

3/06
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE - CIVIL

المركز الوطني للتعدد التعليمي
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

THEME

**MISE AU POINT D'UN SYSTEME D'AIDE A LA
GESTION DES OUVRAGES D'ART**

Proposé par :
L.T.P.C.

Etudié par :
ARACHICHE M^{ed}.
HADJOUTI M^{ed}.

Dirigé par :
K.SILHADI.

PROMOTION Juin 1996

E.N.P 10, AVENUE HASSEN BADI - EL HARRACH - ALGER

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT *GENIE - CIVIL*

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

THEME

**MISE AU POINT D'UN SYSTEME D'AIDE A LA
GESTION DES OUVRAGES D'ART**

Proposé par :
L.T.P.C.

Etudié par :
ARACHICHE M^{ed}.
HADJOUTI M^{ed}.

Dirigé par :
K.SILHADI.

PROMOTION Juin 1996

E.N.P 10, AVENUE HASSEN BADI - EL HARRACH - ALGER

DEDICACES:



Je dédie ce modeste travail à:

- Mes très chers parents.
- Mes soeurs.
- Mes grands parents.
- Mes oncles et mes tantes.
- Mes cousins et cousines.
- Mes amis.

A.MOHAMED

Je dédie ce modeste travail à:

- Mes très chers parents.
- Mes frères et leurs enfants.
- Mes soeurs et belles soeurs.
- Tout le reste de la famille.
- Mes sincères amis.

H.MOHAMED

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promoteur Mr K. SILHADI pour l'effort qu'il a fourni tout le long du déroulement de notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mr R. FACI directeur des études au sein du L.T.P.C, ainsi qu'à Mr S. BELLAL, pour leurs précieux conseils .

Nous associons à nos remerciements les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à ce travail de thèse entre autre :

Mr. HASSAN du centre de calcul, pour sa collaboration fructueuse.

Le personnel du centre de calcul et de la bibliothèque pour leurs gentillesse et leurs disponibilité.

Ainsi qu'à toute la promotion de la 5^{ème} année Génie civil.

Nous tenons à remercier vivement nos amis pour leurs aide et leurs encouragements.

للحفاظ على ابقاء المنشآت في حالة عمل دائم، يجب معرفة تطور وفحيتها عبر الزمن، لذلك فإننا قمنا بتوجيه عملنا نحو تطوير جهاز مساعد لتسيير المنشآت الفنية للسماح للمسيرين بالقيام بتسيير احسن لهذه الأخيرة.

ان البرنامج الذي سوف نعرفه يسمح لهيئات التسيير بالحصول على الترتيب الأمثل للجسور حسب أولويات التدخل، واعطاء تشخيص أولي لحالتها.

ABSTRACT:

In order to keep civil structures in safety, we must know their state evolution in time. In this context, and to give a contribution to improve the management of these heritage, we have axed our survey on creating a helping system for the managing of civil structures.

The soft presented here allows the interested firms to obtain a ranking of civil structures particularely the bridges giving a prediagnostic about their state.

RESUME:

Pour maintenir un ouvrage d'art en état de service, il est nécessaire de connaitre l'évolution de son état à travers le temps. Dans ce cadre, et à titre de contribution à l'amélioration de la gestion de ce patrimoine, nous avons orienté notre travail vers la mise au point d'un système d'aide à la gestion des ouvrages d'art.

Le logiciel qui va être présenté permettra aux organismes concernés d'avoir un classement des ouvrages d'art en particulier les ponts par priorité d'intervention tout en donnant un prédiagnostic sur leur état.

SOMMAIRE



CHAPITRE I

I.	INTRODUCTION.....	1
----	-------------------	---

CHAPITRE II

II.1	Problèmes de la gestion des ouvrages d'art	2
II.2	Parc national des ouvrages d'art.....	3
II.3	Le suivi des ouvrages d'art en Algérie.....	5
II.4	Surveillance et entretien des ouvrages d'art.....	6

CHAPITRE III

III.	Définitions générales des systèmes de gestion.....	9
III.1	La base de données.....	9
III.2	Système de gestion d'une base de données.....	9
III.3	Présentation du DBASE IV.....	13

CHAPITRE IV

IV.	Informatisation de la gestion des ouvrages d'art.....	18
IV.1	Introduction.....	18
IV.2	Le logiciel EDOUART.....	19
IV.3	Logiciel du L.T.P.C.....	21

CHAPITRE V

V.	Mise en place d'un système d'information sur les ouvrages d'art.....	22
V:1	Méthode de travail.....	22
V.2	Données sur l'ouvrage.....	24
V.3	La hiérarchisation des ouvrages.....	26
V.4	Le suivi des dégradations.....	29

CHAPITRE VI

VI. Classification selon l'ordre de priorité d'intervention.....	48
VI.1 Introduction.....	48
VI.2 Principe de classification.....	48

CHAPITRE VII

VII. Présentation du système.....	50
VII.1 Introduction.....	50
VII.2 Options du logiciel.....	50
VII.3 Différents organigrammes du logiciel	53

CHAPITRE VIII

VIII. Etude d'un exemple.....	73
VIII.1 Introduction.....	73
VIII.2 Hiérarchisation de l'ouvrage.....	73
VIII.3 Classement des ouvrages.....	84

CONCLUSION	87
------------------	----

ANNEXES:

Annexe 1.....	88
Annexe 2.....	97
Annexe 3.....	102

BIBLIOGRAPHIE.....	107
--------------------	-----

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

CHAPITRE I

INTRODUCTION

I- INTRODUCTION :

Après avoir passé le stade de la conception et de la réalisation d'un pont, il convient à présent de le maintenir en bon état et de conserver sa pérennité, donc son bon fonctionnement.

Le but de notre étude est de contribuer à la réalisation d'un outil d'aide à la gestion des ouvrages d'art. Comme en Algérie les organismes responsables en sont encore aux premiers pas dans ce domaine, notre travail consistera à éclaircir les différentes étapes des processus de gestion et de décisions de la maintenance.

Mais pour cela il y a lieu avant tout de donner une définition de l'ouvrage d'art.

Les ouvrages d'art sont des constructions dont la stabilité est nécessaire à la sécurité d'une voie de communication. Ils comprennent donc:

- Les ponts et viaducs.
- Les buses.
- Les murs.
- Les tunnels, tranchées couvertes et ouvrages de protection.
- Les remblais de grande hauteur.

Dans ce qui suit nous ne nous intéresserons qu'aux deux premiers.

Dans la première partie de notre étude, nous commencerons par la mise en évidence de la problématique de la gestion des ouvrages d'art; ensuite nous donnerons quelques notions sur les S.G.B.D (système de gestion de base de données) et le DBASEIV qui ont contribué énormément à la conception de notre logiciel . En 3ème partie nous évoquerons la problématique de l'informatisation de la gestion des ouvrages d'art et les expériences menées à l'étranger et en Algérie au sein du L.T.P.C (laboratoire des travaux publique du centre) . La 4ème partie présentera la mise en oeuvre d ' un système d'informations sur les ouvrages d'art sur lequel nous avons travaillé.

CHAPITRE II

**PROBLEMES DE LA GESTION DES OUVRAGES EN
ALGERIE**

II.1. PROBLEMES DE LA GESTION DES OUVRAGES D'ART :

Une fois le pont ouvert à la circulation et ayant passé le stade de la réalisation, il reste à le maintenir en état de service afin de garantir aux usagers des conditions de sécurité et d'utilisation convenables. Pour cela il doit être sérieusement surveillé, entretenu et éventuellement réparé. En effet, tous les ouvrages se dégradent avec le temps.

Les ponts ne font pas exception à cette règle. Ils sont soumis à des agressions dues non seulement au trafic de plus en plus lourd et intense mais aussi aux facteurs naturels tels que les séismes, infiltration des eaux etc...

La surveillance et l'entretien sont indispensables avant tout pour des raisons de sécurité.

Quelque soit la qualité initiale d'un pont les matériaux qui le constituent vieillissent et peuvent se dégrader.

Donc il est essentiel de signaler qu'il ne peut y avoir d'entretien sans qu'il n'y ait une surveillance continue et permanente. Si la grande majorité de nos ouvrages laissent apparaître un manque flagrant d'entretien, cela découle de plusieurs raisons, entre autres :

1- L'étendue du territoire de surveillance et le nombre d'ouvrages d'art repartis en moyenne sur 650 km (chemin wilaya), 570 km (route nationale), 2500 km (chemin communal) par wilaya

2 - Les maîtres d'ouvrages (DTP) ont une connaissance limitée de leurs ouvrages, ils ne possèdent pas d'inventaires exhaustifs et n'ont pas une connaissance précise de leurs états.

3 - Une gestion des ouvrages d'art peu rigoureuse; les politiques de gestion des ouvrages d'art sont peu élaborées. Aucune planification de l'entretien préventif n'a été recensée.

Les propositions de travaux notamment de grosses réparations, ne sont pas établies à partir de critères homogènes sur l'ensemble du parc.

4- L'absence de véhicules de subdivision pour les missions de surveillance continue.

5- L'inexistence de moyens de surveillance (échelles, petits matériels groupe de soudure, matériel de sablage des parties métalliques etc...).

6- L'insuffisance des crédits mis en place pour les couvertures de l'entretien des ouvrages d'art.

Les structures de gestion ont été jusqu'à présent orientées vers les ouvrages neufs au détriment des ouvrages anciens.

II.2. PARC NATIONAL DES OUVRAGES D'ART

Le parc d'ouvrages d'art en Algérie constitue un patrimoine à préserver. Il se compose de 1789 ouvrages d'art sur routes nationales (R.N.) et 841 ouvrages d'art sur chemins wilaya (CW) soit un total de 2630 représentant une surface de 858050 m².

Le patrimoine est évalué en 1991 à plus de 10 milliards de dinars. L'état des ouvrages d'art est préoccupant. Un premier examen fait ressortir la nécessité de reconstruire ou de réhabiliter près de 500 ouvrages d'art.

Il est à signaler que ce chiffre n'est pas le résultat d'une étude rationnelle et rigoureuse.

II.2.1. DOSSIER D'OUVRAGE.

Le dossier d'un ouvrage est la réunion des documents contenant les informations nécessaires pour assurer sa gestion. Il touche des domaines variés : technique, administratif, juridique et éventuellement culturel. Le fait qu'il manque ou qu'il soit incomplet a pour conséquence d'augmenter la durée des interventions des agents gestionnaires, l'incertitude sur l'état réel de l'ouvrage, le coût des opérations d'entretien ou de réparation, les

dépenses relatives aux travaux de reconnaissance préalables au diagnostic des désordres.

Cet ensemble de documents doit permettre :

- De conserver toutes les informations relatives à l'ouvrage et à son histoire, depuis le début de sa conception jusqu'à la date de l'état de référence visé ci-après;

- De définir un état de référence de l'ouvrage, c'est à dire son état à une date donnée, qui sert d'élément de comparaison à son état réel lors de toute action de surveillance postérieure à cette date.

Quelque soit l'intérêt des fichiers informatisés ou des banques de données on considère aujourd'hui qu'il reste nécessaire de pouvoir accéder à la plupart des documents contenant de telles informations, des plans détaillés en particulier (s'ils existent) mais aussi les notes de calcul, les résultats des études préliminaires, etc...

Dans la structure du dossier d'ouvrage, une place particulière est accordée à l'ensemble des documents auxquels il est nécessaire de se référer pour exercer convenablement la gestion technique : un sous dossier particulier contient les documents définissant l'état de référence déjà cité, mais aussi les autres renseignements de base nécessaires au gestionnaire: note de synthèse faisant apparaître les conditions particulières de surveillance, les renseignements sur les réseaux divers utilisant l'ouvrage etc...

Pour des ouvrages modestes, le dossier ainsi défini peut être simplifié; la conservation d'un document déterminant l'état de référence et des informations relatives aux événements particuliers survenus dans la vie de l'ouvrage reste nécessaire. Plusieurs supports peuvent être utilisés pour la conservation de ces dossiers; on peut garder des documents originaux, ou des reproductions sur microfiches, on peut aussi mettre dans la mémoire d'un fichier ou d'une banque de données, un certain nombre de ces informations. Diverses possibilités sont à l'étude et il n'existe pas actuellement de règle bien arrêtée à ce propos.

En général , les organismes de contrôle tels que le CTPP (contrôle technique des travaux public) ou le LTPC établissent un dossier pour chaque ouvrage sur lequel ils interviennent .

Par contre les DTP maître de l'ouvrage n'en possèdent pas en général. Souvent l'archivage même des pièces relatives à la construction de l'ouvrage est mal fait ou inexistant .

II.3. LE SUIVI DES OUVRAGE D'ART EN ALGERIE:

Afin d'aborder la problématique de la gestion des ouvrages d'art, il y a lieu d'arrêter une programmation rationnelle de l'entretien, la réhabilitation et la reconstruction des ouvrages d'art en Algérie.

La gestion des ouvrages d'art en Algérie se base sur :

- 1 - La connaissance du patrimoine .
- 2 - la collecte des informations.
- 3 - Une programmation annuelle de l'entretien des ouvrages d'art et une politique rationnelle de réhabilitation et de reconstruction .

II.3.1. LA CONNAISSANCE DU PATRIMOINE :

La D.T.P doit disposer d'une connaissance systématique qui servira essentiellement pour l'estimation des coûts de maintenance; pour cela il y a lieu d'identifier :

- Les informations de nature fonctionnelle et administrative (telles que : la localisation, données géométriques, route, pk, etc...)
- La description de l'ouvrage: nature (BA - BP - MAÇONNERIE - MIXTE - METALLIQUE)
- La date de reconstruction et l'entreprise de réalisation .

II.3.2. LA COLLECTE DES INFORMATIONS .

Elle se fait sur :

- la vie de l'ouvrage à partir des procès verbaux des visites annuelles.
- La nature , la date et le montant des travaux effectués.
- Les notes de calculs des ouvrages.
- L'utilisation des plans et documents graphiques.

II.3.3. PROGRAMMATION ANNUELLE ET PLURIANNUELLE DE L'ENTRETIEN, DE LA REHABILITATION ET DE LA RECONSTRUCTION DES OUVRAGES D'ART .

La méthode de programmation de l'entretien, de la réhabilitation ou de la reconstruction des ouvrages d'art sera élaborée comme suit :

- 1- Uniformiser le recueil des informations sur les ouvrages (établissement de canevas type sur l'état des différentes parties de l'ouvrage et son environnement).
- 2- Informatiser le traitement des informations .
- 3- Définir un système permettant d'aboutir à une hiérarchisation des actions à entreprendre suivant des prévisions d'évolution des crédits d'équipement et d'entretien réservés aux ouvrages d'art c'est à dire une programmation pluriannuelle des actions de reconstruction et de réhabilitation et une programmation annuelle de l'entretien des ouvrages d'art suivant des critères de classification et d'urgence qui restent à développer .

II.4. SURVEILLANCE ET ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART EN ALGERIE.

Le parc d'ouvrages d'art en Algérie constitue un patrimoine à préserver car c'est un capital qui se dégrade. De ce fait, l'importance du suivi et de l'entretien des ouvrages d'art à été une des préoccupations du Ministère de

l'Équipement. La gestion des ouvrages d'art a été délaissée. Certaines wilaya n'effectuent même pas les visites annuelles des ouvrages d'art, encore moins les visites détaillées.

II.4.1. SURVEILLANCE :

Un ouvrage doit offrir, pour son exploitation, un niveau de service donné, tant en ce qui concerne la sécurité et le confort des usagers que la pérennité de l'ouvrage. C'est ce que l'on appelle « l'état de service » .

Donc, il est nécessaire et obligatoire de procéder à des visites annuelles et à des inspections détaillées, et de tenir constamment à jour le dossier d'ouvrage.

II.4.1.1. Les visites annuelles :

Elles consistent essentiellement en un examen visuel de l'ouvrage, éventuellement complété par quelques nivellements. Ce qui importe c'est de savoir regarder et de s'efforcer d'interpréter ce qu'on voit. Il faut aussi pouvoir comparer les constatations faites à celles de la visite précédente. D'autant plus que les visites doivent aussi être effectuées après tous les événements qui ont pu affecter l'ouvrage : secousse tellurique, accident de la circulation, passage d'un convoi exceptionnel etc..., et les constatations faites doivent être notées et classées.

II.4.1.2 Les inspections quinquennales:

Elles sont plus détaillées et comportent un examen visuel plus complet et plus approfondi; elles nécessitent des moyens d'accès à toutes les parties du pont.

II.4.2 OBJECTIF DE LA SURVEILLANCE :

- Assurer les opérations d'entretien.
- Suivre l'évolution des dégradations.
- Réaliser un diagnostic.

- Définir les méthodes d'intervention
- Vérifier l'efficacité des réparations.

II.4.3. ENTRETIEN:

L'entretien consiste à maintenir l'ouvrage en service. Les réparations visent à remettre l'ouvrage dans l'état de service dans lequel il se trouvait ou dans lequel il aurait dû se trouver à l'origine ; elles ne peuvent être que partielles s'il n'est pas possible d'obtenir intégralement ce résultat.

Du point de vue économique il est beaucoup plus avantageux d'entretenir régulièrement les ouvrages, en prenant les mesures préventives nécessaires, que de laisser les dégradations se développer jusqu'au moment où la sécurité est mise en cause. Les réparations qui deviennent alors inéluctables ou à la limite la démolition du pont, se traduisent par des dépenses hors de proportion avec les économies faites sur les dépenses d'entretien .

CHAPITRE III

SYSTEME DE GESTION DES BASES DE DONNEES

III. DEFINITION GENERALE DES SYSTEMES DE GESTION:

Les termes de « système » d'une part , de « gestion » d'autre part sont aujourd'hui entrés dans le vocabulaire courant aussi bien des administrations que des entreprises.

Il est cependant opportun d'en rappeler brièvement la signification :

- Par « système » il faut entendre un ensemble d'éléments interdépendants c'est à dire reliés entre eux par des 'lois' , et occupant une position fonctionnelle précise au sein de l'ensemble .
- Par « gestion » il faut comprendre que la fonction du système est d'éclairer les décideurs de différents niveaux sur les objectifs à atteindre et les moyens dont il faut disposer .

III.1. LA BASE DE DONNEES:

Un système de base de données est un système informatisé « tenue » d'archives qu'il faut concevoir, d'abord et exploiter dans une optique adaptée aux circonstances .

Un système de base de données permet de stocker les données sous un volume peut encombrant, de les rechercher de les traiter avec rapidité et précision et de les communiquer facilement à d'autre utilisateurs; ce qui présente d'immenses avantages par rapport à un système de rangement ayant le papier pour support .

III.2. SYSTEME DE GESTION D'UNE BASE DE DONNEES :

Le système de gestion de base de données ou le S.G.B.D est un logiciel permettant la gestion de la base de données ainsi que sa manipulation .

On entend par :

- Gestion d'une base de données : la création , la maintenance des données (schéma ,représentation etc...) et les statistiques d'utilisation .
- Manipulation d'une base de données : l'accès en lecture et l'accès en mise à jour; cela peut être insertion, modification ou suppression d'informations.

III.2.1. PRINCIPALES FONCTIONS D'UN S.G.B.D :

L'objectif fondamental d'une base de données est de rendre accessible aux utilisateurs , les données dont ils ont besoin pour prendre des décisions. La base de données dispose de sept fonctions , dont quatre sont principales et trois sont annexes.

Les fonctions principales sont :

- Fonction description .
- Fonction création .
- Fonction mise à jour .
- Fonction extraction .

Les fonctions annexes :

- Fonction protection .
- Fonction sécurité .
- Fonction optimisation des ressources .

III.2.1.1. Fonctions principales:

a) - **Fonction description** : cette fonction doit assurer la description de la structure physique d'accueil des données ainsi que la ou les relations avec :

- la structure logique des différentes applications .
- la gestion des pointeurs physiques et logique assurant la cohérence et la coordination entre les différents composants de la base .

- La publication de l'actualisation du dictionnaire décrivant les différentes données disponibles dans la base .

b) - **Fonction création** : une fois la base définie et mémorisée le S.G.B.D doit offrir des facilités pour l'introduction des données dans la base.

c) - **Fonction extraction** : cette fonction doit assurer deux types d'utilisation:

- L'interrogation directe avec un langage d'interrogation .
- L'interface de traitement sera utilisée dans le cas des applications résultant d'une automatisation des travaux de masse . Elle devra assurer l'alimentation des différentes applications en données .

d) - **Fonction mise à jour** : Elle consiste à maintenir des données contenues dans la base mais elle peut combiner deux fonctions (création et extraction) la principale difficulté se situe au niveau du contrôle d'accès afin d'empêcher les utilisateurs d'accéder à une donnée en cours de mise à jour.

III.2.1.2. Fonctions annexes :

a) - **Fonction protection** : cette fonction sert à résoudre le problème cité dans la fonction mise à jour , donc le S.G.B.D doit permettre une personnalisation des accès à la base de données donc il doit pouvoir identifier les utilisateurs et contrôler cette identification .

b) - **Fonction sécurité** : la fonction de sécurité est une fonction classique dans les systèmes informatiques; cependant les bases de données prennent de nouvelles dimensions, vu :

- Le volume des données traitées .
- La diversité des utilisateurs .
- La diffusion à grande échelle de l'information .
- Le degré de précision demandée .

La sécurité doit assurer la disponibilité du système donc prévoir un système de reconstitution en cas de destruction de la base .

c) - **Fonction optimisation** :cette fonction joue un rôle essentiel dans la bonne gestion de la base de données. Elle permet aussi de détecter les points faibles du système et d'y remédier.

III.2.2. MODELES DE DONNEES :

Pour ce qui est de l'organisation des données, les modèles de données sont à la base de cette organisation. Un modèle de données est un outil utilisé pour représenter l'organisation logique des données. Il est nécessaire de connaître la façon dont sont perçues les données pour bien comprendre les modèles de données.

Une donnée peut être perçue à plusieurs niveaux. Au premier niveau , la perception du réel est organisée logiquement. Au second niveau le réel est interprété, une signification lui est attribuée . Enfin , le modèle de données est utilisé pour décrire et enregistrer l'interprétation du réel sur un support physique , dans notre cas un ordinateur.

IL existe trois types de modèle de données :

- * Le modèle hiérarchique .
- * Le modèle réseau .
- * Le modèle relationnel .

Cependant , le modèle relationnel est le plus utilisé. La preuve qu'il est à la base de grandes bases de données, comme il offre une grande simplicité à l'utilisateur pour décrire ou manipuler la base de données .

III.2.2.1. Définition du modèle relationnel:

Le modèle relationnel constitue une approche de la description et de la manipulation logique des données très différentes de celles des deux autres modèles .

Il envisage la base de données comme un ensemble de tableaux à deux dimensions appelés relations .

La base de données dans son ensemble est désignée sous le terme de modèle de données relationnel ou base de données relationnelle. Ce modèle est défini par l'administration de la base grâce à un langage de description de modèle de données relationnelles .

Un utilisateur peut extraire de la base son modèle de données personnel qui est désigné par le nom de sous-modèle de données relationnel .

III.3. PRESENTATION DU DBASE IV

III.3.1. introduction:

Le dbase est un système de gestion de base de données sur le modèle relationnel.

Il se présente comme un langage de haut niveau orienté vers les bases de données. Son vocabulaire est composé d'un ensemble de commandes de fonctions et d'opérateurs .

Ce dernier c'est à dire le « DBASE IV » a été écrit en langage C par la Société Américaine de logiciels ASHTOM-TATE et traduit en langage français par l'entreprise française « LA COMMANDE ELECTRONIQUE » .

Dbase utilise des commandes simples et faciles à apprendre. Avec une commande il est facile d'ajouter ,d'insérer ou de supprimer une information de la base; on peut aussi sélectionner tout ou une partie d'un fichier pour une éventuelle édition sous forme d'un rapport .

Les performances du « DBASE IV » résident dans sa rapidité de tri de données et en particulier de sa technique d'indexation .

III.3.2. LES FICHIERS « DBASE IV »:

On distingue dix types de fichiers principaux qui permettent au dbase de réaliser des opérations d'écriture ou de lecture. Chaque fichier répond à un besoin particulier .

III.3.2.1. Les fichiers base de données (.dbf):

Les fichiers base de données peuvent contenir la structure d'un enregistrement, dont la capacité peut atteindre jusqu'à un milliard d'enregistrements.

la structure est décrite par les zones d'enregistrement suivantes :

- Le nom du champs de données .
- Le type de la donnée .
- La taille du champs exprime le nombre de caractères si le champs est du type alphanumérique .

a) Nom du champs:

C'est un identificateur alphanumérique ,dont la longueur ne doit pas dépasser dix caractères . Dans toutes les opérations de dbase les champs de données sont référencées à un nom .

b) Type de données:

Il permet de spécifier la nature de la donnée que doit contenir le champs.

Dbase permet quatre types de données :

- Caractère (C) : 'ABCD'
- Numérique (N) : '1, 2 , 3 , 1.25 '

- Date (D) : 'JJ/MM/AA'
- logique (L) : 'vrai / faux'
- Mémo (M) :

c) Taille du champs:

Il exprime le nombre de caractères ou le nombre d'octets maximum que doit contenir le champs .

III.3.2.2. Les fichiers programme ou application (.prg) :

Ces fichiers contiennent un ensemble de commandes dbase mais sous la forme d'un programme représentant un ensemble d'actions séquences simples, structurées, répétitives ou conditionnelles.

Comme tout langage de programmation, dbase présente quatre structures de base :

- les séquences .
- les structures alternatives .
- les structures répétitives .
- les procédures .

Le dbase exécute séquentiellement les commandes c'est à dire dans l'ordre de leur apparition.

III.3.2.3. Les fichiers mémo (.mem) :

Ce sont les fichiers de variables mémoire. Ils sont utilisés pour sauvegarder le contenu de certaines variables pour une utilisation ultérieure.

III.3.2.4. Les fichiers index (.ndx) :

Ils contiennent les clés et les pointeurs qui servent à localiser rapidement les données.

III.3.2.5. Les fichiers rapports (.frm) :

Ils contiennent la structure d'un état à imprimer ou à afficher sur écran.

III.3.2.6 Les fichiers étiquetés (.lbl) :

Ils contiennent les informations nécessaires à la commande label.

III.3.2.7 Les fichiers texte (.txt) :

les fichiers texte sont utilisés d'une manière générale comme une interface entre les logiciels dbase et autre programme ou logiciel particulier.

III.3.2.8. Les fichiers vue (.vue) :

Ces fichiers contiennent les informations relatives à l'environnement de travail.

III.3.2.9. Les fichiers extraction (.qry) :

Ces fichiers permettent de stocker un filtre. L'activation du filtre permet d'extraire sur la base de données les enregistrements répondant aux conditions posées.

III.3.2.10. Les fichiers format (.scr) :

Ils permettent de stocker un format écran pour une base de données spécifique pour une éventuelle utilisation future.

III.3.3. CONCEPTION D'UN PROGRAMME :

Développer un programme en alignant des instructions reste relativement simple.

Les commandes sont rigoureuses et bien définies, et leur nombre est limité; il suffit d'appliquer les règles relatives à leurs usages, même si celles-ci se révèlent parfois subtiles. Toutefois, il ne s'agit là que d'une étape dans la conception d'un programme, et elle doit être précédée par bien d'autres.

En tout premier lieu vient l'analyse des besoins exacts et réels auxquels ce programme devra répondre. Cette analyse doit être rigoureuse, faute de quoi le programme le plus merveilleusement conçu ne vaudra rigoureusement rien. Elle inclut la liste des documents à employer et à sortir,

le dialogue avec l'utilisateur, les sécurités, etc., ainsi que la possibilité d'introduire des extensions ultérieures, prévisibles ou non.

Puis vient la conception elle-même de la base de données, l'organisation des fichiers, la nature des liens qui doivent les réunir. Pour gagner en rapidité, en mémoire, en confort, on privilégiera des fichiers spécialisés, même si les liens s'effectueront de préférence sur des références stables.

Enfin on construira des programmes modulaires, les modules se chaînant et s'appelant à volonté. Chaque module doit pouvoir être testé indépendamment. Le programme principal pourra ainsi être réduit au strict minimum, puisque de ses choix dépendra l'appel de tel autre sous-programme, module ou procédure.

III.3.4. CARACTERISTIQUES DU « DBASE IV » :

- Chaque fichier peut contenir jusqu'à un milliard d'enregistrement et chaque enregistrement peut comporter un nombre de 255 champs et 4000 octets au maximum.
- On peut ouvrir jusqu'à 99 fichiers de tout type, et 10 fichiers de données simultanément.
- Le nombre d'index pour un fichier multi-index est de 47.
- La ligne de commande peut atteindre jusqu'à 1024 caractères.

CHAPITRE IV

**INFORMATISATION DE LA GESTION DES OUVRAGES
D'ART**

IV. INFORMATISATION DE LA GESTION DES OUVRAGES D'ART

IV.1. INTRODUCTION:

L'objectif de tels logiciels est de permettre la gestion informatisée des ouvrages d'art. A ce titre ils contiennent toutes les informations nécessaires:

- à la connaissance de l'état du patrimoine
- à la gestion de la surveillance périodique et ponctuelle des ouvrages.
- à la gestion de la politique d'entretien.
- à l'élaboration des programmes d'aménagement et de travaux.

Les logiciels développés à cet effet permettront aux gestionnaires d'ouvrages :

- d'obtenir toutes les informations qu'ils souhaitent ,relatives à un ou plusieurs ponts définis selon des critères de leurs choix.
- de sélectionner des informations sur la base de critères de leurs choix.
- de programmer et de préparer les visites d'ouvrages.
- d'obtenir un classement des ouvrages suivant l'importance de leur délabrement et leur importance hiérarchique.
- de planifier les actions (études et travaux) prévues et suivre leur réalisation.
- d'obtenir une hiérarchisation des aménagements à programmer offrant ainsi un outil d'aide à la décision dans l'élaboration des programmes d'aménagement.

Dans ce cadre on exposera deux logiciels.

La première expérience dans ce domaine a été menée à l'étranger par le logiciel EDOUART.

Le second logiciel a été développé en ALGERIE par le L.T.P.C.

IV.2. LE LOGICIEL EDOUART:

IV.2.1. introduction:

Sous l'égide de la direction des routes, EDOUART a été spécifié par un groupe de travail comprenant les cellules départementales d'ouvrages d'art de quatre directions départementales de l'équipement.

C'est donc un logiciel défini par des gestionnaires d'ouvrages d'art pour des gestionnaires d'ouvrages d'art.

IV.2.2. Domaine d'utilisation de l'Edouart:

Avec le logiciel EDOUART, l'utilisateur peut gérer son patrimoine d'ouvrages d'art, plus facilement et plus vite, pour la simple raison que le logiciel EDOUART offre les éléments nécessaires pour:

- Classer les ouvrages d'art selon les critères techniques ou administratifs (programmes de calcul utilisés, année d'achèvement, équipement etc.)
- Planifier les visites et les actions (études et travaux) à entreprendre selon différents budgets et d'en suivre la réalisation.
- Etudier les itinéraires pour les convois exceptionnels en consultant les gabarits et les limitations de charges.
- Répondre aux diverses questions émanant tant de l'administration que les élus locaux.

IV.2.3. Performances de l'Edouart :

a) Edition à la demande :

L'utilisateur peut définir lui-même le contenu d'une liste correspondant exactement à ses besoins spécifiques.

Pour définir cette liste, l'utilisateur est guidé par EDOUART. De plus, il peut mémoriser ces définitions pour les réutiliser ultérieurement.

b) Sélections multiples :

Cette possibilité est prévue pour limiter les éditions à la demande aux seuls éléments répondant aux critères fixés par l'utilisateur.

c) Saisie en mode assistance:

L'utilisateur peut à tout moment provoquer une assistance en appuyant sur une touche de fonction, une fenêtre d'écran est affichée avec toutes les valeurs possibles, accompagnées des libellés correspondants pour la rubrique en cours de saisie.

Il lui suffit alors d'en choisir une et tout se passe comme si cette valeur a été saisie au clavier.

IV.2.4. Informations prédéfinies :

Une douzaine d'éditions existe en standard pour répondre aux besoins les plus fréquents :

**Liste des ouvrages :*

- Par canton.

- Par subdivision.

- Par gestionnaire.

- Par section d'itinéraires avec résistance des gabarits et des limites de charges.

** Liste des visites effectuées ou à prévoir.*

IV.2.5. Inconvénients de l'Edouart:

Ce logiciel a été fait par un organisme de travail départemental d'ouvrages d'art de quatre directions départementales de l'équipement en France. Comme la politique de gestion des ouvrages d'art en France diffère de celle suivie en Algérie, on relève de ce fait l'incompatibilité de ce logiciel à notre politique, car cette différence se manifeste au niveau de la méthode de gestion développée en Algérie.

IV.3. - LOGICIEL DU L.T.P.C :

IV.3.1. Présentation:

La banque de données de gestion des ouvrages d'art est un système d'information composé de plusieurs bases de données implantées sur un mini - ordinateur (H.P 250) utilisant un système de gestion de bases de données IMAGE 250.

Les programmes d'alimentation et de maintenance de cette banque de données sont écrits en basic 250, réalisé par le département planification organisation et informatique en 1989 en collaboration avec le service physico-chimique du L.T.P.C.

IV.3.2. Fonctions et possibilités du logiciel:

a) La fonction principale de la banque de données des ouvrages d'art est d'emmagasiner les informations statiques des ouvrages (données géométriques et administratives de l'ouvrage) sur la base de la fiche signalétique, les informations dynamiques qui se rapportent aux auscultations sur la base de la fiche d'inspection.

b) les informations sont fournies aux utilisateurs à la demande, et selon plusieurs critères de recherche comme :

- Liste des ouvrages auscultés à une date donnée .
- Liste des ouvrages par type de matériaux.
- Liste des ouvrages par type de fondation.

IV.3.3. Inconvénients du logiciel:

- L'incompatibilité de ce logiciel avec les machines P.C.
- Lourdeur d'exécution car l'utilisateur doit passer par plusieurs sous menu pour exécuter l'option voulue.

En plus des deux inconvénients cités précédemment ce logiciel reste limité au niveau de la prise de décision, car il ne peut pas donner un état de l'ouvrage en fonction des indices de gravités de chaque élément d'ouvrage.

CHAPITRE V

MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'INFORMATISATION
SUR LES OUVRAGES D'ART

V MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'INFORMATION SUR LES OUVRAGES D'ART :

V.1. METHODE DE TRAVAIL:

En se basant sur les logiciels du L.T.P.C et EDOUART ainsi que le travail effectué dans le PFE [10] au cours de l'année précédente, nous avons entamé l'élaboration d'un schéma conceptuel de la base de données pour la description des ouvrages. Nous avons à cet effet, commencé par l'étude des deux logiciels et par la collecte des informations relatives à la description de l'ouvrage, tant sur le plan administratif que géométrique,

pour cela nous avons prévu un lexique qui va être exposé en annexe (3) afin d'orienter l'utilisateur vers une bonne exploitation du logiciel.

En effet, avant toute étude préalable il faudrait définir l'ouvrage en question, à travers des fiches signalétiques. Ces fiches signalétiques donnent l'identité et la description de l'ouvrage. Elles contiennent **des données administratives** (telles que le nom du maître d'ouvrage; l'organisme gérant, la situation géographique de l'ouvrage, les obstacles franchis, etc...), **des données géométriques de l'ouvrage**, (telles que la portée, la hauteur, la largeur de la chaussée, la surface, les pentes etc...), ainsi que **les informations relatives aux différentes parties de l'ouvrage** (telles que les fondations, travées, voûtes, piles, culées etc.),(cf. annexes 3).

Une fois notre schéma conceptuel de la base de données ouvrages défini, nous l'avons présenté aux Ingénieurs du L.T.P.C pour appréciations et critiques.

A l'issue de la présentation de notre travail aux Ingénieurs du L.T.P.C et après discussions avec eux, des remarques et des critiques constructives ont pu être portées à notre schéma conceptuel d'ouvrage. En tenant compte

de leurs remarques, nous avons redéfini notre base de données ouvrages puis nous sommes passés à l'étape suivante qui consiste à la programmation en « DBASE IV » du schéma conceptuel de la partie description ouvrage.

Une fois la partie description de l'ouvrage terminée, nous avons procédé à la conception de la base de données relatives aux visites et dégradations. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur le PFE concernant le « système d'aide à la gestion des ouvrages d'art » [10] et un fascicule sur les dégradations [8] que nous avons pu obtenir des responsables du L.T.P.C .

Le problème majeur rencontré lors de la conception du schéma conceptuel des dégradations était l'indice de gravité. En effet, les deux documents cités précédemment avait des notations différentes de l'indice de gravité qui varie de (0) à (6) pour le premier et de (0) à (10) pour le deuxième. Pour notre étude, il fallait définir un intervalle d'indices de gravité, et pour cela nous avons opté pour le premier c'est à dire un intervalle de (0) à (6).

Une fois l'élaboration du schéma conceptuel de la base de données dégradation et visite achevé, nous avons suscité d'éventuelles remarques des Ingénieurs du L.T.P.C qui ont émis un avis favorable et ont approuvé notre travail. Nous avons ensuite procédé à la programmation de la solution retenue en « DBASE IV ».

Arrivés à l'étape la plus importante de notre travail qui est le calcul des notes d'état et le classement des ponts en fonction de leur état de service, nous avons jugé nécessaire de définir deux coefficients: le premier est un indice de hiérarchie qui est la somme de cinq notes, et le second est un indice d'état qui donne une note d'état d'un pont en fonction des indices de gravité. Ces deux coefficients seront détaillés par la suite.

Le classement final des ponts sera déterminé en fonction des coefficients cités ci-dessus afin de donner un ordre de priorité d'intervention. Enfin nous illustrerons notre travail par un exemple qui traitera plusieurs cas de ponts existants.

Remarques:

Le travail qui a été fait jusqu'à présent ne représente qu'une maquette du programme c'est à dire qu'il a permis l'élaboration d'une structure qui devra être développée par la suite sur des langages évolués tel que le clipper ou le langage « C ». L'utilisation de ces langages pour notre travail aurait demandé beaucoup de temps et c'est la raison pour laquelle nous avons opté pour l'utilisation du « DBASE IV » qui est un langage qui s'apprend vite et qui est facile à utiliser mais qui présente par contre beaucoup d'handicaps surtout dans la présentation du programme (côté esthétique).

V.2. DONNEES SUR L'OUVRAGE:

La description de l'ouvrage est une étape très importante pour une bonne identification de ce dernier, cette identification est basée sur les données fonctionnelles de l'ouvrage qui portent sur les informations administratives, la géométrie, les équipements et le découpage en éléments ou parties d'ouvrages (piles, culées etc...). Ces données ont une grande importance lors des inspections pour détecter l'endroit exact de la dégradation et reconnaître les causes de cette dégradation et pour ensuite trouver les remèdes nécessaires. Par exemple la connaissance du type de la fondation ainsi que le sol de la fondation, nous permettent d'avoir une idée sur le comportement de cette dernière et de pouvoir y remédier.

V.2.1. ORGANISATION DES DONNEES D'OUVRAGES:

L'organisation des données est une étape indispensable dans la conception des bases de données. Afin de faire une organisation logique et simple nous avons prévu deux fichiers de données: l'un sur les données d'ouvrages et l'autre sur les données de fondations. Nous les avons notés par « ouvrage » pour le premier et « fondation » pour le second.

A) Fichiers ouvrages :

Ce fichier comporte :

- Des données administratives telles que le numéro d'ouvrage, le numéro du dossier, la commune, la subdivision, la wilaya, le maître d'ouvrage, l'organisme gérant, etc...
- Des données géométriques telles que la longueur totale, les largeurs roulable et chargeable, le nombre de voies de circulation, la pente, le rayon, les biais, etc...
- Des données sur les parties d'ouvrages telles que les voûtes, travées, culées et piles, fondations, etc...
- Des données d'équipement telles que les joints de chaussée, système d'évacuation des eaux, revêtement de la chaussée, etc...

B) Fichier fondation :

Vu que le fichier « ouvrage » a été limité à 255 champs et dans le besoin d'introduire d'autres données sur l'ouvrage nous avons décidé de créer une nouvelle base de données qui regroupe les données des fondations, piles et culées dans un fichier nommé « fondation ». Ce dernier comporte des données relatives aux types , matériaux et nature du sol des fondations ainsi que les type, hauteur et matériaux des piles et culées.

V.3. LA HIERARCHISATION DES PONTS:

V.3.1. Introduction:

La hiérarchisation des ponts consiste à classer les ponts selon leur importance fonctionnelle et indépendamment de leur état en calculant une note de hiérarchisation pour chaque pont (NH) qui est la somme de cinq notes (n_1, n_2, n_3, n_4, n_5) tel que:

$$NH = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5.$$

Avec:

n_1 : note de cohérence avec l'importance fonctionnelle de la voie portée.

n_2 : note d'impact sur l'exploitation routière en cas de coupure.

n_3 : note d'impact sur la circulation piétonne.

n_4 : note de risque pour les tiers en cas de rupture

n_5 : note d'importance de l'ouvrage.

Chaque note « n_i » peut prendre les valeurs 1, 2 ou 3 selon trois cas possibles. On classe les ponts selon leur note de hiérarchisation. Ils sont répartis en trois sous classes qui vont être détaillées par la suite.

V.3.2. DETAIL DES NOTES:

1) Note de cohérence avec l'importance fonctionnelle de la voie portée:

Ce critère est nécessaire pour une bonne prise en compte des ouvrages les plus petits au niveau des routes importantes.

L'importance de la voie portée influe considérablement sur la hiérarchisation du pont. On sous-entend par importance, plusieurs paramètres en l'occurrence :

A) Le trafic: la fonction principale d'une route est l'écoulement d'un trafic qui est caractérisé par son intensité et sa qualité (le pourcentage des poids lourds).

B) Aspect stratégique: liaison qu'assure le pont. Certaines voies mènent vers des localités qui ne doivent en aucun cas être enclavées pour des raisons économiques, sociales ou sécuritaires.

A titre d'exemple nous pouvons citer:

- Centrales nucléaires.
- Organismes militaires.
- Grands hôpitaux.
- Zones industrielles.
- Agglomération isolées ...etc.

Note n_1 :

$n_1=3$ ponts menant vers une localité spéciale ou route nationale (R.N).

$n_1=2$ chemin de wilaya (C.W) non stratégique.

$n_1=1$ chemin communal (C.C).

2) Note d'impact sur l'exploitation routière en cas de coupure :

Ce critère reflète la gêne à la circulation routière en cas de coupure pour travaux (ouvrage d'art = point sensible). Les itinéraires de déviation seront retenus de façon à assurer une exploitation similaire à celle de la voie initiale, en tenant compte des dépenses supplémentaires qu'implique cette déviation et qui peut - être estimée :

- Soit en terme de temps (retard Δt).
- Soit en terme de longueur allongement du parcours (Δl).

Pour plus de précision nous devons en outre considérer la qualité de l'itinéraire de déviation (état de la chaussée, pente etc...) car une route de déviation dont le profil ne répond pas aux exigences conduit à terme à une dégradation considérable de la route et du matériel de transport.

Note n₂:

n₂=3 : Déviation impossible.

n₂=2 : Déviation possible avec un allongement ≥ 10 Km.

n₂=1 : Déviation possible avec un allongement < 10 Km.

3) Note d'impact sur la circulation piétonne:

Ce critère reflète l'utilité des ouvrages pour les piétons. Si les chantiers routiers en général ne perturbent guère les piétons, en revanche les travaux sur ouvrage peuvent poser de gros problèmes à la circulation des piétons qui ne peuvent supporter des allongements de parcours importants.

Note n₃:

n₃=3 : Ouvrage d'art avec flux de piétons important

n₃=2 : Ouvrage d'art avec flux de piétons moyen.

n₃=1 : Ouvrage d'art avec flux de piétons faible ou nul.

4) Note de risque pour les tiers en cas de rupture:

Ce critère spécifique aux ouvrages d'art est le reflet de l'importance des dégâts humains et matériels pouvant être provoqués par la rupture de l'ouvrage que celle-ci soit due à son état défectueux ou à son environnement.

L'évaluation des conséquences sur les tiers sera fonction de la présence :

- D'immeubles voisins.
- De voies de circulation franchies (voie navigable, autoroute, voie ferrée...),
- De la présence d'ouvrages enterrés (gaz, eau etc...)

Note n₄:

n₄=3 : Risque important.

n₄=2 : Risque moyen.

n₄=1 : Risque faible.

5) Note d'importance de l'ouvrage:

Ce critère intègre la dimension de l'ouvrage (portée, gabarit, etc...), sa typologie (matériaux de construction, mode de réalisation, technologie utilisée, etc...), sa valeur culturelle ou son classement « monument historique ».

Note n₅:

n₅=3 : Ouvrage non courant.

n₅=2 : Ouvrage d'art courant de portée ≥ 10 m.

n₅=1 : Ouvrage d'art courant de portée < 10 m.

V.4. LE SUIVI DES DEGRADATIONS

Le suivi des dégradations est un acte nécessaire pour assurer la sécurité et la durabilité des ouvrages d'art, car il apporte une connaissance permanente, permettant de suivre l'évolution des dégradations et de définir l'état de l'ouvrage.

V.4.1. ORGANISATION DES DONNEES VISITE:

Une bonne conception consiste à bien organiser les données dans le but de les exploiter et de les consulter facilement d'une part, et d'autre part pour mieux les distinguer et les visualiser.

Pour cette raison nous avons décidé de prévoir deux fichiers de données: le premier pour les visites et le second pour les dégradations.

A) Fichier visite:

Le fichier visite comprend les données concernant la visite ou les données identifiant la visite (telles que le N° de la visite, la date de visite, les notes de hiérarchisation, l'indice d'état, les travaux à réaliser et le coût de la visite).

Ces données sont fixées pour la même visite, elles constituent en quelque sorte le résultat de cette dernière.

Ceci nous a d'ailleurs poussés à les regrouper dans un même fichier pour pouvoir consulter le résultat de la visite facilement.

B) Fichier dégradation:

Le fichier dégradation comme son nom l'indique concerne les dégradations des différents éléments de l'ouvrage. Chaque dégradation est caractérisée par le nom de la dégradation, la localisation, l'intensité, l'extension, l'évolution et l'indice de gravité (IG) de la dégradation.

Dans ce fichier chaque dégradation figure dans un enregistrement, donc pour la même visite nous avons plusieurs enregistrements de dégradation; ce qui différencie les données du fichier dégradation de celles du fichier visite.

V.4.2. MISE EN PLACE D'UNE FICHE DE RELEVÉ DE DEGRADATION:

Il est impératif pour les agents chargés de l'inspection et de la surveillance des ouvrages d'art, d'avoir une fiche de relevé des dégradations sur site pour collecter les données nécessaires dont le but est de décrire toutes les dégradations qu'ont subies les ouvrages. Dans ce contexte nous avons proposé un modèle de fiche de relevé qui est présenté dans la page

suiVante, mais peut être serait - il plus judicieux de prévoir un questionnaire plus détaillé et plus facile à utiliser par un technicien.

N° d'ouvrage :

N° du dossier:

Date de la visite :/...../.....

DEGRADATION	LOCALISATION	INTENSITE	EXTENSION	EVOLUTION

V.4.3. CALCUL DES INDICES DE GRAVITES ET D'ETAT :

Pour le calcul de l'indice d'état d'un pont on va exposer trois méthodes différentes :

- 1 - Méthode SETRA.
- 2 - Méthode Autrichienne.
- 3 - Méthode proposée par notre étude.

1) METHODE SETRA (SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES) [8].

LES ETAPES DE LA METHODE :

1.1 Calcul des dégradations limites :

Il est effectué par la cellule spécialisée ouvrages d'art. Chaque ouvrage d'art est décomposé en trois parties :

- FONDATIONS APPUIS.
- STRUCTURE.
- EQUIPEMENT.

Le contenu des différentes parties pour chaque type de pont est illustré dans le tableau suivant :

FONDATIONS APPUIS	STRUCTURE	EQUIPEMENT
- Piles.	- Tablier.	- Chaussée
- Culées.	- Voûte.	- Dispositif d'évacuation des eaux.
- Fondations.	- Parapet	- Trottoirs.
		- Dispositif de retenue (garde corps).

Comme cela est précisé ci - dessus l'ouvrage visité est décomposé en trois parties : fondations appuis, structure et équipement. Les dégradations sont repérées et notées (C) par un agent de la subdivision chargé de la visite. En s'appuyant sur les notices définies ci après, il mesure pour chaque dégradation son stade d'évolution et lui attribue une note comprise entre 0 et 10.

Ces valeurs sont comparées à des dégradations limites qui permettent d'évaluer les indices de gravité puis des indices d'urgence, et enfin une note d'intervention sur l'ouvrage.

La dégradation limite est une valeur correspondant à un niveau de service acceptable. Elle variera :

- En fonction de l'importance de l'ouvrage dans le département; ainsi une même dégradation pourra être retenue dans le calcul de l'indice d'urgence pour un ouvrage important et ne pas l'être pour un ouvrage hiérarchique moins important.

- En fonction de l'interaction éventuelle entre l'ouvrage et son environnement, ceci afin de prendre en compte ce qui ne se voit pas : risque d'affouillement pour les appuis, fragilité pour les structures, risque de chocs sur les superstructures du fait de la différence de largeur de chaussée sur ouvrages d'art et hors ouvrages d'art.

On calculera les dégradations limites pour chacune des trois parties d'ouvrage de la façon suivante en utilisant la formule:

$$15 - NH - i.$$

Avec:

NH : note d'hiérarchisation.

i : la note reflétant pour une partie de l'ouvrage (fondations appuis, structure, équipements), l'interaction ouvrage d'art environnement. Elle est détaillée ci-après.

DEGRADATION	Notice page	VALEURS	C	C'	LOCALISATION	voeq
GARDE-CORPS ou DISPOSITIF DE SECURITE		ancrage défectueux sur 1 rive 1 unité -> 6 2 unités ou plus -> 8 2 unités contigües -> 10				
		dégradation (oxydation, déformation,...) sur 1 rive 1 m1 -> 4 25% de longueur -> 6 50% de longueur -> 8 > 50% de longueur -> 10				
TROTTOIRS		revêtement défectueux 10% de longueur -> 4 30% de longueur -> 6 50% de longueur -> 8 > 50% de longueur -> 10				
		bordures ou caniveaux dégradés 10% de longueur -> 2 25% de longueur -> 3 50% de longueur -> 4 > 50% de longueur -> 5				
CHAUSSEES		dégradation du revêtement 30% de la surface -> 4 50% de la surface -> 6 > 50% de la surface -> 8				
		déformation dans le sens de circulation (orniérage) ornière < 2cm -> 4 de 2cm à 5cm -> 6 ornière > 5cm -> 8				
DISPOSITIF D'EVACUATION DES EAUX		flaque sur la chaussée S < 1m ² -> 4 1 < S < 5m ² -> 6 S > 5m ² -> 8				
PERRES TALUS AUX EXTREMITES		ravinage -> 4 détérioration mettant en péril la berme engazonnée -> 6 l'accotement -> 8 le bord de chaussée -> 10				
		TOTAL GENERAL	:		x 1.62 =	

E
Q
U
I
P
E
M
E
N
T
S

COMMENTAIRES SUR LA VISITE

Demande une visite de la CDOA oui / non
 Visite incomplète du fait de difficultés d'accès oui / non
 Partie non visitée:

Matériel à prévoir:

Graves désordres nécessitant une intervention d'urgence oui / non
 Nature de ces désordres:

Vu et transmis par le Subdivisionnaire

à

le / / 19

1.1.1. CALCUL DE LA NOTE (i) : interaction ouvrage d'art - environnement :

Les valeurs de la note (i) vont être données par le tableau suivant :

PARTIES D'OUVRAGE	VALEUR DE (i)	TYPE D'OUVRAGE
Première partie: <u>Appui et fondation.</u>		
- affouillement possible voie navigable.	2	Ouvrage d'art sauf déblai remblai de grande hauteur.
- affouillement possible voie non navigable.	1	
- affouillement impossible	0	
- glissement rapproché L < 20 m	2	Déblai - remblai de grande hauteur.
- glissement espacé L ≥ 20 m	1	
- pas de glissement	0	
Deuxième partie : <u>Structure.</u>		
- ouvrage à câble	2	Ponts, viaducs
- ouvrages métallique, précontraint, mixte	1	
- ouvrage béton armé, maçonnerie	0	
- terre armée, métal	2	Murs
- béton armé	1	
- murs poids en maçonnerie ou béton	0	
- buses métalliques d'ouverture L ≥ 5 m	2	Murs
- buses métalliques d'ouverture L < 5 m	1	
- buses en béton	0	
Troisième partie : <u>Équipement.</u>		
risque de chocs du fait de différence de largeur de chaussée sur ouvrage d'art et en hors ouvrage d'art		Buses
- rétrécissement de chaussée sur ouvrage > 0.5 m	2	
- rétrécissement de chaussée sur ouvrage ≤ 0.5 m	1	
- pas de rétrécissement	0	

1.2. Calcul des indices de gravité (IG) :

les indices de gravité reflètent l'état de l'ouvrage. Ils sont calculés par partie d'ouvrage selon la formule suivante :

$$IG = \sum KC^2$$

K : est un coefficient par type d'ouvrage qui permet la comparaison de l'état des ouvrages d'art entre eux en notant sur 1000 chaque partie d'ouvrage. Il est fonction du nombre de désordres pris en compte et de la note maximale qui peut leur être attribuée ($K = 1000/\sum C^2_{\max}$).

C : valeur de chaque dégradation figurant dans le procès verbal de visite quantifié. Elle est élevée au carré pour faire ressortir les dégradations les plus importantes.

1.3 Calcul des indices d'urgences :

Les indices d'urgences sont calculés par partie d'ouvrage selon la formule :

$$E = IG \cdot (n+1)$$

Avec :

n : est le nombre de désordres, supérieur ou égal à la dégradation limite de la partie d'ouvrage concernée. Le coefficient (n+1) a été choisi pour éviter de multiplier par « 0 » quand $n = 0$.

1.4 Calcul de la note d'intervention de l'ouvrage :

L'expérience du département de « HAUTE MARNE » montre qu'en première approximation la note d'intervention « I » peut être prise égale à la valeur la plus forte des trois indices d'urgence correspondant à chacune des parties de l'ouvrage.

$I = \text{Max} (E_1 \text{ «fondations appuis »}, E_2 \text{ « structures »}, E_3 \text{ « équipements »})$.

Un classement d'ouvrages d'art est fait en fonction de l'indice d'urgence « I » par des cellules spécialisées ouvrages d'art.

1.5. Inconvénients de la méthode :

Cette méthode a été établie par le service d'évaluation technique des routes et autoroutes du département de Haute Marne. Elle est basée sur des statistiques et des expériences faites pendant plusieurs années, donc rien ne prouve que les résultats obtenus restent valables dans le futur, d'une part et d'autre part, cette méthode ne peut pas être adoptée par notre pays vu que la politique de gestion en Algérie diffère de celle suivie dans les pays étrangers.

2) METHODE AUTRICHIENNE [11]

2.1. SYSTEME AUTRICHIEN POUR L'EVALUATION DE L'ETAT DES PONTS :

Le système d'évaluation Autrichien permet d'avoir une vue d'ensemble de l'état de tous les ouvrages et d'identifier les ponts dont la capacité portante est réduite ou dont on peut prévoir une réduction dans un proche avenir si l'on n'effectue pas des travaux d'entretien.

Suite à l'insuffisance que présente le budget consacré à la maintenance du patrimoine ouvrages d'art, l'administration concernée a lancé un programme d'aide à la sélection des ouvrages nécessitant des travaux de réparation, de renforcement ou de remplacement. En 1987, les chercheurs se sont penchés sur le développement d'un système d'évaluation de l'état des ponts routiers qui a été testé dans les années suivantes.

La classification s'appuie sur la capacité portante de la structure, de sa durabilité et de la possibilité d'améliorer le service par réhabilitation avant qu'il ne se produise d'autres dommages.

2.2. EVALUATION DE L'ETAT D'UN PONT :

Elle est basée sur les résultats des inspections détaillées, faites selon une périodicité de six (06) ans, et des contrôles courants tous les deux (02) ans qui sont traduits par des valeurs spécifiques dites les valeurs de base, multipliées par des facteurs reflétant l'extension du défaut, son intensité et le rôle de l'élément défectueux, ainsi que l'urgence des travaux de réparation. La somme de ces produits indique, ce qu'on appelle, la valeur d'état. Elle est calculée par la formule suivante :

$$S = \sum (G.K_1.K_2.K_3.K_4).$$

Avec

G : valeur de base

K_1 : facteur d'extension

K_2 : facteur d'intensité

K_3 : facteur de localisation

K_4 : facteur d'urgence

2.2.1. LA VALEUR DE BASE « G » :

Evalue un défaut sur la structure, suivant ses conséquences sur la capacité portante de la serviabilité de l'ouvrage sans prise en considération, ni de la localisation de ce défaut, ni de son extension. Chaque type de dégradation a un effet spécifique sur la structure. Elles peuvent réduire sa stabilité, sa capacité portante et son niveau de service. Dans le future proche, elles peuvent considérablement diminuer la durabilité de l'ouvrage.

Les valeurs du coefficient « G » sont données dans le tableau suivant :

TYPES DE DEGRADATION	VALEURS DE « G »
ALTERATION DU BETON	
- DEFAUT DE SURFACE	01
- AIR OCCLUE	01
- IMPURETES	01
- DESTRUCTION PAR LE GEL-DEGEL	02
- POROSITE, ECAILLAGE, ECLATEMENT	02
- CAVITE, VIDES	02
- DEVIATION	03
- PROFONDEUR DE CARBONATION	02
FISSURE DU BETON ARME	
- FISSURES DUES AU CHARGEMENT	02
- FISSURES DUES A DES DEFAUTS IMPOSES	02
- FISSURES REPRODUISANT LE FERRAILLAGE	02
- FISSURE DE SURFACE (SUP)	02
FISSURE DU BETON PRECONTRAIT	
- FISSURES DUES AU CHARGEMENT	04
- FISSURES DUES A DES DEFAUTS IMPOSES	02
- FISSURE LE LONG DES CABLES DE PREVENTIO	03
- OUVERTURE DES JOINTS	03
- DEFAUTS DES ARMATURES ORDINAIRES	04
- MANQUE D'ENROBAGE	04
- CORROSION	03
- RUPTURE	04

2.2.2. LE FACTEUR D'EXTENSION K_1 :

Il prend en considération l'extension superficielle et la fréquence d'apparition d'une dégradation donnée telles que, l'altération du béton et la pénétration d'eau.

Mais, il y a des cas où, il ne dépend que de la fréquence d'apparition, citons à titre d'exemple, les fissures, les défauts liés aux armatures et aux appareils d'appuis etc...

Le calcul de la valeur exacte du facteur K_1 , comme étant le rapport de la surface altérée sur la surface totale ou le nombre d'appareils d'appuis défectueux sur le nombre total, complique de plus en plus le problème et rend la quantification laborieuse, surtout dans le cas de présence de plusieurs types de dégradations (fissures et corrosion d'acier par exemple).

Pour une telle procédure on ne peut se repérer. L'objectif est, donc de quantifier l'extension des dégradations suivant des indications descriptives données.

2.2.3. LE FACTEUR D'INTENSITE K_2 :

Exprime l'intensité d'un type donné de dégradation. On vise par le biais de cette grandeur, à donner une vue globale sur l'intensité d'une détérioration donnée en regardant sur toute la structure. Dans beaucoup de cas, malgré que les dégradations présentent le même aspect à première vue, on ne peut conclure qu'elles ont suivi le même chemin d'évolution. Et par conséquent le calcul de l'intensité ne peut être fait que d'une manière superficielle en s'appuyant sur la fréquence des dégradations de même intensité.

2.2.4. LE FACTEUR DE LOCALISATION K_3 :

Il prend en considération l'effet de la dégradation d'un élément donné sur la capacité portante de toute la structure. La grandeur de ce facteur dépend du rôle de l'élément dégradé. Les éléments de la structure sont divisés en éléments porteurs qui interviennent d'une manière directe dans la transmission de charge, citons par exemple, les poutres principales, les piles etc..., les éléments intervenant dans la redistribution des charges telles que: les tabliers, murs de soutènement sont dits éléments porteurs secondaires.

Son influence sur l'évaluation de l'état de l'ouvrage est insignifiant. L'effet de la défection d'un élément croît lorsque celle ci implique un risque sur la capacité portante de la structure ou sur la surface de roulement.

2.2.5. LE FACTEUR D'URGENCE K_4 :

Indique l'urgence de l'intervention. Il se réfère au type de détérioration et à la période dans laquelle la réparation doit avoir lieu. Si les mesures nécessaires, même superficielles, ne sont pas prises à temps, la dégradation va s'étendre et causera elle même un désordre ultérieur qui changera nettement la valeur d'état de notre ouvrage.

L'urgence de la réhabilitation dépend des conséquences de la dégradation sur la capacité portante, le niveau de service et la durabilité.

S'il y a risque d'écroulement total ou partiel d'un élément porteur et par conséquent un risque d'interruption du trafic, la réparation s'avère urgente et une valeur de dix (10) est affectée à ce facteur.

Dans le cas où la dégradation a entraîné une restriction de l'usage ou a rendu la circulation sous le pont dangereuse (fragments de béton tombants par exemple), le facteur K_4 prend la valeur de cinq (05) et les travaux de réparation doivent avoir lieu immédiatement.

Si la détérioration a atteint un stade où la réhabilitation doit être amorcée dans une période ne dépassant pas trois (03) ans afin de limiter la dégradation du pont, le facteur K_4 prend alors la valeur trois (03).

Dans tous les autres cas la valeur de un (01) est affectée à ce facteur.

2.2.6. FACTEUR DE CONTROLE K_5 :

Ce système de quantification d'état des ponts peut aussi, être utilisé pour les bilans, qui ont eu lieu tous les deux (02) ans.

L'objectif est de contrôler les changements qu'a subi le pont, et en particulier ses éléments défectueux, et de voir si de nouvelles détériorations ont eu lieu.

Le facteur k_5 prend les valeurs suivantes:

$K_5 = 0$: cas où la réparation atteint ses objectifs avec succès.

$K_5 = 1$: cas où il n'y a pas eu de changement notable.

$K_5 = 2$: cas de détérioration considérable.

2.3. Evaluation :

L'évaluation de l'état général du pont peut être faite sous forme de tableau (cf. tableau 03).

Le coefficient d'état d'un pont donné, permet de le classer dans l'une des six (06) classes définies ci-après. Le découpage des valeurs prises par le coefficient d'état en intervalles correspondants aux classes ainsi définies a été fait par l'analyse des rapports des 98 ponts et viaducs sur lesquels le système a été appliqué.

Les réparations qu'ont subies les ponts ont été prises en considération.

Sur le tableau qui suit sont mentionnées les classes des ouvrages suivant le coefficient d'état, ainsi que les valeurs limites de ces derniers :

(Tableau 03)

CLASSE DE DETERIORATION	ETAT DE L'OUVRAGE	INDICE D'ETAT $S = \sum (G.K_1.K_2.K_3.K_4)$
CLASSE 1	TRES BON ETAT	0 - 3
CLASSE 2	BON ETAT	2 - 8
CLASSE 3	ETAT SATISFAISANT	6 - 13
CLASSE 4	ETAT INSUFFISANT	10 - 25
CLASSE 5	MAUVAIS ETAT	20 - 70 $K_4=10$
CLASSE 6	ETAT CRITIQUE	> 50 $K_4=10$

2.4. INCONVENIENT DE LA METHODE :

On constate que le passage d'une classe à l'autre ne se fait pas de façon rigoureuse. Cependant, l'indice d'état calculé pour un ouvrage n'est pas à considérer comme une valeur exacte qui reflète son état réel, mais, il sert d'une part, à mettre en relief les anomalies constatées lors des inspections

et d'autres part, à positionner un ouvrage dans une échelle déduite de l'état global du parc ouvrages d'art.

En plus de l'indice d'état, on doit, pour certains cas, prendre en considération le facteur d'urgence K_4 . Il prend la valeur de dix (10), quand la capacité portante est sérieusement réduite, ou quand des éléments de rôle majeur vont s'écrouler et doivent faire l'objet dans les plus brefs délais, d'une inspection détaillée. C'est pourquoi, le facteur d'urgence est indiqué pour les classes cinq (05) et six (06).

De plus, cette méthode présente certaines difficultés dans son application telles que :

- La non-prise en considération de certains facteurs comme :
 - * l'importance de l'ouvrage dans le réseau.
 - * Longueur du détour dans le cas de fermeture de l'ouvrage devant le trafic.
 - * montant des frais de réparation.
 - * durée de vie restante de l'ouvrage.

Ces facteurs doivent être pris en considération, lors de la sélection des ponts à réparer.

- La difficulté à estimer la durée de la réparation.

3) METHODE PROPOSEE :

Dans la méthode proposée chaque ouvrage est décomposé en deux (02) parties : Structure et équipement.

Le contenu des différentes parties de chaque type de pont est précisé comme suit :

STRUCTURE : Fondation, piles et culées, voûte, tablier et travées.

EQUIPEMENT : Dallette de continuité, système d'évacuation des eaux, système de sécurité, appareil d'appui, joint de chaussée etc...

3.1 INDICE DE GRAVITE :

Pour déterminer l'indice de gravité de chaque dégradation on a conçu des tableaux exposés en annexe (1), sur lesquels sont mentionnés la plupart des défauts pouvant affecter chaque élément d'ouvrage selon le type.

Pour cela les document SETRA et le guide méthodologique sur [8] nous ont été indispensables.

Chaque dégradation est caractérisée par la localisation, l'intensité, l'extension et son évolution.

Le calcul de l'indice de gravité se fait en fonction des paramètres cités à savoir :

Localisation : Il s'agit de la localisation de la dégradation au niveau de chaque élément de l'ouvrage concerné par cette dégradation.

Extension : Prend en considération l'extension superficielle et la fréquence d'apparition d'une dégradation donnée. C'est le rapport de la surface altérée sur la surface totale ou le nombre d'appuis défectueux sur le nombre total.

Intensité : C'est le degré de détérioration d'un élément par rapport a la structure

Evolution : C'est une série de transformations ou changements qu'a subi la dégradation à travers le temps.

3.2 INDICE D'ETAT :

Si on se limite à affecter à chaque désordre constaté un indice de gravité, notre travail restera sans intérêt pratique. Il n'apportera aucune contribution pouvant orienter le gestionnaire à prendre la bonne décision, pour la simple raison qu'il n'est pas compréhensible et ne donne pas une vision synthétique de l'évolution des ponts. Il faut donc, regrouper toutes ces données dispersées dans une seule valeur, reflétant l'état global du pont. Cette valeur est dite « Indice d'état », elle représente le pont en question lors de la

classification des ouvrages d'un parc donné et elle est fonction des indices de gravité et de leur nombre d'apparition.

Afin d'évaluer l'état du pont on a adopté une formulation qui ne nécessite pas une grande expérience préalable dans le domaine de la gestion des ouvrages d'art. Pour cela, on s'est limité aux indices de gravité et aux deux (02) plus graves dégradations que présente l'ouvrage, pour les lier après suivant la formule :

$$IE = 10^4 \cdot IG_{\max} + N(IG_{\max}) \cdot 10^2 + N(IG_{\max}-1)$$

avec :

IE : Indice d'état.

IG_{\max} : Le maximum des indices de gravité des désordres que présente le pont.

$N(IG_{\max})$: Le nombre de défauts ayant un indice de gravité IG_{\max} .

$N(IG_{\max}-1)$: Le nombre de défauts ayant un indice de gravité $(IG_{\max}-1)$.

En vue de répondre à l'une des premières questions que le gestionnaire se pose : « quel est le pont le plus dégradé ? », nous avons confié à l'indice IG_{\max} une certaine dominance en le multipliant par 10^4 .

Parmi les ponts ayant le même indice IG_{\max} nous avons trié ceux, dont le nombre de défauts est maximum d'où l'introduction de $N(IG_{\max})$ et de même pour $N(IG_{\max}-1)$.

Comme il a été illustré ci-dessus, le pont est décomposé en deux parties : structure et équipement. Pour cela, il va falloir calculer un indice d'état structure (IES) et un indice d'état équipement (IEE) par la formulation donnée précédemment.

Une fois les IES et IEE calculés, un indice d'état global IEG du pont va être donné par la formule suivante :

$$IEG = \frac{1}{3} IEE + \frac{2}{3} IES$$

3.3 PROPOSITION D'ACTION :

On se propose à présent de donner des propositions d'action en fonction de l'indice d'état globale « IEG » pour une éventuelle intervention.

$IEG \geq 60000 \Rightarrow$ Inspection très urgente + mise hors service de l'ouvrage.

$50000 \leq IEG < 60000 \Rightarrow$ Inspection très urgente.

$40000 \leq IEG < 50000 \Rightarrow$ Inspection urgente.

$20000 \leq IEG < 40000 \Rightarrow$ Entretien courant urgent.

$IEG < 20000 \Rightarrow$ Entretien courant conseillé.

CHAPITRE VI

CLASSEMENT SELON L'ORDRE D'INTERVENTION

VI CLASSIFICATION SELON L'ORDRE DE PRIORITE D'INTERVENTION:

VI.1 INTRODUCTION :

Pour une gestion rationnelle des ressources humaines et matérielles en matière d'entretien, et d'inspection détaillées, le gestionnaire, avant de faire appel aux experts, fait un tri préliminaire sur les ouvrages de son parc. C'est pour cette raison qu'on a défini deux (02) coefficients illustrant toutes les données liées à l'état de l'ouvrage ainsi que son importance.

On se propose donc de classer les ouvrages d'un parc donné selon un ordre de priorité à partir des deux coefficients en question qui sont : l'indice d'état global et celui d'hierarchisation.

VI.2 PRINCIPE DE CLASSIFICATION :

Comme le type d'intervention et le remède approprié dépendent principalement de l'indice d'état global « IEG » un préclassement se fait à partir de « IEG » en premier lieu et un préclassement suivant « NH » en second. Pour cela nous allons définir cinq (05) classes pour « IEG » et trois (03) sous classes pour « NH ».

Classes de « IEG »:

Classe 1	$IEG \geq 60000$
Classe 2	$50000 \leq IEG < 60000$
Classe 3	$40000 \leq IEG < 50000$
Classe 4	$20000 \leq IEG < 40000$
Classe 5	$IEG < 20000$

Sous classes de « NH » :

Une fois que le classement suivant « IEG » est terminé, nous avons introduit un deuxième facteur qui représente l'indice d'hierarchisation « NH » afin de pouvoir classer les ponts qui ont le même « IEG » ou qui se trouvent dans la même classe. Pour cela nous avons définis trois (03) sous classes de « NH » conformément au tableau suivant :

Sous classe 1	$NH \geq 10$
Sous classe 2	$5 \leq NH \leq 9$
Sous classe 3	$NH \leq 4$

Enfin on se propose de classer les ouvrages d'un parc donné selon un ordre de priorité d'intervention conformément au tableau suivant :

CLASSE 1: $IEG \geq 60000$	Sous classe 1 :	$NH \geq 10$
	Sous classe 2 :	$5 \leq NH \leq 9$
	Sous classe 3 :	$NH \leq 4$
CLASSE 2 $50000 \leq IEG < 60000$	Sous classe 1 :	$NH \geq 10$
	Sous classe 2 :	$5 \leq NH \leq 9$
	Sous classe 3 :	$NH \leq 4$
CLASSE 3: $40000 \leq IEG < 50000$	Sous classe 1 :	$NH \geq 10$
	Sous classe 2 :	$5 \leq NH \leq 9$
	Sous classe 3 :	$NH \leq 4$
CLASSE 4: $20000 \leq IEG < 40000$	Sous classe 1 :	$NH \geq 10$
	Sous classe 2 :	$5 \leq NH \leq 9$
	Sous classe 3 :	$NH \leq 4$
CLASSE 5: $IEG < 20000$	Sous classe 1 :	$NH \geq 10$
	Sous classe 2 :	$5 \leq NH \leq 9$
	Sous classe 3 :	$NH \leq 4$

CHAPITRE VII

PRESENTATION DU SYSTEME

VII PRESENTATION DU SYSTEME :

VII.1 INTRODUCTION :

L'objectif principal du logiciel est de permettre la gestion informatisée des ouvrages d'art. A ce titre il contient plusieurs options qui nous permettront de créer, modifier ou consulter un enregistrement concernant les données sur ouvrages et visites, ainsi que l'option classement qui nous permet de consulter un classement des ouvrages par wilaya ou général et enfin une option d'impression qui permettra à l'utilisateur d'imprimer à sa demande une fiche signalétique ou une fiche d'inspection.

VII.2. OPTIONS DU LOGICIEL :

Le menu principal du logiciel comporte cinq (05) options qui sont : ouvrage, visite, classement, impression et fin.

1) **Ouvrage :**

Cette option nous permet de définir l'ouvrage d'après ses parties essentielles; pour cela nous avons prévu 3 sous options qui sont : création, modification, consultation et liste.

A) Création :

Elle permet de créer des données relatives à un ouvrage donné. Ces données sont soit administratives, ou géométriques .

Sachant que les parties d'ouvrages diffèrent d'un pont à un autre, notre logiciel nous permet d'afficher toutes les parties spécifiques à un pont, par exemple si nous avons un pont en maçonnerie, le logiciel nous affichera des voûtes et non pas des travées qui sont spécifiques aux ponts métalliques, béton armé, etc...

B) Modification :

Elle permettra de modifier les données d'ouvrage en cas d'erreur de saisie, et cela en introduisant le numéro d'ouvrage et le numéro de dossier afin que le logiciel puisse localiser l'enregistrement à modifier.

C) Consultation :

L'utilisateur peut consulter à n'importe quel moment les ouvrages existant dans la base de données, et par la suite obtenir toutes les informations relatives aux ponts en choisissant l'option consultation. La recherche des enregistrements à consulter se fait à l'aide de deux clés qui sont indexées selon le numéro de l'ouvrage et le numéro du dossier pour que les enregistrements soient repérés rapidement.

D) liste d'ouvrages :

Elle permet de visualiser les ouvrages existant dans la base de données.

2) Visite :

Pour un suivi permanent des dégradations il est nécessaire de stocker les informations relevées lors de chaque visite sur la base de données pour connaître l'évolution des dégradations; pour cela nous avons choisi quatre sous options : création, modification, consultation d'une visite quelconque, consultation de la dernière visite et liste des visites existant dans la base de données.

A) Création :

Suite à cette option nous pouvons créer une visite en donnant le numéro d'ouvrage, le numéro du dossier, la date de la visite, le technicien chargé de la visite son numéro et le type de pont visité.

Une fois que nous avons introduit ces données à l'ordinateur nous commencerons la saisie des dégradations structure puis équipement. Pour

cette dernière étape le logiciel est conçu de tel sorte à ce qu'il affiche l'indice de gravité automatiquement après la saisie de la dégradation, l'évolution, l'extension et sa localisation, pour cela nous avons prévu un lexique sur les dégradations et leur indice de gravité qui figurera par la suite dans les annexe (1).

Vu le nombre très important de dégradations, nous avons laissé la possibilité d'ajouter des dégradations et leur indice de gravité qui ne figurent pas dans notre lexique.

B) Consultation d'une visite quelconque ainsi que la dernière visite :

La consultation d'une visite est très importante pour suivre l'évolution de la dégradation. Pour cela nous avons laissé le choix entre la consultation d'une visite quelconque ou de la dernière visite.

C) Liste des visites :

Cette option nous permet de lister les visites existant dans la base de données pour une éventuelle consultation ou modification.

3) Classement :

Cette option nous donne un choix de classement des ponts soit par wilaya en choisissant l'option « classement par wilaya » ou général en choisissant l'option « classement général ».

4) Impression :

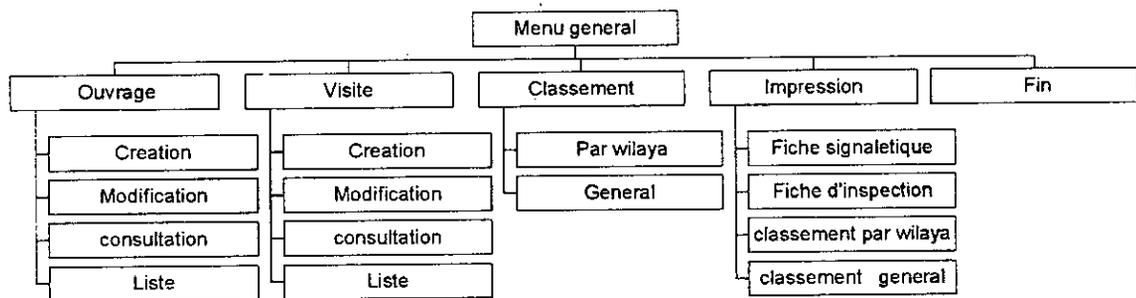
Elle permet d'imprimer à la demande, une fiche signalétique à l'aide de l'option « imprimer une fiche signalétique » ou d'une fiche d'inspection en choisissant l'option « imprimer une fiche d'inspection », ainsi qu'une fiche de classement par wilaya en choisissant l'option « imprimer un fiche de classement par wilaya » ou d'une fiche de classement général avec l'option

« imprimer d'une fiche de classement general ». (voir Chapitre VIII « Etude d'un exemple »).

5) Fin :

Cette option permet de sortir du programme et de revenir au « DBASE IV ».

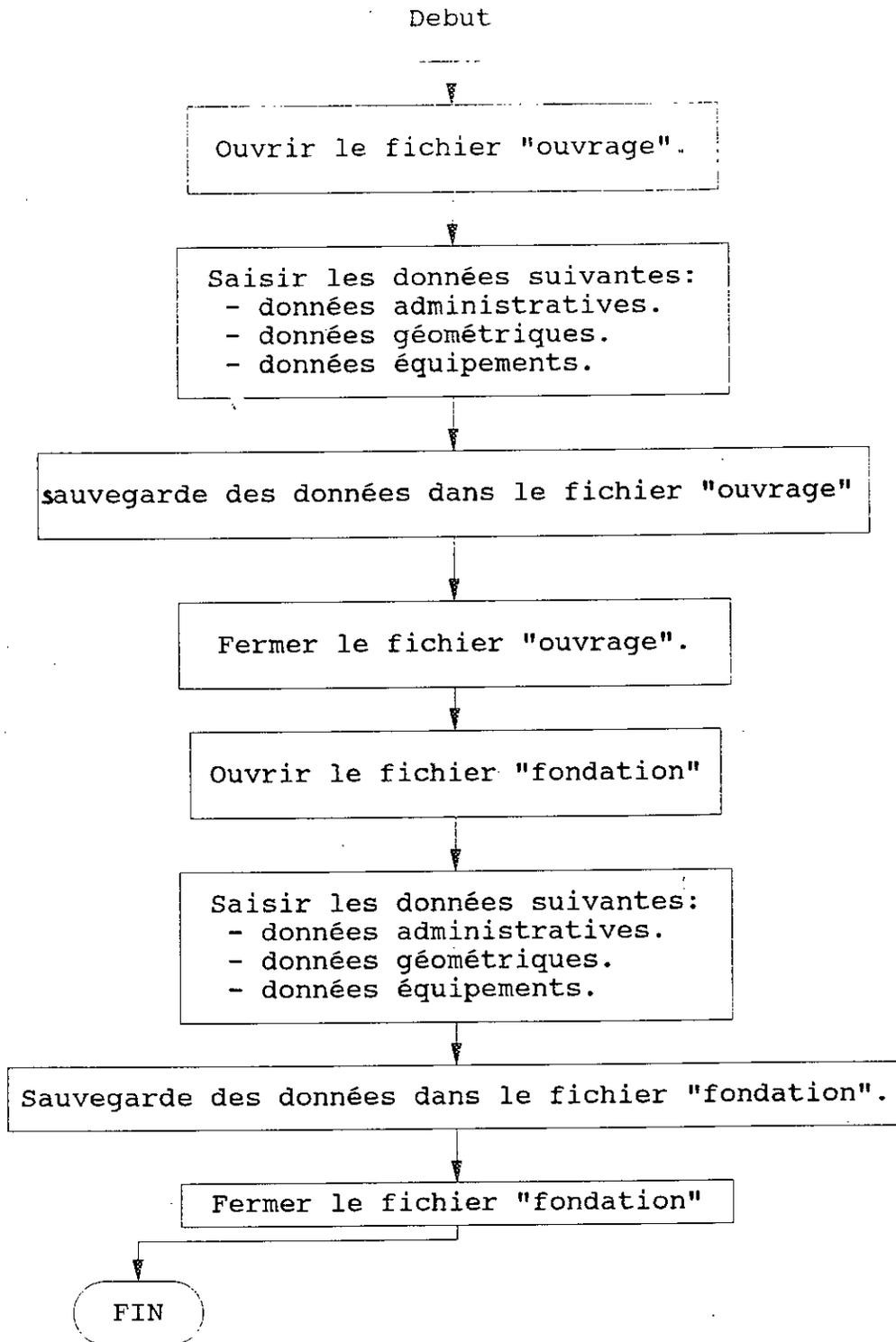
Pour bien illustre les options du logiciel nous allons le présente sous forme de diagramme



VII.3 DIFFERANTS ORGANIGRAMMES DU LOGICIEL

Dans ce qui suit nous allons présenté les différents organigrammes expliquant les principales options du logiciel.

**ORGANIGRAMME DE LA SAISIE DES DONNEES
D'OUVRAGES**

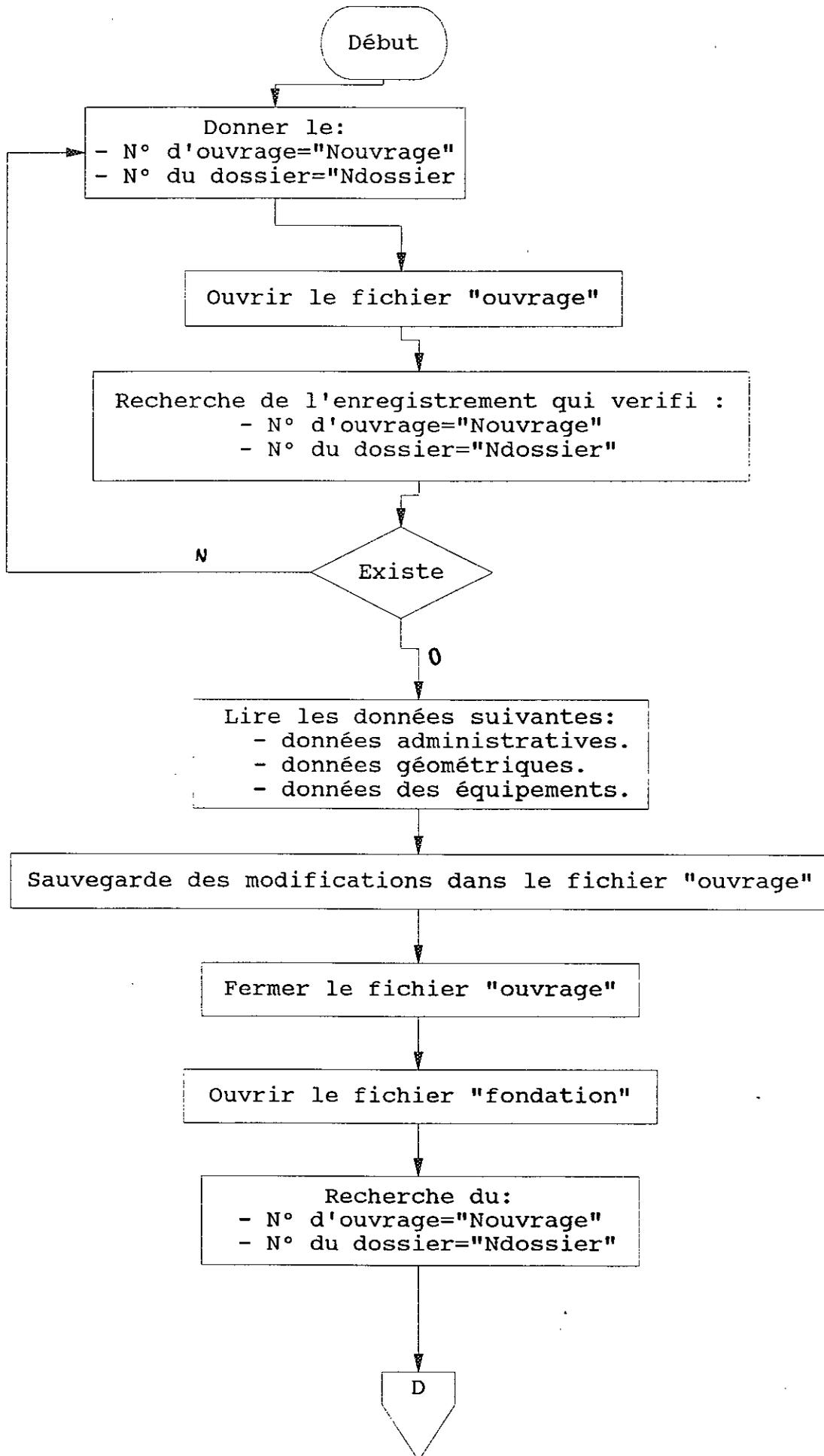


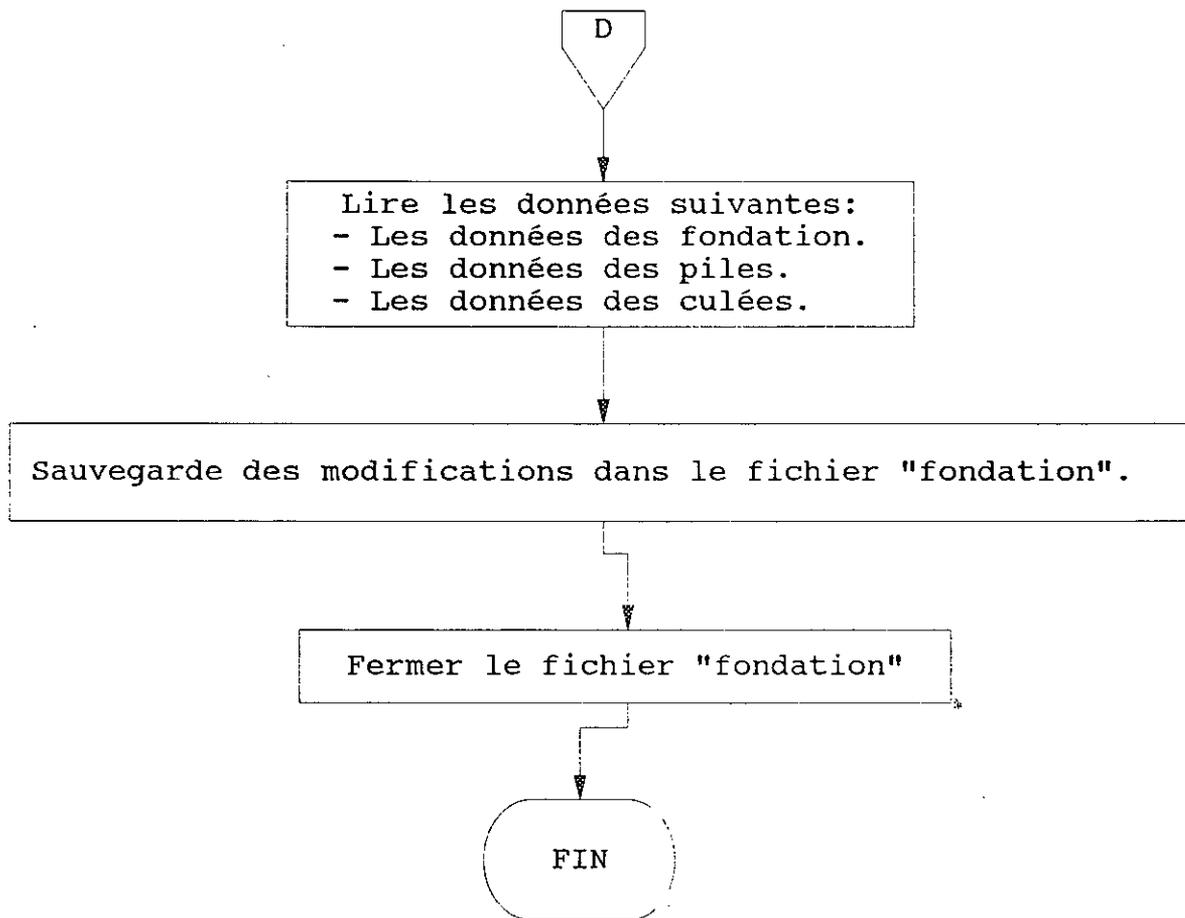
ORGANIGRAMME DE LA SAISIE DES DONNEES D'OUVRAGE :

Cet organigramme présente les différentes étapes suivies par le programme pour la saisie des données d'ouvrage.

La première étape consiste à ouvrir le fichier « ouvrage » regroupant les données, administrative, géométrique, ainsi que les données d'équipements. Après cette opération, intervient la saisie de ces données dans le fichier cité précédemment. Un deuxième fichier « fondation » est ouvert pour la saisie des données concernant les parties d'ouvrage. Après la sauvegarde et la préservation de ces données pour une éventuelle consultation ultérieure, les deux fichiers « ouvrage » et « fondation » pourront être fermés.

**ORGANIGRAMME DE MODIFICATION DES DONNEES
D'OUVRAGES**





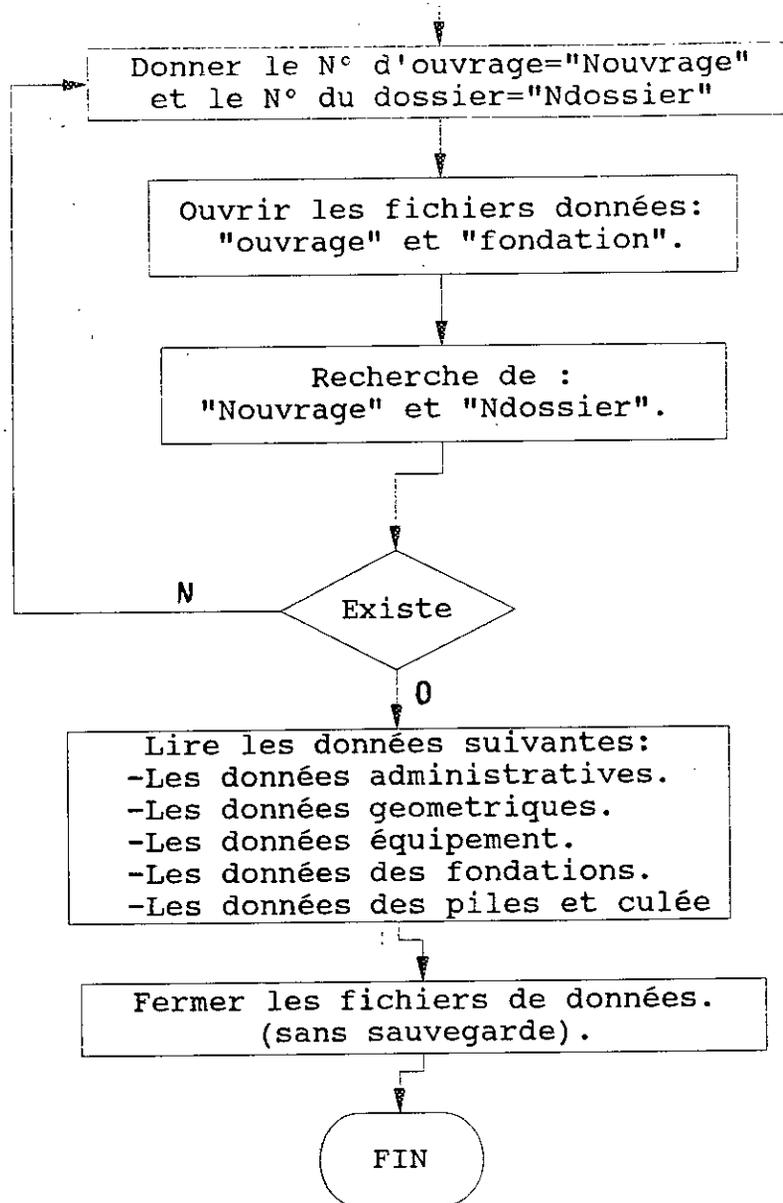
ORGANIGRAMME DE MODIFICATION DES DONNEES D'OUVRAGE :

Cet organigramme permet de modifier un enregistrement qui est déjà saisi. Pour cela il faut donner le numéro d'ouvrage et le numéro du dossier à modifier, pour d'éventuelles modifications. Si l'enregistrement en question n'existe pas dans la base de données alors un message est affiché « cet enregistrement n'existe pas », par la suite nous aurons la possibilité de répéter la procédure en donnant les deux numéro cités précédemment.

Une fois l'enregistrement localisé on pourra alors porter les modifications voulues. Cette procédure est la même pour les fichiers « ouvrage » et « fondation ».

**ORGANIGRAMME DE CONSULTATION DES DONNEES
D'OUVRAGES**

Debut ;



ORGANIGRAMME DE CONSULTATION DES DONNEES D'OUVRAGE :

Pour la consultation d'un enregistrement sur les données d'ouvrage, un numéro d'ouvrage et un numéro du dossier sont donnés au programme afin que ce dernier puisse localiser l'enregistrement à consulter. Les deux fichiers « ouvrage » et « fondation » sont ouverts pour la lecture des données correspondant aux deux numéros précités. Si l'enregistrement demandé est trouvé, les données d'ouvrage seront listées. Dans le cas contraire un message annonçant l'inexistence de cet enregistrement sera affiché.

ORGANIGRAMME DE CREATION D'UNE VISITE

Début

Ouvrir les fichiers de données
"dégradation" et "visite".

Saisir les données suivantes:
- N° d'ouvrage.
- N° du dossier.
- N° et date de la visite.
- Les notes d'hierarchisation.

i=1

Saisir les données de la dégradation (Structure) N° i
1-Dégradation.
2-Localisation.
3-Intensité.
4-Extension.
5-Evolution

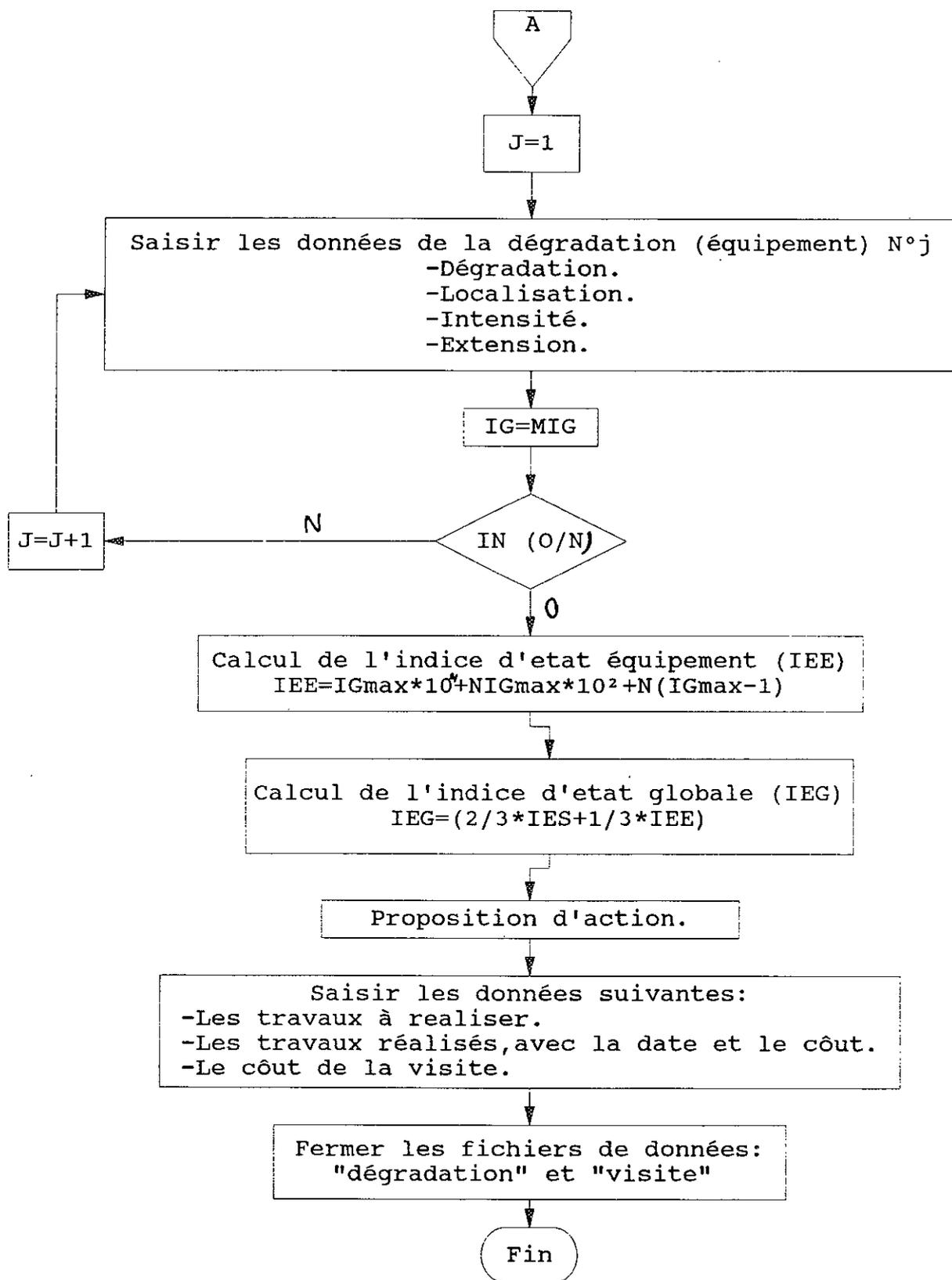
IG=MIG

Fin O/N

I=I+1

Calcul de l'indice d'état structure (IES)
 $IES = IG_{max} * 10^4 + NIG_{max} * 10^2 + N(IG_{max} - 1)$

A



ORGANIGRAMME DE CREATION D'UNE VISITE:

Cet organigramme permet de créer un enregistrement visite. Au début, il faut ouvrir les fichiers données « dégradation » et « visite » et saisir les données identifiant la visite (N° d'ouvrage, N° du dossier, N° et date de la visite), ainsi que les notes d'hierarchisation (n_i).

Pour la saisie des dégradations structure nous avons prévu une boucle dont le compteur représente le numéro de la dégradation. Pour chaque dégradation on doit saisir le nom de la dégradation, la localisation, l'intensité, l'extension et son évolution. D'après ces données l'organigramme donne une valeur à l'indice de gravité (IG), une fois la saisie terminée un indice d'état structure (IES) est calculé par la formule suivante :

$$IES = IG_{\max} \cdot 10^4 + N(IG_{\max}) \cdot 10^2 + N(IG_{\max}-1)$$

IG_{\max} : Indice de gravité maximum.

$N(IG_{\max})$: nombre de dégradations ayant un IG_{\max} .

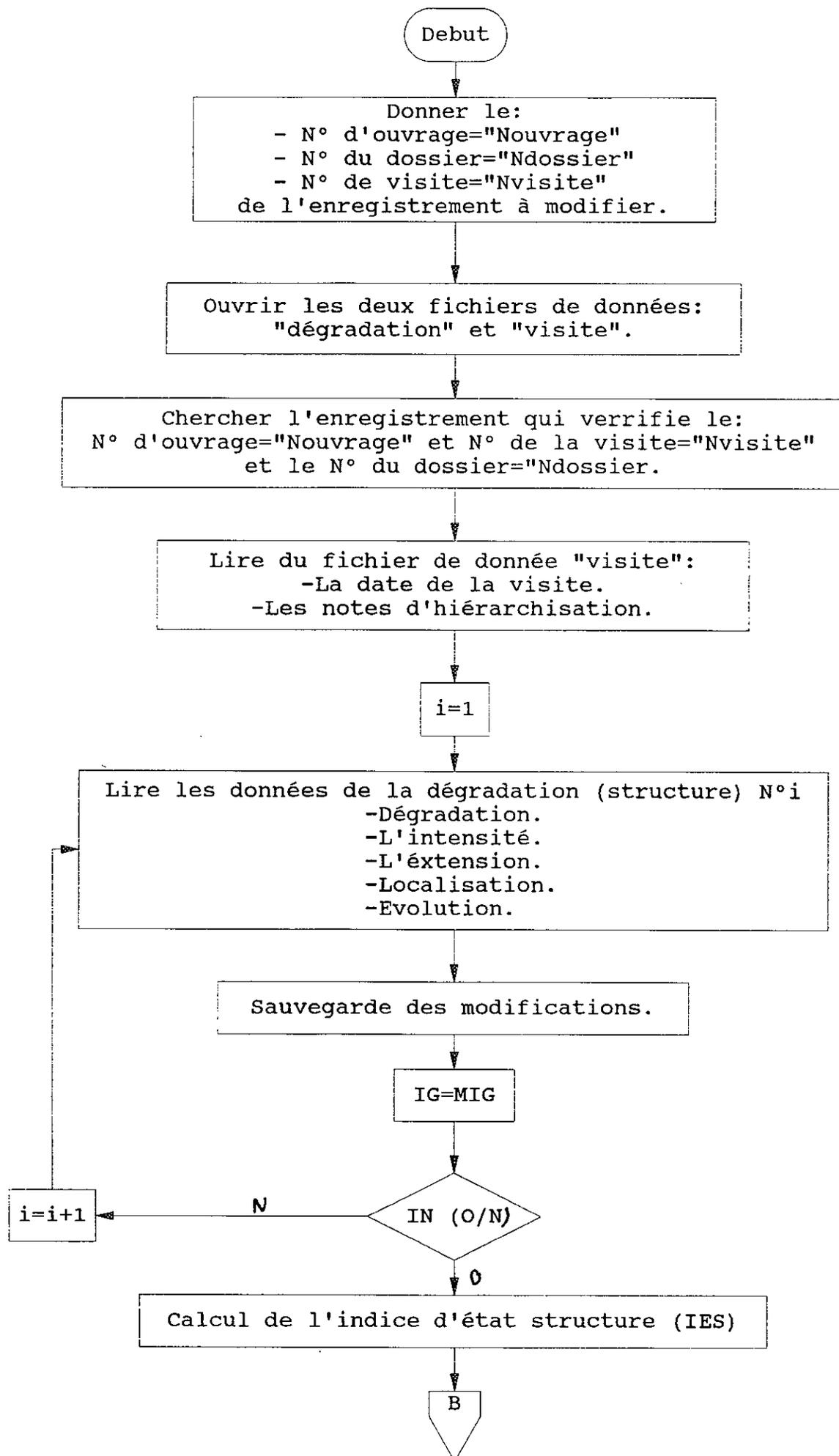
$N(IG_{\max}-1)$: nombre de dégradations ayant un $IG_{\max}-1$.

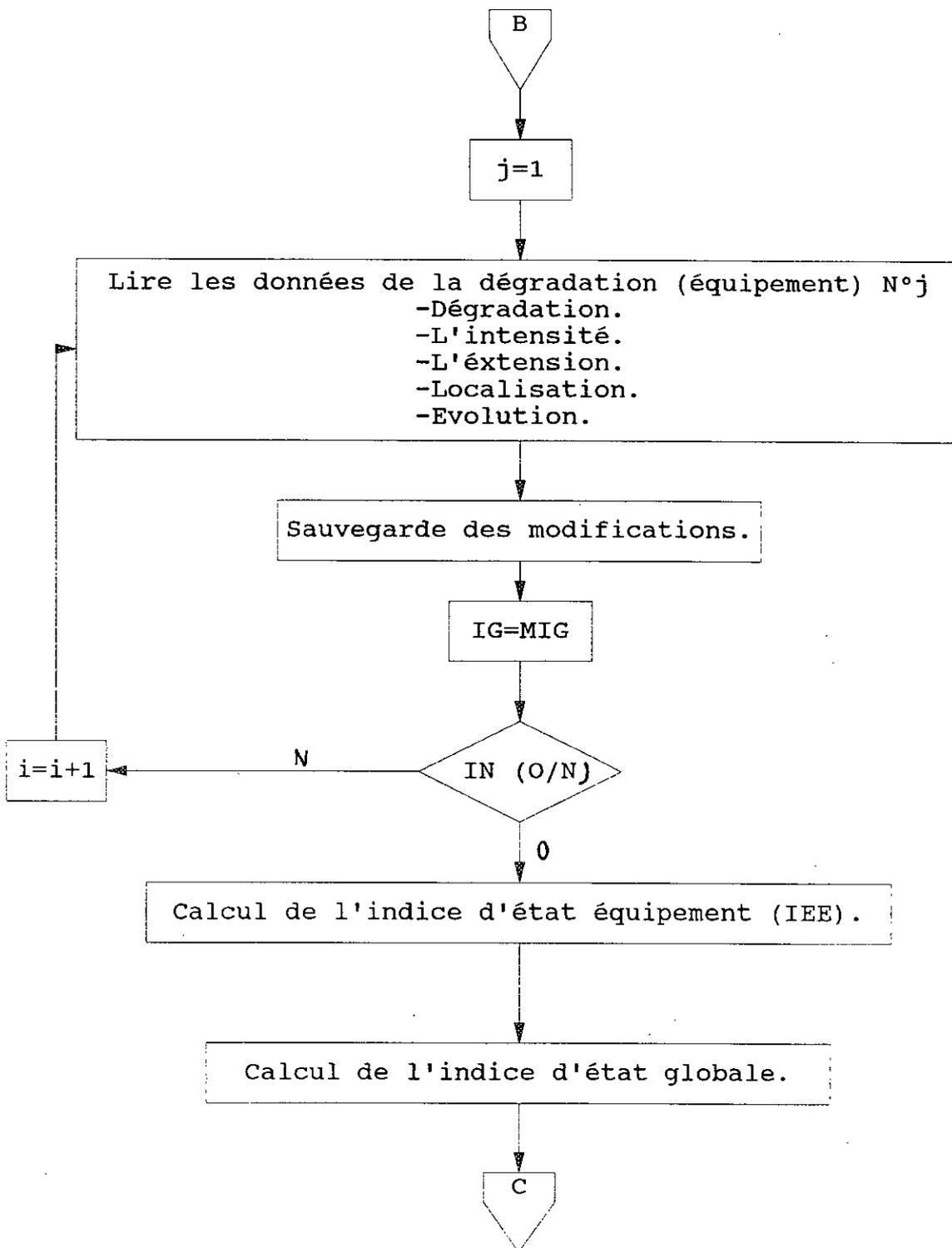
La même procédure se répète pour les dégradations équipement. D'après les indices d'état structure et équipement et la note d'hierarchisation, un indice d'état globale est calculé avec la formule :

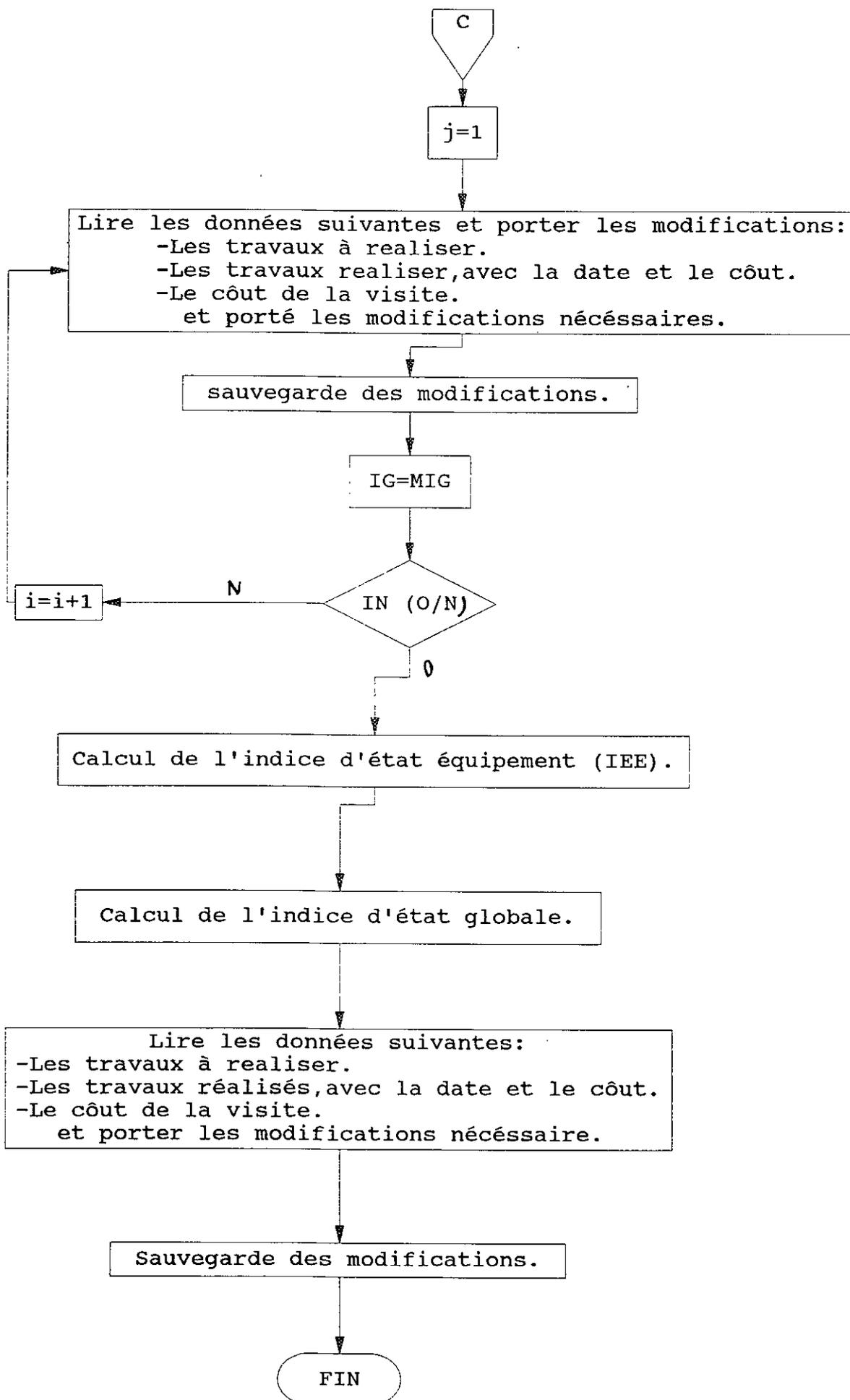
$$IEG = \frac{1}{3} IEE + \frac{2}{3} IES$$

Une fois l'indice d'état globale calculé l'utilisateur doit saisir les travaux à réaliser ainsi que la date et le coût de ces travaux.

ORGANIGRAMME DE MODIFICATION D'UNE VISITE



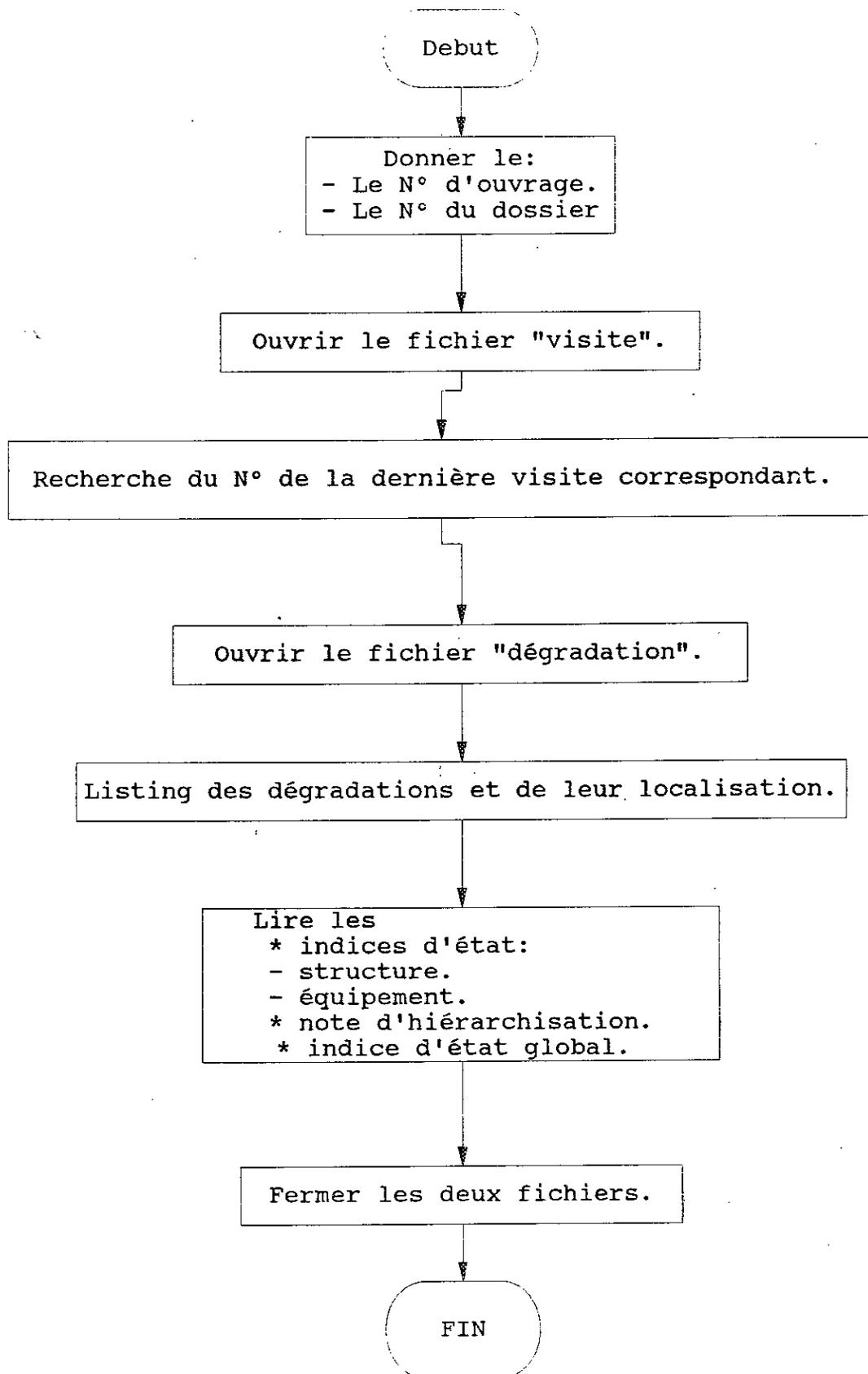




ORGANIGRAMME DE MODIFICATION D'UNE VISITE :

Il permet de modifier un enregistrement visite. Pour cela nous devons introduire au programme les paramètres qui localisent la visite et qui sont : le numéro d'ouvrage, numéro du dossier, et le numéro de la visite. Par la suite les fichiers de données « dégradation » et « visite » sont ouverts pour une éventuelle recherche de l'enregistrement à modifier. Une fois l'enregistrement localisé nous commençons alors les modifications nécessaires. A l'issue de cette étape, nous procédons à la sauvegarde des modifications pour une éventuelle consultation ultérieure.

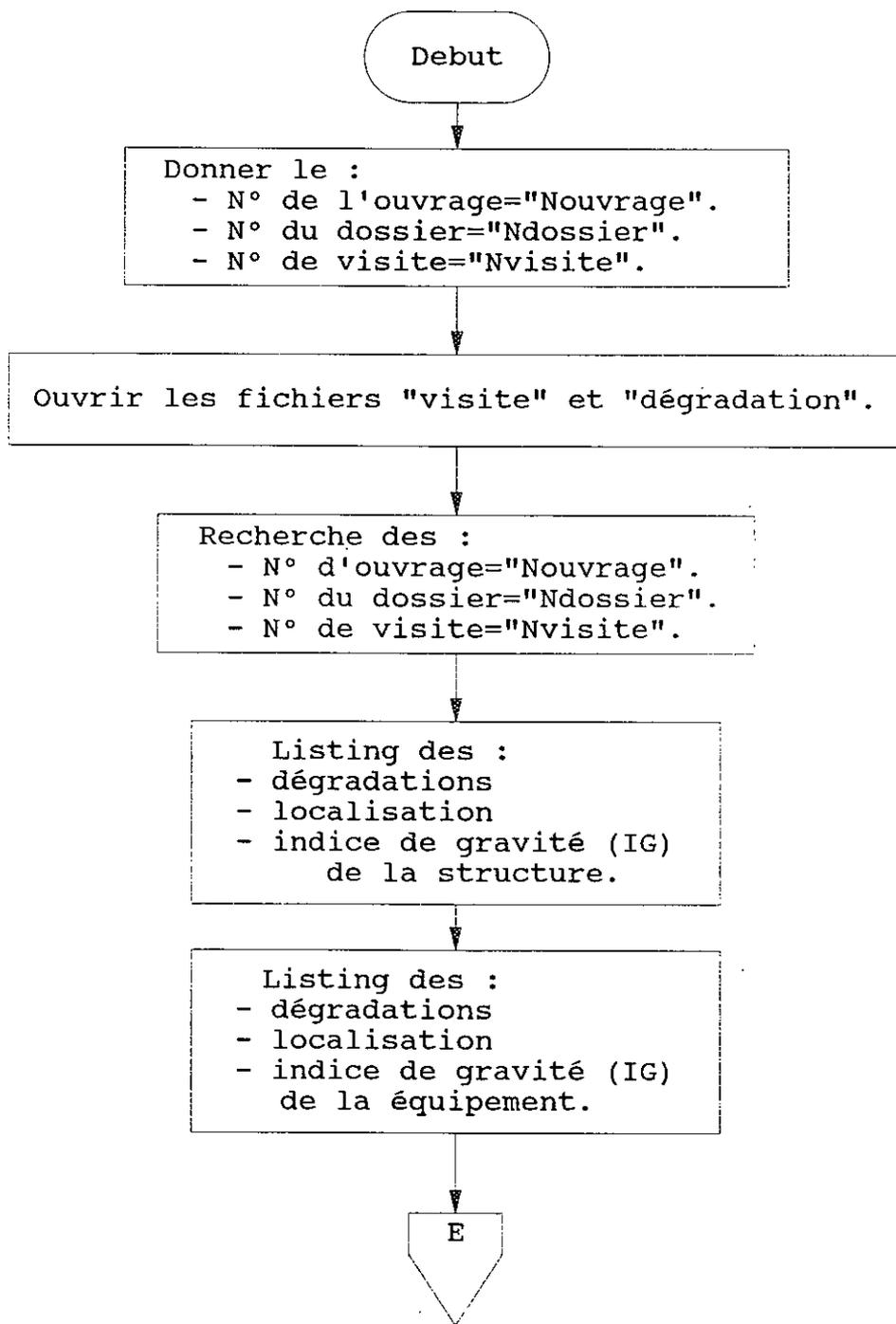
ORGANIGRAMME DE CONSULTATION DE LA DERNIERE
VISITE

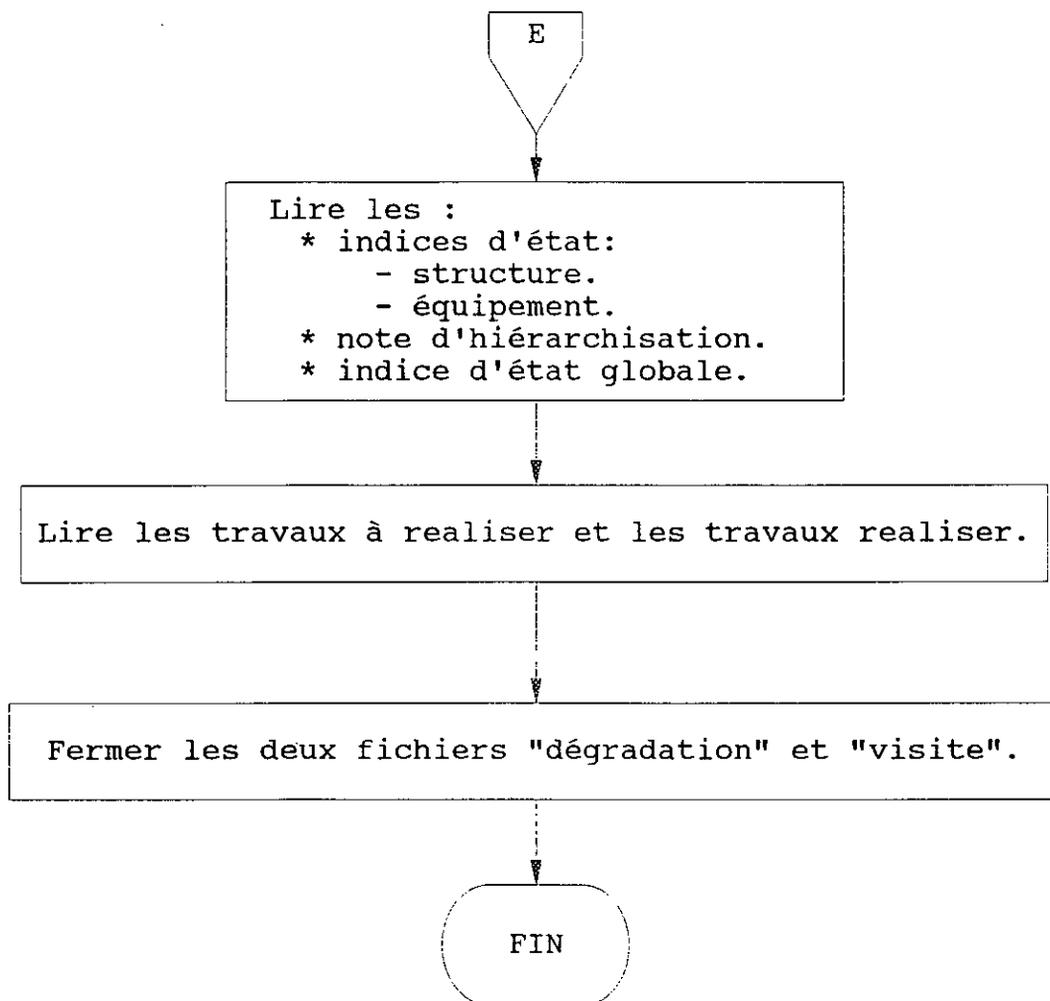


ORGANIGRAMME DE CONSULTATION DE LA DERNIERE VISITE :

Il permet de consulter la dernière visite. Pour cela il faut donner le numéro d'ouvrage et le numéro du dossier afin que l'enregistrement de la dernière visite soit localisé dans le fichier « visite ». Une fois que l'enregistrement est repéré, le fichier « dégradation » va être ouvert à son tour pour lister les dégradations, les indices d'état structure et équipement, la note d'hierarchisation, l'indice d'état globale, ainsi que les travaux à réaliser et le coût de la visite. Enfin les deux fichiers «visite » et « dégradation » vont être fermés simultanément.

**ORGANIGRAMME DE CONSULTATION D'UNE VISITE
QUELCONQUE**





ORGANIGRAMME DE CONSULTATION D'UNE VISITE QUELCONQUE:

On constate que comme pour l'organigramme précédent, la même procédure va être répétée, sauf que la recherche va être faite suivant un troisième (03) paramètre correspondant au numéro de visite. Les trois paramètres permettent ainsi de localiser cette visite.

CHAPITRE VIII

ETUDE D'UN EXEMPLE

VIII ETUDE D'UN EXEMPLE:

VIII.1. INTRODUCTION :

On se propose d'étudier un pont à poutres en béton armé qui se situe dans la commune de KOLEA, subdivision de KOLEA, wilaya de TIPAZA, sur la route nationale N° 67 (RN 67) et qui franchi l'oued de MAZAFRAN.

Il se compose de cinq travées et il comprend deux voies de circulation.

VIII.2. HIERARCHISATION DE L'OUVRAGE :

a) Note de cohérence avec l'importance fonctionnelle de la voie portée :

L'ouvrage en question porte se situe sur une route nationale (RN 67) d'où la note $n_1 = 3$.

b) Note d'impact sur l'exploitation routière en cas de coupure :

En cas de coupure la déviation est possible avec un allongement inférieur à dix (10) kilomètres d'où la note $n_2 = 1$.

c) Note d'impact sur la circulation piétonne: Vu la situation de l'ouvrage, qui est plus ou moins isolé, le flux de piétons est moyen donc n_3 va prendre la valeur de deux (2).

d) Note de risque pour les tiers en cas de rupture : Cette note prendra la valeur de Un (1) du fait que l'entourage de l'ouvrage n'est pas très important dans la mesure où ce dernier se trouve éloigné des habitations.

e) Note d'importance de l'ouvrage: L'ouvrage étudié est un ouvrage courant de portée supérieure à dix (10) mètres d'où $n_5 = 2$.

Enfin la note d'hierarchisation NH prend la valeur de neuf (09) qui représente la somme des cinq (05) notes citées précédemment.

Dans ce qui suit nous allons présenté la fiche signalétique ainsi que la fiche d'inspection.

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

DEPARTEMENT STRUCTURE

SYSTEME D'AIDE A LA GESTION DES OUVRAGES D'ART

FICHE SIGNALÉTIQUE

N° DU DOSSIER : 23.93.5337

N° D'OUVRAGE : 8

TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

PHOTO DE L'OUVRAGE

VUE DE L'OUVRAGE

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

D E P A R T E M E N T S T R U C T U R E

S Y S T E M E D ' A I D E A L A G E S T I O N D E S O U V R A G E S D ' A R T

F I C H E S I G N A L E T I Q U E

N° DU DOSSIER : 23.93.5337
N° D'OUVRAGE : 8
TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

N° DU DOSSIER : 23.93.5337
N° D'OUVRAGE : 8
MAITRE D'OUVRAGE : D.T.P
WILAYA : TIPAZA
SUBDIVISION : KOLEA
COMMUNE : KOLEA
VOIE PORTEE : RN 67
NATURE DE L'OUVRAGE : PONT A POUTRE
PK DU DEBUT DE L'OUVRAGE : 12+235
FORME DE L'OUVRAGE : DROIT
OBSTACLE FRANCHI : OUED
NOM DE L'OBSTACLE : MAZAFRAN
DATE DE MISE EN SERVICE : 14/11/71
DATE DE LA CONSTRUCTION : 02/08/71
ORGANISME DE CONTROLE : L.T.P.C
ORGANISME GERANT : DTP TIPAZA
TYPE DE STRUCTURE : ISOSTATIQUE
LIMITATION DE CHARGE (O/N) : N

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

D E P A R T E M E N T S T R U C T U R E

S Y S T E M E D ' A I D E A L A G E S T I O N D E S O U V R A G E S D ' A R T

F I C H E S I G N A L E T I Q U E

N° DU DOSSIER : 23.93.5337
N° D'OUVRAGE : 8
TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

LIMITATION DE VITESSE (O/N) : N
LIMITATION DE GABARIT EN HAUTEUR (O/N) : N
LIMITATION DE GABARIT EN LARGEUR (O/N) : N
LONGUEUR TOTALE : 108,95 (m)
LARGEUR TOTALE : 10,70 (m)
LARGEUR CHARGEABLE : 7,10 (m)
LARGEUR ROULABLE : 7,10 (m)
SURFACE TOTALE : 1165,76 (m²)
NOMBRE DE VOIE DE CIRCULATION : 2
LARGEUR DU TROTOIR DROIT : 1,80 (m)
LARGEUR DU TROTTOIR GAUCHE : 1,80 (m)
DEVERS MINIMAL : 2,500 ‰
DEVERS MAXIMALE : 2,500 ‰
PENTE MAXIMALE : 0,000 ‰
BIAIS MINIMAL : 0,0 °
BIAIS MAXIMAL : 0,0 °

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

D E P A R T E M E N T S T R U C T U R E

S Y S T E M E D ' A I D E A L A G E S T I O N D E S O U V R A G E S D ' A R T

F I C H E S I G N A L E T I Q U E

N° DU DOSSIER : 23.93.5337
N° D'OUVRAGE : 8
TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

DALLETE DE CONTINUTE (O/N) : N
SYSTEME D'EVACUATION DES EAUX : GARGOULLES
SYSTEME DE SECURITE : GARDE CORPS METALLIQUE
REVETEMENT DE LA CHAUSSEE : ENDUIT SUPERFICIEL
TYPE D'APPAREIL D'APPUI : FIXE
NATURE DU MATERIAU D'APPAREIL D'APPUI : NEOPRENE
TYPE DE JOINT DE CHAUSSEE : JOINT SOUS REVETEMENT
JOINT DE TROTTOIR (O/N) : N

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

D E P A R T E M E N T S T R U C T U R E

S Y S T E M E D ' A I D E A L A G E S T I O N D E S O U V R A G E S D ' A R T

F I C H E S I G N A L E T I Q U E

N° DU DOSSIER : 23.93.5337

N° D'OUVRAGE : 8

TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

F O N D A T I O N :

N°	NATURE DE LA FONDATION	NATURE DU SOL	AQUATIQUE (O/N)
CULEE 1	PIEU	SOL FIN	N
CULEE 2	PIEU	SOL FIN	N
PILE 1	PIEU	SOL FIN	N
PILE 2	PIEU	SOL FIN	O
PILE 3	PIEU	SOL FIN	O
PILE 4	PIEU	SOL FIN	N

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

D E P A R T E M E N T S T R U C T U R E

S Y S T E M E D ' A I D E A L A G E S T I O N D E S O U V R A G E S D ' A R T

F I C H E S I G N A L E T I Q U E

N° DU DOSSIER : 23.93.5337
N° D'OUVRAGE : 8
TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

PILLES ET CULEES :

N°	H A U T E U R	T Y P E	M A T E R I A U
C1	15,10	FUT EN MASSIF	BETON ARME
C2	15,10	FUT EN MASSIF	BETON ARME
P1	15,50	FUT EN MASSIF	BETON ARME
P2	15,50	FUT EN MASSIF	BETON ARME
P3	15,50	FUT EN MASSIF	BETON ARME
P4	15,50	FUT EN MASSIF	BETON ARME

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE : L.T.P.C

D E P A R T E M E N T S T R U C T U R E

S Y S T E M E D ' A I D E A L A G E S T I O N D E S O U V R A G E S D ' A R T

F I C H E S I G N A L E T I Q U E

N° DU DOSSIER : 23.93.5337

N° D'OUVRAGE : 8

TYPE D'OUVRAGE : BETON ARME

TYPE DE TABLIER : POUTRES+DALLE

MATERIAU DU TABLIER : BETON ARME

T R A V E E S :

N°	L O N G U E U R	M A T E R I A U
1	20,10	BETON ARME
2	20,10	BETON ARME
3	20,10	BETON ARME
4	26,60	BETON ARME
5	20,10	BETON ARME

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE

DEPARTEMENT STRUCTURE

SYSTEME D'AIDE A LA GESTION DES OUVRAGES D'ART

FICHE D'INSPECTION

N° D'OUVRAGE : 8

N° DU DOSSIER : 23.93.5337

N° DE LA VISITE : 1

DATE: 15/03/85

TABLE DES DEFAUTS

DEGRADATION STRUCTURE		
DEGRADATION	LOCALISATION	IG
AFFOUILLEMENT	FONDATION	3
DEFAUT DE VERTICALITE	CULEE	3
EFFLORESCENCES	CHEVETRE	3
EFFLORESCENCES	CULEE	3
EFFLORESCENCES	PILE	3
EFFLORESCENCES	CULEE	3
EFFLORESCENCES	PILE	4
NIDS DE CAILLOUX	MURS EN RETOUR	3
FISSURES	MUR EN RETOUR	5
CORROSION DU BETON	POUTRE	4
EPAUFRURE	PILE	3
BLOCAGE D'APPAREILS D'APPUI	APPAREILS D'APPUI	4

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CENTRE

DEPARTEMENT STRUCTURE

SYSTEME D'AIDE A LA GESTION DES OUVRAGES D'ART

FICHE D'INSPECTION

N° D'OUVRAGE : 8

N° DU DOSSIER : 23.93.5337

N° DE LA VISITE : 1

DATE: 15/03/85

TABLE DES DEFAUTS

DEGRADATION EQUIPEMENT		
DEGRADATION	LOCALISATION	IG
ANCRAGE DEFECTUEUX	GARDE CORPS	3
DEFORMATION	DISPOSITIF DE SECURITE	4
RETEMENT DEFECTUEUX	CHAUSSEE	3
FLAQUE SUR LA CHAUSSEE	CHAUSSEE	2

VIII.3. CLASSEMENT DES OUVRAGES :

La deuxième étape de cette étude consiste à donner un classement des ouvrages de la wilaya de TIPAZA en fonction des deux facteurs cités dans le chapitre VI, ainsi qu'un classement général de tous les ouvrages existants dans la base de données afin de donner une idée sur l'ordre de priorité d'intervention, (voir les deux pages suivantes).

CLASSEMENT DES PONTS DE LA WILAYA DE TIPAZA

CLASSEMENT	N° D'OUVRAGE	N° DU DOSSIER	IEG	NH
1	13	23.93.5337	53467	9
2	2	23.93.5337	46902	11
3	5	23.93.5337	46868	10
4	7	23.93.5337	46834	10
5	12	23.93.5337	43471	11
6	9	23.93.5337	40339	10
7	11	23.93.5337	40202	11
8	3	23.93.5337	46869	9
9	8	23.93.5337	46769	8

CLASSEMENT GENERAL DES PONTS

CLASSEMENT	N° D'OUVRAGE	N° DU DOSSIER	IEG	NH
1	6	23.91.5661	53501	12
2	13	23.93.5337	53467	9
3	2	23.93.5337	46902	11
4	5	23.93.5337	46868	10
5	7	23.93.5337	46834	10
6	4	23.91.5661	46803	11
7	12	23.93.5337	43471	11
8	9	23.93.5337	40339	10
9	10	23.91.5661	40306	10
10	11	23.93.5337	40202	11
11	3	23.93.5337	46869	9
12	8	23.93.5337	46769	8
13	14	23.91.5661	43471	7

CHAPITRE IX

CONCLUSION

IX CONCLUSION :

Un ouvrage d'art doit offrir pour son exploitation, un niveau de service donné, tant en ce qui concerne la sécurité que le confort des usagers, dans ce but les inspections ont une très grande importance.

Il est à noter que la formule proposée pour le calcul de l'indice d'état ne repose pas sur une loi de comportement des structures, qui à l'évidence serait très difficile à établir en l'absence des statistiques.

Dans le cadre d'une évaluation et ajustement des étapes qui mènent à une gestion efficace et rigoureuse, nous avons essayé d'élaborer un outil d'aide à la gestion des ouvrages d'art pour alerter le gestionnaire du risque d'évolution des désordres et par la suite prendre les décisions nécessaires. Notre logiciel permet au gestionnaires de faire un pré-diagnostic sur l'état des ouvrages ainsi que leur classement en fonction de l'indice d'état, pour qu'ils puissent intervenir par ordre de priorité.

Toute fois, afin de rendre notre logiciel performant nous allons donner quelques recommandations :

- Pour une bonne présentation du logiciel et afin de faciliter l'utilisation de ce dernier par la création des fenêtres de saisies, nous proposons d'utiliser un langage approprié qui permettra entre autre d'augmenter la capacité de stockage dans la base de donnée.
- Le manque flagrant de séries de données statistiques permettant le suivi et le contrôle rigoureux des dégradations, nous incite à proposer un classement des ouvrages d'art basé sur divers formules entre autre celle donnant l'indice d'état de l'ouvrage, qui devra à priori faire l'objet de tests statistiques permettant de vérifier le degré d'utilisation et d'efficacité de la dite formule pour les divers cas. Né à moins les statistiques qui vont être faites sur un ensemble d'ouvrage permettront par la suite d'évoluer les formules présentées dans notre étude.

ANNEXES

ANNEXE 1

ANNEXE 1

PONT EN BETON (armé et précontraint)

DEGRADATION	LOCALISATION	INTENSITE	EXTENSION	IG
Affouillement		- mise à nu de la semelle.		3
		- cavité sous semelle.		5
		- mise à nu d'éléments de fondation.		6
Atterrissement obstruant les arches		H < 1 m	≤ 30% de la largeur du lit.	1
		H ≥ 1 m	≤ 30% de la largeur du lit.	2
		H < 1 m	de 30 à 50% de la largeur du lit.	2
		H ≥ 1 m	de 30 à 50% de la largeur du lit.	2
		H < 1 m	≥ 50% de la largeur du lit.	3
		H ≥ 1 m	≥ 50% de la largeur du lit.	3
Défaut de verticalité		- d'origine.		1
		- stabilisé.		3
		- évolutif		6
Carbonatations				2
Désintégration	- élément porteur.			6
	- élément non porteur			5
Efflorescences			- localisé ou ≤ 20% de la surface	3
			- en surface > 20%	4
Suintement	- élément porteur.			4
	- élément non porteur			3

Ségrégation				2
Différence de teintes				1
Nids de cailloux			- localisé.	2
			- généralisé.	3
Ecaillage		S < 1 m ² ou L < 1m e < 5 mm		2
			e ≥ 5 mm	3
			S > 1 m ² ou L > 1m e < 5 mm	3
			e ≥ 5 mm	4
Epaufure		S < 1 m ² ou L < 1m e < 5 mm		2
			e ≥ 5 mm	3
			S > 1 m ² ou L > 1m e < 5 mm	3
			e ≥ 5 mm	4
Corrosion de béton		- en surface - en profondeur		4
				5
Fissure du béton précontraint.		- fissure diagonale e < 0.3 mm e ≥ 0.3 mm - fissure longitudinal e < 0.3 mm e ≥ 0.3 mm - fissure transversale - fissure le long du câble de la précontrainte.		5
				6
				4
				5
				4
Basculement		- début de rotation. - rotation importante. - rotation très importante.		2
				4
				6
Dépôt de calcite	sous les corniches			2
Fissuration du béton armé		- courte (<60 cm) - reproduisant le ferrailage. - diagonale ou à 45°		4
				4

Fissuration du béton armé	- longitudinale.	$e < 0.3 \text{ mm}$	2	
		$0.3 \leq e < 1 \text{ mm}$	4	
		$e \geq 1 \text{ mm}$	5	
		$e < 0.5 \text{ mm}$	2	
		$0.5 \leq e < 2 \text{ mm}$	3	
		$e \geq 2 \text{ mm}$	5	
	- transversale (ou vertical)	$e < 0.3 \text{ mm}$	2	
		$0.3 \leq e < 0.5 \text{ mm}$	3	
		$0.5 \leq e < 1 \text{ mm}$	5	
		$e \geq 1 \text{ mm}$	6	
		- faïençage		
		$e < 0.3 \text{ mm}$	2	
$0.3 \leq e < 1 \text{ mm}$	4			
$e \geq 1 \text{ mm}$	6			
Salissure, fuite de laitance, moisissure verte		$S > 20\%$	2	
		$S \leq 20\%$	1	
Salissure, fuite de laitance, moisissure verte		$S > 20\%$	2	
		$S \leq 20\%$	1	
Stalactite	- élément porteur.	$> 20\%$	4	
		$\leq 20\%$	3	
	- élément non porteur	$> 20\%$	3	
Salissure, fuite de laitance, moisissure verte		$S > 20\%$	2	
		$S \leq 20\%$	1	
Flèche permanente		- n'entraînant pas une mise hors service de l'ouvrage.	5	
		- entraînant une mise hors service de l'ouvrage	6	

Acier dénudé			-plusieurs armatures apparentes sur une longueur: $L < 10 \text{ cm}$	3
			-plusieurs armatures apparentes sur une longueur: $10 \text{ cm} \leq L < 1 \text{ m}$	4
			-plusieurs armatures apparentes sur une longueur: $L \geq 1 \text{ m}$	5
Corrosion d'acier			armatures corrodées - sur $L < 10 \text{ cm}$	3
			- sur $L \geq 10 \text{ cm}$	4
			- plus de 20 % de la section réduite	5
Contact en about des corniches sur culée		- saisonnier (été)		4
		- permanent		6
Blocage d'appareils d'appuis				6
Déplacement anormale de l'appareil sur son appui				6
Frettes rouillées		- quelques points de rouille		2
		- nombreuses		4
Décollement de frettes		profondeur $< 0.5 \text{ cm}$		2
		$0.5 \leq \text{profondeur} < 1 \text{ cm}$		4
		profondeur $> 1 \text{ cm}$		6
Stalactite	- élément porteur.	$> 20\%$		4
		$\leq 20\%$		3
	- élément non porteur	$> 20\%$		3

PONT EN MACONNERIE :

DEGRADATION	LOCALISATION	INTENSITE	EXTENSION	IG
Altération des pierres		superficielle	≤ 20 % des pierres altérées.	1
		superficielle.	> 20 % des pierres altérées.	2
		dans la masse.	≤ 20 % des pierres altérées.	3
		dans la masse.	> 20 % des pierres altérées.	5
Effritement			≤ 20 % de la surface	2
			> 20 % de la surface	3
Ecaillage			≤ 20 % de la surface	2
			> 20 % de la surface	3
Epaufrure		localisé	≤ 30 %	2
		étendue	> 30 %	3
Disjointement			S ≤ 20 %	3
			20 % < S ≤ 30 %	4
			30 % < S ≤ 60 %	5
			S > 60 %	6
Déchaussement			1 pierre .	1
			2 pierres.	3
			> à 2 pierres.	4
Descellement				3
Défaut d'alignement			d'origine.	1
			stabilisé.	3
			évolutif.	6
Défaut de verticalité			d'origine.	1
			stabilisé.	3
			évolutif.	6
Déversement			stabilisé.	3
			évolutif.	6
Décollement				6

Affaissement	- la chaussée seule.		- important.	2
	- la chaussée seule.		- très important.	3
	- parapet.		- important.	5
	- parapet.		- très important.	6
	- voûte + appui.		- important.	5
	- voûte + appui.		- très important.	6
	- mur.		- important.	4
	- mur.		- très important.	6
Fissures	- élément porteur.		- en surface importante.	6
	- élément non porteur.		- en surface importante.	3
	- fondation.	$e \leq 2 \text{ mm}$		3
		$2 < e \leq 4 \text{ mm}$		5
		$e > 4 \text{ mm}$		6
	- enduits.			3
Altération des enduits				2
Décollement	- enduit.			2
Efflorescence				2
Stalactite				2
Coulure				2
Abrasion		- superficielle.		3
		- profonde.		6
Erosion		- superficielle.		3
		- profonde.		6
Altération des joints de pierres.			- en faible longueur.	2
			- en grande longueur.	5
Affouillement	- fondation.		- avec mise à nu de la maçonnerie.	3
			- avec cavité profonde > 30 cm.	5
			- avec mise à nu des pieux.	6

PONT METALLIQUE (structure - fondation).

DEGRADATION	INTENSITE	EXTENSION	EVOLUTION	IG
Enrouillement	- degré Re 3			2
	-degré Re4à Re9			3
Corrosion par piqûres				3
Corrosion généralisée				3
Réduction d'épaisseur		localisée		5
perforation due à la corrosion		étendue		6
Corrosion fissurante des barres (HR)			- au début	5
			- avancée	6
Coulure d'oxyde				1
Foisonnement		localisée		2
		étendue		3
Gonflement		localisée		4
		étendue		6
Flèche permanente	- peu importante.		- stable.	2
	- importante.		- stable.	4
	- très importante.		- stable.	6
			- évolutive.	6
Défaut de positionnement.	- peu importante.			3
	- importante.			5
	- très importante.			6
Gauchissement			- d'origine.	2
			- suite d'une évolution.	5
Flambement				6
Voilement				5
Déversement				5
Jeu d'assemblage	- important			5
	- très important			6
Absence de certains éléments de la structure		-un élément.		4
		-plusieurs éléments		5

Blocage des appareils d'appuis.	- blocage partiel.			5
	- blocage total.			6
Insuffisance de serrage.	- peu importante.			3
	- importante.			4
	- très importante.			6
Fissure ou rupture de pièce.				6
Rupture des boulons et rivets.		-quelques éléments d'assemblage.		4
		-nombre important		6
Fissure du revêtement.		- indépendantes.		4
		- maillées.		6
Fissure du platelage.				5
Décollement du revêtement.				5
Décollement du platelage.				3
Arrachement du platelage.				3
Arrachement du revêtement.				6
Desserrage des boulons.				2
Perforation				4

EQUIPEMENT :

DEGRADATION	LOCALISATION	EXTENSION	INTENSITE	IG
Ancrage défectueux	garde corps	1 unité		3
		≥ 2 unités		6
Oxydation ou déformation	garde corps ou dispositif de sécurité	$L < 25\%$ de longueur		2
		$25\% \leq L < 50\%$ de longueur		4
		$L \geq 50\%$ de longueur		6
Revêtement défectueux	trottoirs	$L < 10\%$		2
		$10\% \leq L < 30\%$		3
		$30\% \leq L < 50\%$		4
		$L \geq 50\%$		6
Bordure ou caniveaux dégradés	trottoirs	$L < 10\%$		2
		$10\% \leq L < 25\%$		3
		$25\% \leq L < 50\%$		4
		$L \geq 50\%$		6
Revêtement défectueux	chaussée	$S < 10\%$ de la surface		2
		$30\% \leq S < 50\%$		3
		$S \geq 50\%$		5
Déformation dans le sens de circulation	chaussée		$e < 2$ cm	2
			2 cm $\leq e < 5$ cm	4
			$e \geq 5$ cm	5
Flaqué sur la chaussée	dispositif d'évacuation des eaux		$S < 1$ m ²	2
			1 m ² $\leq S < 5$ m ²	4
			$S \geq 5$ m ²	5

ANNEXE 2

ANNEXE 2

EXPLICATION DES DEGRADATIONS DES OUVRAGES D'ART :

Dans ce qui suit nous allons donner quelques descriptions et définitions de certaines dégradations qui peuvent être constatées sur un pont et qui ont été utilisées dans notre logiciel selon leur classification en familles :

PONT EN BETON ARME ET PRECONTRAIT :

Affouillement : Attaque des protections des piles, fondations ou de terrain naturel sous l'action des eaux.

Atterrissement obstruant les arches : Il s'agit de l'obstruction du lit de cours en période d'étiage tant à l'amont qu'à l'aval de l'ouvrage par dépôt de sédiment.

Défaut de verticalité : Inclinaison d'un élément de structure par rapport à la verticale.

Carbonations : Transformation par l'action du gaz carbonique de la chaux en carbonate, elle se manifeste sous deux formes.

- Formation d'une peau.
- Apparition de traces blanches.

Désintégration : Destruction avancée du béton d'un élément de l'ouvrage.

Efflorescences : tâches blanches en surface du béton.

Salissure : défaut de couleur indépendant du béton.

Fuite de laitance : Zone de béton présentant une absence d'éléments très fins (ciment + fines de sable).

Stalactite : Dépôt de calcite affectant la forme d'aiguilles.

Suintement : Présence d'humidité parfois chargée en sels, percolation à travers le béton.

Ségrégation : Variation dans la répartition des éléments du béton se traduisant par des concentrations différentes des composants du mélange.

Différence de teinte : Défaut de couleur propre au béton.

Nids de cailloux : Gravillons apparents avec vide et absence de fine entre les granulats. Ce défaut peut être caché par une fine couche de laitance.

Ecaillage : Fine couche de mortier durci, décollée de la surface, et laissant à nu les agrégats.

Epaufrure : Fragment de tâche de la masse du béton.

Corrosion du béton : Modification chimique du béton, s'observe par des gonflements, pelade du béton, désagrégation des composants du béton.

Fissures cas du béton précontraint : Fissure qui suit le trace d'un câble de précontrainte.

Fissure cas du béton arme :

1 - Fissure reproduisant le ferrailage : Fissure reproduisant le quadrillage des armatures.

2 - Fissure longitudinale : Fissure parallèle à l'axe longitudinal de l'ouvrage.

3 - Fissure transversale : Fissure perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'ouvrage.

4 - faïençage : Fissure fine de faible profondeur (< 3 mm) découpant la surface du béton en plaques.

Basculement : Rotation d'un appui de pont, d'un mur ou d'un élément de travée.

Flèche permanente : Déformation de tout ou partie d'ouvrage dépassant les estimations de la note de calcul (déformation apparues après durcissement du béton).

Acier dénudé : Apparition d'armatures.

Corrosion d'acier : Désintégration des armatures par électrolyse ou attaque chimique s'observant sur les aciers dénudés ou sur le béton d'après la couleur des efflorescences.

PONT METALLIQUE :

Enrouillement : Apparition de la corrosion à travers la protection sans perte notable d'épaisseur du métal.

Corrosion par piquûre : Corrosion par dissolution, répartie en zone de faible surface ayant l'aspect de trous d'épingle.

Corrosion généralisée : Corrosion par dissolution affectant des zones de plus ou moins grande étendue.

cou lure d'oxyde : traces apparentes de couleur rougeâtre ou brunâtre provenant de l'entraînement d'oxyde par les eaux de ruissellement.

Foisonnement : Augmentation apparente du volume d'une pièce sous l'effet de la transformation du métal en produits de corrosion.

Gonflement : Déformation locale consécutive au foisonnement lorsque celui ci se produit entre deux pièces en contact.

défaut de positionnement : Mauvais positionnement de pièces à la construction.

Flèche permanente : Flèche anormale d'une pièce ou d'une travée complète, à vide.

Gauchissement : Déformation permanente de torsion d'une pièce.

Flambement : déformation, par suite d'instabilité élastique d'une pièce élancée, comprimée d'une manière axiale.

Voilement : Déformation, par suite d'instabilité élastique d'une plaque sollicitée dans son plan par compression et/ou cisaillement.

Déversement : Déformation transversale par suite d'instabilité élastique d'une membrure de poutre par rapport à l'autre sous l'effet des sollicitations extérieures.

Jeu d'assemblage : Stade ultime de l'insuffisance de serrage des assemblages permettant librement tout mouvement.

Absence de certains éléments de la structure : Défaut de conception consistant à omettre ou supprimer des parties d'ouvrage nécessaires au bon fonctionnement de la structure.

PONT EN MACONNERIE :

Altération des pierres : Modification physico-chimique provoquant une perte des caractéristiques.

Effritement : Décohésion de la fragmentation en petits éclats ou en poussière.

Epaufrure : Disparition d'un éclat ou d'un fragment dans un angle saillant.

Ecaillage : dégradation par détachement de matière, peut concerner un enduit ou une pierre.

Disjointement : Altération des joints de maçonnerie.

Descellement : suppression de la liaison entre un élément de maçonnerie et les éléments voisins.

Déchaussement : mouvement d'un élément de maçonnerie consécutif, à son descellement.

défaut d'alignement : Déformation ou discontinuité en plan, de la ligne formée par un parapet.

Défaut de verticalité : Inclinaison d'un élément de structure par rapport à la verticale.

Affaissement : Déformation ou déplacement vers le bas d'un élément d'une partie d'ouvrage.

Déversement : Mouvement général d'un élément de structure autour d'un axe horizontal.

Décollement : séparation de deux parties d'ouvrages normalement solidaires avec écartement de l'une par rapport à l'autre.

Fissure : Discontinuité mécanique affectant un élément de structure.

Altération des enduits : Modification physico-chimique provoquant une perte des caractéristiques.

Efflorescence : Tache blanchâtre ou colorée, pulvérulente, résultant de la cristallisation des sels.

Coulure : Trace d'un écoulement d'eau, chargée ou non, le long d'un parement, pouvant laisser des dépôts (calcite ou autre, etc...).

Abrasion : Usure consécutive à l'enlèvement, en surface de matière par des corps solides transportés par l'eau ou l'air.

Erosion : Usure, enlèvement de matière superficielle ou profond par des éléments naturels (eau, vent, etc...).

Affouillement : Attaque des protections des piles, des fondations ou de terrain naturel sous l'action des eaux.

ANNEXE 3

ANNEXE 3

OBSTACLES FRANCHIS ET VOIES PORTEES
<ul style="list-style-type: none">- Autoroute- Route nationale- Bretelle d'accès à une autoroute- Bretelle d'échangeur autoroutier- Bretelle de sortie d'une autoroute- Batiment- Brèche- Chemin vicinal- Divers- Fleuve navigable- Fleuve non navigable- Fosse- Galerie technique- Impasse- Parking- Route privée ou industrielle- Chemin de fer- Chemin wilaya- Oued
TYPE DE PONTS
<ul style="list-style-type: none">- Pont en béton armé- Pont en béton précontraint- Pont en charpente métallique- Pont en maçonnerie- Pont mixte
FORME DE L'OUVRAGE
<ul style="list-style-type: none">- Alignement droit- Courbe régulière- Droit- Courbure variable- Courbure en S- Autre- En forme de X- En forme de Y

CARACTERISTIQUES DU TABLIER

- Poutre en béton
- Poutre + dalle en béton
- Dalle en béton
- Caisson
- Poutre + platelage
- dalles en béton
- Voûte
- Dalle élégie
- Autre

MATERIAUX DU TABLIER

- Alliage léger
- Autre
- Béton arme
- Béton précontraint par post tension
- Bois
- Béton précontraint par fils adhérents
- Béton léger précontraint par fils adhérent
- Fonte
- Béton léger armé
- Lamellée collée
- Béton léger précontraint par post-tension
- Maçonnerie
- Métal seul
- Ossature mixte acier béton
- Poutrelles enrobées en béton armé
- Poutrelles enrobées en béton léger
- Poutrelles enrobées en béton précontraint
- Poutrelles enrobées en béton léger précontraint

TYPE DE CULEE

- Culée boîte
- Culée creuse
- Palée enterrée
- Semelle simple
- Semelle sur pieux
- Culée remblayée (à mur de front)
- Pied droit
- Culée contrepoids

- Absence de culée - Autres
TYPE DE PILE
- Béquilles - Caisson - Fût massif - Fût ou poteau unique - Marteau chevêtre B.A - Marteau chevêtre B.P - Marteau - Palée ou potée - Voile - inexistantes
TYPE DE FONDATION
- Semelle superficielles - Pieux - Puits - Sur barettes - Platelage en bois - Berlionoise - Caisson foncé - Caisson havé - Caisson de palplanches (palpieux) - Gros béton - Jet grouting - Paroi préfabriquée - enceinte en palplanches - Radier superficiel - Inexistant
SYSTEME D'EVACUATION DES EAUX
- Gargouilles - Superficiel - Inexistant - Divers
TYPE DE REVETEMENT DE LA CHAUSSEE
- Enduits - Enrobée - Pavée - Matériaux non traités - Béton de ciment - Divers

SYSTEME DE SECURITE (GARDE CORPS)
<ul style="list-style-type: none"> - Glissière - Garde corps simple - Garde corps + retenue de voitures - Garde corps + glissière séparée - Divers - Balises de signalisation routière
NATURE DES METAUX
<ul style="list-style-type: none"> - Acier - Acier nuance supérieure à C - Acier nuance inférieure à B - fonte - Fer puddelé - Fer - Autres
TYPE D'ASSEMBLAGE
<ul style="list-style-type: none"> - Boulons ordinaires - Soudé - Boulons HR et soudé - Rivé et boulonné - Rivé - Autres
TYPE DE JOINT DE CHAUSSEE
<ul style="list-style-type: none"> - Joint à pont appuyé - Joint à pont à bande - Joint à matus - Joint sous revêtement - Absence de joint - Autres - Joint cornière
TYPE DE VOUTE
<ul style="list-style-type: none"> - Anneaux - Voute élégie longitudinalement - Voute élégie transversalement - autres - Voute pleine
FORME DE LA VOUTE
<ul style="list-style-type: none"> - Anse de panier - Ogive - Plein ceintre - Arc - Autres

MATERIAU DE LA VOUTE
<ul style="list-style-type: none"> - Briques - Pierres calcaires - Mixte - Pierres siliceuses - Béton - Autres
MODE DE MISE EN OEUVRE DU BETON PRECONTRAIT
<ul style="list-style-type: none"> - Post-tension - Prétension
TYPE D'APPAREILS D'APPUI
<ul style="list-style-type: none"> - Rouleau-galet - Grain - Rouleau balancier - Inéxistant - Divers - Chariot - Fixe - Mobile - Mixte - Inconnu
NATURE DU MATERIAU D'APPAREIL D'APPUI
<ul style="list-style-type: none"> - Plastique - En béton - Métallique - Elastomère frêtté

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AKOKA Les systèmes de gestion des bases de données.
Théorie et pratique.
- [2] GARDARIN, G Base de données, les systèmes et leurs langages.
- [3] OUBOUHOU, M Dbase III⁺
- [4] LILEN, H Initiation à la programmation.
- [5] LILEN, H Commandes et fonctions
- [6] LCPC (Laboratoire central des ponts et chaussées)
« Defauts apparents des ouvrages d'art en béton » Paris, 1975
- [7] Ministère de l'équipement
« Séminaire sur la gestion des ouvrages d'art » Alger du 09-10
Décembre 1991
- [8] Club d'échange d'expériences sur les routes départementales
« Gestion des ouvrages d'art » guide méthodologique Juillet 1990

[9] Ministère de l'équipement

« Nomenclature des parties d'ouvrages d'art en béton armé et
précontraint, et en maçonnerie » 1976

[10] PFE « Système d'aide à la gestion des ouvrages d'art » 1995

[11] ENPC (Ecole nationale des ponts et chaussée)

« Gestion des ouvrages d'art, maintenance of bridges and
civil structures »

- Colloque international Paris 18-20 octobre 1994