

50376
1990
285

50376
1990
285

THESE DE DOCTORAT

présenté à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DE LILLE FLANDRES ARTOIS

Pour obtenir le grade de docteur
Spécialité : **GENIE CIVIL**

Par

Mohammed BEZZAZI



**ETUDE DES PLANS DE MASSE DE BATIMENTS PAR UNE
APPROCHE SYSTEME INTERACTIF D'AIDE A LA DECISION**

Soutenue le 30 Novembre 1990 devant la commission d'examen

Jury :

MM.	J. DUFAU	Président et rapporteur
	M. MIRAMOND	Rapporteur
	D. BOISSIER	Directeur de Thèse
	A. DUPAGNE	Examineur
	B. DUTHOIT	Examineur
	I. SHAHROUR	Examineur

N° d'ordre : 625

AVANT PROPOS

Le travail qui est présenté ici a été mené sous la direction de monsieur le professeur Daniel BOISSIER directeur du Laboratoire Méthodes et habitat de l'I.U.T de Béthune (Université de LILLE FLANDRE ARTOIS) que je tiens à remercier pour son soutien et ses conseils pertinents.

Mes remerciements vont également à monsieur le professeur Jacques DUFAU de l'Université de SAVOIE pour l'honneur qu'il me fait d'être à la fois président du jury et rapporteur de ma thèse et à monsieur le professeur Marcel MIRAMOND directeur du Laboratoire Méthodes de l'I.N.S.A de LYON pour avoir accepté de rapporter ce travail.

J'adresse toute ma reconnaissance à monsieur Albert DUPAGNE professeur à l'université de Liège (BELGIQUE), à monsieur Bruno DUTHOIT professeur à l'E.U.D.I.L et à monsieur Isam SHAHROUR professeur à l'I.D.N pour avoir accepté de faire partie du jury.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à mes collègues chercheurs au Laboratoire Méthodes et Habitat pour leur coopération et leur assistance.

Je remercie enfin tous les membres du département génie-civil et le personnel de l'I.U.T de Béthune pour leur sympathie envers moi.

à mes parents

RESUME

La conception des plans de masse de bâtiments en amont de l'avant projet sommaire (A.P.S) technique pose, entre autres, le problème de la prise en compte de l'environnement réglementaire, technique et technologique de la parcelle.

L'objectif de notre étude est de proposer une résolution de ce problème de décision multicritère par une approche systémique et interactive; cette approche nous conduit à utiliser le concept de système interactif d'aide à la décision (S.I.A.D) pour la représentation et pour la résolution du problème.

A partir d'un formalisme orienté objet, nous décrivons la structure du système d'information associé au projet.

A travers une description fonctionnelle nous définissons les objectifs et les critères d'évaluations permettant au concepteur de porter un jugement sur une proposition.

Nous développons ensuite l'espace de résolution du projet; celui-ci intègre l'espace des états et le champ des opérateurs permettant d'atteindre, à partir d'un état de la solution, un état «meilleur».

Cette démarche est validée sur une maquette informatique du système de résolution.

SUMMARY

Designing building layout plans prior to the preliminary building design stage sets, among others, the problem of taking into account the legal, technical and technological environment of the plot.

Our study aims at proposing a method that would enable the designer to reach a solution to this problem of multi-criteria decision through a systemic and interactive approach.

This approach induces us to use the concept of decision system support (D.S.S) to represent the problem and find a suitable method of resolution.

From an object oriented formalism we describe the information system associated to the project.

Through a functional description we define the objectives and assessment criteria that will enable the designer to appreciate a solution then we develop the project problem space wich integrates the situations space and the actions field. This will enable us, starting from a solution stage, to reach a better one.

This approach is validated on a resolution system software prototype.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

1 ERE PARTIE : LE CONTEXTE DE L'ETUDE

INTRODUCTION.....	3
-------------------	---

1 LE PROJET DE PLAN DE MASSE DE BATIMENT.....

1-1 LE CONTEXTE DU PROJET.....	4
--------------------------------	---

1-2 LES REPONSES ACTUELLES.....	12
---------------------------------	----

2 C.A.O ET AIDE A LA DECISION.....

2-1 LA C.A.O EN GENIE CIVIL.....	14
----------------------------------	----

2-2 AIDE A LA DECISION.....	15
-----------------------------	----

2-3 MODELE CONCEPTUEL.....	19
----------------------------	----

3 OBJET DE LA THESE.....

3-1 LA PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE.....	25
--	----

3-2 ASPECT GRAPHIQUE DU PROJET.....	34
-------------------------------------	----

3-3 PLAN DE L'ETUDE.....	38
--------------------------	----

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE.....	40
---------------------------------------	----

2 EME PARTIE : POUR UN S.I.A.D POUR LES PLANS DE MASSES

INTRODUCTION.....	41
-------------------	----

1 MODELE CONCEPTUEL «PLAN DE MASSE ».....

1-1 LES ELEMENTS DU PLAN DE MASSE.....	42
--	----

1-2 ANALYSE DES FAITS DANS LE PROJET.....	55
1-3 BASE DE CONNAISSANCE FONCTIONNELLE.....	58
<u>2 ESPACE DE RESOLUTION ASSOCIE A L'APPLICATION PLAN DE MASSE</u>	
2-1 DEFINITION DES ETATS ET DES OPERATEURS.....	63
2-2 RESOLUTION DU PROBLEME DU PLAN DE MASSE.....	64
<u>3 STRATEGIE DE RESOLUTION ET AIDE A LA DECISION MULTICRITERE</u>	
3-1 LE CAHIER DES CHARGES DES METHODES DE DEPLACEMENT ET DE SELECTION.....	81
3-2 LES METHODES EXISTANTES.....	82
3-3 LES METHODES RETENUES.....	90
CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE.....	92
<u>3 EME PARTIE : LA MAQUETTE INFORMATIQUE</u>	
INTRODUCTION.....	94
<u>1 LA MAQUETTE INFORMATIQUE</u>	
1-1 ORGANISATION MATERIELLE ET LOGICIELLE.....	95
1-2 ORGANISATION FONCTIONNELLE.....	97
1-3 PROCEDURES D'EVALUATION TECHNIQUE.....	104
<u>2 ETUDE DETAILLEE DES MODULES</u>	
2-1 PRESENTATION DE L'EXEMPLE TRAITE.....	107
2-2 TRAITEMENT GENERAL DE LA PROPOSITION.....	108
CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE.....	117
CONCLUSION GENERALE.....	118

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	121
----------------------------	-----

<u>ANNEXES</u>	130
----------------------	-----

INTRODUCTION

LE CADRE DE LA RECHERCHE

Les systèmes interactifs d'aide à la décision sont parmi les plus complexes des systèmes informatiques. Contrôlés par l'utilisateur , reposant en général sur des modèles non standards, ils sont orientés vers la résolution des problèmes mal structurés selon des méthodes heuristiques[31-LEVINE]; en face de la quasi absence de tels systèmes dans le domaine du génie-civil en général et dans celui du bâtiment en particulier, nous nous sommes interrogés sur les aides que peuvent apporter ces types de systèmes aux concepteurs dans la recherche et le choix de solutions aux problèmes qui se posent en phase d'avant projet sommaire.

C'est pour répondre à ces interrogations que nous avons entrepris des travaux de recherche dont l'aboutissement est la thèse que nous présentons ici; ces travaux s'inscrivent dans le cadre général des recherches menées au sein du Laboratoire Méthodes et Habitat de l'Université de Lille; les études en cours ont pour but de promouvoir les outils et les méthodes de la C.A.O et de l'aide à la décision en génie civil ; elles concernent plus exactement la prise en compte de l'environnement technique, technologique et réglementaire du bâtiment (infrastructure : fondations, réseaux) et de la parcelle (sol, V.R.D, urbanisme).

LA PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

La thèse développée ici concerne la conception des plans de masse de bâtiments et les aides que l'on peut apporter au concepteur dans le contexte de la C.A.O et de l'aide à la décision.

D'une manière générale la définition du volume bâti et la recherche de la position du bâti sur la parcelle demandent au concepteur de prendre en compte l'environnement architectural, réglementaire, technique et technologique du projet.

Les contraintes réglementaires prises en compte s'inscrivent essentiellement dans le cadre général des règlements de calcul et des règlements d'urbanisme liés aux plans d'occupation des sols (P.O.S).

Les contraintes techniques et technologiques concernent les infrastructures du bâtiment , les voiries extérieures et les réseaux enterrés.

Le niveau de conception auquel se situe cette étude est celui de l'avant projet sommaire technique; l'échelle de notre analyse est celle de la parcelle; nous nous intéressons à la position du bâtiment sur celle-ci et à son raccordement au réseau d'assainissement.

Les outils informatiques existants dans cette

préoccupation sont principalement des systèmes de C.A.O où l'objectif graphique est prioritaire; quelques-un seulement proposent des aides à l'évaluation technique et économique (X2A, CONCEPTOR); par ailleurs ces systèmes travaillent à l'échelle du quartier ou de l'îlot (VERDI); enfin la plupart de ces systèmes sont de type «constat graphique» et ne constituent pas de véritables aides à la décision car ils n'ont pas une approche interactive de la décision multicritère.

Dés lors, notre objectif est de proposer au concepteur une aide informatique à double vocation: d'abord une aide de type constat intégrant l'aspect évaluation multitechnique ensuite une aide de type décisionnel guidant vers l'obtention d'une meilleure solution.

Pour arriver à cet objectif nous mettons tout d'abord en place un schéma conceptuel à partir du formalisme individuel entité-relation; ce schéma permet la représentation des objets du plan de masse dans la base d'information du système (aspect structurel) et la mise au point des procédures d'évaluation multitechnique d'une solution (aspect fonctionnel); ensuite, nous définissons l'espace de résolution de l'application ainsi que le cadre de l'aide à la décision multicritère (aspect évolutif) .

LE RAPPORT DE RECHERCHE

Dans la première partie de ce rapport nous rappelons le contexte dans lequel se situe l'étude des plans de masse; nous décrivons ensuite les objectifs retenus ainsi que les critères d'évaluation et enfin nous abordons l'aspect graphique du projet.

Dans la deuxième partie nous définissons d'abord le modèle conceptuel des données du projet ainsi que les méthodes d'évaluation d'une proposition ou d'une solution; nous présentons ensuite l'espace de résolution de cette application; enfin nous analysons le cadre d'aide à la décision multicritère .

Enfin, dans la troisième partie, nous abordons la description du prototype du système informatique en décrivant d'une part son architecture et d'autre part en illustrant son fonctionnement sur un projet .

première partie :

LE CONTEXTE DE L'ETUDE

INTRODUCTION

La construction d'un bâtiment sur un terrain donné est le résultat d'un long processus de consultations , de conceptions et d'études ,durant lequel plusieurs intervenants , suite aux missions dont ils ont été chargés , vont apporter leurs savoir-faire , effectuer des choix et prendre des décisions.

Il arrive fréquemment que ces décisions conduisent à des situations qualifiées de conflictuelles

Le projet de plan de masse de bâtiment est un cas réel ou l'on rencontre souvent ce type de situation ; en effet la confrontation entre ce que souhaite le maître d'ouvrage et ce qu'il est possible de faire sur le terrain place parfois le maître d'oeuvre en présence de problèmes difficiles d'adaptation du projet .

Dans son organisation , le plan de masse de bâtiment doit répondre à un certain nombre d'impératifs qui sont liés à des objectifs d'ordre techniques et réglementaires affectant le bâtiment et son infrastructure (V.R.D).

Dans ces conditions là, les décisions prises à chaque étape du processus mis en oeuvre pour faire passer le projet d'un état donné à un état «meilleur» doivent tenir compte de l'environnement multicritère du projet et des conflits possibles entre ces critères .

L'aide à la décision consiste alors, dans ce cas à informer le concepteur sur l'état courant du projet , à évaluer par des procédures d'analyse multicritère le champs des actions possibles et à proposer des solutions «satisfaisantes».

Cette aide doit se faire dans le cadre d'une interactivité «constructive».

Dans le premier chapitre , nous présentons le contexte du projet , nous définissons la problématique de la conception du plan de masse et enfin nous analysons les réponses actuelles.

Dans le deuxième chapitre nous abordons la C.A.O en génie civil à travers les différents systèmes qu'elle propose ainsi que l'aide à la décision en précisant le rôle des S.I.A.D dans ce domaine là.

Dans le troisième chapitre nous présentons l'objet de la thèse; nous analysons les objectifs retenus et les critères d'évaluation associés de même que nous proposons une résolution du problème de décision multicritère par une approche systémique et interactive ; cette approche nous amène à utiliser le concept de système interactif d'aide à la décision (S.I.A.D) pour la représentation et la résolution du problème, l'aspect graphique du projet plan de masse sera enfin présenté.

1 LE PROJET DE PLAN DE MASSE DE BATIMENT

INTRODUCTION

Le plan de masse de bâtiment est traditionnellement le plan du terrain affecté à la construction sur lequel le ou les bâtiments prévus sont figurés par leurs seuls contours extérieurs ; leurs masses en volume sont en général évoquées ou précisées par divers procédés [1 - BONHOMME].

L'esquisse du plan de masse est la réponse fournie par le maître d'oeuvre au maître d'ouvrage sur la base d'un programme global et succinct défini par celui-ci.

Cette réponse qui se situe en amont de la phase d'avant projet sommaire (A.P.S) doit à la fois satisfaire les vœux formulés par le maître d'ouvrage dans son programme et rester conforme aux règles et contraintes imposées par le site d'accueil. Sachant que la moindre négligence de ces principes au moment de la conception de l'objet plan de masse peut amener le concepteur à reconsidérer de façon globale ou partielle le projet ou alors à agir sur l'environnement extérieur au projet (par exemple renforcement du réseau public).

Pour réussir cela ,il faut que le concepteur possède une vision globale des différents aspects du projet et qu'il puisse maîtriser l'ensemble des interactions qui existent entre ces aspects ; cette notion de vision globale appelle la notion de maîtrise globale du projet qui exige une connaissance parfaite de l'ensemble des techniques et des règles de l'art ainsi qu'une aptitude à évaluer rapidement les conséquences d'une décision sur l'évolution potentielle du projet .

Dans la première partie de ce chapitre nous présentons le contexte du projet : processus de conception et environnement multicritère de la décision .

Dans la deuxième partie de ce chapitre nous présentons quel est l'objet de notre étude et quelles en sont les limites.

1-1 LE CONTEXTE DU PROJET

1-1-1 NOTIONS GENERALES SUR LE PROJET DE BATIMENT

Le projet de bâtiment impose le respect de règlements rigoureux et fait appel à des calculs compliqués requérant des compétences variées et mobilisant toute une équipe autour du maître d'ouvrage (concepteurs, techniciens, gestionnaires, entrepreneurs,...).

Les obstacles à surmonter sont nombreux et différents d'une opération à une autre. Dans ces conditions, le recours à une procédure de programmation dans l'espace et dans le temps des tâches qui incombent à chacun des intervenants devient

une nécessité; elle impose de suivre une méthodologie appropriée.

Cette procédure doit tenir compte, entre autres, de l'ensemble des connaissances techniques, technologiques et réglementaires concernant le projet; de même elle doit prendre en compte les difficultés qu'éprouve chaque concepteur à garder une vision globale de l'évolution du projet .

La conception du plan de masse commence une fois que le programme succinct du maître d'ouvrage est établi et se termine par sa mise au point avant l'approbation de l'A.P.S.

1-1-2 LE NIVEAU DE CONCEPTION .

A - CADRE GENERAL

Le processus de conception dans le cadre général du projet de bâtiment peut être découpé en plusieurs phases; ainsi, selon la réglementation sur la rémunération des missions d'ingénierie publique, le processus peut être décomposé en étapes successives; chacune de ces étapes constitue un support pour la suivante.

Parmi celles-ci on peut citer les suivantes :

- Préliminaires
- avant - projet sommaire
- avant - projet détaillé
- consultation des entreprises
- marché des travaux
- spécifications techniques détaillées
- plans de production
- réalisation et exploitation

A coté de ce découpage en phases, on trouve un découpage dans le temps de la façon suivante :

phase de conception primaire:

Elle intègre les études d'avant-projet sommaire qui donnent un aspect concret au programme résultant des études préliminaires .

phase de conception secondaire :

Elle intègre les études d'avant - projet détaillé qui permettent une évaluation du projet en se basant sur les choix fixés en A.P.S; ces études permettent en outre d'affiner le projet et de le préparer à la phase suivante .

phase de conception tertiaire :

Cette phase qui précède la phase de réalisation du projet concerne la production des plans d'exécution des ouvrages .

B - CADRE DE NOTRE ETUDE

Par référence au découpage précédent, l'étude globale du plan de masses se situe au niveau de la phase d'avant projet sommaire; notre étude se situe au niveau de l'avant projet technique qui est distinct de l'avant projet architectural [26 - QUINTRAND].

Il convient alors de bien préciser la phase d'avant projet sommaire afin de mieux placer notre travail dans son contexte.

avant-projet sommaire (conception primaire)

Elle correspond à la phase de conception de l'esquisse et au choix de parti.

C'est une phase qui est délicate car c'est à ce niveau que le projet passe d'un objet abstrait(programme succinct du maître d'ouvrage) à un objet concret(production de plan d'avant-projet).

Il convient de remarquer que les interactions qui existent entre les différents problèmes présents à ce niveau sont très fortes et conditionnent les choix de parti [9 - MIRAMOND].

D'autre part ces choix une fois effectués vont conditionner de manière forte l'évolution du processus de conception et dans certains cas leur remise en cause risque d'être fatale pour l'ensemble du projet.

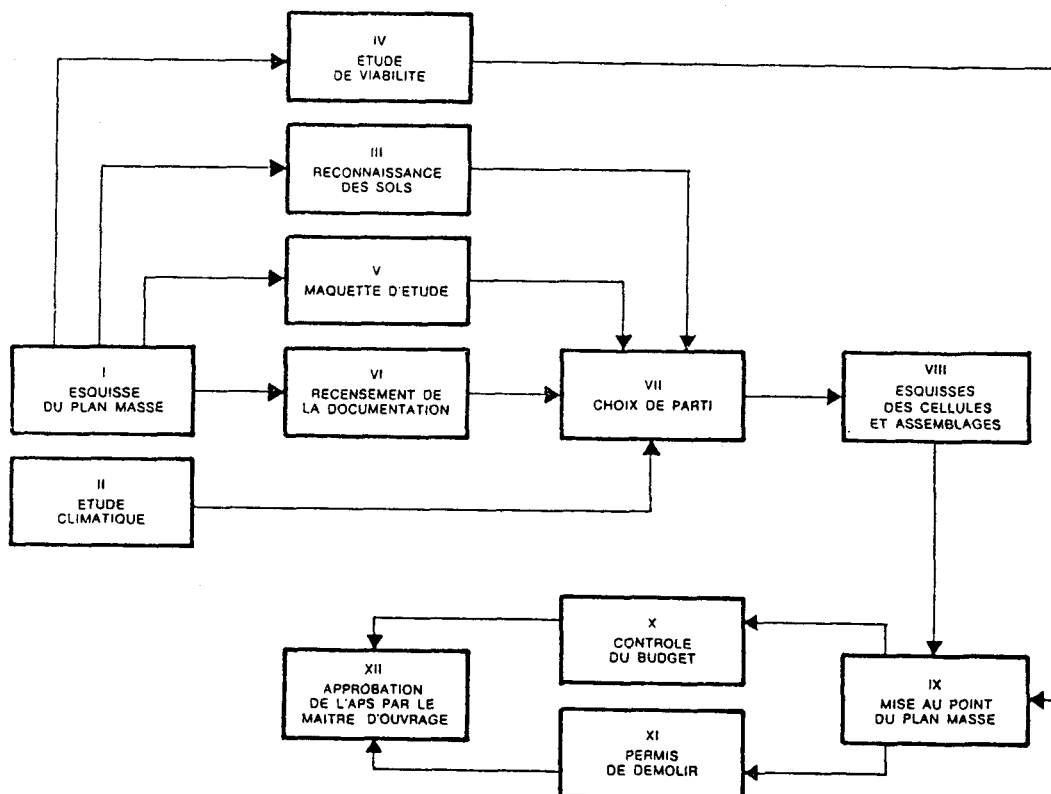


fig 1 : déroulement de l'avant projet sommaire [2 - CAVALLINI]

1-1-3 L'ENVIRONNEMENT MULTIOBJECTIF DU PROJET PLAN MASSE

La mise au point du plan de masse de bâtiment est une tâche qui est souvent délicate car elle fait appel à de nombreuses connaissances techniques et réglementaires qui touchent les différents objets composant le plan de masse; à cela, s'ajoute la masse importante d'informations à gérer; les problèmes qu'elle engendre sont dus entre autres à la nature hétérogène de ces informations et aux difficultés que cela pose de les regrouper dans un système d'information unique.

D'un autre côté, la recherche d'un compromis entre les objectifs définis dans le programme et les objectifs définis par la réglementation sur l'occupation des sols constitue l'une des principales préoccupations du concepteur chargé de mettre au point le projet.

L'esquisse du plan de masse dans sa partie technique dépend essentiellement de la position des masses, de leur raccordement avec les infrastructures et les V.R.D et de la prise en compte du règlement d'urbanisme dans les calculs.

Si le choix des masses a pour but la satisfaction des exigences en matière d'habitabilité et de coût, l'étude du raccordement avec les infrastructures et les V.R.D. a pour but d'assurer la viabilité de la parcelle au regard des normes techniques en vigueur; le règlement d'urbanisme permet, lui, une intégration adéquate du projet dans son environnement bâti.

Dans notre travail nous nous sommes penché sur les deux derniers points

L'analyse de ces éléments requiert des connaissances relatives à certains domaines qui sont bien définis dans leur contenu et dans leur frontière.

Dans le cas qui nous concerne, il s'agit des domaines de l'infrastructure de bâtiment et de l'urbanisme .

Le domaine de l'infrastructure est divisé en plusieurs sous domaines; parmi ceux-là se trouve celui des voiries et des réseaux divers .

Le règlement d'urbanisme, recouvre lui aussi plusieurs sous-domaines; on y trouve en particulier la réglementation relative à l'occupation de la parcelle par le bâti.

Ainsi l'aspect multiobjectif du projet plan de masse provient de l'existence d'objectifs à la fois techniques et réglementaires, c'est ce que nous allons analyser.

1-1-3-1 OBJECTIFS REGLEMENTAIRES

Ces objectifs entrent dans le cadre de la réglementation française en matière d'occupation des sols; celle ci définit un règlement national d'urbanisme (R.N.U) valable partout et un règlement spécifique à une zone appelé plan d'occupation des sols (P.O.S) [1 - BONHOMME].

La réglementation concerne l'adaptation du projet au site d'accueil et son organisation sur la parcelle .

Ces règlements sont structurés en articles; on y trouve des prescriptions diverses allant du droit d'alignement à la détermination du volume bâti maximum autorisé sur la parcelle.

Chacune de ces prescriptions définit les conditions aux limites propres à chaque domaines d'influence du règlement d'urbanisme .

Ainsi par exemple la densité de la construction est limitée par un plafond légal de densité (P.L.D) dans la cas du R.N.U ou par un coefficient d'occupation des sols (C.O.S) dans le cas d'un P.O.S..

Cette limitation a pour conséquence de fixer une limite à la surface hors oeuvre nette (S.H.O.N) au delà de laquelle une participation au frais de dépassement (si elle est autorisée..) est à prévoir dans le budget.

1-1-3-2 OBJECTIFS TECHNIQUES

A- GENERALITES

Ces objectifs, concernent essentiellement l'infrastructure du bâtiment à savoir les voiries et les réseaux divers .

Bien que l'aspect réglementaire soit présent dans ces objectifs (exemple: obligation de se raccorder à la voirie extérieure ou au réseau d'assainissement), l'aspect technique (règles de l'art et méthodes du génie civil) et l'aspect économique (coût de réalisation) prédominent.

En effet, le raccordement du bâtiment aux réseaux enterrés que ce soit pour l'évacuation des eaux ou pour l'alimentation en eau , électricité, gaz, etc..., passe avant tout par des études techniques de faisabilité et économiques pour l'évaluation des coûts .

Ces études qui constituent des points de passage obligés émanent de prescriptions techniques et de savoir-faire relatifs au domaine des V.R.D. en milieu urbain

Ainsi les études techniques concernant les voiries portent sur le dimensionnement des élément de desserte et de stationnement et sur leur implantation à l'intérieur de la parcelle.

Pour les réseaux divers qui sont pour la plupart enterrés, les études portent sur le dimensionnement des ouvrages et sur leur implantation dans le sol de la parcelle.

La mise en oeuvre des réseaux fait appel à un savoir-faire qui est propre à chaque réseau, ce qui explique, en partie, que chaque technicien conçoive séparément l'infrastructure dont il est le maître d'oeuvre.

B- ELEMENTS TECHNIQUES

liaison bâtiment - voirie

la voirie interne au domaine privée a pour fonctions principales de permettre la circulation des personnes , celle des véhicules ainsi que leur stationnement et de faciliter la liaison du bâtiment avec l'extérieur.

Le trafic étant faible le dimensionnement de ce type de voirie pose peu de problèmes.

liaison bâtiment - réseaux divers [3 - M.E.L.A.T]

Les réseaux divers sont nombreux et différents dans leurs natures et leurs fonctions; pour certains de ces réseaux (assainissement, eau et électricité)le raccordement au bâtiment est obligatoire.

liaison bâtiment - réseau d'eau

L'alimentation en eau potable d' un bâtiment est indispensable pour des raisons de consommation , d'entretien et de sécurité; elle se fait par l'intermédiaire d'un réseau de distribution d'eau sous pression reliant le bâtiment au réseau public.

La conception du réseau de distribution interne à la parcelle comprend les points suivants :

- évaluation des besoins en eau potable
- étude des possibilités d'alimentation par le réseau public,
- choix d'un tracé à l'intérieur de la parcelle,
- études technique de calcul et de dimensionnement.

Le premier point dépend des données du projet qui permettent une évaluation de la pression de service; le second point est lié à la capacité d'alimentation du réseau public; le troisième point dépend, entre autres, de l'encombrement du sous-sol de la parcelle et des règles techniques relatives au raccordement; enfin le dernier point fait appel au savoir faire technique et technologique pour le choix et le dimensionnement des ouvrages.

liaison bâtiment - réseau d'électricité

Il existe trois types de système pour la distribution de l'énergie électrique :réseaux aériens, réseaux superficiels et réseaux enterrés; ils sont classés en trois catégories : basse tension (B.T), moyenne tension (M.T) et haute tension (H.T).

L'évaluation des besoins en puissance énergétique, à partir des données du projet qui décrivent les installations électriques au sein du bâtiment, permet de fixer les caractéristiques du système.

liaison bâtiment - réseau d'assainissement [5 - BAYON]

Les canalisations "enterrées" dans la parcelle ont pour

fonction d'évacuer vers l'extérieur les eaux provenant du bâtiment et des parties imperméables de la parcelle (parking, voirie,...etc).

Elles sont réalisées enterrées dans deux cas :

1- le réseau d'égout est suffisamment profond pour permettre un écoulement gravitaire.

2- le dernier plancher bas est constitué par un dallage ou vide sanitaire peu accessible.

L'évacuation des eaux nécessite des solutions différentes suivant le type de système du réseau public; dans le cas d'un système de type unitaire la réalisation d'un seul réseau est suffisante.

Dans le cas d'un système de type séparatif, la réalisation de deux réseaux est nécessaire, l'un pour les eaux pluviales et l'autre pour les eaux usées:

Le réseau d'eaux pluviales : il ne reçoit que les eaux pluviales, évacuées directement dans le collecteur ou dans le milieu naturel.

Le réseau des eaux usées : il reçoit les eaux polluées et les rejette dans le collecteur public avec parfois passage dans une station de traitement notamment pour les eaux industrielles.

Ces réseaux sont repris à l'extérieur du bâtiment par le technicien en assainissement qui leur fait franchir la distance entre le bâtiment et le collecteur public.

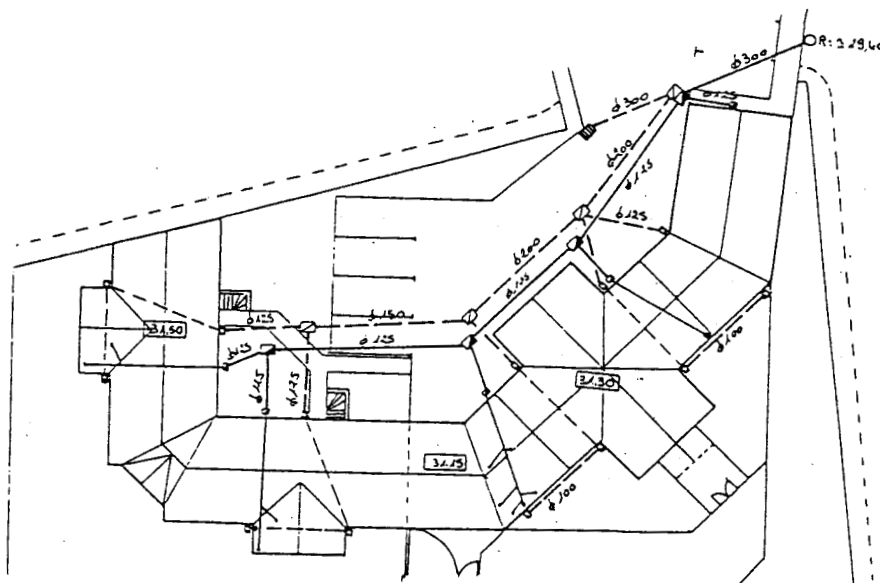


fig 2 : réseaux séparatifs

1-1-4 LA POSITION DU PROBLEME DE CONCEPTION

Les difficultés posées par la conception du plan de masse de bâtiment sont dues au fait que l'objet à concevoir possède un aspect multitechnique, que l'environnement du projet est un environnement multiobjectif et que le niveau auquel se situe la conception est l'avant projet sommaire technique dans lequel il existe une grande liberté de choix et de décisions.

Dès lors, deux problèmes peuvent être dégagés, le premier est un problème de manipulation de l'information, le second est un problème d'aide à la décision.

1-1-4-1 PROBLEME DE GESTION DES INFORMATIONS

Le problème qui se pose ici concerne l'organisation et la gestion de l'information en provenance du programme et de son environnement multiobjectif.

La réponse à ce problème consiste à mettre en place d'une part une structure d'organisation des données décrivant le projet et d'autre part à élaborer des méthodes d'évaluation des critères déduits des objectifs.

Pour ce faire nous proposons une approche systémique, c'est-à-dire de mettre en place un système d'information; dans lequel les informations sont structurées suivant un schéma conceptuel défini à partir d'un formalisme orienté objet.

Dans notre application le formalisme utilisé se base sur les notions d'entité et de relation qu'on retrouve dans la méthode MERISE .

1-1-4-2 PROBLEME D'AIDE A LA DECISION

Il s'agit de résoudre ici un problème de décision multicritère qui est dû à un environnement de conception multiobjectif.

D'une part il faut que la solution soit admissible vis-à-vis des contraintes techniques imposées par le site d'accueil et d'autre part il faut que les objectifs de préférence contenus dans le programme soient satisfaits.

Pour ce faire, le concepteur doit pouvoir identifier les critères à améliorer et sélectionner les variables de décisions à modifier et enfin choisir entre plusieurs solutions admissibles.

Comme réponse à ce problème, nous proposons une approche interactive de la décision, c'est-à-dire que la décision doit être sous le contrôle du concepteur.

Dans ce cas, la fonction que nous envisageons pour le système en plus de celle d'informer le concepteur, c'est de le conseiller dans ses choix et dans ses prises de décisions sans les imposer.

Les deux approches précédentes (systémique et interactive) nous conduisent à utiliser le concept de système interactif d'aide à la décision pour la représentation et la résolution du problème .

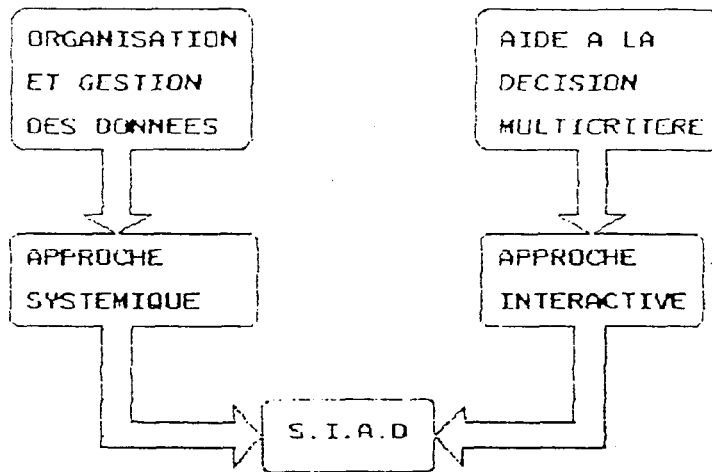


fig 3 : approche S.I.A.D

1-2 LES REPONSES ACTUELLES

Il ne s'agit pas ici de donner une liste exhaustive des réponses existantes mais simplement de citer quelques réponses bien connues.

1-2-1 CONCEPTION CLASSIQUE

Ce type de conception largement utilisée par les concepteurs fait appel à des tâches manuelles.

Les concepteurs travaillent directement sur des fonds de plans sur lesquels les éléments du projet sont représentés par des croquis avec cotations; il n'existe pas de structures d'organisation pour les informations.

1-2-2 CONCEPTION INTEGRANT L'INFORMATIQUE

Ces dernières années, un certain nombre d'équipes de recherche se sont intéressées à ce problème et ont proposé pour sa résolution l'utilisation des techniques informatique dans les domaines de la C.A.O et de l'intelligence artificielle.

Dans ce qui suit nous passons en revue quelques travaux de recherche qui ont été menés en FRANCE et en BELGIQUE .

APPROCHE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les recherches menées à l'Université de Liège dans ce domaine ont pour objectif, la production d'un système à base de connaissance en programmation orientée objet en bâtiment.

La vocation de ce système est d'aider les constructeurs à connaître sans ambiguïtés le gabarit applicable à la parcelle destinée à l'accueil du bâtiment; le champ d'application du système est ainsi limité à un seul objectif, celui de la détermination du volume constructible.[36 - DUPAGNE]

Les travaux du centre d'informatique et de méthodologie en architecture -CIMA- (ministère de l'équipement) portent sur l'étude de la constructibilité des terrains d'un point de vue urbanistique

Dans ce contexte de conception les règles relatives à l'enveloppe du bâtiment ont été analysées (densité, prospects,... etc).

L'objectif poursuivi consiste à développer un environnement de conception intelligente assistée par ordinateur.[44 - HOURCADE]

APPROCHE C.A.O

Les outils informatiques existant dans cette préoccupation sont essentiellement des systèmes de C.A.O où l'objectif graphique est prioritaire; quelques-uns seulement proposent des aides à l'évaluation technique et économique .

En outre , ces systèmes travaillent à l'échelle du quartier ou de l'îlot comme VERDI [40 - BOUYAT] .

Enfin, ces systèmes ne sont pas de véritables aide à la décision car ils n'intègrent pas l'aspect interactif de la décision multitechniques.

CONCLUSION

Nous venons de voir que le plan de masse est un ensemble d'objets différents les uns des autres : la parcelle, les réseaux et le bâtiment

La conception de cet ensemble mobilise tout une équipe de concepteur composé de maître d'oeuvre de technicien et d'urbaniste .

Les objectifs pris en compte font appel entre autre critères à des critères réglementaires et techniques.

Le problème qui se pose dans ces condition est double, il concerne la gestion des informations relatives au projet et le choix multicritère d'une solution .

Les réponses existantes ne répondent que partiellement à ce problème .

2 C.A.O ET AIDE A LA DECISION

2-1 LA C.A.O EN GENIE CIVIL

2-1-1 GENERALITES

La décomposition de l'environnement pris en compte dans la conception du plan de masse en domaines bien définis dans leurs contenus et leurs frontières sont des arguments valables pour dire qu'il est important d'avoir une vision globale dans la recherche d'une solution satisfaisante vis-à-vis du programme.

Cette notion de vision globale nécessite une approche conceptuelle dans la structuration des données concernant les objets qui composent le plan de masse.

Le modèle conceptuel à définir doit permettre une représentation unique des données au sein d'un système d'information.

La C.A.O, à travers les systèmes qu'elle propose permet cette approche; elle permet en plus la manipulation d'une quantité importante d'informations, la gestion et le stockage des données dans des structures de données propres ce qui permet de garantir l'intégrité des données si on y prend garde et facilite l'accès aux informations à tous les intervenants.

D'autre part les systèmes utilisant l'infographie permettent la visualisation des éléments du projet à chaque stade du processus de conception

2-1-2 EXEMPLES DE SYSTEMES EXISTANTS ET LEURS ROLES

C'est à partir du constat selon lequel en génie civil il existe une séparation des fonctions de conception

«trop souvent , chacun des spécialistes concourant à la réalisation de l'objet multi produit que sont les V.R.D , intervient en ménageant les intérêts de sa seule technique spécialisée ... il y a trop peu de conception globale , d'orchestration visant à une mise en place d'un cadre de vie agréable » [40 - BOUYAT].

qu'il y a quelques années les premiers systèmes de C.A.O en génie civil ont été mis au point .

Parmi ces systèmes VERDI et ETEA font figure de pionniers; l'objectif visé par ces systèmes était d'offrir aux différents acteurs une plate-forme de communication commune qui facilite la circulation des informations entre les différents postes de travail et une orchestration de leur démarches et de leurs prises de décisions, en d'autre terme leur permettre de disposer des conditions qui sont nécessaires à une conception globale et cohérente des objets du génie civil.

Pour arriver à cela ces systèmes ont été construits autour d'une base de donnée commune qui avait pour tâche de stocker

les informations relatives aux objets manipulés et d'enregistrer les connaissances sur leur influence au sein du projet .

D'autre part plusieurs modules d'évaluation technique et économique gravitaient autour de cette base

Dans le cas du système VERDI ces modules concernent l'évaluation de proposition d'aménagement des grandes opérations

Tandis que dans le cas du système ETEA [57 - BOISSIER] ces modules concernent l'évaluation technique et économique de propositions de bâtiment d'habitation .

Pour le système X2A [12 - DUFAU] , version évoluée d'ETEA, il s'agissait d'intégrer dans un même poste de travail en plus des modules déjà existants, des modules supplémentaires destinés à l'évaluation de l'esquisse architecturale .

A coté de ces systèmes, il existe une autre catégorie de systèmes qui ont pour objectif de fournir au concepteurs une évaluation multicritère de leur proposition et de les assister dans la construction de solutions satisfaisants aux objectifs de préférence requis.

Dans ce type de systèmes, les interactions sont analysées et ensuite représentées en tant que telles afin de faciliter la maîtrise des conflits et d'arriver rapidement à une solution satisfaisante.

Les méthodes d'évaluations multicritères utilisées par ces systèmes sont nombreuses; elles permettent d'apprécier la qualité d'un projet et de classer un ensemble d'objets suivant des critères multiples.

Parmi ces méthodes , on trouve à titre d'exemples les méthodes développées par le centre scientifique et technique du bâtiment - C.S.T.B France -, par l'O.F.L Suisse, la méthode proposée par SAUCE [15 - SAUCE] qui vise à accélérer le processus d'amélioration de la qualité d'une esquisse architecturale ou encore la méthode proposée par LE GAUFFRE [44 - LE GAUFFRE] dans laquelle on cherche parmi les solutions non dominées par rapport à un ensemble de critères, celles qui vérifient les objectifs de qualités.

Il existe d'autres méthodes qui sont basées sur le principe de classement d'actions admissibles, parmi ces méthodes on trouve ELECTRE II [23 - ROY], que nous avons intégrée dans notre système.

2-2 AIDE A LA DECISION

2-2-1 GENERALITES

La décision peut être définie comme étant le choix qui résulte d'un processus mental amenant, le décideur à choisir

entre deux issues mutuellement exclusives d'une alternative l'une de ces issues plutôt que l'autre .

Ce choix n'est pas aléatoire mais il est influencé à la fois par l'état de la mémoire du décideur et par le flux d'information venant de l'extérieur; la décision est alors déclenchée par le calcul des processeurs d'information .

HERBERT SIMON [31 - LEVINE] distingue quatre phases dans le processus de décision :

- 1 - le recherche de l'information
- 2 - la conception
- 3 - le choix
- 4 - la révision des choix précédents

Nous allons dans ce qui suit développer ces quatre phases en prenant le choix d'une solution de plan de masse comme exemple .

Dans la première phase ,le concepteur part à la recherche d'informations pertinentes susceptibles de l'aider à trouver une issue au projet qu'il a en main; ainsi il sera amené à rechercher des documents relatifs au P.O.S ou des documents relatifs à des projets qui se sont déroulés dans la même zone que celle où se trouve la parcelle , à consulter des experts ... etc .

Dans la deuxième phase le concepteur conçoit des solutions possibles en se basant sur les informations recueillies dans la phase précédente.

A l'issue de cette seconde phase plusieurs solutions peuvent être mises au point; signalons aussi qu'un retour en arrière sur la première phase, pour complément d'information est tout à fait possible

La troisième phase concerne le choix proprement dit ou si l'on préfère la prise de décision.

A ce niveau le concepteur devra sélectionner une solution parmi toutes celles qu'il aura conçu; dans certain cas cette sélection pose peu de problèmes.

Pour construire des systèmes artificiels capables de résoudre des problèmes de décision qu'ils soient structurés ou non, NEWELL et SIMON ont commencé par analyser le comportement des décideurs, à partir des résultats de cet analyse, ils ont proposé un système d'aide à la décision appelé GENERAL PROBLEM SOLVER (G.P.S). [31 - LEVINE]

Ce qui caractérise ce type de système c'est leur flexibilité, c'est-à-dire leur aptitude à changer de méthode de résolutions; par exemple il faut pouvoir utiliser la méthode ELECTRE II plutôt que la méthode de PARETO ou tout simplement changer les paramètres de la méthode ELECTRE II dans une sélection multicritère d'une solution parmi plusieurs.

Pour cela, le système dispose d'une base de modèles de traitements et de représentations que l'utilisateur peut manipuler et enrichir sans contraintes particulières.

Dans le cas du G.P.S (figure ci-dessous), l'utilisateur soumet son problème au système (problem statement) qui lui permet de choisir (select method) à l'intérieur de la base des modèles (method store) à la fois le modèle de représentation qui convient au problème posé ainsi qu'un modèle de traitement.

Le système effectue ensuite les traitements (apply method) en utilisant une base de connaissance (internal general knowledge).

La représentation du problème de conception du plan de masse, comme nous le verrons par la suite s'adapte à celle qui est proposée par NEWELL et SIMON selon lesquels, pour un problème donné la résolution passe par plusieurs étapes ou états; la progression vers la solution se fait en basculant de l'état courant à un état «meilleur»; cette transition se fait à l'aide d'opérateurs qui permettent la réalisation d'une réduction de distance entre la solution envisagée et la solution finale.

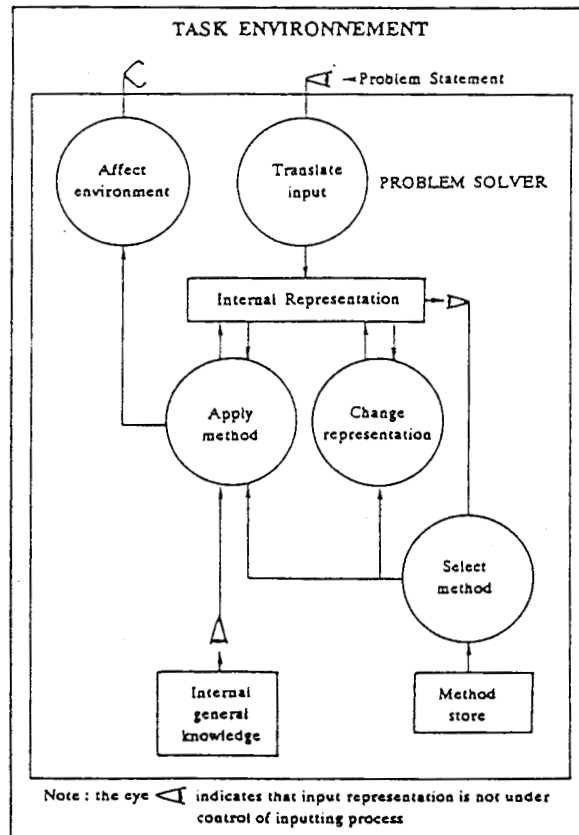


fig 4 : organisation générale de G.P.S [31 - LEVINE]

2-2-2 EXEMPLE D'OUTILS DECISIONNEL

Après avoir défini la décision, nous présentons dans ce paragraphe deux types de systèmes d'aide à la décision: système de traitement de l'information (S.T.I) et système interactif d'aide à la décision (S.I.A.D)

2-2-2-1 LE PARADIGME S.T.I

La quantification de l'information est due à SHANNON dans les années quarante; à partir de cette notion, H.SIMON a étudié le traitement de l'information par des systèmes artificiels.

Le résultat de ces études a été l'apparition des S.T.I .

Ce paradigme est fondé sur le principe suivant :

«il est possible de construire une théorie de l'esprit au niveau du traitement de l'information dans laquelle les processus informationnels seraient fondamentaux»

Un S.T.I est une mémoire qui enregistre ce qui se passe dans son environnement et qui réagit à chaque nouvelle information.

Les informations perçues sont transmises au processeur d'information du système; celui-ci procède alors aux traitements nécessaires en se servant des informations présentes en mémoire; à la fin du traitement un message est renvoyé à l'environnement externe.

2-2-2-2 LE CONCEPT S.I.A.D

Un S.I.A.D est un S.T.I de type particulier car il est orienté vers la résolution de problèmes en appliquant des méthodes de recherche heuristiques contrairement aux S.T.I classiques qui utilisent des méthodes algorithmiques.

La propriété fondamentale de ce type de système est l'interactivité qui consiste à laisser la majeure partie de la recherche au décideur.

Pour bien traduire cette notion d'interactivité, nous prenons l'exemple d'un programme classique d'optimisation (maximisation ou minimisation) qui à l'aide d'une fonction d'utilité cherche à trouver la meilleure solution en optimisant cette fonction .

Une telle procédure est rigide en ce sens que c'est le programme qui pratique la recherche suivant un algorithme prédéfini.

D'autre part la méthode de résolution une fois choisie ne peut être changée par la suite à moins d'intervenir au niveau du programme informatique.

Au contraire dans un S.I.A.D, c'est le décideur qui choisit la procédure de sélection à utiliser.

Il peut ensuite remplacer la procédure par une autre au cours de la résolution.

D'autre part la résolution d'un problème dans un programme classique s'effectue de manière algorithmique, toutes les structures de branchement s'effectuent automatiquement, alors que dans un système interactif certains branchements sont contrôlés par l'utilisateur .

Par exemple, pour passer d'un état du problème à un autre le système évalue le nouvel état puis renvoie ses évaluations au décideur qui décide ensuite s'il continue à partir de cet état ou non.

Ainsi ce qui caractérise les S.I.A.D est le fait que le passage à travers les états est avant tout contrôlé par le décideur .

2-3 MODELE CONCEPTUEL

La mise en place d'un modèle conceptuel des données demande l'application d'une méthode d'analyse à notre domaine.

Pour mieux cerner l'intérêt des méthodes d'analyse et de conception des systèmes d'information nous allons tout d'abord faire un bref tour d'horizon historique sur les méthodes d'analyse avant d'aborder la méthode retenue, que nous utilisons ensuite pour analyser le schéma conceptuel associé au plan de masse de bâtiment.

2-3-1 APPROCHE HISTORIQUE

La conception des systèmes d'information pour la gestion des organisations a fait l'objet de nombreuses études et publications ces dernières décennies.

Plusieurs générations de méthodes d'aide à la conception des «S.I» ont été proposées aux concepteurs; elles accompagnent l'évolution des organisations mais aussi des techniques informatiques.

La première génération date des années soixante; elle a vu l'apparition de deux types de méthodes antagonistes :

La méthode MINOS part de l'analyse des résultats pour atteindre les données et ensuite, à partir des données, on construit les traitements qui permettent de produire les résultats; cette approche est de type analytique.

Le principe de la méthode CORIG [53 - MALLET] est tout à fait différent; il consiste d'abord à rechercher puis à analyser les traitements et ensuite seulement d'aborder les données; cette approche est de type synthétique.

Les années soixante dix ont vu pour leur part l'apparition d'une deuxième génération de méthodes dont le caractère spécialisé était prépondérant.

Ces méthodes avaient pour première finalité la conception des bases de données

Les méthodes de la troisième génération ont eu pour souci de donner une vision généraliste des systèmes d'information.

La méthode MERISE, dont la mise au point remonte au début des années quatre vingts , est certainement la plus célèbre et est très utilisée dans la conception des «S.I» de plusieurs organisations.

Ainsi par exemple le C.S.T.B (PROJIBAT)[11-BOURDEAU] ainsi que le C.I.M.A (B.D PROJET) [35 - GUENA] ont eu recours à cette méthode pour mettre au point des modèles conceptuels des données d'un projet de bâtiment.

C'est cette méthode que nous avons retenue en raison de son caractère à la fois général et simple.

Elle se base à la fois sur l'approche systémique des organisations (décomposition en systèmes), et, sur le principe du formalisme «entité-relation» de CHEN [52 - CHEN].

2-3-2 DECOMPOSITION SYSTEMIQUE.

Partant du constat que toute ensemble organisé peut se décomposer en domaines que l'on peut appréhender de manière séparée, MERISE propose d'associer à chacun de ces domaines trois systèmes : un système opérant, un système de décision et un système d'information.

Mous allons maintenant voir en quoi consiste le rôle de chacun de ces systèmes :

A/ SYSTEME OPERANT « S.O »

Ce système est une interface de communication entre l'environnement externe et les systèmes d'information et de décision; c'est à travers ce système que s'opèrent la réception et l'émission des flux d'informations qui arrivent de l'extérieur ou qui partent de l'intérieur du «S.I».

les informations reçues peuvent être par exemple la description du contour de la plate-forme ou la marge de recul dans le cas d'un alignement ,tandis que le informations émises peuvent être par exemple l'admissibilité de l'emprise du bâtiment ou encore celle du profil en long du réseau d'assainissement.

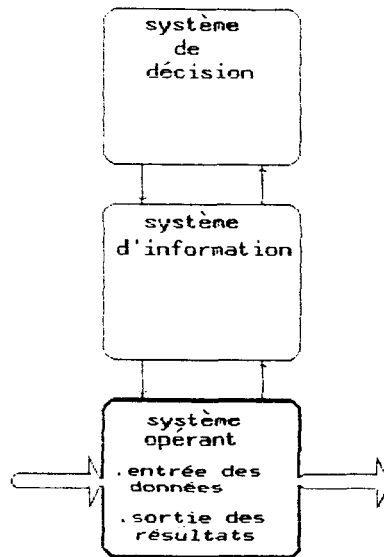


fig 5 : système opérant

B/ SYSTEME D'INFORMATION «S.I»

Couramment assimilé à un système de gestion de base de données il est la plate-forme de communication entre les acteurs agissant dans le processus.

Son rôle est de mémoriser les activités du système opérant et de permettre la consultation des informations .

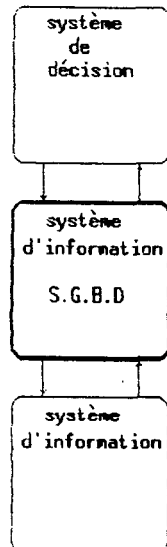


fig 6 : système d'information

Vu l'importance de ce système dans le contexte d'aide à la décision nous allons le détailler

Le «S.I» est une mémoire permanente qui enregistre les informations reçues [8 - ROLLAND].

Cependant, il convient de préciser que cette mémoire peut aussi réagir dès lors qu'il y a incompatibilité entre ces informations et la structure de représentation (modèle conceptuel).

Ainsi on peut distinguer deux modèles dans la composition d'un «S.I» ; un premier modèle «statique», représenté par la base d'informations, enregistre les données et les décisions; un deuxième modèle, «dynamique», représenté par un ensemble d'opération de traitement de données et de décisions qui permet de vérifier la cohérence des informations et la pertinence des décisions .

ARCHITECTURE DU «S.I»

Un «S.I» n'a pas de raison d'être si on ne lui associe pas un «existant» qui est un ensemble de références auxquelles font appel les acteurs lors du déclenchement d'une action comme le plan de masse par exemple.

L'architecture du «S.I» fait apparaître trois composantes principales :

- le modèle conceptuel
- la base d'information
- le processeur d'information

Le modèle conceptuel des données a pour fonction de décrire les différents états possible de l'existant.

La base d'information mémorise à un instant donné les données relatives aux objets de l'existant, conformément au modèle conceptuel.

Le processeur d'information représente le chef d'orchestre du «S.I»; il se charge de la réception des informations provenant du «S.O» ou du «S.D», contrôle la cohérence de ces informations (représentations ou décisions) à l'aide des règles du modèle et renvoie le compte rendu des différentes opérations accomplies .

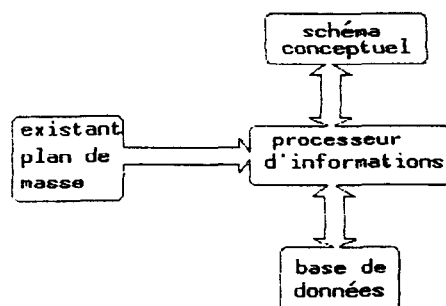


fig 7 : fonctionnement du système d'information

C/ SYSTEME DE DECISION «S.D»

Ce système est le siège de l'activité décisionnelle des acteurs qui participent à la prise de décision, il commande à la fois le système opérant et le système d'information.

Puisque nous voulons concevoir un système qui soit interactif au niveau de la prise de décision, ce système concerne l'ensemble des concepteurs, maîtres d'oeuvre ou techniciens.

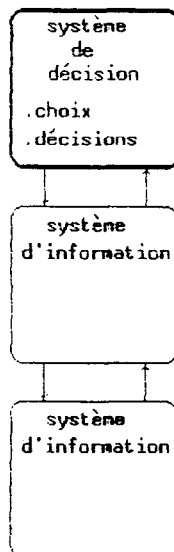


fig 8 : système de décision

2-3-3 FORMALISME «ENTITE RELATION»

Ce formalisme est basé sur les concepts d'entité et de relation; une entité est un objet qui peut être abstrait comme un alignement ou concret comme une canalisation tandis qu'une relation est une liaison qui peut exister entre plusieurs entités.

Les entités et les relations possèdent des propriétés ou attributs.

Une entité-type est une classe d'entités possédant des attributs communs, exemple les attributs communs aux occurrences de l'entité-type canalisation sont : section et pente.

Une relation-type est une relation reliant des entités-types, exemple étage composé de cellules.

Un attribut-type est une classe formée d'attribut identiques à toutes les instances d'entités ou de relations types, par exemple tous les étages possèdent un numéro.

Chaque entité-type possède un attribut-type particulier appelé identifiant, qui permet d'identifier ses instances, par exemple l'identifiant d'un étage c'est son numéro.

En outre chaque relation-type est caractérisée par sa collection ,sa dimension et sa cardinalité.

La collection est la liste des entités types concernées par la relation et la dimension est le nombre d'instances d'entités concernés par une instance de relation.

Exemple : étage composé de cellule.
collection : étage et cellule
dimension : 2 (exemple : rez-de-chaussée composé de garage).

La cardinalité d'une relation-type est un ensemble de couples d'entiers (n,m) associé chacun à une entité-type de la collection.

L'entier n indique le nombre minimum de fois où une occurrence de l'entité-type concerné apparaît dans une occurrence de la relation-type et m indique le nombre maximum

Par exemple dans la relation bâtiment est composé d'étages, une occurrence de bâtiment peut apparaître n fois, en effet un bâtiment peut posséder de un jusqu'à plusieurs étages, alors qu'un étage donné ne peut apparaître qu'une et une seule fois.

Dans ce cas on aura:
cardinalité :bâtiment $(1,n)$; étage $(1,1)$.

2-3-4 organigramme de synthèse .

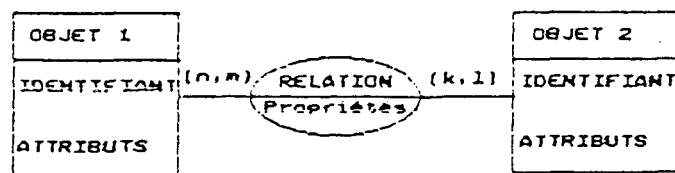


fig 9 : formalisme entité-relation

3 OBJET DE LA THESE

INTRODUCTION

L'objet de notre thèse est d'étudier la résolution des problèmes posés par la conception des plans de masses de bâtiments courant, en particulier les problèmes relatifs à la prise de décision multicritère, en utilisant le concept de système interactif d'aide à la décision.

Pour expliquer cela nous allons dans ce chapitre passer en revue les principaux volets de notre travail qui seront repris en détail par la suite dans la deuxième partie de ce mémoire.

Nous commencerons tout d'abord par préciser les phases par lesquelles nous sommes passés et les problèmes que nous avons rencontrés; ensuite nous parlerons des réponses que nous voulons apporter à ces problèmes .

3-1 LA PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Nous avons déjà fait l'hypothèse que notre étude concerne la conception des plans de masses de bâtiments, que l'échelle d'analyse est celle de la parcelle et que le niveau de conception est celui de l'avant-projet sommaire; dans cette phase hautement créative avec une multitude de solutions possibles, la solution d'aide est un S.I.A.D.

Alors le propos est de construire un S.I.A.D du moins d'étudier sa faisabilité.

Nous distinguons dans notre travail trois grandes phases:

Dans la première phase nous avons analysé le problème sous plusieurs aspects: pratique, technique, réglementaire, etc.

Cette analyse a surtout montré la nécessité de disposer d'un schéma conceptuel servant de base à l'organisation des informations relative à un projet quelconque et de fixer les objectifs et les critères par rapport auxquels seront jugées les solutions proposées.

Dans la deuxième phase nous nous sommes consacré à la recherche d'un mode de représentation du problème et de recherche progressive d'une solution à savoir la définition d'un référentiel permettant de repérer l'état d'avancement du processus de résolution du problème et la définition des actions qu'il faut appliquer à la solution courante pour la faire avancer vers une solution «satisfaisante».

Enfin dans la troisième phase nous avons recherché d'une part une méthode de déplacement dans le graphe d'état résultant de la phase précédente et d'autre part une méthode d'aide à la décision pour résoudre le problème de choix multicritère qui se pose.

Cette dernière méthode devra satisfaire aux conditions d'interactivité que sont les possibilités de modification des préférences du concepteur tout au long du processus de conception.

3-1-1 ANALYSE DES OBJECTIFS RETENUS ET DES CRITERES D'EVALUATION

Dans le paragraphe consacré au contexte du projet, nous avons présenté sommairement les objectifs techniques et réglementaires relatifs au projet plan de masse

Nous allons ici développer ces objectifs suivant leur contexte d'appartenance.

L'analyse de ces objectifs nous permettra de fixer les critères d'évaluation d'une proposition.

CONTEXTE URBANISTIQUE

Un règlement d'urbanisme a pour finalité de définir les règles suivant lesquelles doit s'effectuer l'organisation du plan de masse; ces règles concernent entre autres ,la détermination du volume bâti, sa position sur la parcelle,...

Les règles définies par ce règlement sont multiples et leur prise en compte bien qu'elle soit de nature à imposer des contraintes considérables au projet est nécessaire à une conception cohérente.

Dans le cas d'une zone dotée d'un P.O.S, ces règles sont contenues dans le deuxième titre du P.O.S qui comporte quinze articles [54 - D.D.E]:

Ces articles traitent les points suivants :

- utilisation du sol (articles 1 & 2)
- accès et voiries(articles 3)
- desserte par les réseaux (article 4)
- implantation par rapport à l'alignement (article 6)
- implantation par rapport aux limites séparatives (article 7)
- implantation par rapport à une autre construction (article 8)
- emprise au sol (article 9)
- hauteur relative et absolue (article 10)
- stationnement (article 12)
- espace libre et plantation (article 13)
- densité, C.O.S., dépassement du C.O.S.(articles 14 & 15)

Les points pris en compte dans notre travail concernent le volume constructible (articles 7 & 10), la densité (articles 14 & 15) l'emprise au sol(article 9) et la plate-forme d'implantation (articles 7)

Chacun de ces points apporte des éléments de réponse aux questions suivantes :

- 1 - comment construire (articles 6,7,9 & 10)?
- 2 - combien construire (article 14 & 15)?

Volume constructible (articles 7 & 10)

Par volume constructible on entend une enveloppe maximum à l'intérieur de laquelle doit être contenu le bâtiment, celle-ci est définie en fonction d'une hauteur maximum autorisée en chaque point de la parcelle

La détermination de cette hauteur maximum se fait à partir des règles de prospect (art 7) et de hauteurs absolue et relative (art 10)

Règle de prospect

La hauteur d'une construction peut être tributaire de son éloignement par rapport à la limite séparative de la parcelle.

La règle générale est que sur toute la longueur de la limite séparative, la marge d'isolement L d'un bâtiment qui n'est pas construit sur ces limites, doit être telle que la différence de niveau H entre tout point de la construction projetée et le point bas le plus proche de la limite séparative vérifie :

$$H < n * L + m$$

Si le bâtiment est construit sur la limite séparative et si la distance comptée à partir de l'alignement est supérieure à vingt mètres alors, la hauteur sur la limite séparative ne doit pas dépasser trois mètres.

Règles de hauteur

a- hauteur relative

En règle générale la différence de niveau H entre tout point d'un bâtiment et le point le plus proche appartenant à l'alignement opposé ne doit pas dépasser la distance L comptée horizontalement entre ces deux points.

b- hauteur absolue

La hauteur absolue fixe un seuil maximal pour les hauteurs en tout points de la construction.

Critère d'évaluation :

Le critère qui nous permet d'analyser l'objectif volume constructible est dans ce cas la hauteur de tout point caractéristique du projet H_p (sommets des arêtes).

On doit vérifier que : $H_p < \min(H_{\max}, n * L_{\text{sép}} + m, L_{\text{opp}})$

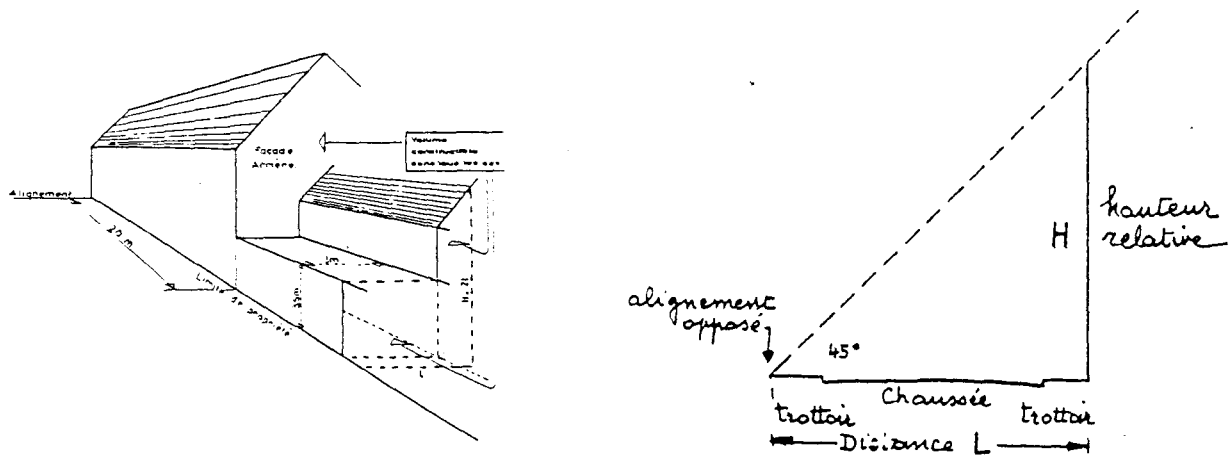


fig 10 : règles de prospect et de hauteur

Densité (articles 14 & 15)

Le coefficient d'occupation du sol (C.O.S.) est un rapport qui fixe une limite maximum à la surface hors oeuvre nette du projet :

$$\text{C.O.S.} = \text{s.h.o.n} / \text{s.p}$$

s.h.o.n

La surface hors oeuvre brute du projet est la somme des surfaces de plancher de chaque étage du bâtiment; la surface hors oeuvre nette dans ce cas est égale à la surface hors oeuvre brute diminuée :

- a- des surfaces de plancher hors oeuvre des cellules non habitables (combles et sous sols)
- b- des surfaces de plancher hors oeuvre des terrasses , loggias, balcons.... etc
- c- des surfaces de plancher hors oeuvre des parties de bâtiments aménagés pour le stationnement des véhicules.

s.p

C'est la surface total de la parcelle sur laquelle doit être construit le bâtiment

Critère d'évaluation :

Le critère d'évaluation est ici la s.h.o.n.

Emprise au sol (article 9)

L'emprise au sol du bâtiment qui ne doit pas être confondue avec la plate-forme d'implantation est déterminée par la surface que la projection verticale des constructions (balcons exclus) peut occuper sur le terrain.

Elle s'exprime par le rapport de la surface projetée à la surface totale de la parcelle; ce rapport exprime un pourcentage appelé «coefficient d'emprise au sol».

Critère d'évaluation :

Le critère d'évaluation est ici la surface de la projection verticale qui s'obtient à partir de l'enveloppe des projections de tous les niveaux.

Polygone d'implantation (article 6)

L'implantation du bâtiment peut être déterminée à partir de l'alignement ou de l'axe de circulation.

Dans les deux cas, le bâtiment doit être implanté soit :

- à l'alignement
- à n mètres de l'alignement ou de l'axe de circulation
- à l'alignement de fait des constructions existantes.

Critère d'évaluation :

L'application des règles précédentes à la parcelle permet de construire le polygone d'implantation qui doit contenir la plate-forme du bâtiment; dans ce cas le critère d'évaluation est le contour représentant cette plate-forme.

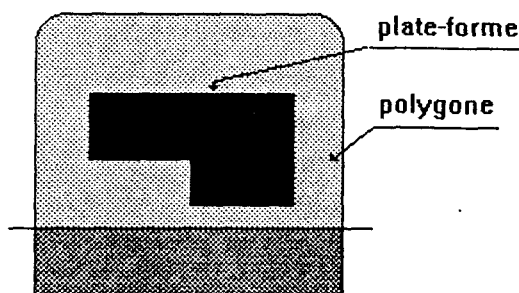


fig 11 :polygone et plate-forme d'implantation

CONTEXTE TECHNIQUE

L'assainissement regroupe un certain nombre de techniques servant à évacuer de manière gravitaire les eaux propres (E.P) ou polluées (E.U) provenant des bâtiments et des parties imperméables de la parcelle (voiries, parkings); cette évacuation se fait vers un exutoire spécialement aménagé .

Deux types de systèmes peuvent être adoptés : unitaire ou séparatif.

Le choix d'un système dépend en premier lieu du type de système pré-existant ou projeté pour le réseau public.

Le schéma ci après décrit de manière globale le processus de conception des réseaux pris en compte dans la mise au point du plan de masse.

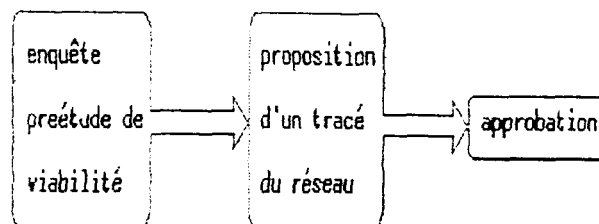


fig 12 : processus de conception des réseaux

Pré-étude de viabilité

Cette phase correspond aux études préliminaires; le but est de recenser les possibilités offertes par le site d'accueil en matière d'assainissement: type de réseau public (s'il existe), caractéristiques techniques et technologiques, le niveau du fil d'eau, le débit admissible, etc...

Le choix et la conception du réseau dépendent en grande partie des résultats de ces enquêtes.

Proposition d'un tracé du réseau

Les résultats de la phase précédente permettent aux concepteurs de proposer un premier tracé (sommaire) du réseau; cette proposition tient compte à la fois des données précédentes et des données du projet (type d'installation interne au bâtiment, positions des points de départ ,...etc)

Remarque :

Si la position des points de départ du bâtiment peut être connue à partir des données du projet, la position du point de raccordement est souvent indéterminée; plusieurs solutions peuvent alors être avancées; le choix d'une solution se fait souvent par rapport à des critères économiques lorsque les critères techniques sont satisfaits .

Dans notre étude nous supposons que le réseau public existe et que les points suivants sont connus :

- 1 / le type du réseau public.
- 2 / le seuil technique pour le niveau de raccordement (côte).
- 3 / le seuil technique pour le débit à évacuer.

Le premier point fixe le choix du système pour le réseau privé, le second point fixe la profondeur maximum du point de

raccordement sur le réseau public, le troisième point fixe le débit maximum qu'il est possible d'évacuer.

Approbation du tracé

Cette phase s'effectue en même temps que la phase d'approbation du plan de masse par le maître d'ouvrage.

A ce niveau de décision le seul critère de choix est un critère économique (coût des V.R.D).

Les objectifs que nous prenons en compte concernent le profil en long du réseau interne à la parcelle et le niveau de raccordement de ce réseau avec le réseau public.

Avant de définir le profil en long et le niveau de raccordement, nous allons d'abord décrire les objets composant le réseau.

Éléments composant le réseau

Les éléments qui composent en général un réseau d'assainissement sont, de l'amont (bâtiment) vers l'aval (réseau public) les suivants:

a- regards-bâtiment:

Ces éléments assurent la liaison entre le bâtiment et le réseau interne, ils ont pour fonction de collecter les effluents provenant des bâtiments et des parties imperméables de la parcelle; leurs emplacements dépendent des données du projet (position des points de départ vers le réseau).

Les dispositions techniques concernent, parmi d'autre, les dimensions: diamètre (ouvrage circulaire) ou coté (ouvrage carré) et la côte radier (profondeur) qui fixe des limites au profil en long.

b- canalisations:

Ces éléments assurent la circulation des effluents à travers la parcelle; les paramètres techniques à prendre en compte sont, entre autres, la pente, la section, le débit, la côte radier de l'extrémité amont qui coïncide avec la côte radier de l'élément de raccord en amont et la côte radier de l'extrémité aval qui doit être supérieure à la côte radier de l'élément de raccord qui se trouve à cet endroit.

c- regards-jonction:

Ces éléments servent à relier plusieurs canalisations entre elles; ils sont généralement placés au niveau des changements de direction ou au niveau des branchements.

Les dispositions techniques sont identiques à celles des regards bâtiments.

d- regards-façade:

A l'opposé des regards-bâtiments, ces éléments, assurent la liaison entre le réseau interne et le réseau public; ils sont dans ce cas placés à la limite du domaine public.

Les dispositions techniques sont les mêmes que les précédentes; la cote radier de ces éléments fixe la limite pour le niveau de raccordement.

Les objectifs pris en compte dans notre travail sont le choix du profil en long et la détermination du niveau de raccordement.

profil en long

Le profil en long du réseau dépend de celui de chaque canalisation; celles-ci doivent être contenues au sein d'une enveloppe qui est limitée supérieurement par une hauteur minimum de recouvrement et inférieurement par une profondeur minimum pour le drainage des sous sols des bâtiments.

critères d'évaluation

Les critères qui nous permettent de juger le profil en long du réseau sont les cotes radiers des ouvrages de raccord regard-bâtiment et regard-jonction.

niveau de raccordement

Le raccordement au réseau public se fait en limite du domaine public, à l'emplacement du regard de façade.

Le niveau de raccordement doit se trouver au dessus du niveau admissible.

critère d'évaluation

Le critère qui nous permet de juger la cohérence du niveau de raccordement est la côte radier du regard de façade

3-1-2 LA REPRESENTATION DU PROBLEME PAR UN ESPACE DE RESOLUTION

Un S.I.A.D. repose entre autres sur les notions d'interactivité et d'espace de résolution.

L'interactivité signifie que la recherche d'une solution est contrôlée par le concepteur .

D'autre part, cette recherche se fait par rapport à un espace de résolution qui se compose essentiellement d'un espace d'états, d'un champ des opérateurs et d'une base d'information relative à l'état courant.

Ainsi, l'espace de résolution décrit l'environnement de résolution du problème

Espace des états associés

En ce qui concerne la résolution du problème relatif à la conception du plan de masses nous avons identifié deux espaces des états; l'un est relatif à la structure (problème urbanistique), l'autre est relatif à l'infrastructure (problème des réseaux enterrés) .

L'état courant du problème est défini en fonction du nombre de critères vérifiant le seuil d'admissibilité locale.

Cette définition permet de partitionner l'espace des états en plusieurs sous ensembles ou niveaux ; chaque niveau contient les états possédant le même nombre de critères vérifiés.[43 - BEZZAZI].

Champ des opérateurs

Un opérateur « O_{ij} » définit les transformations admissibles permettant de faire progresser le problème de l'état courant « E_i » vers un état meilleur « E_j » .

$$O_{i-j} : E_i \longrightarrow E_j$$

Il est obtenu par application d'une combinaison d'actions élémentaires à l'objet en cours de conception .

Exemple:

Pour passer de l'état $E_{1,1}$ où aucun critère n'est vérifié à l'état $E_{1,2}$ où seul le critère surface-nette est vérifié il faut appliquer l'opérateur O_{1-2} qui permet de modifier ce critère .

Les actions relatives à cet opérateur vont agir sur les variables de décision des objets cellules et étages; ces variables sont les positions des sommets des polygones et les actions opèrent des transformations sur ces polygones.

A chaque couple d'états on peut associer zéro, un ou plusieurs opérateurs prédéfinis .

Parmi ces opérateurs on distingue les opérateurs simples qui sont associés à un couple d'états appartenant à deux niveaux consécutifs et les autres qui sont des combinaisons d'opérateurs simples.

ANALYSE D'UNE PROPOSITION

La solution proposée par le concepteur est analysée par rapport aux objectifs précédents.

L'évaluation des critères se fait à l'aide des règles de l'art; ainsi dans le cas de l'objectif niveau de raccordement le critère d'évaluation dépend des attributs de l'objet canalisation (pente, section et débit); ces trois attributs sont calculés à partir d'abaques ou de tableaux utilisant la formule de BAZIN [56 - COSTE].

TRAITEMENT D'UNE SOLUTION

La solution proposée par le concepteur est traitée à deux niveaux:

Premier niveau

Il s'agit dans ce premier niveau de vérifier l'admissibilité de la solution par rapport aux seuils techniques; chaque critère est ainsi évalué ensuite comparé à ces seuils; à l'issue de cette étape un constat global est déduit et peut conduire à deux cas de figure :

- tous les critères sont vérifiés, la solution est alors localement admissible.
- certains critères ne le sont pas, dans ce cas la solution n'est pas admissible.

Dans le cas d'une non admissibilité locale de la solution, le concepteur apporte des modifications; ainsi, par exemple, dans le cas du réseau, la modification du débit conduit à modifier la pente et par conséquent le niveau.

Plusieurs variantes pour la proposition courante peuvent ainsi être proposées; une analyse multicritères permet de choisir parmi ces variantes la plus performante.

Deuxième niveau :

Ce deuxième niveau concerne le choix multicritère d'une solution parmi plusieurs.

Comme on le verra par la suite à partir d'une solution qui n'est pas localement admissible il est possible de générer de nouvelles solutions.

A partir de là le concepteur choisit compte tenu des critères dont il dispose la solution qui lui permet de se rapprocher d'une solution admissible et satisfaisante .

3-2 ASPECT GRAPHIQUE DU PROJET.

3-2-1 OUTIL DE DEVELOPPEMENT.

La conception du plan de masse conduit à la mise au point d'une esquisse; dans celle-ci les éléments figurant dans le plan de masse sont représentés par des objets graphiques bidimensionnels .

Le graphisme à côté d'autre procédés (synthèse d'image, construction de maquette) joue un rôle très important en tant qu'outil de visualisation du projet; c'est ainsi que nous avons choisi ce type de procédé pour la réalisation de la maquette informatique.

D'autre part pour répondre à l'interactivité, principale propriété du système, nous avons orienté notre choix vers un système graphique interactif; celui que nous avons utilisé dans le développement de cette application, est le standard G.K.S.

3-2-2 REPRESENTATION DE LA PARCELLE, DU BATIMENT ET DU RESEAU.

3-2-2-1 REPRESENTATION DES OBJETS PROPRES AU BATIMENT

PLATE-FORME

La plate-forme représente l'emprise effective du bâtiment au sol, c'est un contour polygonale limité par les murs des façades en liaison directe avec les fondations.

Etage

L'étage représente un objet volumique qui se situe dans l'espace, cet objet se compose d'unités volumiques interne et externe (U.V.I, U.V.E). [35 - GUENA].

Il est limité horizontalement par deux plans (plafond et plancher) et verticalement par une surface réglée (façade).

L'intersection de la surface avec les deux plans définit deux polygones identiques mais qui se situent à des niveaux différents (translation verticale).

Cellule

La cellule représente une unité volumique emboîtée dans l'objet étage, à ce titre sa représentation est en partie liée à celle de cet objet.

Les deux polygones verticaux limitant la cellule sont inclus respectivement dans les polygones limitant l'étage.

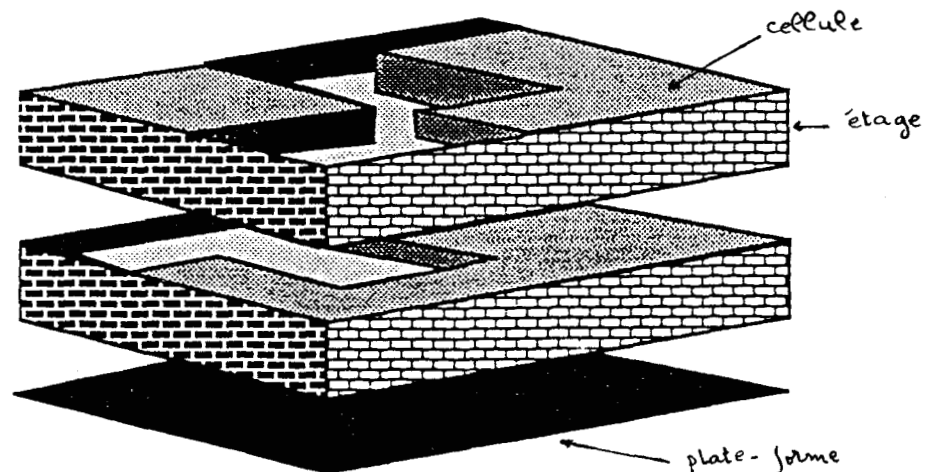


fig 13 : les objets du bâtiment

3-2-2-2 REPRESENTATION DES OBJETS PROPRES AU RESEAU

Le réseau dans sa structure se compose de deux éléments fondamentaux, les canalisations et les raccords.

Pour représenter le réseau il existe deux modes, suivant que l'on s'intéresse au tracé en plan ou au profil en long; dans le premier cas le réseau peut être représenté par une arborescence; dans le second cas, celui qui nous intéresse, le réseau peut être représenté par un ligne brisée.

Dans les deux cas les arcs ou les segments représentent les canalisations et les noeuds ou les sommets représentent les éléments de raccord.

La figure ci dessous représente le profil en long d'un reseau.

La representation graphique (linge brisée) est déduite de ce schéma.

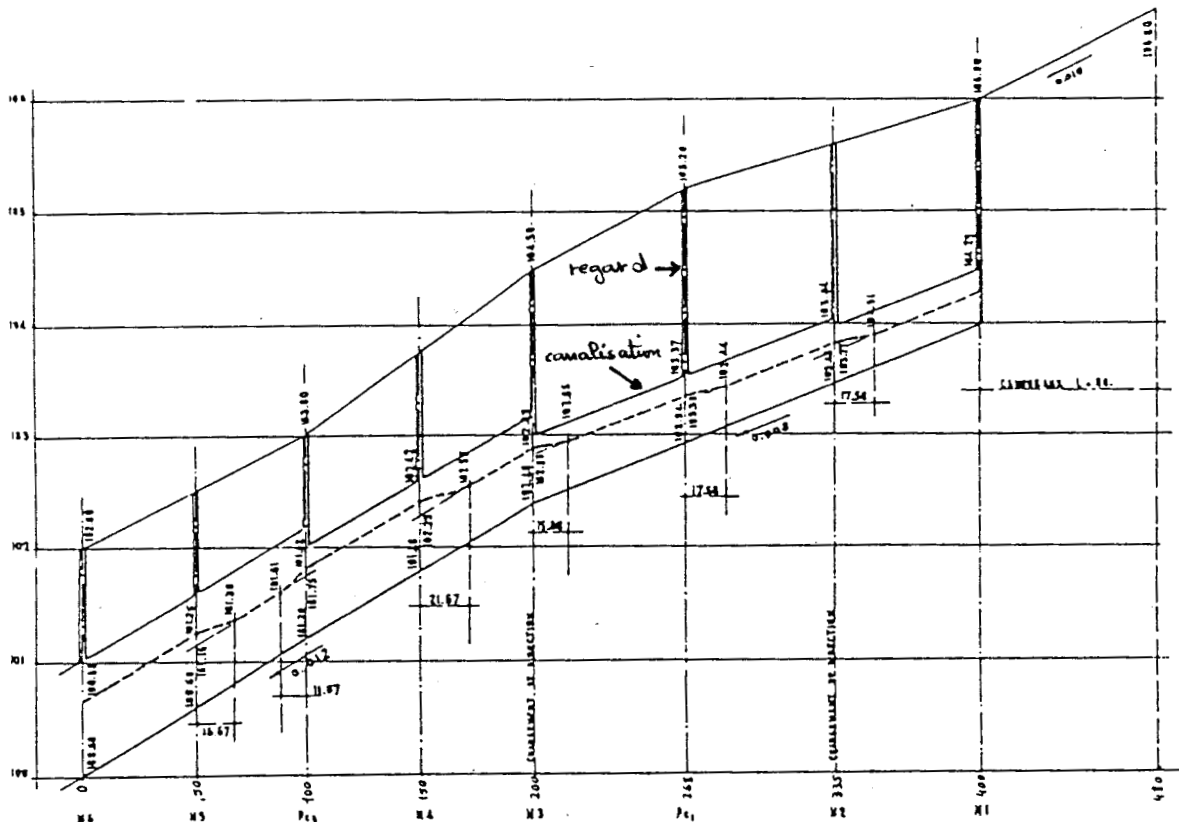


fig 14 : les objets du réseau

3-2-2-3 REPRESENTATION DES OBJETS PROPRES A LA PARCELLE OU ASSOCIES.

Les objets qui composent la parcelle sont la limite séparative et le front-à-rue; ces deux objets sont représentés dans le plan par des polygones adjacents; la parcelle dans ce cas est représentée par un contour polygonal.

Les objets associés à la parcelle, alignement, axe de circulation, alignement opposé sont représenté par des polygones parallèles entre elles.

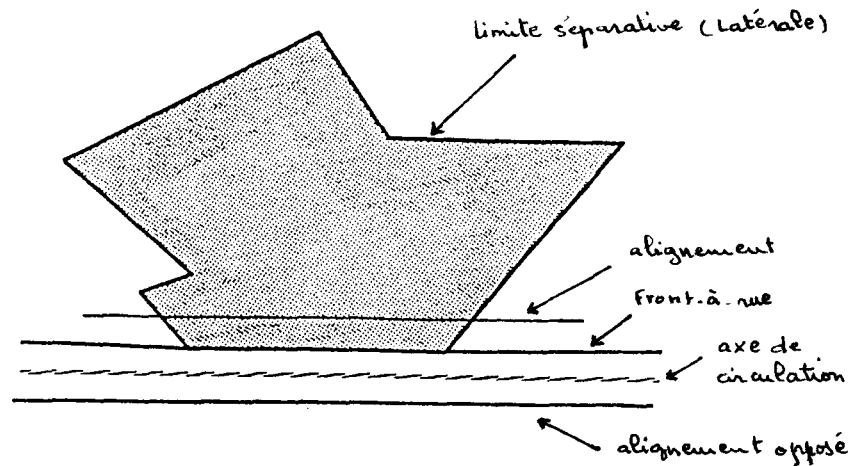


fig 15 : les objets de la parcelle

TABLEAU DES REPRESENTATIONS GRAPHIQUES

entité	objet graphique
parcelle	polygone
limite séparative	polyligne
front-à-rue	polyligne
alignement	polyligne
axe de voirie	polyligne
alignement opposé	polyligne
réseau	arborescence
regard-bâtiment	point
regard-jonction	point
regard-façade	point
canalisation	segment
plate-forme	polygone
étage	polygone
cellule	polygone
bâtiment	volume

3-3 PLAN DE L'ETUDE

Le plan de l'étude que nous avons suivi pour répondre au cahier des charges est le suivant:

Dans un premier temps, nous utilisons l'approche systémique pour définir le système de résolution de notre application plan de masse.

Nous précisons successivement les quatres aspects de ce système : aspects structurel, fonctionnel, évolutif et décisionnel.

Aspect structurel

Pour décrire cet aspect nous représentons la structure d'organisation du système d'information par différents schémas externes et par un schéma conceptuel global.

Aspect fonctionnel

Cet aspect concerne essentiellement la définition des méthodes d'évaluation multicritère qui permettent d'analyser une proposition ou une modification de proposition et de juger son admissibilité .

Aspect évolutif

Ici nous étudions l'espace de résolution de l'application plan de masse en précisant comment est défini un état ensuite en explicitant l'ensemble des états relatifs au problème des réseaux et celui relatif au problème du bâtiment.

Aspect décisionnel

En premier il faut définir le cadre général de la problématique d'aide à la décision; ceci nous amène à analyser les divers types de méthodes existantes; à partir de cette analyse et compte tenu du cahiers des charges concernant les caractéristiques du système de résolution en particulier l'aspect interactif nous mettons en place une méthode.

Dans un deuxième temps nous aborderons la réalisation d'une maquette informatique pour valider cette recherche.

Nous testerons alors notre étude et la maquette informatique sur un exemple.

Cette illustration sera décomposée en plusieurs phases allant de la construction de la base d'information jusqu'à la résolution complète en passant par le choix multicritère d'une variante.

CONCLUSION

Pour construire l'espace de résolution de notre application nous avons tout d'abord analysé les objectifs retenus et proposé des critères d'évaluation.

Ensuite nous avons défini l'état d'une solution et les niveaux de traitements qui permettent, après évaluation des critères, de déterminer l'état courant et de choisir une nouvelle solution parmi un ensemble de variantes.

L'aspect graphique du projet nous a conduit à associer à chacun des objets du plan de masse une représentation graphique; ces représentations seront intégrées par la suite au niveau du système d'information informatique .

Enfin, nous utiliserons l'approche systémique pour définir le système de résolution et nous présenterons l'outil informatique que nous avons réalisé.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

Pour conclure cette première partie nous allons rappeler les principaux points que nous avons évoqué.

Nous avons tout d'abord présenté le contexte du projet plan de masse de bâtiment .

Cette présentation nous a permis d'identifier les objets du plan de masse et de mettre en évidence l'environnement multiobjectif du projet.

Les objectifs pris en compte sont classé en deux catégorie: techniques et réglementaires

Ensuite nous avons dégagé deux problèmes, le premier est un problème de gestion d'information provenant du projet et le second est un problème de prise de décision face à un choix multicritère d'une solution.

Après avoir analysé différents types de réponses à notre problème (C.A.O,...), nous proposons comme réponse la construction d'un modèle conceptuel pour les données du projet ainsi que la construction d'un espace de résolution.

Ces réponses nous conduisent à utiliser une approche de type système interactif d'aide à la décision; l'utilisation de cette approche fait l'objet de la deuxième partie de ce travail.

deuxième partie :

**POUR UN SYSTEME INTERACTIF D'AIDE
A LA DECISION POUR LES PLANS DE MASSES**

INTRODUCTION

Le recherche et l'obtention d'une solution optimale pour le plan de masse sont difficiles pour plusieurs raisons, parmi celles-ci: la présence dans un ensemble organisé d'objets différents par leurs natures; l'obligation de respecter une multitude de contraintes (techniques, réglementaires, architecturales, économiques, etc).

En outre, la phase de conception dans laquelle se situe la mise au point du plan de masse est la phase d'avant projet sommaire ; c'est une phase dans laquelle les degrés de liberté concernant les décisions à prendre sont très importants et où l'objet «plan de masse» en cours de conception ne cesse d'évoluer.

Pour cette phase de conception et pour ce domaine, il n'existe pas actuellement d'outils informatiques sur le marché qui puissent apporter une véritable aide à la décision.

Dans cette deuxième partie nous montrons que l'approche S.I.A.D retenu répond d'une part au besoin de maîtrise globale du projet (aspect évolutif) et d'autre part au souhait de conception d'objet de meilleure qualité (aspect multicritère).

Dans la première partie , nous avons vu qu'un système interactif d'aide à la décision est avant tout un système de traitement de l'information et que, pour que celui-ci puisse agir, il faut un champs d'actions; ici, nous identifions comme champ d'action, le système d'information relatif au plan de masse et à son environnement.

Dans le premier chapitre de cette partie pour proposer un modèle conceptuel des données nous utilisons le formalisme «entité-relation», ce formalisme est celui que propose la méthode MERISE pour la conception des systèmes d'information.

A partir de ce modèle conceptuel, nous présentons dans le deuxième chapitre l'espace de résolution; celui ci est composé de l'espace des états et du champs des opérateurs qui permettent de passer d'un état courant du projet à un état «meilleur».

Enfin le troisième chapitre est consacré à l'approche multicritère du problème d'aide à la décision qui se pose durant le processus de résolution .

Ce problème concerne le choix des opérateurs à appliquer pour évoluer dans l'espace des états.

1 MODELE CONCEPTUEL «PLAN DE MASSE».

INTRODUCTION

Dans ce paragraphe nous abordons la modélisation du plan de masse en utilisant les concepts méthodologique contenus dans la méthode MERISE que nous avons développés dans la première partie.

1-1 LES ELEMENTS DU PLAN DE MASSE

Nous avons identifié dans la première partie de ce rapport les trois principaux éléments du plan de masse : parcelle, bâtiment, réseau; nous les appellerons domaines dans le contexte MERISE.

A chacun de ces trois domaines , nous associons un modèle externe correspondant à une application ou plusieurs applications .

Exemples d'applications:

Parcelle : identification du polygone d'implantation, tracé des réseaux

Bâtiment : vérification du volume constructible, de la densité ... etc

RESEAU : étude du profil en long, la cohérence de niveau

Chaque modèle externe décrit de manière statique un domaine particulier il permet ainsi la construction d'une partie de la base d'information du «S.I»

La synthèse de ces modèles permet de construire le modèle conceptuel globale relatif à l'existant «plan de masse».

Les modèles externes que nous allons présenter ne sont pas les seuls possibles; ils pourraient être ou devenir autre dans un contexte technique ou réglementaire différent.

A/ LE MODELE EXTERNE : PARCELLE

Pour la parcelle les entités retenues sont :

«parcelle»

«limite séparative»

«front-à-rue»

«alignement»

«axe de circulation»

«alignement opposé»

DEFINITION DES ENTITES

entité : «parcelle»

définition : c'est une surface plane limitée par une
polyligne fermée .

identifiant: numéro.

attribut : points sommets , surface

entité : «limite séparative»

définition : c'est une polyligne ouverte marquant la
frontière de la parcelle avec les domaines
publics adjacents.

identifiant: nom ou numéro

attribut : liste de points consécutifs; chacun de ces
points est connu par ses coordonnées
cartésiennes repérées dans le repère du plan
de masse.

entité : «front-à-rue»

définition : c'est une polyligne qui marque la frontière
de la parcelle avec les domaines privés
adjacents.

identifiant: nom ou numéro

attribut : Liste de points consécutifs.

entité : «alignement»

définition : c'est une polyligne qui marque la marge de
recul interne à la parcelle

identifiant: nom ou numéro

attribut : liste de points consécutifs.

entité : «axe de circulation»

définition : c'est une polyligne qui définit l'axe central
de la voirie elle représente un axe
de référence pour l'alignement .

identifiant: nom ou numéro

attribut : liste de points consécutifs.

entité : «alignement opposé»

définition : c'est une polyligne qui définit la marge de recul interne à la parcelle opposée ,elle constitue un repère pour l'évaluation de la hauteur du bâtiment.

identifiant: nom ou numéro

attribut : liste de points consécutifs.

DEFINITION DES RELATIONS

relation : parcelle possède limite séparative

définition : cette relation permet d'identifier le type de la parcelle .

dimension : 2

composantes: parcelle
limite séparative

cardinalité: parcelle (1,1)
limite séparative (1,1)

relation : parcelle possède front à rue

définition : cette relation permet aussi d'identifier le type de la parcelle .

dimension : 2

composantes: parcelle
front à rue

cardinalité: parcelle(1,1)
front à rue (1,1)

relation : limite séparative adjacente à front-à-rue.

définition : cette relation permet d'identifier les points sommets communs à la limite séparative et au front-à-rue à partir de leurs attributs.

dimension : 2

composantes: limite séparative
front -à- rue

cardinalité: limite séparative (1,1)
front -à- rue (1,1)

relation : alignement parallèle à front-à-rue

définition : cette relation situe l'alignement
par rapport au front -à- rue .

dimension : 2

composantes: alignement
front -à- rue

cardinalité: alignement (1,1)
front -à- rue (1,1)

relation : alignement parallèle à axe de circulation

définition : cette relation permet de situer l'alignement
par rapport à l'axe de circulation

dimension : 2

composantes: alignement
axe de circulation

cardinalité: alignement (1,1)
axe de circulation (1,1)

relation : alignement opposé parallèle à axe de circulation.

définition : cette relation situe l'alignement
opposé par rapport à l'axe de circulation.

dimension : 2

composantes: alignement opposé
axe de circulation

cardinalité: alignement opposé (1,1)
axe de circulation (1,1)

Les entités et les relations de cette vue externe sont représentés ci-après par un schéma graphique.

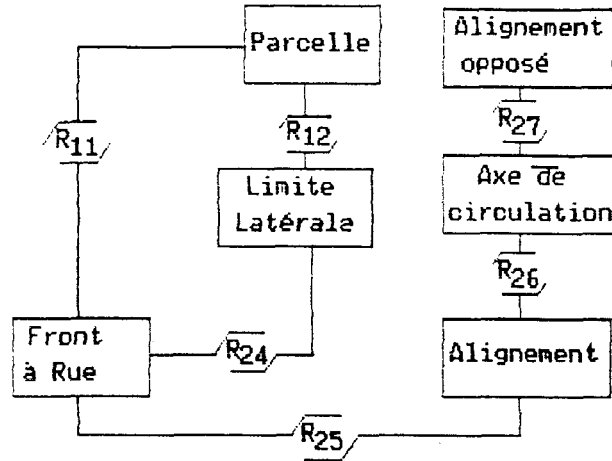


fig 16 : vue externe parcelle

B/ LE MODELE EXTERNE : BATIMENT

Pour le bâtiment les entités retenues sont:

«bâtiment»

«plate-forme»

«étage»

«cellule»

DEFINITION DES ENTITES

entité : «bâtiment»

définition : c'est le volume contenant tous les locaux
sa géométrie est déduites de celle des étages

identifiant: nom ou numéro

entité : «plate-forme»

définition : c'est une surface fermée limitée par un
contour polygonal; elle décrit l'emprise
effective du bâtiment sur la parcelle.

identifiant: nom ou numéro

attribut : points sommets

entité : «étage»

définition : c'est une surface fermée limitée par un contour polygonal; elle décrit le contour extérieur de chaque niveau du bâtiment.

identifiant: nom ou numéro

attribut : points sommets , surface .

entité : «cellule»

définition : c'est une surface fermée limitée par un contour polygonal; elle décrit le contour des cellules non habitables.

identifiant: nom ou numéro

attribut : points sommets , surface .

DEFINITION DES RELATIONS

relation : bâtiment composé de plate-forme

définition : relation de composition

dimension : 2

composantes: bâtiment
plate-forme

cardinalité: bâtiment (1,1)
plate-forme (1,1)

relation : bâtiment composé d'étages

définition : relation de composition

dimension : 2

composantes: bâtiment
étage

cardinalité: bâtiment(1,n)
étage(1,1)

relation : étage composé de cellule

définition : relation de composition

dimension : 2

composantes: étage
cellule

cardinalité: étage(1,n)
cellules(1,1)

Les entités et les relations de cette vue externe sont représentées ci-après par un schéma graphique .

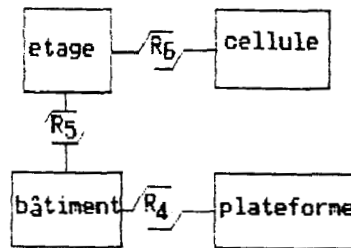


fig 17 : vue externe bâtiment

C/ LE MODELE EXTERNE : RESEAU

Dans la première partie de ce travail , nous avons précisé le type de réseau retenu pour cette application ; il s'agit du réseau d'assainissement .

Dans ce cas les entités retenus sont :

«réseau»

«canalisation»

«regard-bâtiment»

«regard-jonction»

«regard-façade»

DEFINITION DES ENTITES

entité : «réseau»

définition : c'est une arborescence; les arcs représentent les canalisations et les noeuds représentent les raccords . Le sommet représente le regard de façade et les noeuds pendants représentent les regards - bâtiments.

identifiant: unitaire ou séparatif.

entité : «canalisation»

définition : c'est un élément rectiligne et cylindrique de section circulaire ou ovoïde ; c'est la principale composante du réseau à travers laquelle transitent les eaux.

identifiant: numéro de tronçon.

attribut : section.
pente.

entité : «regard - bâtiment»

définition : c'est un élément volumique de forme carrée ou cylindrique qui permet de relier le bâtiment au réseau .

identifiant: numéro de tronçon

attribut : côte radier
débit

entité : «regard - jonction»

définition : c'est un élément volumique de forme carrée ou cylindrique qui permet de relier une canalisation à une autre

identifiant: numéro de tronçon

attribut : côte radier
débit

entité : «regard - façade»

définition : c'est un élément volumique de forme carré ou cylindrique qui permet de relier le réseau privé au réseau public.

identifiant: numéro

attribut : côte radier
débit

DEFINITION DES RELATIONS

relation : réseau possède regard-bâtiment

définition : cette relation permet d'identifier l'élément de raccord assurant la liaison entre le bâtiment et le réseau

dimension : 2

composantes: réseau
regard-bâtiment

cardinalité: réseau(1,n)
regard-bâtiment(1,1)

relation : réseau possède canalisation

définition : cette relation permet d'identifier les canalisations du réseau.

dimension : 2

composantes: réseau
canalisation

cardinalité: réseau(1,n)
canalisation(1,1)

relation : réseau possède regard-jonction

définition : cette relation permet d'identifier l'élément de raccord qui assure la liaison entre les canalisations du réseau .

dimension : 2

composantes: réseau
regard-jonction

cardinalité: réseau (1,n)
regard-jonction (1,1)

relation : réseau possède regard-façade

définition : cette relation permet d'identifier l'élément de raccord qui assure la liaison entre le réseau privé et le réseau public

dimension : 2

composantes: réseau

regard-façade

cardinalité: réseau (1,n)
regard-façade (1,1)

relation : regard-bâtiment relié à canalisation

définition : cette relation définit la liaison qui existe
entre l'élément regard de façade et
l'élément canalisation .

dimension : 2

composantes: regard-bâtiment
canalisation

cardinalité: regard-bâtiment (1,1)
canalisation (1,1)

relation : regard-jonction relié à canalisation

définition : cette relation définit la liaison qui existe
entre l'élément regard -jonction et
l'élément canalisation .

dimension : 2

composantes: regard-jonction
canalisation

cardinalité: regard-jonction (1,n)
canalisation (1,2)

relation : regard-façade relié à canalisation

définition : cette relation définit la liaison qui existe
entre l'élément regard de façade et
l'élément canalisation .

dimension : 2

composantes: regard-façade
canalisation

cardinalité: regard-façade (1,n)
canalisation (1,1)

Les entités et les relations de cette vue externe sont
représentés ci-après par un schéma graphique .

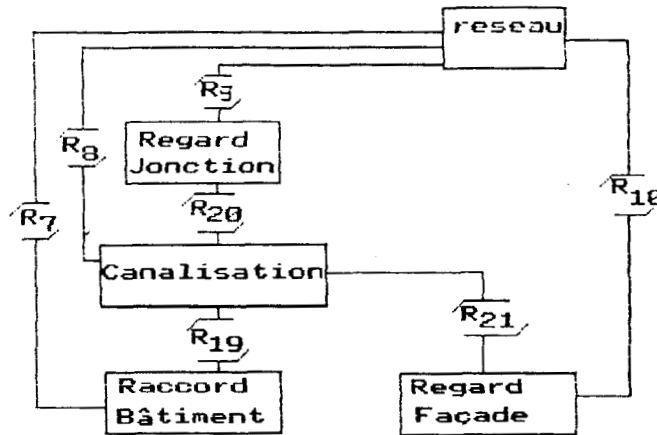


fig 18 : vue externe réseau

D/ SYNTHESE DES DIFFERENTES VUES EXTERNES

Dans les paragraphes précédents , nous avons présenté les modèles externes relatifs aux trois domaines :

«PARCELLE» ; «RESEAU» ; «BATIMENT»

La synthèse de ces trois modèles définit le modèle conceptuel des données du système d'information.

Cette synthèse fait apparaître de nouvelles relations entre des entités appartenant à des modèles externes différents

DEFINITION DES RELATIONS

relation : bâtiment relié à regard-bâtiment.

définition : cette relation définit la liaison qui existe entre le bâtiment et l'élément regard de bâtiment .

dimension : 2

composantes: bâtiment
regard-bâtiment

cardinalité: bâtiment(1,n)
regard-bâtiment(1,1)

relation : bâtiment relié à regard-façade.

définition : cette relation définit la liaison qui peut exister entre le bâtiment et l'élément regard de façade .

dimension : 2

composantes: bâtiment
regard-façade

cardinalité: bâtiment(1,n)
regard-façade(1,1)

relation : bâtiment relié à canalisation.

définition : cette relation définit la liaison qui peut exister entre le bâtiment et l'élément canalisation.

dimension : 2

composantes: bâtiment
canalisation

cardinalité: bâtiment(1,n)
canalisation(1,1)

relation : regard-bâtiment contenu dans parcelle

définition : cette relation permet d'identifier les canalisations du réseau.

dimension : 2

composantes: regard-bâtiment
parcelle

cardinalité: regard-bâtiment(1,n)
parcelle(1,1)

relation : regard-jonction contenu dans parcelle

définition : cette relation permet d'identifier l'élément de raccord qui assure la liaison entre les canalisations du réseau .

dimension : 2

composantes: regard-jonction
parcelle

cardinalité: regard-jonction(1,n)
parcelle(1,1)

relation : regard-façade contenu dans parcelle

définition : cette relation permet d'identifier l'élément de raccord qui assure la liaison entre le réseau privé et le réseau public

dimension : 2

composantes: regard-façade
parcelle

cardinalité: regard-façade (1,n)
parcelle (1,1)

relation : canalisation contenu dans parcelle

définition : cette relation définit la liaison qui existe entre l'élément regard de façade et l'élément canalisation .

dimension : 2

composantes: canalisation
parcelle

cardinalité: canalisation (1,n)
parcelle (1,1)

relation : plate-forme inclut dans parcelle

définition : cette relation définit la liaison qui existe entre l'élément regard -jonction et l'élément canalisation .

dimension : 2

composantes: plate-forme
parcelle

cardinalité: plate-forme (1,1)
parcelle (1,1)

relation : regard-façade adjacent à front-à-rue

définition : cette relation définit la liaison qui existe entre l'élément regard de façade et l'élément canalisation .

dimension : 2

composantes: regard-façade
front-à-rue

cardinalité: regard-façade (1,1)
front-à-rue (1,n)

Les entités et les relations du modèle conceptuel des données de l'application sont représentés sur le schéma ci-après [30 - BEZZAZI].

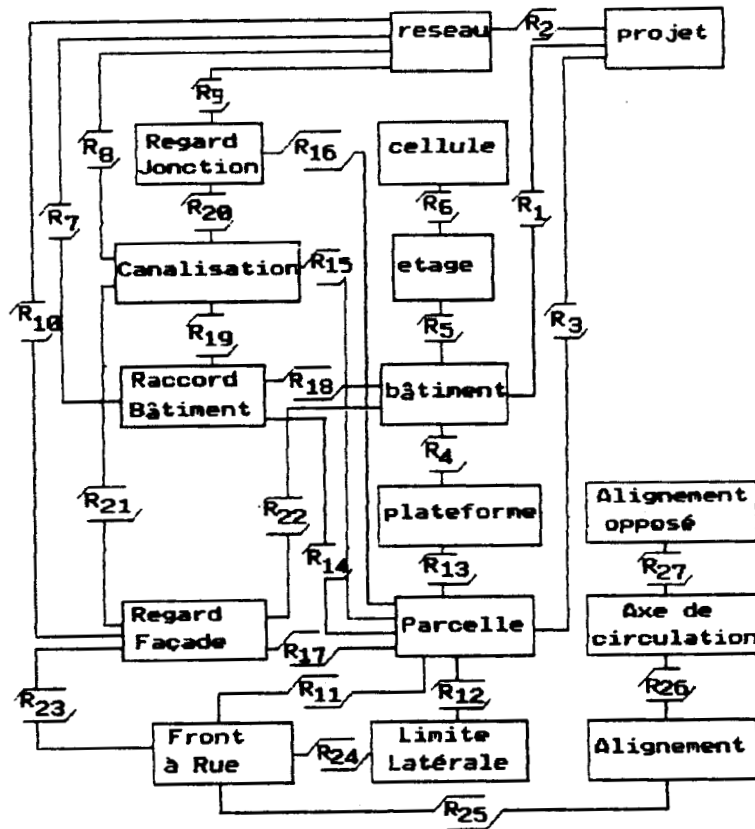


fig 19 : modèle conceptuel des données

1-2 analyse des faits dans le projet

Pour analyser les faits dans le projet, nous considérons l'ensemble des relations reliant les entités du modèle conceptuel.

Dans cette ensemble, nous identifions six partitions de relations.

Ces partitions sont définies ci-après; pour chacune d'elle nous donnons un identifiant et la liste des relations qui la composent:

<u>partition</u>		<u>relations</u>	
A POSSEDE B	«parcelle»	POSSEDE	«front-à-rue»
	«parcelle»	POSSEDE	«limite latérale»
	«réseau»	POSSEDE	«canalisation»
	«réseau»	POSSEDE	«regard-bâtiment»
	«réseau»	POSSEDE	«regard-jonction»
	«réseau»	POSSEDE	«regard-façade»
A ADJACENT à B	«front-à-rue»	ADJACENT A	«limite-latérale»
	«regard-façade»	ADJACENT A	«front-à-rue»
A COMPOSE DE B	«bâtiment»	COMPOSE DE	«plate-forme»
	«bâtiment»	COMPOSE DE	«étage»
	«étage»	COMPOSE DE	«cellule»
A RELIE à B	«canalisation»	RELIE A	«regard-bâtiment»
	«canalisation»	RELIE A	«regard-jonction»
	«canalisation»	RELIE A	«regard-façade»
	«bâtiment»	RELIE A	«regard-bâtiment»
	«bâtiment»	RELIE A	«regard - façade»
	«bâtiment»	RELIE A	«canalisation»
A PARALLELE à B	«alignement»	PARALLELE A	«front-à-rue»
	«alignement»	PARALLELE A	«axe de voirie»
	«alignement opposé»	PARALLELE A	«axe de voirie»
A inclus dans B	«plate-forme»	CONTENU DANS	«parcelle»
	«cellule»	CONTENU DANS	«étage»
	«regard-bâtiment»	CONTENU DANS	«parcelle»
	«regard-jonction»	CONTENU DANS	«parcelle»
	«regard-façade»	CONTENU DANS	«parcelle»
	«canalisation»	CONTENU DANS	«parcelle»

A chaque famille de relations nous associons une assertion , celle -ci est instanciée en fonction des données du projet ; d'une assertion vraie , on déduit un fait.

Les assertions définies , sont les suivantes :

partitions	assertions
partition 1	A possède B
partition 2	A adjacent à B
partition 3	A composé de B

partition 4	A relié à B
partition 5	A parallèle à B
partition 6	A contenu dans B

la déduction des faits s'effectue de la manière suivante :
 assertion vraie —————

—————» fait nouveau

règle —————

Nous présentons dans la suite une description du processus de déduction de nouveaux faits à partir d'assertions instanciées vraies.

Exemples :

Si «parcelle possède front à rue»
 alors «front à rue parallèle à alignement» .

Le nouveau fait est l'existence de l'alignement.

Si «front à rue parallèle à alignement»
 alors «alignement parallèle à axe de circulation»

Le nouveau fait est l'existence de l'axe de circulation.

Si «alignement parallèle à axe de circulation»
 alors «axe de circulation parallèle à alignement opposé».

Le nouveau fait est l'existence de l'alignement opposé

Si «projet composé de bâtiment»
 alors «bâtiment composé d'étage» est vraie

Le nouveau fait est l'existence de l'étage

Si «bâtiment composé d'étage»
 alors «étage composé de cellule»

Le nouveau fait est l'existence de la cellule

Si «réseau possède regard-bâtiment»
 alors «réseau possède canalisation»

Le nouveau fait est l'existence de canalisation

Si «réseau possède regard-jonction»
 alors «réseau possède canalisation»

Le nouveau fait est l'existence de canalisation

Si «réseau possède canalisation»

alors «réseau possède regard-bâtiment»

Le nouveau fait est l'existence de regard-bâtiment

Si «réseau possède canalisation»
alors «réseau possède regard-façade»

Le nouveau fait est l'existence de regard-façade

Si «réseau possède regard-façade»
alors «regard-façade adjacent à front-à-rue»

Le nouveau fait est l'existence du front-à-rue.

Les règles dans le projet.

Une fois la base de fait établie ,la description du projet est possible et les règles agissant sur la base d'information peuvent alors être déclenchée.

Exemple : si les entités plate-forme et parcelle existent
alors la règle de vérification que la
plate-forme est incluse dans la parcelle
est activée

1-3 BASE DE CONNAISSANCE FONCTIONNELLE

Dans le paragraphe précédent, nous avons développé les connaissances prises en compte au niveau de la modélisation structurelle du système d'information(base de connaissance structurelle); ces connaissances ont été traduites sous forme de règles logiques permettant la déduction de nouveaux faits à partir de faits déclarés.

Les règles contenues dans cette base sont activées durant la phase de construction de la base d'information (communication entre système opérant et système d'information).

Les connaissances que nous allons développer dans ce paragraphe traitent de l'aspect fonctionnel du système; il s'agit des méthodes d'évaluations des critères retenus permettant de porter un jugement sur une proposition ou une décision.

A/ RAPPEL DES OBJECTIFS ET DES CRITERES.

A- PARCELLE

La fonction de la parcelle, dans notre contexte, est de contenir la plate-forme du bâtiment à l'intérieur d'un polygone d'implantation.

L'objectif poursuivit consiste dans ces conditions à déterminer un emplacement pour la plate-forme, le critère de jugement associé est le polygone d'implantation du bâtiment.

B- BATIMENT

La fonction du bâtiment est de mettre à la disposition des usagers un certain volume et une certaine surface pour l'habitation.

Les objectifs poursuivis sont la recherche d'un volume qui soit contenu dans le volume constructible, d'une densité et d'une emprise au sol qui soient acceptables.

Les critères associés sont respectivement: la hauteur, la surface hors-oeuvre nette et le polygone de projection du bâtiment.

C- RESEAU

La fonction du réseau est de permettre le drainage du bâtiment et des parties imperméables de la parcelle.

Pour assurer ce service, il est important que le réseau projeté soit à la fois bien implanté en profondeur et bien dimensionné pour limiter au maximum les risques de débordements

Les objectifs poursuivis consistent à définir un profil en long respectant les contraintes techniques et un niveau de raccordement cohérent avec le niveau du réseau public.

B/ DEFINITION DES VARIABLES DE DECISION

Une proposition ou une décision est jugée par évaluation de l'ensemble des critères en fonction des valeurs attribuées aux variables de décision dont ils dépendent.

Dès lors il s'agit d'associer à chaque critère une ou plusieurs variables permettant son évaluation; cette association est décrite dans le tableau ci-dessous.

<u>critères</u>	<u>variables</u>	<u>objets</u>
HAUTEUR MAXIMUM	côtes z des sommets des polygones	étages
S.H.O.N	coordonnées x,y des sommets des polygones	étages cellules

PROJECTION DU BATIMENT	coordonnées x,y des sommets des polygones	étages
PLATE-FORME D'IMPLANTATION	coordonnées x,y des sommets des polygones	plate-forme
Zrad	pente , débit, section côtes radier du regard	canalisations regards
Zrac	côte radier du regard de façade	regard de façade

C/ METHODES D'EVALUATION DES CRITERES

Dans la partie I nous avons définit deux niveaux de traitements qui correspondent aux admissibilités locale et globale d'une solution; pour permettre ces traitements nous allons définir les méthodes d'évaluation des critères.

Les principes algorithmiques de ces méthodes seront décrits dans la troisième III.

HAUTEUR

L'évaluation de la hauteur permet de vérifier si le volume du bâtiment s'inscrit dans l'enveloppe maximum autorisée elle consiste à comparer les côtes des points-sommets des arêtes de chaque étage à la hauteur admise en ce point.

$$Z \text{ arête} \leq \min (n \cdot L1 + m, L2, H_a)$$

n,m : nombre entier.

L 1 : distance horizontale entre le sommet considéré et le point le plus proche de la limite séparative.

L 2 : distance horizontale entre le sommet et le point le plus proche de l'alignement opposé.

H a : hauteur absolue

S.H.O.N

L'évaluation de la S.H.O.N permet de calculer le rapport de densité (d) et de le comparer au coefficient d'occupation du sol C.O.S.

$$d = (S.H.O.N) / (Sp)$$

S_p : surface de la
parcelle

$$d \leq C.O.S$$

Pour calculer la S.H.O.N il existe plusieurs méthodes, parmi celle-ci on peut citer la méthode des ratios et la méthode des sommations (prise en compte dans le développement de notre système).

A - METHODE DES RATIOS.

Pour calculer la surface nette, on applique à la surface brute total un certain ratio, ensuite on calcul le rapport de densité.

B - METHODE DES SOMMATIONS.

Dans cette méthode on doit calculer les surfaces nettes associées à chaque niveau en déduisant de la surface du plancher les surfaces non habitables, la S.H.O.N s'obtient par addition de ces surfaces.

S.P

L'évaluation de la surface de projection permet de calculer le rapport d'emprise $e = (S.P) / (S_p)$ et de le comparer au coefficient d'emprise au sol (C.E.S).

$$e \leq C.E.S$$

La surface de projection est égale à la surface du polygone résultant de la superposition des polygones correspondant aux contour des étages.

P.E

L'évaluation du polygone d'emprise permet de vérifier si la plate-forme du bâtiment s'inscrit à l'intérieur du polygone d'implantation obtenue par application des marges de reculs.

$$P.E \quad C \quad P.I$$

Zrad

L'évaluation de ce critère pour chaque tronçon définit par une canalisation et son regard amont permet de vérifier si les contraintes relatives à la hauteur minimale de recouvrement et à la profondeur maximale de pose sont satisfaites.

$$Z_{rad}^{\min} \leq Z_{rad} \leq Z_{rad}^{\max}$$

Zrac

L'évaluation de ce critère pour chaque regard de façade permet de vérifier si les contraintes relatives aux niveaux minimum et maximum de raccordement sont satisfaites.

$$Z_{rac} \leq Z_{rac}^{\max}$$

CONCLUSION

La méthode MERISE propose une approche de type «entité-relation» pour construire le modèle conceptuel des données.

Cette approche, nous l'avons utilisée pour représenter les informations relatives au plan de masse .

D'abord nous avons construit trois modèles externes relatifs au bâtiment, au réseau et à la parcelle.

Ensuite nous avons regroupé ces trois modèles pour arriver au modèle conceptuel global.

La construction de ce modèle est suivi d'une analyse des connaissances structurelles et fonctionnelles.

La première analyse permet la représentation des objets du plan de masse dans le système d'information .

La seconde décrit les méthodes d'évaluations des critères et les relations entre ces critères et les objets du modèle.

2 ESPACE DE RESOLUTION ASSOCIE A L'APPLICATION PLAN DE MASSE

INTRODUCTION

Nous allons dans ce chapitre analyser de manière détaillée le schéma de résolution que nous avons mis en place pour traiter une partie des problèmes que rencontrent les concepteurs quand ils veulent construire une solution qui répond à leurs objectifs et qui soit conforme aux règles en vigueur.

Cette analyse se limite à un nombre restreint de situations problématiques qui seront énoncées par la suite.

Ces situations éventuelles forment ce que nous avons appelé dans la partie I un espace des états.

Pour passer d'une situation à une autre, il faut agir sur les objets du plan de masse ou en d'autres termes choisir les opérateurs qui permettent d'effectuer ce passage.

On voit alors tout l'intérêt de connaître les états et les opérateurs (en d'autres termes) l'espace de résolution avant de lancer le processus de résolution.

2-1 DEFINITION DES ETATS ET DES OPERATEURS

2-1-1 NOTATIONS

Les espaces d'états :

E1 et E2: espaces des états décrivant la solution relative respectivement aux problèmes des réseaux et aux problèmes du bâtiment.

Les états :

état $\implies E_{i,j,k}$

i : l'indice de l'espace (1 ou 2)

j : l'indice de niveau

k : le numéro de l'état dans le niveau

Les opérateurs :

opérateur $\implies O_{Pi}(j,k,l)$

i : l'indice de l'espace (1 ou 2)

j : l'indice du niveau courant

k : le numéro de l'état courant

l : le numéro de l'état qu'il est possible d'atteindre à partir de l'état courant.

2-1-2 DEFINITION DE L'ETAT D'UNE SOLUTION.

A chacun des critères, qu'on vient de rappeler et qui permettent d'analyser une solution par rapport à un ensemble d'objectifs, nous associons un seuil technique qui permet de juger l'admissibilité locale de la solution .

Cette admissibilité locale est définie par rapport au nombre de critères qui vérifient les seuils techniques.

Sur l'ensemble des états nous définissons une partition ; chaque sous-ensemble de cette partition est composé des états pour lesquels le nombre de critères vérifiant le seuil technique est identique.

Dans le cas de l'espace E1 (RESEAU) nous dénombrons 3 sous-ensembles, tandis que pour l'espace E2 (BÂTIMENT) nous dénombrons 5 sous ensembles.

A chacun de ces sous-ensembles on associe un niveau de profondeur, identifié par un rang.

2-1-3 DEFINITION D'UN OPERATEUR SIMPLE.

Un opérateur simple, permet de basculer d'un état $E_{j,k}$ faisant partie d'un niveau j à un nouvel état $E_{j+1,l}$ faisant partie du niveau supérieur j+1.

$Q_{Pi}(j,k,l) : E_{j,k} \text{ -----} E_{j+1,l}$

Cet opérateur doit permettre l'amélioration de la solution par rapport à un critère choisi parmi ceux ne vérifiant pas le seuil technique à l'état courant.

L'ensembles de ces opérateurs est appelé champ des opérateurs.

2-2 RESOLUTION DU PROBLEME DU PLAN DE MASSE

2-2-1 PRESENTATION DES ESPACE E1 ET E2 ET DES OPERATEURS ASSOCIES.

A la lumière des définitions présentées au paragraphe précédent nous définissons deux espaces des états; le premier E1 est relatif aux critères découlant des objectifs techniques (réseaux) le second E2 est relatif aux critères découlant des objectifs réglementaires (bâtiment).

L'espace 1 contient 4 états relatifs aux deux critères: côte radier et côte raccord; cet espace est composé de 3 niveaux.

L'espace 2 contient 16 états relatifs aux quatre critères: HAUTEUR MAXIMUM, S.H.O.N, PROJECTION DU BATIMENT, PLATE-FORME D'IMPLANTATION; cet espace se compose de $1+4 = 5$ niveaux.

A chaque espace est associé un champs des opérateurs; pour
E1 le champs associé est partitionné en 2 sous-ensembles :
O1 (0,1), O1 (1,2), O1 (2,3) .

Pour E2 le champs associé est partitionné en 4 sous-ensembles: 02 (0,1), 02 (1,2), 02 (2,3), 02 (2,4)

Ce sont ces espaces et ces champs que nous allons définir en détail maintenant.

Les états seront présentés en fonction de leur niveau, nous indiquerons l'identificateur, les critères vérifiant les seuils techniques et nous illustrerons par un exemple.

Quant aux opérateurs ils seront décrit par un identificateur, par les états actuel et nouveau, par les objets à modifier et par les actions avec et sans conflit.

Les actions avec conflits sont celles qui touchent aux variables de décision dont peuvent dépendre plusieurs critères à la fois.

Par exemple la modification du contour d'un étage en vue de rendre la solution admissible par rapport au critère hauteur (H) risque de la rendre non admissible par rapport au critère surface hors oeuvre nette (S.H.O.N) .

Dans le cas contraire les actions sont dites sans conflits

Dans la définition des actions nous indiquons seulement les objets concernés par celles-ci; la connaissance de ces objets permet d'identifier les variables de décision définies dans la base de connaissance fonctionnelle (chapitre précédent).

2-2-2 LES ETATS DE L'ESPACE E1 (RESEAUX).

RAPPEL.

z_{rad} ==> côte
radier

z_{rac} ==> côte
raccord

NIVEAU 0

état: El 0,1
critères vérifiés: aucun
exemple:

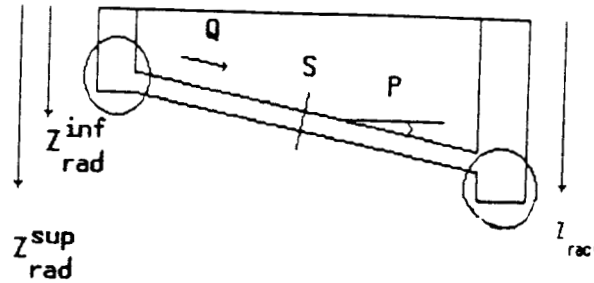


fig : 20

NIVEAU 1

état: El 1,1
critères vérifiés: Z_{rad}
exemple:

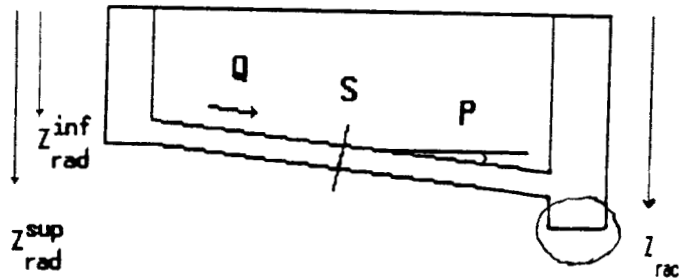


fig : 21

état: El 1,2
critères vérifiés: Z_{rac}
exemple:

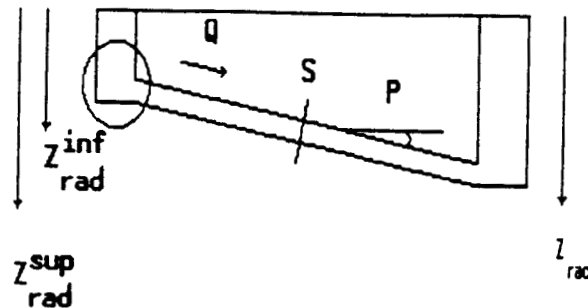


fig : 22

NIVEAU 2

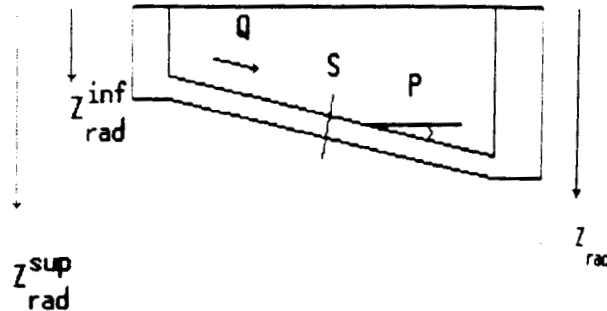
état:

E1 2,1

critères vérifiés:

 Z_{rad} , Z_{rac}

exemple:

2-2-3 LES ETATS DE L'ESPACE E2 (BATIMENT).RAPPEL

hauteur

====> H

surface hors
oeuvre nette

====> s.h.o.n

polygone de
projection

====> p.p.b

polygone
d'implantation

====> p.i.b

NIVEAU 0

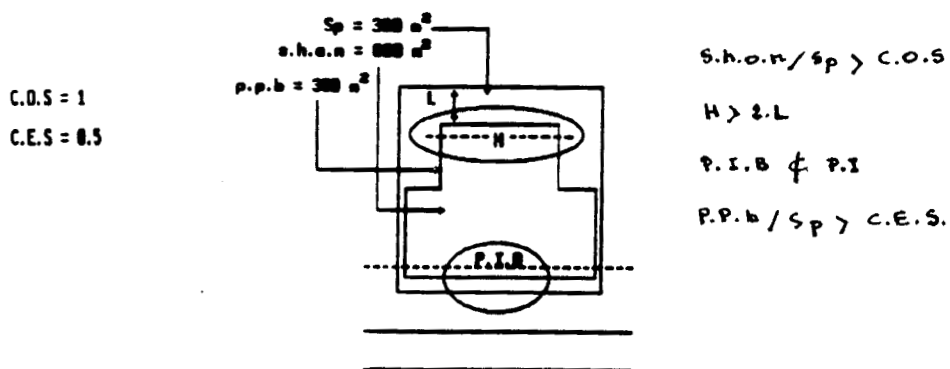
état:

E2 0,1

critères vérifiés:

aucun

exemple:



NIVEAU 1

état: E2 1,1
critères vérifiés: H

exemple:

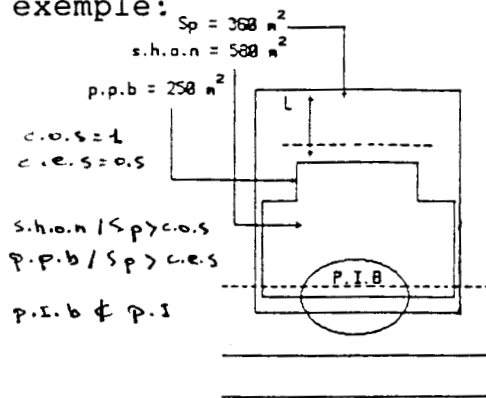


fig 25

E2 1,2
S.H.O.N

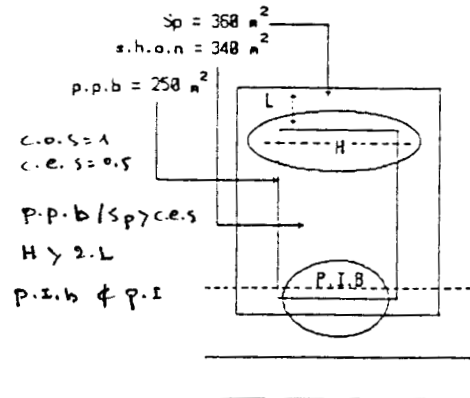


fig 26

état: E2 1,3
critères vérifiés: P.P.B

exemple:

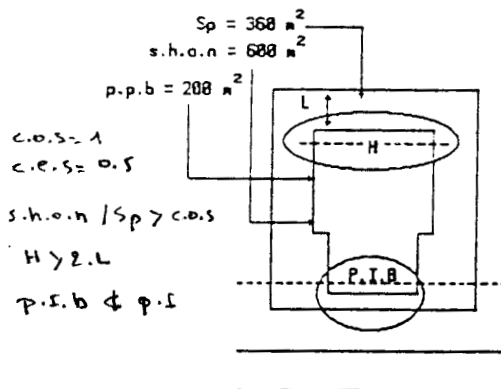


fig 27

E2 1,4
P.I.B

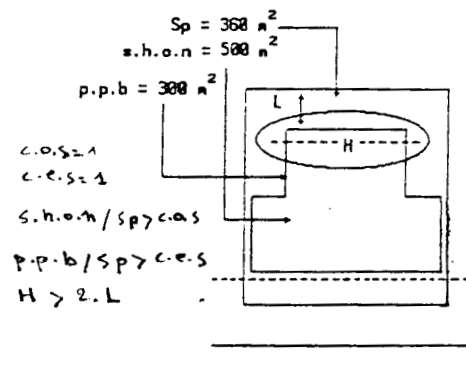


fig 28

NIVEAU 2

état: E2 2,1
critères vérifiés: H, S.H.O.N

exemple:

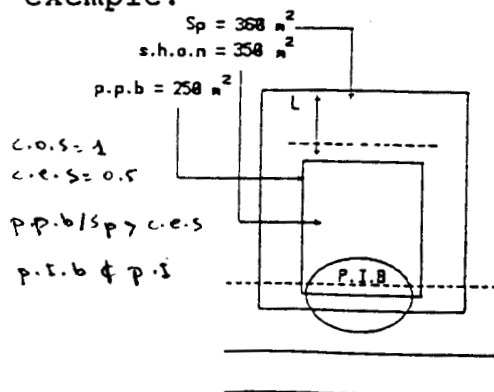


fig 29

E2 2,2
H, P.P.B

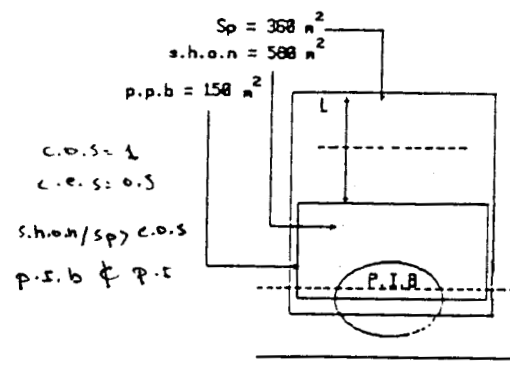


fig 30

état: E2 2,3
critères vérifiés: H, P.I.B

E2 2,4
S.H.O.N, P.P.B

exemple:

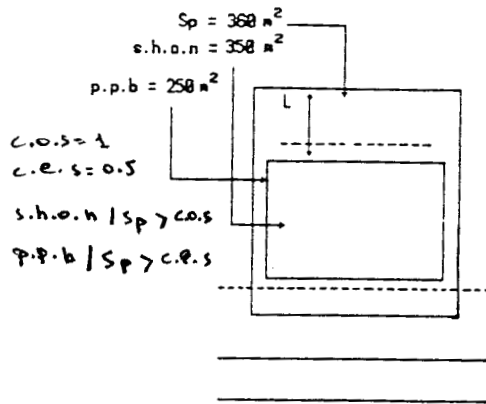


fig 31

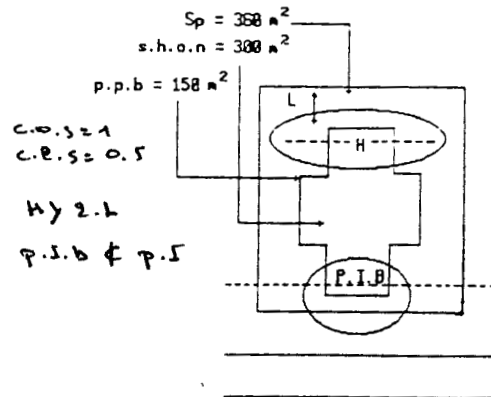


fig 32

état: E2 2,5
critères vérifiés: S.H.O.N, P.I.B

E2 2,6
P.P.B, P.I.B

exemple:

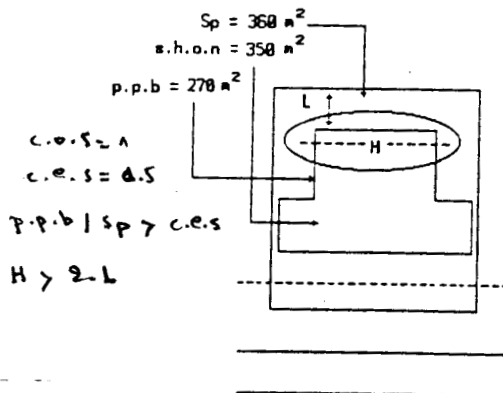


fig 33

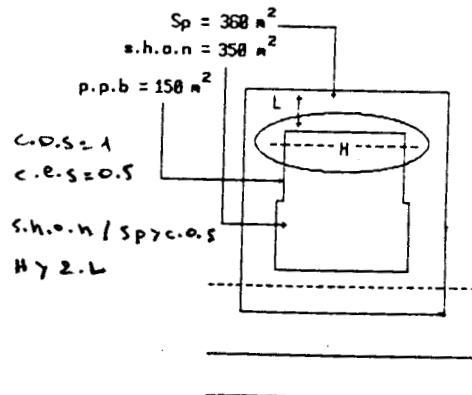


fig 34

NIVEAU 3

état: E2 3,1
critères vérifiés: H, S.H.O.N, P.P.B

E2 3,2
H, S.H.O.N, P.I.B

exemple:

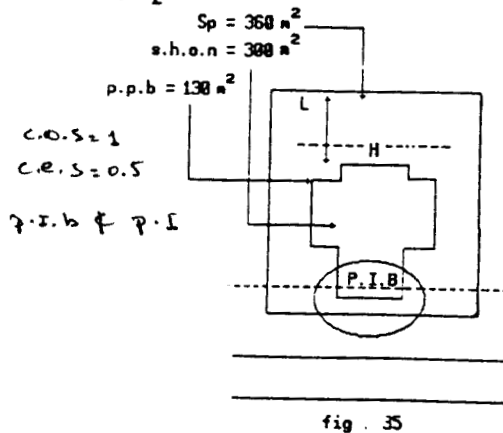


fig 35

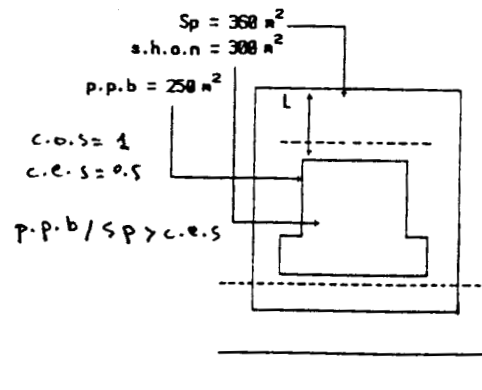
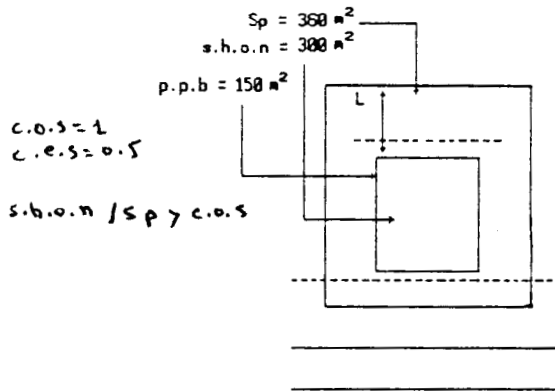


fig 36

état: E2 ^{3,3}
critères vérifiés: H, P.P.B, P.I.B

E2 ^{3,4}
S.H.O.N, P.P.B, P.I.B

exemple:



NIVEAU 4

fig 37

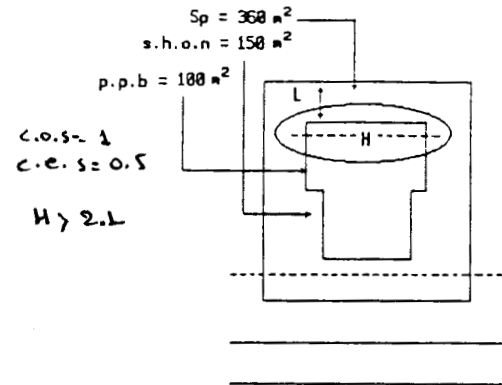


fig 38

état: E2 ^{4,1}
critères vérifiés: H, S.H.O.N, P.P.B, P.I.B

exemple:

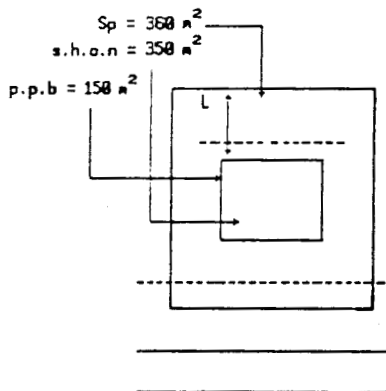


fig 39

Les graphes des états associés aux espaces E1 et E2 sont représentés ci-après :

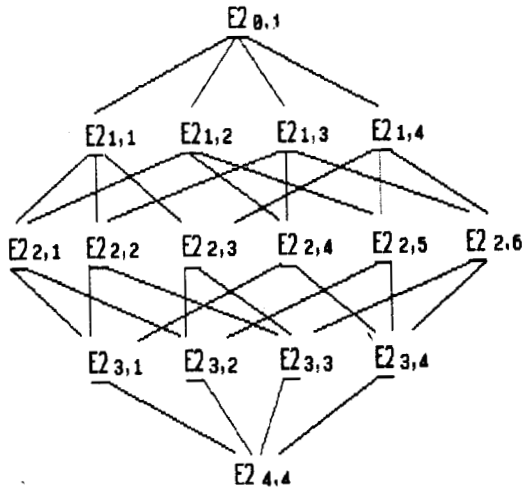


fig : 40 a le graphe G2 (bâtiment)

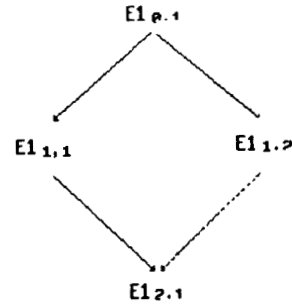


fig 40 a : le graphe G1 (réseau)

2-2-4 LES OPERATEURS ASSOCIES A L'ESPACE E1.

PASSAGE DU NIVEAU 0 AU NIVEAU 1

opérateur : OP1 (0,1,1)
 état précédent : E1 0,1
 état nouveau : E1 1,1
 critère amélioré : Z rad

action sans conflit : modification de la côte radier
 du regard jonction ou bâtiment.

action avec conflit : aucune

opérateur : OP1 (0,1,2)
 état précédent : E1 0,1
 état nouveau : E1 1,2
 critère amélioré : Z rac

action sans conflit : modification de la côte radier
 du regard de façade.

action avec conflit : aucune

PASSAGE DU NIVEAU 1 AU NIVEAU 2

opérateur : OP1 (1,1,1)
 état précédent : E1 1,1
 état nouveau : E1 2,1
 critère amélioré : Z rac

 action sans conflit : modification de la côte radier
 du regard de façade.

 action avec conflit : aucune

opérateur : OP1 (1,2,1)
 état précédent : E1 1,2
 état nouveau : E1 2,1
 critère amélioré : Z rad

 action sans conflit : modification de la côte radier
 du regard jonction ou bâtiment.

 action avec conflit : aucune

2-2-5 LES OPERATEURS ASSOCIES A L'ESPACE E2.

PASSAGE DU NIVEAU 0 AU NIVEAU 1

opérateur : OP2 (0,1,1)
 état précédent : E2 0,1
 état nouveau : E2 1,1
 critère amélioré : H
 objets à modifier : plate-forme, étage.

 action sans conflit : déplacement de la plate-forme
 de manière à ce que l'enveloppe
 du bâtiment soit contenue dans
 l'enveloppe admissible.
 déplacement ou modification
 du contour de l'étage.

 action avec conflit : aucune

opérateur : OP2 (0,1,2)
 état précédent : E2 0,1
 état nouveau : E2 1,2
 critère amélioré : S.H.O.N
 objets à modifier: cellule, étage.

 action sans conflit : modification du contour des
 cellules de manière à
 augmenter la surface qu'ils
 occupent modification du
 contour des étages de manière à

réduire la S.H.O.B .

action avec conflit : aucune

opérateur : OP2 (0,1,3)
 état précédent : E2 0,1
 état nouveau : E2 1,3
 critère amélioré : P.P.B
 objets à modifier : étage

action sans conflit : déplacement ou modification
 du contour des étages de
 manière à réduire la
 surface du contour du P.P.B

action avec conflit : aucune

opérateur : OP2 (0,1,4)
 état précédent : E2 0,1
 état nouveau : E2 1,4
 critère amélioré : P.I.B
 objets à modifier : plate-forme

action sans conflit : déplacement ou modification
 du contour de la plate-forme
 de manière à ce qu'il soit
 contenu dans le polygone
 d'implantation.

action avec conflit : aucune.

passage du niveau 1 au niveau 2

opérateur : OP2 (1,1,1)
 état précédent : E2 1,1
 état nouveau : E2 2,1
 critère amélioré : S.H.O.N
 objets à modifier : cellule, étage

action sans conflit : modification du contour
 des cellules

action avec conflit : modification du contour des
 étages, dans ce cas
 l'admissibilité du volume
 peut-être affectée.

opérateur : OP2 (1,1,2)
 état précédent : E2 1,1

état nouveau : E2 2,2
 critère amélioré : P.P.Ĥ
 objets à modifier : étage
 action sans conflit : aucune
 action avec conflit : modification du contour ou déplacement des étages, dans ce cas l'admissibilité du volume peut-être affectée.

opérateur : OP2 (1,1,3)
 état précédent : E2 1,1
 état nouveau : E2 2,3
 critère amélioré : P.I.Ĥ
 objets à modifier : plate-forme
 action sans conflit : modification du contour de la plate-forme
 action avec conflit : déplacement de la plate-forme

opérateur : OP2 (1,2,1)
 état précédent : E2 1,2
 état nouveau : E2 2,1
 critère amélioré : H
 objets à modifier : étage, plate-forme
 action sans conflit : déplacement de la plate-forme ou des étages
 action avec conflit : modification du contour d'étage.

opérateur : OP2 (1,2,4)
 état précédent : E2 1,2
 état nouveau : E2 2,4
 critère amélioré : P.P.Ĥ
 objets à modifier : étage
 action sans conflit : déplacement des étages
 action avec conflit : modification du contour des étages

opérateur : OP2 (1,2,5)
 état précédent : E2 1,2
 état nouveau : E2 2,5

critère amélioré : P.I.B
objets à modifier : plate-forme

action sans conflit : déplacement de la plate-forme

action avec conflit : modification du contour

opérateur : OP2 (1,3,2)
état précédent : E2 1,3
état nouveau : E2 2,2
critère amélioré : H

objets à modifier : plate-forme, étage

action sans conflit : déplacement du contour de la plate-forme

action avec conflit : déplacement ou modification du contour des étages.

opérateur : OP2 (1,3,4)
état précédent : E2 1,3
état nouveau : E2 2,4
critère amélioré : S.H.O.N
objets à modifier : étages, cellules

action sans conflit : modification du contour des cellules.

action avec conflit : modification du contour des étages.

opérateur : OP2 (1,3,6)
état précédent : E2 1,3
état nouveau : E2 2,6
critère amélioré : P.I.B

objets à modifier : plate-forme

action sans conflit : déplacement ou modification du contour de la plate-forme

action avec conflit : aucune

opérateur : OP2 (1,4,3)
état précédent : E2 1,4
état nouveau : E2 2,3
critère amélioré : H

objets à modifier : plate-forme, étage

action sans conflit : déplacement ou modification
du contour des étages

action avec conflit : déplacement de la plate-forme

opérateur : OP2 (1,4,5)
état précédent : E2 1,4
état nouveau : E2 2,5
critère amélioré : S.H.Ô.N

objets à modifier : cellule, étage
action sans conflit : modification du contour des
cellule

action avec conflit : aucune

opérateur : OP2 (1,4,6)
état précédent : E2 1,4
état nouveau : E2 2,6
critère amélioré : P.P.Ô

objets à modifier : étages

action sans conflit : déplacement ou modification
du contour des étages

action avec conflit : aucune

passage du niveau 2 au niveau 3

opérateur : OP2 (2,1,1)
état précédent : E2 2,1
état nouveau : E2 3,1
critère amélioré : P.P.Ô

objets à modifier : étages

action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement ou modification
du contour des étages

opérateur : OP2 (2,1,2)
état précédent : E2 2,1
état nouveau : E2 3,2
critère amélioré : P.I.Ô

objets à modifier : plate-forme
action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement ou modification
du contour de la plate-forme

opérateur : OP2 (2,2,1)
état précédent : E2 2,2
état nouveau : E2 3,1
critère amélioré : S.H.Ó.N

objets à modifier : cellule, étage

action sans conflit : modification du contour des
cellules

action avec conflit : modification du contour des
étages

opérateur : OP2 (2,2,3)
état précédent : E2 2,2
état nouveau : E2 3,3
critère amélioré : P.I.Ó

objets à modifier : plate-forme

action sans conflit : modification du contour

action avec conflit : déplacement de la plate-forme

opérateur : OP2 (2,3,2)
état précédent : E2 2,3
état nouveau : E2 3,2
critère amélioré : S.H.Ó.N

objets à modifier : cellule, étage

action sans conflit : modification du contour des
cellules

action avec conflit : modification du contour des
étages

opérateur : OP2 (2,3,3)
état précédent : E2 2,3
état nouveau : E2 3,3
critère amélioré : P.P.Ó
objets à modifier : étages

action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement ou modification
du contour des étages

opérateur : OP2 (2,4,1)
 état précédent : E2 2,4
 état nouveau : E2 3,1
 critère amélioré : H

objets à modifier : plate-forme, étage

action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement de la plate-forme
déplacement ou modification
du contour des étages.

opérateur : OP2 (2,4,5)
 état précédent : E2 2,4
 état nouveau : E2 3,4
 critère amélioré : P.I.B

objets à modifier : plate-forme

action sans conflit : modification du contour de
la plate-forme

action avec conflit : déplacement de la plate-forme

opérateur : OP2 (2,5,2)
 état précédent : E2 2,5
 état nouveau : E2 3,2
 critère amélioré : H

objets à modifier : plate-forme, étage

action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement de la plate-forme
modification du contour des
étages

opérateur : OP2 (2,5,4)
 état précédent : E2 2,5
 état nouveau : E2 3,4
 critère amélioré : P.P.B

objets à modifier : étages

action sans conflit : déplacement des étages

action avec conflit : modification du contour des
étages

opérateur : OP2 (2,6,3)
 état précédent : E2 2,6
 état nouveau : E2 3,3
 critère amélioré : H

 objets à modifier : plate-forme, étage

 action sans conflit : aucune

 action avec conflit : déplacement de la plate-forme
 déplacement ou modification
 du contour des étages.

opérateur : OP2 (2,6,4)
 état précédent : E2 2,6
 état nouveau : E2 3,4

 critère amélioré : S.H.O.N

 objets à modifier : étages, cellules

 action sans conflit : modification du contour des
 cellules

 action avec conflit : déplacement ou modification
 du contour des étages

passage du niveau 3 au niveau 4

opérateur : OP2 (3,1,1)
 état précédent : E2 3,1
 état nouveau : E2 4,1

 critère amélioré : P.I.B

 objets à modifier : plate-forme

 action sans conflit : modification du contour de
 la plate-forme

 action avec conflit : déplacement de la plate-forme

opérateur : OP2 (3,2,1)
 état précédent : E2 3,2
 état nouveau : E2 4,1

 critère amélioré : P.P.B

 objets à modifier : étages

action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement des étages
modification du contour des étages

opérateur : OP2 (3,3,1)
état précédent : E2 3,3
état nouveau : E2 4,1

critère amélioré : S.H.O.N

objets à modifier : étages, cellules

action sans conflit : modification du contour des cellules

action avec conflit : modification du contour des étages

opérateur : OP2 (3,4,1)
état précédent : E2 3,4
état nouveau : E2 4,1
critère amélioré : H

objets à modifier : plate-forme, étage

action sans conflit : aucune

action avec conflit : déplacement de la plate-forme
déplacement ou modification
du contour des étages.

CONCLUSION

Nous avons présenté deux graphes d'états l'un relatif au problème du bâtiment et l'autre au problème du réseau d'assainissement.

Les états de ces graphes décrivent les différents cas de figure possible pour une solution à ces deux problèmes.

A chaque état nous associons un ensemble d'opérateurs qui renseignent sur les actions permettant de passer à un nouvel état.

A tout moment le concepteur peut avoir une vision sur l'avancement de son projet et des propositions d'opérateurs.

3 STRATEGIE DE RESOLUTION ET AIDE A LA DECISION MULTICRITERE.

INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent, nous avons défini l'espace de résolution associé au projet plan de masse dans lequel nous avons défini un graphe d'états.

Dans ce chapitre nous allons analyser puis définir la stratégie à suivre pour faire évoluer la proposition de son état initial vers la solution finale en prenant en compte le problème de choix multicritère qui se pose au cours de la résolution.

Il s'agit en fait d'une stratégie de choix des opérateurs et de déplacement .

Pour ce faire, nous définissons tout d'abord le cahier des charges concernant la méthode de déplacement dans le graphe construit et la méthode d'analyse multicritère.

Ensuite nous analysons un certain nombre de méthodes existantes qui apportent des éléments de réponses au problème posé, puis compte tenu du cahier des charges nous présentons les méthodes retenus.

3-1 LE CAHIER DES CHARGES DES METHODES DE DEPLACEMENT ET DE SELECTION

A/ METHODE DE DEPLACEMENT

La représentation d'un problème à l'aide d'un graphe d'état pose la question suivante, « comment aller de la proposition «état initial» à la solution «état final»? ».

En d'autre terme quel est le «meilleur chemin» qui permet d'atteindre la solution.

Pour répondre à cette question il faut d'abord analyser l'architecture du graphe .

Le graphe construit se présente sous une forme spéciale; en effet mis à part les deux états extrêmes dans la hiérarchie des niveaux, à partir de chaque état on peut atteindre plusieurs états du niveau suivant et inversement chaque état peut être atteint à partir de plusieurs états du niveau précédent.

Ce qui veut dire qu'à partir de deux états différents on peut atteindre un état identique et donc lors de l'exploration du chemin le risque de repasser sur le même chemin existe.

Une solution à ce problème serait de mémoriser l'ensemble des états parcourus et d'éviter ainsi le problème précédent.

La solution est à rejeter car pour stocker un état il faudrait stocker toutes les informations relatives à cet état, ce serait coûteux en mémoire et augmenterait le temps de recherche.

L'exigence que nous voulons dans une méthode de déplacement est justement d'économiser l'espace mémoire de l'ordinateur et de réduire le temps de recherche d'une solution.

B/ LA METHODE DE SELECTION MULTICRITERE.

Le problème auquel est confronté le décideur est celui du choix des opérateurs à appliquer à un état donné .

Pour l'aider dans ce problème, il faut lui présenter une méthode qui lui permette d'effectuer son choix sans trop de difficultés.

Cette méthode doit être à la fois générale, conforme à la réalité, simple et interactive:

Généralité

La raison pour laquelle nous voulons que la méthode soit générale est dû au fait que les critères pris en compte sont de nature hétérogène : critères réglementaires et critères techniques.

De même si nous voulons une extension du système à d'autres aspects du problème de conception par exemple les aspects économiques ou sociologique il faut que la méthode puisse s'adapter aux nouveaux problèmes multicritères qui se posent.

Conformité

La méthode doit refléter parfaitement les préférences du concepteur.

Simplicité

Il faut que la méthode soit simple à utiliser et à programmer, cela afin de faciliter la tâche du décideur et de réduire le temps de recherche.

Interactivité

Il faut que le décideur puisse modifier ses préférences vis-à-vis des critères au cours du processus de résolution pour cela il faut qu'il puisse traduire ses préférence par des paramètres sur lesquels il peut agir à chaque niveau de la résolution.

3-2 LES METHODES EXISTANTES.

Après avoir défini le cahier des charges, il reste

maintenant à choisir une méthode de déplacement et une méthode de sélection.

Mais avant cela, nous allons passer en revue quelques méthodes qui existent et analyser leur application pour aboutir aux choix des méthodes.

A - METHODE DE DEPLACEMENT

Pour permettre l'exploration d'un graphe d'état un certain nombre de méthodes ont été développées.

Parmi celles-ci on distingue les méthodes qui sont adaptées aux graphes arborescents ou pouvant se mettre sous cette forme

Par exemple on peut citer les méthodes de recherche en profondeur ou en largeur [25 - BENCHIMOL].

Le choix d'une méthode particulière dépend de la pratique du concepteur mais aussi de l'adaptation de celle-ci aux exigences temporelles ou informatiques (taille de la mémoire).

Si on considère les graphes d'états G1 et G2, on remarque qu'il est tout à fait possible de les représenter sous forme d'arborescence.

La particularité d'une telle arborescence est qu'elle contient des noeuds (états) identiques (dédoublage d'états).

exemple:

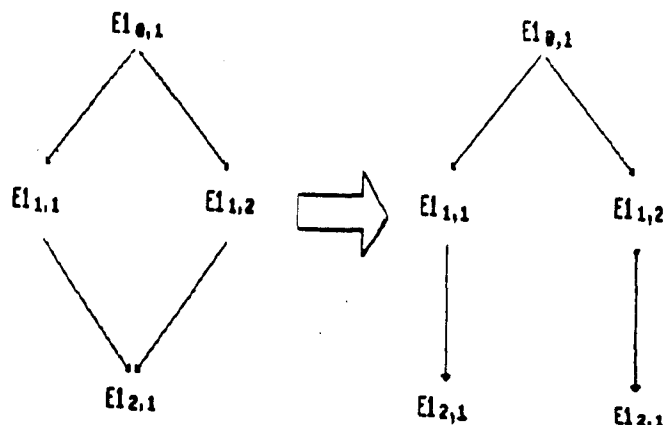


fig : 41 transformation du graphe G1
en arborescence

Puisqu'il est possible de transformer les graphes d'état G1 et G2 sous forme d'arborescence nous allons nous intéresser aux méthodes de déplacements en profondeur et en largeur qui sont adaptées à ce type de graphe.

EXPLORATION EN PROFONDEUR

Dans ce type d'exploration on part de l'état initial, on choisit arbitrairement un opérateur parmi ceux autorisés à ce niveau.

Après application de l'opérateur on passe à l'état généré, ainsi de suite jusqu'à obtention d'une solution finale.

illustration

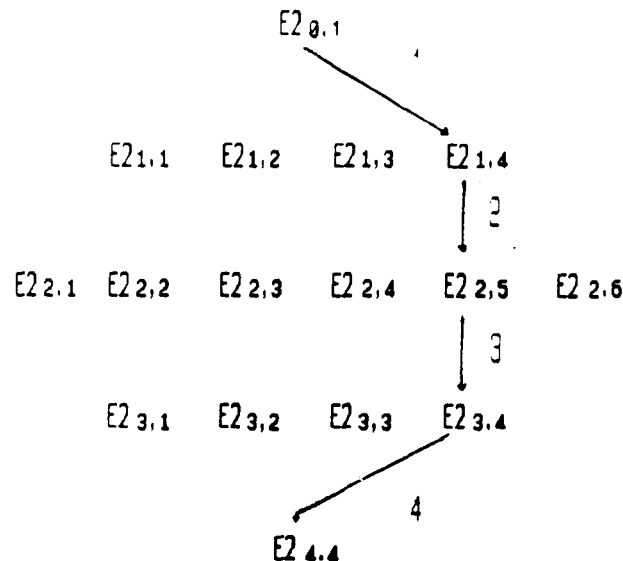


fig : 42 recherche en profondeur.

Par rapport au cahier des charges l'avantage de cette méthode est qu'elle est à la fois rapide, en effet le temps de recherche est réduit, et économique en mémoire puisque seul l'état courant est mémorisé au cours du processus d'exploration.

Par contre le fait de se limiter à l'exploration dans chaque niveau d'un seul état rend difficile l'obtention d'une solution «satisfaisante» car l'aspect multicritère dans le choix des opérateurs n'est pas pris en compte.

Ainsi cette méthode ne satisfait que partiellement au cahier des charges.

EXPLORATION EN LARGEUR

Dans la recherche en largeur on part de l'état initial et on génère à l'aide des opérateurs autorisés tous les états du niveau suivant qu'on peut atteindre.

Ensuite on recommence la procédure pour chacun des états ainsi de suite jusqu'à ce qu'on atteigne la solution.

Par rapport à la recherche en profondeur où le but est d'avancer dans la hiérarchie des niveaux, la recherche en largeur consiste à explorer tout les états niveau par niveau, jusqu'à obtention de la solution.

Pour cette méthode le temps de recherche de la solution pose un problème car l'exploration de tous les états augmente ce temps.

D'autre part vu la nature particulière du graphe (dédoublment des états) il faut mémoriser les états explorés

Cette méthode ne satisfait pas au cahier des charges que nous avons établis.

illustration

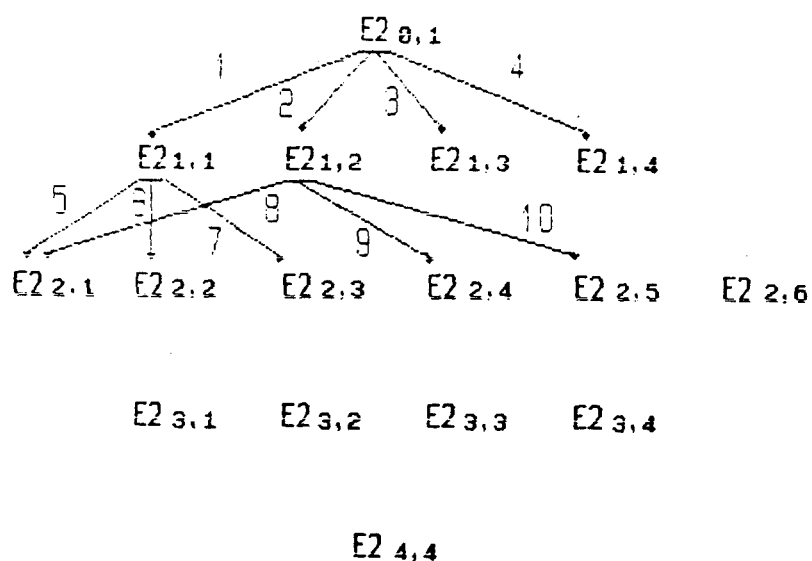


fig : 43 recherche en largeur

B - METHODE DE SELECTION MULTICRITERE [16 - MONGOLFIER]

Dans la plupart des problèmes où l'on se trouve devant un choix multicritère, les questions qui se posent sont les suivantes:

- Quels critères prendre en compte?
- Quels méthodes d'évaluation utiliser?
- Comment agréger ces critères?

Nous avons déjà répondu aux deux premières questions dans les chapitres précédents; nous allons maintenant répondre à la dernière question en commençant par analyser comme on la fait pour le déplacement quelques types de méthodes multicritères existantes.

Il existe deux grandes catégories de méthodes d'aide à la décision multicritère.

La première catégorie est composée des méthodes basées sur les notions de coût ou de fonction d'utilité; ce sont les méthodes monofonctionnelles.

La seconde catégorie regroupe les méthodes qui sont fondées sur le principe de préférence; celles-là sont des méthodes multifonctionnelle.

B1 - METHODE MONOFONCTIONNELLE

METHODES UTILISANT LA NOTION DE COUT:

Il s'agit dans ce type de méthode d'associer à chaque critère quantitatif un coût; le coût de la solution est évalué à l'aide d'une fonction économique.

La meilleure solution est celle qui optimise la fonction économique.

Cette méthode est à exclure car elle ne répond pas à la condition de généralité, parce qu'elle ne prend en compte que les critères quantitatifs .

METHODES UTILISANT LA NOTION D'UTILITE:

Ces méthodes sont fondées sur la notion d'utilité qui consiste à associer à chaque critère quantitatif ou qualitatif, une échelle arbitraire à condition qu'elle permette de réaliser un ordre sur l'ensemble des valeurs prises par le critère associé.

Considérons par exemple le cas de figure suivant où l'on doit choisir une solution pour le réseau parmi quatre possibles compte tenu des critères côte radier et côte raccord.

<u>critères</u>	<u>Zrad</u>	<u>Zrac</u>
solution1	1,3 m	3 m
solution2	2 m	2,7 m
solution3	2 m	2,5 m
solution4	1,2 m	3 m

Comme fonction d'utilité, on peut prendre la fonction suivante :

$$U(h) = E(h)+1$$

Où E représente la fonction partie entière et h la valeur prise par chaque critère.

On obtient dans ce cas la matrice de décision suivante:

critères	U (Zrad)	U (Zrac)
solution1	2	4
solution2	3	3
solution3	3	3
solution4	2	4

Sur cette matrice on remarque qu'aucune solution ne domine les autres, ces solutions constituent un ensemble de solutions non dominées.

Le choix d'une solution dépend dans ce cas des préférences du concepteur.

Pour résoudre ce problème, il existe des méthodes qui consistent à attribuer une note au vecteur caractérisant une action.

Parmi celles-ci, on peut citer la méthode de pondération simple qui consiste à affecter à chaque critère un poids et effectuer ensuite la somme des notes pondérées.

Dans l'exemple précédent, si on choisit de donner aux critères Zrad un poids de 2 et Zrac un poids de 1, on obtient:

$$S1 : 2+3 = 5$$

$$S2 : 4+2 = 6$$

$$S3 : 4+2 = 6$$

$$S4 : 2+3 = 5$$

Les solutions S2 et S3 sont préférables aux solutions S1 et S4.

La remarque que l'on peut faire sur ce type de méthode est la suivante:

Le résultat dépend des échelles choisies: or ce choix reste arbitraire quelque soit le type de critère.

Donc par rapport aux qualités requises ce type de méthode ne reflète pas la réalité.

B2 - METHODES MULTIFONCTIONNELLES

Pour mieux représenter la réalité dans le cadre de la pratique de la décision, de nouvelles méthodes ont été mises au point.

Le but est de fournir aux décideurs des techniques qui leur facilitent les prises de décision, notamment lorsqu'il doivent effectuer un choix multicritère et sans pour autant transformer la réalité (par exemple utilisation d'échelle arbitraire).

Il existe deux catégories de méthodes, celle qui sont orientées vers la recherche de l'ensemble de PARETO ou ensembles des actions non dominées et celle qui procèdent par classement multicritère des actions.

RECHERCHE DES ACTIONS NON DOMINEES:

Dans ce type de méthode, tous les critères ont le même poids, le but est de déterminer l'ensemble des actions non dominées ou l'ensemble de PARETO.

Une action est dite non dominée par rapport à un critère, lorsqu'il n'existe aucune autre solution qui soit meilleure sur ce critère.

Exemple d'ensemble de PARETO à deux critères:

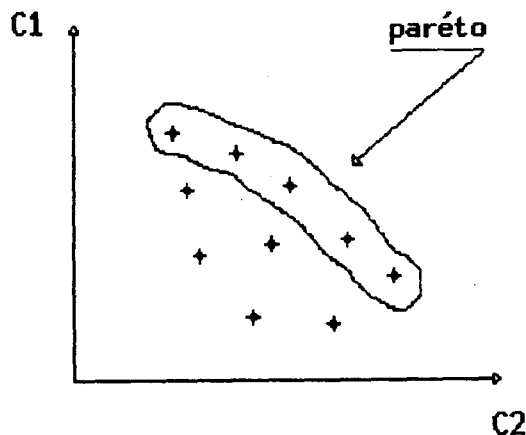


fig : 44

Après construction de l'ensemble de PARETO, le décideur peut alors formuler ses préférences et choisir l'action qu'il juge «meilleure».

La formulation des préférences s'effectue en aval de la phase de sélection.

Parmi ces méthodes on peut citer, la méthode des contraintes, méthode NISE [58 - COHON], ... etc.

METHODES DE SURCLASSEMENT

Ces méthodes sont fondées sur le concept de relation de surclassement, définie de la façon suivante:

Une relation de surclassement est une relation binaire définie sur l'ensemble des actions A tel que si (a,b) appartient à $A \times A$ alors on a « a surclasse b » si l'on peut affirmer sans trop de risque d'erreur que a est préférable à b .

En d'autre terme une relation de surclassement est une relation de préférence; ainsi par rapport aux méthodes précédentes, la formulation des préférences intervient en amont de la phase de sélection des actions; à chaque critère le décideur attribut un poids qui dépend de l'importance que celui-ci lui accorde.

Le choix d'une meilleure action se fait ensuite par agrégation des critères pondérés; comme exemple on peut citer les méthodes de type ELECTRE (élimination et choix traduisant la réalité).

ELECTRE I utilise le concept de noyau N construit à partir d'une relation de surclassement.

Il s'agit de regrouper dans une même classe ou noyau toutes les actions équivalentes, ensuite on recommence la même procédure, mais cette fois en considérant le sous ensemble N et en utilisant une nouvelle relation de surclassement, ainsi de suite jusqu'à obtention d'un noyau minimal constitué d'une action unique ou de plusieurs action équivalentes.

ELECTRE II est une version évoluée de ELECTRE I, elle permet d'établir un classement général sur l'ensemble des actions.

Sur l'ensemble A des actions, on définit une relation de surclassement fort et une relation de surclassement faible; chacune de ces relations est caractérisée par un test de concordance (seuil C) et un test de discordance (un seuil D_i par critère C_i).

On considère deux actions a_1 et a_2 dont les vecteurs d'état sont connus ainsi que l'ensemble des pondérations associées aux critères.

poids	p_1	p_2	p_3		p_n
a_1	$c_{1,1}$	$c_{1,2}$	$c_{1,3}$		$c_{1,n}$
a_2	$c_{2,1}$	$c_{2,2}$	$c_{2,3}$		$c_{2,n}$

Posons,

$$P^+ (a_1, a_2) = i \text{ pi tel que } c_{1,i} > c_{2,i}$$

$$P^- (a_1, a_2) = i \text{ pi tel que } c_{1,i} < c_{2,i}$$

$$P^= (a_1, a_2) = i \text{ pi tel que } c_{1,i} = c_{2,i}$$

$$P = (P^+) + (P^=) + (P^-)$$

Le test de concordance est satisfait si on a :

$$(P^+) + (P^=) / (P) \geq C \quad \text{et} \quad P^+/P^- \geq 1$$

Le test de non discordance est satisfait s'il n'existe aucun critère tel que :

$$c_{1,i} < c_{2,i}$$

et

$$c_{1,i} - c_{2,i} < D_i$$

Lorsque ces deux test sont satisfait on conclut que l'action a_1 surclasse l'action a_2 .

Maintenant le classement peut être de type fort ou de type faible en fonction des valeurs attribuées aux seuils C et $D(i)$.

Ces deux relations permettent la définition de deux pré-ordres v_1 et v_2 extrêmes et d'un pré-ordre médian v qui permet d'établir un classement général des actions (voir annexe).

Après avoir analysé cette deuxième catégorie, il faut voir s'il satisfait au cahier des charges; à priori oui.

Cependant, il faut noter que les méthodes de recherche des actions non dominées s'adaptent mieux au cas où l'ensemble des actions à juger est nombreux, tandis que les méthodes de surclassement s'adaptent mieux au cas où l'ensemble des actions est peu nombreux.

3-3 LES METHODES RETENUES.

A/ METHODE DE DEPLACEMENT

Après avoir analysé les deux méthodes de déplacement en profondeur et en largeur nous avons conclu que la première répondait partiellement au cahier des charges tandis que la seconde ne répondait pas du tout.

La méthode que nous avons adopté est une méthode qui reprend le principe de recherche en profondeur en intégrant la possibilité de choix multicritère au niveau des opérateurs à appliquer.

La démarche est la suivante:

A partir de l'état initial nous appliquons les opérateurs autorisés; on génère alors des états appartenant au niveau suivant et qui constituent tous des point de départ potentiels; le classement multicritère de ces solution permet de choisir le nouvel état à partir duquel on continue l'exploration.

Nous recommençons ensuite la procédure à partir du nouvel état et cela jusqu'à obtention d'une solution finale.

B/ METHODE DE SELECTION

Concernant la méthode de sélection multicritère, notre choix s'est porté sur la méthode ELECTRE II.

D'abord parce qu'elle satisfait pleinement aux exigences énoncées, ensuite parce que le nombre des actions à comparer est faible.

CONCLUSION

La construction de graphes d'états représentant l'ossature de l'espace de résolution de l'application plan de masses nous a conduit à rechercher d'une part une méthode de déplacement et d'autre part une méthode d'aide à la décision.

Compte tenu de l'architecture des graphes nous les avons transformé en arborescences afin de pouvoir tester les méthodes qui s'adaptent à ce type de graphes.

Parmi ces méthodes nous avons analysé l'exploration en profondeur et l'exploration en largeur.

Cette analyse nous a permis compte tenu d'un certain nombre d'exigences d'appliquer une méthode mixte qui procède du principe suivant :

- exploration en largeur à partir d'un état donné.
- sélection par une méthode multicritère (ELECTRE II).
- poursuite de l'exploration en profondeur.

Pour résoudre ce dernier problème nous avons analysé un certain nombre de méthodes d'aide à la décision, celle qui répond le mieux au cahier des charges et que nous avons retenu est ELECTRE II.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

L'étude du projet plan de masse de bâtiment par une approche système interactif d'aide à la décision, nous a amené à développer successivement les trois points suivants :

- 1 - le modèle conceptuel des données du projet.
- 2 - l'espace de résolution associé au projet.
- 3 - l'aide à la décision au cours du processus de résolution .

1 - Le premier point a consisté à trouver une structure d'organisation pour les données du projet .

Le modèle conceptuel que nous avons développé fait appel au formalisme individuel « entité - relation » utilisé par la méthode MERISE qui est une méthode d'analyse et de conception des systèmes d'information.

Ce modèle est une synthèse de trois schémas externes associés respectivement au bâtiment, au réseau et à la parcelle.

L'analyse détaillée du modèle a débouché sur la représentation d'une base de connaissance structurelle et d'une base de connaissance fonctionnelle.

La première base traduit les connaissances que l'on possède sur les objets et les relations du modèle (classes de relations, représentation graphique des objets).

La seconde base décrit les méthodes d'évaluation des critères en fonction des attributs des objets du modèle.

2 - Le second point concerne la résolution proprement dite des problèmes liés au bâtiment et au réseau d'assainissement.

L'espace de résolution que nous avons développé est composé dans ce cas de deux graphes d'états.

Dans ces graphes, les noeuds représentent les différents états possible pour la solution courante, tandis que les arcs représentent les opérateurs qui permettent de passer d'un état à un autre.

Les états sont définis en fonction des critères vérifiant les seuils techniques.

La définition précédente permet de pratiquer une partition par niveau de l'ensemble des états.

A chaque état appartenant à un certain niveau nous associons un ensemble d'opérateurs qui permettent de faire passer la solution à un nouvel état appartenant au niveau suivant.

Ces opérateurs agissent sur les variables de décision dont dépendent les critères mises en cause.

Le choix de l'opérateur à appliquer dépend du résultat d'analyse multicritère des solutions générées.

3 - Le troisième point que nous avons développé concerne deux problèmes qui sont liés entre eux; il s'agit du problème de déplacement dans les graphes construits et celui du choix des états à partir desquels on continue l'exploration.

La méthode de déplacement en profondeur répond partiellement au cahier des charges que nous avons défini.

Pour satisfaire aux qualités requises nous avons intégré dans le processus de résolution la méthode ELECTRE II.

C'est une méthode d'aide à la décision qui permet d'effectuer un choix multicritère des opérateurs à appliquer aux états courants de la solution.

troisième partie :

LA MAQUETTE INFORMATIQUE : PLAN-MASS

INTRODUCTION

"Un système interactif d'aide à la décision est un système informatique ou en tout cas un système qui peut être informatisé".

Ce propos introduit, la troisième partie de ce travail qui est consacré à l'étude de l'outil informatique qui a été développé.

Dans la partie précédente nous avons eu une approche à la fois synthétique et méthodique du problème de conception des plans de masse.

Dans cette partie nous nous intéressons à l'approche C.A.O du projet.

L'outil informatique que nous présentons est une maquette de simulation du système, elle permet la représentation graphique des objets du plan de masse et l'organisation des données dans une structure appropriée de même elle permet de procéder à des évaluations et à des modifications multitechniques d'une solution.

En plus de cela un module d'évaluation multicritère permet de choisir une solution parmi plusieurs variantes possibles au cours du processus de résolution.

Dans le premier chapitre nous analysons l'organisation structurelle et fonctionnelle de la maquette.

Dans le deuxième chapitre nous analysons sur un exemple d'application le fonctionnement des différents modules.

1 LA MAQUETTE INFORMATIQUE

INTRODUCTION

Le but du développement d'une maquette est de montrer la possibilité de passer d'un S.I.A.D théorique à un S.I.A.D informatique.

Cette transcription met en valeur l'interactivité comme principale caractéristique du système.

Le contrôle de la maquette par l'utilisateur est rendu possible grâce à l'architecture modulaire de celle-ci et grâce à la facilité avec laquelle on peut passer d'une fonction du système à une autre.

Les qualités requises pour le support matériel sont la rapidité du traitement et une mémoire importante pour avoir la possibilité de passer d'une simple maquette à un système important.

Les qualités du support logiciel doivent nous permettre de disposer d'un outil à la fois infographique, interactif et facilement transportable d'un type de matériel vers un autre.

1-1 ORGANISATION MATERIELLE ET LOGICIELLE

1-1-1 SUPPORT MATERIEL

La configuration du matériel utilisé est la suivante:

L'ordinateur est un MicroVAX de DEC travaillant sous le système d'exploitation V.M.S. version 5.1.

L'environnement périphérique est constitué d'un poste de travail se composant d'un terminal graphique TEKTRONIX 4111 et d'une table à digitaliser TEKTRONIX 4958; d'une console alphanumérique VT 320 plus une imprimante TEKTRONIX 4696 utilisée pour la sortie des plans graphiques.

Par rapport au cahier des charges ce matériel possède les performances requises.

1-1-2 SUPPORT LOGICIEL

Le système graphique retenu est le standard G.K.S (Graphical Kernel System).

Ce système est le résultat d'études menées depuis 1975 par un groupe de travail qui est issu du comité de normalisation I.S.O.

La première version 1.0 est apparue en 1977; depuis lors, plusieurs versions évoluées ont été développées.

Ce système inclut :

- Les fonctionnalités graphiques nécessaire à toute sorte de dessin en mode interactif ou non.

- L'indépendance des applications vis-à-vis du matériel informatique utilisés.

il permet :

- d'effectuer des sorties graphiques
- de travailler dans plusieurs espace de coordonnées
- de piloter des unités de visualisation
- le stockage temporaire de parties d'image dans des segments
- le stockage permanent des dessins dans des métafichiers
- la lecture des données stockées dans des métafichiers
- édition des paramètres du noyau graphique

Une description plus détaillée de ce système se trouve en annexe.

Le Langage de programmation utilisé est le FORTRAN 77; ce langage a été choisi pour deux raisons :

1- parce que les procédures de G.K.S sont implementées en FORTRAN au niveau du système, ceci rend souple leur utilisation.

2- parce que le FORTRAN est un langage compilé, ce qui diminue donc le temps d'exécution.

1-1-3 ARCHITECTURE INFORMATIQUE

La maquette PLAN-MASS s'articule autour de trois modules principaux :

PROJET : Il permet la représentation graphique des objets de la parcelle, du bâtiment et du réseau ainsi que la structuration des données du projet.

CONTROL : C'est le chef d'orchestre de la maquette. Il permet la consultation de la base d'information, la sélection des objets, la réalisation des différentes évaluations et modifications des objets du projet.

ETAT : Il sert à consulter l'espace des états; il permet à l'utilisateur de connaître où se situe la solution courante par rapport aux graphes d'états.

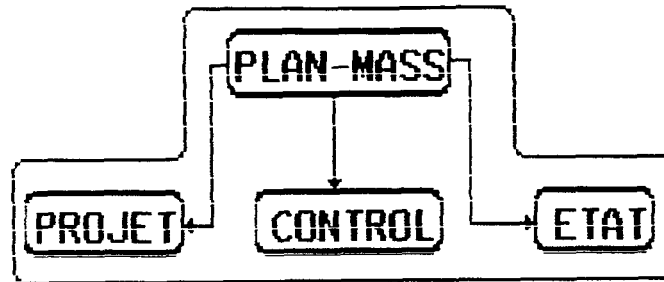


fig 45 : architecture modulaire

A coté de ces modules qui constituent un bloc commun, nous avons développé un module SELEC2 qui permet d'effectuer un classement sur l'ensemble des variantes d'une solution.

Ce module utilise la méthode ELECTRE II; à partir des résultats des évaluations des critères et compte tenu des paramètres requis par la méthode il effectue un classement général des variantes proposées.

Ce sont ces modules que nous allons détailler dans les paragraphes suivants.

1-2 ORGANISATION FONCTIONNELLE

1-2-1 INTERFACE UTILISATEUR

Pour faciliter son utilisation la maquette PLAN-MASS a été conçue autour d'un jeu de menus défilants; chaque menu est constitué d'une liste d'options disponibles.

Le menu principal est composé des options suivantes:

MENU-PRINCIPAL:

1. projet
2. control
3. état
4. exit

1-2-2 FONCTIONS DE BASE

Les fonctions de base de la maquette sont: la modélisation du projet, le contrôle du processus de résolution, la consultation de l'espace des états et le classement multicritère des variantes d'une solution.

a/ modélisation du projet

Cette tâche est réalisée grâce au module PROJET; il fait appel à trois programmes : PARCMOD, BATIMOD et RESOMOD.

Ces programmes permettent de saisir et de représenter respectivement la parcelle, le bâtiment et le réseau au sein de la base d'information.

Les données saisies sont graphiques pour les deux premiers objets et à la fois graphiques et numériques pour le troisième.

L'architecture de ce module est la suivante :

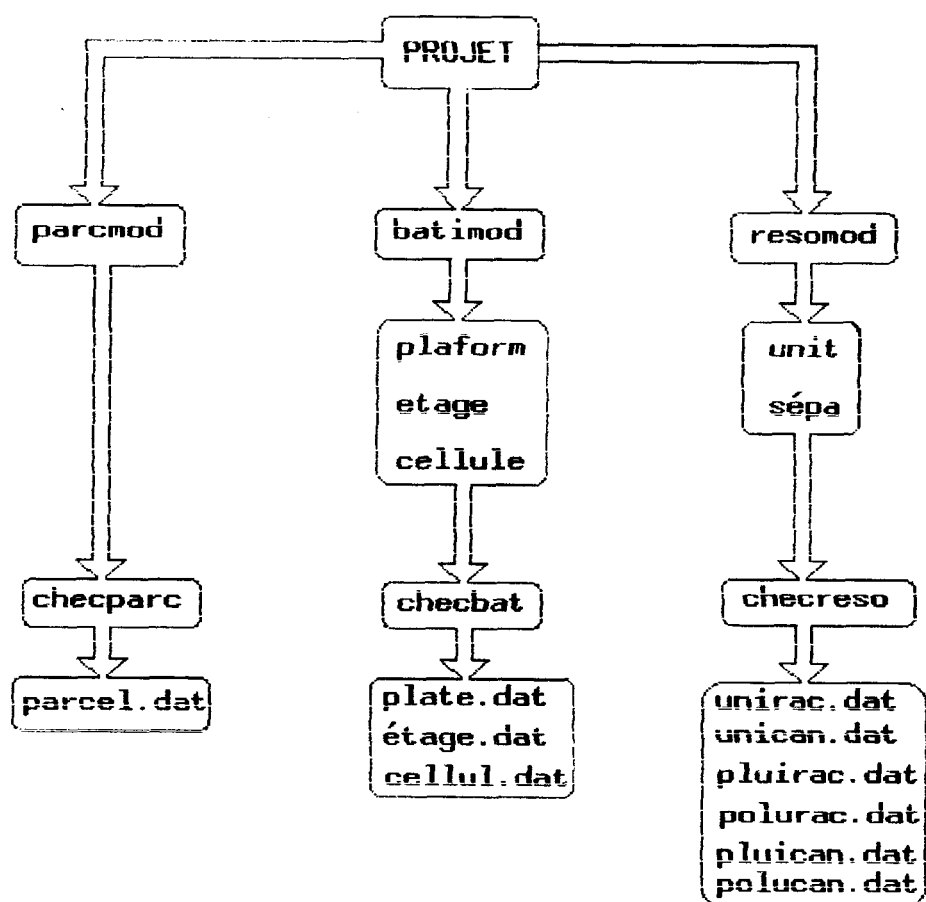


fig 46 : le module PROJET

C'est l'option projet qui permet d'activer le module PROJET; pour ce faire plusieurs modes d'accès sont proposées à l'utilisateur qui peut définir en mode graphique interactif tous les objets du plan de masse.

Ensuite toutes les données sont organisées automatiquement dans un système de fichiers à accès direct.

Le choix de cette option, est suivi par l'affichage de la liste des objets à définir:

MENU-PROJET:



1. parcelle
2. bâtiment
3. réseaux
4. quit

Pour définir la parcelle du projet l'utilisateur doit sélectionner la première option, apparaît ensuite la liste des options suivantes:

MENU-PARCMOD:

1. parcell1
2. parcell2
3. parcell3
4. quit

Ce menu offre la possibilité de définir trois occurrences de l'objet parcelle; à partir de cette liste on choisit l'occurrence que l'on veut définir.

Une liste de l'ensemble des objets qui composent cette occurrence est proposée:

MENU-PARC-OBJ:

1. limite-sep
2. front-rue
3. alignement
4. quit

Pour construire un objet de cette liste il suffit de le sélectionner, le dessin des objets se fait ensuite directement sur l'écran ou à partir de la table à digitaliser.

Les attributs de chaque objet ainsi défini sont automatiquement stockés dans un fichier à accès direct à l'aide de la procédure chepcarc.

Pour définir le bâtiment projeté l'utilisateur doit sélectionner la seconde option, et comme avant la liste des options suivantes s'affiche :

MENU-BATMOD:

1. bâti1
2. bâti2
3. bâti3
4. quit

Là aussi il est possible de définir trois occurrences de l'objet bâtiment pour ce faire il suffit de choisir celle que l'on veut définir.

Une liste de l'ensemble des objets qui composent le bâtiment est ensuite affichée:

MENU-BAT-OBJ:

1. plate-forme.
2. étage.
3. cellule.
4. quit.

Pour construire un objet de cette liste il suffit de le sélectionner, et en fonction du choix effectué une liste parmi les trois suivantes s'affiche:

MENU-ETAGE

1. contour
2. quit

MENU-CELLULE

1. contour
2. quit

MENU-PLAT

1. contour
2. quit

Comme pour la parcelle, Les attributs de chaque objet défini sont automatiquement stockés dans un fichier à accès direct cette fois-ci à l'aide de la procédure checbat.

La représentation du réseau se fait à partir de l'option réseau du menu principal.

MENU-RES-SYS:

1. unitaire.
2. séparatif.
3. quit.

La première option correspond à un réseau unitaire, la second à un réseau séparatif.

Dans les deux cas de figure la liste qui s'affiche est la suivante :

MENU-RES-OBJ:

1. canalisation.
2. regard-bat.
3. regard-jon.
4. regard-fac
5. quit.

Les options 1, 2, et 3 servent à définir un tronçon qui se compose d'une canalisation et du regard qui se trouve en amont.

L'option 4 sert à définir l'objet regard de façade.

Comme avant, Les attributs de chaque objet défini sont stockés dans un fichier à accès directe à l'aide de la procédure checreso.

b/ contrôle du processus de résolution

L'utilisateur peut contrôler le processus de recherche d'une solution grâce au module CONTROL.

Ce module est en fait composé de deux sous-modules: INFORMATION et TRAITEMENT ;il peut être activé à partir de l'option control du menu principal.

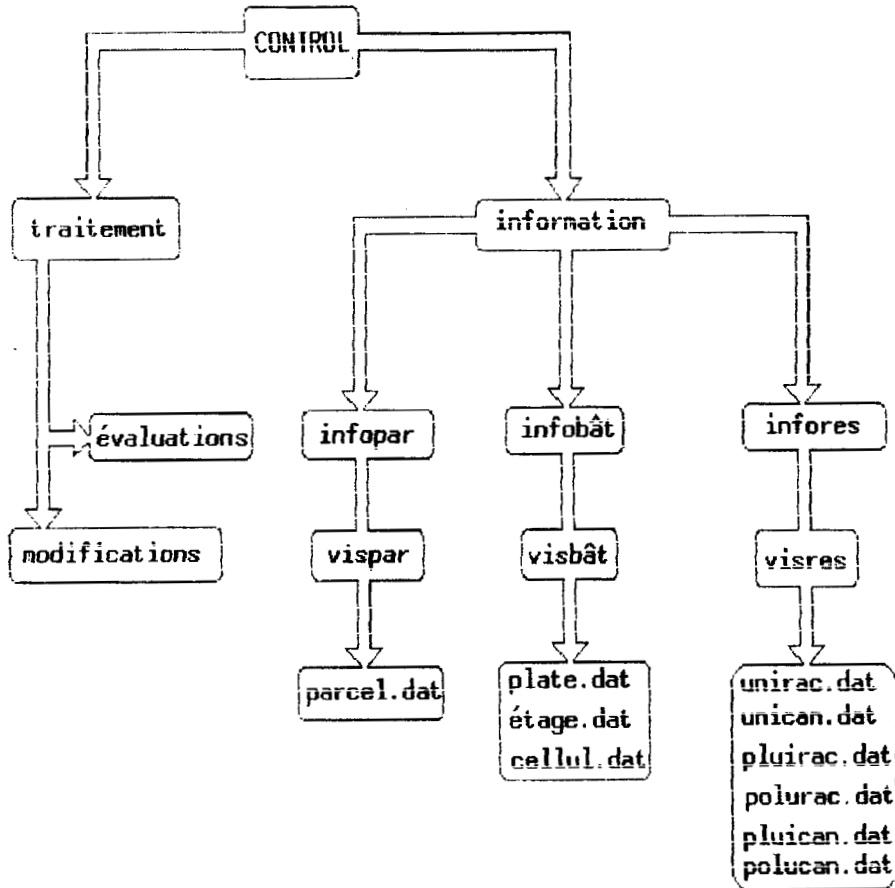


fig 47 : le module CONTROL

Les options du menu control sont :

MENU-CONTROL:

1. information.
2. traitement.
3. quit

La première option sert à activer le module INFORMATION qui permet l'accès à la base d'information.

MENU-INFO:

1. PARC-MOD.
2. BATI-MOD.

3. RESO-MOD
4. quit

Chacun des objets de cette liste permet l'affichage d'une grille de lecture particulière.

Cette grille qui est une sorte de bibliothèque contient les objets construits dans la phase de modélisation.

Ce procédé de consultation, rapide et transparent, permet au concepteur de revoir les objets qu'il a défini et facilite son choix d'une proposition.

Après consultation, et retour au menu control, on passe aux traitements des informations (option traitement) :

MENU-TRAITEMENT:

1. proposition.
2. modification.
3. quit.

Avec l'option proposition, l'utilisateur propose la solution initiale pour le projet.

Cette proposition s'effectue en choisissant dans chaque objet: parcelle, bâtiment et réseau une occurrence parmi celles qui ont été définies dans la phase de représentation.

Une fois le choix effectué, on passe aux évaluations multitechniques, d'abord pour le bâtiment ensuite pour le réseau.

MENU-EVA-BAT :

1. densité.
2. volume.
3. projection.
4. emprise.
5. quit

densité : permet d'évaluer la densité du projet et de la comparer au C.O.S.

volume : sert à vérifier pour chaque étage les règles de hauteur et de prospect.

projection : permet de calculer le coefficient d'emprise au sol du projet et de le comparer au C.E.S maximum.

emprise : sert à vérifier l'inclusion de la plate-forme à l'intérieur du polygone d'implantation.

MENU-EVA-RES :

1. profil.
2. niveau.
3. quit.

profil: permet de vérifier les dimensions d'un tronçon ainsi que le profil en long compte tenu des contraintes concernant les profondeurs de pose et de recouvrement.

niveau: permet de vérifier la cohérence des niveaux entre le réseau projeté et le réseau public.

Une fois que toutes les évaluations sont réalisées, les résultats obtenus sont analysés et ensuite stockés dans un fichier, le système renvoie alors deux états l'un vers l'espace 1 correspondant au critères touchant le bâtiment et l'autre vers l'espace 2 correspondant aux critères touchant le réseau.

Avec la seconde option du menu traitement qui est : modification; il est possible de proposer jusqu'à 4 variantes à la solution courante :

Le choix des options de ce menu peut s'effectuer dans un ordre quelconque; ceci est d'ailleurs valable pour tous les menus qui ont été présenté.

MENU-MODIFICATION :

1. modification 1.
2. modification 2.
3. modification 3.
4. modification 4.
5. quit.

Ce nombre limité est dû au fait que le nombre maximum d'états que l'on peut atteindre à partir d'un état donné est quatre.

Ceci correspond au passage du niveau 0 au niveau 1 dans l'espace 1.

Les résultats et les états correspondants sont enregistrés dans des fichiers intermédiaires que l'utilisateur peut consulter en dehors de la maquette.

c/ consultation de l'espace d'état

Le module ESPACE permet de consulter les espaces d'états; ce module peut être activé grâce à l'option espace du menu principal:

MENU-ESPACE :

1. espace 1.
2. espace 2.
3. quit.

Les deux options permettent la visualisation de l'espace des états sous la forme d'un graphe.

Sur ce graphe apparaissent les états initial (proposition) et courant (solution courante); ils sont reliés par une polygline dont les sommets coïncident avec les états parcourus.

d/ classement multicritère des variantes.

Le module qui permet d'aboutir au classement des variantes d'une solution est SELEC2.

Les données requises sont de deux natures:

- 1- les données propres à la méthode ELECTRE II.
- 2- les données résultantes des évaluations multicritères.

Les premières données sont les paramètres utilisés par ELECTRE II, il s'agit des seuils de concordance et de discordance ainsi que du vecteur de pondération I_p .

L'utilisateur doit définir respectivement trois paramètres S_1, S_2 et S_3 correspondant à des seuils de concordance, fort, moyen et faible ainsi que deux vecteurs D_1 et D_2 correspondant à des seuils de discordances forts et faibles.

De même, il doit associer à chaque critère c_i un poids p_i traduisant le taux de préférence accordée à ce critère.

Les secondes données sont les valeurs prises par les critères et les valeurs des seuils techniques associés à ces critères.

Nous verrons dans le chapitre suivant un exemple de fonctionnement de ce module.

1-3 procédures de traitements techniques

Ces procédures permettent de vérifier si la solution envisagée pour le réseau d'assainissement est correcte au niveau du profil en long et au niveau du raccordement au réseau public.

Objectif : profil en long.

Le critère concerné est la côte radier; les données pris en compte proviennent des objets regards bâtiment, regards jonction et des canalisations.

Pour chaque tronçon on vérifie à partir du débit les dimensions (pente et section); à partir des côtes radiers on vérifie que le tronçon est contenu dans l'enveloppe limité par les côtes de pose (Z_p) et de recouvrement (Z_r).

Algorithme :

rappel des données :

pour chaque tronçon : côte radier amont --> Zam
 côte radier avale --> Zav
 débit --> Q
 section --> S
 pente --> P

test:

Zr < Zam < Zp

Zr < Zav < Zp

les valeurs prises par Q,P et S sont comparées aux valeurs
 des tableaux suivants :

Diamètre	Section	Pente (cm/m)							
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
100 mm	0,00785 m ²	2,20	3,27	4,05	4,72	5,2	5,75		6,65
150	0,01767	6,8	10,04	11,8	14,25	15,0	17,47		20,12
200	0,03141	14,3	21,88	24,20	31,04	35,0	38,02		43,86
250	0,04908	25,8	36,0	44,5	52,5	57,0	63,5		
300	0,07068	42,0	59,5	71,5	82,0	91,0	102,0		
350	0,09621	50,0	77,0	93,0	108,0	120,0	135,0		
400	0,12565	75,0	106,0	131,0	150,0				

fig 48 : débit des eaux pluviales

Diamètre	Section	Pente (cm/m)							
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
100 mm	78 cm ²	2,68	3,5	3,80	4,20	4,65	5,0	5,36	5,99
150	176	8,17	9,8	11,54	12,85	14,16	15,20	16,30	18,20
200	314	17,86	21,66	25,27	28,10	30,85	33,20	35,54	39,87
250	491	32,55	39,25	49,57	51,20	56,50	61,0	65,09	72,77
300	706	53,04	64,07	75,10	83,41	91,74	98,9	106,08	118,45

fig 49 : débit des eaux polluées

Objectif : cohérence des niveaux .

Le critère pris en compte est la côte radier de l'objet regard de façade; on vérifie qu'elle est compatible avec le niveau du réseau public (Zpub).

Algorithme :

rappel des données :

regard façade --> Z rad

test:

Zrad < Zpub

CONCLUSION

Ce chapitre a été consacré à la description de la maquette informatique du système; nous y avons décrit successivement l'organisation matérielle, logicielle et fonctionnelle.

L'utilisation de G.K.S 2D est intéressante pour plusieurs raisons d'abord parce que c'est un système qui est interactif et totalement indépendant du matériel ce qui nous évite les problèmes de configuration du logiciel et ensuite parce qu'il contient la plupart des primitives dont on a besoin pour la représentation graphique des objets dans le plan.

La structure modulaire de la maquette et son organisation autour d'un jeu de menus rendent son utilisation souple et conviviale.

2- ETUDE DETAILLEE DES MODULES

INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est d'analyser sur un exemple choisi, le fonctionnement de la maquette.

Tout d'abord nous commençons par présenter l'exemple, ensuite nous étudions le fonctionnement des modules présentés dans le chapitre précédent.

Enfin nous terminons par un constat sur les performances et les limites de la maquette et sur les possibilités de développement.

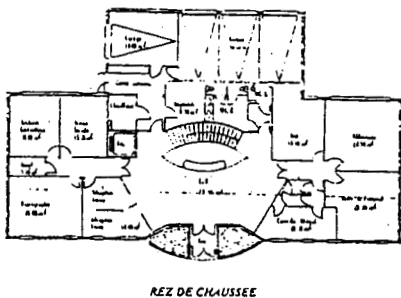
2-1 PRESENTATION DE L'EXEMPLE TRAITE.

2-1-1 LA COMPOSITION DU PLAN DE MASSE

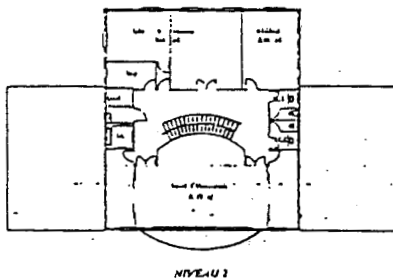
L'exemple qui sert à la démonstration du fonctionnement de l'application plan-masse est le suivant; il s'agit d'un projet de construction d'un immeuble à usage administratif et de son raccordement au réseau public d'assainissement qui est de type unitaire.

Le bâtiment est composé de deux niveaux (R+2) :

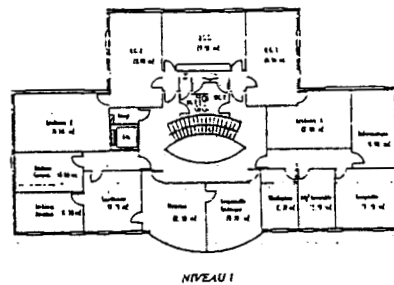
rez-de-chaussée:



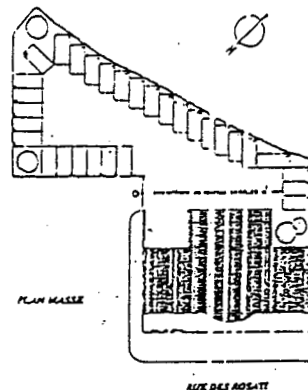
2^{ème} niveau:



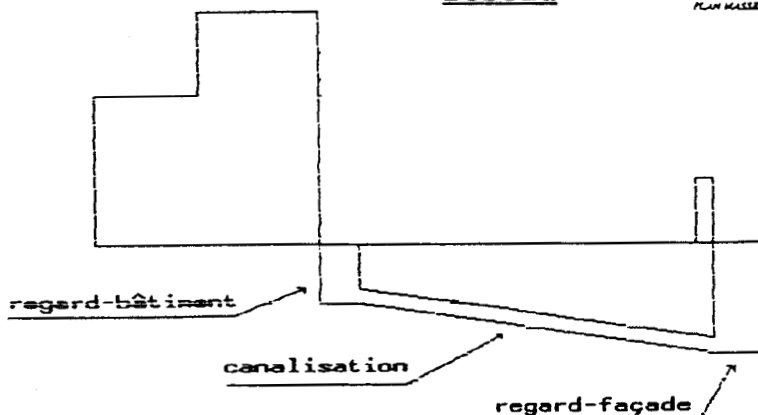
1^{er} niveau:



la parcelle



réseau



2-1-2 LES CONTRAINTES TECHNIQUES ET REGLEMENTAIRES:

a/ Bâtiment

Le coefficient d'occupation des sol est fixé à 1, le coefficient d'emprise à 0.5.

La hauteur de prospect est fixée par : $H < 2 \cdot L$; la hauteur par rapport à l'alignement opposé par : $H < L$; la hauteur absolu (à ne pas dépasser dans tous les cas) est 20 m.

La marge de recul (alignement) par rapport à l'axe de circulation est 8 m, celle de l'alignement opposée est 8 m.

b/ Réseau

La profondeur minimum de recouvrement est 0.8 m, la profondeur maximum de pose est 1.5 m.

Le niveau de raccordement doit être contenu dans l'intervalle [1 m, 1.5 m].

2-1-3 Les données du projet.

Parcelle :

Il s'agit d'une parcelle avec front-à-rue frappée d'une marge de recul et possédant une superficie de 1500 m².

bâtiment :

La surface brute du bâtiment (somme des surfaces des étages) est de 1750 m²; les cellules en question sont formées par les garages situés au rez-de-chaussée de surface totale égale à 60 m².

La hauteur entre étages est de 2.6 m.

réseau :

Les données sont les suivantes :

regard-bâtiment:	côte radier	=0.6m
	débit	=65 l/s
canalisation :	pente	=0.5 cm/m
	section	=0.125 m ²
regard-façade :	côte radier	=1.7 m

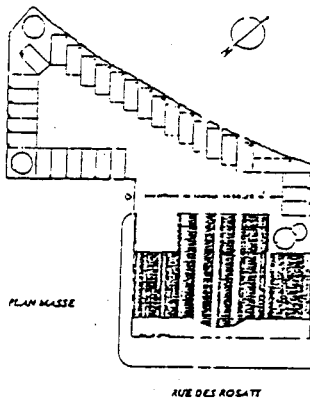
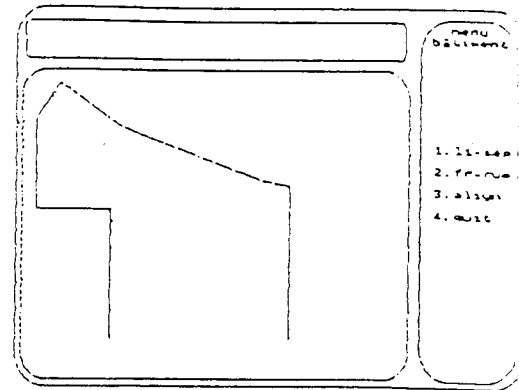
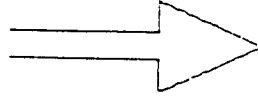
2-2 TRAITEMENT GENERAL DE LA PROPOSITION

2-2-1 SAISI DES OBJETS DU PLAN DE MASSE.

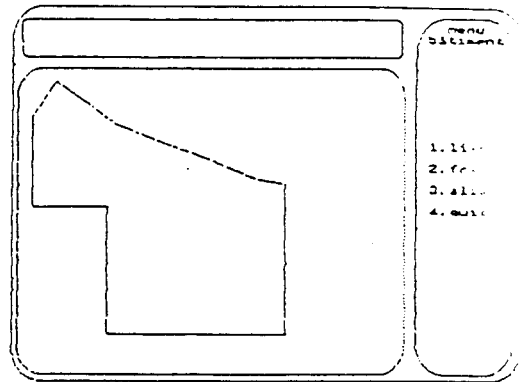
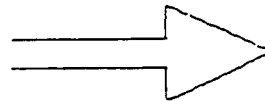
La saisie des objets s'effectue de manière graphique, nous présentons ci-après un extrait des différentes phases de cette procédure.

a/ saisi de la parcelle.

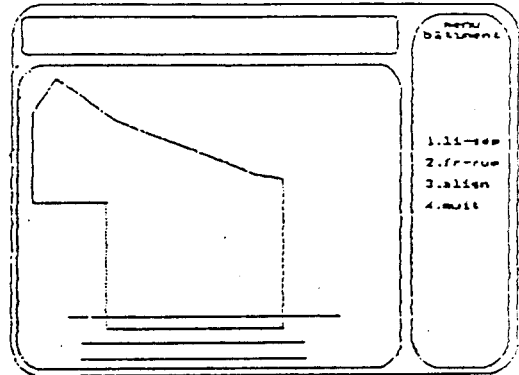
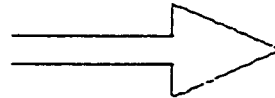
lim-séparative



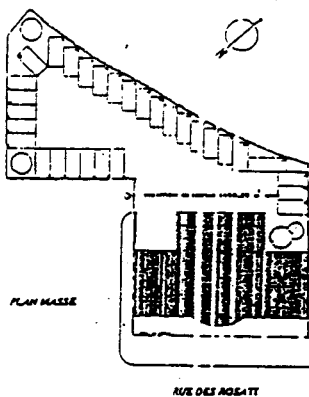
front-à-rue



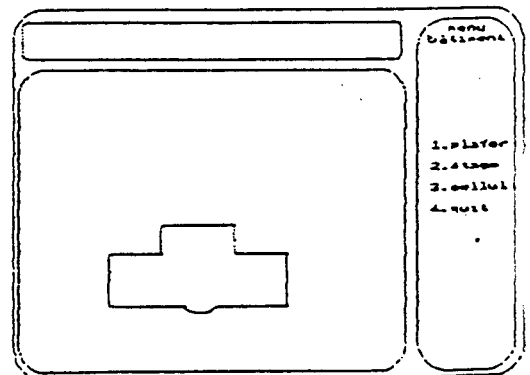
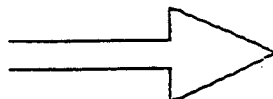
alignement

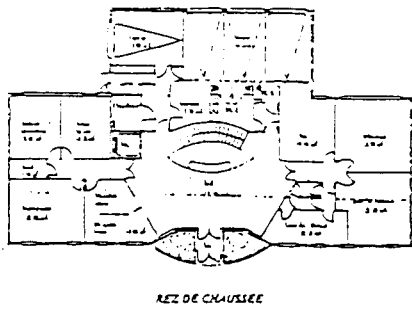


b/ saisi du bâtiment.



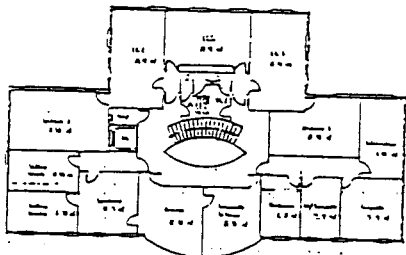
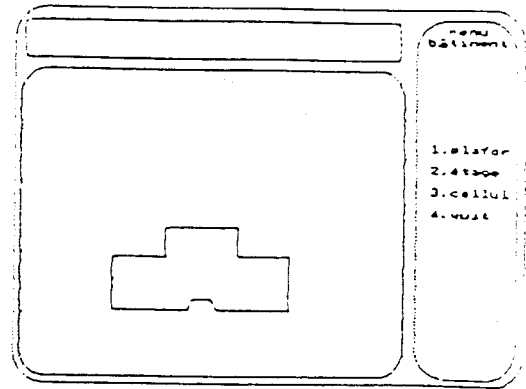
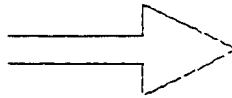
plateforme





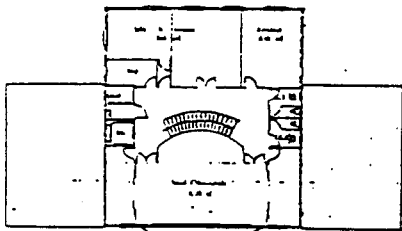
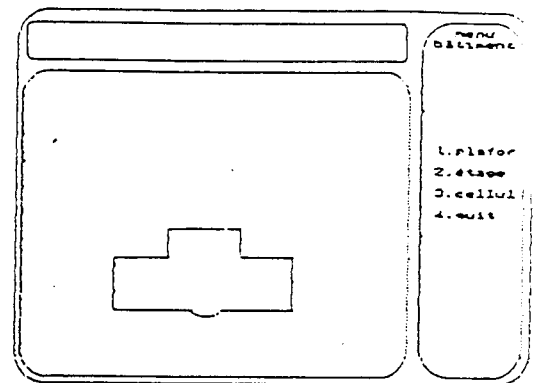
REZ DE CHAUSSEE

rez-de-chaussée



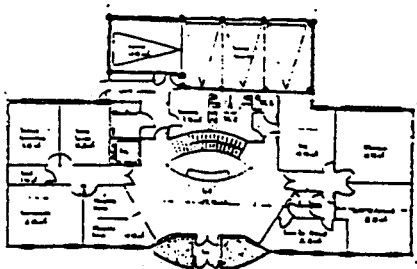
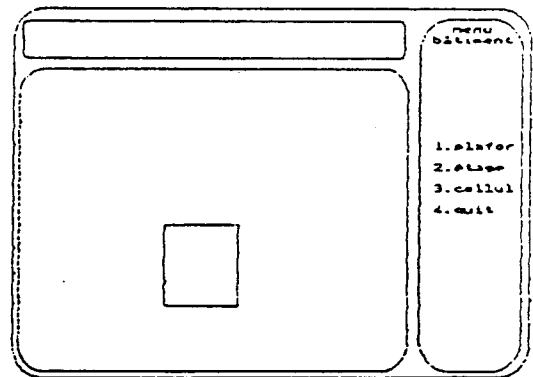
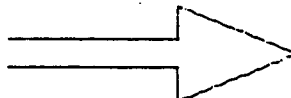
NIVEAU 1

étage 1

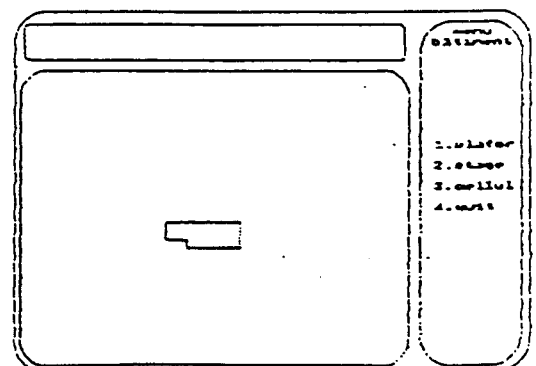
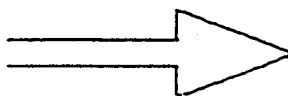


NIVEAU 2

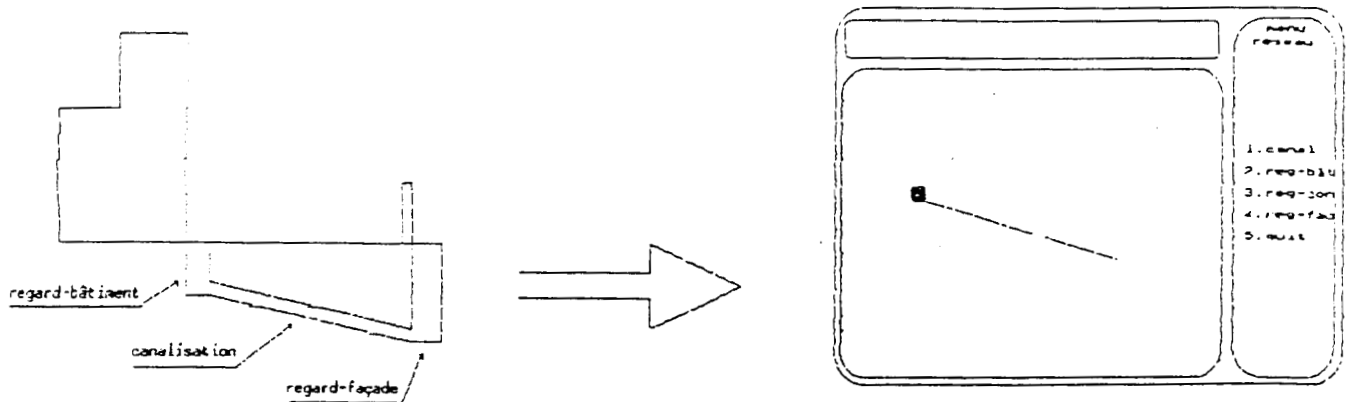
étage 2



cellule

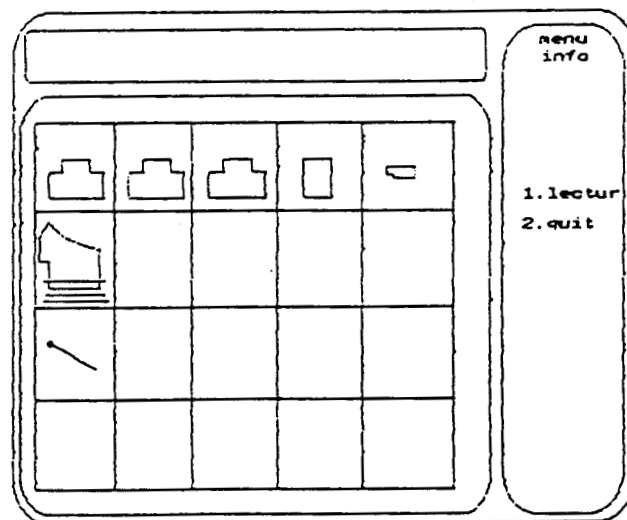


c/ saisi du réseau.



2-2-2 CONTROLE DE LA BASE D'INFORMATION ET EVALUATION MULTITECHNIQUE

2-2-2-1 restitution des objets graphiques:



c/ évaluation de la proposition

Après évaluations des critères on obtient les résultats suivants:

Bâtiment:densité

surf(parcelle) = 1500 m²
 surf(rez-de-chaussée) = 650 m²
 surf(étage 1) = 700 m²
 surf(étage 2) = 400 m²
 surface cellule = 602 m²

S.H.O.N /surf(parcelle) = 1.12 > C.O.S .

La densité n'est pas correct.

volume

H (rez-de-chaussée) : correct
 H (étage1) : correct
 H (étage2) : n'est pas correct

emprise

l'emprise est correcte

surf(plate-forme) = 650 m²

projection

surf(projection) / surf(parcelle) = 0.45 < C.E.S

la projection est correcte

La solution est localement admissible par rapport aux critères P.I.B et P.P.B

L'état correspondant dans l'espace 1 est E2 2.6 de niveau 2 (chapitre 2, partie II).

Par conséquent les états qu'on peut atteindre dans le niveau 4 sont, E2 3.3 et E2 3.4 .

Les opérateurs autorisés sont :

opérateur : OP2 (2,4,3)
 état précédent : E2 2,4
 état nouveau : E2 3,3
 critère amélioré : H

objets à modifier : plate-forme, étage

action sans conflit : aucune

opérateur : OP2 (2,3,4)
 état précédent : E2 2,3

état nouveau : E2_{3,4}
 critère amélioré : S.H.O.N
 objets à modifier : cellule, étage
 action sans conflit : modification du contour des cellules
 action avec conflit : modification du contour des étages

Réseau:

Côte radier

Zrad = 0.6 m < Zrad-inf

Côte raccord

Zrac = 1.7 m > 1.5 m

La solution n'est pas du tout admissible; l'état correspondant est : E1 0.1 .

Les états sous-jacent sont : E1 1.1 et E1 1.2 .

Les opérateurs qui permettent cela sont:

opérateur : OP1 (0,1,1)
 état précédent : E1 0,1
 état nouveau : E1 1,1
 critère amélioré : Z rad
 action sans conflit : modification des côtes radier du regard bâtiment.
 action avec conflit : aucune

opérateur : OP1 (0,1,2)
 état précédent : E1 0,1
 état nouveau : E1 1,2
 critère amélioré : Z rac
 action sans conflit : modification de la côte radier du regard de façade.
 action avec conflit : aucune

2-2-3 MODIFICATIONS DE LA SOLUTION ET ANALYSE MULTICRITERE DES VARIANTES.

A présent nous sommes informés sur l'état courant de la solution et sur les actions qui nous permettent d'améliorer cette solution.

Pour ce faire nous proposons pour le bâtiment quatre variantes et pour le réseau deux variantes.

Bâtiment:

Pour améliorer la hauteur on propose une modification du contour de l'étage 2.

Et pour améliorer la densité nous proposons une augmentation de la surface de la cellule.

Réseau:

Pour le réseau nous proposons les solutions suivantes:

solution 1:

Zrad = 0.8 m

Q = 65 l/s

pente = 0.5 cm/m

S = 0.125 m²

solution 2:

Zrac = 1.5

Les évaluations de ces solutions confirment l'amélioration des critères indiqués.

A présent nous devons décider quelle solution retenir pour le bâtiment et pour le réseau.

Pour effectuer ce choix nous faisons appel au module d'aide à la décision SELEC2.

entrée des paramètres.

a/ concordance

forte = 0.8
moyenne = 0.7
faible = 0.6

b/ discordance et pondération

critères	D _f	D _F	P (%)
H	2.6	5.2	1
S.H.O.N	100	300	1

P.P.B	20	40	1
P.I.B	50	100	1
Zrad	0.25	0.5	1
Zrac	0.25	0.5	1

résultat du classement.

bâtiment:

classe (solb1) =1
 classe (solb2) =1
 classe (solb3) =2
 classe (solb4) =2

réseau:

classe (solr1) =2
 classe (solr2) =1

Les solutions que nous choisissons sont celle qui ont le meilleur classement, c'est-à-dire solb1 et solr2.

L'étape suivante consiste à refaire la même démarche qu'auparavant.

Tout d'abord nous analysons la situation ensuite nous procédons aux modifications.

Pour le bâtiment, La solution est maintenant localement admissible par rapport aux critères : H, P.P.B, P.I.B; l'état correspondant est E2 3,3 (niveau 3).

L'état sous-jacent est E2 4,1 il correspond à une solution qui est localement admissible par rapport à l'ensemble des critères.

L'opérateur qui permet d'atteindre cet état est :

opérateur : OP2 (3,3,1)
 état précédent : E2 3,3
 état nouveau : E2 4,1
 critère amélioré : S.H.O.N
 objets à modifier : étages, cellules
 action sans conflit : modification du contour des cellules
 action avec conflit : modification du contour des étages

Pour éviter tout conflit pouvant mettre en cause l'admissibilité de la solution par rapport aux critères H ou P.P.B, nous choisissons d'agir sur l'objet cellule; ensuite on passe aux évaluations.

Nous proposons quatre solutions; le classement effectué par selec2 est :

```
classe (sol1) =2
classe (sol2) =3
classe (sol3) =1
classe (sol4) =1
```

Quant au réseau, la solution est localement admissible par rapport au critère Zrad elle correspond à l'état E1 1,1 (niveau 1).

Pour passer à l'état suivant qui coïncide aussi avec une solution admissible; nous proposons les valeurs suivantes:

```
solution 1: Zrad =0.8 m
solution 2: Zrad = 0.9
```

Le classement obtenu est :

```
classe (sol1) =1
classe (sol2) =1
```

Les deux solutions sont équivalentes.

CONCLUSION

Nous avons montré dans ce chapitre sur un exemple relativement simple comment fonctionne la maquette dans son état actuel.

Son utilisation ne peut être envisagée que pour les bâtiments courants de formes simples et pour des parcelles se trouvant dans un environnement plat.

Il faut envisager à long terme une fusion entre le module SELEC2 et les autres modules afin d'éviter le partage des tâches entre plusieurs postes de travail.

CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE

L'approche C.A.O signifie le recours à l'informatique pour réaliser des tâches de conception.

Le caractère informatique du concept S.I.A.D est à l'origine de la conception de la maquette du système que nous avons présenté dans cette partie.

Le caractère graphique du plan de masse ainsi que celui du processus de recherche (exploration de graphes d'états) sont les raisons essentielles pour lesquelles nous avons choisi de faire appel à l'infographie pour le développement de cette maquette.

Le but de ce développement est de démontrer la faisabilité informatique d'un S.I.A.D pour les projets de plans de masses.

Il reste à savoir si les procédures d'utilisation proposées sont cohérentes avec les procédures pratiques des concepteurs ou s'il faut alors prévoir une adaptation de la maquette à la manière de procéder des concepteurs.

Enfin sachant qu'il existe actuellement d'autres systèmes de C.A.O orientés bâtiment, il faudrait prévoir une interface de communication entre la maquette et ces systèmes.

Pour l'approche S.I.A.D, nous voulons passer à des systèmes intelligents, c'est-à-dire capable de générer des solutions et de choisir les méthodes d'agrégation des actions, ce qui nécessite la mise en place d'une base de connaissance générale associée au projet; deux possibilités peuvent être envisagées : l'utilisation d'un système expert ou d'un langage orienté objet; cette seconde alternative est privilégiée en raison de l'existence d'une certaine similitude entre le formalisme entité-relation et les langages orientés objet.

Pour la maquette informatique, nous envisageons une implémentation sur micro ordinateur afin d'utiliser un générateur graphique 3D intégré (AUTOCAD) et de faire appel à une base de données sol-structure.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] A.BONHOMME

: Guide pour l'établissement des projets de
bâtiments
Editions du Moniteur -1985-.

[2] C.CAVALINI Y.RAFFESTIN

: Guide pratique de la construction.
Editions du moniteur -1977-.

[3] M.E.L.A.T

: La pratique des V.R.D dans les zones
d'habitation à faible ou moyenne densité
Editions du moniteur -1982-.

[4] C.A.T.E.D

: Les réseaux d'assainissement de qualité
conception et exécution
documentation française du bâtiment
Editions du moniteur -1987-.

[5] R.BAYON

: V.R.D Terrassement et espace vert
Editions Eyrolles -1986-.

[6] M.GONDRAN

: Introduction aux systèmes experts
Editions Eyrolles -1984-.

[7] M.DEVINE

: Parlez-vous MERISE
Editions Eyrolles -1989-.

[8] C.ROLLAND O.FOUCAULT G.BENCI

: Conception des systèmes d'information
La méthode REMORA
Editions Eyrolles -1984-.

[9] M. MIRAMOND

: Méthodologie de conception de bâtiment.
Un système assisté par ordinateur :
évaluation technique et économique
d'avant projet.
Thèse de Docteur ès Sciences:
I.N.S.A Lyon -1981-.

[10] H.GALLEY

: Un modèle d'évaluation détaillé de
structure de bâtiments intégré dans le
système de C.A.O X2A, utilisant un
système de gestion de bases de données
réseau.
Thèse de 3ème cycle: I.N.S.A Lyon -1987-.

[11] M.BOURDEAU

: Modèles techniques de bâtiments :
nouveaux outils informatiques de
représentation des connaissances
.Communications des journées d'études des
17 et 18 décembre -1986-. Plan
CONSTRUCTION.

[12] J.DUFAU J.C.MANGIN J.P.LEININGER F.GUENA M.MIRAMOND

: X2A : Un système d'évaluation technique
et économique de bâtiments.
Communications des journées d'études des
17 et 18 décembre -1986-. Plan
CONSTRUCTION.

[13] J.LE QUERE

: PROJIBAT un système d'information pour la
conception d'un projet de bâtiment
Communications des journées d'études des
17 et 18 décembre
-1986-. Plan CONSTRUCTION.

[14] ARCHIVIDEO

: Modèles techniques de bâtiments :
nouveaux outils informatiques de
représentation des
connaissances.Communications des journées
d'études des 17 et 18 décembre-1986-.Plan
CONSTRUCTION.

[15] G.SAUCE

: Aide à la conception d'esquisse de bâtiment par la manipulation de critères de qualité. Thèse de 3ème cycle
I.N.S.A Lyon, -1984-.

[16] J.MONGOLFIER P.BERTIER

: Approche multicritère des problèmes de décision.
Editions Hommes et Techniques -1978-.

[17] S.BARRAUD

: Eléments pour une planification multicritère des équipements d'assainissement pluvial.
Thèse de doctorat : I.N.S.A Lyon.-1986-.

[18] J.AL-HAJJAR

: C.A.O et Evaluation Multicritère
Elément pour l'aide à la conception
Des fondations de bâtiment
Thèse de doctorat
Université de Lille -1989-.

[19] S.THIBAUT

: Sciences et techniques de
l'assainissement -1982-
hydrologie urbaine rapport interne
I.N.S.A. de LYON Laboratoire Méthode

[20] B.CHOCAT D.SEGUIN S.THIBAUT

: Sciences et techniques de
l'assainissement -1982-
Méthode de calcul des débits d'eau
pluviales rapport interne
I.N.S.A. de LYON Laboratoire Méthode

[21] D.SEGUIN

: Sciences et techniques de
l'assainissement -1982-
Documents d'urbanisme et utilisation en
assainissement rapport interne
I.N.S.A. de LYON Laboratoire Méthode

[22] B.CHOCAT

: Sciences et techniques de
l'assainissement -1982-
logiciels existants rapport interne
I.N.S.A. de LYON Laboratoire Méthode

[23] B.ROY P.BERTIER

: la méthode ELECTRE II, une méthode de
classement en présence de critères
multiples
Note de travail n° 142
la SEMA Avril -1971- PARIS

[24] T.KRZEWINA

: Une étude comparative de PHIGS & G.K.S
Actes de la 5^{eme} conférence européenne
MICAD 86 Editions Hermès -1986-
pp : 111-124.

[25] G.BENCHIMOL, P.LEVINE, J-C POMEROL.

: Systèmes experts dans l'entreprise.
Editions Hermès -1986-.

[26] P.QUINTRAND

: La C.A.O en architecture .
Editions Hermès -1985-.

[27] J.DUFAU H.GALLEY J.C.MANGIN

: Intégration d'un modèle d'évaluation
technique et économique de gros-oeuvre de
bâtiment dans un système de C.A.O
utilisant un système de gestion de base
de données réseau. pp : 270-280
Proceedings Of The International Joint
Conférence CAD and ROBOTICS in
ARCHITECTURE and CONSTRUCTION
Editions Hermès -1986-

[28] K.ZREIK

: L'IA dans le secteur B.T.P: état de
l'art.
Intelligence artificielle et C.A.O en
B.T.P. Recherches et applications,
CIMA pp : 11-24. Editions Hermès -1988-.

[29] P.DENTHON

: Traité des Nouvelles Technologie:
Dictionnaire de l'intelligence
artificielle
Editions Hermès -1988-.

[30] D.BOISSIER M.BEZZAZI

: Un schéma conceptuel pour un système
d'aide au choix de plan de masse de
bâtiment . Actes de la conférence
EuropIA 90 Liège
pp : 96-103 Editions Hermès -1990-.

[31] P.LEVINE & J-C.POMEROL

: Systèmes interactifs d'aide à la décision
et systèmes-experts
Editions Hermès -1989-

[32] M.BOURDEAU, B.DELCAMBRE, M.MONTALBAN

: Simulation de tâches de conception de
bâtiments à l'aide de l'environnement
SMECI
Proceedings Of The International Joint
Conférence CAD and ROBOTICS in
ARCHITECTURE and CONSTRUCTION
pp : 86-99 Editions Hermès -1986-

[33] H.TARDIEU, A.ROCHFELD, R.COLLETTI

: La Méthode MERISE
Editions Organisation -1984-

[34] P.LE GAUFFRE, M.MIRAMOND

: Gestion des modifications d'un projet de
bâtiment à l'aide d'un système expert.
Proceedings Of The International Joint
Conférence CAD and ROBOTICS in
ARCHITECTURE and CONSTRUCTION
Editions Hermès -1986-

[35] F.GUENA, J-P.LEININGER, K.ZREIK

: Problématique de l'intégration des
concepts de l'intelligence artificielle
dans un système de C.A.O en architecture
Proceedings Of The International Joint

Conférence CAD and ROBOTICS in
ARCHITECTURE and CONSTRUCTION
pp : 256-269 Editions Hermès -1986-

[36] A.DUPAGNE

: SEREBA : un système basé sur de la
connaissance appliquée à la
réglementation urbaine.
Actes de la conférence EuropIA 90 -Liège-
pp : 130-137 Editions Hermès -1990-.

[37] J.DUFAU, A.MESSABHIA, K.SILHADI

: Définition de la technologie de bâtiment
dans un contexte de C.A.O
Actes du colloque EuropIA 88 -Paris-
pp : 261-271 Editions Hermès -1988-.

[38] A.DUPAGNE, P.LECLERQ, D.PIROTTE

: Système basé sur de la connaissance
appliquée à la réglementation urbaine.
Actes du colloque EuropIA 88 PARIS
pp : 119-130 Editions Hermès -1988-.

[39] C.HOURCADE & K.ZREIK

: ECOL système expert pour l'évaluation de
la constructibilité des terrains
revue AFCET RFIA novembre 1987

[40] M.BOUYAT

: Aménagement et conception des
infrastructures V.R.D.: un système de
C.A.O. Thèse d'Etat I.N.S.A Lyon -1981-.

[41] Bull S.A

: KOOL V2
Bull S.A CEDOC-DILOG -1989-

[42] K.SILHADI M.ABED M.MOMESSIN G.SAUCE

: Intégration des systèmes expert en C.A.O
:le système X2A-S.E.
Col."méthodes et outils pour l'ingénierie
du B.T.P." CHAMBERY -1989-

[43] M.BEZZAZI

: Méthodologie pour un système interactif
d'aide à la décision en bâtiment
journées de l'A.U.G.C université PARIS X
CERGY -1990-.

[44] P.LEGAUFFRE

: Méthodologie de conception et
intelligence artificielle en bâtiment
études pour un système multi-expert
d'aide à la décision, thèse I.N.S.A Lyon
-1988-.

[45] TEKTRONIX

: PLOT 10 GRAPHICAL KERNEL SYSTEM (G.K.S)
4000P70 TEK REFERENCE GUIDE 1986

[46] document technique

: Branchement aux réseaux d'assainissement
vos problèmes, nos recommandations
Agence de Bassin Seine-Normandie

[47] document technique

: Prise en compte des conditions
géotechniques dans les projets de
canalisations d'assainissement
Agence de Bassin Loire-Bretagne
-1986-.

[48] instruction technique

: instruction technique relative aux
réseaux
d'assainissement des agglomérations.
Circulaire n° 77 284 du 22 juin 1977

[49] M.MINOUX

: Programmation mathématique, théorie et
algorithmes.
Editions Dunod -1983-.

[50] E.HENRY

: Langage orienté objet en génie civil:

trois applications Laboratoire Méthode
et Habitat I.U.T de Béthune.
rapport de D.E.A génie civil -1990-.

[51] H.A.SIMON

: «quelques remarques historiques sur la
science et la cognition»
in Demailly Et Le Moigne
pp : 26-36 -1986-.

[52] P.P.S CHEN

: The entity-relationship model : toward
a unified view of data.
A.C.M Transactions on Data Base Systems
,vol 1, n°1 -1976-.

[53] R.MALLET

: La méthode informatique
Editions Hermann -1971-.

[54] document technique

: Lire et traduire un plan d'occupation des
sols
D.D.E DU PAS-DE-CALAIS -1978-.

[55] document technique

: L'occupation et l'utilisation des sols
dans les communes non soumises à un
document d'urbanisme particulier
D.D.E DU PAS-DE-CALAIS -1981-.

[56] C.COSTE M.LOUDET

: L'assainissement en milieu urbain ou
rural, tome 1
Les réseaux et les ouvrages de retenue
Editions du MONITEUR -1987-

[57] D.BOISSIER J.DUFAU M.MIRAMOND

: Technical and economic evaluations with
micro-computer for the preliminary
building design stage.
pp : 879-889 ENGSOFT II -1981-.

[58] COHON

: Multiobjective programming and planning
-Mathematics in Science and Engineering
vol 140, Editions Academic Press

ANNEXES

ANNEXE I : LE SYSTEME GRAPHIQUE G.K.S

1-INTRODUCTION.

Le système graphique G.K.S est une bibliothèque de primitives graphiques qui est a pour tache de faciliter la mise en oeuvre des applications infographique .

G.K.S se distingue par son indépendance vis - à - vis du matériel informatique utilisée pour le développement des applications. Pour cela G.K.S utilise la notion de postes de travail pour communiquer avec l'environnement de développement

Cette indépendance permet aux programmes d'application utilisant G.K.S d'être portable sur différents type d'installations.

2-POSTE DE TRAVAIL.

Pour communiquer avec les périphériques graphiques G.K.S fait appel à la notion de poste de travail .

Il existe trois types de poste de travail : sortie, entrée et entrée-sortie .

2-1 POSTE DE TRAVAIL DE TYPE SORTIE.

Il permet la visualisation des objets graphiques définies par les primitives G.K.S sur des terminaux graphiques.

2-2 POSTE DE TRAVAIL DE TYPE ENTREE.

Il permet la saisie des objets graphiques et des données numériques à partir de dispositifs d'entées (claviers, souris, tablette, etc ...)

2-3 POSTE DE TRAVAIL DE TYPE ENTREE - SORTIE.

il est à la fois de type entrée et de type sortie .

3-LES PRIMITIVES G.K.S

G.K.S utilise plusieurs type de primitives , parmi ceux-là on distingue les suivants :

3-1 PRIMITIVES DE SORTIE

Ces primitives permettent la construction des objets graphiques et leurs affichages sur le dispositif de sortie.

Elles sont au nombre de six :

- la polyligne (polyligne)
- la polymarque (polymark)
- le texte (text)
- le polygone rempli (fill area)
- le tableau de cellules (cell array)

la fonction de tracé généralisée (generalized draw)

3-1-1 ATTRIBUTS DES PRIMITIVES DE SORTIES

les attributs des primitives de sorties permettent la modification des aspects des objets graphiques .

attribut de la polyligne

type : continu , pointillé , tireté , mixte.
épaisseur.
couleur.

attribut de polymarque

type : . , + , * , x
taille
couleur

attribut de texte

pour le texte il existe de nombreux attributs. on peut citer entre autres :

hauteur
vecteur hauteur (orientation des caractères)
espace inter - caractère
facteur d'expansion (rapport largeur/hauteur)
sens d'écriture
alignement
couleur

attribut de polygone

contour : tracé du contour seul
plein : mise en couleur de l'intérieur
motif : l'intérieur est rempli avec un motif
hachure : l'intérieur est hachurée.

3-2 PRIMITIVES D'ENTREE

ces primitives permettent l'entrée des données , G.K.S utilise six primitives d'entrée :

releveur de coordonnées (locator)
entrée d'une suite de point (stroke)
entrée de valeur numérique (valuator)
entrée de chaîne de caractère (string)
le choix (choice)

pour gérer l'introduction des données , G.K.S définit trois modes d'entrées : les modes requête , échantillonnage et événement .

mode requête

dans ce mode le programme est mis en attente d'introduction de données , la reprise s'effectue une fois que les données sont introduites

mode échantillonnage

dans ce mode G.K.S entretient le processus de saisie de données , le programme peut ensuite quand il en a besoin acquies les données par interrogation de G.K.S.

mode événement

dans ce mode GKS entretient le processus de saisie de données , celles -ci sont mise dans une file d'attente les données peuvent ensuite être récupérées par le programme dans l'ordre chronologique d'introduction.

3-3 STOCKAGE DES OBJETS GRAPHIQUES

3-3-1 SEGMENTS

gks utilise la notion de segment pour stocker temporairement les images graphiques affichées à l'écran . un segment est définit comme un ensemble de primitives et d'attributs .

un segment possède un nom qui permet de l'identifier et de le manipuler en agissant sur ses attributs .

les attributs d'un segment sont les suivants:

visibilité : le segment peut être affiché ou non

détectabilité : le segment peut être identifié

mise en valeur : le segment peut être mis en clignotement

transformation : le segment peut subir un déplacement ou une rotation cela se fait à l'aide d'une matrice de transformation

3-3-2 METAFICHIERS

les métafichier sont des postes de travail particulier utilisés par G.K.S pour stocker définitivement les objets graphiques .

G.K.S distingue deux types de métafichiers :

métafichier en sortie

il permet le stockage des primitives graphiques et des attributs dans un fichier séquentiel

métafichier en entrée

il permet la lecture des données enregistrées dans le fichier séquentiel.

la fonction INTERPRET ITEM permet à G.K.S d'interpréter ces données

3-5 FONCTIONS D'INTERROGATION

les fonctions d'interrogation permettent au programme d'application de connaître le contenu des tables et des listes d'états gérées par G.K.S .

la connaissance de la table de description d'un poste de travail permet de mieux adapter le programme d'application aux possibilités du poste sans qu'il y est une dépendance entre le programme et le poste

3-6 SYSTEME DE REPERE

pour définir les objets graphiques G.K.S utilise trois types de systèmes de coordonnées .

coordonnées universelles (world coordinates)
coordonnées normées d'appareils (normalized coordinates)
coordonnées d'appareils (device coordinates)

3-6-1 COORDONNEES UNIVERSELLE

ces coordonnées , encore appelées coordonnées utilisateur, représentent l'espace dans lequel l'utilisateur définit les objets graphiques elles sont déclarées comme argument dans les primitives G.K.S.

3-6-2 COORDONNEES NORMEES D'APPAREIL

ces coordonnées représentent un espace cartésien orthonormé pour lequel l'origine du repère coïncide avec le coin bas-gauche de la surface d'affichage , le point (1,1) coïncide avec le sommet haut-droit du plus gras carré contenu dans la surface.

3-6-3 COORDONNEES D'APPAREIL

ces coordonnées sont propre au dispositif d'affichage (console-imprimante etc ...)

3-7 TRANSFORMATIONS

G.K.S utilise deux transformations pour permettre l'affichage des objets graphiques et aussi pour la saisie des données en mode interactif.

3-7-1 TRANSFORMATION ESPACE UNIVERSEL-ESPACE NORME

cette transformation consiste à définir une fenêtre (world window), dans l'espace universel , cette fenêtre contient les coordonnées de l'image graphique , ensuite il s'agit de définir une fenêtre dans l'espace normé ,celle-ci contient la projection de la fenêtre universelle .

3-7-2 TRANSFORMATION ESPACE NORME-ESPACE APPAREIL

dans cette transformation on procède de la même manière que précédemment ,cette fois-ci il s'agit d'opérer la transformation entre la fenêtre normée et la fenêtre d'appareil .

ANNEXE II LA METHODE ELECTRE II

1 - INTRODUCTION .

La méthode ELECTRE II est une méthode qui guide le décideur dans son choix des meilleurs actions qu'il peut réaliser en présence de point de vue multiples .

ELECTRE II fait appel au concept de surclassement entre actions qui est une relation binaire définie sur l'ensemble A des actions admissibles .

Cette relation est définie de la manière suivante :

Soient x et y deux actions appartenant à A , l'assertion suivante $\langle x \text{ surclasse } y \rangle$ est vraie , compte tenu des vecteurs d'évaluations $U(x)$ et $U(y)$, signifie que l'on préfère l'action x à l'action y .

Le concept de surclassement utilise les notions de concordance et de discordance : pour tout (x,y) appartenant à A on aura $\langle x \text{ surclasse } y \rangle$ est vraie si les tests de concordance et de non-discordance sont vérifiés.

En réalité comme on le verra par la suite il existe deux niveaux de surclassissements , un premier niveau pour lequel l'intensité de surclassement est forte et un second niveau pour lequel cette intensité est faible .

Il faut cependant noter qu'entre deux actions x et y appartenant à A il peut ne pas y avoir de relation de classement dans ce cas on aura une relation d'équivalence entre x et y , de même que la transitivité n'est pas une propriété de la relation .

Le graphe représentant le surclassement est susceptible de présenter des circuits , dans ce cas les actions reliées par ces circuits seront équivalentes entre elles.

2 - NOTION DE CONCORDANCE ET DE DISCORDANCE.

2.1 - LA CONCORDANCE.

Il s'agit dans cette étape d'effectuer une pondération sur les critères en associant à chaque critère c_i un poids p_i qui traduit l'importance que le décideur accorde à chaque critère.

Pour chaque couple (x,y) on définit une partition de trois sous - ensemble de l'ensemble I des indices des critères.

$$I^+ (x,y) = \{ i / c_i(x) > c_i(y) \}$$

$$I^= (x,y) = \{ i / ci(x) = ci(y) \}$$

$$I^- (x,y) = \{ i / ci(x) > ci(y) \}$$

I^+ représente l'ensemble des indices des critères dont l'évaluation a été jugée favorable pour x.

$I^=$ représente l'ensemble des indices des critères dont l'évaluation a été jugée identique pour x.

I^- représente l'ensemble des indices des critères dont l'évaluation a été jugée moins bonne pour x.

Il faut cependant noter que l'hypothèse qui consiste à traduire <<supérieur>> pour les valeurs des critères par <<meilleur>>, n'est pas une règle.

La partition précédente permet de définir les paramètres suivants :

$$P^+(x,y) = \sum_{i \in I^+} p(i)$$

$$P^-(x,y) = \sum_{i \in I^-} p(i)$$

$$P^=(x,y) = \sum_{i \in I^=} p(i)$$

$$P = P^+(x,y) + P^=(x,y) + P^-(x,y)$$

Le seuil de concordance C sera vérifié si :

$$\frac{P^+(x,y) + P^=(x,y)}{P} > C$$

et

$$P^+(x,y) / P^=(x,y) > 1$$

2-2 LA DISCORDANCE

Pour chaque critère ci , le décideur définit un ensemble de DISCORDANCE Di . Soit Ei l'ensemble des modalités notées ei que peut prendre le critère ci .

$Di \subset Ei \times Ei$ soit $ei \in Ei, e'i \in Ei / ei < e'i$

On dira que le couple de modalités $(ei, e'i)$ est discordant si l'on ne peut en aucun cas accepter le risque de décider qu'un objet x présentant la modalité ei selon ci surclasse un objet y présentant la modalité $e'i$. on posera alors :

$$(ei, e'i) \in Di \times Di$$

2-3 MISE EN OEUVRE PRATIQUE DU SURCLASSEMENT :

La méthode ELECTRE II admet deux niveaux de surclassement; un premier niveau qui est qualifié de fort, s^F est un second niveau qui est qualifié de faible s^f .

Ces niveaux sont définits par trois seuils de concordance et deux ensembles de discordance :

C1: seuil important de concordance .
C2: seuil moyen de concordance .
C3: seuil faible de concordance .

D1: ensemble des seuils de faible discordance .
D2: ensemble des seuils de forte discordance .

on aura alors , $x s^F y$ dans deux cas :

$C > C1$ et $[D(i) < D2(i)] i \in I$
 $C > C2$ et $[D(i) < D1(i)] i \in I$

et $x s^f y$ dans le cas suivant :

$C > C3$ et $[D(i) < D2(i)] i \in I$

avec $D(i) = C_i(x) - C_i(y)$

3.CONSTRUCTION DES PRE-ORDRE V', V'' ET V .

Le résultat de la phase précédente est représenté par un graphe dans lequel les noeuds représentent les actions et les arcs les relations de surclassement entre ces actions , deux types d'arcs sont à distinguer suivant le type de surclassement (fort ou faible).

Il s'agit dans la phase présente d'associer à ce graphe un pré-ordre sur l'ensemble A qui soit compatible avec la relation de surclassement . c'est - à - dire qu'il faut attribuer à chaque noeud du graphe un rang $v(x)$ de la façon suivante:

Soient x et y deux sommets du graphe tel que x surclasse y , on aura alors :

$$v(x) < v(y)$$

En général un tel pré-ordre n'est pas unique sauf dans le cas particulier ou le graphe de surclassement est complet.

En ce qui nous concerne on suppose qu'on est dans le cas d'un graphe incomplet .

ELECTRE II propose trois pré-ordres v' , v'' et v ; les deux premiers sont des pré-ordres extrêmes le dernier est un pré-ordre médian .on aura alors pour tout pré-ordre $v(x)$:

$$v'(x) < v(x) < v_{\max} - v''(x)$$

$$\text{ou } v_{\max} = \max_{x \in A} v(x)$$

ANNEXE III LE CALCUL DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

Le calcul des réseaux d'assainissement est différent selon qu'on s'intéresse à l'évacuation des eaux pluviales ou des eaux usées .

Ainsi pour déterminer le débit des eaux pluviales, deux cas de figure se présentent :

1 - La superficie de la surface drainée est supérieure à deux hectares, dans ce cas on applique les règles contenues dans l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations (fascicule n° 70) de 1977.

2 - La superficie de la surface est inférieure à deux hectares, c'est le cas dans notre étude, on applique la formule rationnelle qui donne le débit de pointe :

$$Q_p = C.I.A.(1/0,36)$$

avec :

Q_p : débit de point (litre/seconde)

C : coefficient de ruissellement

I : intensité moyenne maximale

A : superficie du bassin versant (en hectare)

Le débit des eaux usées est calculée par la formule:

$$Q_p = 0,019 N \text{ (litre/seconde)}$$

avec :

N : nombre de logement reliés au réseau.

Les sections sont déterminées a partir de la vitesse d'écoulement qu'on calcule avec la formule de CHESY.

$$V = C.\sqrt{RI}$$

avec:

V : vitesse moyenne d'écoulement (m/s)

C : coefficient de rugosité

R : rayon hydraulique moyen

I : pente de la canalisation

Le coefficient C est calculé par la formule de BAZIN :

$$C = 87 / (1 + (\gamma / \sqrt{R}))$$

avec:

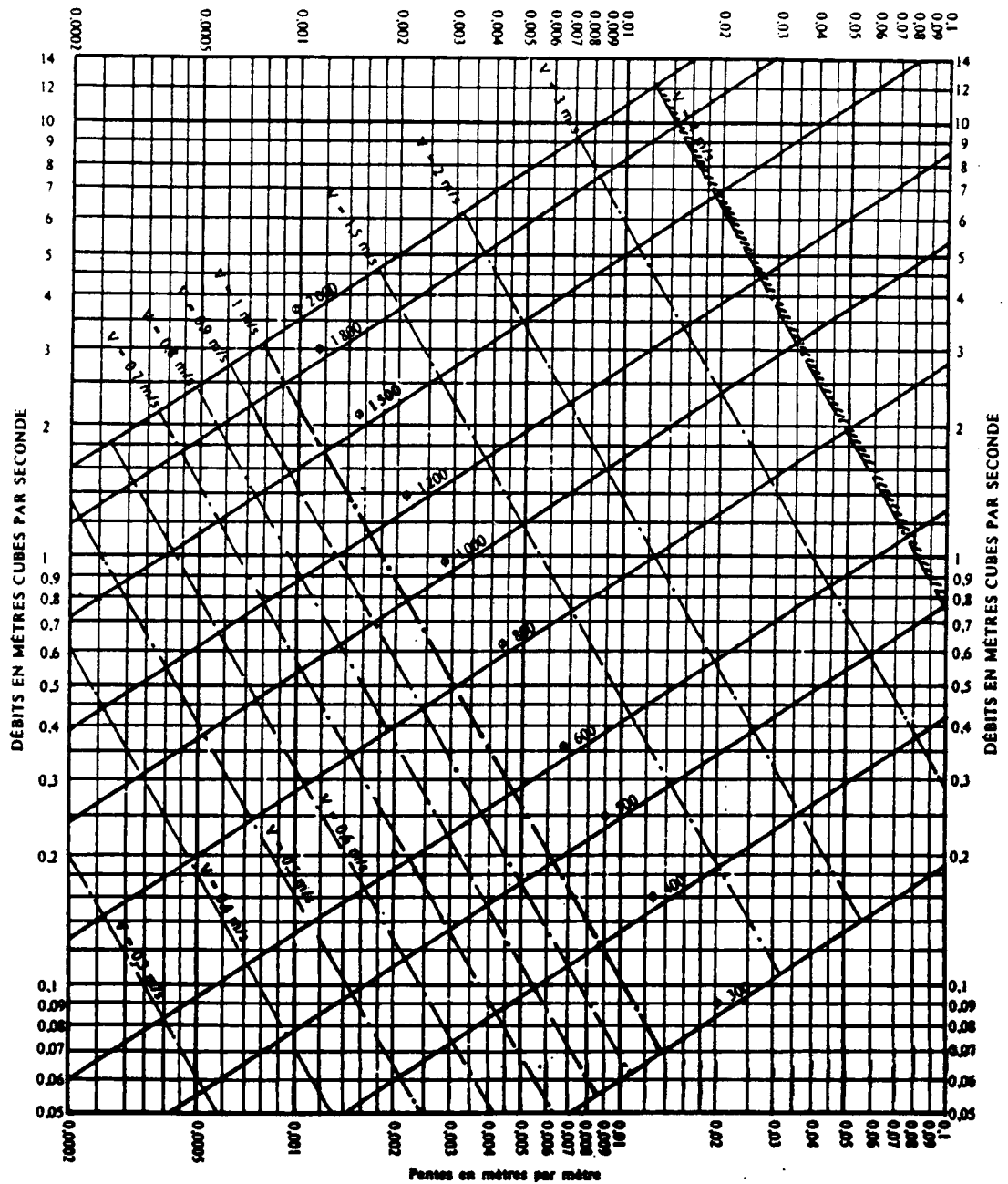
γ : coefficient d'écoulement

A partir de ces formules on a construit des abaques qui servent pour le dimensionnement des ouvrages.

ABAQUE Ab. 4 a

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SEPARATIF

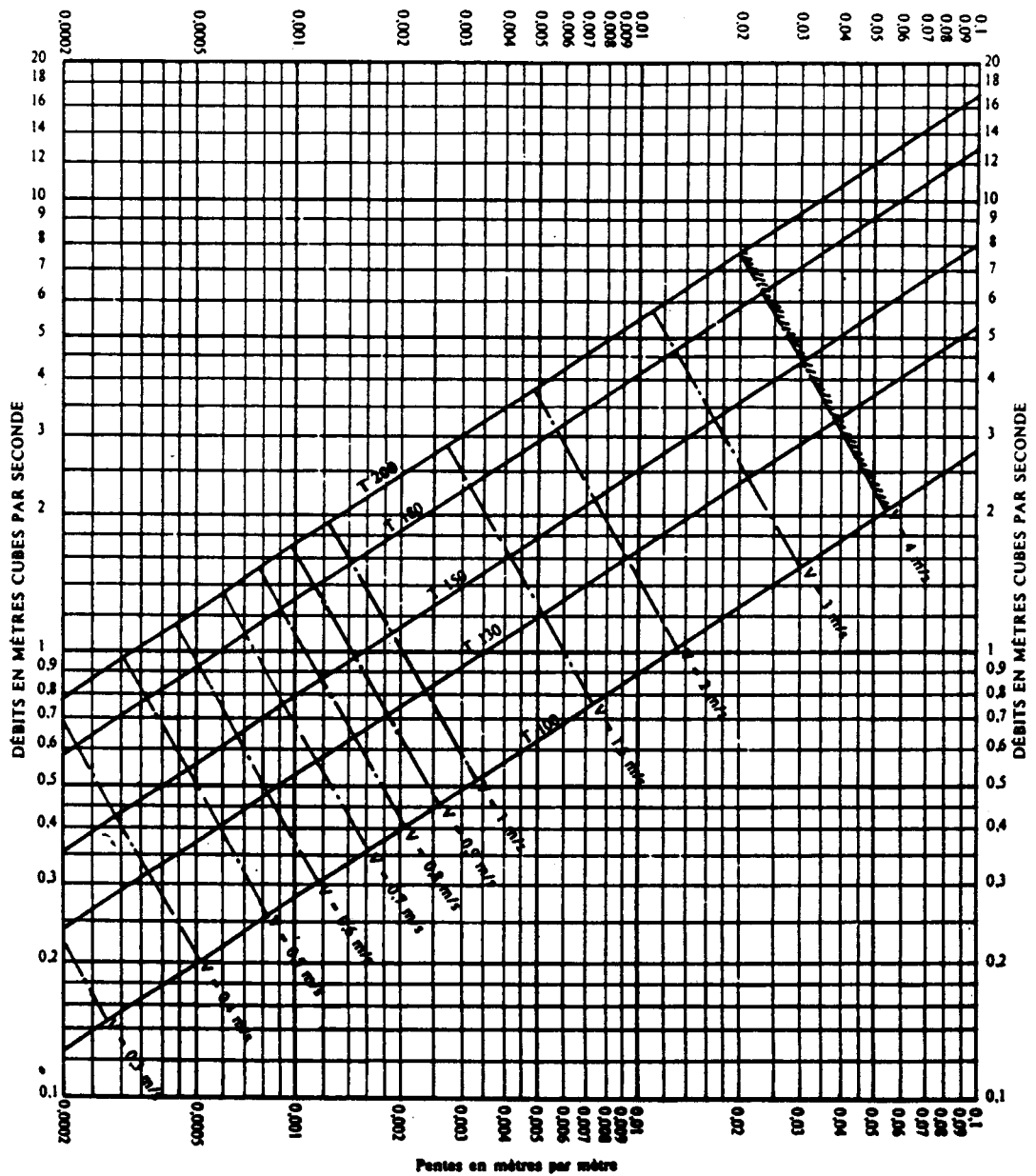
(Canalisations circulaires)



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisation aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits peuvent être majorés de 20 % ($C = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

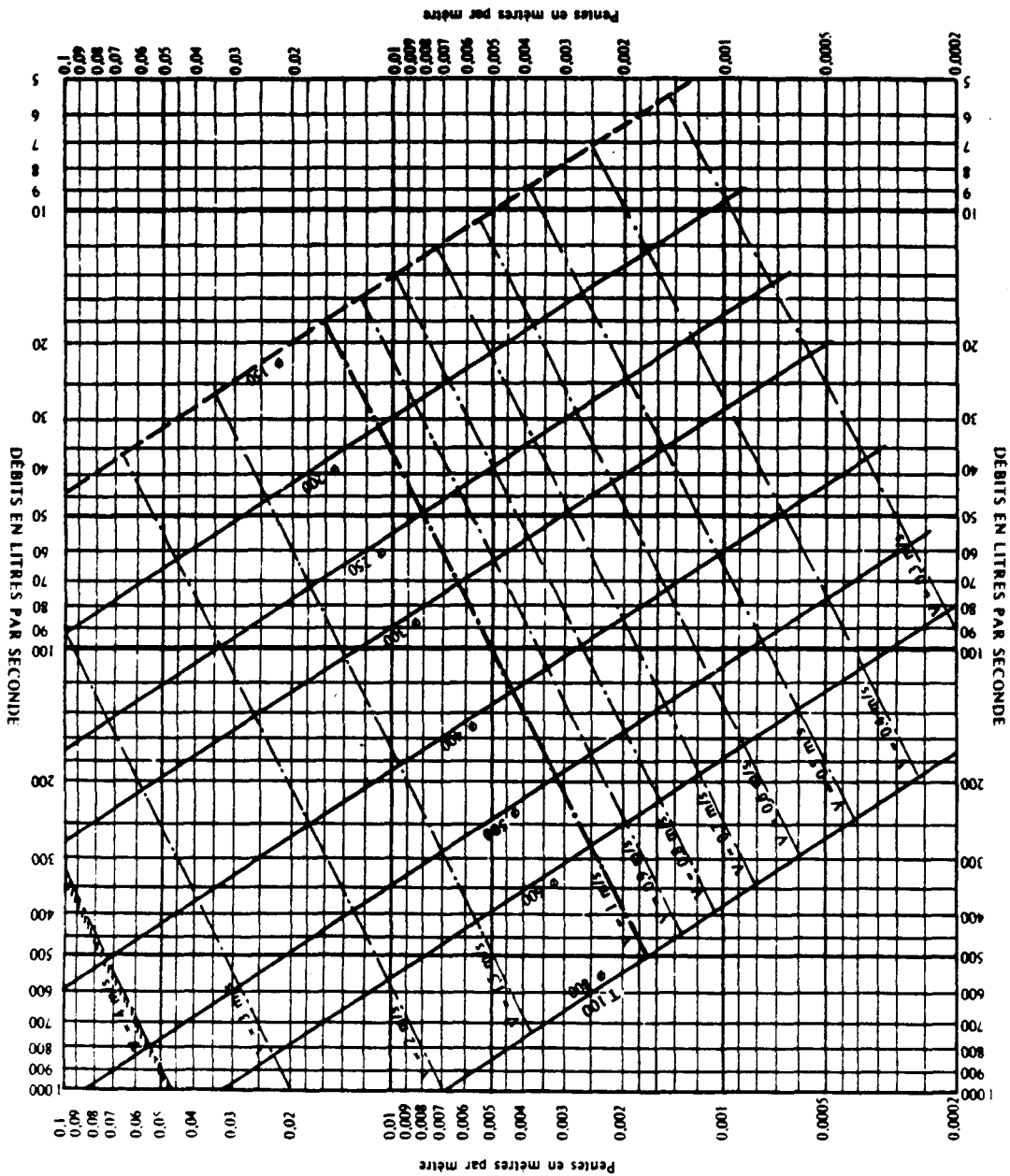
ABAQUE Ab. 4 b

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

ABÂQUE AB. 3
RÉSEAUX D'EAUX USÉES EN SYSTÈME SÉPARATIF



Rem. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,25. Lorsque la pose des canalisations aura été partiellement terminée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($\gamma = 0,16$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

SECTION 2

DESSERTE ET CONFIGURATION DES TERRAINS CONDITIONS EXIGIBLES

ARTICLE 3.- ACCES ET VOIRIE -

I - ACCES

- 1°) Refus de permis de construire
R 111-4

- Le permis de construire peut être refusé lorsque le projet porte gravement atteinte à la sécurité de la circulation et qu'aucun aménagement particulier ou autre accès ne peut être réalisé.

Cette atteinte à la sécurité peut résulter notamment :

- du trafic supplémentaire que le projet engendre
- d'un défaut absolu de visibilité
- de la configuration même de l'accès.

- 2°) Permis de construire soumis à prescriptions particulières
R 111-4

- Le permis de construire peut être subordonné :

- a) à une réduction du nombre d'accès envisagés par le projet
- b) à l'obligation de se desservir, lorsque le terrain est riverain de plusieurs voies, à partir de la voie ou la gêne pour la circulation sera la moindre
- c) au respect de dispositions particulières d'aménagement des accès
- d) à la réalisation de voies privées.

II - VOIRIE

- 1°) Refus de permis de construire
R 111-4

- Le permis de construire peut être refusé lorsque le terrain qui fait l'objet du projet n'est pas desservi par une voie publique ou privée (1) suffisante pour répondre aux besoins des constructions envisagées et notamment si cette voie de par ses caractéristiques rend difficile la circulation ou est impropre à l'acheminement des moyens de défense contre l'incendie.

- 2°) Permis de construire soumis à prescriptions particulières
R 111-4

- La délivrance du permis de construire peut être subordonnée :

- a) à un élargissement de la voie (impliquant éventuellement une participation aux dépenses d'exécution des travaux s'il s'agit d'une voie publique)
- b) à une cession gratuite de terrain pour permettre l'aménagement d'une voie publique (dans la limite de 10 % de la surface du terrain sur lequel doit être édifiée la construction projetée).

- Les dispositions I et II 1° et 2° ci-dessus sont applicables tant pour les voies publiques que pour les voies privées.

ARTICLE 4.- DESSERTE PAR LES RESEAUX -

- I - REGLES GENERALES
R 111-5

- L'alimentation en eau potable et l'assainissement de toute construction à usage d'habitation et de tout local pouvant servir de jour ou de nuit au travail, au repos ou à l'agrément, ainsi que l'évacuation, l'épuration et le rejet des eaux résiduaires industrielles, doivent être assurés dans des conditions conformes aux règlements en vigueur, et aux prévisions des projets d'alimentation en eau potable et d'assainissement.

II - DISPOSITIONS PARTICULIERES

- 1°) Lotissements et ensembles d'habitation
R 111-9

- Les lotissements et ensembles d'habitation doivent être desservis par un réseau de distribution d'eau potable sous pression et par un réseau d'égouts évacuant directement et sans stagnation les eaux usées de toute nature.

Ces réseaux doivent être raccordés aux réseaux publics.

- 2°) Absence de réseaux publics
R 111-10

- En l'absence de réseaux publics et sous réserve que l'hygiène générale et la protection sanitaire soient assurées, le réseau d'égouts aboutit à un seul dispositif d'épuration et de rejet en milieu naturel ou, en cas d'impossibilité, au plus petit nombre possible de ces dispositifs. Quant au réseau d'eau potable, il doit être alimenté par un seul point d'eau ou le plus petit nombre possible en cas d'impossibilité.

En outre, ces installations collectives sont établies de manière à pouvoir se raccorder ultérieurement aux réseaux publics prévus dans les projets d'alimentation en eau et d'assainissement.

(1) L'accès à la voie publique ou privée peut être direct ou assuré par l'intermédiaire d'un droit de passage sur fonds voisins obtenu par application de l'article 682 du Code Civil (cf. chapitre III B ci-après - article 3)

3°) Dérogations à l'obligation de réaliser des installations collectives

- Des dérogations à l'obligation de réaliser des installations collectives peuvent être accordées : pour l'assainissement lorsque, en raison de la grande superficie des parcelles ou de la faible densité de construction, ainsi que de la nature géologique du sol et du régime hydrologique des eaux superficielles et souterraines, l'assainissement individuel ne peut présenter aucun inconvénient d'ordre technique ; pour l'eau potable, une dérogation ne peut être accordée qu'à titre exceptionnel (parcelles de grande superficie, faible densité de construction) et à condition que l'eau soit potable et qu'elle puisse être protégée de la pollution.

4°) Eaux résiduaires industrielles

- Les eaux résiduaires industrielles et autres eaux usées de toute nature à épurer, ne doivent pas être mélangées aux eaux pluviales et aux eaux résiduaires industrielles qui peuvent être rejetées en milieu naturel sans traitement. Cependant, ce mélange est autorisé si la dilution qui en résulte n'entraîne aucune difficulté d'épuration.

L'évacuation des eaux résiduaires industrielles dans le réseau public d'assainissement, si elle est autorisée, peut être subordonnée notamment à un prétraitement approprié.

L'autorisation d'un lotissement industriel ou la construction d'établissements industriels groupés peuvent être subordonnées à leur desserte par un réseau d'égouts recueillant les eaux résiduaires industrielles, après qu'elles ont subi éventuellement un prétraitement approprié, et les conduisant soit au réseau public d'assainissement, si ce mode d'évacuation peut être autorisé compte-tenu notamment des prétraitements, soit à un dispositif commun d'épuration et de rejet en milieu naturel.

ARTICLE 5.- CARACTERISTIQUES DES TERRAINS -

R 111-21

- Il n'est pas fixé de normes obligatoires de formes et de dimensions des terrains étant entendu que les règles d'implantation fixées aux articles 6, 7, 8 et 9 doivent être respectées.
- Il est toutefois noté qu'un permis de construire peut être refusé si le terrain, par sa forme et sa configuration ne permet d'édifier, en respectant les règles d'implantation, qu'une construction qui serait de nature, par ses dimensions, de porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants.

SECTION 3

REGLES DE CONSTRUCTION IMPLANTATION - HAUTEUR - EMPRISE AU SOL

ARTICLE 6.- IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX VOIES ET DIVERSES EMPRISES DU DOMAINE PUBLIC OU PRIVE -

I - IMPLANTATION EN BORDURE DES VOIES A GRANDE CIRCULATION

R 111-5
R 111-6
R 111-26

- Les constructions destinées à l'habitation doivent être implantées à une distance au moins égale à :
 - 50 m de l'axe des autoroutes
 - 35 m de l'axe des grands itinéraires ou routes assimilées.
- Pour les constructions destinées à un autre usage que l'habitation, les distances de 50 et 35 m visées ci-dessus sont réduites respectivement à 40 m et 25 m.
- Ces dispositions ne s'appliquent toutefois qu'à l'extérieur des limites des parties agglomérées des villes et bourgs telles qu'elles sont déterminées et matérialisées en application du Code de la route par les panneaux portant l'indication de l'agglomération.
- La liste des voies concernées dites "à grande circulation" peut être consultée dans les services locaux de la Direction Départementale de l'Equipement.
- Des dérogations peuvent être accordées par le Préfet sur proposition du Directeur Départemental de l'Equipement en raison notamment d'une topographie particulière. Il peut s'agir également de la configuration des lieux, de l'implantation des constructions existantes ou exceptionnellement de la destination de construction (station service par exemple).

II - IMPLANTATION EN BORDURE DES AUTRES VOIES

- 1°) Obligation de s'implanter à l'alignement ou dans le prolongement des constructions existantes
R 111-18 - 2ème alinéa

- Une implantation de la construction à la limite de l'alignement ou dans l'alignement des constructions existantes peut être imposée.

- 2°) Nécessité de respecter une marge de reculement

- a) pour certains types de constructions
R 111-24
- b) pour des bâtiments exposés à des nuisances
R 111-3-1
- c) pour la sauvegarde de l'esthétique du voisinage
R 111-21

- Une marge de reculement peut être imposée :

- a) Pour l'implantation d'installations ou de bâtiments à caractère industriel (qu'il s'agisse de création ou d'extension) ainsi que de constructions légères et provisoires.
- b) Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de prescriptions spéciales (marge de reculement - réalisation d'un écran..) lorsqu'il s'agit de constructions susceptibles d'être exposées à des nuisances graves dues notamment au bruit.
- c) Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de prescriptions spéciales (marge de reculement, réalisation d'un écran) lorsque les bâtiments ou ouvrages à édifier ou à modifier sont de nature à porter atteinte à l'intérêt ou au caractère des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation de perspectives monumentales.

ARTICLE 7.- IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX LIMITES SEPARATIVES - (1)

I - REGLES GENERALES

R 111-19

- A moins que le bâtiment à construire ne jouxte la limite parcellaire, la distance comptée horizontalement (L) de tout point de ce bâtiment au point de la limite parcellaire qui en est le plus rapproché doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points (H), ($L = \frac{H}{2}$ ou encore $H = 2 L$) sans pouvoir être inférieure à trois mètres.

II - DISPOSITIONS PARTICULIERES

1°) Création ou extension d'installations ou de bâtiments à caractère industriel et de constructions légères et provisoires

R 111-24

- Pour les bâtiments de cette nature, un éloignement supérieur à celui résultant de l'application des règles générales I ci-dessus, peut être exigé (sans préjudice des prescriptions particulières susceptibles d'être imposées pour les bâtiments abritant des activités qui relèvent de la législation sur les installations classées).

2°) Constructions susceptibles d'être exposées à des nuisances

R 111-3-1

- Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de prescriptions particulières (éloignement supérieur à celui résultant des règles générales I ci-dessus, réalisation d'un écran...) lorsqu'il s'avère que la construction à édifier est en raison de sa localisation susceptible d'être exposée à des nuisances graves (dues notamment au bruit) incompatibles avec sa destination.

3°) Atteinte au caractère ou à l'intérêt du voisinage

R 111-21

- Le permis de construire peut être refusé ou soumis à prescriptions spéciales si l'implantation de la construction conduit à une architecture portant atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales.

4°) Déroptions

R 111-20

- Des dérogations aux règles générales I peuvent être accordées (cf. préambule IV) pour des motifs d'architecture trouvant leur cause dans l'implantation de la construction dans le contexte de son voisinage.

ARTICLE 8.- IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS LES UNES PAR RAPPORT AUX AUTRES SUR UNE MEME PROPRIETE -

I - REGLES GENERALES

1°) R 111-17 (4^e alinéa)

2°) R 111-16

- Une distance d'au moins quatre mètres peut être imposée entre deux bâtiments non contigus (la distance est prise au pied des immeubles).
- Les bâtiments situés sur un terrain appartenant au même propriétaire doivent être implantés de telle manière que les baies éclairant les pièces principales ne soient masquées par aucune partie d'immeuble qui, à l'appui de ces baies, serait vue sous un angle de plus de 45° au-dessus du plan horizontal.
- Toutefois, pour la façade la moins ensoleillée, cet angle peut être porté à 60° à condition que la moitié au plus des pièces habitables prennent jour sur cette façade.

II - DISPOSITIONS PARTICULIERES

1°) Ensembles à usage d'habitation

R 111-17

- Lorsqu'il s'agit de créer un ensemble de bâtiments à usage d'habitation comprenant au moins 15 logements chaque bâtiment doit, sauf impossibilité tenant à la situation et à l'état des lieux, satisfaire aux conditions suivantes :

"La moitié au moins des façades percées de baies, servant à l'éclairage des pièces principales doit bénéficier d'un ensoleillement de deux heures par jour pendant au moins deux cents jours par année. Chaque logement doit être disposé de telle sorte que la moitié au moins de ses pièces principales prennent jour sur les façades répondant à ces conditions.

"Les baies éclairant les autres pièces principales ne doivent être masquées par aucune partie d'immeuble qui, à l'appui de ces baies, serait vue sous un angle de plus de 60° au-dessus du plan horizontal".

Une distance d'au moins quatre mètres peut également être exigée entre deux bâtiments non contigus.

(1) Ces dispositions s'appliquent sans préjudice des dispositions des articles du Code Civil relatifs aux vues (articles 675 à 679 - se reporter au chapitre II8 ci-après - article 7 in fine).

- 2°) Création ou extension d'installations ou de bâtiments à caractère industriel - Entre deux bâtiments à caractère industriel, un éloignement supérieur à 4 m peut être exigé (sans préjudice bien entendu des prescriptions particulières susceptibles d'être imposées pour les constructions abritant des activités qui relèvent de la législation sur les installations classées).
R 111-24
- 3°) Constructions susceptibles d'être exposées à des nuisances - Un éloignement supérieur à celui résultant de l'application des règles générales I ci-dessus peut également être exigé entre deux bâtiments si l'un de deux-ci risque d'être exposé aux nuisances de l'autre et que ces nuisances sont incompatibles avec sa destination.
R 111-3-1

III - DEROGATIONS

- Des dérogations peuvent être accordées si la transgression de l'une des règles visées au I et II 1° ci-dessus est peu importante et qu'elle est justifiée par l'état des lieux ou l'intérêt du projet.

ARTICLE 9.- HAUTEUR DES CONSTRUCTIONS -

I - REGLES GENERALES (Hauteur relative)

R 111-18

- Lorsque le bâtiment doit être construit en bordure d'une voie la distance (L) de tout point de ce bâtiment au point le plus proche de l'alignement opposé doit être au moins égale à la différence de niveau entre ces deux points (H) soit $L = H$.

S'il y a une obligation de construire en retrait de l'alignement, la limite de ce retrait se substitue à l'alignement.

Dans le cas de voies privées, c'est la largeur effective de celles-ci qui doit être prise en considération.

II - DISPOSITIONS PARTICULIERES (Hauteur absolue)

1°) Respect de la hauteur moyenne des constructions avoisinantes

R 111-22

- Dans les secteurs déjà partiellement bâtis présentant une unité d'aspect, l'autorisation de construire à une hauteur supérieure à la hauteur moyenne des constructions avoisinantes peut être refusée ou subordonnée à des conditions particulières (réduction ou augmentation de hauteur ou déplacement de l'assiette du bâtiment).

2°) Obligation d'atteindre une hauteur minimum

R 111-21

- Le permis de construire peut être refusé ou n'être délivré que sous réserve de prescriptions particulières (augmentation de hauteur) lorsqu'un projet en raison de sa hauteur trop faible porte atteinte à l'ordonnance architecturale des lieux avoisinants.

3°) Limitation à une hauteur maximum

R 111-21

- Le permis de construire peut être à contrario refusé, ou n'être délivré que sous réserve de prescriptions particulières (réduction de hauteur) lorsqu'un projet d'une hauteur trop importante porte atteinte à l'ordonnance architecturale des lieux voisins ou constitue un obstacle aux vues sur un paysage urbain ou naturel.

III - DEROGATIONS

R 111-20

- Des dérogations peuvent être accordées aux règles générales I ci-dessus en raison de la configuration des lieux et des bâtiments voisins.

ARTICLES 6, 7, 8 et 9 - DISPOSITIONS COMMUNES -

- Extension ou modifications des bâtiments existants

(réfections - adjonctions - surélévations)

R 111-19 - 2è §

- Lorsque par son gabarit ou son implantation, un immeuble bâti existant n'est pas conforme aux prescriptions des articles 6 à 9 ci-dessus, le permis de construire ne peut être accordé que pour des travaux qui ont pour objet d'améliorer la conformité de l'implantation ou du gabarit de cet immeuble avec ces prescriptions, ou pour des travaux qui sont sans effet sur l'implantation ou le gabarit de l'immeuble.

ARTICLE 10.- EMPRISE AU SOL -

- Il n'est pas fixé de normes d'emprise au sol - L'emprise au sol résulte en fait de l'application des dispositions des articles 6, 7, 8, 9, 12 et 13 du présent Code - Toutefois, une réduction de l'emprise des bâtiments peut être exigée si le projet conduit à abattre un trop grand nombre d'arbres (cf. ci-après article 13 II).

SECTION 4

OBLIGATIONS LIEES A LA CONSTRUCTION

ARTICLE 11.- ASPECT EXTERIEUR -

I - REGLES GENERALES
R 111-21

- Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les bâtiments à construire ou modifier sont par leur architecture ou leur aspect extérieur, de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites et aux paysages naturels ou urbains.

II - DISPOSITIONS PARTICULIERES
Murs séparatifs et
murs aveugles
 R 111-23

- Les murs séparatifs et les murs aveugles d'un bâtiment doivent, lorsqu'ils ne sont pas construits avec les mêmes matériaux que les murs des façades principales, avoir un aspect qui s'harmonise avec celui des façades.

ARTICLE 12.- STATIONNEMENT DES VEHICULES -

R 111-4 a)

- La délivrance du permis de construire ou de lotir peut être subordonnée à la réalisation d'installations propres à assurer le stationnement hors des voies publiques des véhicules correspondant aux besoins des constructions projetées. Le permis de construire peut être refusé lorsque le projet ne prévoit aucune ou un nombre insuffisant de places de stationnement, que la configuration du sol et du terrain ne permettent pas leur réalisation, et que les conditions actuelles du stationnement dans la zone considérée ne permettent pas de satisfaire cette exigence sur la voie publique.

ARTICLE 13.- ESPACES VERTS - PLANTATIONS - ECRANS DE VERDURE - AIRES DE JEUX et LOISIRS -

I - CREATION D'ESPACES VERTS
R 111-7

- Le permis de construire peut être subordonné à la création d'espaces verts correspondant à l'importance de l'immeuble à construire.

II - PROTECTION DES PLANTATIONS EXISTANTES
R 111-14-2 et R 111-7

- Le permis de construire ou l'autorisation de lotir peuvent être refusé ou subordonnés à une modification du projet ou à une réduction de l'emprise des bâtiments si le projet conduit à abattre un trop grand nombre d'arbres qu'il convient de conserver pour la qualité du paysage urbain et qu'il est en conséquence dommageable pour l'environnement.

III - REALISATION D'ECRANS DE VERDURE
R 111-24

- La création ou l'extension d'installations ou de bâtiments à caractère industriel ainsi que de constructions légères ou provisoires peut être subordonnée à l'aménagement d'écrans de verdure en arbres de haute tige afin d'atténuer les nuisances ou de limiter l'atteinte portée au paysage.

IV - AIRES DE JEUX ET DE LOISIRS
R 111-7

- En cas de construction de bâtiments à usage d'habitation, l'autorité qui délivre le permis de construire peut exiger la réalisation par le constructeur d'une aire de jeux et de loisirs située à proximité de ces logements et correspondant à leur importance.

SECTION 5

DENSITE DU PROJET ET CONTRIBUTIONS EXIGIBLES

ARTICLE 14.- DENSITE DES CONSTRUCTIONS -

REFUS DU PERMIS DE CONSTRUIRE

- Nonobstant le respect des dispositions des articles 3 à 13 ci-dessus :

I - DENSITE EXCESSIVE

R 111-13

- Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de prescriptions spéciales si le projet est d'une densité excessive eu égard aux équipements desservant le terrain.

II - DENSITE TROP FAIBLE

R 111-21

- Le permis de construire peut également être refusé ou n'être accordé que sous réserve de prescriptions spéciales si le projet est par ses dimensions de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbain ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales.

ARTICLE 15.- CONTRIBUTIONS EXIGIBLES DES CONSTRUCTEURS -

I - REGLES GENERALES

- Constructions à usage d'habitation groupées ou non - Bâtiments ou installations industriels

R 111-14
R 332-15

- Des contributions peuvent être exigées des demandeurs pour les permis de construire ou autorisations de lotir ;

Il peut s'agir :

- 1°) de celles liées directement au projet (à réaliser sur le terrain lui-même) telles que :
 - exécution des travaux de voirie et équipements en réseaux (eau - assainissement - éclairage)
 - réalisation d'aires de stationnement, d'espaces libres, d'aires de jeux et de loisirs, de plantations.
- 2°) de la réalisation de branchements depuis le terrain concerné jusqu'aux réseaux publics existants au droit de celui-ci (accès sur les voies publiques - branchements des réseaux internes de distribution d'eau, d'assainissement, d'électricité... aux installations publiques).
- 3°) de l'extension d'équipements publics voisins
- 4°) de cessions gratuites de terrains pour permettre un aménagement de la voirie
- 5°) de participations financières ou de la réalisation de travaux pour des équipements publics, proportionnées à l'importance de l'opération et ayant un lien direct de cause à effet avec sa nature (y compris les locaux pour l'équipement commercial et artisanal).
- 6°) de diverses fiscalités éventuellement exigibles telles que taxe locale d'équipement, taxe départementale d'espaces verts, taxe de raccordement à l'égout, dépassement du plafond légal de densité (1).

II - DISPOSITIONS PARTICULIERES

1°) Communes ou parties de communes soumises à l'impôt local d'équipement.

1°) lorsque le terrain est soumis à la taxe locale d'équipement : les participations financières et réalisations de travaux décrites au 5°) ci-dessus des règles générales ne sont pas exigibles.

2°) Cessions gratuites de terrains pour un aménagement de la voirie.

2°) Les cessions gratuites de terrains pour un aménagement de voirie visées au 4°) (qui ne peuvent dépasser 10 % de la superficie du terrain) ne sont pas exigées lorsque le permis de construire concerne un bâtiment agricole autre qu'un bâtiment d'habitation.

(1) cf. Chapitre II D -

