

**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:** 8

**Artikel:** GERMINAL : la technologie des SIG au service de l'aménagement et de la gestion environnementale du milieu rural

**Autor:** Prélaz-Droux, R. / Sède, M.-H. de / Claramunt, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-234860>

### **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:** 01.04.2025

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

## GERMINAL: La technologie des SIG au service de l'aménagement et de la gestion environnementale du milieu rural

R. Prélaz-Droux, M.-H. de Sède, C. Claramunt, L. Vidale

L'accentuation des pressions sur le sol et les répercussions observées sur la qualité de l'environnement nécessitent des réflexions quant à la manière de gérer le développement futur et l'utilisation du sol d'une part, et d'évaluer les conséquences des modes d'utilisation du sol sur la qualité de l'environnement et la qualité de vie de la population d'autre part. Dans ce contexte, GERMINAL a pour objectif de fournir des outils nouveaux en matière d'aide à la décision dans le cadre de l'aménagement et la gestion environnementale du milieu rural. GERMINAL allie ainsi recherche en ingénierie (génie rural et sciences de l'environnement) et en informatique (système d'information géographique [SIG]). GERMINAL a donc donné une place de choix à l'analyse conceptuelle en proposant un Modèle de Fonctionnement du Milieu Rural (MFMR) qui décrit l'organisation structurelle et fonctionnelle du milieu rural et qui est à la base du modèle d'organisation des données. Le développement de l'architecture de la base de données est élaborée ensuite sur la base d'un formalisme orienté objet. Les résultats déjà obtenus sont testés et expérimentés dans le cadre de la réalisation d'une maquette du Système d'Information Environnemental à Référence Spatiale (SIERS), qui constitue dans un premier temps l'objectif prioritaire du projet GERMINAL.

*Der zunehmende Druck auf den Boden und die Auswirkungen auf die Umweltqualität verlangen nach Überlegungen zur künftigen Bodennutzung und deren Folgen auf die Umwelt- und Lebensqualität. Mit dem Projekt GERMINAL sollen neue Werkzeuge als Entscheidungshilfe im Rahmen der Raum- und Umweltplanung im ländlichen Raum entwickelt werden. GERMINAL verbindet dazu die Ingenieur-Forschung (Kulturtechnik und Umweltwissenschaften) und die Informatik-Forschung (Geographische Informationssysteme GIS). GERMINAL entwickelt ein Funktionsmodell des ländlichen Raumes (MFMR) und bietet auf der Grundlage einer Datenbank objektbezogene Anwendungen an. Die bisherigen Resultate wurden im Rahmen der Entwicklung des Raumbezogenen Umwelt-Informationssystems (SIERS) getestet.*

### Introduction

GERMINAL ou plus explicitement le projet de recherche portant sur la Gestion de l'Espace Rural au Moyen des systèmes d'Information appliqués aux équilibres Naturels et à leurs altérations, est une recherche interdisciplinaire, qui a débuté en novembre 1990, et qui est mise en place et soutenue par l'ensemble des unités du Département de Génie rural (DGR), ainsi que par la Direction de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). GERMINAL est né d'un profond désir d'intégration des différentes problématiques et des multiples connaissances rencontrées et acquises au sein du DGR. Le projet répond également au besoin ressenti à plusieurs niveaux concernant une approche globale des domaines et des problématiques liés à l'aménagement de l'espace rural et à la gestion de l'environnement. Il a

pour mission première d'élaborer un Système d'Information Environnementale à Référence Spatiale (SIERS) qui pourra être utilisé comme outil d'aide à la décision dans le cadre de l'aménagement et la gestion environnementale du milieu rural. Dans cette première phase, la réalisation de GERMINAL nécessite une réflexion poussée sur la nature et la complexité spatiale de l'information environnementale, ainsi que sur les concepts liés à l'aménagement et la gestion environnementale du milieu rural. De par le couplage de ces deux axes de recherche (Génie rural & Environnement et Système d'Information Géographique [SIG]), GERMINAL se place dans un contexte international de recherche et de développement en plein essor. Il va dans le sens des demandes actuelles et futures au niveau national en ce qui concerne des outils appropriés pour

l'aménagement du milieu rural et la gestion de l'environnement, et il s'intègre parfaitement dans la politique générale de recherche du DGR qui a pour objectif global la gestion patrimoniale et l'aménagement du territoire-sol.

### 1. Problématique et objectifs

Le déploiement des activités humaines, que ce soit pour l'industrie, l'agriculture, l'habitat, les transports ou les loisirs, conduit à une utilisation toujours plus intense et concentrée du sol, ce qui a des effets certains sur la qualité de l'environnement. La gestion du développement d'une région nécessite donc une répartition optimale de l'espace qui réponde aux impératifs économiques, aux exigences de la protection de l'environnement et à l'amélioration de la qualité de la vie. Les mutations, profondes du milieu rural, liées notamment aux négociations du GATT et au rapprochement avec la CEE, nécessitent une vision prospective du développement et des choix de société qui, finalement, se traduisent toujours par un certain mode d'utilisation du territoire. Dans ce contexte, les décideurs, ainsi que les ingénieurs et aménagistes, ont un besoin accru d'une part d'informations de qualité sur l'environnement et les activités humaines, et d'autre part d'outils leur permettant d'estimer les effets d'un certain type d'utilisation de l'espace sur l'évolution du milieu.

GERMINAL s'inscrit dans ce contexte particulier et se place dans la perspective d'un développement durable, soit «un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs», tels que le préconise la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement [5]. Cela implique que le SIERS-GERMINAL intègre des données portant aussi bien sur le milieu anthropique que sur le milieu physique, et se caractérise par une prise en compte globale des problématiques et des domaines concernés par l'aménagement et la gestion environnementale du milieu rural.

Sur la base de ces concepts fondamentaux, le projet GERMINAL doit aboutir à la conception d'un outil méthodologique de gestion, d'analyse et de traitement de l'information permettant de qualifier l'état actuel et l'évolution probable des composantes naturelles et anthropiques d'une région spécifique, en fonction de scénarios d'aménagement et de développement prédéterminés. Le SIERS-GERMINAL doit ainsi permettre d'évaluer les effets des politiques de développement et des modes d'utilisation du sol sur la qualité de l'environnement et sur la qualité de vie de la population. Dans cette optique, il est conçu comme un outil d'aide à la décision

dans le cadre de l'aménagement et de la gestion environnementale du milieu rural. Toutefois, la confection d'un SIERS orienté vers l'aide à la décision se confronte à une série de problèmes spécifiques et ardues pour lesquels il n'existe pas encore de solution à ce jour [8, 10]. C'est le cas notamment de la modélisation du milieu rural et de la garantie d'un traitement global des problématiques et des domaines au sein d'un même système, de la prise en compte de la multiplicité des perceptions de l'environnement, de la dynamique des systèmes qui le constituent, de la diversité de la nature des données à intégrer, des espaces de références, de leurs dimensions temporelles et multispaciales.

Face à l'ampleur et à la difficulté de la tâche, GERMINAL propose en premier lieu une approche méthodologique, basée sur une démarche itérative alliant réflexion conceptuelle et développement d'un outil méthodologique. Ainsi, GERMINAL va centrer ses efforts sur la réalisation d'une maquette représentative de l'outil final désiré, mais conçue de manière évolutive en fonction des résultats obtenus dans l'étude des différentes problématiques (technologie des SIG, aménagement rural et gestion de l'environnement), ainsi qu'en relation avec les besoins du DGR et des utilisateurs potentiels. La réalisation de cette maquette (présentée plus largement au § 4) constitue donc, dans un premier temps, l'objectif prioritaire du projet GERMINAL.

## 2. Analyse conceptuelle: démarche et méthodologie

L'analyse conceptuelle est à la base du développement de tout système d'information [3]. Dans la pratique, on a trop souvent tendance à limiter cette phase pour des questions de méconnaissance du système, de temps et d'argent. L'expérience montre cependant que la qualité du produit développé dépend fortement du soin avec lequel on a défini l'objet d'étude et les objectifs, modélisé son fonctionnement ou ses caractéristiques principales, et intégré au système les fonctions nécessaires à sa réalisation.

De ce fait, l'analyse conceptuelle occupe une place de choix dans les préoccupations de GERMINAL. Elle se caractérise tout d'abord par une analyse systémique du monde réel, effectuée au travers de projets particuliers réalisés au sein du DGR. Dans ce cadre, le milieu rural est considéré comme un système ou un ensemble de systèmes interagissant, dont les différentes composantes ne sont pas analysées séparément, mais en fonction des relations et des flux qu'elles entretiennent avec d'autres. L'approche du milieu s'effectue à l'échelle régionale, car elle est la plus appropriée pour l'appréhension

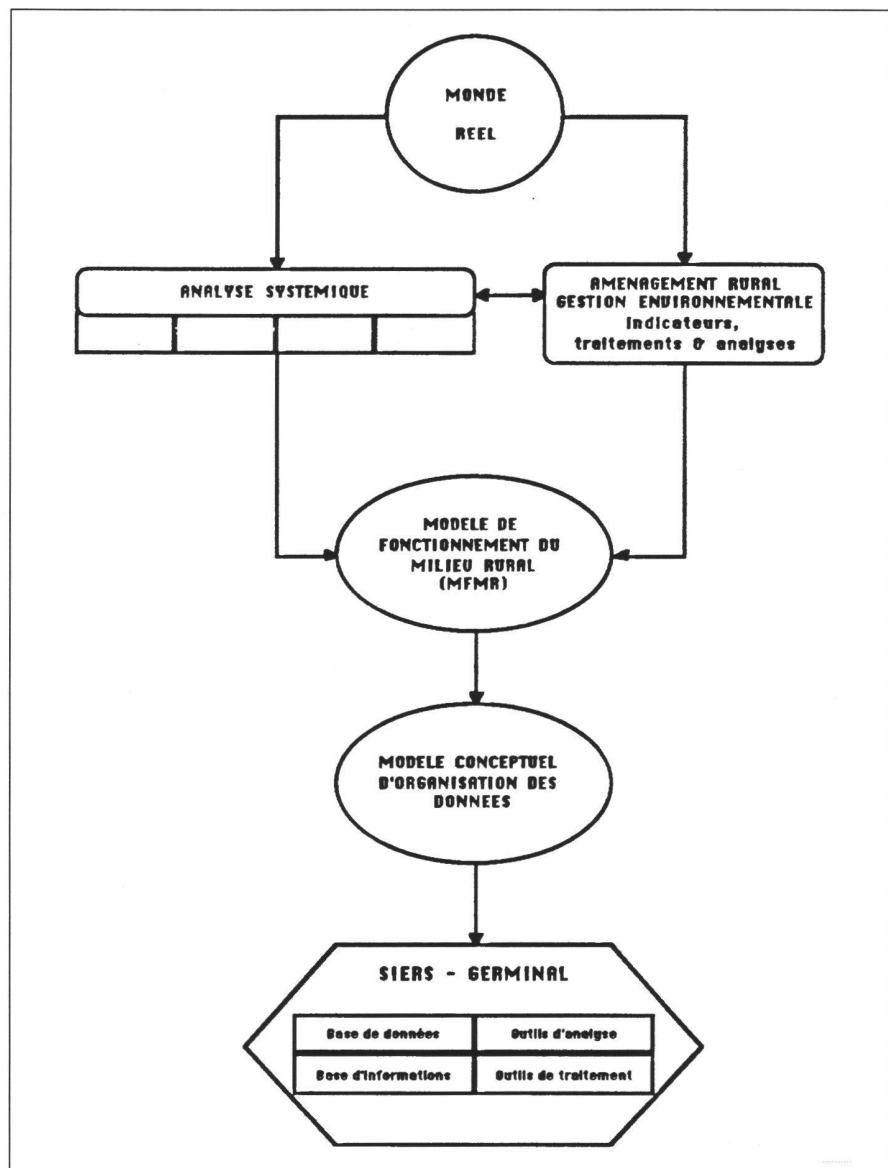


Fig. 1: Approche méthodologique.

des différents systèmes en présence ainsi que des réseaux de relations et d'échanges identifiés. L'analyse systémique permet ainsi de regrouper les composantes, les relations et les flux caractérisant le milieu rural en réseaux thématiques. Leur combinaison forme l'organisation résiliente du milieu rural qui définit ses propriétés, ses capacités de développement et d'adaptation, ainsi que son mode d'évolution dans le temps.

Cette approche est complétée par un approfondissement des concepts liés à l'aménagement rural et la gestion environnementale. Cela concerne notamment la détermination d'opérateurs pour la modélisation des scénarios de développement, le choix des indicateurs pertinents pour leur analyse et l'élaboration des traitements spécifiques à introduire dans le SIERS pour la confection des indices de qualité nécessaires à leur évaluation. Ces deux axes de réflexions aboutissent à

la confection d'un Modèle de Fonctionnement du Milieu Rural (MFMR). Le MFMR sert lui-même de base à la construction du modèle conceptuel d'organisation des données. Le SIERS-GERMINAL se caractérise ainsi par une base de données et une base d'informations (données traitées), ainsi que par des outils de traitement et d'analyse des données spatiales ou non (cf. fig. 1). Les éléments principaux de cet ensemble sont détaillés dans les paragraphes suivants.

### 2.1 Modèle de Fonctionnement du Milieu Rural (MFMR)

Le Modèle de Fonctionnement du Milieu Rural (MFMR) permet de décrire le comportement de ce milieu face à des variantes de développement prédéterminées. Basé sur une analyse systémique du milieu, il impose un cadre de réflexion et une méthodologie d'analyse commune à tous les domaines concernés par le SIERS.

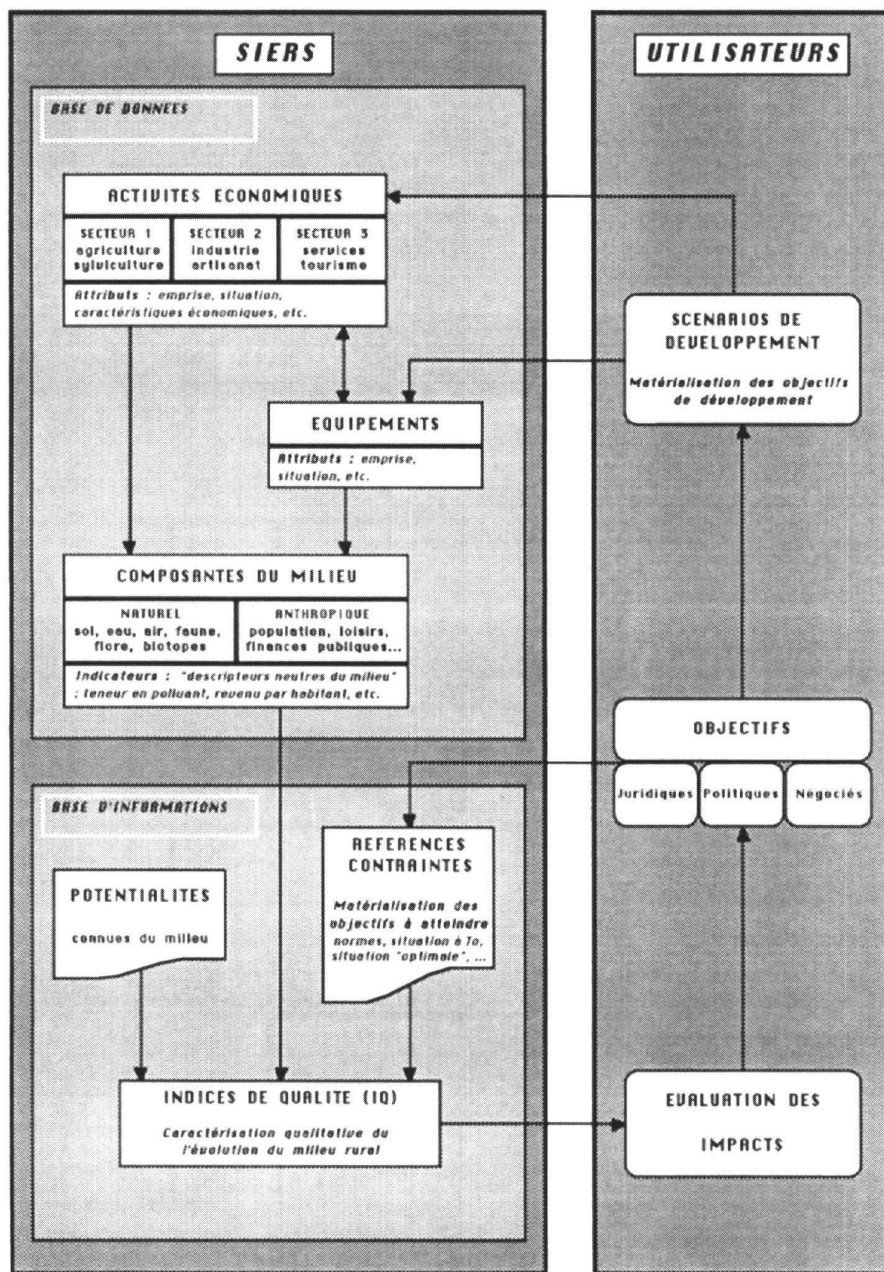


Fig. 2: Modèle de Fonctionnement du Milieu Rural (MFMR).

Cela présente l'avantage de garantir une continuité dans la démarche et une homogénéité dans le stockage, la gestion, l'analyse et le traitement des informations. Le SIERS est ainsi conçu comme un système évolutif qui peut être complété en fonction des besoins des utilisateurs. La cohérence du système est maintenue par le fait que toute nouvelle problématique devra être analysée et décrite au travers du modèle conceptuel et fonctionnel que constitue le MFMR.

L'organigramme fourni à la figure 2 présente, de manière simplifiée, les spécificités principales du MFMR. Sur la base d'objectifs juridiques et négociés, les utilisateurs du SIERS établissent leurs scénarios d'aménagement portant sur le développement des activités économiques et des équipements. Ces scénarios sont co-

difiés à l'aide d'opérateurs et introduits dans le SIERS où ils provoquent une modification des attributs décrivant les Activités économiques et les Equipements. Les «effets» de ces modifications sont modélisés et se répercutent sur les Composantes naturelles et anthropiques du milieu; les nouveaux indicateurs qui en découlent permettent de décrire la réaction du milieu à un scénario donné. Ces «effets» sont obtenus soit par couplage du SIERS avec un modèle de simulation externe (modèle hydrologique par exemple), soit par l'application de règles (option système expert). Sur cette base, le SIERS se propose de déterminer des indices de qualité. Ces indices ont pour objectif de caractériser l'évolution du milieu en liaison avec le scénario choisi. Ils sont issus à la fois d'un certain nombre d'indicateurs décrivant les compo-

santes du milieu et de références ou contraintes qui peuvent être contenues aussi bien dans des normes (contraintes légales), que dans un état «idéal» ou souhaité du milieu considéré (références négociées projet de société), ou dans l'intégration des potentialités connues du milieu. Ils fournissent des informations géoréférencées et thématiques qui peuvent être utilisées comme intrant à la phase d'évaluation des impacts. Cette dernière phase, qui doit être menée par les utilisateurs, peut aboutir au choix d'une variante ou sinon, rétroagir sur la détermination des objectifs (juridiques, politiques ou négociés), qui est le processus moteur de l'outil d'aide à la décision.

## 2.2 Le modèle d'organisation des données

L'aspect dynamique du SIERS-GERMINAL, ainsi que la vision globale et intégrée des problématiques et des domaines liés à l'aménagement de l'espace et la gestion environnementale, doit se retrouver dans le modèle d'organisation des données. Cela entraîne la transcription des concepts contenus dans le MFMR, l'intégration de données spatiales et non-spatiales, ainsi que la prise en compte des dimensions temporelles et multispatiales (niveau de perception) de l'information.

Le développement de l'architecture de la base de données est élaboré sur la base d'un formalisme orienté objet. Ce formalisme a l'avantage d'autoriser une représentation «naturelle» de l'information, plus proche de notre représentation humaine, encapsulant l'ensemble des informations et des méthodes dans des objets [9]. En outre, il correspond bien à l'approche systémique et possède les qualités intrinsèques qui sont adaptées à la complexité du SIERS-GERMINAL.

L'ensemble des données contenues dans le SIERS est ainsi détaillé en entités de base nommées objet. L'objet fondamental est défini comme un «phénomène du monde réel qui n'est pas subdivisible ou subdivisé en phénomène de même nature», et, dans l'optique du modèle de données, comme la «plus petite entité dont les attributs clés sont constants». Le concept d'objet n'est pas absolu, il dépend entre autre du niveau de perception (échelle de travail), ou de l'application. Quoi qu'il en soit, un objet comporte toujours d'une part des informations descriptives ou attributs (l'objet STEP peut être décrit par sa situation, mais aussi par ses caractéristiques: débits et concentrations d'entrée et de sortie), et d'autre part des méthodes qui définissent et caractérisent son comportement associatif (voisinage, réseau, contenance, hiérarchie). Il est mis ainsi en relation avec d'autres objets ou ensemble d'objets (l'objet STEP contient, par exemple, une «méthode» rejet avec les condi-

tions du rejet et l'objet destinataire, soit la rivière).

Les objets sont regroupés en ensembles homogènes nommés classes. Ce sont les attributs primaires d'un objet qui définissent son appartenance à une classe. Par exemple, la parcelle cultivée en maïs va appartenir à la classe des terres ouvertes, qui elle-même appartiendra à la classe des terres agricoles, etc. Les classes d'objet sont structurées par l'arborescence structurelle définie par le MFMR, avec la notion d'héritage et de «navigation» de l'information.

La confection du SIERS-GERMINAL fait appel à une grande quantité d'informations, avec une importante diversité de nature (nominale, ordinale, cardinale), d'origine et de mode d'acquisition, de précision et d'échelle, de fiabilité et de durée de validité, etc. Cela ne va pas sans poser des problèmes fondamentaux pour l'intégrité de la base de données, ainsi que pour la cohérence, la validité et la représentativité des résultats fournis par le SIERS. De ce fait, le SIERS doit contenir des informations sur l'information (méta-connaissance) qu'il stocke, gère, analyse et restitue [11]. Cette fonctionnalité du SIERS répond aux besoins des administrateurs, mais elle s'adresse également aux utilisateurs qui bénéficient ainsi d'une sorte de «label de qualité» associé aux différentes informations et résultats que le système d'information leur fournit.

### 3. Logiciels et support informatique

De manière générale, les systèmes d'information disponibles sur le marché se divisent en deux catégories principales: (1) les systèmes d'information du territoire (SIT) qui privilégient les grandes échelles et les informations de type vectorielles et qui sont souvent utilisés pour la gestion, et (2) les systèmes d'information géographique (SIG) qui offrent des grandes potentialités pour l'analyse spatiale à partir d'informations cartographiques ou d'images satellitaires et qui sont plutôt orientés vers de petites échelles et des informations de type raster (ou maillé).

L'exhaustivité des besoins du projet GERMINAL entraîne une vision globale qui ne saurait retenir un seul de ces deux types de systèmes. La nécessité d'une approche complémentaire entre les systèmes vecteur et raster apparaît clairement [4]. Il s'agit donc de trouver une association de logiciels optimale qui réunisse à la fois les meilleures performances dans les deux types de systèmes. Les critères essentiels de cette sélection comprennent les possibilités d'adaptation au modèle d'organisation des données de GERMINAL et d'intégration de données raster et vecteurs, les fonctions d'analyse et de modélisation, la

propension à la personnalisation, les performances réalistes et économiques, les besoins spécifiques des utilisateurs potentiels du SIERS-GERMINAL et la portabilité du système.

Une étude comparative a abouti au choix d'une solution combinée intégrant le système de type vecteur Argis, qui est associé à la base de données Oracle, et le système raster Spans. La configuration retenue est répartie en une version Unix d'Argis sur Sparcstation et une version OS/2 de Spans sur un micro-ordinateur. Argis est un système de gestion de données localisées particulièrement adapté pour la gestion du cadastre et des réseaux. Son choix a été conforté par la décision récente de plusieurs cantons romands de retenir ce logiciel comme système d'information du territoire. Spans se caractérise par de nombreuses applications dans le domaine de l'environnement et présente l'avantage de pouvoir communiquer facilement avec des structures de données de type vecteur. La solution retenue (Argis-Oracle-Spans) présente donc l'avantage, outre sa portabilité, de réunir les meilleures performances aussi bien dans le domaine vecteur que dans celui du raster. Elle nécessite la confection d'un système intégré et ergonomique offrant à l'utilisateur des capacités de gestion, d'analyse et de traitement des informations qui soit clair et transparent.

Toutefois, cette configuration logicielle ne permet pas de satisfaire pleinement les exigences du modèle conceptuel de GERMINAL qui est construit sur un formalisme orienté objet. Il n'est cependant pas possible actuellement d'échapper à cette limitation. En effet, l'état de l'art dans le domaine de l'industrie des SIG montre une nette prépondérance des bases de données relationnelles (ce qui n'est d'ailleurs pas uniquement propre aux SIG!). Malgré l'intérêt croissant pour le formalisme orienté objet, surtout dans le domaine des SIG, il n'existe pas encore sur le marché de logiciel basé sur un véritable formalisme de ce type qui puisse ainsi remplir les exigences de GERMINAL. Dans la pratique, on tend fréquemment à faire évoluer des systèmes relationnels en y intégrant les apports des modèles orientés objet. C'est le cas par exemple du projet développé par l'université de Berkeley (USA) qui consiste à intégrer dans une base de données relationnelle les apports des modèles orientés objets (projet POSTGRES). Au sein de l'Institut d'Aménagement des Terres et des Eaux (IATE) du département de Génie rural (DGR) de l'EPFL, une approche semblable a été utilisée pour l'étude des apports de la télédétection à la conception de modèles en hydrologie [1, 2]. Dans le cadre de GERMINAL, le choix d'Oracle, motivé d'une part par son intégration dans Argis et d'autre part par sa position dominante

sur le marché des SGBD, impose une intégration modulée des concepts développés. De ce fait, les développements méthodologiques et informatiques s'orientent vers la réalisation d'un interface orienté objet. Cette phase du projet s'effectue en collaboration avec le Laboratoire de base de données (LBD) du département d'informatique de l'EPFL.

### 4. Maquettage

Depuis janvier 1992, les résultats déjà obtenus sont expérimentés dans le cadre de la réalisation d'une maquette du SIERS-GERMINAL. Les objectifs de cette maquette sont multiples. Elle doit tout d'abord être une aide à la réflexion conceptuelle, permettre la confrontation des modèles théoriques avec la réalité (notamment au niveau du formalisme orienté objet et de la dynamique de la base de données) et proposer des passerelles physiques et méthodologiques pour l'échange de données et la communication entre les trois systèmes (Argis-Oracle-Spans). Elle doit ensuite expérimenter la fonction d'aide à la décision et tester la faisabilité du système ainsi que la pertinence des choix effectués, au niveau des ressources informatiques notamment. Elle servira finalement de support de discussion avec les différents interlocuteurs et partenaires du groupe GERMINAL, ainsi qu'avec les utilisateurs potentiels.

Le cadre géographique retenu pour la réalisation de cette maquette est la plaine de la «Broye», en aval de Payerne. Cette région, qui s'étend sur les cantons de Vaud et Fribourg, présente de multiples avantages. En effet, la connaissance du milieu au sein du DGR, et la disponibilité d'informations déjà numérisées qui en résulte, devrait faciliter les premières phases d'élaboration de la maquette. Ensuite, les problématiques liées à l'aménagement de l'espace rural et à la gestion de l'environnement sont nombreuses et diversifiées. La maquette n'a cependant pas pour ambition de traiter l'ensemble des domaines et des problématiques rencontrées dans cette région. En fonction du temps à disposition, elle se focalisera plutôt sur des domaines et des problématiques spécifiques, matérialisés dans des variantes de développement liées à l'implantation de la N1 et à l'aménagement communal, dans le cadre de syndicats d'améliorations foncières notamment. En effet, ces problématiques ne constituent pas une fin en soi pour la maquette. Elles y sont intégrées pour servir de support à l'expérimentation du modèle de fonctionnement du milieu rural et des fonctions d'aide à la décision du SIERS. La maquette est ainsi un premier pas vers la réalisation du SIERS-GERMINAL, premier

pas qui doit tout d'abord démontrer la faisabilité pratique du projet. Cette maquette doit être terminée pour la fin décembre 1992. Dans le cadre d'une phase ultérieure du projet GERMINAL, elle pourra servir de base à l'élaboration d'un prototype du SIERS-GERMINAL qui puisse être diffusé de manière plus élargie.

## 5. Conclusions

En couplant des recherches dans les domaines du génie rural, de l'environnement et des systèmes d'information géographique, GERMINAL offre des perspectives intéressantes pour l'aménagement du milieu rural. En s'appuyant sur un contexte de recherche interdisciplinaire, GERMINAL propose tout d'abord une vision globale et intégrée des domaines et des problématiques concernées. A l'aide d'une analyse systémique, il centre en premier lieu les recherches sur la connaissance de l'organisation dynamique du milieu, qu'il traduit dans un modèle de fonctionnement. Sur cette base, un modèle d'organisation des données est construit à l'aide du formalisme orienté objet. Le développement des outils méthodologiques pour un aménagement et une gestion environnementale globale du milieu rural nécessite ensuite l'approfondissement de concepts et de problématiques qui sont au centre des développements actuels en matière de SIG (intégration et combinaison de données de nature différente, maîtrise des dimensions temporelles et multispaciales, intégration raster-vecteur notamment). GERMINAL contribue ainsi à une meilleure utilisation des potentialités de gestion, d'analyse et de traitement de l'ensemble des données qui touchent au milieu rural. De plus, par les traitements de l'information qu'il propose et les outils qu'il développe (indices de qualité notamment), il se veut non seulement gestionnaire et fournisseur d'informations, mais également outil d'aide à la décision. La phase de maquetage vise à garantir la meilleure adéquation entre les modèles

développés et la réalité, ainsi qu'optimiser la correspondance entre l'outil développé et les besoins des utilisateurs. Le domaine d'étude de GERMINAL, qui allie ingénierie et informatique, constitue un des axes majeurs de recherche de la communauté scientifique. Il bénéficiera de la prise en compte véritable des nouvelles potentialités des SIG par les ingénieurs d'une part, et des progrès constants de l'informatique dans les techniques de représentation et de manipulation des informations géographiques d'autres part. Il sera enfin soutenu par le besoin de plus en plus pressant de disposer d'outils permettant de promouvoir un développement durable.

### Bibliographie:

- [1] Abednego B.: Apports de la télédétection à la conception de modèles de simulation en hydrologie. Thèse EPFL-IATE, Lausanne, 1989.
- [2] Abednego B., Meylan P., Musy A.: Modélisation hydrologique orientée objet. Proceed. of the Baltimore Symposium on New Directions for Surface Water Modeling, IAHS Publ. n° 181, 1989.
- [3] Burrough P. A.: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press, 1987.
- [4] Claramunt C.: Vers une approche complémentaire des SIG raster et vecteur. Actes du séminaire «Gestion de l'espace rural et système d'information géographique», Florac, France, 1991.
- [5] Commission mondiale sur l'environnement et le développement: Notre avenir à tous. Editions du Fleuve, Montréal, mai 1988.
- [6] Coppock J. T. et D. W. Rhind: History of GIS, GIS principles and applications. Editions Longman Scientific & Technical, New York 1991.
- [7] Ehlers, Manfred et Haggerly: Interfacing remote sensing and GIS technology for Urban and Regional Planning. Actes de la conférence annuelle «Urban and Regional Information Systems Association», 1989.
- [8] Honea R. B., Hake K. A., Durfee R. C.: Incorporating GISs into Decision Support Systems: Where have we come and where do we need to go, GIS Applications in Natural Resources. Editions Heit et Shortreid, 1990.
- [9] Kim W.: Object-oriented databases: definition and research directions. IEEE transactions on knowledge and data engineering, 1990.
- [10] NCGIA: The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis. International Journal of GIS, 1989, vol 3, n 2, Taylor & Francis, London, Washington, DC.
- [11] Radermacher F. J.: The importance of metaknowledge for environmental information systems. Proceed. of Advances in Spatial Databases, SSD '91, Zurich, 1991.
- [12] de Sede M-H., Prélaz-Droux R., Claramunt C.: GERMINAL: Un SIERS pour la gestion globale de l'environnement. Actes du séminaire «Gestion de l'espace rural et système d'information géographique», Florac, France, 1991.
- [13] de Sede M-H., Henzelin J-F.: Intérêt des SIRS pour l'évaluation des impacts sur les cours d'eau: le cas des projets GESREAU et GERMINAL. Actes du colloque «Impacts liés aux travaux d'aménagement sur les cours d'eau: évaluation, méthodologie, aide à la gestion», Namur, 1991.

### Adresse des auteurs:

R. Prélaz-Droux  
M.-H. de Sede  
C. Claramunt  
L. Vidale  
GERMINAL  
Département de Génie Rural (DGR)  
Ecole Polytechnique Fédérale  
de Lausanne (EPFL)  
CH-1015 Lausanne

# Die Geschenk- idee!

**1 Jahres-Abonnement  
unserer Fachzeitschrift**

**Vermessung  
Photogrammetrie  
Kulturtechnik**

*Möchten Sie Ihren Mitarbeitern,  
Ihren Verwandten oder Freunden eine  
Freude bereiten?  
Dann rufen Sie uns für ein Geschenk-  
abonnement an.*

*12mal jährlich informiert  
unsere Fachzeitschrift aus-  
führlich und informativ über*

- ◇ Vermessung
- ◇ Photogrammetrie
- ◇ Kulturtechnik
- ◇ Raumplanung
- ◇ Umweltschutz und
- ◇ Geo-Informationssysteme.

**SIGWERB AG**  
Dorfmatenstrasse 26  
5612 Villmergen  
Telefon 057 / 23 05 05