

## **Michel ROLLET**

CERIB Centre d'Etudes  
et Recherches  
de l'Industrie du Béton

## **Serge OURTIES**

CAOMIP Centre régional de  
Conception Assistée  
par Ordinateur  
de Midi Pyrénées

---

**Le projet informatique  
du groupe d'industriel G5 :**  
— faciliter l'utilisation  
**des composants béton**  
— faciliter la production  
**des composants béton**

RESUME

L'utilisation des composants béton pour construire les objets architecturaux posait trois types de problèmes aux concepteurs:

- a) prise en compte de la spécificité des composants trop en amont dans le processus de conception,
- b) difficulté technique pour utiliser des composants issus de producteurs différents,
- c) maîtrise difficile de la mise en coordination dimensionnelle.

La CERIB, par l'intermédiaire du groupe d'industriel G5 (nomenclature PIP), pour la partie technique industrielle, et le CAOMIP pour la partie informatique proposent les réponses suivantes :

- 1) par rapport aux industriels de la construction
  - a) adoption des normes ACC,
  - b) étude et mise au point d'un modèle de données permettant la mémorisation des composants beton actuels et futurs,
  - c) écriture de fonctions informatisées pour harmoniser les projets de construction et l'offre industrielle contenue dans les bases de données.
- 2) par rapport aux industriels de l'informatique
  - a) adoption de la norme GKS pour les parties graphiques,
  - b) codage des fonctions en FORTRAN 77,
  - c) possibilité de fonctionnement sur toutes les machines informatiques égales ou supérieures au PC-AT.

SUMMARY

The use of prefabricated concrete components for building architectural objects presented three types of problems to the designers:

- a) consideration of the specificity of components coming too early in the design process,
- b) technical difficulty of using components from various manufacturers,
- c) uneasy control of dimensional normalization.

The CERIB, through the group of industrialists G5 (appellation PIP), concerning the industrial and technical field, and the CAOMIP concerning the computer one, are proposing the following solutions :

- 1) in relation to the building industrialists
  - a) adoption of ACC standards,
  - b) study and finalization of a data model allowing the memorizing of present and future prefabricated concrete components,
  - c) implementation of computerized functions in order to harmonize the industrial offer in data base with the architectural plan.
- 2) in relation to the computer industrialists
  - a) adoption of GKS standard for the graphic parts,
  - b) coding of the functions in FORTRAN 77.
  - c) ability to operate on all kinds of machines equal or superior to PC-AT

**Présentation du problème.**

Le projet du groupe G5 est fondé principalement sur la fourniture d'outils informatiques d'aide à l'emploi des banques de données des composants en béton dans les projets de construction.

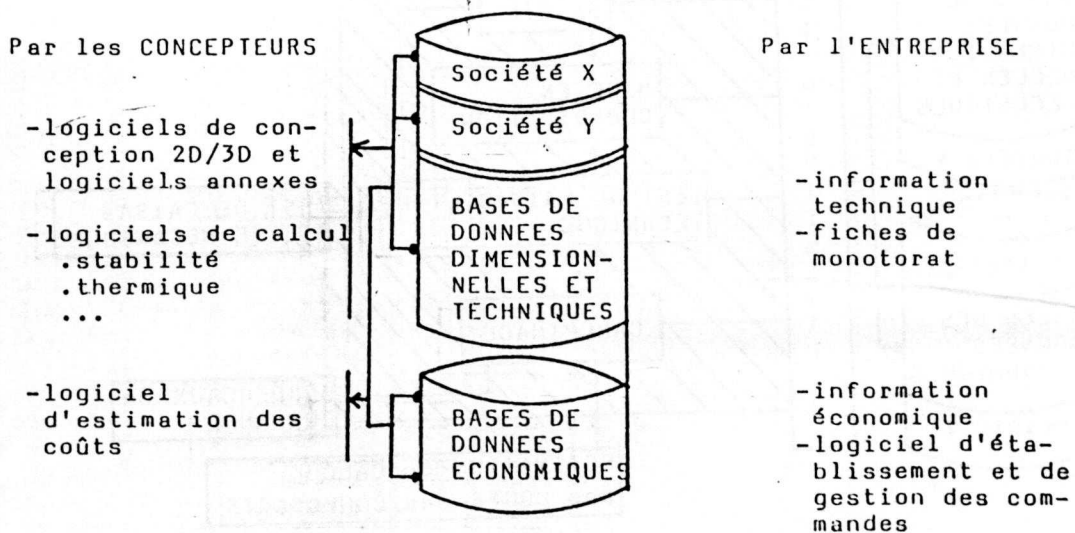
Les bases de données sur les composants constituent l'élément essentiel du projet. D'autres outils sont prévus pour apprécier notamment la faisabilité des constructions avec l'offre industrielle du groupe G5, ce sont des logiciels et tests de faisabilité informatisés.

**I - Bases de données**

Les bases de données fournissent toutes les informations d'identification technique, dimensionnelle et de coût des composants entrant dans les ouvrages. Elles sont destinées à alimenter à la fois des logiciels de CAO actuellement sur le marché et les diverses étapes de fonctionnement des logiciels de faisabilité du groupe G5. Aussi, en parallèle à leur étude de constitution sont menés des travaux pour leur compatibilité avec les logiciels de CAO développés en dehors du groupe G5.

Les bases sont constituées et actualisées sur micro-ordinateur par les industriels du béton. Un même logiciel de constitution et d'actualisation permet d'en assurer la cohérence. Dans une étape ultérieure, elles pourront être regroupées pour constituer une base de données nationale. Cette base de données nationale sur la production de composants par l'Industrie du Béton requerra alors la constitution d'un serveur national accessible par le réseau TRANPAC.

**Emploi des Bases de Données du groupe G5**



**II Organisation des outils informatiques pour l'appréciation de la faisabilité.**

Le logiciel de faisabilité des ouvrages à l'aide de composants que met au point le groupe G5 est constitué d'une chaîne d'opérations aboutissant à la décomposition d'un projet de construction en composants industriels. Il comprend les tâches suivantes :

1. Saisie du projet
2. Mise en coordination du projet
3. Calepinage

Ces trois étapes constituent le **logiciel de base**, qui puise les informations concernant les composants dans les **bases de données** des fabricants du groupe G5 (catalogues informatisés).

A ce logiciel de base peuvent être adjoints d'autres **logiciels modulaires**. Ils viennent si besoin est en complément du logiciel de base et permettent de préciser la faisabilité du projet aux plans technique et économique :

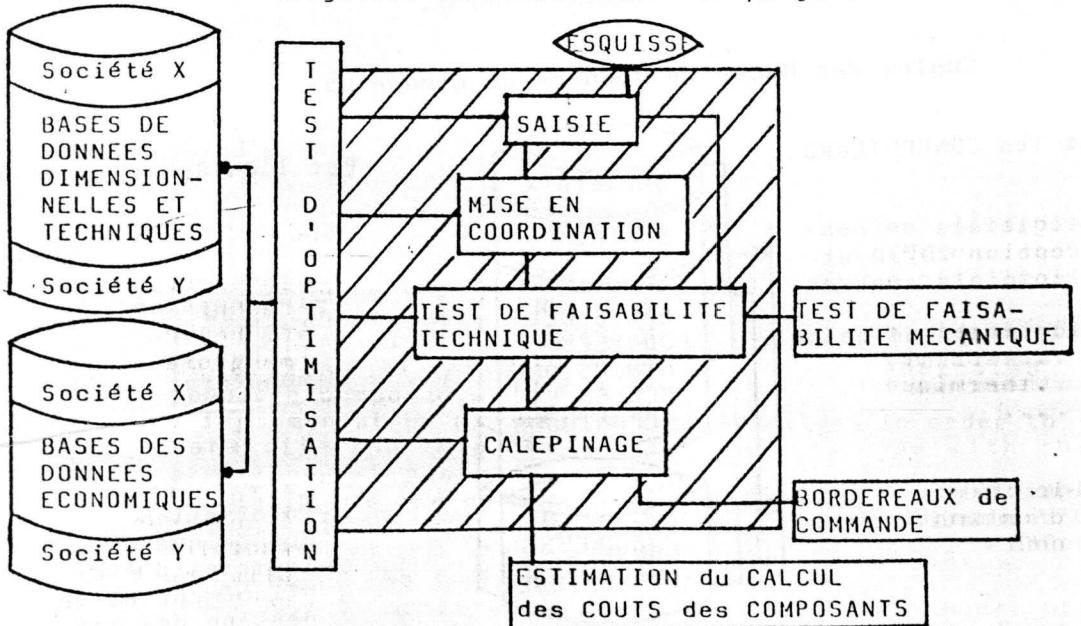
- A. Logiciel d'appréciation de la stabilité de l'ouvrage
- B. Logiciels d'estimation du coût de l'ouvrage

Un test informatisé permet d'apprécier aussi la faisabilité du programme de constructions lors des pré-études.

**III - Contenu des logiciels constitutifs**

1. Logiciel de base

Logiciel de faisabilité des projets de construction



a) La **saisie du projet** conduit au tracé assisté du dessin filaire du projet à l'échelle, avec repérage des :

- . espaces (intérieur / extérieur / nature des pièces),
- . orientations,
- . séquences constructives (donc la nature des fils),
- . noeuds d'assemblage (en localisation, orientation et nature).

b) La **mise en coordination** est traitée en partie automatiquement en fonction du choix de l'option de coordination et en interaction avec le concepteur pour les choix relevant du parti architectural. Elle comprend successivement :

- . une décomposition rectangulaire du projet,
- . la coordination de la surface rectangulaire de l'enveloppe du projet,
- . la coordination des surfaces rectangulaires délimitées par les séquences enveloppe et ossature,
- . la coordination des pièces.

Aux différentes étapes, la coordination des divers rectangles se fait par optimisation du groupe (longueur coordonnée, largeur coordonnée, surface correspondante par rapport au groupe initial, longueur du projet, largeur du projet, surface correspondante).

c) L'opération de **calepinage** décompose le tracé filaire en composants de construction après s'être assuré de l'existence des assemblages principaux dans la base de données (test de faisabilité technique).

Cette vérification d'existence des assemblages principaux dans la base de données, donc premier élément de la faisabilité du projet peut être faite indifféremment avant la mise en coordination ou après.

## 2. Logiciels complémentaires

a) L'appréciation de la stabilité de l'ouvrage se fait à partir d'une décomposition de la structure en barres et noeuds. Le logiciel d'appréciation de la stabilité de l'ouvrage permet le repérage automatique des barres et des noeuds d'ossature contenus dans la saisie filaire. Un système de charges usuelles de fonctionnement est appliqué au système et l'on apprécie le mode de fonctionnement des noeuds par comparaison avec les caractéristiques mécaniques intrinsèques des assemblages correspondants contenus dans la base de données techniques.

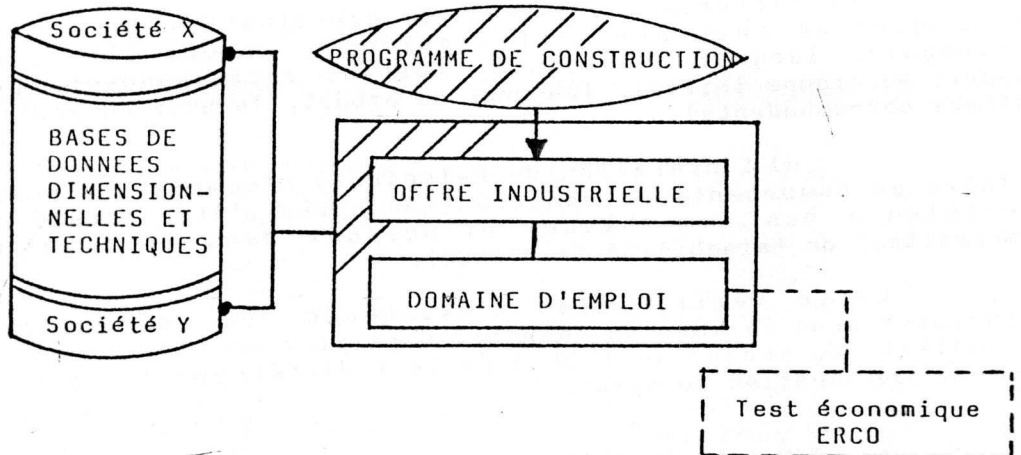
Le logiciel ne procède pas au calcul de la structure qui est du domaine de compétence du BET, il se prononce par contre sur la compatibilité des techniques d'assemblages proposées dans la base de données avec le système structurel du projet.

b) L'estimation du coût des ouvrages peut être réalisée avec deux degrés de précision :

- . au stade du programme par application du logiciel ERCO développé par OTH et les HLM; on obtient alors une estimation globale du coût de l'ouvrage,
- . au stade du projet par application d'un logiciel d'estimation propre à G5 et applicable au gros oeuvre; il procède à l'évaluation des coûts attachés aux composants tels que définis à l'issue du calepinage; l'évaluation se décompose en coûts de production et de transports et s'appuie sur l'estimation des temps de pose.

Ce logiciel d'estimation G5 permet d'apprécier le poids relatif des choix architecturaux par exploitation des paramètres de coûts correspondants. Il puise ses valeurs dans les données de la base de données économiques.

### 3. Faisabilité du programme de construction



Ce test informatisé consiste en une interrogation assistée des bases de données pour apprécier les capacités de réponse de l'offre industrielle par rapport au programme de construction. Cette interrogation est basée sur l'aspect performanciel du programme aux plans :

- . programme constructif (nature des ouvrages),
- . architectural (volumétrie, modénature, finitions),
- . constructif (gamme de production nécessaire),
- . technologique (procédé constructif, assemblages...),
- . technique (isolation thermique, phonique...).

Ce test est plus particulièrement destiné à la maîtrise d'ouvrage alors que le logiciel de base et ses applications périphériques concernent essentiellement la maîtrise d'oeuvre.



#### IV. Techniques informatiques - Mise en oeuvre

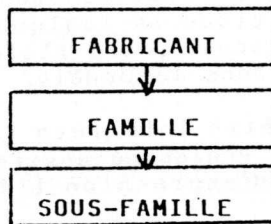
##### 1. Les bases de données techniques et économiques

###### a) Caractéristique du modèle de données

Le problème qui se pose est d'une part de décrire les composants béton selon un modèle conceptuel connu, et d'autre part de réaliser autant de schémas externes qu'il y a d'utilisation de nature différente de la base de données techniques.

A priori un problème de catalogage de composants se résoud presque toujours par une structure de nature hiérarchique. Ceci tient à la nature très hiérarchisée d'une description cataloguée sous forme de document papier.

Les composants béton semblent au premier abord correspondre au schéma général du problème du catalogage. En effet, une première ébauche de décomposition conduit à une arborescence du type :



avec comme différentes familles : enveloppe, refend, plancher, poteau, poutre, escalier, gaine, et comme sous-famille pour la famille enveloppe par exemple : panneau plein, panneau allégé, linteau, trumeau, panneau comblé...

Cependant, il est à noter que dans ce cas particulier un fabricant donné de composant béton ne peut pas dresser une liste exhaustive de tous les panneaux qu'il sait fabriquer.

La description papier n'existant pas, on ne peut pas affirmer que la modélisation hiérarchique de sa production ne conduise pas à des erreurs voire dans le meilleur des cas à une duplication à l'infini des informations.

De plus, toutes les informations techniques définissant la sous-famille et devant donc constituer l'arborescence ne semble pas directement hiérarchisables de par l'interdépendance des différentes rubriques :

- . technologie type
- . constituants
- . gamme de production
- . caractéristiques techniques
- . finitions
- . incorporations
- . réservations
- . dimensions
- . technologie d'assemblage

Graçe à cette constatation un premier chiffrage approximatif a été effectué se basant sur un panneau d'enveloppe fabriqué chez un industriel avec les variantes suivantes :

- 30 dimensions possibles en largeur
- 10 dimensions possibles en hauteur
- 5 dimensions possibles en épaisseur
- 50 types d'assemblages disponibles horizontalement
- 5 épaisseurs de composants associables

Il montre clairement que le nombre de combinaison s'étend presque à l'infini et n'est en aucun cas compatible avec les contraintes opérationnelles.

b) Le gestionnaire de bases de données "hiérarchique plus"

Si l'énumération systématique avait été possible alors la suite de l'arborescence l'était aussi mais un exemple un peu réaliste montre que cette voie n'est pas la bonne.

Lorsqu'on ne peut pas énumérer et hiérarchiser de façon systématique, l'alternative est de trouver un ensemble de règles dont l'activation constitue la logique d'énumération. Le cadre général restant la hiérarchie, ces règles d'énumération sont donc des liens transversaux dans le modèle.

Pour pouvoir être intégrées facilement dans le modèle "hiérarchique plus" ces règles nécessitent deux fonctionnalités :

- . une syntaxe d'expression liée aux entités manipulées par la hiérarchie
- . un mécanisme souple de déclenchement transparent intégré au système de gestion de la base de donnée.

C'est surtout pour répondre au deuxième point et aux contraintes opérationnelles sévères que nous avons développé un SGBD hiérarchique-plus.

c) Les logiciels de saisie et de consultation

Deux types d'utilisation directe sont à envisager :

- . pour un utilisateur qui désire obtenir des informations sur les composants disponibles chez un constructeur, soit au titre purement informatif, soit pour un projet particulier sans utilisation du logiciel d'aide à l'emploi. Ce mode de consultation requiert le développement d'un logiciel interactif de consultation convivial et bien adapté à la logique d'organisation des données dans la base.

- . l'accès en création ou en modification de la base par l'industriel lui-même grâce à un logiciel de constitution. Ce logiciel interactif doit permettre de réaliser une interface entre la vision qu'à l'industriel de ces gammes de composants béton et la structure modélisée dans la base. La complexité du logiciel de constitution dépendra de la distance entre ces deux modèles conceptuels. Il agit effectivement comme un transformateur de modèle.



Remarque : Le a), b) et c) seront en phase opérationnelle en juin 1986.

## 2) Les modules du logiciel d'aide à l'emploi

Développés actuellement dans le cadre de la même étude, différents modules conduisant à apprécier la faisabilité des ouvrages puisent une partie de leurs informations dans les données techniques :

- . saisie informatique du projet
- . mise en coordination
- . calepinage
- . test de faisabilité technique
- . test de faisabilité du programme de construction
- . test de stabilité de l'ouvrage

Tous ces modules constituent pour la base technique des niveaux d'accès différents, des besoins en type d'information et en détail distincts.

L'enchaînement des différents modules se fait par communication des informations autour de trois structures de données :

- . la structure saisie
- . la structure projet
- . la structure calcul

Par exemple, le bordereau de définition du composant qui représente l'achèvement de l'étude d'un élément particulier du projet, n'est qu'une synthèse entre les informations issues de la structure projet et les informations disponibles dans la base pour cette famille particulière chez le constructeur choisi.

### a) Saisie sémantique du projet

Il s'agit d'une phase interactive au cours de laquelle l'opérateur introduit les informations du projet et construit la structure de saisie. Cette structure simple ne connaît que quatre types d'objets :

- . le contour
  - . les patios
  - . les refends
  - . les façades inclinées

et toutes les informations géométriques associées.

La méthodologie de saisie de ces entités géométriques est la suivante :

- . saisie de la topologie (forme des objets)
- . instanciation (fixer la dimension des objets)

La gestion du dialogue est soutenue par un menu. A chaque étape la cohérence des actions de l'opérateur est vérifiée.

Par exemple :

- . un contour ne doit pas se couper lui-même
- . un patio est situé à l'intérieur du contour
- . un mur de refend s'ancre sur un contour ou un patio mais le coupe pas.

b) Caractérisation du projet par regroupement

Cette phase interactive consiste pour l'opérateur à désigner sur l'écran des groupements de rectangles élémentaires pour constituer des surfaces rectangulaires plus grandes, mais ayant un sens pour le projet courant (salle à manger, chambre, circulation...)

A chaque étape de regroupement, la cohérence est vérifiée en ce sens que la surface plus grande obtenue doit toujours être un rectangle.

Toutes les surfaces étant définies, l'opérateur pourra par désignation affecter des contraintes aux surfaces et aux panneaux.

Exemple :

- . ne pas diminuer la longueur de tel panneau
- . moduler au plus près telle surface

c) Assistance dans l'équilibrage du projet

Si la modulation choisie est en option 2 des conventions ACC, la cohérence permettra à l'opérateur de désigner des espaces d'adaptation.

d) Mise en coordination horizontale

De la structure projet complète, cette phase extraîra les informations sur les longueurs et les surfaces ainsi que les consignes de contraintes fixées par l'opérateur.

De ces informations un modèle d'optimisation sera construit (la structure calcul) qui permettra de mettre en oeuvre les équations de modulation.

e) Calepinage horizontal

A partir des dimensions modulées des composants de la structure, le calepinage consiste à retrouver dans la base des données techniques les solutions technologiques en terme de panneau, assemblage et type de technologie disponibles chez les constructeurs choisis pour chaque famille de produits.

f) prise en charge de la troisième dimension et répercussion des éléments structurels de plateau à plateau

g) calepinage vertical

Remarque

Les parties a), b), c) et d) sont opérationnelles. e), f) et g) sont prévues pour la fin 1986.

**Nom des auteurs**

Michel ROLLET (a)  
Serge OURTIES (b)

**Adresse**

(a) CERIB BP 59 28230 Epernon  
(b) CAOMIP 2 avenue Edouard Belin 31400 TOULOUSE

**Téléphone**

(a) 37.83.52.72  
(b) 61 55 54 61

**Telex**

(a) 782 048  
(b) 521596

CERIB : Centre d'Etudes et Recherches de l'Industrie du Béton  
CAOMIP : Centre régional de Conception Assistée par Ordinateur de  
Midi Pyrénées