

Jacques AUTRAN
Michel FLORENZANO

GAMSAU - Ecole d'architecture
de Marseille

Jacques LE MAITRE
Carole PALISSIER

GRTC - CNRS Marseille

SGBD avancés
et CAO en architecture:
une application
à la description
d'un projet de bâtiment

Résumé:

Dans le processus de conception et de production d'un bâtiment, la gestion des informations relatives au projet et l'échange de ces informations entre les divers participants à l'acte de bâtir tient une place essentielle, mais se heurte à des difficultés de mise en oeuvre qui ralentissent le travail individuel de conception aussi bien que la communication entre acteurs. Dans le domaine informatique, les Systèmes de Gestion de Bases de Données ("SGBD") apporte des éléments de réponse à ce problème: ces logiciels permettent une gestion efficace des données représentant un univers réel, au sein d'une base de données consultable et modifiable par plusieurs utilisateurs [AFF85].

Nous avons utilisé ce type de logiciel dans la perspective de la conception et la réalisation d'un système de CAO en architecture organisé autour d'une seule représentation du bâtiment en cours de projet, des études préliminaires jusqu'à la réception définitive des travaux (système DESBAT [AUF85c]).

Une application a été choisie comme premier objet d'étude et de développement: il s'agit de l'établissement d'une base de données décrivant un projet de bâtiment et de la constitution puis l'édition du devis descriptif: notre objectif fut d'assortir les méthodes manuelles élaborées par certains groupes de travail ([UPC68], [NOE71], [CST76]) d'un outil informatique de gestion basé sur les fonctionnalités offertes par les SGBD.

Les limites rencontrées dans l'utilisation de SGBD traditionnellement employés dans le domaine de la gestion d'entreprise nous ont conduit à proposer des extensions propres au domaine de la CAO, dans la lignée des recherches portant sur les SGBD avancés.

Après avoir replacé les SGBD avancés dans l'approche CAO, nous décrivons dans cet article un système de CAO en architecture organisé autour d'un SGBD puis une application, le Devis Descriptif, en insistant plus particulièrement sur l'aspect interface pour l'utilisateur final. Nous terminerons par un exposé de l'état de notre recherche et de ses orientations à court et moyen terme.

Abstract:

In the process of designing and constructing a building, an essential factor is the handling of the relevant information, together with its transmission between the different involved partners. This meets with implementation difficulties which limit both individual design and inter-partner communication. In the computing field, Data Base Management Systems ("DBMS") provide some elements of response to the problem. This kind of software allows efficient management of the data which represents some real universe, through a data base which can be consulted and edited by several users [AFF85].

We have used software of this type in the perspective of designing and constructing a CAD system in architecture organised round a unique representation of the projected building, from the preliminary study up to the final delivery of the product (the DESBAT system [AUF85c]).

The application which was chosen as our first object of study and development is the establishment of a data base which describes a building project together with the constitution and edition of the specifications. Our aim was to bring together manual methods developed by certain working groups ([UPC68], [NOE71], [CST76]) and computer data processing tools based on the facilities offered by DBMS.

The limits encountered in the use of DBMS in the traditional field of management led us to propose specific extensions in CAD following current advanced DBMS research.

After resituating advanced DBMS in the CAD approach, this article describes a CAD system in architecture organised round a DBMS, followed by an application, the specifications, insisting particularly on the final user interface. We finish with a description of the state of our research together with its short and medium-term orientation.

Sommaire:**1. Bases de données avancées et CAO**

- 1.1 La gestion de données CAO
- 1.2 Les SGBD avancés pour la CAO

2. DESBAT: un système de CAO en architecture organisé autour d'un SGBD

- 2.1 Architecture générale du système
- 2.2 Noyau de gestion du système
- 2.3 Interface de conception d'applications

3. Le devis descriptif de bâtiment: un exemple d'application des SGBD avancés à la CAO en architecture

- 3.1 les menus de l'application
- 3.2 les formulaires de saisie et de restitution de la base de données
- 3.3 un interface dessiné de désignation et d'identification
- 3.4 édition des devis descriptifs

Conclusions: état de la recherche et perspectives

Rapports, communications, articles ayant traités à l'étude - Bibliographie

1. Bases de données avancées et CAO:

La Conception Assistée par ordinateur constitue l'un des domaines récents d'application des SGBD. Les recherches menées en ce domaine ont mis en valeur l'insuffisance sémantique des modèles de données traditionnels et débouchent aujourd'hui sur la définition et l'implémentation de nouveaux modèles.

1.1 La gestion de données CAO:

Il est maintenant largement reconnu [BD383] que les trois modèles de données traditionnels (hiérarchique, réseau, relationnel normalisé), ont un pouvoir d'expression sémantique trop limité pour modéliser les structures complexes des nouveaux domaines d'application des SGBD, tel que la CAO. En effet, une des caractéristiques d'un système de CAO est qu'il nécessite la représentation et la gestion d'un volume de données très important, pour la plupart non atomiques et de nature très diverse.

Les problèmes rencontrés lors de la modélisation et la gestion d'un système de CAO sont dus principalement:

- à l'aspect multimédia des types de données,
- à la complexité d'organisation de ces données,
- au caractère évolutif du processus de conception.

Aspect multimédia des données:

Les informations d'un système de CAO ont souvent la forme de graphiques (dessins, schémas de conception), de textes (catalogues, archives, documents techniques de construction...). Cette diversité dans les types de données, implique de disposer d'un modèle de données qui permette de traiter en plus des types classiques (chaîne, réel, entier, booléen), des types multimédias (texte, graphique, image...).

Complexité d'organisation des données:

D'une façon générale, les données d'un système CAO peuvent être divisées en deux catégories :

- les objets décrits par des propriétés,
- les associations ou liens entre ces objets.

C'est cet assemblage qui constitue l'objet à concevoir.

Les objets ont des structures de description complexes. Ils sont caractérisés par des attributs, pour la plupart multivalués et composés. Ils ont souvent une organisation hiérarchique à plusieurs niveaux. L'objet à concevoir n'est en effet, généralement pas une entité simple mais plutôt un assemblage de sous-objets. Par exemple, dans le cas d'un projet architectural, l'objet à réaliser est un ensemble de bâtiments, ceux-ci sont composés de niveaux, de locaux et d'ouvrages eux-mêmes reliés par diverses associations. Ces composants peuvent être totalement dépendants (liens existentiels), ou être seulement des constituants tout en ayant une existence propre. Certains objets peuvent être déduits à partir d'autres. Tous ces objets sont reliés par des associations diverses et variées.

Les associations peuvent exprimer la composition d'un objet, ou lier des composants entre eux. Elles sont souvent soumises à des contraintes (on ne peut associer tels objets que s'ils possèdent telles caractéristiques) et leur gestion a des conséquences sur le maintien de la cohérence entre les données. En effet, si l'on supprime ou modifie un composant d'objet on doit effectuer la même action sur l'objet composé et sur l'association qui les relie. Les associations entre les objets de la CAO sont donc aussi complexes et diverses que les objets eux-mêmes.

Caractère évolutif du processus de conception:

L'aspect évolutif du processus de conception entraîne:

- une dynamisme du schéma et du contenu de la BD,
- une incomplétude de la BD à certains stades de description, qui nécessite des procédés de application des contraintes d'intégrité à la fois plus riches et plus souples que dans les applications classiques des SGBD,
- des problèmes de gestion liés aux différentes versions de l'objet en cours de définition.

De part le caractère intuitif et expérimental du processus de conception, les données, aussi bien que le schéma d'une base de données CAO, sont fortement dynamiques. L'objet à concevoir n'est pas élaboré au cours d'une unique transaction, mais par transformations successives. Il est constitué à partir d'un noyau élémentaire de données, et passe de l'état d'objet à concevoir à celui d'objet conçu par ajout et transformation de ces données. Ces opérations sont effectuées en plusieurs étapes, plus ou moins nombreuses selon la complexité du projet. De même certains aspects de la conception sont souvent non définis à priori mais déterminés et testés au cours du projet. Le modèle de données choisi doit donc offrir des structures de données extensibles et dynamiques. Celles-ci doivent permettre d'ajouter, de supprimer, ou de modifier des composants de l'objet, des attributs, des associations et des contraintes portant sur ces associations.

L'évolution dans la description ne concerne pas seulement le schéma de la BD mais aussi son contenu. L'objet à concevoir n'est entièrement défini qu'à la fin du projet, on doit donc pouvoir enregistrer qu'une description incomplète de cet objet. Le BD est en effet constituée au cours d'une transaction souvent très longue et les valeurs sont introduites selon un ordre non déterminé à priori. Notamment certaines propriétés de l'objet décrit peuvent avoir des valeurs inconnues à un certain stade de la description, ou facultatives ou dépendantes d'autres valeurs de propriétés non encore déterminées, ou encore déduites à partir d'autres valeurs. Le modèle choisi doit donc permettre de gérer des valeurs optionnelles, facultatives, incomplètes ou non définies. Il doit de plus offrir des mécanismes de déduction automatique.

En raison des nombreuses dépendances entre objets et valeurs des propriétés, la maintenance de l'intégrité sémantique tient une place prépondérante dans le processus de conception. L'aspect dynamique de la conception a des conséquences importantes sur la vérification des contraintes d'intégrité. Il faut notamment pouvoir gérer le problème du retard de l'évaluation des contraintes dû à un état d'incomplétude de la BD, en permettant aux données d'être incohérentes durant un certain temps. Notamment, lorsque le passage d'un niveau de définition de l'objet à un autre entraîne le viol d'un certain nombre de contraintes d'intégrité et que cet état d'incohérence est nécessaire pour l'évolution du projet.

L'aspect évolutif dans le temps du processus de conception entraîne une reformulation totale ou partielle de la représentation de l'objet en cours de définition. Chaque modification d'information donne naissance à une nouvelle version de cet objet. Il faut donc disposer d'un modèle de données offrant la possibilité de gérer ces différentes versions. D'autre part, l'aspect expérimental de la conception nécessite de disposer de mécanismes permettant à l'utilisateur de tester plusieurs alternatives de conception. Il est intéressant de pouvoir conserver ces alternatives et ces versions, afin de pouvoir retracer l'historique du projet et constituer ainsi l'inventaire des heuristiques et de leurs conséquences sur une conception donnée. Le modèle choisi doit donc permettre de définir une nouvelle version, de revenir à une version antérieure et éventuellement de la modifier par le choix d'une nouvelle solution. Ces multiples versions de l'objet, souvent redondantes et incohérentes entre elles posent de nombreux problèmes de représentation et de gestion.

Le cahier des charges d'un SGBD en CAO peut donc être résumé de la façon suivante:

- il doit admettre des types multimédias,
- il doit permettre de modéliser des structures complexes,
- le modèle de données doit être extensible et dynamique,
- il doit offrir des mécanismes de vérification des contraintes d'intégrité très élaborés ainsi que des fonctions de calcul et de déduction automatique,
- il doit permettre de gérer les différentes versions de l'objet en cours de conception.

1.2 Les SGBD avancés pour la CAO:

Les modèles classiques de données ne permettent pas de répondre au cahier des charges ci-dessus. Pour pallier à leurs insuffisances, un certain nombre de recherches ont été entreprises. Selon [RIE85] ces recherches se sont articulées selon deux axes principaux.

a. Extension du modèle relationnel

Le premier axe a consisté à enrichir le modèle relationnel d'un certain nombre de concepts permettant une meilleure prise en compte de la sémantique du monde réel. Ainsi une de ses approches consiste à ajouter des procédés de modélisation et de manipulation d'un ensemble de tuples, d'une ou de plusieurs relations, comme une entité unique. Une implémentation de cette extension a été réalisée sur le SGBD SYSTEM-R [LOP83].

Une autre voie de recherche consiste à utiliser des relations non normalisées, les *v-relations*, en permettant ainsi une relation d'être composée d'autres relations. C'est sur ce principe qu'est basée la machine BD VERSO [AGP85].

Une autre approche offre à l'utilisateur la possibilité de définir ses propres types de données et les opérations associées. Cette approche a été implémentée sur INGRES [ONG82].

Enfin, certaines études ont été réalisées concernant l'intégration de la logique dans les SGBD, notamment pour l'expression de lois générales sur les données et la formulation des contraintes d'intégrité [GMN82] [NIY83].

b. Modèles sémantiques

L'autre axe de recherche a consisté à définir de nouveaux modèles dits "sémantiques". Ce sont des modèles de données plus riches que le modèle relationnel. Ils introduisent un certain nombre de nouveaux concepts tels que l'association, l'agrégation, la généralisation et la spécialisation. Ces concepts permettent de représenter d'une façon plus fine et plus adéquate la réalité et de modéliser des structures complexes. Parmi ces modèles on peut citer le modèle Entité-Association [CHE76], dont le principe de base est de considérer le monde réel comme étant composé d'objets reliés par diverses associations, et de regrouper dans des classes d'objets ou d'associations les éléments présentant des caractéristiques communes. Du modèle Entité-Association ont été dérivés d'autres modèles, tels le modèle de données généralisé TIGRE [VEL84] qui permet de définir des types multimédias (textes, documents, images...) et des modèles de données plus spécifiques à la CAO tels que FLOREAL [FOC82].

ROSALIE [CHO83]. Il existe aussi un modèle original, spécifique à la CAO, basé sur une approche orientée-objet : le modèle CADB de [RIE85].

Les modèles sémantiques résolvent certains problèmes liés au modèle relationnel, mais en contrepartie introduisent un grand nombre de nouveaux concepts difficiles à maîtriser, tant du point de vue théorique que de celui de leur implémentation. Ils font de ce fait, encore partie à l'heure actuelle du domaine de la recherche.

Une autre voie qui a été explorée est celle des modèles fonctionnels tels que DATA SEMANTICS [ABR74], FQL [BFN82], DAPLEX [SHI82], IFO [ABI83], qui comme le modèle relationnel sont fondés sur des concepts en faible nombre. Le langage GRIFFON décrit ci-dessous est basé sur un tel modèle.

2. DESBAT: un système de CAO en architecture organisé autour d'un SGBD

Nous présentons dans ce paragraphe les grandes lignes du système DESBAT qui fait l'objet de nos recherches actuelles dans le domaine des SGBD avancés en CAO en architecture.

Une maquette de l'application devis descriptif au sein du système DESBAT a été mise en oeuvre sur SM90 en utilisant le SGBD relationnel PEPIN [BKJ85]¹. Les limitations sémantiques du modèle relationnel nous ont conduit à reprendre à l'heure actuelle la mise en oeuvre du système DESBAT en utilisant la machine base de données VERSO implantée sur SM90, associée à GRIFFON, comme noyau de gestion de la base de données: une première maquette est en cours de réalisation, consistant à réaliser en PROLOG un interpréteur de GRIFFON en amont du SGBD VERSO².

L'application Devis Descriptif doit faire l'objet d'un développement sur ce système, consistant à constituer l'interface-utilisateur-final et à construire la base de données (constitution d'un catalogue, simulation d'une opération réelle)³.

2.1 Architecture générale du système:

L'architecture du système DESBAT est représentée par la figure 1.. Le noyau de gestion est constitué par la machine base de données VERSO piloté par le langage fonctionnel GRIFFON (cf. §2.2) en amont duquel est développé l'interface de conception d'application UNIDO (cf. §2.3). La couche "applications" constitue la couche externe de DESBAT accessible à l'utilisateur final.

¹ Cette recherche a bénéficié en 1985 d'une aide du Plan Construction, Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, dans le cadre du programme HABITAT88

² Cette recherche est effectuée dans le cadre d'un contrat conjoint GAMSAU/GRTC au sein du Programme de Recherches Coordonnées "Bases de Données 3ème génération"

³ Développement effectué grâce à une aide obtenue dans le cadre de l'appel d'offre IN.PRO.BAT, Plan Construction, Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports

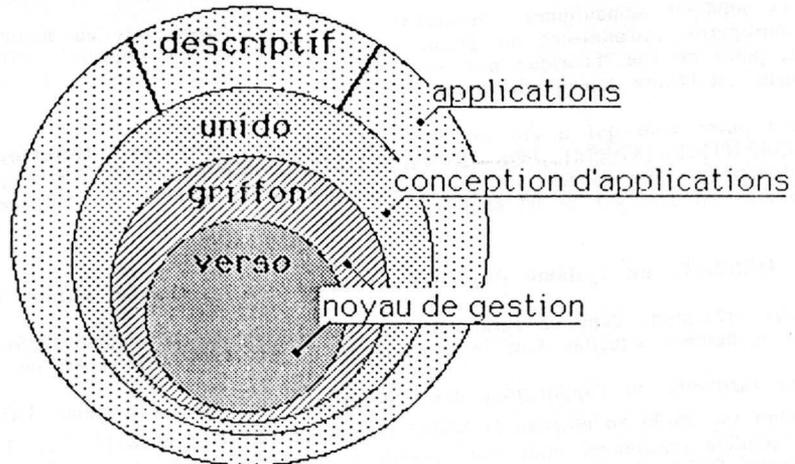


Figure 1.

2.2 Noyau de gestion du système:

Comme SGBD noyau nous avons choisi la machine base de données VERSO développée à l'INRIA [AGP85]. Ce SGBD possède deux caractéristiques originales par rapport aux SGBD classiques :

-Les relations qu'il manipule ne sont pas normalisées, elles peuvent avoir une structure hiérarchique. Par exemple un bâtiment pourra être décrit par la relation unique (NOM (NIVEAUX (LOCAUX)*))*). Cette structure est particulièrement intéressante pour manipuler des objets à structure complexe, car elle permet de diminuer le nombre de jointures nécessaires à la recomposition d'un objet.

-Il est fondé sur un mécanisme de filtrage par automate à états finis qui lui permet d'exécuter en temps linéaire les opérations de sélection, de projection, d'insertion et de suppression.

Par contre, le langage de manipulation actuellement disponible sur VERSO est un langage algébrique de trop bas niveau pour les besoins de notre application. Nous avons également besoin d'un mécanisme de définition et de contrôle des contraintes d'intégrité. Nous avons donc développé un langage fonctionnel GRIFFON [AFL86]. Le choix d'un modèle fonctionnel a été guidé par les raisons suivantes :

- il est basé sur deux concepts simples : *objet et fonction*,
- il est bien adapté à la manipulation de structures complexes puisque une BD peut être vue comme un graphe dont les noeuds sont les objets et dont les arcs sont les attributs de ces objets,
- enfin le langage FP développé par Backus [BAC78] nous offrait une base théorique solide pour développer le langage GRIFFON.

2.3 Interface de conception d'applications:

UNIDO est un modèle de données qui se situe à l'interface du noyau de gestion de la base de données (VERSO+GRIFFON) et d'une application architecturale telle que l'application "devis descriptif" (cf. §.3): le concepteur d'une nouvelle application, en vue de son intégration au système DESBAT, dispose d'UNIDO pour la définition d'un schéma de données et l'expression

des manipulations relevant de cette application. UNIDO se distingue de GRIFFON par les fonctionnalités supplémentaires qu'il met en oeuvre⁴:

- UNIDO permet l'expression d'*Unités d'informations* (UI) qui représentent les objets de la base de données (bâtiment, niveau, local, ouvrage, composant, etc...). Ces objets sont décrits par des informations *simples* (entier, chaîne de caractères, etc...) ou *agrégatives* (ensemble d'informations elles-mêmes décrites comme des UI). Certaines des informations prennent leur valeurs sur d'autres UI (la valeur est un objet), rendant compte ainsi de l'existence de liens entre objets (par exemple, un bâtiment *constitué de niveaux*). Une information peut être *mono* ou *multivaluée*.

On obtient ainsi une structure de schéma hiérarchique au sein de chaque UI, les liens entre UI créant une structure de réseau.

- Les opérations de manipulation d'UNIDO s'effectuent par l'intermédiaire de *vues* de la base de données: une vue est définie par le choix d'une UI du schéma comme *point d'entrée* dans la base de données, la *restriction* du schéma de l'UI à certaines des *informations* décrivant cet objet, l'expression d'une *condition de sélection* des instances de l'UI point d'entrée et un *tri* éventuel portant sur le résultat de cette sélection.

Les vues ont une structure hiérarchique.

Les opérations de manipulation consistent, après connexion d'un utilisateur à une vue (une vue constitue la partie de la base de données que l'utilisateur veut consulter ou mettre à jour), à *créer* des objets, en *supprimer, modifier* la valeur de certaines informations, *consulter* la description des objets.

Ces opérations s'effectuent en mode *standard* sur la base d'un *éditeur graphique d'UI* destiné à la conception des applications, l'utilisateur final disposant d'un *interface spécialisé* (cf. §.3) pour l'application mise en oeuvre.

3. Le devis descriptif de bâtiment: un exemple d'application des SGBD avancés à la CAO en architecture:

L'application devis descriptif du point de vue gestion de données consiste (figure ci-dessous) dans une première phase à saisir la description de la base de données décrivant le projet de bâtiment (une *opération*), dans une deuxième phase à créer puis éditer les documents descriptifs. La première phase est une phase à haute interaction entre l'utilisateur et la base de données, alors que la seconde est assurée par un mode plus proche d'un traitement par lots à partir d'un ensemble de commandes prédéfinies.

La construction de la description de la base de données pour un projet particulier peut bénéficier de la *prédescription* d'informations (nomenclature des ouvrages et composants, domaines de valeurs prédécrits, composants catalogués, etc...) contenues dans un *catalogue*.

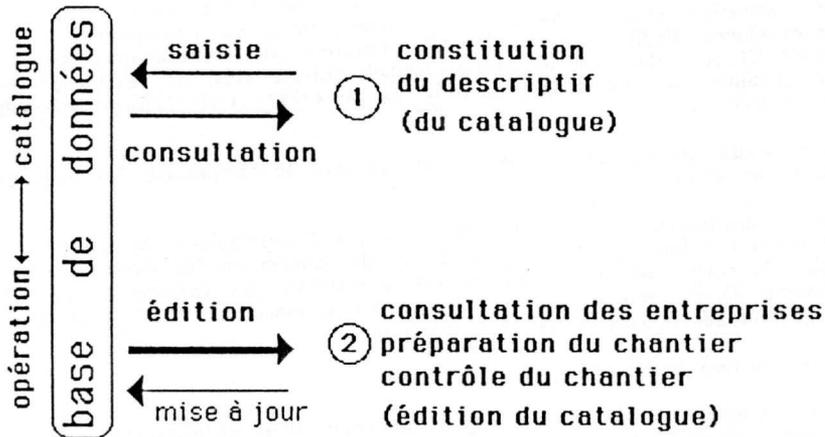


Figure 2:

Nous avons recherché dans la mise en oeuvre de l'interface destiné à l'utilisateur final:

- une transparence maximum vis-à-vis du modèle UNIDO, l'important pour le descripteur étant de saisir les informations qualifiant le projet, et non la description du contenu d'une base de données dans les termes du domaine des SGBD,
- une familiarité avec des modes de travail "traditionnels" (en particulier l'utilisation de formulaires de saisie et d'édition rappelant les documents que l'utilisateur peut avoir l'habitude de manipuler (l'absence de standardisation de ces documents implique de prévoir la possibilité de dédicacer les formats d'entrée-sortie à l'utilisateur)),
- la facilité d'emploi en mettant en oeuvre un ensemble de fonctions d'aide à l'utilisateur, un mode de saisie souple, une absence totale de codification des informations.

La constitution d'une base de données décrivant un projet de bâtiment pour l'application devis descriptif consiste à indiquer

QUI (quel intervenant (lot)) *FAIT* (exécution) ou *FOURNIT* (fourniture) (ou *DOIT FAIRE* ou *FOURNIR*) *QUOI* (quel ouvrage, ses caractéristiques, ses composants et leurs caractéristiques concernant les matériaux utilisés), *OU* (localisation de l'ouvrage dans le bâtiment) et *COMMENT* (caractéristiques de mise en oeuvre des composants).

l'ensemble de cette description étant assorti de références aux normes, à des produits commerciaux, à des dessins de détails, etc...

Nous avons défini un schéma de la base de données permettant de décrire une opération et des informations cataloguées dans les termes du modèle UNIDO. Les grandes lignes de ce schéma, dont le lecteur pourra trouver un exposé complet dans [AUF85c], sont décrites dans la figure ci-dessous.

Les méthodes qui ont été prises comme référence à l'élaboration de la présente application [UPC68], [NOE71], [CST76] proposent plusieurs modes de saisie des données, sous forme de tableaux ou de formulaires. Ceux-ci servent parfois simultanément de formulaires d'édition des documents descriptifs (c'est le cas en particulier du formulaire proposé par la méthode systématique [UPC68]).

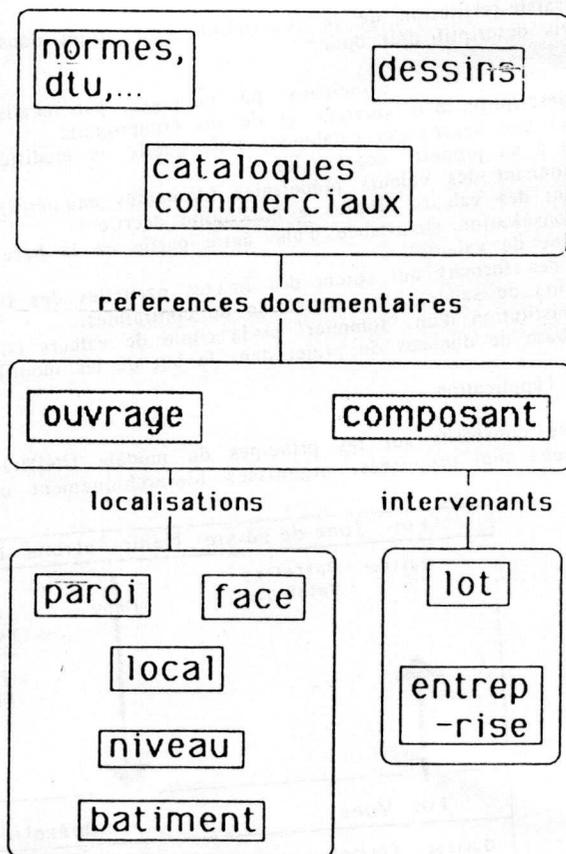


Figure 3:

L'ensemble de ces schémas d'entrée reflète plusieurs modes d'entrée:

- une "entrée par ouvrages" ([UPC68], [NOE71]-cahier1, [CST76] -R3 et R2): par exemple, décrire les ouvrages de la famille "murs extérieurs",
- une "entrée par localisation" ([NOE71]-cahier 2, [CST76] -R1 et R2): description des ouvrages du local cuisine par exemple,
- une "entrée par lots" ([NOE71]-cahier 4): les ouvrages du lot menuiseries extérieures par exemple.

Chacun de ces modes d'entrée est l'image d'une tâche particulière de saisie d'informations:

- décrire un ouvrage et ses composants, éventuellement par référence à une description-type préenregistrée contenue dans un "sommier" (les fiches descriptives du CSTB [CST76] en sont des exemples) ou par référence à un produit commercial (cahier 3-[NOE71]),
- situer un ouvrage décrit, dans le (les) bâtiment(s) du projet,
- spécifier quels sont les responsables de la mise en oeuvre ou de la fourniture des ouvrages et des composants décrits.

Ces informations peuvent puiser leur valeur dans des domaines prédéfinis, comportant des valeurs simples (cahier 1-[NOE71] par exemple) ou complexes (composants prédéfinis de [CST76] par exemple).

L'interface de saisie-restitution de la description d'un projet dans une base de données pour l'application devis descriptif doit donc :

- autoriser trois types d'entrée principaux: par ouvrages, par localisation, par lots
- permettre la description d'un ouvrage et de ses composants:
 - . soit en utilisant une description cataloguée telle quelle ou modifiée (ou complétée),
 - . soit en référant à un produit commercial,
 - . soit en sélectionnant des valeurs prédéfinies (domaines énumérés),
 - . soit en rajoutant des valeurs propres à l'opération décrite
- permettre la consultation simultanée d'une autre partie de la base (la base constitue en elle-même un domaine de valeurs),
- s'effectuer sur des formats qui soient des images partielles des formulaires d'édition,
- limiter les erreurs de saisie, par vérification de contraintes,
- permettre la constitution d'un "sommier" et la copie de valeurs (simples ou complexes) de ce sommier vers la base de données du projet dans le but de les modifier ou de les compléter.

3.1 les menus de l'application

Les menus ont été construits sur les principes du modèle UNIDO et des menus déroulants. Trois barres de menu sont proposées, organisées hiérarchiquement comme l'indique la figure 4.

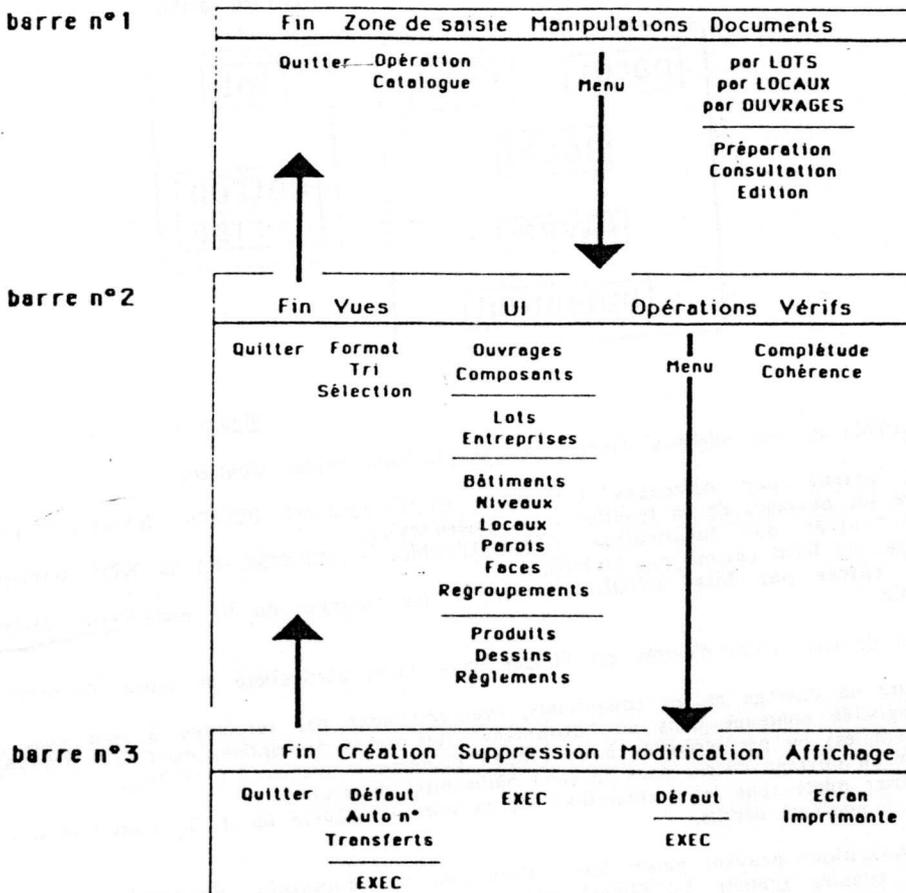


Figure 4:

La barre n°1 permet d'initialiser les manipulations en déclarant la zone de travail choisie (catalogue ou projet), le type de travail (saisie de la description d'objets ou préparation et édition des documents descriptifs).

La barre n°2 permet à l'utilisateur de choisir ou définir sa base de travail, c'est à dire sa vue de la base de données.

La barre n°3 donne accès à l'ensemble des opérations de manipulation de la base.

3.2 les formulaires de saisie et de restitution de la base de données:

Le principe adopté consiste à fournir pour chaque commande de manipulation de la base de données (création, suppression, modification, affichage) et pour chaque UI (ouvrage, composant, bâtiment, etc...) un format standard. Ces formats standards sont, en ce qui concerne les ouvrages et les composants, des images partielles des formulaires servant à l'édition des devis descriptifs. Les formulaires ci-dessous présentent, pour chaque commande agissant sur les ouvrages et les composants, la part du formulaire d'édition retenue.

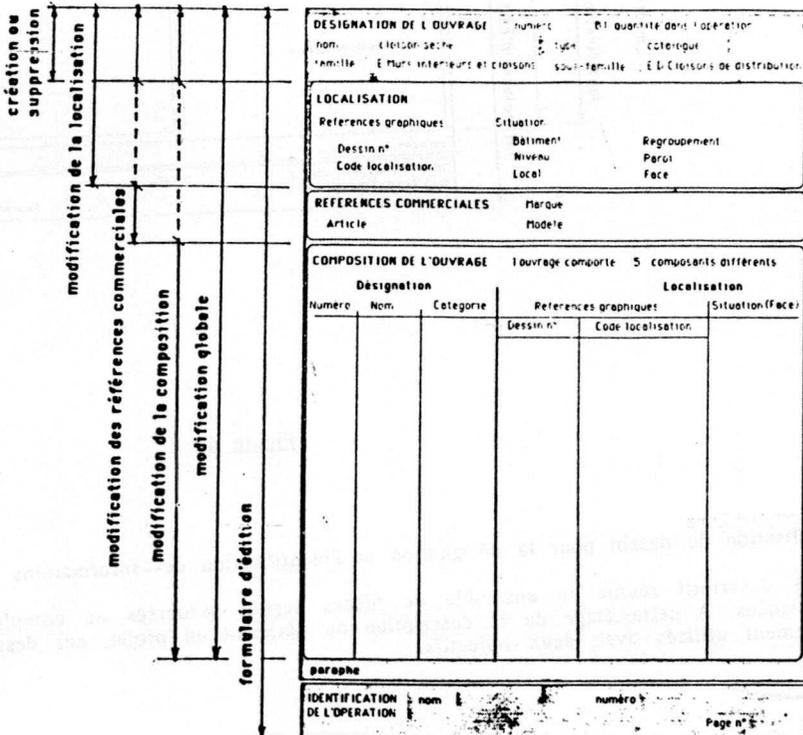


Figure 5:

création ou suppression modification des caractéristiques des matériaux et fournitures modification des caractéristiques de mise en oeuvre modification globale formulaire d'édition	DESIGNATION DU COMPOSANT numéro Quantité dans l'ouvrage nom: Ferme extérieure catégorie principe
	Caractéristiques des matériaux et fournitures matériau état de surface teinte dimensions Lot fournisseur numéro nom Norme DTU
	Références commerciales marque modèle article
	Caractéristiques de mise en oeuvre travaux in-situ (façonnage assemblages montage pose) Lot mise en oeuvre interresse numéro nom Dessins de détail traitements de surface
	paragraphe IDENTIFICATION DE L'OPERATION : nom numéro Page n°

Figure 6:

3.3 L' utilisation du dessin pour la désignation et l'identification des informations :

Le devis descriptif réunit un ensemble de pièces écrites associées ou complétées par des pièces dessinées. A cette étape de la description du bâtiment en projet, ces dessins sont plus particulièrement utilisés avec deux objectifs.

En premier lieu, ils servent à localiser les ouvrages et composants dans le projet, il s'agit des plans, coupes et façades constituant le dossier de l'Avant Projet Détaillé, d'autre part, ils constituent un mode de représentation plus approprié que les pièces écrites pour exprimer certaines informations (par exemple, pour décrire les dimensions et/ou le mode d'assemblage des composants d'un ouvrage) il s'agit des Dessins de Détails.

L'interface utilisateur doit donc permettre de manipuler ces deux modes de représentation complémentaires.

Nous avons vu dans le paragraphe 3.1 que les opérations de manipulations (création, modification, suppression, affichage - barre de menus n°3) s'effectuent sur une partie de la base de données construite en particulier par la définition du type d'objets concernés (ouvrages, composants) et d'une condition de sélection portant sur les valeurs affectées aux informations sélectionnées (barre de menu n°2).

Parmi les informations mises en jeu dans cette condition celles portant sur la localisation des objets peuvent être affectées par l'utilisateur soit en saisissant une valeur à domaine simple ou structuré, soit en pointant sur un dessin (plan, coupe) une étiquette de repérage.

Par exemple, l'utilisateur peut accéder à la description de l'ouvrage "garde corps de la baie des séjours situés sur la façade sud du bâtiment G" soit en utilisant les formulaires de saisie-restitution décrits au paragraphe 3.2, soit en utilisant le dessin qui représente cette façade pour pointer l'étiquette qui est rattachée à cet ouvrage.

La mise en oeuvre de ce mécanisme nécessite de décrire les pièces dessinées du devis descriptif comme des objets de la base de données. Cette description comprend les informations traditionnellement contenues dans les cartouches de plans, ainsi que les coordonnées des différentes étiquettes de repérage. Un schéma de données permet de décrire la structure des dessins dont les instances seront construites lors de l'exécution des opérations de saisie.

3.4 édition des devis descriptifs:

Cette phase consiste à préparer les documents descriptifs en effectuant une interrogation de la base de données à partir de questions-types prédéfinies: ces documents sont structurés comme tout autre objet de la base (à l'aide du modèle UNIDO) et consultables. L'édition intervient après cette préparation.

A chacun des devis (par lots, par locaux, par ouvrages) correspond une entrée spécifique dans la base de données (figure ci-dessous) et un classement particulier des ouvrages et composants décrits.

La description des ouvrages et de leurs composants est proposée sous le format standard suivant: chaque type d'ouvrage comporte une page décrivant l'ouvrage, et autant de pages (sous-pages) décrivant chaque composant différent appartenant à l'ouvrage décrit.

Tout ouvrage décrit dans la base de données sera édité sous la forme décrite (formulaires précédents), quel que soit le type de devis: ces formulaires constituent la majeure partie du document.

Les ensembles < page d'ouvrage + sous-pages de ses composants > sont classés différemment selon le type de devis à constituer: lots, locaux et familles d'ouvrages sont les critères principaux de sélection et de classification des ouvrages. L'exemple ci-dessous présente la manière de classer les ouvrages pour le devis descriptif par lots. Une méthode analogue est établie pour le descriptif par locaux et le descriptif par ouvrages.

Le descriptif par lots est découpé en *sous-documents* propres à chacun des lots (descriptif menuiserie, descriptif chauffage, etc...) (chacun de ces sous-documents sera transmis au lot concerné au moment de l'appel d'offre).

- chaque sous-document est organisé en *rubriques* :

rubrique 1: *mise en oeuvre*

rubrique 2: *fourniture*

rubrique 3: *intéressé* (ouvrages auxquels le lot en question doit porter attention sans avoir cependant ni à le réaliser ni à le fournir)

- au sein de chacune de ces rubriques, les ouvrages et leurs composants sont décrits (suivant les formulaires présentés précédemment).
Ces ouvrages et composants peuvent être classés ensuite soit par familles et sous-familles d'ouvrage, soit par leur localisation dans le bâtiment.

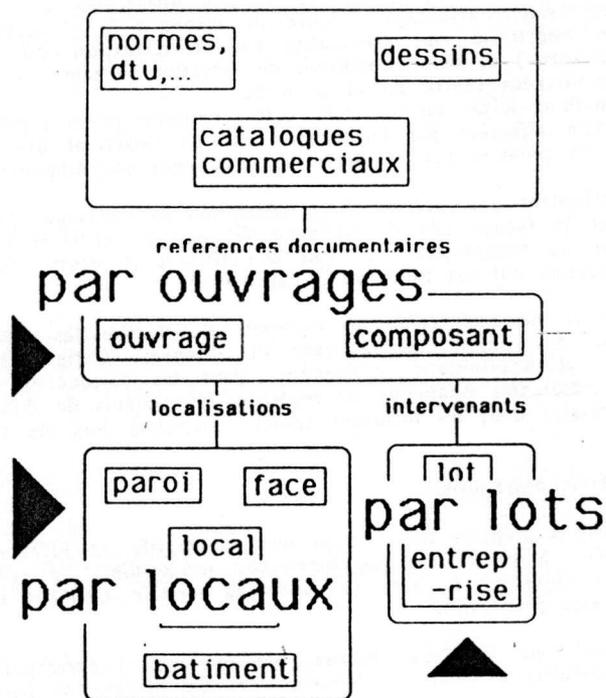


Figure 7:

Gestion des documents:

Un schéma de données permet de décrire la structure du devis descriptif par lots, dont les instances sont construites lors de l'exécution de la commande "Préparation" du menu "Document" (cf. barre de menus n°1).

Une fois construit, la manipulation informatique du document est autorisée (consultation par accès aux pages, rubriques, etc..., d'un document) indépendamment de leur support d'édition (document papier).

Les dates de mise à jour et d'édition des documents, sous-documents, pages, etc... sont tenues à jour automatiquement de manière à contrôler les modifications apportées à la base de données, et à communiquer ces modifications aux intervenants, par la réédition des parties de documents modifiées.

Conclusions: état de la recherche et perspectives

Le système dont les grandes lignes ont été présentées ici est en cours de mise en oeuvre dans le cadre d'une collaboration entre le GRTC et le GMSAU: les deux voies de recherche sur ce projet concernent:

- d'une part l'élaboration d'un prototype de pré-développement de l'application "devis descriptif", première application mise en oeuvre dans le contexte d'un système de CAO couvrant l'ensemble du processus de conception-réalisation de bâtiment,
- d'autre part, le développement des couches GRIFFON et UNIDO en vue de la mise en oeuvre d'autres applications CAO en amont et en aval du devis descriptif.

A plus long terme, il nous paraît nécessaire de développer particulièrement nos recherches dans les voies suivantes:

- détermination des spécifications détaillées d'un SGBD propre au domaine de la CAO en architecture,
- définition et développement d'un modèle de données pour la conception d'applications CAO en architecture,
- conception et mise en oeuvre d'un interface de manipulation d'une base de données CAO en architecture basé sur les représentations graphiques du projet,
- intégration de nouvelles applications, choisies dans les phases de conception et de réalisation de bâtiment, élargissant le champ d'utilisation du système .

Rapports, communications, articles ayant traités à l'étude:

[AFL86] AUTRAN Jacques, FLORENZANO Michel, LE MAITRE Jacques, PALISSER Carole(1986) "La définition et le contrôle des données dans le langage fonctionnel de manipulation de données GRIFFON" - Communication aux 2^{èmes} Journées "Bases de données avancées" GIENS 22, 23, 24, 25 Avril 1986

[AUF85a] AUTRAN Jacques, FLORENZANO Michel(1985) "La mise en oeuvre d'une application de gestion d'informations dans le domaine du bâtiment" - Actes des journées AFCET "Bases de données - L'utilisateur face aux systèmes" - DIJON, 14-15 Novembre 1985

[AUF85b] AUTRAN Jacques, FLORENZANO Michel(1985) "L'utilisation des SGBD dans le domaine du bâtiment" - Article in revue AFCET "Modèles et bases de données", n°1, 1985

[AUF85c] AUTRAN Jacques, FLORENZANO Michel(1985) " CAO en architecture et SGBD - Le devis descriptif de bâtiment: informatisation à l'aide d'un SGBD relationnel - Limites et perspectives" - Rapport final de recherche GMSAU/HABITAT88 (Décembre 1985)

[LEM 85] LEMAITRE J.(1985) "OFE, un langage fonctionnel de manipulation de bases de données" - Communication aux journées Bases de données avancées, St. Pierre de Chartreuse, 6-8 Mars 1985

Bibliographie:

[ABH83] ABITEBOUL S., HULL R.(1983) "IFO : A Formal Semantic Database Model" - Extended Abstract, INRIA (83).

[ABR74] ABRIAL J.R. (1974) "Data Semantics" - in Data Management Systems, KLIMBIE J.W. and KOFFEMAN K.L. (eds), (pp. 1.59, North Holland, AMSTERDAM 74).

- [AFF85] AUTRAN Jacques, FLORENZANO Michel, FREGIER Marius, QUINTRAND Paul, ZOLLER Jacques (1985) "La CAO en architecture" - Edition HERMES, Collection Traité des Nouvelles Technologies, Série Assistance par ordinateur (XAO), 1985, chap.2.2, pp.115-162
- [AGP85] ABITEBOUL S., GAMERMAN S., PLATEAU D., RICHARD P., SCHOLL M., VERROUST A.(1985) " VERSO, un SGBD à interface relationelle non normalisée" - Rapport de recherche, INRIA/LRI 1985
- [BAC78] BACKUS J. (1978) "Can programing be liberated from the Von Neumann style?" - Communication of the ACM, Vol. 21, N°8, 1978
- [BD383] BD3(1983) "Bases de données - Nouvelles perspectives" - Rapport du groupe BD3 - INRIA/ADI - Janvier 1983
- [BFN82] BUNEMAN O.P., FRANKEL R.E., NIKHIL R. (1982) "An implementation technique for database query language" - ACM TODS (vol.7, n°2, 82).
- [BKJ85] BOUFARES F., EL KABBAJ Y., JOMIER G., OUNALLY H.(1985) "La version SM90 du SGBD relationelles PEPIN3" - Rapport de recherche n°040 ISEM - Septembre 1985
- [CIE76] CHEN P.P.S (1976) "The entity relationship model: toward an unified view of data" - ACM TODS (vol1, n° 1, 76).
- [CHO83] CHOLVY L.(1983) "Structuration et intégrité des informations dans les BD de CAO. Définition d'un modèle de données et réalisation d'une maquette" - Thèse de l'ENSAE (Toulouse 83).
- [CST76] CSTB(1976) "Aides à la rédaction des descriptifs: répertoires des caractéristiques descriptives des ouvrages et de leurs composants et recueils d'exemples de descriptifs"
- [DAT81] DATE C.J.(1981) "An introduction to database systems" - Addison-Wesley Publishing Company 3^{ème} édition 1981
- [DEA82] DELOBEL C., ADIBA M.(1982) "Bases de données et systèmes relationnels" - Edition DUNOD informatique
- [ENK82] ENCARNACAO J., KRAUSE F.L.(1982) (éditeurs) "File structures and data bases for CAD" - IFIP conference 14, 15, 16 Septembre 1981 - North-Holland 1982
- [FOC82] FOISSEAU J., CHOLVY L.(1982) "Etude d'un prototype d'un système général de structuration et de manipulation de données dans un environnement CAO : le langage FLOREAL" -Rapport de recherche ONERA/ CERT (fev 82).
- [GMN82] GALLAIRE, MINKER, NICOLAS J.M. (1982) " Logic and Database: an overview and survey" - Rapport de recherche CERT/ CGE/ University of Maryland (Oct.82).
- [LOP83] LORIE R., PLOUFFE (1983) " Complex objects and their use in design transaction" - ACM SIGMOD San José (Mai 83).
- [NIY83] NICOLAS J.M., YAZDANIAN (1983) " An outline of BDGEN: a deductive DBMS" - Proc. IFIP (83).
- [NOE71] NOEL Ch.(1971) "Présentation d'un nouveau guide descriptif - synoptique des ouvrages du bâtiment" - Cahiers du CSTB, n°123, cahier 1064, Octobre 1971
- [ONG82] ONG (1982) " The design and implementation of abstract Data type in the relational Database System INGRES" - University of California Berkeley Master Report (Sept 82).
- [RIE85] RIEU D.(1985) "Modèles et fonctionnalités d'un SGBD pour les applications CAO" - Thèse de doctorat - INPG/IMAG/LGI Juillet 1985

[SHI81] SHIPMAN D.W. (1982) "The Functional Data Model and the Data Language DAPLEX" - ACM TODS (vol.7, n°2, 82).

[UPC68] UPAU-CSTB(1968) "Méthode systématique d'analyse et de programmation pour la conception architecturale et la description des ouvrages" - Edition du CIAB - Décembre 1968

[VEL84] VELEZ F.(1984) " Un modèle et un langage pour les BD généralisées, le projet TIGRE" - Thèse de l'INPG Grenoble (Sept 84).

Jacques AUTRAN, Michel FLORENZANO
GAMSAU - Ecole d'architecture de Marseille
Unité associée au CNRS n°1247
70, route Léon Lachamp - 13288 Marseille Cedex 9
Tel: 91.41.11.85

Jacques LE MAITRE, Carole PALISSER
GRTC - CNRS Marseille
31 Chemin Joseph Aiguier - 13402 Marseille Cedex 9
Tel: 91.22.40.13