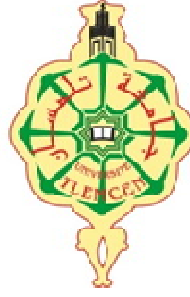


Université
Aboubekr Belkaïd
Tlemcen



جامعة
أبو بكر بلقايد

Faculté de Technologie
Département de Génie civil
Laboratoire Eaux et Ouvrage dans leur Environnement

L'ingénierie des systèmes appliqués à l'autoroute est-ouest

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Génie Civil
Option : Géotechnique et Environnement

Présenté par

Mr Mohammed KERBOUA

Ingénieur d'état en Voie et Ouvrage d'Art

Soutenu le devant le Jury composé de :

➤ Zendagui. D	Maître de Conférences "A"	Univ. Tlemcen	Président
➤ Bekkouche. A	Professeur	Univ. Tlemcen	Encadreur
➤ Sari. Z	Professeur	Univ. Tlemcen	Examineur
➤ Benyeles. Z	Maître assistant "A"	Univ. Tlemcen	Examineur
➤ Boucif. M	Ingénieur, Chef de section egis route (BCS)		Examineur



Remerciements

Tout d'abord je remercie le bon Dieu de m'avoir donné la force et le courage pour mener à bien ce travail.

*Je tiens à remercier Pr **BEKKOUCHE.A** et Dr **MEGNOUNIF.A** d'avoir accepté de diriger ce travail.*

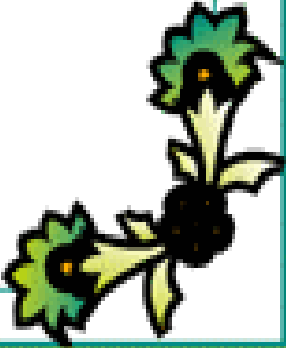
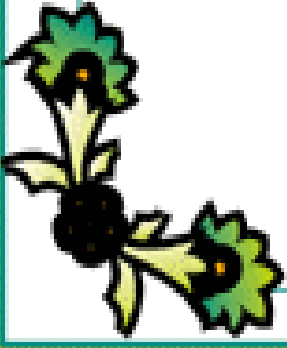
Je voudrais exprimer mes vifs remerciements à mes responsables de la DPLO « Mazoudj Aissa et Metahri boumediene » et tous mes collègues de l'ANA et l'AGA

Je voudrais aussi remercier tous les professeurs qui ont contribué à ma formation.

Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de mon profond respect pour avoir pris la peine d'examiner le manuscrit.

Mes remerciements vont également à toutes celles et ceux et qui de près ou de loin m'ont apporté aide et encouragements.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma parfaite considération.



KERBOUA MOHAMMED

Dédicaces

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.

Je dédie ce travail :

-A ma très chère femme qui a veillé sur moi durant toutes les pénibles journées et longues nuits de travail.

- A ma petite fille Meryem rimasse

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chap1. Introduction à l'ingénierie des systèmes	
1.1 Introduction.....	3
1.2 Définition d'un système.....	5
1.2.1 Introduction.....	5
1.2.2 La structure des systèmes.....	6
1.2.3 Processus cycle de vie d'un système.....	9
1.3 Les éléments et propriétés d'un système.....	16
1.3.1 Eléments du système.....	16
1.3.5 Propriétés des systèmes.....	18
1.4 L'ingénierie des systèmes.....	20
1.4.1 Définition.....	20
1.4.2 Processus de l'ingénierie de systèmes.....	21
1.4.3 Les normes de l'ingénierie des systèmes.....	25
1.5 Analytique Vs la systémique.....	31
1.6 Management de l'ingénierie des systèmes.....	33
1.6.1 Les éléments et les propriétés du management de l'ingénierie des systèmes.....	33
1.6.2 Les activités des systèmes ingénierie management.....	35
1.6.3 Les propriétés des processus.....	36
1.6.4 Les environnements du management de l'ingénierie des systèmes.....	37
1.6.5 Les boucles d'apprentissage dans l'organisation du management de l'ingénierie des systèmes.....	38
1.6.6 La limitations.....	39
1.6.7 Relation entre les SEM et le SEMP.....	39
1.6.8 L'analyse fonctionnelle et la commande.....	44
1.7 Management des risques.....	45
1.7.1 Évaluation des risques.....	45
1.7.2 La stratégie de réduction de risque.....	47
1.7.3 Approche pour l'exécution de commande.....	47
1.7.4 Contrôles de sécurité techniques.....	50
1.7.5 Management des risques résiduels.....	51
1.7.6 Importance de management des risques.....	51

1.7.7 Méthode d'Analyse des risques.....	52
1.7.8 Les Conditions de réussite d'un système.....	53
1.8 Conclusion.....	56

Chap2. L'autoroute et le développement durable

2.1 Généralités.....	57
2.2 Présentation du développement durable.....	59
2.2.1 Définition.....	59
2.2.2 Principes de base du développement durable.....	61
2.2.3 Le développement durable et les projets d'infrastructures routières.....	62
2.3 Aperçu général des autoroutes.....	64
2.3.1 Généralités.....	64
2.3.2 Le développement des autoroutes.....	65
2.4 Les tendances du développement autoroutier.....	66
2.5 Les autoroutes et le développement économique.....	66
2.5.1 La position du transport routier dans le système de transport.....	66
2.5.2 L'autoroute un moyen économique de transport.....	68
2.5.3 L'autoroute et l'industrie automobile.....	68
2.5.4 L'autoroute et l'industrialisation des hautes techniques.....	69
2.6 Principaux composants d'une section d'autoroute.....	70
2.6.1 Chaussée.....	70
2.6.2 Accotement.....	70
2.6.3 Bande centrale.....	70
2.6.4 Bande centrale d'isolation.....	71
2.6.5 Aménagement de l'environnement.....	72
2.7 Conclusion.....	73

Chap3. Le système de transport en Algérie

3.1 Introduction.....	74
3.2 La prévision du trafic en Algérie.....	75
3.3 Aperçu sur le secteur des transports en Algérie.....	76
3.3.1 Introduction.....	76
3.3.2 Les modes de transport en Algérie.....	77
3.4 Le système de transport algérien dans le contexte maghrébin et euro-méditerranéen.....	91

3.4.1 Introduction.....	91
3.4.2 Définition et promotion d'un réseau transméditerranéen de transport multimodal.....	92
3.4.3 La transmaghrebine.....	93
3.5 Les autoroutes algériennes.....	93
3.5.1 Introduction.....	93
3.5.2 L' autoroute est – ouest.....	98
3.6 Conclusion.....	99

Chap. 4 Ingénierie du Système l'Autoroute EST – OUEST

4.1 Introduction.....	101
4.2 Les donnés du système	102
4.2.1 Présentation chronologique de l' autoroute Est- Ouest.....	102
4.2.2 Les grandes études.....	103
4.2.3 Les instruments institutionnels de base	104
4.2.4 Les chiffres important de système	105
4.2.5 Consistances physique de l' autoroute Est Ouest.....	106
4.3 Les besoins de l' Autoroute.....	107
4.3.1 Les qualités internationales.....	107
4.3.2 Les emplois générés.....	107
4.3.3 Diminuer les accidents, renforcer la fiabilité de sécurité.....	108
4.3.4 Un projet rentable.....	108
4.3.5 Des trajets plus rapides et plus sûrs.....	108
4.3.6 Les besoins futurs.....	109
4.3.7 Le programme d'approvisionnement prévisionnel	109
4.3.8 Les acteurs et le financement du système.....	113
4.3.9 Procédure de passation du marché et pièces contractuelles.....	114
4.4 Analyse fonctionnelle du système	115
4.4.1 Objet du Analyse fonctionnelle.....	115
4.4.2 Analyse fonctionnelle du système autoroute EST-OUEST.....	115
4.5 Requirements breakdown structure (RBS)	151
4.5.1 Exemple RBS	156
4.5.2 RBS Pour notre système.....	156
4.5.3 Processus d' allocation.....	156

4.6 L'architecture du système	158
4.7 La maison de la qualité	158
4.8 Investissement dans les ressources humaines.....	160
4.8.1 Gestion des compétences et formation.....	166
4.8.2 Mise en place des structures de la DPN.....	166
4.9 Analyse des Risques.....	168
4.9.1 Introduction.....	169
4.9.2 Méthodologie d'analyse de retard.....	169
4.9.3 Gestion et traitement des produits non-conformes.....	172
4.9.4 Sécurisation des travaux au niveau des chantiers.....	173
4.10 L'influence des conditions intérieures sur la pérennisation du système	174
4.10.1 L'influence de la régie du projet sur la pérennisation du système	174
4.10.2 L'influence du génie intérieur sur la pérennisation du système	174
4.10.3 L'influence des frais de péage routier sur la pérennisation du projet.....	174
4.10.4 L'influence de la réévaluation de la qualité des travailleurs sur la pérennisation du projet.....	174
4.10.5 Méthode d'évaluation de la durabilité du projet autoroutier.....	174
4.10.6 Évaluation des résultats du projet de construction autoroutier.....	176
4.10.7 L'influence des conditions extérieures sur la pérennisation des objectifs du projet.....	176
4.11 Conclusion.....	178
Conclusion générale	179

Introduction générale

Le développement des voies de communication constitue un instrument incontournable de toute politique d'aménagement du territoire et de développement d'un pays. L'Algérie a connu une forte croissance de sa population depuis son indépendance, nécessitant davantage de développement des grandes infrastructures de base, surtout de transport, pour répondre aux besoins exprimés par la population. Le trafic routier représente plus de 85% du secteur de transport. L'idée d'une autoroute Est-Ouest est déjà apparue dès la décennie 70.

L'autoroute algérienne Est-Ouest s'intègre dans le grand projet régional de l'autoroute maghrébine, longue de 7000 kilomètres et dont la réalisation est retenue par les pays de l'UMA. Lancé depuis le début des années 80, devenu l'otage du prix du pétrole, le projet était bloqué à plusieurs reprises suite aux différentes crises qui ont secoué le pays. Cette dernière décennie, l'état algérien a fait de ce projet l'une des grandes priorités du pays. D'une valeur de 805 milliards de dinars, (11 milliards de \$, le chiffre peut atteindre 13 milliards de \$ selon les estimations du ministère des TP pour des travaux imprévisibles, le projet de l'autoroute Est-Ouest est qualifié de plus grand chantier de l'histoire du pays par sa taille et son importance.

Ce méga projet présente une durée de vie de 27 mois pour le réaliser, qui reliera Tlemcen à El Tarf sur une distance de 1 216 km, desservant les principaux pôles, touchant 32 wilayas. Deux groupements d'entreprises ont décroché les marchés de ce programme neuf de septembre 2006. Le consortium japonais COJAAL, pour le lot Est de 399 km de Bordj Bou Arreridj à la frontière tunisienne. Le groupe chinois CITIC-CRCC, pour le lot Centre de 169 km de BBA à Chlef et le lot Ouest, 356 km, allant de Chlef à la frontière marocaine. Le reste, 175 km, en dehors des rocadés, malgré les nombreuses contraintes enregistrées en cours de la réalisation du projet, les données ministérielles ont estimé acceptable l'état d'avancement du projet. Quant à l'impact socioéconomique et environnemental, l'autoroute Est-Ouest peut engendrer des effets environnementaux négatifs pour le pays mais elle donnera un nouveau souffle pour l'activité économique du pays.

La mise en œuvre de toute stratégie de développement qui prend en considération les besoins et les défis externes nécessite des actions planifiées et soutenues en matière d'investissement dans les

infrastructures de base tenant compte des impératifs d' une politique d'aménagement du territoire optimale ayant comme objectif une certaine harmonie entre les activités socio- humaines et la protection de l' espace naturel. En plus de la mise en place de stratégies cohérentes, un tel effort d'investissement requiert également un climat institutionnel serein favorisant la participation des divers partenaires, publics et privés d'une part, nationaux et internationaux d'autre part.

Un système est un ensemble d'étapes et d'activités coordonnées ayant pour but de répondre à un besoin exprimé par un client dans un délai imparti et avec un coût estimé au préalable.

La maîtrise de la complexité croissante tant des infrastructures, ainsi que de notre organisation socio-économique repose sur des systèmes de plus en plus complexes et vitaux.

Management de l'ingénierie de système consiste à concevoir et réaliser des systèmes dont la complexité réside principalement dans le nombre, l'hétérogénéité des technologies et constituants qu'elle intègre. Elle s'effectue généralement dans un cadre contractuel où l'intégrateur (maitre d'œuvre), s'engage à fournir une solution répondant aux besoins exprimés par son client (maitre d'ouvrage), dans des conditions de cout, délais, fonctionnalités et qualités fixés.

Face aux enjeux du développement durable que sont l'environnement, la consommation d'énergie et la sécurité, l'Autoroute doit être entendue selon deux aspects. Elle est à la fois un système immobile où elle concerne l'infrastructure et un système mobile où elle concerne les déplacements des personnes et des marchandises. Á chacun de ces deux aspects correspond un certain nombre de phases identiques au cours d'une échelle de temps communément appelée durée de vie. Le but de cette recherche est de mettre en évidence les réponses qui y sont apportées par l'approche du système Autoroutier (immobile et mobile). L'étude se termine par une analyse globale des réponses apportées par le système aux enjeux évoqués par les besoins des clients de ce système.

La prise en compte du développement durable, les innovations techniques et les normes algériennes doivent faire évoluer les règles et pratiques de conception des infrastructures et des ouvrages. Des guides et des outils doivent être proposés aux concepteurs et projeteurs pour les accompagner dans ces changements.

Chap1. Introduction à l'ingénierie des systèmes

1.3 Introduction

La dialectique entre, d'une part la complexité inhérente à la dimension systémique, transversale et transdisciplinaire, et d'autre part la nécessaire simplicité requise pour son intégration dans le monde industriel, est à l'origine de notre problématique de l'intégration d'ingénierie de système dans les projets de management d'ingénierie. [1]

Plus d'un siècle après le rationalisme de Descartes (discours de la méthode 1837), sont publiées, en deux tomes, à Londres (1971), les œuvres d'un certain Mirabaud, intitulées « Système de la nature ou des lois du monde physique et du monde moral ». [2]

A la fin du XIX^{ème} siècle, Emile Boutroux, professeur à la Sorbonne, publie en 1874 « de la contingence des lois de la nature », où l'on trouve la réflexion suivante : « chaque monde contient quelque chose de plus que les mondes qui lui sont inférieurs. ». La théorie des systèmes a été fondée par William Ross Ashby et d'autres entre les années 1940 et les années 1970 . [2]

La démarche systémique actuelle est associée à la mondialisation qui a stimulé la prise de conscience de la complexité (du cosmos, des organismes vivants, des sociétés humaines, et des systèmes artificiels conçus par les hommes). Elle a évolué vers l'étude de la complexité, avec une attention particulière aux systèmes dynamiques et évolutifs. Elle a donné lieu à de nombreuses applications, en biologie, en écologie, en économie, dans le management des entreprises, l'urbanisme, l'aménagement du territoire et les thérapies familiales.

En réaction aux difficultés rencontrées par les tentatives d'application des théories cybernétiques aux organisations et à la société dans son ensemble, un nouveau courant de systémique a émergé en Angleterre avec Peter Checkland et aux Etats-Unis avec Karl E. Weick. Aussi appelé « systémique de

3ème génération », ce courant développe une épistémologie et des démarches spécifiques aux organisations et systèmes sociaux. [7]

Aucun individu ou industrie ne peut être crédité de l'idée de la gestion des projets.

Ils sont souvent associés au missile et aux programmes spatiaux tôt des années 60, mais clairement ses origines retournent beaucoup plus tôt. Les techniques de la gestion des projets sont apparues probablement la première fois dans les travaux de construction principaux de l'antiquité, tels que les pyramides, l'aqueduc romain, et la Grande Muraille de Chine. Plus tard, ces techniques ont été améliorées et modifiées pour l'utilisation sur d'autres formes de projets de construction, tels que la construction navale.

La vulgarisation parmi les travaux de construction exige des organismes spéciaux, travail, équipements, et ressources matérielles juste afin de réaliser un travail.

Le progrès technique se fonde sur une dynamique de compréhension toujours plus approfondie.

Ils se créent régulièrement de nouveaux procédés et de nouveaux systèmes toujours plus complexes.

Ces systèmes « artefacts » sont aujourd'hui multifonctionnels et intègrent des services divers créant des secteurs industriels et socio-économiques à l'échelle mondiale : la santé, les transports routiers, aériens et maritimes, les télécommunications, la défense. . . Cela a conduit à la création d'un spectre de disciplines scientifiques nouvelles : les « sciences de l'ingénieur » où l'on va trouver les méthodologies, les méthodes et les outils pour concevoir, fabriquer et exploiter ces nouveaux systèmes et systèmes de systèmes. Alors que dans les grands systèmes naturels (astrophysique, météorologie, sciences de la terre, etc.) l'homme est dans la prédiction et l'observation, cherchant à comprendre, l'homme est, dans les systèmes « artefacts », concepteur puis client et enfin exploitant. Dans les deux cas, l'homme est face à la complexité. Dans l'étude des phénomènes naturels, on mesure cette maîtrise par la qualité des prédictions des comportements. Dans la conception de systèmes, on mesure la maîtrise grâce à des critères de « conformité » aux « exigences » d'un cahier des charges, dans le respect de l'environnement (développement durable).

Il s'agit donc d'abord de définir une méthodologie, une démarche en adéquation avec des outils existants (ou sur le point de le devenir) pour la mettre efficacement en œuvre : c'est un objectif central de l'ingénierie système. On comprendra mieux l'importance de la disponibilité de cette méthodologie en considérant le chemin parcouru ces dernières années en modèles de systèmes. Il était commun d'attribuer la création d'un système à un inventeur entouré d'une équipe. Le succès est aujourd'hui toujours le résultat d'une maîtrise technologique mais surtout le résultat d'une bonne organisation des activités.

Idéalement, une bonne ingénierie des systèmes va considérer toutes les « activités » utiles identifiables, les « planifier » selon des « étapes » parfaitement « spécifiées » et strictement « vérifiables », en utilisant au mieux tous les « moyens » disponibles pour développer un produit « conforme » dans le respect des « exigences » et des « contraintes » du projet.

Pour accéder à cet idéal, l'approche qui s'est imposée est assez classique :

- ✚ Inventorier tous les acteurs directs et indirects du développement (contexte),
- ✚ inventorier les activités utiles (classification en métier),
- ✚ dégager, pour chaque activité, les processus de gestion spécialisés les mieux adaptés,
- ✚ faire un travail de surveillance et de supervision pour bien articuler les différents processus entre eux selon des critères de performance et de conformité aux spécifications.

La démarche qui s'est montrée la plus efficace est collective : rassembler toutes les expériences possibles, standardisé, normalisé . . . pour capitaliser les acquis, échanger, et disposer de critères communs d'évaluation des performances et de la qualité. Cette recommandation inclut naturellement les exigences et les contraintes liées à la totalité du cycle de vie du produit et doit intégrer toutes considérations interférant couramment avec la bonne gestion de l'environnement.

Selon notre avis, les points 1, 2 et 3 sont sinon complets et maîtrisés du moins suffisamment avancés pour permettre des conceptions et des réalisations très complexes. Par contre, le point 4 est encore laissé largement entre les mains de l'homme.

1.4 Définition d'un système

1.2.1 Introduction

Si on revient à la bibliographie existante, on remarque qu'il existe plusieurs définitions d'un système, on peut citer quelques unes.

- ✚ La définition traditionnelle « Un système c'est un ensemble d'éléments en interaction mutuelle et en interaction avec l'environnement, organisés en fonction d'un but » [6].
- ✚ « Un système est un objet complexe, formé de composants distincts reliés entre eux par un certain nombre de relations. Les composants sont considérés comme des sous-systèmes, ce qui signifie qu'ils entrent dans la même catégorie d'entités que les ensembles auxquels ils appartiennent. Un sous-système peut être décomposé à son tour en sous-systèmes d'ordre inférieur ou être traité (au moins provisoirement) comme un système indécomposable, c'est-à-dire comme un système réduit à un seul élément » [7].

- ✚ Ensemble distinct d'actions identifiées, organisé selon un processus logique, observable en tant que tel. Il peut désigner aussi une ou plusieurs tâches exécutées par un ou plusieurs employés à l'intérieur d'un processus [2].
- ✚ « Une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité. Un système est défini et mis en œuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle et il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données » [7].
- ✚ « Un système est un processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques telles que des contraintes de délai, de coût et de ressources »[4].

La définition du système en ingénierie des systèmes comporte d'une part celle de ses sous-systèmes et constituants (matériels, logiciels, organisations et compétences humaines) et de leurs interfaces, sièges des interactions recherchées et d'autre part celle des processus, de leurs cycles de vie permettant de les concevoir, produire, vérifier, distribuer, déployer, exploiter, maintenir en condition opérationnelle et retirer en fin du cycle de vie.

1.2.2 La structure des systèmes

a) Introduction

Les éléments et les sous-systèmes sont liés ensemble par des rapports. La forme prise par ces rapports est désignée sous le nom de la structure du système. Le fonctionnement et l'efficacité d'un système est en grande partie déterminé par la « convenance » de la structure à l'objectif ou au but du système. La plupart des systèmes complexes ont des structures hiérarchiques comportant des niveaux organisés des sous-éléments dans des éléments, éléments au sein des sous-systèmes, et ainsi de suite. La structure d'organisation formelle représentée sur les figures 1.1 et 1.2 est un exemple d'une structure hiérarchisée [7].

La structure de système peut également être représentée comme réseau, qui montre les éléments d'un système de fonctionnement et la manière ils sont mis ou liés en corrélation. Dans un réseau, souvent les liens entre les éléments représentent l'écoulement de quelque chose. Par exemple, si le système est un processus physique (dire un procédé automatisé ou manuel), les éléments représentent les étapes ou les composants dans le processus, et les liens représentent l'écoulement du matériel et l'information entre eux.

La plupart des systèmes, y compris des projets, peuvent être conceptualisés comme hiérarchiques et systèmes de réseau. La figure montre un projet en termes de hiérarchie des tâches et des responsabilités.

L'élément X représente le projet entier et sa gestion ; éléments A, B, et C sont les domaines principaux des divisions et de gestion dans le projet ;

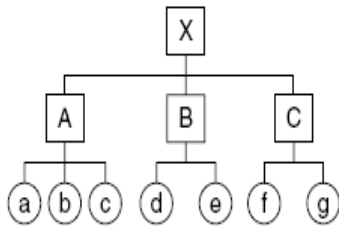


Fig.1-1 Structure hiérarchique [7]

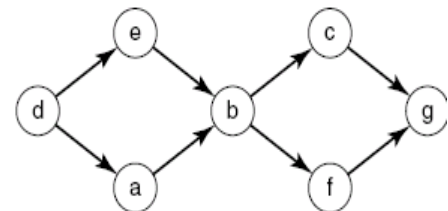


Fig.1-2 Structure de réseau [7]

b) Manières de conceptualiser des systèmes.

Les éléments (a à g) sont les tâches professionnelles spécifiques. La structure implique que les tâches a, b, et c toutes sont englobées sous la division A de gestion, les tâches d et e sont sous la division B, et ainsi de suite.

La figure 1.2 montre l'écoulement du travail dans la progression orientée temporellement pour le même projet. Le projet commencera par la tâche "d" ; sur l'accomplissement du "d", les tâches "e" et "a" seront commencées ; sur leurs accomplissements, la tâche "b" sera commencée, et ainsi de suite.

i) Planification de haut en bas

🚩 Attributs

- ❖ Mouvements du général au détail ;
- ❖ Basée sur des buts.

🚩 Forces

- ❖ Basée sur les acceptations et les tendances générales d'environnement de planification identifie des changements de l'environnement de planification et s'ajuste sur eux.

🚩 Faiblesses

- ❖ Peut perdre le foyer et l'objectivité sinon exécutés correctement ;
- ❖ Ne fournit pas le détail suffisant pour l'action efficace d'issues à courte portée.

ii) Planification de bas en haut

🚩 Attributs

- ❖ Basée sur des conditions courantes
- ❖ Utilise la technologie courante plus des extrapolations mineures

- ❖ Utilise une approche par accroissement et étape-par-étape

🚩 Forces

- ❖ Se prête à l'évaluation immédiate de la rentabilité
- ❖ Compatible à la méthodologie de conception conventionnelle de technologie

🚩 Faiblesses

- ❖ Tend à concentrer la vision sur des problèmes à court terme
- ❖ Produit des améliorations par accroissement toujours décroissantes
- ❖ Serrure-dans la technologie courante et la structure opérationnelle

c) Principes de système ouvert

Par l'adhérence à ces principes, les systèmes ouverts maintiennent l'efficacité de système et la flexibilité, collaborent et concurrencent les uns avec les autres, se protègent et deviennent cohésives, atteignent un équilibre équilibré, manipulent effectivement la complexité, déterminent et contrôlent leur comportement naissant et la structure en évolution, conservent les ressources, et surtout s'adaptent et soutiennent. Brièvement nous examinons les concepts qui sont à la base de chacune de ces stratégies ou attributs et leurs implications pour la technologie de SOS (système of système).

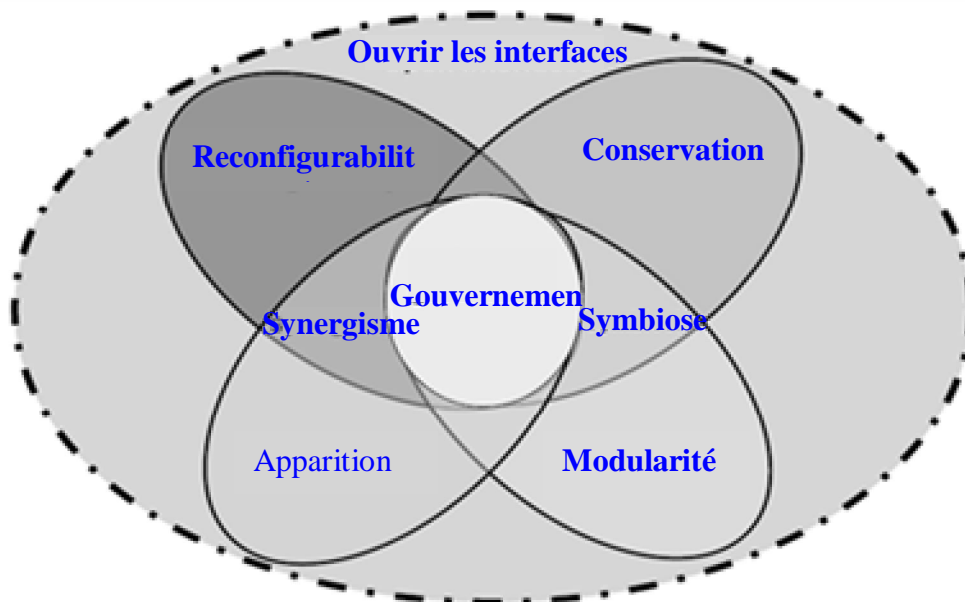


Fig.1-3 Principes fondamentaux de système ouvert [9]

i) Le principe d'interface

Contrairement aux systèmes fermés, les systèmes ouverts normaux ont des frontières perméables leur permettant d'échange de l'énergie d'échanger, la matière, et l'information avec d'autres systèmes et

avec l'environnement les entourant. Les systèmes ouverts, par les interfaces perméables, échangent des ressources et l'information parmi eux-mêmes leur permettant d'apprendre, s'adaptent, et évoluent.

ii) Le principe de synergisme

Le synergisme est l'interaction coopérative parmi les composantes d'un système de sorte que leur effet combiné soit plus grand que la somme de leurs différents effets. Une telle interaction coopérative est permise par les interfaces ouvertes. En nature, le développement de système n'est pas effectué en isolation de l'entourage de système. Par ouvert des interfaces, les systèmes normaux continuellement sont influencés par leur environnement et, à leur tour, influencent leur entourage. Basé selon le principe de synergisme, la connaissance recueillie de l'étude des systèmes constitutifs autonomes est nécessaire, mais non suffisante pour comprendre leur comportement coopératif dans un système.

iii) Le principe d'autonomie

De véritables systèmes ouverts sont caractérisés par des principes d'individu-gouvernement tels que la commande cybernétique (sang-froid), l'homéostasie (autorégulation), et le self-organisation. La commande cybernétique est la capacité de prévoir et commander un comportement de système par proactif (la réaction) aussi bien que les mécanismes réactifs (de rétroaction) à l'information de processus, réagir à l'information, et changer pour s'adapter. Le concept d'homéostasie a été inventé la première fois par Cannon (1932) [9] pour expliquer les mécanismes (par exemple, des méthodes ou des moyens de coopération agissant simultanément ou successivement) employés par les organisations vivantes pour maintenir leur constance ou conditions de fonctionnement équilibrées. C'est la capacité d'un système ouvert individu-de se régler et de maintenir le système sur une évolution équilibrée.

iv) Le principe d'apparition

L'apparition est l'occurrence des structures, des modèles, et des propriétés originaux et logiques pendant le processus du self-organisation dans les systèmes complexes [18].

v) Le principe de reconfiguration

Les systèmes ouverts normaux se modifient continuellement pour devenir plus adaptables aux changements de leur environnement. Plutôt qu'une stratégie de conception réactive et rigide, ils emploient des approches proactives et souples au développement et au soutien. Pendant que l'environnement change, de tels systèmes se modifient pour s'adapter aux changements sans intervention externe. L'adaptation est un processus lent provoqué par sélection naturelle.

vi) Le principe de symbiose

La symbiose est un rapport mutuellement salubre entre les systèmes ouverts. Chaque organisation a beaucoup de parasites internes qui l'aident à digérer la nourriture et à survivre. Par exemple, il y a un rapport symbiotique entre de petits poissons et requins.

vii) Le principe de modularité

Dans l'organisation hiérarchique de la nature, chaque niveau et chaque système est indépendant, dans une certaine mesure, des autres [14]. En nature, la conception modulaire est très répandue. En fait, les organisations complexes ont évolué et ont prospéré en raison de la modularité.

1.2.3 Processus cycle de vie d'un système

a) Le processus systémique

Pour le cycle de vie d'un système, il s'agit de gérer tous les processus, les sous-processus, tâches et opérations réalisés dans le système par les individus, et d'allouer les ressources de façon cohérente, en les planifiant, les organisant, les dirigeant, les supervisant et en les évaluant. Les résultats de l'évaluation sont réinvestis dans le système et le cycle du processus de gestion systémique d'ingénierie, comme l'illustre la figure 1.4.

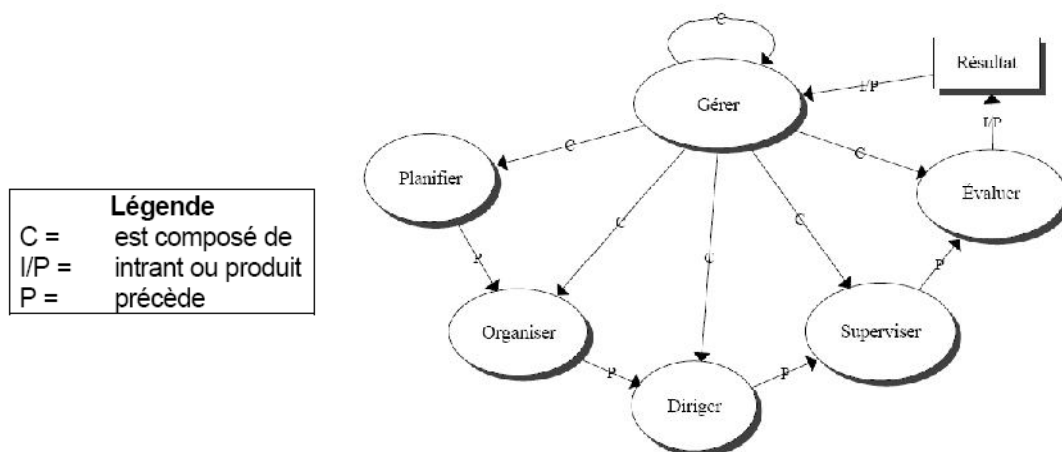


Fig.1-4 Le processus systémique [4]

Le processus systémique comprend cinq sous-processus : planifier, organiser, diriger, superviser et évaluer (voir figure 1.4). Les résultats, qui sont des « produits » des sous-processus, sont réinvestis dans le processus « Gérer » et un nouveau cycle recommence (boucle C sur « Gérer »). Bien qu'on doit planifier avant d'organiser, de diriger, de superviser et d'évaluer, des allers et retours constants sont à prévoir entre les différents sous-processus. Ces sous-processus sont décrits par Jomphe (1989) de la façon suivante [11].

- ✚ La planification vise essentiellement à établir une relation entre les objectifs et les moyens d'action, et cela en tenant compte des besoins et des contraintes tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du système. Elle est l'outil qui permet au manager d'adapter celle-ci aux réalités changeantes. C'est lors de la planification que les objectifs sont identifiés et élaborés dans le but d'atteindre la vision que l'équipe a développée.
- ✚ L'organisation concerne l'allocation des ressources et la répartition des pouvoirs et responsabilités ainsi que l'attribution des tâches aux diverses personnes rattachées au système. L'organisation vise l'intégration des sous-systèmes en mettant sur pied une structure qui permette l'atteinte des objectifs fixés lors de la planification.
- ✚ La direction vise la réalisation efficace des tâches, et pour ce faire, elle fait appel à la collaboration et à la participation de tous ceux et celles qui œuvrent dans ou pour le système, selon les pouvoirs et les responsabilités qui leur sont dévolus.
- ✚ La supervision vise l'optimisation des actions posées. Elle reflète les efforts que le gestionnaire du système déploie pour atteindre l'efficacité de son personnel. Dans ce cadre, la supervision est avant tout une relation d'aide.

b) Composantes d'un cycle de vie de systèmes

L'intégration de cycle de vie est nécessaire pour s'assurer que la solution de conception est viable durant toute la vie du système. Elle inclut la planification liée au produit et au développement de processus, aussi bien que l'intégration des soucis fonctionnels multiples dans le processus de conception et de technologie. De cette manière, les cycle-temps de produit peuvent être réduits.

La première étape concerne la définition du système dans son ensemble en mettant en avant les objectifs à atteindre et les contraintes possibles ainsi que les livrables du système (produit, missions, services fournis), ce qui amène à réaliser une étude d'opportunités et analyse des risques potentiels en rapport avec le système, cette étape permet d'évaluer la faisabilité du système en considérant plusieurs objectifs et contraintes de nature différente : économiques, financières, techniques, environnementales, sociales, l'étape suivante consiste en la réalisation d'un business plan qui mesure la faisabilité économique du système.

C'est un document qui présente une analyse de la rentabilité du système en présentant les hypothèses considérées en lien avec le marché ciblé, les usagers ou consommateurs, ainsi qu'une estimation des coûts d'exploitation et des bénéfices espérés. Il présente donc le compte d'exploitation prévisionnel.

Ce document sert également comme base de discussion avec de futurs financeurs ou actionnaires. Cette étape est caractérisée par un jalon, car elle alimente le processus de décision et permet de valider la viabilité du système.

Une fois la rentabilité du système évaluée, vient l'étape des spécifications techniques et l'expression des besoins. Un document est rédigé, le cahier des charges fonctionnel (**CdCF**).

Ce document est établi par le maître d'ouvrage ou le maître d'ouvrage délégué où il définit l'ensemble des spécificités du système, ainsi que les services attendus et les contraintes à respecter. Ce document sert de base pour lancer un appel d'offre. La négociation et la discussion autour du **CdCF** aboutit à la réalisation d'un cahier des charges techniques (**CCT**) réalisé par le maître d'œuvre qui définit les objectifs et caractéristiques techniques, les performances et les contraintes. Ces étapes caractérisent l'avant-projet, elles permettent d'évaluer la pertinence du système, d'évaluer sa faisabilité technique et économique et produire les documents nécessaires à la prise de décision.

Cette étape constitue un jalon important, elle est suivie par le lancement du système et sa réalisation. Une fois le système réalisé il est testé et validé par le maître d'ouvrage. Le système finalisé, vient l'étape d'utilisation et d'exploitation.

c) Cadre de processus de cycle de vie

Des nouvelles approches pour améliorer le développement des systèmes

- ❖ La productivité
- ❖ Les délais de conception, réalisation, maintenance
- ❖ La qualité
- ❖ Les coûts
- ❖ L'efficacité des systèmes

Les chiffres 25, 5, 2, 7,11 représentent successivement les composantes du cycle de vie du système, entreprise, agreement, projet et technique

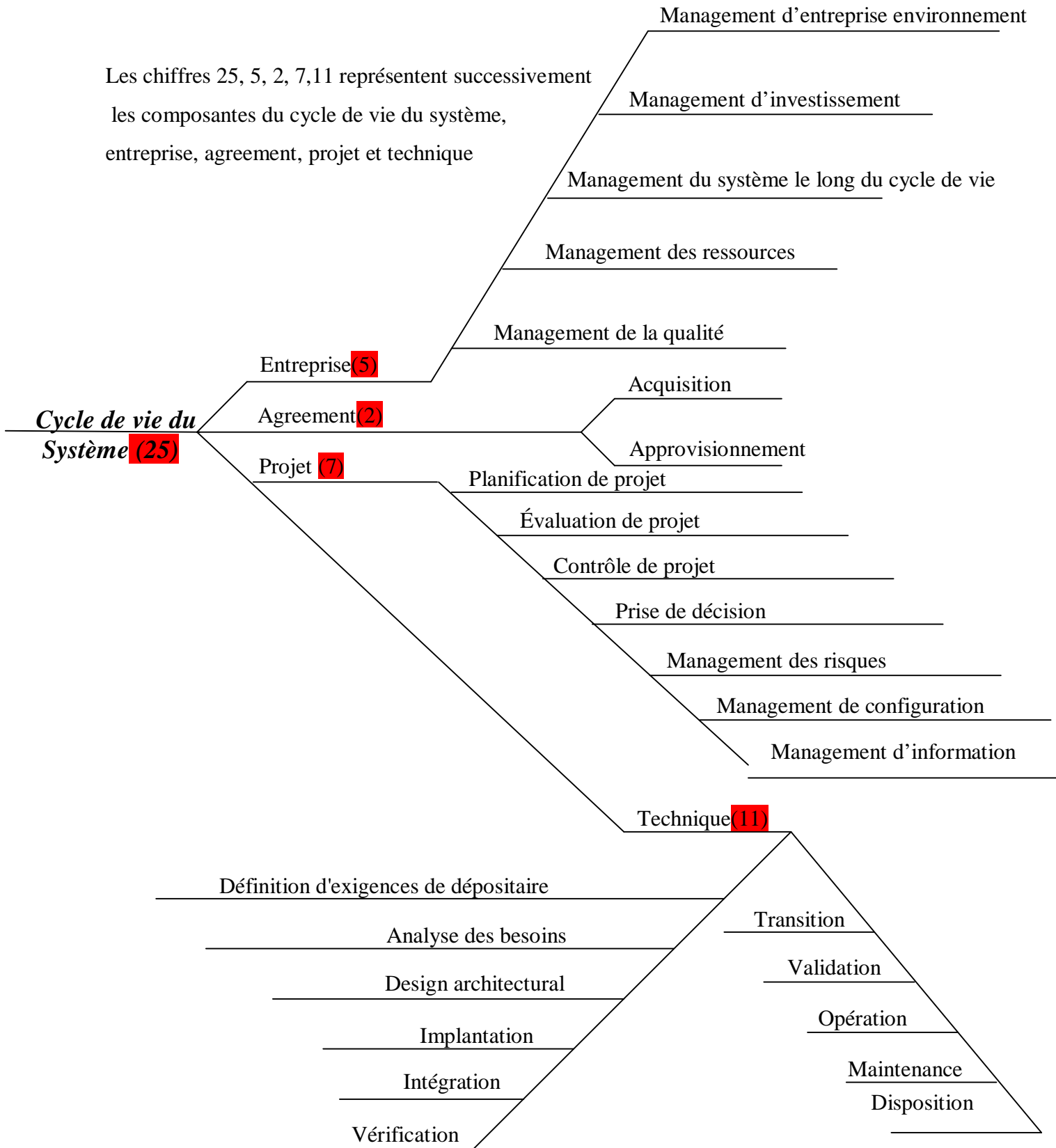


Fig.1-5 Cadre de processus de cycle de vie d'un système ingénierie [4]

d) Les différentes relations pendant les différentes périodes de la vie du système

En fonction de la nature du système, de sa taille et de sa complexité, la connaissance à la fois technique, et de réalisation dépend à la fois de l'expertise du maître d'œuvre et de l'unicité ou non du projet. Ainsi la connaissance autour du système augmente avec l'avancement du projet, elle est décrite par les figures 1.6 et 1.7 [10].

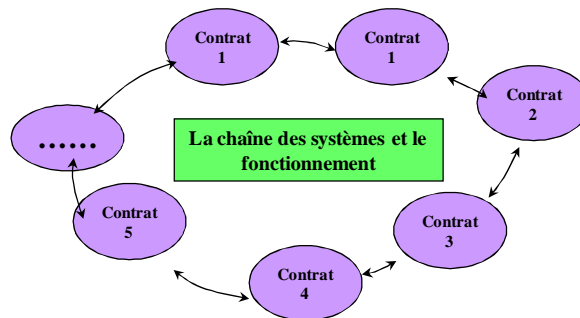


Fig.1-6 La chaîne des systèmes et le fonctionnement [10]

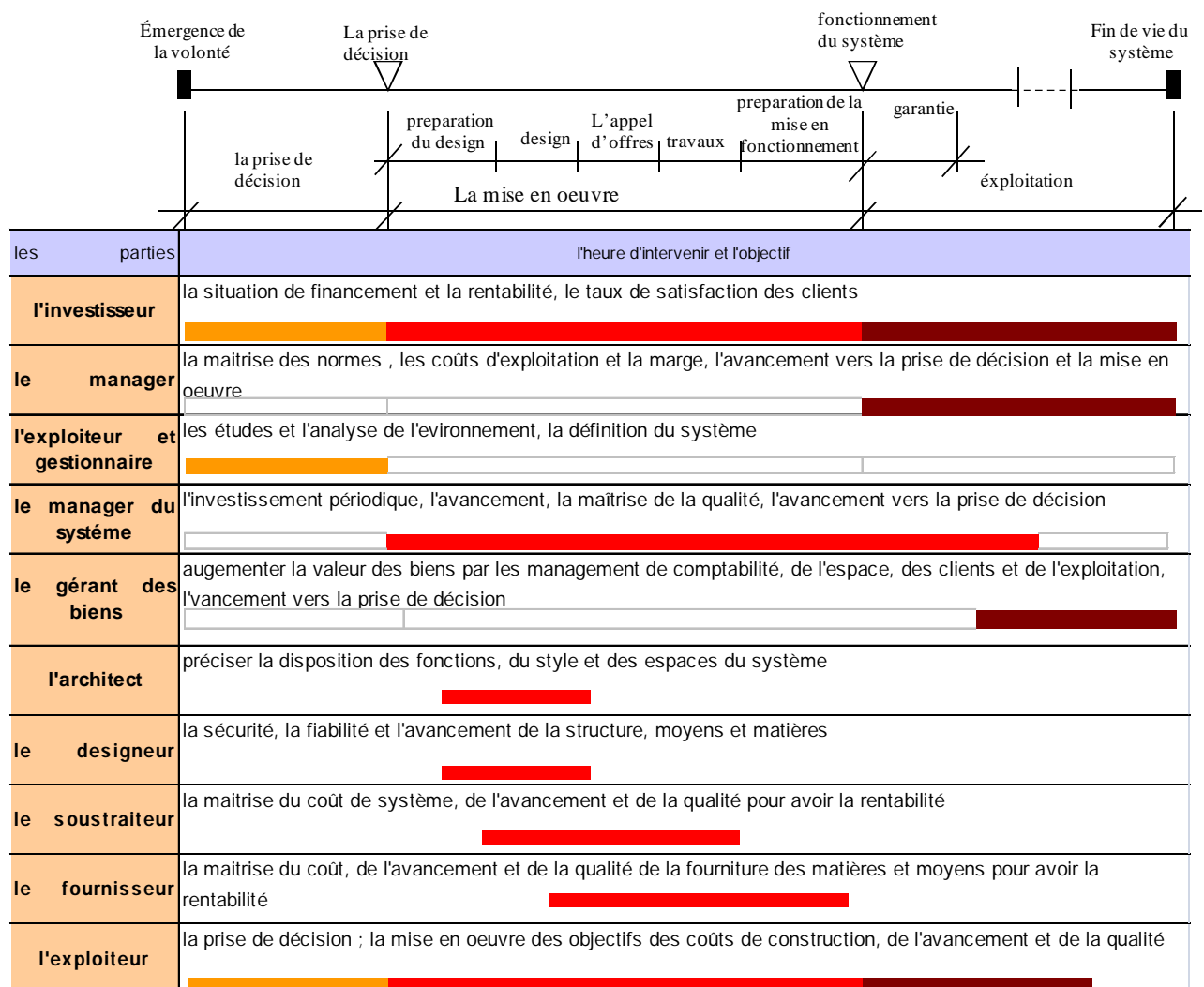


Fig.1-7 Les événements principaux pendant la vie du système [10]

e) Modélisation du cycle de vie d'un système

Les phases du cycle de vie d'un système peuvent être organisées de la manière suivante [9], [4]

Phase de conception :

- 🚧 définition du pré système ;

Phases de création :

- 🚧 définition du système ;
- 🚧 conception des sous-systèmes ;
- 🚧 conception détaillée ;

Phase de réalisation :

- 🚧 intégration, test et évaluation du produit final.

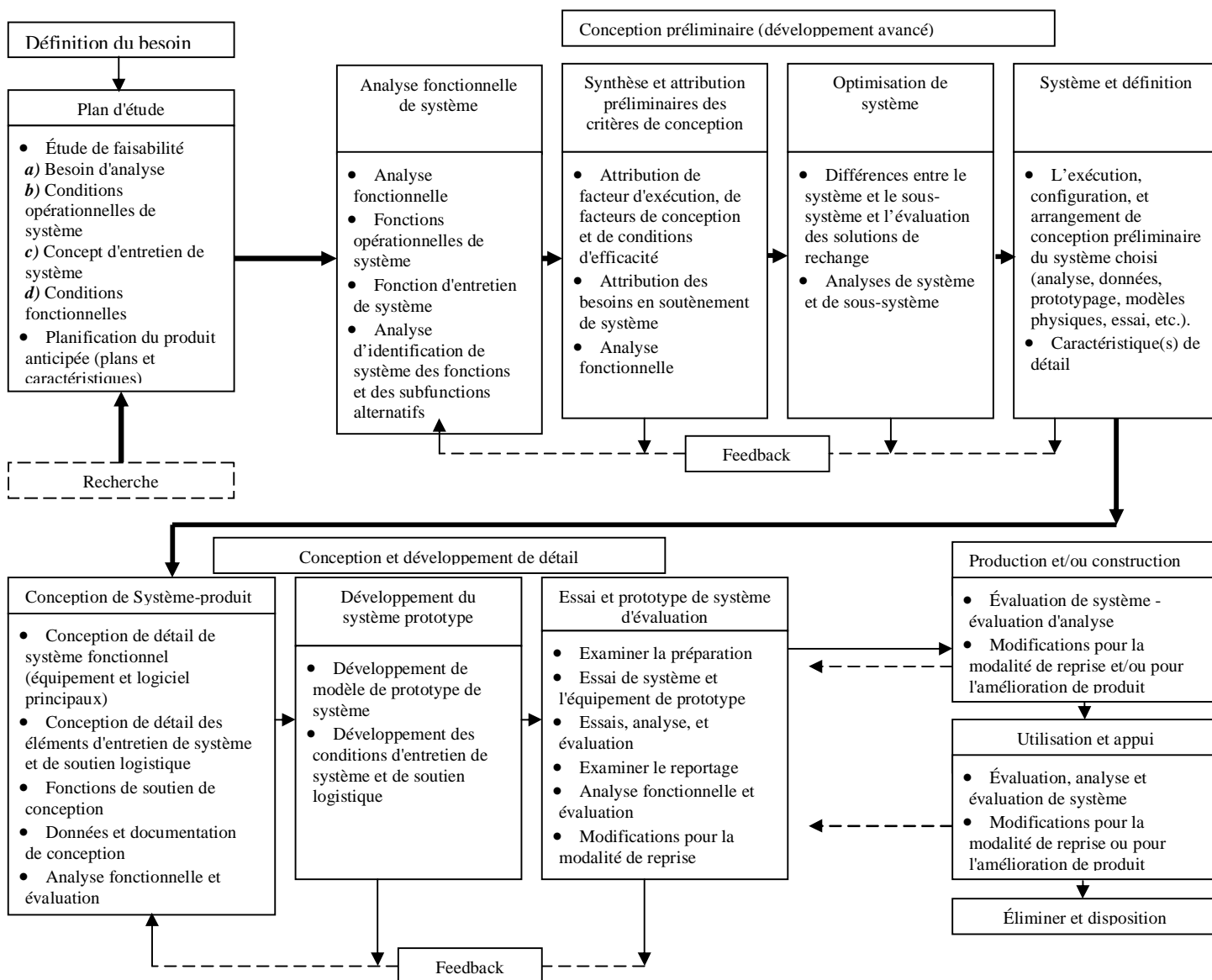


Fig.1-8 Le processus de cycle de vie de système [7].

Le tableau 1.1 ci-dessous donne la description de chacune des activités liées aux phases.

Il précise également les processus actifs au cours de chacune des phases.

Phase	Description des activités
Définition du Pré système	<p>La phase de départ du cycle de vie. Les processus de management technique, si possible, sont employés pour prévoir l'effort technique ou pour affiner l'effort technique décrit par les plans existants.</p> <p>Les processus de conception système sont appliqués, si possible, au building block de la couche supérieure du système pour déterminer les meilleurs concepts de système satisfaisant aux exigences de l'acquéreur ou pour affiner un concept précédemment sélectionné.</p>
Définition du système	<p>Les processus de conception système et, si possible, les processus de management technique et d'évaluation technique sont appliqués au building block de la couche supérieure d'un système pour établir les exigences spécifiées des produits finaux et pour définir les spécifications initiales incluant les spécifications d'interface pour les sous-systèmes de chaque produit final, et pour identifier les exigences des produits contributeurs.</p> <p>Les risques techniques sont limités durant cette phase.</p> <p>Avant le passage à la phase de conception des sous-systèmes, les revues techniques incrémentales appropriées et une revue de définition de système sont réalisées.</p>
Conception des sous-systèmes	<p>Les processus de définition du système et les processus de management technique et d'évaluation technique appropriés sont appliqués aux building blocks de la seconde couche du système pour établir les exigences spécifiées des produits finaux et pour définir les spécifications initiales incluant les spécifications d'interface pour les sous-systèmes de chaque produit final qui demandent un développement plus poussé, et pour identifier les exigences des produits contributeurs.</p> <p>Les risques techniques pour les sous-systèmes, les produits finaux et les produits contributeurs sont évités durant cette phase.</p> <p>Avant le passage à la phase de conception détaillée, les revues techniques incrémentales appropriées et une revue de définition de système sont réalisées.</p>
Conception détaillée	<p>Les processus de définition du système ainsi que les processus de management technique et d'évaluation technique appropriés sont appliqués aux buildings blocks de troisième couche ou inférieurs du système pour établir les exigences spécifiées et les dessins de définition ou documents des produits finaux et pour définir les spécifications initiales, incluant les spécifications d'interface pour les sous-systèmes de chaque produit final qui demandent un développement plus poussé, et pour identifier les exigences des produits contributeurs.</p> <p>Les risques techniques pour les produits finaux et produits contributeurs des couches inférieures sont évités durant cette phase.</p> <p>Avant le passage à l'effort de conception détaillée de niveau inférieur, les revues techniques incrémentales appropriées et une revue de définition de système sont réalisées pour les éléments de building blocks concernés.</p> <p>Lorsque la conception d'un produit final peut être faite par l'achat, la construction ou la réutilisation, le développement de ce produit final est terminé.</p>

	Un préalable au passage à la phase suivante du cycle de vie du produit est que les revues techniques de préparation du test et de préparation de la production soient complétées.
Intégration, test et évaluation du produit final	Les produits finaux sont obtenus à partir des fournisseurs, des acquéreurs (dans le cas d'éléments fournis par le client), prêts à l'emploi ou fabriqués sur la base des spécifications, documents ou dessins de conception détaillée. Les processus d'implémentation, de management technique et d'évaluation technique sont appliqués pour valider les produits finaux obtenus, pour assembler ou intégrer les produits finaux validés et pour vérifier que les éléments composés des produits finaux satisfont les exigences spécifiées. Le processus de transition vers l'utilisation est appliqué pour délivrer les produits finaux vérifiés à l'acquéreur de la couche supérieure en conformité avec les accords passés. Ensuite, les processus d'implantation, de management technique, d'évaluation technique et de transition vers l'utilisation sont appliqués, si nécessaire, aux buildings blocks de couches supérieures successifs jusqu'à la livraison des produits finaux et des produits contributeurs requis dans les accords établis pour le système ingénierie management.

Tableau 1.1 Description des activités liées à chacune des phases du cycle de vie des produits

1.5 Les éléments et propriétés d'un système

1.3.1 Eléments du système




Les principaux éléments d'un système sont :

Les composants : parties opérationnelles d'un système concernant ses : entrées, processus et sorties.

Les attributs : propriétés des composants, qui caractérisent le système.

Les relations : liens entre les composants et les attributs.

Les propriétés et le comportement de chaque composant (ou une partie) du système ont un effet sur les propriétés et le comportement du système. Ainsi, on distingue trois types de composants :

-  Composants structurels (statiques) ;
-  Composants Opérationnels (réalisent le traitement) ;
-  Composants de flux (matière, énergie, information), subissent le changement.

Les systèmes peuvent être décomposés en très petites pièces dont la plus petite est appelée élément. Un ensemble d'éléments peut constituer un sous système.

L'exemple de la figure 1.9 résume cette décomposition où on considère par exemple la production comme un sous système formé d'élément d'établissement de programme, de fabrication et d'inventaire.

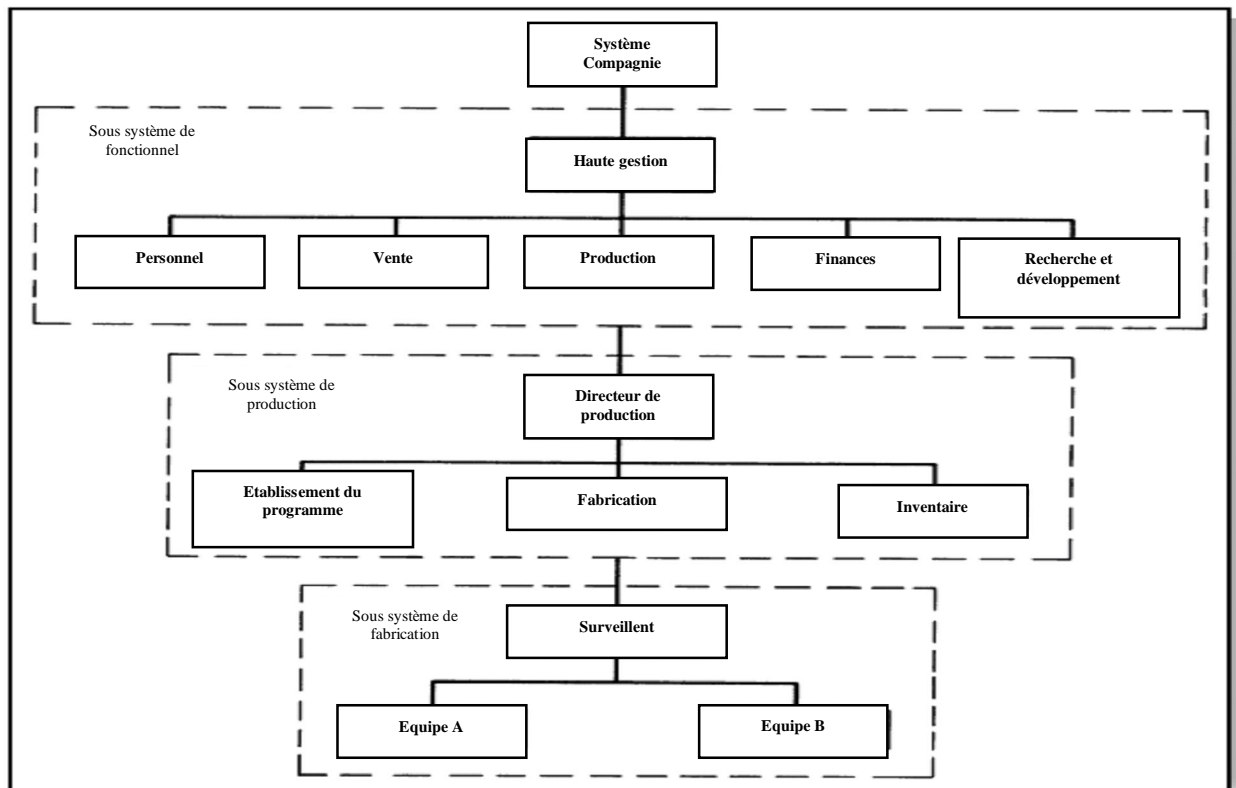


Fig.1-9 Exemple de décomposition du système en sous système et en éléments [2].

Les systèmes, les sous-systèmes, et les éléments ont tous des caractéristiques et des propriétés appelées attributs qui décrivent ou expriment l'état des systèmes, sous-systèmes, et éléments en termes qualitatifs ou quantitatifs. Les attributs d'un système peuvent être employés pour surveiller le comportement et l'exécution du système de mesure.

L'approche systémique insiste sur les transformations qui se produisent à l'intérieur des ensembles que l'on étudie. Ces transformations ou changements résultent de modifications plus ou moins contrôlées que subissent les intrants provenant d'autres systèmes ou de l'environnement.

Ces transformations produisent des extrants qu'absorbent d'autres systèmes ou l'environnement.

Ce processus de changement ou de transformation des intrants en extrants est à la base de la dynamique des systèmes et a été expliqué par la cybernétique.

Chaque système est caractérisé par sa fonction et son dynamisme en effectuant des changements dans le flux d'énergie, de matière ou d'information qui le traversent.

1.3.2 Propriétés des systèmes

a) La complexité

La notion de complexité est, selon MELEZE [15], « l'incapacité que l'on a de décrire tout le système et de déduire son comportement à partir de la connaissance des comportements de ses parties ». Il faut distinguer ce qui est complexe de ce qui est compliqué.

La complexité est, d'après ROSNAY [15], attribuable aux facteurs suivants:

- ✚ Grande variété des composants possédant des fonctions spécialisées;
- ✚ éléments organisés en niveaux hiérarchiques internes;
- ✚ interactions non linéaires;
- ✚ difficulté ou impossibilité de dénombrer de façon exhaustive les éléments qui constituent les systèmes ;
- ✚ grande variété des liaisons possibles (à noter que ces liaisons ne sont pas pour la plupart linéaires).

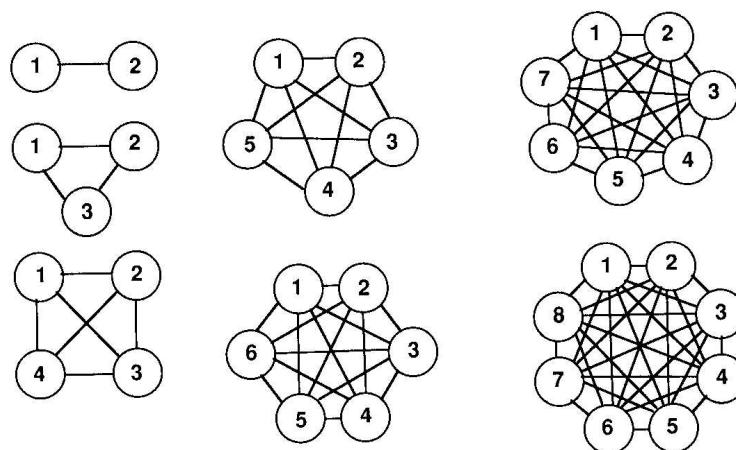


Fig.1-10 Degrés de complexité d'un système [3]

Le degré de complexité d'un système dépend du nombre de ses composants et du nombre du type de relations qui les lient entre eux (voir figure 1-10). A titre d'exemple on peut considérer que les systèmes d'activité humaine sont complexes.

b) L'interaction

Un autre aspect important est l'interaction constante qui existe entre les éléments du système. Cette interaction fait ressortir les liens de dépendance existant à l'intérieur des différents composants d'un système.

Une modification d'un sous-ensemble du système entraîne des réajustements plus ou moins importants au niveau des autres composants du système. Cet aspect d'interaction et d'interdépendance est également applicable aux relations qui existent entre les sous systèmes et entre le système et l'environnement dans lequel il fonctionne.

c) L'ouverture

L'ouverture est la capacité que possède un système pour échanger de l'énergie, de la matière ou de l'information avec d'autres systèmes ou avec l'environnement dans lequel il existe. C'est en fonction de cet attribut que système et environnement sont en relation permanente et s'influencent mutuellement. Selon ROSNAY [15]: « Les entrées résultent de l'influence de l'environnement sur le système et les sorties de l'action du système sur l'environnement » (figure 1.11).

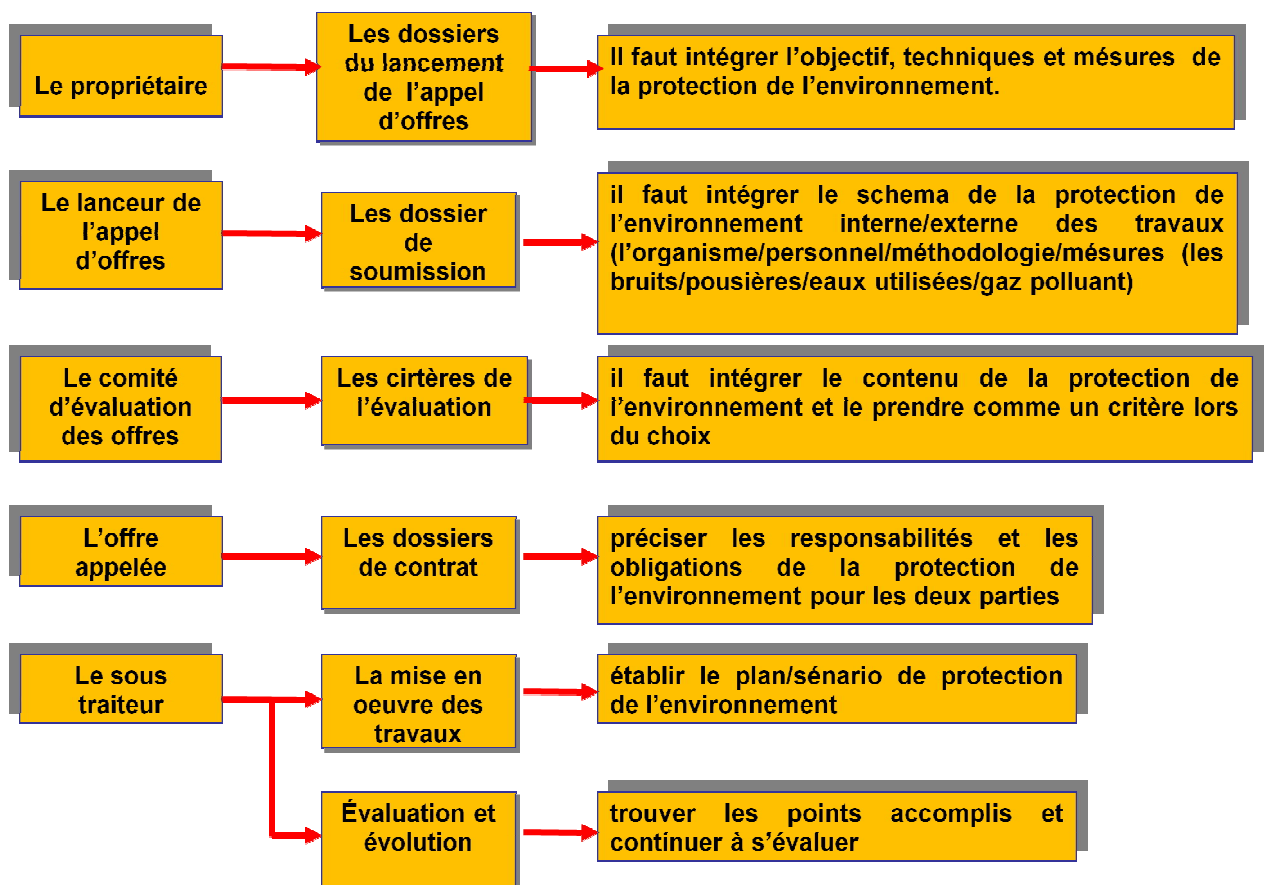


Fig.1-11 La gestion de l'environnement pendant les travaux

Quand quelqu'un, appelé le « décideur, » conceptualise un système, l'environnement de limite est employé pour se rapporter à tout ce qui se trouve au delà de la commande du décideur. L'environnement peut inclure la communauté que nous vivons dedans, l'air que nous respirons, ou les personnes à qui nous nous associons. Un système est séparé de son environnement par une frontière. Dans beaucoup de systèmes la frontière est un peu obscure, ainsi il est difficile de séparer le système de l'environnement.

La figure suivante montre comment distinguer un système de son environnement :

		Est-il approprié au système ?	
		Oui	Non
Le décideur peut-il le commander ?	Oui	Systeme	L'environnement impertinent
	Non	Environnement	

Fig.1-12 Environnement et frontière du système

1.4 L'ingénierie des systèmes

1.4.1 Définition

Trois définitions sont utilisées généralement pour l'ingénierie des systèmes et sont fournies par les normes techniques les plus connues qui s'appliquent à ce sujet. Elles ont toutes un thème commun :

- ✚ Un ordre logique des activités et des décisions qui transforme un besoin opérationnel en description des paramètres d'optimisation du traitement de système et d'une configuration de système préféré. [19]
- ✚ Une approche interdisciplinaire qui entoure l'effort technique entier, et se transforme et vérifie un ensemble équilibré intégré et de cycle de vie des personnes de système, de produits, et de solutions de processus qui satisfont aux besoins de client. [13]
- ✚ Une approche interdisciplinaire et de collaboration qui dérive, dégage, et vérifie une solution équilibrée par le cycle de vie de système qui satisfait des espérances de client et rencontre l'acceptabilité publique. [13]

En résumé, l'ingénierie des systèmes est un processus interdisciplinaire de gestion et de technologie qui évolue et vérifie un ensemble intégré, équilibré par le cycle de vie de solutions de système qui satisfont aux besoins de client (figure 1.13).

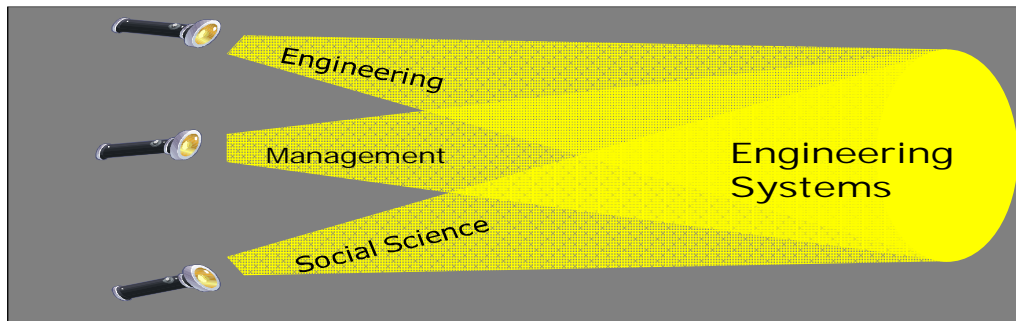


Fig.1-13 Management de l'ingénierie des systèmes

1.4.2 Processus de l'ingénierie de systèmes :

a) Définition de processus

Le processus de SE est un processus complet, itératif et récursif de haut en bas de résolution des problèmes, appliqué séquentiellement pour toutes les étapes du développement, qui est employé :

- ✚ Transformer les besoins et les exigences en jeu de produit de système et de descriptions de processus,
- ✚ Produire de l'information pour des décideurs, et
- ✚ Fournir les données pour le prochain niveau du développement.

Pendant le processus de SE les architectures sont mieux produites pour décrire et comprendre le système.

Le mot « architecture » est employé comme description générale de la façon dont les sous-systèmes se joignent ensemble pour former le système.

Il peut également être une description détaillée d'un aspect d'un système : par exemple, l'opérationnel, le système, et les architectures techniques utilisées aux commandes, la commande, les communications, les ordinateurs, l'intelligence, la surveillance, et la reconnaissance, et les développements dépendants du logiciel.

Cependant, la gestion de **SE**, comme développée dans le **DoD** « Direction Of Défence », identifie trois architectures universellement utilisables qui décrivent des aspects importants du système : architectures fonctionnelles, physiques, et de système.

L'architecture fonctionnelle identifie et structure les exigences assignées fonctionnelles et de marche.

L'architecture physique dépend du produit de système en montrant comment elle est décomposée en sous-systèmes et composants.

L'architecture de système identifie tous les produits qui sont nécessaires pour soutenir le système et, implicitement, les processus nécessaires pour le développement, la production/construction, le déploiement, les opérations, l'appui, la disposition, la formation, et la vérification.

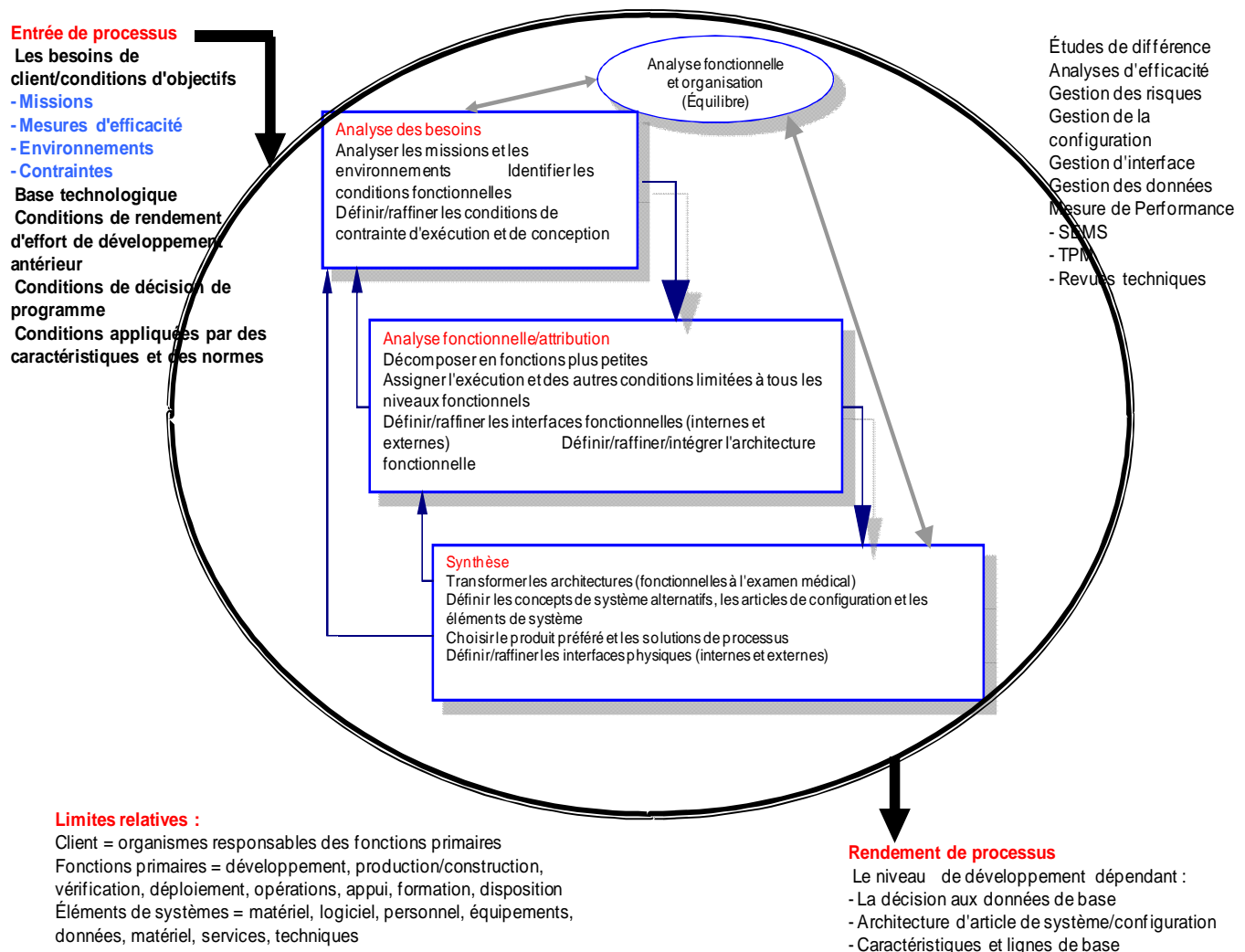


Fig.1-14 Le Processus du Systems [10]

b) Les Entrées du processus

Les entrées consistent principalement en besoins du client, objectifs, conditions et contraintes de projet.

Des entrées peuvent inclure, mais ne pas être limitées à, des missions, des mesures d'efficacité, des environnements, base technologique disponible, des conditions de rendement de l'application antérieure du processus de SE, des conditions de décision de programme, et des conditions basées sur « la connaissance de corporation. »

c) Analyse des besoins

La première étape du processus de SE est d'analyser les entrées de processus. L'analyse des besoins est employée pour développer des exigences fonctionnelles ; c'est-à-dire, des exigences de client sont traduites en ensemble de conditions qui définissent ce que le système doit faire et à quel point il doit exécuter.

Le SE doit s'assurer que les conditions sont compréhensibles, non ambiguës, complètes, et concises.

L'analyse des besoins doit clarifier et définir des conditions et des contraintes de conception fonctionnelles.

d) L'analyse fonctionnelle et attribution

Les fonctions sont décomposées en fonction plus petites plus bas en respectant les exigences fonctionnelles du système, le résultat est une description du produit ou de l'article en termes de ce qu'il fait logiquement et en termes d'exécution exigée. Cette description s'appelle souvent l'architecture fonctionnelle du produit ou de l'article.

L'analyse fonctionnelle et l'attribution tient compte d'un meilleur arrangement de ce que le système doit faire, de quelles manières il peut le faire, et dans une certaine mesure, les priorités et les conflits liés aux fonctions plus basses. Elle fournit des informations essentielles à optimiser les solutions physiques. Les outils principaux dans l'analyse fonctionnelle et l'attribution sont les schémas fonctionnels d'écoulement, la ligne analyse de temps, et la feuille d'attribution de conditions.

L'exécution de l'analyse fonctionnelle et de l'attribution a comme conséquence un meilleur arrangement des exigences et devrait inciter la reconsidération de l'analyse des besoins. Ce processus itératif de revisiter l'analyse des besoins en raison de l'analyse fonctionnelle et de l'attribution est mentionné pendant que les exigences font une boucle.

e) La synthèse de conception

La synthèse de conception est le processus de définir le produit ou l'article en termes d'éléments d'examen médical et de logiciel. Le résultat désigné souvent sous le nom de l'architecture physique. Chaque partie doit répondre au moins à une exigence fonctionnelle, et n'importe quelle partie peut soutenir beaucoup de fonctions. L'architecture physique est la structure de base pour produire des caractéristiques et des lignes de base. Une boucle de conception est nécessaire pour revisiter l'architecture fonctionnelle afin de vérifier que la conception physique synthétisée peut remplir les fonctions requises aux niveaux requis de l'exécution. La boucle de conception permet la reconsidération de la façon dont le système exécutera sa mission, et ceci aide à optimiser la conception synthétisée.

f) La Vérification et la validation

Pour chaque application du processus de SE, la solution sera comparée aux exigences, c'est ce qu'on appelle la vérification.

Chaque condition à chaque niveau du développement doit être vérifiable. La documentation de ligne de base développée pendant le processus de SE doit établir la méthode de vérification pour chaque condition.

Les méthodes appropriées de vérification incluent l'examen, la démonstration, l'analyse (modélisation y compris la simulation), et l'essai. L'essai et l'évaluation formelle (développementale et opérationnelle) sont les contributeurs importants à la vérification des systèmes.

Le but de la vérification est d'aboutir à l'acceptabilité du système selon les besoins opérationnels et qui peut différer d'un utilisateur à un autre. La convergence de la boucle de vérification conduit à la validation du système. La notion de vérification /validation est bien illustrée en figure 1.15

Des composants seront fabriqués et examinés avant les sous-systèmes. Des sous-systèmes seront fabriqués et examinés avant le système réalisé, la conception se fait de haut en bas alors que la vérification se fait de bas en haut.

Pendant les premières étapes de conception, on s'intéresse à la validation de principe pour le système, les sous systèmes et les composants. Et plus on avance dans la conception plus on s'intéresse à la vérification du système vis à vis les exigences du client. En général les chemins de la conception et de la vérification

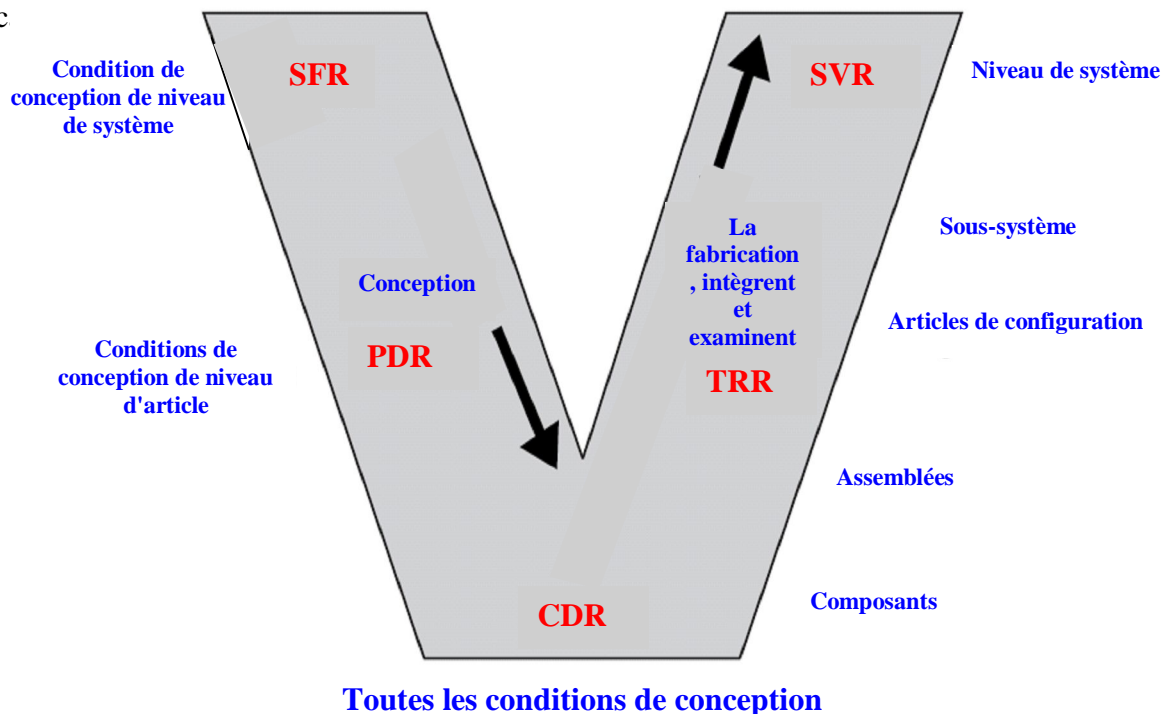


Fig.1-15 Activités de vérification [16]

SFR = revue fonctionnelle de système

PDR = étude de conception préliminaire

CDR = étude de conception critique

TRR = revue de promptitude d'essai

SVR = revue de vérification de système

1.4.3 Les normes de l'Ingénierie des Systèmes :

a) Introduction

Si l'approche systémique est connue depuis l'antiquité, l'ingénierie de système, en tant que discipline formalisée est relativement récente. Avec l'apparition des standards EIA632 (process for engineering system), IEEE1220 (standard for application and management of the systems engineering process) et plus récemment ISO 15288 (systems engineering – system life cycle process), cette approche interdisciplinaire dispose maintenant de concepts établis sur lesquels il est possible de bâtir de nouvelles applications. Les normes d'ingénierie de système décrivent les pratiques du métier en termes de processus et d'activités de manière invariante par rapport aux domaines d'application de l'ingénierie de système.

Les normes de l'ingénierie système sont sans doute la partie la plus aboutie de cette discipline. Elles concentrent l'essentiel des avancées méthodologiques dans des référentiels de plus en plus utilisés dans les entreprises. En guidant les praticiens, elles démontrent que l'application de processus de référence structurés conduit à de multiples et importantes améliorations dans la conduite d'un projet : performances, compétitivité, amélioration de la qualité, respects des contraintes de coûts et de délais.

b) Les principales normes de l'ingénierie système

Le travail des associations d'ingénierie système (INCOSE, AFIS) mené en collaboration avec de grands organismes de normalisation comme l'AFNOR, l'ANSI ou l'IEEE a conduit à la rédaction des grandes normes d'ingénierie système.

Actuellement, trois grandes normes font référence :

✚ l'IEEE 1220,

✚ l'EIA-632,

✚ l'ISO 15288.

Le tableau 1.2 résume les principales informations concernant ces normes.

Norme	Nom	Organisme
IEEE 1220	Standard for application and Management of the Systems Engineering Process	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
EIA-632	Processes for Engineering a System	Electronic Industries Alliance (EIA) et American National Standards Institute (ANSI)
ISO 15288	System Engineering – System Life-Cycle Processes	association française de normalisation (AFNOR)

Tableau 1.2 : Résumé des principales informations concernant les normes de l'ingénierie système.

Ce choix d'une approche par processus se base sur l'idée que les types d'activité à réaliser sont invariants par rapport aux projets et secteurs d'application. Il est donc naturel, pour les organismes de normalisation, de définir des processus plutôt que des cycles de vie. Cette approche a pour avantage de donner une cohérence aux projets inter entreprises et de laisser les projets définir l'application des processus dans le cadre des cycles de vie qu'ils choisissent.

i) La norme IEEE1220

Cette norme est issue du standard militaire MIL STD 499B, dont la version initiale date de 1994 [19] ; [20]. Elle se focalise sur les processus techniques d'ingénierie système allant de l'analyse des exigences jusqu'à la définition physique du système. Les trois processus d'analyse des exigences, d'analyse fonctionnelle et allocation et de synthèse, finement détaillés, comprennent chacun leur sous-processus de vérification ou de validation. Le processus d'analyse système a pour but d'analyser dans un cadre pluridisciplinaire les problèmes (conflits d'exigences ou solutions alternatives) issus des processus principaux afin de préparer les décisions. Le processus de maîtrise de l'ingénierie système concerne tout particulièrement la gestion technique de l'ingénierie système et la maîtrise de l'information.

La norme IEEE 1220 se focalise sur les processus techniques d'ingénierie système allant de l'analyse des exigences jusqu'à la définition physique du système. La portée de cette norme dans le cycle de vie du système est limitée à la phase de définition du système.

ii) La norme EIA632

Cette norme complète les processus techniques de définition du système en couvrant la réalisation des produits jusqu'à leur mise en service (transfert vers l'utilisation). De plus elle incorpore les processus contractuels d'acquisition et de fourniture. Processus techniques et processus contractuels sont encadrés :

- ✚ Par les processus de management (selon leur forme traditionnelle avec les trois sous-processus de planification, évaluation, pilotage) ;
- ✚ et par les processus d'évaluation des résultats des activités (processus de vérification vérifiant que l'activité a été bien faite et processus de validation vérifiant que le résultat répond au besoin, les deux justifiant de la conformité, ainsi que processus d'analyse système justifiant des choix réalisés tout au long de la définition et donc de l'optimisation du système

Le rôle de l'EIA-632 est de fournir un ensemble de processus fondamentaux pour aider un développeur dans la conception ou l'amélioration d'un système. Le respect des processus et des recommandations de cette norme doit permettre aux développeurs [21]:

- ✚ D'établir et de faire évoluer un ensemble complet et cohérent d'exigences qui permettront la livraison de solutions systèmes réalisables et rentables,
- ✚ de satisfaire ces exigences selon des contraintes de coûts, de délais et des contraintes liées aux risques encourus,
- ✚ de fournir un système, ou une portion de système, qui satisfasse les parties intéressées tout au long des durées de vie des produits qui constituent le système,
- ✚ de fournir une mise à disposition ou un retrait du système sûr et rentable.

Son emploi est, en principe, basé sur une démarche d'acceptation volontaire. Cette norme :

- ✚ ne doit pas être imposée par contrat,
- ✚ doit être appliquée dans un esprit de développement des bonnes pratiques de l'entreprise.

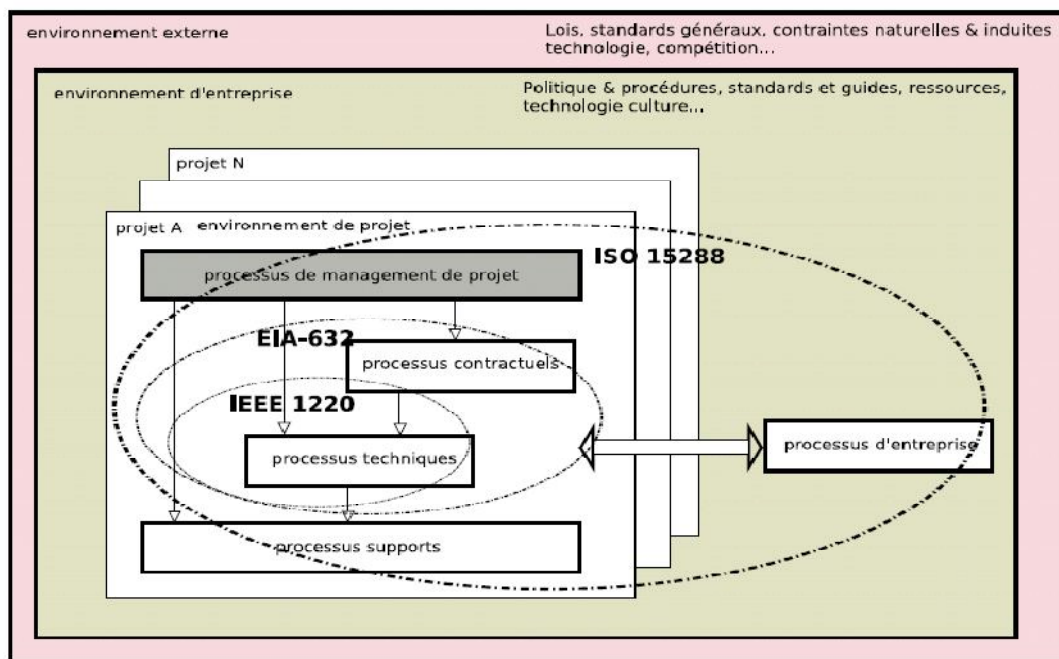
iii) La norme ISO 15288

Cette norme est inspirée sur le plan de la forme par la norme ISO/CEI 12207 – AFNOR Z 67- 150 (Typologie des processus du cycle de vie du logiciel), elle étend les processus techniques à tout le cycle de vie du système (elle couvre ainsi les processus d'exploitation, de maintien en condition opérationnelle et de retrait de service). La norme s'applique à l'ingénierie des systèmes contributeurs qui ont leur propre cycle de vie (systèmes de fabrication, de déploiement, de soutien logistique, de retrait de service) Elle complète les processus s'appliquant aux projets par des processus, dits d'entreprise, qui ont pour objectif de développer le potentiel de l'organisme d'ingénierie système en manageant les domaines communs au profit des projets d'ingénierie système.

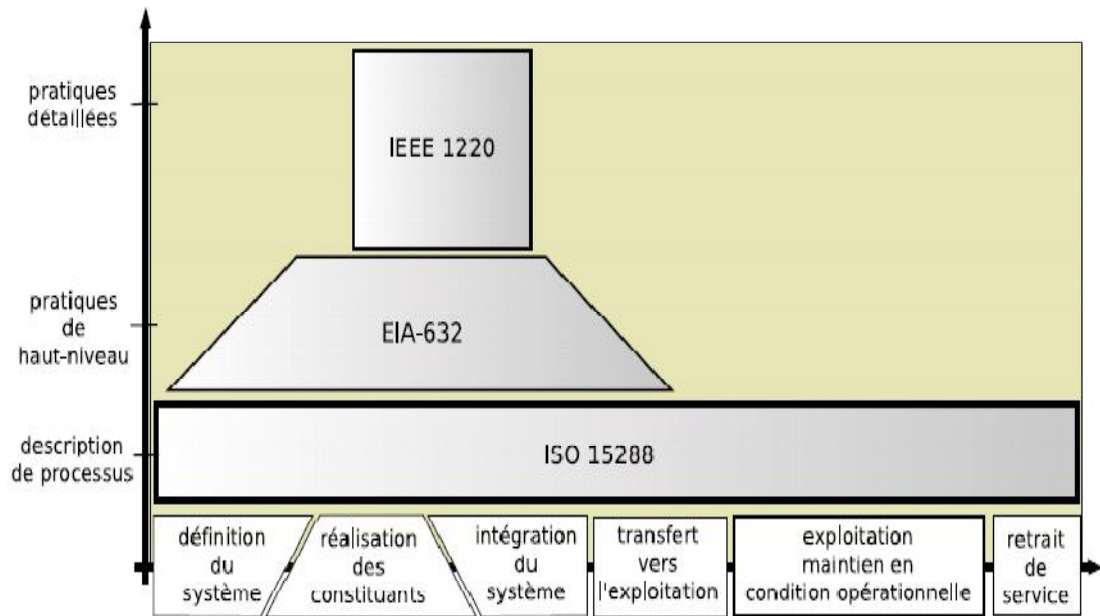
En ce sens, elle est complémentaire aux deux précédentes normes et peut s'utiliser de manière conjointe avec l'une ou l'autre de ces normes.

L'ensemble des types de processus est considéré :

- ✚ Les processus techniques qui participent à la transformation des besoins en solution,
- ✚ Les processus de management qui participent à la maîtrise du projet,
- ✚ Les processus contractuels qui assurent les relations avec le ou les clients et les sous-traitants,
- ✚ Les processus d'entreprise qui ont pour rôle de développer le potentiel en IS de l'entreprise en gérant les domaines communs aux différents projets d'IS.



(a) Couverture des types de processus par les normes d'ISM



(b) Couverture du cycle de vie système par les normes d'ISM

Fig.1-16 Couverture des normes d'ISM.

La couverture des normes d'ingénierie système diffère selon les types de processus couverts (figure 1.16(a)) et selon les phases du cycle de vie du système (figure 1.16(b)).

Concernant les processus, l'IEEE 1220 se concentre uniquement sur les processus techniques et l'EIA-632 sur les processus techniques et contractuels. L'ISO 15288 englobe non seulement tout type de processus de projet mais aussi les processus d'entreprise.

Les normes ont alors des couvertures du cycle de vie du système différentes : limitées à la définition du système pour l'IEEE 1220, jusqu'au transfert vers l'exploitation pour l'EIA-632 et ensemble du cycle de vie pour l'ISO 15288.

Traitement des besoins complémentaires

Selon les besoins de l'entreprise, ou du projet, les ingénieurs système peuvent décider d'introduire des compléments aux trois normes principales. Il peut s'agir d'éléments :

- ✚ spécifiques à un domaine d'activité,
- ✚ d'analyse et de conception,
- ✚ de gestion de programmes et de projets,
- ✚ de support et de soutien logistique ou
- ✚ de modèles de maturité. . .

Les recommandations contenues dans ces éléments complètent, en général, celles des grandes normes d'ISM. Elles peuvent se substituer à celles-ci dans des contextes particuliers souvent liés au domaine d'activité de l'entreprise. Nous recensons ci-dessous des exemples de « normes complémentaires » :

b) Rôle des normes d'ingénierie système

i) Objectifs de la normalisation

L'objectif de l'ingénierie système, c'est d'abord de maîtriser les processus d'organisation, afin de pouvoir garantir la qualité d'un produit ou d'un service, et donc la satisfaction d'un client. Dans ce cadre, les normes d'ingénierie système définissent des processus sur lesquels peuvent se baser les développeurs dans l'ingénierie ou la réingénierie d'un système. Elles servent de référence pour gérer le système de son concept initial à sa mise à disposition en passant par son développement et sa réalisation. Il ne s'agit pas, pour elles, de définir une des activités d'un service de l'entreprise ou les responsabilités d'une personne mais de coordonner l'ensemble des activités d'ingénierie de manière à atteindre un but commun.

Ces normes reposent sur l'idée qu'il existe des concepts communs à tous les projets, quel que soit le domaine d'activité ou le système à développer. En identifiant les bonnes pratiques et en assurant la cohérence des activités d'ingénierie, les normes favorisent:

- ✚ l'adéquation aux besoins et la qualité des produits,
- ✚ l'anticipation des problèmes et la maîtrise des risques concernant tant le projet que le système et son environnement, tout au long du cycle de vie,
- ✚ la maîtrise de la complexité des grands systèmes et des produits complexes, la tenue des délais et des temps de développement,
- ✚ la maîtrise des coûts, avec notamment une anticipation très en amont du coût global du cycle de vie,
- ✚ l'efficacité dans la maîtrise de la coopération de la transdisciplinarité et des multiples acteurs,
- ✚ la satisfaction de toutes les parties prenantes,
- ✚ une meilleure optimisation du compromis global.

ii) Cadre d'application de la normalisation

Les processus décrits dans les normes peuvent s'appliquer sur l'ensemble du cycle de vie des systèmes en incluant la conception, le développement, la production, l'utilisation, le support et le retrait de service. Ils peuvent être appliqués de manière concurrente, itérative ou récursive à un système et à ses composants.

Les systèmes considérés peuvent être de petite ou de grande taille, simple ou complexe, unique ou de grande série, être logiciel, matériel, des services ou une composition de ces derniers. On ne peut identifier de système type tant ils peuvent varier selon les domaines et les applications considérées.

Les recommandations des standards s'appliquent aux organisations lorsqu'elles agissent dans le rôle de fournisseur aussi bien que dans celui d'acquéreur. Elles concernent des entités d'une organisation unique ou d'organisations différentes et peuvent aller d'un accord informel à un contrat.

iii) Limitations d'une normalisation

Le caractère volontairement générique des normes d'ingénierie système impose les limitations suivantes :

- ✚ Les normes ne détaillent pas les processus du cycle de vie des systèmes en termes de méthodes et de procédures.
- ✚ Le format des données n'est pas précisé.
- ✚ Dans le cas où l'on souhaite utiliser plusieurs normes simultanément, les conflits éventuels entre recommandations doivent être résolus.

Les processus de cycle de vie décrits par les normes d'ingénierie système sont génériques.

Les méthodes et procédures qui permettraient de respecter les recommandations des normes ne sont pas données car elles seront dépendantes soit du cadre de travail de l'entreprise soit du contexte lié au projet. En d'autres termes, les processus décrits dans les standards doivent être complétés d'une part par les politiques et procédures de l'entreprise et d'autre part par des outils qui vont permettre de réaliser les projets.

Ainsi, il existe une répartition des responsabilités entre :

- ✚ L'industrie : qui établit les normes telles que l'EIA-632 ;
- ✚ L'entreprise : qui précise les politiques et procédures i.e. les méthodes ;
- ✚ Le projet : qui fixe la réponse aux exigences des processus retenus i.e. qui met en place les outils.

La figure 1.17 illustre ce besoin de compléter les processus des normes d'ingénierie système ainsi que les responsabilités de chacun des acteurs.

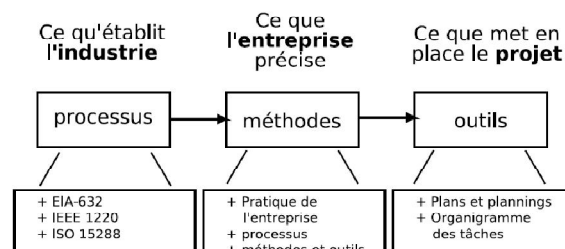


Fig.1-17 Processus, méthodes et outils en ingénierie système [23].

Les grandes normes d'ingénierie système décrivent des processus généraux dans le cadre duquel se déroulent les projets. Ces processus sont complétés par les méthodes propres à l'entreprise qui dépendent de son domaine d'activité, de ses pratiques. . . La mise en place effective des processus et des méthodes passe par l'utilisation d'outils spécifiques utilisés dans le cadre d'un projet précis.

1.5 Analytique versus la systémique

L'étude analytique en référence à une approche cartésienne développée par Descartes, étudie un phénomène au travers de ses composants séparés les uns des autres. Lors d'analyse de nature analytique, chaque composant est lu séparément de son homologue.

Après la 2nd Guerre Mondiale, l'analyse analytique est arrivée à bout de souffle, elle devient insuffisante pour aborder un objet car trop linéaire et séquentielle. Elle conduit au réductionnisme des éléments constitutifs élémentaires, d'où son inefficacité. Alors que la « méthode systémique recombine le tout à partir de ses éléments en tenant compte du jeu de leurs interdépendances et de leurs évolutions dans le temps » [17]. L'analyse systémique envisage ainsi les éléments d'un système non pas isolément mais globalement. Elle étudie les relations que les composants entretiennent entre eux et avec leur environnement externe et interne

Malgré le caractère réductionniste de la démarche systémique car celle-ci ne prend en compte qu'un système dans un environnement défini, cette analyse est synthétique et expérimentale. Elle est un complément à l'analyse analytique car elle met en valeur les liaisons entre les composantes du système ainsi qu'elle permet d'étudier les phénomènes d'auto-organisation et de dynamiques non linéaires.

Une comparaison faite par de ROSNAY, des approches analytique et systémique fait bien ressortir les aspects qui les distinguent (Tableau 1.3).

Approche analytique	Approche systémique
Isole: se concentre sur les éléments	Relie: se concentre sur les interactions entre les éléments.
Considère la nature des interactions.	Considère les effets des interactions
S'appuie sur la précision des détails.	S'appuie sur la perception globale.
Modifie une variable à la fois.	Modifie des groupes de variables simultanément.
Indépendante de la durée: les phénomènes considérés sont réversibles.	Intègre la durée et l'irréversibilité.
La validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie.	La validation des faits se réalise par comparaison du fonctionnement du modèle avec la réalité.
Modèles précis et détaillés, mais difficilement utilisables dans l'action (exemple: modèles économétriques).	Modèles insuffisamment rigoureux pour servir de base de connaissances, mais utilisables dans la décision et l'action (exemple: modèles du Club de Rome).

Approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et faibles.	Approche efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes.
Conduit à un enseignement par discipline (juxta-disciplinaire).	Conduit à un enseignement pluridisciplinaire.
Conduit à une action programmée dans son détail.	Conduit à une action par objectifs.
Connaissance des détails, buts mal définis.	Connaissance des buts, détails flous.

Tableau 1-3 : Comparaison approches analytique et systémique [7]

La théorie de management de l'ingénierie systémique propose une manière de définir le système et de voir les relations entre les activités qui y sont réalisées. La notion de système est au cœur de cette vision. Par système, on entend un ensemble plus ou moins organisé qui est distinct de quelque façon que ce soit de son environnement. Une approche systémique considère que tous les sous-systèmes et tous les processus de système sont interdépendants et que le système se situe dans un plus grand ensemble qu'on appelle les environnements de systèmes [7].

Si un changement est apporté à l'un de ces éléments, les répercussions de ce changement peuvent se ressentir dans l'ensemble de systèmes. Un système d'ingénierie est un système comprenant plusieurs sous-systèmes. Ces sous-systèmes représentent ce qui doit être géré dans le système (le QUOI gérer).

La théorie de management de l'ingénierie systémique propose aussi une manière de gérer le système (le COMMENT gérer). L'ingénierie se compose de plusieurs fonctions-clés (les sous-processus), qui apportent chacune une valeur ajoutée aux services rendus dans le système et qui influencent les environnements immédiats et généraux le système.

1.6 Management de l'ingénierie des systèmes

1.6.1 Les éléments et les Propriétés du management de l'ingénierie des systèmes

Dans les premiers jours d'un nouveau projet, la réalité est souvent subalterne à l'enthousiasme et à l'optimisme... et le fait que les technologies, le temps, et les contraintes de placement peuvent exclure d'obtenir les buts désirés la nécessité d'équilibrer ces inclinations normales est un conducteur principal pour mettre en application une approche intégrée et structurée à guider l'équipe et pour valider que les promesses sont réalisables.

L'ingénierie des systèmes décrit 12 éléments importants. L'ingénierie des systèmes soutient le système de gestion d'acquisition (AMS) « Acquisition Management System » en identifiant l'application appropriée des éléments de SE dans la décision de système de gestion et les procédés d'acquisition.

La figure 1.18 montre les 12 éléments de SE. Un 13ème élément peut être considéré « maintien de SE. »

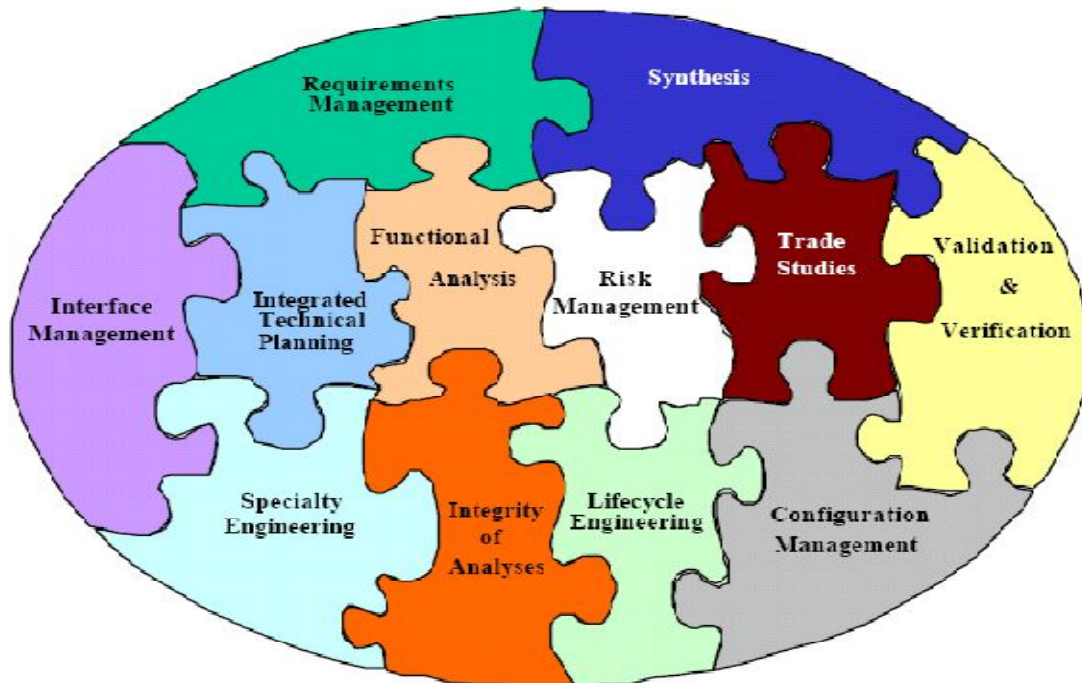


Fig.1-18 Les éléments d'ingénierie des systèmes [17]

Les processus de SE définit les éléments de SE à exécuter tout au long du cycle de vie de programme. Le terme « programme » est prévu pour signifier des projets de toutes les tailles et complexité. Les processus de SE définit les éléments de SE aussi bien que les produits de travail de chaque SE élément. Les 12 éléments (réellement 13) apparaissent dans le tableau 1.4 avec le but ou la fonction de chaque élément. Le 13ème élément énuméré prévoit le contrôle de processus industriel des 12 autres éléments.

Tableau 1.4 Les éléments d'ingénierie des systèmes

Ingénierie des systèmes	Abbrev.	But de l'élément
Planification Technique Intégré	<i>ITP</i>	Prévoit les efforts et les produits de SE.
Exigence d'ingénierie des systèmes	<i>RM "Requirements Management"</i>	Identifie et contrôle les exigences qui décrivent les caractéristiques désirées du système.
Analyse Fonctionnelle	<i>FA</i>	Décrit les caractéristiques fonctionnelles (ce que le système doit faire) qui sont employés pour dériver des exigences.
Synthèse	<i>SYN</i>	Transforme des exigences en solutions physiques.
Études économique ou commercial	<i>TS "Trade Studies"</i>	Aïds de Prise de décision en analysant et en choisissant les solutions les mieux équilibrées aux exigences.

Management d'interface	<i>IM</i>	Identifie et contrôle les interactions entre les segments dans un système ou interactions avec d'autres systèmes.
Ingénierie de spécialité	<i>SpecEng</i>	Analyse de système, les exigences, les fonctions, les solutions, et/ou les interfaces utilisation des qualifications spécialisées et des outils. Aides dans la dérivation des exigences, la synthèse des solutions, le choix des solutions de rechange, la validation et la vérification des exigences.
Intégrité des analyses	<i>IA</i>	S'assure que les analyses fournissent le niveau requis de la fidélité et de l'exactitude.
Management des risques	<i>RSK</i>	Identifie, analyse, et contrôle des incertitudes de réaliser des exigences de programme en développant une stratégie pour réduire la sévérité ou la probabilité de ces incertitudes.
Management de la Configuration	<i>CM</i>	Établit et maintient l'uniformité et contrôle le changement des attributs d'exécution de système, fonctionnels, et d'examen physique.
Validation et Vérification	<i>V&V</i>	La validation détermine si les exigences de système sont correctes. La vérification détermine si la solution répond aux exigences validées.
ingénierie du cycle de vie	<i>LCE</i>	Identifie et contrôle des exigences pour des attributs de cycle de vie de système, y compris la gestion de biens immobiliers, déploiement et transition, soutien logistique intégré, soutien/évolution technologique, et disposition.
Maintenir le processus de SE	<i>MSE</i>	Parvient et maintient des processus d'expert en logiciel pour rencontrer les buts. Gains de compétence et étalonnage agence-larges en améliorant sans interruption l'efficacité des processus et des outils de SE.

1.6.2 Les activités management de l'ingénierie des systèmes

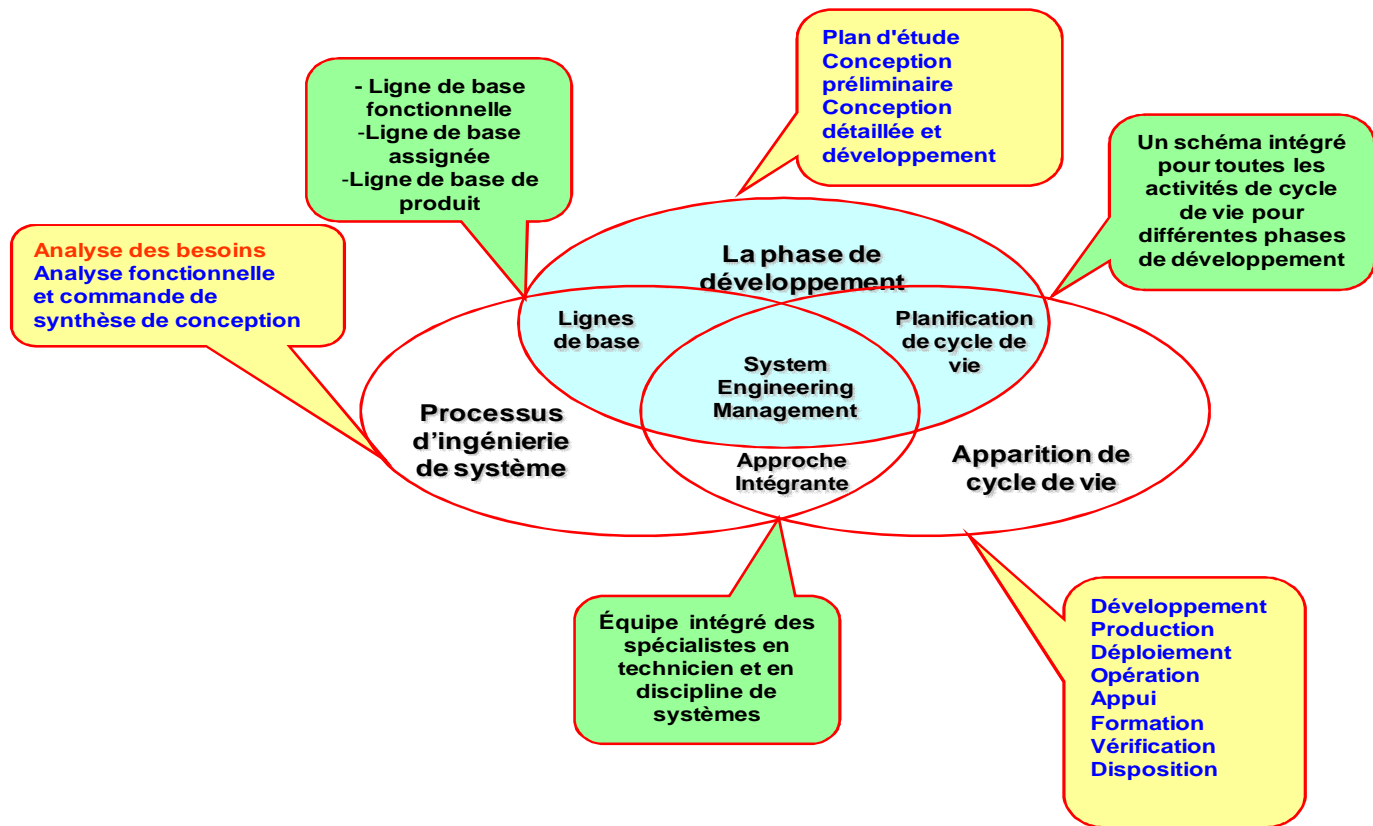


Fig.1-19 Trois activités de SEM [5]

Chacune de ces activités est nécessaire pour réaliser la gestion appropriée d'un effort de développement. La mise en phase a deux buts importants : elle commande l'effort de conception et le raccordement principal entre l'effort technique de gestion et l'effort global d'acquisition. Elle commande l'effort de conception en développant les lignes de base de conception qui régissent chaque niveau du développement. Elle se connecte par interface à la gestion d'acquisition en fournissant les événements principaux dans le processus de développement, où la viabilité de conception peut être évaluée.

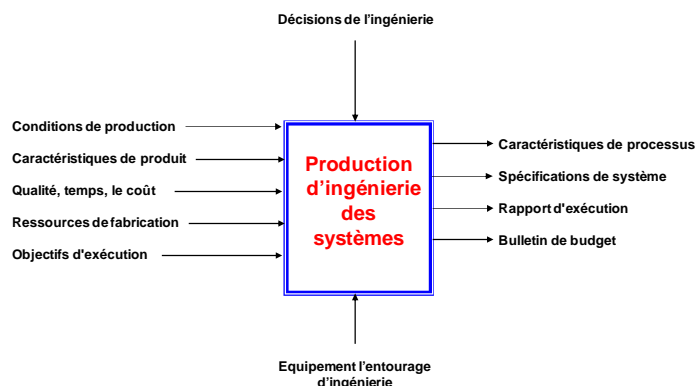


Fig.1-20 Le niveau supérieur de la production du System Engineering [2]

La viabilité des lignes de base développées est une entrée importante pour des décisions d'étape importante de gestion d'acquisition. En conséquence, la synchronisation et la coordination entre la mise en phase technique de développement et le programme d'acquisition est critique pour maintenir un programme sain d'acquisition.

Le processus de SE est le cœur de Systems Engineering Management. Son but est de fournir un processus structuré mais flexible qui transforme des conditions en caractéristiques, architectures, et lignes de base de configuration. La discipline de ce processus fournit la commande et la traçabilité pour développer les solutions qui répondent aux besoins de client. Le processus de SE peut être répété une ou plusieurs fois pendant n'importe quelle phase du processus de développement.

L'intégration de cycle de vie est nécessaire pour s'assurer que la solution de conception est viable durant toute la vie du système. Elle inclut la planification liée au produit et au développement de processus, aussi bien que l'intégration des soucis fonctionnels multiples dans le processus de conception et de technologie. De cette manière, les cycle-temps de produit peuvent être réduits, et le besoin de conception et sensiblement réduit (La figure 1.21).

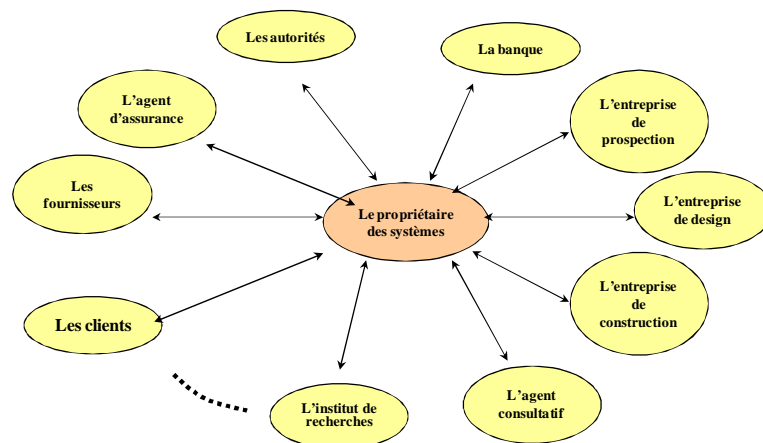


Fig.1-21 Les différentes relations le long du cycle de vie d'un système [2]

1.6.3 Les propriétés des processus

Konate [12] identifie quatre types de propriétés pouvant être définies pour des processus :

Propriétés structurelles : elles permettent de structurer sémantiquement le procédé.

Exemple : « La réalisation d'une activité ne peut pas être assistée par le rôle qui en a la responsabilité »

propriétés de causalité : elles expriment la temporalité et donc la dynamique sans toutefois quantifier le temps.

Exemple : « Pour chaque itération, les activités liées aux exigences doivent être réalisées avant celles liées à la conception » ;

Propriétés temps réel : elles offrent une temporalité quantifiée au sein du procédé.

Exemple : « Le temps compris entre la fin de rédaction du cahier des charges et la livraison du premier prototype ne peut excéder 3 mois » ;

Propriétés opérationnelles : elles permettent l'expression de la sémantique opérationnelle au sein du modèle de procédé.

Exemple : « Au démarrage d'une phase, chacune des (instances des) activités doit être affectée à (une instance d') un rôle ».

1.6.4 Les environnements du management de l'ingénierie de système

L'identification des environnements de système est importante pour préciser toutes les sources externes et internes pouvant influencer les décisions prises dans le système.

Elle est aussi nécessaire pour identifier les partenaires de système, les orientations spécifiques et le système de valeurs d'ingénierie.

Ces éclaircissements favorisent l'élaboration d'une vision systémique et la définition spécifique de la mission de système.

L'identification des environnements de système consiste à analyser la situation de système par rapport à son milieu en vue d'établir des objectifs réalistes et harmonieux ou de remettre sur la bonne voie des orientations discordantes.

Dans la figure 1.22, on remarque que le processus d'ingénierie de système est régi par le système de valeurs qui influence aussi le système de prise de décisions ainsi que la définition de la vision et de la mission du projet.

Mais le projet est un système distinct qui s'inscrit dans un environnement plus grand. Toutes les actions entreprises dans le système auront un effet sur la communauté environnante.

Fombrun, Tychy et Devanna (1984) identifient quatre types d'environnements qui influencent le système, et qu'à son tour le système influence (représentés dans la figure 1.22) [3] :

- ✚ L'environnement politique,
- ✚ L'environnement économique,
- ✚ L'environnement social et culturel, et
- ✚ L'environnement technologique.

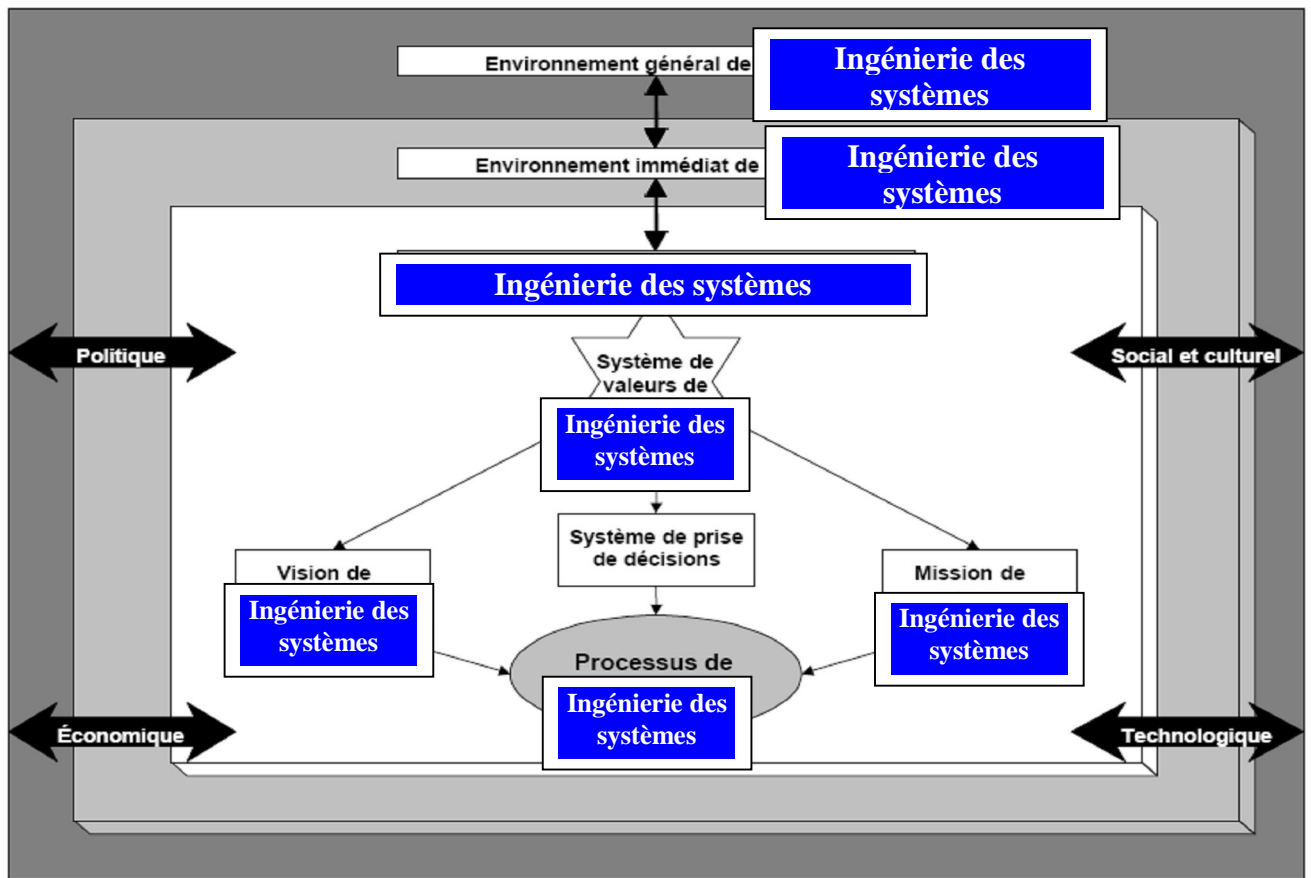


Fig.1-22 Les environnements du management de l'ingénierie des systèmes [3]

1.6.5 Les boucles d'apprentissage dans l'organisation du management de l'ingénierie des systèmes

Pour atteindre ses objectifs d'apprentissage, l'organisation du management de l'ingénierie des systèmes s'est donné une structure en boucles d'apprentissage, qui croissent en complexité selon les impacts des changements sur l'organisation : la simple boucle, la double boucle et la triple boucle.

Les apprentissages au sein de l'organisation de management de l'ingénierie des systèmes s'effectuent à ces trois niveaux : ils portent sur des principes qui régissent les opérations (simple boucle), les tâches (double boucle), les sous-processus et processus (triple boucle).

Il en résulte des changements (résultats) dans le comportement organisationnel (connaissances, compétences, savoirs collectifs, expertise), comme l'illustrent les figures 1.23 et 1.24.

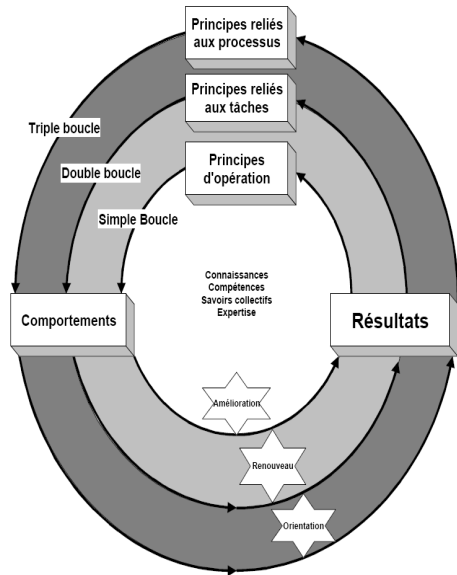


Fig.1-23 Les boucles de l'organisation

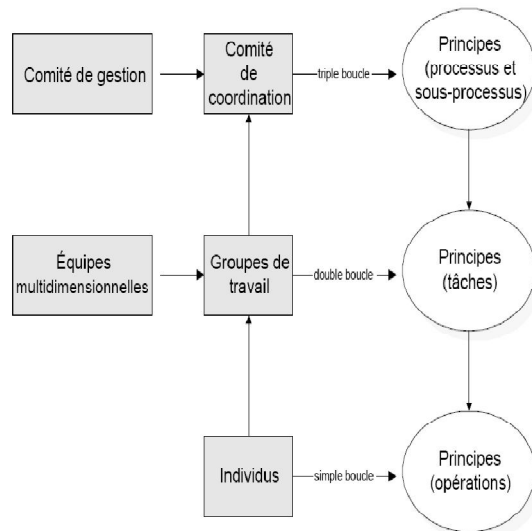


Fig.1-24 Structure organisationnelle

1.6.6 Les limitations

Lors de la validation d'un modèle de processus, on doit prendre en compte les limitations suivantes :

- ✚ On ne peut pas changer le point de vue pris par le système, i.e. le modifier pour faire apparaître de nouvelles propriétés ;
- ✚ On ne peut valider que le modèle du processus et non pas le processus qui sera effectivement réalisé.

1.6.7 Relation entre les SEM et le SEMP

Les SEM et les SEMP sont conçus pour fonctionner ensemble. Les SEM répond à des questions liées à ce qui, à la façon dont, et quand, alors que le SEMP répond à des questions liées à ce qui, quand, et pourquoi (c.-à-d., pourquoi une organisation ou un programme particulier met en application ou ne met pas en application un élément particulier des SEM concernant le but d'un élément). « Ce qui, » ou des produits et des activités, relie directement les SEM et le SEMP, et « quand » fournit une corrélation secondaire. La figure 1.25 dépeint ce rapport entre les SEM et le SEMP.

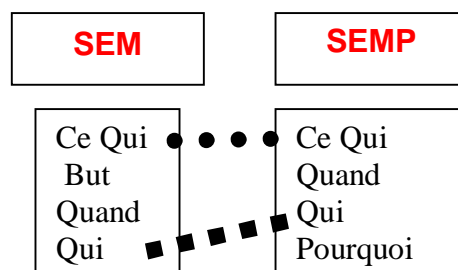


Fig.1-25 Relation entre les SEM et le SEMP

a) Fonctions principales de management d'ingénierie de système pour la mise en opération du SEMP

Il indique les responsabilités et les fonctions chargées aux managers dans la gestion du système (5 fonctions fondamentales, 6 actions concrètes de management).

- ✚ Décision : Pour atteindre le but, sélectionner la meilleure décision dans toutes les mesures selon l'analyse de situation concrète.

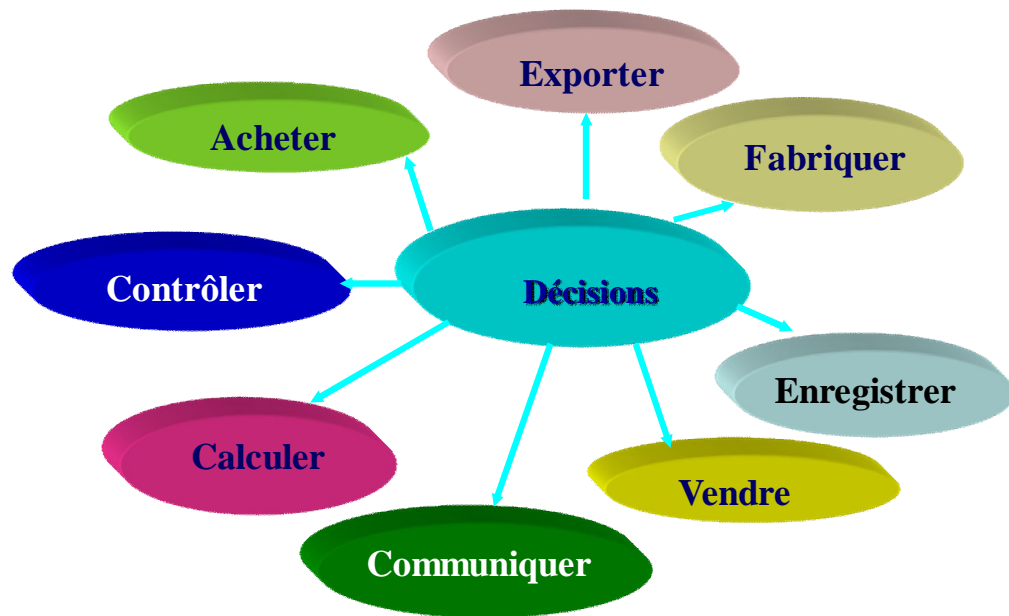


Fig.1-26 Centre de décision

- ✚ Plan : Présente le plan d'arrangement concret selon la décision prise, établit les étapes, mesures et méthodes d'exécution, distribue le plan aux différents organismes et travaux concrets.
- ✚ Organisation : Selon le plan, organiser tous les facteurs et joints de l'ingénierie de système dans le temps et l'espace, de sorte que tous les éléments soient combinés et coordonnés, garantir l'obtention du but du système.
- ✚ Coordination : Normaliser, régler et communiquer les différents corps du système, pour résoudre les conflits, régler les actions non conforme à la réalisation du but.
- ✚ Contrôle : Contrôle scientifique, convenable et rationnel pour la qualité et la quantité de l'ingénierie management, de sorte que tous les corps de système travaillent pour réaliser le but, corriger à temps les erreurs et assurer le bon fonctionnement.

b) Les fonctions de management d'ingénierie

✚ Fonction d'ingénierie : Indique les fonctions de décision, plan, organisme, coordination et contrôle dans les actions de système. Elles se présentent par :

- ❖ Fonction de management administrative: Planification, décision, Offre et Soumission, règlement, Approbation de norme de paiement, délais, transfère du droit d'exploitation, entretien etc...
- ❖ Fonction de management d'exploitation: Contrôle le rythme d'avancement et le coût des travaux par unité d'exécution des travaux, et la gestion de qualité par l'unité de surveillance, gestion de paiement, gestion de fabrication d'entretien, exploitation etc.
- ❖ Problème central : Configuration des fonctions et distribution des droits

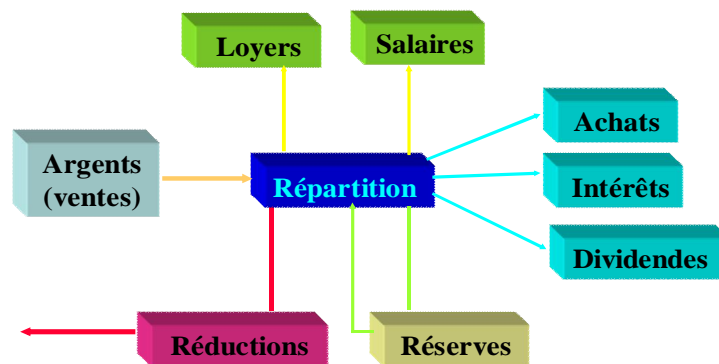


Fig.1-27 Centre de répartition

- ❖ Configuration des fonctions : C'est de distribuer les fonctions de management d'ingénierie entre les différents corps de système ;

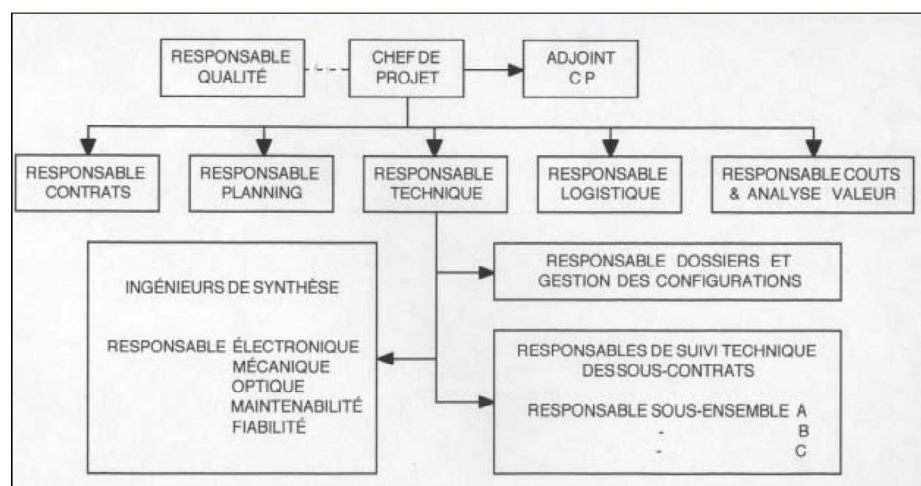


Fig.1-28 Équipe de management d'un grand projet

- ❖ Limitation de droits : Sur la base de distribution des fonctions, donne limite aux droits pour les différents corps de système.

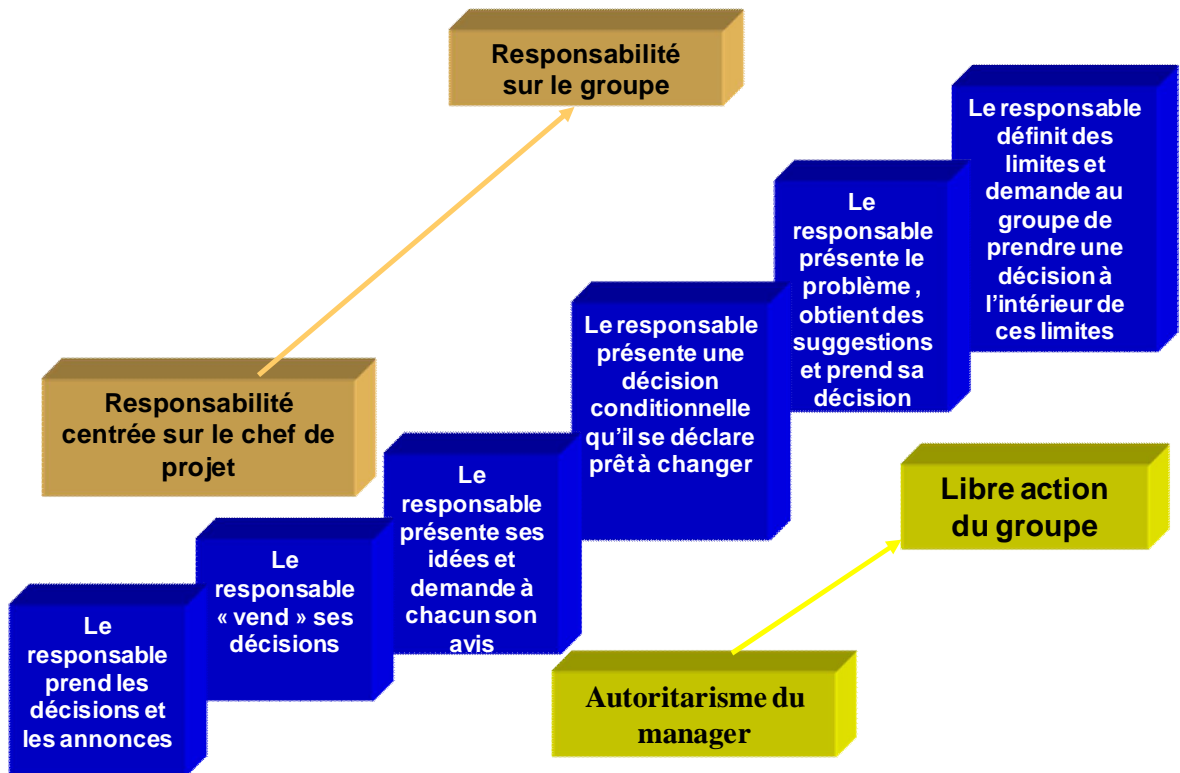


Fig.1-29 Schéma démonstrative de la responsabilité

- ❖ Manager : C'est le facteur de système le plus actif. Décide l'efficacité et le niveau de système dépend de sa qualité.



Fig.1-30 Les tâches du manager

❖ Règlement de management : C'est la condition nécessaire pour garantir le bon fonctionnement du système soit en standard, programmable et légal.

- ✓ Loi et les règlements;
- ✓ Les politiques concernées;
- ✓ Norme technique et stipulation professionnel et spécial;
- ✓ Règlement de travail de ce système etc.

c) Système de fonctionnement:

Dans l'exécution du système, il y aura les échanges de matières, d'énergie et des informations entre les différentes compositions, il montre la règle et le mode de liaison et d'influence. Le système de fonctionnement comprend principalement :

- ✚ Système de compétition: Signifie la comparaison, la concurrence et la plus adapté entre les organes de système, les entreprises et les managers.
- ✚ Système à contraindre: Les unités économiques déterminent les droits, les responsabilités et les devoirs par le contrat, c'est le système à contraindre pour l'exécution des devoirs.
- ✚ Système d'encouragement: Encourager l'initiative du corps de système, élever le taux d'efficacité de management.
- ✚ Système de coordination: Entre supérieure et inférieur, avec autre secteurs administratif, interne de l'organe.

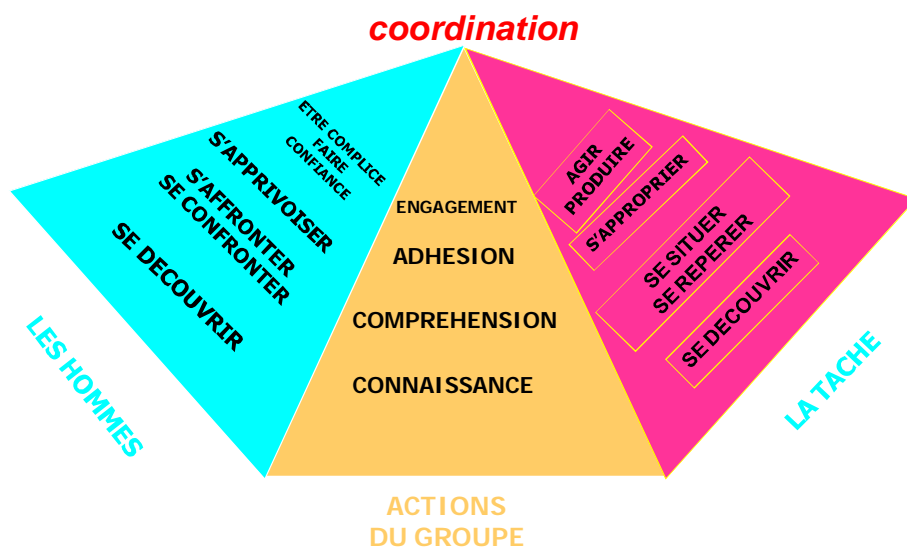


Fig.1-31 Système de coordination

🚩 **Système de réaction:** Faire connaître au corps à temps, le corps de système donne la réaction scientifique et sensible, et prend les mesures correctes de management.

🚩 **Système de surveillance:** Relation de se contraindre et de se surveiller mutuellement

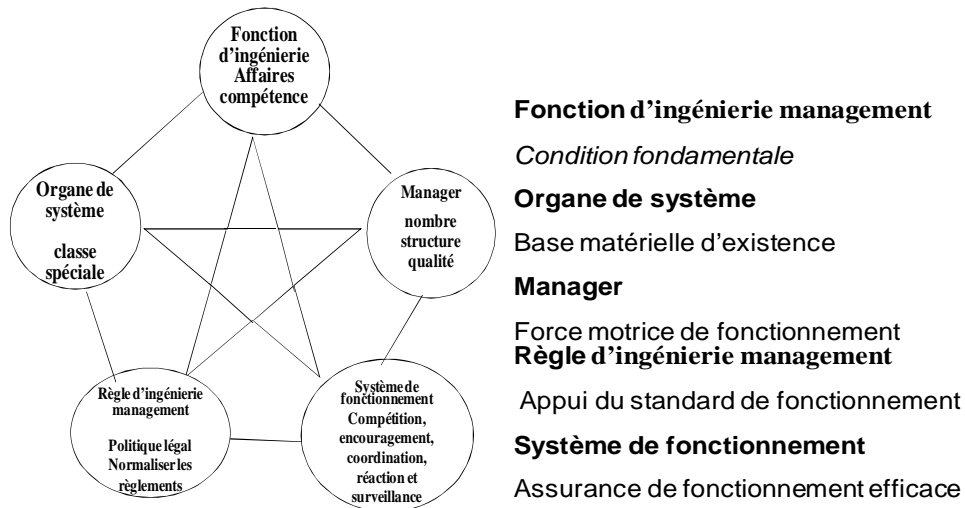


Fig.1-32 la relation entre les facteurs du management de l'ingénierie des systèmes [14]

1.6.8 L'analyse fonctionnelle et la commande

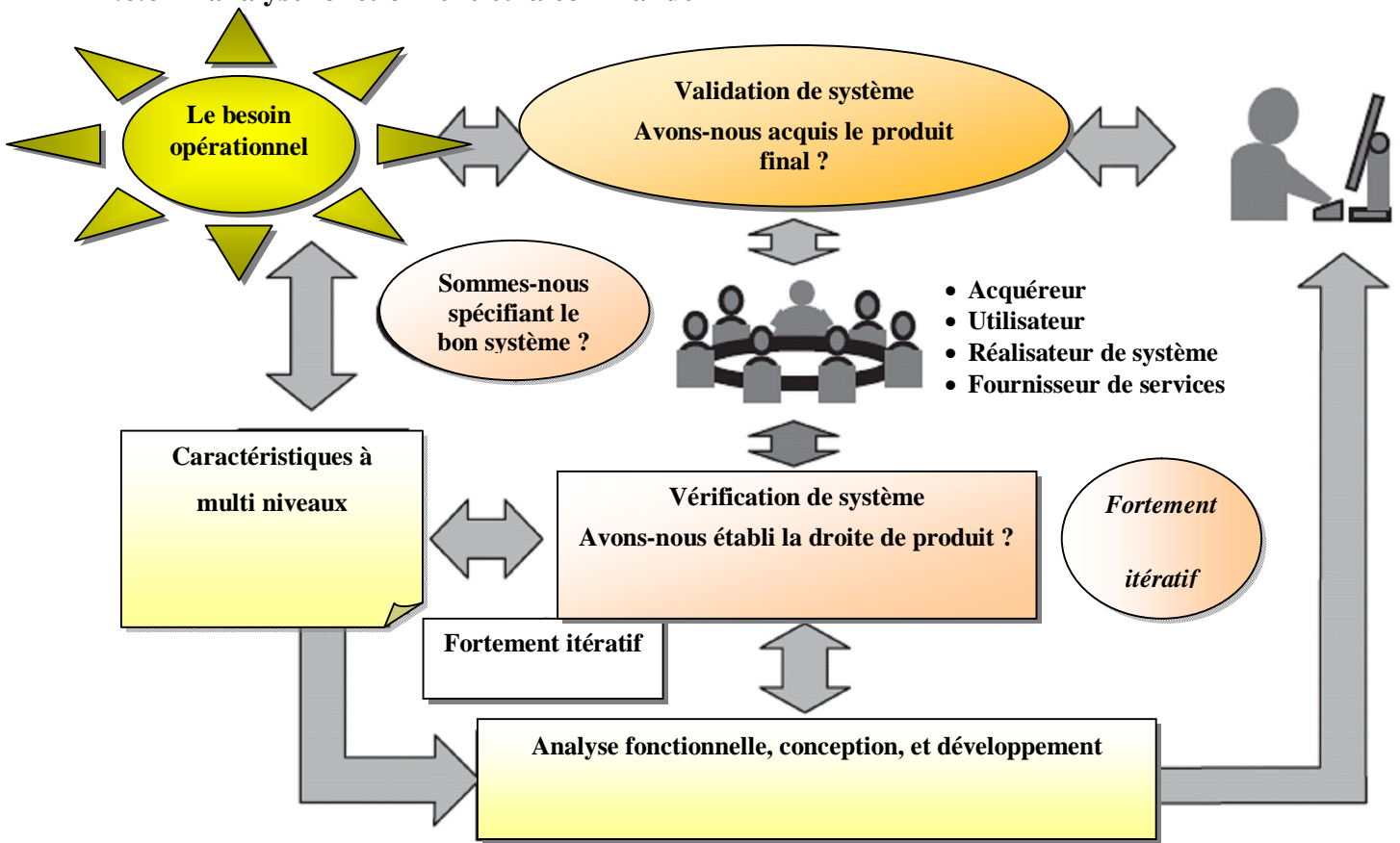


Fig.1-33 L'analyse fonctionnelle et la commande [11]

L'analyse fonctionnelle et la commande incluent des activités techniques de gestion (mettre juste après analyse fonctionnelle et attribution) pour mesurer le progrès, évaluent et choisissent des solutions de rechange.

Les activités d'analyse fonctionnelle incluent, des analyses d'efficacité, et de conception. Elles évaluent des approches alternatives pour satisfaire des impératifs techniques et des objectifs du programme, et constituent une base quantitative rigoureuse pour choisir des conditions d'exécution, fonctionnelles, et de conception.

Les outils utilisés pour fournir des données aux activités d'analyse incluent la modélisation, la simulation, l'expérimentation et l'essai.

Les activités de commande incluent la gestion des risques, la gestion de la configuration et la gestion des données.

Dans une analyse fonctionnelle et de commande:

- ✚ les décisions alternatives de solution sont prises seulement après évaluation d'impact sur l'efficacité de système, les ressources de cycle de vie, le risque, et les exigences de client,
- ✚ les décisions et les conditions techniques de spécifications sont basées sur des sorties de SE,
- ✚ La traçabilité des entrées de processus de SEM aux sorties est maintenue,
- ✚ Les programmes pour le développement et la livraison sont mutuellement de support,
- ✚ Les disciplines techniques requis sont intégrés dans l'effort de SEM, et,
- ✚ Le produit et les conditions de conception de processus sont directement décelables aux exigences

1.7 Management des risques

1.7.1 Évaluation des risques

L'évaluation des risques est le premier processus dans la méthodologie de management des risques. L'évaluation des risques se base sur l'utilisation d'organismes pour déterminer l'ampleur de la menace potentielle et du risque liés au management de l'ingénierie des systèmes dans tout son cycle de vie. Le rendement de ce processus aide à identifier des commandes appropriées pour réduire ou éliminer le risque pendant le procédé de réduction de risque.

Le risque est une fonction de la probabilité des données menace-sources exerçant une vulnérabilité potentielle particulière, et l'impact résultant de cet événement défavorable sur l'organisation.

Pour déterminer la probabilité d'un futur événement défavorable, le système doit être analysé en même temps que les vulnérabilités potentielles et les commandes en place pour le système.

L'impact se rapporte à l'importance du mal qui pourrait être provoquée par l'exercice d'une menace d'une vulnérabilité. Le niveau de l'impact est régi par les impacts potentiels de mission et produit alternativement une valeur relative pour des capitaux et des ressources affectés (par exemple, la criticité et la sensibilité des composants et des données du système). La méthodologie d'évaluation des risques comprend neuf étapes primaires,

- ✚ Caractérisation de système ;
- ✚ Identification de menace ;
- ✚ Identification de vulnérabilité ;
- ✚ Analyse de commande ;
- ✚ Détermination de probabilité ;
- ✚ Analyse d'impact ;
- ✚ Détermination de risque ;
- ✚ Recommandations de commande ;
- ✚ Documentation de résultats.

Étapes 2, 3, 4, et 6 peuvent être conduites en parallèle après que l'étape 1 ait été accomplie.

La figure 1.34 dépeint ces étapes avec les entrées et les sorties de chaque étape.

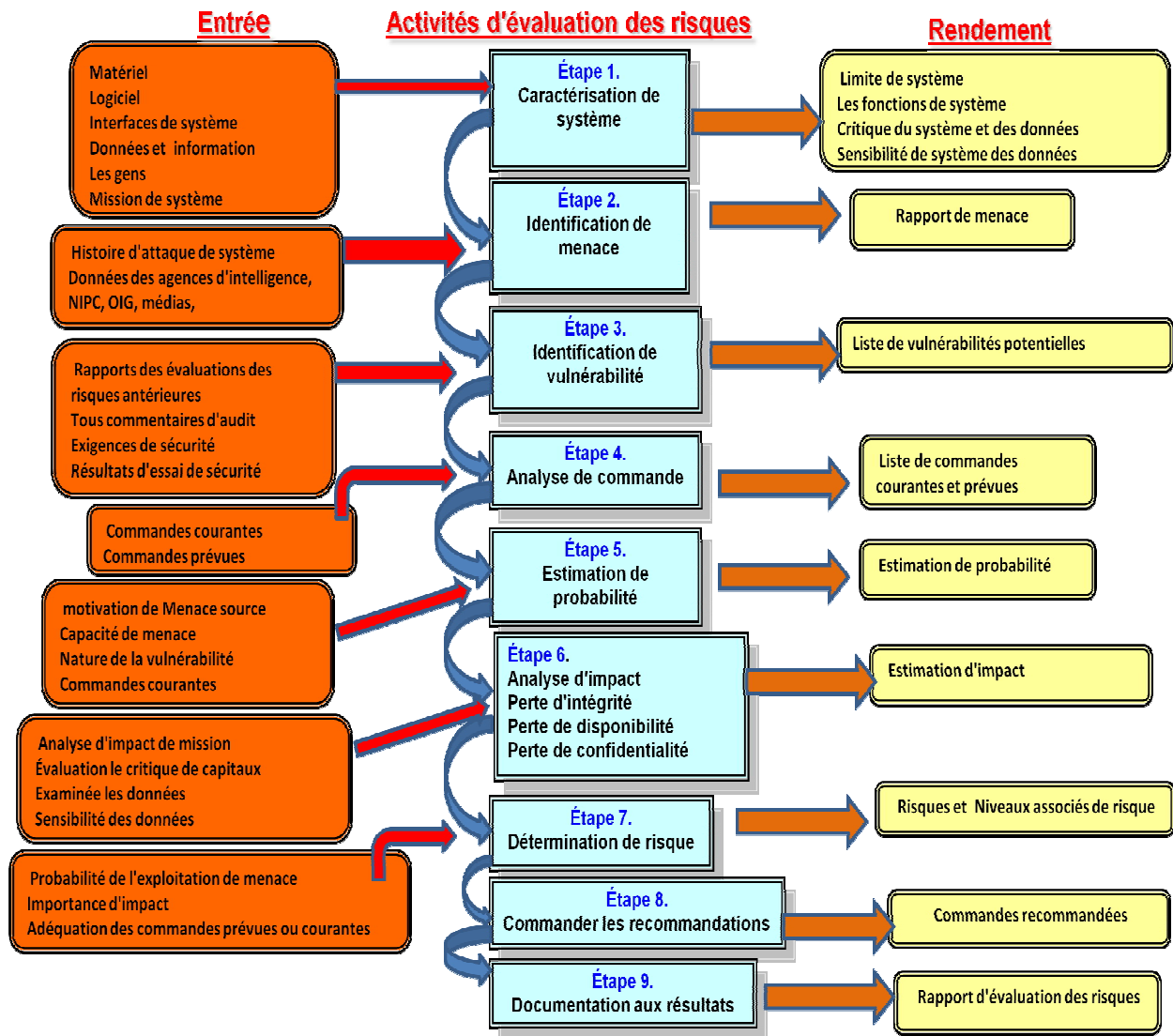


Fig.1-34 Méthodologie d'analyse des risques du système [24]

1.7.2 La stratégie de réduction de risque

La haute direction, les propriétaires de mission, sachant les risques potentiels et les commandes recommandées, peuvent demander, « quand et dans quelles circonstances je devrais agir ? Quand l'instrument de ces commandes atténuera le risque et protégera notre organisation ? »

Le diagramme de réduction de risque de la figure 1.35 aborde ces questions. Des points appropriés pour l'exécution des actions de commande sont indiqués dans cette figure par le mot OUI.

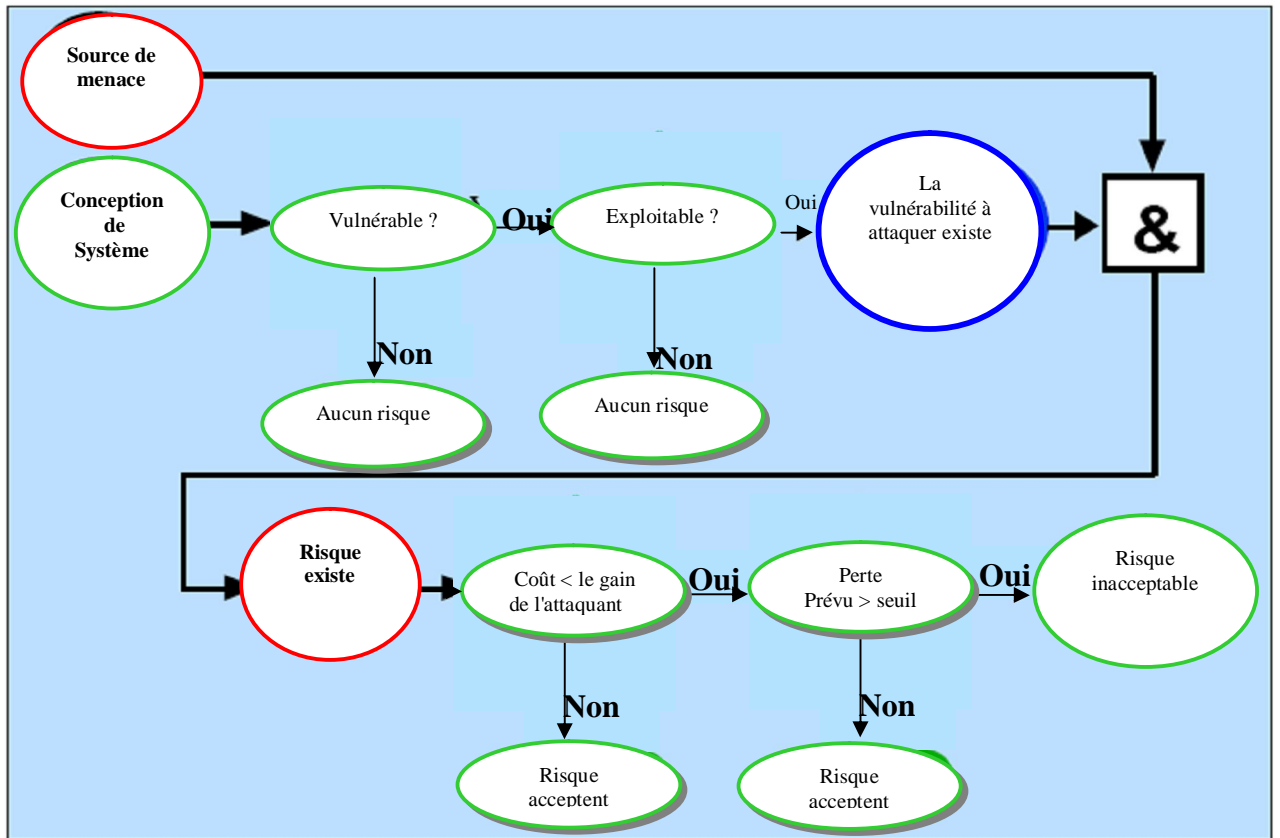


Fig.1-35 Les Points d'intervention de réduction de risque [24]

1.7.3 Approche pour l'exécution de commande

Quand des mesures de commande doivent être prises, la règle suivante s'applique :

Aborder les plus grands risques et essayer d'obtenir la réduction suffisante de risque au plus peu coûteux, avec l'impact minimal sur d'autres possibilités de mission.

La méthodologie suivante de réduction de risque décrit l'approche pour commander l'exécution :

- ✚ L'étape 1 donne la priorité à des actions

Basé aux niveaux de risque présentés dans le rapport d'évaluation des risques, les actions d'exécution serrant données la priorité. En allouant des ressources, la priorité première devrait être accordée aux articles de risque avec les rangs inadmissiblement à haut risque (par exemple, le risque à assigner un niveau très élevé ou à haut risque). Ces paires de vulnérabilité/menace exigeront de la modalité de reprise immédiate de protéger l'intérêt et la mission d'une organisation.

✚ L'étape 2 évalue des options recommandées de commande

Les commandes recommandées dans le processus d'évaluation des risques peuvent ne pas être les options les plus appropriées et les plus faisables pour une organisation et spécifiques du système. Pendant cette étape, la praticabilité (par exemple, compatibilité, acceptation par les utilisateurs) et l'efficacité (par exemple, degré de protection et le niveau de la réduction de risque) des options recommandées de commande sont analysés. L'objectif est de choisir l'option de commande la plus appropriée pour le risque de minimisation.

✚ L'étape 3 Analyse coûts-avantages de conduite

Pour aider la gestion dans la prise de décision et identifier des commandes rentables, une analyse coûts-avantages est conduite.

Produire de l'analyse coûts-avantages de l'étape 3 décrivant le coût et les avantages de mettre en application ou de ne pas mettre en application les commandes.

✚ L'étape 4 Commande choisie

Sur la base des résultats de l'analyse coûts-avantages, la gestion détermine les commandes les plus rentables pour ramener le risque à la mission de l'organisation. Les commandes choisies devraient combiner des éléments technique, opérationnelle, et de gestion de commande pour assurer à sécurité proportionnée pour système et l'organisation.

✚ L'étape 5 assigne la responsabilité

Des personnes appropriées (personnel interne ou contractuel externe) qui ont l'expertise appropriée et compétence-placent pour mettre en application la commande choisie sont identifiés, et la responsabilité est assignée.

✚ L'étape 6 développe un plan d'exécution de sauvegarde

Pendant cette étape, une exécution plan de sauvegarde (ou le plan d'action) est développée. Le plan devrait, au minimum, contenir l'information suivante :

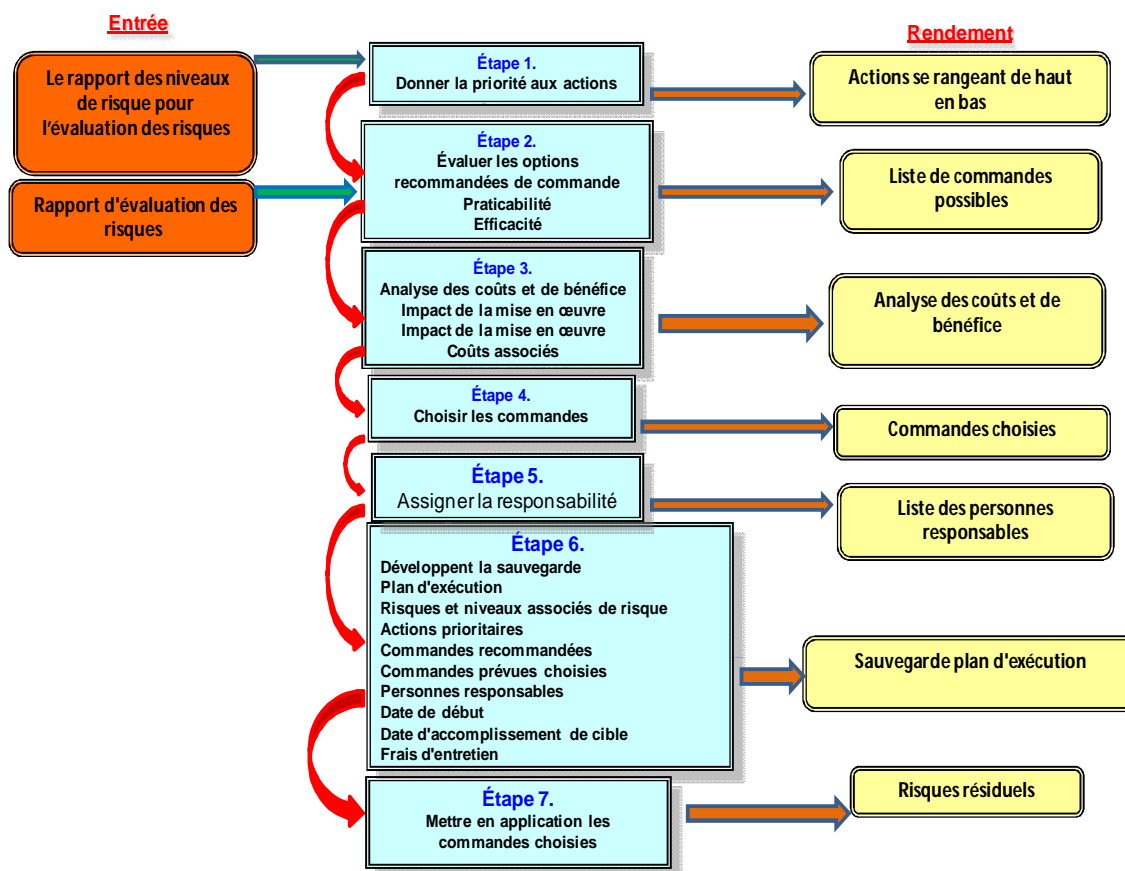
- ❖ Risques (paires de vulnérabilité/menace) et niveaux associés de risque (rendement de rapport d'évaluation des risques) ;
- ❖ Commandes recommandées (rendement de rapport d'évaluation des risques) ;
- ❖ Actions prioritaires (la priorité étant accordée aux articles avec les niveaux très élevés et à haut risque) ;

- ❖ Commandes prévues choisies (déterminées sur la base de la praticabilité, de l'efficacité, des avantages à l'organisation, et du coût) ;
- ❖ Ressources Requisite pour mettre en application les commandes prévues choisies ;
- ❖ Listes d'équipes et de personnel responsables ;
- ❖ Date de début pour l'exécution ;
- ❖ Date d'accomplissement de cible pour l'exécution ;
- ❖ Frais d'entretien.

Le plan d'exécution de sauvegarde donne la priorité aux actions d'exécution et projette les dates d'accomplissement de début et de cible. Ce plan facilitera et accélérera le procédé de réduction de risque.

✚ L'étape 7 Commandes choisies par instrument

Selon différentes situations, les commandes mises en application peuvent abaisser le niveau de risque mais ne pas éliminer le risque.



La figure 1.36 la méthodologie recommandée pour la réduction de risque. [24]

1.7.4 Contrôles de sécurité techniques

Des contrôles de sécurité techniques pour la réduction de risque peuvent être configurés pour se protéger contre les types donnés de menaces. Ces commandes peuvent s'étendre de simple aux mesures complexes et habituellement impliquer des architectures de système ; construction des disciplines ; et paquets de sécurité avec un mélange de matériel, de logiciel, et de progiciels. Toutes ces mesures devraient fonctionner ensemble pour fixer des données critiques et sensibles, l'information, et des fonctions de système. Des commandes techniques peuvent être groupées dans les catégories principales suivantes, selon le but primaire :

Appui

Les commandes de soutien sont génériques et sont à la base de la plupart des possibilités de sécurité. Ces commandes doivent être en place afin de mettre en application d'autres commandes.

Empêcher

Les commandes préventives se concentrent sur empêcher des violations de la sécurité de se produire en premier lieu.

Détecter et récupérer

Ces commandes se concentrent sur détecter et récupérer d'une violation de la sécurité.

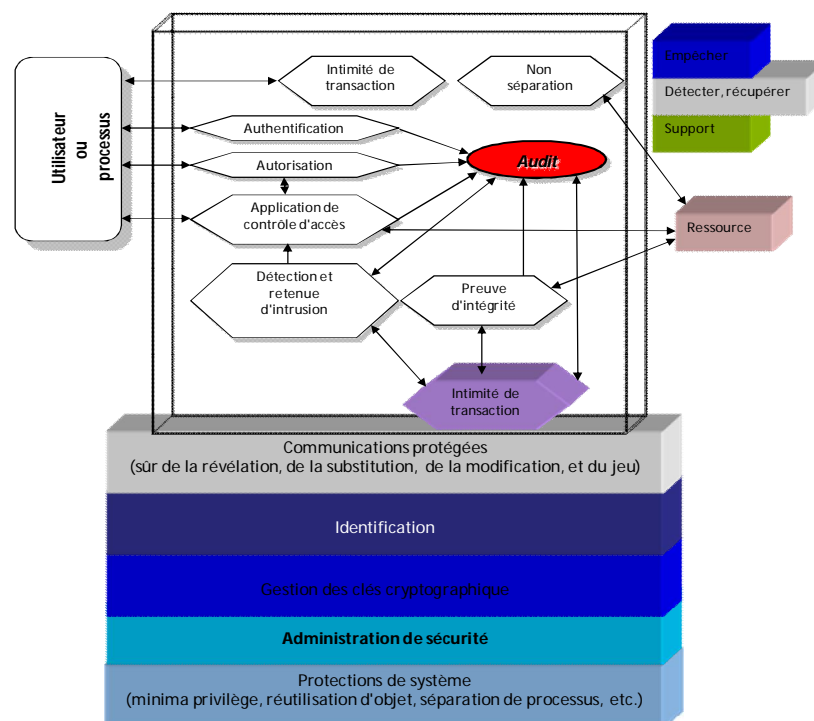


Fig.1-37 les commandes techniques primaires et les rapports entre eux [13].

1.7.5 Management des risques résiduels

Les organismes peuvent analyser l'ampleur de la réduction de risque produite par les commandes nouvelles ou augmentées en termes de probabilité de menace ou impact réduite, les deux paramètres qui définissent le niveau atténué du risque à la mission d'organisation.

L'exécution des commandes nouvelles ou augmentées peut atténuer le risque par

- ✚ L'élimination de certaines vulnérabilités du système (des pailles et faiblesse), réduisant de ce fait le nombre de menace-source/de vulnérabilités possibles
- ✚ Ajouter une commande visée pour réduire la capacité et la motivation d'une menace-source
- ✚ Réduction de l'importance de l'impact défavorable (par exemple, limitant l'ampleur d'une vulnérabilité ou modifiant la nature du rapport entre système TI et la mission de l'organisation).

Le rapport entre l'exécution de commande et le risque résiduel est en forme de graphiques présenté sur La figure 1.39

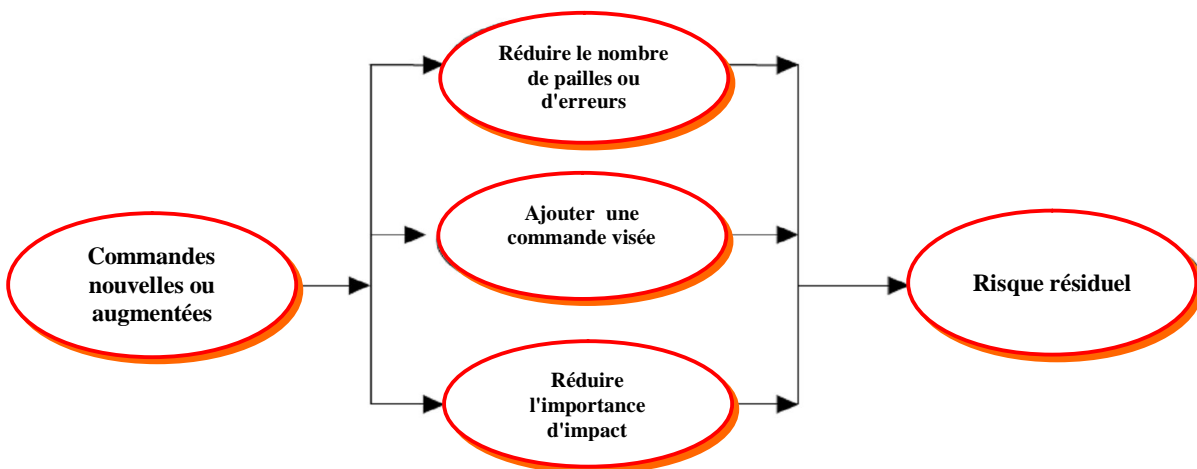


Fig.1-38 Commandes mises en application et risque résiduel [13]

1.7.6 Importance de management des risques

La gestion des risques est le processus qui permet à des directeurs d'équilibrer les coûts opérationnels et économiques de mesures de sauvegarde et de réaliser des gains dans des possibilités de mission par la protection des systèmes et des données. Ce processus n'est pas unique à l'environnement ; en effet il infiltre la prise de décision dans tous les secteurs de nos vies quotidiennes. Prendre le cas de la sécurité à la maison, par exemple. Beaucoup de personnes décident de faire installer des systèmes de sécurité à la maison et de payer des honoraires mensuels à un fournisseur de services pour avoir ces systèmes surveillés pour la protection de leur propriété. Vraisemblablement, les propriétaires d'une maison ont

pesé le coût d'installation et de surveillance de système contre la valeur de leur sûreté de biens d'équipement ménager et de leur famille, un besoin fondamental de « mission ».

La tête d'une unité d'organisation doit s'assurer que l'organisation a les possibilités requises pour accomplir sa mission. Ces propriétaires de mission doivent déterminer les possibilités de sécurité que leur système doit fournir le niveau désiré de l'appui de mission face aux menaces réelles.

La plupart des organismes disposent de budgets serrés pour la sécurité. Une méthodologie bien structurée de management des risques, une fois utilisée effectivement, peut aider le manager à identifier des commandes appropriées pour fournir les possibilités essentielles à la mission de sécurité.

1.7.7 Méthode d'Analyse des risques

Il est nécessaire d'identifier les phénomènes dangereux qui engendrent un risque dans le système ainsi que les formes qu'ils pourraient prendre. Il faut donc énoncer clairement les éléments dangereux constatés et principalement ceux qui sont à l'origine des accidents vécus auparavant selon les procédés du retour d'expérience [24].

Les données exploitées par le SEM sont de natures diverses : symboliques, descriptives, numériques, etc. Elles peuvent être inexactes, ambiguës, incomplètes et parfois contradictoires étant donné que l'analyse des risques s'effectue tôt à une phase prématurée du cycle de développement d'un système, plus précisément entre la phase de spécification et celle de conception.

En effet, il convient que la phase de recueil de données soit faite en se basant sur un formalisme solide. Evidemment, ceci rend plus accessible les phases de capitalisation et d'exploitation.

Il convient de rappeler que l'AR a toujours été considéré comme une démarche inductive. Rares sont les travaux de recherche qui font allusion à une démarche purement déductive ou mixte inductive/déductive.

C'est très important de savoir qu'une démarche inductive/déductive n'est pas forcément rétroactive. La rétroaction est une particularité qui permet de filtrer des résultats cohérents parmi un ensemble initial d'éléments bruts, autrement dit, les nouveaux éléments (résultats) identifiés par les mécanismes d'inférence seraient à leur tour réintroduits et donc exploités (données). Cependant, une démarche inductive/déductive permet d'atteindre une bonne traçabilité et une meilleure complétude en matière de résultats.

Complétude, traçabilité et cohérence des résultats ! Ne sont-elles pas des caractéristiques d'une analyse des risques convenable? Est-il donc possible de conjuguer le principe de rétroaction et les démarches dites inductive, déductive?

La figure suivante (Figure 1.39) propose une régénération de la méthode originale d'APR

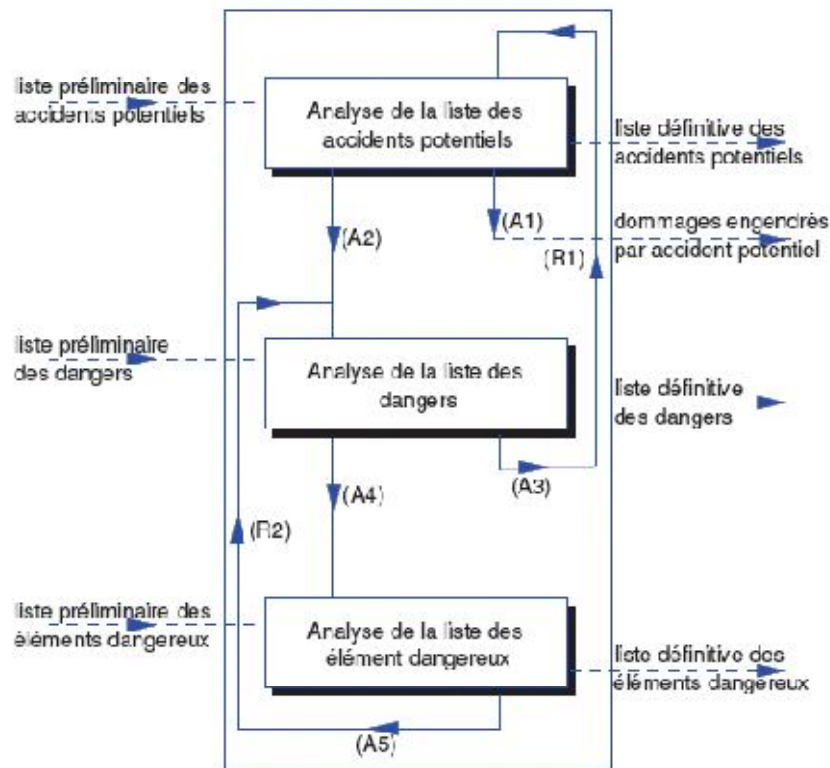


Fig.1-39 Méthode d'Analyse des risques [24]

Cette démarche inclut tout à la fois des phases de raisonnement déductives (A2, A4) et inductives (A1, A3, A5) ainsi que deux boucles de rétroaction (R1, R2) :

Les actions:

A1: phase inductive à partir des risques potentiels pour identifier les éventuels dommages.

A2: phase déductive à partir des risques potentiels pour identifier les dangers.

A3: phase inductive à partir des dangers pour identifier les risques potentiels.

A4: phase déductive à partir des risques pour identifier les éléments dangereux correspondants.

A5: phase inductive à partir des éléments dangereux pour identifier les dangers qui peuvent surgir.

Les rétroactions:

R1: rétroaction en cas d'identification de nouveaux risques potentiels à l'issue de la phase A3.

R2: rétroaction en cas d'identification de nouveaux risques à l'issu de la phase A5.

1.7.8 Les Conditions de réussite d'un système

- ✚ La volonté de réussir.
- ✚ La clarté du dessein SEMP.
- ✚ Le pilotage du système.

i) La volonté de réussir est un acte de direction

Généralement le projet est une intention, une ambition. Alors, il faut que la volonté de réussir un système soit:

- ❖ l'expression d'une détermination,
- ❖ d'une volonté inébranlable qui repose sur:
 - ✓ des valeurs fortes,
 - ✓ reconnues,
 - ✓ légitimées,
 - ✓ et partagées collectivement avec l'ensemble des travailleurs et partenaires de l'entreprise

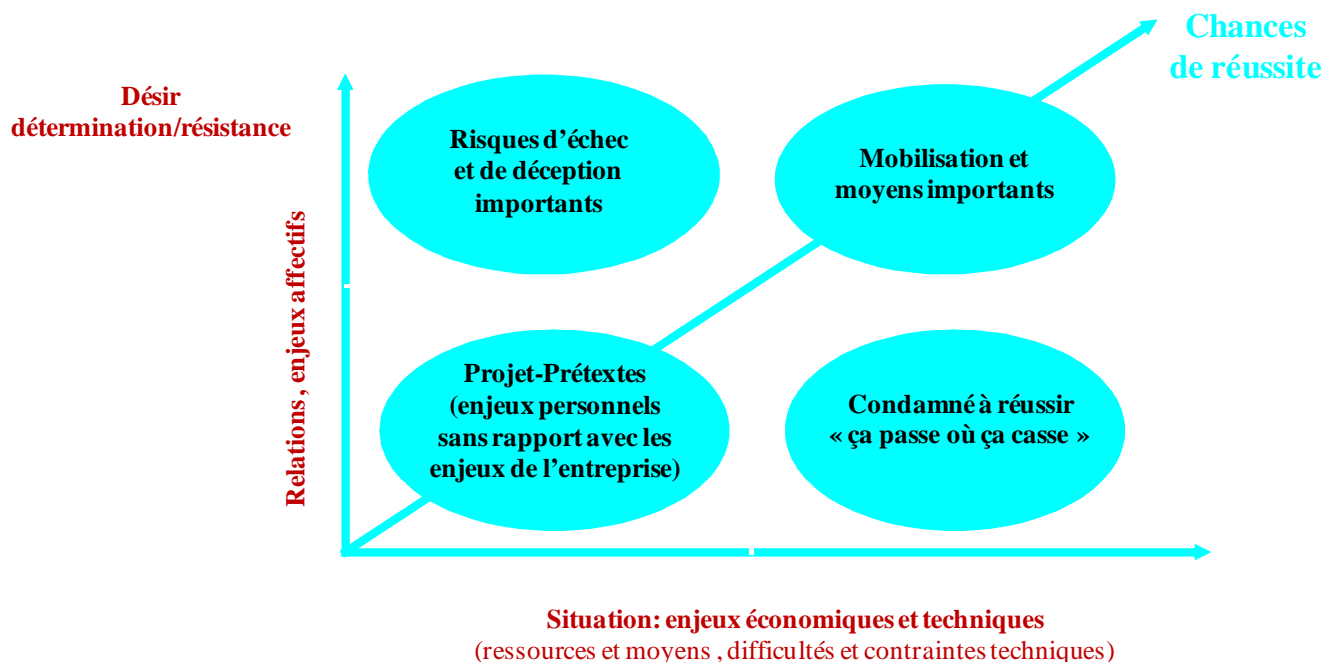


Fig.1-40 Chances de succès du système [24]

ii) La clarté du dessein

Il s'agit de disposer de toutes les données sur sa problématique interne et externe afin de bien appréhender la situation actuelle et de se donner les moyens pour atteindre les objectifs (réalisation du projet).

Ceci suppose:

- ❖ Connaître les enjeux internes et externes en cas de succès.
- ❖ En cas d'échec par contre, il faut connaître les obstacles et les freins qu'il va falloir lever.

iii) La clarté du dessein suppose connaître

- ❖ les atouts dont on dispose (points forts),
- ❖ Les ressources disponibles ou potentielles.
- ❖ les conditions de réussite, et le degré d'énergie, de désir, de volonté pour affronter les obstacles et trouver des solutions.

Cependant, l'optimisation du processus de réalisation de système est la conséquence essentielle de:

- ✓ L'évolution de technologie.
- ✓ La quantité de nouvelles spécialités (pointues).
- ✓ Les exigences et les attentes des clients.
- ✓ Les contraintes économiques (coûts et délais).
- ✓ Les décentralisations des responsabilités.

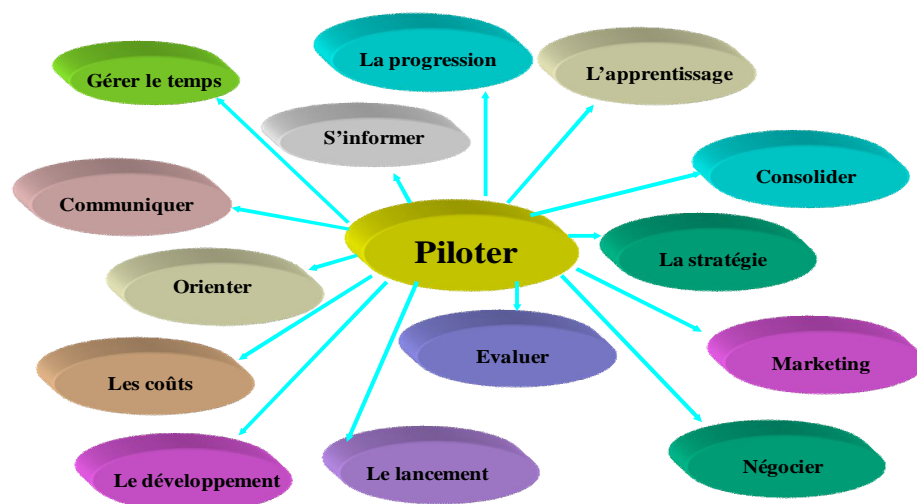


Fig.1-41 Le pilotage du système

1.8 Conclusion

Un système est un objet complexe, formé de composants distincts liés entre eux par un certain nombre de relations. Les composants sont considérés comme des sous-systèmes, ce qui signifie qu'ils entrent dans la même catégorie d'entités que les ensembles auxquels ils appartiennent.

Un sous-système peut être décomposé à son tour en sous-systèmes d'ordre inférieur ou être traité (au moins provisoirement) comme un système indécomposable, c'est-à-dire comme un système réduit à un seul élément.

Cet ensemble d'éléments en interaction mutuelle et en interaction avec l'environnement, organisés en fonction d'un but, implique que les propriétés du système soient plus que la somme des propriétés des éléments, d'où l'émergence de propriétés nouvelles dues à l'intégration, certaines étant recherchées, d'autres indésirables.

Le métier d'intégration de systèmes étant complexe, on a été conduit à définir, pour le maîtriser, un certain nombre de processus qui font l'objet de travaux de normalisation. Ces processus, qui constituent ce que l'on qualifie quelquefois de système ingénierie, se décomposent en activités généralement associées à des phases du cycle de vie du système.

L'utilisation d'un formalisme adapté permet de représenter à la fois les processus et les concepts de structure de système et donne les moyens de coordonner le tout autour du cycle de vie du système. Les systèmes conçus par l'homme et fabriqués industriellement sont de plus en plus complexes.

Leur développement a donné lieu à l'émergence d'une discipline nouvelle : l'ingénierie des systèmes qui a pour ambition d'élaborer les méthodes et les outils nécessaires à ces développements.

Des efforts de plus de cinquante ans ont permis d'élaborer de nombreuses normes et recommandations donnant lieu à des outils de conception et de vérification. L'analyse que nous faisons dans le chapitre 1 de notre présentation est que, si l'inventaire des besoins est parfaitement rassemblé et si les processus à employer sont bien identifiés, la mise en œuvre reste encore ouverte à l'improvisation. Notre idée est donc de profiter des acquis et de proposer une méthodologie nouvelle basée sur :

- ✚ la formalisation d'un processus générique,
- ✚ une démarche d'adaptation aux spécificités métiers et projets,
- ✚ le développement d'outils pour la validation des processus formalisés et leurs mises en œuvre effectives.

Chap. 2. L'autoroute et le développement durable

2.1 Généralités

L'autoroute est un équipement moderne de transport. Construire des autoroutes est une nécessité pour le développement de la société et de l'économie, c'est décidé par la situation du développement de la société et de l'économie régionale et nationale. Dans le chapitre suivant l'accent sera porté sur l'aspect systémique du projet en tenant compte de la dimension liée au développement durable ; qui est devenu un enjeu important qui doit être considéré pour toutes les activités humaines actuelles et futures.

Le développement durable consiste à fournir à tous les êtres humains et à leurs sociétés les moyens de vivre et de se développer sans épuiser les ressources de notre planète et sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins. En raison de la couverture territoriale importante des réseaux d'infrastructures routières et de leurs effets, de la multiplicité des acteurs concernés et des nombreux domaines affectés, les projets routiers sont directement concernés par ce nouveau paradigme sociétal.

Depuis la révolution industrielle, le modèle économique de la société occidentale considère l'environnement comme étant une source de matières premières que l'on peut exploiter et dégrader, cette dégradation étant compensée par la création de capital. Dès les années 1960, les limites d'un développement économique continu et extensible à l'« infini », dans un monde où les ressources environnementales possèdent des limites finies, sont devenues perceptibles. Les atteintes environnementales à l'échelle planétaire causées par les activités anthropiques, (Tchernobyl, pluies acides, trou dans la couche d'ozone, etc.), la dégradation du cadre de vie (accroissement des zones

urbaines, « bétonnage » et destruction des paysages, eutrophisation des lacs, destruction des forêts tropicales, désertification, etc.), la forte dépendance de la société vis-à-vis de ressources non-renouvelables (crises pétrolières de 1973, 1980 ou celle de l'an 2000), les inégalités sociales dans la distribution des richesses sont autant d'éléments qui ont montré que ce modèle de développement ne pouvait pas être conservé tel quel sans mener le monde à une proche catastrophe.

A la fin du 20^e siècle, l'humanité se trouve à un tournant crucial de son existence.

Les fléaux sociaux (famine, guerre, etc.) ne cessent de s'aggraver, les écosystèmes se dégradent fortement et les inégalités perdurent et s'accroissent. Pour assurer un avenir plus sûr et prospère pour tous, une prise de conscience à l'échelle planétaire est nécessaire. Les réponses aux problèmes posés aux hommes doivent être élaborées conjointement et harmonieusement, c'est à dire en respectant les différents intérêts en jeu. En raison de la complexité des problèmes environnementaux et des multiples interactions entre les activités humaines, les problèmes doivent être résolus au niveau du « village mondial », aucune nation ne pouvant satisfaire ses besoins par ses seuls moyens.

Plusieurs modes d'utilisation des ressources environnementales sont envisageables dans une situation de développement économique. Ces diverses possibilités d'utilisation des ressources environnementales sont représentées dans la figure (2.1) suivante de la richesse d'un pays, représentée dans un diagramme où l'évolution positive par son produit national brut (PNB) est comparée à l'évolution des charges environnementales (consommation de ressources non-renouvelables, pollution, emprises, etc.).

On peut relever quatre possibilités de couplage suivantes entre ces deux valeurs :

- ✚ **Croissance quantitative** : la charge environnementale croît dans les mêmes proportions que le PNB. Le développement économique s'accompagne ainsi d'une dégradation progressive de l'environnement. Il s'agit en quelque sorte d'une solution sans avenir, l'accomplissement de la société humaine s'accompagnant de la destruction de son environnement.
- ✚ **découplage** (1970) : la charge environnementale croît moins vite que le PNB. Le problème de cette option réside dans le fait que le taux de croissance des charges environnementales reste toujours positif.
- ✚ **croissance qualitative** (1980) : la charge environnementale se stabilise. Par contre, la qualité de l'environnement ne s'améliore pas et peut rester nettement insuffisante si cette mesure est prise trop tardivement.
- ✚ **développement durable** (1992) : l'utilisation des ressources environnementales décroît et l'on peut ainsi atteindre une qualité environnementale satisfaisante. Il s'agit de la seule solution permettant d'assurer un environnement de qualité sans être en contradiction avec le développement de la société humaine.

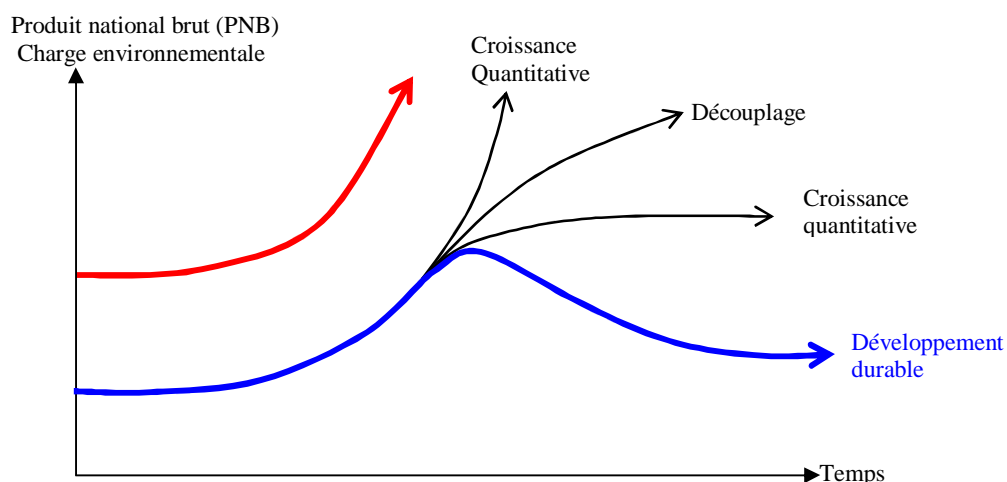


Fig. 2-1 Couplage de la croissance économique et de la charge environnementale [37]

2.2 Présentation du développement durable

2.2.1 Définition

La définition du développement durable couramment utilisée est celle inspirée des travaux de la Commission Brundtland: [42]

« Le développement durable est un processus de développement qui répond aux besoins sociaux, environnementaux et économiques du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

Ce concept exclut les positions radicales tant écologistes qu'économiques. Il s'agit d'un compromis acceptable pour tous, bien que sa mise en application s'avère extrêmement difficile. Il montre aussi que l'on ne peut plus résoudre les problèmes sectoriellement mais que l'on doit les traiter globalement. On peut remarquer que cette définition du développement durable place l'homme et ses besoins au cœur du processus. Il s'agit là d'une vision qualifiée d'anthropocentrée.

Le développement durable est lié à un certain nombre de principes liés à l'environnement, l'économie et la société (Figure 2.2).

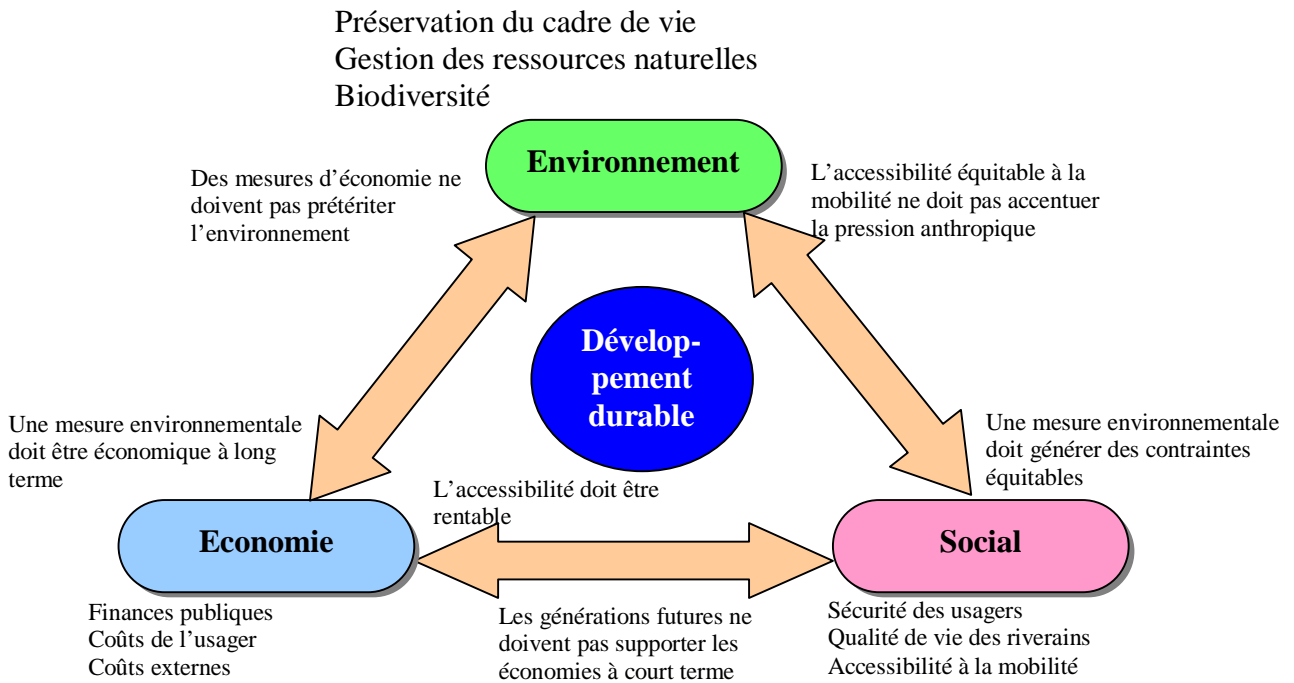


Fig.2-2 Les trois dimensions de la durabilité [42]

La figure suivante présente ces différentes notions de développement selon le nombre de domaines bénéficiaires d'une stratégie donnée.

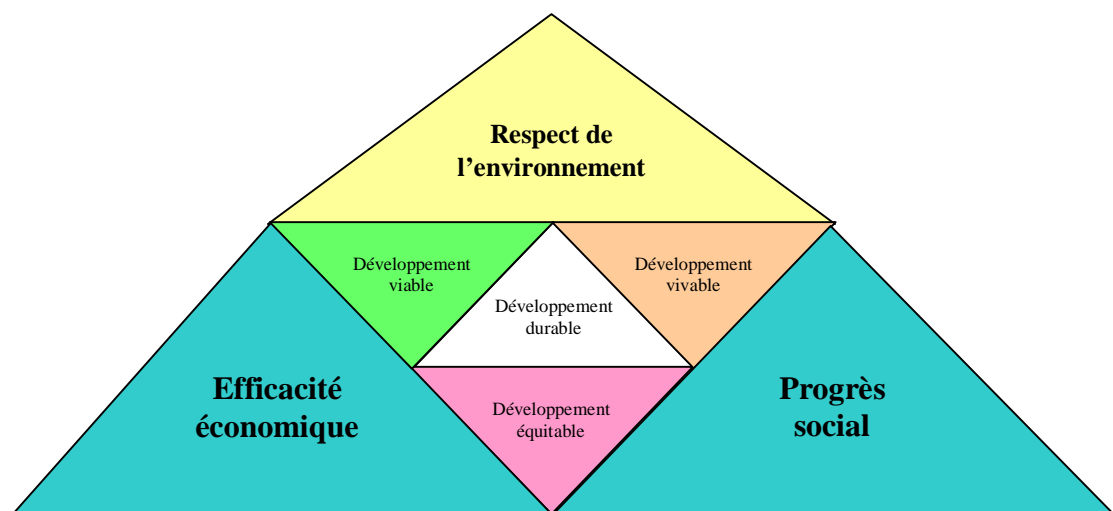


Fig.2-3 Les différentes notions de développement [42]

Pour la dimension écologique, le développement est durable lorsqu'il permet de :

- ✚ assurer l'épanouissement des êtres humains et des écosystèmes ;
- ✚ maintenir l'utilisation des ressources renouvelables ;
- ✚ stabiliser ou réduire la consommation des ressources non-renouvelables ;

- ✚ maintenir à long terme les diverses émissions polluantes à un niveau minimum ;
- ✚ réduire le risque ainsi que les effets des catastrophes écologiques.

Pour la dimension économique, le développement est durable lorsque :

- ✚ Le rendement économique et la richesse de la société peuvent être sauvegardés à long terme et être améliorés sur le plan qualitatif plutôt que quantitatif ;
- ✚ l'économie est compétitive, qu'elle permet la création d'emplois et l'amélioration du bien-être général ;
- ✚ les prix assument l'essentiel de la gestion sur les marchés et qu'ils reflètent les coûts externes ainsi que la pénurie de ressources, de facteurs de production, de biens et de services.

S'agissant de la dimension sociale, le développement est durable lorsque :

- ✚ Les droits de l'homme sont respectés et les droits démocratiques garantis ;
- ✚ l'espérance de vie est prolongée dans les pays pauvres ;
- ✚ l'épanouissement culturel est assuré ;
- ✚ la protection sociale est garantie et que la répartition équitable des revenus et des richesses ainsi que l'égalité entre l'homme et la femme sont encouragées ;
- ✚ la santé des individus est non seulement protégée mais encore améliorée ;

2.2.2 Principes de base du développement durable

Le concept de développement durable se fonde sur la mise en œuvre d'une utilisation et d'une gestion rationnelles des ressources (naturelles, humaines et économiques), visant à satisfaire de manière appropriée les besoins fondamentaux de l'humanité. Les conditions nécessaires du développement durable sont les suivantes : la conservation de l'équilibre général et de la valeur du patrimoine naturel ; une distribution et une utilisation des ressources équitables entre tous les pays et toutes les régions du monde ; la prévention de l'épuisement des ressources naturelles ; la diminution de la production de déchets (qui inclut la réutilisation et le recyclage des matériaux) ; la rationalisation de la production et de la consommation d'énergie [37].

Le développement durable peut également se définir par une série de grands principes qui constituent sa charte tels la gestion intégrée, la gouvernance, la prévention, la responsabilité, la subsidiarité et la solidité.

2.2.3 Le développement durable et les projets d'infrastructures routières

La question du développement durable suscite un intérêt grandissant aussi bien de la part des pouvoirs publics, des acteurs de la filière routière que de l'opinion publique. Des éléments de définition communs ont été retenus et servent de cadrage. Ces éléments conduisent à poser les liens entre la route et le développement durable.

L'intégration des principes du développement durable au sein de la procédure d'élaboration des projets d'infrastructures routières amène les principes suivants :

✚ Transdisciplinarité L'analyse d'une problématique doit se baser sur une approche globale et non sectorielle. Les compétences professionnelles que doivent posséder les exécutants de la mise en œuvre du développement durable sont définis par le "Workforce 2020" de l'Hudson Institute comme étant les suivantes

- ❖ esprit critique
- ❖ aptitude à résoudre les problèmes
- ❖ aisance à communiquer
- ❖ culture économique et sociale
- ❖ confiance en soi
- ❖ transdisciplinarité

✚ Intégration

Afin que la population puisse faire partie intégrante du processus d'étude des projets qui l'affectent, la participation publique doit être réalisée dès le début du projet. De plus, la transparence des décisions et des études est à assurer

✚ Analyse du cycle de vie

Afin d'estimer les effets à long terme des infrastructures routières, il est nécessaire de considérer leur cycle de vie.

Dans l'évaluation des performances des variantes, cette prise en compte du long terme s'effectue dès le début du projet : on pense à l'entretien de la route lors de sa planification. Toutes les étapes de celui-ci doivent être intégrées dans les analyses menées au niveau de l'élaboration du projet routier.

Une analyse du cycle de vie, appelé aussi écobilan, comprend généralement quatre étapes [38] :

- ✚ Définition des objectifs et du champ de l'étude permettant de poser le problème et ses limites ;
- ✚ inventaire des émissions et des ressources utilisées ;
- ✚ évaluation de l'impact sur l'environnement des diverses émissions répertoriées auparavant ;
- ✚ interprétation des résultats : pondérations, incertitudes, étude de sensibilité.

Le champ de l'étude d'une infrastructure routière considère les rejets ayant lieu depuis l'extraction des matières premières (granulats et pétrole) jusqu'à leur élimination (recyclage ou mise en décharge). Le système à considérer pour une infrastructure routière comprend trois grands domaines : réalisation, exploitation et entretien.

L'inventaire des émissions et des ressources utilisées donne les résultats suivants :

- ✚ Réalisation : extraction, traitement, transport et mise en œuvre des matériaux ;
- ✚ exploitation : éclairage et ventilation, consommation d'énergie des véhicules ;
- ✚ entretien : entretien hivernal, lavage des tunnels, entretien courant, etc.

Le projet n'entre pas en ligne de compte dans le cycle de vie, sa consommation en ressources environnementales étant négligeable. Cependant, les décisions qui sont prises durant cette étape influencent considérablement les valeurs des rejets dans les étapes suivantes.

En appliquant cette analyse du Cycle de vie (ACV) à la comparaison de trois variantes d'un tronçon autoroutier, « A. Pereira et al » montrent que près de 93 % de la consommation énergétique sur 50 ans était due à l'exploitation [39].

Les auteurs concluent cette analyse en relevant sa pertinence pour l'évaluation de variantes. Elle permet en effet de considérer la durée de vie dans l'analyse, de procéder à un vaste inventaire des impacts et elle considère des impacts globaux tels l'effet de serre ou le réchauffement climatique. Par contre, les données relatives aux consommations énergétiques des processus d'exploitation ou concernant les matériaux sont encore très lacunaires et parfois peu précises. Ceci peut se révéler être un lourd handicap pour les projets de faible envergure où le projeteur doit disposer immédiatement de telles informations. L'analyse du cycle de vie reste donc encore réservée à des projets d'infrastructures routières d'importance.

✚ Mise en balance des intérêts

Les intérêts sociaux, environnementaux et économiques doivent être équilibrés. L'analyse des différentes variantes vérifie cet équilibre en procédant à une analyse globale des avantages et des inconvénients selon plusieurs points de vue. L'utilisation d'une méthode d'aide multicritère à la décision permet de réaliser cette analyse de manière aisée en y intégrant un critère « développement durable ».

L'intégration de ce critère peut se faire de deux manières :

- ❖ Par le biais d'un critère spécifique « durabilité du projet ». Il s'agit d'une prise en compte partielle et localisée ;
- ❖ par la considération de la durabilité de chaque critère : considération globale par dissolution et absorption du développement durable ;

Il est préférable d'opter pour la seconde possibilité, car il paraît difficile de considérer le développement durable en tant qu'entité propre. Chaque critère a un aspect de durabilité à considérer.

✚ Acteurs du développement durable

Le lien entre la concertation et le développement durable est direct. En effet, la durabilité sociale passe par la citoyenneté, la participation et la transparence des décisions. L'équilibre social demande la participation de tous.

Les organisations non-gouvernementales doivent être associées au projet. L'Agenda 21, qui leur reconnaît un « rôle vital dans le processus démocratique » recommande de les considérer comme des partenaires à part entière dans l'élaboration des projets. De plus, elles doivent pouvoir s'associer au sein de groupes consultatifs. Finalement, l'Agenda 21 indique que « Les Etats doivent promouvoir des lois qui permettent aux organisations non-gouvernementales de prendre des mesures juridiques pour défendre l'intérêt public » [40].

2.3 Aperçu général des autoroutes

2.3.1 Généralités

L'autoroute est une route spécialement conçue pour la circulation des voitures. La circulation est strictement réglementée sur l'autoroute : les voitures doivent circuler sur des voies séparées, à une grande vitesse; tous les croisements sont munis d'échangeurs; la technologie utilisée dans la construction est très avancée; les équipements de trafic sont parfaits, on a donc l'assurance de la rapidité, la sécurité, le confort, et la circulation continue des voitures. Par conséquent, avec l'apparition des autoroutes, c'est plus pratique de se déplacer, l'autoroute est le nouveau moyen de transport qui peut se conformer à l'augmentation rapide du régime ordinaire des routes, diminuer le nombre des accidents, et qui peut améliorer la situation d'embouteillage, elle est déjà devenue le symbole du haut développement des routes modernes. En comparaison avec les routes ordinaires, l'autoroute a des caractéristiques suivantes sur la fonction.

- ✚ Il y a une limite de circulation sur le nombre de voitures et sur la vitesse, seuls les véhicules motorisés peuvent l'utiliser ;
- ✚ On partage la circulation en trois voies pour l'empêchement des voitures vers la même direction ;
- ✚ Le contrôle est sévère pour la circulation pour diminuer les empêchements mutuels et assurer la sécurité des voitures très rapides ;

- Les critères de contrôles et de sécurités sont assez hautes, et les équipements de trafic et de service sont plus modernisés afin d'assurer la rapidité, la sécurité et le confort des voitures.

2.3.2 Le développement des autoroutes

L'autoroute est un nouvel équipement du transport qui est sûr et rapide, elle a vu le jour dans les années 1920, sa capacité d'accueil de voitures est grande. L'Allemagne était le 1^{er} pays qui a construit une autoroute, la 1^{ère} autoroute a vu le jour en 1919.

Aujourd'hui, les États-Unis sont le pays où le nombre des autoroutes est le plus grand, et où le réseau des routes est le plus moderne. En 1937, dans l'état de Californie, ils ont construit la 1^{ère} autoroute, qui mesurait 11.2km. En 1944, les États-Unis ont fait un projet de 13 ans pour construire une autoroute inter états qui mesurait 70 000km. En 1990, la longueur de l'autoroute construite était de 84 361km, plus de la moitié de l'autoroute du monde. Aux États-Unis, l'autoroute entre New York et Los Angeles mesure 4556km. Dans les 24 années entre 1956 et 1980, en moyenne, la vitesse d'augmentation était de 3000km par an [37].

Au Japon, le développement des autoroutes est assez tardif, mais rapide.

C'est en 1975 que le code de l'autoroute japonais a été édité et ce n'est qu'en 1965 que la 1^{ère} autoroute, celle de Mingshen, fut construite.

Actuellement, un réseau important d'autoroutes a été formé traversant le territoire du nord au sud et prenant Tokyo comme centre.

Ce n'est que vers les années 1970 que la Chine se préparait pour la construction des autoroutes, et en 1981 le ministère de transport établi ces critères techniques des projets de routes qui sont devenus par la suite ceux des autoroutes (voir figure 2-4).

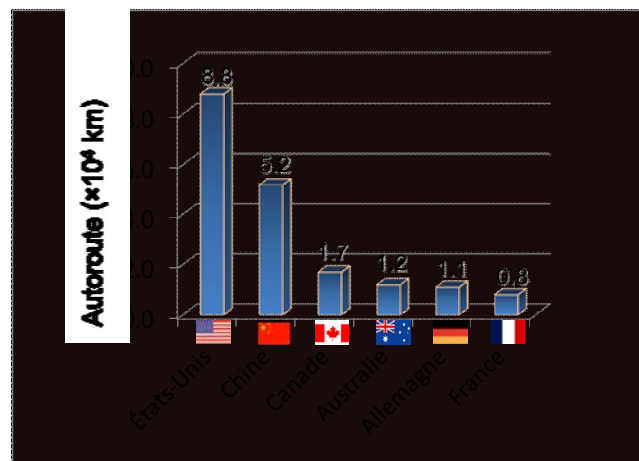


Fig.2-4 Longueur des autoroutes réalisées pour différents pays en 2009 [20]

2.4 Les tendances du développement autoroutier

Actuellement la tendance principale pour le développement autoroutier tourne autour de la construction des passages principaux de transport appelés « les couloirs de transports » ; c'est un concept géographique qui veut dire un ruban large s'étendant le long du régime ordinaire dans une zone. Ces passages relient les sources principales de transport et peuvent comprendre plusieurs moyens de transport.

Il y a d'autre tendance du développement, c'est de prêter plus d'attention à la nouvelle technique de construction telle que la technique de l'ordinateur, la technique des informations, la technique de nouveaux matériaux, la technique de nouvelles structures, la technique de nouveaux équipements et la nouvelle théorie de design.

Vers les années 1980, on a commencé à développer et exploiter un nouveau système de transports routiers appelé le système intelligent de transport (ITS).

Ce système utilise la communication des informations, le contrôle électronique et le contrôle des ordinateurs.

Enfin comme dernière tendance, c'est le renforcement de la recherche des ressources, de la protection de l'environnement et la sécurité.

2.5 Les autoroutes et le développement économique

2.5.1 La position du transport routier dans le système de transport

Le système de transport routier est l'un des plus importants systèmes qui influent directement sur l'économie d'un pays et à l'inverse le niveau de développement économique et la demande de transport constituent généralement les éléments clés qui décident le développement des routes.

D'après l'expérience des pays développés, le progrès très rapide qu'ont connu l'industrie des ressources et la technologie en général a conduit l'augmentation du taux des différents produits (alimentaires, textiles, électronique ...) à transporter, ce qui a directement influencé sur le développement du transport routier.

Le tableau 2.1 suivant montre bien l'importance du transport routier par rapport aux autres types de transport pour certains pays développés et ceci entre 1956 et 1996.

Tableau 2-1 Statistique des lignes de transport dans certains pays développés [20]

Les pays et le trajet des lignes de transport	Le taux	En 1965	En 1970	En 1975	En 1980	En 1985	En 1990	En 1996
La formation des lignes de transport aux États-Unis	%	100	100	100	100	100	100	100
1 Le trajet des trains	%	5.2			4.1	3.6	2.8	3.0
2 Le trajet des routes	%	90.1			89.9	90.9	91.8	91.8
3 le trajet des navigations du fleuve	%	0.7			0.6	0.6	0.3	0.5
4 le trajet des tuyauteries de gaz et de pétrole	%	4.0			5.4	4.9	5.1	4.7
La formation des lignes de transport en Grande Bretagne	%	100	100	100	100	100	100	100
1 Le trajet des trains	%	6.8	5.3	5.0	5.0	4.6	4.5	4.4
2 Le trajet des routes	%	92.5	93.7	94.0	93.8	93.9	94.3	94.6
3 le trajet des navigations du fleuve	%	0.5	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.3
4 le trajet des tuyauteries de gaz et de pétrole	%	0.2	0.5	0.7	0.9	0.9	0.6	0.7
La formation des lignes de transport en France	%	100	100	100	100	100	100	100
1 Le trajet des trains	%	4.7	4.3	4.0	4.0	4.1	3.9	3.4
2 Le trajet des routes	%	93.9	94.3	94.4	94.4	94.3	94.5	95.4
3 le trajet des navigations du fleuve	%	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7
4 le trajet des tuyauteries de gaz et de pétrole	%	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
La formation des lignes de transport en Allemagne	%	100	100	100	100	100	100	100
1 Le trajet des trains	%		6.2	5.8	5.5	5.3	4.1	6.1
2 Le trajet des routes	%		92.2	92.6	93.3	93.6	94.9	92.3
3 le trajet des navigations du fleuve	%		1.3	1.2	0.8	0.8	0.6	1.1
4 le trajet des tuyauteries de gaz et de pétrole	%		0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	1.5
La formation des lignes de transport en Chine	%	100	100	100	100	100	100	100
1 Le trajet des trains	%	5.2	4.9	4.8	4.7	4.6	4.4	4.1
2 Le trajet des routes		72.5	77.0	80.7	84.2	84.7	85.2	86.5
3 le trajet des navigations du fleuve		22.2	18.0	14.0	10.4	9.7	9.1	8.1
4 le trajet des tuyauteries de gaz et de pétrole		0.1	0.1	0.5	0.8	1.0	1.3	1.4

De ce tableau, on constate bien que les kilomètres totaux que le véhicule routier parcourt représentent une grande proportion en comparant avec les autres moyens de transport.

Dans le futur, le transport routier ferait valoir pleinement ses supériorités, tels que : souplesse, rapidité et exactitude. Il jouera aussi le rôle principal dans le court trajet pour le transport des gens et des articles.

Seulement, son importance va être influencée par les conditions naturelles et les caractères du système de transport lui même.

Par comparaison à d'autres moyens, le transport routier a un rapport plus direct et plus évident avec l'économie régionale.

2.5.2 L'autoroute un moyen économique de transport

Dans des années 80 du 20^e siècle, l'économie et la société ont en générale beaucoup avancé, le volume du transport est monté et le nombre de voitures a considérablement augmenté, ce qui a causé beaucoup de problèmes à certaines grandes artères routières tel que l'encombrement, l'embouteillage, les d'accidents et diminution de la vitesse, etc.

Pour cela, et pour d'autres problèmes, le choix s'est porté sur l'autoroute comme moyen moderne de transport.

L'autoroute, caractérisée par la rapidité et la commodité des services de transport, apporte des avantages économiques dont les plus directes sont : la réduction du temps de service, la diminution de la consommation des combustibles et l'abaissement de la détérioration mécanique ; de plus le prolongement de la durée de vie des véhicules, et l'abaissement du prix de revient.

La diminution de nombre d'accidents pourrait aussi baisser le prix de revient du transport.

2.5.3 L'autoroute et l'industrie automobile

Le transport à grande vitesse sur l'autoroute demande la bonne qualité et la grande vitesse. C'est un défi, mais c'est aussi une occasion. Après la deuxième guerre mondiale, les pays développés ont construit beaucoup d'autoroutes, qui ont impulsé le développement de l'industrie automobile et le développement de l'économie nationale. On peut dire qu'un grand pays de l'autoroute est aussi un grand pays de l'automobile et de l'économie. L'autoroute aux États-Unis fait une longueur de 95 000 km, la procession et la production d'automobile est au premier rang dans le monde. La construction de l'autoroute au Japon est assez retardée, c'est à partir des années 1960 qu'elle a démarré. Maintenant, ses autoroutes font une longueur de 7 000 km, la procession et la production d'automobile est au 2^{ème} rang dans le monde. En l'Allemagne, il y a 15 000 km d'autoroute, juste derrière des États-Unis, la

proression et la production d'automobile est au 3^{ème} rang dans le monde. Ces pays sont des pays développés, pendant la procédure de la modernisation, le développement de l'industrie d'automobile a apporté le développement économique national.

2.5.4 L'autoroute et l'industrialisation des hauts techniques

Selon l'expérience du développement des autoroutes à l'étranger, 3-5 ans après la mise en service d'une autoroute, les grandes villes se trouvant aux extrémités de l'autoroute se développèrent rapidement vers la direction de l'autoroute, et formèrent une série de villes ou villages satellites, où naissent des zones industrielles qui constitueront un corridor économique important. Par exemple, après la mise en service de certaines autoroutes dans le monde, plusieurs, bands économique en vue le joins tels que la bande le long de l'autoroute Soleil en Italie, la bande des hauts techniques en Californie, à boston, le centre de l'industrie électrique en écosse ...

A titre d'exemple, 40% de nouvelles usines au Japon se trouvent sur une distance de 10 km soit à l'entrée ou à la sortie de l'autoroute et 50% se trouvent sur 20 km de l'autoroute elle-même. (Photos 2.1 et 2.2)

L'autoroute est un matériel de base du transport moderne. Après la construction des autoroutes, la distance du transport des automobiles s'est beaucoup allongée. Cela fait sans doute une attraction spéciale pour le transport des produits de hautes techniques de petite quantité qui ont besoins des transports intenses avec une condition de transport stricte. C'est pourquoi le long des autoroutes est devenu une zone idéale pour le développement des industries de hauts techniques.



Photo 2-1 Bifurcation de Huai'an



Photo 2-2 Bifurcation de Chuzhou

2.6 Principaux composants d'une section d'autoroute

2.6.1 Chaussée

La partie principale de la section d'autoroute est la chaussée qui est destinée à la circulation des véhicules et qui est composée de plusieurs voies. La largeur de la monovoie est définie par la vitesse conçue et les gabarits de gros véhicules. Et la largeur de la chaussée est définie par la vitesse conçue, modèles conçus et le volume de la circulation en perspective. La largeur de la mono-voie est de 3.5 – 3.75 mètres compte tenue des différences de la vitesse et des modèles conçus dans différents pays.

Tout en définissant la largeur de la voie de roulement, il est à considérer la vitesse de roulement, la dimension des véhicules, le fouettement mécanique transversal des véhicules, la distance de sécurité entre deux véhicules et la distance entre les roues et la bordure du sol lors du roulement de véhicule.

Les ' Normes ' chinoises définissent la largeur de 2 x 7.50 mètres pour l'autoroute de 4 voies à la vitesse conçue de plus de 80 km/h, et 2 x 7.0 mètres de largeur de voie de roulement pour 60 km/h pour autoroute montagnaise.

2.6.2 Accotement

L'accotement est la partie de bande avec une certaine largeur située de la bordure extérieure à la bordure de forme de l'autoroute, qui est composé de l'accotement dur, l'accotement de terre et de la bande de bordure extérieure. L'accotement comporte les fonctions suivantes:

- ✚ Maintenir les fonctions de la chaussée pour stationnement des véhicules en panne et d'accident;
- ✚ Fournir une certaine largeur latérale de plus pour guider la vision et améliorer la sécurité de roulement;
- ✚ Fournir le support transversal à la chaussée;
- ✚ Fournir les espaces pour les installations sur chaussée ou les tuyaux souterrains.

2.6.3 Bande centrale

La bande centrale d'autoroute est composée par la bande de bordure des deux côtés et la bande centrale d'isolation. Sa largeur est égale à la somme de la bande d'installations et de la largeur latérale excessive. La fonction de la bande centrale consiste à isoler le flux opposé, éviter la collision des véhicules, démontrer clairement le côté intérieur, guider la vision des chauffeurs, réduire l'éclairage aigu lors du roulement nocturne, prévenir le demi-tour à volonté, mettre en service le grillage de protection, signalisation et vernissage.

Tableau 2-2 Largeur de la bande centrale d'autoroute [41]

Topographie	Plaines et collines légères	Plaines et grandes collines	Montagnes
Largeur de la bande centrale d'isolation	3.00 (2.00)	2.00 (1.50)	1.50
Largeur de la bande de bordure gauche	0.75 (0.50)	0.50 (0.25)	0.50 (0.25)
Largeur de la bande centrale	4.50 (3.00)	3.00 (2.00)	2.50 (2.00)

2.6.4 Bande centrale d'isolation

Comme le montre le tableau 2 – 2, la largeur de la bande centrale d'isolation est égale à la somme de la largeur de la bande d'installations et de la largeur de la sécurité.

La largeur de la bande d'installations est de 0.8 mètre compte tenu de la plantation d'arbres et de la pose des grillages de protection.

Et pour la valeur C de la largeur de la sécurité, il est à considérer le champ de vision pour voie de cambrage, la largeur d'opération de sécurité pour personnel de maintenance et la pose des tuyaux souterrains.

En général, 1m (mètre) sera convenable. Par conséquent, la largeur de la bande centrale d'isolation ne doit pas être moins de 3 mètres. Mais sur certaines voies particulières avec moins de circulation, vitesse conçue de 60 km/h ou aux points restreints, la largeur peut être réduite à 2 mètres.

Les modèles de la bande centrale d'isolation comprennent le modèle creux supérieur, le modèle creux inférieur et le modèle d'affleurement.

Les modèles creux supérieurs et d'affleurement sont appliqués aux voies plates à la campagne pour faciliter le drainage et augmenter la largeur efficace, mais avec une pauvre vision.

Il doit prendre mesure pour augmenter la visibilité pour que les chauffeurs identifient clairement la bordure intérieure de la chaussée par la nuit. L'avantage du modèle creux supérieur consiste à démontrer le modèle d'autoroute, ce qui facilite la vision des chauffeurs et prévient le roulement transversal des véhicules. Le modèle creux supérieur est appliqué aux voies des villes et de la campagne de la bande centrale étroite.

Tableau 2 – 3, la largeur de la bande centrale d'isolation [41]

Vitesse conçue (km/h)	120	100	80	60
longueur de rectiligne minimal entre courbes de même direction (m)	720	600	480	360
longueur de rectiligne minimal entre courbes de direction opposée (m)	240	200	160	120

2.6.5 Aménagement de l'environnement

Le traitement des talus raides de hauteur importante est toujours réalisé en tenant compte de la protection de l'environnement et de l'intégration paysagère (voir Photos 2-3,2-4,2-5).



Photo 2-3 Engazonnement de talus



Photo 2-4 Étude paysagère



Photo 2-5 Écran acoustique

2.7 Conclusion

La route constitue un axe stratégique pour le développement économique d'un pays notamment par son rôle essentiel dans le transport des voyageurs et des marchandises.

L'infrastructure routière ou autoroutière est l'un des principaux éléments stratégiques pour le développement socio-économique d'une région. Elle assure, notamment, les échanges économiques entre les régions du pays, elle permet de réduire les coûts de transport, et enfin elle facilite l'accessibilité aux centres urbains et ruraux.

En général, la construction d'une autoroute passe par trois grandes phases à savoir: l'étude de définition, l'étude d'avant-projet, et l'étude du projet d'exécution. Après sa construction et sa mise en circulation une attention particulière doit être allouée à la phase d'exploitation qui vient à la suite de ces trois étapes.

Notons que le patrimoine autoroutier compte des milliers d'ouvrages. Ces ouvrages sont appelés à subir des modifications au cours du temps et dans l'espace. En plus, les informations concernant le suivi des ouvrages exécutés, qui sont de type numérique et alphanumérique, sont gérées de manière hétérogène.

Pour répondre aux exigences d'une mobilité durable, le transport doit répondre à certaines contraintes et notamment dans les zones urbaines qui concentrent une large majorité de la population et des déplacements. S'interroger sur la contribution d'une politique de déplacements, dans ces zones urbaines, au développement durable consiste à rechercher un mode de développement qui concilie équité, environnement, économie et participation.

En conséquence, la prise de décision concernant une opération de positionnement pose des difficultés énormes de gestion et des délais de recherche très longs. A cela s'ajoutent les problèmes de collecte des données après la construction d'une autoroute.

Si bien que les outils utilisés pour la gestion de ces données n'arrivent plus à répondre aux attentes des décideurs.

Le développement d'un management de l'ingénierie de système de transport le plus utilisée est alors devenu une nécessité c'est l'objectif des prochains chapitres.

Chap3.Le système de transport en Algérie

3.1 Introduction

Des infrastructures de transport performantes améliorent les structures de l'économie d'un pays. Cette conviction repose sur l'idée que des transports rapides, sûrs et peu coûteux sont l'un des fondements des régions prospères.

Les réductions de coût de transport, les gains de temps et d'accessibilité agissent sur de nombreux secteurs en stimulant l'investissement privé et favorisant l'accès à l'emploi et le fonctionnement des marchés concurrentiels. Ces effets seront perceptibles dans le revenu des ménages, l'emploi, la productivité des entreprises ou l'investissement du secteur privé constituant ainsi autant d'indicateurs de la croissance économique.

Dans les pays en voie de développement, les infrastructures de transport sont nécessaires pour assurer et alimenter la quasi-totalité des secteurs économiques et sociaux. A titre d'exemple, en Afrique subsaharienne et à l'heure du NEPAD, il a été démontré dans certains pays que les dysfonctionnements du système de transport, et la faiblesse du réseau routier augmentaient de 30 à 50 % les coûts des produits, en réduisant considérablement tout effort et chance de placer la production sur le marché mondial.

Un système de transport performant constitue alors un facteur incontournable de la croissance économique dans la mesure où il est indispensable pour dynamiser l'établissement des relations entre zones de production et lieux de consommation et favoriser la coopération et les échanges avec les pays étrangers.

L'Algérie est desservie par un système de transport étendu permettant les échanges des biens et des personnes utilisant l'ensemble des modes.

Outre le transport par canalisation des produits d'hydrocarbures, on distingue quatre (04) modes de transports de voyageurs et de marchandises :

- ✚ Transport ferroviaire (le rail) ;
- ✚ Transport routier (la route) ;
- ✚ Transport aérien (l'aéroport) ;
- ✚ Transport portuaire (le port) ;

Le développement des voies de communication constitue un instrument incontournable de toute politique d'aménagement du territoire et de développement d'un pays. L'Algérie a connu une forte croissance de sa population depuis son indépendance, nécessitant davantage de développement des grandes infrastructures de base, surtout de transport, pour répondre aux besoins exprimés par la population. Le trafic routier représente plus de 85% du secteur de transport. L'idée d'une autoroute Est-Ouest est déjà apparue dès la décennie 70.

3.2 La prévision du trafic en Algérie

Pour les besoins de la planification des infrastructures de transport, des prévisions du trafic sont nécessaires. Elles seront assurées par les services du ministère des travaux publics en coordination avec celle de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de l'Urbanisme.

Deux facteurs importants guident ces prévisions : l'arrière-pays (hinterland) et l'évolution du cadre socioéconomique du pays.

Le premier (l'arrière pays) est déterminé par les informations fournies par les entreprises publiques d'envergure nationale, grosses importatrices des principaux produits, tels que les céréales, les aliments de bétail et le ciment.

Il est également déterminé sur la base des données relatives à l'origine et la destination des cargaisons importantes (plus de 10.000 tonnes) transportées par voie ferroviaire et des déclarations de cargaisons (manifeste) au niveau des ports pour une courte période.

Ce deuxième facteur est défini sur la base de l'évolution de la population qu'elle même déterminera l'évolution de la consommation nationale, notamment pour les produits de consommation directe et sur la base de produit intérieur brut (PIB).

Ainsi la prévision des volumes de cargaisons manutentionnées conditionnera la prévision du trafic, deux méthodes sont alors utilisées.

- ✚ La première consiste à établir la relation (coefficient de corrélation) entre, d'une part, l'évolution du volume de cargaison manutentionné pour une période passée (en moyenne 10 ans) et d'autre part, l'évolution des indices socio-économiques du pays, que sont le PIB ou la population et à prévoir le volume futur des cargaisons à partir de la projection des indices socio-économiques nationaux conjugué avec le coefficient de corrélation.

✚ La seconde méthode adoptée consiste à estimer le volume de cargaison pour chaque produit pris individuellement.

Dans le deuxième cas, il est procédé à l'évaluation des niveaux de l'offre et de la demande de l'ensemble du pays pendant les années limites (horizons de l'étude). Le volume à importer est déduit de la différence entre le volume de la production nationale et celui de la consommation.

Pour les besoins de cette méthode, les cargaisons manutentionnées nationales sont classifiées selon les principales catégories, en fonction du volume actuelle de la cargaison, de la tendance à long terme et du type d'emballage.

La détermination du trafic pour les principales catégories de marchandises passe par l'évaluation de l'offre et de la demande prévisionnelle pour chaque catégorie, pour pouvoir par la suite en déduire le volume prévu des importations.

Dans ces catégorie, on peut trouver les céréales (blé, orge et maïs) dont la prévision passe par celle du niveau de la demande calculées en multipliant le nombre de la population prévue par la consommation moyenne par habitant observée durant les dix dernières années (environ 190 Kg/habitant) et des productions nationales calculés en multipliant la surface qui sera cultivée à l'horizon de l'étude par le rendement moyen par hectare de la région faisant partie de l'arrière pays.

On peut aussi trouver dans ces catégories d'autres produits agricoles, le bois, le sucre, les huiles végétales, les produit à base de pétrole, les produits métallurgiques, les matériaux de construction etc.....

3.3 Aperçu sur le secteur des transports en Algérie

3.3.1 Introduction

De part sa surface, l'Algérie a besoin d'un secteur de transport important pour répondre aux besoins de toute activité économique.

Ce système algérien de transport est très diversifié et étendu, utilisant l'ensemble des modes de transport: rail, route, transport aérien et maritime, cabotage national ainsi que les transports par canalisation. Au cours de l'année 2003, l'ensemble des modes de transport a connu une évolution positive en termes physiques. L'étendue du pays (1200 km de côtes, 2000 km Nord-Sud), les caractéristiques géographiques, la répartition démographique, l'appartenance de l'Algérie au Maghreb et sa proximité de l'Europe, déterminent la configuration du système de transport et les perspectives de son développement.

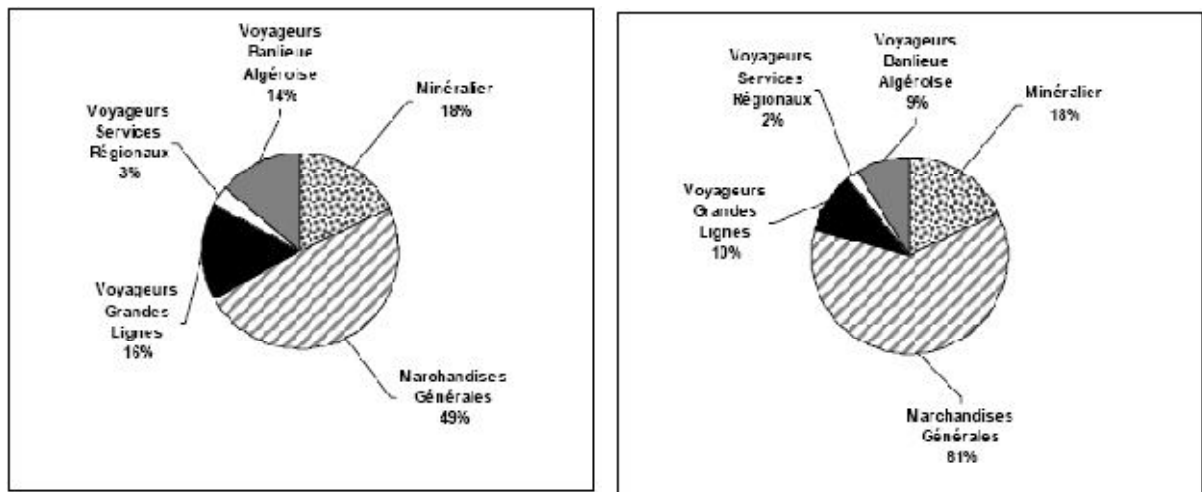
3.3.2 Les modes de transport en Algérie

a) Le transport ferroviaire

Le transport ferroviaire Algérien, géré et exploité par une société nationale (SNTF) est présent sur 05 segments du marché de transport :

- ✚ Les transports des minerais de fer et de phosphate effectués sur la ligne Annaba-Tébessa-Djébel Onk ;
- ✚ le transport des marchandises générales sur l'ensemble du réseau ;
- ✚ les transports voyageurs inter villes (Grandes Lignes) sur les relations Alger Oran et Alger-Constantine-Annaba;
- ✚ les transports voyageurs régionaux entre grandes villes et villes moyennes ;
- ✚ les transports voyageurs de la banlieue algéroise ; ces transports effectués sur les axes Alger-Thénia et Alger-El Affroun sont destinés à jouer un rôle essentiel dans le schéma général des transports de la région d'Alger.

A titre d'exemple, la figure 3.1 montre la répartition du trafic ferroviaire donné par les marchandises (67%) [25].



a/ en pourcentage des volumes de trafic

b/ en pourcentage des recettes de trafic

Fig. 3-1 Répartition du trafic de la SNTF par segment de marché en 2009 [25]

Le réseau ferroviaire algérien a enregistré des contre-performances importantes ces dernières années vu sa configuration sous forme d'une seule ligne à voie unique. Est-Ouest n'est l'obsolescence de ses installations et de ses équipements et les pertes de parts de marché par manque d'organisation opérationnelle.

Sa part relative dans les transports intérieurs ne dépasse pas 7 à 8% en marchandises et en voyageurs. Ainsi, ce type de transport qui aurait pu constituer la trame des relations économiques au niveau national, maghrébin et euro-maghrébin par les avantages qu'il procure en termes de coûts, de respect de l'environnement et de sécurité est totalement marginal. Il paraît de ce fait pertinent de se pencher sur la problématique de promotion et de développement de ce mode de transport dans la perspective de son inscription en tant qu'axe de desserte régionale et de désenclavement des zones à promouvoir.

Le réseau ferroviaire Algérien a une longueur totale de 4 250 Km dont 1100 km sont à voie étroite (1050 mm), le reste étant d'écartement standard voire la figure 3-2.

Le réseau est constitué d'une Rociade Nord de 1 028 km de voie standard reliant les frontières Est (Tunisie) et Ouest (Maroc) et desservant les principales villes du Nord du pays (Annaba, Constantine, Sétif, Alger, Chlef, Oran, Tlemcen), les 9 principaux ports de commerce (Annaba, Skikda, Djendjen, Béjaïa, Alger, Mostaganem, Arzew, Oran, Ghazaouet) ainsi que les zones industrielles implantées le long de son tracé.

Quatre lignes pénétrantes vers le Sud du pays, dont une ligne en voie normale, desservent les principales villes des hauts plateaux et quelques villes du sud, ainsi que la ligne minière Est (Annaba/-/Djebel Onk).

La majeure partie du réseau ferroviaire est à voie unique, mais avec l'achèvement des projets en cours de réalisation, 600 Km de la rocade Nord seront en voie double.

Actuellement la priorité est accordée à la réhabilitation et à la modernisation du réseau utile existant pour en augmenter les performances et la fluidité des trafics. Un schéma national de développement de ces infrastructures est en cours d'élaboration pour intégrer les évolutions futures du trafic. Compte tenu du développement du trafic national et de la projection des échanges Euro- méditerranéens et intermaghrébins, la mise en place d'un axe ferroviaire de grande capacité aussi bien pour les passagers que pour les marchandises apparaît comme une nécessité impérieuse. Cette préoccupation a été appréhendée dans le cadre des corridors terrestres maghrébins et méditerranéens. Une deuxième Rociade (sur les Hauts Plateaux), parallèle à la Rociade Nord, et reliant les réseaux marocain et tunisien, constitue dans ce cadre un axe à promouvoir.

Il est prévu, par ailleurs, à court terme, le lancement de deux projets. D'une part, il s'agit de la réhabilitation de la ligne ferroviaire de pénétration Nord/Sud (Mohammadia/Bechar) sur une longueur de 500 km avec la réalisation d'une bretelle de 140 km de raccordement au réseau existant. Ce tronçon permettra de desservir les régions du Sud-Ouest du pays, actuellement totalement dépendantes du train pour les marchandises et de l'avion pour les transports de passagers. D'autre part, le projet Tebessa/Oum El Bouaghi (100 km) viendra compléter la ligne Est des Hauts Plateaux Ain M'lila/Oum El Bouaghi déjà réalisée.

Ainsi, dans sa configuration actuelle, le réseau ferroviaire algérien est satisfaisant eu égard aux besoins de l'économie. En revanche le niveau général des infrastructures reste insuffisant dans plusieurs domaines, particulièrement en ce qui concerne le réseau de télécommunications, les installations de signalisation, et l'état de la voie ferrée sur certains tronçons. La modernisation du réseau ferroviaire nécessite donc des investissements soutenus dans les années à venir.

Les statistiques entre 1990 et 2004 (Figure 3.3) montrent clairement que L'activité de transport ferroviaire est en déclin.

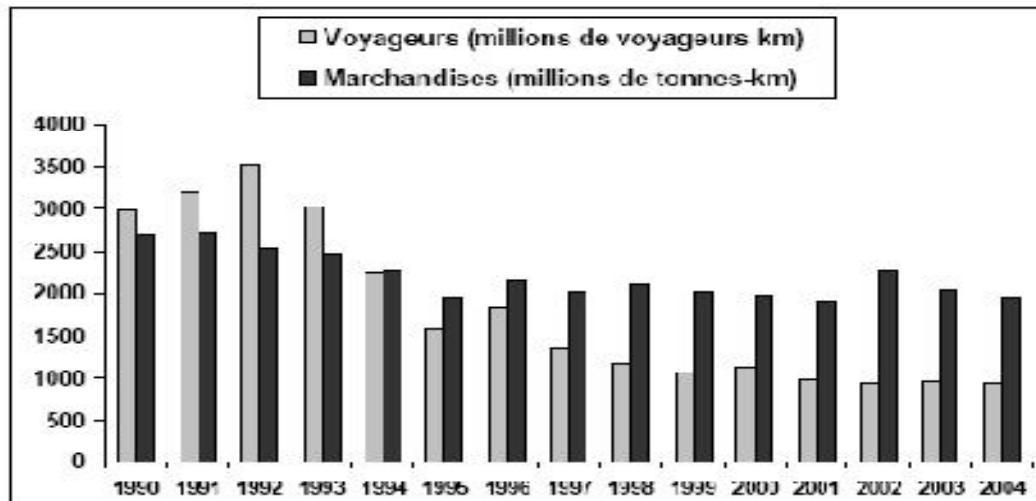


Fig. 3-3 Evolution du trafic ferroviaire de 1990 à 2004 [25]

Ceci est dû certes pour partie à l'effet des actes terroristes et de la situation sécuritaire, mais aussi et surtout à la perte de compétitivité du chemin de fer par rapport à son concurrent principal, le transport routier.

Cette perte de compétitivité est le résultat d'une mauvaise qualité de services et d'une faible productivité globale. Actuellement 33% des trains de banlieue, 17% des trains régionaux et aucun des trains de grande ligne arrivent à l'heure. Du point de vue des clients, la mauvaise qualité des services a donc atteint des niveaux dissuasifs. La situation est similaire pour le transport de marchandises générales, pour lesquels la lenteur des acheminements, le caractère aléatoire des livraisons, ainsi que la fréquente insuffisance de capacités rendent ce mode de transport peu fiable.

D'autre part la productivité du personnel, du matériel, et des infrastructures est bien faible par rapport à d'autres réseaux ferroviaires étrangers, comme le montre la figure 3.4. [25]

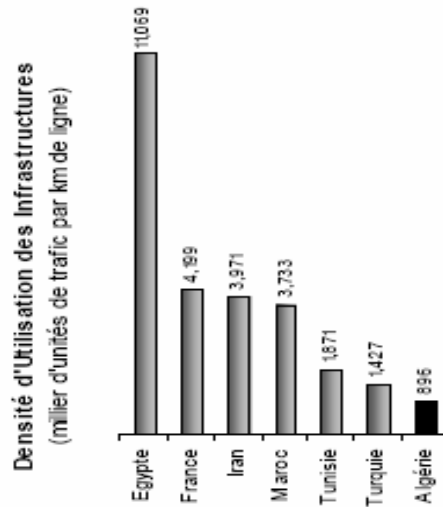


Fig.3-4 Productivité du secteur ferroviaire Algériens une comparaison régionale [25]

La perte de compétitivité est aussi due au mode de management de l'entreprise qui gère le chemin de fer où malgré de louables efforts de redressement dans les années passées et un dynamisme incontestable de son équipe de direction, l'entreprise reste gérée de manière fortement bureaucratique et imprégnée d'une culture orientée vers le service public plutôt que vers la satisfaction des besoins de la clientèle, vers la recherche de la perfection technique plutôt que vers la performance financière. Dans ce cas l'entreprise doit s'adapter à la transition progressive vers l'économie de marché.

Le transport ferroviaire se trouve en concurrence avec les autres modes de transport, principalement le transport routier. Une situation hypothétique où l'Etat fausserait le jeu de la concurrence en subventionnant massivement un mode économiquement moins rentable n'est ni opportune ni soutenable. Le chemin de fer ne présente pas de vertu particulière en soi, et ne constitue pas un incubateur de développement.

Les grands travaux de construction ferroviaire ne sont pas non plus un instrument efficace de lutte contre le chômage puisqu'ils sont à haute intensité capitalistique par nature, et font appel à des entreprises et de la main d'œuvre étrangère. Sur tous les segments de marché un choix éventuel en faveur du secteur ferroviaire doit donc s'appuyer sur ses avantages comparatifs par rapport aux autres modes, sur la base de critères économiques du point de vue national – même en ce qui concerne la desserte de certaines zones à titre d'obligation de service public.

Dans une économie de marché, le chemin de fer n'est plus un mode de transport « généraliste » – ce rôle revient au transport routier – mais un mode de transport spécialisé, intervenant sur des créneaux du marché sur lesquels il est à même de fournir des prestations dont la qualité est adaptée aux besoins du marché, à un coût inférieur à celui de ses concurrents.

C'est ainsi que la politique d'investissement doit être examinée sous l'angle de la rentabilité économique et non plus à partir du schéma directeur ferroviaire des années 70 qui continue à servir de base aux décisions relatives au développement de ce réseau.

b) Le transport maritime et portuaire

L'Algérie dispose d'un réseau relativement dense de 10 ports commerciaux, répartis sur l'ensemble du littoral long d'environ 1 000 km, les ports Algériens forment trois grands groupes :

- celui des trois grands ports de commerce : Alger, Oran, Annaba ;
- celui des ports d'hydrocarbures : Arzew, Skikda, et Béjaïa ;
- celui des ports secondaires de commerce : Ghazaouet, Mostaganem, Ténès, et Djen Djen.

L'activité portuaire est fortement orientée vers l'export d'hydrocarbures, où 95% des échanges extérieurs algériens se font par voie maritime. En 2004, le trafic portuaire Algérien s'élevait à 119 millions de tonnes, 79% du trafic était constitué d'exports, et les hydrocarbures comptaient pour 97% de ces exports, (figure 3.5). Au deuxième rang des produits embarqués se trouvent les engrais et produits chimiques avec 1,2 millions de tonnes en 2004.

Les importations, qui représentaient en 2004 ,25 millions de tonnes, étaient quant à elles composées pour 42% de produits agricoles et denrées alimentaires, 19% de marchandises diverses, 15% de produits pétroliers, et 11% de minerais et produits métalliques.

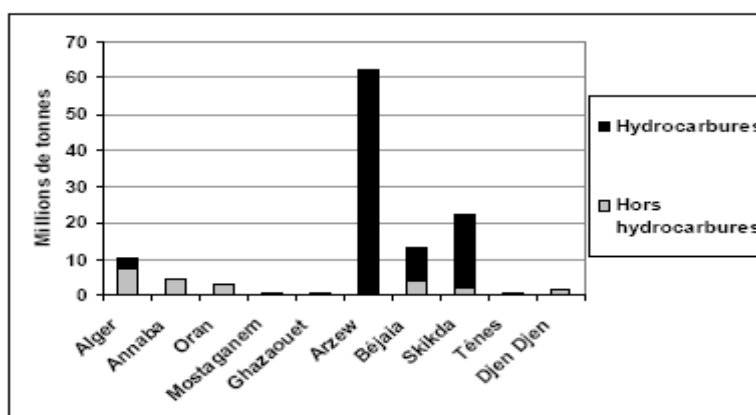


Fig.3-5 Trafic dans les ports Algériens en 2004 [26]

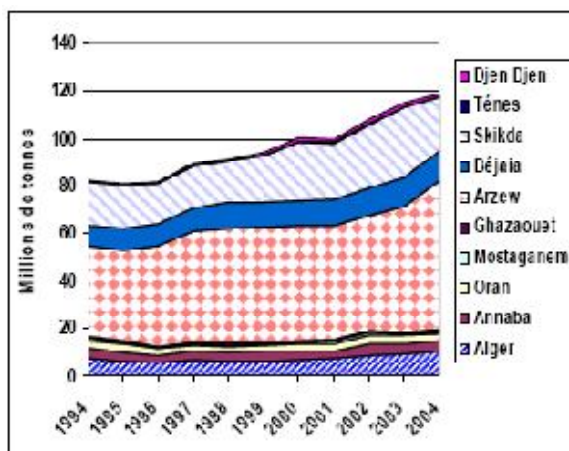


Fig. 3-6 Evolution du trafic dans les ports Algériens ,1994-2004 [26]

Durant la décennie 1994-2004, le trafic portuaire a connu une croissance variée d'un port à un autre mais avec un taux moyen global de 3,8% par an (figure 3-7).

Cette croissance est un peu freinée par certains paramètres comme le débit de conteneurs qui reste relativement limité dans nos ports (figure 3-5). C'est ainsi, par exemple qu'en 2004 le débit de conteneurs dans les ports algériens s'élevait à environ 718 000 EVP², dont 420 000 EVP pour le port d'Alger.

Partant d'un niveau faible, le débit de conteneurs a connu un accroissement particulièrement soutenu ces dernières années, de 22% par an en moyenne depuis 1997, notamment un accroissement spectaculaire de 35% en 2004. Il n'en reste pas moins que le taux de conteneurisation est relativement faible, soit 33% des marchandises générales (hors vracs solides et vracs liquides), alors qu'à l'heure actuelle plus de 75% des marchandises diverses conteneurisables dans le monde sont transportées dans des conteneurs. Ceci s'explique notamment par la composition du trafic : le taux de conteneurisation des marchandises importées est relativement faible à cause de la nature de ces marchandises ; il existe néanmoins un fort déséquilibre en faveur des importations, puisque, comme le montre la figure 3-6, les conteneurs arrivent pleins à l'import et repartent pour 97% vides en raison de l'absence de volumes significatifs d'exportations conteneurisables; une telle situation accroît significativement le coût d'utilisation des conteneurs à l'import et limite par conséquent leur utilisation. D'autre part l'activité portuaire souffre du manque de terminaux à conteneurs à grand débit et haute performance – seul le terminal à conteneurs de Béjaïa possède des grues portiques modernes. Il en résulte que l'Algérie reste relativement à l'écart des flux du trafic maritime de conteneurs en plein essor dans le bassin méditerranéen, alors que la conteneurisation est un facteur fondamental de réduction des coûts.

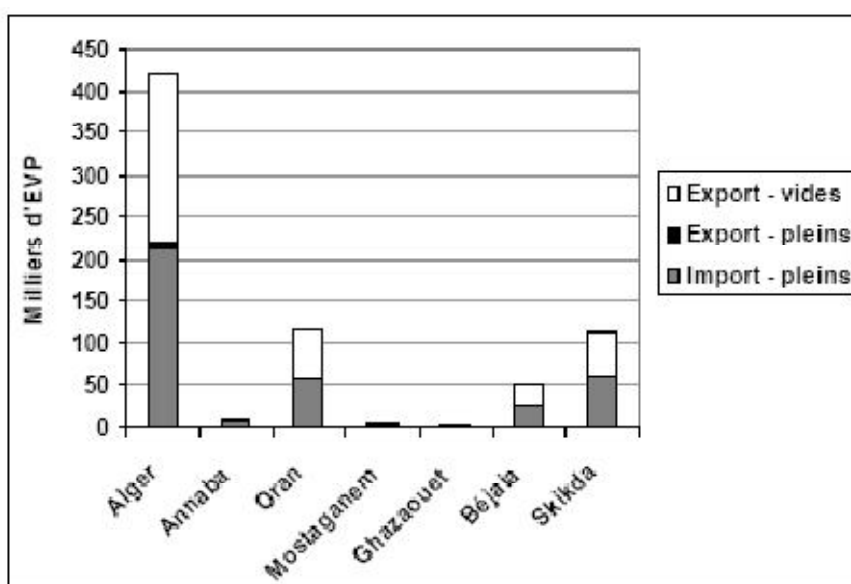


Fig. 3-7 Trafic de conteneurs dans les ports Algériens en 2004 [26]

Un autre paramètre qui peut freiner la croissance du trafic portuaire est le temps de rotation dans les ports et les durées de transit des marchandises.

En 2003, le temps d'attente moyenne en rade et le temps de séjour moyen à quai dans les ports algériens étaient respectivement de 1,9 jour et 3,6 jours ; il est remarquable qu'ils aient chuté à 0,7 jours et 2,5 jours en 2004, comme l'indique le Ministère des Transports (2005). Pour les navires Ro/Ro et porte-conteneurs, l'attente moyenne en rade désormais ne dépasse pas 0,3 jours tandis que le séjour moyen à quai reste inférieur à 1 jour. Si ces moyennes dénotent une forte amélioration des performances d'ensemble de l'exploitation des ports algériens, les usagers se plaignent toutefois de la saturation et des temps d'attente dans les ports : selon les usagers interrogés dans le cadre du Sondage sur le Climat de l'Investissement effectué par la Banque mondiale (2006), un navire doit attendre en moyenne plus de 7 jours pour être amené à quai et il faut 7 jours de plus pour le décharger.

Manifestement les temps d'attente persistent, en particulier pour les postes vrac solides, les marchandises générales et les conteneurs. De plus, les opérations douanières rajoutent d'importants délais dans le transit des marchandises : en 2001, il fallait en moyenne 11,7 jours pour dédouaner des biens importés, ce délai pouvant aller jusqu'à 44 jours selon ce même sondage. Finalement, les délais dans les ports imposent des coûts directs et indirects relativement élevés de transport maritime : au total, le coût du passage d'un conteneur en Algérie approche les \$1000 (fret et manutention) alors que ce coût ne dépasse pas les \$350 dans les ports de moyenne performance du bassin méditerranéen comme l'indique le Ministère des Transports [29].

Il faut cependant noter que la participation du pavillon national à la couverture des besoins nationaux de transport maritime induits par les échanges extérieurs, hors hydrocarbures, ne représente actuellement que 10% environ du trafic global, une partie est réalisée par affrètement de capacités additionnelles (environ 10%) et la grande part revient aux opérateurs étrangers. Bien que cette situation n'influe pas directement sur la satisfaction de la demande, elle n'en constitue pas moins un manque à gagner pour l'économie nationale, car se traduisant par une importation de services, source de dépense en devises, correspondant à environ 10% de la valeur totale des marchandises importées.

Dans ce cadre, des actions ont été engagées pour assurer la transition du secteur vers les nouvelles règles édictées par l'économie de marché. La prise en charge de la demande de transport doit s'effectuer dans les meilleures conditions de coût, de sécurité et de qualité.

Ainsi, dans le cadre des actions sus citées un programme pluriannuel de développement des ports est en cours de formalisation. Les opérations projetées ont pour objet de préparer la nouvelle configuration des structures portuaires du pays et à l'adapter aux nécessités à moyen et long termes de développement, tant pour les produits énergétiques (pétrole et gaz) que pour les marchandises générales (commerce et industrie).

A court terme, un programme annuel est retenu, axé essentiellement sur la préservation et le renforcement des infrastructures existantes. La démarche retenue consacre le désengagement progressif de l'Etat en matière de gestion et d'investissement dans le secteur, sans pour autant le soustraire à ses obligations régaliennes d'encadrement juridique, de normalisation, de contrôle et de planification. Dans ce contexte, la maîtrise des courants d'échanges et des moyens de leur encadrement implique, compte tenu du caractère évolutif de ces paramètres, de leur accorder un intérêt particulièrement soutenu par :

- ✚ La recherche de l'amélioration des performances : elle concerne l'ensemble des maillons de la chaîne de transports, notamment les ports, pour une meilleure fluidité du trafic et une réduction substantielle des coûts et des délais. Les actions engagées et à réaliser portent sur la refonte en cours du mode d'organisation et d'administration des ports, la simplification des procédures d'obtention des documents et la qualité des prestations de services.
- ✚ La réhabilitation et la modernisation des infrastructures portuaires : Les actions menées sont insuffisantes au regard des retards enregistrés dans l'adaptation, réhabilitation des infrastructures portuaires et des installations spécialisées et le dragage des ports.

Dans cette optique, il est considéré qu'il est, pratiquement, aléatoire de mettre en œuvre des mesures de facilitation de procédures si, en amont, il n'est pas prévu un programme d'actions d'adaptation et de modernisation des infrastructures portuaires.

Sur la base de l'hypothèse du taux de croissance du niveau de trafic de 6 % pour la période 2001-2015 retenue dans le cadre du schéma directeur de développement portuaire à horizon 2015, il ressort que pour la période 2003-2015 des déficits sont ressentis dès l'an 2001 pour la région Centre, dès l'an 2005 pour les régions Est et Ouest. [28]

La priorité du programme d'action est accordée à l'achèvement des infrastructures du port de Djendjen, dont la situation géographique au centre du pays (et du Maghreb) peut en faire un important port pour l'Algérie et le Maghreb. De plus, il est relié à la route transsaharienne déjà en exploitation qui le relie à l'Afrique sub-saharienne.

Ce port dessert un important hinterland local (région de Constantine), et la zone franche de Bellara. Il est relié par un embranchement ferroviaire et bretelle autoroutière aux principaux corridors transmaghrébins, desservant ainsi l'ensemble du pays et au-delà. Actuellement, les flux excédentaires des autres ports sont réorientés vers Djendjen.

Les 9 principaux ports de commerce sont desservis par les réseaux routiers et ferroviaires. Outre l'achèvement des terminaux à conteneurs, le programme de développement portuaire concerne le renouvellement et la modernisation des équipements dans l'ensemble des ports en vue de les adapter aux nouvelles technologies de transport maritime et de conditionnement.

Le programme d'action, en matière d'infrastructure portuaire porte également sur un ensemble de mesures de renforcement, de reconstruction et d'aménagement. Un schéma national de développement de ces infrastructures est en cours d'élaboration pour intégrer les évolutions futures du trafic notamment dans le cadre euro-méditerranéen.

c) Le transport aérien

Le réseau aéroportuaire algérien compte 52 aéroports dont 16 internationaux. Comme l'indique la figure 3.8, les aéroports d'Alger, Oran et Constantine voient transiter, en 2004 respectivement 46%,

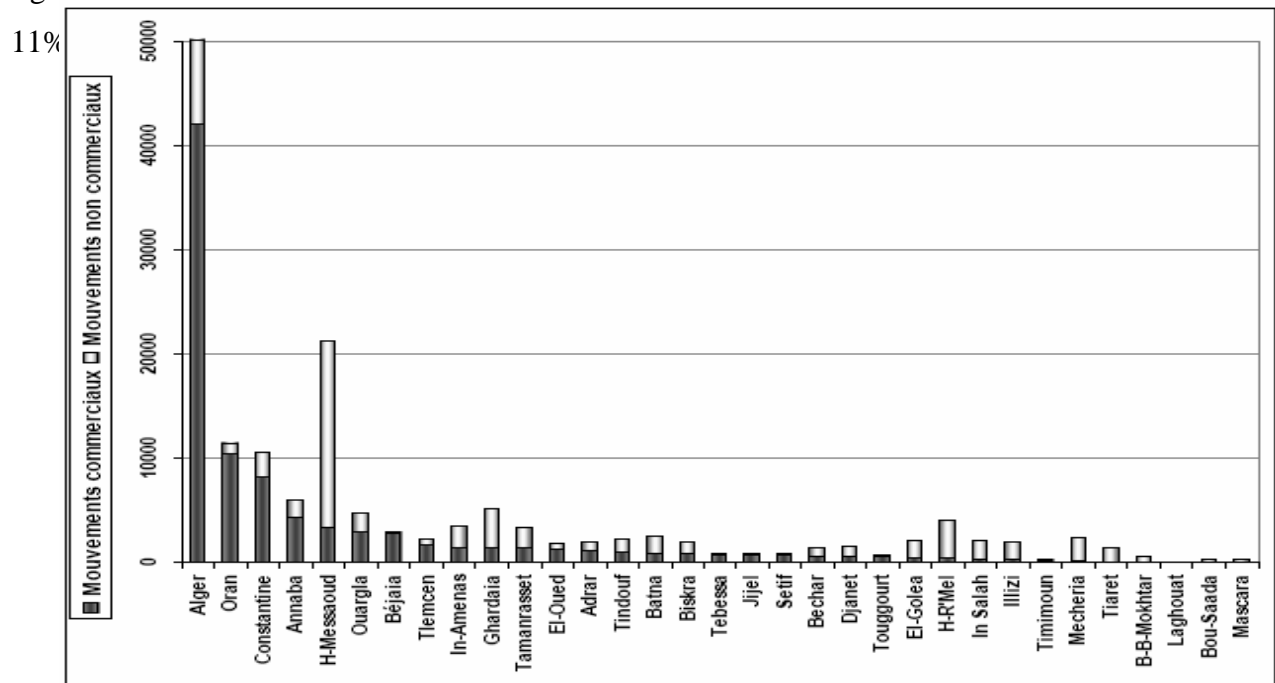


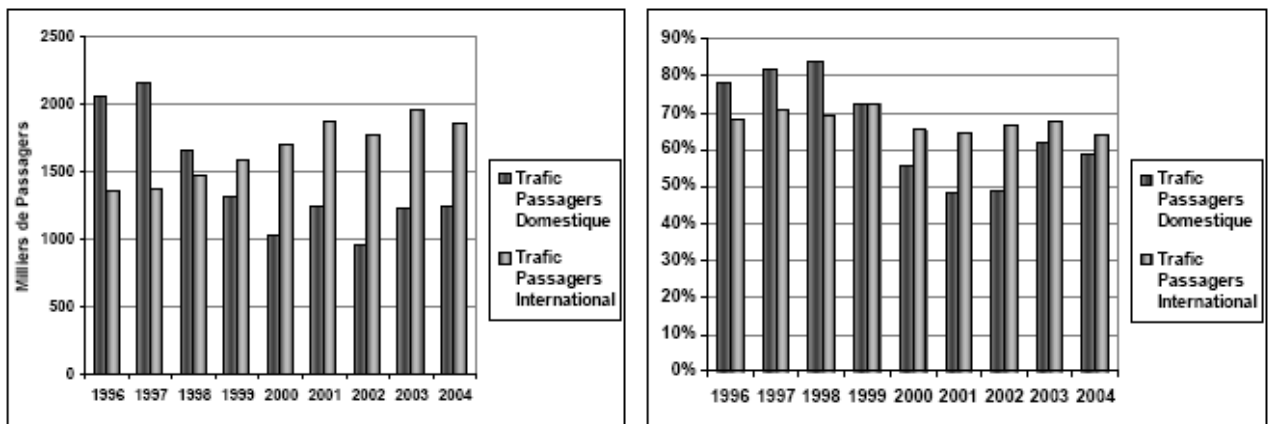
Fig. 3-8 Mouvements d'avion dans les aéroports Algériens en 2004 [27]

En matière d'infrastructures aéroportuaires, l'Algérie dispose de 52 aéroports toutes catégories confondues. Parmi ceux-ci 30 aéroports sont ouverts au trafic de transport aérien, 16 sont de classe internationale. Les 6 principaux aéroports accueillent près de 90% du trafic passagers national et international. Il n'y a pas réellement de problème de capacité au niveau de la réception des trafics mais les terminaux passagers sont parfois insuffisants.

Dans ce cadre, un programme d'extension des capacités d'accueil de ces aéroports est entamé. En particulier, à Alger le gros œuvre des deux premiers modules de la nouvelle aérogare a été effectué, les travaux de parachèvement de cette infrastructure sont en cours. La réalisation de zones terminales est lancée également à Constantine et à Annaba.

Le marché du transport aérien est aujourd'hui largement dominé par la compagnie nationale Air Algérie, qui détenait en 2004, 96,4% des parts de marché sur le trafic intérieur de passagers et 69,8% sur le trafic international [30].

Il faut noter que depuis 2001, le trafic a peu évolué ; il est au même niveau en 2004, qu'il s'agisse du trafic domestique ou international de passagers. Le coefficient de remplissage a chuté de façon notable par rapport à la fin des années 1990 (Figure 3.9 b) ; à 59,0% sur le trafic domestique et 63,7% sur le trafic international en 2004, il est nettement inférieur aux moyennes pour l'Afrique (67,8%), le Moyen-Orient (71,7%) et l'industrie du transport aérien dans son ensemble (74,2%), et affecte la rentabilité de la compagnie [30].



a/ Trafic passagers

b/ Coefficient de remplissage

Fig. 3-9 Evolution du trafic d'Air Algérie, 1996-2004 [27]

Dans le cadre institutionnel les infrastructures de transport aérien sont exploitées par des établissements publics sous tutelle du Ministère des Transports tandis que le Ministère des Travaux Publics développe et entretient les infrastructures lourdes.

Le trafic passager national et international est assuré principalement par les 6 aéroports (Alger, Hassi Messaoud, Oran, Annaba, Constantine, Béjaïa) les plus importants au niveau national et même régional. Ils accueillent plus des trois quarts du trafic total enregistré. Au cours de l'année 2003, le nombre de passagers traités par l'ensemble des EGSA est de 6.689.431 contre 9.113.760 en l'an 2002. Ce qui représente une baisse importante de 26,60%.

Le réseau international a enregistré un léger accroissement de 1,83 % équivalant à 2.909.080 pour l'année 2003 contre 2.856.934 passagers pour l'année 2002. Cet accroissement est lié principalement à la nouvelle dynamique que connaît le pays dans le domaine des relations de coopération avec les pays étrangers et du retour des compagnies étrangères sur le réseau international.

Les services aériens internationaux réguliers sont principalement assurés à partir de sept aéroports. D'autres aéroports sont ouverts au trafic international pendant la saison estivale correspondant à une demande exceptionnelle de transport de vacanciers.

Le trafic sur le réseau international a connu un accroissement de 61 % passant de 1,8 millions de passagers en 2000 à 2,9 millions en 2003. Cet accroissement est lié à plusieurs facteurs dont la participation croissante des opérateurs étrangers de transport aérien et la nouvelle dynamique que connaît le pays depuis ces dernières années dans le domaine des relations et de la coopération avec les pays étrangers. le réseau national a, par contre, connu une baisse sensible de 39,58%.

Le transport aérien domestique, constitue un mode dominant pour le désenclavement de certaines régions du pays notamment du Sud où les densités de population sont très faibles pour des distances très étendues.

Les services aériens intérieurs opèrent sur une centaine de relations et particulièrement concentrés sur la capitale dont l'aéroport traite les deux tiers des vols enregistrés. Quant au trafic fret, il a enregistré un volume de 27.440 tonnes au cours de l'année 2003 contre 27.073 en l'an 2002, ce qui représente un accroissement de 1,36%. Les actions en cours, en matière de transport aérien, portent sur un programme consistant en une libération progressive du marché de transport aérien et de la réalisation et d'exploitation des aéroports.

d) Le transport routier

L'Algérie possède un réseau routier étendu, d'une longueur totale d'environ 107 000 km en 2009, dont 72% sont revêtus. Le réseau routier se compose de 28 000 km de routes nationales, 24 000 km de chemins de wilayas, et 55 000 km de chemins communaux. Comme le montre le tableau 3.1, qui compare le patrimoine routier de l'Algérie avec ceux des autres pays du Maghreb ainsi que de l'Egypte et de la Turquie, l'Algérie présente comparativement le réseau routier le plus dense par rapport à sa population et dont la proportion de routes revêtues est la plus importante. De plus les normes de conception sont relativement généreuses : plus de la moitié des routes revêtues ont une largeur de 7 m ou plus, à comparer à environ 10% au Maroc.

Tableau 3.1Etat du réseau routier en Algérie et comparaison régionale [27]

Indicateur	Algérie	Tunisie	Maroc	Egypte	Turquie
Densité Routière (km/1000hab)	3,3	1,9	1,9	0,9	0,9
Couverture du réseau routier (km/km ²)	0,04	0,13	0,12	-	0,01
Routes revêtues (% du réseau)	72%	66%	56%	78%	93%
Route en Bon/Moyen Etat (% du réseau)	39%/35%	-	47%/18%	52%/20%	33%/19%

Malgré ces données, on remarque que le réseau routier existant nécessite une remise à niveau puisque seulement 39% des routes revêtues du réseau sont en bon état, si on sait que dans les pays les plus développés ce pourcentage est de l'ordre de 80%.

Le réseau des routes nationales, qui supporte la plus grosse partie du trafic routier algérien, était à 54% en bon état. La situation est nettement plus préoccupante en ce qui concerne les chemins de wilayas et les chemins communaux, dont seulement 35% et 30% respectivement étaient en bon état, et qui se sont notablement dégradés faute d'entretien depuis 1995 comme le montre la Figure 3.10. [31] Une telle situation impose des coûts élevés à l'économie algérienne, notamment par le biais des coûts d'exploitation des véhicules et de l'insécurité routière, et appelle une remise à niveau d'envergure du réseau routier [31].

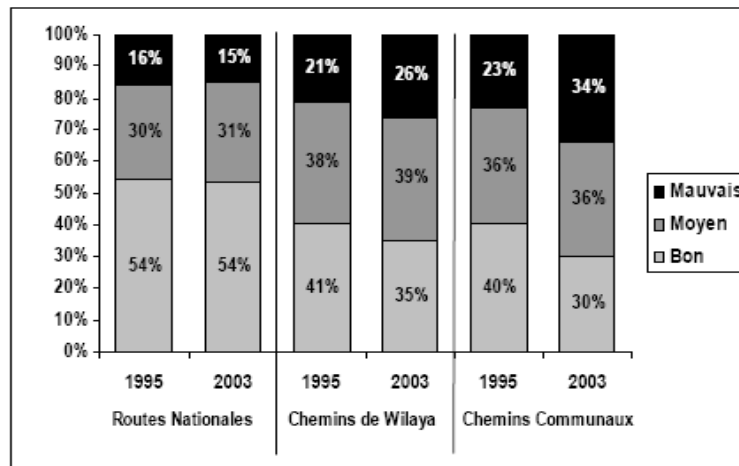


Fig. 3-10 Etat du réseau routier Algérien en 1995 et 2003 [31]

C'est dans ce cadre qu'un schéma directeur routier 2005-2025 a été réalisé en s'appuyant sur une étude nationale de transports de 1992.

Ce schéma directeur prévoit une programmation séquentielle du développement et de l'entretien routier ainsi que les budgets associés. Toutefois les diverses données nécessaires à l'élaboration d'un tel schéma directeur, telles que données de trafic, coûts unitaires de réalisation et coûts d'exploitation des véhicules, n'ont pas été mises à jour depuis 1991 pour certaines d'entre elles ; d'autre part ce projet de schéma directeur doit tenir compte du programme d'investissements ferroviaires inscrit au PCSC (programme complémentaire de soutien à la croissance) et du schéma directeur ferroviaire approuvé par le Conseil des ministres au mois de mai 2007.

Le transport routier est le mode prédominant tant pour les transports de voyageurs que pour les marchandises qui a connu un réel essor depuis sa libéralisation en 1988, d'où la nécessité d'adapter les infrastructures routières de roulement, d'accueil et d'organisation des services. Le système statistique actuel ne permet pas d'estimer le volume du trafic des marchandises manipulées ni du nombre de passagers transportés au niveau national de transport routier. Aussi, les seules informations disponibles concernent le parc en circulation qui est estimé à 5 Millions de véhicules tous types confondus. Les

véhicules soumis à autorisation de circuler (transports publics, véhicules détenus au titre du compte propre et taxis...) sont estimés à 700 000 véhicules.

Actuellement, le secteur se caractérise par :

- ✚ Emergence d'une multitude de micro-opérateurs disposant souvent de 1 ou 2 véhicules;
- ✚ Insuffisance d'infrastructures d'accueil pour les passagers et les marchandises;
- ✚ Insuffisance de ressources financières et d'experts en la matière pour la prise en charge des missions d'organisation des transports;
- ✚ Détérioration de la notion de service public et de la qualité des services sous l'effet de la recherche exclusive de rentabilité des prestations par les opérateurs privés ;
- ✚ Absence d'influence des commissionnaires sur l'organisation du marché des transports de marchandises ;
- ✚ Manque de plateformes logistiques, de bourse de fret pour coordonner/réguler le marché;
- ✚ Non-conformité des véhicules utilisés pour effectuer les différentes prestations.

La quasi-totalité des activités économiques et des agglomérations est desservie par le réseau routier. Le Nord du pays qui concerne les 2/3 de la population et des activités économiques (hors pétrole), connaît une croissance du trafic routier de 7% /an depuis une décennie.

Elle connaît par ailleurs un nombre très élevé d'accidents de la route (plus de 40.000/an) altérant la qualité de la vie et provoquant une véritable catastrophe humaine (4000 morts et 40.000 blessés/an dont une majorité handicapée à vie). Ce phénomène qui s'accroît chaque année a atteint des proportions alarmantes en termes de coût pour la collectivité [30].

Cette croissance soutenue du trafic routier et du développement des activités au Nord ainsi que la position stratégique de l'Algérie dans les échanges intermaghrébins mettent en avant la nécessité de lancer un axe routier de grande capacité.

C'est ainsi que les pouvoirs publics ont réalisé l'autoroute Est-Ouest, qui rentre dans sa phase finale de réalisation et qu'en général une bonne partie est en exploitation. Un axe complémentaire dans les hauts plateaux est en étude dont les effets sur l'aménagement du territoire sont déjà analysés. Cette première infrastructure autoroutière est d'une importance avérée pour décharger le Nord, dans le cadre régional. Le système du transport routier est l'une des parties importantes dans le système de l'économie sociale et de transport, le niveau du développement de l'économie et la demande de transport sont les éléments qui décident le développement des routes, un système parfait du transport routier va absolument pousser l'économie sociale à se développer; Au contraire, un système mauvais va empêcher le développement de l'économie sociale. Les routes, les équipements fondamentaux pour la construction

de l'économie nationale, va faire une influence de plus en plus importante avec le développement de l'économie sociale et celui de la technique scientifique.

Depuis quelques années, l'Algérie s'est lancé dans la modernisation et le renforcement de son réseau routier à travers certaines actions de grandes envergures tels que :

i) Le programme quinquennal 2005-2009 qui se compose de : [33] (voir tableau 3.2)

- ✚ La préservation de patrimoines routiers constitués de 16000 Km et 100 ouvrages d'art ;
- ✚ La création de nouvelles capacités estimées à 4050 Km et 220 ouvrages d'art ;
- ✚ Le désenclavement de 3725 Km de route ;
- ✚ Le lancement de 100 études technique et général.

Programmes	AP (Mds)	Nbre projets	Consistance (Km)			
			Préservation du patrimoine routier	Créations nouvelles	Désenclavement	O.A (nbr)
PCSC	220	792	5 000	2 000	300	230
PHP	104	392	3 918	650	480	71
PSS	40.6	93	7 062	1 398	945	16
Total	364,6	1 277	15 980	4 048	1 725	317

Tableau 3.2: Le programme quinquennal 2005-2009[33]

ii) Les grands projets routiers structurants dans le plus important est celui de l'autoroute Est/Ouest longueur de 927 Km qu'on appelle le programme neuf.

iii) Le schéma directeur routier et autoroutier 2010-2025 réalisé par deux périodes. A l'horizon 2010 c'est une période de sauvegarde des infrastructures routières existantes, au développement et à l'extension du réseau et à l'aménagement dans les grands centres urbains pour la réalisation d'évitement de grands ouvrages d'art et de termines et enfin la modernisation et l'adaptation du réseau existant.

La 2ème période, entre 2010 et 2025 représente la phase de rentabilité économique et de la gestion intelligente des infrastructures routières.

iv) Etablissement des règles technique pour la conception et la construction des routes et autoroutes ;

- v) Politique et entretien par la préservation du patrimoine routière. Pour atteindre cet objectif la direction a procédé en 02 phases, d'abord la mise à niveau du réseau national, de la signalisation de 2005 à 2009 puis la modernisation de la gestion de 2009 à 2025
- vi) Les tendances du développement autoroutier basé sur l'utilisation de nouvelle technique et de nouvelle technologie telle que la technologie de control automatique et la technologie de nouveaux matériaux.

L'objectif est d'arriver à un système autoroutier rapide, ponctuel économique, commode et de bonne qualité.

La planification future consiste à renforcer les recherches technique, à renforcer les recherches des techniques clés, à renforcé les recherches de la pratique de nouvelle techniques et à exploiter le système de transport automatique (ITS).

3.4 Le système de transport algérien dans le contexte maghrébin et euro-méditerranéen

3.4.1 Introduction

Près de 150 millions de tonnes de marchandises sont transportés chaque année entre l'UE et ses partenaires de la Méditerranée, soit 10 % du commerce extérieur de l'UE en volume. Le transport maritime couvre à lui seul 80% de ces échanges. L'importance de l'Algérie ressort de la densité des échanges représentant 40 % des opérations de transports sus mentionnés, en raison des hydrocarbures. Les trois pays maghrébins réunis (Algérie-Tunisie-Maroc) représentent 50 % de ce volume. Par contre le trafic intra-maghrébin est très faible.

Le partenariat euro-méditerranéen, conclu à l'occasion de la Conférence de Barcelone de Novembre 1995, apporte une dimension multilatérale et globale aux relations au sein de la région. Le cadre de coopération dans le secteur des transports est basé sur l'intégration des réseaux afin de permettre la création d'un espace dans lequel les personnes et les biens circuleront plus facilement. Des objectifs plus spécifiques sont définis pour les infrastructures de transport par leur interconnexion dans tous les pays concernés pour créer des réseaux multimodaux et interopérables. Pour ce faire il est nécessaire que la planification des réseaux de transport multimodaux tienne compte des flux réels et prévus de marchandises et de passagers et que les réseaux soient cohérents et coordonnés.

Les vingt prochaines années seront déterminantes pour la grande région euro-méditerranéenne et son évolution vers l'objectif d'une zone de prospérité partagée. Les conditions de réussite de cette démarche de coopération membres européens-partenaires méditerranéens résident essentiellement dans l'accélération du rythme des réformes entreprises- cadre institutionnel, législatif notamment-, la redéfinition du rôle de l'Etat (désengagement) et la correction des déséquilibres structurels hérités du

passé. D'où la nécessité d'une action à la fois réformatrice et structurelle dans le domaine des systèmes et réseaux de transports.

3.4.2 Définition et promotion d'un réseau transméditerranéen de transport multimodal

L'un des objectifs du volet transports de la déclaration de Barcelone est la définition d'un schéma de transport multimodal air-mer, organisé autour d'une mer fermée. Ce schéma devra être complété par des liaisons terrestres, capitales pour le développement des échanges Sud-Sud par des connexions rail-mer (ports avec leur hinterland).

Ce réseau aura une dimension transméditerranéenne (interconnexion avec les réseaux trans-européens-RTE- de transport) et une dimension Sud-Sud. Concernant les infrastructures, c'est un domaine clé non seulement pour l'investissement dans ce secteur particulier, mais aussi pour la décision d'investissement dans les partenaires méditerranéens d'une manière générale.

Cette démarche doit s'intégrer dans le cadre du développement durable des relations Nord-Sud par la mise en place des investissements en infrastructures. Alors que les bases de la zone de libre-échange euro-méditerranéenne se mettent progressivement en place, la mise à niveau des systèmes de transport dans les pays de la rive Sud de la Méditerranée apparaît plus que jamais prioritaire fait partie des ajustements économiques et la coopération intergouvernementale régionale. D'une façon générale, les politiques sous-sectorielles qui sont mises en œuvre tiennent compte des impératifs découlant de l'accord d'association conclu avec l'Union Européenne, notamment en terme de mise en place de la zone de libre échange et des connexions intra-maghrébines et euro-maghrébines. Des mesures sont prises pour tenir compte de l'insertion de l'activité transport dans les nouvelles stratégies régionales et mondiales : NEPAD, UMA et OMC.

3.4.3 La transmaghrebine

La Transmaghrebine est le grand projet régional de l'autoroute maghrébine, c'est une autoroute avec un linéaire de **7.000 Km** et dont la réalisation a été retenue par les pays de l'UMA et qui doit traverser cette entité de pays. La première portion située le long de l'Océan Atlantique débutera à Nouakchott et Nouadhibou en Mauritanie pour rallier le réseau autoroutier marocain au départ de Dakhla, laâyoune, Agadir, Marrakech, Casablanca, Rabat, puis Fez et Oujda. La portion algérienne reliera les principales villes des hauts plateaux et côtières, depuis la frontière avec le Maroc, traversant Tlemcen, Sidi Bel Abbas, Mascara, Relizane, Chlef, Aïn Defla, Blida, Alger, Boumerdes, Bouira, BBA, Sétif, Mila, Constantine, Annaba et Taref pour rejoindre la frontière tunisienne. La portion tunisienne traversera

Jendouba à Gabès 'via Tunis. La dernière portion de l'axe Est-Ouest reliera la frontière tuniso-libyenne à Tripoli puis vers Tobrouk [32].

A court terme, il est prévu que ce projet reliera la ville d'Agadir au Maroc à la ville de Gabès en Tunisie. La fin des travaux est prévue pour 2010 mais les prévisions semblent loin de la réalité. Cette autoroute sera d'une longueur supérieure à 2500 kilomètres partagés comme suit voire la figure 3-11:

- ✚ 1000 kilomètres pour le Maroc reliant Agadir à Oujda (via Casablanca, Rabat et Fès).
- ✚ 1216 kilomètres pour l'Algérie reliant Tlemcen à Annaba (via Alger et Tizi Ouzou).
- ✚ 450 kilomètres pour la Tunisie reliant Jendouba à Gabès (via Tunis).

Elle constituera le nerf essentiel pour l'économie de la région en reliant l'Europe au Maghreb et facilitera les échanges commerciaux et les transports routiers, notamment avec la réalisation du tunnel du détroit de Gibraltar entre le Maroc et l'Espagne, cela donnera toute l'importance à ce projet d'échange nord-sud.

3.5 Les autoroutes algériennes

3.5.1 Introduction

Les études du schéma directeur routier national 2005-2025, élaboré par le ministère des travaux publics, s'inscrivent dans le schéma national d'aménagement du territoire. La nécessité de disposer à moyens et longs termes d'un réseau adapté, dont les principaux axes structurants sont constitués par quatre catégories de route, sans omettre l'axe stratégique africain qui est la route transsaharienne, est considérée comme vitale voir la figure 3-12.

✚ La liaison autoroutière est - ouest :

C'est une infrastructure nouvelle située dans la partie nord du pays à construire en site vierge, qui doit permettre de régler les problèmes de congestion sur le réseau routier existant, et de réduire le taux d'accident.

✚ La rocade autoroutière des hauts plateaux :

Le projet, dont l'étude de faisabilité a démontré la rentabilité, va permettre de satisfaire les besoins en transport routier dans la zone des hauts plateaux, afin de contribuer à la fixation des populations qui y résident.

✚ Les pénétrantes nord - sud :

Il s'agit d'aménager les principaux axes routiers Nord - Sud, pour assurer la liaison entre l'autoroute Est - Ouest et la rocade autoroutière des haut plateaux et de canaliser vers celles-ci les flux routiers le plus rapidement possible.

✚ Les 2^{ème}, 3^{ème}, et 4^{ème} rocales autoroutières d'Alger :

L'accroissement des agglomérations périurbaines et l'intensité du trafic font que l'actuel réseau routier a atteint ses limites de saturation. Face à cet état de fait, la réalisation des 2^{èmes}, 3^{ème}, et 4^{ème} rocales autoroutières, qui partent respectivement de Zéralda à Boudouaou, de Tipaza à Bordj Menaiel et de Khemis Miliana à Bordj Bou Arréridj, est devenue une nécessité incontournable.

Pour s'adapter au développement économique et social de la nation, c'est urgent de construire un réseau de chemin rapide dans des régions prospères, peuplées, transport difficile et liées avec d'autres villes. En conséquence, la construction de l'autoroute a été mise à l'ordre du jour. L'administration de transport propose qu'on met environ 30 ans à construire les routes de 7 000 Km spécialisées pour les voitures (« 7000Km » autoroute et routes nationales) en Algérie.

La réalisation du réseau d'autoroute, qui est d'origine des autoroutes ferait certainement changer la structure de transport. Le résultat : on établit un réseau de service général qui est pratique, rapide et économe et sécurisant pour la circulation routière, ferroviaire et marine

Le chemin de fer est toujours l'âme du transport en Algérie, qui est responsable des articles en grosse quantité et des passagers pour des longs et demi longs chemins. Comme la surface de l'Algérie est immense, les sources ne sont pas disséminées partout, la disposition industrielle est décentralisée. Ainsi, la quantité des articles, surtout des matières premières, des céréales et des matériels de construction est grande, le chemin est long. Il vaut mieux utiliser le chemin de fer, qui est aussi rapide, pratique et économe, moyen idéal pour les passagers.

- ❖ La route est un moyen principal pour des courts et demi longs chemins, qui est responsable du transport des articles et des passagers, offrant des services pour le chemin de fer et le port, et qui devrait la façon importante du transport rapide pour les marchandises de valeur en petite quantité et les containers dans les courts et demi-longes chemins. Ce transport a la souplesse et la mobilité, et est facile d'organiser pour rendre service porte à porte. Et surtout avec la longueur changeable de l'autoroute, la vitesse a beaucoup augmenté, qui comble la lacune de vitesse assez lente pour la circulation mixte.

- ❖ Les articles en grande quantité et des containers sont encore les supériorités du transport marin, surtout comme un moyen principal de l'exportation. Le transport par voie maritime continue à occuper une grande proportion.
- ❖ L'aviation reste le moyen important pour des passagers de longue distance et les articles urgents ou de luxe.
- ❖ Le Tuyaux qui est convenable au transport du gaz et du liquide reste la meilleure façon pour le transport du pétrole et du gaz de notre pays.
- ❖ La construction et la mise en service d'autoroute Est Ouest à d'abord apporté la grande vitesse pour le transport routier, le temps du transport a été écourté.
- ❖ Puis, l'autoroute a apporté la grande vitesse pour le développement économique. L'autoroute a élargi le cercle des activités des gens, avec cet élargissement, il s'est produit l'élargissement du marché, de l'envergure économique et de la rentabilité économique.
- ❖ L'autoroute a fourni aux gens un moyen de transport rapide, sécurisé et confortable, le changement qu'elle a apporté est considérable. Ce qui est plus important, est que le transport rapide de l'autoroute a fait circuler les gens, les marchandises, les valeurs et les informations avec une vitesse qui n'existait pas avant en trois dimensions. Ce fait a donné l'assaut à la société, à l'économie et aux concepts des gens, et provoquera sûrement une réforme profonde sur la vie sociale et accélérera la modernisation de la société. L'autoroute a raccourci la distance des villes, et a favorisé la communication politique, culturelle, technique entre la ville et la campagne, entre l'industrie et l'agriculture, entre les départements et les régions. Elle a accéléré la circulation des marchandises et des capitaux. Par exemple, en profitant de la condition pratique du transport de l'autoroute Est Ouest, les zones aux alentours ont élargi et construit des marchés en gros des marchandises divers. L'établissement de ces zones de l'exploitation et de ces marchés en gros ont attiré des marchands dans le pays et de l'étranger, a rendu les échanges actifs entre la ville et la campagne, a poussé l'exploitation synthétique de l'agriculture et le développement économique de la ville.

L'industrialisation et l'urbanisation de la campagne sont un grand signe de la modernisation en Algérie. L'Algérie est un grand pays agricole, la population rurale occupe plus de 80% de la population totale, sans l'industrialisation et l'urbanisation de la campagne, la modernisation en Algérie ne serait pas une vraie modernisation.

La construction et le développement de l'autoroute accéléreront le pas de l'industrialisation et l'urbanisation de la campagne.

Maintenant, les zones d'exploitation de tout genre et des zones économiques le long des autoroutes poussent comme des champignons, ce qui a fait développer des industries et la construction des villages, puis aussi a impulsé des surplus de la force de travail rural vers les travaux non agricoles. C'est favorable pour créer plus de postes et augmenter le revenu des paysans.

D'abord, l'autoroute a raccourci le temps du stockage et du transport des produits agricoles, a accéléré l'échange des informations agricoles, ainsi, le marché pour les produits agricoles et les sous-produits qui sont difficiles à stocker et à transporter est élargi, la rentabilité synthétique agricole est augmentée.

Puis, la mise en service de l'autoroute a provoqué des progrès considérables pour la construction des bandes de démonstration agricultures moderne à deux côtés de l'autoroute. Ainsi, il a été réalisé une bande de démonstration de la modernisation agricole avec toute une série de matériels avec les fossés, les canaux, les champs, les routes, la forêt, les ponts, les machines etc.

Dans les bourgs le long de l'autoroute, ils ont renforcé la notion que « la route fait le marché », en appuyant sur leur point fort de l'agriculture, ils se dirigent vers le marché, et ont établi les base de la production des fruits, des légumes, des fleurs, des produits aquatiques, visant sur « le panier de légume » des grandes villes, et sur le commerce avec l'étranger.

Enfin, l'autoroute a favorisé la gestion en envergure pour l'agriculture. Il y a une série de base de la production agricole qui a été établi. Les entreprises de tête avec l'industrie, l'agriculture et le commerce est installé, pour faire des transformations profondes, accélérer l'exploitation industrialisée, exploiter des nouvelles techniques modernes.

Les progrès techniques provoqueront la réforme économique sociale, la réforme dans le mode de production et la réforme des conceptions, certaines sont lentes, certaines sont remarquables. Le transport rapide de l'autoroute, changera la conception des gens sur le temps et l'espace et le mode de vie, et provoquera des grands changements sur l'économie sociale, le mode de conduite, le mode de la vie et la structure de l'organisation.

L'allongement de l'autoroute apportera un marché énorme pour nous, elles connecteront les sous-marchés de l'est, du sud, du centre, du nord, du nord-est, du nord-ouest, du sud-ouest comme un ensemble, et relira plus étroitement le marché intérieur avec le marché international.

On peut dire que, l'autoroute est le choix absolu pour la procédure de la modernisation de l'Algérie. Il est favorable pour casser les divisions administratives, former l'intégration de l'économie nationale ayant des bénéfices économiques de la collaboration. Il est favorable pour les villages d'être rayonné

par les villes centrales, d'accélérer le pas de la réforme et l'ouverture; il est favorable pour les régions du centre et de l'ouest reculées de connecter avec la région développée de l'est, d'accélérer le pas de développement entre régions ensemble. C'est bien pour l'exploitation des sources du tourisme, de développer le secteur tertiaire, et accélérateur de l'urbanisation de la campagne aux alentours de la route, c'est favorable pour l'amélioration économique de désordre au centralisée.

L'autoroute est un matériel de base pour le développement de l'économie nationale. La densité d'autoroutes dans un pays représente le niveau de modernisation et de développement de ce pays. Depuis la réforme et l'ouverture, la construction des autoroutes en Algérie est déjà rentrée dans une période d'expansion. Elle a aussi créé l'expansion du transport de voyageurs et de marchandises, et a provoqué une nouvelle concurrence dans le domaine du transport.

Il y a au moins 3 points nécessaires que l'autoroute demande aux automobiles :

✚ **La rapidité.** C'est-à-dire, l'automobile doit avoir la capacité de rouler avec une grande vitesse pendant longtemps. Normalement, en Algérie, la limite de la vitesse sur l'autoroute est de 120 km/h, c'est-à-dire, la vitesse moyenne idéale sur l'autoroute est de 110 km/h, et cette vitesse doit être durable. Prenons l'exemple du transport de voyageurs entre Tlemcen et Alger, il faut garder une grande vitesse pendant à peu près 6 heures. Cela demande une organisation raisonnable des parties principales de l'automobile. Il faut que le moteur, le système de transmission, le système de changement de la direction, le système de freinage, le système de conduction soient en bonne organisation sur la fonction, la structure et la résistance. Les matériels principaux doivent avoir la bonne fiabilité, et un taux bas de tomber en panne, pour assurer les voyageurs d'être transportés à la destination en un minimums de temps [31].

✚ **La sécurité.** Il faut assurer la sécurité du chauffeur et des passagers pendant que l'automobile roule rapidement. Donc cela demande que le véhicule soit facile à contrôler et conduire. L'organisation idéale d'un véhicule, doit faire le support de l'axe de devant et le pont moteur dans le meilleur état, pour faire le centre de gravité au milieu afin d'avoir le meilleur équilibre.

Le système associé pour le changement de la direction doit non seulement assurer un contrôle habile au chauffeur, mais aussi donner au chauffeur suffisamment de contrôle pour la conduite. Le système de freinage doit être en sécurité, le pont en avant et le pont arrière doivent avoir chacun une voie indépendante pour le freinage en air, il faut aussi avoir suffisamment de surface de freinage. Le freinage à la main doit être le freinage en sécurité avec tout le changement de vitesse, l'automobile doit

aussi être équipée du mécanisme de ralentissement par le gaz résiduaire, pour diminuer l'usure du freinage [31].

✚ **Le confort.** Quand les voyageurs prennent un véhicule rapide, ils demandent un grand confort à véhicule. Il faut éviter les cahots du véhicule pour diminuer la fatigue des voyageurs. A part les surfaces de route aplaties, il faut que le véhicule ait le bon fonctionnement pour amortir les secousses.

Pour un bus qui a beaucoup de voyageurs, il faut avoir le bon fonctionnement de ventilation, pour assurer suffisamment de l'air frais dans le véhicule, en été, il peut diminuer la température, en hiver, il peut chauffer le wagon, le véhicule doit être capable de garder la température, et de se protéger des bruits et des poussières. Le bruit à l'intérieur du bus ne doit pas dépasser 75 dB, les chaises doivent être faciles à régler [31].

Dans le cadre du Schéma Directeur des Routes et Autoroutes (SDRA) la croissance soutenue du trafic routier et du développement des activités au niveau de la zone Nord ainsi que la position stratégique de l'Algérie dans les échanges intermaghrébins mettent en avant la nécessité de lancement d'un axe routier de grande capacité. Les pouvoirs publics ont été amenés à envisager la réalisation d'une autoroute Est-Ouest.

3.5.2 L'autoroute est - ouest

L'idée de l'autoroute est-ouest est née dès les années 70 sur la base de diverses études prospectives sur le développement du trafic routier lié à celui de l'économie et à l'accroissement de la population. En effet, ce pays s'étendant sur une superficie de 2,5 millions de km², l'Algérie compte une population d'environ 40 millions d'habitants, dont les deux tiers occupent la frange Nord, sur une bande représentant à peine 20% de la superficie totale du pays. C'est aussi dans cette bande que se concentre l'essentiel de la capacité industrielle du pays ainsi que ses principales activités. Toutes les études menées, jusqu'à présent, ont révélé et confirmé que, malgré l'existence des divers modes de transport, les déplacements de personnes et de marchandises s'opèrent essentiellement par la route. Plus de 85% des échanges se font ainsi par réseau terrestre. A long terme, cette situation a de fortes chances de se maintenir, quels que soient les efforts mobilisés au profit des autres modes de transport, et ce en raison des avantages et des facilités qu'offre ce mode de transport.

La réalisation d'une autoroute, d'Est en Ouest, qui relie les principales villes du Nord du pays afin d'éviter toute saturation des principaux axes routiers de cette frange et toute congestion de la circulation à l'intérieur des grandes villes a ainsi été décidée par les pouvoirs publics au fin des années 70. En 1978, il a été créé une société (SNTP : Société Nationale des Travaux Publics) qu'on a nommé dans le temps « mère des autoroutes » une décision qui faisait suite aux résultats des études de planification qui, à la fin des années 70, ont mis en évidence la nécessité d'une liaison autoroutière traversant d'Est en Ouest la frange nord de l'Algérie. Pour la concrétisation de cette décision, les pouvoirs publics ont mis en place progressivement un dispositif juridique et réglementaire incluant des instruments institutionnels de base d'une part et les études, les travaux et les formations nécessaires d'autre part.

Le projet autoroutier Est-Ouest, gigantesque chantier, le plus grand depuis l'indépendance, assurera sur 1216 km la liaison entre les extrêmes, traversant 16 wilayas en déplaçant 100 millions de mètres cubes de terre, utilisant pas moins de 3 millions de tonnes de ciment, 5 millions de tonnes de sable, 1 million de tonnes de bitume et 14 000 tonnes d'explosifs. Réactivé dans les années Bouteflika, ce vieux projet ébauché en 1963, le nouveau programme, dénommé DPN pour division du programme neuf, chevauche l'ancien ANA (Agence Nationale des Autoroutes), datant de 1987, et sur le terrain.

Compte tenu du retard qui a enregistré le lancement de la construction de l'autoroute (45 ans) il a été décidé de lancer les travaux en trois tranches pour les achever les travaux dans les meilleurs délais. En outre, les autres pôles de développement, situés sur la côte et dans la zone des Hauts plateaux, seront desservis par les raccordements de l'autoroute Est - Ouest au réseau principal, notamment par les pénétrantes Nord - Sud, qui traversent les 24 wilayas.

3.6 Conclusion

La réalisation d'un réseau de transport routier, qui est le principal réseau de transport en Algérie, répond à certaines exigences que se doit de respecter le projeteur et que l'on désigne par le terme de standard. Le standard précise ce qui doit être fait (Quoi ?) en fonction d'un certain besoin, tandis que la norme précise la manière de le réaliser (Comment ?). Il varie selon l'importance de l'infrastructure au sein du réseau de transport.

Ainsi, donc les besoins des individus, et de la société par extension, influencent les caractéristiques des projets routiers par la définition des politiques publiques qui l'influencent ou qui sont influencées par celui-ci. Le projeteur routier est en quelque sorte au bout de cette chaîne et il n'est qu'un exécutant, qui n'influence pas le processus, mais qui doit en être conscient afin de réaliser au mieux une infrastructure routière répondant aux attentes des citoyens.

La « Loi des autoroutes de la République Algérienne Démocratique et Populaire » et les « Méthodes de la planification et de l'établissement du réseau des autoroutes » publiées par le Ministère des transports ont établi des règlements assez précis sur l'importance, l'objectif, la mission, les méthodes ainsi que le système de gestion sur la planification des routes de notre pays. Bien qu'il n'existe pas de règlements spécifiques sur les autoroutes, la planification de ces dernières doit s'effectuer dans le cadre des lois et règlements précités. La planification des autoroutes qui ont leurs propres caractéristiques, doit respecter les lois, politiques et règlements concernés dans la « Loi de l'aménagement du territoire », la « Loi de l'urbanisme », la « Loi de la conservation de l'eau et du sol », la « Loi de la protection environnementale », la « Loi de la protection patrimoniale », etc.

L'autoroute Est-Ouest s'intègre dans le grand projet régional de l'autoroute maghrébine, d'un linéaire de 7 000 kilomètres et dont la réalisation a été retenue par les pays de l'UMA.

L'étude économique financée par la banque mondiale a démontré que:

- ✚ L'autoroute Est - Ouest est un projet rentable;
- ✚ Le taux de rentabilité interne atteint 20%.

Le schéma national d'aménagement du territoire 2025 repose sur 04 grandes lignes directrices

- ✚ La durabilité: l'obligation impérative de prendre en compte et d'assurer la préservation des ressources et des milieux naturels,
- ✚ L'équilibre : rétablir un équilibre durable entre les grandes composantes du territoire algérien: le littoral et la montagne, les hauts plateaux et le sud,
- ✚ La compétitivité: adapter les territoires algériens aux exigences de l'économie mondiale,
- ✚ L'équité: réduire les inégalités économiques et sociales dont souffrent les populations des zones rurales et urbaines défavorisées.

Chap. 4 Le système “Autoroute EST –OUEST”

4.1 Introduction

La réalisation de l'autoroute Est-Ouest fait partie d'une relance économique et sociale sur la période 2005-2010 et constituera l'un des volets importants en termes de ressources à mobiliser et de retombées attendues. Le projet lancé en construction le 18 septembre 2006, est divisé en trois lots, le lot EST, le lot CENTRE et le lot OUEST. Chaque lot fait l'objet d'un contrat de construction séparé.

La réalisation de l'Autoroute EST-OUEST, qui est le principal réseau de transport routier en Algérie, répond à certaines exigences que se doit de respecter le projeteur et que l'on désigne par le terme de standard. Le standard précise ce qui doit être fait (Quoi ?) en fonction d'un certain besoin, tandis que la norme précise la manière de le réaliser (Comment ?). Il varie selon l'importance de l'infrastructure au sein du réseau de transport.

Ainsi, donc les besoins des individus, et de la société par extension, influencent les caractéristiques des projets routiers par la définition des politiques publiques qui l'influencent ou qui sont influencées par celui-ci. Le projeteur routier est en quelque sorte au bout de cette chaîne et il n'est qu'un exécutant, qui n'influence pas le processus, mais qui doit en être conscient afin de réaliser au mieux une infrastructure routière répondant aux attentes des citoyens.

4.2 Les données du système

4.2.1 Présentation chronologique de l'autoroute Est- Ouest

1975 : premier schéma directeur routier national (1975 – 1995)

Le schéma directeur concluait de la nécessité économique d'une extension de capacité de l'axe principal de la frange nord du pays entre Annaba et Tlemcen. Les études avaient montré la saturation progressive de la RN4 et la RN5 à l'horizon 1995 si rien n'était fait avant ce délai.

Ce schéma prévoyait la livraison de quelques centaines de km d'autoroute entre 1985 et 1990.

fin des années 1970 :

Les études de planification avaient proposé deux variantes : soit le dédoublement des axes existants (RN4 et RN5) avec accès gratuit soit une autoroute en site propre. La deuxième solution a été préférée pour des raisons tant techniques qu'économiques.

Octobre 1983 :

Les études préliminaires ont été réalisées sur l'ensemble de l'autoroute Est-Ouest. Elles ont porté sur le choix de couloir du tracé, les prévisions du trafic, l'évolution des différents indicateurs économiques et les différentes incidences du projet dont l'impact sur l'agriculture dans les zones traversées.

23 février 1985

Décret exécutif n° 85-36 du 23 février 1985 relatif aux autoroutes fixant le cadre général.

17 juin 1987 :

Le dossier du choix de couloir de l'autoroute Est-Ouest a été examiné et adopté par le conseil des ministres.

A partir de 1988 :

Sur la base de la décision du conseil des ministres, ont été engagées successivement les études d'Avant Projet Sommaire (APS) et les études d'Avant Projet Détaillé (APD) et ensuite le lancement d'un certain nombre de tronçons autoroutiers en travaux.

07 juillet 1992 :

Décret n°92.302 bis du 07 juillet 1992 portant création de l'Agence Nationale des Autoroutes (ANA), établissement public national à caractère administratif doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière sous tutelle du [Ministère des Travaux Publics](#). Son rôle principal est de mettre en œuvre les plans et programmes arrêtés en matière d'études, de réalisations, d'exploitation et de maintenance du réseau autoroutier.

Les tâches fondamentales sont :

- ❖ Conception et conduite des programmes d'investissement en matière d'infrastructures autoroutières ;
- ❖ Maintenance et entretien du réseau autoroutier ;
- ❖ Conception et mise en place d'un système d'information (Banque de données) ;
- ❖ Actualisation et adaptation de la réglementation.

 **11 juin 1995 :**

L'Agence Nationale des Autoroutes (ANA) a organisé une journée d'étude sur la concession de l'autoroute Est-Ouest pour sensibiliser les bailleurs de fonds (banques, assurances, entreprises, etc.) sur l'opportunité que présente cette infrastructure.

 **18 septembre 1996 :**

Décret exécutif n° 96-308 du 18 septembre 1996 relatif aux concessions d'autoroutes appuyé par un modèle de concession ainsi que d'un modèle de cahier des charges.

 **En 1997 :**

Une analyse économique et financière, faite par le bureau d'études SAETI-SEEE, a découpé l'autoroute Est-Ouest en sept (07) lots homogènes.

Cette étude a débouché sur deux (02) lots prioritaires : Le lot centre Khémis Miliana – Bordj Bou Arreridj sur 300 km et le contournement de Constantine sur 46 km.

La dernière étude en date concerne l'horizon 2025. Le ministère des Travaux Publics a en effet réalisé l'étude d'un Schéma directeur routier et autoroutier (SDRA) 2005-2020 pour déterminer les besoins en matière d'extension de capacités que nécessite le réseau routier existant, pour soutenir et répondre au développement socio-économique du pays.

4.2.2 Les grandes études

Plusieurs grandes études ont concerné le projet de l'autoroute est-ouest depuis les années 80. Quelques unes sont achevées, d'autres sont encore en cours. Le projet, de par son ampleur, devait requérir cette exigence.

Des études préliminaires ont été ainsi réalisées pour l'ensemble des 1 216 km en 1983. Elles ont porté sur le choix du couloir du tracé, les prévisions du trafic, l'évolution des différents indicateurs économiques et les différentes incidences du projet, dont l'impact sur l'agriculture dans les zones traversées. Ces études se sont appuyées sur des projections économiques générales, établies en accord avec les ministères et administrations concernés. Elles ont donné lieu, au cours de leur réalisation, à de nombreuses concertations et ont abouti au choix du couloir de tracé, approuvé en Conseil des ministres du mois de juin 1987. Une année plus tard, en 1988, ce sont des études d'Avant Projet

Sommaires (APS) sur environ 1100 km de l'autoroute est-ouest entre Annaba et Tlemcen (jusqu'à la frontière marocaine) qui ont été engagées pour être achevées en 1994.

Les études d'Avant Projet Détaillé donnent les détails des tracés et la conception des échangeurs, les détails quantitatifs et une base d'estimation de coûts de construction et d'expropriation en fonction des types de terrains traversés. Les sections non encore étudiées sont confiées aux groupements d'entreprises chargés de la réalisation dans le cadre du Design and Build. Afin de maîtriser les délais ainsi que les coûts, il a en effet été décidé d'opter pour cette solution qui inclut l'étude et la réalisation. D'autres grandes études ont été menées comme celle, économique et financière de l'autoroute est-ouest relative au phasage de sa réalisation et à la faisabilité de concessions associant le financement privé à la réalisation et à l'exploitation de l'autoroute réalisée en 1997 ou encore diverses études portant sur les normes de conception utilisées, sur la recherche des gites d'empreintes, sur les équipements autoroutiers (gares de péage, hôtels, aires de services ...).

Enfin, n'oublions pas que l'autoroute est-ouest est partie intégrante de l'autoroute de l'unité maghrébine.

Dans ce sens, une étude de faisabilité de l'autoroute de l'unité maghrébine a été financée en 1995 par le FADES (Fonds arabe pour le développement économique et social) et par les pays du Maghreb. Cette étude a confirmé l'importance de l'autoroute est-ouest dans le projet global. Une importance qui n'est plus à démontrer et qui a motivé le recours à des fonds exclusivement algériens pour garantir la livraison du projet dans les délais.

4.2.3 Les instruments institutionnels de base

- ✚ Décret 85- 36 du 23 février 1985 relatif aux autoroutes et qui a défini les règles applicables aux voies dénommées autoroutes;

Adoption du couloir de l'autoroute Est-Ouest en conseil des ministres le 17 juin 1987 ;

- ✚ Décret n°92 -302 du 7 juillet 1992, portant création de l'Agence Nationale des Autoroutes - établissement public à caractère administratif ;

- ✚ Décret n° 96.308 du 18 septembre 1996 relatif aux concessions d'autoroutes ;

- ✚ Loi de finances 1996 (article 166) permettant la concession des autoroutes au profit de personnes morales de droit public ou de droit ;

- ✚ Loi de finances 1996 (article 167) permettant la perception des péages ;

- ✚ Loi 91-11 du 27 avril 1991 fixant les règles relatives à l'expropriation pour cause d'utilité publique complétée par la loi de finances 2005 (article 65) ;

- ✚ Décret exécutif n° 05-248 du 10 juillet 2005 complétant le Décret exécutif n° 93- 186 du 27 juillet 1993 déterminant les modalités d'application de la Loi 91-11 du 27 avril 1991 fixant les

règles relatives à l'expropriation pour cause d'utilité publique;

- ✚ **Décret exécutif n° 05-249 du 10 juillet 2005** portant réaménagement du statut de l'Agence Nationale des Autoroutes en établissement public à caractère industriel et commercial ayant pour mission essentielle la maîtrise d'ouvrage déléguée des programmes autoroutiers.
- ✚ **Décret exécutif n° 05-270 du 25 juillet 2005** portant déclaration d'utilité publique l'opération portant réalisation de la deuxième rocade sud d'Alger;
- ✚ **Décret exécutif n° 05-271 du 25 juillet 2005** portant déclaration d'utilité publique l'opération portant réalisation de l'autoroute Est - Ouest;
- ✚ **Le schéma routier et autoroutier 2005-2020**, s'articule autour de la réalisation de l'autoroute Est-Ouest et de l'extension des capacités actuelles notamment au niveau du réseau économique de base. Parmi les grandes options retenues, figurent la réalisation de la rocade des hauts plateaux, le développement des routes côtières et la poursuite des actions de désenclavement dans les régions des hauts plateaux et du Sud notamment la route transsaharienne.

4.2.4 Quelques chiffres important du système

- ✚ **1216 km** c'est le linéaire de l'autoroute Est-Ouest qui devrait se déployer sur un profil de deux fois trois voies en desservant 16 wilayas en terrain vierge, et dont 103 km dits de «l'ancien programme» étaient livrés et 800Km du nouveau programme reste, 315Km en cours d'achèvement .
- ✚ **927 km** relèvent de la partie appelée «Programme neuf». C'est ce qui reste à réaliser. Il s'agit d'une infrastructure nouvelle répartie sur trois lots : le lot est (399 km, groupe japonais Cojaal, 376 milliards de dinars), le lot centre (169 km, groupe chinois CITIC-CRCC, 192,5 milliards de dinars), et le lot ouest (359 km, CITICCRCC, 258,4 milliards de dinars)
- ✚ **11,1 milliards \$** c'est le coût global de ce mégaprojet, le plus coûteux jamais réalisé, entièrement financé par le trésor public. Un premier coût évaluait le projet à 7 milliards de dollars.
- ✚ **200 000 emplois directs et indirects** paraient être créés par le système autoroute. Le chiffre exact donne 77 191 postes d'emplois effectivement créés dont 54 485 travailleurs algériens recrutés conformément à une clause exigeant de privilégier la main-d'œuvre nationale à hauteur de 70%. 100 000 autres emplois indirects sont, en outre, escomptés.

Le programme neuf est réparti sur trois marchés d'applications, le 1^{er} concerne un linéaire total de 384 Km touchant 11 Wilayas, le 2^e d'un linéaire de 209 Km, concerne les sections dont les ODS ont été engagés en mai 2007, le linéaire de 209 Km, touchant 6 wilayas et le 3^e avec 334 Km, concerne essentiellement les sections situées aux frontières.

4.2.5 Consistances physique de l'autoroute Est Ouest

Tableau 4.1 : Consistance physique de l'autoroute Est-Ouest et sa répartition par lot

Désignation	Total
Linéaire	1216 Km
Linéaire de l'autoroute	927 km
Longueur totale de rétablissement des routes secondaires	142 km
Nombre de ponts	486 unités
Nombre de viaducs	70 unités
Nombre de Tunnels	13 unités
Nombre d'échangeurs	87 échangeurs environ (avec option de péage)
Profil en travers	2*3 voies
Vitesse de base	100 à 120 Km /h

Tableau4-2 Consistance physique par lot de l'autoroute Est-Ouest [33].

	DESIGNATION	LOT EST
LOT UNIQUE EST	Linéaire de l'autoroute	399 km
	Longueur totale de rétablissement des routes secondaires	52km
	Nombre de ponts	206 unités
	Nombre de viaducs	29 unités
	Nombre de Tunnels	7 unités

	DESIGNATION	LOT CENTRE
LOT UNIQUE CENTRE	Linéaire de l'autoroute	169 km
	Longueur totale de rétablissement des routes secondaires	30km
	Nombre de ponts	83 unités
	Nombre de viaducs	23 unités
	Nombre de Tunnels	06 unités

	DESIGNATION	LOT OUEST
LOT UNIQUE OUEST	Linéaire de l'autoroute	359 km
	Longueur totale de rétablissement des routes secondaires	60km
	Nombre de ponts	197 unités
	Nombre de viaducs	18 unités
	Nombre de Tunnels	0 unités

Le profil en travers retenu pour l'autoroute Est-Ouest et de 2x3 voies.

Cette autoroute sera accessible seulement en des points aménagés à cet effet qui sont les échangeurs pour assurer les liaisons avec les différentes voies traversées et les accès vers les villes et agglomérations proches du tracé.

Leur nombre conçus initialement était de 90 échangeurs et a été réduit à près de 60 pour tenir compte de la mise à péage de l'autoroute.

4.3 Les besoins de l'Autoroute

4.3.1 Les qualités internationales

En insistant sur les normes de qualité internationales, l'Algérie entre de plein-pied dans le développement durable.

Mais, l'autoroute Est-Ouest qui sera bénéfique à l'Algérie, aura aussi des répercussions plus que positives sur le développement de toute la région maghrébine et le continent africain, puisque c'est une infrastructure qui les reliera à l'Europe.

Ce mégaprojet donnera une dynamique extraordinaire à des secteurs comme le tourisme, pour lesquels la demande locale, sans parler de l'internationale, est immense. Ce projet permettra à coup sûr de désenclaver des régions entières, de valoriser les richesses locales et de créer des emplois par milliers.

4.3.2 Les emplois générés

Le projet a créé 100 000 emplois dans sa phase de réalisation et effectivement, tout au long du tracé, des ingénieurs, chauffeurs, conducteurs d'engins, agents de sécurité ou simples gardiens et manœuvres s'affairent autour du chantier.

Il est aussi prévu dans un deuxième temps que l'autoroute, à travers relais, péages et autres stations de maintenance, offre théoriquement 100 000 autres emplois indirects.

Tableau prévisionnel des effectifs		
Qualification	Algérien	Etranger
- Encadrement	1319	2535
- Maîtrise	1662	2506
- Exécution	51504	17504
Total	54446	22745
TOTAL GENERAL : 77 191		

Tableaux.4-3 Les emplois générés par L'Autoroute Est Ouest en 2010 [34]

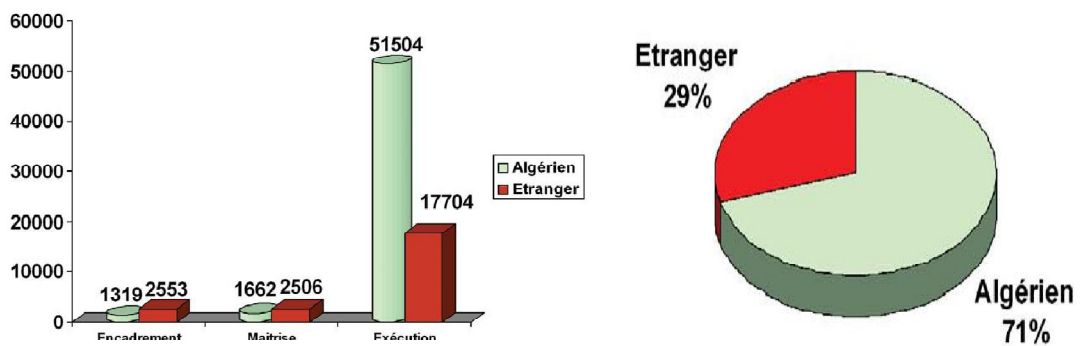


Fig.4-1 Les emplois générés par L'Autoroute Est Ouest en 2010 [34]

Le nombre d'emplois total dépassera les **100 000**, soit **84 postes d'emploi pour un 01 Km** d'autoroute.

4.3.3 Diminuer les accidents, renforcer la fiabilité de sécurité

L'un des objectifs de cette grande autoroute est aussi de diviser par 6 les accidents de voiture qui font près de 4000 morts et 60 000 blessés tous les ans.

4.3.4 Un projet rentable

L'étude économique financée par la banque mondiale a démontré que:

- 🚧 L'autoroute Est - Ouest est un projet rentable ;
- 🚧 Le taux de rentabilité interne atteint 20%.

Un développement durable et équilibré des différentes régions du pays : tel est l'enjeu de la politique d'aménagement du territoire. Et la construction de l'autoroute Est-Ouest peut contribuer au rééquilibrage souhaité, en jouant un double rôle économique (dessert de pôles économiques, administratifs ou industriels) et social (désenclavement de certaines zones isolées, et donc marginalisées).

4.3.5 Des trajets plus rapides et plus sûrs

Le projet autoroutier Est - Ouest aura, des retombées positives pour l'utilisateur:

- 🚧 Gains de temps de parcours important, correspondant, à titre d'exemple :
 - 4h00 sur le trajet Alger - Oran,
 - 4h00 sur le trajet Alger - Constantine,
- 🚧 Amélioration de la sécurité routière (déplacements professionnels ou familiaux, réduction d'un tiers au minimum du nombre d'accidents).

La réduction des temps de parcours par la liaison autoroutière représente une part importante dans les avantages ressentis par l'utilisateur. C'est pourquoi, il est nécessaire de prendre en compte les valeurs du temps dans l'analyse économique du projet.

D'un point de vue théorique on distingue d'ailleurs deux types de valeurs du temps : la valeur du temps économique et la valeur du temps comportementale.

Généralement, ces deux valeurs du temps sont considérées comme ayant la même valeur monétaire et c'est pourquoi on ne parle que de « valeur du temps » sans préciser qu'il s'agit d'une valeur du temps économique ou comportementale.

4.3.6 Les besoins futurs

Pour déterminer les besoins futurs en matière d'extension de capacités du réseau routier existant, le secteur des travaux publics s'appuie sur différentes études qui mènent toutes au constat que la route continue à supporter à elle seule plus de 85% du volume des échanges et que dans la structure de trafic automobile, les poids lourds représentent au moins 30%.

En 1974, le MTP a ainsi chargé un bureau d'études étranger d'établir un Schéma directeur routier (SDR) pour la période 1975-1995 qui a pris en charge le développement et la maintenance des infrastructures routières selon les orientations et les contraintes budgétaires du moment.

A la fin des années 1980, le ministère des Transports a fait dans cette même optique, pour la période 1990-2025, à une importante étude des transports couvrant l'ensemble des modes.

L'Etude Nationale des Transports, réalisée durant la période de 1989-1992, avait comme objet l'élaboration d'un cadre général de données, normes ou références sur le système des transports en Algérie. Cette étude a effectué un diagnostic sur la situation en 1990, défini des priorités d'investissement à moyen terme et franchi une étape vers un schéma directeur à long terme permettant d'orienter les décideurs en matière de développement du système des transports.

Le ministère des TP a en effet réalisé l'étude d'un Schéma directeur routier et autoroutier (SDRA) 2005-2025 pour déterminer les besoins en matière d'extension de capacités que nécessite le réseau routier existant, pour soutenir et répondre au développement socio-économique du pays.

Le schéma routier et autoroutier 2005-2025 s'articule autour de la réalisation de l'autoroute Est-Ouest et de l'extension des capacités actuelles, du réseau économique de base. Les grandes options retenues : réalisation de la rocade des hauts plateaux, développement des routes côtières et poursuite des actions de désenclavement des hauts plateaux et du Sud.

4.3.7 Le programme d'approvisionnement prévisionnel

Le projet de l'autoroute Est Ouest, génère d'énormes besoins en granulats. Une étude de recensement des ressources disponibles en matériaux, le long du tracé de l'autoroute est-ouest, a été effectuée pendant la période 2002-2004. Il ressort de cette étude que les ressources en matériaux granulaires et alluvionnaires le long de l'autoroute sont suffisantes en qualité et en quantité.

✚ En matériaux, se présente comme suit « Tableau.4-4 » [33].

Désignation	
Ciment :	2 874 251 Tonnes
Sable :	4.959.670 Tonnes
Bitume :	920 079 Tonnes
Agrégats :	45 356 605 Tonnes
Acier :	930 696 Tonnes
Acier précontraint :	47 122 Tonnes
Explosif :	9 110 Tonnes
Explosif Anfo :	4 898 Tonnes
Énergie électrique :	333 324 903 Kw.h
Eau :	37 648 133 Tonnes
Carburant :	1 185 728 Tonnes

Tableau.4-4 Le programme d'approvisionnement prévisionnel en matériaux de construction

✚ Programme d'approvisionnement prévisionnel par lot « Tableau 4-5 » [35]

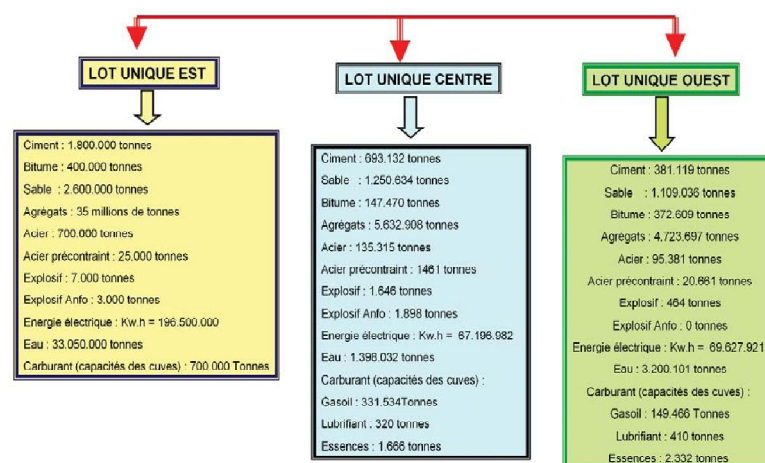


Tableau.4-5 Programme d'approvisionnement prévisionnel par lot

Programme prévisionnel des matériels d'exécutions [33]

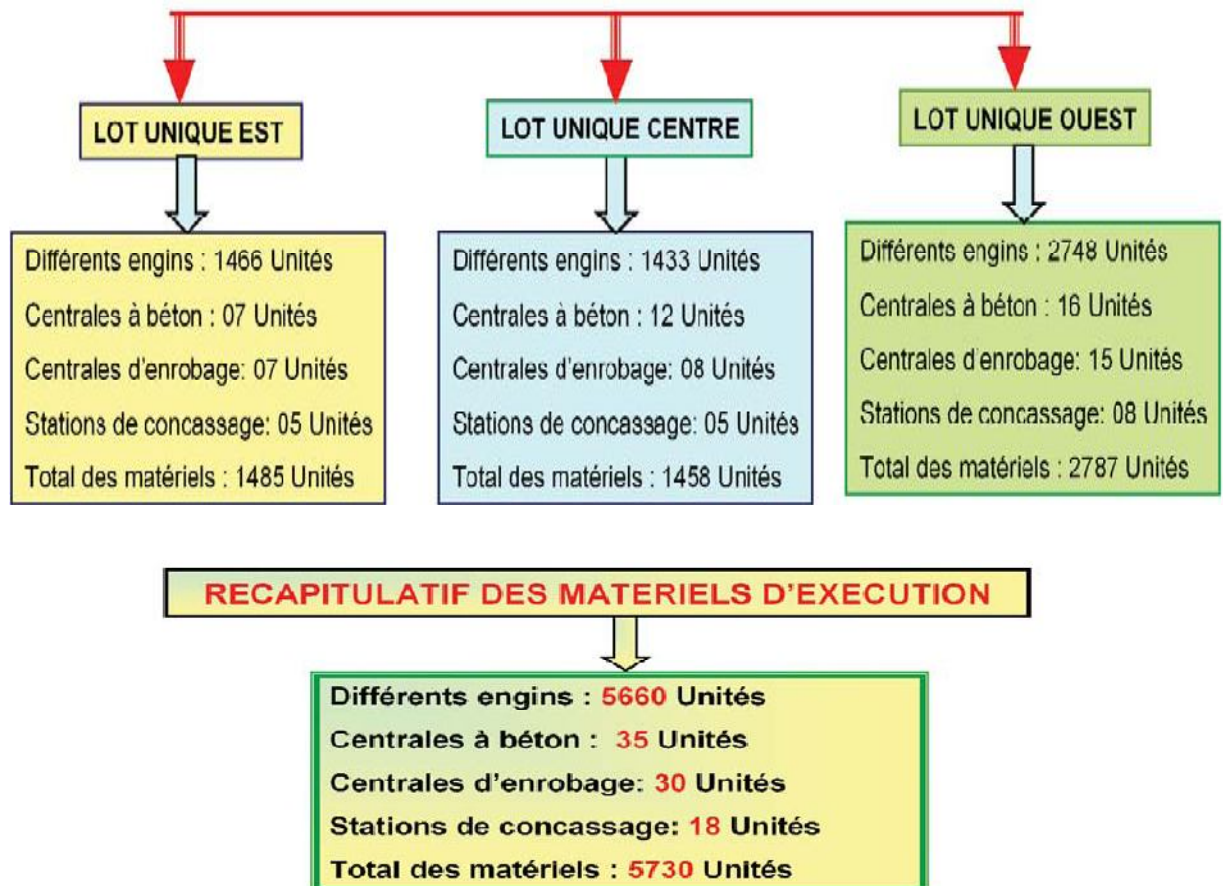


Tableau.4-6 Programme prévisionnel du matériel d'exécutions

Gîtes d'emprunt, carrières et zones de dépôt « Tableau 4-7 »

L'octroi de gîtes d'emprunt, des carrières et des zones de dépôts au profit des consortiums s'est effectué comme suit :

Lot	Carrière	Gîtes d'emprunt	Zones de dépôt
Lot Unique Est	6	75	85
Lot Unique Centre	6	39	46
Lot Unique Ouest	4	16	40
Autoroute Est Ouest	16	130	171

Tableau 4-7 : Gites d'emprunt, carrières et zones de dépôt

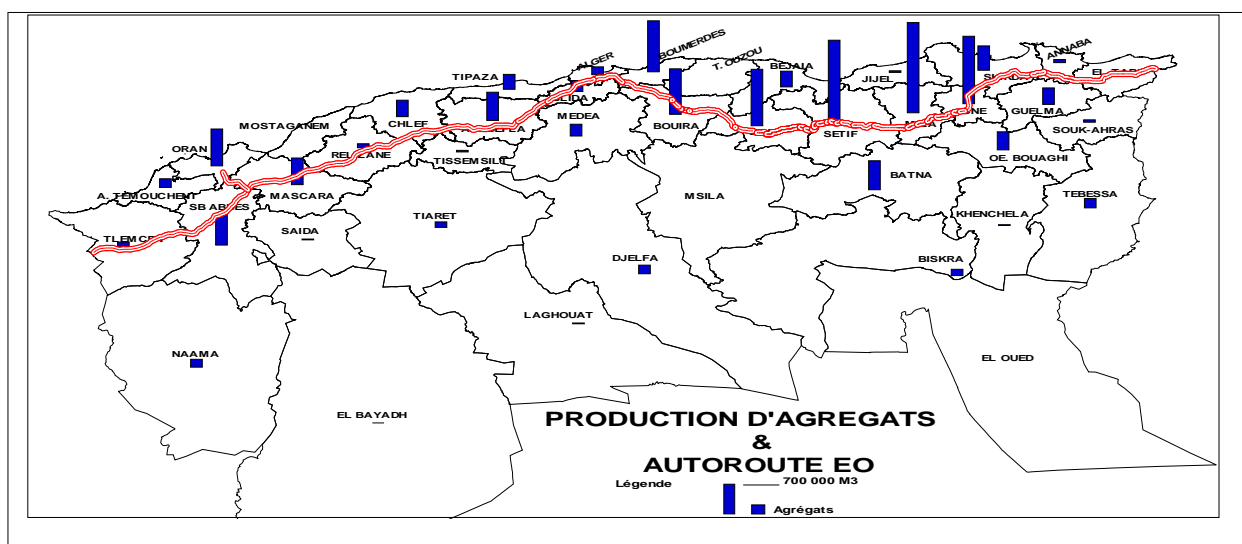


Fig.4-2 Agrégats et autoroute E-O [35]

Pour ce qui est des bitumes, Naftal, un acteur majeur dans le développement autoroutier, prendra totalement en charge les besoins.

Types de projets	Consistance (KM)	Besoin en bitumes (TM)
Autoroute Est-Ouest	1 132	891 500
Projets structurants	1 707	670 000
Projets routiers de développement	21 950	2 030 000
Projets d'entretien des routes	12 000	438 500
Infrastructures aéroportuaires		130 000
TOTAL GENERAL	36 789	4 160 000

Tableau.4-8 Programme des Travaux Publics (2007 - 2011) [35]

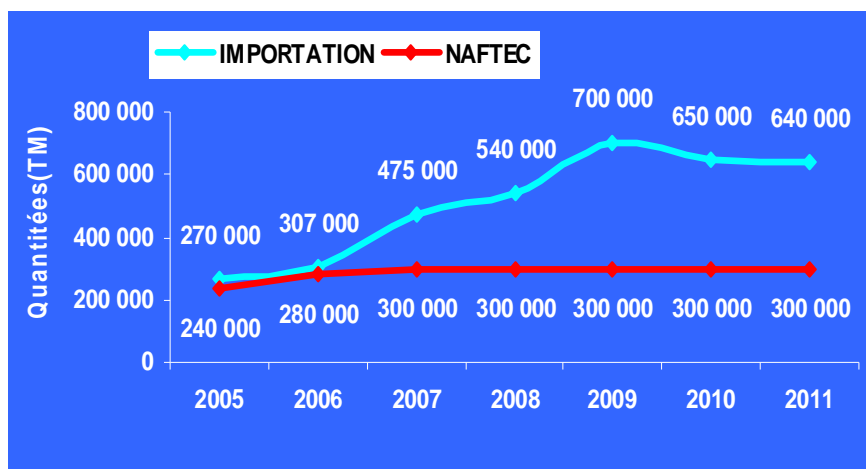


Fig.4-3 Évolution des approvisionnements- Horizon 2011-[35]

Les besoins de l'autoroute en produits pétroliers

Bitumes	750 000 TM (20 mois)
Lubrifiants	5 000 TM (30 mois)
Carburants	650 000 M ³ (30 mois)

Tableau.4-9 Les besoins de l'autoroute en produits pétroliers

4.3.8 Les acteurs et le financement du système

La réalisation du système autoroute Est-Ouest est prévue sur 40 mois.

Trois groupements d'entreprises, deux chinois et un japonais auront à répondre de ce délai. Ce sont en effet eux qui ont décroché le marché début 2006.

Dans cet optique et conformément à la réglementation des marchés publics, l'Agence Nationale des Autoroutes, maître d'ouvrage délégué du projet de l'autoroute est-ouest, a lancé le 23 octobre 2005, à l'intention des entreprises et des grands groupes de constructeurs, un avis d'appel d'offres restreint international, en vue de confier, dans le cadre d'un contrat programme type "design and build" constitué de marchés d'applications successifs, la construction de l'autoroute en 02 X 03 voies, en trois lots séparés : lot unique Est : 399 kms, lot unique Centre : 169 km, lot unique ouest : 359 km. Pour chaque lot les travaux suivent le cheminement suivant : lancement immédiat des travaux des sections pour lesquelles les études sont achevées, achèvement des études en cours puis lancement des travaux y afférent et enfin lancement et études des travaux pour les sections non encore étudiées. Le groupe nippon « COJAAL », retenu pour la partie Est du projet autoroutier, est l'un des sept soumissionnaires étrangers qui avaient présenté leurs offres pour les trois lots est, ouest et centre, à la fin du mois de mars 2006. Pour le tronçon Est, cinq soumissionnaires à savoir Bechtel, le groupe japonais « COJAAL », les deux groupes chinois et le groupement italien « Italia » avaient fait des offres variant entre 123 et 226 milliards de dinars. Après ces offres, l'Agence Nationale des Autoroutes (ANA) avait tranché en faveur des Chinois et des Japonais. En effet, l'autoroute est-ouest en deux fois trois voies est confiée au groupement japonais COJAAL pour le tronçon Est et au groupement chinois CITIC/CRCC pour les tronçons Ouest (359 km) et Centre (169 km).

Lot	Linéaire	Désignation	Groupement
Lot Unique Est	399	Bordj Bou-Argeridj - Frontière Tunisienne	COJAAL
Lot Unique Centre	169	Bordj Bou-Argeridj - Chlef	CITIC - CRCC
Lot Unique Ouest	359	Chlef - Frontière Marocaine	CITIC - CRCC

Source : données du MTP

Tableau.4-10 La répartition des lots selon les entreprises de réalisations

4.3.9 Procédure de passation du marché et pièces contractuelles

Le présent système est passé en application des dispositions contenues dans la convention de contrat programme et conformément aux dispositions du Décret Présidentiel n°02/250 du 24 juillet 2002, modifié et complété, portant réglementation des marchés publics ;

Pièces contractuelles

- Pièce n°1 Acte d'Engagement ;
- Pièce n°2 Soumission ;
- Pièce n°3 Déclaration à Souscrire ;
- Pièce n°4 Le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) ;
- Pièce n°5 Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ;
- Pièce n°6 Bordereau des Prix Unitaires ;
- Pièce n°7 Détail Quantitatif et Estimatif ;
- Pièce n°8 Le Planning général des travaux.

L'Entrepreneur devra présenter dans sa soumission un Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Qualité (SOPAQ) ainsi qu'un Plan d'Assurance. Ce dernier devra être approuvé, par le service contractant, avant la notification du marché d'application. Une fois approuvé, il constituera une pièce contractuelle.

Le SOPAQ doit comporter au moins les parties suivantes :

- ❖ Organigramme simplifié de l'entreprise et des contrôles ;
- ❖ Qualification des responsables et personnel chargés du contrôle ;
- ❖ Nature des prestations sous-traitées ;
- ❖ Provenance prévisionnelle des fournitures ;
- ❖ Description des matériels utilisés.

Le PAQ devra comporter ce qui suit :

- ❖ Organigramme précis de la maîtrise d'œuvre du chantier (personnel technique de l'entreprise) ;
- ❖ Organigramme précis de l'entreprise pour le chantier ;
- ❖ Résultat des études de formulation ;
- ❖ Résultats de contrôle sur les fournitures de matériaux ;
- ❖ Disposition de fabrication et mise en œuvre des produits ;
- ❖ Traitement des interfaces ;

- ❖ Fiche de traitements des non-conformités.




Pièces non contractuelles

- ❖ Sondages et résultats des essais géotechniques et Informations relatives aux gîtes à matériaux (données brutes) ;
- ❖ Données hydrauliques et hydrologiques (données brutes) ;
- ❖ Inventaire des contraintes de réseaux ;
- ❖ Dossier technique comprenant les plans du projet au stade de l'APD.

4.4 Analyse fonctionnelle du système

4.4.1 Objet de l'analyse fonctionnelle

Le présent plan d'analyse fonctionnelle est établi en vue de définir les dispositions à adopter par les différents intervenants du système pour garantir un meilleur fonctionnement requis, ainsi que les modalités des contrôles qui contiennent les parties suivantes en ce basant sur l'étude des exigences définie dans la partie 4.3.

-  Le contrôle intérieur du système ;
-  Le contrôle interne à la chaîne de production intégrée au fonctionnement du système ;
-  Le contrôle externe du système et à la chaîne placé sous la responsabilité du RAQ.

4.4.2 Analyse fonctionnelle du système autoroute EST-OUEST

Le système doit comprendre tous les plans d'exécution et de gestion nécessaires au meilleur fonctionnement, les plans, notes de calculs et rapports justificatifs, il doit procéder à l'établissement des documents suivants :

a) Projet d'exécution (plans d'exécution, rapports et notes de calculs)

Le groupement est réparti le long du tracé du lot Centre et du lot Ouest de l'autoroute Est-Ouest. Le groupement a installé des bases pour chaque section autoroutière.

Chaque section est gérée par un directeur des travaux.

i) La réalisation du lot CENTRE et OUEST par CITIC CRCC

Les études : le groupement CITIC CRCC a mené les études du projet en trois étapes :

Étape 1 : Recherche du tracé optimisé entre Bordj Bou Arreridj jusqu'aux frontières marocaines. Le groupement a utilisé des levés topographiques et l'imagerie satellitaire (image IKONOS) ; MNT (modélisation numérique de terrain) pour APS et APD.

Réalisation des levés topographiques par système GPS.

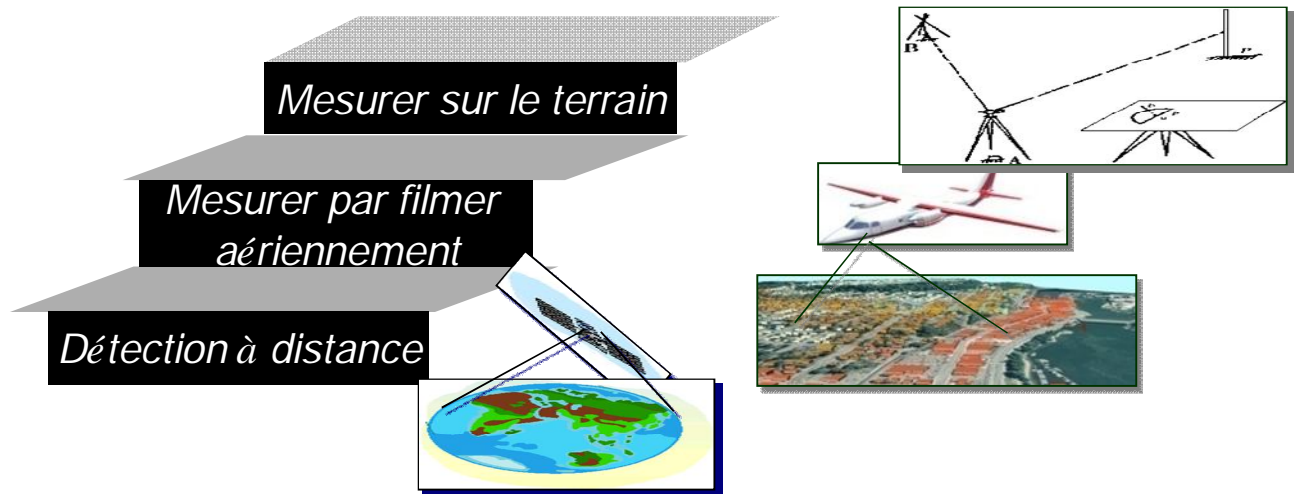


Fig.4-4 Les moyens utilisés pour faire une carte-relief

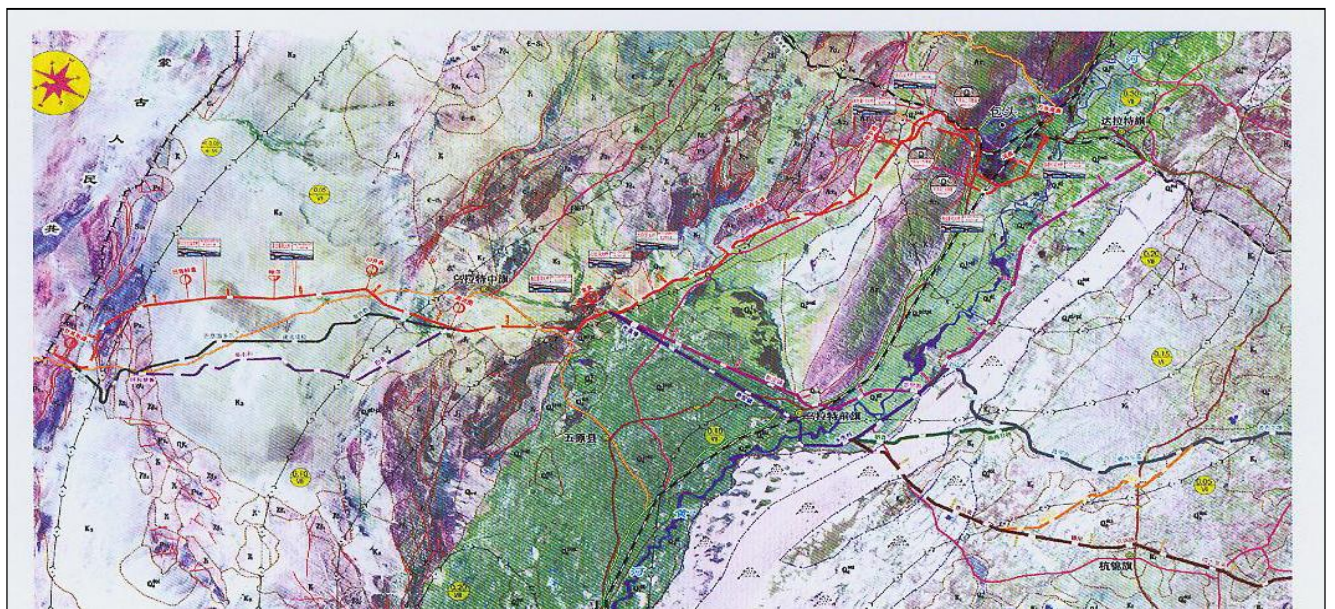


Fig.4-5 Une carte-relief de l' Autoroute EST-OUEST

Etape 2 : Etude d'APS et d'APD pour les tronçons entre Lakhdaria et Larbaâatche sur 26 km et le tronçon entre l'échangeur de la bretelle d'Oran jusqu'aux frontières marocaines sur 185 km (marché d'application n°3 du lot Centre et Ouest). Etudes de mise à niveau des études d'APD des tronçons autoroutiers entre Bordj Bou Arreridj et Lakhdaria et entre Larbaâatche et l'échangeur de la bretelle d'Oran pour les marchés d'application n°1 et n°2.

Etape 3 : Etude d'exécution de toutes les sections autoroutières entre Bordj Bou Arreridj et les frontières marocaines sur 169 km du lot Centre et 359 km du lot Ouest. Le consortium CITIC-CRCC a utilisé plusieurs logiciels dans le domaine des structures des ouvrages d'art, des tunnels et des routes. Toutes les pièces des dossiers d'exécution (plans et notes de calculs) sont établies par ordinateur. Analyse sismo-technique pour un dimensionnement parasismique, logiciel expert SIGEOL pour l'exploitation des données géologiques.

Logiciels utilisés par le groupement CITIC-CRCC :

Topographie :

- _Logiciel d'ajustement du réseau GPS ;
- _Logiciel de cartographie digitale TJ2006 ;

Route :

- _Hinsoft pour la géométrie des tracés ;
- _AUTOCAD pour les dessins;
- _Alize pour la structure des chaussées et AUTOCAD pour les desseins ;
- _Lizheng pour l'analyse de la stabilité des talus ;
- _Logiciel de calcul murs de soutènement.

Ouvrages d'art :

- _Système CAD de conception générale des poutres caissons ;
- _Logiciel d'analyse synthétique de l'infrastructure des ponts ;
- _Logiciel Docteur de Pont ;
- _Logiciel Connaisseur de pont ;
- _Logiciel ROBOT V17.5 pour les murs de soutènement ;
- _Logiciel ROBOT V19 pour les analyses statiques et dynamiques des structures ;
- _Logiciel SAP2000 pour les analyses statiques et dynamiques des structures ;
- _Logiciel Midas/Civil 2006 pour les ouvrages d'art et précontrainte ;
- _Logiciel QLTCAD V7.0 pour les dessins d'architecture et d'exécution.

Tunnels :

- _MIDAS/GTS (système de l'analyse géotechnique et des tunnels) ;
- _Logiciel Tongji Aurore (GEOFBA).

Travaux :

Chaque camp est doté d'une base de vie et d'une base technique de matériel neuf de capacités classiques.

Les bases-vie sont destinées aux bureaux, à l'hébergement du personnel et aux laboratoires. Les bases techniques sont destinées au matériel des différents ateliers.

Le groupement a utilisé des modes de creusement des tunnels selon la nature de la roche et la description des différents types de soutènement envisagés dont la méthode de construction des tunnels avec soutènement dite Nouvelle Méthode Autrichienne.

Le matériel principal se présente comme suit :

- _Station de concassage de capacité 200 T/h ;

- _Centrale à béton de capacité 40 m³/h ;
- _Laboratoire qualité de matériaux et convenue béton ;
- _Ateliers de préfabrication des poutres précontraintes ;
- _Ateliers de forage de pieux;
- _Ateliers de bétonnage ;
- _Ateliers de confection de coffrage ;
- _Atelier de ferrailage ;
- _Ateliers de soudures ;
- _Laboratoire qualité des matériaux de terrassement ;
- _Ateliers de terrassement et décapage de la terre végétale ;
- _Ateliers de terrassement déblais ;
- _Ateliers de terrassement remblais ;
- _Ateliers de couche de forme ;
- _Centrale d'enrobée de capacité 200 T/h ;
- _Laboratoire qualité des matériaux chaussée ;
- _Ateliers de chaussée ;
- _Ateliers de transport ;
- _Ateliers de maintenance.

ii) La réalisation du lot EST par COJAAL

Le groupement japonais COJAAL chargé de la réalisation du lot Est de l'autoroute Est-Ouest est constitué de six entreprises : Kajima, Taiesi, Maeda, Nishimatsu, Hazama et Itochu. Toutes ces entreprises ont acquis un savoir-faire dans le domaine des travaux publics.

Le groupement est réparti le long du tracé et a été subdivisé en sept camps. Chaque camp est géré par un directeur des travaux et est structuré en plusieurs sections qui sont :

1. Section administration ;
2. Section construction ;
3. Section contrôle central ;
4. Section contrôle projet ;
5. Section assurance qualité ;
6. Section études ;
7. Section hygiène et sécurité.

Les études : Le groupement COJAAL a mené les études du projet en trois étapes :

Etape 1 : Recherche du tracé optimisé entre Bordj Bou Arreridj et les frontières tunisiennes.

Le groupement a utilisé des levés topographiques hélicoptées et par satellite afin de finaliser les études topographiques par GPS.

Etape 2 : Etudes d'APS et d'APD pour le tronçon entre le CW 128 et les frontières tunisiennes sur 123 km (marché d'application n°3).

Etude de mise à niveau des études d'APD entre Bord Bou Arreridj et le CW 128, wilaya de Skikda sur 232 km pour le marché d'application n°1 et 44 km pour le marché d'application n°2. Le groupement a utilisé des logiciels électroniques pour les études des tracés tels que piste et Autocad pour les desseins.

Etape 3 : Etudes d'exécution de toutes les sections autoroutières entre Bordj Bou Arreridj et les frontières tunisiennes sur 399 km.

Le consortium COJAAL a utilisé plusieurs logiciels dans le domaine des structures des ouvrages d'art, des tunnels et des routes. Toutes les pièces du dossier d'exécution (plans et notes de calculs) sont établies par ordinateur.

Méthode utilisée par le groupement COJAAL :

Topographie :

_FUGRO Geoid SAS (France) topographie numérique avec réseau GPS ;

_IGN-FI (France) levés topographiques terrestres avec réseau GPS ;

_INCT (Algérie) : cartographie, photos aériennes.

Logiciels utilisés par le groupement COJAAL : Topographie :

_AutoDesk Land Desktop 2005 ;

_Logiciels développés par les experts consultants, comme Horale, Hvale, Roads et Toe.

Route :

_HEC-HMS, WMS étude hydrologique ;

_HYFRAN pour analyse fréquentielle ;

_HEC-RAS pour calcul d'affouillement ;

_ArcGIS, Landdesk Civil, Design utilisation générale ;

_AUTOCAD pour les dessins ;

_TalRen 4 pour la stabilité des talus ;

_Plaxis 2D V8.4 pour la stabilité des talus ;

_Alize pour la structure des chaussées et Autocad pour les dessins ;

_Logiciels développés par les experts consultants.

iii) Les technologies de l'information (IT) utilisées:

Pour réaliser le projet dans les délais très courts, COJAAL et CITIC-CRCC ont mis en œuvre de nouveaux procédés, en recourant au GPS et autres technologies numériques pour l'exécution des terrassements de masse.

1- Système de contrôle des opérations des camions bennes :

Ce système utilise le GPS pour contrôler en temps réel l'état d'opération des camions bennes, afin d'améliorer la qualité et le contrôle des quantités de travaux sur le terrain avec une précision élevée.

2- Système de contrôle du compactage :

Ce système contrôle le remblaiement grâce aux engins de compactage équipés du GPS, parce que l'opérateur peut vérifier l'état du travail de compactage. Le système améliore la fiabilité et l'efficacité du travail de compactage.

3- Système de sondage :

Ce système utilise un bateau équipé du GPS et une sonde à ultrasons afin de mesurer la topographie sous-marine. Ainsi, il fournit un moyen efficace de réalisation des cartes topographiques des fonds sous-marins.

4- Système de contrôle de l'avancement des travaux :

Ce système permet à l'opérateur de mettre en place, rapidement et efficacement, des levés tridimensionnels grâce à l'utilisation du GPS. Il économise le recours à la main-d'œuvre lors de la conception et du contrôle de la réalisation, utilisation de haut niveau des données électroniques.

5- système de construction automatisé :

Ce système de construction met en œuvre le contrôle à distance d'engins de construction sans opérateurs, à partir de lieux distants. Ainsi, il permet la réalisation de travaux sur des sites dangereux.

6- système de construction 3 D :

Ce système permet le fonctionnement des engins de construction conformément à des données tridimensionnelles DAO pour réaliser des travaux de construction même le long de courbes compliquées sans recourir aux ennuyeux piquets de nivellement.

7- Système de mesure des volumes de terre transporté par camion :

Ce système mesure automatiquement le volume de terre chargé sur les camions bennes. Le travail est effectué rapidement et avec une haute précision pour le contrôle efficace des volumes transportés.

b) Programme d'exécution des travaux

Le planning d'exécution des travaux de l'Autoroute EST OUEST est représenté sur le tableau suivant (Tableau.4-11)

Désignation	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Acquisition fonciers	■			■				
Lot route		■	■	■	■	■	■	■
Lot ouvrage d'art			■	■	■	■	■	■
Gares de péage							■	■
Contrôle et suivi des travaux		■	■	■	■	■	■	■

Tableaux.4-11 Planning d'exécution des travaux de l'Autoroute EST OUEST

✚ Programme économique et financier

Planning des bilans économiques (Tableau.4-12)

(Millions DA)

Désignation	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 et 2010	Total
Acquisition foncière	112	-	-	253	253	-	-	618
Lot route	-	433	432	432	1667	1.667	833	5.464
Lot Ouvrage d'Art	-	-	183	367	1.162	979	490	3.181
Contrôle des travaux	-	30	36	42	190	185	93	576
Total cas sans péage	112	463	651	1.094	3.272	2.831	1.416	9.839
Installation gares de péage	-	-	-	-	-	-	187	187
Contrôle gares de péage	-	-	-	-	-	-	13	13
Total cas avec péage	112	463	651	1.094	3.272	2.831	1.616	10.039

Tableau.4-12 Planning des bilans économiques

La figure 4-7 montre, du point de vue de la collectivité, que la rentabilité économique est optimale (TRI = 17,07 %) pour un tarif nul qui correspond à un taux de capture de trafic de 100 %. Elle décroît au fur et à mesure que le tarif augmente, c'est-à-dire au fur et à mesure que le trafic diminue, et s'annule pour un tarif de 3,39 DA/KM.

Au-delà de ce tarif, la valeur actuelle nette devient négative et par conséquent le projet perd son rôle économique attendu. Le tarif de 3,39 DA/KM constitue alors le seuil maximal qu'il ne faut pas dépasser pour que le projet reste économiquement rentable.

Toutefois, l'évaluation économique est affectée d'une certaine incertitude et imprécision, il est donc nécessaire de compléter par des tests de sensibilité permettant de rechercher l'influence des variations d'un certain nombre de paramètres à savoir :

- ❖ augmentation du coût d'investissement initial de 10 % ;
- ❖ diminution des avantages totaux de 10 % ;
- ❖ augmentation du coût d'investissement initial de 5% et diminution des avantages de 5%.

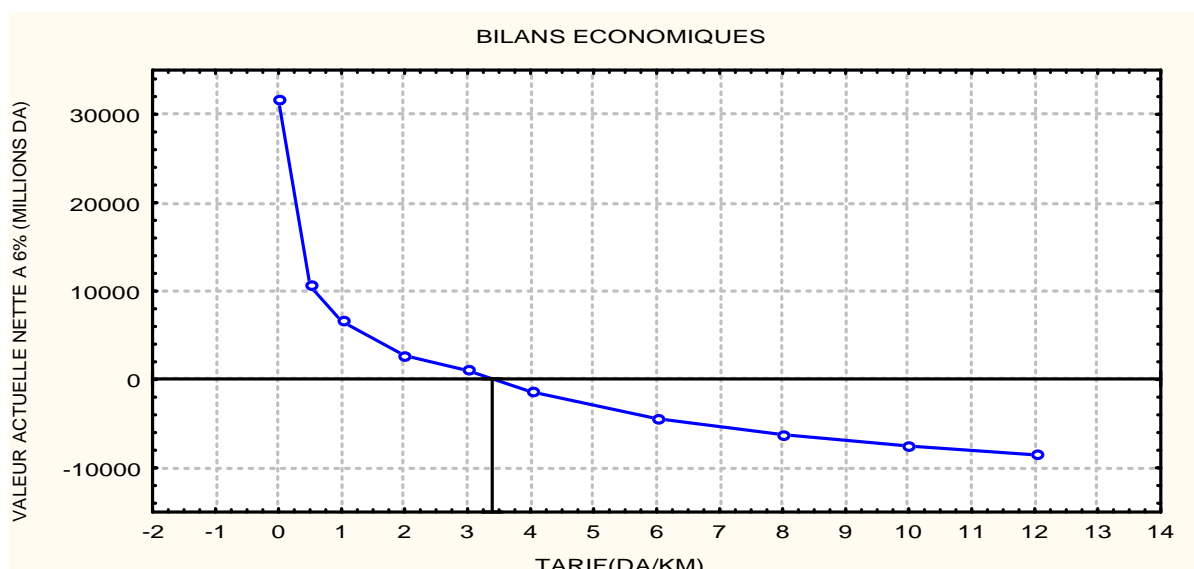


Fig.4-7 les bilans économiques d' Autoroute est ouest

Planning des bilans financiers (Tableau 4-13)

(Millions DA)

Désignation	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 et 2010	Total
Acquisition foncière	112	-	-	253	253	-	-	618
Lot route	-	506	506	505	1.950	1.950	975	6.392
Lot Ouvrage d'Art	-	-	215	428	1.360	1.146	573	3.722
Installation gares de péage	-	-	-	-	-	-	219	219
Contrôle des travaux	-	35	42	49	223	217	123	689
Total cas avec péage	112	541	763	1.235	3.786	3.313	1.890	11.640

Tableau 4-13 Planning des bilans financiers

Le bilan financier n°1 ou financement privé signifie que le concessionnaire finance l'investissement initial et tous les coûts différés, d'entretien et d'exploitation et reçoit la totalité des recettes du péage pendant la période d'exploitation.

La figure 4-8 montre, pour ce cas de financement, que la rentabilité financière n'est pas vérifiée pour l'ensemble des tarifs. Le taux de rentabilité interne le plus élevé (5,72 %) est obtenu pour un tarif de 8 DA/KM qui reste inférieur au taux d'actualisation (8%).

D'où la nécessité de l'intervention de la puissance publique pour la subvention du projet sur le budget de l'état.

Bilan financier n° 1 : financement privé

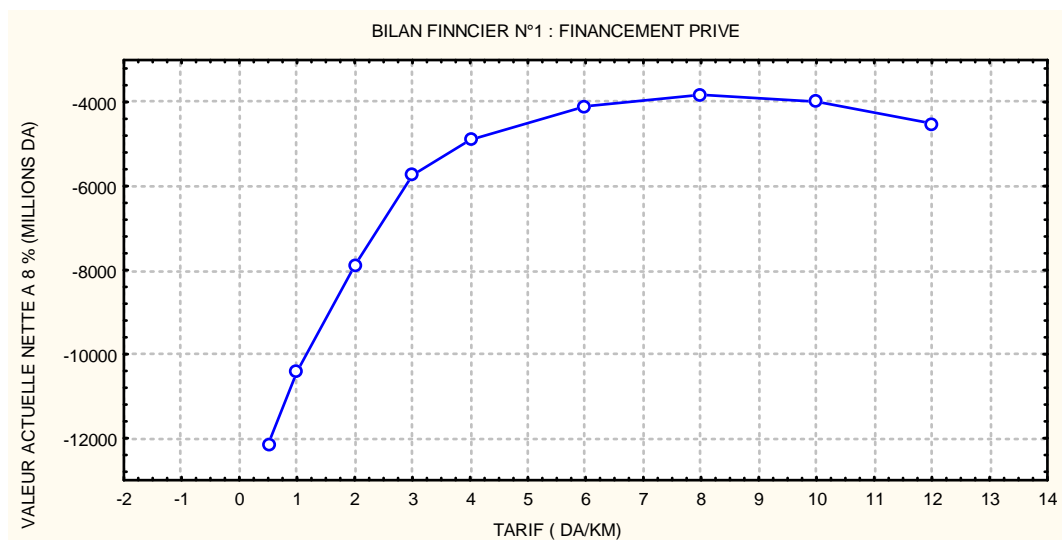


Fig.4-8 Les bilans : financement privé d'Autoroute est ouest

Bilan financier n° 2 : financement mixte

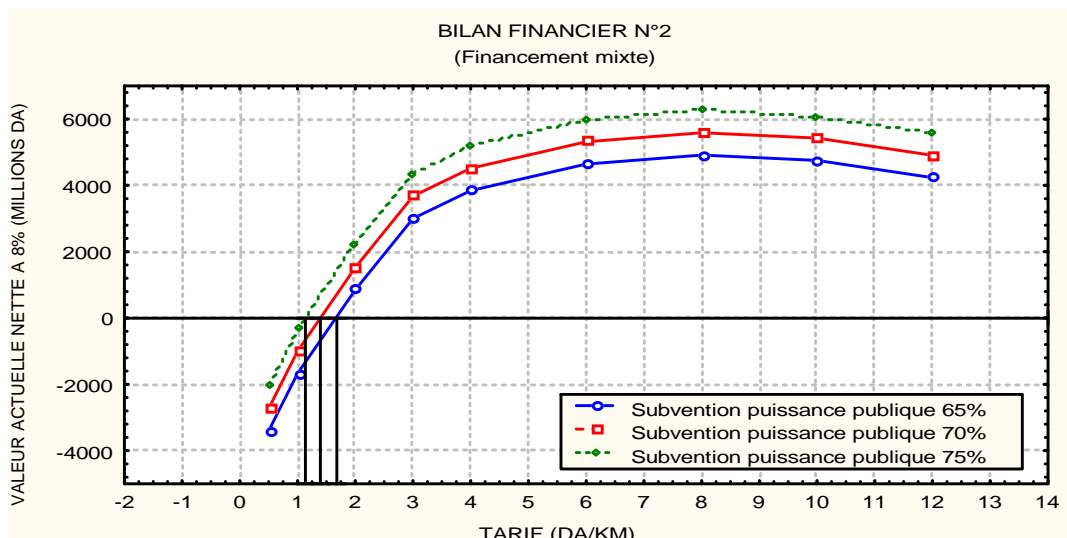


Fig.4-9 Les bilans : financement mixte d'Autoroute est ouest

Le bilan financier n°2 ou financement mixte signifie que le concessionnaire finance une partie de l'investissement initial puis tous les coûts différés, d'entretien et d'exploitation et reçoit en échange la totalité des recettes du péage pendant la période d'exploitation.

Dans ce cas nous avons étudié trois cas de subvention de la puissance publique :

- ❖ Subvention 65 % ;
- ❖ Subvention de 70 % ;
- ❖ Subvention de 75 %.

La figure 4-9 montre, du point de vue du concessionnaire, que le point d'équilibre financier (seuil minimal) est obtenu à :

- ❖ 1,66 DA/KM pour une subvention de 65 % ;
- ❖ 1,39 DA/KM pour une subvention de 70 % ;
- ❖ 1,12 DA/KM pour une subvention de 75 % .

La rentabilité financière n'est vérifiée qu'au-delà du point d'équilibre financier. L'optimum financier est atteint pour un tarif de 8 DA/KM.

Après les tests de sensibilité c'est-à-dire :

- ❖ augmentation du coût d'investissement initial de 10 % ;
- ❖ diminution des recettes de 10 % ;
- ❖ augmentation du coût d'investissement initial de 5% et diminution des recettes de 5%.

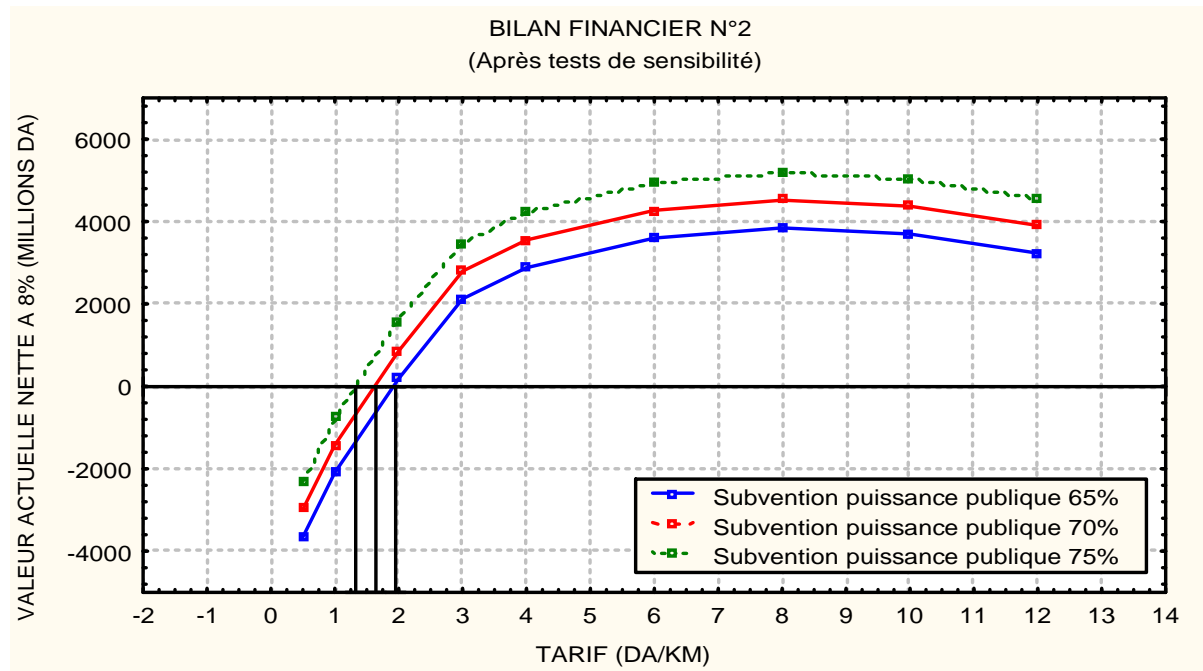


Fig.4-10 Le point d'équilibre ou seuil minimal passe

La figure 4-10 montre que le point d'équilibre ou seuil minimal passe :

- ❖ De 1,66 DA/KM à 1,95 DA/KM pour une subvention de 65 % ;
- ❖ De 1,39 DA/KM à 1,63 DA/KM pour une subvention de 70 % ;
- ❖ De 1,12 DA/KM à 1,32 DA/KM pour une subvention de 75 % .

Pour une subvention donnée, le tarif de péage qu'il faut appliquer du point de vue du concessionnaire, lors de la mise à péage de la section autoroutière, doit être strictement supérieur au seuil minimal.

c) Plan d'Assurance Qualité

Pour bien garantir que le surveillant puisse contrôler la qualité et pour normaliser le travail de surveillant, dans la «norme de surveillant de travaux », un processus de surveillant est précisé pour

guider les travaux et la surveillance. Il est demandé à l'entrepreneur de suivre ce processus pour avancer les travaux, et au surveillant de contrôler la qualité en respectant le processus, qui est scientifique et pratique. Le processus est appliqué généralement pour la construction de route en Algérie.

Ensuite, nous allons regarder le schéma du processus, principalement, il montre le processus de travaux, de surveillance et l'avancement de travaux

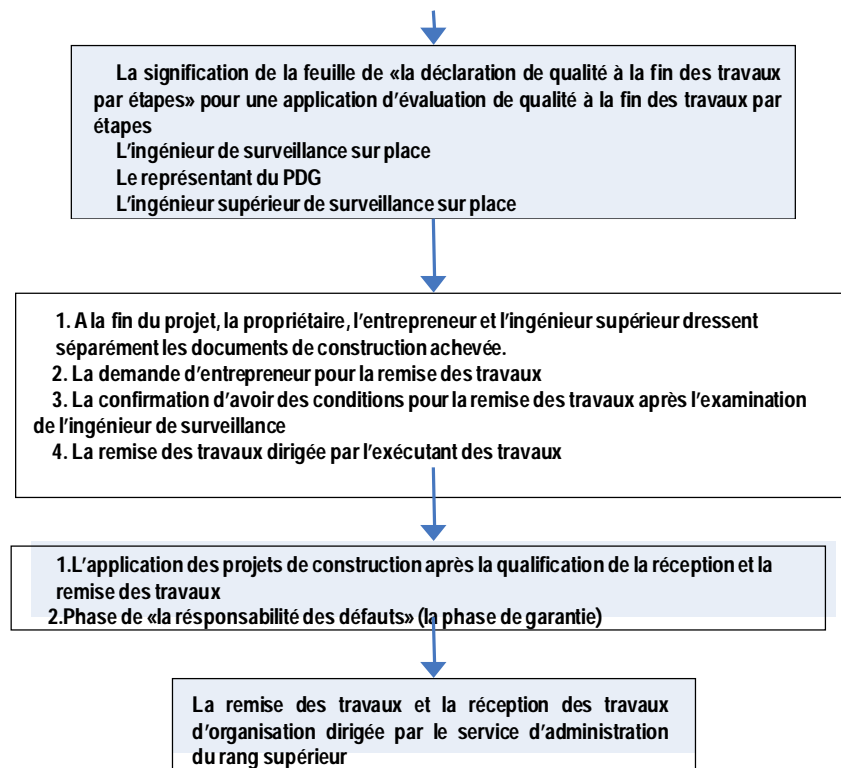


Fig.4-11 Plan d'Assurance Qualité

La surveillance de qualité de travaux est confiée par le propriétaire. L'ingénieur surveillant contrôle et gère la qualité de l'ensemble de travaux selon le contrat, les dessins de contrat, les normes techniques, les critères pour la réception.

Le principe de surveillance est « une surveillance stricte, des services chaleureux, du travail avec impartialité et rigueur ». Au cours du contrôle de la qualité, les méthodes de surveillance utilisées:

- ❖ Vérification et examen:

Y compris le contrôle et vérification surplace, contrôle et évaluation interne

- ❖ Essai par prélèvement

Les données d'essais sont critiques pour la surveillance de qualité, y compris les essais sur place ou dans le laboratoire

d) Plan d'hygiène et de sécurité

🚧 Mesures contre les accidents de la circulation

La cause d'environ 30% des accidents de la circulation qui arrivent sur l'autoroute est le dépassement de la vitesse limite.

Le taux d'accidents de la circulation mortels **durant la nuit** est quatre fois supérieur à celui de la journée.

Le taux d'accidents de la circulation mortels par **temps pluvieux** est environ quatre fois supérieur à celui par beau temps.

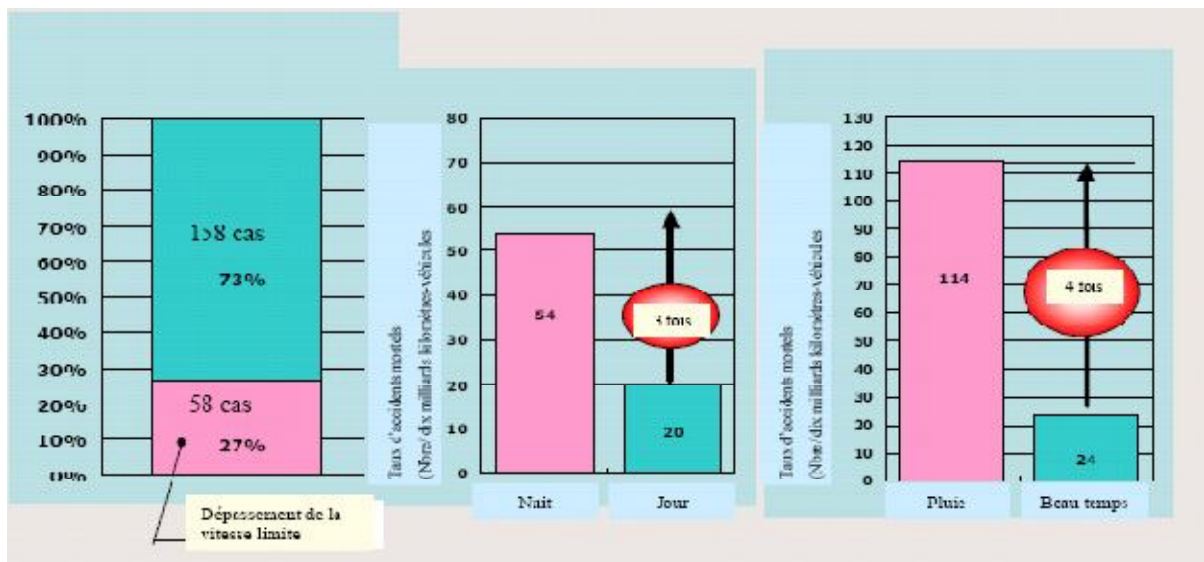


Fig.4-12 Les causes des accidents pour les différents cas

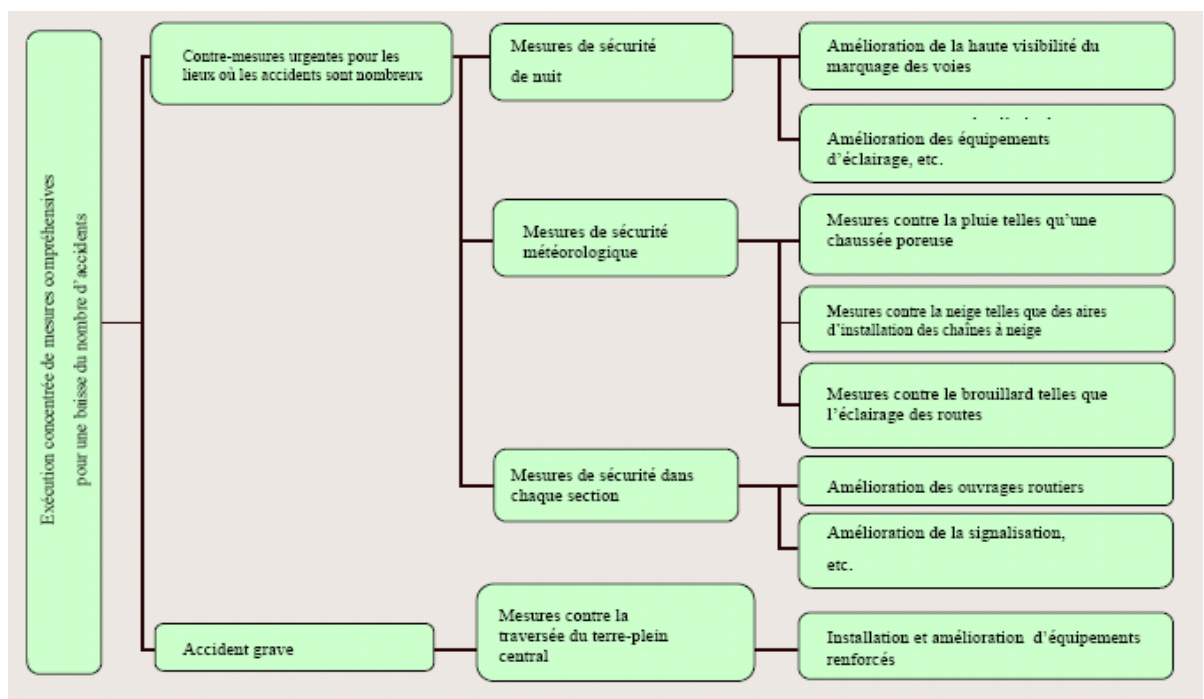


Fig.4-13 Organigramme des mesures de sécurité de la circulation sur autoroute

Aménagements et Activités

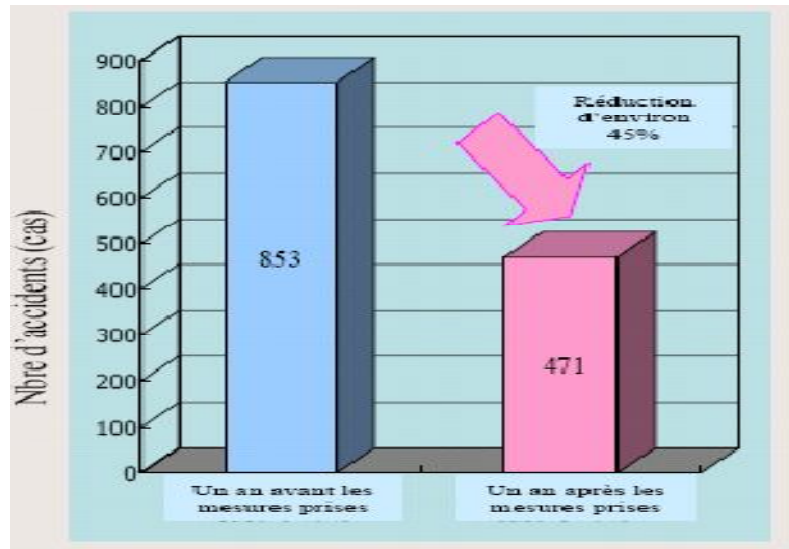


Fig.4-14 Marquage des voies à haute visibilité

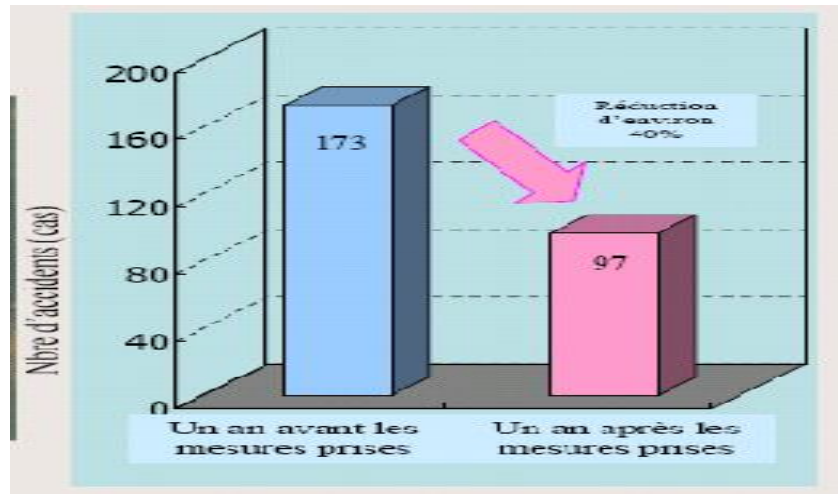


Fig.4-15 Marquage des voies en relief

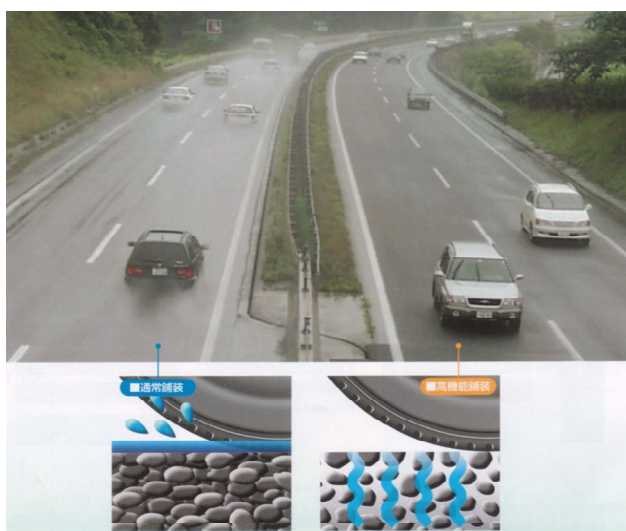


Fig.4-16 Chaussée innovante

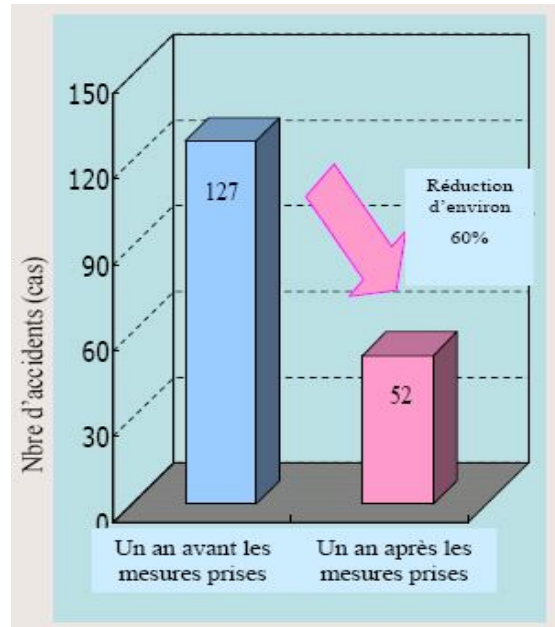
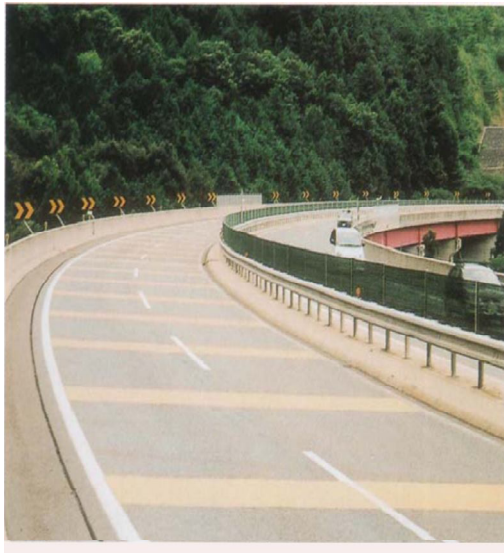


Fig.4-17 Chaussée à revêtement superficiel mince

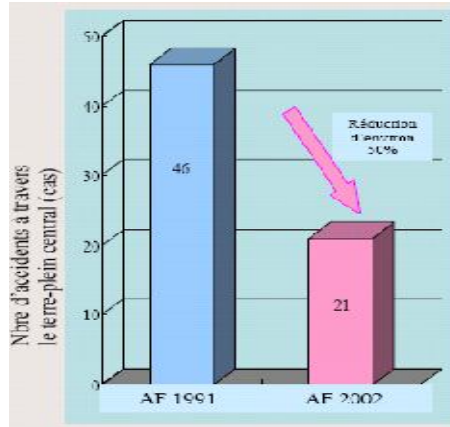


Fig.4-18 Glissière de sécurité médiane renforcée contre l'empiètement sur la voie opposée

✚ Glissière de sécurité renforcée et Pale anti-éblouissement



Photo.4-1 Barrières à neige



Photo.4-2 Panneaux d'information météorologique

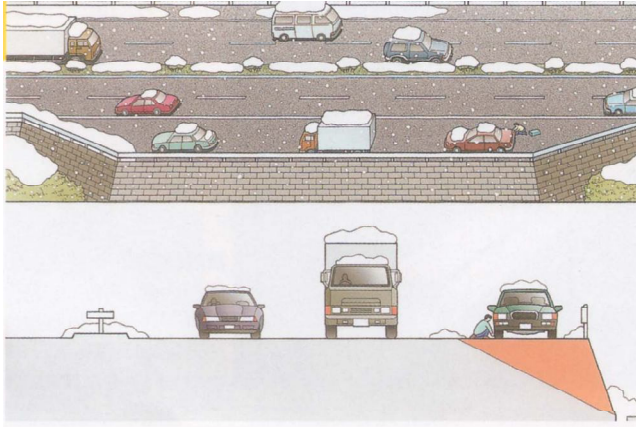


Fig.4-19 Aire de changement des chaînes



Photo.4-3 Clôture pour les animaux

Autres mesures de prévention des accidents graves de la circulation



Photo.4-4 Héliport pour l'assistance médicale d'urgence

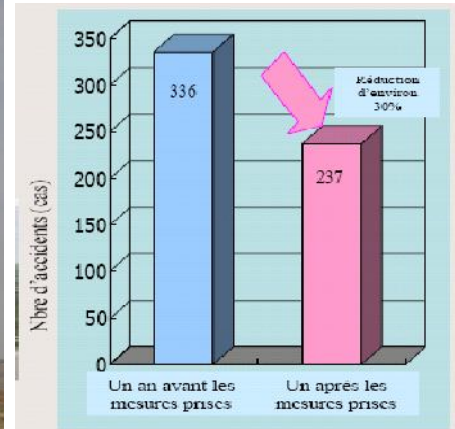


Fig.4-20 Panneaux d'avertissement pour les conducteurs

e) Fourniture et provenance des matériaux-produit et composants

Les matériaux utilisés pour le remblayage des fouilles sont soumis à l'agrément de l'ingénieur après identification et classement effectués par CITIC-CRCC.

Les matériaux utilisés pour le remblaiement proviendront d'emprunts extérieurs au chantier s'ils satisfont aux spécifications définies dans le CCTP, ou des déblais du chantier moyennant les tris nécessaires.

En aucun cas, les matériaux suivants ne seront utilisés :

- ❖ Les matériaux susceptibles de provoquer des tassements ultérieurs irréguliers,
- ❖ les matériaux évolutifs,
- ❖ les matériaux contenant des composants ou substances susceptibles d'être dissous ou lessivés, et d'altérer la qualité des ressources en eau.

Les différentes classes ou sous-classes de matériaux utilisables dans le cadre du marché pour les remblais de fouilles en fonction de leur état hydrique, caractérisés par leur teneur en eau juste avant mise en œuvre, seront conformes aux indications ci-après.

- ❖ $D < 200 \text{ mm}$;
- ❖ Passant à $80 \mu\text{m} < 10 \%$;
- ❖ Teneur en eau naturelle voisine de l'OPM ;
- ❖ IP non mesurable.

Par ailleurs, le D_{max} devra rester toujours inférieur aux $2/3$ de l'épaisseur de la couche compactée en place.

Un contrôle de réception est réalisé systématiquement pour assurer la conformité des fiches qui suivent constituent le PAQ pour l'intégralité des matériaux.

f) Plan de planification et de construction de l'autoroute

Gestion de planification, de contrôle de coût et contrôle de qualité

🚧 L'objectif idéal de construction d'autoroute est:

Un délai plus court, un investissement minimisé, une meilleure qualité

🚧 La mission de gestion de projet de construction d'autoroute:

En assurant la qualité, réaliser le projet avec le délai et le scénario d'investissement en correspondant avec les exigences préalables de propriétaire, et les règles prévues en prenant en compte les conditions objectives de construction , et obtenir un résultat satisfaisant.

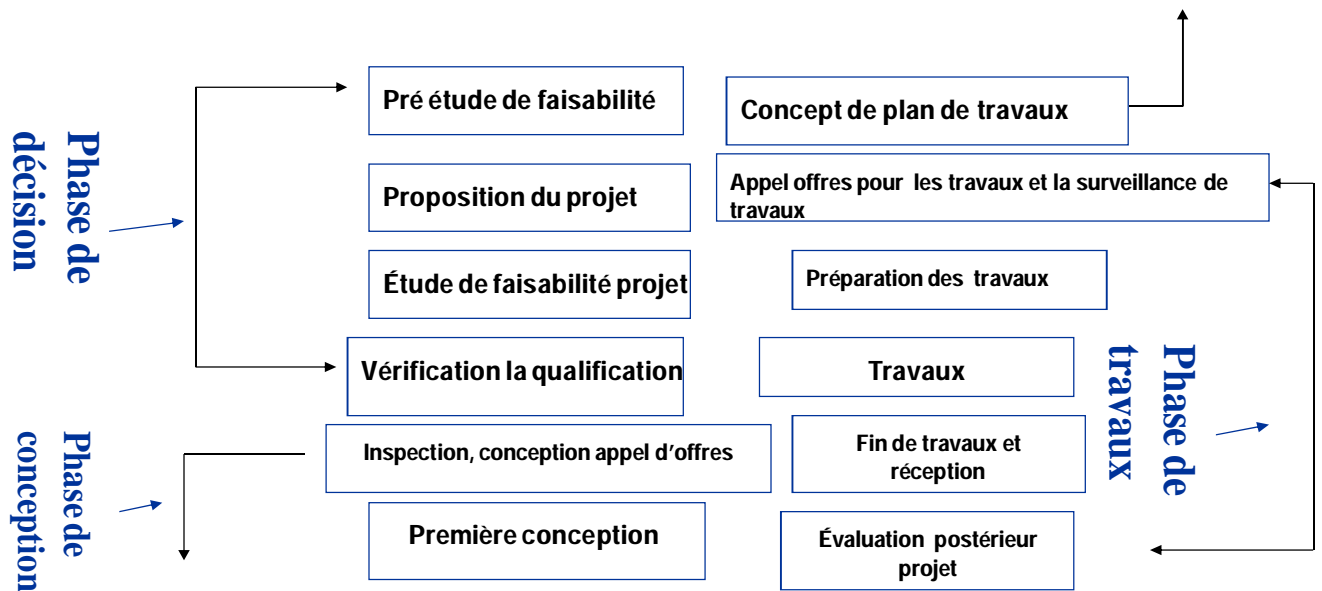


Fig.4-21 Processus principal de construction d'autoroute

g) Le respect de l'environnement

Une étude d'impact sur l'environnement a été menée pour tenir compte à la fois du milieu naturel, des activités humaines et du patrimoine culturel et archéologique environnants.

Les exigences environnementales imposent une autoroute verte avec au minimum 25 milliards de mètres carrés d'espaces verts qui doivent être aménagés sur les deux rives de l'autoroute.

Il faut donc prévoir la réimplantation d'arbres tels que les palmiers, orangers et oliviers au niveau des abords de l'autoroute.

Les normes internationales les plus sévères en matière de respect de l'environnement doivent être incluses dans le projet. Cette autoroute sera donc conçue, réalisée et exploitée selon les normes européennes.

D'ailleurs, une étude d'impact sur l'environnement doit être menée pour tenir compte à la fois du milieu naturel, des activités humaines et du patrimoine culturel et archéologique environnants.

Des mesures de protection doivent être préconisées à travers la mise en place d'un dispositif pour la préservation des ressources en eau superficielles et souterraines, avec des bassins décanteurs déshuileurs, des fossés étanches, l'aménagement foncier par remembrement et l'aménagement paysager par reboisement et végétalisation des berges et abords de la voie, l'établissement de fouilles prospectives dans le cas où l'autoroute projetée traverse un site classé comme site archéologique potentiel.

Les études d'impact sur l'environnement se font conformément au planning des études d'APD mis à niveau et aux études d'exécution.



Photo.4-5 Protection de l'environnement et respect de l'harmonie de la nature (Viaduc et PS de Tlemcen)
 D'autre part, les études d'impact sur l'environnement du Parc d'El Kala qui présente une superficie de près de 80 000 hectares (800 Km²), doivent être plus poussées et strictement contrôlés.

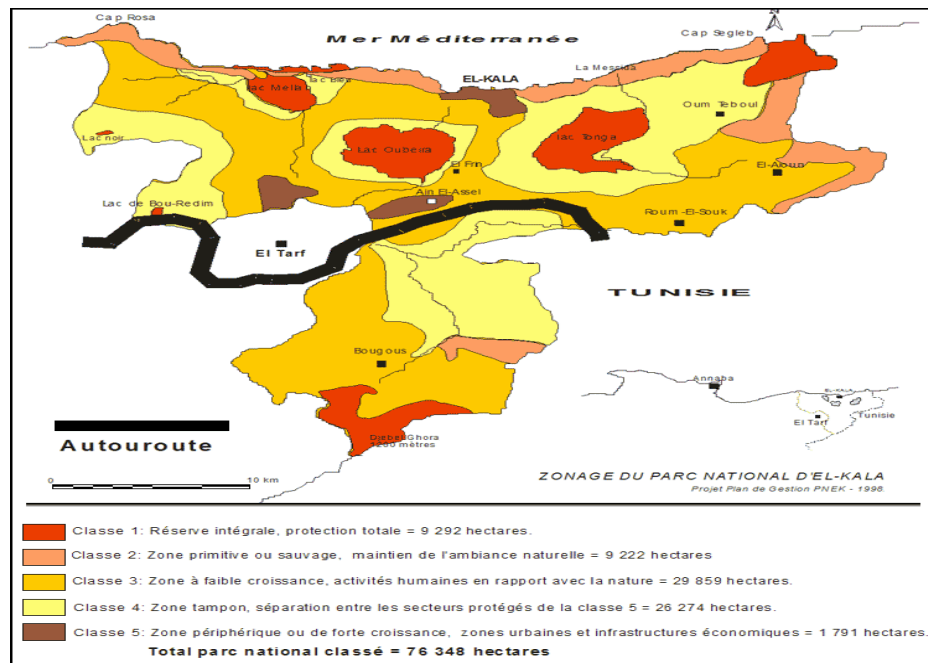


Fig.4-23 zonage du parc national d'el-kala

Il faut aussi mettre en place de façon appropriée les mesures environnementales nécessaires à la préservation de l'environnement de vie aux abords des autoroutes, notamment par l'installation de murs antibruit et contribuer aussi à la gestion des déchets en promouvant le recyclage écologique avec notamment l'utilisation de compost comme engrais, et le recyclage des produits dérivés de la construction comme la terre dégagée lors de constructions, les amas de béton et d'asphalte comme le montre le tableau suivant.

Tableau 4-14 Le zonage environnemental de l'Autoroute EST-OUEST

Environnement	Lieux ou situation	Sujétions
Zones d'habitation	Sur l'ensemble du tracé, des carrières et pistes d'accès	- Protection contre les dégagements de poussières et bruit
Zones de cultures et d'élevage	Ensemble du chantier	- Protection contre les dégagements de poussières et bruit
Zones boisées		- Incinération des produits de déboisement - Non-déboisement au-delà des limites indiquées par le Maître d'Ouvrage
Zones de protection des eaux souterraines et superficielles		- Interdiction de tout rejet polluant - Stockage des produits polluants sur aires étanches.
Hydrologie Reliefs Géologie Climatologie	Ensemble du chantier	- Circulabilité et praticabilité des voies d'accès et cheminements. - Terrassements, drainages, pompages, confortements, et soutènements - Période de bétonnage.
Réseaux divers	Ensemble du chantier	- Circulation interdite sur les réseaux sans protection spéciale ni autorisation expresse du service gestionnaire desdits réseaux.
Oueds et dérivation D'oueds	Ensemble du chantier	- Tous les épanchements directs de substances toxiques dans les oueds sont interdits
Décharge industrielle		- Extraction et mise en dépôt conformément à la législation en vigueur - Protection contre les odeurs, les ruissellements et toute pollution
Extraction à l'explosif	Zones de déblais rocheux ou indurés	- État des lieux préalable - Interdiction des tirs de mine à proximité des ouvrages d'art achevés ou en construction, les habitations ou constructions. - Interdiction des tirs de mine sous les zones d'habitations ou constructions. - Protection contre les projections et poussières - Restrictions des tirs à proximité des voies circulées, des réseaux, etc...

f) Plan d'exploitation et de gestion

L'autoroute utilise une gestion cubique et totale, et ce moyen détermine la complication du contenu gestionnaire. Cette gestion comprend les points suivants : l'entrelacement de l'application des lois et des services, l'entrelacement de la gestion totale et partielle, l'entrelacement entre les gens, les affaires, la route et la cible d'être gérée, l'entrelacement de la gestion intérieure de l'autoroute et des affaires différentes etc.

- ✚ La gestion des régimes routiers ;
- ✚ La gestion de la circulation ;
- ✚ La gestion de la maintenance ;
- ✚ La gestion du système de péage ;
- ✚ La gestion systématique mécanique et électrique comme la surveillance, le contrôle et la communication.

Les gestionnaires (AGA) de l'autoroute disposent et peuvent exercer les fonctions suivantes :

- (1) exécutent les lois, appliquent les statuts et les règlements de la gestion routière ;
- (2) gèrent et protègent les propriétés routières ;
- (3) patrouillent sur l'autoroute en tout temps ;
- (4) arrêtent selon les lois, statuts et règlements, et habilités à poursuivre en justice diverses actions comme exploitation non réglementée, occupation, pollution, endommagement et destruction des propriétés routières ;
- (5) Renforcement des ouvrages ;



Photo.4-6 Renforcement contre les séismes



Photo.4-7 Protection des talus

Afin de répondre aux sinistres tels que les séismes, nous plaçons tous nos efforts dans le renforcement des structures contre les séismes et dans l'aménagement d'un réseau de secours de diffusion des informations afin que les informations restent accessibles en cas de sinistre.

🚦 Chaussée poreuse

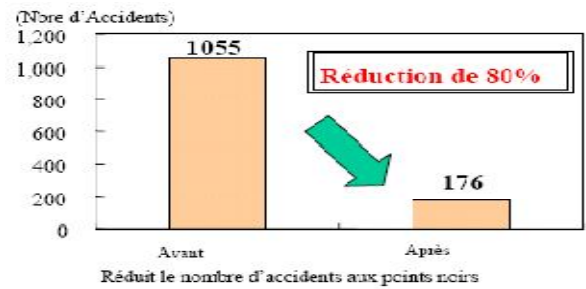


Fig.4-24 Amélioration de la sécurité par temps de pluie

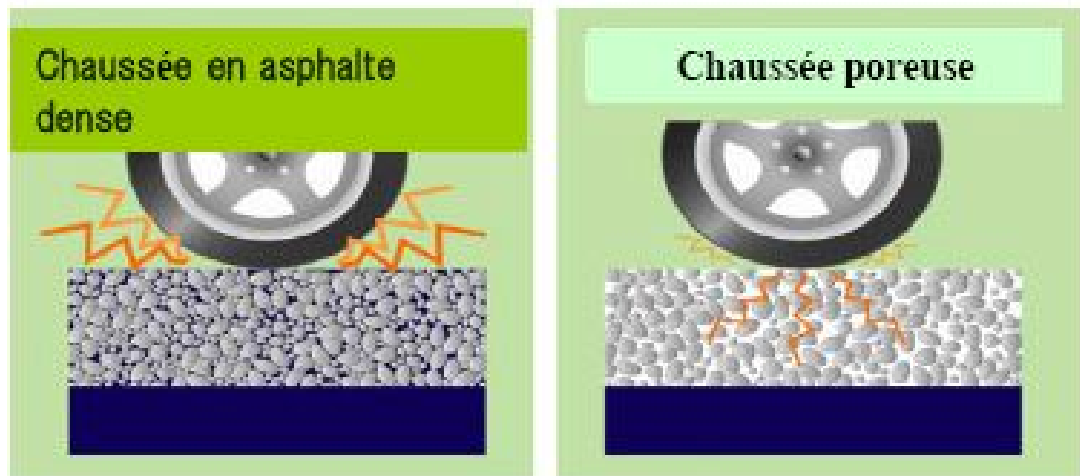


Fig.4-25 Réduction du bruit (Effet secondaire)

Eviter le bruit de succion pneu/route produit par l'interaction entre le pneu et la surface de la chaussée. Nous prenons pour revêtement standard un revêtement hautement fonctionnel, dans la recherche d'autoroutes sûres et faciles à parcourir.

Ce revêtement qui comporte des interstices absorbe l'eau et limite ainsi la baisse de la résistance de frottement et le phénomène d'aquaplaning, permettant de réduire les accidents par temps de pluie.

D'après nos données, après la pose de ce revêtement, les accidents ont été réduits de 80%.

De plus, les interstices absorbent le bruit pneu/surface de la route.

(6) ratifient, surveillent et inspectent les mises en construction, la maintenance de diverses installations enjambant et sous-passant l'autoroute, les poses de réclames et les circulations des automobiles surchargés comme le montrent les photos suivantes ;

✚ Contrôle de la circulation



Photo.4-8 Récupération des objets tombés

Photo.4-9 Intervention sur les lieux d'accidents

✚ Inspection



Photo.4-10 Inspection des talus

Photo.4-11 Inspection des Tunnels

Photo.4-12 Inspection des ponts

✚ Nettoyage



Photo.4-13 Nettoyage de la route

Photo.4-14 Contrôle de la Végétation

Photo.4-15 Nettoyage des murs des tunnels

(7) entretiennent les soins de l'autoroute et l'ordre des sites de mise en construction ;

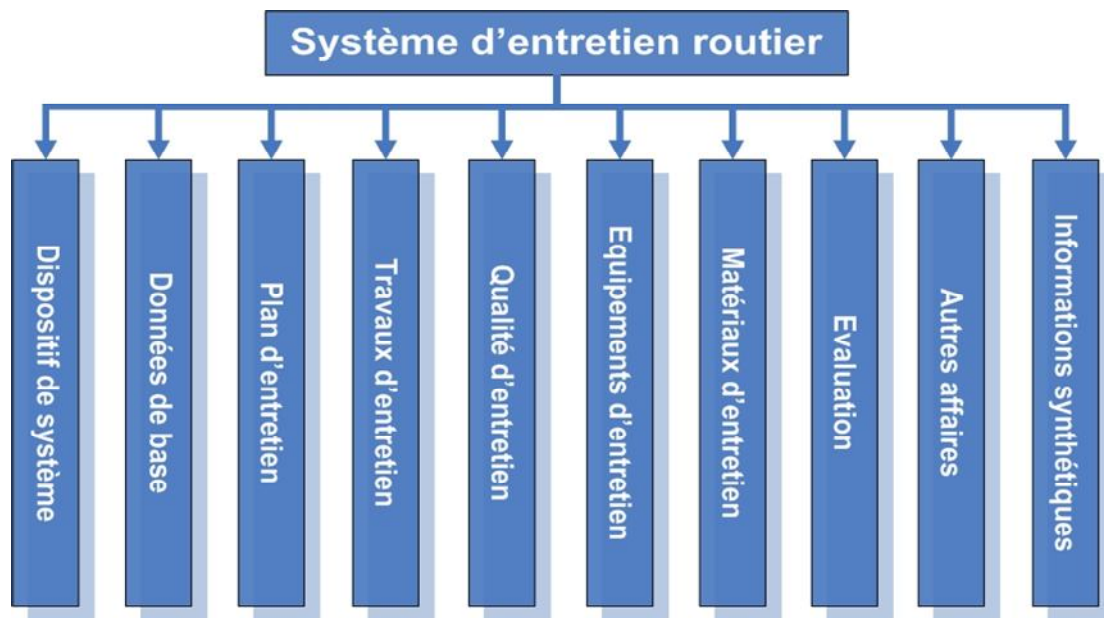


Fig.4-26 système d'entretien routier

(8) remorquent les véhicules en panne et répondent au secours sur le site d'accident, débarrassent les obstacles et dédommagent leurs pertes des propriétés routières ;

(9) maintiennent l'ordre au niveau des entrées et des sorties de l'autoroute, poursuivent et vérifient les automobiles qui peuvent s'enfuir après avoir endommagé des marques de trafic implantés.

🚧 Mesures contre les encombrements de la circulation

Un encombrement autoroutier est défini comme une situation continue dans laquelle un ensemble de véhicules passe à des vitesses de 40 km/h ou moins, ou dans laquelle la circulation se fait de façon spasmodique sur une section de 1 km ou plus sur une durée de 15 minutes ou plus.

Types d'encombrements sur autoroute en fonction de la cause

Il y a trois types d'encombrements autoroutiers.

- ❖ Encombrement dû à une concentration de la circulation provoqué par une concentration excessive de la circulation, au-delà de la capacité de la route ;
- ❖ Encombrement dû à des travaux routiers résultant d'une circulation restreinte due à des travaux sur les autoroutes ;
- ❖ Encombrement dû à un accident résultant d'un accident de la circulation.

✚ Montées et points bas

Aux endroits appelés “points-bas”, où la route entre dans une montée après une descente, certains conducteurs peuvent inconsciemment réduire leur vitesse et la distance entre le véhicule qui précède et celui de derrière peut ainsi se trouver raccourcie. Dans ces cas, les conducteurs qui suivent sont forcés de freiner les uns après les autres, et la circulation devient alors encombrée.

En outre, une concentration de véhicules sur la voie de dépassement contribue aussi à ce phénomène.

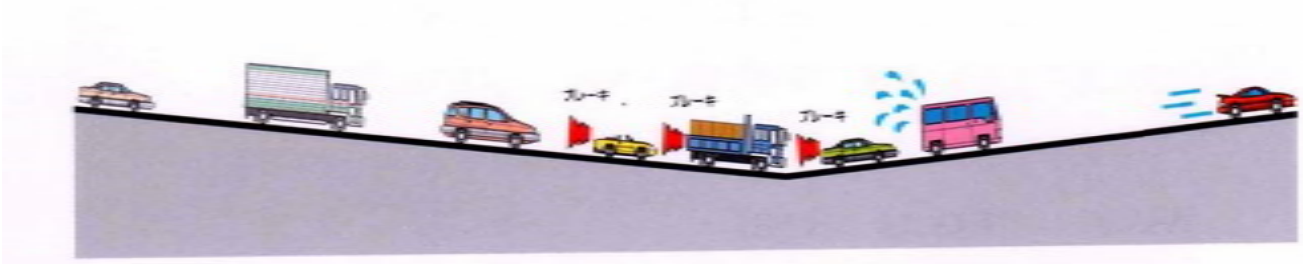


Fig.4-27 Montées et points bas

✚ Entrées de tunnel

Au moment d’entrer dans un tunnel routier, en raison de l’obscurité ou d’un sentiment d’anxiété, quelques conducteurs peuvent réduire temporairement leur vitesse et la distance entre le véhicule qui précède et celui de derrière peut se trouver raccourcie.

Dans ces cas, les conducteurs qui suivent sont forcés de freiner les uns après les autres, et la circulation devient alors encombrée.

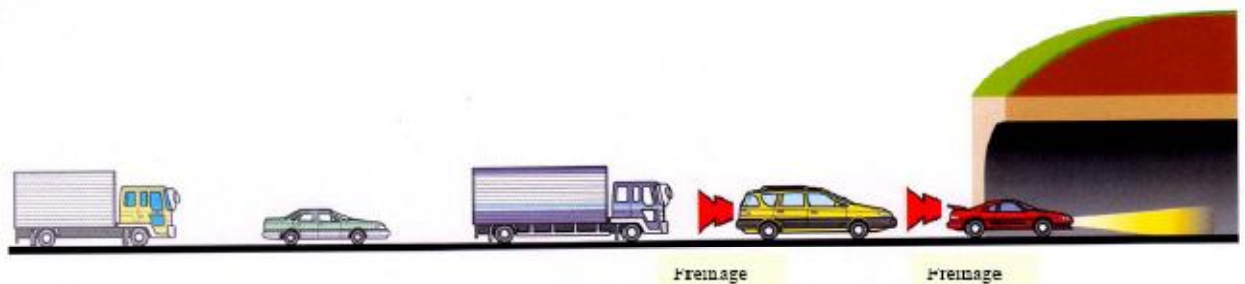


Fig.4-28 Entrées de tunnel

✚ Echangeur

Ceci fait référence à un encombrement de la circulation dû à une capacité routière momentanément inadéquate (insuffisance) lorsque des véhicules rejoignent la circulation principale dans la section convergente d’un échangeur.

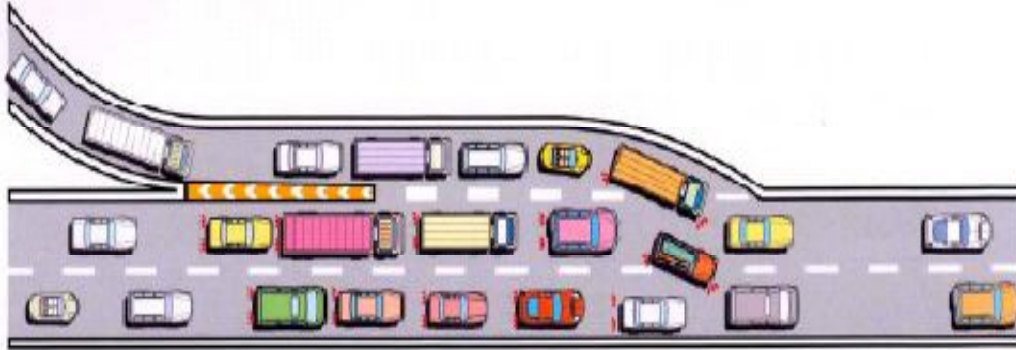


Fig.4-29 Encombrement au niveaux des échangeurs

✚ Barrière de péage

L'encombrement de la circulation résulte d'une capacité routière temporairement inadéquate due à l'arrêt des véhicules à une barrière de péage.

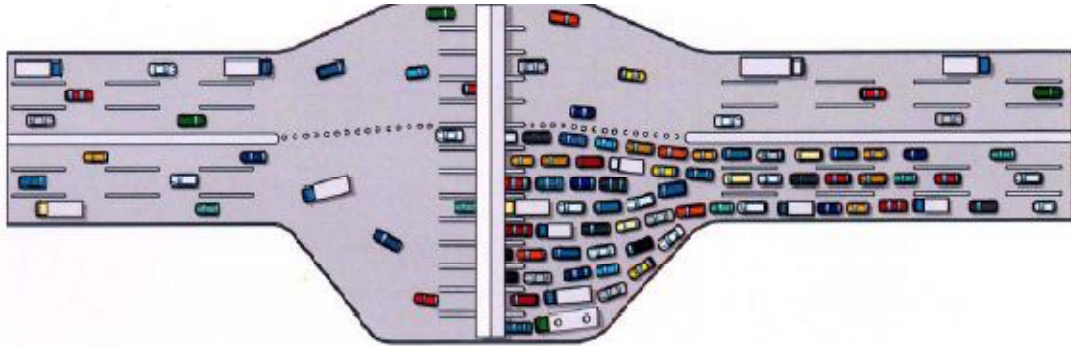


Fig.4-30 Mesures pour alléger les encombrements sur l'autoroute et les routes à péage

En fournissant à l'avance des informations précises de prévision des encombrements, et en faisant en sorte de disperser la circulation par des comportements d'évitement des encombrements tout en rendant l'usage de la route plus agréable aux clients, on allège les encombrements.

Environ 40% des conducteurs font en sorte d'éviter les encombrements en se basant sur les informations de prévision des encombrements.

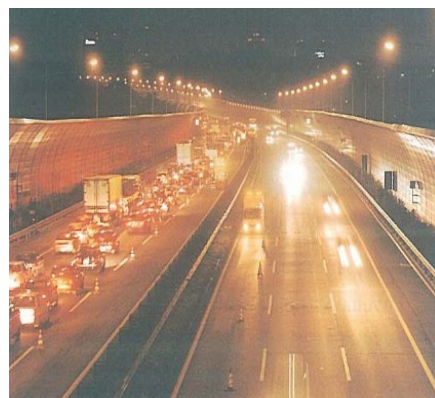


Photo.4-16 Travaux de la route intensifs pour minimiser les encombrements de la circulation

Dans la mesure où les travaux de réparation sur les routes constituent une cause d'encombrement et comportent des risques d'accidents, il faut les réaliser de façon efficace sur une courte période.

Les travaux sont souvent réalisés de nuit, lors du temps limité où le volume de la circulation est réduit, mais lorsque la quantité de travaux est importante, il arrive de réaliser une réduction des voies sur une longue période. Dans ce cas, une annonce à l'avance il est fait et on demande aux conducteurs d'utiliser autant que possible les voies de déviation ou de réduire leurs passages.

Au cas où surviennent des incidents comme une panne de véhicule, un incendie, une chute d'objets sur la voie, un encombrement, un défaut de la route, une météo anormale, un séisme, etc., nous collectons les informations par les appels des conducteurs depuis les postes d'appel d'urgence, les caméras de vidéosurveillance de la circulation, les détecteurs de véhicules, les dispositifs d'observation météorologique et les voitures de patrouille, les informations sont envoyées au centre de contrôle des routes, et nous fournissons en temps réel aux conducteurs des informations précises sur les panneaux d'information.

Information sur la circulation utilisant les TI

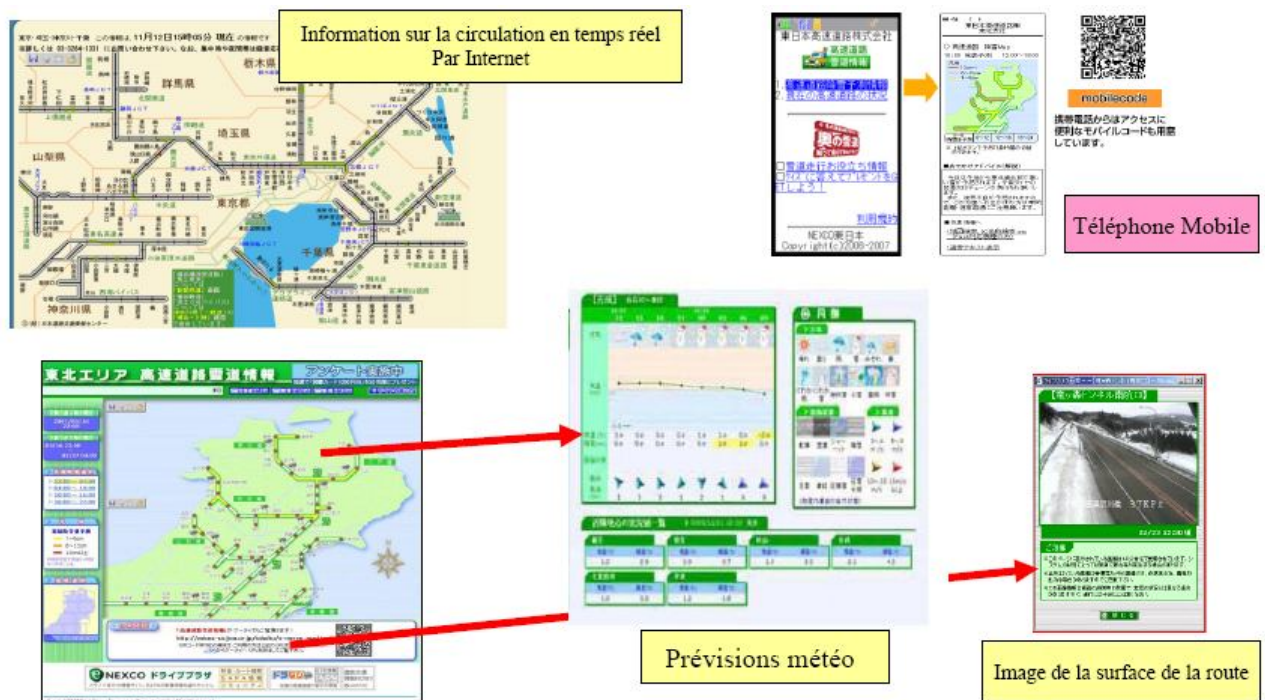


Fig.4-33 Information sur la circulation utilisant les TI

Les clients peuvent obtenir des informations sur les routes à partir de notre site internet, mais aussi du téléphone portable, de la télévision, d'internet, etc.

🚦 Télépéage (ETC)



Changement de l'encombrement de la circulation aux barrières de péage

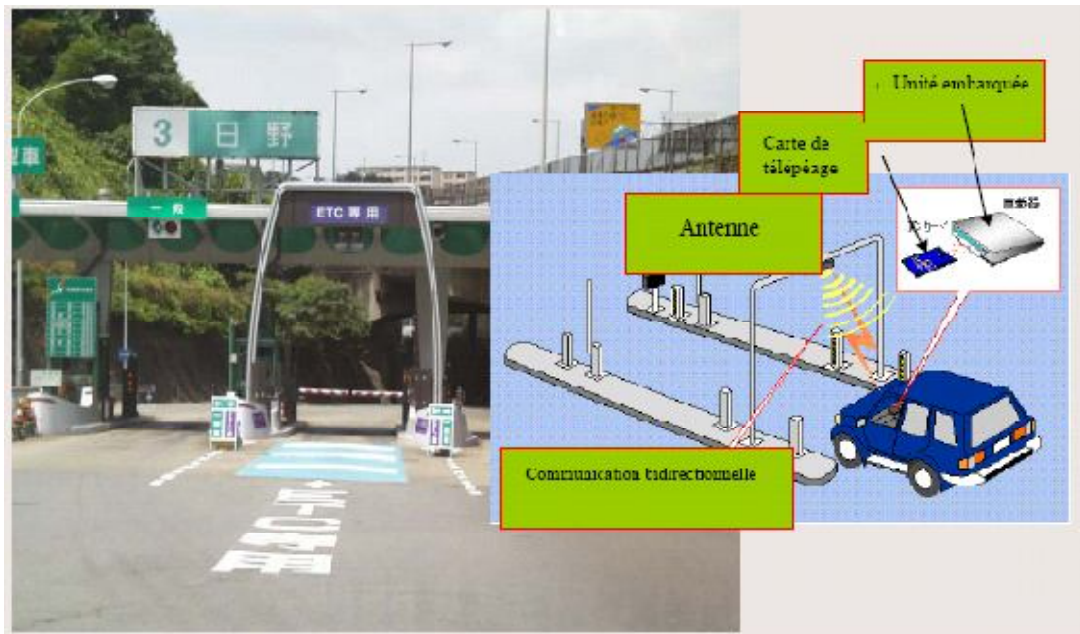
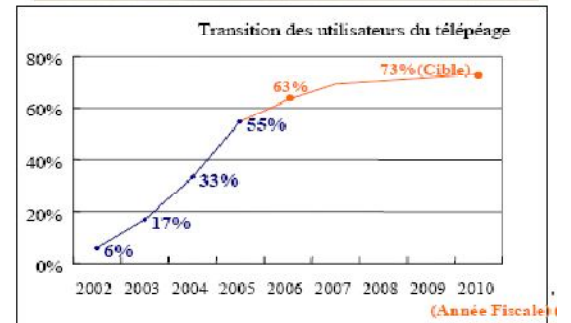
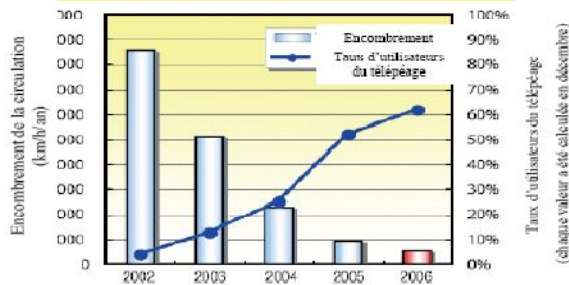


Fig.4-34 Dispositif de télépéage (ETC)

Pour une autoroute facile à utiliser et par laquelle on est sûr d'arriver à destination, nous utilisons le télépéage qui permet de régler le péage automatiquement sans arrêt du véhicule, et nous faisons en sorte de réduire les encombrements aux barrières de péage. Nous avons installé des barrières de télépéage sur tous les échangeurs, et ainsi réduit les encombrements aux barrières de péage jusqu'à 1/8ème.

Nous nous efforçons de généraliser le télépéage, et plus de 70% des véhicules parcourant les autoroutes sont équipés d'un dispositif de télépéage.

🚦 Echangeur intelligent (Télépéage + Aire de Service)

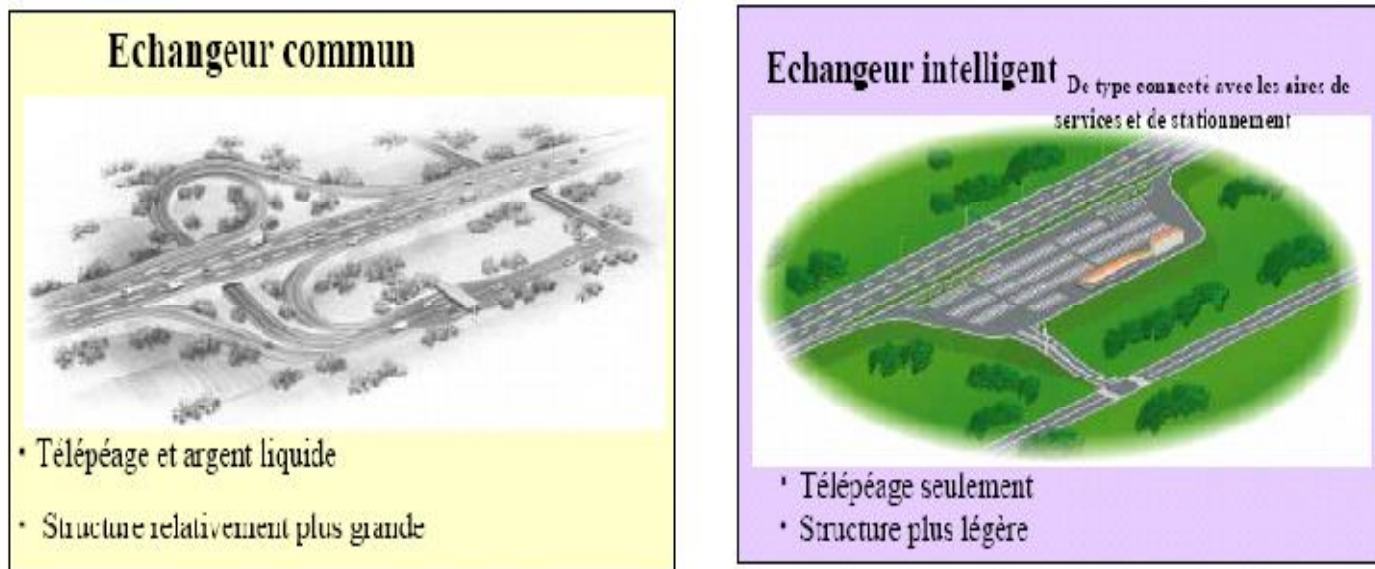


Fig.4-35 Echangeur intelligent (Télépéage + Aire de Service)

Les échangeurs intelligents sont des échangeurs qui permettent d'accéder aux voies d'autoroute, aux aires de service et de stationnement et qui sont accessibles depuis les arrêts de bus ; ils permettent aux voitures équipées pour le télépéage de passer sans s'arrêter.

En outre, dans la mesure où les voitures qui en font l'usage sont limitées, l'installation d'un simple poste de péage suffit, et l'emploi de personnel est alors inutile ; ils présentent ainsi l'avantage de pouvoir être introduits à bas coût en comparaison des échangeurs communs.

(10) maintiennent les pouvoirs de la gestion administrative les droits et les intérêts civiles dont les organes de la gestion autoroutière disposent pour débarrasser de la violation des droits.

(11) Sont autorisés à, au cours du traitement des affaires, faire l'investigation, se renseigner, chercher de l'évidence, consulter les documents concernés, les dossiers, les matières et les preuves d'origine.

(12) entreprennent et participent aux affaires révisées sur la gestion routière, et participent aux activités de procès concernant les affaires de la gestion routière.

(13) habilités à faire de la propagande et de l'éducation au sujet de la protection des propriétés routières et de sauvegarde des droits routiers parmi les résidents le long de l'autoroute

(14) exercent les droits promus par la loi, les statuts, les règlements et d'autres pouvoirs.

(15) exercent d'autres fonctions telles que la fermeture du trafic, la reconnaissance, la poursuite et la garde etc.

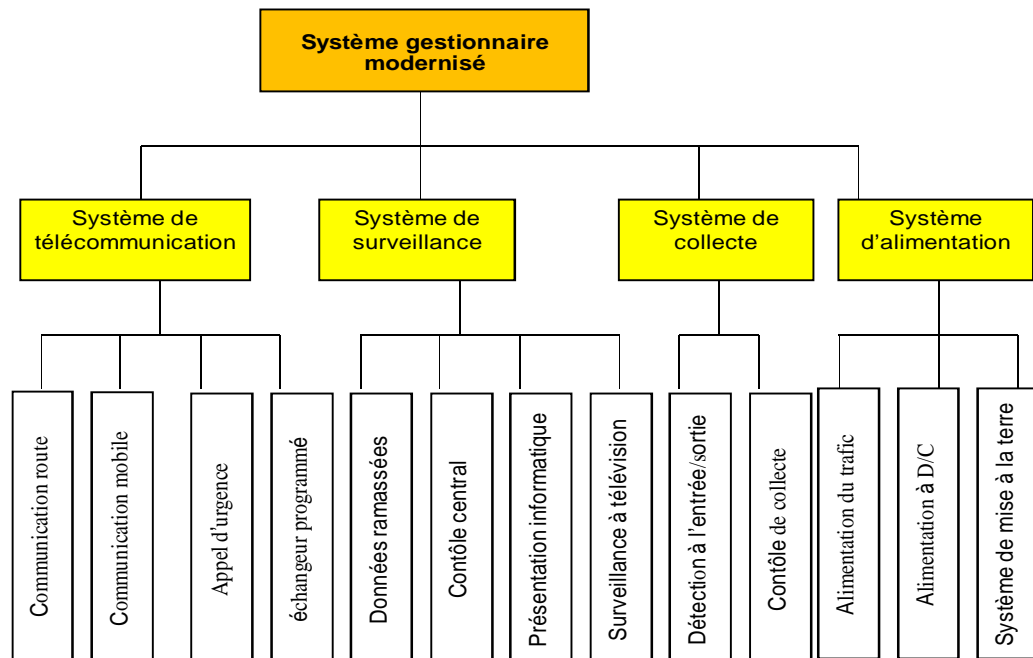


Fig.4-36 système gestionnaire modernisé

🚧 Le système de la gestion des péages

Le réseau algérien constitué principalement de rocade est en cours de modernisation. Certains tronçons ne répondent pas à toutes les normes internationales, cependant il s'agit de routes à chaussées séparées sans croisement à niveau et comptant 2x2 voies ou 2x3 voies.

Pour l'Autoroute, le choix sera laissé ; la route est gratuite, l'autoroute sera payante, à travers les péages installés tous les 40 km.

En respectant les exigences professionnelles de la gestion des autoroutes, le système de la gestion du réseau d'autoroute a été créé dans le but de garantir une gestion effective, et de développer au maximum les avantages économiques du réseau d'autoroute, ce système est basé sur la plate-forme de la télécommunication et le réseau informatique.

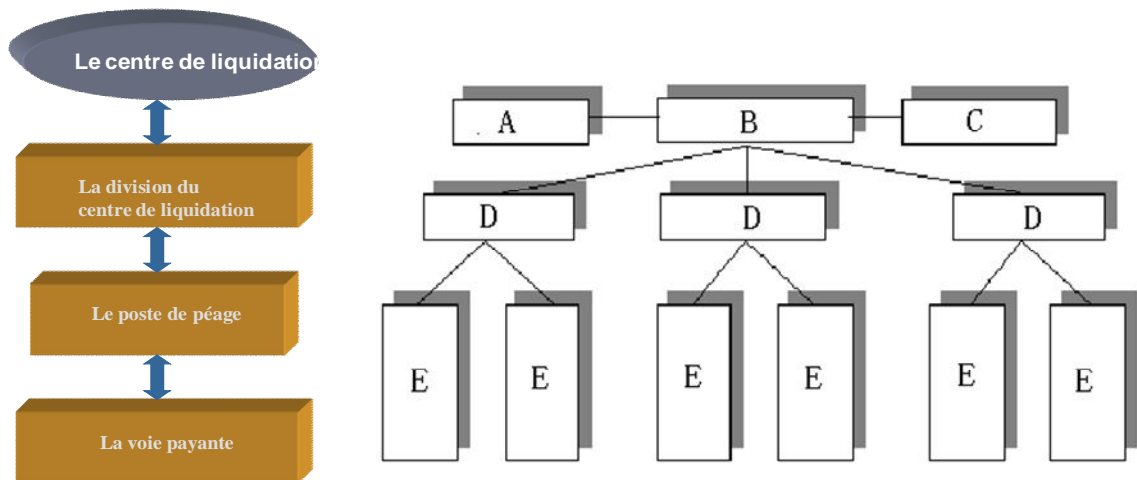


Fig.4-37 Le schéma du système de péage sur l'autoroute

- ❖ A: Centre de la gestion des cartes ;
- ❖ B: Centre de liquidation;
- ❖ C: Système de liquidation de la banque ;
- ❖ D: La division du centre de péage ;
- ❖ E: Le poste de péage.

🚦 La gestion de péage à réseau sur les autoroutes

Le système du péage à réseau est un système avancé, pratique, sécurisé, fiable et précis qui peut gérer toutes les données informatiques des réseaux d'autoroutes à Anhui en temps réel. Grâce à ce système, l'unification de la gestion et de la liquidation des données de péage a été réalisée.

L'objectif est de diminuer le nombre de postes de péage irraisonnables sur les routes principales, de diminuer le coût d'exploitation, d'augmenter la capacité de circulation routière, de faciliter la circulation des véhicules, de donner une bonne image d'autoroute et d'avoir plus de gains économiques et social du système global.

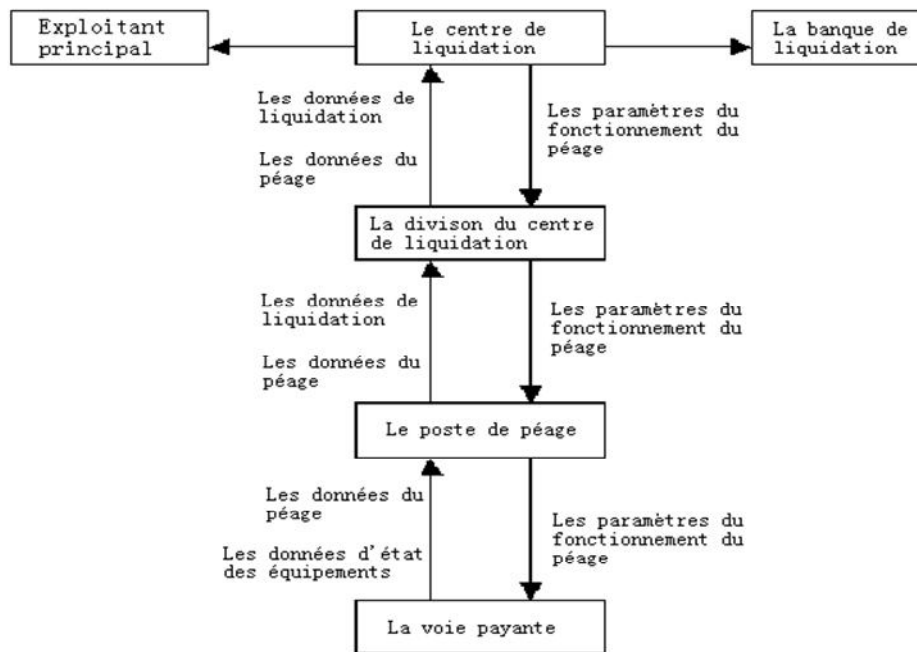


Fig.4-38 Le processus de la liquidation [44]

Le centre de liquidation de péage en réseau vérifie toutes les données importantes, telles que les données de péage, les comptes et les formules des postes de péage, et les données concernant le chiffre d'affaires. Après cette vérification, l'assemblage, la division et la classification des données de péage en réseau du jour d'avant seront effectués.

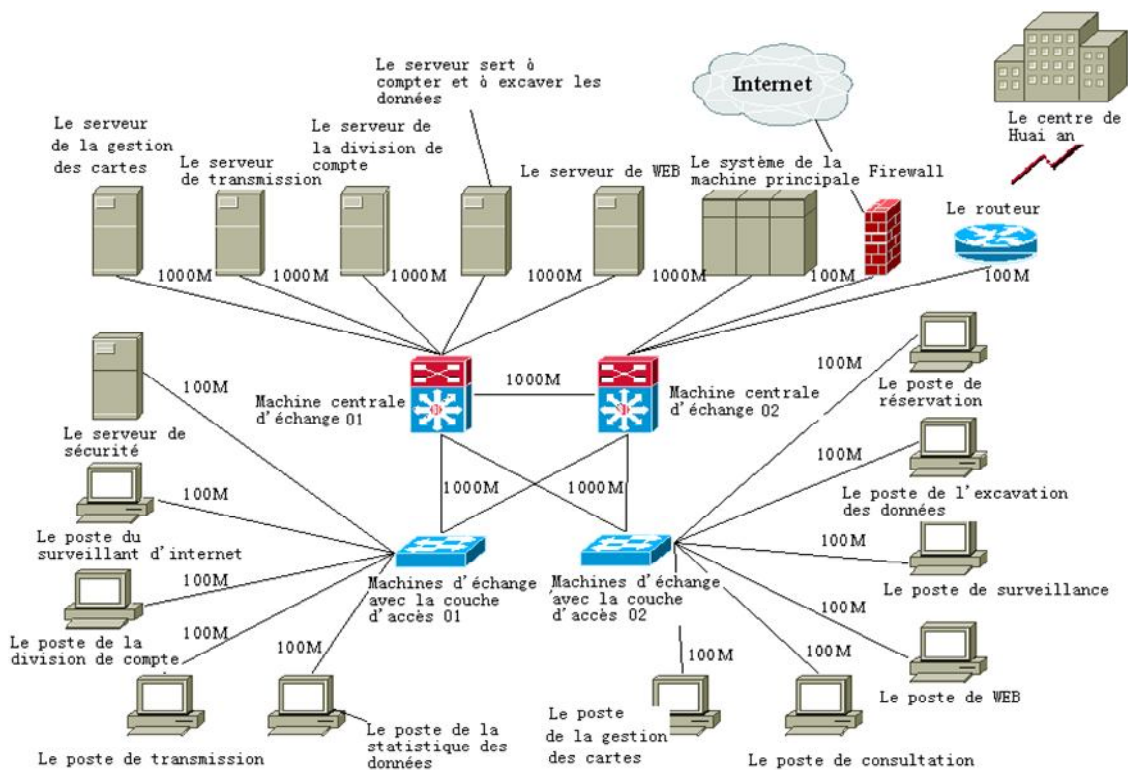


Fig.4-39 Le système de la gestion de péage [44]

Le système de la gestion des cartes de passage

Des postes des gestionnaires de carte IC sont institués dans le centre de la gestion de péage pour traiter ensemble les affaires concernant l'achat et la publication des nouvelles cartes. Les nouvelles cartes comprennent: la carte de passage, la carte des affaires publiques, la carte d'identité, la carte de test et la carte de maintenance.

C'est le centre de la gestion de péage qui décide les exigences technologiques et la forme pour les nouvelles cartes. Les nouvelles cartes sont achetées en respectant ses besoins. En plus, l'achat de nouvelles cartes a besoin de faire la demande et l'inscription.

La carte de passage est la carte la plus utilisée dans le système de péage au réseau d'autoroute, la priorité est au centre de la gestion des cartes.

Après l'initialisation, le centre de la gestion des cartes distribue les cartes de passages aux compagnies filiales en respectant la circulation réelle de chaque autoroute, et en prévoyant la circulation éventuelle du futur. Ensuite, chaque compagnie filiale distribue ces cartes à chaque poste de péage selon la circulation réelle. Voici le schema de la distribution:

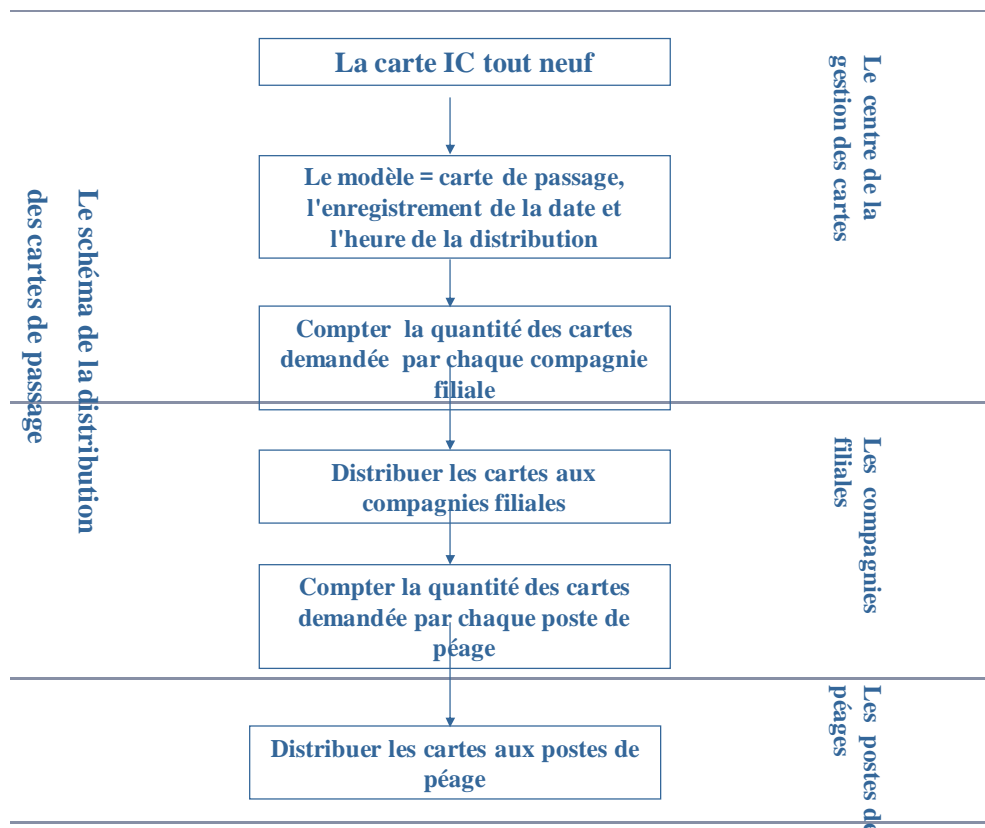


Fig.4-40 Le système de la gestion des cartes de passage

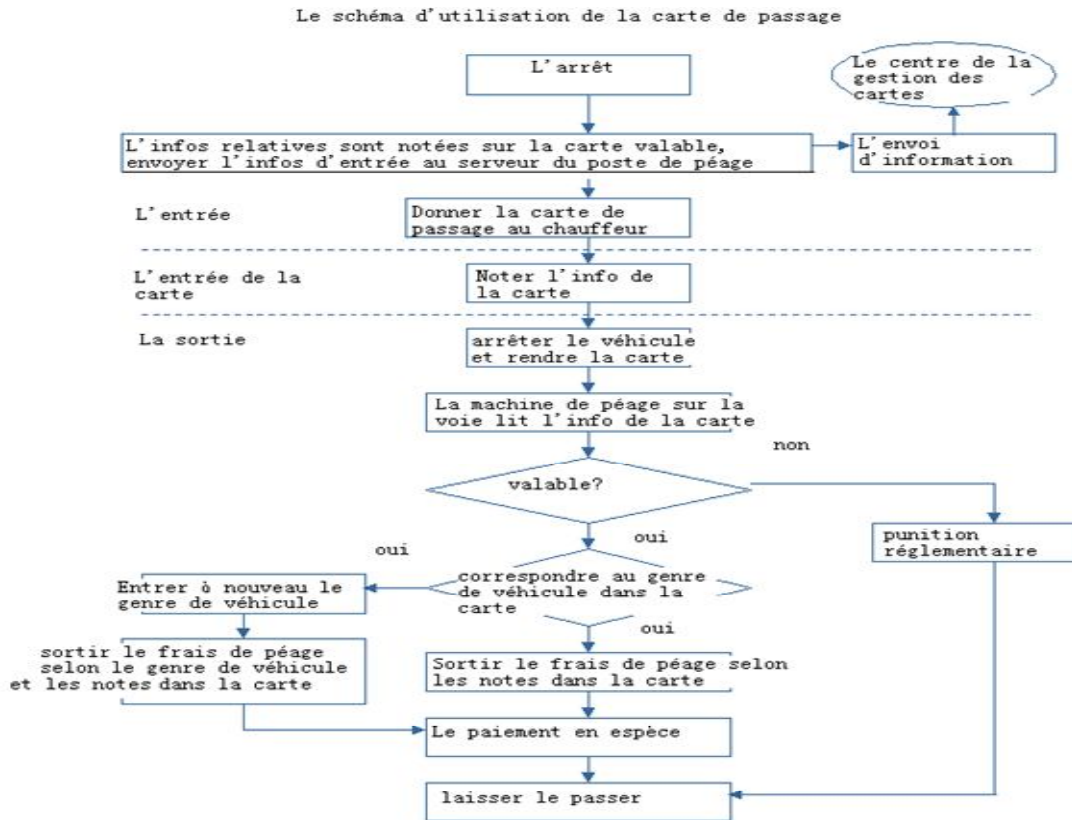


Fig.4-41 Le système de la gestion des cartes de passage [42]

La répartition initiale des cartes est générée uniquement par le centre de la gestion des cartes comme le montre la figure suivante.

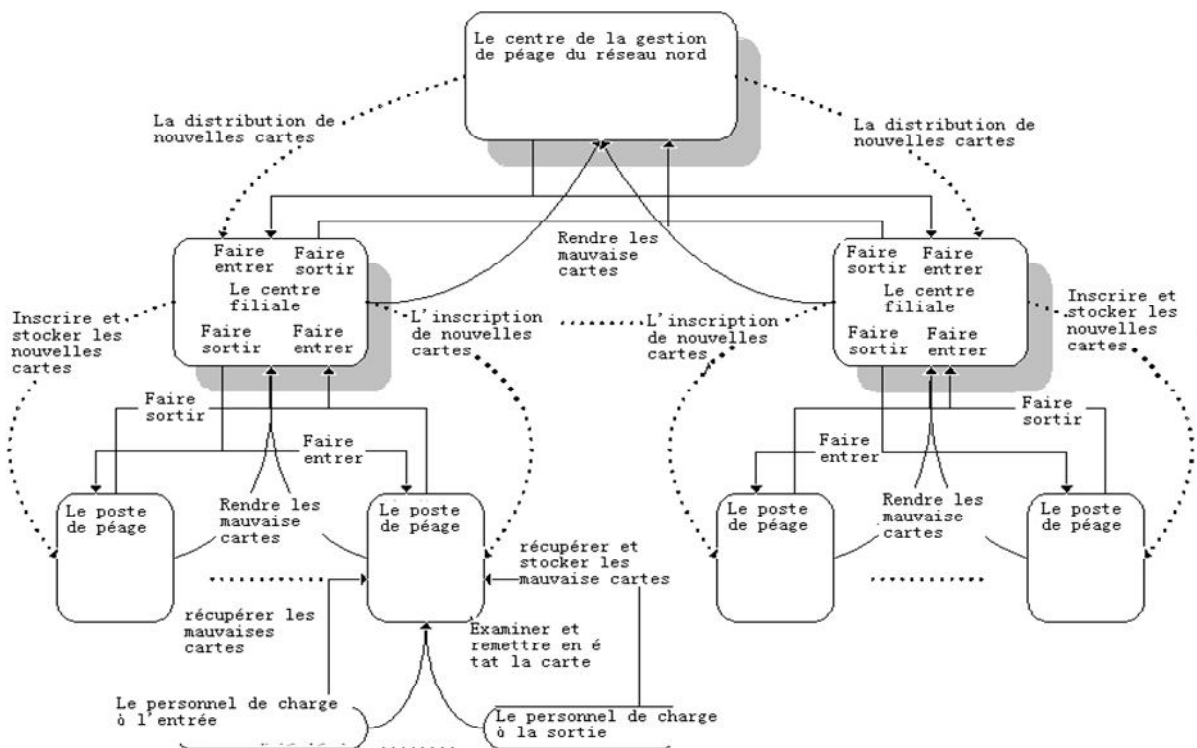


Fig.4-42 Le système de la gestion des cartes de passage [40]

Le système du péage de pesée

A mesure que le marché de transport est de plus en plus ouvert, et qu'il y a de plus en plus de concurrence, beaucoup de propriétaires de véhicule veulent réduire le coût par la surcharge pondérale. Ainsi, l'acuité de la concurrence concernant la surcharge pondérale devient un problème réel.

La surcharge pondérale des véhicules (qui servent à transporter les marchandises) non seulement menace la sécurité routière, mais aussi détériore les routes et les ponts.

Dans ce cas-là, la naissance du système électronique de la gestion de péage de pesée est devenue nécessaire. L'application de ce système permettra au péage d'autoroute d'être plus raisonnable et scientifique, ce qui conforme au principe du juste et de l'équité.

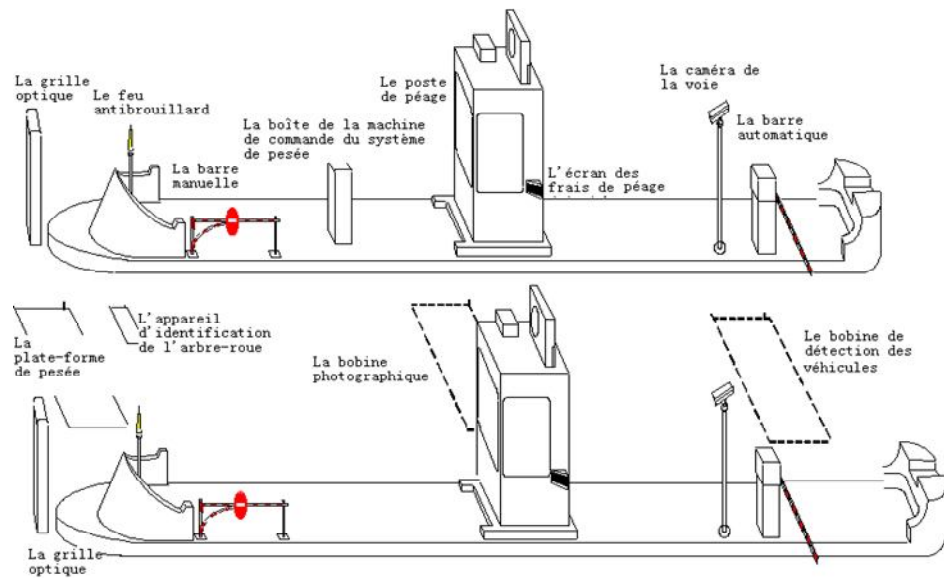


Fig.4-43 La présentation du système de pesée [40]

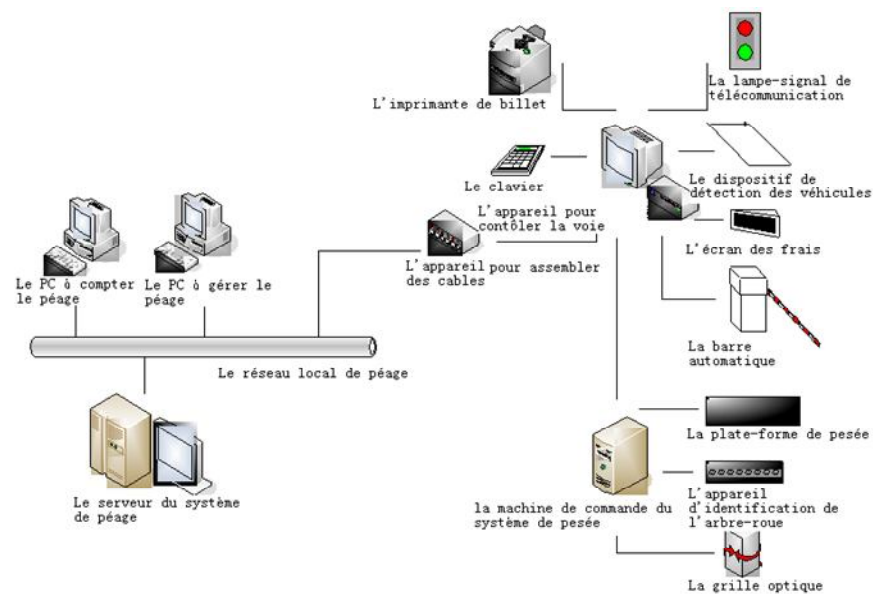


Fig.4-44 L'organisation du système [40]

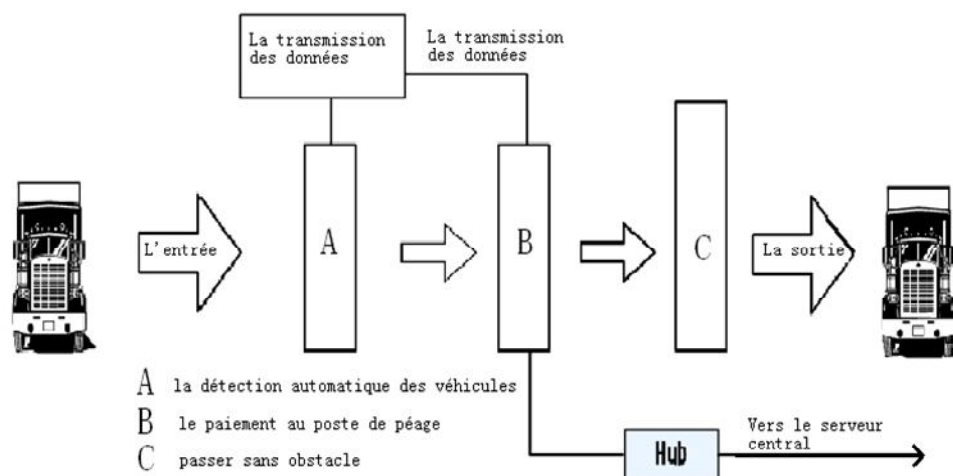


Fig.4-45 Le schéma d'opération

(16) gestion des équipements

Equipements de Sécurité des Tunnels

En cas d'accident dans un tunnel, les informations parviennent au centre de contrôle des aménagements par un appel du conducteur depuis un poste d'appel d'urgence ou par le dispositif d'information à bouton-pression.

En cas d'incendie, l'alerte est donnée automatiquement par les détecteurs d'incendie.

En même temps que la réception du signal d'information, les pompes d'incendie et l'éclairage se mettent en marche automatiquement.

Les extincteurs automatiques à eau, etc., sont vérifiés grâce au dispositif de surveillance au centre de contrôle de l'aménagement et libèrent l'eau.

(17) Intervention dans le cas d'urgence

Renforcer le système de gestion des risques par une coopération avec les organismes publics et régionaux, la mise au point de manuels et la réalisation d'exercices de prévention des sinistres appropriés.



Photo.4-18 Sortie de secours



Photo.4-19 Hélicoptère médical

Le risque existe. Lors qu'en raison d'un séisme à grande échelle, les communications seraient coupées du fait de la rupture des câbles. Pour cette raison, nous avons équipé notre siège ainsi que toutes nos branches et bureaux à travers le pays d'un système de communication satellitaire, et construit des équipements de communication indépendants.



Fig.4-48 Réaction rapide face aux sinistres (a)

En cas de séisme de grande amplitude, nous nous efforcerons de rétablir les routes au plus vite et de faire en sorte que les autoroutes puissent fonctionner rapidement et sans encombre en tant que voies de transport d'urgence.



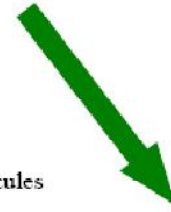
Immédiatement après le tremblement de terre



Installation d'urgence

19 heures plus tard

La voie de circulation pour les véhicules des secours était ouverte.



100 heures plus tard

La voie de circulation sur laquelle il était possible de rouler vite et sans encombre avec les véhicules des secours était ouverte.



Voie assurée sur un côté pour les véhicules d'urgence

Fig.4-49 Réaction rapide face aux sinistres (b)

(18) Satisfaction des clients

✚ Amélioration des boutiques et des restaurants



Photo.4-20 Restaurant



Photo.4-21 Boutique



Photo.4-22 Station service



Photo.4-23 hotel

✚ Aménagement pour accès facile



Photo.4-24 Toiletttes



Photo.4-25 Sol plat



Photo.4-26 Stationnement exclusif pour les personnes à mobilité réduite

Rendre les toilettes agréables d'usage pour les clients.

Faciliter l'accès aux aires de service et de stationnement aux personnes à mobilité réduite.

✚ Gestion des boutiques basée sur des Etudes Marketing



Photo.4-27 Gestion des boutiques basée sur des Etudes Marketing

Dans la mesure où l'on peut compter sur le revenu des loyers sur les aires de service/stationnement, nous organisons des campagnes de promotion et des événements divers afin de satisfaire nos clients et d'augmenter nos recettes.

Apporter une contribution à la société par les autoroutes, en promouvant leur usage tout en renforçant notre coopération avec les régions et les organismes concernés.

Créer des autoroutes ancrées dans les régions, en promouvant leur usage en association avec des sites touristiques et des événements régionaux.

✚ Reduction de Bruit

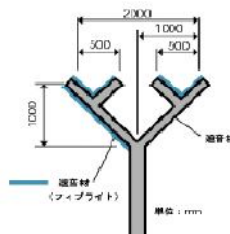


Photo.4-29 Barrière antibruit de pointe

Construisons des espaces routiers favorables aux personnes et à l'environnement.

 Recyclage



Fig.4-50 Destruction de déchets de ciment jusqu'à ce qu'ils soient assez petits pour être recyclés.

g) Pendant l'exécution des travaux, le système doit comprendre les fonctions suivantes :

L'installation du chantier, y compris les locaux de l'équipe d'assistance technique et de contrôle, la mise en place du laboratoire de chantier équipé en vue d'effectuer les essais relatifs au contrôle interne des travaux, ainsi que l'établissement des études d'exécution ;

Pour le tronçon Ouest, Egis Route – Scetauroute vient de remporter la mission de contrôle et de suivi des travaux.

Ce contrat, d'un montant de 60,4M€ consiste à fournir des prestations d'ingénierie permettant de garantir au client, maître d'ouvrage (ANA-DPN), le respect de la qualité des travaux ainsi que le contrôle des coûts.

Pour cela, Egis Route va déployer d'importants moyens humains (environ 400 personnes, majoritairement recrutées localement) et va mettre en place un programme spécifique de formation. Fondé sur des pratiques déjà éprouvées sur d'autres contrats menés par le groupe, et dans une logique de transfert de ses compétences, ce programme de formation permettra au personnel de mieux appréhender les spécificités locales et les procédures techniques liées à la mission.

Egis Route et Egis Mobilité avaient déjà obtenu un contrat pour les études du péage et des équipements d'exploitation de l'ensemble de l'autoroute Est Ouest, en septembre 2006.

Le contrat de contrôle et de suivi des travaux du lot ouest s'ajoute aux projets en cours d'Egis en Algérie, dans les domaines routier, ferroviaire, aérien, urbain et de l'eau. En 2008, l'Algérie devrait être le premier marché du groupe à l'export dans le domaine de l'ingénierie.

- ✚ Le piquetage général du tracé et des ouvrages ;
- ✚ Les travaux de préparation des terrassements ;
- ✚ L'exécution des déblais et remblais y compris purges, couches de formes et drainantes, remblais derrière les culées conformément aux plans d'exécution;
- ✚ Les talutages tant que déblais qu'en remblais y compris remise de terre végétale ;
- ✚ La construction des ouvrages hydrauliques (buses et dalots) et drainage (fossés d'écoulement, tranchées, drains...etc..) et d'assainissement (conduites, regards... etc..), des murs de soutènement et des gabions;
- ✚ Les infrastructures, les tabliers et les superstructures des ouvrages ;
- ✚ Les travaux annexes (garde-corps, blindages définitifs des talus, étanchéité et sa couche de revêtement de protection, ... etc..) ;
- ✚ La fourniture, fabrication, transport et mise en œuvre des matériaux pour corps de chaussée, couche drainante, couche de fondation, couche de base et couche de roulement (y compris couche de roulement sur les ouvrages) ;
- ✚ La fourniture, transport et mise en place de bordures de trottoirs, glissières de sécurité, bornes kilométriques et la signalisation tant verticale qu'horizontale ;
- ✚ L'exécution des accès ;
- ✚ Les travaux divers notamment protection ou déplacement éventuel de réseaux et voies de raccordement;
- ✚ Tous les travaux sur demande de l'ingénieur après approbation du Bordereau des Prix Unitaires ;
- ✚ L'exécution de la signalisation et équipements divers ;
- ✚ La mise en place d'un plan d'assurance qualité (PAQ) des travaux ;
- ✚ L'effet de l'autoroute sur l'environnement.

Les problèmes environnementaux principaux au cours de la construction

- ❖ L'impact sur la répartition de l'utilisation de la terre ;
- ❖ L'impact sur l'environnement bio-agricultural ;
- ❖ La perte du sol ;
- ❖ L'endommagement des plantes ;
- ❖ L'impact de la construction des ponts sur les eaux ;
- ❖ La pollution de la construction hors ponts aux eaux au long des ponts ;
- ❖ La pollution du transport des matériaux de construction sur les eaux ;

- ❖ L'impact de la base vie de la construction sur l'environnement d'entourage ;
- ❖ La pollution de poussières ;
- ❖ La pollution de la fumée bitumineuse ;
- ❖ La pollution de l'émission de gaz des véhicules ;
- ❖ L'impact sur le développement régional ;
- ❖ L'impact de la démolition et de l'émigration ;
- ❖ L'impact sur les sites et patrimoines historiques ;
- ❖ L'impact sur le déplacement des peuples.



Photo 4-30 La reprise de l'agriculture des terrains de prise de sol



Photo 4-31 La reprise des terrains de rejet de sol

✚ Frais de construction et installation

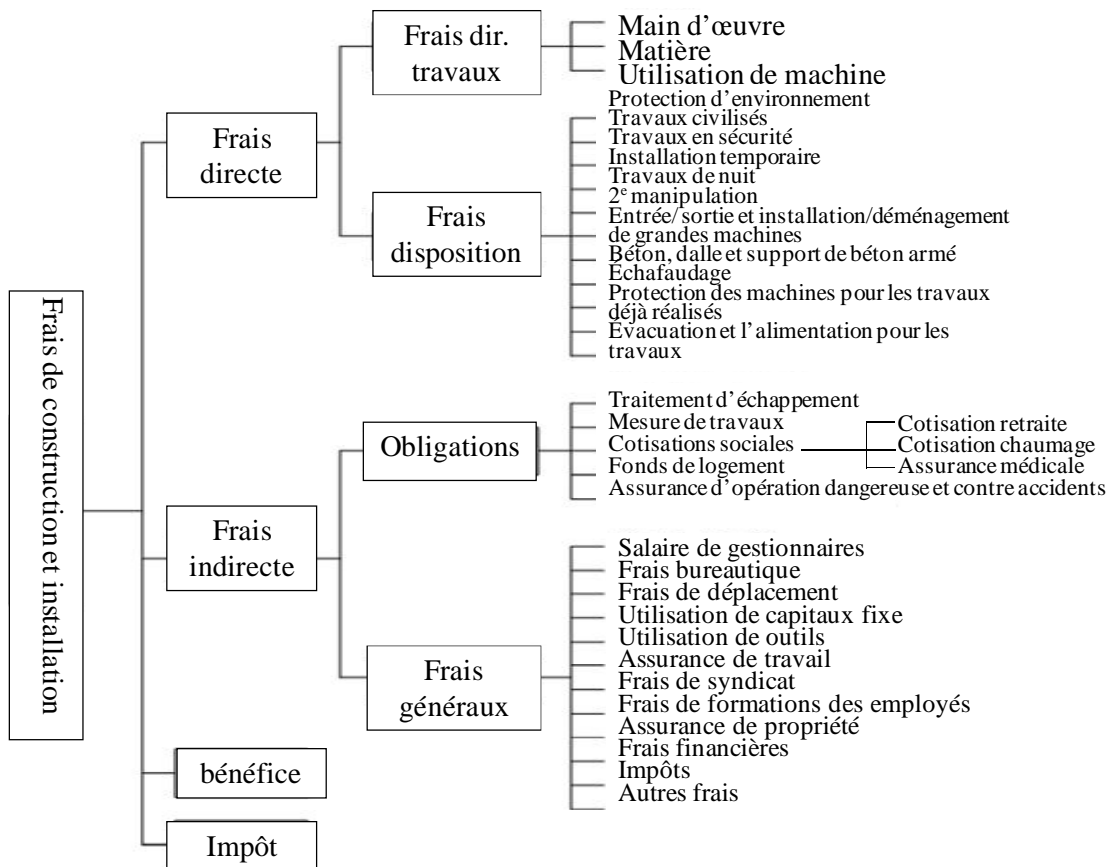


Fig.4-52 Frais de construction et installation

Après exécution des travaux, et avant la date de réception provisoire, le système doivent comprendre les pièces suivantes

- ✚ Un document appelé "**matricule routier**" comportant sur des plans de modèle agréé par l'Ingénieur ;
- ✚ Le tracé en plan et le profil en long conformes à l'exécution, la nature et la position des ouvrages de drainage ;
- ✚ Les résultats des essais de réception des matériaux et d'exécution des travaux.
- ✚ La collection complète des plans conformes à l'exécution ;
- ✚ Les notes de calculs ;
- ✚ Les résultats des essais de réception des matériaux et d'exécution des travaux ;
- ✚ Les PV des épreuves sur ouvrages ;
- ✚ Un dossier de gestion et d'entretien des ouvrages.
- ✚ Ainsi qu'un CD Rom dans lequel seront archivés tous les documents d'exécutions (rapports, pièces graphiques et notes de calculs) du projet.
- ✚ Connaissance des lieux et conditions de travail
 - ❖ Des connaissances générales d'exécution des travaux, en particulier de l'équipement nécessité par ceux-ci,
 - ❖ De la nature et de la situation géographique des travaux,
 - ❖ Des conditions physiques propres à l'emplacement des travaux, de la nature du sol, de la nature en qualité et quantité des matériaux rencontrés en surface ou dans le sous-sol,
 - ❖ Des circonstances météorologiques ou climatiques, du niveau des rivières et des possibilités d'inondation, de la nappe phréatiques, de la vitesse du vent, etc...
 - ❖ Des conditions locales, particulièrement des conditions de fourniture et de stockage des matériaux,
 - ❖ Des moyens de communication, de transport, des possibilités de fourniture en eau, électricité, carburant,
 - ❖ De la disponibilité de la main œuvre,
 - ❖ De toutes les contraintes résultant de la législation sociale, fiscale, douanière en vigueur en Algérie,
 - ❖ De toutes les circonstances susceptibles d'avoir une influence sur les conditions d'exécution des travaux et sur leur prix.
 - ❖ Toute carence ou erreur de l'Entrepreneur dans l'obtention de ces renseignements ne

pourra que demeurer à sa charge.

✚ Les problèmes environnementaux

- ❖ L'impact sur l'environnement acoustique ;
- ❖ L'impact acoustique est principalement causé par les bruits de transport qui est principalement sur les points sensibles au long des routes ;
- ❖ L'impact sur l'environnement hydrologique ;
- ❖ L'impact sur l'environnement biologique ;
- ❖ La pollution de l'émission de gaz des véhicules ;
- ❖ La pollution des installations de services ;
- ❖ L'impact sur l'environnement social.

4.5 Requirements breakdown structure (RBS)

4.5.1 Exemple RBS

La mission des sociétés d'autoroute, sur le plan de construction, exploitation et entretien des autoroutes, est d'assurer une circulation sûre et fluide, et d'offrir aux clients un service satisfaisant, on peut définir RBS d'une manière générale dans nos cas comme le montre la figure 4-53.

4.5.2 RBS Pour notre système

Dans notre système on peut définir cinq états d'exigences (figure 4-54):

1. Autoroute sûre et facile à parcourir ;
2. Autoroute facile à utiliser par laquelle on est sûr d'arriver à destination ;
3. Autoroute qui répond à la confiance des clients et des entreprises régionales ;
4. Autoroute respectueuse de l'environnement ;
5. Autoroute agréable qu'on a envie d'utiliser davantage.

Les mesures de réaction pour ces différents points sont les suivantes :

1 Autoroute sûre et facile à parcourir

- 1.1 Répondre à la demande de trafic et aux besoins de plus en plus importants en matière de sécurité et rapidité ;
- 1.2 L'autoroute Est-Ouest s'intègre dans le grand projet régional de l'Autoroute magrébine, d'un linéaire de 7000 kilomètres L'Algérie de par sa position d'une part, et de sa volonté de parachever en 2012 ce projet grandiose d'autre part, s'inscrit objectivement dans les conditions de l'épanouissement économique de l'ensemble magrébin ;

- 1.3 Longueur de 1200Km, assurera la liaison entre Annaba et Tlemcen ;
 - 1.4 La desserte des principaux pôles, en touchant directement 24 wilayas ;
 - 1.5 Les autres pôles de développement, situés sur la cote et dans la zone des hauts plateaux, seront desservis par les raccordements de l'autoroute Est-Ouest au réseau principal, notamment par les pénétrantes nord-sud ;
- 2 Autoroute facile à utiliser par laquelle on est sûr d'arriver à destination**
- 2.1 Développer l'ingénierie de l'entretien et de l'exploitation ;
 - 2.2 Développer l'ingénierie de l'entretien et de l'exploitation des autoroutes en Algérie (Techniques, normes, banques de données routières et développer les systèmes d'entretien du réseau autoroutier en exploitation et concevoir des plans d'intervention d'urgence, etc.
 - 2.3 Assurer le contrôle de la qualité, de la signalisation et du fonctionnement des équipements du réseau autoroutier ;
- 3 Autoroute qui répond à la confiance des clients et des entreprises régionales**
- 3.1 Des retombées multiples ;
 - 3.2 Les normes de qualité internationales ;
 - 3.3 Maintien du sol ;
 - 3.4 Renforcer le contrôle de la construction ;
 - 3.5 Renforcer le contrôle des matériaux de construction et les mesures de protection ;
- 4 Autoroute respectueuse de l'environnement**
- 4.1 Le respect de l'environnement ;
 - 4.2 Protection de l'environnement hydrologique ;
 - 4.3 Protection des plantes ;
 - 4.4 Traitement de l'eau utilisée de la base vie de construction ;
 - 4.5 Installer les murs et arroser souvent ;
 - 4.6 Ajouter les moyens anti-poussières pour les machines mélangeuses ;
 - 4.7 Ajouter les moyens de filtrages de fumée bitumineuse pour les machines mélangeuse des matériaux bitumineuse ;
 - 4.8 Arranger bien la démolition ;
 - 4.9 Mise en place d'un dispositif pour la préservation des ressources en eau superficielles et souterraines, avec des bassins décanteurs déshuileurs, des fossés étanches...
 - 4.10 Aménagement foncier par remembrement
 - 4.11 Aménagement paysager par reboisement et végétalisation des berges et abords de la voie
 - 4.12 Etablissement de fouilles prospectives dans le cas ou l'autoroute projeté traverse un site classé comme site archéologique potentiel ;

4.13 Respect des habitudes et de la sécurité des riverains par le rétablissement des servitudes ;

5 Autoroute agréable qu'on a envie d'utiliser davantage

5.1 Réaliser et gérer toute les installations de services annexes de l'autoroute ;

5.2 Créer environ 200 000 emplois directs et indirects en phase des travaux ;

5.3 Protection des ressources foncières ;

5.4 Construire les passages temporaires pour assurer le transport ;

5.5 Renforcer la protection des patrimoines et sites historiques ;

5.6 Renforcer la gestion de transport au cours de la construction ;

5.7 Assuré une rapidité dans ces déplacement et ce, par des gains de temps de parcours importants ;

5.8 Répondre aux besoins de circulation en matière de confort et de sécurité dans c'es déplacements professionnels ou familiaux (Une réduction d'un tiers au minimum du nombre d'accidents est escomptée) ;

5.9 Créer et valoriser les richesses locales ;

5.10 Augmenté la sécurité dans le transport et réduire le cout social induit par l'insécurité routière ;

4.5.3 Processus d'allocation

Processus d'allocation et de groupement conduit au RBS (Requirements Breakdown structure) de définir des relations entre les différentes exigences (Figure 4-55).

Après cette analyse nous pouvons définir l'analyse fonctionnelle du système autoroute Est-Ouest représenté dans la figure suivante (Figure 4-56).

4.6 L'architecture du système

La structure d'un système, appelée aussi l'architecture du système est l'organisation spatiale de ses composants. En général, elle représente la partie stable du système. On la qualifie souvent d'invariante.

Cet aspect vise à décrire la structure du système et l'agencement de ses divers composants. Cette démarche « analytique » met l'accent davantage sur les relations entre composants que sur les composants eux-mêmes.

Le système est limité par des frontières qui nous permettent de circonscrire l'ensemble ou le système à l'étude et de le distinguer des autres systèmes et de son environnement. A titre d'exemple le corps humain, en tant que système, formé de sous systèmes (appareil respiratoire, appareil digestif...etc.) et d'organes (poumons, cœur, estomac...etc.) est délimité par la peau. Le système ainsi délimité fait, en

même temps, partie d'un ensemble plus englobant (l'univers) et est lui-même un ensemble plus grand que ses sous-systèmes.

Le système d'autoroute est décomposé en plusieurs sous systèmes basé sur l'analyse fonctionnelle de ce dernier et après allocation. Ces sous systèmes sont en-mêmes décomposée en plusieurs sous systèmes d'ordres inférieurs, sur la base de la méthodologie d'analyse de cycle de vie. Sur la base de cette analyse on arrive finalement à décomposé le système comme le montrent les figures 4-57 et 4-58.

A la fin de l'analyse fonctionnelle et la détermination de l'architecture du système, on peut déduire la matrice d'allocation qui n'est autre que le produit de la correspondance d'allocation qui n'est autre que le produit de la correspondances entre les différentes fonctions définies avec les différent composantes du systèmes, sous système ...Le résultat est donné en figure (4.59 a).

4.7 La maison de la qualité

Les différentes étapes indispensables à la réalisation de la Maison de la Qualité sont représentées sur le schéma de la figure 4-59 b. Chaque étape sera traitée en prenant comme exemple la satisfaction des spécifications des besoins d'un client pour des critères de performance d'un système.

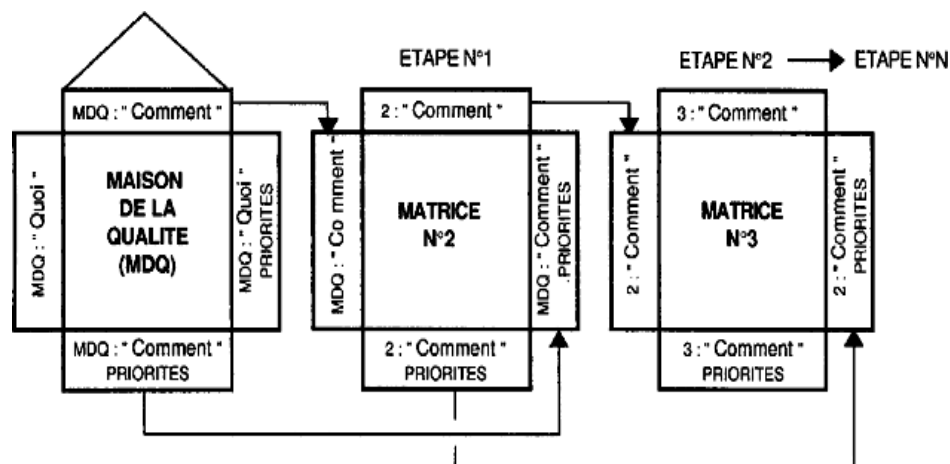


Fig.4-59 (b) Construction de QFD (Quality fonctional dépoyement) [20]

La première étape de l'établissement de la Maison de la Qualité est d'identifier les besoins du client à partir d'analyse du marché ou des données du retour d'expérience.

Architecture du système autoroute Est-OUEST

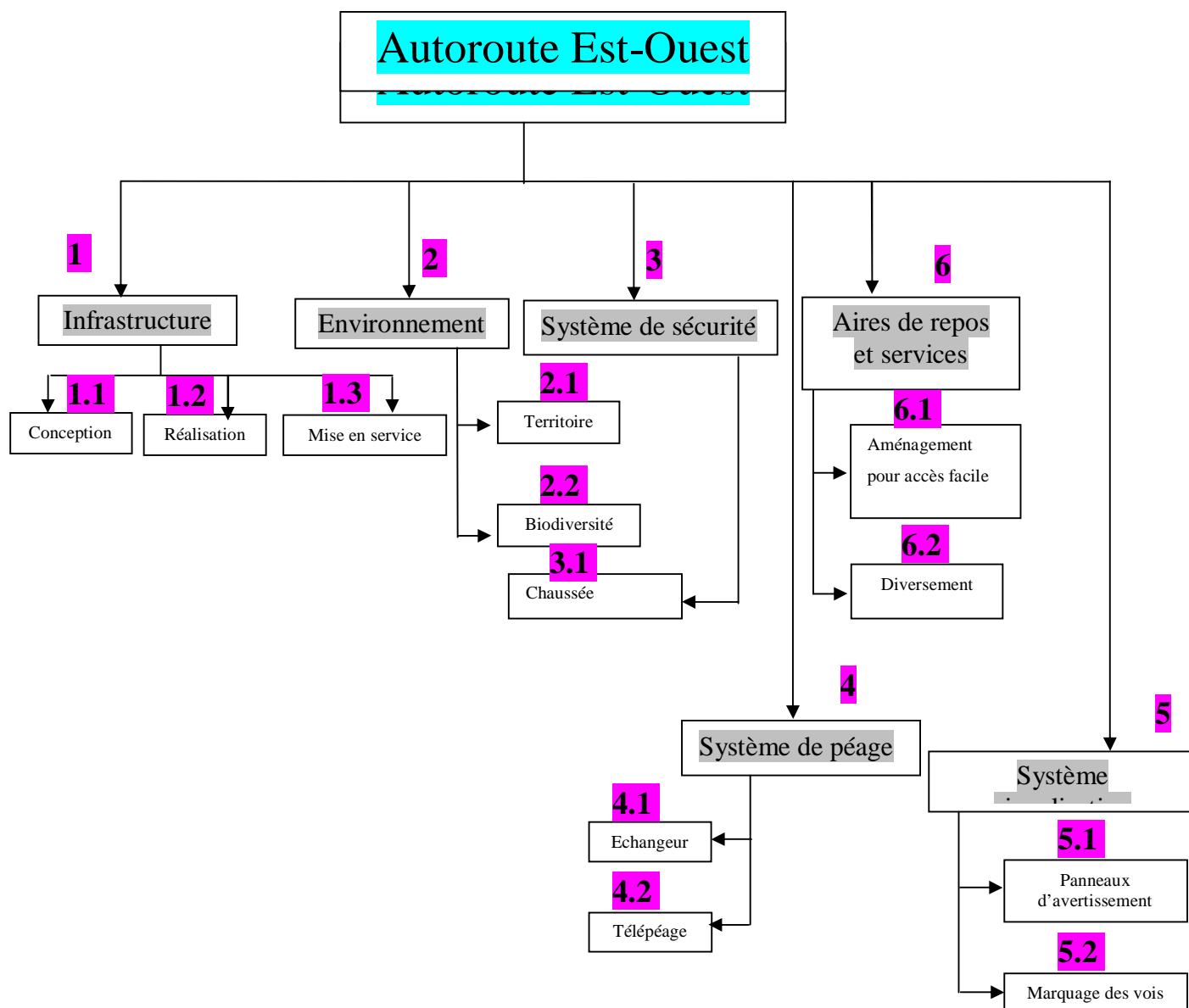
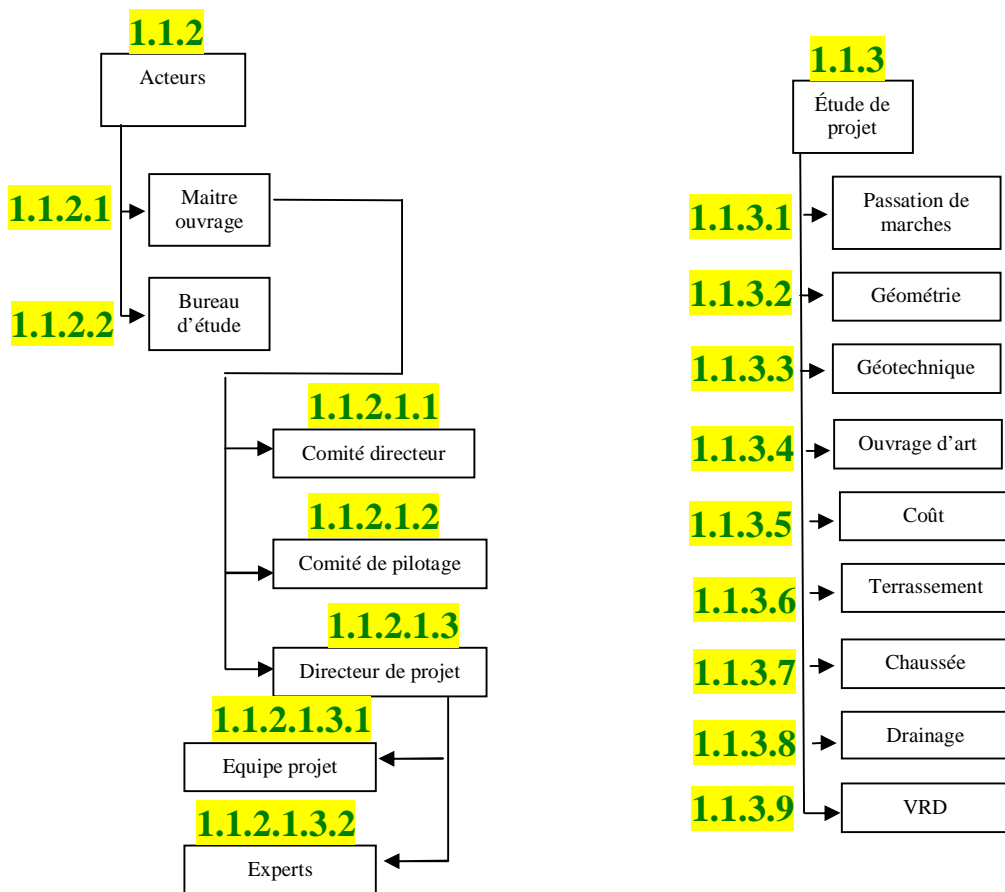
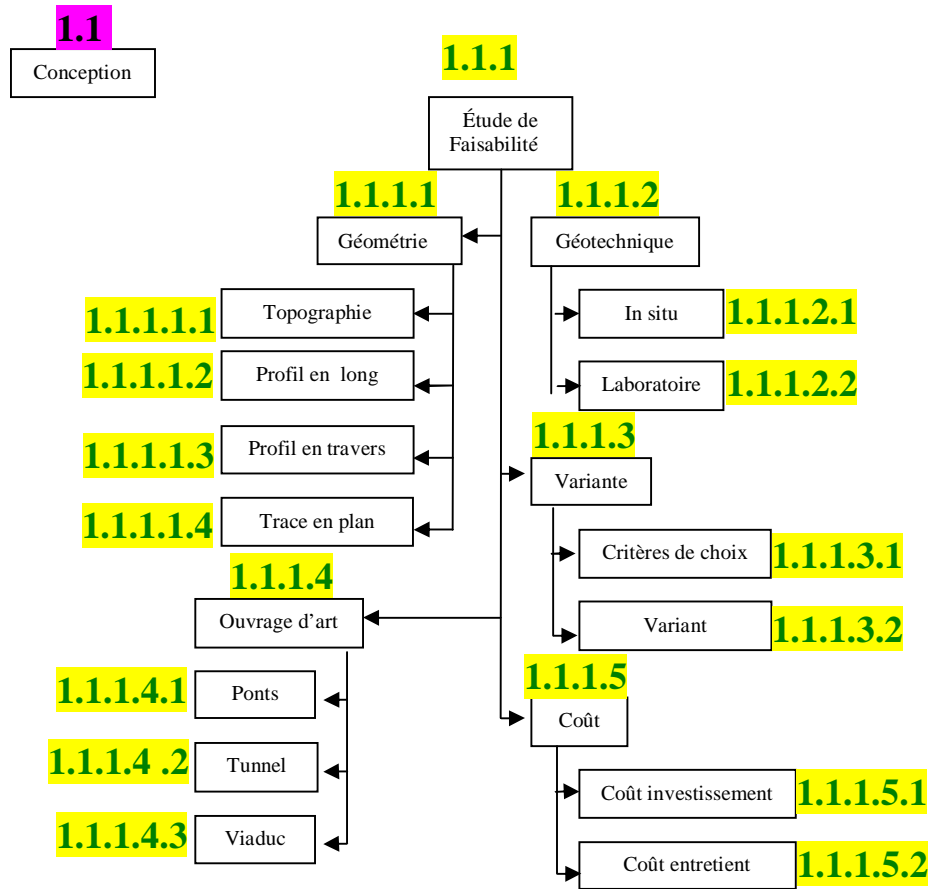
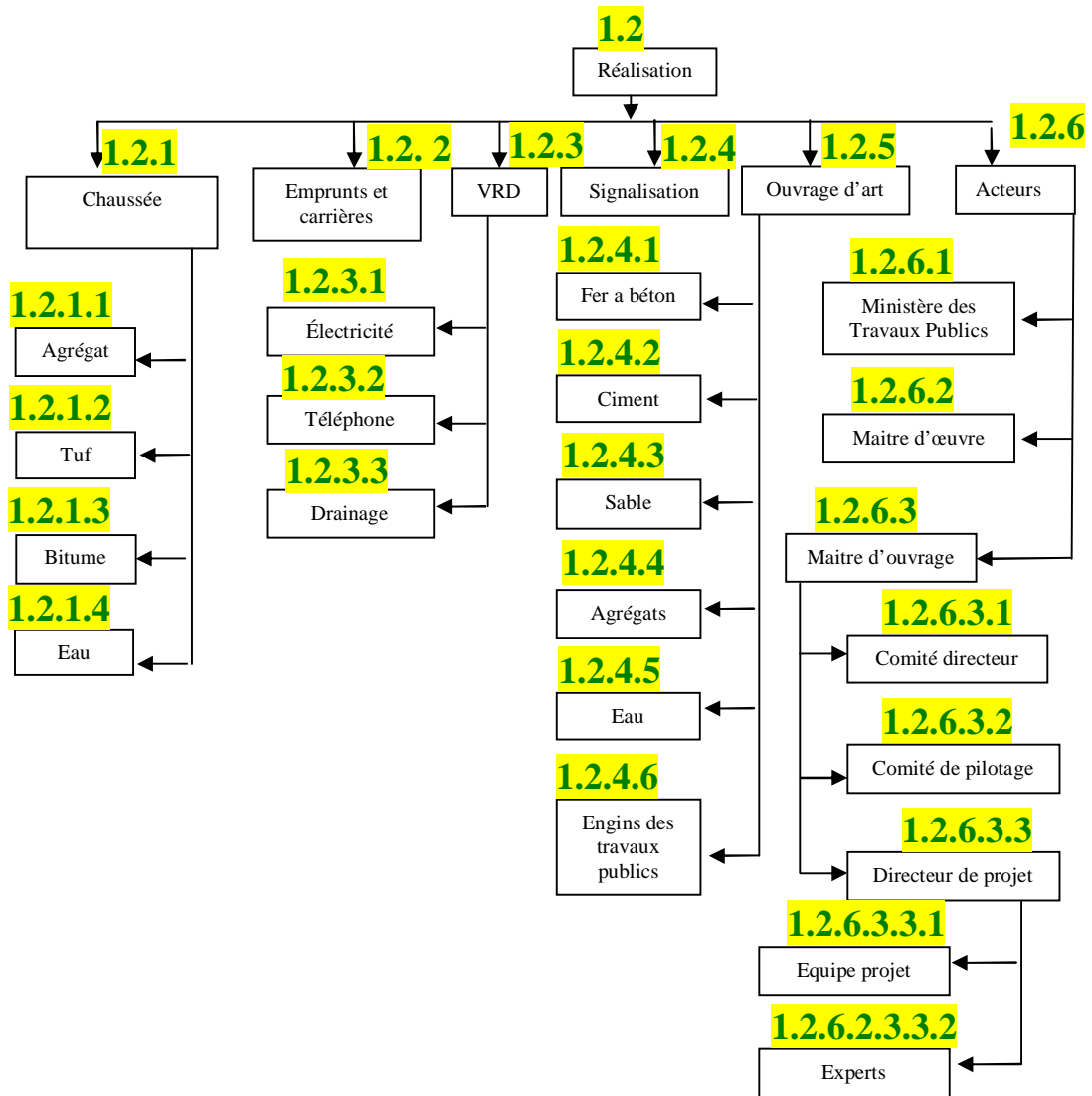
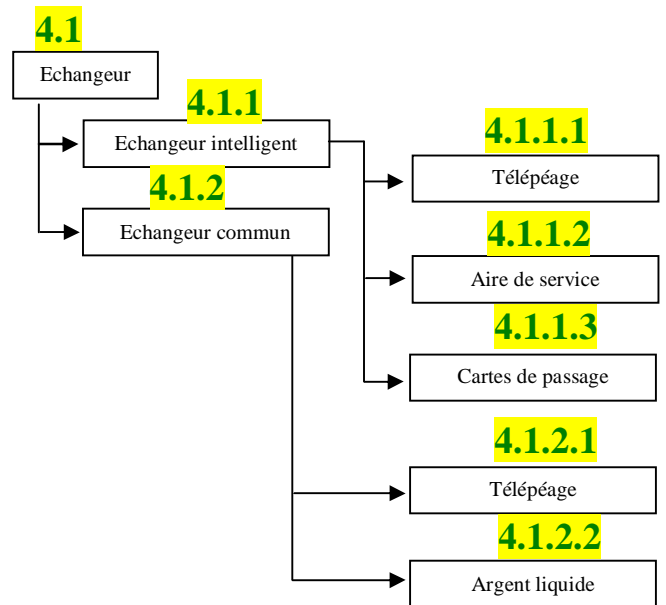
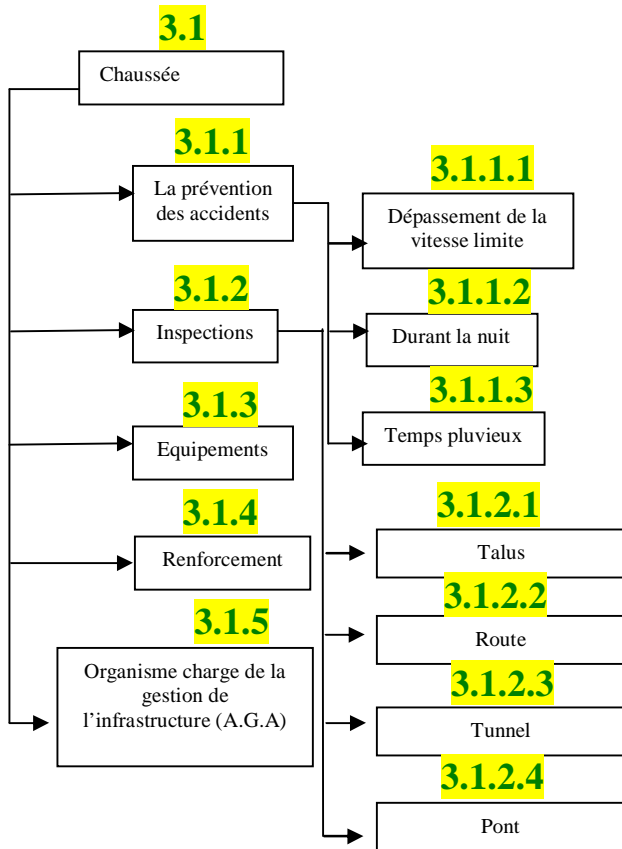
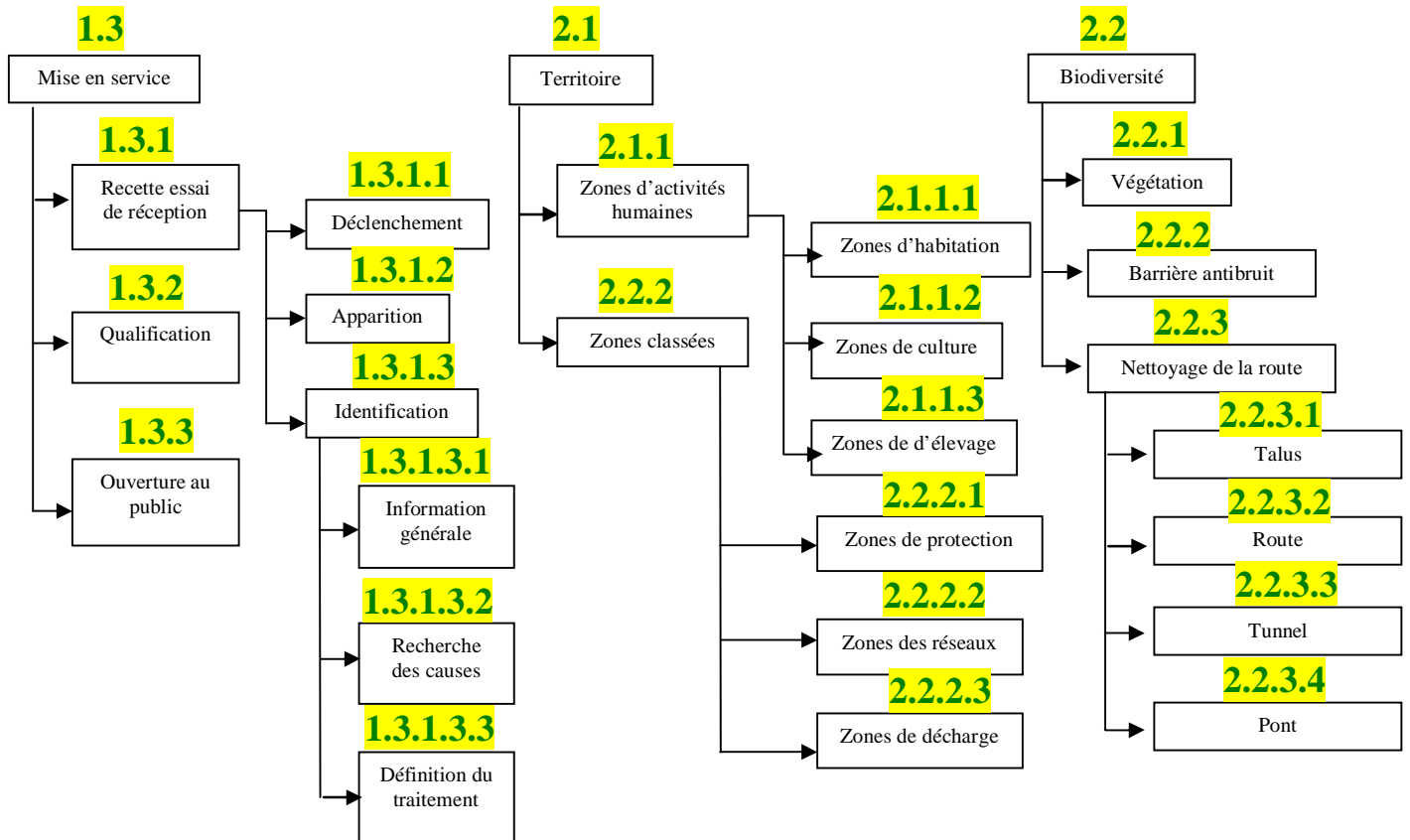
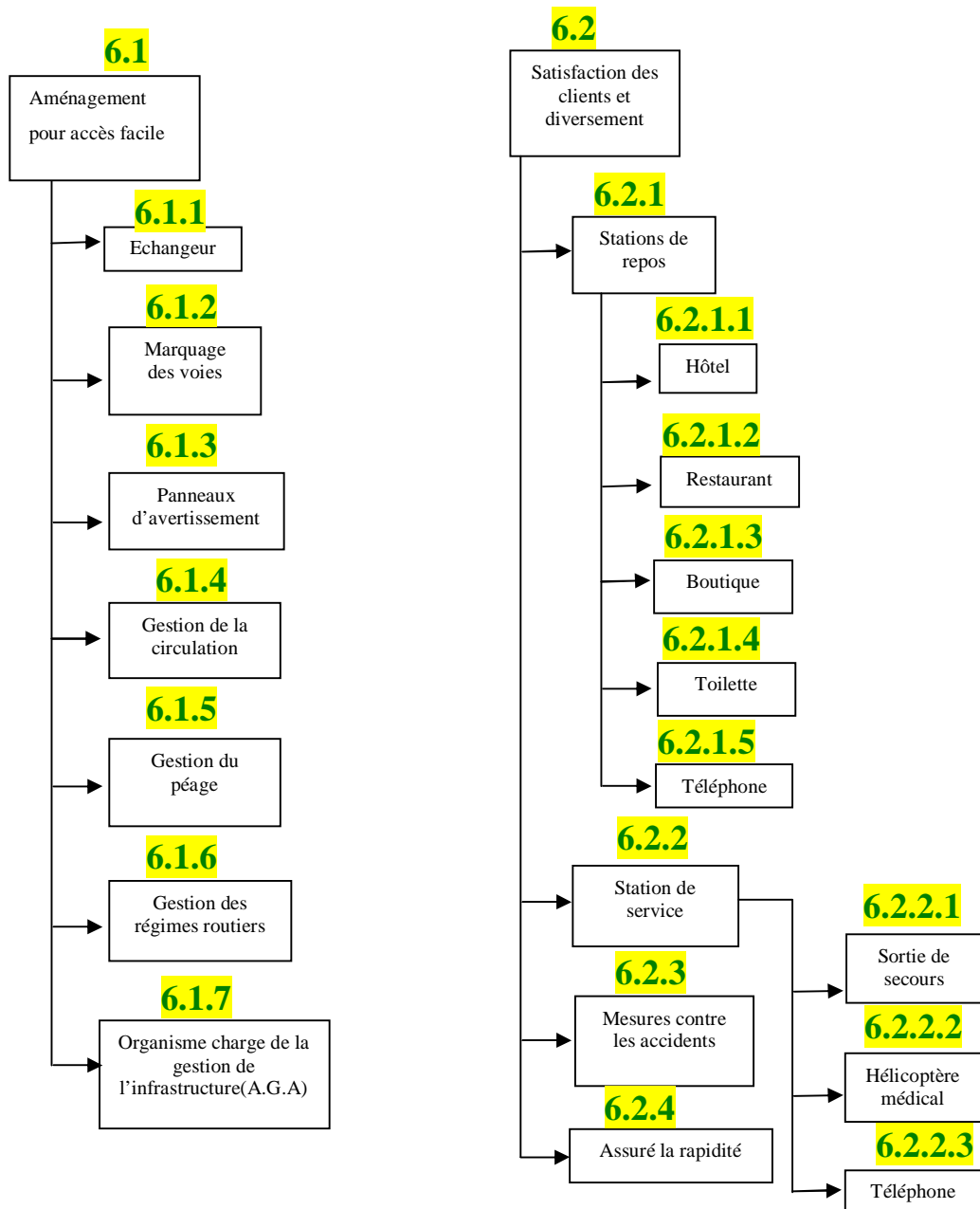
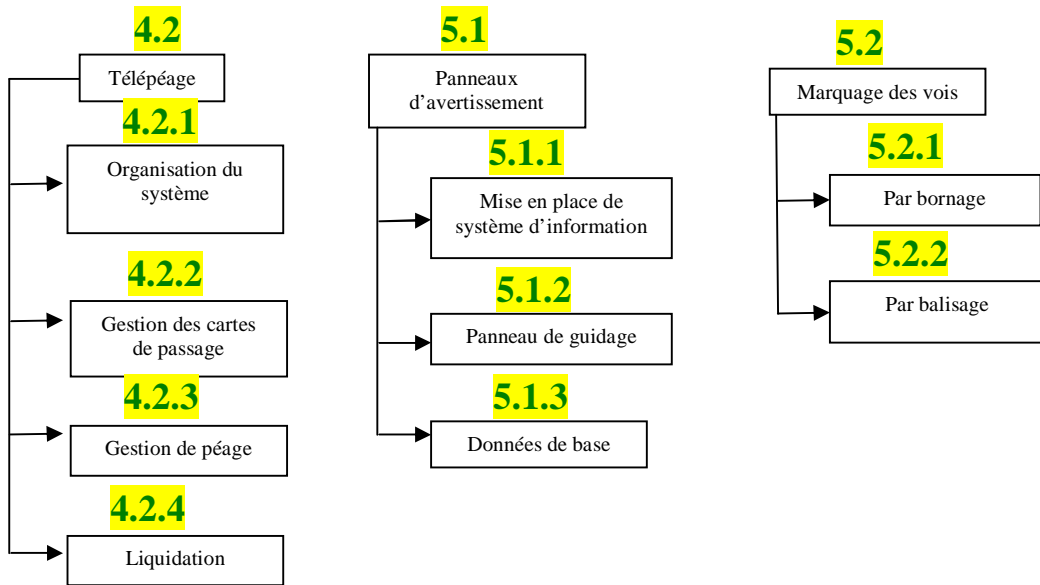


Fig. 4-58 : Architecture du système autoroute EST-OUEST









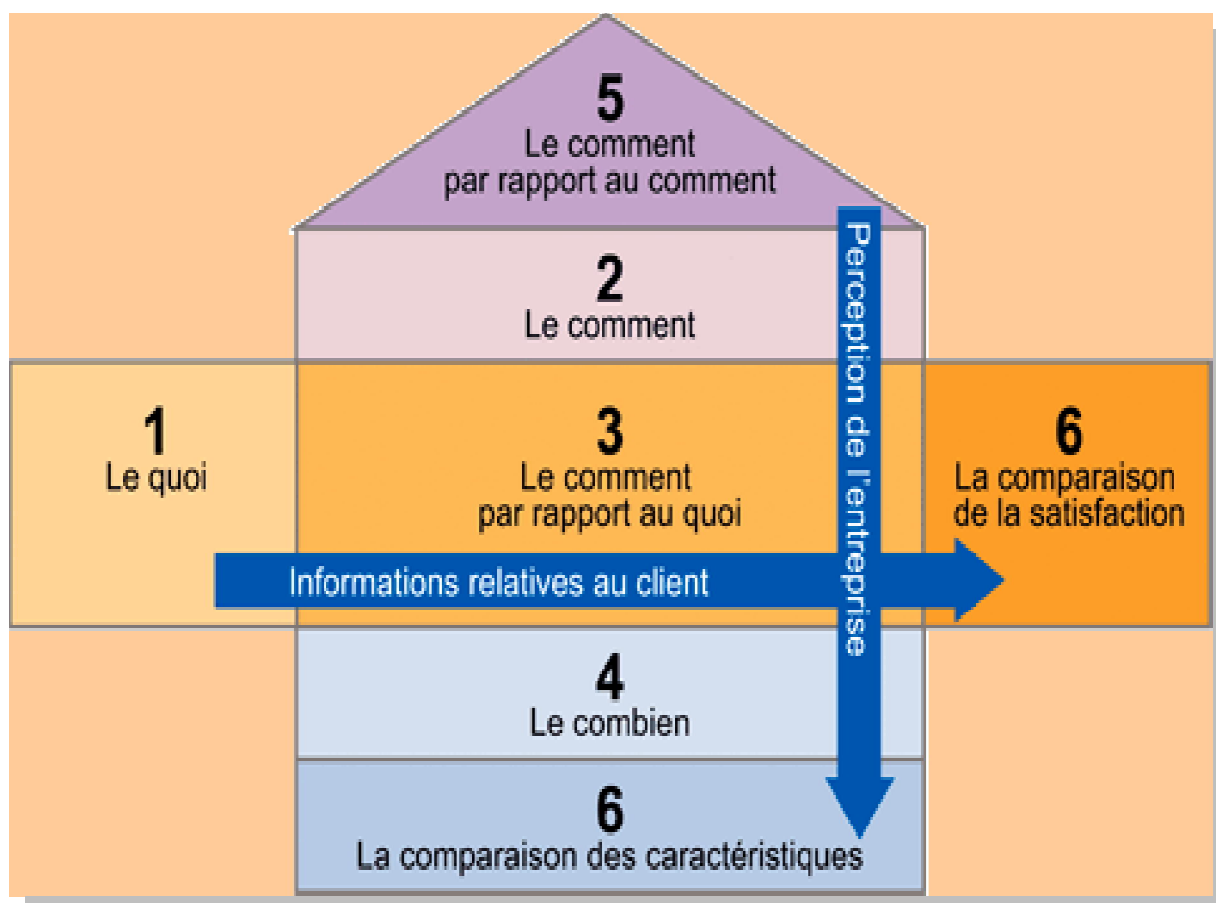


Fig.4-60 Les différentes composantes de la maison de la Qualité [20]

En ce qui concerne l'autoroute Est – Ouest, le client a exprimé ses besoins comme suit :

- Sécurité et Fiabilité;
- Ponctualité & Commodité;
- Satisfaction du client et Divertissement;
- Activités Favorables à l'Environnement.

Besoins du client
Sécurité et Fiabilité
Ponctualité & Commodité
Satisfaction du client et Divertissement
Activités Favorables à l'Environnement

Tableau .4-15 Liste des Besoins du client

La seconde étape consiste à traduire les “ Quoi ” en termes de “ Comment ” de la part des concepteurs.
(Tableau.4-15)

Quoi 1	Comment 1
Sécurité et Fiabilité	Contrôle de la circulation
	Inspection
	Nettoyage
	Mesures contre les accidents de la circulation
	Aménagements et Activités
	Campagnes de sensibilisation à la sécurité
	Renforcement des ouvrages
	Intervention dans le cas d'urgence
	Gestion des sinistres
Ponctualité & Commodité	Mesures contre les encombrements de la circulation
	Gestion des informations sur la circulation
	Système de Télépéage ETC
	Echangeur intelligent
	La rapidité
Satisfaction du client et Divertissement	Amélioration des boutiques et des restaurants
	Aménagements pour l'accès facile
	Gestion des boutiques basées sur des études marketing
	Divertissement
Activités Favorables à l'Environnement	Réduction du bruit
	Recyclage

Tableau 4-16 : Liste des “Quoi” et des “Comment”

La procédure se répète à nouveau mais en considérant la deuxième colonne comme les éléments d'entrée de nouveaux "Quoi" qu'il sera nécessaire de formuler en termes de " Comment " comme l'indique le tableau 4-17 pour le volet concepts de maintenance

Liste des "comment" qui deviennent "Quoi"	Nouveaux "Comment"
Contrôle de la circulation	Récupération des objets tombés
	Régulation de la circulation
	Intervention sur les lieux d'accidents
	Surcharge
Inspection	Inspection des talus
	Inspection des Tunnels
	Inspection des ponts
Nettoyage	Nettoyage de la route
	Contrôle de la Végétation
	Nettoyage des murs des tunnels

Mesures contre les accidents de la circulation	Dépassement de la vitesse limite
	Durant la nuit
	Temps pluvieux
Aménagements et Activités	Marquage des voies à haute visibilité
	Eclairage des routes
	Chaussée innovante
	Chaussée à revêtement superficiel mince
	Panneaux d'avertissement pour les conducteurs
	Glissière de sécurité médiane renforcée contre l'empiètement sur la voie opposée
	Barrières à neige
	Panneaux d'information météorologique
	Aire de changement des chaînes
	Clôture pour les animaux
	Autres mesures de prévention des accidents graves de la circulation
Campagnes de sensibilisation à la sécurité	Prévention des accidents à travers le terre-plein central
	Réduction des accidents de nuits ou dû à une conduite distraite
	Prévention des accidents dus à l'irruption d'une voiture venant en sens inverse
	Réalisation de campagnes de sensibilisation à la sécurité routière
	Clôtures pour empêcher l'irruption d'animaux sur la route
Renforcement des ouvrages	Renforcement contre les séismes
	Protection des talus
	Chaussée poreuse
	Réduction du bruit (Effet secondaire)
	Equipements de Sécurité des Tunnels
Intervention dans le cas d'urgence	Sortie de secours
	Hélicoptère médical
Gestion des sinistres	Réaction rapide face aux sinistres
Mesures contre les encombrements de la circulation	Montées et points bas
	Entrées de tunnel
	Echangeur
Gestion des informations sur la circulation	Information sur la circulation utilisant les TI
Télépéage (ETC)	autoroute facile à utiliser
Echangeur intelligent	Télépéage + Aire de Service
La rapidité	Gain du temps
La fluidité	Diminution du temps de parcours
Amélioration des boutiques et des restaurants	Restaurant
	Boutique
	Station service
	hôtel
Aménagement pour accès facile	Toilettes

	Sol plat
	Stationnement exclusif pour les personnes à mobilité réduite
Gestion des boutiques basée sur des Etudes Marketing	Marché pour les produits locaux
	Invitation de boutiques franchisées
	Sources thermales
Divertissement	Démonstration de danse par des étudiantes d'écoles locales
	Production de compost à partir de déchets
Recyclage	Destruction de déchets de ciment jusqu'à ce qu'ils soient assez petits pour être recyclés
Réduction du Bruit	Barrière anti-bruit de pointe

Tableau 4-17 Enchaînement des “Quoi” et des “ Comment ”

Afin de pouvoir hiérarchiser l'importance des “Quoi” vu du côté des besoins du client, on utilise une échelle de notation (1 à 100 par exemple) Cette notation doit être le résultat d'un jugement collectif où interviennent tous les acteurs de l'Autoroute. En reprenant le cas des clients et en notant les éléments du “Quoi” par les variables X (1), X (2),..., X (4), on crée un tableau 4. Toutes les variables du “ Comment ” seront notées par les variables Y.

X(i)	Liste des "Quoi 1"	Poids
X(1)	Sécurité et Fiabilité	100
X(2)	Ponctualité & Commodité	60
X(3)	Satisfaction du client et Divertissement	70
X(4)	Activités Favorables à l'Environnement	80

Tableau 4-18 Liste des “ Quoi ” et leurs poids

Y(i)	Comment 1	Poids
Y(1)	Contrôle de la circulation	60
Y(2)	Inspection	40
Y(3)	Nettoyage	60
Y(4)	Mesures contre les accidents de la circulation	60
Y(5)	Aménagements et Activités	50
Y(6)	Campagnes de sensibilisation à la sécurité	40
Y(7)	Renforcement des ouvrages	70
Y(8)	Intervention dans le cas d'urgence	100
Y(9)	Mesures contre les encombrements de la circulation	80
Y(10)	Gestion des informations sur la circulation	80
Y(11)	Gestion des informations sur la circulation	50
Y(12)	Système de Télépéage ETC	40
Y(13)	Echangeur intelligent	80
Y(14)	La rapidité	80
Y(15)	La fluidité	
Y(16)	Amélioration des boutiques et des restaurants	90
Y(17)	Aménagements pour l'accès facile	80
Y(18)	Gestion des boutiques basées sur des études marketing	50
Y(19)	Divertissement	60
Y(20)	Réduction du bruit	70
Y(21)	Recyclage	40

Tableau 4-19 Liste des “Quoi 2” et leurs poids

L'étape suivante pour la construction de la Maison de la Qualité consiste à établir les différentes matrices de corrélation entre les différents “Quoi” (les variables X) et les “Comment” (les variables Y) pour identifier les influences mutuelles et leur degré d'intensité. La grille de lecture d'une matrice de corrélation est représentée sur les figures 4-61 et 4-62.

A l'aide de travail de groupe l'étape suivante consistera à quantifier le degré de corrélation entre les éléments des lignes et colonnes de la matrice. Les usages retiennent en général trois niveaux de corrélation représentés par des symboles particuliers (Tableau 4-20). En retenant le symbolisme adapté de Cohen, on utilise le tableau 4-21 de convention suivant pour le symbolisme. En présence d'aucune corrélation on utilise un blanc dans la case correspondante de la matrice de corrélation.

□	Corrélation forte
○	Corrélation moyenne
△	Corrélation faible

Tableau 4-20 Liste des symboles

La figure 4-61 représente le contenu de chaque case de la matrice en ayant retenu des grandeurs de corrélation entre les X et les Y pour les deux cas d'analyse.

L'étape suivante consiste à l'aide de cette matrice de corrélation à calculer les poids des comment en utilisant la grille de poids suivante : (Tableau 4-21).

Symbole	Intensité de corrélation	Poids
☐	Corrélation forte	9
○	Corrélation moyenne	3
△	Corrélation faible	1
	Corrélation nulle	0

Tableau 4-21 Liste des symboles

La méthode de calcul de chaque comment (élément de chaque colonne) consiste à faire la somme des produits des poids des “ Quoi ” et de la valeur affectée à la corrélation (0, 1, 3 ou 9) et ensuite à diviser ce total par 100 (valeur maximale de l'échelle pour l'exemple retenu). Ainsi pour la variable Y(6) le poids arrondi à l'entier le plus proche est égal à :

$$(100 \times 9 + 60 \times 3 + 70 \times 3) / 100 = 12,9$$

A la suite de ces calculs, on rajoute au bas de la matrice de corrélation la valeur des poids et son tracé comme le montre la figure 4-63.

L'étape suivante est destinée à construire le toit de la Maison de la Qualité qui représente en fait la moitié de la matrice de corrélation entre les éléments de la matrice des “ comment ”. On utilise alors un autre symbolisme pour représenter les 4 niveaux de corrélation (positifs et négatifs) définis par jugement collectif d'experts d'une équipe multidisciplinaire (tableau 4-22).

Symbole	Intensité de corrélation
nn	Corrélation négative forte
n	Corrélation négative faible
pp	Corrélation positive forte
p	Corrélation positive faible
	Corrélation nulle

Tableau 4-22 Symboles des corrélations entre les variables Y

L'objectif de cette corrélation est de déterminer le degré avec lequel deux ou plusieurs solutions c'est-à-dire les “ comment ” sont liés ; ou encore la prédiction de la valeur de l'une à partir de la valeur de l'autre. Cette analyse corrélationnelle peut être administrée à des données provenant d'expériences

d'études de cas ou d'observations naturelles mais le plus souvent l'analyse corrélationnelle repose sur des enquêtes.

La maison complétée avec son toit est représentée sur les figures 4-64 (a, b).

4.8 Investissement dans les ressources humaines

4.8.1 Gestion des compétences et formation

Le secteur des travaux publics veille à promouvoir les ressources humaines et à investir dans les compétences de notre pays dans le but de permettre à ces dernières de contribuer au projet du siècle, l'autoroute Est-Ouest.

Dans ce contexte, la mise en œuvre des schémas directeurs routiers et autoroutiers est accompagnée d'un programme de modernisation et de mise à niveau à l'intention des ressources humaines pour assimiler et implanter des techniques et des technologies de réalisation, d'exploitation et de gestion automatisée des travaux et des activités.

Il est question aussi de la formation d'experts à travers un programme conséquent conjointement établi avec l'union européenne et la formation des techniciens et d'ingénieurs du contrôle et du suivi de la réalisation des projets autoroutiers et des spécialistes d'encadrement des écoles et instituts des travaux publics, la préparation de la formation sur le management stratégique avec le lancement de la réalisation d'un institut de gestion des grands projets des travaux publics pour la prise en charge, par les compétences nationales, des futurs grands projets autoroutiers, la formation post-graduée ciblant le traitement de thèmes de recherche appliquée et orientée vers les études de glissement, le comportement des chaussées innovantes, les ouvrages d'art, mais aussi un stage d'immersion au niveau des instituts et des organismes des consortiums spécialisés dans la réalisation des autoroutes et autres stages au sein des bureaux d'études et des laboratoires pour la maîtrise de nouvelles techniques.

150 jeunes ingénieurs, lauréats des différentes universités algériennes, sont recrutés à la faveur du chantier de l'autoroute Est-Ouest cette initiative accompagnée d'une formation sur site et à l'étranger, vise à constituer un réservoir de compétences nationales capables de conduire de grands projets, "L'autoroute Est-Ouest est une école à ciel ouvert mise à profit pour le perfectionnement des ressources humaines qui seront appelées, dès 2010, à la gestion d'autres méga projets tels que la future autoroute des hauts plateaux, les liaisons autoroutières et les ouvrages d'art", Autrement dit, le recrutement de professionnels est ouvert à toutes les catégories spécialisées du secteur des travaux publics.

En somme, l'Algérie désire profiter de l'expérience étrangère, notamment chinoise, japonaise et canadienne dans le domaine des travaux publics et de l'aménagement des infrastructures routières.

La mise en place d'un environnement opérationnel, l'adoption de grilles de salaire incitatives, les conditions matérielles et la transparence des procédures de recrutement ainsi que la dotation des structures en moyens matériels et outils de travail, ont permis le recrutement de plusieurs centaines de cadres hautement qualifiés ainsi que la valorisation des expériences professionnelles et des connaissances de spécialistes et d'experts à la retraite, la mise en place des structures de suivi, de contrôle et de pilotage du programme neuf, la mise aux normes internationales des bureaux d'études et des laboratoires nationaux pour le contrôle et le suivi des travaux et de la qualité des matériaux de réalisation des autoroutes.

Car il est impératif d'investir dans les ressources humaines en formant des compétences algériennes capables de prendre en charge des projets d'envergure du type de l'autoroute Est-Ouest.

C'est ainsi qu'une politique de gestion des carrières et des compétences a été mise en place ; elle s'articule autour de plusieurs axes, comme la présélection et la formation qualifiante de la main-d'œuvre locale au niveau des centres de présélection et de qualification des consortiums chinois CITIC-CRCC et japonais COJAAL mis en place dans le cadre de la réalisation des lots Est, Centre et Ouest de l'autoroute Est-Ouest. Elle prend en compte aussi la formation sur le management des projets et des systèmes informatiques de gestion automatisée et sur les logiciels spécifiques de gestion Primavera et Fusio et d'analyse Physico-financière des travaux mis au point par l'assistance technique internationale Dessau Soprin-ASF.

En effet, le secteur des Travaux publics constitue l'une des branches stratégiques de l'économie nationale, et à ce titre le développement des infrastructures de base constituent un préalable à tout développement économique et social.

L'accord d'association avec l'Union européenne et l'adhésion à l'OMC nous incitent plus que jamais à opérer une mise à niveau de nos entreprises, pour faire face à certains projets majeurs qui exigent un savoir-faire reconnu, une technicité et des moyens techniques adaptés.

Enfin, la poursuite des efforts pour la réalisation des différents programmes constitue un préalable incontournable pour notre pays en vue de le doter d'un territoire équipé, structuré et capable d'attirer l'investissement, de stimuler les activités économiques et de mobiliser les initiatives efficaces et créatrices d'emplois.

Le savoir-faire, il faut l'arracher. Les Japonais ont une technologie de pointe basée sur le guidage satellite. Les opérations sont conduites sur le mode du pilotage automatique par GPS, même en Europe, ce sont des techniques nouvelles. Sachez qu'au moment du lancement de ce mégaprojet, nous avons bien étudié l'outil national. Nous avons vite compris l'inconséquence d'une telle option. Le projet

était trop important. il faut profiter de l'embellie financière pour construire une autoroute aux normes européennes. A présent, nous envisageons de créer une grande école du BTPH pour la conduite et le management des grands projets, des gens opérationnels, pas des bureaucrates.

4.8.2 Mise en place des structures de la DPN

Les actions de mise en place des structures de la Division Programme Neuf (DPN) de l'autoroute EST-OUEST portent sur plusieurs actions établies, à savoir l'aménagement du siège regroupant la DPN et l'assistance à la maîtrise d'ouvrage (AMO), la dotation des structures en moyens matériels et humains nécessaires, la mise en place des documents de fonctionnement qui comportent les journaux chantiers et un recueil des tâches et des responsabilités, la mise en place aussi des systèmes de communication et d'information quotidiens (SIQ), la mise en place des systèmes informatiques de gestion : Primavera et Fusio, l'analyse physique et financière "DQE -Consommation de crédits", la formation des personnels sur le logiciel Fusio, le recrutement de pas moins de 150 ingénieurs lauréats de différentes spécialités telles que les voies et ouvrages d'art, la structure, le génie civil, la géotechnique, issus tous de dix universités et instituts.

Il s'agit également de l'installation des chefs de projet de wilaya, de sections, sous sections, et ingénieurs ainsi que de la mise en place des banques de données centrales et régionales comme représenté dans les figures suivantes.

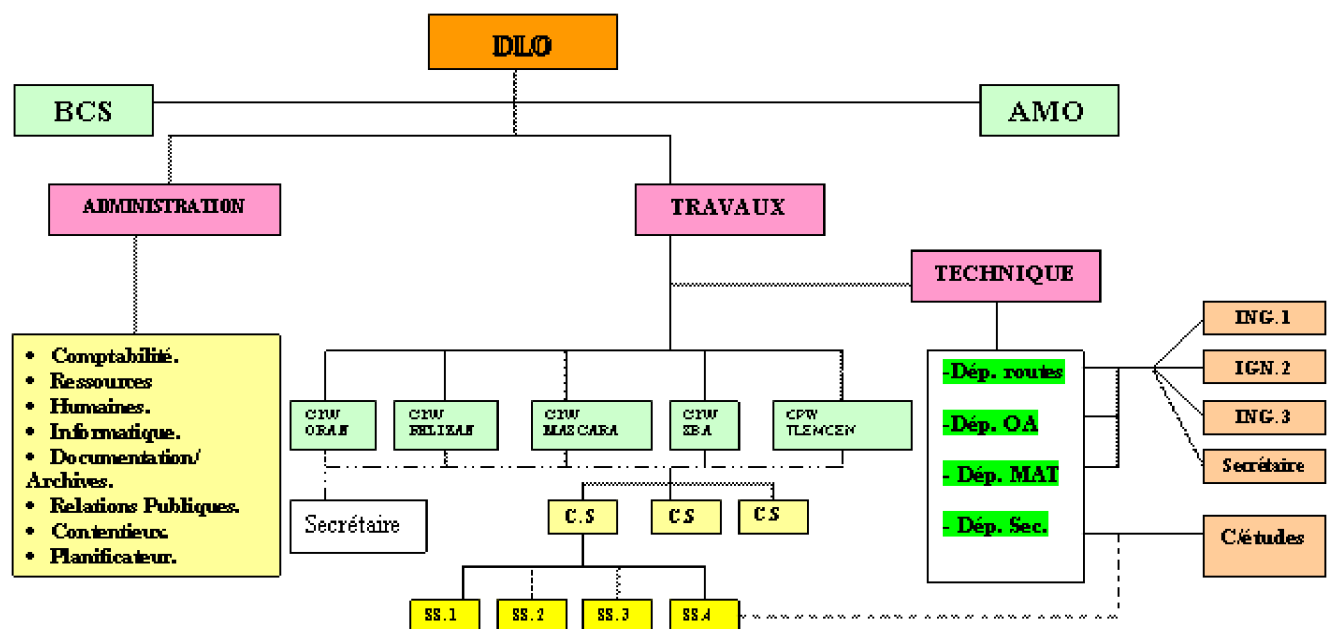


Fig.4-65 Organigramme de la direction du lot ouest

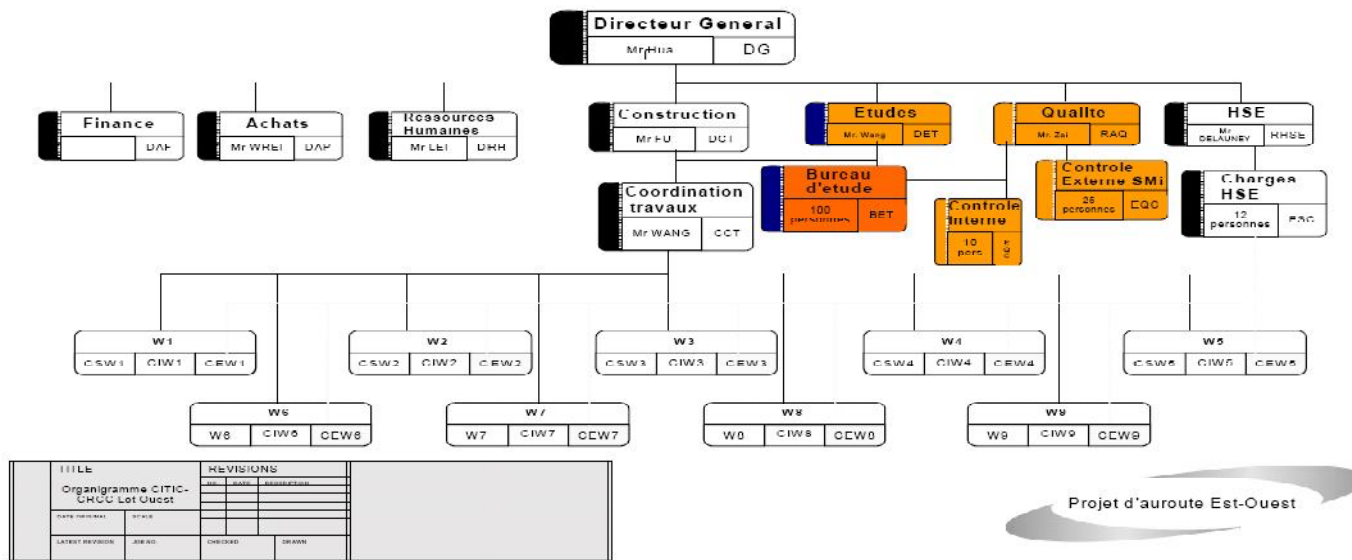


Fig.4-66 Organisation fonctionnel Lot Ouest

4.9 Analyse des Risques

4.9.1 Introduction

Le développement des systèmes industriels de plus en plus complexes s'accompagne de l'occurrence d'événements indésirables. Il est primordial de tenir compte dès la conception de ces événements indésirables afin d'en limiter les conséquences et leur occurrence. L'analyse des risques des systèmes Homme-machine revêt une importance toute particulière. En effet, les opérateurs sont directement exposés aux risques du système. Par ailleurs, en tant que composante du système, leur comportement peut conduire à des événements non souhaités. Les comportements non souhaités des opérateurs peuvent être non intentionnels, il s'agit alors d'erreurs, ou volontaires, c'est à dire des violations.

De manière générale, l'étude du risque est étroitement liée à l'étude de la sécurité. Le but de cette partie est de clarifier la notion de risque, afin d'en dégager les principales composantes. D'après Le Robert /98/, le risque est défini comme suit :

« Le risque est un danger éventuel, plus ou moins prévisible. »

Le risque peut être considéré comme une insécurité potentielle mais le concept de sécurité diffère selon les points de vue. A cet effet, Bjordal en retient trois :

- ✚ Un sentiment ressenti par un individu : il s'agit alors, d'une évaluation subjective,
- ✚ un mode : une situation de travail sera jugée sécuritaire si on n'y observe pas d'accident sur une longue période,

✚ un but ou un objectif : que ce soit pour les individus, les organisations ou plus globalement la société, la sécurité est un objectif à atteindre et qui doit être pris en compte dans les décisions.

On distingue les analyses à priori, effectuées par anticipation, avant la mise en exploitation d'un système, des analyses à posteriori, réalisées après la mise en exploitation et souvent motivées suite à un incident. Les analyses à priori de risques relatives à la sécurité adoptent principalement le troisième point de vue et il s'agit de vérifier que les objectifs de sécurité fixés sont atteints. Le but est donc, de s'assurer que le système n'est pas une source de danger trop importante et que les protections mises en place remplissent correctement leur rôle. Les protections sont des moyens mis en œuvre afin de réduire les risques.

Introduction à la notion de risque, dans le cadre des systèmes Homme-machine

Afin d'approfondir la définition du risque, il est intéressant d'explorer le champ lexical de ce mot, comme le propose Goguelin (Figure 4-67). Ainsi, deux aspects du risque se dégagent :

✚ L'aspect redouté du risque :

Le risque renvoie à la notion de danger, de péril, d'inconvénient auquel un objet ou un individu est exposé. Il s'agit de la conséquence, redoutée, d'un événement ou d'une action.

✚ L'aspect incertain du risque :

Le risque est associé à son caractère éventuel pouvant être le fruit du hasard. Le risque appartient au domaine du possible, du probable.

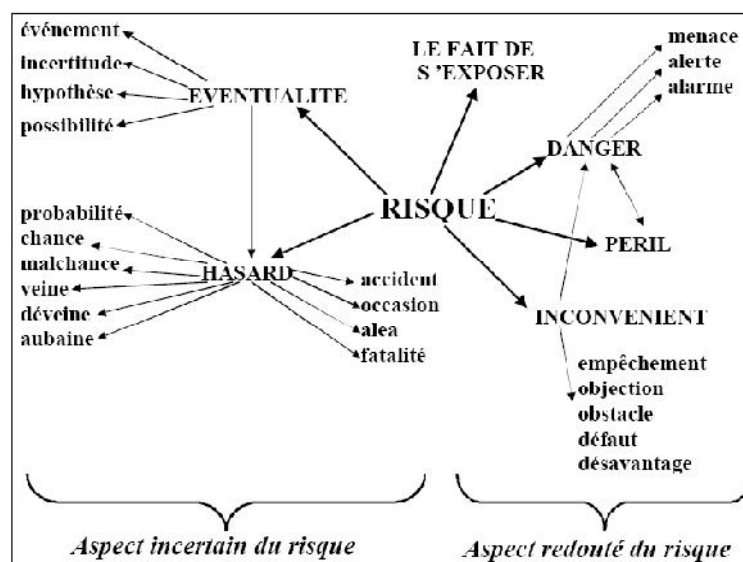


Fig.4-67 Champ lexical du risque d'après Goguelin [30]

Le risque apparaît dans de nombreux domaines, à titre d'exemple on retiendra : la production (risques de panne), l'économie (risques de perte financière) et bien évidemment la sécurité (risques d'accident). Afin de pouvoir comparer plusieurs situations selon leurs risques, il était nécessaire de définir non

seulement la notion de risque mais également des indicateurs pour le quantifier. Ainsi, pour le risque relatif à la sécurité, la norme /NF EN 292-1/ propose comme définition :

« Combinaison de la probabilité et de la gravité d'une lésion ou d'une atteinte à la santé pouvant survenir dans une situation dangereuse ».

La norme /NF EN 1050/ décrit les différents éléments du risque à prendre en compte (Figure 4-68).

Elle précise notamment quels sont les paramètres à considérer pour l'estimation de la probabilité d'occurrence du dommage redouté. Cette probabilité dépend de la fréquence et de la durée d'exposition à la source potentiellement dangereuse. Bien évidemment, il est nécessaire d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'événement dangereux. Cette estimation est ensuite pondérée selon qu'il est possible ou non d'éviter ou de limiter le dommage.



Fig.4-68 Les éléments du risque selon la norme NF EN 1050.

Ce premier aperçu du risque permet d'en dégager les points essentiels, à savoir : les événements conduisant à la situation redoutée, les composantes impliquées dans la genèse de l'événement, les conséquences et les composantes exposées et l'évaluation du risque.

➤ Travaux après l'écart de l'avancement et les impacts

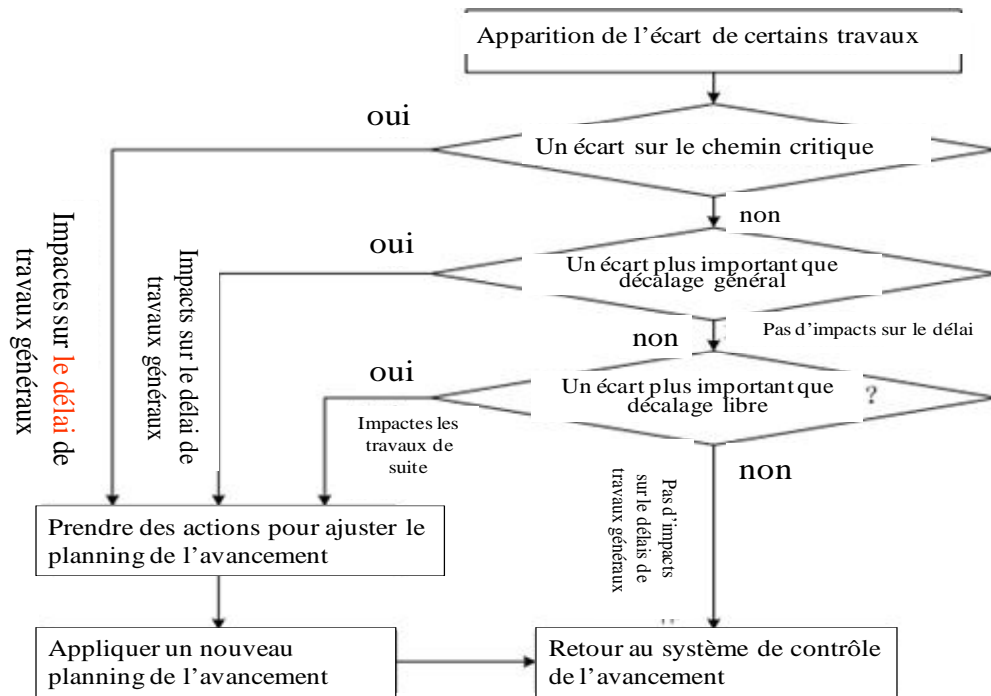


Fig.4-70 Écart de l'avancement et leurs impacts

4.9.2 Méthodologie d'analyse de retard

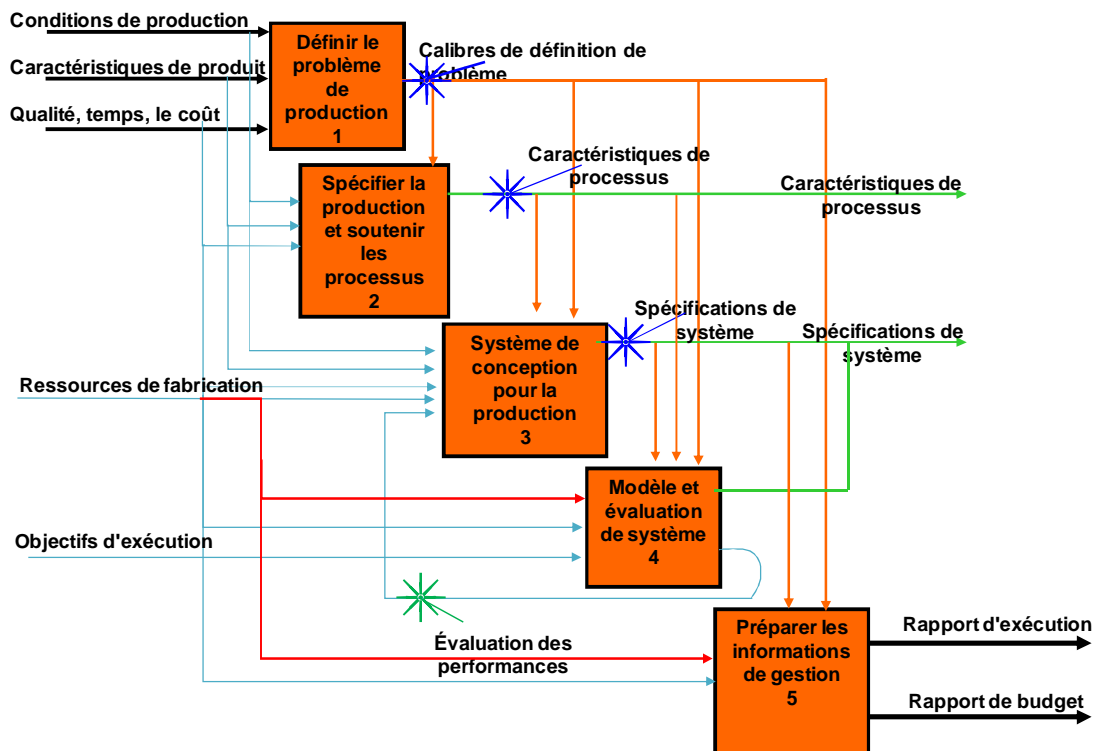


Fig.4-71 Méthodologie d'analyse de retard

4.9.3 Gestion et traitement des produits non-conformes

La présente procédure a pour objet de définir les modalités de gestion et de traitement des produits non-conformes ou autres types de défaillances identifiées dans le cadre du contrôle interne, externe ou d'observation du contrôle extérieur.

Cette procédure a pour objet de définir la méthodologie utilisée par CITIC CRCC, afin de formaliser les modes opératoires d'exécution des contrôles et des essais exigés aussi bien pour le contrôle interne que pour le contrôle externe. Les contrôles et les essais peuvent être réalisés au laboratoire et in situ. CITIC CRCC fera appel en cas de besoin et quand c'est spécifié à des organismes de contrôles ou des laboratoires externes.

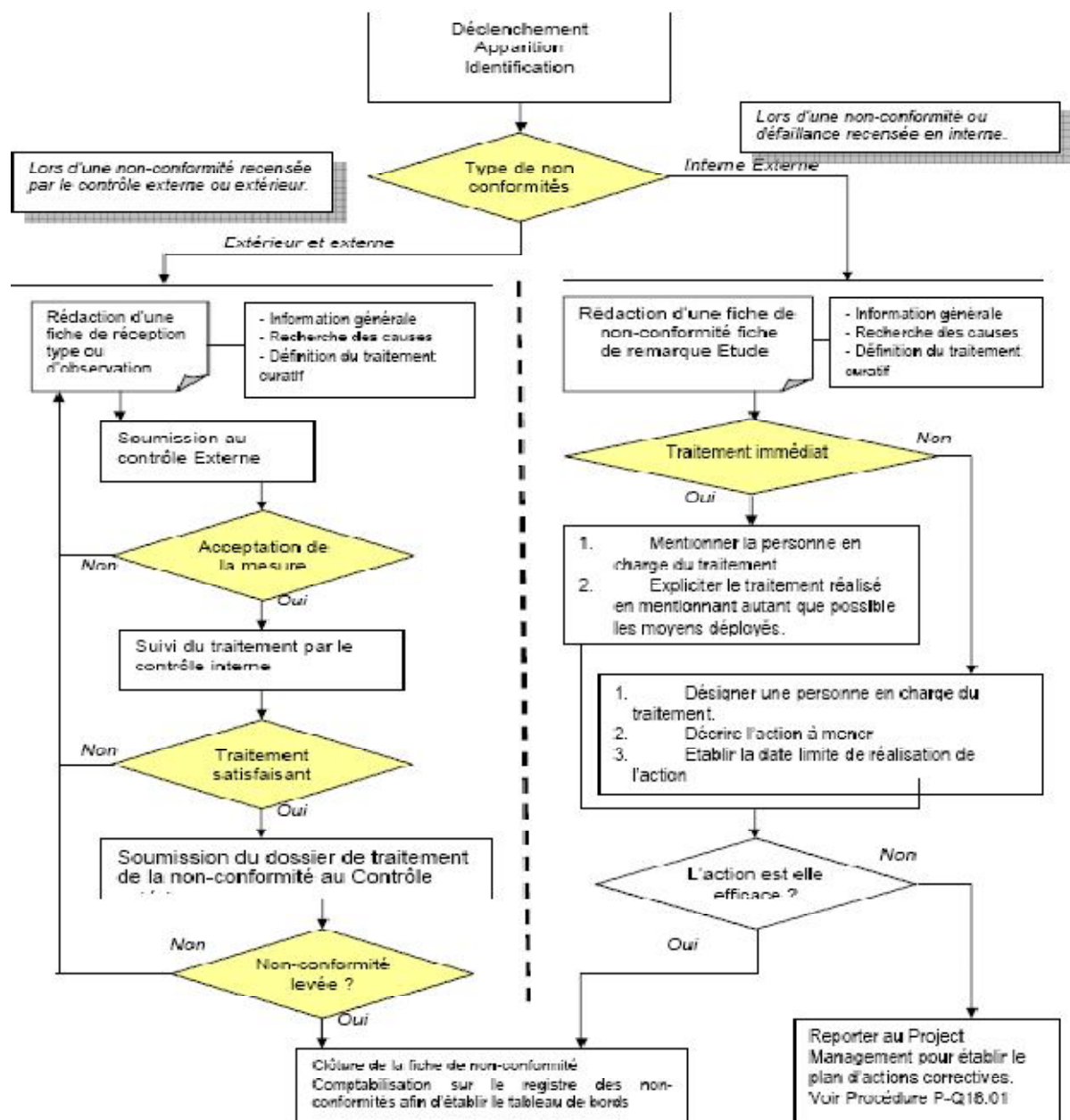


Fig.4-72 Gestion et traitement des produits non-conformes

4.9.4 Sécurisation des travaux au niveau des chantiers

La sécurisation des travaux et des chantiers est assurée grâce aux actions permanentes établies ; celles-ci se basent sur la sécurité active et passive des travaux sur les chantiers, sur le planning hebdomadaire des activités et des travaux des groupements, élaboré selon un canevas arrêté et qui est transmis aux wilayas une semaine avant et sur le planning d'activités 24h/24.

L'opération de sécurisation porte aussi sur le contrôle et la vérification périodiques des dispositifs de sécurité passive des bases de vie des consortiums.

4.10 Influence des conditions intérieures sur la pérennisation du système

4.10.1 Influence de la régie du projet sur la pérennisation du système

Comme pendant la construction, la régie était très sévère, la qualité de ce projet avait une grande assurance. Le niveau de la qualité est constatée comme 'fameuse', depuis l'usage de cette ingénierie, la situation physique de cette autoroute est toujours bonne, selon l'analyse de la qualité maintenant, on n'aura pas besoin de grande réparation d'ici 15 ans, ainsi l'autoroute peut toujours offrir de bon service et on diminue les frais d'entretien, le prix de revient pour le transport s'abaisse.

4.10.2 Influence du génie intérieur sur la pérennisation du système

Le système de contrôle sur l'autoroute fait partie du système de génie de l'autoroute, il fonctionne, et il est un outil très important pour le maintien de la route. On prévoit que ce système qui recueille les données régulièrement va fonctionner très bien. Il y a de l'équipement de génie et de maintien assez mécanisé sur l'autoroute, qui peut fonctionner pendant longtemps, et qui peut ainsi satisfaire à la demande de génie et de maintien prévu au début de l'autoroute. Les règles provisoires sur le fonctionnement du système de taxer avec des cartes et celles des communications et des détecteurs sont édictées par la société de l'autoroute, ces règles promettent que l'équipement électronique puisse fonctionner normalement.

4.10.3 Influence des frais de péage routier sur la pérennisation du projet

Cette autoroute est l'une où on doit payer pour passer, c'est éprouvé par le Conseil des Affaires d'État. La recette des frais de passer augmente tous les ans, on ne voit pas de risque maintenant, on peut assurer les frais de maintien nécessaires, le remboursement du prêt, et le développement complet de l'autoroute. En même temps, le tarif des frais de cette autoroute est assez bas en comparaison avec celui dans les autres régions de notre pays, on fait des enquêtes avec les usagers, ils sont assez satisfaits, on dit que ce tarif est acceptable.

4.10.4 Influence de la réévaluation de la qualité des travailleurs sur la pérennisation du projet

On donne des formations aux travailleurs de cette autoroute, pour développer leurs qualités, on a bien choisi le contenu de la formation, par conséquent, les personnes et les établissements concernés en bénéficient beaucoup. Les travailleurs qui ont reçu les formations ont déjà commencé à travailler pour les autres projets de construction, pour le design, la régie, le fonctionnement des autres autoroutes, et cela aura une grande influence sur l'édification moderne des routes de l'Algérie.

4.10.5 Méthode d'évaluation de la durabilité du projet autoroutier

Lors de l'achèvement du projet, il faut adopter une évaluation durable, une sorte de prévision en particulier, c'est-à-dire, prévoir l'avenir du projet à partir d'expériences acquises, les connaissances et les facultés nécessaires. Avec cette méthode, la conception d'un « cadre logique » est un moyen pragmatique qui permet d'établir et d'expliquer le but à long-terme, les rendements, les productions, les investissements de mesures ainsi que les conditions et risques relatifs. Cette analyse est déterminée par l'achèvement des investissements externes (même si certains projets ont besoin que l'on injecte davantage d'investissements après l'évaluation)

Lors de la conception et l'établissement de nouveau cadre logique, il est nécessaire de modifier et analyser le cadre logique existant afin de vérifier les investissements, les productions, les conditions et les risques relatifs. Étant l'analyse durable de la post-évaluation, cette analyse doit suivre l'ordre à l'envers du cadre logique en concentrant sur le rapport des effets et ses causes du projet. Les étapes sont les suivantes :

Étape 1 : Établir le flux des bénéfices réels en tout temps ;

Étape 2 : Établir le flux des productions réelles en tout temps ;

Étape 3 : Établir les mesures et un programme incluant les mesures adoptés ou en cours d'adoption par les parties du projet et l'adoption des mesures sous les contextes ;

Étape 4 : Vérification des investissements selon le plan ;

Étape 5-10 : Selon les facteurs principaux de l'évaluation durable (les problèmes, les demandes, les buts de toutes parties ; les politiques des départements concernés, la capacité des institutions, les technologies, les situations financières et les effets environnementaux, etc.), vérifier la réévaluation des conditions et risques du projet afin d'identifier les rapports cause-effet entre la réalisation du projet, les facteurs durables déterminés à l'étape de conception et les rendements effectifs.

Lors de l'analyse, il faut souligner les facteurs « durables » du projet, dans lesquels certains sont intervenus obligatoirement (par exemple, les facteurs externes, les facteurs environnementaux et

écologistes, certaines interventions administratives), les autres sont pris en tenant compte des conditions locales (par exemple les facteurs socioculturels, les institutions locales et les conditions socioculturelles) tandis que les autres sont les facteurs en matière de la conception du projet (par exemple, les facteurs institutionnelles, techniques et financières.)

L'innovation de ce cadre logique de l'analyse durable porte à rajouter l'analyse sur les facteurs diversifiés et les contenus dans le groupe des buts fixés lors de la discussion de différences et proposer une méthode d'analyse de « l'arborescence des problèmes » et « l'arborescence des buts ». La comparaison de « l'arborescence des buts » avec les « buts » fixés donne naissance d'une « arborescence des différences », ce qui représente les différences principales entre les activités du projet.

L'analyse des différences se déroule en 3 étapes :

- 1) analyse des institutions afin de vérifier les acteurs principaux et leur capacité, ressource et limite de pouvoir
- 2) analyse des problèmes afin de vérifier les points de vue et les intérêts des acteurs ;
- 3) analyse des mesures et des objectifs afin de vérifier les intérêts des acteurs dans le projet précisé, ce qui permet d'identifier les différences et de tirer les conclusions

De cette façon, l'analyse peut identifier les facteurs mentionnés ci-dessus et distinguer les différences entre les facteurs structurels (c'est-à-dire les facteurs internes dans le système de gestion) et les facteurs de comportement (la responsabilité de prendre la décision et exécuter par les acteurs) ainsi que les effets en chaîne provoqués par les autres acteurs.

4.10.6 Évaluation des résultats du projet de construction autoroutier

Tout les effets provoqués, directement ou indirectement, par le projet de construction sur l'économie, la communauté et l'environnement de la région concernée sont considérés comme les « effets externes » ou « influences externes » du projet. L'évaluation et le calcul des « effets externes » sont particulièrement importants car beaucoup de détails sur les rendements et dépenses indirects seront ignorés si l'estimation et la description sur les « effets externes » ne sont pas précisées lors de la pré-évaluation. De plus, par rapport à la pré-évaluation, l'évaluation des « effets externes » de la post-évaluation est plus facile car ce sont les effets faire qui facilitent le calcul ou l'estimation. L'évaluation sera effectuée selon deux catégories : l'effet socio-économique et l'effet environnemental.

4.10.7 Influence des conditions extérieures sur la pérennisation des objectifs du projet

a) L'influence de la situation économique globale de la société sur la possibilité de continuer le but

L'enquête de l'économie de la société montre que, cette autoroute est déjà devenue l'équipement fondamental nécessaire pour améliorer l'environnement d'investissement, pour la politique de réforme et d'ouverture, et pour développer l'économie sur l'extérieur. Ce projet a une grande influence sur le développement de l'économie des régions le long de la ligne, sur les deux côtés de cette route, on va construire des zones d'exploitation de la technique et de l'économie, et au fur et à mesure, il y a une zone d'industrie au bord de l'autoroute, et cette zone est déjà devenue la clé de développer l'économie des régions le long de la ligne. Cette autoroute a déjà atteint le but de pousser l'économie de la société à se développer, et elle va faire une influence plus grande comme la clé du développement de l'économie sociale. En même temps, avec le développement des zones influencées par l'autoroute, le nombre du trafic va continuer à augmenter.

b) l'influence des réseaux routiers nationaux et régionaux sur la possibilité de pérenniser les objectifs

La pratique montre que, ce projet a déjà atteint le but de perfectionner le réseau national et régional, d'améliorer la situation du trafic, et d'élever la capacité d'accueillir les voitures. Elle occupe une place très importante dans le projet du développement des routes principales nationales. Maintenant, les routes principales nationales et les réseaux régionaux vont être reliés avec cette autoroute, et ils vont ensemble améliorer la situation du trafic des routes principales et élever la capacité d'accueillir les voitures. À ce moment là, le nombre du trafic influencé par l'autoroute va beaucoup augmenter!

c) L'influence du développement du transport routier sur la possibilité de pérenniser les objectifs

Selon la situation actuelle, on prévoit que d'ici 20 ans, avec le développement de l'économie sociale et celui des réseaux régionaux, le nombre du trafic de cette autoroute va connaître un plus grand développement, sur la fondation du développement de transport, l'affaire du transport des autoroutes inter-régions va connaître un grand développement.

Avec le développement rapide du transport de l'autoroute, le nombre du transport va partager plus justement entre les routes et les voies ferrées, on peut attendre la pression du transport des voies ferrées se diminuer, les routes de 200 km, elles vont avoir un effet de dérivation.

d) l'influence du système de contrôle sur la possibilité de pérenniser les objectifs

On a fait des recherches sur la réforme du système de construction et de contrôle pendant la construction de l'autoroute, on a organisé une équipe de direction pour diriger la construction et pour

solutionner les problèmes importants, en même temps, on a établi une société unie de cette autoroute, et pour la 1ere fois, on emploie le système de personne morale dans la construction des routes dans notre pays, la personne morale prend la responsabilité du début jusqu'au la fin, par exemple, la construction, le fonctionnement, le remboursement du prêt, en ce cas là , on peut mieux organiser la construction et la gestion.

e) L'influence des règles et des politiques sur la possibilité de pérenniser les objectifs

Au début de cette construction, le gouvernement a édicté 'le code de régie des routes', dans ce code, il y avait des axes et des articles, des politiques, ils ont fait une influence active à la construction de cette autoroute.

4.11 Conclusion

Le projet de construction routière a pour but de présenter aux véhicules des conditions de roulement plus faciles, plus fluides, plus sûres et plus efficaces, de baisser les coûts de transport, de promouvoir le développement économique au long de l'autoroute en améliorant les conditions de transport. La durabilité signifie qu'après la mise en services du projet, pendant une période donnée, la gestion d'exploitation se développe sans difficulté en s'approchant du but fixé. L'évaluation de la durabilité est basée sur l'évaluation de la capacité de maintenir un service de haut niveau pendant la durée de l'exploitation.

Il convient donc de bien mesurer l'importance ces projets sur une base d'étude large et solidement étayée. Son ambition doit répondre aux attentes de la collectivité et de la grande majorité des acteurs impliqués, en proposant des choix clairs, objectifs et pertinents.

Ces procédures visent à assurer une plus grande transparence, une concentration plus poussée en associant relativement tous les partenaires multiples aux choix des grandes composantes et option de ce type de système.

Dans ce contexte, management de l'ingénierie de système, On est amené à concevoir et organiser toutes les études de son système dans un respect strict des procédures existantes qu'elles soient administratives, techniques ou financières. Ces procédures concernent l'ensemble des actions à accomplir pour permettre à un système, constitué à l'origine par une idée représentative d'un besoin exprimé, d'atteindre un stade de réalisation physique et fonctionnel.

Le système management modernisé des autoroutes contrôle et gère le trafic par la collecte aux stations de péage et l'état des routes par application d'installations électroniques, avancées et modernisées. Il comprend le système électronique, ceux de télécommunication, de surveillance et de collecte.

Finalement les nombreuses pratiques domestiques et étrangères ont déjà prouvé que les avantages de l'autoroute, tels que la rapidité, la facilité, la commodité, la sécurité et l'économie, ne peuvent être mis en œuvre pleinement sans appliquer scientifiquement la série des moyen modernes du management de l'ingénierie, et de mener le système management de sécurité de trafic d'autoroute d'une façon centralisée, unifiée et effective. La vitesse de circulation étant élevée, la capacité du trafic est importante, il faut établir un système légal différent de celui des routes ordinaire, organiser des cellules centralisées, unifiée et effective et mener un système de management moderne. Et seulement dans ce cas-là, les autoroutes peuvent démontrés leur particularité, déployer leur grande potentialité d'un moyen de trafic moderne, et créer un bon environnement de trafic pour le développement de l'économie nationale.

Conclusion générale

Management de l'ingénierie du système de l'autoroute, dont l'objet est un processus décidant, planifiant, organisant et contrôlant toutes les activités et les composantes pendant leur cycle de vie. Vu le parcours de la construction, exploitation, gestion et entretien de l'autoroute, management de l'ingénierie est définie au sens large ou au sens étroit. Le premier est une management couvrant le parcours total qui consiste en le travail de préparation d'ouvrage, le processus de la construction et l'estimation après les travaux. Cela fait l'objet du macro-contrôle du système avec un certain sens d'administration ; le dernier constitue une management des activités concrètes (par exemple, établissement d'une organisation de la gestion des travaux, le travail fondamental de la gestion des travaux, la gestion de la qualité, des matières et des matériels, de la technique, du prix de revient, etc.) pendant tout le parcours de préparation de l'ouvrage à la réception. Celui est une management micro-économique que des divers sujets de l'intérêt exercent sur les activités économiques concernant la construction de l'autoroute.

Gérer et exploiter des autoroutes sont deux choses nouvelles pour l'Algérie. L'exploitation et la gestion de leur réseau autoroutier sont les conséquences directes des réformes liées à l'investissement et la construction.

L'exploitation et la gestion, c'est de mettre en gestion des activités de l'exploitation, à savoir, planifier, organiser, diriger, contrôler et encourager les activités de l'exploitation.

Les activités du système peuvent être divisées en deux parties. L'une, c'est l'activité interne pour l'organisation de l'exploitation et de la production, y compris organiser, diriger, surveiller, concorder, contrôler les activités d'exploitation des entreprises d'après les lois naturelles et économiques. L'autre, ce sont les activités diverses concernant l'exploration de marché et le travail de marketing, y compris le financement, l'approvisionnement de diverses matières de l'exploitation, le recrutement des employés, l'affichage et la propagande, l'investigation et la prévision de marché, le service technique, l'exploitation de capital etc. on ne peut atteindre l'objectif préfini et s'adapter au changement du marché qu'en combinant organiquement les sortes d'activités.

Vu que la post-évaluation du projet routière a démarré récemment en Algérie, nous ne disposons pas assez d'expériences. Les études sur l'évaluation de la durabilité du projet ne sont pas suffisantes. Nous devons, en respectant les principes du développement durable, approfondir les études sur le contenu, les indices et les méthodes de l'évaluation de la durabilité du but du projet afin de compléter les théories de la post-évaluation.

Beaucoup d'éléments peuvent imposer une influence, tels que les facteurs externes y compris le développement socio-économique, les institutions de management de l'ingénierie, la situation du réseau routier, la construction des installations secondaires, les politiques et les règlements ainsi que les facteurs internes y compris le régime de fonctionnement, management de l'ingénierie du système interne, la qualité de services, les péages, la santé d'exploitation, etc. Nous devons, à partir de l'évolution de ces conditions et leurs effets sur la durabilité du système, adopter un régime de management plus efficace en innovant les technologies, baissant les coûts d'exploitation et améliorant les rendements économiques et les services.

Un des problèmes les plus confondus avec des programmes de développement de petit, moyen, ou grand système peut simplement fournir un système, un produit, ou un service sans défaut latent dans les délais, dans le budget, et réalise un bénéfice.

Le schéma du système autoroutier, s'articule d'une part autour des éléments structurants de l'infrastructure, de son environnement et d'autre part autour des éléments nécessaires pour assurer la dynamique du système. Les capacités futures du réseau économique du pays reposent sur le fonctionnement du système autoroutier, à sa mise en service. L'option de péage retenue comme mode de perception permettra l'entretien et l'exploitation de l'autoroute durant le restant de son cycle de vie et de son développement.

L'évolution, sans cesse croissante, du besoin de mobilité de la population et l'augmentation du parc automobile, conditionnera le trafic. Ce dernier reste une donnée essentielle pour l'évaluation de l'adéquation des infrastructures du réseau routier aux besoins socio-économiques du pays.

Finalement, on peut dire que, l'autoroute est le choix absolu pour la procédure de la modernisation de l'Algérie. C'est favorable pour casser les divisions administratives, former l'intégration de l'économie nationale ayant des bénéfices économiques de la collaboration. C'est favorable pour les villages d'être rayonnés par les villes centrales, d'accélérer le pas de la réforme et l'ouverture; elle est favorable pour les régions du Centre et de l'Ouest de se connecter avec la région de l'Est, d'accélérer le pas de développement des régions ensemble. C'est bien pour l'exploitation des ressources du tourisme, développer le secteur tertiaire, accélérer l'urbanisation de la campagne aux alentours de la route.

Résumé

Ce document est un outil pour les gestionnaires de transports en Algérie d'une manière générale et du transport routier d'une manière spécifique désireux de réfléchir à leur approche de management ingénierie et à la manière de gérer leur démarche d'intégration des technologies de l'information des communications (TIC) et du management de l'ingénierie de système. Il vise à sensibiliser les membres de la direction de transport à une approche systémique fondée sur un leadership partagé, dans une vision systémique où chacun des acteurs et des membres des différents groupes d'intérêt a un rôle à jouer.

Le processus de management de l'ingénierie de système peut être défini comme une démarche rationnelle par laquelle les ressources de l'Autoroute Est-Ouest (humaines, matérielles, physiques et financières) sont coordonnées en vue de réaliser les objectifs de conception de réalisation de gestion et aussi de répondre le mieux possible aux besoins des clients et d'utilisateurs de ce projet . On peut affirmer que la principale préoccupation du manager du système est de rechercher sans cesse l'efficacité et même l'efficience de l'autoroute par une gestion appropriée de toutes ses ressources.

Mots clés : Autoroute Est-Ouest, Management de l'ingénierie de système, Analyse fonctionnelle

Abstract

This document is a tool for the managers of transport in Algeria, generally and the road transport in a specific, way eager to think of their approach of engineering management, and with the manner of managing, their step of integration of information technologies of the communications (TIC) and system engineering management. It aims at sensitizing the members of the direction of transport to a systemic approach, founded on a shared leadership, in a systemic vision where each the actors and member of the various lobby's has a role to play.

The process of system engineering management can be defined like a rational step by which the resources of the East-West Motorway (human, material, physical and financial) are coordinated in order to carry out the objectives of design of realization of management and also to meet the best possible one the customer requirements and for users of this project. One can affirm that the principal concern of the manager of the system is to unceasingly seek the effectiveness and even the efficiency of the motorway by a suitable management of all its resources.

Key words: East-West motorway, system engineering management, Analyzes functional

ملخص

هذا البحث هو أداة لجل المسيرين في مجال النقل بالجزائر بطريقة عامة والنقل عبر الطرقات السريعة بصفة خاصة. الراغبين في التفكير والتطوير في منهجية الإدارة الهندسية وكيفية إدارتها وإدماجها ضمن تكنولوجيا المعلومات والاتصال وإدارة النظم الهندسية. والهدف منه تثقيف أعضاء إدارة النقل على المنهاج القائم على القيادة المشتركة لرؤية شاملة لمختلف المصالح.

ويعتبر نظام إدارة الهندسة العملية كمنهج عقلاي يتم من خلاله التنسيق بين الموارد البشرية المادية والمالية منها فيما يخص الطريق السريع شرق-غرب لتحقيق أهداف إدارة تصبو إلى تلبية احتياجات عملاء ومستخدمي هذا المشروع وكذا استمرارية كفاءة وفعالية هذا الأخير من خلال إدارة مناسبة

الكلمات المفتاحية:

الطريق السيار شرق-غرب، نظام الإدارة الهندسية – التحليل الوظيفي

Liste des figures

Figure 1-1 : Structure hiérarchique

Figure 1-2 : Structure de réseau

Figure 1-3 : Principes fondamentaux de système ouvert

Figure 1-4 : Le processus systémique

Figure 1-5 : Cadre de processus de cycle de vie d'un système ingénierie

Figure 1-6 : La chaîne des systèmes et le fonctionnement

Figure 1-7 : Les événements principaux pendant la vie du système

Figure 1-8 : Le processus de cycle de vie de système

Figure 1-9 : Exemple de décomposition du système en sous système et en éléments

Figure 1-10 : Degrés de complexité d'un système

Figure 1-11 : La gestion de l'environnement pendant les travaux

Figure 1-12 : Environnement et frontière du système

Figure 1-13 : Systems Engineering Management

Figure 1-14 : Le Processus du Systems

Figure 1-15 : Activités de vérification

Figure 1-16 (a) : Couverture des types de processus par les normes d'ISM

Figure 1-16 (b) : Couverture du cycle de vie système par les normes d'ISM

Figure 1-17 : Processus, méthodes et outils en ingénierie système

Figure 1-18 : Les éléments d'ingénierie des systèmes

Figure 1-19 : Trois activités de SEM

Figure 1-20 : Le niveau supérieur de la production du System Engineering

Figure 1-21 : Les différentes relations le long du cycle de vie d'un système

Figure 1-22 : Les environnements du management de l'ingénierie des systèmes

Figure 1-23 : Les boucles de l'organisation

Figure 1-24 : Structure organisationnelle

Figure 1-25 : Relation entre les SEM et le SEMP

Figure 1-26 : Centre de décision

Figure 1-27 : Centre de répartition

Figure 1-28 : Équipe de management d'un grand projet

Figure 1-29 : Schéma démonstrative de la responsabilité

Figure 1-30 : Les tâches du manager

Figure 1-31 : Système de coordination

- Figure 1-32** : la relation entre les facteurs du management de l'ingénierie des systèmes
- Figure 1-33** : L'analyse fonctionnelle et la commande
- Figure 1-34** : Méthodologie d'analyse des risques du système
- Figure 1-35** : Les Points d'intervention de réduction de risque
- Figure 1-36** : la méthodologie recommandée pour la réduction de risque
- Figure 1-37** : les commandes techniques primaires et les rapports entre eux
- Figure 1-38** : Commandes mises en application et risque résiduel
- Figure 1-39** : Méthode d'Analyse des risques
- Figure 1-40** : Chances de succès du système
- Figure 1-41** : Le pilotage du système
- Figure 2-1** : Couplage de la croissance économique et de la charge environnementale
- Figure 2-2** : Les trois dimensions de la durabilité
- Figure 2-3** : Les différentes notions de développement
- Figure 2-4** : Longueur des autoroutes réalisées pour différents pays en 2009
- Figure 3-1 (a)** : Répartition du trafic de la SNTF par segment de marché en 2009 en pourcentage des volumes de trafic
- Figure 3-1 (b)** : Répartition du trafic de la SNTF par segment de marché en 2009 en pourcentage des recettes de trafic
- Figure 3-2** : Développement des réseaux ferrés en Algérie
- Figure 3-3** : Evolution du trafic ferroviaire de 1990 à 2004
- Figure 3-4** : Productivité du secteur ferroviaire Algériens une comparaison régionale
- Figure 3-5** : Trafic dans les ports Algériens en 2004
- Figure 3-6** : Evolution du trafic dans les ports Algériens ,1994-2004
- Figure 3-7** : Trafic de conteneurs dans les ports Algériens en 2004
- Figure 3-8** : Mouvements d'avion dans les aéroports Algériens en 2004
- Figure 3-9 (a)** : Evolution du trafic d'Air Algérie, 1996-2004 Trafic passagers
- Figure 3-9 (b)** : Evolution du trafic d'Air Algérie, 1996-2004 Coefficient de remplissage
- Figure 3-10** : Etat du réseau routier Algérien en 1995 et 2003
- Figure 3-11** : Extension de grands axes de transports dans l'espace euro-méditerranéens
- Figure 3-12** : Le développement continental des autoroutes en Afrique
- Figure 3-13** : Développement des réseaux routiers en Algérie
- Figure 4-1** : Les emplois générés par L'Autoroute Est Ouest en 2010
- Figure 4-2** : Agrégats et autoroute Est-Ouest
- Figure 4-3** : Évolution des approvisionnements- Horizon 2011

Figure 4-4 : Les moyens utilisés pour faire une carte-relief

Figure 4-5 : Une carte-relief de l'Autoroute EST-OUEST

Figure 4-6 : Les technologies de l'information pour le terrassement

Figure 4-7 : les bilans économiques d'Autoroute est ouest

Figure 4-8 : Les bilans : financement privé d'Autoroute est ouest

Figure 4-9 : Les bilans : financement mixte d'Autoroute est ouest

Figure 4-10 : Le point d'équilibre ou seuil minimal passe

Figure 4-11 : Plan d'Assurance Qualité

Figure 4-12 : Les causes des accidents pour les différents cas

Figure 4-13 : Organigramme des mesures de sécurité de la circulation sur autoroute

Figure 4-14 : Marquage des voies à haute visibilité

Figure 4-15 : Marquage des voies en relief

Figure 4-16 : Chaussée innovante

Figure 4-17 : Chaussée à revêtement superficiel mince

Figure 4-18 : Glissière de sécurité médiane renforcée contre l'empiètement sur la voie opposée

Figure 4-19 : Aire de changement des chaînes

Figure 4-20 : Panneaux d'avertissement pour les conducteurs

Figure 4-21 : Processus principal de construction d'autoroute

Figure 4-22 : Gestion de l'environnement pendant le cycle de vie

Figure 4-23 : zonage du parc national d'el-kala

Figure 4-24 : Amélioration de la sécurité par temps de pluie

Figure 4-25 : Réduction du bruit (Effet secondaire)

Figure 4-26 : système d'entretien routier

Figure 4-27 : Montées et points bas

Figure 4-28 : Entrées de tunnel

Figure 4-29 : Encombrement au niveaux des échangeurs

Figure 4-30 : Mesures pour alléger les encombrements sur l'autoroute et les routes à péage

Figure 4-31 : Efforts contre les encombrements de la circulation

Figure 4-32 : Gestion des informations sur la circulation

Figure 4-33 : Information sur la circulation utilisant les TI

Figure 4-34 : Dispositif de télépéage (ETC)

Figure 4-35 : Echangeur intelligent (Télépéage + Aire de Service)

Figure 4-36 : système gestionnaire modernisé

Figure 4-37 : Le schéma du système de péage sur l'autoroute

Figure 4-38 : Le processus de la liquidation

Figure 4-39 : Le système de la gestion de péage

Figure 4-40 : Le système de la gestion des cartes de passage

Figure 4-41 : Le système de la gestion des cartes de passage

Figure 4-42 : Le système de la gestion des cartes de passage

Figure 4-43 : La présentation du système de pesée

Figure 4-44 : L'organisation du système

Figure 4-45 : Le schéma d'opération

Figure 4-46 : Gestion des équipements de Sécurité des Tunnels

Figure 4-47 : Gestion des équipements des Tunnels

Figure 4-48 : Réaction rapide face aux sinistres (a)

Figure 4-49 : Réaction rapide face aux sinistres (b)

Figure 4-50 : Destruction de débris de ciment jusqu'à ce qu'ils soient assez petits pour être recyclés.

Figure 4-51 : Organisation du contrôle et suivie Lot Ouest

Figure 4-52 : Frais de construction et installation

Figure 4-53 : Exemple de RBS

Figure 4-54 : RBS de l'autoroute Est-Ouest

Figure 4-55 : RBS après Allocation de l'autoroute Est-Ouest

Figure 4-56 : Analyse fonctionnelle du système l'autoroute EST-OUEST

Figure 4-57 : Les sous système de l'autoroute et leur décomposition

Figure 4-58 : Architecture du système autoroute EST-OUEST

Figure 4-59 (a) : La matrice d'allocation

Figure 4-59 (b) : Construction de la Maison de la Qualité

Figure 4-60 : Les différentes composantes la maison de la Qualité

Figure 4-61 (a) : Corrélations entre les grandeurs X et Y

Figure 4-61 (b) : Corrélations entre les grandeurs X et Y

Figure 4-62 : Corrélations entre les grandeurs X et Y

Figure 4-63 : grandeurs fictives de corrélation entre les X et les Y

Figure 4-64 (a) : La maison complétée avec son toit

Figure 4-64 (b) : La maison complétée avec son toit

Figure 4-65 : Organigramme de la direction du lot ouest

Figure 4-66 : Organisation fonctionnel Lot Ouest

Figure 4-67 : Champ lexical du risque d'après Goguelin

Figure 4-68 : Les éléments du risque selon la norme NF EN 1050.

Figure 4-69 : Les différentes interactions du risque.

Figure 4-70 : Écart de l'avancement et leurs impacts

Figure 4-71 : Méthodologie d'analyse de retard

Figure 4-72 : Gestion et traitement des produits non-conformes

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Description des activités liées à chacune des phases du cycle de vie des produits

Tableau 1.2 : Résumé des principales informations concernant les normes de l'ingénierie système

Tableau 1.3 : Comparaison approches analytique et systémique

Tableau 1.4 : Les éléments d'ingénierie des systèmes

Tableau 2.1 : Statistique des lignes du transport dans certains pays développées

Tableau 2.2 : Largeur de la bande centrale d'autoroute

Tableau 3.1 : Etat du réseau routier en Algérie et comparaison régionale

Tableau 3.2 : Le programme quinquennal 2005-2009

Tableau 4.1 : Consistance physique de l'autoroute Est-Ouest et sa répartition par lot

Tableau 4.2 : Consistance physique par lot de l'autoroute Est-Ouest

Tableau 4.3 : Les emplois générés par L'Autoroute Est Ouest en 2010

Tableau 4.4 : Le programme d'approvisionnement prévisionnel En matériaux de construction

Tableau 4.5 : Programme d'approvisionnement prévisionnel par lot

Tableau 4.6 : Programme prévisionnel des matériels d'exécutions

Tableau 4.7 : Gites d'emprunt, carrières et zones de dépôt

Tableau 4.8 : Programme des Travaux Publics (2007 - 2011)

Tableau 4.9 : Les besoins de l'autoroute en produits pétroliers

Tableau 4.10 : La répartition des lots selon les entreprises de réalisations

Tableau 4.11 : Planning d'exécution des travaux de l'Autoroute EST OUEST

Tableau 4.12 : Planning des bilans économiques

Tableau 4.13 : Planning des bilans financiers

Tableau 4.14 : Le zonage environnemental de l'Autoroute EST-OUEST

Tableau 4.15 : Liste des Besoins du client

Tableau 4.16 : Liste des "Quoi" et des "Comment"

Tableau 4.17 : Enchaînement des “Quoi” et des “ Comment ”

Tableau 4.18 : Liste des “ Quoi ” et leurs poids

Tableau 4.19 : Liste des “ Quoi 2” et leurs poids

Tableau 4.20 : Liste des symboles

Tableau 4.21 : Liste des symboles

Tableau 4.22 : Symboles des corrélations entre les variables Y

Liste des photos

Photo 2-1 : Bifurcation de Huai’an

Photo 2-2 : Bifurcation de Chuzhou

Photo 2-3 : Engazonnement de talus

Photo 2-4 : Étude paysagère

Photo 2-5 : Écran acoustique

Photo 4-1 : Barrières à neige

Photo 4-2 : Panneaux d’information météorologique

Photo 4-3 : Clôture pour les animaux

Photo 4-4 : Héliport pour l’assistance médicale d’urgence

Photo 4-5 : Protection de l’environnement et respect de l’harmonie de la nature (Viaduc et PS de Tlemcen)

Photo 4-6 : Renforcement contre les séismes

Photo 4-7 : Protection des talus

Photo 4-8 : Récupération des objets tombés

Photo 4-9 : Intervention sur les lieux d’accidents

Photo 4-10 : Inspection des talus

Photo 4-11 : Inspection des Tunnels

Photo 4-12 : Inspection des ponts

Photo 4-13 : Nettoyage de la route

Photo 4-14 : Contrôle de la Végétation

Photo 4-15 : Nettoyage des murs des tunnels

Photo 4-16 : Travaux de la route intensifs pour minimiser les encombrements de la circulation

Photo 4-17 : Campagnes de sensibilisation à la sécurité

Photo 4-18 : Sortie de secours

Photo 4-19 : Hélicoptère médical

Photo 4-20 : Restaurant

Photo 4-21 : Boutique

Photo 4-22 : Station service

Photo 4-23 : hôtel

Photo 4-24 : Toilettes

Photo 4-25 : Sol plat

Photo 4-26 : Stationnement exclusif pour les personnes à mobilité réduite

Photo 4-27 : Gestion des boutiques basée sur des Etudes Marketing

Photo 4-28 : Démonstration de danse par des étudiantes d'écoles locales

Photo 4-29 : Barrière antibruit de pointe

Photo 4-30 : La reprise de l'agriculture des terrains de prise de sol

Photo 4-31 : La reprise des terrains de rejet de sol

Liste des annexes

Annexe A : Plan général –Description du tracé, des lots et des sections fonctionnelles

Bibliographie

- [1]: Barbeau, S. (1997), "Méthodologie d'ingénierie des systèmes aérospatiale". PhD thesis, Université de Nantes.
- [2]: Terry A., Clarck B. & B. (2000), "The systems engineering started in the middle process: A consensus of systems engineers and project managers" 3ème Edition.
- [3]: Pierre B, Bodeveix J.P, Le Camus C, Millan T & Percebois C. (2003) "Vérification de modèles UML fondée sur OCL". In INFORSID, Nancy.
- [4]: Pierre J M (1997), (2005) "L'ingénierie des systèmes", Edition : PUF.
- [5]: SP-610S, (1995) "NASA Systems Engineering Handbook".
- [6]: Marilyn M H, D.B.A. (2008) "Encyclopaedia of Management" 5ème Edition.
- [7]: Benjamin S. Blanchard W J. "Fabrycky Systems Engineering and Analysis" 3ème Edition.
- [8]: Javel G. "Organisation et gestion de la production" 3ème Edition.
- [9]: Electronic Industries Alliance. EIA-632 (1999). "Processes for Engineering a System".
- [10]: Defense Acquisition University Press (2001). "System engineering fundamentals".
- [11]: Johnson J & Bedocs J. (2002). "System engineering conceptual model. In OMG Technical Meeting, SE Domain Special Interest Group (SE DSIG), INCOSE International Workshop", initial conceptual model.
- [12]: Konate J. & Sahraoui A.E.K. (2007). "Collaboration in requirements engineering process". In 13th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE 2007).
- [13]: Paul R. Croll C, "Interoperability of Systems Engineering Standards – Harmonizing World and National Perspectives" IEEE Software Engineering Standards Committee Vice Chair, ISO/IEC JTC1/SC7 U.S. TAG Computer Sciences Corporation .
- [14]: Brousseau E. (1990), "Information technologies and inter-firm relationships: the spread of inter-organization telematics systems and its impact on the coordination processes among firms". Centre de Recherches en Economie Industrielle, Université Paris-Nord.
- [15]: Dahanayake A. N. W. (1998). "Evaluation of the strength of computer aided method engineering for product development process modeling". In DEXA '98: Proceedings of the 9th International Conference on Database and Expert Systems Applications. Springer -Verlag.
- [16]: CNRT Aéronautique & Espace. "Projet tocased".
- [17]: "NAS System Engineering Manual Chapter 1 Version 3.1" (2006).
- [18]: Sagonas K, Swift T, David S, Warren, Freire J, Rao P, Cui B, Johnson E, Luis de Castro, Rui F. Marques, Dawson S & Kifer ,(2006). "The XSB System Version 3.0 Volume 2": Libraries, Interfaces and Packages. Technical report, XSB.

- [19]: MIL-STD- 499A, (1974) “Engineering Management”, Now cancelled.
- [20]: “Standard for application and management of the systems engineering process”, janvier 1999.
- [21]: “process for engineering a system”, avril 1998
- [22]: Rochet S “Formalisation des processus de l’Ingénierie Système : -Proposition d’une méthode d’adaptation des processus génériques à différents contextes d’application” Université de Toulouse délivré par l’Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse Spécialité : Systèmes Automatiques.
- [23]: PMI Standrds Committee (1996). “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Project Management Institute’’,. Third Edition.
- [24]: Stoneburner G, Goguen A & Feringa A “Risk Management Guide for Information Technology Systems” Recommendations of the National Institute of Standards and Technology.
- [25]: Revue des dépenses publiques, « A la recherche d’un investissement public de qualité » rapport n° 36270, volume I : Annexes et Suppléments Statistiques, 15 août 2001.
- [26]: Rapport N° 36270 – DZ république algérienne démocratique et populaire une revue des dépenses publiques a la recherche d’un investissement public de qualité (En deux volumes) Volume II : Annexes et Suppléments Statistiques
- [27]: INFO/RAC-MAP United Nations Environnement Programme, stratégie méditerranéenne pour le développement durable.
- [28]: Beschel J., Robert P & Giulio d T. (2006).“The World Bank and Civil Service Reform.” Presentation for Algeria Ministry of Finance. World Bank, Washington, DC.
- [29]:“Algeria: Aide-mémoire of the mission to do preparatory work for the Public Expenditure Review, (2005).
- [30]:“Algérie: La Réforme du Secteur des Transports.” Policy Note. World Bank, Washington, DC. (2005).
- [31]: Ministère des Transports.1992. “Etude Nationale des Transports.” Alger.
- [32]: Impacts socioéconomiques et environnementaux de l’autoroute Est-Ouest en Algérie(2006).
- [34]:“Autoroute Est-Ouest: Premier diagnostic technique et recommandations préliminaires pour un renforcement de la capacité du projet” The World Bank, Washington, DC.
- [35]: Dr. Bouarroudj M.T. ALGER (2006) ministère de l’énergie et des mines direction générale des mines Bilan des activités minières année 2005
- [36]:“4ème congré national des cadres de naftal’.
- [37]: Agence nationale chargée de la promotion de l’investissement et des grands travaux présidence de la république de France 2006 “Evaluation environnementale et sociale du projet d’autoroute” volume 1.

- [38]: Union routière de France, Route et développement durable : “les réponses de la filière aux questions environnementales et de sécurité”(2001).
- [39]: Bureau central d'études pour les équipements d'outre-mer, Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics (1975) ; Manuel sur les routes dans les zones tropicales et désertiques, tome2 : Études et Construction.
- [40]: Tille M, Lausanne, EPFL (2001), “Choix de variantes d'infrastructures routières:méthodes multicritères”, thèse N° 2294 école polytechnique fédérale de Lausanne présentée au département de génie civil pour l'obtention du grade de docteur en sciences techniques.
- [41]: Centre for Spatial Economics canada « [Novembre 2006](#) » “Les routes et autoroutes”.
- [42]: Laval C – Société APTE system, & Lochot M – Société FDC, “Management par la valeur et développement durable” : un apport pour les collectivités locales.
- [43]: “Economie et politique de transport et de mobilité Centre de recherches routières”
- [44]: Christian Rose M. (2006) “Une nouvelle dynamique pour le transport”
- [45]: A B. AIT Deputy Director of Railways “MoT” K. A Central Director of peration“SNTF” (2006) Seminar cum Study tour France/United Kingtom September 11th-20th, Acquis Communautaire: “Railway directives and their implementation; EU experience and potentials for adaptation in MEDA countries The Algerian Railway Program as integral part of the Trans-Maghreb Rail System”

Webiographie

- [33]: WWW.MTP.dz « Ministère des travaux publique ».