
La gestion de patrimoines en Génie civil

I.1 Introduction

Après les secteurs tertiaires et industriels, le management des risques gagne petit à petit le génie civil et la maintenance de ces ouvrages. Toute action humaine comporte des risques de survenue d'accidents ou de catastrophes. Le mot « risque » ne fait pas l'objet d'une définition officielle. La commission française de normalisation P 06 A a proposé de le définir comme « conséquences possibles d'événements indésirables et probabilités associées », c'est-à-dire les enjeux (conséquences possibles d'événements indésirables plus ou moins importantes), généralement multiples, associés à des probabilités. Cette définition très générale, celle adoptée par l'ingénieur pour caractériser le risque, selon deux dimensions (la probabilité et la gravité) est assez simple. Les ouvrages en génie civil sont en interaction permanente avec le milieu naturel complexe et en constante évolution. Leur rôle est de résister aux agressions extérieures (climat, trafic, gravitation terrestre, séismes, ... etc.). De plus, les utilisateurs de ces ouvrages sont le plus souvent des personnes ou groupes de personnes exposés aux risques induits par l'existence de ces ouvrages.

Ainsi, mieux connaître le risque, pour pouvoir mieux le maîtriser, est un enjeu pour les gestionnaires d'ouvrages en génie civil. Nous allons, dans la première section, aborder les dimensions d'analyse du risque dans le génie civil via les Cindyniques qui proposent une représentation du danger dans un espace à cinq dimensions pour se placer dans un domaine d'études et de réflexions familier pour mieux appréhender les dangers. Nous évoquerons également les méthodes et outils maintenant éprouvés de gestion globale des risques utilisés dans divers domaines du génie civil.

La deuxième section se concentrera sur le domaine de la gestion de patrimoine dans le génie civil dont la préoccupation des gestionnaires est le maintien de la performance des ouvrages dans un contexte d'exploitation dynamique et une logique d'optimisation coût / performance. Les ouvrages sont bien suivis et bien connus. Les entretiens sont programmés selon les valeurs d'indicateurs et les résultats d'inspections, mais les lois d'évolutions sont mal connues. Ainsi, les coûts de maintenance sont difficiles à prévoir et les gestionnaires ont besoin de mettre en place des stratégies de gestion durable du patrimoine. La prise de décision en termes d'opérations d'entretien et de maintenance relève de la décision en organisation : multiplicité des acteurs impliqués dans le processus, grande quantité d'information et difficulté d'envisager toutes les solutions possibles. Nous présenterons une démarche à trois logiques complémentaires permettant d'aider les gestionnaires à formaliser leur processus de décision.

Nous nous projetterons enfin sur la gestion du patrimoine autoroutier de la société d'autoroutes ESCOTA qui a décidé de formaliser son processus de décision pour la gestion de son infrastructure et a décidé de se doter d'un système informatisé d'aide à la décision, SINERGIE, fondé sur une volonté de transparence dans les décisions, de responsabilisation de ses personnels à chaque niveau d'intervention et de justification de sa logique décisionnelle dans un contexte multicritère et multi acteurs.

I.2 Le risque en Génie Civil

I.2.1 Les dimensions d'analyse du risque

En introduction du premier colloque « Risque et Génie Civil » organisé à Paris par le Groupement Français des associations du Génie Civil, les 8 et 9 novembre 2000, G.Y. Kervern [Kervern, 00], actuellement président d'honneur de l'*Association française des cadres dirigeants pour le progrès social et économique* (ACADI), proposait un cadre de réflexion sur les Sciences du Danger, les Cindyniques, du grec *kindunos*, le danger. C'est dans ce cadre là, dont les dimensions principales sont exposées ci-après, que s'inscrivent nos travaux.

Cinq axes peuvent être utilisés pour la représentation de l'objet « **danger** » dans sa complexité. Les cinq dimensions correspondant à ces axes sont celles des faits, des modèles, des objectifs, des normes et des valeurs.

Chaque **situation** de danger, nécessite de préciser le champ de l'étude des dangers : limites de temps, d'espace, et liste des réseaux d'acteurs inclus dans l'étude, mais aussi, le « regard » porté sur ce champ. Ce regard-là est porté par référence à ces cinq dimensions différentes :

La dimension des faits de mémoire de l'histoire ou des statistiques : c'est ce que l'on stocke dans les bases de données des grands systèmes de retour d'expérience ;

La dimension des représentations et modèles : c'est la base de connaissances qui sert d'appui aux calculs de résistance des matériaux, physique, chimie, mécanismes de propagation (tremblements de terre, inondations, glissements de terrains ...) ;

La dimension des objectifs : il s'agit pour chacun des réseaux impliqué dans la situation, d'explicitier sa stratégie, le but étant de parvenir à des explications concertées, afin d'éviter des dérives vers des échecs ;

La dimension des normes : il s'agit des lois, codes et règlements ainsi que des normes, codes de déontologie obligatoires ou de libre adhésion ;

La dimension des systèmes de valeur : l'évolution et le respect des éléments de l'espace déontologique conduit à cette dimension.

Des conflits, des « fabrications de dangers » résultent de **dissonances** entre deux ou plusieurs réseaux d'acteurs, évoluant dans la même situation. On peut analyser ces dissonances selon les cinq dimensions.

La société d'autoroutes ESCOTA a souhaité réduire la dangerosité de la situation du réseau qu'elle doit gérer, et pour cela, pour reprendre les termes généraux de G.Y. Kervern, lancer une « campagne de prévention », dont nous pouvons rappeler les caractéristiques principales :

« Une campagne de prévention consiste à négocier dans les réseaux d'acteurs des minimum vitaux ... partagés :

- Quelques chiffres (**faits**) acceptés en commun comme réalité statistique ;
- Quelques **modèles** pris comme base commune de connaissance ;
- Quelques **objectifs** partagés ;
- Quelques **normes**, règles ou principes déontologiques ;
- Quelques **valeurs**, par exemple au moins une certaine solidarité, ... une certaine transparence. »

Il y aura nécessairement des freins à l'action d'une campagne de prévention : la défiance. Celle-ci est définie, entre deux réseaux d'acteurs, selon les cinq dimensions, comme une fonction des dissonances qui existent entre les réseaux. La construction de la confiance consiste à réduire ces dissonances : c'est le rôle du médiateur qui revient à l'animateur de la campagne de prévention.

De cette notion de campagne de prévention, on débouche naturellement sur l'analyse des écarts entre ce qui existe et ce qui devrait être le produit d'une transformation de la situation par une campagne de prévention : les **déficits** propres à la situation sont ainsi mis en lumière.

Il peut s'agir de déficits liés à :

- l'absence d'une ou plusieurs dimensions dans un réseau (par exemple pas de données disponibles) ;
- l'indigence du contenu des dimensions (objectifs très flous, voire inexistantes) ;
- la dégénérescence d'une dimension ;
- un blocage dans les plans combinant deux dimensions :
- un blocage du retour d'expérience (dimension des faits et des modèles) ;
- un blocage éthique des fonctions d'autorité assurant le respect des règles du jeu social (dimension des normes et des valeurs) ;

- une désarticulation de l'ensemble des cinq dimensions (entreprises à baronnies).

A partir des travaux du prix Nobel H.A. Simon sur la complexité, et des travaux du Professeur Lemoigne à l'Université d'Aix en Provence, sept principes, ou axiomes Cindyniques ont été posés, qui sous-tendent l'émergence des dissonances et des déficits.

Le premier principe de **relativité** pose que la perception du danger est relative à la situation de l'acteur qui la perçoit ;

Le second principe de **conventionalité** indique que les mesures du risque (le risque est le produit de la probabilité d'un danger par sa gravité) sont subordonnées à des conventions entre les acteurs ;

Le troisième principe indique des **finalités contradictoires** des acteurs dans les réseaux de la situation : finalités qu'il faut tenter de préciser et hiérarchiser ;

Le quatrième principe dit d'**ambiguïté** pose qu'un certain flou enveloppe les cinq dimensions. Le travail de prévention consiste à s'attaquer à ces ambiguïtés ;

Le cinquième principe dit de **transformation**, le sixième dit de **crise**, relatifs à des transformations brutales du contenu des cinq dimensions des réseaux d'acteurs, ou à leur désorganisation et reconstitution en urgence, seront de peu d'utilité dans le cadre du présent travail, qui suppose une stabilité des contenus de chaque dimension et des réseaux d'acteurs ;

Le septième principe de **nocivité** pose que toute action sur la situation a des effets réducteurs, mais aussi créateurs de dangers.

Avant de décrire la situation faisant l'objet de notre travail de thèse, comment les diverses dimensions décrites ci-dessus, et comment encore les quatre premiers principes sont pris en compte par les divers réseaux d'acteurs impliqués dans la société ESCOTA (au niveau du service Structure Viabilité Sécurité, pour ce qui concerne la maintenance du patrimoine), il est apparu souhaitable de dresser un panorama des recherches conduites dans des domaines proches du génie civil.

C'est ainsi que nous examinerons, essentiellement sur la dimension **modèles** des recherches conduites sur des bases de données relatives au patrimoine routier ; sur les dimensions **faits** et **modèles** des recherches réalisées sur un ensemble de digues, et de barrages ; sur les dimensions **objectifs** un état des réflexions disponibles auprès de divers acteurs dans la gestion d'ouvrages publics et de patrimoine d'infrastructures. Les dimensions des **normes**, et **valeurs** ont un contenu fixé de façon relativement précise et transparente (par exemple l'auscultation des ouvrages d'art avec la méthode IQOA [Setra, 96] ou la mise en place de l'indicateur IQRA de surface pour les chaussées pour la Direction des Routes en Annexe 3), respectivement par le cadre d'activité extrêmement réglementé du génie civil, au sens des ouvrages et structures, et de l'exploitation des concessions autoroutières, pour la première dimension, d'une part ; par la culture d'entreprise très forte à ESCOTA, depuis plusieurs dizaines d'années, et les contrôles réguliers de la puissance publique, pour la deuxième dimension, d'autre part.

I.2.2 La gestion technico-économique d'infrastructures routières

Dans un article de synthèse sur la gestion technico-économique des infrastructures routières, en France, Philippe Lepert [Lepert, 06] présente comment, à partir de modèles des lois d'évolutions de chaussées, et de façon couplée, à partir de modèles de calcul des surcoûts induits par les chantiers d'entretien, a été conçu un système d'aide à la gestion de l'entretien des routes, qui permette d'étudier les conséquences techniques et financières de différentes politiques, de retenir la plus adaptée, et de l'appliquer à une programmation pluriannuelle.

Il convient de rappeler, dans un premier temps, la **problématique de gestion de l'entretien routier**, ou poser la situation de risque [Kervern, 00].

Les routes sont d'abord une réponse à un besoin économique et social. Ainsi, les avantages produits par une route dépendent de la fonction de la route (axe routier majeur, voie de contournement, route de desserte locale, ...), et de son trafic : ces avantages permettront d'apprécier les « efforts d'entretien » nécessaires au maintien en état de bon fonctionnement de la route ;

Les dégradations des chaussées sont des phénomènes cumulatifs. Pour cette raison, une intervention précoce peut être plus efficace qu'une intervention tardive : il n'est pas judicieux de différer des dépenses jusqu'à ce que les fonctions de la route ne soient plus assurées.

L'importance de chaque tronçon routier, le maintien de façon durable et à moindre coût d'un niveau de service acceptable sont à définir. La complexité même de ce problème justifie le recours à des systèmes d'aide à la décision, s'appuyant eux-mêmes sur des modèles techniques, et socio-économiques.

Examinons, dans un deuxième temps, **comment ces problèmes ont été abordés et résolus**, avant que l'informatique ne permette la mise en oeuvre de ces systèmes d'aide à la décision. Depuis les années 1970, en France, une organisation en trois niveaux prévalait pour le réseau routier national. Avec une Direction des Routes, qui définissait une politique, comportant l'entretien et la réhabilitation, répartissait des moyens dans les différentes DDE (Directions Départementales de l'Équipement) qui étaient forces de proposition d'entretien, et qui finalement confiaient l'entretien courant aux subdivisions. Ces subdivisions assuraient aussi l'organisation et le suivi des entretiens programmés.

De façon opérationnelle, chaque subdivision faisait remonter au niveau départemental une liste des opérations jugées nécessaires sur leur territoire. Ces propositions étaient alors évaluées par un responsable départemental, avec l'appui d'un expert des CETE, Centre d'Études Techniques de l'Équipement, sur la base des mesures (données, faits) rassemblées dans la banque de données routières (BDR). Ces mesures concernaient notamment la déflexion, l'uni et l'adhérence. Chaque CETE devait ensuite hiérarchiser les demandes des diverses DDE, et transmettre l'ensemble des demandes classées à la Direction des Routes. À ce niveau national, les demandes des huit CETE étaient à nouveau évaluées, et les décisions prises, avant renvoi aux DDE des programmes d'entretien acceptés.

À côté d'un aspect positif d'implication de chaque niveau dans la gestion de l'entretien routier, selon Philippe Lepert, la conservation de l'expertise, et l'arbitrage sur les priorités d'intervention entre régions, étaient deux fragilités importantes de ce type d'organisation.

Au début des années 1990, une contractualisation a été passée entre la Direction des Routes et les DDE qui ont reçu une dotation budgétaire, proportionnelle à la surface de chaussée gérée dans diverses catégories de chaussées. Les DDE devaient garantir un certain niveau de service sur les routes nationales. Les CETE deviennent alors souvent les conseillers des DDE pour la programmation des interventions d'entretien, grâce à un logiciel GiRR d'aide à la décision se basant essentiellement sur des critères techniques, les aspects prédictifs, sociaux et économiques n'étant que très partiellement pris en compte.

Il est intéressant de noter que de la dimension des faits, la BDR, on passe à la dimension des modèles, comme GiRR qui intègre plusieurs hypothèses de vieillissement des structures, des traitements statistiques, et des jeux de règles. GiRR comporte en fait deux modules : **Evalue** et **Programme**.

Le module **Evalue**, permet un suivi de l'état des chaussées selon deux critères : l'état de la structure, et l'état de la surface, par section de réseau de 200 mètres de longueur. Ces états sont caractérisés par des notes de 0 à 20, sur chaque critère, lors de relevés actualisés tous les trois ans. L'agrégation d'une note par section, composée selon un jeu de règles à partir des notes de surface et de structure, constitue en soi une difficulté (cet aspect particulier sera développé par la suite).

Le module **Programme** permet de donner un ordre de priorité sur les propositions de travaux, mais n'intègre pas de modèle permettant de simuler l'impact des travaux sur les différentes sections. Différentes stratégies de travaux ne peuvent donc pas être comparées sur plusieurs années, d'un point de vue technico-économique.

Conceptuellement, parvenir sur des périodes de temps assez longues, de l'ordre de 20 ans, à la comparaison de différentes stratégies d'entretien, nécessite donc de disposer de loi d'évolution des dégradations des chaussées (structures et surface), et de lois d'impact des travaux, et, dans une autre dimension, de la capacité de quantifier les retombées technico-socio-économiques des travaux d'entretien. La Figure 3, ci-dessous, représente la structure de ce système dit de seconde génération, qui devrait permettre cette comparaison de stratégies d'entretien sur le long terme.

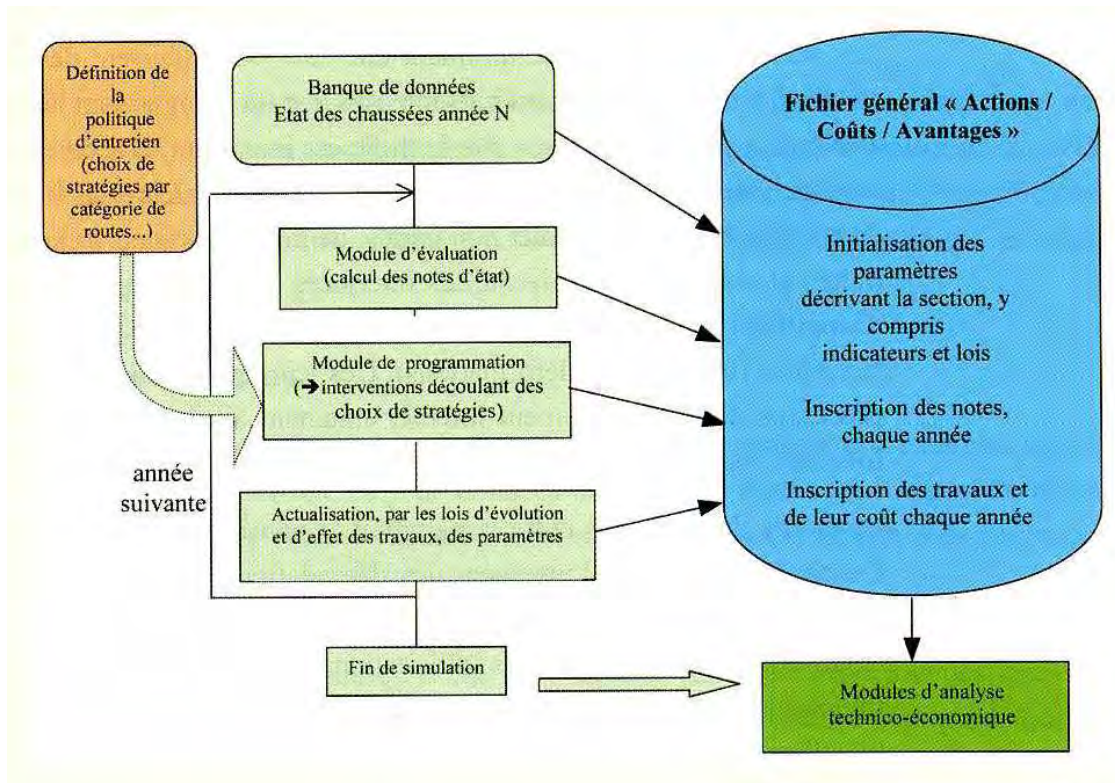


Figure 3 : Principe du système de seconde génération [Lepert, 06]

Les références citées par [Lepert, 06] donnent le détail des résultats obtenus, tant en France qu'en Europe, ou même au Canada, sur les divers modèles intégrés dans ce système de gestion de l'entretien routier de deuxième génération. La synthèse qu'il en fait peut s'articuler sur deux points essentiels : le développement de lois de dégradation des chaussées et le développement des modèles d'analyse économique.

Développement des lois de dégradation des chaussées

De la fiabilité de ces lois dépend le succès, ou l'échec, d'une politique d'entretien sur le long terme. Une sous-estimation des vitesses de dégradation des chaussées conduit, sur la durée, à une mauvaise anticipation des budgets nécessaires et des travaux à réaliser, conduisant elle-même à des augmentations des coûts de travaux et des conséquences socio-économiques plus graves sur des états de chaussées dégradés par reports de travaux nécessaires. À l'inverse, une surestimation des vitesses de dégradation des chaussées conduit à un gaspillage de fonds. Le même raisonnement s'applique aux lois d'impact des travaux.

Globalement, trois séries de variables explicatives conditionnent la dégradation de chaussées : les variables liées à la structure de la route, à la surface de la route, aux sollicitations (climat, trafic). C'est essentiellement l'analyse statistique des valeurs prises par les indicateurs d'état des chaussées, qui dépendent eux-mêmes de ces variables, qui permet le calage de lois d'évolution des dégradations des chaussées.

Développement des lois d'effet des travaux

Les travaux ont essentiellement deux effets :

- un effet à court terme sur la valeur d'un indicateur d'état de la chaussée ;
- un effet différé sur l'évolution de cet indicateur d'état, qui peut faire intervenir plusieurs variables explicatives différentes de celles qui conditionnaient l'évolution avant les travaux.

Il y a là un champ assez vaste de recherche, qui constitue à la fois une difficulté et un potentiel de progrès pour la maintenance d'un réseau routier. La mise en œuvre du système de gestion de l'entretien se fait en trois étapes avec la création d'une base de données, le choix de méthodes d'analyse statistique, enfin le passage à la pratique.

La mise en œuvre du système tel qu'il a été décrit nécessite dans un premier temps la mise en place d'une base de données qui permette de connaître les variables explicatives pour chaque section, avec son historique. Cette base nécessite des données collectées à diverses échelles et il est, dans la pratique, difficile de les obtenir, concernant notamment le trafic, son évolution, ou les caractéristiques de sol ou de matériaux, à une échelle locale.

Les méthodes d'analyse utilisées sont la régression directe, la régression indirecte, la méthode des classes, la méthode des lois de survie. On retiendra essentiellement, pour la suite de notre travail, quatre enseignements de cette phase : la critique des données d'entrée, l'introduction de l'expertise métier, le concept de robustesse (visant à limiter le nombre de variables explicatives prises en compte) et la dépendance à la localisation (on parle dans d'autres domaines, l'estimation de réserves minières par exemple, de variables régionalisées).

Le passage à la pratique se fait en trois temps principaux :

- identification des lois d'évolution à partir des informations recueillies sur le réseau auquel on va les appliquer ;
- fixation des paramètres des lois d'effet des travaux ;
- application des lois d'évolution et d'effet des travaux au pas de temps suivant.

Développement des modèles d'analyse économique

Le cadre des modèles d'analyse économique utilisés peut être ramené à la proposition suivante, illustré par la Figure 4 : on fait l'hypothèse qu'il existe un coût minimal d'exploitation, à un niveau de service maintenu donné, qui est la somme d'un coût d'entretien, et d'un coût d'usage.

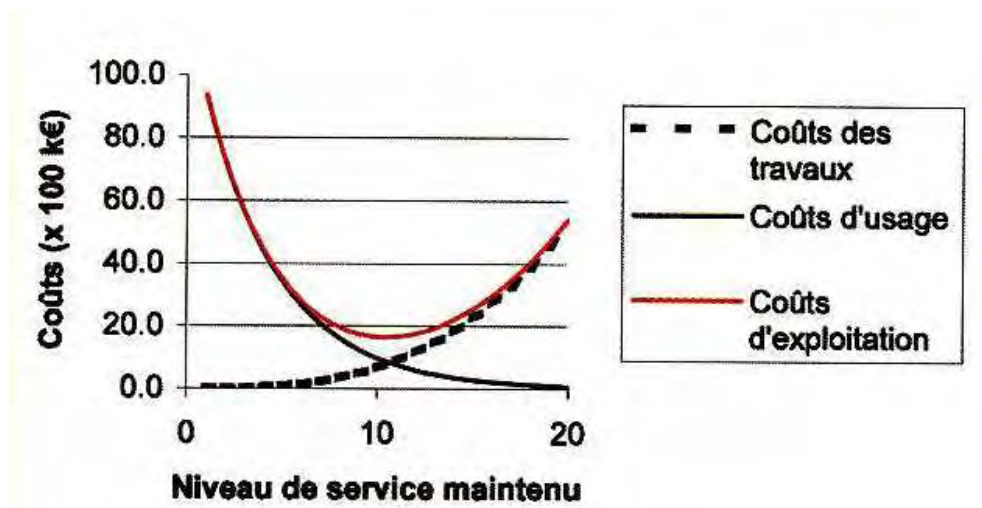


Figure 4 : Principe de l'analyse technico-économique de l'entretien du réseau routier [Lepert, 06]

Dans ces conditions, on va pouvoir comparer diverses politiques d'entretien, en actualisant chaque année les rapports avantages / coûts qu'elles génèrent. Les politiques présentant la plus haute valeur actualisée nette seront retenues.

Les modèles technico-économiques utilisés doivent faire intervenir la valeur du patrimoine et les surcoûts d'usage lors de chantiers d'entretien. Comment estimer ces valeurs ?

Il est classique d'**estimer la valeur du patrimoine** d'une route donnée par celle d'une route neuve de mêmes caractéristiques, diminuée du montant de l'estimation des travaux à réaliser pour une remise à neuf. Toutefois, comme cette estimation peut être faite de façon sommaire, en n'intégrant pas des variables cachées (moins accessibles à l'examen visuel de surface), on a tenté d'intégrer dans ce calcul de valeur une somme des valeurs résiduelles des divers éléments de la structure de chaussée. Ensuite, on a essayé de monétiser cette valeur, en intégrant des indicateurs d'état, accompagnés d'un coefficient lié à leur vitesse d'évolution. On a finalement fait intervenir une robustesse moyenne sur une section ([Lepert, 06], page 15) ;

Pour les **surcoûts d'usage** liés aux chantiers d'entretien, un modèle a été obtenu faisant intervenir cinq paramètres : type de route (autoroute, voie express, voie nationale), le type de région (continentale, côtière), le sens de la voie (entrée ou sortie de ville, indifférent), le trafic moyen journalier sur l'année, le pourcentage de poids lourds dans ce trafic. A partir de ce modèle, des longueurs de bouchons, et des temps de gêne occasionnés aux usagers de la route (heures perdues) sont estimés, puis monétarisés.

À partir de l'ensemble des points précédemment exposés, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) a développé un système d'aide sur la gestion dit de seconde génération, baptisé Programme-Plus, dont la structure est schématisée à la Figure 5 ci-dessous :

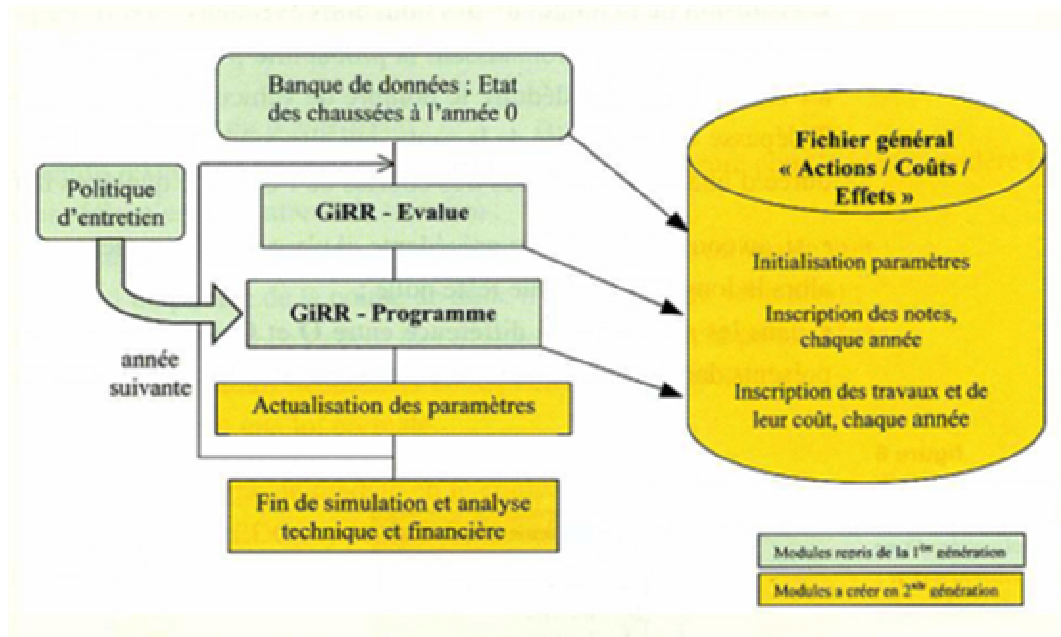


Figure 5 : structure de Programme-Plus [Lepert, 06]

Il est important de noter, à ce niveau, que la fiabilité locale d'une indication de l'évolution d'une section dépendant fortement de la robustesse, il est illusoire de donner une indication locale d'état et donc des prévisions de note et de travaux sur une section, à des temps supérieurs à six ans. Seule une indication générale moyenne sur une partie significative de réseau routier conserve, à ces dates, un sens statistique. En d'autres termes, les incertitudes sur la robustesse augmentant en fonction du temps, on ne présente plus qu'une information agrégée (budget global, note globale), au-delà de cette période de six ans.

En conclusion, P. Lepert note que « ...les stratégies sont définies sous la forme de tables d'expertises assez complexes ... des travaux sont en cours pour rénover profondément le cœur de ce système, et surtout le rendre beaucoup plus apte à une optimisation directe ... ». Ces conclusions de praticien reconnu dans le domaine de l'entretien routier seront prises en compte lors de la structuration de l'outil d'aide à la décision mis en place à ESCOTA.

I.2.3 Analyse de risque et gestion d'autres types d'infrastructure : les digues et barrages

Comment d'autres gestionnaires de réseaux physiques étendus, nécessitant un entretien sur de longues périodes de temps, abordent-ils ces problèmes ? Comment réduisent-ils les risques liés à l'exploitation de leur réseau ? Comment interviennent-ils sur les dimensions Cindyniques des **faits** et des **modèles** ? Nous nous baserons essentiellement sur les travaux de [Serre *et al.*, 06] pour élargir aux digues de protection contre les inondations, notre vision des risques dans le domaine des structures et réseaux du génie civil.

Avant de se positionner sur les dimensions **faits** et **modèles**, il est important de noter que les auteurs insistent sur une évolution de la dimension Cindyniques **objectifs** des acteurs de génie civil qu'ils sont : « En une génération, ..., les questions liées à la conception et à la réalisation des ouvrages se

sont déplacées vers leur gestion et leur exploitation, avec l'objectif sous-jacent de la maîtrise des risques qu'ils induisent » ([Serre *et al.*, 06], page 58).

Le retour aux dimensions plus habituelles chez les ingénieurs des **faits** et des **modèles**, se fait très rapidement par une série de constats :

- « l'ancienneté des digues » conduit à « une perte significative de l'information » relative à ces ouvrages : constitution, travaux de confortement ;
- « le linéaire important (7500 km en France) ... complique la gestion » ;
- « les gestionnaires ont un budget limité » ;
- « il convient d'optimiser ce budget en planifiant les actions d'inspection et de maintenance ».

On retrouve-là des problématiques communes à d'autres opérateurs de réseaux de génie civil étendus, et à longue durée de vie.

Les auteurs doivent garantir une performance—aptitude de l'ouvrage à remplir les fonctions pour lesquelles il a été conçu—aux gestionnaires du réseau de digues de protection contre les inondations. Ils ont pour objectif de leur fournir des **outils d'aide à la décision pour la planification des programmes d'inspection, de maintenance et de réparation**.

Pour cela, [Serre *et al.*, 06] va :

- construire des indicateurs de performance,
- établir des règles,
- évaluer ces indicateurs,
- et les agréger,

dans le cadre de l'application des méthodes de sûreté de fonctionnement, et de l'aide multicritère à la décision. On va détailler sur ce cas d'étude la démarche, et on pourra distinguer dans une étape ultérieure, dans le cas de l'application au patrimoine infrastructure d'ESCOTA, plusieurs similarités.

Les digues de protection contre les inondations sont des ouvrages, en contact avec la berge, ou éloignés du cours d'eau qui servent essentiellement à limiter l'emprise au sol de la vallée endiguée, lors de crues faibles et moyennes, mais en surélevant la ligne d'eau, lorsqu'il y a rétrécissement de la largeur du lit naturel de la rivière. On aménage parfois, sur ces digues, des déversoirs permettant de protéger la digue contre le mécanisme de surverse, et d'écarter la crue en inondant une zone à enjeux limités. Utilisant le plus souvent des matériaux locaux pour les plus anciennes d'entre elles, les digues sont aujourd'hui conçues de manière proche des barrages avec une distinction des fonctions d'étanchéité et de drainage.

Comme cela a été relevé précédemment par [Lepert, 06], la connaissance fine sur un tronçon de faible longueur de l'état d'une section routière est possible, et ne pose pas de difficulté. De même, la reconnaissance ou l'auscultation d'une courte section de digue est faisable. Par contre, l'évaluation des performances des digues sur l'ensemble d'un linéaire est bien plus complexe.

[Peyras, 03] propose sur la base des méthodes de la sûreté de fonctionnement, l'analyse des défaillances des digues. Il part de l'analyse des fonctions, à l'échelle des composants d'une digue. De cette recherche des fonctions, il déduit par application de la méthode AMDE (Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets) un certain nombre de modes de défaillance. Ensuite, au moyen de graphes causaux, il obtient une représentation des mécanismes de rupture de digues, sous forme de scénarios de rupture.

Ces représentations des scénarios, comme nous le verrons par la suite (chapitre III) supposent la préexistence de modèles faisant intervenir trois catégories de variables : les variables **fonctions** correspondant aux modes de défaillance, les variables **phénomènes** regroupant les causes et effets des modes de défaillance, et les variables **indicateurs**, correspondant aux manifestations des phénomènes. L'enchaînement des défaillances sous forme de « phénomènes impliquant des dégradations de fonctions, impliquant de nouveaux phénomènes » constitue le modèle de représentation des mécanismes, ici de rupture d'une digue, sous forme de scénario (cf. Figure 6).

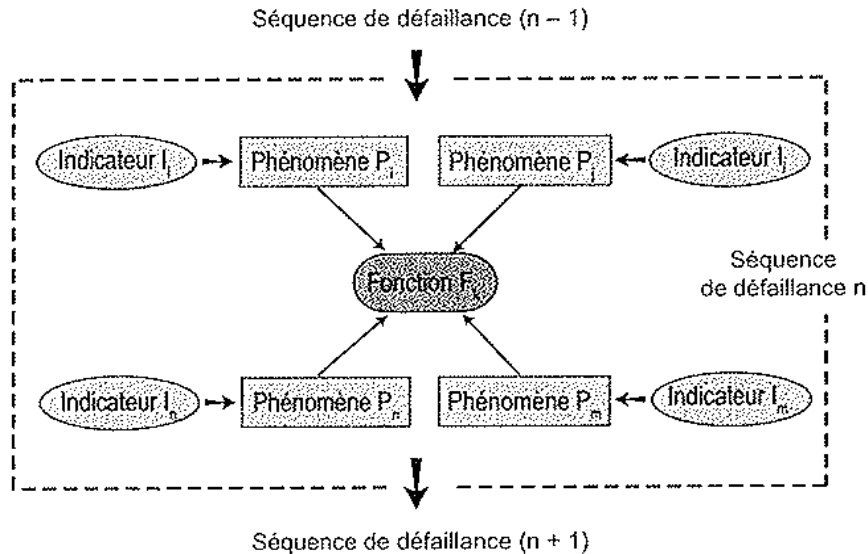


Figure 6 : modèle fonctionnel de représentation des mécanismes [Serre et al., 06]

Pour [Peyras, 03], un tel modèle présente les avantages suivants :

- il structure la connaissance experte ;
- il organise l'information liée aux phénomènes autour de trois catégories de variables ;
- il permet de prendre en compte des dégradations partielles et progressives des variables et des mécanismes non chronologiques.

L'application de la démarche décrite ci-dessus a permis d'obtenir des résultats pour l'évaluation de la performance des digues. En termes d'applications, cette démarche a conduit à proposer une typologie de profils de digues de protection, permettant de mettre sous forme de scénarios fonctionnels l'ensemble des mécanismes de rupture des digues (cf. Figure 7).

L'évaluation de la performance des digues, selon une analyse multicritère, est alors possible. Même si la démarche sera reprise plus en détail dans le contexte d'ESCOTA au chapitre III, on peut en préciser les étapes essentielles :

- détermination des indicateurs d'état et des critères d'évaluation des éléments de patrimoine ;
- proposition de règles pour leur évaluation ;
- agrégation des critères pour obtenir la valeur de la performance des digues, vis-à-vis d'un mécanisme de rupture.

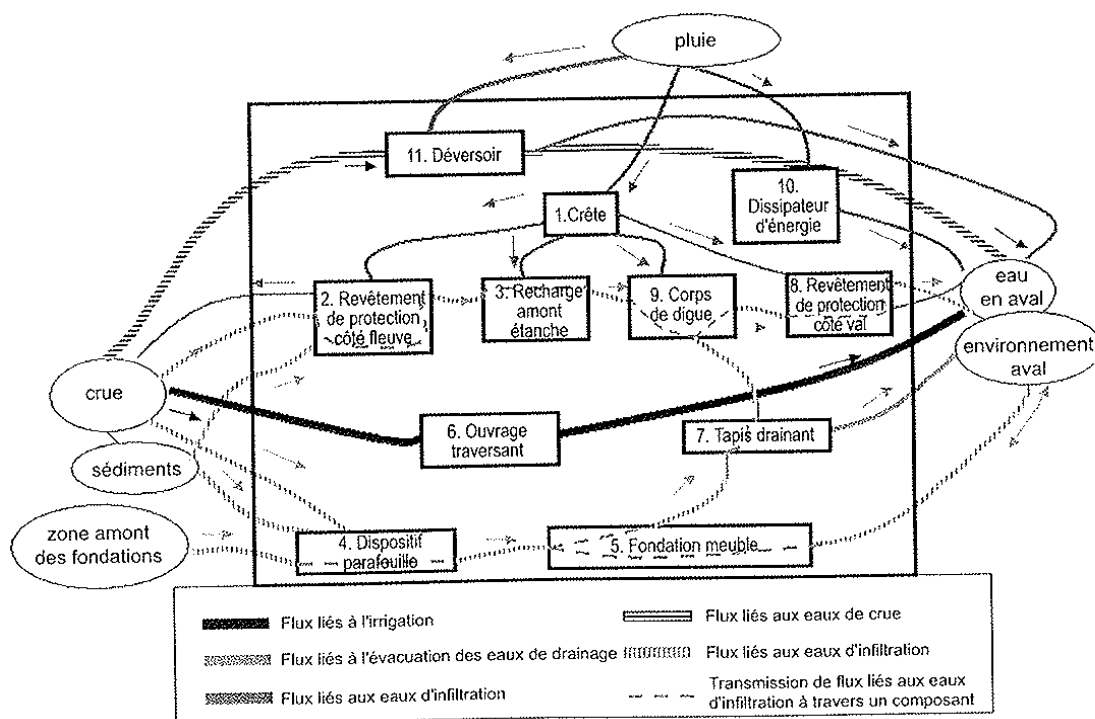


Figure 7 : bloc diagramme fonctionnel « relations de flux hydrauliques » [Serre et al., 06]

Il est intéressant de noter que dans ce cas encore, comme ce fut le cas pour [Lepert, 06], l'agrégation des divers indicateurs, vis-à-vis d'un critère « potentialité d'eau d'infiltration dans le corps de digues » est effectuée à l'aide d'une table de vérité, réalisée par un groupe d'experts (cf. Figure 8). Formuler l'agrégation par le biais d'une base de règles a pour avantage qu'il n'est pas nécessaire de prendre des précautions particulières quant à la nature des échelles d'évaluation, mais nous discuterons plus largement de cette question au chapitre III.

		Eau d'infiltration										
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MAX (trou, racine, OT, comp.)	10	10						4	3	2	1	0
	9							4	3	2	1	0
	8							4	3	2	1	0
	7							4	3	2	1	0
	6							4	3	2	1	0
	5						4	4	3	2	1	0
	4					4	4	3	3	2	1	0
	3				4	4	4	3	3	2	1	0
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0
	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0
	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0

Figure 8 : table de vérité experte pour évaluer la performance d'une digue vis-à-vis de l'érosion interne [Serre et al., 06]

Dans le domaine de l'analyse des risques liés aux ouvrages de génie civil, les barrages bénéficient d'un traitement particulier. [Peyras et al., 04] font une synthèse des approches utilisées pour ces ouvrages particuliers. Ils distinguent, dans un premier temps :

- les méthodes internes, reposant sur la connaissance profonde du fonctionnement des systèmes étudiés, qui permettent, par modélisation, la prédiction de comportements futurs, et l'analyse de risques. On peut encore distinguer parmi ces méthodes, deux approches :
 - o la modélisation physique, qui suppose une représentation des systèmes sous forme de modèles physiques et mathématiques, rendant compte des processus de dégradation du système ;
 - o la modélisation fonctionnelle par la sûreté de fonctionnement, qui étudie les systèmes à partir des fonctions qu'ils doivent remplir et pour lesquelles ils sont conçus. Les méthodes AMDE (Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets), AMDEC (AMDE complétée par une analyse de la Criticité), les méthodes de l'Arbre des Conséquences ou d'Événements, font partie de cette catégorie.
- les méthodes externes, réservées à des contextes où la modélisation des mécanismes (techniques ou fonctionnels) n'est pas possible ou adaptée, du fait de sa complexité ou de son coût. On distingue alors deux approches :
 - o les statistiques, qui nécessitent un retour d'expérience riche, et bien documenté, permettant d'établir des corrélations entre défaillances, symptômes, et d'anticiper des comportements, pour des parcs d'ouvrages homogènes, ou des systèmes disposant de mesures abondantes ;
 - o l'expertise, en présence d'un nombre réduit d'ouvrages, et en absence de modèle de comportement, l'expert est éventuellement capable de prévoir l'évolution d'un système.

Dans le génie civil traditionnel, l'analyse de risques par modélisation physique, a été conduite selon deux voies : les modèles d'états limites, d'une part, et les modèles d'analyse du comportement des matériaux et des ouvrages d'autre part. On entend par modèles d'états limites des représentations soit des pertes de fonctionnalités d'un ouvrage (état limite de service), soit des modes de ruine ou les pertes d'équilibre statique (état limite ultime). On évalue le niveau de sécurité d'une structure vis-à-vis de chaque phénomène préjudiciable, dans les conditions réelles d'exploitation. Pour les modèles d'analyse du comportement des matériaux et des ouvrages, il s'agit de représentations physiques, mécaniques, hydromécaniques, de modèles couplés permettant d'évaluer des déplacements, des déformations, des contraintes, des flux (de matière, de chaleur ...). Ces modèles permettent alors de prévoir la réponse de structures à différents scénarios. Ils sont généralement utilisés pour une analyse approfondie, sur un ouvrage donné, pour examiner un mécanisme particulier, par rapport à une ensemble bien défini de sollicitations.

L'analyse de risque par la sûreté de fonctionnement, définie comme la science des défaillances, est moins classique en génie civil. Les approches fiabilistes y sont généralement peu présentes, car très souvent les données statistiques sont peu nombreuses, ou les mesures expérimentales difficiles. On verra que pour le cas des chaussées, cette approche est possible, car il existe une certaine homogénéité du réseau sur lequel de nombreuses mesures sont disponibles, et avec des séries chronologiques bien documentées.

Pour l'application aux barrages, [Peyras *et al.*, 04] note plusieurs points communs aux travaux réalisés à l'échelle internationale : équipe d'experts pluridisciplinaires, examen des principaux aléas, modélisation de scénarios de rupture, implication forte du jugement de l'expert dans l'analyse quantitative. Ils concluent à l'intérêt d'une telle démarche, en notant son coût important, et son application réservée à de grands ouvrages particuliers. L'intérêt essentiel de l'application de cette méthode d'analyse de risques réside dans l'amélioration obtenue de la connaissance d'un ouvrage, de ses points faibles, et de la gestion patrimoniale qui en sera faite : mise en place de programme de travaux, et optimisation de la maintenance.

I.2.4 Les enjeux de la gestion du patrimoine

Après cet exposé sur la façon dont les risques - touchant des patrimoines routiers, un réseau de digues, puis un ensemble de barrages - sont analysés, selon leurs dimensions **faits** et **modèles**, il est intéressant d'examiner comment d'autres gestionnaires de réseaux routiers, ou d'ouvrages d'art routier, envisagent les risques selon une dimension **objectif**, assez détachée, a priori, des problèmes de techniques d'ingénieur routier, de génie civil ou de durabilité des matériaux.

Suite aux lois de décentralisation dans les années 1980, le Président du Conseil Général de chaque Département Français s'est retrouvé responsable d'un réseau routier et d'un parc d'ouvrages d'art, comprenant généralement plusieurs milliers de kilomètres de routes, et plusieurs centaines à quelques milliers de ponts. Un certain nombre de collectivités territoriales ont alors décidé de lancer des politiques d'entretien de leurs ouvrages d'art départementaux, en lien avec des sociétés d'ingénierie. A titre d'exemple, nous nous baserons sur les travaux effectués par [Piet et al., 05] pour le compte du département de Loire Atlantique.

La gestion du patrimoine des ouvrages d'art a nécessité au préalable la définition hiérarchisée des enjeux, ou en termes Cindyniques la définition de la **situation**, avec en particulier la description du regard porté sur la situation par les commanditaires de l'étude.

Ainsi cinq niveaux de service ont été définis :

- Fonctionnalité de l'ouvrage :
 - o offrir des gabarits routiers (ou fluviaux) satisfaisants ;
 - o assurer la capacité portante des ouvrages ;
- Sécurité des personnes :
 - o garantir les caractéristiques et l'état des zones de roulement et de cheminement ;
 - o garantir les dispositifs de retenue pour les véhicules et piétons ;
- Pérennité des structures : assurer l'état des structures porteuses des ouvrages et de leurs équipements de protection ;
- Valorisation de l'image :
 - o valoriser l'aspect des ouvrages ;
 - o soigner l'aspect des abords immédiats ;
- Qualité de l'environnement : respecter l'environnement.

Il est apparu très clairement dans l'analyse des coûts / bénéfices d'une politique d'entretien les impacts suivants : économiques, sociaux, culturels, touristiques, environnementaux. Ces dimensions du problème étant posées, la définition d'une politique de maintenance a été conduite en prenant en compte deux champs, qui devaient impérativement collaborer : le champ politique et le champ technique.

La Figure 9 suivante présente les principes généraux arrêtés pour la mise en œuvre de la méthodologie de gestion.

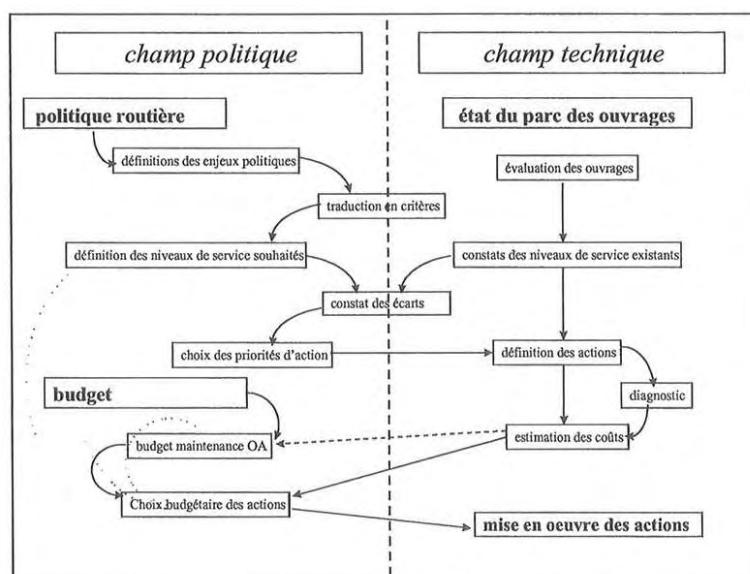


Figure 9 : les deux champs d'une politique de maintenance [Piet et al., 05]

Chaque ouvrage est ainsi caractérisé suivant des enjeux socio-économiques, puis un constat d'écart est établi entre le niveau de service rendu dans son état actuel, et le niveau de service souhaité, transcrit sous la forme d'un inventaire des interventions sur l'ouvrage qui seraient utiles pour atteindre les niveaux de service souhaités.

Il est important de noter que cet inventaire ne revêt pas la forme d'une note, qui parle peu aux décideurs a priori non techniciens, mais se présente sous la forme de quatre fiches, aisément compréhensibles :

- fiche inventaire, avec photographies ;
- fiche contexte socio-économique ;
- fiche actions de mise à niveau ;
- fiche « historique des actions de maintenances » reprenant les actions sélectionnées.

La « campagne de prévention », au sens où l'entend G.Y. Kervern, comme nous l'avons explicité précédemment, a consisté à définir clairement les objectifs de chacun des intervenants et partenaires de la situation. Ceci a permis de démontrer la nécessité de disposer de faits, de les intégrer dans des modèles, en tenant compte des normes et règlements applicables à tous, en intégrant une vision éthique partagée sur le service public. Les cinq dimensions étant examinées, les budgets nécessaires au déploiement de la politique décidée ont été largement augmentés, de 1,5 million d'euros en 2002 à 3,6 millions d'euros en 2003.

Dans le contexte différent de l'exploitation de deux grands ponts sur le Tage, par une société privée LUSOPONTE, Bernard Pincet [Pincet, 05], de la Société ARCADIS, a fait part à l'IREX, en 2005, de l'organisation mise en place pour la maintenance à long terme et le suivi structurel des deux ouvrages. Là encore, l'analyse de risques préalable a permis de mettre en place sur des objectifs partagés, une campagne de collecte de faits (instrumentation) pour examiner dans le cadre de modèles prédéterminés et acceptés par tous, les résultats de mesures (instrumentation permanente, et ponctuelle) et de calculs. La confrontation des analyses sur les résultats obtenus à des normes admises à l'avance, sous le contrôle de l'État, permet à celui-ci et à l'entreprise LUSOPONTE, de satisfaire les besoins économiques et sociaux de transport de la capitale portugaise Lisbonne.

I.3 La problématique générale des BTP

I.3.1 La situation actuelle – un contexte d'infrastructures vieillissantes

Auparavant, les entreprises des bâtiments et travaux publics (BTP) étaient dans une phase de « construction » où il a fallu construire toutes les infrastructures nécessaires au développement économique : réseaux routiers, réseaux ferrés, réseaux électriques, barrages, etc. Nous sommes maintenant dans une nouvelle ère où il s'agit d'entretenir le patrimoine qui **vieillit**. Cette gestion des ouvrages repose sur un savoir-faire technique qui s'est accumulé au fil des décennies. Pour le patrimoine national et les grands maîtres d'ouvrage, elle fait appel à des procédures qui rationalisent le recours à la visite ou l'inspection plus ou moins détaillée et à l'entretien ou la réparation.

Nous venons d'évoquer dans la section précédente que les décisions à prendre, en termes d'opérations (d'entretien, de maintenance, de mise à niveau) à réaliser, portent sur le long terme (évaluer des risques sur la durée d'un contrat ou d'une concession) aussi bien que sur le court terme (définir et mettre en œuvre des actions prioritaires). Ces décisions portent sur des composants individuels (par exemple la réparation d'un viaduc) aussi bien que sur l'ensemble du parc (par exemple la végétalisation des terre-pleins centraux sur une autoroute). Elles peuvent également concerner différents patrimoines, les performances étant jugées à une autre échelle que celles des métiers usuels : une voie de communication peut être déficiente à cause d'un ouvrage d'art, d'une dégradation de chaussée ou de la signalisation, d'un éboulement de talus, etc. Ces décisions font l'objet de programmes pluriannuels pour lesquels sont proposées une planification et une enveloppe budgétaire qui doivent être argumentées et justifiées.

La gestion de patrimoine est par ailleurs confrontée à deux obstacles récurrents : le besoin de compétences "métiers" et la nécessité d'une information de qualité, dépendant implicitement des moyens informatiques disponibles, support de l'activité.

De nombreuses évolutions réglementaires et législatives nécessitent d'améliorer significativement les pratiques actuelles, issues de l'expérience accumulée, mais mal adaptées à une complexité croissante. **Ces enjeux ne sont pas spécifiques à la France** : la Plate-forme Technologique Européenne Construction (ECTP), mise en place en 2005, a identifié la problématique de la gestion des infrastructures comme cruciale pour l'efficacité économique des pays membres. Elle a ainsi mis en place un « focus area » Networks, qui a identifié parmi six tâches de haute priorité deux tâches directement relatives à l'amélioration de gestion des infrastructures :

« 2.3.1.1. : des standards européens et de nouveaux modèles théoriques et numériques pour évaluer, suivre et prédire les performances à long terme des ouvrages et composants (ponts, tunnels, chaussées, réseaux d'eau et d'assainissement...) soumis au vieillissement et à la détérioration ;

2.3.1.2. : de nouveaux concepts pour prolonger la durée de vie des ouvrages, améliorer leurs performances ou leur réponse aux risques, sans réduire la sécurité et avec un impact positif sur la maintenance. »

Le caractère crucial pour l'efficacité économique des pays occidentaux du maintien d'un niveau de performances élevé d'infrastructures vieillissantes, dont il convient si possible de prolonger la durée d'utilisation répond aussi au souci de **développement durable**, par l'économie de ressources qui en découle.

Le besoin de développer des concepts innovants et les outils qui permettront de les mettre en œuvre répond à plusieurs soucis :

- dans un **contexte de concurrence économique** forte et de limitation des dépenses publiques, les propriétaires d'infrastructures doivent maîtriser leurs budgets, optimiser leurs pratiques, tout en limitant les risques (pour les usagers, pour l'environnement...). Cette optimisation doit être conduite de manière globale, sur l'ensemble du patrimoine technique et de son environnement ;
- les **progrès techniques** dans le domaine de la métrologie, de l'acquisition de données et du traitement de l'information **doivent déboucher sur de réelles améliorations des pratiques** opérationnelles dans le domaine de la gestion des infrastructures, ce qui n'a pas été le cas pour des raisons diverses : disponibilité des données, validation des modèles, difficulté de prise en compte de préoccupations non techniques, cloisonnement des activités techniques et administratives, poids des procédures réglementaires ;
- l'évolution du caractère contractuel de la gestion des ouvrages, avec d'une part le développement des **partenariats publics – privés** (PPP), et d'autre part **le transfert de patrimoines et de compétences** entre l'État et les collectivités territoriales dans le cadre de la Loi de Décentralisation. Dans ce contexte, les (futurs) gestionnaires doivent disposer d'outils d'audit et de pilotage du patrimoine dont ils ont la charge. Cela nécessite le développement de **méthodes opérationnelles d'évaluation des coûts directs et indirects et des risques associés**.

I.3.2 La situation actuelle – les savoirs, les outils

La gestion des ouvrages repose sur un savoir-faire technique accumulé au fil des décennies. Les gestionnaires intègrent « naturellement » les particularités locales de leur patrimoine et des procédures définies au niveau national (p.ex. procédure d'inspection des ouvrages d'art – ITSEOA ou des chaussées nationales – IQRN). Ils utilisent des outils (logiciels d'aide), permettant principalement l'archivage des données et la mise à disposition de tableaux de bord. La gestion de patrimoine permet d'assurer le maintien en l'état du patrimoine technique, mais les coûts d'entretien d'infrastructures vieillissantes mobilisent une fraction significative du budget des maîtres d'ouvrages, sans que le retour sur investissement soit manifeste ni facilement quantifiable. Le suivi de l'évolution d'une famille d'indicateurs et l'absence de phénomènes « catastrophiques » sont les retours « positifs » les plus courants.

Ces outils souffrent souvent :

- de l'absence d'une modélisation fine qui permette de s'inscrire dans une démarche prospective ou prédictive ;

- de la disparité entre la logique qui devrait prévaloir (par exemple considérer la gestion d'un itinéraire dans son ensemble) et celle à l'œuvre, qui considère les différentes composantes du patrimoine concerné (chaussées, équipements, ouvrages en terre...) de manière indépendante ;
- de la discontinuité entre les logiques de planification budgétaire (retour sur investissements, durée de concession) et de maintenance opérationnelle (programmation annuelle), qui conduit à optimiser séparément deux budgets sans souci de la cohérence et de l'optimisation globale ;
- d'une imparfaite prise en compte des préoccupations relatives à l'environnement des ouvrages et aux usagers.

L'analyse des pratiques de gestion des ouvrages soulève de nombreuses questions :

- comment **transférer le savoir-faire** acquis sur certains patrimoines vers d'autres patrimoines ?
- comment **adapter les méthodes** à des gestionnaires qui possèdent moins d'expérience et moins de données et qui peuvent avoir des préoccupations spécifiques ?
- comment **justifier le bien-fondé des décisions** prises dans un contexte technique – environnemental – sociétal, de plus en plus complexe ?
- comment **justifier le choix des procédures** (en termes de fréquence d'entretien, de valeur cible d'indicateur...), fussent-elles issues de la réglementation ? Peut-on s'assurer de leur caractère optimal, que ce soit en termes économiques, ou en tenant compte d'une appréciation plus large (prise en compte de critères sociaux ou environnementaux par exemple...) ?
- comment **prendre en compte la complexité des décisions** dans une logique multi acteurs ? (par exemple pour rationaliser les questions relatives à la coordination des travaux, de manière à mieux synchroniser les interventions d'entretien sur un même domaine ou des domaines voisins) ;
- quelles sont les **données qu'il convient d'acquérir** et de gérer pour prendre les décisions les plus opportunes ? comment acquérir ces données et qu'apporte leur connaissance ?

La gestion des patrimoines techniques fait l'objet, depuis une dizaine d'années, de nombreux projets de recherche nationaux et européens³, qui permettent d'avancer des réponses partielles à ces questions. Chaque projet reste cependant généralement consacré à un type particulier de patrimoine.

I.3.3 La gestion de patrimoine est une décision en organisation

De nombreuses actions de recherche relatives à l'amélioration de la gestion des patrimoines techniques ont permis ces dernières années d'élaborer des indicateurs de performance sur la base de mesures et modèles toujours plus sophistiqués. La décision repose certes sur le recueil, l'organisation et la formalisation de ces connaissances. Néanmoins, fort peu d'études ou de recherches mettent en lumière la manière dont a été prise une décision, comment la nature des structures influence l'éventail des choix en matière de décision ou comment s'est constitué le processus de décision, à partir de quels déterminants, en négligeant quels autres, et comment ont été examinés les effets et conséquences potentiels de cette décision.

Quel rôle joue l'analyse des informations dans la prise de décision ? Quel lien entre information et décision ? Comment et sur quels critères s'élaborent les prises de décisions ? Dans quels processus de décision multi acteurs la gestion du patrimoine est-elle abordée ? Il manque souvent la mémoire

³ Sans être exhaustif, on citera par exemple :

- au niveau européen le Projet BRIME sur les ouvrages d'art, les projets CARE-W et CARE-S sur les réseaux d'eau potable et d'assainissement, le Projet Medachs sur les ouvrages en milieu maritime,

- au niveau national le Projet National RERAU sur les réseaux d'assainissement, le Projet National ERINOH sur les digues, le Projet CledeSol sur les galeries multitechniques. Ce dernier projet a permis d'aborder de manière plus approfondie la question des compromis entre acteurs et celle des indicateurs socio-économiques.

des événements précédents à partir desquels il serait possible d'élaborer de nouvelles logiques décisionnelles...

L'ensemble des acteurs intervenant dans la gestion de patrimoine ne parle pas le même langage : ils n'ont pas les mêmes préoccupations et ne poursuivent pas les mêmes objectifs. Néanmoins, tous les domaines de travaux publics concernés réfléchissent à l'élaboration d'un programme national de gestion de patrimoine dans lequel trois logiques distinctes et complémentaires sont envisagées :

La logique de Mesure : où les acteurs de l'auscultation, de l'instrumentation (chercheurs ou praticiens) souhaitent disposer de techniques efficaces pour **détecter, qualifier et quantifier** l'état des matériaux et leurs défauts (cf. Figure 10). Il faut donc développer des techniques et procédures permettant d'obtenir des données relatives à l'état des ouvrages (sur des questions identifiées comme essentielles) ou à leurs performances (IQA, CETE, etc.).



Figure 10 : auscultation d'un talus

La logique d'Evaluation : l'expert, en appui technique du maître d'ouvrage, qui doit définir les stratégies d'instrumentation et d'auscultation d'une part et fournir un diagnostic d'autre part, souhaite disposer de données et de procédures efficaces pour **établir un diagnostic fiable de l'ouvrage**.

Les questions qui se posent aux experts sont les suivantes :

- comment passer de données « matériaux » locales et disparates à une évaluation globale des performances de l'ouvrage ?
- comment estimer l'évolution de ces performances au cours de la période de service de l'ouvrage ?

Le développement de techniques et procédures pour résoudre les problèmes d'échelle est un besoin réel.

La logique de Décision : Le maître d'ouvrage doit s'assurer que l'ouvrage remplit ses fonctions au meilleur coût, dans le cadre d'exploitation prévu. Il souhaite disposer **d'éléments fiables lui permettant de prendre des décisions** relatives à l'entretien et à la maintenance, voire au renforcement de l'ouvrage. Il a donc besoin de modèles génériques de gestion / maintenance intégrée pour :

- planifier et justifier les opérations de maintenance, dans une logique d'optimisation coûts/performances ;
- justifier les procédures d'instrumentation, surveillance, auscultation en quantifiant leurs apports opérationnels en termes de réduction des incertitudes dans les processus de décision ou de réduction des coûts globaux.

Ainsi décrit, le problème de gestion de patrimoine est fondamentalement multi acteurs et multicritères. Auparavant, les problèmes de décision se ramenaient le plus souvent à l'optimisation d'une fonction économique, constituant l'unique critère de sélection. Cette approche avait le mérite de déboucher sur des problèmes mathématiques bien posés qui n'étaient pas toujours représentatifs de la réalité car :

- la comparaison de plusieurs solutions (actions) possibles se fait rarement suivant un seul critère ;
- les préférences sur un critère sont, dans bien des cas, difficilement modélisables par une fonction. De plus, lorsqu'il y a plusieurs objectifs, il est impossible de les atteindre tous à la fois.

La Recherche Opérationnelle (ROP) a montré ses limites dans les problèmes de décision. La planification des opérations est un problème complexe où la définition d'une fonction objectif, des contraintes et la résolution du programme linéaire associé permettant d'aboutir à la solution optimum ne suffisent pas. Il s'avère impossible d'isoler un problème de décision dans la gestion du patrimoine de son contexte. Le processus est distribué et les tâches sont manuelles et subjectives (comme l'évaluation des défauts et la synthèse sous forme de diagnostic). Trouver une solution optimale n'a pas nécessairement de sens dans une organisation du fait de la multiplicité des acteurs. En effet, plusieurs interprétations peuvent être associées à une même décision en fonction des points de vue et des intérêts des acteurs concernés.

Le processus décisionnel impliqué dans la gestion du patrimoine présente toutes les caractéristiques de la décision en organisation telles que décrites par l'économiste H.A. Simon [Pomerol, 02].

Les fondements de sa théorie reposent sur les remarques suivantes :

- Le décideur ne possède pas en fait une connaissance totale de la situation, d'où le terme de « rationalité limitée » introduit par H.A. Simon. Les limitations de cette connaissance des faits et hypothèses proviennent principalement des contraintes de l'organisation qui sélectionne ou favorise tel ou tel scénario en fonction de ses intérêts [Simon, 91].
- La capacité limitée de l'homme à traiter l'ensemble des flux d'informations imprécises, incertaines, incomplètes voire contradictoires, nécessaires à la décision semble montrer que la solution pour une aide à la décision efficace relève de la performance des systèmes de traitement de l'information [Simon, 83].
- Toujours selon le modèle de rationalité limitée de Simon, le décideur est naturellement tenté de s'orienter vers une approche monocritère, occultant la prise en compte de la complexité de la réalité. L'approche multicritère de l'aide à la décision permet de pallier cette restriction en augmentant le niveau de réalisme et de lisibilité donné au décideur [Roy *et al.*, 93].
- Les différentes phases de la décision ne se présentent pas de façon linéaire, mais en boucles. De nombreuses itérations sont nécessaires, au vu de la faible capacité de traitement de l'information des hommes et de la complexité des problèmes de décision, avant qu'un terme ne puisse être apporté au processus de décision (itérer sur les phases de mesure ou d'évaluation lorsque le décideur requiert un complément d'information ou une validation d'expertise suite à l'identification d'un point sensible, imprécis ou incomplet). Les phases de renseignement (Intelligence), de conception (Design), de sélection (Choice) et de révision (Review) se succèdent sans logique chronologique préétablie possible (Figure 11). C'est le modèle IDCR de [Simon, 83] [Simon, 91]. Une interprétation cybernétique du modèle IDCR a été donnée dans [Akharraz *et al.*, 04].

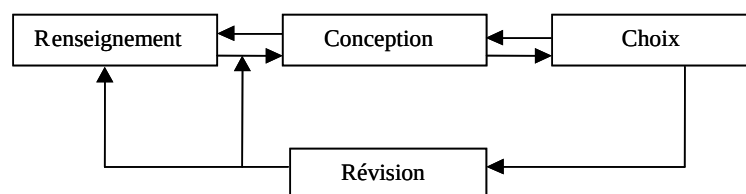


Figure 11 : Le modèle IDCR de Simon

La gestion du patrimoine relève de cette catégorie de processus décisionnels. L'acquisition et le traitement de l'information apparaissent comme plus importants pour prendre une « bonne » décision que la recherche fine, illusoire et trop simplificatrice d'une décision en apparence la meilleure. Le traitement de l'information, son acquisition et son partage sont donc au cœur du problème de la gestion de patrimoine.

Une autre caractéristique de la décision concernant la gestion des patrimoines semble être le nombre de sources d'incertitudes qui peuvent potentiellement perturber le processus de décision. Cette incertitude peut de plus relever de natures différentes. On distinguera principalement :

- l'incertitude des mesures ou l'imprécision des calculs (hypothèses simplificatrices des modèles) qui permettent d'estimer les indicateurs de performance et leurs effets sur une décision⁴ fixée au préalable ;
- l'incertitude et/ou l'imprécision relative au choix d'une valeur de synthèse (granularité de l'évaluation) ;
- la variabilité de la performance en fonction de l'acteur qui l'estime (problématiques de la notion de valeur de référence, de la logique de décision propre à la fonction, le point de vue de cet acteur) ; dans ce dernier cas, la question de l'incertitude est directement reliée au caractère multi acteurs du processus de gestion du patrimoine.

L'aide à la décision doit comporter également un volet relatif à la légitimation de la politique de gestion : lorsque l'outil d'aide à la décision ne fait que conforter le gestionnaire dans ses choix, l'élucidation ou l'argumentation n'est pas systématiquement nécessaire, par contre en cas de résultats contre intuitifs, l'utilisateur attend que le système informatique justifie ses résultats. Cette légitimation s'appuiera sur une analyse de sensibilité de la stratégie décisionnelle multicritère que nous évoquerons dans le chapitre III.

La décision dans une organisation nécessite une adéquation entre les informations pertinentes disponibles au bon moment et les représentations adoptées. Dans le cadre de la décision organisationnelle, le vocable «Système de Traitement de l'Information» permet de désigner commodément la lignée des modèles issus de la pensée de H.A.Simon dont l'objectif est de représenter et améliorer la façon dont les hommes utilisent leurs capacités de raisonnement et de traitement des informations. C'est l'objectif du couplage d'un SGDC (Système de Gestion Dynamique des Connaissances) ou SI (Système d'Informations) avec un SIAD (Système Interactif d'Aide à la Décision) que nous proposons pour instrumenter notre proposition et que nous présenterons au chapitre II. Cette solution propose une mémoire commune partagée sur la base de laquelle peuvent se baser des processus de décision où tout choix proposé par le système est justifiable par des éléments du corpus de connaissances géré par le SI ou le SGDC.

Sur ces différents aspects, la société ESCOTA a investi depuis de nombreuses années et s'est dotée d'une structure et de compétences permettant de répondre de façon satisfaisante sur les trois aspects **Mesure, Evaluation et Décision**.

I.4 Problématique spécifique de la société d'autoroutes ESCOTA en matière de gestion de patrimoine

I.4.1 Présentation de la société ESCOTA

Le 17 janvier 1956, la première société d'économie mixte concessionnaire d'autoroute en France a été créée : la société d'autoroutes Esterel Côte d'Azur Provence Alpes (ESCOTA) située à Mandelieu près de Cannes, filiale d'ASF, dont le réseau est présenté en Figure 12.

⁴ La stratégie décisionnelle est ici entendue comme le modèle mathématique soutenant le processus d'évaluation multicritère sur lequel s'opère une logique de décision.



Figure 12 : le réseau ESCOTA

ESCOTA a rejoint le groupe VINCI en 2006 dont elle a renforcé le profil de concessionnaire constructeur intégré, à même de concevoir, financer, construire et exploiter dans le cadre de contrats de longue durée les infrastructures de transport et les équipements répondant aux besoins des collectivités publiques. VINCI Concessions est le premier opérateur européen de concessions d'infrastructures de transport – autoroutes, ouvrages routiers, parkings, aéroports. VINCI Concessions constitue aujourd'hui, aux côtés de VINCI Construction, Eurovia (pôle routes de VINCI) et VINCI Énergies, l'un des quatre grands pôles de VINCI, leader mondial des concessions, de la construction et des services associés. S'appuyant sur un réseau de 4 000 implantations dans plus de 75 pays, VINCI emploie 142 500 salariés et réalise un chiffre d'affaires annuel de plus de 26 milliards d'euros, dont 4,3 milliards pour VINCI Concessions. Coté à la Bourse de Paris, VINCI a intégré en 2002 l'indice CAC 40, qui réunit les 40 principales sociétés cotées en France.

En France, VINCI Concessions dispose d'une très forte assise avec 4 300 km d'autoroutes en concession sur les réseaux d'ASF, d'ESCOTA, de Cofiroute et d'Arcour (société concessionnaire de l'A19 entre Artenay et Courtenay) ; 480 000 places de parking gérées par VINCI Park, dont 290 000 en concession ou en pleine propriété, et des participations dans plusieurs sociétés concessionnaires ou exploitantes d'infrastructures : la société du tunnel du Prado-Carénage (Marseille) ; Openly, l'exploitant du boulevard périphérique nord de Lyon ; Seag et Seaca, les opérateurs des aéroports de Grenoble et de Chambéry ; le consortium du Stade de France.

1.4.2 Le processus décisionnel de maintenance et de gestion du patrimoine infrastructure chez ESCOTA

1.4.2.1 La gestion du patrimoine infrastructure autoroutier

Gérer le patrimoine signifie assurer la pérennité du patrimoine et préserver son niveau de qualité pour offrir aux usagers le niveau de service requis en termes de sécurité et de confort. Concernant la mesure et l'évaluation de l'état de son infrastructure, les Districts, au niveau du territoire, et le service Structure Viabilité Sécurité (SVS) situé à la Direction de l'Exploitation (DEX) à Mandelieu la Napoule, suivent, analysent, font progresser l'état de la connaissance des éléments de patrimoine régulièrement mise à jour. Outre la gestion de 460 km de chaussées autoroutières, ESCOTA gère d'autres domaines et entretient notamment 818 ouvrages d'art, 40 tunnels, 871 bâtiments, et plus de 1900 ha d'espaces vert, regroupés en cinq domaines de gestion du patrimoine ou métiers :

- Le bureau d'études et les bâtiments ;
- Les chaussées, les clôtures, la signalisation horizontale, la surveillance des talus ;
- La lutte contre l'incendie, le débroussaillage, la signalisation verticale ;
- Les ouvrages d'art, tunnels et murs de soutènement ;

- L'environnement, les bassins, les plantations, l'assainissement, les dispositifs de retenue.

Chaque domaine est placé sous la responsabilité d'un expert métier (EM) ou Conducteur d'Opération (COP) dont les activités sont coordonnées par le chef de service SVS.

ESCOTA, comme tout gestionnaire de patrimoine, est donc, comme nous l'avons vu précédemment, confrontée au :

- **vieillesse de l'infrastructure** : nous avons vu dans la section précédente que c'est une préoccupation constante pour le maître d'ouvrage qui doit garantir un niveau de qualité et de service élevé en termes de sécurité et de confort pour les clients tout en assurant la pérennité des ouvrages ;
- **grande quantité d'information** : les Districts au niveau du territoire et les divers services de la Direction de l'Exploitation d'ESCOTA s'emploient à ce que l'état des connaissances relatives aux éléments de patrimoine soit régulièrement mis à jour :
- **multiplicité des données** : les différents éléments composant le patrimoine, les opérations (d'entretien, de réparation ou de mise à niveau) effectuées, les anomalies détectées, les conditions de trafic, les caractéristiques environnementales, la proximité de zones urbaines, etc. ;
- **dispersion et disponibilité des données** : dans différents services de l'entreprise, dans les districts... etc.

Conformément à ce que nous avons décrit dans le cadre général de la problématique de gestion de patrimoine, cette activité, chez ESCOTA, se situe dans un contexte **multi acteurs et multicritères** :

- **multi acteurs** : les différents intervenants dans la chaîne de traitement de l'information (acquisition, évaluation, valorisation, décision) n'ont pas tous les mêmes objectifs, les mêmes points de vue, les mêmes expériences professionnelles ;
- **multi critères** : multiplicité des enjeux en terme de gestion et de performance (sécurité, fiabilité, disponibilité, durée de vie). Le décideur doit prendre en compte plusieurs aspects dans la décision, les techniques à utiliser, la réglementation en vigueur, l'impact sur la sécurité des usagers et le coût de l'opération, le tout dans un contexte sociétal évolutif. L'intégration de la notion de développement durable dans la logique de gestion intègre de nouvelles dimensions dans les processus de décision à l'égard du maintien et de l'amélioration des performances du réseau. La Figure 13 liste les préoccupations de la gestion du patrimoine (i.e. les problématiques générales de la gestion de patrimoine) regroupées par thèmes (i.e. les points sur lesquels on juge le gestionnaire de patrimoine par rapport à un événement redouté).

Thèmes	Problématiques
Disponibilité	Recensement précis de l'infra Ressources et besoins Etats de santé global – Vision globale
Anticipation	Analyse des risques Centralisation, Suivi et contrôle des données Surveillance Détection d'événement déclencheur (avant aggravation du pb) Maintenance préventive
Réactivité	Pertinence des choix techniques Choix des priorités Prise en compte des contraintes d'exploitation Recherche des causes (diagnostic) Maintenance et réparation Mise en conformité d'Ep par rapport à la réglementation.
Qualité	Image de marque de la société Confort et service usagers Fiabilité de l'infra (confiance de l'utilisateur dans l'infra)
Supervision	Analyse de risques Définition des Objectifs / Enjeux Validation d'opérations Proposition et évolution de stratégies de maintenance Contrôle de la mise en œuvre des stratégies.
Légitimation	Justification des décisions prises Historique des données et état du patrimoine.
Sécurité	Sécurité des usagers Sécurité de l'infrastructure Prévention des risques (usagers ou infrastructure)
Réglementation	Respect des normes et réglementations Proposition d'une nouvelle politique de gestion du patrimoine. Modifier une politique en fonction des changements de normes.

Figure 13 : les préoccupations de la gestion du patrimoine d'ESCOTA

Ainsi, il est indispensable de surveiller et évaluer l'état de santé de l'infrastructure en permanence pour pouvoir programmer les opérations d'entretiens, d'amélioration ou de mise à niveau sur les éléments de patrimoine (EP) constitutifs du réseau.

La gestion et la planification des **opérations** constituent une tâche complexe pour les décideurs qui doivent faire face à une masse importante d'informations. La société d'autoroute ESCOTA a décidé de formaliser et d'améliorer le processus décisionnel pour la maintenance préventive et la gestion de son patrimoine infrastructure afin de disposer d'une vision globale du patrimoine en termes d'objectifs et de contraintes dans un contexte d'exploitation dynamique et ainsi :

- **Centraliser** les données ;
- **Consulter** les données ;
- **Hiérarchiser** les opérations en termes de priorité d'intervention avec une justification de la logique décisionnelle ;
- **Capitaliser** l'information, i.e., conserver l'historique des actions réalisées sur le patrimoine et pouvoir faire du reporting ;
- **Avoir une vision globale** de l'état du patrimoine, i.e. visualisation de l'état de santé et des priorités d'intervention.

Pour la suite du document, nous posons les définitions suivantes relatives aux éléments de patrimoine et aux opérations.

Définition d'un élément du patrimoine (EP) : c'est un ouvrage, un bâtiment, etc. à un point routier (PR) donné ou bien une zone définie par un intervalle de points routiers. Il est rattaché à un domaine de gestion du patrimoine.

Exemples : la chaussée entre les points routiers 145 et 157 (entre les échangeurs des Adrets et de Mandelieu), le tunnel de Pessicard au point routier 196, etc.

Définition d'une opération (OP) : une opération est la description de travaux d'entretien, d'amélioration ou de mise à niveau, à réaliser sur un ou plusieurs éléments du patrimoine. Elle est rattachée à un domaine de gestion de patrimoine.

I.4.2.2 Les étapes de la démarche : mesure, évaluation et décision

ESCOTA s'est dotée depuis de nombreuses années de structures et compétences pour répondre à la surveillance de son patrimoine. Les différentes phases de la gestion du patrimoine à ESCOTA s'inscrivent totalement dans la démarche à trois logiques complémentaires mise en évidence au I.3.3 dont une représentation est donnée à la Figure 15 :

La logique de mesure : la détection de symptômes

Chez ESCOTA, le suivi préventif des structures a été initié par un point zéro des EP, puis par la mise en place d'inspections périodiques [Sageau, 00].

Les acteurs de l'auscultation, de l'instrumentation (i.e. les Districts et les organismes spécialisés comme le CETE) disposent de techniques pour détecter, qualifier et quantifier l'état des matériaux et leurs défauts. Par exemple, les Districts effectuent des visites annuelles IQOA sur les ouvrages d'art. ESCOTA dispose ainsi chaque année d'une cotation IQOA pour les ouvrages. Le département Mécanique des Chaussées du Centre d'Études Techniques de l'Équipement d'Aix-en-Provence traite les mesures annuelles réalisées sur les chaussées (cf. Annexe 2) et restitue à ESCOTA des bilans annuels dont le format est spécifié en Annexe 4.

Quelque soient les EP, il s'agit là d'une cotation de symptômes techniques.

La logique d'évaluation : expertise et urgences d'intervention

Les experts métiers (les responsables des domaines de gestion cités plus haut) sont les garants de la gestion et de la maintenance de l'ensemble du patrimoine. Sur la base des bilans de santé des EP, ils évaluent l'état du patrimoine en fonction de critères d'urgence (Figure 14) pour lesquels des échelles de valeur sont définies au préalable (Tableau 1). ESCOTA définit alors trois niveaux d'urgence possibles pour les opérations indépendamment du domaine d'expertise (Tableau 1).

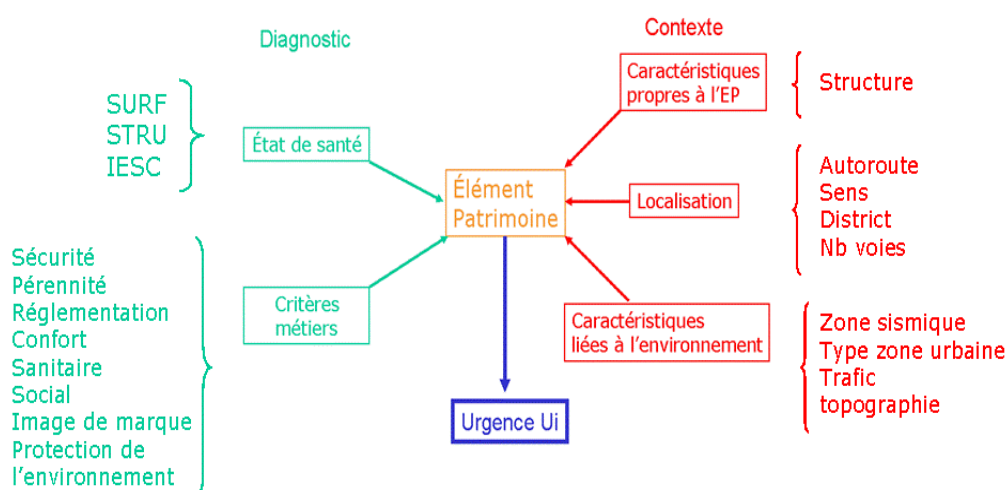


Figure 14 : Les critères d'urgence pour les chaussées

Niveau d'urgence	Signification
Urgence U_1	Très important
Urgence U_2	Moyennement important
Urgence U_3	Importance faible

Tableau 1 : Les niveaux d'urgence

L'appréciation de l'urgence à la Figure 14 est une interprétation des bilans de santé (indices d'état de santé des chaussées en Annexe 2) en fonction de critères propres au métier de l'expert, mais aussi relativement aux caractéristiques de l'environnement et à la localisation de l'EP. Elle correspond à une analyse de risque technique comme nous avons pu l'évoquer dans ce chapitre, dans un contexte d'exploitation donné, et permet à un expert métier d'attribuer un degré d'urgence à tout EP concerné par une opération de son domaine. Nous détaillerons dans les chapitres suivants la procédure d'évaluation de façon plus formelle.

La logique de décision : stratégie et priorités d'intervention

Les urgences U_i relatives à chaque opération sont ensuite soumises à validation du chef de service SVS. Ce dernier évalue les priorités d'intervention en fonction de critères de priorité : sécurité des usagers et des EP, engagement de la société (vis-à-vis de l'État), contraintes d'exploitation, etc. ... Ce responsable contrôle l'ensemble des domaines de l'exploitation, il a donc un rôle d'arbitre. Les critères sont associés à des échelles de valeurs normalisées ; trois niveaux de priorité sont définis au Tableau 2.

Niveau de Priorité	Signification
Priorité $P1$	Risque Fort
Priorité $P2$	Risque Moyen
Priorité $P3$	Risque Faible

Tableau 2 : Les niveaux de priorité d'intervention

Un EP d'urgence U_i (dans le cadre d'une opération) est évaluée en Priorité d'intervention P_j . Cette évaluation se fait en fonction des critères de priorité : ceux-ci expriment le point de vue du chef de service sur les opérations au niveau de la stratégie de gestion du patrimoine d'ESCOTA. C'est une analyse de *risque stratégique* : l'opération est évaluée selon chaque critère en termes de retour sur investissement (voir sections précédentes I.2.4 et I.3.2) ; il s'agit d'évaluer le risque à faire ou ne pas faire l'opération en fonction de chaque critère. En effet, lors de l'évaluation d'une opération concernant une chaussée par exemple, on évalue le risque à faire ou ne pas faire l'opération en termes de sécurité, d'exploitation de l'autoroute (possibilité de neutraliser une voie, pendant quelles tranches horaires, etc.), ou en termes financiers [Trouillet, 00]. Retarder une opération de maintenance peut conduire ultérieurement à une opération plus lourde et donc plus onéreuse.

De plus, ce niveau d'évaluation s'exerce sur l'ensemble des métiers représentés dans le service de gestion de patrimoine infrastructure : il faut évaluer les urgences signalées par chacun des experts métiers selon un référentiel unique. Les évaluations des cinq experts métiers doivent être rendues commensurables. Nous nous appuyons sur la méthode MACBETH [Bana e Costa *et al.*, 94] pour accompagner le décideur dans cette tâche (voir sous-section 3.1 du chapitre III). Le chef de service évalue et arbitre les opérations en prenant en compte les cinq domaines de gestion de patrimoine. Cette étape clôture l'analyse de risque au niveau de la stratégie de l'entreprise. Le chef de service peut alors mettre en place une planification des opérations ainsi évaluées *en priorité* et proposer des programmes pluriannuels.

Synthèse

La Figure 15 résume l'enchaînement des niveaux d'évaluation / validation constituant le processus de décision en matière de gestion du patrimoine chez ESCOTA. La figure fait apparaître les dimensions nouvelles d'analyse apportées à chaque niveau hiérarchique du processus de décision, de la mesure jusqu'à la planification. L'apport et l'interprétation des informations à chaque niveau fonctionnel enrichissent le contenu décisionnel du flux d'informations. Une décision ne se prend jamais sur

l'information brute, mais sur l'interprétation que l'on en fait dans un contexte et à un niveau fonctionnel donné. Notons encore qu'on y retrouve l'idée de boucle cognitive que nous avons évoquée dans les travaux de H.A. Simon, propre à tout processus décisionnel complexe en organisation.



Figure 15 : une décision multicritère hiérarchisée

Sur la base de la Figure 15, nous avons initié la décomposition du processus décisionnel concernant la gestion du patrimoine chez ESCOTA : il y a d'abord l'analyse technique de l'état des éléments du patrimoine (chaussées, ouvrages d'art, ... etc.), puis l'évaluation des opérations correspondantes en terme d'urgence d'intervention, puis la validation et l'évaluation en priorité de ces opérations et enfin les propositions de planification. Cette décomposition ou hiérarchisation des étapes de la décision est représentée à la Figure 16. Notons que si l'objectif général de notre projet peut s'énoncer de façon très synthétique comme « optimiser la planification pluriannuelle des opérations d'entretien, de maintenance et d'amélioration » et nous orienter ainsi intuitivement vers des solutions relevant strictement de la recherche opérationnelle et la formulation mathématique d'un problème d'optimisation, la complexité du processus décisionnel dans l'organisation nous a contraints au préalable à formaliser et décomposer ce processus en phases élémentaires (Figure 15 et Figure 16). Nous le verrons au chapitre III, ces phases élémentaires font appel à des outils mathématiques qui ne relèvent pas nécessairement de la recherche opérationnelle.

Chaque EP passe par trois niveaux d'analyse dans le cadre d'une opération : le bilan de santé (diagnostic Figure 16), l'évaluation en urgence (expertise métier Figure 16), puis en priorité (analyse de risque stratégique Figure 16). Sur la base des évaluations en priorité, le chef de service peut enfin proposer un programme de planification pluriannuel qui, une fois validé, débouche sur la programmation des travaux.

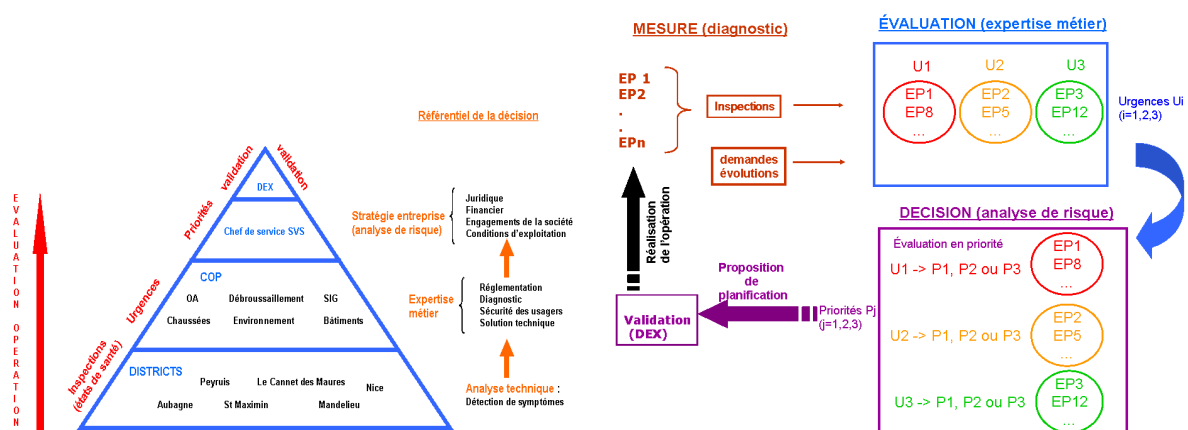


Figure 16 : décomposition du processus décisionnel chez ESCOTA

La décomposition et la formalisation du processus décisionnel de la gestion du patrimoine ont conduit ESCOTA à lancer le développement de l'outil d'aide à la décision SINERGIE (Système INteractif d'Evaluation pour le Renouvellement et la Gestion de l'Infrastructure d'ESCOTA). Ce logiciel doit constituer une évolution significative du fonctionnement de la gestion du patrimoine avec :

- la mémorisation et le partage des connaissances comprenant l'état 0 des EP, ainsi que les données de localisation, de trafic, de zone urbaine, de zone sismique et de topologie ;
- l'accompagnement pour l'analyse de risque lors des évaluations en urgence et priorité d'intervention. L'analyse de risque relève d'un diagnostic pour les inspecteurs, de l'expertise technique pour l'expert et se situe au niveau de la stratégie d'entreprise pour le chef de service ;
- l'identification et la modélisation des processus d'évaluation multicritère en urgence et priorité ;
- le suivi des évaluations en urgence et priorité affectées aux opérations ;
- l'archivage proposant l'historique de l'état des EP, des opérations, des bilans de santé ;
- la supervision de l'activité car SINERGIE fournit une représentation synthétique de l'état du patrimoine à un instant donné sous la forme d'une carte synoptique ;
- l'aide à la justification en permettant d'identifier les dimensions déterminantes de l'analyse de risque hiérarchisée qui ont conduit à l'évaluation en priorité de telle ou telle opération ;
- l'aide à la planification à proprement parler.

I.5 Conclusion

Le vieillissement des infrastructures est une préoccupation constante des maîtres d'ouvrage qui doivent garantir la sécurité des usagers et le bon fonctionnement des infrastructures dont les enjeux, nous l'avons vu, ne s'expriment pas en termes de diagnostic (matériaux), mais en termes de performances sur les ouvrages.

Ainsi, il est indispensable pour les gestionnaires de superviser et évaluer en permanence l'état de santé de l'infrastructure afin de programmer les opérations nécessaires d'entretien, d'amélioration ou de mises à niveau. La gestion de patrimoine est un problème complexe qui induit de nombreuses décisions dans un contexte multi acteurs et multicritères. Les coûts de maintenance sont difficiles à identifier et les entretiens sont programmés selon des valeurs d'indicateurs et des résultats d'inspections sans prendre en compte tous les autres aspects de la décision (réglementation, environnement, ...).

Concernant les aspects de recherche en logique de la décision, c'est en 2004, que la société ESCOTA a décidé de se doter d'un système informatisé d'aide à la décision, SINERGIE, fondé sur une volonté de transparence dans les décisions, de responsabilisation de ses personnels à chaque niveau d'intervention et de justification de sa logique décisionnelle dans un contexte multicritère et multi acteurs.

Les différentes caractéristiques de la décision en organisation, ainsi que la problématique de la gestion de patrimoine dans le BTP, telle que nous les avons exposées dans ce chapitre, puis l'instanciation de ces considérations générales à la problématique d'ESCOTA nous confortent dans l'idée que SINERGIE doit permettre :

- Le décloisonnement des acteurs des logiques de mesure, d'évaluation et de décision, en assurant le partage et la remontée de l'information et ainsi de faciliter l'établissement des priorités d'intervention des opérations ;
- La gestion informatisée de l'ensemble des données relatives à l'état du patrimoine et leur traitement automatisé en vue de la programmation d'opérations ;
- La prise en compte des multiples critères d'évaluation propres à chaque domaine d'expertise, à chaque niveau fonctionnel de l'exploitation ;
- D'itérer sur les phases de mesure ou d'évaluation lorsque le décideur requiert un complément d'information ou une validation d'expertise suite à l'identification d'un point sensible, imprécis ou incomplet dans le dossier d'une opération ;
- De capitaliser le résultat des différentes étapes d'évaluation pour proposer une aide à la planification pertinente dont le processus de construction repose sur l'ensemble des acteurs de la gestion du patrimoine.

Le traitement de l'information, son acquisition et son partage sont donc au cœur de la solution développée et l'approche choisie par ESCOTA s'inscrit, par là, totalement dans la lignée du modèle de Simon. Une attention toute particulière est portée à l'aspect multicritère de l'évaluation de l'état du patrimoine, de l'urgence et de la priorité des opérations afférentes. Sur la base d'une analyse de sensibilité de l'évaluation multicritère, il sera alors possible de fournir une trace de la logique des décisions quant à la politique de gestion du patrimoine sur la base des éléments techniques, réglementaires, sécuritaires et financiers gérés par le système d'information.

Même si, en dernier ressort, la décision finale (dans ce cas, il s'agit de décider d'effectuer une opération) incombe à un individu clairement identifié (le chef de service SVS), celle-ci doit résulter de la gestion contrôlée des interactions entre tous les acteurs du processus décisionnel : du processus d'évaluation du bilan de santé à la programmation de l'opération. Les intervenants dans la gestion du patrimoine, c'est-à-dire les Districts, les experts métiers (EM ou COP), le chef de service SVS, conditionnent directement la décision en fonction des informations dont ils disposent et chacun, selon sa fonction, ses responsabilités, son expérience, et son savoir-faire, peut les interpréter différemment. Ces intervenants sont indissociables du processus de décision car ils sont les seuls capables d'apprécier la diversité et la complexité des données. Le logiciel SINERGIE que nous allons présenter dans les chapitres suivants doit donc en premier lieu encourager le partage de l'information et supporter le processus d'évaluation collective pour proposer in fine une aide à la planification pertinente et résultant de toute la chaîne de l'information—du relevé de symptômes à la programmation d'une opération, en passant par son évaluation en urgence et en priorité.

Le chapitre II qui suit va donc s'attacher à reprendre les fonctionnalités attendues de SINERGIE que nous venons de lister et à décrire la solution logicielle retenue pour y répondre. Le chapitre III, lui, reprendra à son tour les fonctionnalités principales de SINERGIE, mais cette fois-ci, pour en décrire les supports mathématiques. Enfin, le chapitre IV illustrera l'utilisation du logiciel sous la forme d'un document qui pourrait s'apparenter à un manuel utilisateur.