

# Projet de développement du SIG du CERN.

## Application à la gestion du réseau de fibres optiques

■ Cláudio CARNEIRO - Leonel GONÇALVES - Bernard GUYOT - Michel MAYOUD

*Le CERN est le plus grand laboratoire mondial de physique des particules, dont l'activité est assurée par plus de 8 000 personnes. Le SIG du CERN couvre environ 1 400 ha, avec 1 300 constructions, 70 km de tunnels et galeries pour les accélérateurs et leurs expériences, 1 000 km de services enterrés, 500 000 m<sup>2</sup> de surface bâtie, etc.*

*Dans un contexte tenant à la fois de la petite ville et d'un grand complexe industriel, la gestion et la consultation des données localisées et des multiples informations corrélées se doivent d'être toujours adaptées à l'évolution rapide des moyens informatiques du CERN (là où le Web est né) et de répondre aux attentes de productivité et d'efficacité des divers co-producteurs ou simples utilisateurs de ce système.*

*Cet article présente une méthodologie de développement d'applications SIG spécifiques à chaque groupe d'utilisateurs. Pour atteindre les objectifs stipulés, l'adoption de la Norme ISO/19131 et d'une approche Orientée Objet (OO) permettent une meilleure compréhension de l'information géographique, ainsi que l'harmonisation des concepts relatifs à son utilisation. L'exemple d'application exposé, relatif à la gestion du réseau de fibres optiques, répond aux objectifs du projet et aux besoins formulés par les utilisateurs.*

*La démarche analytique globale et les procédures mises en œuvre visent à ce que les Systèmes d'Information Géographique puissent être développés de manière structurée, cohérente et réutilisable pour l'intégration de diverses applications internes, dans un concept le plus universel possible.*

### ■ mots clés

Systèmes d'Information  
Géographique, Spécification  
de Données Géographiques,  
Orientation Objet, Évaluation de  
Procédés, Production de Données  
Géographiques, Fibres Optiques

Une gestion performante des données localisées de toutes sortes et la production immédiate d'informations associées sont une nécessité impérieuse des grandes organisations possédant un important patrimoine technique et immobilier.

Dans un contexte industriel (ou similaire), la mise en œuvre d'un système d'information géographique (SIG) sur un grand site d'activité conduit cependant très vite à interférer avec les bases de données et les systèmes professionnels des services techniques responsables des divers équipements. Le CERN, à cet

égard, est rendu complexe par l'importance et la technicité très poussée des moyens développés pour la recherche et pour les accélérateurs de particules - le tout dans un environnement informatique exceptionnel, très évolutif.

La mise en œuvre d'un SIG au CERN a été un peu tardive (1984), sous la poussée des besoins du grand projet LEP (accélérateur de 27 km de circonférence), parce que les priorités portent évidemment plus sur la recherche que sur les moyens de la gestion du site - mais aussi parce que le Groupe "Métrologie de Positionnement et

Topométrie" a préféré attendre un système permettant de traiter toute la chaîne numérique, levé topographique inclus. Le choix s'était initialement porté sur les logiciels LILIAN et ESPACE, de la société INNOVAL [Coosemans et al., 1988]. L'abandon par TEKTRONIX de ses terminaux graphiques "intelligents" et les difficultés d'INNOVAL après le décès subit de son dirigeant ont motivé un nouvel appel d'offre en 1992, remporté par la firme belge STAR.

Dans l'interaction avec les autres services, beaucoup de difficultés sont venues du fait que bien des respon-

■■■ sables et dessinateurs qui avaient fait le pas vers le DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) restaient routinièrement dans le concept "dessin feuille à feuille" et n'étaient pas enclins à faire celui vers le concept SIG - avec sa représentation continue de l'espace sur l'ensemble du site et ses bases de données internes ou annexes. La perspective du projet LHC puis le début de sa réalisation ont poussé à nouveau vers des changements, et il était important d'accompagner cette dynamique d'évolution par une restructuration des données du SIG et par la mise en œuvre de moyens d'usage plus simples et plus performants, afin d'en faciliter la pratique à toutes les catégories d'utilisateurs.

D'autre part, dans l'environnement du CERN, un grand nombre d'applications administratives ou techniques se traitent par des solutions web intégrales, y compris signatures électroniques, dans une démarche "paperless" supprimant toute circulation de papier. Il était donc indispensable que la consultation du SIG puisse se faire aussi en intranet web.

## Éléments de projet

### ■ Objectifs

Les principaux objectifs de ce projet de développement, dans une première phase, se présentent comme suit :

- Consolider la caractérisation de la situation actuelle du SIG du CERN, notamment en ce qui concerne les différents objets géographiques déjà implémentés dans la base de données et leur structuration
- Valoriser les données géographiques et alphanumériques existantes
- Garantir la rigueur positionnelle et thématique de chaque couche géographique, en assurant également la consistance de toute l'information géographique existante dans la base de données
- Administrer efficacement les données existantes
- Définir un modèle de données (pour chacune des applications à développer) adapté aux demandes connues des utilisateurs potentiels
- Effectuer une analyse fonctionnelle des différents utilisateurs qui tra-

vailent directement avec ce système dans une perspective intégrée

- Permettre une plus ample ouverture du SIG, afin que d'autres services puissent également mettre à jour des données géographiques
- Énoncer un programme d'implémentation du modèle proposé, en considérant tous les départements engagés dans ce projet de développement

Dans une deuxième phase, le principal objectif concerne la migration de toute l'information géographique existante dans le SIG vers une Base de Données Orientée Objets (BDOO), qui servira de base au développement des applications internes. Cette base de données permettra de gérer aussi bien les procédures liées aux objets que l'intégrité de ceux-ci.

### ■ Limitations et contraintes

Par l'ancienneté d'organisation des services, leurs choix et leurs habitudes, il existe certaines caractéristiques, notamment au niveau de la qualité de l'information, qui sont le plus grand obstacle à la réalisation du système désiré. Un problème important est lié aux limitations de caractère technologique dans le développement d'applications géographiques. Chacun des départements possède sa propre base de données où sont enregistrées ses données. Bien que la plupart des départements utilisent le Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) Oracle, il n'existe pas un concept de normalisation interne par rapport à ce sujet, et quelques départements utilisent d'autres SGBD.

Cette problématique augmente significativement la difficulté relative à l'implémentation du SIG, dans la liaison entre l'information graphique avec toutes les bases de données alphanumériques disponibles. De la même façon, la difficulté de croisement entre information graphique et alphanumérique, et la dégradation des temps de réponse du système, sont des causes directes d'une sous-utilisation du SIG.

En considérant les limitations exposées ci-dessus, les contraintes de ce projet seront principalement liées aux points suivants :

- Exploitation maximale relativement à tous les croisements de données pos-

sibles

- Réutilisation de ce projet dans toutes les applications SIG à développer dans le futur
- Établissement de concepts de normalisation par rapport à la spécification de données géographiques
- Sensibilisation des départements engagés dans ce projet vers une normalisation des bases de données alphanumériques existantes, qui permettra une plus grande efficacité et potentialité du SIG

### ■ Identification et domaine d'intervention des différents départements

La structure organique du CERN étant très complexe (division en Départements, eux-mêmes répartis en Groupes et Sections), il n'a pas été possible d'identifier rapidement tous les utilisateurs possibles de ce système. Bien que le SIG ait été employé par quelques départements dans des opérations de consultation, gestion et analyse spatiale au long des 10 dernières années, la plus grande partie des départements n'ont aucune idée des réelles potentialités de cet outil informatique. Il convient donc de procéder à l'inventaire des domaines d'intervention des données produites pour chaque acteur susceptible d'utiliser le SIG. Cet inventaire est présenté dans le Tableau 1.

Cet inventaire préalable est nécessaire car chaque acteur aura des besoins différents, mais sera également un producteur de données pouvant intéresser les autres acteurs du SIG.

### ■ Détection de procédures internes

La façon la plus indiquée d'évaluer les objectifs d'utilisation qui puissent permettre la construction des applications à développer est réalisée au travers de l'identification et de l'analyse de procédures. Chaque département du CERN utilise, ou peut prétendre utiliser, l'information géoréférencée dans certaines applications. En fait, l'utilisation de ce type d'information n'est pas uniforme dans tous les secteurs internes de l'organisation.

GRUPE	DOMAINE D'INTERVENTION	PRODUCTION
Cooling and Ventilation	Réseau d'eau potable	Alphanumérique
Civil Engineering	Données géologiques	Alphanumérique
Facilities Management	Edition et actualisation cartographique et développement du SIG, Bâtiments, Locaux Réseaux d'eau claire et Eau usée	Cartographique Alphanumérique
Electrical Engineering	Réseaux électriques et de fibres optiques	Alphanumérique
Fire Brigade	Incendie	Alphanumérique
Integrity Safety and Environment	Données environnementales	Alphanumérique
Radiation Protection	Sources radioactives	Alphanumérique
General Safety and Hygiene	Rejets chimiques	Alphanumérique

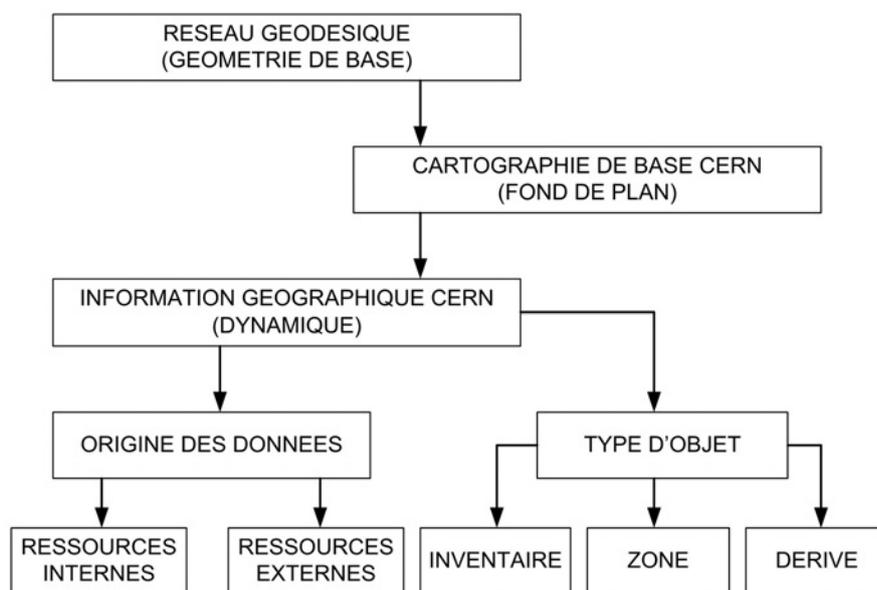
**Tableau 1 - Domaines d'intervention et Production des Divers Groupes Engagés dans le Projet de Développement du SIG du CERN**

Selon Clarke [1991], cette évaluation initiale est importante et doit être le résultat de la compréhension des procédures dans laquelle est enveloppée l'information géographique, notamment en ce qui concerne des questions typiques, comme : qu'est ce qui est utilisé ? Qui utilise quoi ? De quelle façon est-ce utilisé ? Quel est le résultat souhaité ? De façon à satisfaire ces objectifs et dans une tentative de définition généralisée des principales utilisations d'information géographique, les principales procédures internes détectées – qui ont été établies dans les réunions avec les différents départements – sont les suivantes : classification, gestion, intervention, planification, prévention et projet.

Bien que des procédures aient les mêmes dénominations, il est important de remarquer qu'elles peuvent correspondre, selon les utilisateurs, à des actions totalement différentes. Cela signifie que le sens donné au nom de la procédure est spécifique à chacun des services engagés dans ce projet.

### ■ Définition du travail à effectuer

Après avoir défini les utilisateurs engagés et les procédures existantes, il importe de caractériser avec précision l'utilisation de l'information géographique existante. Une organisation telle que le CERN utilise des données géographiques de natures très diverses, avec un degré d'incidence plus ou moins fort sur son fonctionne-



**Figure 1 - Classification Proposée pour les Données Géographiques**

ment. Cette caractérisation doit permettre de réorganiser la structure de données géographiques, mais aussi d'évaluer les besoins futurs en information géographique à produire, en rapport avec les applications à développer. Elle a été menée en liaison avec les responsables des différents services concernés, afin de satisfaire au mieux leurs besoins.

Nous présentons ici une proposition d'organisation du répertoire de données, selon le travail publié par Matos, [2001]. Cette organisation sera basée sur le but visé pour chaque ensemble de données géographiques (EDG) dans la structure globale du répertoire de données,

comme illustré dans la Figure 1, au détriment d'une classification thématique :

- **RÉSEAU GÉODÉSIQUE (GÉOMÉTRIE DE BASE)** : Réseau géodésique du CERN sur lequel s'appuient les polygones servant aux levés topographiques nécessaires à l'établissement et à la mise à jour du SIG
- **CARTOGRAPHIE DE BASE (FOND DE PLAN) CERN** : Les EDG de Fond de Plan sont les suivantes : Bâtiments, Limites administratives, Routes et chemins, Hydrographie. Elles assurent la rigueur et la consistance positionnelle de tout le répertoire de données géoréférencées
- **INFORMATION GÉOGRAPHIQUE** ■■■

- ■ ■ **CERN (DYNAMIQUE)** : EDG assujettis aux procédés de mise à jour et directement liés aux activités du CERN
- **RESSOURCES INTERNES OU EXTERNES** : EDG acquis ou produits par le CERN, qui constituent un produit terminé et daté, quel que soit le processus de mise à jour. Le résultat final est toujours un nouveau produit (une nouvelle ressource). Quand cet EDG est produit par le CERN, il doit être toujours classifié comme ressource interne. La plupart de ces EDG proviennent de l'Office Fédéral de Topographie (OFT), du plan cadastral genevois (cadastre GE) et du cadastre français (DGI)
- **INVENTAIRE** : EDG constitués par des objets géographiques qui représentent des entités de caractéristiques physiques, biophysiques, fonctionnelles ou structurelles qui se ressemblent. Par exemple, EDG du type Bâtiments,

- Réseaux et Espaces Naturels
- **ZONE** : EDG constitués par des surfaces de caractéristiques physiques ou biophysiques similaires ou alors, par des surfaces d'englobement d'études et projets définis ayant en commun des spécifications. Exemple : EDG du type Données Géologiques et Données Environnementales
- **DÉRIVÉ** : EDG résultant de besoins spécifiques, qui se présentent comme ensemble de données dont la relation est éminemment pratique et de caractère empirique

■ **Définition des Applications à Développer**

Après la caractérisation des acteurs, des procédures internes et des données géographiques, il est possible de définir les applications qui feront le lien entre ces 3 entités. Les diverses applications

devant être développées et implémentées au long des prochaines années sont représentées dans un diagramme de cas d'utilisation (Figure 2).

**Mise en place d'une méthodologie de projet SIG**

■ **Modèle de Données**

**Définition**

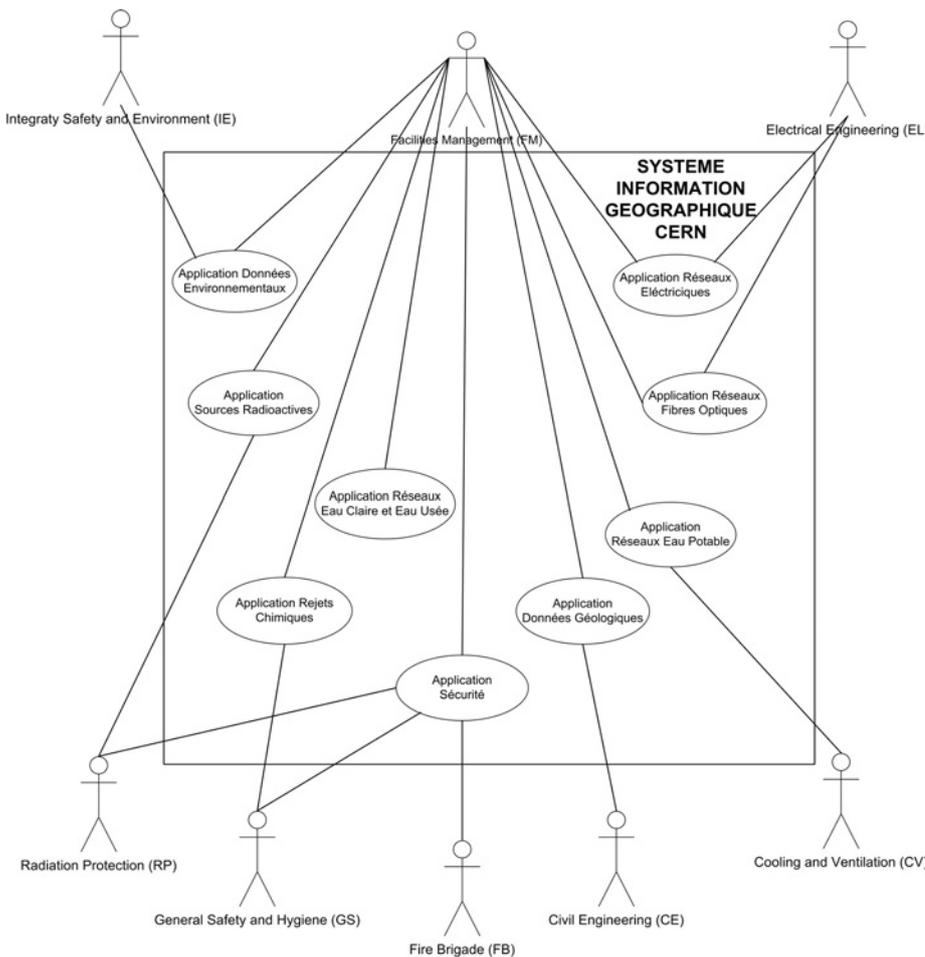
La création du modèle conceptuel de données est un pas fondamental dans le développement de n'importe quel système de base de données. Selon le degré mineur ou majeur de perfection avec lequel l'univers modelé est traduit dans le modèle conceptuel, la base de données résultante devra supporter les prérequis actuels de cet univers, et s'adapter aux possibles évolutions de ceux-ci dans le temps. Dans le cas du CERN, la conceptualisation des différents modèles de données à implémenter dans le futur sera menée à partir de nombreuses discussions entre les responsables du développement du SIG et les divers groupes du CERN intéressés par l'utilisation de cet outil informatique.

Ces discussions s'inscrivent dans une démarche itérative visant à définir les spécifications fonctionnelles attendues par les utilisateurs. Elles doivent modéliser le monde réel de la meilleure façon possible, en abordant des questions types, comme celles relatives à l'identification des objets à visualiser, l'interrogation et la visualisation d'objets qui vérifient une condition connue, l'identification de changements (présents et futurs) et paradigmes spatiaux ainsi que la modélisation de phénomènes avec développement spatial.

**Application à la Gestion du Réseau de Fibres Optiques**

Le type d'information relatif au contenu et structure de données de cette application est conceptualisé à travers un modèle de données conçu en UML [Fowler et Scott, 1998], présenté en Figure 4.

Un catalogue de caractéristiques lui est associé, pour décrire les attributs spatiaux ou non en conformité avec ce même schéma. Le modèle de données présenté



**Figure 2 - Diagramme de Cas d'utilisation : Diverses Applications à Implémenter dans les Prochaines Années**

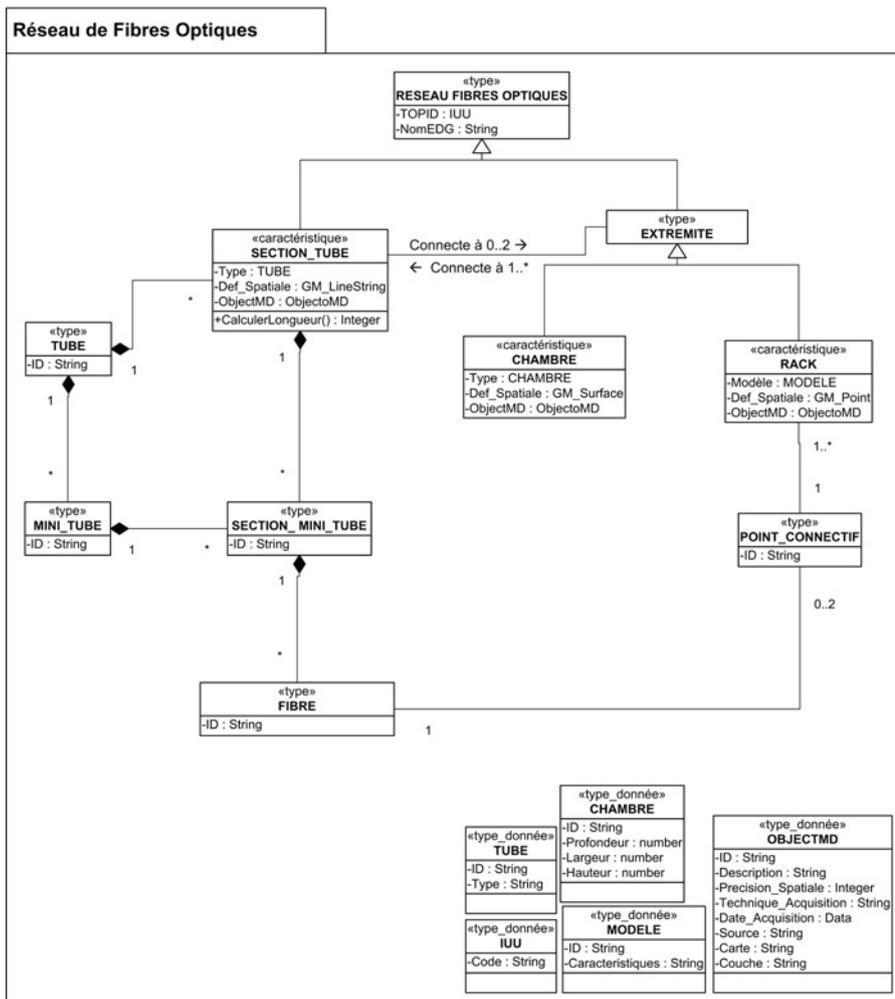


Figure 3 - Modèle de Données pour le Réseau de Fibres Optiques

dans la Figure 3 présente trois "caractéristiques" (entités géographiques) : RACK, CHAMBRE et SECTION\_TUBE. Celles-ci définissent des abstractions du monde réel, dont les propriétés incluent attributs, opérations, associations et relations mais aussi diverses propriétés spatiales et descriptives.

Les entités SECTION\_TUBE contiennent des SECTION\_MINI\_TUBES qui à leur tour contiennent des FIBRES. Les concepts de SECTION\_TUBE et SECTION\_MINI\_TUBE sont introduits pour que le modèle reste valable avec les évolutions futures du réseau de fibres optiques. Ainsi, on considère que le long du réseau, un TUBE ou un MINI\_TUBE représente, respectivement, l'ensemble total de toutes ses sections de tube ou sections de mini tube. On considère alors que les entités TUBE et MINI\_TUBE sont toujours sectionnées dans les nœuds (relatifs aux entités CHAMBRE et RACK) du réseau.

Les CHAMBRES représentent les objets où passent les TUBES au long de son cheminement dans le réseau. Les RACKS se localisent dans l'entrée des divers bâtiments et locaux du CERN. L'origine de toutes ces entités est définie à partir de la classe RESEAU DE FIBRES OPTIQUES, avec un identifiant unique (TOPID) et un nom. Celle-ci généralise les classes SECTION\_TUBE et EXTREMITE, qui généralise les classes CHAMBRE et RACK. Les relations de composition illustrent la forte dépendance existante entre les classes TUBE, SECTION\_TUBE, MINI\_TUBE, SECTION\_MINI\_TUBE et FIBRE.

### ■ Structuration des Données

La phase de structuration des données est une étape importante d'un projet SIG. Dans chacun des projets à mener, elle doit :

- Implémenter le modèle de données

conçu auparavant dans les outils disponibles (SIG, SGBD,...)

- Respecter les contraintes du projet (réutilisation, normalisation,...)
- Fournir les fondations pour une administration efficace des données
- Valoriser au mieux toutes les données existantes ou historiques
- Permettre la réalisation des fonctionnalités demandées
- Regrouper les données spécifiques au projet en un seul EDG

La structuration des données étant la réalisation physique du modèle de données, elle découle directement de la conception orientée objet du système, et veut mettre en œuvre le concept de réutilisation. La référence constante à la norme [ISO/19131, 2002] pour identifier les objets de manière claire permet de les regrouper en ensembles relatifs au projet. Ce regroupement en modules ou packages va être réalisé par des EDG. Ainsi, lors d'autres projets, l'identification d'objets existants sera facilitée par la recherche dans chaque EDG.

De plus, comme tous les projets doivent s'intégrer au mieux dans l'environnement technique du CERN, les données alphanumériques (ou attributaires) devront être stockées dans un SGBDR. Oracle étant le plus représenté au CERN, c'est ce SGBD qui stockera les données attributaires. En conséquence, le logiciel de SIG servira à stocker l'information graphique et assurer la bonne gestion des liaisons entre données graphiques et alphanumériques.

Pour ces raisons, l'idée générale qui doit guider la structuration des données est la suivante : un objet du modèle est implémenté par un objet géographique (une couche du SIG) et un objet du SGBD (une table).

### Structuration graphique

La composante graphique de chaque objet sera stockée dans une couche avec les primitives graphiques [ISO/19131, 2002] énoncées lors de sa définition (GM\_Line, GM\_Surface, etc.). Il conviendra de distinguer les données existantes des données créées à l'occasion d'un projet.

Si la structuration des données nouvelles

- ne pose pas de problème, qu'en est-il pour les données existantes ? En effet, celles-ci peuvent être éparpillées dans de nombreuses couches et être structurées différemment, notamment en raison de la méthode d'acquisition de ces données (levé topographique, digitalisation de plans existants, données acquises,...). Cela est un frein à la réalisation du projet.

Cependant, abandonner ces couches "historiques" serait une perte grave d'information. Par exemple, dans le cas de l'application de gestion du réseau de fibres optiques, des données étaient placées dans des couches différentes suivant :

- Leur précision (une couche pour les levés topographiques, une couche pour les réseaux dont la précision géométrique est évaluée,...)
- La notion d'historique (certaines données sur les fibres étaient stockées dans une couche de données de type téléphone car l'affectation de ces équipements a évolué au cours du temps).

Il convient alors de dupliquer ces données dans une seule couche structurée (car elles ne sont qu'un même objet), en les traitant éventuellement afin de respecter la définition de l'objet. Par exemple, des segments seront regroupés en une seule GM\_Line si l'objet est de type GM\_Line.

Si cela est possible, il est avantageux de profiter de ces traitements pour migrer de l'ancienne structuration des données graphiques vers la nouvelle. Dans le cas contraire, il est primordial d'avoir une liaison entre ces deux structurations de la même donnée géographique. Cette liaison sera expliquée dans la partie Administration des données.

Enfin, ces couches sont regroupées en une carte, qui va constituer l'EDG du projet. Dans le cas du projet de gestion du réseau de fibres optiques, les couches créées (RACK, CHAMBRE et SECTION\_TUBE) ont été regroupées dans une carte nommée FIBRE\_OPTIQUE.

### Structuration alphanumérique

En ce qui concerne la composante attributaire d'un objet du SIG, celle-ci est stockée dans une table du SGBD. Là encore, il convient de différencier les

données existantes des données à créer à l'occasion du projet. En ce qui concerne les données inexistantes, celles-ci seront créées en respectant la règle énoncée précédemment, ce qui ne pose pas de problème majeur. Dans le cas des données existantes, il est indispensable que leur structuration vérifie également cette règle. Pour cela, il convient de les modifier au besoin dans leur organisation, mais jamais dans leur contenu.

La difficulté principale de cette règle réside dans le croisement des données, et plus particulièrement avec celles d'autres groupes et services. En effet, pour des raisons historiques, leur structuration n'est pas conforme à la règle et qui plus est, parfois non conforme au modèle relationnel. Ces données étant gérées par d'autres services indépendamment du SIG, il est impossible de les modifier. Dans ce cas, on applique le principe suivant : lorsque la structure des données de services extérieurs au SIG ne convient pas pour la réalisation d'un projet, une présentation correcte de celles-ci sera créée au travers d'une ou plusieurs structures dynamiques dans le SGBD (dans le cas d'Oracle, des vues). Ces structures seront toujours stockées dans la base de données du SIG. Une fois la structuration initiale des données établies, il est nécessaire de la pérenniser au travers d'une administration efficace.

### ■ Administration des données

L'administration des données a pour but :

- D'assurer la cohérence des données dans le temps
- D'assurer une structuration correcte des données
- De disposer d'informations sur les données
- D'assurer le lien entre d'éventuelles structurations différentes de la même donnée géographique.

Chaque projet étant basé sur une réflexion orientée objet, il en va de même pour sa partie Administration.

Pour cela, on utilise une Base de Données d'Objets Organisés (BDOO) qui contient :

- La définition des objets et de leurs

caractéristiques (graphiques et alphanumériques)

- Les procédures associées à ces objets
- L'interactivité entre les objets et les utilisateurs (dans une deuxième phase)

Ainsi, en plus des outils d'administration classiques du SIG, cette base va permettre d'écrire éventuellement des routines de contrôle de cohérence puissantes et réutilisables dans de nombreux projets. En effet, celles-ci prendront comme paramètres des objets, et donc iront lire leurs caractéristiques (nom de couche, nom de table, primitive graphique, type de représentation,...) dans la BDOO.

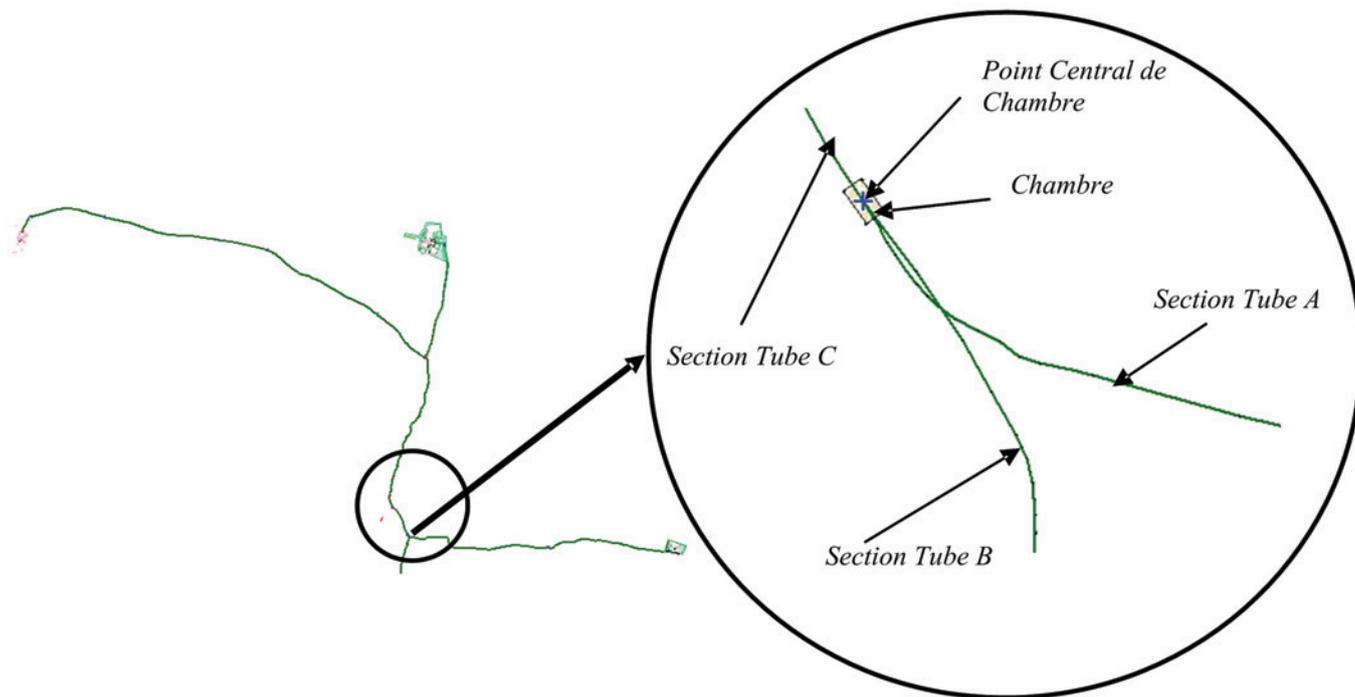
Le fait d'appuyer l'administration sur cette base OO est intéressant car :

- Si une caractéristique d'un objet change, la mise à jour de la BDOO répercute immédiatement ce changement sans avoir à récrire la routine
- Une routine traite un type d'objets, et ce quel que soit le projet considéré. Elle respecte ainsi la contrainte de réutilisabilité transversale à tous les projets

Ainsi, les outils de cohérence et de vérification de la structuration des données sont généralisés au maximum.

De plus, il est nécessaire de disposer d'informations sur les données, ou métadonnées. Là encore, ces métadonnées sont stockées dans le SGBD et retranscrivent la norme [ISO/19131, 2002] sous forme de base de données relationnelle. Pour que leur information soit pertinente, il faut que ces tables soient liées aux objets qu'elles décrivent. Pour cela, on rajoute pour chaque objet un champ dans la table du SGBD contenant les informations alphanumériques de celui-ci. Ce champ va contenir un code qui va assurer la jointure entre la table contenant les données de l'objet et l'enregistrement correspondant dans les tables de métadonnées. Ainsi, en interrogeant dans le SIG un objet graphique (une chambre par exemple), on accède aussi bien à ses attributs qu'aux métadonnées qui lui sont associées.

L'administration doit également permettre de faire le lien entre différentes structurations de la même donnée graphique. Dans le cas de l'application de gestion du réseau de Fibres Optiques, cela était par exemple le cas lorsqu'un



**Figure 4 – Plan Général d’une Partie du Réseau de Fibres Optiques du CERN à une Échelle 1/20 000 avec un Exemple de Représentation de Trois Objets Section de Tube et d’un Objet Chambre**

tube était auparavant stocké en plusieurs parties dans des couches différentes (tubes et téléphone par exemple) pour des raisons historiques. Dans l’application, ce tube étant un seul objet, il n’était qu’un seul élément graphique, qui était une fusion structurée des divers éléments rencontrés dans les couches “historiques”.

La gestion de l’existence de structurations différentes de la même donnée graphique se fait à deux niveaux :

- Le premier, assez rigoureux, et proche du principe de liaison entre les données et les métadonnées
- Le second, plus souple, est basé sur la notion de métadonnée graphique

Pour le premier niveau, on procède de la même manière que pour les métadonnées. Des tables contiennent les différentes combinaisons de couches ayant servi à structurer la donnée, et un code permet de faire la jointure entre ces tables et la table de l’objet concerné. Le deuxième niveau de gestion est basé sur la définition à priori de la représentation graphique de chaque objet. En effet, chaque élément graphique est stocké dans la base des données graphiques avec un type de représentation. Une légende, qui contient la défini-

tion graphique de chacun de ces types de représentation, est ensuite associée aux couches de données pour obtenir la visualisation des données graphiques dans le SIG.

Pour chaque projet, ces différents types sont définis avant toute opération de création graphique. Ils sont alors compris dans une plage de valeurs réservée à un projet. Lors de la conception de ces types, l’administrateur va lister tous les cas possibles d’origine des données (existantes ou non, issues des couches de fibres ou de téléphones,...) et attribuer un type à chacune des combinaisons. Pour tous les types utilisés par un même objet de l’application, la définition de leur représentation graphique est la même. Ainsi, dans l’application, un même objet a toujours la même représentation graphique permet de connaître la source des données.

Au travers de ces deux niveaux de gestion, on arrive à permettre la structuration des données en vue de développer des applications pouvant être complexes pour chaque projet, tout en conservant la richesse historique de la structuration existante, notamment sur les exactitudes de positions.

## ■ Utilisation

Comme le montre la Figure 2, de nombreuses applications sont à réaliser en gérant un nouveau projet à chaque fois. Pour chacune d’entre elles, l’aboutissement de chaque projet est l’utilisation et l’exploitation des données par les utilisateurs, au moyen de fonctionnalités qui leur sont plus ou moins spécifiques. Ainsi, chaque projet va voir la création de menus spécifiques dans le logiciel de SIG. Ces menus contiennent des outils préparamétrés pouvant être :

- Des requêtes de localisation
- Des requêtes purement alphanumériques
- Des thématiques
- Des analyses spatiales

Dans l’application de gestion du réseau de fibres optiques (Figure 4), ces menus comportaient notamment une requête de détermination de tous les bâtiments non alimentés en cas de coupure d’un tube de fibres optiques, lors de travaux. De plus l’accès aux données est transparent pour l’utilisateur. En effet, l’utilisation de thèmes de données plutôt que de couches permet d’accéder aux données non plus en connaissant les noms et emplacements des couches, mais simplement en ouvrant un thème : ■■■

- ■ ■ fond de plan, chambre, rack, tubes, autres réseaux,... Ces thèmes sont en fait une couche de présentation de la base de données d'objets organisés, qui est ainsi présente dans chaque étape du projet. Elle permet à l'utilisateur de travailler avec ses objets et de gérer ou exploiter son patrimoine sans avoir à se préoccuper de la localisation des données. Par ailleurs, la référence à la notion d'objets permet de respecter l'intégrité des données.

## Conclusions

Tout ce travail d'analyse complète du SIG du CERN, de restructuration et de normalisation s'avérait indispensable non seulement pour épurer et organiser plus rationnellement les données existantes mais surtout pour répondre aux exigences d'une évolution nécessaire, dans la perspective d'un meilleur service aux utilisateurs de toutes sortes.

Les concepts et moyens mis en œuvre devraient maintenant permettre de concevoir et d'ajouter plus simplement les divers applicatifs de gestion ou de consultation que ces utilisateurs ne manqueront sûrement pas de demander, au fur et à mesure de leur découverte et de leur exploitation des multiples vertus d'un SIG pour la gestion du site et du patrimoine. ●

## Contacts

### Cláudio CARNEIRO

Ingénieur Géomètre au CERN dans la Section Information Site et Patrimoine du Groupe "Facilities Management"  
Claudio.Carneiro@cern.ch

### Leonel GONÇALVES

Ingénieur Géomètre STAR INFORMATICA SA.  
lg@star.be

### Bernard GUYOT

Responsable de la Section Information Site et Patrimoine du Groupe "Facilities Management"  
Bernard.Guyot@cern.ch

### Michel MAYOUD

Chef du Groupe "Métrologie de Positionnement et Topométrie".  
Michel.Mayoud@cern.ch

## Références bibliographiques

**Clarke, A. L. (1991).** "GIS Specification, Evaluation and Implementation." Dans Geographical Information Systems, Publication par D. J. Maguire, M. F. Goodchild et D. W. Rhind, Ed. Longman Scientific & Technical, Vol. I, pp. 477-488, New York.

**Coosemans, W. et al., CERN (1988).** Représentation et Gestion d'un Site de Type Industriel par un Système d'Information du Territoire, IMAGICA 88, Lyon.

**Fowler, M., et Scott, K. (1998).** UML Distilled : Applying the Standard Object Modelling Language. Ed. Addison-Wesley, Object Technology Series, Essex, United Kingdom.

**ISO/19131 (2002).** "Geographic Information - Data Product Specification." ISO/TC 211.

**Matos, J. (2001).** Fundamentos de Informação Geográfica. Ed. Lidel, Lisboa, Portugal.

## ABSTRACT

**Key words :** Geographical Data Specification, Object Oriented, Processes Evaluation, Geographical Data Production, Optical Fibres, Metadata Management System

*CERN is the world's biggest particle physics laboratory, employing more than 8000 people. CERN's Geographical Information System (GIS) encompasses approximately 1400 hectares, containing 1300 buildings and 70 Km of tunnels along with technical galleries for the accelerators and the experiments, 1000 Km of buried services and a developed built surface area of 500,000 m<sup>2</sup>.*

*Within a context akin to that of a small town combined with a large industrial complex, the systems for managing and consulting localized data and multiple correlated information must readily adapt to the rapid evolution in information technology which takes place at CERN (where the web was born), whilst providing an high-level of productivity and efficiency expected by the co-producers and users.*

*This article presents a methodology for developing GIS applications specific to each user group. To achieve the objectives, the ISO/19131 standard and an Object Oriented (OO) approach are adopted. This provides a clearer understanding of the geographical information and allows the concepts related to its use to be harmonized. The example application described, relating to the management of the optical fiber network, meets the objectives of the project and the requirements of the users.*

*The global objective and hence the aim of the implemented procedures, is to constrain Geographical Information Systems to be developed in a structured, coherent and reusable manner and allow the various internal applications to be integrated in the most universal way possible.*