pour garantir l'adéquation du modèle utilisé aux objectifs de l'utilisateur. Il s'agit de garantir en particulier la cohérence sémantique des informations utilisées. La multiplicité des modèles d'une route (figure 5), exemple classique tiré de [3], en illustre la difficulté.

Mais il s'agit de garantir aussi la cohérence géométrique des modèles utilisés. Que dire en effet d'une distance mesurée sur un schéma d'installation (figure 3a)? ou du recouplement d'une conduite et d'un bâtiment déduit de la superposition d'un plan schématique de conduites à un plan cadastral? ou encore de la limitation de la surface à bâtir d'une parcelle sur la base d'un plan de zones établi sur un plan topographique au 1 : 5000?

Ces exemples illustrent parfaitement la multiplicité des référentiels spatiaux, caractéristique des systèmes d'information

du territoire. Nous définissons un référentiel spatial comme un ensemble d'échelles de mesures permettant de situer de manière univoque des objets sur le territoire. Les échelles de mesure et les exigences relatives à la qualité des mesures sont adaptées aux objectifs de la modélisation. A titre d'exemple, le référentiel cadastral est défini par le système de coordonnées nationales (deux échelles de mesure cardinales Y et X), assorti d'une précision des mesures de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres suivant la zone; un référentiel «schématique» est par contre défini par des échelles de mesure strictement nominales, sur lesquelles seules deux valeurs peuvent être lues (coïncidence ou non-coïncidence d'une vanne sur une conduite par exemple). Des fonctions compatibles avec la nature des échelles de mesure peuvent en outre être définies. Ainsi, des distances entre deux points peuvent être calculées au sein du référentiel cadastral, et leur précision évaluée. Un référentiel schématique ne permet par contre de déduire, par transitivité, que l'existence ou la non-existence d'une connexion entre deux objets d'un réseau.

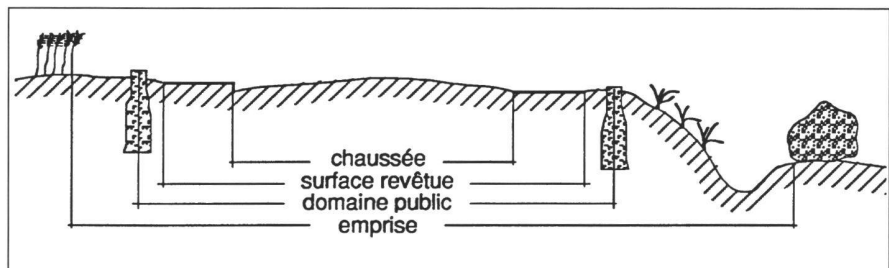


Fig. 5: Diverses interprétations du terme largeur de route.

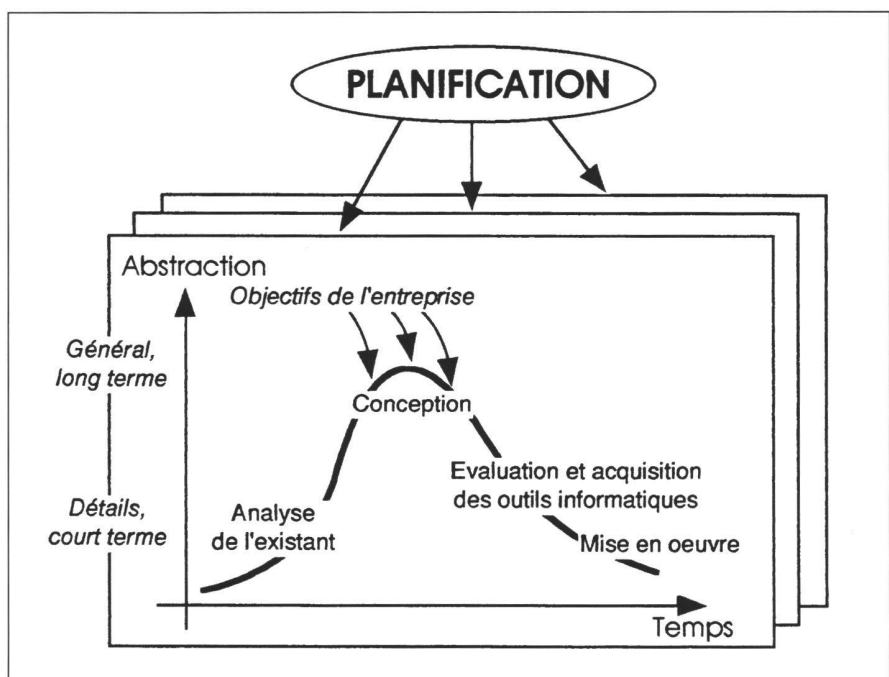


Fig. 6: Démarche générale d'analyse et de conception d'un SIT.

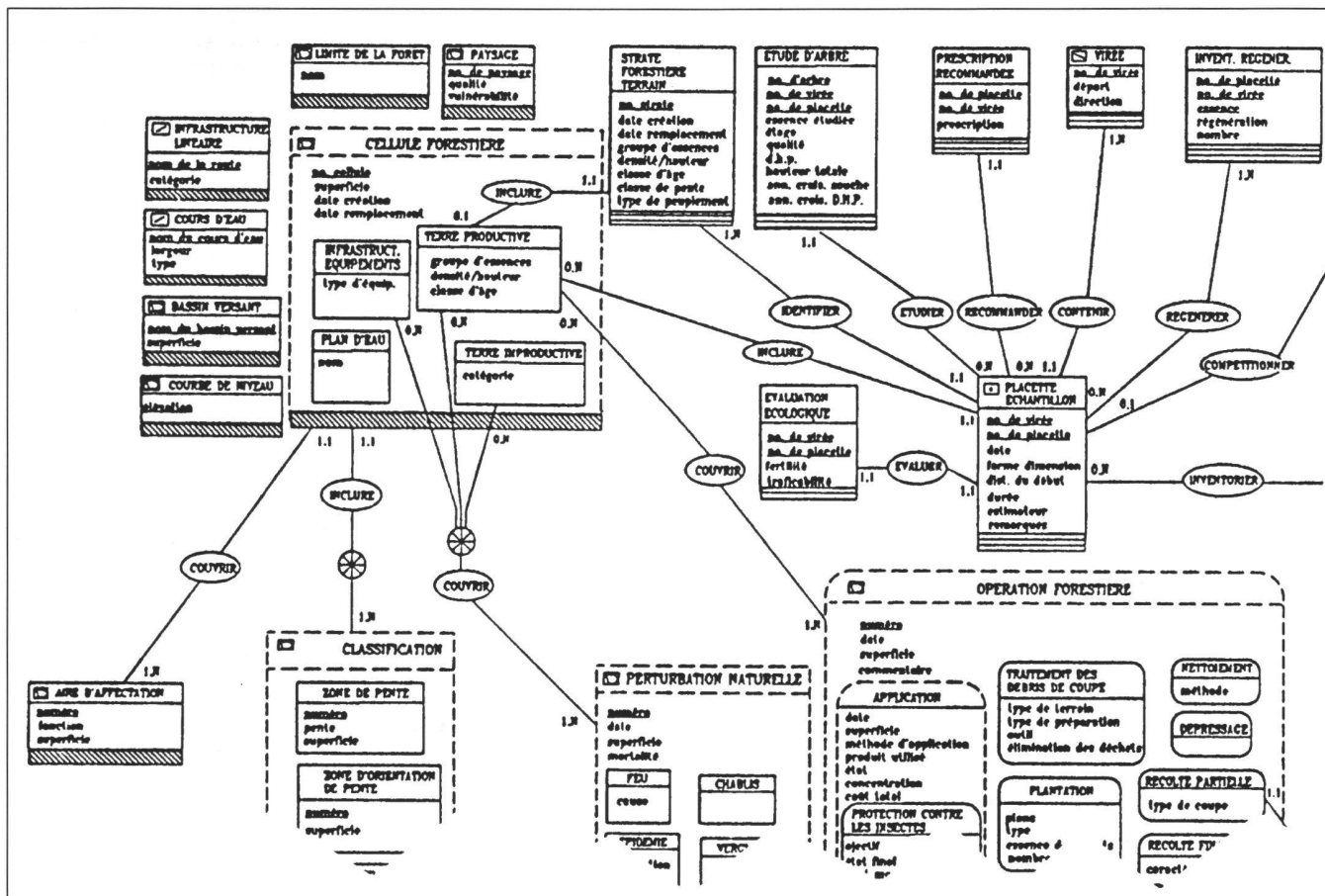


Fig. 7: Exemple d'utilisation du formalisme MODUL-R (Caron).

4. Modélisation conceptuelle des données localisées

La complexité des systèmes d'information du territoire, due en particulier au nombre et à la diversité des partenaires impliqués et aux différents niveaux d'abstraction couverts, rend indispensable leur conception et leur développement sur la base de méthodes rigoureuses. La figure 6 présente une vue d'ensemble des principes et de la démarche qui sous-tendent de telles méthodes; on y remarque essentiellement:

- le rôle initial de la planification, qui doit en particulier permettre de définir au sein de l'entreprise différents domaines qui pourront être étudiés séparément;
- la phase d'abstraction essentielle à l'étude de chaque domaine, qui assure la priorité des contraintes stratégiques (à long terme) sur les contraintes organisationnelles, opérationnelles ou matérielles (court ou moyen terme);
- la priorité accordée à l'analyse et à la conception du système d'information, qui déterminent le cahier des charges des outils informatiques, et en précèdent donc l'évaluation et l'acquisition.

Ces méthodes doivent cependant être adaptées aux contraintes spécifiques des

systèmes d'information du territoire. En particulier, la complexité des structures de données et le caractère très typé des traitements requis incitent généralement à adopter une approche par les données plutôt que par les traitements.

L'objectif de la phase de conception d'un système d'information est donc de spécifier les structures de données les plus stables d'une organisation, indépendamment des solutions organisationnelles et matérielles existantes ou préconisées. C'est précisément le rôle des modèles conceptuels de données (MCD). Conformément aux conclusions des chapitres précédents, les MCD des systèmes d'information du territoire doivent en particulier spécifier quelles sont les informations localisées et quelle en est la nature (point, ligne, surface, volume), quelles sont les relations spatiales métriques et topologiques pertinentes (connectivité, distance, ...), quels sont les niveaux d'abstraction pris en considération (échelle de modélisation).

Les formalismes les plus répandus aujourd'hui sont issus du modèle entité-relation [2]. Ils ne proposent cependant pas encore de formalisme ni d'outil CASE [2] adapté à la référence spatiale. Des recherches sont actuellement en cours à travers le monde pour combler ces lacunes. Un des résultats les plus significatifs en a

été la définition du formalisme MODUL-R [1], permettant de modéliser en particulier les objets de la réalité, leur dimension spatiale, leurs caractéristiques temporelles, ainsi que des mécanismes d'abstraction tels que l'agrégation et la généralisation, particulièrement importants dans les systèmes d'information du territoire. La figure 7 constitue un exemple d'utilisation du formalisme MODUL-R.

5. Solutions techniques: topologie et référentiels spatiaux

Par analogie avec les systèmes de gestion de bases de données (SGBD), nous appellerons systèmes de gestion de données localisées (SGDL) les systèmes informatiques destinés à la gestion d'informations localisées. Un SGDL devrait permettre la réalisation d'applications aussi fidèles que possible aux spécifications définies durant la phase de conception.

Conformément aux concepts présentés dans les chapitres précédents, un SGDL devrait donc permettre de distinguer des objets (à l'exemple des bâtiments), pouvant être assortis de certaines caractéristi-

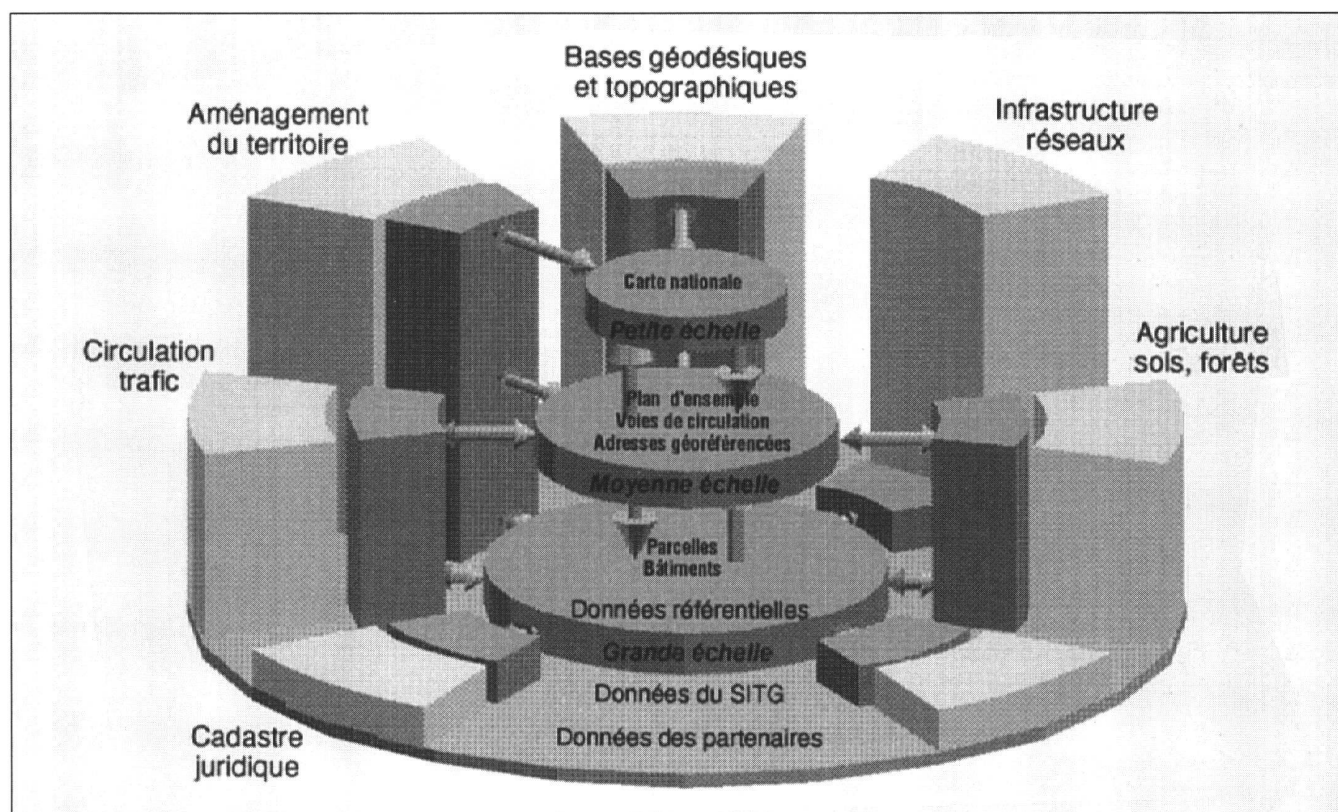


Fig. 8: Représentation du SITG.

ques (à l'exemple des propriétaires d'un bâtiment). Des objets localisés, tels que les bâtiments, sont de plus caractérisés par leur géométrie, qui inclut leur dimension topologique (points, lignes, surfaces) et leurs propriétés métriques (coordonnées des points, types et paramètres des lignes, etc.).

On attend en outre d'un SGDL qu'il soit capable d'agréger automatiquement des informations telles que la connectivité de conduites industrielles, l'existence d'un mur commun à deux bâtiments, la desserte d'une parcelle par un chemin, etc. Pour ce faire, deux solutions existent:

- a) disposer des fonctionnalités permettant de déduire en tout temps ces relations par calcul: l'agréation des informations est effectuée lors de chaque utilisation;
- b) stocker explicitement dans la base de données chaque relation géométrique pertinente pour l'application considérée: l'agréation des informations est alors effectuée lors de leur saisie.

On appelle systèmes à topologie les systèmes informatiques pour lesquels la solution b) a été adoptée. Les structures de données y sont notablement plus lourdes et complexes. En échange, les ambiguïtés inhérentes aux modèles purement métriques sont résolues une fois pour toutes par le responsable de la saisie des données, et non a posteriori par chaque utilisateur.

De nombreux SGDL du marché répondent

aux exigences énoncées ci-dessus. Mais on souhaiterait aussi que ces SGDL soient à même de gérer en parallèle plusieurs référentiels spatiaux, tels qu'ils ont été définis au chapitre 3. Malheureusement, cette notion encore qu'embryonnaire dans la plupart des SGDL du marché:

- Certains systèmes permettent de gérer des réseaux linéaires ou surfaciques, au sein desquels une cohérence topologique est assurée. Des relations topologiques (connexion de conduites, adjacence de parcelles, etc.) ne peuvent être mises en évidence qu'au sein d'un même réseau.
- D'autres systèmes, utilisés en particulier pour la gestion des infrastructures, distinguent un espace géographique, au sein duquel des relations métriques peuvent être calculées, d'un espace schématique, au sein duquel seules des connexions peuvent être mises en évidence.

6. Mise en œuvre de la REMO sur territoire genevois: l'exemple du SITG

A l'instar de plusieurs cantons et communes de Suisse, les services publics impliqués dans la gestion du territoire genevois conduisent depuis de nombreuses années une réflexion sur une gestion coordonnée de leurs informations localisées.

Dans la foulée de la REMO, ces réflexions se sont concrétisées l'année dernière par un arrêté du Conseil d'Etat genevois introduisant le système d'information du territoire à Genève (SITG).

Le SITG a pour objectif d'offrir un large ensemble d'informations, d'outils d'analyse, de gestion et d'aide à la décision pour assurer une maîtrise globale du territoire cantonal. Il repose en particulier sur la notion de partenariat des services publics intéressés, qui contribuent à sa mise sur pied et bénéficient en contrepartie des prestations offertes. L'arrêté du Conseil d'Etat définit en outre une organisation responsable de cette mise sur pied: un comité directeur, une commission des fournisseurs de données et une commission technique y sont nommés et désignés, ainsi qu'un coordinateur du SITG. Afin de préciser les objectifs du SITG et d'en définir les règles de partenariat, une charte du SITG est en cours de définition.

Les problèmes liés à la coexistence de plusieurs niveaux d'abstraction, présentés au chapitre 2, ont en particulier été mis en évidence. Ils ont conduit à la représentation du SITG non plus sous la forme du traditionnel modèle multi-couches (le «mille-feuille»), qui laisse supposer que tout ce qui est localisé est superposable, mais sous la forme d'une intégration des domaines de données au travers d'une pyramide de référentiels spatiaux rappelant la pyramide de décision... et suggérant la forme d'un gâteau de mariage! (figure 8).

Cette figure tridimensionnelle est assortie de deux échelles:

L'échelle concentrique traduit l'implication des différentes données dans le SITG:

- Les données n'intéressant qu'un partenaire sont représentées sur le cercle extérieur (données des partenaires).
- Les données intéressant plusieurs partenaires sont plus proches du noyau (données du SITG); elles sont mises à disposition des partenaires intéressés, selon des modalités de protection et de financement à préciser.
- Le noyau est constitué par les données référentielles du SITG, auxquelles différents partenaires peuvent rattacher leurs propres informations; ces données référentielles peuvent être sémantiques (numéros de parcelle auxquels le service des gérances rattache des valeurs locatives par exemple) ou géométriques (périmètres de parcelles pris en considération pour la délimitation d'une zone d'aménagement par exemple). Les données référentielles sont soumises à des procédures de mise à jour particulièrement contraignantes.

L'échelle verticale traduit le niveau d'abstraction des données, conformément au modèle de la pyramide de décision. Plus le niveau de décision est élevé, plus l'échelle des données localisées est petite: les déci-

sions stratégiques s'appuient généralement sur des informations à petite échelle (carte nationale), alors que les décisions opérationnelles s'appuient plutôt sur des informations à grande échelle (cadastre). Selon ce nouveau paradigme du gâteau de mariage, les données d'un SIT ne sont ainsi plus considérées comme des couches superposables, mais comme des données rattachées à un même espace géographique, entre lesquelles des mises en relation sont possibles... pour autant que les précautions nécessaires à assurer la cohérence des informations soient prises!

Dans cette perspective, garantir une gestion et une utilisation cohérentes des données localisées sera à l'avenir le grand défi posé par les systèmes d'information du territoire!

Remarques:

- [1] Pour une définition précise du concept de «système», on se référera aux ouvrages traitant de la systémique, tels que [6] ou [7].
- [2] Computer Aided System Engineering.

Références bibliographiques:

- [1] Caron, C. Nouveau formalisme de modélisation conceptuelle adapté aux SIRS. Thèse présentée en 1991, Université Laval-Laboratoire de SIRS.

[2] Chen, P. P.-S. The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data. March (1976).

[3] Chevallier, J.-J. Une approche systémique des systèmes d'information du territoire et de leur intégrité. Thèse présentée en 1983, Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne.

[4] Chevallier, J.-J. et Y. Bédard. Classification des types de référence spatiale utilisés dans les systèmes d'information à référence spatiale (SIRS). Mensuration, photogrammétrie, génie rural 11.90 (1990). Diagonal Verlag, Baden.

[5] Davis, G. B., et M. H. Olson. Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure and Development. MacGraw Hill, USA, 1985.

[6] De Rosnay, J. Le Macroscopie. Editions du Seuil, Paris, 1975.

[7] Le Moigne, J.-L. La Théorie du système général. Systèmes-décisions. P. Tabaton éd. Presses universitaires de France, Paris, 1977.

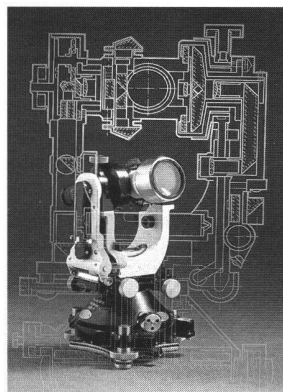
Adresse de l'auteur:

François Golay
SIT-Conseil SA
Rue de la Gabelle 34
CH-1227 Carouge

Die ideale Geschenksidee für Weihnachten!

**Limitierte
Auflage
500
Exemplare**

Preis: sFr. 28.–
inkl. Porto
und Verpackung



Das Titelbild des Sonderheftes 3/92 kann als Poster (Kunstdruckpapier ca. 35 x 42 cm / ohne Textendruck bestellt werden. Der Erlös geht zugunsten der Zeitschrift. Wäre dies nicht die Geschenkidee für besondere Anlässe?

Bestellungen richten Sie bitte an:

SIGWERB AG
Dorfmatenstrasse 26
5612 Villmergen
Telefon 057/23 05 05, Fax 057/23 15 50