

**Université**  
Aboubekr Belkaïd  
Tlemcen



جامعة  
أبو بكر بلقايد

Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Département de Génie Civil

Laboratoire Eaux et Ouvrage dans leur Environnement

*Analyse systémique du parc Dounia*  
*"Parc des grands vents" - Alger*

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Génie Civil

Option : Civil engineering Management

Présenté par

Mr Abderrahmane BENAMAR

Soutenu en Juin 2009 devant le Jury composé de :

<b>Président</b>	Dr MEGNOUNIF A.	Maître de Conférences	Univ. Tlemcen
<b>Encadreur</b>	Pr BEKKOUCHE A.	Professeur	Univ. Tlemcen
<b>Examineurs</b>	Dr ZENDAGUI D.	Maître de Conférences	Univ. Tlemcen
	Mr BENELES Z.	Maître Assistant -A-	Univ. Tlemcen

---

## Résumé :

L'homme (individuellement, en équipe, ou dans une organisation) a toujours cherché à créer ou améliorer des procédures simples ou complexes pour réaliser ses vœux et atteindre ses objectifs avec un coût et un délai minime. Actuellement, avec la complexification de l'environnement et la présence d'une concurrence de plus en plus en rude, la qualité s'est imposée comme une troisième attente à ne pas négliger. Face à cette problématique l'homme s'est trouvé obligé d'améliorer sinon revoir même sa façon de penser.

Notre travail est basé sur cette nouvelle méthode ou cette nouvelle vision globale de l'univers et des ensembles qui nous entourent. Cette nouvelle méthode est la systémique elle a remplacé l'ancienne méthode analytique ou scientifique.

Dans ce document on a essayé de développer donc une branche de l'ingénierie de systèmes qui se concentre sur les parcs nationaux et surtout le parc Dounia. Ce choix a été fait non seulement en raison de la taille et l'importance du parc Dounia mais surtout à cause des résultats satisfaisants que peut nous donner une analyse systémique dans la conception, l'exploitation et la production d'un système en général.

Nous commençons par un regard sur la théorie des systèmes ou l'approche systémique qui conduit à une ingénierie sociale ou à une rationalisation des enjeux et des décisions. Elle est en constante évolution et elle a aussi profondément contribué à différentes facettes de la gestion et surtout dans le domaine de l'ingénierie de systèmes avec son application aux domaines technologiques modernes.

Nous essayerons ensuite de définir le développement durable qui prône un développement réellement maîtrisé, capable de concilier les besoins des hommes et la préservation des équilibres écologiques, sociaux, et économiques.

On termine enfin par une application de l'ingénierie de systèmes au Parc Dounia. Pour cela, vu la complexité du système objet de l'étude, nous avons adopté une approche systémique permettant de traiter le sujet d'une manière approfondie dans son environnement, ce qui revient donc à étudier un sous système du système Espace vert de la capitale, lui-même faisant partie d'un environnement, encore plus complexe, représenté par la ville d'Alger et les villages de proximité.

**Mots clés :** Parc national\_ Développement durable\_ Ingénierie de systèmes\_ Cycle de vie du système\_ Maison de la qualité

## Abstract :

Human (individual, on team, or in organization) has always sought to create or improve simple or complex procedures to achieve his wishes and achieve his objectives with minimal cost and time. Currently, with the complexity of the environment and the presence of a competition increasingly fierce, quality has become a third waiting to not overlook. Address this issue, humans were forced to improve or even revise their thinking.

Our work is based on this method or this new global vision of the universe and sets around us. This new method is the systemic approach and it replaced the old method of analysis. In this paper we have therefore tried to develop a branch of systems engineering that focuses on national parks and especially the park Dounia. This choice was made not only because of the size and importance of the park Dounia but mostly because of the satisfactory results that can give us a systemic analysis in the design, operation and production of a system in general. We begin by looking at the theory of systems or systemic approach which leads to a social engineering or streamlining of issues and decisions. It is constantly evolving and it has also profoundly contributed to various facets of management and especially in the field of systems engineering with its application to modern technological fields. We then try to define sustainable development that promotes development that is truly under control, capable of reconciling the needs of men and preservation of ecological balance, social, and economic. We have finally ended by an application of systems engineering to Park Dounia. To do this, given the complexity of the system under study, we adopted a systemic approach to address the issue thoroughly in its environment, which is therefore to study a subsystem of green space in the capital, itself part of an environment, even more complex, represented by the city of Algiers and nearby villages.

**Keywords :** national parks\_ Sustainable development\_ Systems engineering\_ Life cycle\_ Quality house.

## ملخص :

الإنسان (فرد أو مع فريق أو في منظمة) يسعى دائما لإيجاد أو تحسين الطريقة البسيطة أو المعقدة لتحقيق رغباته و أهدافه مع حد أدنى من التكلفة والوقت. في الوقت الراهن، و مع تعقد البيئة و وجود منافسة شرسة بشكل متزايد، أصبحت النوعية ثالث ما يلفت النظر إليه.

ولمواجهة هذه المشكلة اضطر الإنسان لتحسين أو حتى إعادة النظر في طريقة تفكيره.

عملنا يقوم على هذه الطريقة أو هذه الرؤية العالمية الجديدة للكون، وما يدور من حولنا. هذا الأسلوب الجديد أتى ليحل محل النظام القديم أو طريقة التحليل العلمي.

في هذه الورقة حاولت وضع فرع هندسة النظم التي تركز على المنتزهات الوطنية، وخصوصا الحديقة دنيا. تم هذا الاختيار ليس فقط بسبب حجم وأهمية الحديقة دنيا ولكن نظرا للنتائج المرضية التي يمكن أن يقدم لنا تحليل منهجي في تصميم وتشغيل وإنتاج نظام عام.

نبدأ بإلقاء نظرة على نظرية النظم أو الأسلوب المنهجي الذي يؤدي إلى الهندسة الاجتماعية أو تبسيط القضايا والقرارات. هي في تطور مستمر وعميق كما ساهمت في مختلف جوانب الإدارة وخاصة في مجال هندسة النظم مع تطبيقها على الميادين التكنولوجية الحديثة.

كما سنحاول التطرق لتحديد التنمية المستدامة التي تعزز التنمية حقا تحت السيطرة ، وقادرة على التوفيق بين احتياجات الإنسان والمحافظة على التوازن الايكولوجي والاجتماعي والاقتصادي.

و تكون النهاية من خلال تطبيق النظم الهندسية في حديقة دنيا. و نظرا لتعقيد النظام قيد الدراسة، اعتمدنا نهجا شاملا لمعالجة هذه المسألة بدقة في البيئة حيث اعتبرنا الحديقة فرعا من المساحات الخضراء في العاصمة، التي تعد جزءا من البيئة، والأكثر تعقيدا هو ما تمثله مدينة الجزائر والقرى المجاورة.

كلمات مفتاحيه جداءق وطنيه\_تنميه مستدامة\_هندسة النظم\_مراحل حياة النظام\_بناء بيت النوعية

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes parents, ma femme et mes quatre petits garçons.

A tous ceux qui sont à mes côtés en cas de besoin et surtout au vieux Mr MEDJAOUI Abdel alim pour ses retouches lors de la rédaction.

## Remerciements

Je remercie du fond du cœur DIEU le tout puissant pour m'avoir donné la volonté et le courage nécessaire pour finir ce travail,

Pr. BEKKOUCHE A. pour m'avoir encadré et utilisé de son temps précieux malgré ses responsabilités énormes dans son travail en tant que doyen et en tant que chef de famille,

Dr. MEGNOUNIF A. pour avoir accepté de présider le jury

et enfin Dr ZENDAGUI D. et Mr. BENYELLESS Z. pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Liste des figures :

Fig.1	<i>Eléments d'un système.....</i>	17
Fig.2	<i>Degrés de complexité d'un système.....</i>	20
Fig.3	<i>Découpage systémique.....</i>	28
Fig.4	<i>Processus d'ingénierie système (AFIS).....</i>	32
Fig.5	<i>Processus du cycle de vie d'un système.....</i>	40
Fig.6	<i>Cycle de vie en cascade.....</i>	44
Fig.7	<i>Cycle de vie en V.....</i>	44
Fig.8	<i>Développement de module.....</i>	45
Fig.9	<i>Cycle de vie en spirale.....</i>	47
Fig.10	<i>Evaluation des alternatives.....</i>	49
Fig.11	<i>Design conceptuel.....</i>	50
Fig.12	<i>Matrice de la maison de la Qualité.....</i>	56
Fig.13	<i>Les différentes composantes la maison de la Qualité.....</i>	57
Fig.14	<i>La relation entre le quoi et le comment.....</i>	59
Fig.15	<i>Décomposition fonctionnelle.....</i>	61
Fig.16	<i>Liens inter fonctionnels.....</i>	63
Fig.17	<i>Great Smog (Londres, décembre 1952).....</i>	70
Fig.18	<i>Pollution de l'air et pluie acide.....</i>	73
Fig.19	<i>Effet de serre.....</i>	74
Fig.20	<i>Parcs nationaux en Algérie.....</i>	112
Fig.21	<i>Environnement du Système Parc des grands vents "DOUNIA".....</i>	113
Fig.22	<i>Les sous système du Parc des grands vents "DOUNIA" .....</i>	114
Fig.23	<i>Des images 3D de la Maison de l'environnement.....</i>	115
Fig.24	<i>La passerelle qui relie la partie algérienne avec la partie Italienne.....</i>	116
Fig.25	<i>Plans des pistes (primaire &gt;6m et secondaire &lt;4m et &gt;3m).....</i>	116
Fig.26	<i>Plans des pistes et signalisations.....</i>	116
Fig.27	<i>Principe de fonctionnement de la centrale photovoltaïque.....</i>	119
Fig.28	<i>panneaux solaires .....</i>	119

Fig.29	Energie Eolienne.....	119
Fig.30	Situation de la centrale photovoltaïque.....	120
Fig. 31	Jardin botanique.....	121
Fig.32	La serre.....	121
Fig.33	Vue d'ensemble.....	121
Fig.34	Centre des Energies renouvelables.....	121
Fig.35	Niveau 0,00m, hall, parcours exposition.....	122
Fig.36	Niveau de 2,8 à 4,0m.....	122
Fig.37	Niveau 6,00m.....	122
Fig.38	Plan de la couverture et panneaux solaires.....	123.
Fig.39	Jardin à l'Italienne.....	123
Fig.40	Paysage naturel et agricole à l'italien.....	124
Fig.41	Dimensions de forestage.....	125
Fig.42	Dimensions de forestage.....	125
Fig.43	Plan de parking vert.....	126
Fig.44	Les sous systèmes du parcs Dounya.....	127
Fig. 45	Analyse fonctionnelle.....	128
Fig.46	Fonctions principales du parc.....	129
Fig.47	Fonction 1.....	129
Fig.48	Fonction 2.....	129
Fig.49	Fonctions 3 et 4.....	129
Fig.50	Fonctions 5 et 6.....	130
Fig.51	Fonctions 2.4 et 5.3.....	130
Fig.52	Etapas de construction de la Maison de la Qualité.....	131
Fig.53	Maison de la Qualité 1.....	138
Fig.54	Maison de la Qualité 2.....	139
Fig.55	Maison de la Qualité et sa comparaison avec la concurrence des comment et des quoi.1.....	140
Fig.56	Maison de la Qualité et sa comparaison avec la concurrence des comment et des quoi.2.....	141
Fig.57	Maîtrise des risques.....	143

Liste des Tableaux :

<i>Tableau 1 : Comparaison approches analytique et systémique.....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 2 : Liste des Besoins du client.....</i>	<i>131</i>
<i>Tableau 3 Liste des "Quoi" et des "Comment".....</i>	<i>132</i>
<i>Tableau 4 Enchaînement des "Quoi" et des " Comment ".....</i>	<i>133</i>
<i>Tableau 5 .Liste des " Quoi " et leurs poids.....</i>	<i>134</i>
<i>Tableau 6 .Liste des " Quoi 2" et leurs poids.....</i>	<i>134</i>
<i>Tableau 7 : Corrélations entre les grandeurs X et Y.....</i>	<i>135</i>
<i>Tableau 8. Liste des symboles.....</i>	<i>135</i>
<i>Tableau 9. Corrélations quantifiées entre les grandeurs X et Y.....</i>	<i>136</i>
<i>Tableau 10. Liste des symboles.....</i>	<i>136</i>
<i>Tableau 11 Corrélations quantifiées entre les</i> <i>grandeurs X et Y avec le poids des " Comment ".....</i>	<i>137</i>
<i>Tableau 12. Corrélations quantifiées X et Y avec</i> <i>le trace des poids des " Comment.....</i>	<i>137</i>
<i>Tableau 13 : Symboles des corrélations entre les variables Y.....</i>	<i>137</i>

Liste des Photos:

<i>Photo1 Pollution de l'air .....</i>	<i>69</i>
<i>Photo 2 Pollution industrielle.....</i>	<i>71</i>
<i>Photo 3 : Pollution de l'air en République tchèque (wikipedia).....</i>	<i>72</i>
<i>Photo4 : Destruction de la forêt amazonienne .....</i>	<i>78</i>
<i>Photo 5 : Séquoias (États-Unis) .....</i>	<i>91</i>
<i>Photo 6 : Parc national du Lanín (Argentine) .....</i>	<i>92</i>
<i>Photo 7 :Glacier du Perito Moreno (Patagonie) .....</i>	<i>92</i>
<i>Photo 8 :Landes d'Exmoor, Cornouailles (Angleterre) .....</i>	<i>93</i>
<i>Photo 9 :Parc national de Vila Velha (Brésil) .....</i>	<i>94</i>
<i>Photo10 :Chutes de l'Iguaçu, parc national de l'Iguaçu (Argentine) .....</i>	<i>95</i>
<i>Photo 11 : Col des Salettes, parc régional du Haut Languedoc .....</i>	<i>96</i>
<i>Photo 12 : Marais poitevin : un parc naturel régional.....</i>	<i>97</i>
<i>Photo 13 :Massif du Mercantour .....</i>	<i>98</i>
<i>Photo 14: Lac du Bourget et massif des Bauges (Savoie) .....</i>	<i>99</i>
<i>Photo 15 : Construction illicite à l'arrêt.....</i>	<i>107</i>

Introduction générale .....	11
Approche systémique et Engineering des systèmes .....	14
1.1 Introduction : .....	14
1.2 Système et complexité : .....	14
1.3 L'approche systémique : .....	22
1.4 . L'ingénierie de systèmes : .....	30
1.5 Conclusion : .....	65
2 Les Parcs et le Développement Durable .....	67
2.1 Introduction : .....	67
2.2 Dégradation de l'environnement : .....	68
2.3 Développement durable : .....	83
2.4 Les Parcs nationaux : .....	87
2.5 Conclusion : .....	102
3 Ingénierie du Système Parc des grands vents "Dounia Parc" .....	104
3.1 . Problématique : .....	104
3.2 Qui sommes-nous ? .....	108
3.3 Identification du client : .....	108
3.4 Les missions du système parc : .....	108
3.5 Les objectifs du système parc : .....	109
3.6 Parc Dounya comme système ouvert, dynamique et évolutif : .....	109
3.7 Délimitation du système Objet de l'étude : .....	110
3.8 Le Système et sous systèmes Dounia Parc : .....	127
3.9 Dangers et Risques .....	141
3.10 Conclusion.....	148
Conclusion générale : .....	150

# Introduction générale

Le développement industriel durant ce dernier siècle a provoqué beaucoup de conséquences négatives sur l'environnement. A savoir les bruits dus aux trafics en croissance de plus en plus accélérée, la pollution de l'air par les gaz que dégagent les véhicules ainsi que les usines de production. Toutefois, la croissance urbaine a nécessité des constructions nouvelles et par conséquent l'homme a été obligé de détruire les forêts et construire sur des terrains agricoles ce qui a causé une perte de biodiversité.

Face à cette situation alarmante, l'Algérie, comme tous les pays du monde, s'est trouvée donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et de l'environnement. Pour cela, le ministère de l'environnement a tracé un planning de plusieurs projets, dont le parc des grands vents "Dounya".

Le but de notre recherche est de développer une branche de l'ingénierie de systèmes qui se concentre sur les parcs et spécialement le Parc Dounya. Cette attention particulière portée au parc n'est pas seulement en raison de sa taille et de son importance mais aussi parce que l'ingénierie de systèmes nous offre des opportunités uniques pouvant être exploitées dans la conception et l'exploitation du parc afin d'atteindre les objectifs tracés par l'état algérien et dont l'objectif principal est le développement durable d'une part et aussi pour l'optimisation du fonctionnement du parc.

Dans le but de fournir un contexte à cette recherche, il est instructif d'examiner dans un premier chapitre la théorie des systèmes ou l'approche systémique qui est une idée remontant aux années 50 ou 60 qui conduit à une ingénierie sociale ou à une rationalisation des enjeux et des décisions. Nous verrons que l'approche systémique n'est pas seulement une approche intellectuelle et conceptuelle pour des sujets globaux. Elle interpelle également l'individu dans sa subjectivité propre. En particulier, l'approche systémique, facilite l'identification de certains modèles de conscience et de réalité personnelle associés à des perceptions et des actions spécifiques.

L'approche systémique est en constante évolution, elle a aussi profondément contribué à différentes facettes de la gestion et surtout dans le domaine de l'ingénierie de systèmes avec son application aux domaines technologiques modernes.

Nous essayerons dans le second chapitre de définir le développement durable qui prône un développement réellement maîtrisé, capable de concilier les besoins des hommes et la préservation des équilibres écologiques, sociaux, économiques, y compris dans le long terme. Nous examinerons aussi les nombreuses conventions internationales pour le mettre en œuvre. C'est à la conférence de Stockholm en 1972 que sont adoptés, au niveau international, les principes de base du développement durable. En 1983, l'Assemblée générale des Nations unies décide d'instituer une Commission mondiale sur l'environnement et le développement. En 1992, se tient à Rio de Janeiro (Brésil) la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (Cnued), plus généralement appelée Sommet de la Terre ou encore Conférence de Rio. La conférence de Rio établit une « Charte de la Terre », dans laquelle sont énoncées des directives pour la mise en place de politiques économiques plus équilibrées, et qui sera suivi par une Commission du développement durable (CDD) dans le cadre du Conseil économique et social des Nations unies (Ecosoc). Enfin, en décembre 1997, la communauté internationale se réunit de nouveau à l'occasion de la troisième Conférence des parties à la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, qui se tient à Kyoto (Japon). Enfin nous essayerons de donner un aperçu sur les parcs à travers le monde et en Algérie et leur contribution dans le cadre du développement durable.

Le troisième chapitre est consacré à l'ingénierie du système Parc Dounya. Pour cela, vu la complexité du système objet de l'étude, nous avons adopté une approche systémique permettant de traiter le sujet d'une manière approfondie dans son environnement, ce qui revient donc à étudier un sous système du système Espace vert de la capitale, lui-même faisant partie d'un environnement, encore plus complexe, représenté par la ville d'Alger et les villages de proximité. Cette approche permet de nous désemparer des connaissances fragmentaires par l'adoption de la notion de système qui permet de connecter et de relier les parties à un tout. L'application de l'approche systémique concernant le parc Dounya est nécessaire, ceci est pour mettre en œuvre une démarche globale, en s'attachant davantage aux interactions entre les

éléments du système. Toutefois, l'analyse fonctionnelle ainsi que la construction de la maison de la qualité ont été élaborées en utilisant tous les éléments du système ainsi que toutes les fonctionnalités qui les relient, avec l'objectif d'amélioration des services de ce parc.

## Chapitre 1

# Approche systémique et Engineering des systèmes

### *1.1 Introduction :*

« Les systèmes ne sont pas dans la nature mais dans les esprits des hommes. »

Claude Bernard, 1865

La première fois où j'ai pris connaissance du terme « système » était au lycée, plus précisément en science naturelle, « le système nerveux ». Je me souviens avoir très bien compris son fonctionnement mais je n'avais donné aucune importance, en ce temps, au terme système. Aujourd'hui, la question que je me pose, est la suivante : pourquoi avons-nous associé le terme système au système nerveux et pas à l'appareil digestif, l'appareil respiratoire etc. ? C'est sans doute parce que le système nerveux présente une certaine complexité par rapport aux autres appareils ou encore parce que le système nerveux n'a d'existence que par le regard qu'on lui porte, en fonction de notre interprétation. Il est avant tout un outil conceptuel qui n'existe que par l'usage que l'on en fait.

### *1.2 Système et complexité :*

En première approche, le mot système paraît ambigu, vague et imprécis. Quel rapport existe-t-il entre système métrique dans la science de la mesure, système réactionnel en chimie, système gravitationnel en physique, système nerveux en biologie, système monétaire, système urbain, système scolaire, système social etc. ? Répondre à cette question renvoie à la systémique ou encore à la compréhension du fonctionnement des systèmes et de leur rapport avec l'environnement.

Le point commun à tous les systèmes c'est qu'ils sont tous des ensembles d'éléments en interrelation, régulés et organisés. De la même façon que le milieu

appartient au domaine du global, le système appartient à celui du relationnel, de l'interactif. Tout ce qui est milieu est subordonné à l'existence du fonctionnement des systèmes qui leur confèrent une identité.

### 1.2.1 . Historique :

---

Plus d'un siècle après le rationalisme de Descartes (discours de la méthode 1637), 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 »

A la fin du XIX<sup>ième</sup> 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.

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 3<sup>ème</sup> génération », ce courant développe une épistémologie et des démarches spécifiques aux organisations et systèmes sociaux. (Benjamin S. Blanchard et al, 1998)

### 1.2.2 Définition des systèmes :

---

Le mot système dérive du latin *systema* et du grec *sustēma* qui signifie « ensemble organisé » (Diction). Plusieurs définitions ont été attribuées au mot système par différents auteurs :

- « Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but » (de ROSNAY, 1975).
- « Un objet qui, dans un environnement, doté de finalités, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans qu'il perde pourtant son identité unique » (le MOIGNE, 1999).
- « Un modèle d'une entité totale; lorsque appliqué à l'activité humaine, il se caractérise en termes de structure hiérarchique, de propriétés émergentes et de réseaux de communication et de contrôle. Lorsque appliqué à des ensembles naturels ou des ensembles conçus par l'homme, les propriétés émergentes qui s'en dégagent en constituent la caractéristique première » (CHECKLAND, 1981).

De plus, il ajoute qu' « un ensemble complexe peut posséder des propriétés qui se retrouvent au niveau de l'ensemble, mais qui ne sont pas significatives ou pas représentatives des parties qui le composent. Ce sont des propriétés émergentes ».

Un système est un ensemble de composants reliés entre eux et travaillant en coopération en vue de réaliser un but (objectif) commun. (Benjamin S. Blanchard et al, 1998).

A titre d'exemple, une cellule, une famille, une entreprise, un village, un corps humain sont des systèmes. Un système peut être naturel (par exemple, un lac) ou construit (par exemple, gouvernement), physique (par exemple, la navette spatiale) ou conceptuel (par exemple, plan), fermé (par exemple, les produits chimiques dans une papeterie, bouteille fermée) ou ouvert (par exemple, l'arbre), statique (par exemple, un pont) ou dynamique (par exemple, l'homme).

L'exploration du système concerne son contexte, sa vitalité au travers de ses éléments, les relations entre ses éléments, aux cycles qui s'y fondent, aux énergies qui se produisent, s'utilisent, s'épuisent, aux changements qui s'y opèrent, aux

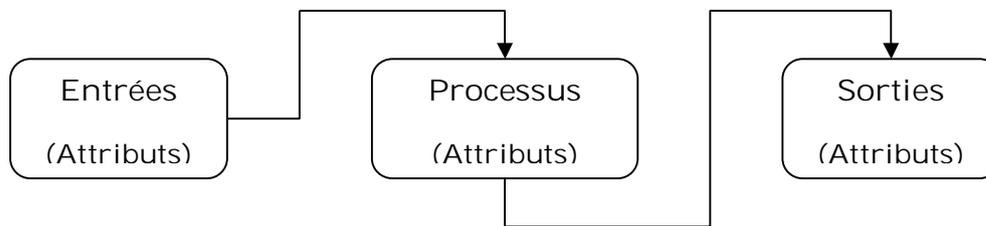
ajustements qui se font pour conserver un équilibre, traduire une croissance, une rupture, une évolution, une mort.

### 1.2.3 . Les éléments d'un 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 entre les attributs.



*Fig. 1. éléments d'un système*

Les propriétés et le comportement de chaque composant (ou une partie) du système ont un effet sur les propriétés et le comportement du système comme un tout dépendent des propriétés et du comportement d'au moins un autre composant. Tout sous ensemble possible du système de composants possède les deux propriétés précédentes. Ainsi, on distingue trois types de composants :

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

### 1.2.4 . La dynamique des systèmes :

---

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, chaque ensemble effectue des changements dans les flux d'énergie, de matière ou d'information qui le traversent. Ces changements caractérisent sa fonction et son dynamisme. Ainsi, la fonction principale d'une maison d'environnement dans un parc national est de modifier chez le visiteur un état donné en un autre état, une certaine conviction et un certain état d'esprit (intranant) en une nouvelle conviction ou un nouvel état d'esprit (extrant), une vue de l'environnement (intranant) en une autre vue (extrant).

Un système d'étude de besoins transformera des données brutes décrivant une situation problématique (intranants) en une liste de besoins distribués par ordre de priorité (extrants). Ces transformations s'opéreront par des techniques de cueillette, de traitement, d'analyse et d'interprétation de données. Elles pourront être maîtrisées et appliquées, par exemple dans la maison du parc, par l'éducateur ou le formateur pour effectuer la transformation du "sentiment d'une situation problématique en besoins priorisés".

Tout ensemble ne pouvant transformer des intrants en extrants ne sera pas considéré comme un système. La notion de système présuppose cette propriété de pouvoir changer, modifier, transformer un intrant en extrant. Cependant, ces transformations se feront en fonction de certains critères nous permettant de vérifier la réussite ou l'échec du système. Ces critères, variables essentielles en systémique, pourront être, dans le cas du parc Dounia, les buts ou les objectifs poursuivis par notre système.

#### 1.2.5. L'aspect structural des systèmes :

---

"Comment le système est composé"

La structure d'un 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.

### 1.2.6 L'aspect fonctionnel des systèmes :

---

Il s'agit de processus ou encore de fonctions, c'est-à-dire de phénomènes dépendant du temps ou encore ce que le système fait. ROSNAY, 1975, la définit comme une l'organisation temporelle du système alors que, Méléze (1972) la présente comme étant un ensemble de processus qui permettent de maîtriser et de guider les transformations d'un système.

Cet aspect du système évolue plus rapidement que la structure. Le schéma de la dynamique des systèmes interprète les ensembles comme étant constitués d'intrants, de variables de transformation ou d'action modifiant ces intrants en extrants. Ces variables composent l'ensemble des processus ou des activités transformant les intrants en extrants. Cette notion de transformation nous conduit à celle de contrôle. Elle constitue une des fonctions les plus importantes d'un système.

### 1.2.7 . L'aspect historique ou "génétique" des systèmes :

---

Cet aspect est lié à la nature évolutive du système, doté d'une mémoire et d'un projet, capable d'auto organisation. Tout simplement, ça nous informe sur ce que le système était ou devient. A titre d'exemple, le corps humain suit une certaine évolution depuis sa naissance et jusqu'à sa disparition.

## 1.2.8 Quelques propriétés des systèmes :

### 1.2.8.1 La complexité :

La notion de complexité est, selon MELEZE (1972), « 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. Le système utilisé pour distribuer la paie des travailleurs d'une entreprise de réalisation est compliqué mais non complexe.

La complexité est, d'après de ROSNAY (1975), 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 le constituent;
- grande variété des liaisons possibles (à noter que ces liaisons ne sont pas pour la plupart linéaires).

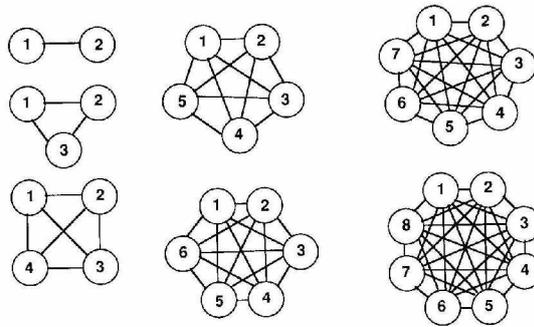


Fig.2. Degrés de complexité d'un système

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

### 1.2.8.2 L'équifinalité :

La notion de système ouvert, échangeant information, énergie et matière avec son environnement a conduit BERTALANFFY, (1968) à énoncer le principe de l'équifinalité. Ce principe a une grande importance dans les systèmes d'activité

humaine. Un système est « équi-final » parce qu'il peut réaliser ses objectifs à partir de différents points de départ et par différents moyens. Il n'y a pas de ce que les américains appellent « the one best way ». Ce principe s'énonce comme suit: « Le même état final peut être atteint à partir d'états initiaux différents, par des itinéraires différents » (BERTALANFFY, 1968). Il stipule qu'il n'y a pas de solution unique ou exclusive aux problèmes que l'on rencontre dans les systèmes ouverts. C'est la capacité que possède un système d'atteindre ses objectifs à partir de différents états initiaux et par l'intermédiaire de différents scénarios.

#### 1.2.8.3 L'interaction :

---

Un autre aspect important est l'interaction constante qui existe entre les éléments du système. Cette interaction fait ressortir les liens de dépendances existant à l'intérieur des différents composants d'un système. En Algérie, par exemple, on assiste très souvent au changement apporté au niveau des programmes d'études d'un système scolaire, ce qui entraîne des ajustements de méthodes, la construction de nouveaux tests, la publication de nouveau matériel pédagogique, ...etc.

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.

#### 1.2.8.4 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 de ROSNAY (1975): « Les entrées résultent de l'influence de l'environnement sur le système et les sorties de l'action du système sur l'environnement ».

C'est également ce qui explique pourquoi l'analyse d'un système faite exclusivement par l'intérieur, comme le suggère l'approche analytique, risque d'être faussée et incomplète. Le concepteur d'un système doit porter son attention sur les points d'interface reliant le système et les systèmes avec lesquels il négocie ou entre le système et son environnement. C'est là que sont, à mon avis, les enjeux les plus

importants et les données les plus significatives sur la nature des ensembles en interaction.

Cette notion d'ouverture du système est très importante dans le cas de notre Parc Dounia vis-à-vis des zones d'habitations urbaines qui l'entourent. Un système fonctionne à l'intérieur d'une organisation qui l'englobe et qui lui impose certaines contraintes. C'est ainsi que le système parc Dounia doit développer certaines habiletés lui permettant de s'adapter aux exigences des zones d'habitation urbaine qui l'entourent, c'est-à-dire l'environnement. L'environnement est ici perçu comme cet ensemble qui englobe le système et qui l'influence de façon évidente sans que ce dernier puisse avoir sur lui d'effets contrôlés et perceptibles.

Enfin, le système fonctionne dans un environnement dont les besoins sont multiples, diversifiés et fluctuants. Il doit donc prévoir la mise en place de mécanismes l'informant des exigences du milieu, sinon il risque que l'écart entre les extrants qu'il produit et les exigences de l'environnement dans lequel il fonctionne s'amplifie et atteigne un point de non retour. Ce qui pourrait signifier la disparition éventuelle du système.

### *1.3 L'approche systémique :*

#### 1.3.1 Le rationalisme et la systémique :

---

Parmi les procédés utilisés pour développer le savoir humain, la méthode expérimentale, appelée aussi scientifique, analytique ou rationnelle. Le savoir obtenu par cette méthode est qualifié de scientifique, d'objectif et diffère du sens commun. Il est créé par une approche rigoureuse, contrôlable et susceptible de remises en question continuelles des principes, des lois et des théories qu'elle élabore. Le MOIGNE (1977) renforce cette position en affirmant que « le précepte du réductionniste est devenu synonyme de la méthode ». Il constitue pour plusieurs (CHECKLAND, 1981; Le MOIGNE, 1977) le fondement même de la méthode expérimentale. Ce précepte est basé sur une conception de la science selon laquelle « il serait impossible de parvenir à comprendre les systèmes complexes si l'on n'avait pas commencé au préalable par isoler les diverses parties qui les composent » (COMMONER, 1972). A titre d'exemple, pour étudier le corps humain, il suffit de le décomposer en organes comme par exemple le cœur, les poumons, l'estomac ...etc.

La science occidentale, en général, préconise cette approche héritée d'Aristote et rendue opérationnelle par DESCARTES, (1637). Il énonce ainsi les quatre préceptes observés dans son célèbre « Discours de la méthode » :

- 1- Ne jamais concevoir aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment pour telle, c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention.
- 2- Diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.
- 3- Conduire par ordre mes pensées en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusqu'à la connaissance des plus composés.
- 4- Faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales que je fusse assuré de ne rien omettre.

Cette approche a pour objectifs de connaître, d'expliquer, de comprendre, de prédire et de contrôler la réalité.

Une autre caractéristique importante de la méthode scientifique est sa prétention à l'universalité. Elle domine depuis plus de deux cents ans la pensée scientifique occidentale et est appliquée dans tous les domaines du savoir humain.

Depuis une cinquantaine d'années, nous devons, pour résoudre les problèmes du monde réel, nous attaquer à l'étude d'ensembles de plus en plus complexes. Nous faisons face à une complexification progressive des ensembles avec lesquels nous devons composer. Plusieurs des technologies que nous utilisons aujourd'hui ont des effets sur l'environnement qui dépassent le niveau local pour atteindre une dimension planétaire. Ce phénomène de complexification des ensembles a fait ressortir les limites de la méthode expérimentale. ASHBY, (1956) décrit la situation comme « Aujourd'hui la science se trouve en quelque sorte sur une ligne de partage. Pendant deux siècles elle a étudié des systèmes intrinsèquement simples ». Il ajoute ensuite que « Jusqu'à une époque récente, la science a eu tendance à concentrer son attention sur les systèmes simples et, notamment, sur les systèmes réductibles par l'analyse ».

Depuis une trentaine d'années, les scientifiques ont pris conscience de la nécessité de composer avec la complexité en créant deux tendances contre analytiques :

a) La première repose sur les hypothèses qu'un ensemble possède des propriétés émergentes qui se révèlent beaucoup mieux par l'étude des ensembles que par celle des parties qui les constituent. BERTALANFFY, (1973) confirme cette position plus globalisante que la méthode scientifique. Il écrit que « la tendance à analyser les systèmes comme un tout plutôt que comme des agrégations de parties est compatible avec la tendance de la science contemporaine à ne plus isoler les phénomènes dans des contextes étroitement confinés, à ne plus décortiquer les interactions avant de les examiner, à regarder des 'tranches de nature' de plus en plus larges». ACKOFF, (1972) appuie, de façon beaucoup plus percutante, cette tendance en affirmant que « aujourd'hui les objets à expliquer sont considérés comme parties de plus grands tous, plutôt que comme des tous qu'il faut décomposer en parties » .

b) La seconde insiste sur le fait que la connaissance de l'objet doit passer par l'étude des relations et des interactions qu'à cet objet ou cet ensemble avec son environnement. Il en est ainsi puisque environnement et systèmes s'influencent mutuellement. WATZLAWICK, et al. (1972) s'expriment de la façon suivante à ce sujet: « Un phénomène demeure incompréhensible tant que le champ d'observation n'est pas suffisamment large pour qu'y soit inclus le contexte dans lequel le dit phénomène se produit » . C'est l'opposé du précepte réductionniste qui préconise la décomposition, la réduction et l'isolement, de l'objet ou du phénomène de son environnement pour mieux l'étudier. C'est en vertu de ce précepte que les besoins d'un système d'apprentissage, de formation ou d'enseignement ne peuvent être étudiés sans tenir compte de l'environnement au sein duquel il oeuvre. Par exemple, en Algérie, Le système d'enseignement supérieur est passé par différentes étapes jalonnées par un ensemble de réformes qui ont tenté d'assurer, à chaque fois, son adaptation aux besoins de l'environnement socio économique du pays ainsi qu'aux continues évolutions des sciences et des technologiques. Je tiens à insister qu'aux années 1971 la réforme du système devrait répondre à certains défis comme l'algérianisation et l'arabisation de l'enseignement supérieur ; Aujourd'hui avec le système LMD on voit plus loin, à l'échelle mondiale.

Le phénomène de complexification des ensembles qui nous entourent, la tendance à considérer les tous plutôt que les parties et la croyance qu'on ne peut extraire un ensemble de son environnement sans en modifier la nature nous amènent à explorer des approches autres que le rationalisme. Dans ce contexte, la systémique nous apparaît capable de combler certaines des lacunes ou des insuffisances caractérisant l'approche expérimentale.

D'après Le MOIGNE, (1977) la systémique se déploie selon quatre volets dont les buts seraient de:

- Développer la théorie explicative de l'univers considéré comme système.
- Modéliser la complexité.
- Rechercher les concepts, lois et modèles de même forme pouvant s'appliquer à différents ensembles.
- Conceptualiser des artefacts ou outils.

Enfin une comparaison faite par de ROSNAY, (1975) des approches analytique et systémique fait bien ressortir les aspects qui les distinguent (Tableau 1).

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 : Comparaison approches analytique et systémique (ROSNAY, 1975)

## 1.3.2 La systémique :

### 1.3.2.1 Généralités :

De ROSNAY (1975) pense, d'après son expérience, que notre éducation ne nous a pas incités à avoir une vision globale de l'univers et des ensembles qui nous entourent. La réalité, telle que présentée tout au long de nos études, a toujours été découpée en disciplines ou portions de réalité fragmentées et isolées. A cause de cette formation, il nous est difficile de la considérer dans sa totalité, sa complexité et sa dynamique. Pour sa part, le concept de système s'efforce de relier les ensembles au lieu de les isoler, s'appuie sur la perception globale plutôt que sur l'analyse détaillée, considère les interactions plutôt que les éléments, insiste sur l'étude des transactions qui ont lieu aux points d'interface entre le système et l'environnement et nous donne une vision axée sur les aspects dynamiques et interactifs des ensembles qui composent la réalité.

Ce concept de système nous aide à observer la réalité en la considérant comme étant formée d'ensembles dynamiques inter reliés. De plus, il favorise l'application d'une approche qui nous incite à réfléchir sur les buts ou objectifs pour lesquels les systèmes sont mis en place, à découvrir les relations existant entre les fins, les fonctions et les structures. Connaissant les buts d'un système, nous sommes en mesure d'en évaluer régulièrement les extrants et d'exercer des contrôles sur ses différents aspects. Cette approche exige également que nous concentrons notre attention sur la réalisation des objectifs qui justifient l'existence d'un système et sur les critères nous permettant d'en vérifier la performance.

### 1.3.2.2 La démarche systémique :

La démarche systémique se déroule par les étapes suivantes :

- Identification et définition des finalités, des buts et des objectifs du système et une énumération de critères et d'indices suffisamment précis et nombreux nous permettant d'en vérifier "objectivement" le degré d'atteinte des objectifs préconisés.
- Examen minutieux des différents aspects qui caractérisent les intrants.
- Identification des meilleures alternatives possibles concernant les fonctions et les structures favorisant l'atteinte des objectifs de notre système.

- Identification, Intégration et Mise en oeuvre de mécanismes auto-correctifs (rétroaction/régulation) ajustant les objectifs du système à ceux de l'environnement, et à ceux des autres systèmes avec lesquels il interagit, les extrants aux objectifs du système et les variables d'action en fonction de la qualité et de la validité des extrants;
- Analyse du système global en sous-systèmes, en repérant les intrants, les variables de transformation, les extrants de chaque unité et leurs points d'interface avec d'autres systèmes et avec l'environnement;
- Implantation progressive du système et Evaluation des extrants par rapport aux critères de performance identifiés au préalable (indicateurs).

Ajoutant à ce qu'on vient de citer quelques règles comme celles exposées par MELEZE (1972) et qui nous semble important de suivre en menant une analyse systémique :

« L'approche systémique est un processus qui tend à faire évoluer l'organisme auquel il s'applique en débloquent des latitudes d'initiatives et de changement: on élabore en premier lieu un "baby-system" finalisé, fortement ouvert sur l'environnement et doté des capacités d'adaptation et d'apprentissage. La structuration de chaque partie du système, la définition de ses liaisons, de ses méthodes et de ses procédures vont se développer progressivement par essais-erreurs au contact de l'environnement, par ajustements successifs et par accroissement de la variété de contrôle. » (MELEZE, 1972)

WATZLAWICK, (1980) renforce les règles à suivre par ce qui suit :

« Pour l'essentiel, cette règle stipule que l'on ne doit jamais se fixer comme but de résoudre totalement et définitivement un problème, mais que l'on doit se borner à tenter de l'améliorer ou de l'atténuer, »

### 1.3.2.3 Le découpage systémique :

À la différence de la décomposition analytique, on ne cherche pas à descendre au niveau des composants élémentaires mais à identifier les sous-systèmes et leurs composants (modules, organes, sous-ensembles...) qui jouent un rôle dans le fonctionnement du système. Cela suppose de définir clairement les frontières de ces

sous-systèmes (pour faire ensuite apparaître les relations qu'ils entretiennent entre eux ainsi que leur finalité par rapport à l'ensemble).

Ce problème de la frontière se pose pour le système lui-même : comment le définir par rapport à son environnement, avec quel découpage ?

Tout découpage s'accompagne d'un certain arbitraire et ne peut recevoir de réponse univoque. Ce découpage se doit de s'appuyer sur les critères de la systémique :

- le critère de finalité : qu'elle est la fonction du module par rapport à l'ensemble ?
- le critère historique : les composants du module partagent-ils une histoire propre ?
- le critère du niveau d'organisation : par rapport à la hiérarchie des niveaux d'organisation, où se situe le module étudié ?

A titre d'exemple voyant un peu le découpage du corps humain en tant que système :

- Système : corps humain
- Sous systèmes : différents appareils (appareils digestif, appareil respiratoires ...etc.)
- Composants des sous systèmes : organes (estomac, poumon ...etc.) qui jouent un rôle dans le fonctionnement des sous systèmes.

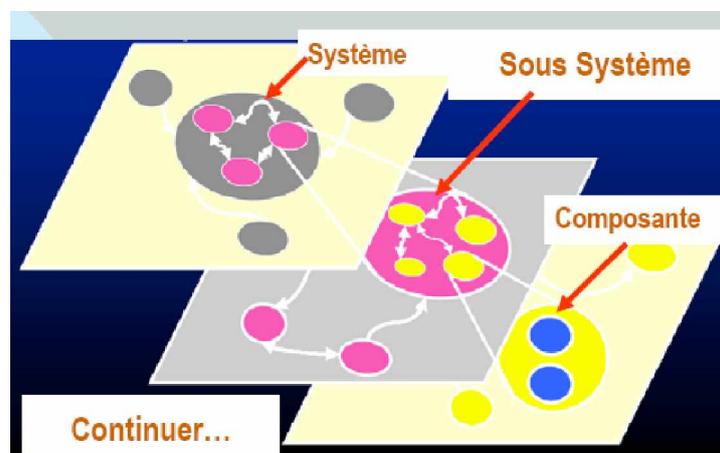


Fig.3. Découpage systémique

### *La boîte noire & la boîte blanche*

C'est une technique d'observation, après découpage du système, qui consiste à considérer sélectivement :

- soit l'aspect externe uniquement, en ignorant la constitution du système (vision en boîte noire ou opaque), pour ne considérer que ses entrées et sorties et les effets de son action sur l'environnement ;
- soit l'aspect interne seulement, en regardant l'ensemble des éléments en interaction mutuelle (vision en boîte blanche ou transparente) pour mettre en évidence le fonctionnement du système.

### 1.3.2.4 . Domaine d'application :

La méthode cartésienne, de réduction de la complexité à ses composants élémentaires, à l'origine des grands progrès réalisés par l'humanité depuis deux siècles, est parfaitement adaptée à l'étude des systèmes stables constitués par un nombre limité d'éléments en interactions linéaires (décrites par des lois mathématiques proportionnelles, additives), mais, elle ne convient plus pour l'étude des systèmes biologiques, économiques et sociaux.

Une autre approche est requise, fondée sur de nouvelles représentations de la réalité, prenant en compte *l'instabilité, la fluctuation, le chaos, le désordre, le flou, l'ouverture, la créativité, la contradiction, l'ambiguïté, le paradoxe.*

L'analyse systémique s'applique en :

- archéologie, urbanisme, etc.
- automatique, informatique, organisation du travail dans les entreprises et les administrations,
- biologie, neurosciences
- économie notamment pour l'analyse de la valeur,
- marketing, management
- sociologie, psychologie, psychologie sociale,

## 1.4 . *L'ingénierie de systèmes :*

### 1.4.1 . Définition de l'ingénierie de systèmes :

---

Il existe plusieurs définitions pour l'ingénierie de systèmes (TIEN & BERG, 2006). "Le système de défense des Etats-Unis d'Amérique le définit comme l'application des progrès scientifiques et d'efforts d'ingénierie pour :

- transformer un besoin opérationnel d'un client en une description des paramètres de performance du système et d'une configuration d'un système par l'utilisation d'un processus itératif à savoir la définition, la synthèse, l'analyse, la conception, le test, et l'évaluation.
- intégrer les paramètres techniques liés et assurer la compatibilité physique et fonctionnelle des interfaces d'une manière à optimiser l'ensemble des processus que le système renferme.
- intégrer la fiabilité, la maintenance, la sécurité de survie, le génie humain, et d'autres facteurs pour optimiser les coûts et le délai et aussi pour atteindre les objectifs de performance technique souhaités.

L'Association des industries électroniques le définit comme Une approche interdisciplinaire englobant l'ensemble des efforts techniques pour faire évoluer et vérifier une approche intégrée du système, son cycle de vie équilibrée, les personnes opérants dans ce système, le produit ou le service accompli, les processus et les solutions qui sont censées satisfaire les besoins des clients.

L'Institut d'ingénierie électrique et électronique ainsi que L'Association française d'ingénierie système "AFIS" le définit comme une approche interdisciplinaire collaborative ou une démarche méthodologique générale qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour concevoir, faire évoluer et vérifier un système apportant une solution économique et performante aux besoins d'un client tout en satisfaisant l'ensemble des parties prenantes."

A la lecture de ces quelques définitions nous pouvons conclure que l'ingénierie des systèmes est un processus collaboratif multidisciplinaire pour trouver une solution à un problème. Ce processus utilise aussi bien les connaissances, les compétences et l'expérience humaine que le matériel adéquat et les logiciels

performants. Tous ces outils sont mis en œuvre, en interaction, pour définir, faire évoluer et vérifier la conception d'un système.

Le résultat de ce processus est une solution à un besoin opérationnel du client. Ce résultat doit satisfaire le client tout en optimisant les coûts et les délais tout au long du cycle de vie du système.

On retient donc certains aspects de l'ingénierie de systèmes ; tout d'abord, les concepts sous-jacents du système (les objets assemblés et unis par une certaine forme d'interaction ou d'interdépendance), l'ingénierie (science appliquée), le cycle de vie (la série d'étapes par lesquelles doit passer tout système), la cybernétique (gouvernance et contrôle), et enfin le client (consommateur du produit ou service).

#### 1.4.2. Définition du système dans l'ingénierie de systèmes :

---

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. " (AFIS)

A partir de cette définition, on peut conclure que l'ingénierie de systèmes est une démarche descendante d'ingénierie « top-down » s'appuyant sur une décomposition itérative du système en blocs constitutifs en interaction et ceci durant tout le cycle de vie. Cette démarche descendante sera suivie d'une démarche ascendante c'est-à-dire l'intégration du système et l'analyse des contraintes rencontrées lors de la mise en service sans oublier les vérifications nécessaires et la validation dont on aura l'occasion de donner plus d'éclaircissement plus loin.

#### 1.4.3 Processus ingénierie de systèmes :

---

Le système objet de l'ingénierie des systèmes doit répondre au mieux aux besoins, attentes et contraintes de toutes les parties prenantes : parties intéressées par l'utilisation et l'exploitation du système : client, utilisateurs, usagers, exploitants, mais aussi états, organismes, associations susceptibles d'être concernés par le système. Autres parties prenantes concernées par le

cycle de vie du système : concepteurs, producteurs, maintenanciers, logisticiens...etc.

Il doit aussi être acceptable par et pour l'environnement (physique, social, écologique.) et là, il faudrait souligner qu'une étude d'impact du système sur l'environnement est devenue, en Algérie et partout d'ailleurs dans le monde, une nécessité pour l'approbation et la mise en service du système. Enfin le système doit représenter une solution globalement équilibrée et optimisée sur l'ensemble de son cycle de vie, de la conception au retrait de service compris, tout en prévoyant les réutilisations dans les produits futurs afin d'éviter les rejets dans la nature et la pollution qui devient actuellement le soucis majeure des associations pour la sauvegarde de la nature et le bien être de l'être humain et tous les êtres vivants sur terre.

Dans le but de trouver un compromis dans cet ensemble d'exigences souvent conflictuelles, une approche système impliquant la mise en œuvre d'une forte interdisciplinarité et de la maîtrise de la transversalité qui en résulte est nécessaire. Ainsi " l'ingénierie système consiste à intégrer les efforts de toutes les disciplines impliquées dans le cycle de vie du système en un tout cohérent, afin de progresser vers la solution en justifiant les décisions successives par une analyse globale de leurs conséquences tant sur le système principal et sur les systèmes contribuant à le concevoir, le produire, le maintenir en condition opérationnelle et le retirer du service, que sur leur environnement. " (AFIS)

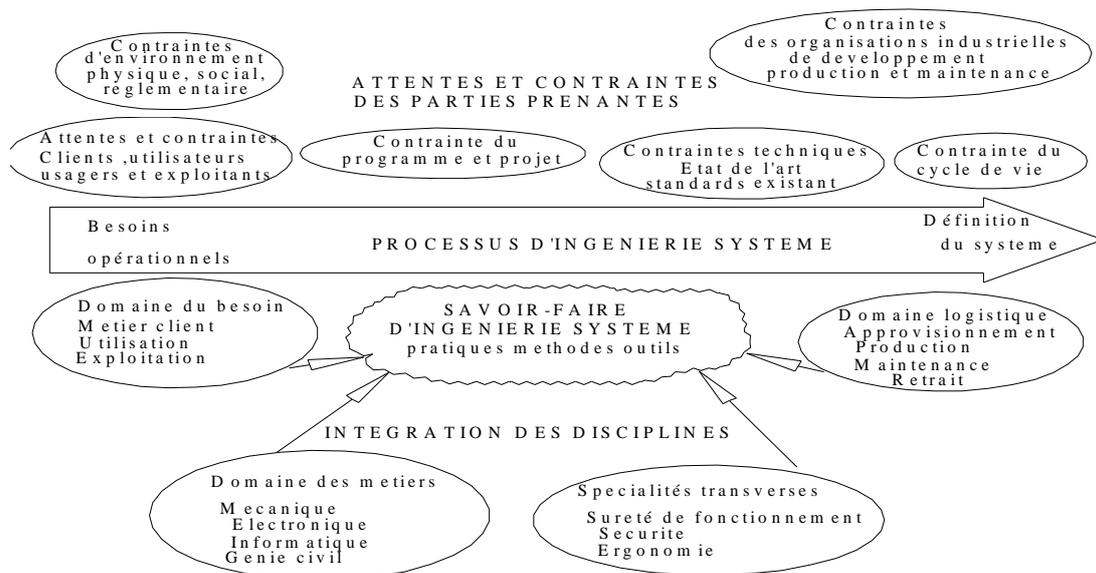


Fig.4 : Processus d'ingénierie système (AFIS)

#### 1.4.4 La démarche de conception en Ingénierie Système :

La démarche technique de l'ingénierie système faisant passer du besoin à la définition de la solution se traduit par un processus itératif, car il est impossible d'atteindre l'optimum du premier coup, on est appelé alors à répéter jusqu'à atteindre notre objectif et d'une façon optimale. Cette démarche se déroule en deux étapes :

- d'abord l'exploration du problème et la spécification de la solution conduisant à des visions prescriptives du système, puis de ses sous-systèmes et constituants, sous forme d'ensembles d'exigences auxquelles ils devront satisfaire,
- Ensuite la conception conduisant à des modèles constructifs sous forme d'architectures : architecture fonctionnelle et architecture de constituants (structurale) avec leurs exigences spécifiées de réalisation, d'intégration, de vérification et validation ainsi que de maintenance.

L'aspect itératif est dû à la complexité du système dans sa globalité :

- on ne peut définir d'emblée l'ensemble des besoins et contraintes de toutes les parties prenantes constituant le problème : on part des exigences initiales des parties prenantes utilisatrices et exploitantes du futur système (satisfaction du client), et au fur et à mesure des choix de conception on adjoindra les exigences des autres parties prenantes (développeurs, producteurs, vérificateurs, intégrateurs, maintenanciers),
- on ne peut trouver directement une solution au problème global, il est décomposé itérativement en sous problèmes (décomposition en blocs constitutifs) en tenant compte de leurs interactions, jusqu'à ce que ces sous problèmes soient suffisamment simples pour leur trouver des solutions potentielles (composants existants ou à développer). On est alors ramené à un problème d'intégration de ces solutions, préparé par la définition de l'architecture.

On distingue deux niveaux d'architectures :

- L'architecture logique ou fonctionnelle qui représente la solution du point de vue de son fonctionnement,
- L'architecture physique qui, après les choix techniques, représente la solution d'un point de vue de la réalisation et de la maintenance.

Au cours des décompositions conduisant à ces architectures, les exigences sont allouées (réparties sur) aux éléments de la décomposition et les interfaces sont définies.

On justifie la définition du système ainsi obtenue par :

- les activités de vérification qui vérifient que la définition est bien faite, en conformité à l'état de l'art, et les activités de validation qui vérifient que la définition répond au besoin (aux exigences des parties prenantes),
- les activités d'évaluation et de comparaison entre solutions alternatives qui justifient les choix successifs et donc témoignent des recherches d'optimisation du compromis global enjeux (fonctionnalité, performances) versus contraintes (dont coûts et délais) tout au long de la conception. Ces activités techniques de conception doivent être managées selon les contraintes du projet et soutenues par des activités de support comme la gestion des informations (enregistrement des données d'Ingénierie Système, traçabilité des exigences, gestion de la configuration et des modifications...). Cette démarche nécessite la coopération de l'ensemble des acteurs de l'organisation industrielle, ce qui implique des activités de gestion de multiples relations client fournisseur.

Les normes d'ingénierie système formalisent les processus et activités correspondant à cette démarche technique, ainsi que les processus de management associés et les processus contractuels régissant les relations client fournisseur.

#### 1.4.5 Normes d'Ingénierie Système :

---

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 a 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.

#### 1.4.5.1 Norme IEEE1220

*(standard for application and management of the systems engineering process) janvier 1999:*

Cette norme est issue du standard militaire MIL STD 499B, dont la version initiale date de 1994. 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.

#### 1.4.5.2 Norme EIA632

*(process for engineering a system) avril 1998:*

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

#### 1.4.5.3 Norme ISO 15288

*(systems engineering – system life cycle process) Nov 2003 :*

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.

#### 1.4.6 Les enjeux de l'Ingénierie Système :

Face aux nouveaux problèmes à résoudre et à la multiplication des contraintes dus à la complexification de notre environnement et en regards de nos nouveaux objectifs, les systèmes à faire fonctionner comme les organisations pour les développer, les produire, les exploiter et les maintenir deviennent de plus en plus complexes.

La maîtrise des systèmes devient un enjeu majeur tant pour les entreprises que pour les nations. L'analyse des échecs techniques (pertes d'engins spatiaux) ou économiques (le tunnel sous la Manche), celle des difficultés de mise en service (Grande Bibliothèque, réservation de places SNTF, AIR ALGERIE et CNAN) mais aussi celle des dépassements de coûts et délais , par exemple dans le domaine des systèmes d'information, mettent en évidence des défauts dont l'origine concerne souvent des aspects système : besoins insuffisamment exprimés, parties prenantes non écoutées, problèmes de logistique, d'exploitation et de maintenance non anticipés, spécifications imprécises et incomplètes, solutions non justifiées ou non validées, formation des utilisateurs insuffisante, responsabilités et rôles des acteurs mal définis, communication entre acteurs non maîtrisées, ressources et compétences mal planifiées et non disponibles lors de leur sollicitation.

Ainsi, dans de nombreux secteurs, l'ingénierie système est encore à améliorer. Dans d'autres secteurs ou elle est appliquée, des progrès restent (et resteront

toujours) à faire. L'ingénierie système n'est pas une nouvelle méthode révolutionnaire venant remplacer les approches traditionnelles telles que qualité, analyse de la valeur, management par les risques, développement à coût objectif, mais une démarche globale intégrant de manière structurante ces diverses approches et s'appuyant sur les retours d'expérience de leurs bonnes pratiques. Ainsi, la bonne mise en œuvre d'un système, du fait de son approche coopérative et multidisciplinaire d'ingénierie globale, équivaut :

- à une meilleure maîtrise de la complexité des produits de plus en plus complexe, nous citons par exemple les moteurs des véhicules qui deviennent de plus en plus complexes et qui nécessitent des moyens d'entretien et de réparation de plus en plus sophistiqués.
- à une meilleure anticipation des problèmes et des risques concernant le système et son environnement tout au long du cycle de vie. Prenons comme exemple le système « autoroute est-ouest en Algérie » qui est en phase de réalisation, le problème est ce qu'on a pris en considération les déviations lors de la réalisation des traversées des routes de grande circulation ou a-t-on laissé l'initiative à l'entreprise de réalisation au dépend des usagers de la route ?
- à un raccourcissement des temps de développement et une amélioration de la tenue des délais,
- une meilleure maîtrise des coûts, et notamment une anticipation très en amont du coût global de cycle de vie,
- une meilleure efficacité dans la maîtrise de la transdisciplinarité et de la coopération de multiples acteurs,
- un accroissement de la satisfaction de toutes les parties prenantes,
- une meilleure optimisation du compromis global enjeux sur contraintes des produits et lignes de produits et une amélioration de la compétitivité des entreprises.

#### 1.4.7 Champ d'application de l'Ingénierie Système :

---

Les démarches de l'ingénierie système ont été mises en œuvre initialement dans les domaines des grands systèmes technologiques et produits très complexes (les secteurs des systèmes d'armement, de défense et de l'espace.)

Actuellement, et avec la complexification croissante de notre environnement technico-socio-économique, l'ingénierie système est appelée à se généraliser aux différents domaines de l'ingénierie et de l'industrie. Elle aborde aussi le secteur tertiaire en termes d'approche organisationnelle et d'ingénierie des systèmes d'information. Elle propose notamment une approche rigoureuse pour l'ingénierie des organisations complexes (administrations et entreprises). Elle devrait progressivement bénéficier à l'ensemble du tissu industriel.

Le problème est alors de savoir en ajuster les pratiques aux justes besoins des secteurs d'activité et des entreprises. A titre d'exemple :

- TIEN & BERG (2006) ont procédé à une recherche dans l'ingénierie de système appliquées aux services et spécialement la méthode valeur économique ajoutée (EVA) qui est une approche d'analyse systémique qui a permis aux gestionnaires de mieux gérer leurs entreprises et de prendre les bonnes décisions au bon moment. Cette approche est basée sur l'opération suivante : le bénéfice d'exploitation annuel total après impôts moins le coût du capital (qui comprend les actifs de trésorerie, les stocks, les créances, les équipements lourds, et de l'immobilier).
- "Quaker Oates, une grande entreprise agro alimentaire au USA appartenant au groupe PEPSI CO., utilise cette méthode de gestion qui l'a incité à se concentrer sur le long terme, au lieu de chercher à accroître le bénéfice à court terme." (TIEN & BERG, 2006)
- Le système d'ingénierie des exigences pour l'avion A380 appelé «CARE » (Common Airbus Requirement Engineering), bâtis par des partenaires industriels allemands, anglais, espagnols et français réunis autour du projet A380 d'Airbus et comment ils ont pu utiliser la démarche d'ingénierie système décrite dans la norme EIA 632 (CHOVEAU & DE CHAZELLES 2001). Cette approche consiste à développer progressivement les différents éléments de la méthode, à les mettre en oeuvre rapidement dans un certain nombre de projets pilotes afin d'en

capitaliser l'expérience et d'en injecter les conséquences dans le développement. C'est ainsi qu'est né le projet CARE : Common Airbus Requirement Engineering. L'objectif du projet est de mettre en place un processus outillé d'ingénierie des exigences dans le cadre du programme A380. Ce processus a pour principales caractéristiques d'être conforme aux directives Airbus et de répondre aux recommandations pour la certification des systèmes avions complexes (ARP 4754), de permettre une mise en œuvre cohérente dans les équipes de conception de chacun des partenaires et de leurs fournisseurs, qu'ils soient en France, en Allemagne, en Espagne ou en Angleterre. Compte tenu de l'ambition de cette application qui est multipartenaires et multi niveaux, une démarche de type « Ingénierie Système » a été appliquée pour définir le « Système d'Ingénierie des Exigences » que constitue CARE.

#### 1.4.8 Processus cycle de vie d'un système :

---

##### 1.4.8.1 . Notion de cycle de vie :

---

L'ingénierie classique a principalement porté sur la performance des produits comme l'objectif principal plutôt que sur le développement et le fonctionnement de l'ensemble du système, le produit étant une partie du système. L'expérience des dernières décennies a montré qu'on doit s'inquiéter du bon fonctionnement du système depuis sa définition et jusqu'à sa mise hors service et ce afin de satisfaire les clients.

En conséquence, il est essentiel que les ingénieurs donnent beaucoup d'importance au système dès les premières étapes de la conception de systèmes et de développement, et qu'ils assument la responsabilité de l'ingénierie du cycle de vie qui a été largement négligée dans le passé.

Le cycle de vie commence avec l'identification du besoin et s'étend à la conception préliminaire, la conception détaillée, le développement, la production, la construction, l'utilisation du produit, l'élimination progressive, et l'élimination définitive.

En résumé, le cycle de vie est la description d'un processus couvrant les phases de conception d'un système, sa mise en œuvre et sa disparition.

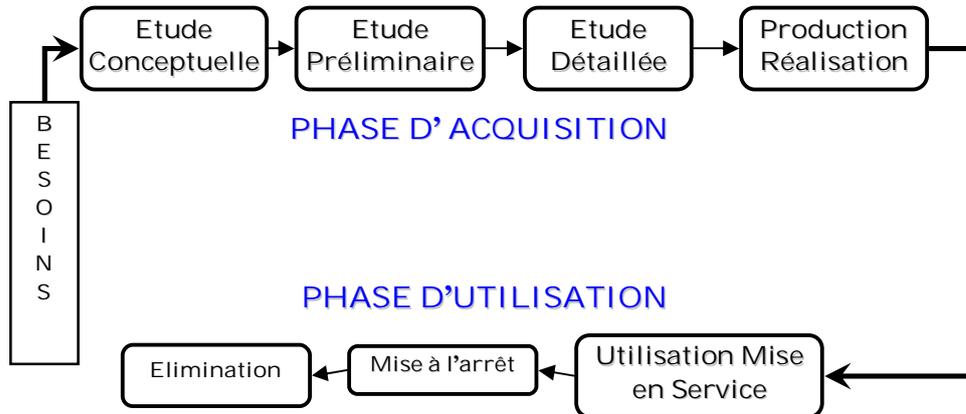


Fig.5 : Processus du cycle de vie d'un système [Benjamin S. Blanchard et al, 1998]

Le but de ce découpage est de :

- Maîtriser les risques et éviter les catastrophes et pertes au bon moment,
- Maîtriser et optimiser les délais et les coûts ce qui nous permettra d'être compétitif face à une concurrence cruciale et nombreuse,
- Obtenir une qualité conforme aux exigences et satisfaire totalement le client.

#### 1.4.8.2 Justification du cycle de vie :

Cycle de vie et assurance qualité ou encore l'atteinte des objectifs sont fortement liés; il faudra donc en permanence assurer la validation (sommes nous en train de faire le bon produit?) et la vérification (faisons nous le produit correctement ?)

La validation et la vérification sont en général garanties par la mise en place d'inspections et de revues. L'inspection est une lecture critique d'un document (spécification, conception, code, plan d'intégration...); elle est destinée à améliorer la qualité d'un document.

De manière générale, l'inspection est faite par une équipe indépendante du projet constituée par: Un Modérateur, un Experts, Secrétaire, le client éventuellement un banquier, un représentant du service qualité. Pour qu'elle puisse être profitable, une inspection doit donner lieu à la rédaction de fiches de défauts

avec une échelle de gravité et la définition des responsabilités concernant la correction des défauts. Les inspections sont à la base des décisions prises en revues. Une revue est une réunion permettant de valider une des phases du cycle de vie. On distingue :

- les revues « produits » : état d'un projet sous ses différents aspects que ça soit Techniques, Financiers, Commerciaux, Calendrier, ...
- les revues « techniques » : elles permettent de fournir au marketing et à l'unité de développement une évaluation des aspects techniques du système et des coûts de réalisation

les réunions de décision: elles valident le passage à la phase suivante et font bien souvent suite à l'une des deux précédentes.

#### 1.4.8.3 Les différentes phases du cycle de vie :

##### 1.4.8.3.1 Identifier les besoins :

---

Le processus d'ingénierie des systèmes commence par l'identification d'un «besoin», «vouloir», ou «désir» pour un ou plusieurs nouvelles entités, ou une amélioration (Blanchard and Fabrycky, 1998). Par exemple, dans un système de distribution d'eau potable, on s'aperçoit que le nombre d'habitant a progressé on aura donc besoin d'un débit plus important.

Une description complète de la nécessité du besoin est primordiale afin de définir correctement les exigences et passer à l'étape suivante. Pour mieux cerner le besoin il faut associer le client ou l'utilisateur du produit.

Dans la plupart des cas, le client exprime ses besoins par un cahier des charges établi après consultation des divers intervenants du système (utilisateurs, encadrement...), un appel d'offres est éventuellement lancé.

Le cahier des charges décrit, en langage naturel, les fonctionnalités attendues du produit ainsi que les contraintes non fonctionnelles. Dans le cas de la refonte d'un système complet on peut avoir un cahier des charges par sous domaine.

##### 1.4.8.3.2 Fixer les objectifs :

---

Le manager étudie la stratégie et décide de la nécessité de la création du système. C'est pendant cette phase qu'est défini un schéma directeur dans le cas de la création ou de la rénovation d'un système d'information complet du système en question.

#### 1.4.8.3.3 Etude (Design) Conceptuelle :

---

A cette étape on doit énoncer les besoins finaux en détails afin de mieux cerner les exigences et de faire une analyse que se soient les exigences opérationnelles ou exigences de maintenance et d'entretien. Une analyse de faisabilité technique et économique n'est pas à écarter à cette phase. Il faudra aussi définir les mesures techniques de performance (TPM). L'analyse fonctionnelle est très importante à cette étape pour pouvoir justifier les investissements nécessaire pour le bon fonctionnement du futur système. Enfin on ne peut prétendre à la spécification du système qu'après avoir procéder à une analyse détaillée et une évaluation correcte du système tel que conçu.

Cette étape est achevée par une revue appelée revue de l'étude conceptuelle et qui contiendra tout ce qui a été établi durant cette phase.

#### 1.4.8.3.4 Etude (Design) préliminaire :

---

- Analyse fonctionnelle du système (analyse fonctionnelle, fonctions opérationnelles du système, fonctions de maintenance du système)
- Synthèse préliminaire et allocation des critères de design (Allocation des facteurs de performance, facteurs de design, et exigences de l'efficacité)
- Optimisation du système (Compromis du système, sous système et évaluation des alternatives)
- Synthèse du système et définition. (performance du design préliminaire, configuration et arrangement du système choisi, spécifications détaillées)

#### 1.4.8.3.5 Design Détaillé :

---

- Design du produit ou système (design détaillé du système fonctionnel, design détaillé de la maintenance du système et des éléments de support logistique, design des fonctions de support, analyse du système et évaluation, révision du design)
- Développement d'un prototype du système (Modèle, développement des exigences de la maintenance et du support logistique)
- Test et évaluation du prototype du système (préparation du test, données du test analyse et évaluation, analyse du système et évaluation, modification pour des actions correctives.

#### 1.4.8.3.6 Production, utilisation et entretien :

---

Aucun système n'est rentable à cent pour cent des sa première mise en service il y'aura toujours des imperfections à observer après sa mise en service. Pour cela l'analyse et l'évaluation du système des sa mise en service doit être continu et sans interruption afin de modifier, de corriger et d'améliorer la qualité ou la rentabilité du système.

#### 1.4.8.3.7 Mise à l'arrêt et élimination

---

La destruction du système ne doit en aucun cas avoir un impact négatif sur l'environnement ou sur la santé humaine ni sur la production de la pollution. Il faut penser à cette étape au procédés de reformulation de produits, au recyclage ou au traitement des déchets avant de les jeter dans la nature. Il faut donc se referez aux processus d'ingénierie verte pour un environnement durable et aux processus de design d'élimination orienté.

#### 1.4.9 Modèles de processus :

---

1.4.9.1 Modèle en cascades et modèle en V :

1.4.9.1.1 Modèle en cascade :

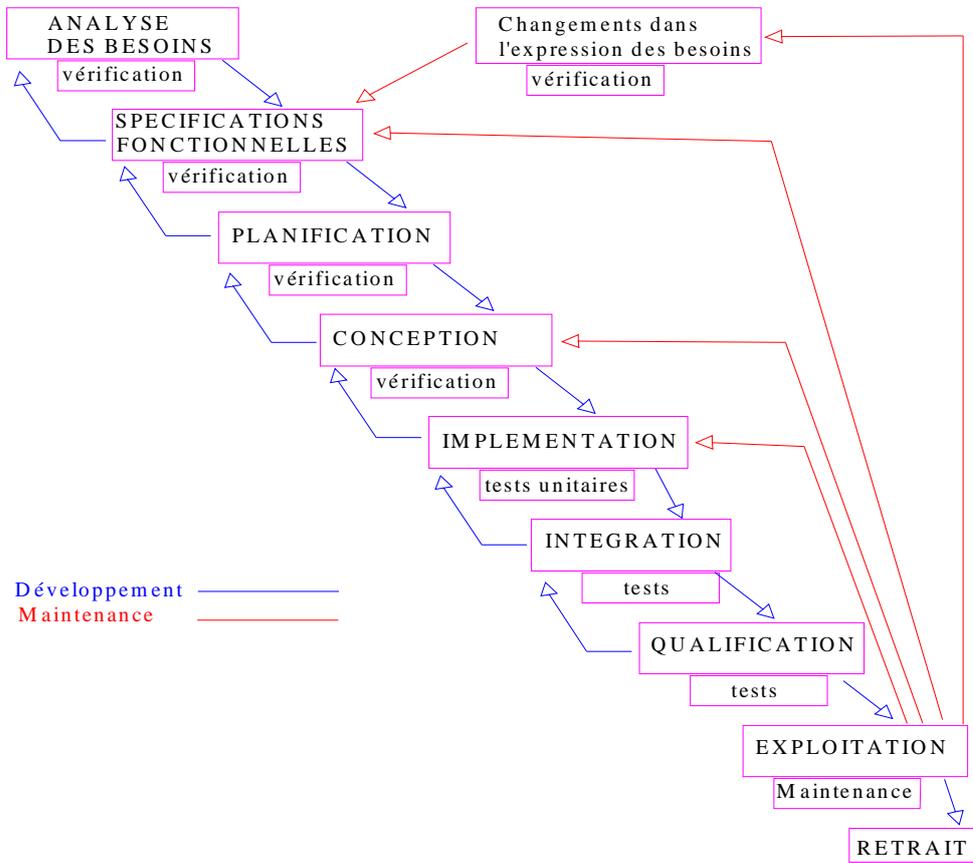


Fig.6 : cycle de vie en cascade

1.4.9.1.2 Modèle en V :

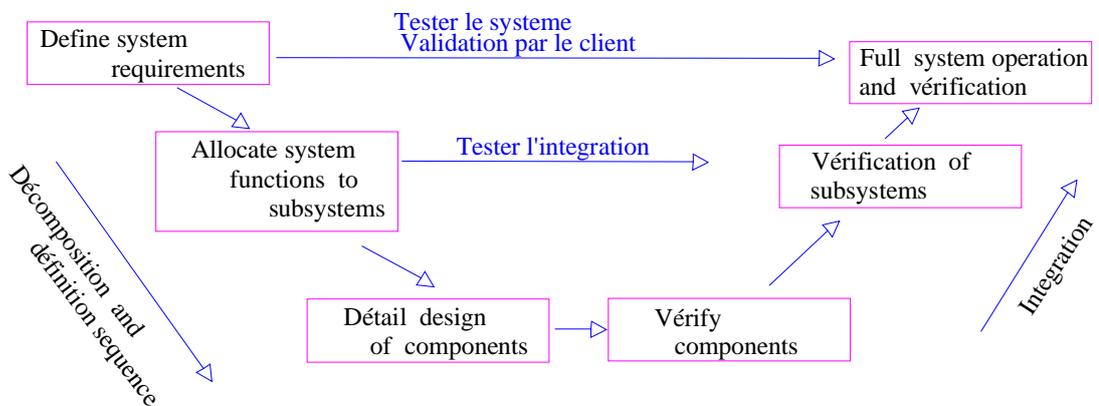


Fig.7 : cycle de vie en V (Benjamin S. Blanchard et al, 1998)

### 1.4.9.1.3 Analyse de ces modèles de cycle de vie :

La représentation en V tient d'avantage compte de la réalité, le processus de développement n'est pas réduit à un enchaînement de tâches séquentielles.

Elle montre que:

- c'est en phase de spécification que l'on se préoccupe des procédures de qualification
- c'est en phase de conception globale que l'on se préoccupe des procédures d'intégration
- c'est en phase de conception détaillée que l'on prépare les tests unitaires

Le modèle de cycle de vie en V permet d'anticiper sur les phases ultérieures de développement du système ou produit. En particulier le modèle en V permet de commencer plus tôt:

- - Plan de tests de qualification,
- - Plan d'évaluation des performances,

Le modèle en V comme celui en cascade conduit à commencer plus tôt la documentation utilisateur. Les deux modèles permettent de développer parallèlement différents modules lorsque la phase de conception globale est validée ;

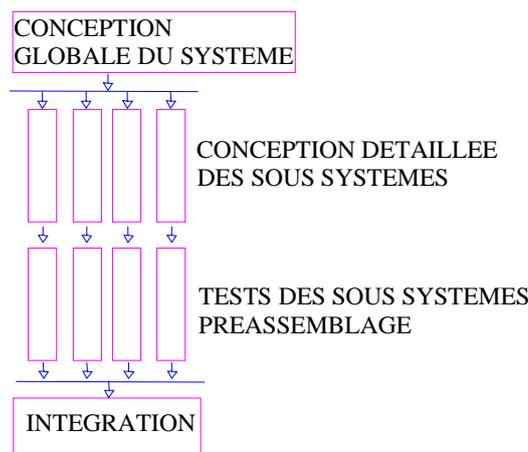


Fig.8 : Développement de module

#### 1.4.9.2. Modèle en spirale :

##### 1.4.9.2.1 Démarche :

---

Proposé par B. Boehm (1988), ce modèle de cycle de vie tient compte de la possibilité de réévaluer les risques en cours de développement, il emprunte au prototypage incrémental mais lui adjoint une dimension relevant de la prise de décision managériale et non purement technique. Il couvre l'ensemble du cycle de développement d'un produit.. Il met l'accent sur l'activité d'analyse des risques et chaque cycle de la spirale se déroule en quatre phases :

- Identifier les risques, leur affecter une priorité,
- développer une série de prototypes pour identifier les risques en commençant par le plus grand risque
- utiliser un modèle en V ou en cascade pour implémenter chaque cycle
- si un cycle concernant un risque a été achevé avec succès alors :
  - évaluer le résultat du cycle et planifier le cycle suivant.
  - si un risque n'a pu être résolu, terminer le projet immédiatement.

##### 1.4.9.2.2 Condition d'application :

---

Le modèle en spirale s'applique essentiellement en interne, lorsque les clients et les fournisseurs font partie de la même entreprise, si l'analyse de risque démontre que le projet doit être continué, une équipe peut être réaffectée au projet. Alors que dans une relation client fournisseur ordinaire, il y a eu signature de contrat et donc l'effort doit être estimé à l'avance. Le modèle en spirale ne peut donc s'appliquer. Ou bien il doit être adapté en signant des contrats partiels pour chaque itération.

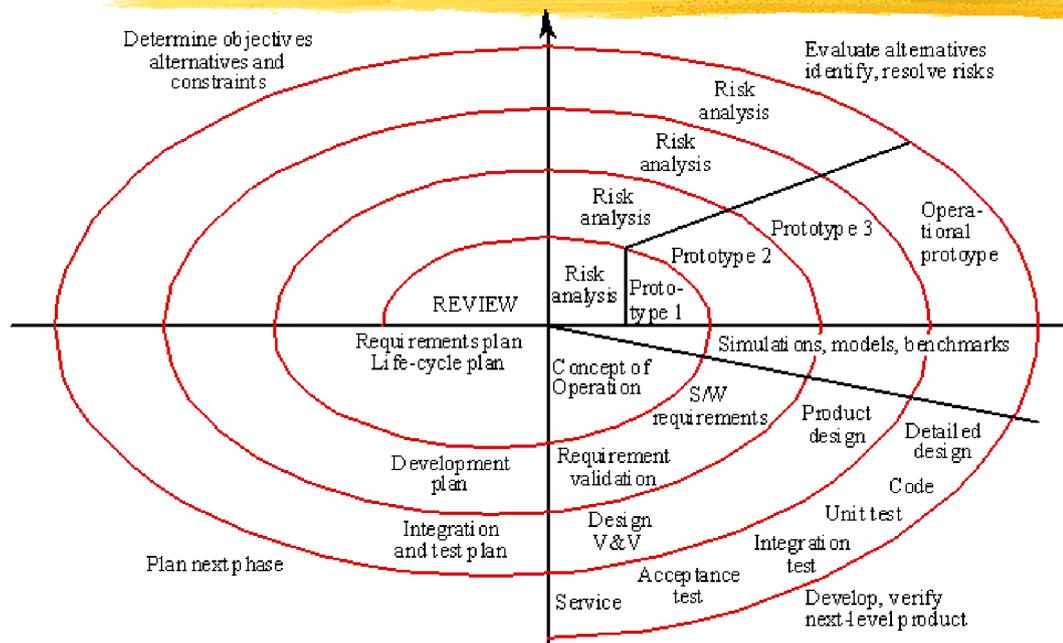


Fig. 9: A spiral model of software development (BOEHM, 1988).

#### 1.4.10 Evaluation du Design du système:

- L'évaluation consiste à accorder de la valeur (qualitativement ou quantitativement) à un existant, généralement en vue de prise de décision ou de comparaison.
- L'évaluation du design du système est une activité essentielle dans le processus de l'ingénierie des systèmes. Elle doit être faite régulièrement le long du design.
- Enfin c'est l'assurance de la continuité de l'amélioration du design.

##### 1.4.10.1 Décomposition des critères :

Avant l'évaluation, il faut établir une base de référence, qui sera définie à travers le processus itératif de l'analyse des exigences après avoir défini les besoins du client.

Les fonctions du système établies pour satisfaire le besoin du client doivent être décrite en fonction de facteurs temps, fréquence, efficacité, coûts...

##### 1. Au niveau de système:

##### ◇ Analyse des exigences

- Analyse de faisabilité

- Définition des exigences opérationnelles du système
- Concept de maintenance et d'entretien.
- Mesures d'efficacité et de performances techniques (TPM).

◇ Evaluation du design

- identification des Paramètres Dépendant du Design DDP
- analyse et Etude des alternatives
- Synthèse et évaluation

2. • Au niveau de Sous-système :

◇ Analyse des exigences

- -Analyse Fonctionnelle et Allocation
- -Mesures d'efficacité : (Mesures Techniques de Performance TPM)

◇ Evaluation du design

- -Identification des Paramètres Dépendant du Design DDP
- -Analyse et Etude des alternatives
- -Synthèse et évaluation

1.4.10.2 Evaluation multicritère :

- Les attributs du système surviennent dans l'état de besoins (taille et poids du système, rang et précision, vitesse et performance, capacité, disponibilité opérationnelle, fiabilité et maintenabilité, supportabilité, coût...)
- Les Mesures Techniques de performance (TPM) doivent être spécifiées en fonction du niveau d'importance, généralement déterminé par le client et la criticité des fonctions à accomplir. (Exemple: si pour une certaine mission, la fiabilité n'est pas importante et qu'il y a un système de maintenance, alors l'intervention, en cas de problème est facile. Par contre, pour une mission donnée, la maintenance n'est pas possible alors la fiabilité devienne importante)
- Paramètres dépendants du design (DDP) peuvent être établis tôt dans le design conceptuel puis le long du cycle de design. A partir de ces DDP, les alternatives doivent être conçues.

### 1.4.10.3 Génération et évaluation des alternatives :

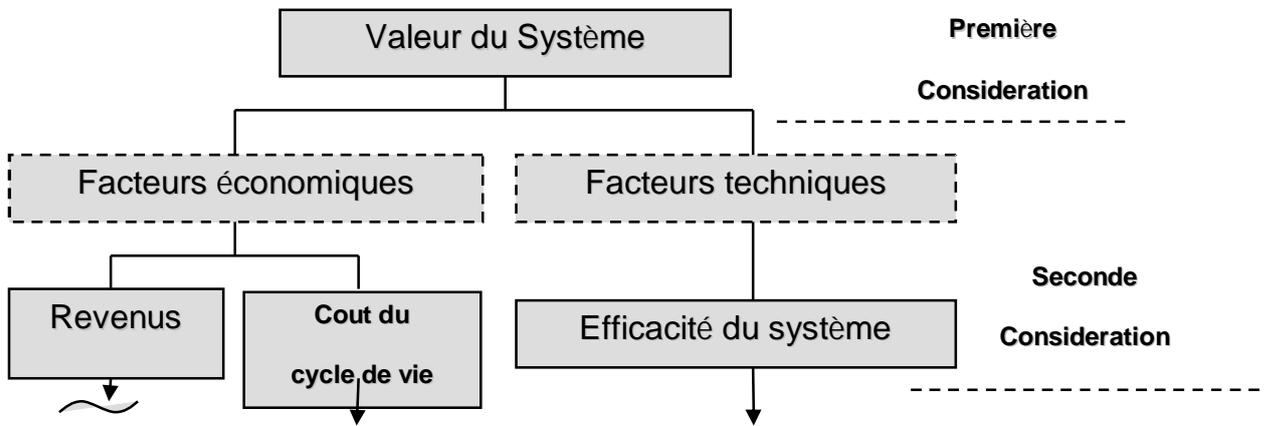


Fig.10 : Evaluation des alternatives [Benjamin S. Blanchard et al, 1998]

### 1.4.11 Processus de conception du système “Design conceptuel” :

Le design conceptuel est la fondation sur laquelle reposent toutes les autres phases du cycle de vie d’un système (design préliminaire, design détaillé, développement...)

Dans cette phase conceptuelle, les besoins du client et ses exigences sont transformés en critères de design nécessaires pour la suite du design (préliminaire et détaillé) *“The beginning is the most important part of the work”*

*Plato, 4th Century, B.C*

### 1.4.11.1 Etapes du Design Conceptuel:

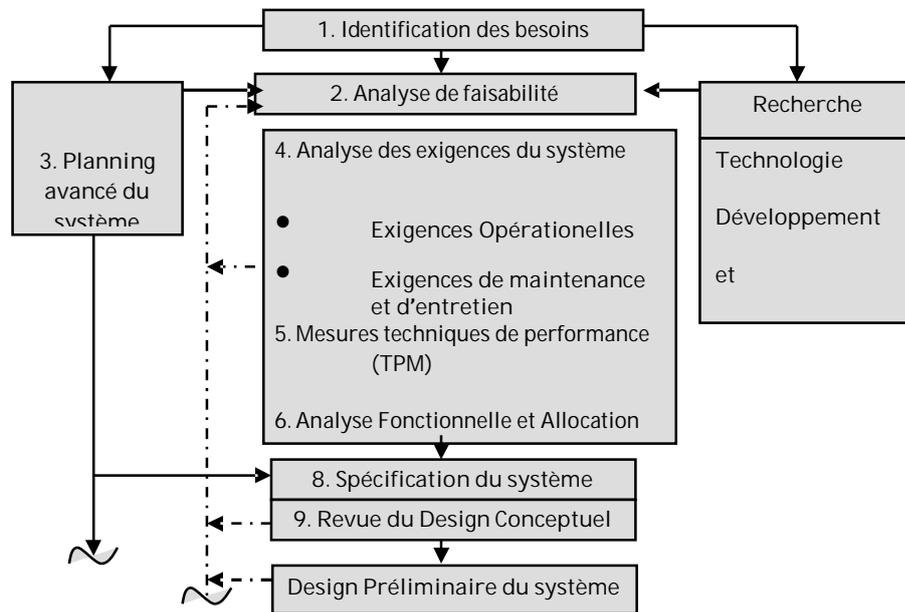


Fig. 11 : Design conceptuel [Benjamin S. Blanchard et al, 1998]

### 1.4.11.2 Identification des besoins :

Dans cette étape, on doit se concentrer sur les fonctionnalités du système et les besoins clés du client. On définit donc les attributs clés du système tout en incluant les limites et les possibilités initiales du système. C'est probablement l'étape la plus dure mais elle est très importante et nous sert de base pour la définition des exigences du client ; ce dernier sera impliqué à cette étape plus que les étapes qui vont suivre.

### 1.4.11.3 Analyse de faisabilité :

Il faudrait d'abord identifier toutes les approches de design (alternatives) possibles (niveau système et sous système). Il est nécessaire d'évaluer les approches les plus probables en se basant sur la performance, l'efficacité, la maintenance et l'entretien sans oublier les critères économiques en tenant compte des contraintes de ressources.

Enfin nous devons recommander les alternatives retenues et essayer de réduire le nombre pour mieux analyser leur faisabilité, en fonction de la disponibilité des ressources matérielles, humaines et financières.

A cette étape on peut procéder à une estimation du coût, délais et technologies utilisées ; ceci en se basant sur les données, informations et documents d'autres systèmes semblables au présent et conçus antérieurement.

#### 1.4.11.4 Planning avancé du système :

Il est évident que le client comme le concepteur doivent être d'accord sur les coûts et la durée de vie du système. A cette phase le concepteur doit communiquer avec l'utilisateur du système pour avoir une description profonde des besoins ; ceci nous facilitera la tâche d'achèvement de l'analyse de faisabilité et déterminer les technologies applicables. Il est également important de définir les normes qualité qui seront appliquées comme la méthode de conception choisie ou les règles qui régiront les tests. On notera également les dépendances extérieures (comme par exemple l'arrivée d'une nouvelle machine) afin de mesurer les risques encourus .Enfin cette phase fait inclure les étapes suivantes :

- Définition des exigences opérationnelles du système
- Développement du concept de maintenance et d'entretien du système
- Identification et priorisation des mesures techniques de performance
- Achèvement d'une analyse fonctionnelle de niveau supérieur
- Préparation d'une spécification du système
- Révision du design conceptuel - Haut niveau seulement (pour le moment)

#### 1.4.11.5 Analyse des exigences du système :

Les activités de l'analyse des exigences, de l'analyse fonctionnelle, de l'allocation des exigences... sont de nature itérative. L'objectif est de décrire les exigences à chaque niveau dans la hiérarchie du système (système, sous système, composante...).

Les ressources supportant les « comment » vont être développées à partir de l'analyse fonctionnelle et du processus d'allocation. Les exigences doivent être complètes et traduisent complètement le besoin ; elles doivent être objectives, mesurables et démontrables.

A cette étape on a affaire à deux types d'exigence :

- ◇ Exigences opérationnelles :

- Distribution ou Déploiement Opérationnel (Ie)
- Profil ou scénario de la mission
- Paramètres de performance
- Exigences d'utilisation
  - -Exigences d'efficacité
  - Cycle de vie opérationnel
  - Environnement

A cette étape nous pouvons résumer ce qu'on vient d'écrire aux questions suivantes :

- -Quelles fonctions le système va réaliser ?
- -Quand aura-t-on besoin du système pour réaliser la fonction et pour combien de temps ?
- -Où le système sera-t-il utilisé ?
- -Comment le système accomplira-t-il son objectif ?

◇ Exigences de maintenance et d'entretien:

Un plan de maintenance est nécessaire pour assurer le contrôle et le suivi du fonctionnement du système et toutes les ressources surtout matérielles utilisées par ce même système .Nous devons consacrer nos efforts sur les informations suivantes :

- Niveaux de maintenance :
  - L'auto maintenance : l'objet est de mettre en place les conditions de base nécessaires pour que la fabrication soit à même d'assurer une partie de la maintenance systématique des équipements qu'elle a à conduire. La mise ne place ou le retour à ces conditions de base suit le processus suivant : mise à niveau par rapport à un état de référence défini, définition et application des standards de maintenance de premier niveau, graissage, resserrage, nettoyage, élaboration des méthodes et supports d'inspection machine, standardisation et optimisation de la mise en application.
  - La maintenance programmée : La maintenance programmée a pour objectif de définir les contenus techniques de maintenance non

couverts par l'auto maintenance, d'assurer le maintien et la gestion des équipements à moyen terme.

- La mise en place d'une gamme de maintenance préventive doit constituer une préparation à la mise sous contrôle des machines dans le cadre d'une maintenance prédictive.

- Intégration sur la conception des équipements :

C'est à ce stade, lorsqu'en fait les conditions d'exploitation et de maintenance des équipements auront été remises à niveau et standardisées, qu'il sera possible de passer aux modifications de conception des équipements existants en vue d'améliorer soit le temps de cycle standard d'origine, soit la maintenabilité, soit aussi la fiabilité.

- Politiques de réparation :

L'objectif de cette politique est de remettre en bon état toute dégradation. C'est une garantie du maintien opérationnelle de l'équipement.

- Responsabilités organisationnelles :

L'implication de la Direction en est le premier. L'amélioration du rendement global des équipements de production requiert l'adhésion de la Direction.

Le second est dans la mise en place de moyens de mesures adaptés afin de mesurer la performance, identifier la non performance et agir sur les causes.

- Éléments de support logistique : matériels, matériaux (approvisionnement) et personnels qualifié.
- Exigences d'efficacité : Le personnel ainsi que les équipements mis en place doivent atteindre les objectifs tracés par le concepteur pour le système.
- Environnement : Relié à la maintenance et le support (température, humidité, choc, vibration, bruit...)

#### 1.4.11.6 Mesures Techniques de Performance (TPM)

Les critères de design qualitatifs et quantitatifs seront élaborés à partir des exigences opérationnelles et de maintenance et support. Les facteurs quantitatifs sont mesurables. Ils conduisent généralement à l'identification des paramètres dépendant du design (DDP) et les caractéristiques désirées qui doivent être incorporées dans le

design. Ces facteurs doivent être établis avec leurs priorités en fonction du degré d'importance comme le voit le client.

Pour faciliter la communication entre consommateur et producteur il serait indispensable d'utiliser plutôt la technique du déploiement de la fonction qualité (Quality function deployment QFD).

Le but de la QFD est d'établir les exigences nécessaires et de les transformer en solutions techniques. Le processus de la QFD implique la construction de matrices, la 1ère est appelée Maison de la qualité (House of Quality HOQ)

a) Analyse de la valeur et Méthode QFD (maison de la qualité)  
[cyber.uhp-nancy]

#### 1 Définitions du Déploiement de la qualité totale (Quality Function Deployment)

Le déploiement de la qualité totale (Quality Function Deployment : QFD) est une méthode structurée pour planifier et élaborer un produit ou un service permettant à l'équipe de développement de spécifier et d'identifier les souhaits et les besoins des clients. Cette méthode consiste à réaliser une analyse systématique des produits ou services de concurrents à l'aide d'outils spécifiques. Cette démarche est particulièrement utile lors d'une étude d'analyse de la Valeur quand il faut comparer les avantages et inconvénients des différentes solutions. Le principe de la démarche repose sur des analyses en cascade et de plus en plus fine où l'on analyse les attentes du client sur les " Quoi " requis par le client. Ensuite on analyse les " Comment " pour répondre matériellement et fonctionnellement aux " Quoi ". Ensuite à l'aide de matrices de corrélation et de la construction de la " Maison de la qualité " chaque terme du " Comment " est repris sous l'angle de " Quoi " de plus en plus détaillés. La procédure se répète ainsi jusqu'au niveau de détail souhaité :

- formalisation et systématisation du travail d'analyse,
- réalisation exhaustive et méticuleuse des étapes des analyses,
- utilisation rationnelle de méthodes de pondération et de hiérarchisation des besoins du client,
- formalisation et traçabilité des documents avec des outils tels que les matrices et la " Maison de la qualité ",

- mise en œuvre aisée facilitée actuellement par de nombreux logiciels disponibles sur le marché,
- outils de communication très efficace au sein d'une entreprise pour toute catégorie de personnel.

Un dossier d'étude de déploiement de la qualité totale comporte plusieurs éléments graphiques importants:

- la Maison de la Qualité,
- les matrices de relations entre les réponses techniques aux besoins du client,
- le tableau des besoins hiérarchisés du client,
- la planification de la qualité,
- la matrice des réponses techniques proposées pour résoudre les " Quoi " du client,
- le déploiement de la technologie proposée,
- les études sous formes graphiques de l'offre par rapport aux produits de la concurrence,
- le déploiement de la fiabilité.

La figure 11 représente la Maison de la Qualité avec le contenu de ses éléments constitutifs.

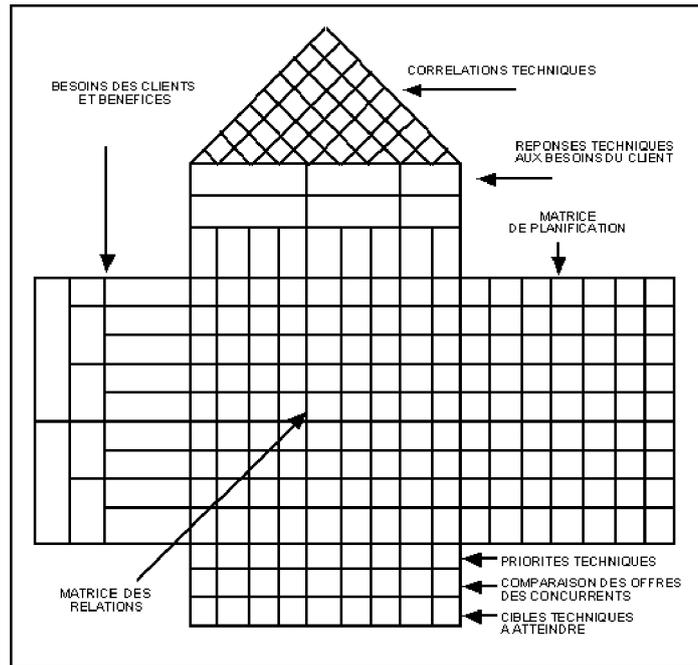


Figure 12 : Matrice de la maison de la Qualité (cyber.uhp-nancy)

## 2 Maison de la qualité :

La méthode prend tout son intérêt au moment de lancer un nouveau produit. Elle doit permettre de répondre à quatre questions clés:

- Ø Quelles sont les attentes à satisfaire en priorité pour assurer la réussite commerciale du produit ?
- Ø Quelles sont les réponses techniques à travailler ?
- Ø Quels sont les points critiques à examiner ?
- Ø Quels sont les risques à maîtriser ?

Ainsi, elle a un rôle fédérateur en s'alliant avec d'autres méthodes et outils pour la maîtrise du projet de développement et permet de lancer très tôt les actions prioritaires clés pour maîtriser le développement et éviter des reprises inutiles.

Le QFD a été développé pour aider les ingénieurs à intégrer très tôt la qualité du produit dans le processus de développement. Historiquement la méthode a été lancée au début des années 1970 chez Mitsubishi (chantiers naval de Kobe). Elle se déroule en deux phases :

- la construction et,
- le déploiement de la maison de la qualité

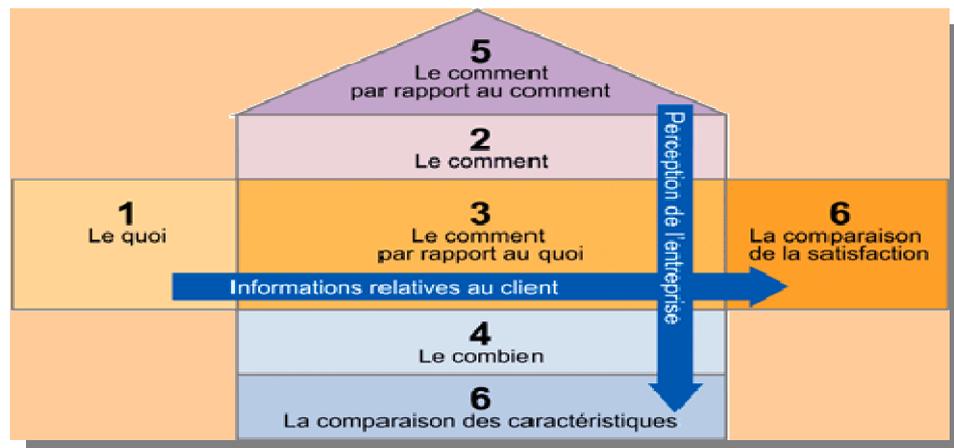


Figure 13 : les différentes composantes la maison de la Qualité (cyber.uhp-nancy)

### 3 Construction de la maison de la qualité :

#### 1. Identifier les besoins des clients (le QUOI)

- Établir les catégories de clients. (toutes les catégories : sportifs, les étudiants, les familles, etc.).
- Recueillir les besoins par un brainstorming ;
- Les structurer par un diagramme en arbre (cf. Guide Luxembourgeois pour la Qualité 2004 pages 76 et 77) repris par (cyber.uhp-nancy).
- Les prioriser (cf. Guide Luxembourgeois pour la Qualité 2003 pages 60) repris par (cyber.uhp-nancy).

2. Définir les caractéristiques techniques du produit à offrir (le COMMENT). Il faut rester objectif sans privilégier une solution particulière. Les éléments du comment correctement formulés sont fonctionnels sans présupposer les solutions envisageables.

3. Établir la relation entre les caractéristiques et les besoins des clients (le comment par rapport au quoi)

- Évaluer en pondérant à quel degré chaque caractéristique contribue à la satisfaction des besoins.
- Analyser la contribution des caractéristiques (jugement qualitatif).
- Prioriser les caractéristiques (cf. Guide Luxembourgeois pour la Qualité 2003 pages 60) repris par (cyber.uhp-nancy).

C'est le cœur de la méthodologie QFD. Les relations QUOI/COMMENT sont généralement définies à l'aide d'une échelle d'interaction dont les quatre modalités sont : forte, modérée, faible, inexistante.

Lorsqu'un élément du comment répond étroitement à un élément du quoi, l'interaction est forte. En revanche si une caractéristique qualité ne répond pas aux besoins du client, la relation QUOI/COMMENT est une interaction faible voire inexistante.

4. Cibler le niveau de performance technique des caractéristiques (le COMBIEN)

Fixer une cible pour chaque caractéristique.

Il s'agit de la liste des éléments de la description technique du marché et éventuellement des priorités accordées aux caractéristiques qualités.

5. Déterminer les relations entre les caractéristiques (le COMMENT par rapport au COMMENT)

- Évaluer le degré d'interrelation entre les caractéristiques du produit (voir si deux caractéristiques entrent en conflit ou sont redondantes).
- Analyser les interrelations.
- Mettre en évidence les liens de communication nécessaires entre les unités de l'entreprise qui travaillent au développement du produit.

Cette partie de la maison est constituée des interactions entre les éléments du comment dont les modalités sont : très positive, positive, négative, très négative et inexistante.

Lorsque deux éléments du COMMENT se renforcent mutuellement leur relation est qualifiée positive ou très positive. En revanche, si deux éléments sont antinomiques, leur relation est une interaction négative ou très négative.

6. Comparer le produit avec ceux des concurrents (la comparaison)

- Satisfaction de nos clients par rapport à la concurrence (balisage).
- Nos caractéristiques techniques par rapport à la concurrence.

#### 4 Déploiement de la fonction qualité :

Aller de la planification de la qualité, le «Quoi?» à la conception de la Qualité :  
«Comment?»

- Reformuler les attentes du client (données brutes) en caractéristiques du produit
- Etudier et prévenir les causes liées au procédé pour garantir la maîtrise de l'objectif

C'est un bon outil de décision, de communication, d'évaluation, de planification, d'argumentation, d'analyse il permet l'application des principes Qualité par la transmission systémique des éléments clés de la conception vers la production

- Exigences système
- Exigences client
- Comprendre le client
- Écouter le client

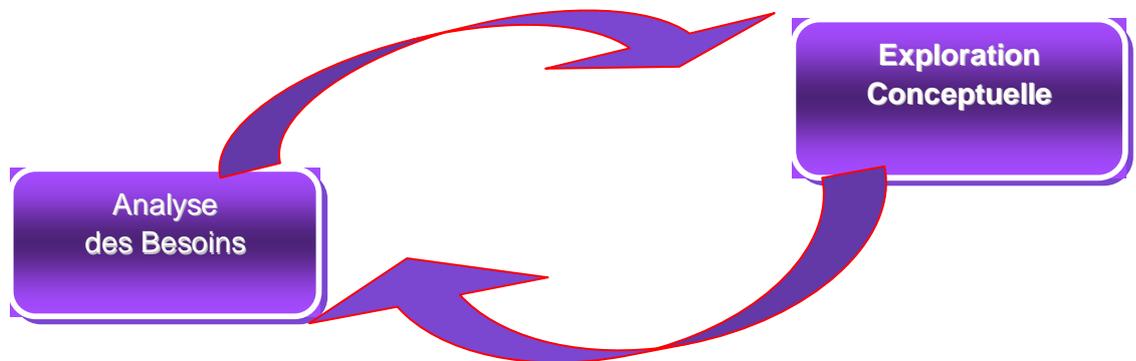


Figure 14 : la relation entre le quoi et le comment

#### 1.4.11.7 Analyse fonctionnelle et Allocation :

##### a. Intérêt et but de l'analyse fonctionnelle :

L'analyse fonctionnelle fournit une méthode à la fois technique et pédagogique qui s'inscrit dans une démarche rationnelle de construction des savoirs et des savoirs faire, et apporte des repères suffisants pour permettre d'analyser, choisir et utiliser un équipement, quelque qu'il soit et quelque soit les évolutions technologiques prévisibles ou non.

Dans l'analyse fonctionnelle d'un équipement, l'objet technique remplit une fonction déterminée qui répond au besoin d'un utilisateur lui-même conditionné par différents facteurs (techniques, économiques, réglementaires, sociologiques...). La fonction ainsi déterminée est décomposée en sous - fonctions de plus en plus simples auxquelles on apportera des solutions techniques. Ces fonctions sont définies en termes de finalités sans aucun a priori de solutions. La diversité des solutions techniques possible déterminera l'ampleur du choix d'appareils ayant la même fonction globale.

L'analyse fonctionnelle, en tant que raisonnement systématique des besoins, est utilisée depuis longtemps, notamment en architecture par Viollet le Duc, Walter Gropius et l'école du Bauhaus, Le Corbusier, le « fonctionnalisme ».

Elle va s'épanouir dans le courant de pensée de l'analyse « systémique » des années 70, avec pour objectifs de :

- modéliser des systèmes complexes dont il faut repenser l'organisation,
- mieux appréhender les systèmes à fin d'amélioration et d'optimisation, de mise en oeuvre de méthode « qualité ».

Pluridisciplinaire, elle est à la base de nombreuses méthodes utilisées en sciences de l'ingénierie, génie industriel, gestion de projet, administration des entreprises, aide à la décision, mais aussi en automatismes, informatique, programmation, conception de logiciel, etc., mais aussi en sciences humaines, sociologie, pédagogie, communication, économie, urbanisme, écologie, biologie, physiologie...

L'objet de la démarche fonctionnelle peut être un produit technologique ou non, mais aussi un service, un processus, un projet, une organisation, une entreprise ... Il est possible de mener l'étude fonctionnelle d'un logement, de son installation de chauffage, de la conception de son éclairage, de son système de ventilation, du réfrigérateur ou du four qui équipe sa cuisine mais aussi de la distribution d'eau potable d'une ville, d'une crèche municipale ... etc. .

#### b. Analyse fonctionnelle en équipements :

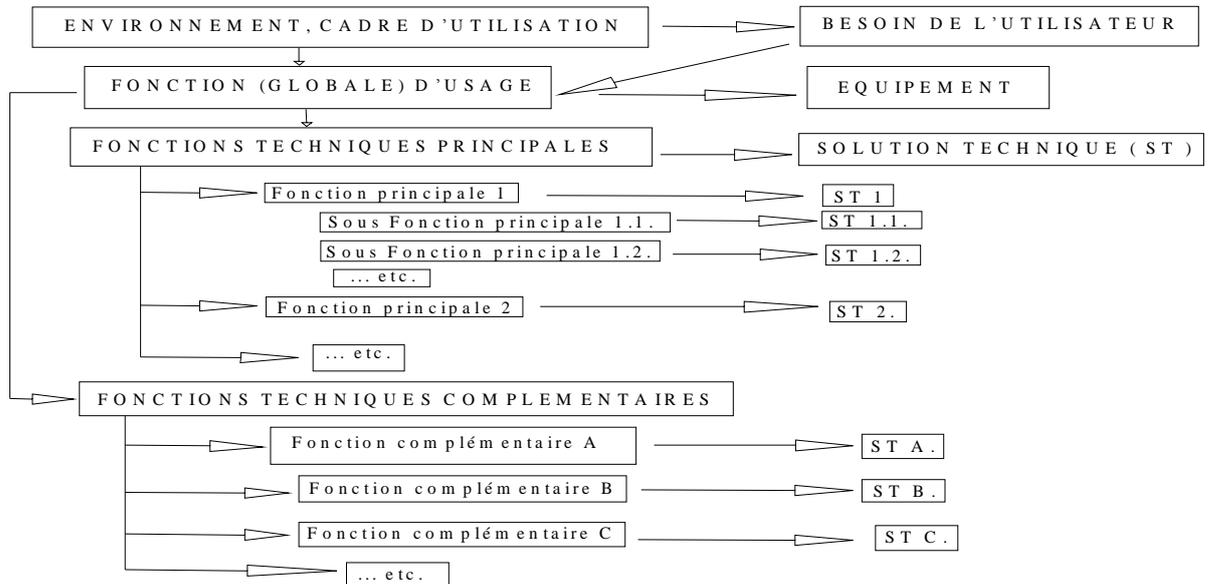


Fig. 15 : Décomposition fonctionnelle

Chaque objet technique (appareil) ou système étudié remplit une fonction globale d'usage (ou fonction de service) pour répondre à un besoin spécifique de l'utilisateur. Dans un contexte donné, ce besoin est déterminé par des contraintes matérielles, techniques, réglementaires, économiques, sociologiques...etc. qu'il convient de préciser. A titre d'exemple :

- contraintes matérielles : alimentation en énergie, alimentation en eau, évacuations, dimensions, conception du local...
- contraintes techniques : performances, capacité, consommation d'énergie, calorifugeage, durée de vie, robustesse, dimensions, bruit ...
- contraintes économiques : coûts d'achat, de fonctionnement, des accessoires indispensables, de l'entretien et de la maintenance ...
- contraintes professionnelles : type et importance de la production, concept et process de production, méthode de travail, types de produits utilisés, nombre de repas, fréquence d'utilisation, certification et respect des normes, formation et adaptation des utilisateurs ou du personnel ...
- contraintes d'hygiène, de sécurité et d'ergonomie : respect des réglementations en vigueur, respect de la marche en avant, facilité d'entretien, limitation et traitement des nuisances et des émissions de

polluant, ambiances thermique, lumineuse et sonore, conditions de travail etc.

Cette fonction d'ensemble est décomposée en fonctions techniques principales qui sont indispensables à la réalisation du service attendu et en fonctions techniques complémentaires (ou secondaires) qui, elles, ne lui sont pas absolument nécessaires mais qui améliorent les performances de l'appareil ou apportent à l'utilisateur confort et simplicité d'utilisation, sécurité, facilité d'entretien ... etc.

Les solutions techniques sont la traduction matérielle (dispositifs ou organes de l'appareil) de chaque fonction technique. Chacune de ces fonctions techniques (principales ou secondaires) peut être plus ou moins complexe, elle peut alors être décomposée, dans une analyse descendante sur autant de niveaux que nécessaire, jusqu'à des fonctions techniques élémentaires qui seront remplies par des solutions techniques simples (organe précis et identifié)

c. Notion de fonction :

D'après la norme AFNOR NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit (matériel, logiciel, processus, service) attendues par l'utilisateur.

Une fonction est l'action d'un élément constitutif d'un système exprimée exclusivement en termes de finalité (par ce qu'il « fait »). Chaque fonction doit être exprimée formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments.

- fonction de service (ou fonction principale) : fonction attendues d'un produit pour répondre à un besoin ou un élément du besoin (matériel, physiologique, psychologique, socioculturel) de l'utilisateur. Elle peut être une fonction d'usage (service rendu) ou une fonction d'estime (conditions du service rendu).
- fonction technique : fonction interne au produit nécessaire aux solutions retenues pour assurer les fonctions de service.
  - fonction technique principale ou élémentaire: permet de remplir une fonction d'usage, de rendre un service attendu.

- o fonction technique complémentaire ou secondaire : permet de remplir une fonction d'estime (sécurité, ergonomie, confort, environnement, législation etc.)

d. Liens inter fonctionnels :

La fonction entretient des relations, internes et externes au système, appelées données (on parle de flux de donnée). La donnée qui traverse la fonction est appelée la matière d'oeuvre (M.O.).

Toute fonction confère une valeur ajoutée (V.A.) à la matière d'oeuvre. Il existe en général une matière d'oeuvre dominante (ce pour quoi le système est conçu), il peut exister des matières d'oeuvre secondaires.

Les autres données sont des données de contrôle de la fonction, elles permettent la réalisation de la fonction. Selon les systèmes étudiés, les données peuvent être de nature très diverse : matières, énergies, informations etc.

L'élément qui réalise une fonction est désigné sous le terme générique de processeur.

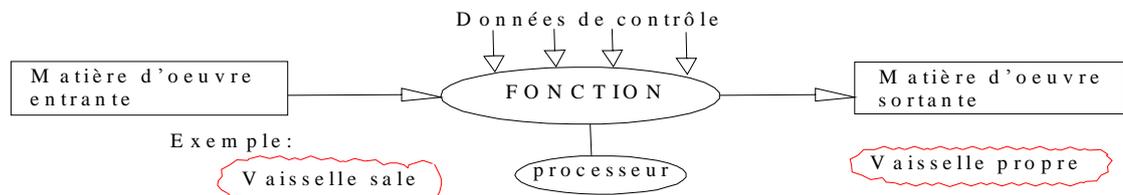


Fig. 16 : Liens inter fonctionnels

#### 1.4.11.8 Synthèse, analyse et évaluation :

##### a) Evaluation en Ingénierie des systèmes :

L'évaluation consiste à accorder de la valeur (qualitativement ou quantitativement) à un existant, généralement en vue de prise de décision ou de comparaison. En Ingénierie Systèmes, l'évaluation a de multiples applications :

- i. Evaluation de la qualité technique (Vérification et validation)  
Les activités de vérification et validation s'appliquent à tous les

processus, sous-processus, activités ou tâches techniques intervenant dans les processus techniques d'ingénierie système.

- ii. La vérification a pour but de montrer que l'activité a été bien faite, en conformité à son plan de réalisation et qu'elle n'a pas introduit de défaut dans le résultat (ainsi définit-on progressivement bien le système). Elle peut se faire notamment sur les états intermédiaires successifs du produit de l'activité.
- iii. La validation a pour but de montrer que l'activité s'est conformée à son objectif, que le résultat de l'activité répond au besoin pour lequel l'activité a été faite (ainsi définit-on progressivement le bon système). Elle se fait en vérifiant la conformité du produit de l'activité à ses exigences de besoin.

Ainsi, un référentiel d'exigences techniques système se vérifie par rapport à son plan de réalisation traduisant l'état de l'art (toute exigence d'entrée, client ou autre partie prenante, a été prise en compte; toute exigence est justifiée, faisable, vérifiable, etc. l'ensemble des exigences est complet et non contradictoire et se valide en vérifiant la conformité aux exigences du client. Une architecture se vérifie par rapport aux règles de conception architecturale du plan de conception et se valide par rapport au référentiel d'exigences.

Concernant la vérification et la validation finale d'un système ou d'un constituant du système sortant de développement, la vérification a pour référentiel ses exigences techniques, la validation a pour référentiel les exigences allouées à ce produit par son "client" pour son besoin particulier.

#### b) Analyse et synthèse :

L'analyse trade-off conduit généralement à la synthèse qui n'est que combinaison et la structuration des composants de telle manière à représenter une configuration possible du système. Ainsi, une configuration de base est développée en vue de passer au design préliminaire !

#### 1.4.11.9 Spécification du système

---

La spécification du système inclut l'information depuis :

- Analyse de faisabilité

- Exigences opérationnelles
- Concept de maintenance et d'entretien
- Analyse fonctionnelle et allocation

La spécification du système inclut les caractéristiques techniques, opérationnelles, de performance et d'entretien du système comme une entité. Elle inclut l'allocation des exigences de domaines fonctionnels, et elle définit les différentes interfaces entre les domaines fonctionnels

#### 1.4.11.10 Revue du design conceptuel

---

Le client est le premier acteur auquel il faut faire appel lors de la rédaction de cette revue

La révision sert généralement à un certains nombres de résolutions:

- Enoncé de besoins
- Analyse de faisabilité
- Audit (vérification formelle) du système/sous systèmes proposés en respect des exigences de spécifications. Points importants sont discutés et des actions correctives sont menées.
- Une base pour tout le personnel du projet. Elle sert comme une bonne communication et crée une bonne compréhension entre les différents membres.
- Des possibilités de résoudre des problèmes d'interfaces et assurent la bonne compatibilité des éléments du système.
- Donne une grande probabilité de maturité du design et l'introduction des toutes dernières technologies.
- Discuter le planning avancé du système ;

### 1.5 Conclusion :

Comparée à la méthode cartésienne, l'approche systémique est une nouvelle pensée, qui aborde les problèmes de façon analytique, mais en prenant en compte la dynamique des liens qui existent entre les éléments analysés. Elle conduit à ne pas attendre de tout comprendre pour prendre une décision, pourvu qu'on se ménage des

possibilités d'amélioration. Elle pousse à ne pas prétendre à l'exhaustivité et viser plutôt la pertinence. Elle suggère enfin d'arrêter l'examen d'un problème dès que le degré de satisfaction en matière de solution est suffisant et de laisser la porte ouverte à d'autres voies.

La pensée systémique permet d'observer les structures qui sous-tendent les situations complexes, et de mettre le doigt sur les effets de levier capables de les modifier. C'est l'outil fondamental permettant aux concepteurs de concevoir autrement leur système. En analysant la totalité d'un système, nous apprenons à améliorer son état, sa santé. Mais pour ce faire, le raisonnement systémique passe par un langage qui modifie notre manière de raisonner. Il suppose une modification de notre état d'esprit, abandonnant une vision fragmentaire au profit d'une vision d'ensemble, délaissant l'idée que les individus ne font que réagir à des situations présentes, et ne sont pas capables de modeler leur avenir. Il s'agit d'un changement profond de mentalité.

La systémique se démarque des autres approches en ce qu'elle donne des systèmes une représentation plus globale et plus réaliste pour traiter de leur complexité. La complexité apparaît dès lors que le comportement ou les propriétés d'un système ne peuvent se déduire de la seule connaissance du comportement de ses parties : le tout manifeste des propriétés qui ne sont ni la somme, ni la combinaison des propriétés des parties, chaque niveau est conditionné par les autres et les conditionne.

Enfin L'approche systémique pousse à accepter de ne pas prétendre à l'exhaustivité et viser plutôt la pertinence. Elle nous suggère d'arrêter dès que le degré de satisfaction est suffisant et laisser la porte ouverte à d'autres voies. Enfin de ne pas attendre de tout comprendre pour prendre une décision, pourvu qu'on se ménage des possibilités d'amélioration.

## Chapitre 2

# 2 Les Parcs et le Développement Durable

### *2.1 Introduction :*

Le concept de développement durable a été défini il y a 17 ans, par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (Cmed), présidée par Madame Gro Harlem Brundtland, qui a donné son nom au rapport de la Commission. La définition est la suivante : « Un développement qui satisfait les besoins de la génération présente en préservant pour les générations futures la possibilité de satisfaire les leurs. » Ce concept n'est pas né du hasard mais suite à une situation environnementale alarmante. (MALAKI & al (2005)

L'accroissement de la population, avec 9 milliards d'individus attendus en 2040 est un problème mais peut être transformé en un atout si la communauté internationale se donne les moyens de la formation et de l'éducation : les pays les plus densément peuplés, Chine, Japon, Inde, Égypte, entre autres, ne sont pas ceux qui connaissent les plus graves problèmes environnementaux (Boissau et al. 1999) repris par (SPORTISSE, 2008).

Le changement climatique, la pollution des eaux et des sols, le changement d'usage des terres, la déforestation, la surexploitation des ressources renouvelables, relèvent du changement global, en tant qu'effets directs de l'activité humaine. Les maladies émergentes comme la grippe aviaire, les invasions biologiques, l'appauvrissement biologique des océans en sont des effets en retour. L'évolution des températures moyennes ou du dioxyde de carbone dans l'atmosphère sont aussi des phénomènes que les pouvoirs politiques ont tendance à négliger. Des réchauffements et refroidissements de l'atmosphère terrestre ont déjà eu lieu dans le passé de la planète, mais jamais avec la rapidité de l'actuel réchauffement. (Ipcc 2001) repris par (SPORTISSE, 2008).

La question qu'il nous faut affronter est comment procéder au changement du mode de notre vie. En d'autres termes, « que doit-on faire et combien de temps nous reste-t-il pour agir ? »

Les Parcs naturels régionaux s'inscrivent pleinement dans une démarche de développement durable : ils protègent et valorisent le patrimoine naturel et culturel d'un grand espace. Ils contribuent à l'aménagement du territoire, à son développement économique et social, à l'information, l'éducation, ainsi qu'à des programmes de recherche. Un espace classé Parc naturel est : « un territoire à dominante rurale dont les paysages, les milieux naturels et le patrimoine culturel sont de grande qualité, mais dont l'équilibre est fragile. »

## *2.2 Dégradation de l'environnement :*

### *2.2.1 Pollution de l'air :*

#### *2.2.1.1 Présentation :*

On se pose parfois la question sur le vrai sens du terme « pollution atmosphérique ». En réalité il recouvre plusieurs phénomènes parfois couplés :

- L'effet de serre additionnel provoqué par les gaz à effet de serre (comme le dioxyde de carbone ou le méthane) et ses conséquences sur le climat.
- La destruction de l'ozone stratosphérique (notamment aux pôles) par des composés comme les chlorofluorocarbures (CFC).
- La qualité de l'air avec les problématiques de pollution photochimique (ozone, oxydes d'azote et composés organiques volatils) ou particulaire, de pluies acides (liées au dioxyde de soufre et aux aérosols sulfates)
- Les impacts de rejets accidentels (chimiques, biologiques ou nucléaires) dans l'atmosphère.

Ces thèmes ont en commun leur lien avec la composition chimique de l'atmosphère et la dispersion de polluants. L'émission d'espèces traces, même avec de très faibles concentrations, peut affecter notablement le fonctionnement de l'atmosphère et les conditions de vie à la surface. (SPORTISSE, 2008)

La pollution de l'air est la contamination de l'atmosphère par des constituants naturels ou anthropiques nocifs pour l'environnement et les êtres vivants.

La pollution atmosphérique correspond à des gaz ou particules positionnés dans les basses couches de l'atmosphère (troposphère et stratosphère). Le taux de ces polluants étant quantitativement extrêmement faible, leur concentration s'exprime habituellement en microgramme par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ou en nombre de parties par million (ppm) pour les particules.



*Photo 1 : Pollution de l'air [encarta 2007]*

De nombreuses villes touchées par la pollution atmosphérique ont mis en place des procédures de restriction de la circulation automobile. Cependant, les agglomérations des pays en développement, comme ici Mexico, la plus grande métropole mondiale, doivent faire face à des problèmes structurels liés à la surpopulation, à des industries nombreuses et à des transports collectifs insuffisamment développés (encarta 2007).

#### 2.2.1.2 Historique :

La mention de la pollution atmosphérique est relativement ancienne. Dès l'antiquité des auteurs, comme Lao Tseu, s'inquiètent des impacts de l'activité humaine sur l'environnement. Un magistrat romain réglemente les émissions liées à un abattoir et à une brasserie à York (Grande-Bretagne) dès le IV<sup>e</sup> siècle. Des réglementations contre l'usage du charbon à proximité palais royal sont édictées par

Edouard premier "Whosoever shall be found guilty of burning coal shall suffer the loss of his head".

A plus grande échelle, Richard II réglemente l'usage du charbon à Londres et les manifestations de la pollution ont parfois été extrêmement violentes (figure 2). The big smoke: a history of air pollution in London. La figure nous montre l'évolution de la mortalité, de la concentration de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et des fumées (particules). L'unité des concentrations est le  $\text{mg m}^{-3}$  (soit un facteur cent par rapport aux Concentrations modernes).

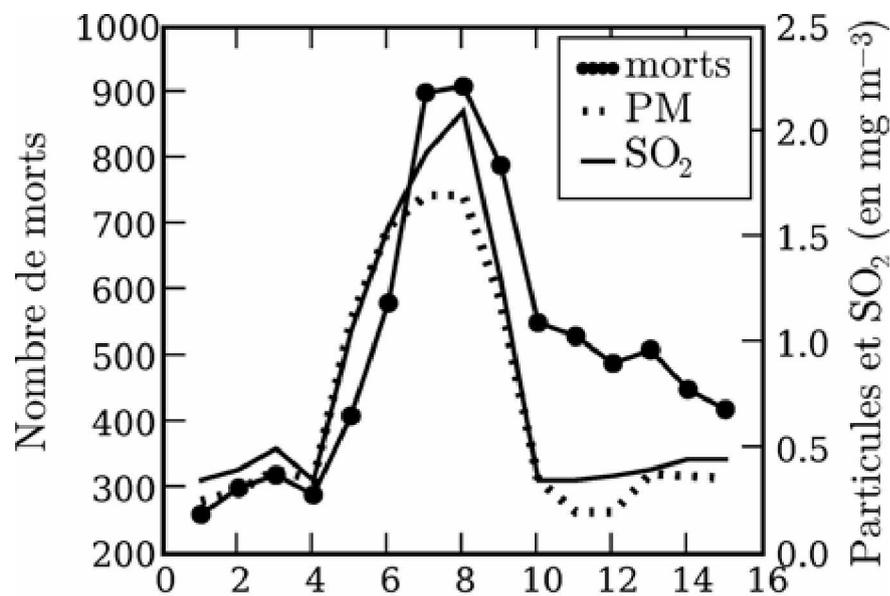


Figure 17 - Great Smog (Londres, décembre 1952) : (SPORTISSE, 2008)

### 2.2.1.3 Origines des polluants atmosphériques :

Certains polluants atmosphériques sont d'origine naturelle. Ce sont essentiellement le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ). Ces composés proviennent principalement des éruptions volcaniques, des décompositions organiques, des feux de forêt, ainsi que des océans. Des particules en suspension sont également présentes dans l'atmosphère du fait des émissions volcaniques et des transports de poussières (en provenance du désert du Sahara, par exemple). Le transport de ces particules s'effectue sur de longues distances, mais il constitue un phénomène souvent limité dans le temps (phénomène épisodique). Le radon, gaz radioactif issu de la chaîne de désintégration radioactive de l'uranium présent dans

certaines sols et roches (pechblende notamment), représente également une forte source de pollution à l'intérieur des habitations.



*Photo 2 : Pollution industrielle [encarta 2007]*

La majorité des polluants atmosphériques est cependant d'origine anthropique, et leur apparition coïncide avec le début de l'ère industrielle. Les principaux polluants anthropiques sont le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ), ainsi que l'ozone ( $\text{O}_3$ ). Le dioxyde de carbone est majoritairement produit par la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel). Les industries (principalement les usines métallurgiques et sidérurgiques, les incinérateurs municipaux, les raffineries de pétrole, les cimenteries et les usines d'acides nitrique et sulfurique) contribuent quant à elles à d'importants rejets en dioxyde de soufre. Les transports routiers rejettent également une large palette de ces polluants, avec notamment du monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) qui est un gaz mortel et des particules en suspension. Enfin, l'ozone (polluant secondaire) se forme à partir d'autres polluants dits primaires (les oxydes d'azote notamment), selon un processus photochimique.



*Photo 3 : Pollution de l'air en République tchèque (wikipédia)*

La République tchèque doit faire face à un grave problème de pollution atmosphérique d'origine industrielle. La pollution de l'air et les pluies acides qui en découlent ont détruit ou détérioré la plupart des arbres du pays et ont gravement dégradé le sol.

L'ensemble de ces constituants se concentre exclusivement au-dessus des villes et des zones industrielles d'où ils ont été libérés. Par conséquent, cette pollution anthropique affecte directement la qualité de l'air de la région polluée, entraînant de graves problèmes de santé chez la population environnante [encarta 2007].

#### 2.2.1.4 Les effets sur la santé :

Au niveau de la surface terrestre, les effets visibles d'une pollution atmosphérique commencent en général par des irritations oculaires dues aux fines particules en suspension dans l'air, ainsi que par des déficiences significatives de la vue et de la respiration. Des mauvaises odeurs peuvent se faire sentir, comme celle d'œuf pourri émanant du sulfure d'hydrogène. Des douleurs de poitrine ainsi que des toux répétées constituent d'autres symptômes caractéristiques. Lors de situations extrêmes avec de forts taux de toxicité, les risques de cancer sont accentués et des cas mortels peuvent se présenter. Les personnes particulièrement exposées à ces risques sont les jeunes enfants, les personnes âgées, ainsi que les personnes sensibles (asthmatiques, fumeurs, malades du cœur ou des poumons). Dans tous les cas, une exposition à long terme accentue ces effets néfastes. Cette pollution atmosphérique peut également avoir des effets désastreux sur le bétail, ou occasionner des dégâts importants sur les récoltes.

Les concentrations en polluants sont réduites par le mélange permanent de l'atmosphère, qui permet d'atténuer leur effet nocif. Ce degré de mélange est fortement dépendant des conditions météorologiques, comme la température de l'air (forte chaleur) et la vitesse du vent (absence de vent). Le mouvement des systèmes de hautes et basses pressions et leur interaction avec la topographie locale peuvent également influencer sur ce mélange atmosphérique.

Théoriquement, la température de l'air diminue avec l'altitude. Cependant, lorsqu'une couche d'air froide se trouve au-dessous d'une couche d'air chaude, il se produit une inversion thermique. Ce phénomène retarde le mélange atmosphérique, laissant ainsi les polluants s'accumuler près de la surface. Ces situations d'inversion thermique peuvent se prolonger dans le temps lors de systèmes stationnaires de hautes pressions associés à de très faibles vents.

La combinaison de circonstances extrêmes (taux de polluants, conditions atmosphériques) peut conduire à des événements catastrophiques. Des situations de smog (brouillard et fumée) peuvent entraîner des conséquences dramatiques, notamment dans les grandes agglomérations mondiales. Par exemple, le « grand smog » de Londres en 1952 a entraîné la mort d'environ 4 000 personnes, compte tenu d'un fort taux en fumée et en dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

#### 2.2.1.5 Une pollution à grande échelle :

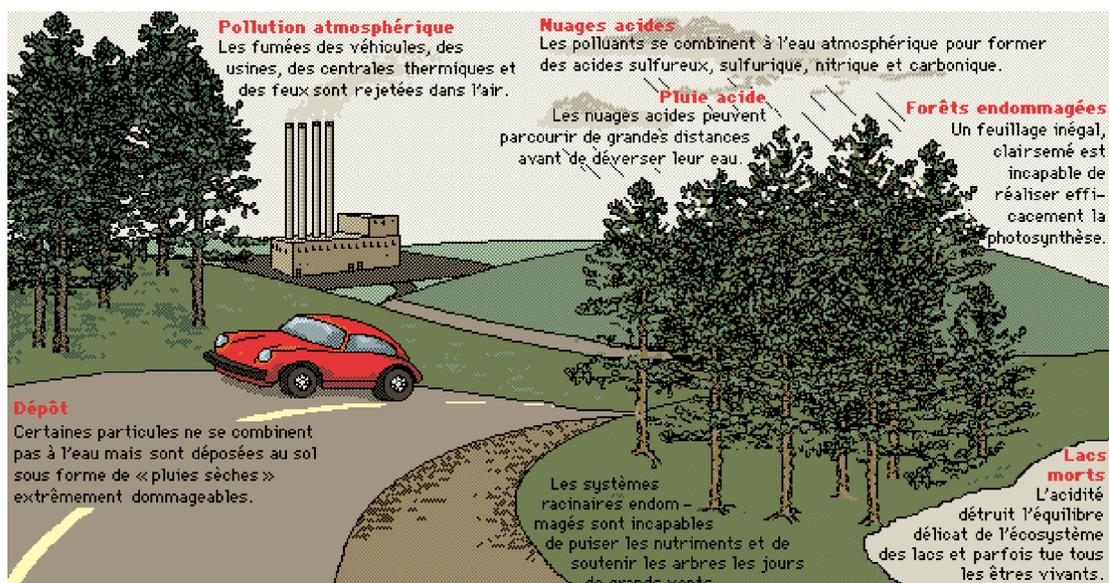


Figure. 18 : Pollution de l'air et pluie acide [ERM]

Les pluies acides résultent de la combinaison des émissions de gaz polluants d'origine industrielle avec l'humidité atmosphérique. Les polluants peuvent être transportés sur de longues distances (plusieurs milliers de kilomètres) avant de retomber au sol ; ainsi, des forêts et des lacs peuvent être endommagés par des pluies acides même s'ils se trouvent loin des régions industrielles. À proximité des usines, des dégâts supplémentaires sont dus à la chute des plus grosses particules polluantes qui tombent en pluie sèche. La pollution de l'air croît depuis le début de la révolution industrielle, mais ce n'est qu'à partir des années 1980 que ses effets induits, tels que les pluies acides, sont devenus préoccupants et suffisamment répandus pour susciter une concertation internationale.

Les cheminées qui surplombent les installations industrielles n'éliminent pas les polluants, mais les rejettent simplement plus haut dans l'atmosphère, réduisant ainsi leur concentration sur le site même. Ces polluants peuvent ensuite être transportés sur de grandes distances et provoquer des effets nocifs dans des régions très éloignées de leur lieu d'émission. Ainsi, certains rejets en Grande-Bretagne provoquent des pluies acides en Norvège et en Suède. Dans ces pays, le niveau du pH (taux d'acidité) de nombreux lacs a été à un tel point affecté par les pluies acides que des populations entières de poissons ont péri. Par ailleurs, ces pluies acides sont également à l'origine de la corrosion de divers matériaux de construction, entraînant des dommages sur les bâtiments d'habitation et les monuments des grandes cités industrielles.

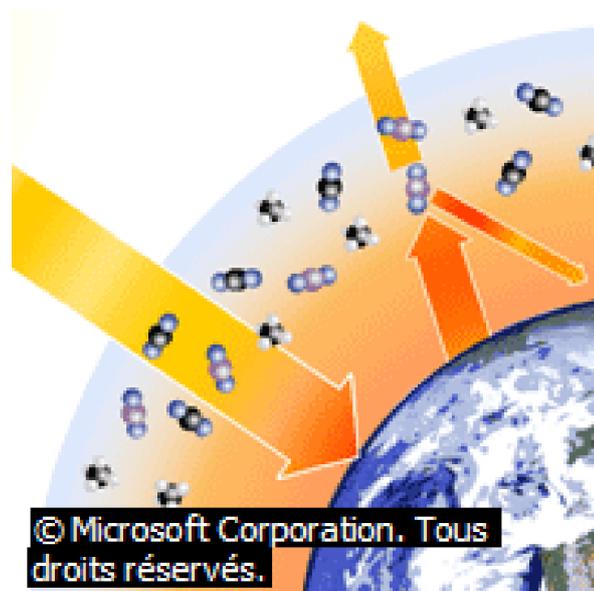


Figure. 19 : Effet de serre [encarta 2007]

Les émissions atmosphériques d'origine anthropique tendent également à accentuer certains processus naturels qui s'établissent à l'échelle de la planète. L'augmentation des émissions des gaz à effet de serre a, par exemple, fortement accentué le phénomène naturel d'effet de serre, à l'origine du réchauffement climatique (+ 0,6 °C au cours du XX<sup>e</sup> siècle). Les composés chlorés émis dans l'atmosphère ont également réagi au niveau de la stratosphère, en réduisant de manière significative la couche d'ozone.

## 2.2.2 Déforestation :

---

### 2.2.2.1 Présentation :

---

La déforestation est la destruction de la forêt sur de grandes superficies, pour d'autres usages du terrain.

La déforestation progresse au rythme de 17 millions d'ha environ par an (soit 170 000 km<sup>2</sup>, une superficie égale au tiers de celle de la France). Entre 1980 et 1990, le taux annuel de déforestation était de 1,2 p. 100 en Asie et dans la zone Pacifique, de 0,8 p. 100 en Amérique latine et de 0,7 p. 100 en Afrique. En Europe et en Amérique du Nord, l'étendue des forêts reste en général stable même si en Amérique du Nord le taux de remplacement des forêts primitives par d'autres formes de forêts est élevé et soulève une controverse.

Il convient de faire la différence entre déforestation et dégradation des forêts, cette dernière se manifestant par une atteinte à la qualité des milieux forestiers. Les deux phénomènes sont liés et sont la cause de problèmes divers : érosion des sols, déstabilisation du bassin hydrographique provoquant inondations ou sécheresse. Elles réduisent la biodiversité (diversité de l'habitat, des espèces et des types génétiques des animaux et des plantes), en particulier dans les forêts tropicales, qui abritent la majeure partie des espèces animales et végétales du globe. La culture et le savoir de nombreux peuples habitant les forêts se sont développés à travers les siècles en ménageant la forêt ; ces particularités diminuent au fur et à mesure que les zones forestières se réduisent, que l'accès à la forêt se limite et du fait que les gouvernements empiètent sur les droits traditionnels. La déforestation entame les moyens d'existence de 200 à 500 millions de personnes qui trouvent dans la forêt nourriture, abri et combustible. La déforestation et la dégradation risquent d'accroître les déséquilibres climatiques régionaux et mondiaux. Les forêts

constituent une réserve de carbone de toute première importance ; avec leur disparition, les quantités excessives de dioxyde de carbone dans l'atmosphère risquent de provoquer un réchauffement de la planète associé à de nombreux effets secondaires.

Alors que la déforestation pose désormais des problèmes, elle était considérée à l'origine comme une contribution au développement national. Le « capital » de forêts naturelles a été liquidé et remplacé par d'autres formes de capital pour produire de la nourriture, des matières premières, de l'énergie ou mettre en place des infrastructures.

Dans les régions tempérées, les terres agricoles ont été conquises sur les espaces forestiers en profitant de la fertilité de leur sol. En Europe continentale et en Amérique du Nord, sous l'effet de la pression démographique, des besoins des villes, de l'industrie et de la marine en bois d'œuvre et en combustibles, la déforestation s'est accélérée aux XVIIIe et XIXe siècles. Certains massifs montagneux ont, à cette époque, perdu leur parure forestière au bénéfice des prairies d'altitude destinées à l'élevage. Depuis, le dépeuplement des campagnes, les gains de productivité agricole, le recours à d'autres combustibles, la diversification des matériaux de construction ont réduit la déforestation ; des terres agricoles à l'abandon sont même retournées à la forêt. Couvrant tout juste 10 millions d'ha en 1900, les forêts et les bois français s'étendent aujourd'hui sur 15 millions d'ha, soit 28 p. 100 du territoire.

En général, les processus de déforestation sont plus destructeurs sous les tropiques. Dans ces régions, les sols forestiers sont bien moins fertiles que ceux des forêts tempérées ; mal structurés, ils sont facilement érodables. En effet, la matière organique se transforme très vite en raison de la chaleur tandis que l'abondance des précipitations lessive les nutriments du sol et empêche leur accumulation. Les politiques coloniales reposaient sur le postulat erroné que les forêts luxuriantes poussaient sur des sols fertiles. Elles avaient pour but la « conquête » des forêts essentiellement pour la plantation de cultures commerciales et pour l'agriculture ; elles ont laissé en héritage des sols presque stériles.

La déforestation tropicale s'est accrue rapidement après 1950, facilitée par l'utilisation des machines. Depuis, des populations toujours plus nombreuses ont également déboisé de façon brutale pour leur consommation personnelle, notamment

de bois de chauffage. Dans cinquante-deux pays tropicaux, les taux annuels de déforestation ont presque doublé entre 1981 et 1990.

#### 2.2.2.2 Racines de la déforestation :

La déforestation et la dégradation des forêts répondent à des incitations de la politique, du marché et des institutions. Celles-ci visent soit à pousser les populations vers les forêts en raison des conditions économiques ou sociales difficiles qui prévalent à l'extérieur, soit à les attirer vers les forêts en jouant sur les perspectives de profit issu de l'exploitation forestière ou du déboisement. En effet, de nombreuses politiques sous-évaluent le capital forestier en ne proposant par exemple qu'une faible rémunération pour leur exploitation, ou bien surévaluent au contraire les bénéfices pouvant être retirés de la destruction de la forêt pour d'autres usages ; le fait que les prix des denrées alimentaires soient subventionnés en est une preuve. Comparativement, on ne relève aucune incitation à long terme pour la protection des forêts. L'absence de sauvegarde de la propriété forestière et des droits d'usage de la forêt encourage les tendances à l'exploitation. Certaines politiques ont même recours à la déforestation dans le but de montrer que le propriétaire a « amélioré » le terrain. La dette commerciale et publique contractée par bon nombre de pays en voie de développement à l'égard des pays industrialisés pousse les pays en voie de développement à déboiser pour se procurer des devises.

Même si ces facteurs ne représentent pas les causes profondes de la déforestation, ils sont accentués par la croissance démographique dans certains pays, par l'augmentation de la demande de produits de la forêt (bois pour la pâte à papier) tandis que la dégradation est amplifiée par l'emploi d'engins puissants.

#### 2.2.2.3 Effort de contrôle de la déforestation :

Les approches traditionnelles des problèmes liés à la forêt ont multiplié les lois et les règlements. Mais ils sont bien peu souvent appliqués et des groupes relativement influents savent s'y soustraire. Dans les pays pauvres, l'accent a été mis sur les programmes d'aide, comme celui du Programme international d'action pour les forêts tropicales. Ne s'attaquant pas aux racines du problème, ils se sont révélés insuffisants pour enrayer la déforestation. Des approches volontaristes fondées sur les exigences du marché font maintenant leur apparition — comme la certification

des forêts et l'attribution d'un label au bois d'œuvre — pour favoriser les produits émanant d'une sylviculture durable.

Il est désormais bien établi que la déforestation est le résultat de plusieurs actions déclenchées par des causes variées ; le problème ne pourra être résolu en agissant sur un seul front. Des efforts considérables sont nécessaires pour encourager une sylviculture durable et trouver un équilibre entre les objectifs environnementaux, sociaux et économiques. Certaines actions et politiques nationales sont critiques. Étant donné que la déforestation peut engendrer à la fois des bénéfices et des coûts, il importe d'estimer les gains et les pertes occasionnés par chaque destruction éventuelle d'espaces forestiers. Les Nations unies ont demandé que chaque nation préserve au moins 12 p. 100 de ses écosystèmes. Plusieurs pays évaluent actuellement les bénéfices retirés de leurs forêts et définissent un patrimoine forestier permanent ainsi que des normes concernant son utilisation. Ce patrimoine représente la surface minimale et la localisation des forêts dont une nation estime avoir besoin pour assurer la protection et le renouvellement de ses ressources pour le présent et l'avenir. Les surfaces boisées au-delà de ce seuil pourront éventuellement être affectées à d'autres usages.



Encyclopédie Encarta, Anne LaBastille/Bruce Coleman, Inc.

*Photo4 : Destruction de la forêt amazonienne [encarta 2007]*

## 2.2.3 Désertification :

### 2.2.3.1 Le Processus de désertification :

La désertification constitue aujourd'hui une des causes de catastrophes écologiques dont l'étendue et l'impact s'accroît de façon inexorable et dont les conséquences sont dramatiques pour les peuples concernés créant une nouvelle catégorie de déshérités : les "réfugiés de l'environnement". Loin d'être une fatalité, la cause essentielle de la désertification doit être imputée à l'utilisation anarchique et à la dégradation irréfléchie des ressources naturelles par les populations humaines vivant dans les régions les plus vulnérables à ce phénomène.

L'extension des zones affectées par le processus de désertification a pris une dimension dramatique au cours des dernières décennies. Au début des années 90, le Programme des Nations Unies pour l'environnement évaluait à 14 millions de km<sup>2</sup> la surface déjà désertifiée par l'homme dans le monde et à plus de 30 millions de km<sup>2</sup> la surface totale en danger de désertification), dont 60 % était déjà en partie affectée par la désertification et la situation ne s'est pas améliorée depuis lors, tant s'en faut.

Une autre donnée situe l'ampleur du problème : depuis la fin de la seconde guerre mondiale, on estime que déserts exclus, les sols de 17 % du total des terres émergées ont été affectés par une dégradation due à l'action de l'homme soit 19,7 millions de km<sup>2</sup> dont 70 % doivent être considéré comme désertifiés. Les régions les plus sensibles à ce phénomène sont celles où les précipitations sont comprises entre 350 et 200 mm par an et qui sont localisées sur les franges des zones arides.

Par ses dimensions et son ampleur, cette désertification menace l'avenir même de plusieurs pays du Tiers-monde situés dans les régions géographiques où le phénomène atteint son maximum d'intensité, c'est-à-dire dans les zones qui bordent les limites nord et sud des ceintures de déserts tropicaux. Toutefois le phénomène existe aussi dans certains pays développés du Nord et sous certaines latitudes tempérées exposées à un climat aride comme en Amérique du Nord et en Asie centrale.

### 2.2.3.2 Importance de la désertification :

L'aridification du climat représente la conséquence de la répétition de périodes de sécheresse qui elles mêmes se traduisent par une diminution de la fréquence, de la régularité et (ou) de l'intensité des périodes de précipitation.

Depuis la fin des années 50, on a assisté à un accroissement spectaculaire des périodes de sécheresse. A l'échelle mondiale, on en dénombrait cinq par an dans les années 60, dix par an dans les années 70 et quinze par an dans les années 80. Le plus grand épisode de sécheresse du siècle a été celui qui a affecté l'Afrique, mais aussi l'Amérique latine et les autres régions de l'hémisphère austral dans la première moitié des années 80. Au cours de cette période, plusieurs centaines de millions de personnes vivant dans les zones concernées ont été affectées par la carence des précipitations en particulier en Afrique, où 24 pays furent sévèrement touchés.

La région sahélienne et l'Éthiopie pâtirent particulièrement de cette catastrophe, ayant souffert de famines qui firent périr plusieurs centaines de milliers de personnes. L'Euro-Sibérie et l'Amérique du Nord ont aussi été victimes d'importantes sécheresses dans la période 1987-1990. Dans les grandes plaines des Etats-Unis se manifesta à nouveau le phénomène dit des dust-bowl, caractérisé par l'entraînement dans l'atmosphère de millions de tonnes de sol du fait de l'érosion éolienne.

### 2.2.3.3 Les causes de la désertification :

La désertification est en fait le résultat de la combinaison de facteurs naturels et de ceux dus à l'action de l'homme. Il est bien connu que dans les zones à climat semi-aride existe une grande variabilité naturelle du régime des précipitations. Les recherches effectuées en région sahélienne montrent par exemple qu'elle a connu entre le début du siècle et 1984 quelques 24 épisodes de sécheresse.

Mais à ces facteurs naturels de désertification s'ajoutent en réalité des causes dues à l'homme qui jouent un rôle déterminant dans les processus observés aujourd'hui. L'homme intervient de façon incontestable dans la genèse et à tout le moins en accroissant l'intensité des épisodes de sécheresse.

La surexploitation ou la mauvaise utilisation par les populations locales des sols, des pâturages et de façon plus générale des écosystèmes naturels au climat semi-aride

constitue depuis l'époque protohistorique une cause majeure d'aridification et de désertification partout où ces phénomènes se rencontrent.

Le surpâturage dans les zones de steppe ou de savane intervient de même que le déboisement pour aridifier le climat. Or ces dernières causes de dégradation se sont accrues au cours des dernières décennies au rythme de l'explosion démographique des populations vivant dans les zones concernées.

Pire encore, cette croissance démographique a contraint les habitants de ces régions à défricher des terres marginales pour les mettre en culture. Sous l'effet conjugué de la sécheresse et de la fragilité des sols concernés, ces terres sont vite la proie de l'érosion et transformées peu à peu en dunes de sable. Ce phénomène a été particulièrement marqué en Afrique au cours des dernières décennies aux franges Nord et Sud du Sahara. Mais il s'observe aussi en d'autres régions, en particulier en Asie centrale, au Moyen-Orient et aux Indes où le désert de Thar, dans le Rajasthan, s'étend sans cesse.

L'élimination de la végétation perturbe les échanges énergétiques entre les sols et l'atmosphère.

Elle provoque un apport de masses d'air chaudes extérieures, pour compenser celles perdues par le rayonnement du sol, qui n'amène pas de pluies. Au contraire, lorsque le sol possède une couverture végétale continue, il absorbe des quantités de chaleur importantes employées pour l'évaporation de l'eau vers l'atmosphère. En conséquence, la surface du sol garde une température modérée, le bilan de chaleur reste positif et il n'y a pas appel de chaleur venue de l'extérieur. A l'opposé du cas précédent, les mouvements de convection permettent l'élévation de masses d'air chargées d'humidité aux altitudes où la condensation se produit ainsi que l'amorce des pluies.

Il faut en outre tenir compte de ce que la végétation intervient de façon directe dans le cycle de l'eau par suite de l'évapotranspiration. Cela constitue un facteur déterminant qui se superpose aux mécanismes purement physiques évoqués ci-dessus pour réguler les précipitations et accroître leur abondance. Ce rôle déjà important en pays méditerranéen devient capital dans les écosystèmes de forêts tropicales.

On a pu par exemple estimer que dans le Bassin du Congo plus de 80 % des pluies proviennent de la vapeur d'eau produite par l'évapotranspiration de la biomasse ligneuse essentiellement forestière. De même, plus de 75 % du total des pluies tombant dans la moitié orientale du Brésil sur le bassin de l'Amazonie ne proviennent pas de l'océan mais de l'évapotranspiration de la biomasse des arbres. On a pu calculer à partir de modèles climatiques que la destruction de la forêt amazonienne transformerait ce que l'on a dénommé à tort "l'enfer vert" en un "désert rouge", car le déficit de pluies qui en résulterait conduirait à un type de régime et une hauteur de précipitations comparables à ce qui caractérise la zone sahélienne .

#### 2.2.3.4 Conséquences de la désertification :

---

La désertification conduit à des pertes considérables de surfaces de terres autrefois cultivables dans les zones où les conditions climatologiques initiales permettaient l'agriculture. Ailleurs, elle diminue la productivité fourragère des pâturages extensifs dans les savanes et les steppes semi-arides, conduisant même les populations de pasteurs qui y vivaient à les abandonner totalement. Un autre aspect méconnu mais toutefois important des conséquences de l'aridification des climats tient en ce qu'elle favorise les pullulations de criquets migrants. En effet les épisodes de sécheresses créent des conditions écologiques favorables à la prolifération de ces insectes en provoquant la formation de vastes surfaces de sol dénudé au milieu desquelles vont pousser aux premières pluies des touffes de graminées vivaces. Ce type d'habitat est extrêmement favorable aux criquets. C'est à un tel phénomène que l'on a attribué les catastrophiques invasions de criquet pèlerin qui ont affectées toute l'Afrique boréale depuis le Sahel jusqu'au Maghreb dans la deuxième moitié des années 80.

#### 2.2.4 Démographie :

---

##### 2.2.4.1 Prospective :

---

Depuis 200 ans environ, la démographie mondiale connaît d'importantes évolutions : la population mondiale est passé de 1 à 6 milliards, la mortalité et la natalité ont reculé, et on assiste à un vieillissement des populations et une urbanisation sans précédent.

#### 2.2.4.2 L'explosion démographique :

En 1800, la population mondiale était d'un milliard d'habitants ; il a fallu attendre 1927 pour atteindre le deuxième milliard et 1960 pour atteindre le 3ème milliard. Or en 2005, le monde compte 6,5 milliards d'habitants et en 2050, il comptera 9 milliards, pour se stabiliser autour de 10 milliards au début du XXIème siècle. Cette forte croissance de la population au XXème siècle s'explique notamment par les progrès de la médecine et l'élévation générale du niveau de vie, qui provoquent une baisse de la mortalité. Le rôle de l'éducation et du contrôle des naissances n'est pourtant pas négligeable dans la baisse de la natalité.

### **2.3 Développement durable :**

#### 2.3.1 Présentation :

Le développement durable est un modèle de développement économique et social visant à assurer la pérennité du patrimoine naturel de la planète Terre.

#### 2.3.2 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 [PNUD].

Le développement durable peut également se définir par une série de grands principes qui constituent sa charte :

- La gestion intégrée : gestion globale qui tient compte de toutes les relations et interactions existant entre les systèmes. Elle se traduit par l'adoption d'une démarche transversale (plutôt que sectorielle), multi partenariale et interdisciplinaire ;
- La gouvernance : elle implique des approches rationnelles de la décision, basées sur des indicateurs et des évaluations ;

- Le long terme : réflexion des actions et projets sur une échéance supérieure à 4 ou 5 ans ;
- La précaution : maintien d'un certain nombre d'options possibles ouvertes lorsque subsiste un doute ou une incertitude ; • la prévention : choix des solutions limitant au minimum les impacts, afin de réduire les actions correctives après la mise en œuvre des projets ;
- La responsabilité : engagement global et universel qui renvoie à la responsabilité individuelle et locale. Elle débouche sur le principe de pollueur-payeur qui stipule que les responsables des pollutions et nuisances sont ceux qui assument les coûts ;
- La subsidiarité : principe de travail à l'échelon de décision le mieux approprié pour agir efficacement en faveur de l'intérêt général ;
- La solidarité : notion de reconnaissance d'intérêts communs entre personnes, entreprises, États, etc., impliquant pour les uns l'obligation morale de ne pas desservir les autres et de leur porter assistance [PNUD].

### 2.3.3 Conférence de Stockholm :

---

C'est à la conférence de Stockholm en 1972 que sont adoptés, au niveau international, les principes de base du développement durable : c'est à l'homme qu'incombe la responsabilité de la protection et de l'amélioration de l'environnement pour les générations présentes et futures ; la sauvegarde des ressources naturelles de la Terre doit faire l'objet d'une programmation et d'une gestion appropriées et vigilantes, tandis que la capacité de la Terre à produire des ressources vitales renouvelables doit être conservée et améliorée. La mise en œuvre et l'application de ces principes sont confiées au Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), qui est créé à cette occasion [PNUD].

### 2.3.4 Commission et rapport Brundtland :

---

En 1983, l'Assemblée générale des Nations unies décide d'instituer une Commission mondiale sur l'environnement et le développement (également appelée Commission Brundtland, du nom de sa présidente Madame Gro Harlem Brundtland) chargée de trouver une solution au problème de la satisfaction des besoins primaires d'une population mondiale en accroissement constant. Pendant trois ans, cette

commission (composée de ministres, de scientifiques, de diplomates et de législateurs) procède à une série de consultations sur tous les continents. Au terme de son mandat, elle est en mesure de dresser un tableau des priorités : examiner les questions environnementales les plus urgentes et créer de nouvelles formes de coopération internationale pour faire face de manière globale à chaque problème spécifique, élever le niveau de conscience et d'éducation « écologiques » des responsables politiques et des citoyens, obtenir un engagement et une participation active accrues de la part de tous (individus, associations, industries, institutions, gouvernements).

En 1987, cette commission rend un rapport intitulé « Notre avenir à tous », plus connu sous l'appellation de « rapport Brundtland », qui fournit une définition du développement durable : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». Cette définition sous-entend qu'un environnement dégradé et appauvri de ses ressources n'est pas capable de garantir un développement économiquement viable et socialement acceptable. La protection de l'environnement n'est donc plus considérée comme un obstacle au développement, mais au contraire comme une condition nécessaire à un développement durable.

### 2.3.5 Conférence de rio et agenda 21 :

---

En 1992, se tient à Rio de Janeiro (Brésil) la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (Cnued), plus généralement appelée Sommet de la Terre ou encore Conférence de Rio, qui réunit les représentants de 172 pays (dont 120 chefs d'État), diverses organisations gouvernementales et quelque 2 400 représentants d'organisations non gouvernementales (ONG). L'objectif de la conférence de Rio est de définir des stratégies efficaces pour concilier les exigences des pays en voie de développement et celles des pays industrialisés. Outre une série de conventions sur des questions environnementales spécifiques (changement climatique, biodiversité et protection des forêts), la conférence de Rio établit une « Charte de la Terre », dans laquelle sont énoncées des directives pour la mise en place de politiques économiques plus équilibrées. Cette charte s'accompagne d'un programme d'actions, baptisé Agenda 21 (ou Action 21), qui doit servir de référence pour comprendre et identifier les initiatives qu'il est nécessaire d'entreprendre pour un développement durable au XXI<sup>e</sup> siècle.

Le succès de la Conférence de Rio est toutefois compromis par le refus de certains gouvernements de respecter les échéances et les objectifs proposés par l'Assemblée générale des Nations unies (notamment la réduction des émissions des gaz à effet de serre), de souscrire à certaines conventions importantes (telles que celle sur la biodiversité) et d'aboutir à un accord pour la mise en place d'un plan d'action contraignant (notamment pour la protection du patrimoine forestier mondial). La conférence de Rio permet néanmoins de sensibiliser la société civile et les autorités politiques aux questions environnementales.

### 2.3.6 Commission du développement durable :

---

Créée en 1992 selon les recommandations de la conférence de Rio, une Commission du développement durable (CDD) est chargée, dans le cadre du Conseil économique et social des Nations unies (Ecosoc), de suivre l'état d'avancement de l'application des engagements figurant dans l'Agenda 21, d'évaluer la pertinence des financements et d'analyser la contribution des organisations non gouvernementales compétentes.

### 2.3.7 Conférence européenne sur les villes durables :

---

En 1994, la première conférence européenne sur les « villes durables » aboutit à l'adoption et à la signature par plus de 300 municipalités de la Charte d'Alborg (du nom de la ville du Danemark où a lieu la conférence), dans laquelle sont définis les principes de base pour un développement durable des villes et fixées des lignes d'orientation pour des plans d'action locaux. Cette charte s'inscrit parfaitement dans le cadre de l'application des principes de développement durable présentés dans les textes de l'Agenda 21.

### 2.3.8 Conférence et protocole de Kyoto :

---

Cinq ans après la conférence de Rio, la communauté internationale se réunit de nouveau à l'occasion de la troisième Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, qui se tient à Kyoto (Japon) en décembre 1997. Alors que la conférence de Rio a fixé des critères généraux, auxquels les différents États sont invités, mais non contraints, à se conformer, celle de Kyoto définit un protocole avec des objectifs précis et contraignants, qui témoignent d'une véritable prise de conscience de la nécessité de mettre en œuvre un modèle de développement durable. Ce protocole engage les pays industrialisés et les pays en

transition (les pays d'Europe de l'Est) à réduire, à l'horizon 2008-2012, de 5,2 p. 100 les émissions des principaux gaz à effet de serre. Mais les objectifs fixés par le protocole de Kyoto soulèvent de nombreux problèmes, que les conférences sur le réchauffement global qui se tiennent à Buenos Aires (Argentine) en 1998 ne parviennent pas à résoudre.

### 2.3.9 Bilan et perspectives :

---

A New York, en juin 1997, l'Assemblée générale des Nations unies tirant le bilan de la mise en œuvre de l'Agenda 21, fait un constat d'échec. Les chefs d'États ne s'entendent pas sur une déclaration politique commune. Par ailleurs, en dépit des gains d'efficacité obtenus grâce aux nouvelles technologies, les modèles de consommation actuels demeurent en conflit avec la capacité de l'écosystème terrestre à supporter les atteintes portées à l'environnement et à la dilapidation des ressources disponibles. Condition nécessaire mais non suffisante, l'objectif d'efficacité devrait par conséquent s'accompagner de mesures incitatives en faveur du développement durable, aussi bien sur le plan économique (introduction de taxes environnementales par exemple) que social (éducation environnementale dans les écoles).

Le Sommet mondial du développement durable qui a lieu du 26 août au 4 septembre 2002 à Johannesburg en Afrique du Sud, marquant le dixième anniversaire du Sommet de la Terre tenu à Rio, devrait permettre d'insuffler une nouvelle dynamique à l'engagement mondial en faveur du développement durable (Wikipedia).

## 2.4 Les Parcs nationaux :

Un parc national est une portion de territoire qui est classée par décret à l'intérieur de laquelle la faune, la flore et le milieu naturel en général sont protégés de l'action de l'homme. Il est généralement choisi lorsque la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux et, en général, d'un milieu naturel présente un intérêt spécial et qu'il importe de préserver ce milieu contre tout effet de dégradation naturelle et de le soustraire à toute intervention artificielle susceptible d'en altérer l'aspect. Leur intérêt n'est donc pas touristique, il réside surtout dans la biodiversité dont ils recèlent chacun une part ; par exemple, le Mercantour avec le loup, les Everglades avec le lamantin ou le Parc national Kruger avec le rhinocéros blanc etc.

### 2.4.1 Terminologie :

---

Le terme faune désigne l'ensemble des espèces animales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé (par opposition à la flore).

Le terme flore désigne l'ensemble des espèces végétales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé (par opposition à la faune). Le terme "flore" désigne aussi l'ensemble des microorganismes (hormis les virus qui ne sont pas du "vivant") présents en un lieu donné. On parle de flore intestinale ou de flore cutanée pour les bactéries présentes dans l'intestin ou à la surface de la peau, par exemple.

Le milieu naturel correspond à l'ensemble des éléments naturels (physiques, chimiques, biologiques), des objets matériels et des êtres vivants qui constituent le cadre de vie d'un organisme vivant.

### 2.4.2 Historique :

---

L'idée de parc national a été formulée dès 1832 par le peintre américain George Catlin (1796-1872). De retour d'un voyage dans l'Ouest, il propose une politique de protection par le gouvernement d'un « parc contenant hommes et bêtes dans toute la beauté sauvage de leur nature ».

La première réserve naît aux États-Unis où Abraham Lincoln, le 30 juin 1864, déclare terrain public inaliénable la vallée du Yosemite en Californie. C'est cependant Yellowstone, à cheval sur les États de l'Idaho, du Montana et du Wyoming, qui doit être considéré comme premier parc national au monde en 1871, deuxième fut le Parc National Royal Australien créé en 1879 et puis Yosemite devant attendre 1890 pour disposer de la même réglementation[Wikipedia].

### 2.4.3 Superficie

---

Aujourd'hui à travers le monde il existe environ 44000 zones protégées dont plus 2300 parcs naturels et près de 500 réserves de biosphère. Certains sont tellement exceptionnels qu'ils ont été classés au "patrimoine mondial" par l'UNESCO tel le parc du Serengeti en Tanzanie.

La superficie des parcs nationaux est très variable oscillant entre 1300 ha (13 km<sup>2</sup>) pour le Parc National de Thayata en Autriche à plus de 2 millions d'hectares soit 20000 km<sup>2</sup> (350 x 60 km) pour le Parc National Kruger en Afrique du Sud.

Ensembles, les parcs nationaux et autres réserves naturelles couvrent une superficie supérieure à 700000 km<sup>2</sup>, soit 1.5 fois la France, autant que l'île de Bornéo [Wikipedia].

#### 2.4.4 Gestion :

---

Tous les parcs nationaux et, de façon générale, les réserves naturelles ne contiennent pas exclusivement des animaux sauvages et des terres inviolées.

En Occident, ces parcs s'étendant sur plusieurs communes ou comtés, il est habituel que ces réserves "abritent" également une population humaine qui vaque à ses occupations ordinaires.

Ailleurs, mais on tente de l'éviter, le parc peut même être traversé par une autoroute (par ex. Braulio Carillo au Costa Rica) ou être partiellement exploité par des paysans ou des entreprises (par ex. déforestation dans la réserve de biosphère de Petén au Guatemala) ou par des sociétés pétrolières (par ex. la forêt pluvieuse de Yasina au Brésil). C'est tout le défi que doivent résoudre les organisations qui gèrent ces territoires.

Certains parcs sont étroitement surveillés, d'autres sont tellement vastes que ce travail est impossible. C'est notamment le cas au Zimbabwe. Connue notamment pour ses célèbres Chutes Victoria, l'une des 7 Merveilles du Monde (107 m de hauteur, 1700 m de longueur, plus de 9000 m<sup>3</sup>/seconde), ce pays d'Afrique australe a créé des parcs nationaux pour protéger les espèces menacées tel le rhinocéros, l'éléphant et le buffle dont ce territoire constitue l'un des derniers sanctuaires.

Les autorités en charge de la préservation de ces réserves sensibilisent la population; des guides, des gardes forestiers, des vétérinaires et des chercheurs expliquent aux habitants et aux touristes les avantages de préserver ces espèces et les risques que les braconniers encourrent s'ils tuent ces animaux ou essayent de les vendre. Mais le combat de ces hommes et femmes de bonne volonté est parfois démesuré devant l'ampleur de la tâche.

Ainsi, le Parc National de Hwange au Zimbabwe s'étend sur 14 620 km<sup>2</sup>, c'est l'un des plus vastes du monde. Il a acquis son statut de parc national dès 1930. Mais certains secteurs s'étendent sur plusieurs milliers d'hectares et ne sont surveillés que par cinq gardes, se déplaçant de surcroît à pied... Or, ce parc contient la plus forte

concentration d'animaux avec 107 espèces de mammifères et 450 espèces d'oiseaux. Aujourd'hui, bien que le dernier rhinocéros blanc ait été abattu, officiellement, en 1995, sa population a encore diminué et est menacée d'extinction. Le problème vient du braconnage, car le rhinocéros est pourchassé pour sa corne aux vertus soi-disant aphrodisiaques qu'affectionne la population asiatique et surtout chinoise.

On compte 44 000 aires protégées dans le monde entier, dont un peu plus de 2300 parcs nationaux. (Encarta 2007)

#### 2.4.5 Les premiers parcs nationaux

---

L'idée de créer des parcs nationaux et des réserves naturelles s'est développée au début du XIXe siècle en réponse à l'industrialisation croissante qui était à l'origine de dommages à grande échelle et de la dégradation de l'environnement naturel en Europe et en Amérique du Nord. De nombreux pays densément peuplés disposaient déjà de parcs urbains et de jardins publics, et certaines zones rurales constituaient par ailleurs depuis longtemps des réserves de chasse ou des domaines privés pour les familles royales et les nobles. Pourtant, dans la plupart des régions du monde, l'activité humaine avait un impact minime sur des territoires immenses et peu peuplés ou constituant des zones naturelles intactes, telles que les Grandes Plaines d'Amérique du Nord, le bassin amazonien, les forêts de l'Afrique subsaharienne ou le Bush australien. Ces territoires ne semblaient pas devoir bénéficier d'une protection spéciale puisque la plupart d'entre eux étaient toujours inaccessibles ou inhospitaliers pour l'Homme.

Le Yellowstone National Park, créé en 1872 et s'étendant sur une partie des États du Montana, du Wyoming et de l'Idaho, est considéré comme le plus ancien parc national du monde. Toutefois, le terme de « parc national » ne fut employé pour la première fois qu'en 1879 pour désigner le Royal National Park créé en Nouvelle Galles du Sud (Australie). Le concept de parc national s'étendit ensuite au Canada et à la Nouvelle-Zélande pendant les années 1880, à l'Europe au début du XXe siècle avec un parc en Suède ; des parcs similaires virent ensuite le jour au Japon, au Mexique, en URSS et dans de nombreuses colonies britanniques durant les années trente, puis en Grande-Bretagne, en France et dans d'autres pays d'Europe pendant les années cinquante et soixante. En France, le premier parc national, celui de la Vanoise, fut créé en 1963, suivi de parcs naturels régionaux et de réserves naturelles.

Depuis lors, bien d'autres ont été créés, notamment en Afrique, en Inde, au Brésil, en Australie et en Nouvelle-Zélande. En Afrique, de nombreux pays possèdent aujourd'hui des parcs nationaux ; ainsi, le quart de la superficie de la Tanzanie est consacré à des réserves naturelles, avec notamment le parc national de Serengeti (14 750 km<sup>2</sup>) ; le parc national du Tsavo, au Kenya, est l'un des plus grands du monde (21 000 km<sup>2</sup>) (Wikipedia).

#### 2.4.6 Les parcs nationaux aujourd'hui

---



*Photo 5 : Séquoias (États-Unis) [Encarta 2007]*

(La forêt du Sequoia National Park, en Californie, est réputée pour ses séquoias géants, dont certains dépassent 100 m de hauteur)

Outre leur fonction initiale qui consistait à préserver des paysages et à offrir des lieux de loisirs publics, de nombreux parcs ont été créés dans le but de protéger des espèces menacées et d'encourager la recherche scientifique. Ils peuvent par conséquent être considérés comme des réserves naturelles, une appellation qui concerne un ensemble très varié de zones dans lesquelles des animaux et des plantes rares ou des écosystèmes particuliers sont protégés et étudiés. La chasse, la cueillette, le bruit sont limités ou interdits et l'accès du public est strictement contrôlé. Ces zones peuvent se trouver à l'intérieur de parcs nationaux — la Réserve de tigres de Kanha, à l'intérieur du parc national de Kanha dans le nord de l'Inde, par exemple — et sont en général plus petites que la plupart des parcs nationaux.



*Photo 6 : Parc national du Lanín (Argentine) [Encarta 2007]*

Situé dans le parc national du Lanín, le volcan Lanín (3 777 m) est recouvert de neiges éternelles. Celles-ci laissent la place, au fur et à mesure que l'altitude diminue, à une zone boisée et lacustre, déclarée parc national en 1937. Outre la pratique de la pêche sportive et des promenades en barque sur les nombreux lacs qui parsèment la région (Lácar, Tromen et Quillén, entre autres), il est possible de visiter les réserves indigènes où vivent les Indiens Mapuche et les belles villes environnantes, comme San Martín de los Andes]

Les parcs nationaux sont le plus souvent détenus et gérés par l'État. Certaines réserves naturelles, notamment les réserves naturelles nationales, sont gérées par des organismes gouvernementaux ; de nombreuses réserves sont dirigées par des fondations nationales, des associations pour la protection des animaux ou d'autres organismes bénévoles.



*Photo 7 : Glacier du Perito Moreno (Patagonie) [Encarta 2007]*

Avec un front de 5 km et 60 m de haut, le glacier du Perito Moreno, situé dans le parc national Los Glaciares, en Patagonie, est le plus célèbre et le plus spectaculaire des treize glaciers du Champ de Glace Patagon. Sa progression, d'environ 100 m par an vers l'est, est la plus importante du monde. Chaque année, d'immenses blocs de glace se détachent du glacier et se déversent avec un bruit assourdissant dans le Lago Argentino, provoquant d'importantes montées du niveau de l'eau.

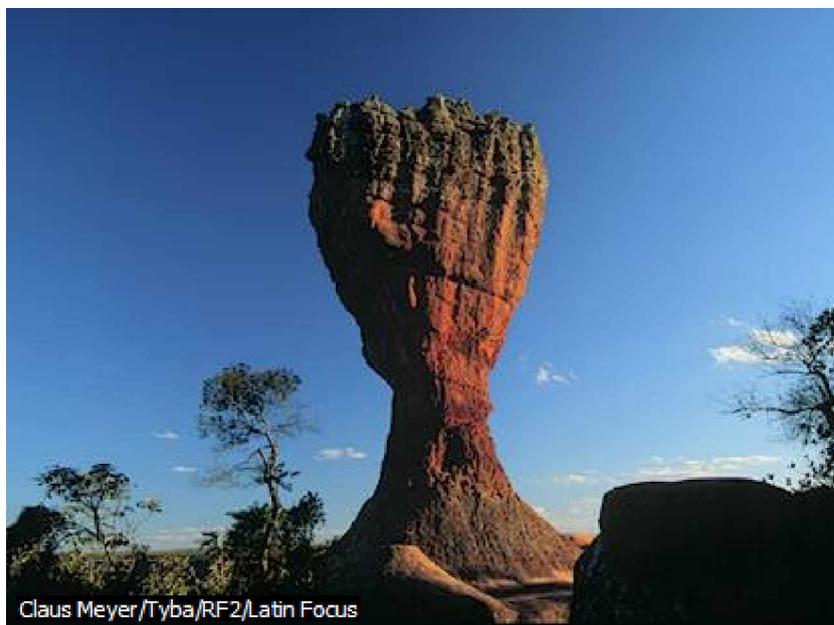
La plupart des parcs nationaux et des réserves naturelles sont confrontés aux exigences contradictoires de la conservation et des loisirs ; du simple fait de leur nombre, les visiteurs risquent d'endommager involontairement les paysages ou de mettre en péril la flore et la faune que les parcs étaient censés protéger. Face à cette menace, certaines parties des parcs nationaux ont été fermées au public en même temps qu'était limité le nombre de visiteurs autorisés à pénétrer dans les zones devenues fragiles. Des pistes ou des routes spéciales ont été aménagées, comme dans plusieurs parcs nationaux africains, et la présence d'un guide accompagnateur, sur des circuits bien définis a été rendue obligatoire pour visiter certains parcs nationaux, notamment en Inde.



*Photo 8 :Landes d'Exmoor, Cornouailles (Angleterre) [Encarta 2007]*

Dans une profusion de fleurs sauvages, la baie de Porlock s'offre au regard depuis le parc national d'Exmoor, dans le Somerset. La côte sud-ouest de l'Angleterre est bordée de centaines de criques semblables à celle-ci.

La fonction des parcs nationaux et des réserves naturelles peut devenir contradictoire avec d'autres usages possibles du terrain et des ressources, notamment dans les régions relativement isolées et peu peuplées qui semblent être les plus appropriées aux actions de préservation. L'armée peut, par exemple, considérer ces zones comme d'excellents terrains d'entraînement. D'autres zones sont menacées par l'exploitation commerciale : des parcs nationaux de Tasmanie et de l'île du Sud en Nouvelle-Zélande ont, par exemple, été agrandis dans les années quatre-vingt afin de protéger les forêts subtropicales de l'exploitation forestière ; les compagnies d'électricité souhaitent développer des projets hydroélectriques ou construire des centrales nucléaires, etc. Dans les parcs où l'exploitation des carrières, des mines, et la production d'électricité ou d'autres activités à grande échelle sont autorisées, celles-ci sont contrôlées scrupuleusement et à grands frais afin de réduire la pollution et la dégradation du paysage.



*Photo 9 : Parc national de Vila Velha (Brésil) [Encarta 2007]*

Les curieuses formations rocheuses du parc national de Vila Velha qui s'étendent sur 2 000 m de long et 600 m de large sont le résultat de l'érosion du vent sur le grès. Outre les formations rocheuses, telles que la Pedra da Taça (sur la photographie), le parc abrite les Caldeirões do Inferno (« chaudrons de l'enfer »), ou

Furnas, sortes de grands puits naturels circulaires, pouvant atteindre 80 m de diamètre et plus de 100 m de profondeur, presque tous remplis d'eau. Le parc compte également une lagune nommée Lagoa Dourada. Dans les légendes indiennes, l'ensemble de ces formations est appelé Itacueretaba, « la ville de pierre éteinte »]

Dans de nombreux pays en voie de développement, les fermiers, les chasseurs ou les chercheurs de minéraux, avides de terres non cultivées ou de ressources inexploitées, pénètrent dans les zones protégées. Dans les parcs nationaux africains, par exemple, les éléphants étaient sérieusement menacés par le braconnage dans les années soixante-dix et quatre-vingt. Dans les parcs nationaux d'Amazonie au Brésil et dans les pays voisins, les conflits sont fréquents entre les peuples indigènes et les fermiers et prospecteurs venus de l'extérieur.



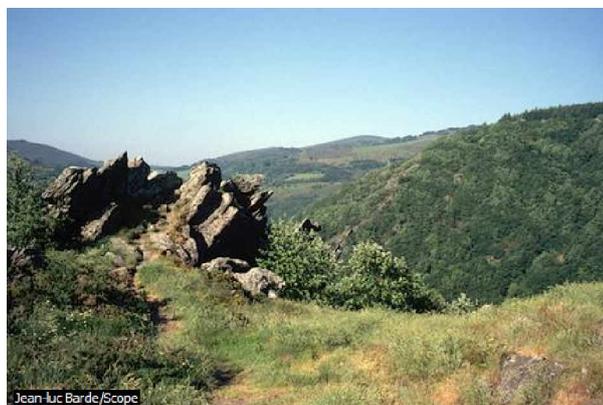
*Photo10 : Chutes de l'Iguaçu, parc national de l'Iguaçu (Argentine) [Encarta 2007]*

Le parc national de l'Iguaçu (« Grandes Eaux » en langue guarani), au nord-est de l'Argentine, est réputé pour la grandeur et la beauté de ses chutes, mais également pour la richesse de la faune et de la flore qu'il abrite. On compte plus de quatorze chutes dans le secteur argentin, à la confluence du Paraná et de son affluent l'Iguaçu. Haute de 80 m et longue de 2 700 m, la plus impressionnante des chutes de ce site s'étend sur un front basaltique qui enjambe la frontière entre l'Argentine et le Brésil. Les eaux ocre de l'Iguaçu s'y divisent en cascades multiples, produisant d'immenses embruns. où apparaissent de nombreux arcs-en-ciel. Tout autour, la forêt subtropicale humide renferme plus de 2 000 espèces de plantes et abrite une faune typique de la région : tapirs, fourmiliers géants, singes hurleurs, ocelots, jaguars, caïmans.

La préservation des sites naturels d'une beauté exceptionnelle, constituant un patrimoine culturel ou présentant un intérêt scientifique, est particulièrement problématique dans les pays en voie de développement. En effet, dans ces pays, contrairement aux nations industrialisées qui furent les premières à créer des parcs nationaux et des réserves naturelles, les gouvernements et les groupes de pression estiment souvent que les projets risquent d'entraver leur développement ultérieur et qu'ils sont trop coûteux ou impopulaires. L'Unesco, le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) soutiennent et aident les parcs nationaux et les réserves naturelles des pays en voie de développement ; de plus, l'Unesco a inscrit de nombreux parcs nationaux et réserves naturelles sur la liste de son patrimoine mondial tant dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Compte tenu de la croissance continue des économies et des populations, la création et l'entretien des parcs nationaux et des réserves naturelles semblent devoir être tout à la fois de plus en plus nécessaires et de plus en plus difficiles.

#### 2.4.7 Les parcs nationaux et les réserves naturelles en France

Les parcs nationaux ont été créés en France par une loi de 1961. Ces musées de la nature sauvage sont chacun divisés en plusieurs zones qui couvrent, au total, plusieurs dizaines de milliers d'hectares. Dans la zone centrale, les activités agricoles et commerciales, la circulation automobile, la cueillette, la chasse, l'élevage et le bruit sont strictement réglementés ; des réserves intégrales, très protégées et à but exclusivement scientifique, peuvent être constituées à l'intérieur de cette zone centrale. Une zone périphérique met à la disposition de tous les ressources scientifiques animales et végétales, l'air pur, le calme et le silence.



*Photo 11 : Col des Salettes, parc régional du Haut Languedoc (Languedoc-Roussillon)*

Le parc naturel régional du Haut Languedoc, créé en 1973, occupe une superficie de 217 800 ha et est situé aux confins des départements du Tarn (Midi-Pyrénées) et de l'Hérault (Languedoc-Roussillon), dans le massif Central.

[Encarta 2007]

Les différentes finalités (protection de la flore et de la faune, développement du tourisme) constituent l'une des difficultés de gestion des parcs en France aujourd'hui. Les premiers parcs naturels nationaux furent ceux de la Vanoise et de Port-Cros, créés en 1963. Depuis, plusieurs autres parcs ont vu le jour : ceux des Pyrénées, des Cévennes, des Écrins, du Mercantour (1979) et de la Guadeloupe (1989). L'ensemble couvre une superficie d'environ 1,2 million d'hectares, soit 2 p. 100 du territoire français.



*Photo 12 : Marais poitevin : un parc naturel régional [Encarta 2007]*

Les parcs naturels régionaux ont été créés en France à des fins de protection du patrimoine naturel et de mise en valeur du patrimoine humain, en particulier de l'habitat rural. Le parc naturel régional du Marais poitevin, Val-de-Sèvres et Vendée, créé en 1979, regroupe sur 190 000 ha une grande partie du Marais mouillé poitevin

Les parcs naturels régionaux ont été créés à partir de 1969 avec le parc d'Armorique. Ce sont les parcs d'Armorique, de l'Avesnois, des Ballons des Vosges, de la Brenne, de Brière, de Brotonne, de Camargue, des Caps et Marais d'Opale, des Causses du Quercy, de la Chartreuse, de Corse, de la Forêt d'Orient, du Gâtinais français, des Grands Causses, du Haut-Jura, du Haut-Languedoc, de la Haute-Vallée

de Chevreuse, des Landes de Gascogne, du Livradois-Forez, de Lorraine, du Lubéron, du Marais du Cotentin et du Bessin, du Marais-Poitevin Val de Sèvre-Vendée (ce dernier n'a pas été renouvelé en 1996 parce qu'il ne respectait pas les contraintes établies), de la Martinique, du Massif des Bauges, de la Montagne de Reims, du Morvan, du Nord-Pas-de-Calais, de Normandie-Maine, du Perche, du Périgord-Limousin, du Pilat, de la Plaine de la Scarpe et de l'Escaut, du Queyras, du Vercors, du Verdon, du Vexin français, des Volcans d'Auvergne et des Vosges du Nord. Répartis sur tout le territoire, à la différence des parcs nationaux qui, à l'exception de celui de Port-Cros, se situent dans des ensembles montagneux, les parcs naturels régionaux couvrent une superficie totale d'environ 50 000 km<sup>2</sup>, soit environ 9 p. 100 du pays.



*Photo 13 : Massif du Mercantour [Encarta 2007]*

Cimes découpées du massif du Mercantour, dans les Alpes.

Instruments d'aménagement du territoire s'étendant parfois sur plusieurs centaines de milliers d'hectares et englobant donc des secteurs habités, ils doivent préserver et mettre en valeur le patrimoine naturel, mais aussi le patrimoine humain, en particulier les formes d'habitat du monde rural.



*Photo 14: Lac du Bourget et massif des Bauges (Savoie) [Encarta 2007]*

Photographie du lac du Bourget (au premier plan), de la ville d'Aix-les-Bains (au second plan) et du massif des Bauges (au fond), intégré depuis 1995 au parc naturel régional du Massif des Bauges]

Les réserves naturelles ont été créées par des lois de 1930, 1976, 1980 et 1989. Souvent de petite taille (quelques dizaines à quelques centaines d'hectares), elles conservent des milieux écologiques dont la faune, le sol, les eaux, les gisements de minéraux ou de fossiles présentent une importance particulière. Il existe en France 128 réserves naturelles (26 ont été créées entre 1994 et 1998).

## 2.4.8 Exemples d'autres parcs

### 2.4.8.1 Parc de Mercantour :

Parc national situé dans les départements des Alpes-Maritimes et des Alpes-de-Haute-Provence.

Dernier-né des parcs nationaux français, le Mercantour, créé en 1979, s'étend sur 68 500 ha et culmine au pic du Gelas (3 143 m) situé dans l'Argentera-Mercantour sur la frontière italienne. Il jouxte le parc italien de l'Argentera créé, comme lui, sur le territoire d'une ancienne réserve de chasse du roi Victor Emmanuel II. Le Mercantour recèle de nombreux trésors naturels comme le lac

d'Allos (50 ha) — le plus grand lac d'altitude d'Europe —, le glacier du Grand Capelet (2 934 m) à seulement 30 km de la mer, la cascade du Boréon et surtout la vallée des Merveilles, un ensemble de lacs glaciaires étagés au pied du mont Bégo qui offrent plus de 40 000 gravures rupestres (1800 à 1500 av. J.-C.), témoignage unique d'une civilisation pastorale protohistorique.

Plus de 600 km de sentiers balisés permettent de partir à la découverte de plus de 2 000 espèces végétales, dont une quarantaine d'espèces de saxifrages endémiques, comme la *Saxifraga florentula* — emblème du parc —, qui pousse dans les prairies subalpines. L'avifaune est également très riche : buses, circaètes Jean-le-Blanc, aigles royaux, gypaètes barbus nichent sur le territoire du Mercantour. En outre, le parc est fréquenté par de nombreux cervidés comprenant quelque 6 000 chamois, plus de 1 000 mouflons et environ 300 bouquetins. La vingtaine de loups signalée depuis quelques années dans le Mercantour est vraisemblablement originaire d'Italie. Le parc est aussi l'un des derniers refuges de la vipère de Bonelli, qui a disparu presque partout ailleurs, en raison de la destruction de son habitat [Encarta 2007].

#### 2.4.8.2 Parc national de chaco, nouveau Mexique, USA

---

Sous le climat aride et hostile du plateau du Colorado, dans la partie septentrionale du Nouveau-Mexique, un peuple mystérieux connu sous le nom d'Anasazis développe, entre 850 et 1150, une société rurale très élaborée et un réseau d'échanges commerciaux complexe. Au cours de cette période, le centre économique et culturel de la région occupée par les Anasazis est Chaco Canyon. Les Anasazis du district de Chaco sont les maîtres d'œuvre d'habitations à plusieurs étages, uniques en leur genre, auxquelles les archéologues ont donné le nom de « grandes maisons ». La plus grande et la plus importante de celles-ci est sans conteste Pueblo Bonito, que vous pouvez voir ici. Sa construction débute vers 920 et s'achève vers 1115. Elle compte alors cinq étages, 800 salles et 35 kivas (chambres rituelles circulaires), et possède une superficie de 14 500 m<sup>2</sup>. Les grandes maisons de Chaco Canyon sont abandonnées vers 1150, vraisemblablement en raison d'une période de sécheresse prolongée. Des petits groupes d'Anasazis continuent par la suite à vivre dans Chaco Canyon ou à proximité de celui-ci jusqu'au début du XIII<sup>e</sup> siècle, mais la prodigieuse culture qui a donné naissance aux grandes maisons a cessé d'exister. Les descendants

des Anasazis, que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de Pueblo, continuent à vivre dans les régions avoisinantes de l'Arizona et du Nouveau-Mexique. Chaco Canyon a été désigné Monument national en 1907, Parc national en 1980 et Patrimoine mondial en 1987[Encarta 2007].

#### 2.4.8.3 Les parcs en Algérie :

Le gouvernement entend faire évoluer la philosophie et la politique des parcs nationaux pour une meilleure implication de cet outil au service de la protection de l'environnement et du développement durable.

En Algérie il y'a 10 parcs nationaux où non seulement faune et flore sont protégés, mais aussi les sites spéléologiques. Toute exploitation minière, pétrolière et énergétique ainsi que la chasse y sont strictement interdites.

Les parcs nationaux d'Algérie sont très différents les uns des autres par leur climat ainsi que par leur faune et leur flore.

Alors que celui d'El-Kala est situé à l'extrême nord du pays au climat doux méditerranéen, celui du Tassili est à l'extrême sud au climat saharien. Le Parc national du Tassili est classé patrimoine mondial par l'UNESCO depuis 1982

Les parcs nationaux en Algérie (figure.11) sont comme suit [Wikipedia] :

Parc national de Tlemcen (8 225 ha)

Parc national de Theniet El-Had (3 616 ha)

Parc national de Chréa (26 000 ha)

Parc national du Djurdjura (18 500 ha)

Parc national de Gouraya (1 000 ha)

Parc national de Taza (300 ha)

Parc national d'El-Kala (80 000 ha)

Parc national de Belzma (7 600 ha)

Parc national du Tassili (100 000 ha)

Parc national de l'Ahaggar (Hoggar) (380 000 ha)

Parc Dounia à Alger (630 ha) en construction

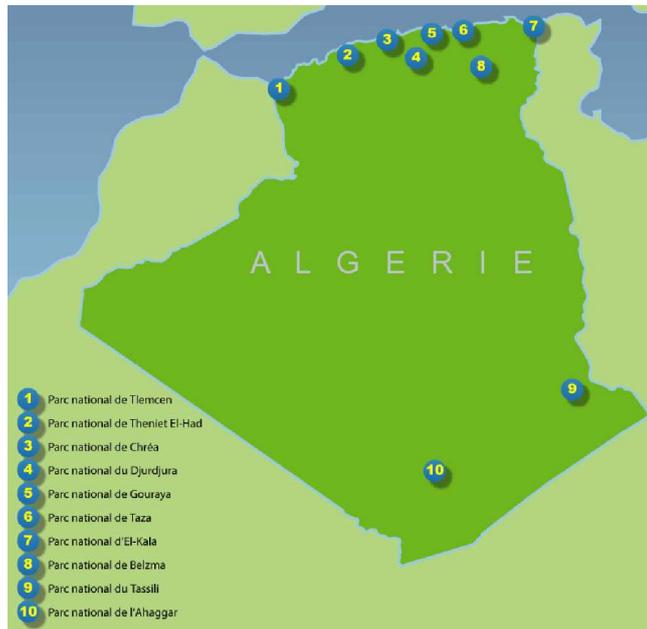


Figure.20 : Parcs nationaux en Algérie [Wikipedia]

## 2.5 Conclusion :

L'homme assiste actuellement à une dégradation générale de la planète dans laquelle il vit et si les grandes puissances ne font rien pour remédier à ce problème qui nous semble inévitable, l'environnement adapté à la vie humaine et tous les êtres vivants risque de se détériorer et la disparition de toutes les espèces, tour à tour, serait inévitable; donc autant faire quelque chose et chacun autant qu'il peut.

Le développement durable, malgré sa médiatisation et sa notoriété, est souvent mal perçu ou mal interprété, car il comporte des enjeux complexes, et souvent méconnus.

La réflexion et l'application du développement durable sont en constante évolution et il est parfois difficile, même pour les personnes sensibilisées, de suivre constamment cette progression.

L'éducation au développement durable est une priorité : elle est le gage de la prise de conscience, de l'évolution des mentalités, pour au final offrir la possibilité d'une vie plus équitable pour tous, tout en préservant les ressources terrestres dans l'objectif de la survie à long terme de l'espèce humaine. Cet enseignement ne doit pas se cantonner aux plus jeunes, elle doit viser toutes les générations.

Les parcs nationaux, avec l'aide des établissements étatiques comme les écoles primaires par exemple, contribuent largement à la sauvegarde des espèces et à la sensibilisation du public.

Les ressources naturelles (le sol, l'eau, les plantes, les animaux et les minéraux) d'une région donnée constituent un capital important, dont la mauvaise utilisation entraîne des pertes notamment économiques et écologiques.

L'Algérie, pays en voie de développement, participe à la lutte contre ces fléaux et essaye de contribuer au développement durable par plusieurs projet ; le parc dounia n'est qu'une première pour prouver que l'Algérie se soucie de cette problématique.

Seulement si ce parc ne sera pas très bien étudié, et surtout son fonctionnement, il risque de passer à côté de ses objectifs et ses missions.

De notre côté on a estimé qu'une approche systémique serait bénéfique si nous souhaitons optimiser son fonctionnement.

## Chapitre 3

# 3 Ingénierie du Système Parc des grands vents "Dounia Parc"

### 3.1 . *Problématique :*

#### 3.1.1 Dégradation de la qualité de l'air en zone urbaine :

L'accroissement régulier du nombre de véhicules, dans les grandes agglomérations particulièrement Alger et ses environs, est de nature à provoquer une dégradation continue de la qualité de l'air.

La présence de nombreux chantiers urbains et de terrains vagues non couverts par la végétation est également de nature à accentuer la pollution lors des soulèvements de poussières par le vent.

#### 3.1.2 Les nuisances phoniques :

Les principales sources de bruit sont essentiellement d'origine urbaine et industrielle. La situation actuelle en matière de nuisance phonique se présente comme suit :

##### 3.1.2.1 Bruit d'origine urbaine :

Le trafic automobile est la source principale de bruit en zone urbaine. Dans la plupart des grandes villes du pays, le bruit est considéré comme un phénomène chronique avec des niveaux suffisamment élevés pour perturber la concentration ou la relaxation des riverains des grandes artères particulièrement mais pas assez pour causer des dommages sur l'ouïe.

Comme pour la pollution de l'air, l'âge et le type de véhicules, le manque de maintenance, mais aussi l'intensité du trafic dans certaines zones contribuent à l'élévation des niveaux de bruit. De plus, la réglementation actuelle n'impose aucune exigence en matière d'émission de bruit aussi bien pour les véhicules neufs que pour les véhicules usagés qui rentrent dans le pays.

Les camions, les autobus et autres engins connus pour être très bruyants ne sont soumis à aucun contrôle de bruit durant toute leur durée de vie. Cette situation est exacerbée par l'âge avancé des véhicules et le coût élevé de la maintenance qui ne fait que perpétuer ce type de nuisances.

Il faut enfin signaler le bruit généré en zones résidentielles par les hauts parleurs, les chaînes stéréos, les installations de ventilation ou de climatisation ainsi que les divers systèmes d'alarme qui, sans atteindre des seuils de gravité, constituent tout de même des facteurs de gêne qui perturbent le bien être des résidents.

Le décret n°93-134 du 27 juillet 1993 a fixé les seuils maximums journalier et nocturne de bruit en zones urbaines, mais les difficultés de mise en œuvre de cette réglementation n'ont pas permis une amélioration de la situation sur le terrain.

#### 3.1.2.2 Bruit d'origine industrielle :

---

Les niveaux maximums de bruit dans les locaux professionnels ne devraient normalement pas dépasser 85 à 90 décibels pour une durée d'exposition de 8 heures. En Algérie cependant, il n'existe pour l'instant aucune obligation réglementaire pour le respect de ce seuil. Bien que la loi 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail prenne en considération les problèmes de bruit en milieu professionnel, aucun décret d'application n'est encore publié pour la mise en œuvre des dispositions de cette loi pour le contrôle du bruit.

Le bruit industriel peut causer de sérieux dommages sur l'appareil auditif. Il n'existe pas de statistiques sur le nombre de travailleurs exposés à des niveaux de bruit dépassant les seuils recommandés. A titre d'exemple, une étude réalisée dans un cadre universitaire sur les nuisances phonique rencontrées au niveau d'une unité industrielle de fabrication de chaussures, mentionne des niveaux de bruit de plus de 105 décibels à certains postes de travail. Ces situations sont très courantes dans de nombreuses unités industrielles.

Le bruit lié aux chantiers de construction est également un problème majeur dans le pays. Les ouvriers exposés au bruit des marteaux piqueurs seront concernés à plus ou moins long terme à des pertes auditives.

Selon la Caisse algérienne de sécurité sociale, les atteintes de l'appareil auditif figurent parmi les maladies professionnelles les plus fréquentes.

### 3.1.3 Déforestation et perte de biodiversité :

---

Le PNAE-DD 2002 estimait que 25000 ha de forêts sont perdus chaque année (correspondant à un coût équivalent à 0,05% du PIB coût n'incluant pas les fonctions écologiques de la forêt, difficilement évaluables).

Le rythme de réalisation de plantations forestières est même en régression par rapport à la décennie passée. Heureusement, le programme d'arboriculture forestière au profit des populations connaît un réel succès et l'on peut penser que des compensations positives ont été opérées, permettant une légère amélioration globale de la couverture végétale (forêts et arboriculture fruitière à base d'espèces rustiques).

Bien que difficiles à évaluer, les impacts sur la biodiversité en termes de coûts ont été estimés à 0,21% du PIB. Ce coût n'a pas dû changer au cours de la période considérée, les pertes supplémentaires éventuelles ayant été compensées par les gains générées dans ce domaine, par les plantations forestières nouvelles et les mises en défens des parcours steppiques.

### 3.1.4 L'avancée du béton :

---

Comparable à Central Park à New York, aux Etats-Unis, ce parc est un véritable poumon vert d'Alger et "représente une coupure verte devant l'avancée du béton".

Cette avancée s'est faite irrésistible pour plusieurs raisons. Il y a notamment l'accroissement de la population à l'échelle du pays. Nous avons dépassé son triplement depuis l'indépendance. Ce surcroît de population pèse sur toutes les régions du pays mais particulièrement sur la capitale. Située dans ce qu'on appelle l'« Algérie utile », cette maigre portion tellienne du pays, Alger, plus que toute autre ville, concentre en elle la part la plus importante des logements et équipements – économiques, administratifs et de service – du pays, ce qui accroît son attraction par rapport aux autres villes et agglomérations, qui, elles-mêmes subissent une pression

similaire, malgré leur sous-équipement relatif. Car la plus grande partie du pays souffre de ce sous-équipement, un sous-équipement grave, dont les moyens pour le combler étaient et restent hors des capacités du pays, si tant est que la conscience d'affronter ce problème et les efforts nécessaires déployés depuis l'indépendance ont été suffisants pour y remédier. Ajoutons à cela la terrible guerre que le terrorisme a menée contre le pays a poussé les gens à fuir leurs régions où ce mal a pesé. Et la capitale a eu sa part – sans doute la plus grande – de cet exode rural.

L'avancée du béton aux dépens des terres agricoles a été plusieurs fois dénoncée, y compris officiellement, mais elle a continué inexorablement, car ce n'est pas seulement une question morale ou de comportement civique. Le problème est complexe et exige de nombreuses mesures connexes en plus des mesures réglementaires. Parmi ces mesures, la création du parc Dounia qui vise directement à bloquer l'avancée du béton. Mais il faut en même temps développer un vaste et coûteux programme d'équipement de l'intérieur du pays, en routes et chemins de fer, logements, services (eau, électricité, gaz, établissements d'enseignement, communications, etc.) pouvant être attractifs et fixer les gens et leur donner des perspectives de développement...



*Photo 15 : Construction illicite à l'arrêt.*

### *3.2 Qui sommes-nous ?*

Afin d'aborder une approche systémique objective, on se présente comme un Bureau de consultings chargé de la présente étude.

### *3.3 Identification du client :*

Le client en question dans ce projet est le Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, représenté par sa direction de l'environnement de la wilaya de Bouira.

### *3.4 Les missions du système parc :*

- La recherche d'une nouvelle relation entre l'urbain la nature et l'homme.
- Créer des endroits (espaces) où la surface verte est la plus dominante.
- Une perception visuelle particulière.
- Un paysage harmonieux, claire et lisible ; pour cela il faut que le récepteur (promeneurs) en capte des photos et des images d'éléments qui lui facilite l'accès et l'orientation.
- Tout plaisir découle d'une satisfaction ; et pour satisfaire son sens interne, l'homme a besoin de se situer dans l'espace, et pour cela on a besoin d'un paysage clair.
- Conquérir le grand espace et l'intégrer dans l'animation urbaine, sans faire appel au béton et avant qu'il ne soit conquis par le béton.
- Transformer la réalité du paysage marginalisé en un paysage animé de lieux de loisirs, de détente et de promenade.
- Etablir une ligature entre l'espace urbain et l'espace naturel.
- Rétablir l'équilibre physique et psychique détérioré par les tensions dues aux divers problèmes de la ville.
- Utilisation d'une énergie économique et non polluante.
- Préservation de la faune et de la flore.

### *3.5 Les objectifs du système parc :*

Dounia Parc, s'inscrit dans la logique du développement durable. Il contribuera à l'enrichissement en espace vert de la capitale et permettra un équilibre indispensable à une grande métropole comme Alger.

Malgré des richesses naturelles appréciables et des investissements massifs dans le capital humain et physique, il est évident que les causes essentielles de la crise écologique sévère que vit le pays sont essentiellement d'ordre institutionnel. Les leçons tirées de l'analyse des causes et des facteurs de la crise écologique démontrent clairement l'étendue et la gravité des problèmes environnementaux en Algérie qui affectent la santé et la qualité de vie de la population, la productivité et la durabilité du capital naturel, l'efficacité de l'utilisation des ressources et la compétitivité de l'économie en général et l'environnement régional et global. La stratégie environnementale envisagée devra permettre de poser les premiers jalons du développement durable.

Dans le cadre de la politique environnementale novatrice initiée par Son Excellence Monsieur Abdelaziz Bouteflika, Président de la République, l'Algérie a développé et donné des prolongements manifestes et probants aux engagements nés des Sommets sur l'Environnement et le Développement durable de Rio puis de Johannesburg, ainsi que du Sommet des Nations Unies sur les Objectifs de développement du Millénaire.

### *3.6 Parc Dounya comme système ouvert, dynamique et évolutif :*

Le Parc Dounia est désormais considéré comme un système constitué d'un ensemble de parties reliées les unes aux autres et en interaction les unes avec les autres. Cette définition met l'accent sur les relations dynamiques qui existent entre les composantes internes du parc. Ces relations dynamiques de transactions et d'échange existent aussi entre le parc et son environnement.

Comme il peut être défini aussi comme un système qui importe certains éléments de son environnement, les transforme et les exporte vers l'environnement.

A partir de là, le parc Dounia ne peut plus être considéré comme un système fermé, mais doit être analysé en tant que système ouvert.

Le Parc Dounia comme un système ouvert est engagé dans un processus d'échange avec son environnement mais plus ces échanges ne sont très importants dans la mesure où ils assurent la viabilité du système, sa capacité de se reproduire et de se transformer.

Cette approche du système ouvert considère l'environnement comme un déterminant important du parc et comme une source d'incertitude pour lui.

Les systèmes ouverts sont dynamiques, ils évoluent et se transforment avec le temps. Leur progression dépend à la fois de leurs buts internes et des sollicitations de leur environnement.

L'interaction entre objectifs, moyens et environnements, nécessite une adaptation de leur structure et de leur mode de fonctionnement.

Pour se transformer, le système ne doit pas être trop rigide, trop organisé ; il a besoin d'un certain désordre, d'une certaine marge, d'une certaine souplesse, pour préparer l'ordre nouveau.

Le parc, en tant que système complexe, est difficilement conceptualisé.

Pour simplifier l'analyse, on essayera d'abord de le délimiter ensuite de le décomposer en sous systèmes.

### *3.7 Délimitation du système Objet de l'étude :*

La direction de l'environnement de la wilaya de Bouira, ayant toujours en tête un terrain "tout indiqué" au chef-lieu, abandonné depuis longtemps à la merci de tous les proxénètes qui s'adonnent à toute sorte de commerce dans cet espace qui fut dans les années 1980 un lieu de loisirs et d'attraction, vient de proposer ce terrain pour un parc "Dounia" de petite dimension.

Imaginez Alger avec un parc de 630 Hectares, un jardin Italien sur 100 hectares, la plantation de 20 000 arbres et arbustes composé de 750 palmiers, de plants et d'arbres de diverses espèces méditerranéennes.

Imaginez toujours à Alger que le parc des Grands vents abritera aussi des infrastructures sportives ludiques et culturelles et apportera ainsi un poumon vert à

la capitale venant ainsi compléter les autres pôles à savoir le parc de la Concorde, la forêt de Bainem, le jardin citoyen méditerranéen de Bouinan, le parc de Sidi Abdellah, la forêt de Sidi Fredj et Zéralda, et le jardin public d'Oued Semmar (Figure.21).

Il incombe à l'APC de s'y impliquer en balisant le terrain et en réglant le côté juridique de ce parc lequel sera un véritable lieu de loisirs et de rencontres, et un espace faunistique de biodiversité. En outre, il sera un lieu de rencontres et de forums pour la jeunesse puisque des cybercafés, une salle de conférences et toutes sortes de commodités y sont prévues. L'important dans cette opération est de sauver cet espace. Un espace où seront implantés tous les spécimens faunistiques existant à l'intérieur et à l'extérieur du territoire national, et ce, grâce au travail scientifique hors du commun que le CFPA de Lakhdaria est en train d'accomplir. En effet, ce centre spécialisé dans l'horticulture est en train de faire des merveilles en matière d'expérimentation des espèces faunistiques ornementales qui n'ont jamais existé ou abandonnées après avoir été expérimentées et plantées en Algérie durant la première moitié du siècle dernier. Ainsi, grâce aux efforts du directeur du centre, ce sont actuellement au total près de 32 espèces exotiques importées d'Afrique du Sud qui sont au stade d'expérimentation au niveau de ce centre dont quelques-unes comme le baobab ou le ginkgo ont déjà donné des résultats probants. Notons à ce propos que ces résultats ont été rendus possibles, grâce à l'opération "Un arbre, un enfant" lancée en 2001 par le ministère de l'Environnement et dont la wilaya de Bouira avait confié la fourniture de plants à ce centre. Ainsi, depuis 2001, le CFPA de Lakhdaria a fourni plus de 17 000 plants qui seront produits par ce centre et achetés par la direction de l'environnement grâce au financement des entreprises publiques et privées ainsi que des particuliers. Enfin, disons que grâce à toutes ces opérations menées par la direction de l'environnement avec le concours des citoyens, la ville de Bouira pourra prétendre devenir un chef-lieu de wilaya modèle de par la qualité de l'air et d'un environnement sain. C'est le défi auquel devront s'atteler les autorités chaque jour davantage.

Les travaux de la réalisation du centre des énergies renouvelables au niveau du parc Dounia des Grands vents, ont débuté le 02 Mai 2006, projet initié dans le cadre de la coopération algéro-italienne. Ce parc comprendra, outre l'édifice des énergies renouvelables et le centre de production de 220 KW d'énergie éolienne, un jardin botanique et un espace agricole, où seront plantés des arbres fruitiers et des palmiers

au niveau de la partie Brise-vents — accueillera dans les deux prochaines années les écoliers et les étudiants afin de les sensibiliser sur le rôle des énergies renouvelables et la protection de l'environnement de manière générale. Ce projet, arrêtera la convoitise du béton mais prépare également l'Algérie à l'étape après hydrocarbures si l'on sait que celles-ci sont limitées, d'où la nécessité de recourir aujourd'hui aux énergies renouvelables. Aussi, ce projet de coopération, est à même de vulgariser l'énergie renouvelable qui peut constituer une ressource alternative aux hydrocarbures.

Pour rappel, l'EDEVAL se chargera de l'aspect végétal du parc en question. A ce titre Des stages de formation seront organisés au profit de huit techniciens et ingénieurs de cette même entreprise au niveau de la pépinière Michillini, partenaire de l'université de la Tuscia (Italie).

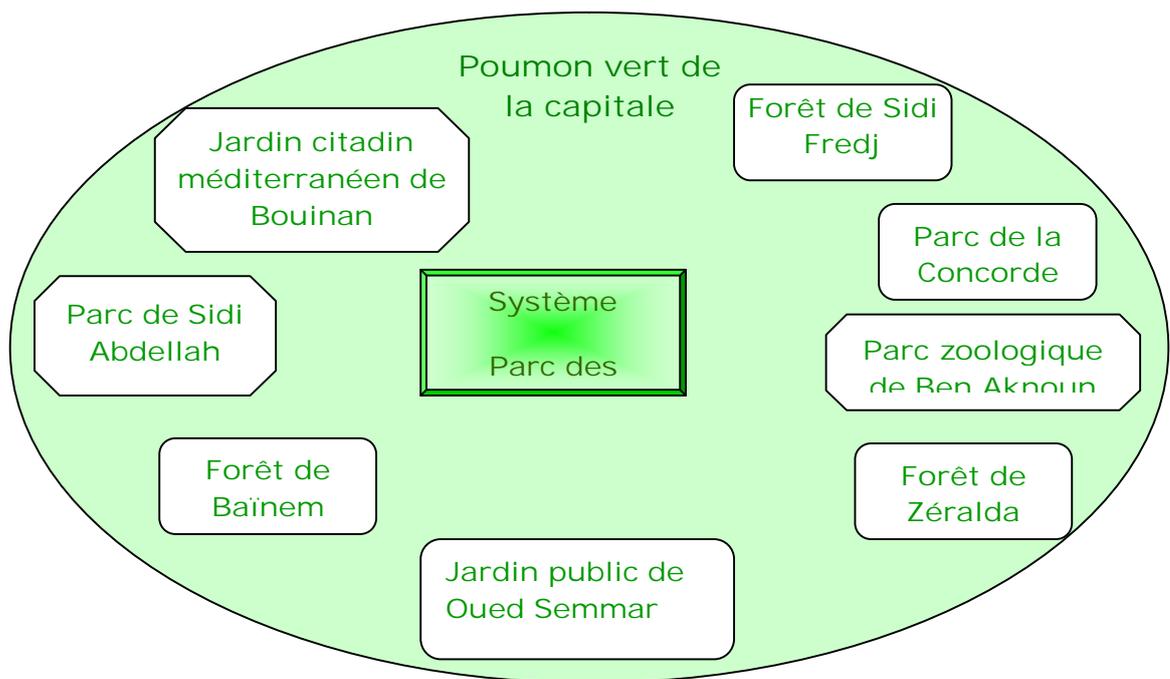


Fig.21 : Environnement du Système Parc des grands vents "DOUNIA"

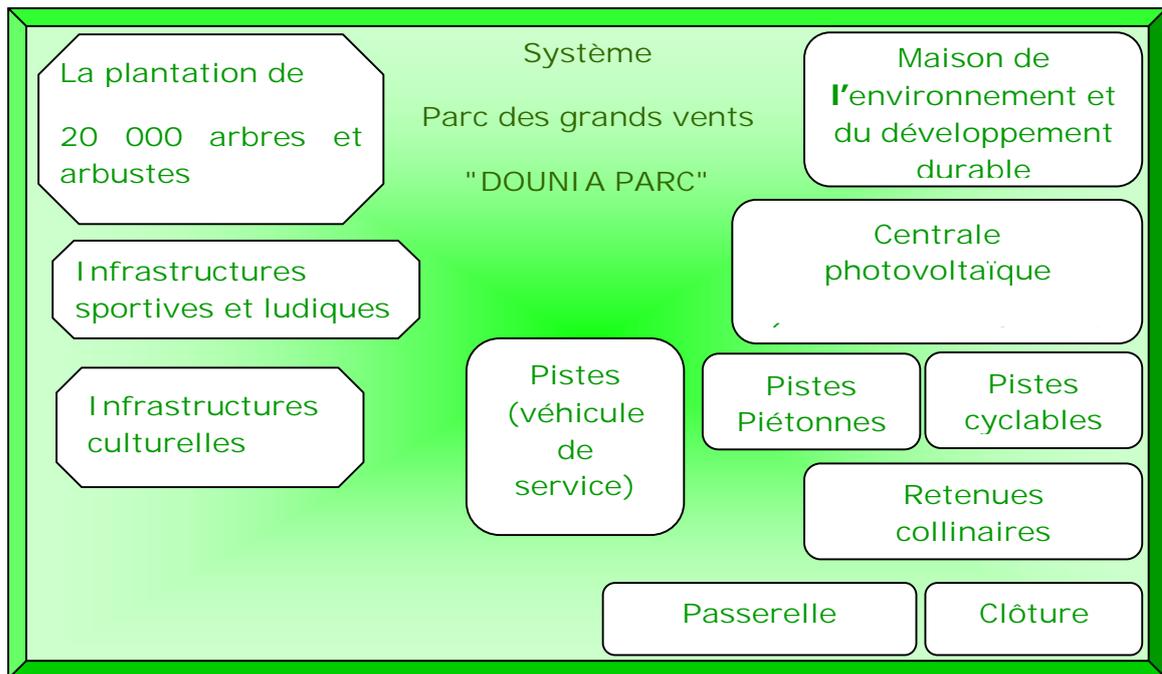


Fig.22 : les sous système du Parc des grands vents "DOUNIA"

### 3.7.1 Sous Système Maison de l'environnement "DAR DOUNYA"

La maison de l'environnement est un espace de sensibilisation aux problèmes de l'environnement, elle inscrit son intervention dans le processus arrêté au sommet de KYOTO et de RIO, elle favorise la maîtrise du développement dans le respect de l'environnement (développement durable). Elle regroupe différents acteurs régionaux de valorisation et de protection de l'environnement. C'est une vitrine régionale de l'environnement.

Véritable lieu d'accueil, de rencontres et d'animations pour tout public, mis à la disposition des associations, la Maison de l'Environnement propose des expositions thématiques, des conférences et des débats. Ces manifestations sont réalisées individuellement ou collectivement par les organismes résidants de la Maison de l'Environnement (figure.23).

On trouve dans le Rez de chaussée (Surface : 805,30 m<sup>2</sup>) :

Accueil, Boutiques, Espace d'exposition, Projections & conférences, Salle des générations futures, Maison de la planète propre, Maison de l'eau, Maison du désert, Maison verte

On trouve dans le premier étage (Surface : 366,10 m<sup>2</sup>) : des bureaux, une médiathèque et une Cafétéria

On trouve dans le deuxième étage (Surface : 366,10 m<sup>2</sup>), la direction générale du parc.



Fig.23 : Des images 3D de la Maison de l'environnement [BART]

### 3.7.2 Sous système Passerelle :

Le parc est divisé en deux parties séparées par une autoroute, cette dernière ne peut être accédée par des piétons ou par des véhicules qu'en un point bien aménagé, pour éviter tout risque d'accident. Ce point aménagé ne peut être qu'une passerelle pour les piétons, et un échangeur pour les véhicules.

En ce qui concerne les véhicules, un échangeur est déjà réalisé au voisinage du parc. Pour la jonction piétonne entre les deux zones du Parc, il a été conçu une passerelle d'ossature, en bois et en acier (figure.24).

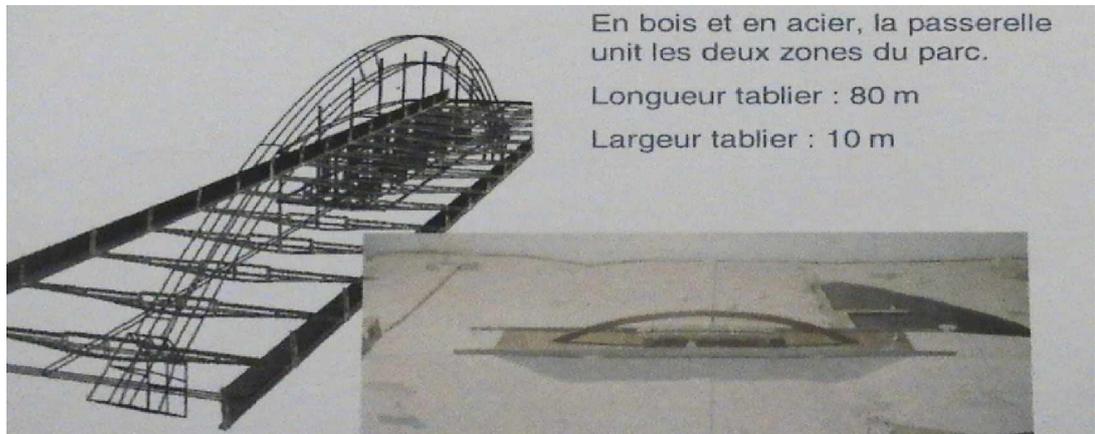


Fig.24 : La passerelle qui relie la partie algérienne avec la partie Italienne [Dossier Technique]

### 3.7.3 Sous système Viabilisation et signalisations :

La voirie : on prévoit une redéfinition de la voirie (figure.25 et 26) avec une répartition en réseau primaire (au moins six mètres de chaussée) et réseau

secondaire (une seule voie de 3 à 4m et de nombreuses placettes en guise d'échangeurs).

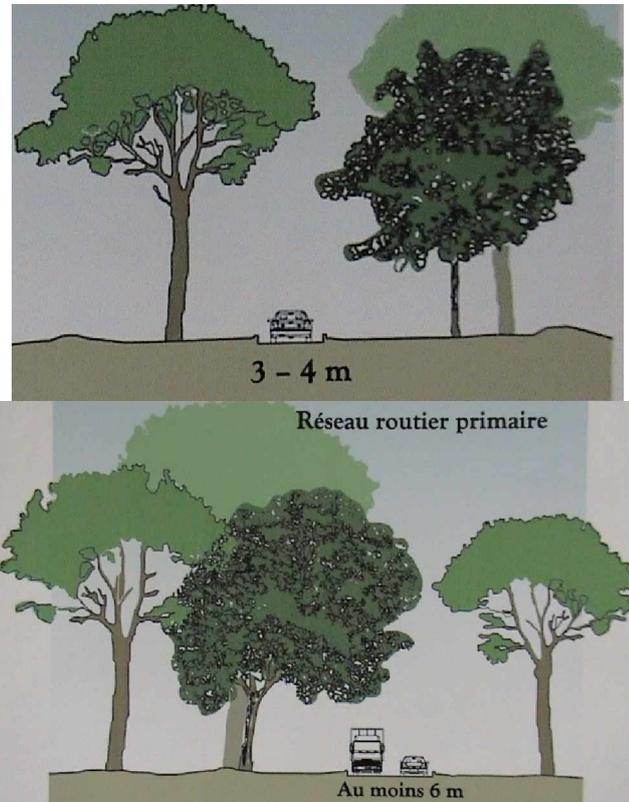


Fig.25 : plans des pistes (primaire >6m et secondaire <4m et >3m) [Dossier Technique]

L'analyse des planimétries du Parc Dounia fait ressortir une bonne densité du réseau routier, il reste toutefois difficile d'évaluer le dimensionnement correct de chaque tronçon ; seulement une recherche menée sur place permettra d'évaluer la validité des ressources déjà présentés. Ils ont prévu une redéfinition du réseau routier avec une répartition en réseau primaire (au moins 6m de chaussée) et réseau secondaire (une seule voie de 3 à 4m et de nombreuses placettes en guise d'échangeurs).

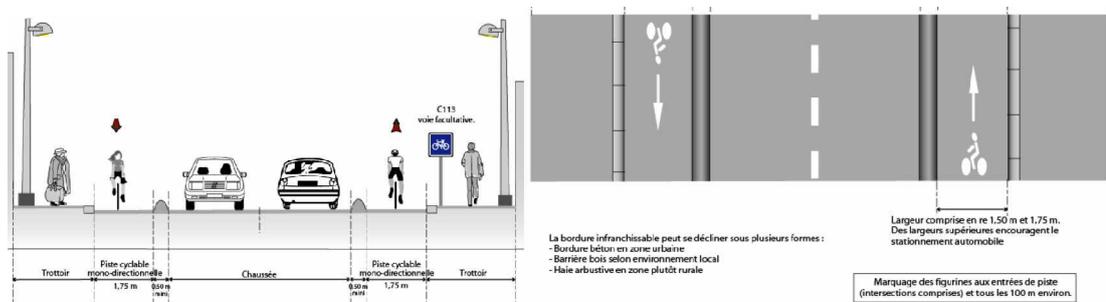


Fig.26 : plans des pistes et signalisations

### 3.7.4 Sous système Clôture du parc :

---

La clôture délimite officiellement les deux sous systèmes (partie italienne et algérienne) du parc. Elle bénéficie d'un esthétique épousant l'environnement du parc. Cette clôture évite les accès anarchiques des visiteurs piétons et motorisés au parc. Elle permet donc de contrôler les accès et assurer la sécurité des visiteurs ainsi que des infrastructures du parc.



*Photo 17 : Clôture du parc [Dossier Technique]*

### 3.7.5 Sous système Retenues collinaires :

---

Les deux retenues collinaires sont prévues à l'oued Bouchebouk, leurs utilités est de retenir les eaux de précipitation durant les périodes pluviales. Ces eaux emmagasinées seront utilisées pour l'irrigation des espaces verts. Elles participent à l'embellissement du parc et donne un avantage touristique plaisant.

Ces deux retenues permettront une autosuffisance au parc en eau.



*Photo 18 : Retenues collinaires en construction*

### 3.7.6 Sous système Energie renouvelables :

---

L'objectif du projet est d'utiliser des énergies renouvelables pour les besoins énergétiques du "centre". Il prévoit l'installation d'une centrale photovoltaïque à 150KW max et d'un anémomètre par le quel contrôler pendant au moins deux ans le vent sur place et décider ensuite si installer ou pas un générateur éolien. Le projet prévoit également la réalisation d'un pole didactique à l'intérieur du centre dans le but d'étudier et divulguer les énergies renouvelables.

Pour ce qui concerne la puissance installée, puisqu'il n'a pas pour le moment un projet détaillé auquel se référer pour une analyse détaillée des charges électriques, ils ont opté pour une centrale photovoltaïque de taille petite/moyenne, environ 150 KW max, qui toutefois garantis une production de 255 MWh/an (disponibles 204 MWh/an) correspondant à la consommation moyenne annuelle de 50 familles européennes composées de 4 personnes chacune.

La modularité de la technologie photovoltaïque permet de toute manière, à tout moment, une augmentation de la puissance installée en ajoutant un certain nombre de panneaux photovoltaïques.

- Possibilité d'utilisation de l'énergie annuelle disponible (204 MWh) ;
- Système de conditionnement (chaud/froide).

- Deux pompes à  $10 \text{ kWh} \cdot 4 \text{ h/jour} \cdot 365 \text{ jours}$  (débit= $5 \text{ m}^3/\text{h}$ , hauteur d'élevation jusqu'à  $100 \text{ m}$ ) :  $29 \text{ MWh/an}$ .
- Illumination interne.
- Pour une superficie de  $2000 \text{ m}^2$  ( $80 \text{ Wh} \cdot 16 \text{ m}^2 \cdot 6 \text{ h jour} \cdot 365 \text{ jours}$ ) :  $22 \text{ MWh/an}$ .
- Services et autres :  $7 \text{ MWh/an}$ .

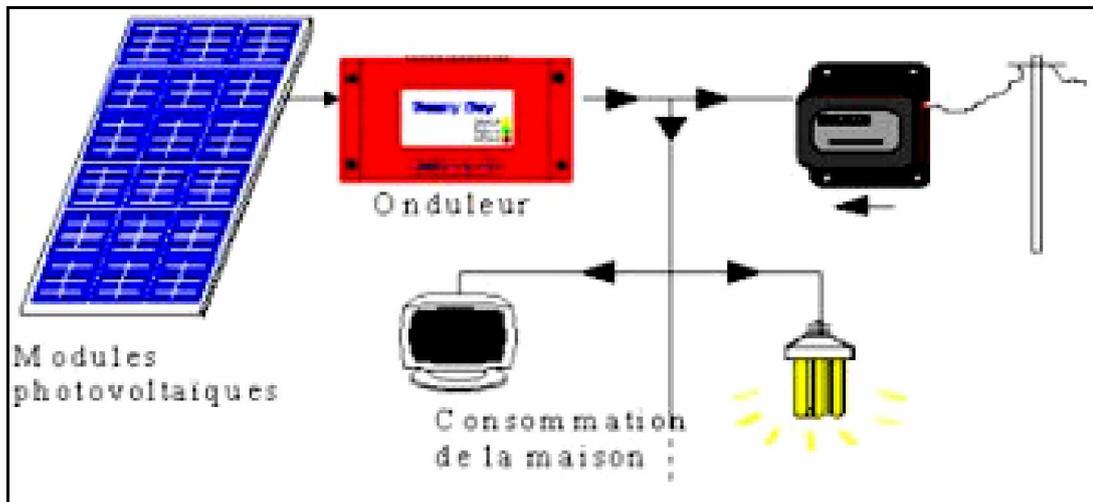


Fig.27 : Principe de fonctionnement de la centrale photovoltaïque [ERM]



Fig.28 : panneaux solaires

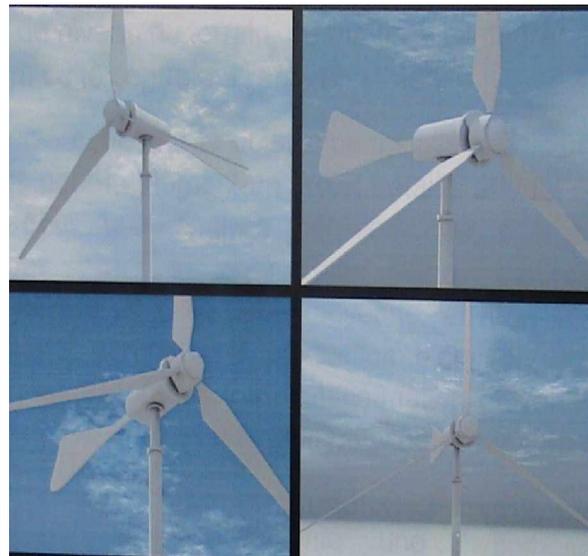


Fig.29 : Energie Eolienne

[Dossier Technique]

*Le centre photovoltaïque :*

L'idée de base est de recréer une sorte de parcours didactique (d'exposition interne aux problèmes propres des énergies alternatives et du développement durable).

Le soleil l'eau et le vent sont les protagonistes du projet qui se base sur la possibilité de son autosuffisance énergétique.

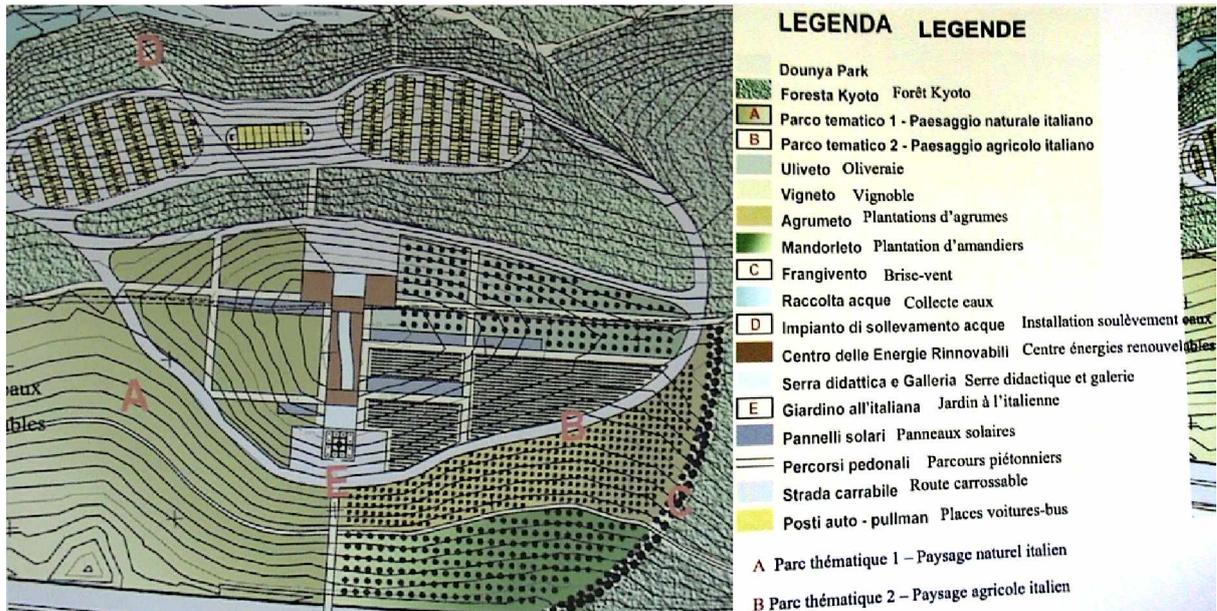


Fig.30 : Situation de la centrale photovoltaïque [Dossier Technique]

*La serre :*

Un parcours didactique de plantes utiles à l'homme est en préparation à l'intérieur des serres. Ce parcours didactique de plantes utiles sera réalisé grâce à l'engagement du ministère de l'environnement

La serre didactique a un rôle fondamental à jouer pour sensibiliser les nouvelles générations à l'environnement et au développement durable mais d'une façon plus pratique. La serre est un lieu dynamique et vivant qui offre aux jeunes un apprentissage par le touché et l'odorat des enjeux environnementaux.



Fig. 31 : jardin botanique (Bionat)



Fig.32 : la serre



Fig.33 : vue d'ensemble

[Dossier Technique]

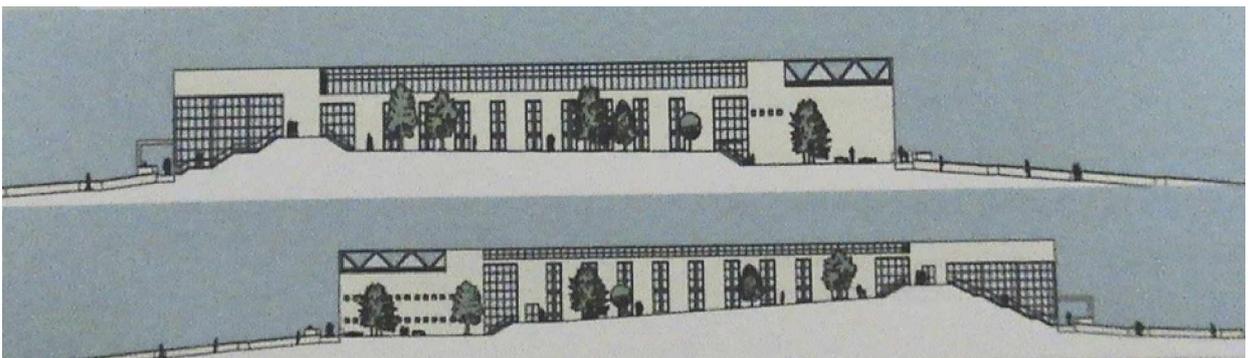


Fig.34 : Centre des Energies renouvelables [Dossier Technique]

La structure architectonique se développe longitudinalement le long d'un parcours ouvert d'où il est possible d'accéder aux différentes sections situées à des niveaux différents et reliées entre elles par des parcours verticaux et des rampes d'accès. La route au niveau 0,00m flanque un ruisseau artificiel.

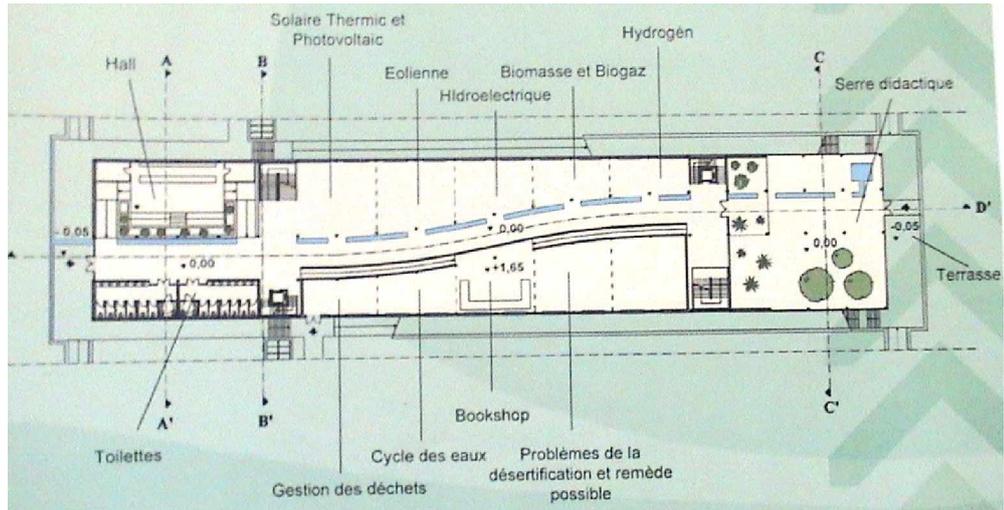


Fig.35 : Niveau 0,00m, hall, parcours exposition [Dossier Technique]

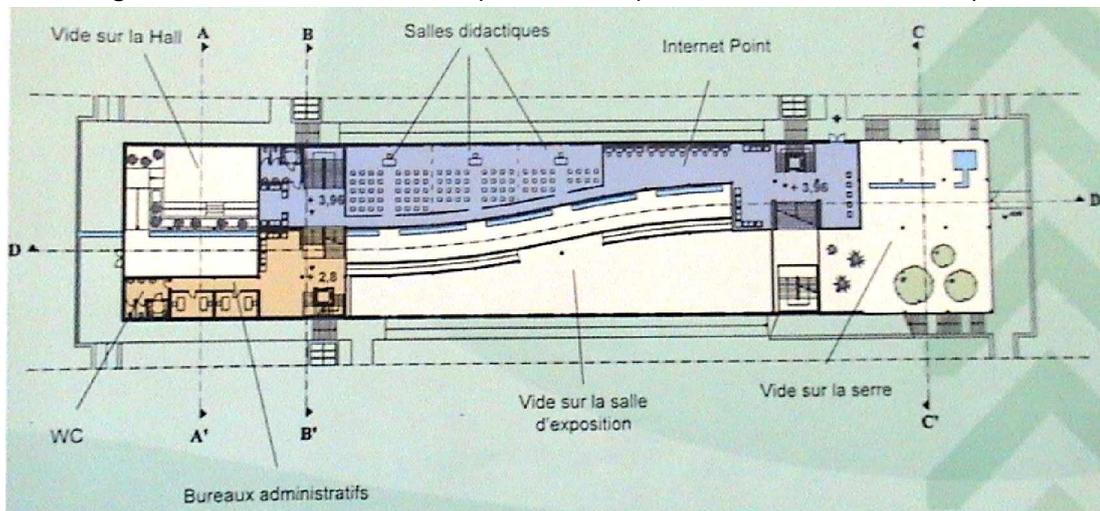


Fig.36: Niveau de 2,8 à 4,0m [Dossier Technique]

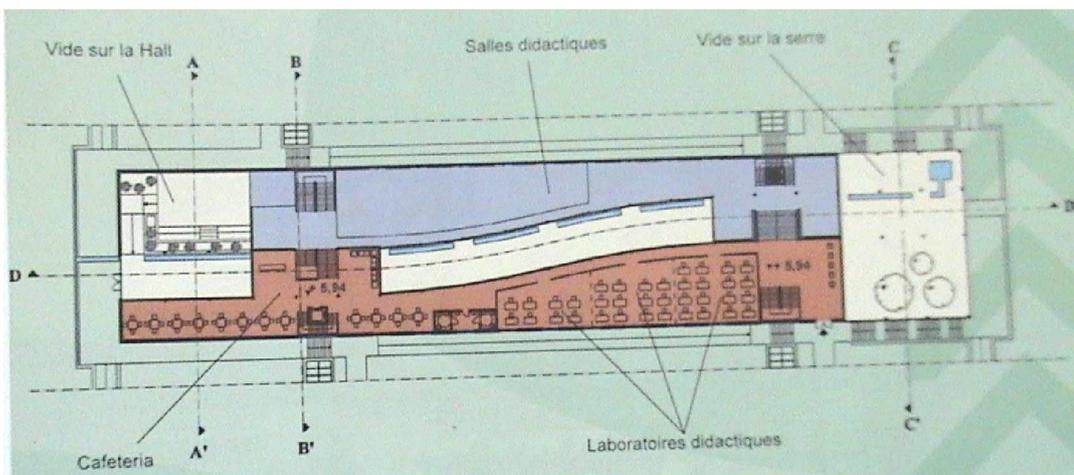


Fig.37 : Niveau 6,00m [Dossier Technique]

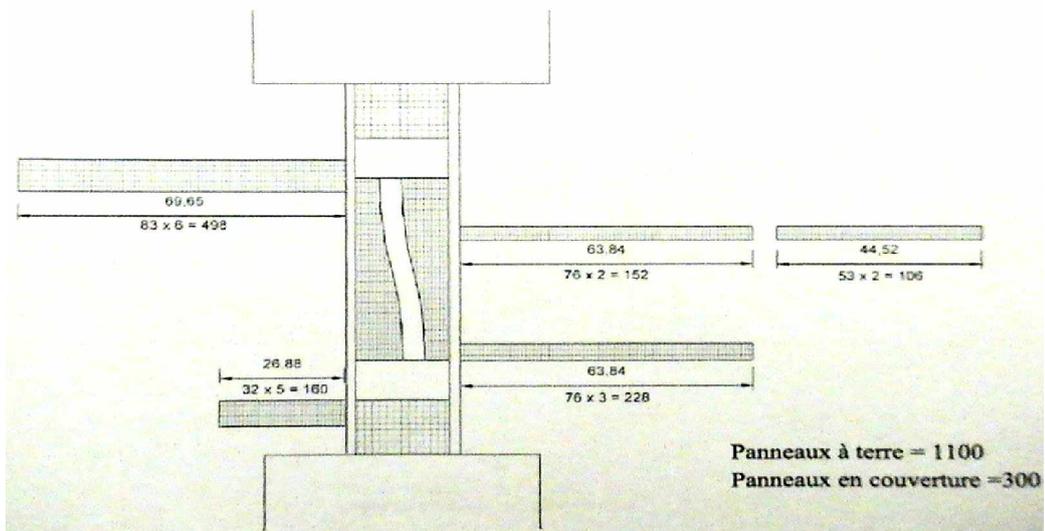


Fig.38 : Plan de la couverture et panneaux solaires [Dossier Technique]

### 3.7.7 Zones vertes :

#### 3.7.7.1 Jardin à l'italienne

Il est basé sur le schéma de la Villa de Lente à Bagnaia (Viterbo), avec haies, plantes d'oranger, chênes, platanes ... Il est prévu des parterres d'eau qui sera recyclée.

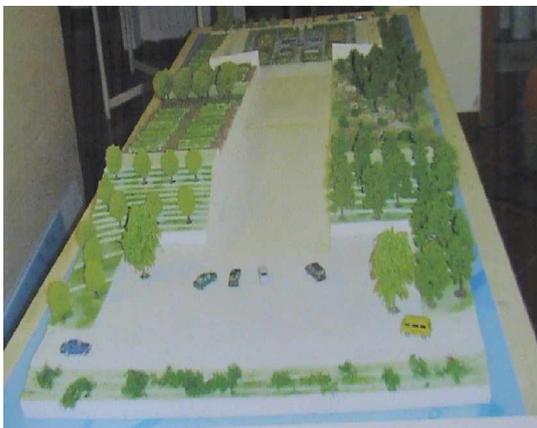


Fig.39 : Jardin à l'italienne [Dossier Technique]

### 3.7.7.2 Parcs thématiques 1 et 2 :

Le premier parc : paysage agricole italien, il se développera sur un coté du centre et sera caractérisé par la présence d'une oliveraie (symbole d'union entre les deux pays, puisque l'olivier est présent aussi en Algérie), un vignoble, une plantation d'agrumes, des haies arbustives ; tous les arbustes choisis, ont des couleurs et des floraisons différentes.

Le deuxième parc : paysage naturel italien : il se développera sur le coté opposé par rapport au "paysage agricole" et sera caractérisé par la végétation méditerranéenne italienne (pinède, chênaie, bois de chêne verts, subéraie, frêne, carpinus...); les arbustes seront tenus bas pour ne pas entraver l'activité des panneaux solaires.

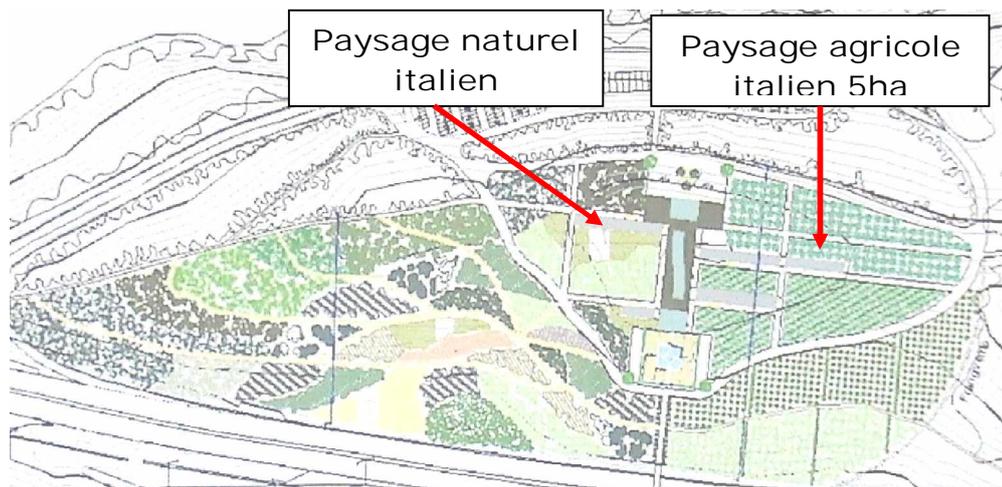


Fig.40 : Paysage naturel et agricole à l'italien. [Dossier Technique]

### 3.7.7.3 Reboisement :

Forêt : environ 80 hectares de la superficie qu'occupera le parc Dounia seront intéressés par un vaste forestage selon les directives de Kyoto. Les espèces arborescentes, qui seront deux types de pin (*Pinus pinea* et *Pinus halepensis*), le chêne-liège (*Quercus suber*) et le fraxinus ornus, arbres typiques du paysage italien, à accroissement rapide et caractérisant le maquis méditerranéen. Aussi bien le pin domestique que le pin d'Alep s'adapte bien au site pour leur rusticité et leur remarquable aptitude à coloniser de nouveaux territoires ; le chêne-liège est préférable au chêne vert pour sa tolérance aux terrains argileux tuyptiques et à la *Quecus coccifera* pour son moindre degrés d'inflammabilité.

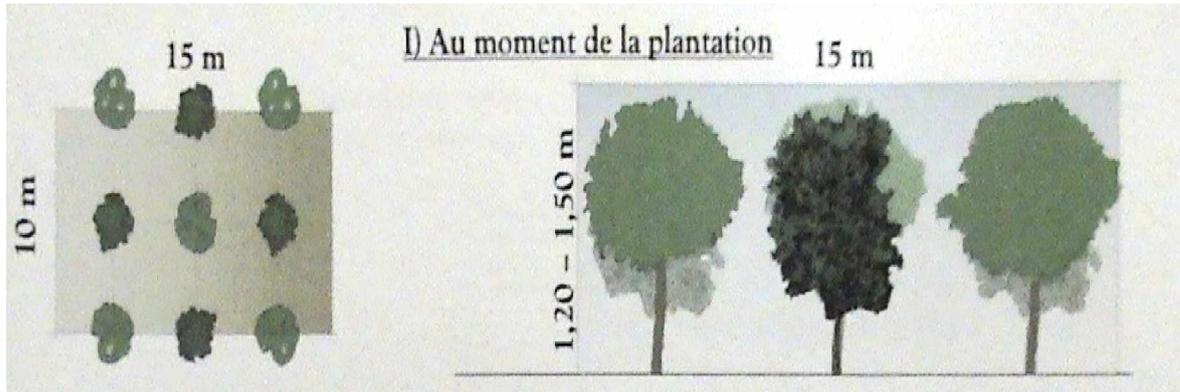


Fig.41 : Dimensions de forestage. [Dossier Technique]

Boulevard brise-vent : un autre élément caractérisant le paysage italien est la présence de bandes brise-vent. Même dans le parc Dounia, on veut réaliser une double rangé brise-vent d'environ 250m de longueur ; pour cette installation seront utilisés des pins domestiques alternés à des exemplaires de laurier.

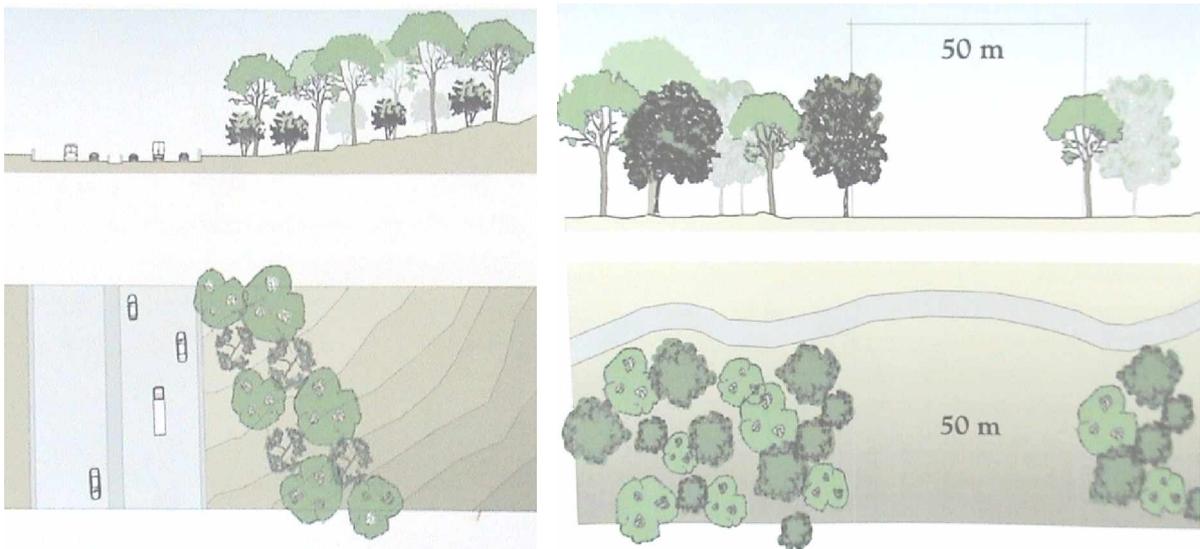


Fig.42 : Dimensions de forestage. [Dossier Technique]

Aménagement d'un parking vert :

Pour éviter un stationnement anarchique au niveau du parc, et pour donner un aspect naturel, un parking vert sera réaliser sans faire appel aux toitures industrielles mais plutôt aux arbres.

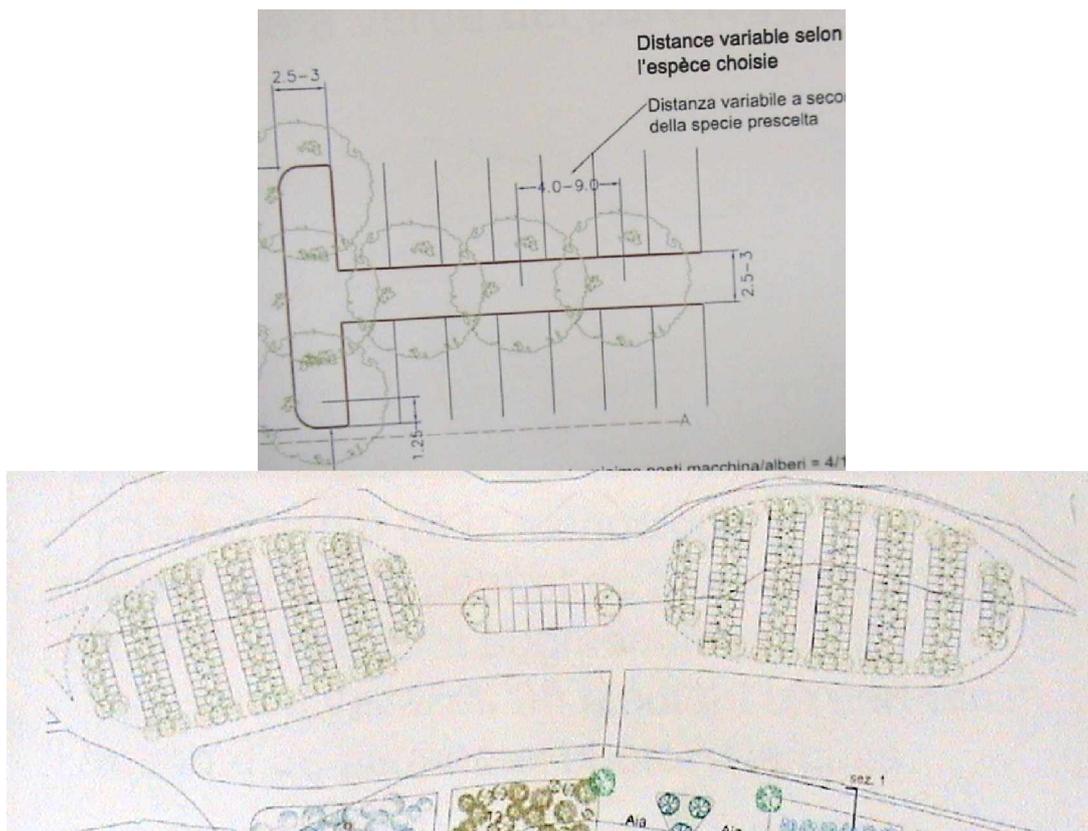
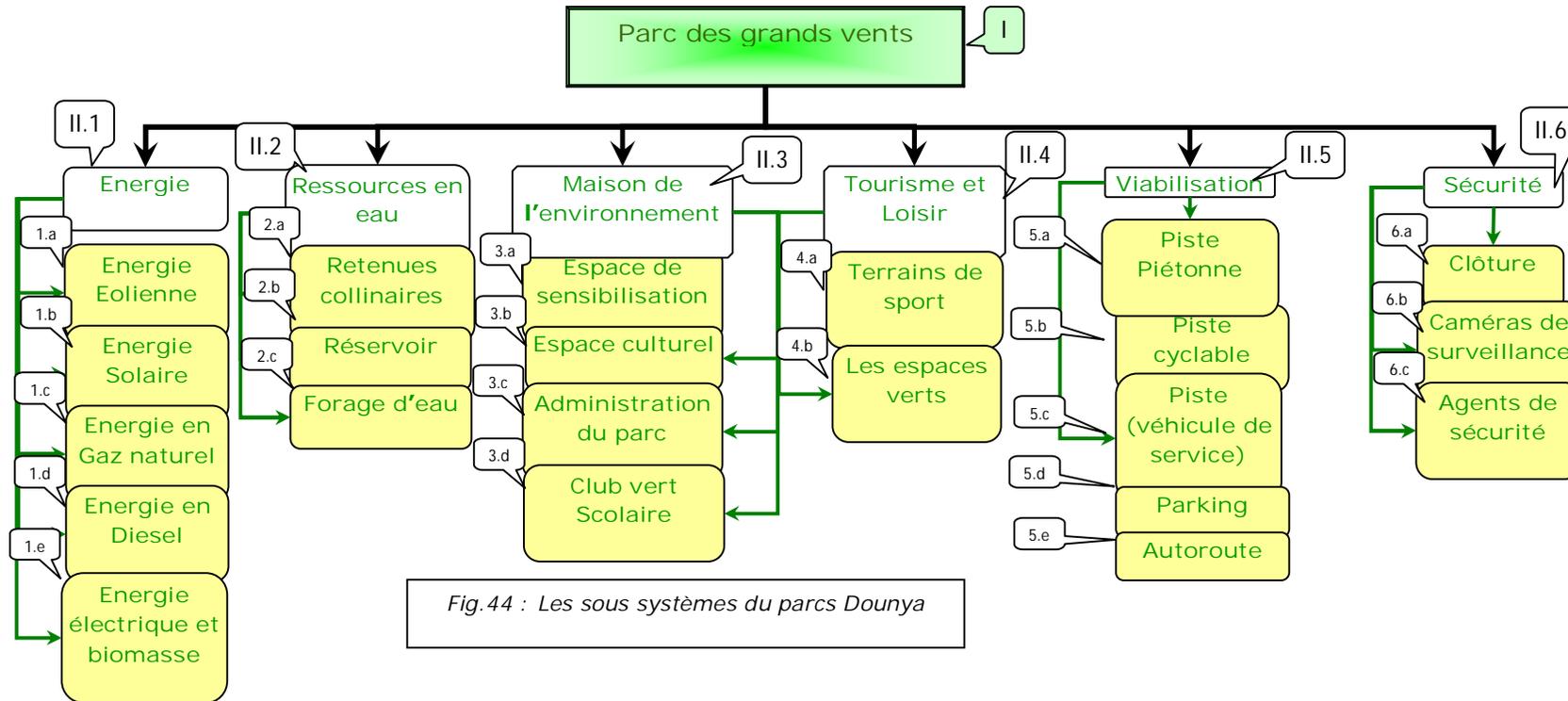


Fig.43: Plan de parking vert. [Dossier Technique]

### 3.8 Le Système et sous systèmes Dounia Parc :



### 3.8.1 Analyse fonctionnelle et Allocation :

L'analyse fonctionnelle commence en fait avec l'identification initiale des «fonctions» que le système doit accomplir (définis dans le cadre de la définition du besoin).

Une fonction se réfère à une action discrète et précise et qui est nécessaire pour atteindre un objectif donné (par exemple, une opération que le système doit effectuer pour la réalisation de son but ou d'un entretien que l'action est nécessaire pour rétablir le système d'exploitation utilisé).

Les fonctions sont accomplies à travers les actions des équipements. Cependant, l'objectif est de préciser le "quoi" et non pas le «comment». Aucun investissement n'est acceptable s'il n'est pas justifié par une analyse fonctionnelle. On s'aperçoit à l'heure actuelle que nos entreprises commencent par acquérir un équipement et tentent ensuite de justifier sa nécessité.

Le résultat de l'analyse fonctionnelle correspond à une définition du système en termes fonctionnels et comprend des fonctions de conception de système, des fonctions de production, de distribution, de transport, d'exploitation et d'entretien.

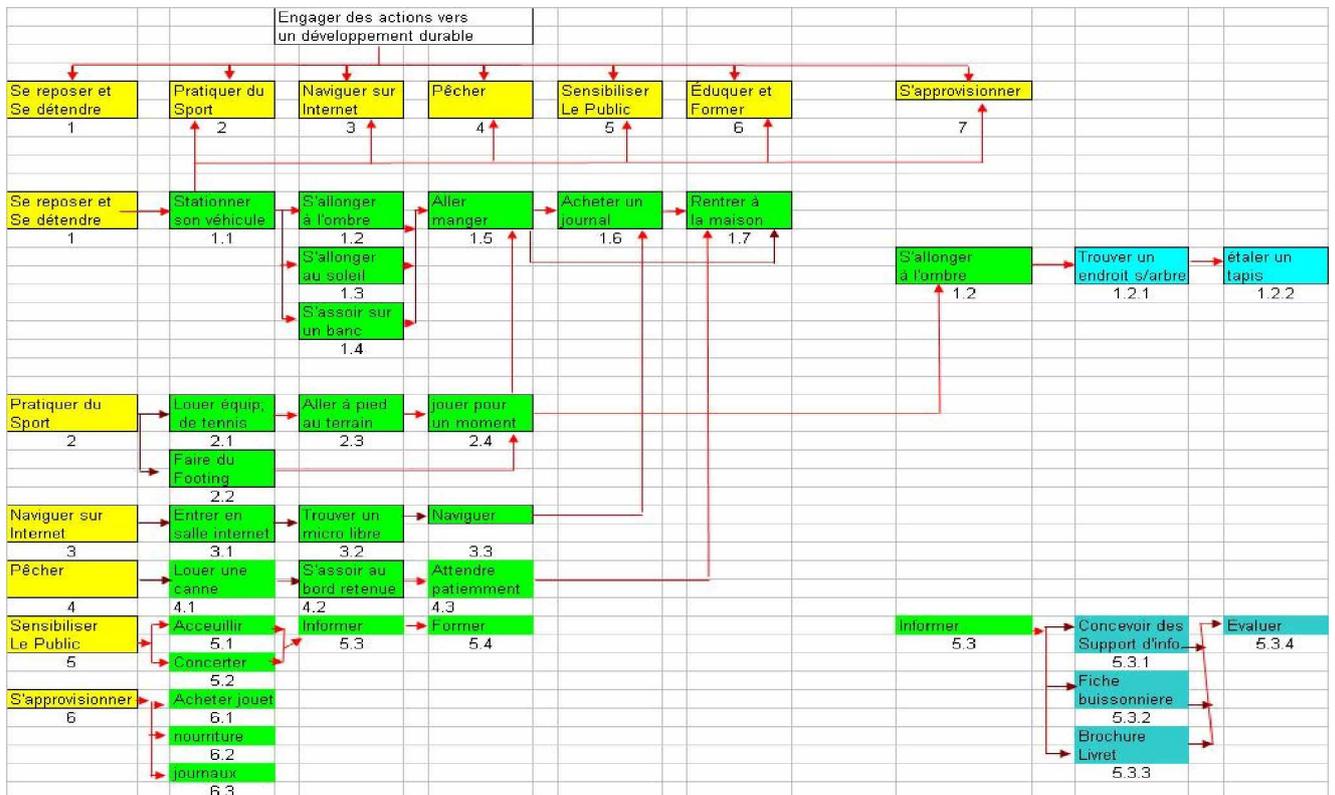


Fig. 45 : Analyse fonctionnelle

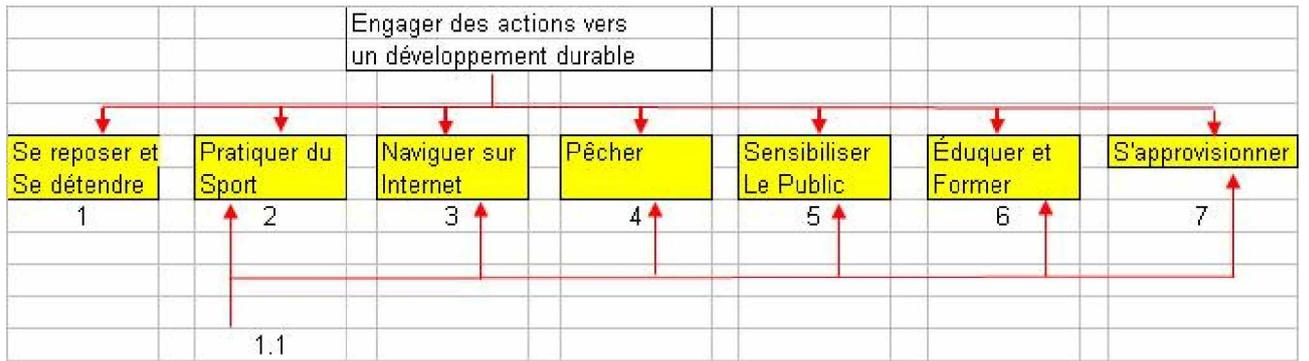


Fig.46: Fonctions principales du parc

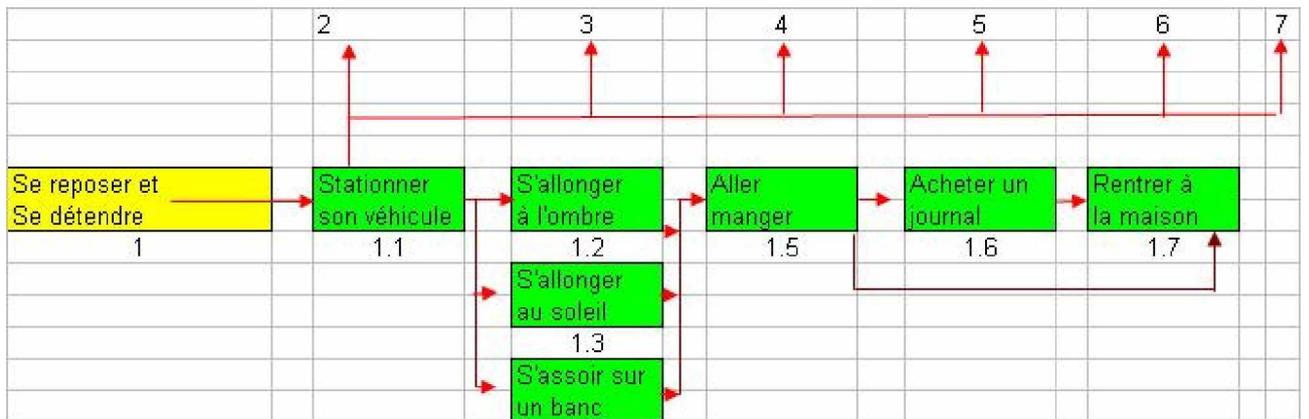


Fig.47: Fonction 1



Fig.48: Fonction 2



Fig.49: Fonctions 3 et 4



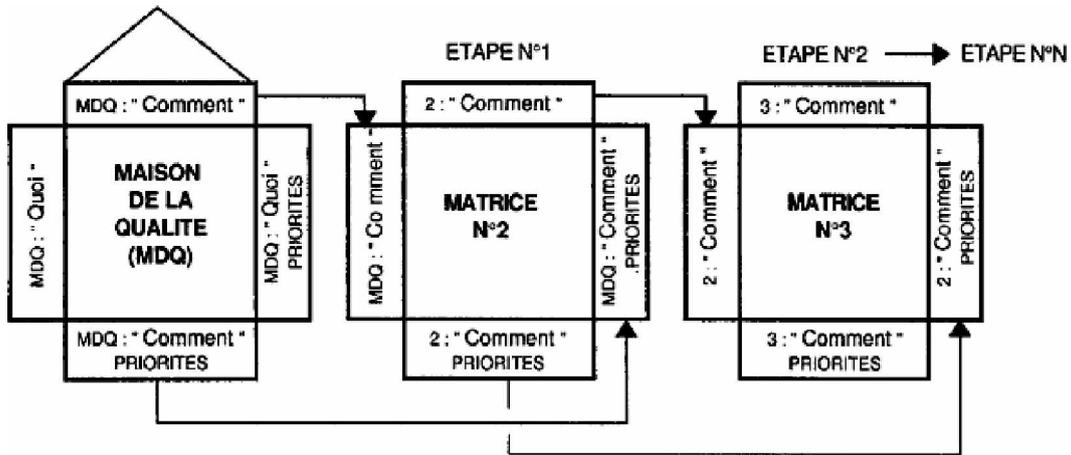


Fig.52 : Etapes de construction de la Maison de la Qualité (cyber nancy)

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.

En ce qui concerne le Parc, le client a exprimé ses besoins comme suit :

Le Parc Dounia serait un endroit où la verdure serait la plus dominante avec une variété d'arbres et de plantes aussi diversifiée que possible. Cet endroit serait un refuge de repos physique et moral, aux citoyens des agglomérations proches, loin du bruit et de la pollution imposée par les villes modernes. Aussi cet endroit devrait contenir une maison de l'environnement, avec tous les équipements nécessaires, pour sensibiliser la population à la dégradation de l'environnement et ses conséquences sur la vie humaine. Ces besoins sont listés dans un tableau où l'on représente les éléments du "Quoi" (Tableau 2).

Besoins du client
<i>Repos et détente</i>
<i>Sensibilisation du public</i>
<i>Voiries</i>
<i>Zones vertes</i>
<i>Ressources en eau</i>

Tableau 2 : Liste des Besoins du client

La seconde étape consiste à traduire les "Quoi" en termes de "Comment" de la part des concepteurs. (Tableau 3)

Quoi 1	Comment 1
<i>Repos et détente</i>	Lacs
	Approvisionnement
	Terrain de jeux
	Sécurité
<i>Sensibilisation du public</i>	A l'environnement
	Aux énergies renouvelables
	Aux catastrophes naturelles
<i>Voiries</i>	Pistes cyclable ou pitonnée
	Pistes de service
	Bretelles d'accès au parc
<i>Zones vertes</i>	Jardins
	Forets
<i>Ressources en eau</i>	Retenues collinaires
	Château d'eau
	Forage d'eau

Tableau 3 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 3 pour le volet concepts de maintenance.

Liste des "comment" qui deviennent "Quoi"	Nouveaux "Comment"
<i>Lacs</i>	Pêche
	Pédales
<i>Approvisionnement</i>	Boutiques
	Restaurants
<i>Terrain de jeux</i>	Terrain de tennis
	Jeux pour enfants
<i>Sécurité</i>	Brigade spécialisée
<i>A l'environnement</i>	Charte environnementale
	Espace didactique pour enfant
<i>Au énergies renouvelables</i>	Centre des énergies renouvelables
<i>Aux catastrophes naturelles</i>	Salles d'exposition
<i>Pistes cyclable et piétonne</i>	Piste largeur 1.75 m & Trottoir 1.75m
<i>Pistes de service</i>	Piste largeur 3m à 4m
<i>Bretelles d'accès au parc</i>	Routes conformes aux normes
<i>Jardins</i>	A l'italienne
	<i>thématique</i>
<i>Forêts</i>	Reboisement
	Parking vert
<i>Retenues collinaires</i>	Retenues en terre 100 000 M3
<i>Château d'eau</i>	Réservoir en béton (500 M3)
<i>Forage d'eau</i>	Sondage d'environ 120 m de profondeur

Tableau 4 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 du parc. En reprenant le cas des clients et en notant les éléments du "Quoi" par les variables X (1), X (2),..., X (5), 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)	<i>Repos et Détente</i>	50
X(2)	<i>Sensibilisation du Public</i>	90
X(3)	<i>Voiries</i>	40
X(4)	<i>Zones vertes</i>	70
X(5)	<i>Ressources en eau</i>	100

Tableau 5 .Liste des " Quoi " et leurs poids

Tableau 6 .Liste des " Quoi 2" et leurs poids

Y(i)	Comment 1	Poids
Y(1)	Lacs	20
Y(2)	Approvisionnement	20
Y(3)	Terrain de jeux	30
Y(4)	Sécurité	60
Y(5)	A l'environnement	100
Y(6)	Au énergies renouvelables	90
Y(7)	Aux catastrophes naturelles	80
Y(8)	Pistes cyclable ou pitonnée	60
Y(9)	Pistes de service	80
Y(10)	Bretelles d'accès au parc	70
Y(11)	Jardins	80
Y(12)	Forets	80
Y(13)	Retenues collinaires	60
Y(14)	Château d'eau	50
Y(15)	Forage d'eau	60

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 le tableau 7 :

		Comment														
Quoi	Poids	Y(1) )	Y(2) )	Y(3) )	Y(4) )	Y(5) )	Y(6) )	Y(7) )	Y(8) )	Y(9) )	Y(10) )	Y(11) )	Y(12) )	Y(13) )	Y(14) )	Y(15) )
X(1) )	<i>Repos Détente</i>	50	é	é	é	é	é		é			é	é			
X(2) )	<i>Sensibilisation</i>	90				é	é	é	é							
X(3) )	<i>Voiries</i>	40				é				é	é	é		é		
X(4) )	<i>Zones vertes</i>	70	é			é						é	é	é	é	é
X(5) )	<i>Ressources eau</i>	10 0				é					é				é	é

Tableau 7 : Corrélations entre les grandeurs X et Y

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 8). En retenant le symbolisme adapté de Cohen, on utilise le tableau 8 de convention suivant pour le symbolisme. En présence d'aucune corrélation on utilise un blanc dans la case correspondante de la matrice de corrélation.

q	Corrélation forte
m	Corrélation moyenne
Δ	Corrélation faible

Tableau 8. Liste des symboles

La figure 28 représente le contenu de chaque case de la matrice en ayant retenu des grandeurs fictives de corrélation entre les X et les Y.

Quoi	Poids	Comment															
		y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	
x1	Repos et Détente	50	□	△	□	□	○	○		□			□	□			
x2	Sensibilisation	90				□	□	□	○								
x3	Voiries	40				○				□	□	□		○			
x4	Zones vertes	70	△			△							□	□	□	○	○
x5	Resources en eau	100				□									□	□	□

Tableau 9. *Corrélations quantifiées entre les grandeurs X et Y*

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 10).

Symbole	Intensité de corrélation	Poids
q	Corrélation forte	9
m	Corrélation moyenne	3
Δ	Corrélation faible	1
	Corrélation nulle	0

Tableau 10. *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(4) le poids arrondi à l'entier le plus proche est égal à :

$$(50 \times 9 + 90 \times 9 + 40 \times 3 + 70 \times 1 + 100 \times 9) / 100 = 23,5$$

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 le tableau 11 et 12.



L'objectif de cette corrélation est de déterminer le degrés avec lequel deux ou plusieurs solutions c'est-à-dire les "comment" sont reliés ; 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 la figure 53 et 54.

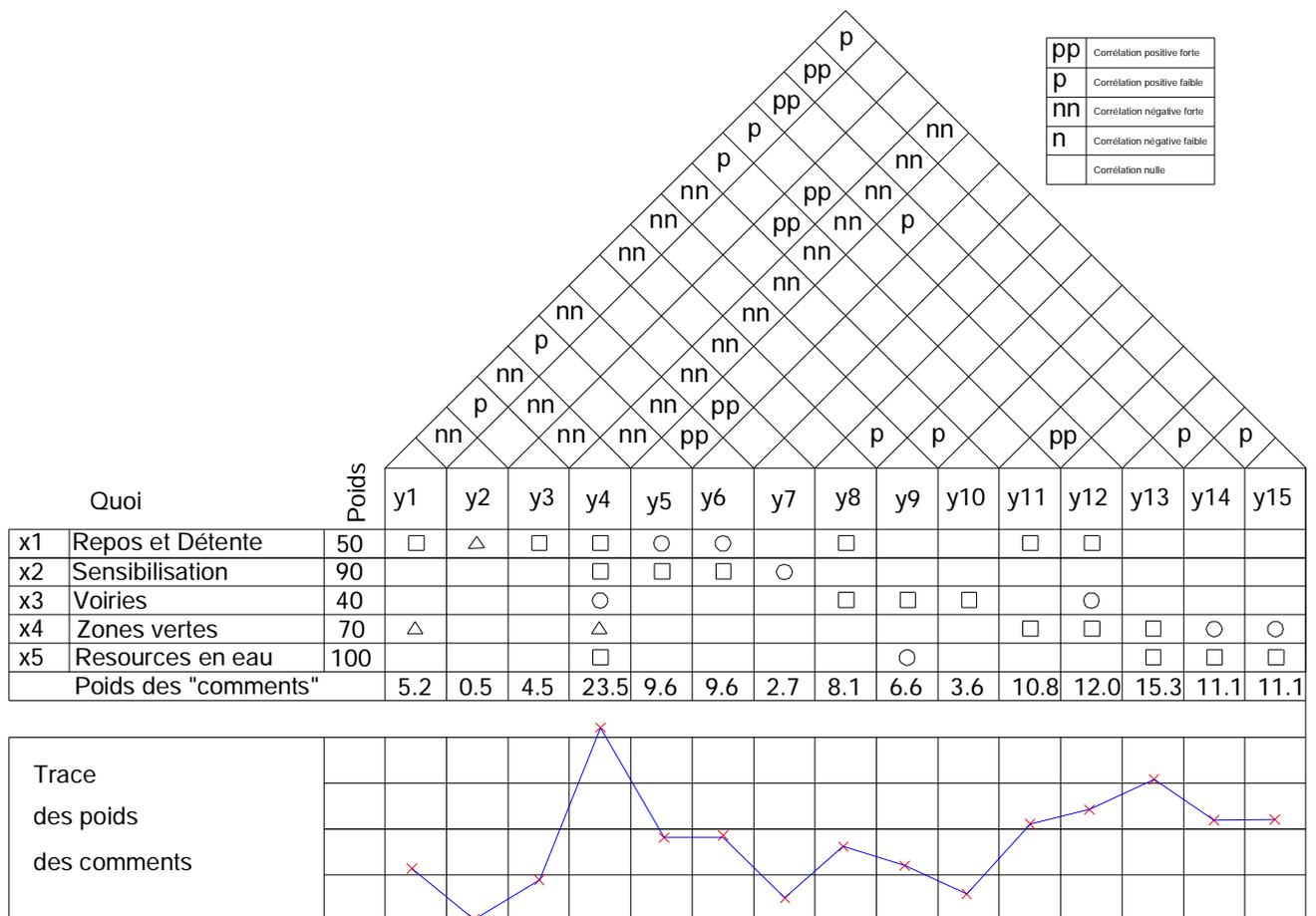


Fig.53. Maison de la Qualité 1

## Ingénierie du système Parc des grands vents "Dounia Parc"

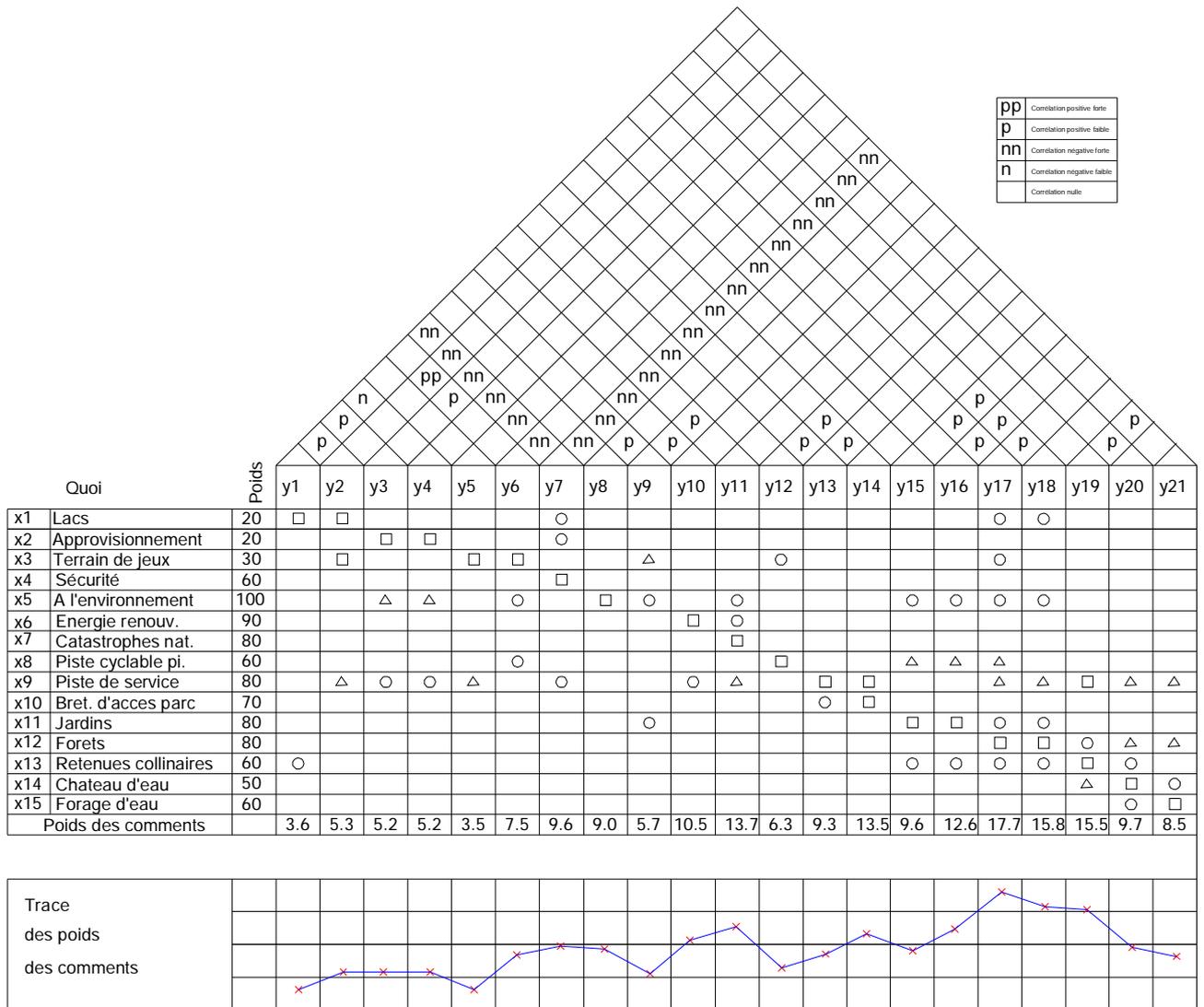


Fig.54. Maison de la Qualité 2

Une fois la Maison de la Qualité construite par l'équipe multidisciplinaire à partir des besoins du client, il est indispensable de comparer les poids des "comment" et des "quoi" avec les produits (services) concurrentiels. A cette fin en prenant en compte les caractéristiques techniques de chaque produit et en utilisant la même démarche on peut tracer la différence des points de façon à faire ressortir les avantages et les faiblesses du produit (service) conçu avec la démarche de la Maison de la Qualité. La figure 55 et 56 représente la Maison de la Qualité avec son évaluation avec la concurrence.

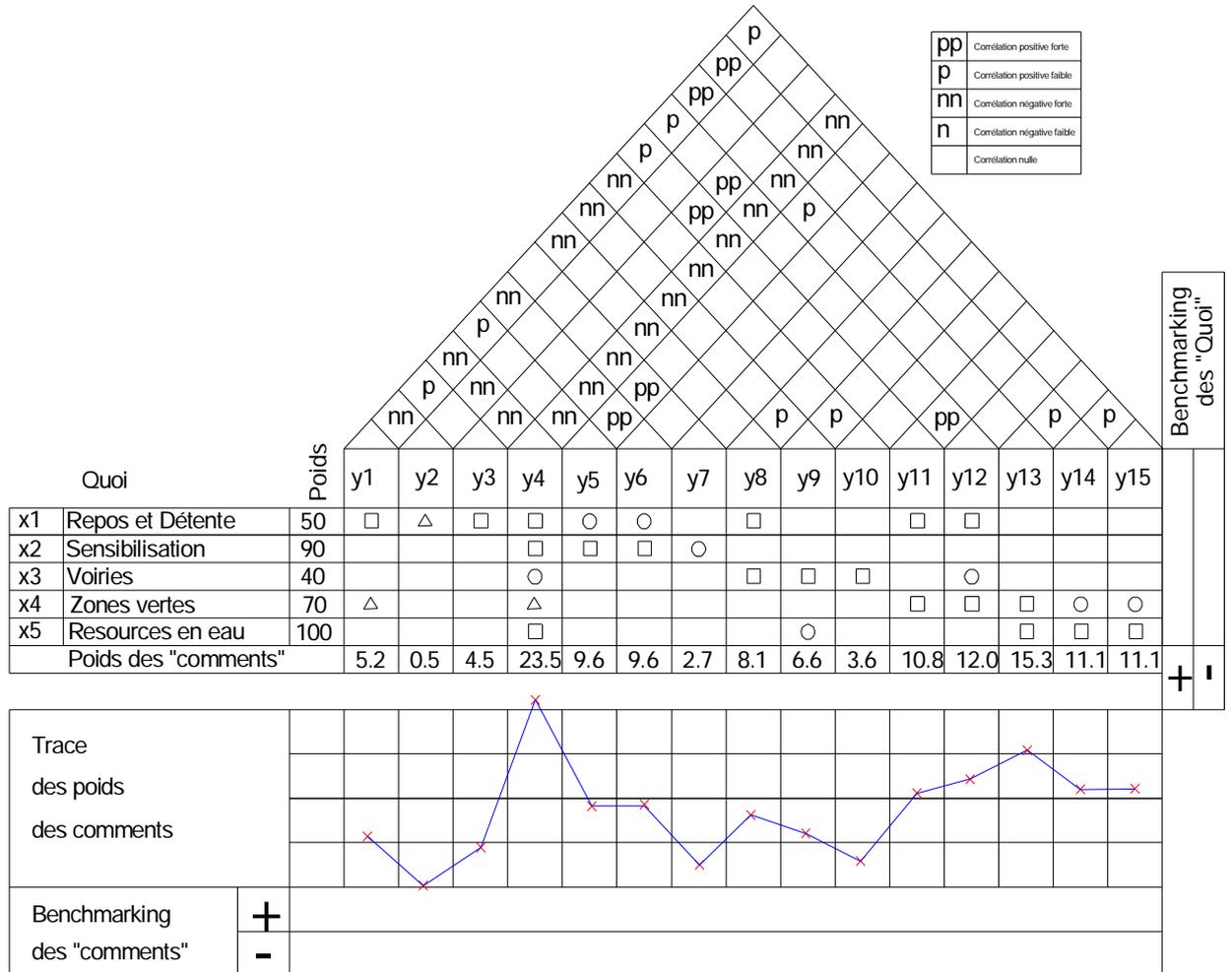


Figure 55. Maison de la Qualité et sa comparaison avec la concurrence des comment et des quoi.

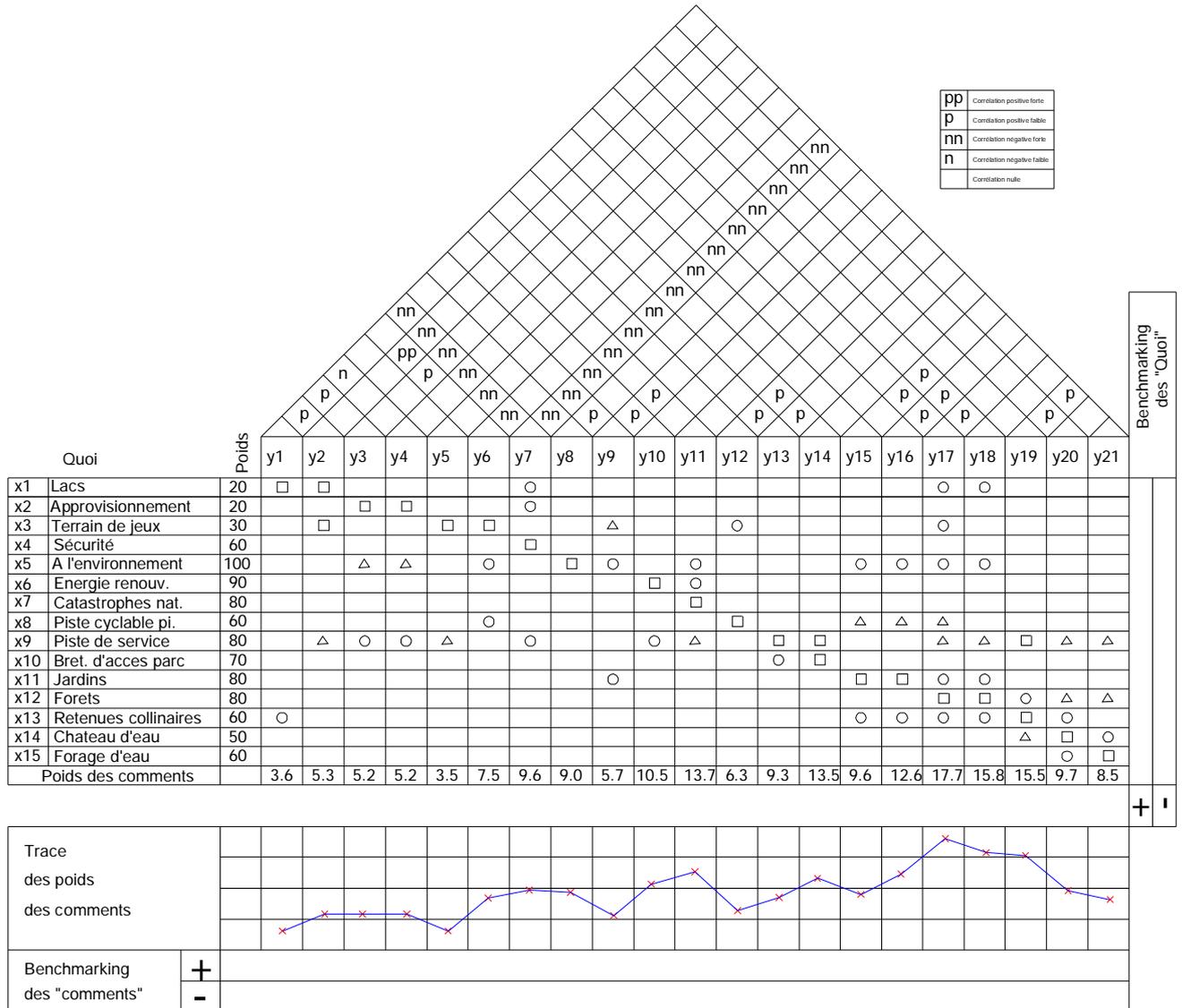


Figure 56. Maison de la Qualité et sa comparaison avec la concurrence des comment et des quoi.

### 3.9 Dangers et Risques

#### 3.9.1 Définitions :

Le risque est une exposition à un danger potentiel, inhérent à une situation ou une activité.

Le risque désigne un danger bien identifié, associé à l'occurrence d'un événement ou d'une série d'événements, parfaitement descriptibles, dont on ne sait pas s'ils se produiront mais dont on sait qu'ils sont susceptibles de se produire. A titre d'exemple un fou se baladant en plein centre ville avec un couteau à la main représente un danger dit danger public et l'événement en l'occurrence susceptible

de se produire est le fait qu'il peut poignarder une ou plusieurs personnes. Il est aisé de comprendre pourquoi la notion de risque, ainsi définie, ne permet pas de décrire les situations d'incertitude et de rendre compte des modalités de la prise de décision dans de tels contextes. On sait ce qu'on ne sait pas mais c'est à peu près tout ce que l'on sait : il n'y a pas de meilleure définition de l'incertitude.

Savoir anticiper, traquer les débordements potentiels, mettre en place un système de surveillance et de collecte systématique des données pour déclencher les alertes dès que les événements bizarres se produisent : la liste des mesures à prendre est longue, qui suggère que l'ignorance n'est pas une fatalité et que raisonner en terme d'incertitude, c'est déjà se donner les moyens d'en prendre la mesure.

L'évaluation des risques est le facteur déterminant de toute prise de décision. Elle est bien souvent intuitive dans nos actions de tous les jours, mais gagne à être formalisée dans le cadre d'un projet industriel qui comporte une dimension financière par exemple.

La science qui étudie le risque est la cindynique.

L'une des difficultés dans la gestion du risque est le fait que le degré d'exposition et donc la conséquence néfaste sont souvent incertains, et que notre propre connaissance ou ignorance de ce risque influe sur sa probabilité. Par exemple, la présence d'un panneau de signalisation routière indiquant un virage dangereux suffit parfois à diminuer fortement, voire supprimer les accidents dans ce virage.

### 3.9.2 Mesures à prendre en face d'un risque :

---

Face aux risques on envisage trois mesures à prendre .La meilleur mesure est de l'éliminer catégoriquement mais ce n'est pas toujours le cas. On essayera sinon de l'éviter et de passer à coté et sinon on doit le maîtriser afin de minimiser les dégâts.

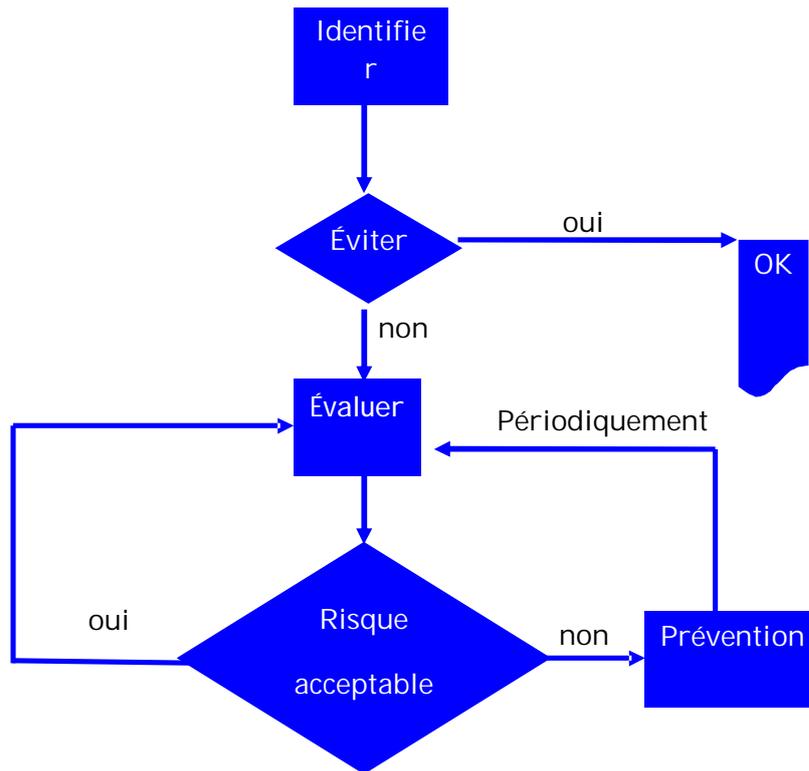


Fig.57. Maîtrise des risques

### 3.9.3 Prudences et précaution :

L'idée de précaution représente un nouveau cadre de compréhension des techniques, un avertissement que la réalité est bien plus compliquée qu'on avait pu le croire au début de l'essor des sciences. La prise de conscience, récente, des crises écologiques, a conduit des penseurs, des organisations non gouvernementales et des gouvernements eux-mêmes à la notion de précaution (à ne pas confondre avec prévention qui consiste à prendre des mesures pour éviter un risque connu). La précaution n'a de sens que dans un contexte d'incertitude scientifique : elle suppose l'action à la source du danger avant que cette incertitude puisse être levée.

### 3.9.4 Démarche à suivre pour la gestion des risques :

- Analyse de l'activité
- Identification des dangers
- Appréciation des risques
- Négocier les objectifs
- Plan d'action

## Révisions

### 3.9.5 Application au projet :

#### 3.9.5.1 Introduction :

La sécurité du PARC doit être intégrée dans ses fonctions. Il faudrait donc définir ces dernières ainsi que toutes les activités et les tâches du parc, la formalité à la sécurité et les procédures générales. Le Premier responsable du PARC doit laisser des enregistrements avec traçabilité (construction du système de management) .Les responsables de la sécurité doivent être au courant des lois et règlements relatifs à la sécurité du parc.

#### 3.9.5.2 Principaux risques rencontrés au parc :

##### *Activités dangereuses :*

##### Les forets :

L'une des activités dangereuses est l'éloignement de certaines personnes dans les forets qui risquent de se perdre ou d'avoir des accidents sans que personne ne puisse les voir ou les trouver pour leur porter secours.

##### Reliefs accidenté :

La plupart des accidents dus à des dangers naturels se produisent lorsque les gens tombent des falaises ou du haut de pentes abruptes.

##### Faune :

Dans les pays méditerranéen vivent certains reptiles venimeux comme les vipères .Leurs morsures sont mortelles.

##### Retenus collinaires :

Les eaux très froides des retenus collinaires du parc posent deux dangers : la noyade et l'hypothermie.

##### Insectes :

Il se peut que vous soyez assailli par des insectes piqueurs sur les sentiers des forêts. Les moustiques ainsi que les puces, les punaises, les mites, les cafards/blattes, les rats, les souris... sont assez fréquentes dans la nature sauvage méditerranéenne.

#### Eau potable :

Même si les eaux de surface du parc sont généralement propres, il peut parfois s'y trouver des bactéries ou parasites nuisibles.

#### Animaux de compagnie :

Les animaux de compagnie sont autorisés sur les sentiers de randonnée, mais doivent être tenus en laisse en tout temps. Ils peuvent mettre la vie des autres en danger.

#### Conditions météo :

Il peut neiger et faire très froid en hivers. Les coups de soleil peuvent causer de sérieux problèmes, surtout en été, et les vents violents peuvent entraîner l'hypothermie.

#### Incendie et explosion

##### 3.9.5.3 Principes généraux de prévention

---

1. Éviter les risques
2. Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités
3. Combattre les risques à la source
4. Tenir compte de l'état d'évolution de la technique
5. Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux
- 6 Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique,
7. Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle
8. Donner des instructions appropriées aux visiteurs.

##### 3.9.5.4 Plan d'action :

---

D'abord bien préparer l'action !

Comment présenter le projet?

Qui pilote l'action ?

Quel découpage des unités d'intervention ?

Comment les visiteurs sont-ils associés à l'action ?

Quelles modalités de révision de l'évaluation ?...

L'évaluation des risques

Une question de méthode !

Une démarche en 3 étapes

1. identifier les risques
2. hiérarchiser les risques
3. planifier les actions de prévention

#### 1) Identifier les risques

C'est repérer tous les dangers auxquels peuvent être exposés les visiteurs. Ce travail consiste à s'interroger sur :

- q la nature des dangers
- q les endroits potentiellement exposés
- q la durée d'exposition
- q les circonstances d'exposition...

*Comment procéder ?*

La procédure à suivre sera comme suit :

- q S'appuyer sur l'observation des situations
- q Demander aux collègues de décrire les situations dangereuses telles qu'ils les perçoivent.
- q Traiter successivement toutes les questions.
- q Répondre par OUI ou NON et justifier la réponse dans la partie commentaire.
- q Si on ne sait pas ou si on a un doute : noter en commentaire où l'information peut être trouvée ou qui peut répondre.
- q La question traitée met un risque en évidence (quel qu'il soit, important ou non, réel ou supposé) : noter ce risque sur une feuille IDENTIFICATION en reportant le n° de la rubrique concernée.

Cette réflexion est primordiale pour l'identification des risques.

Après avoir traité l'ensemble des points, reprendre la fiche IDENTIFICATION, faire les regroupements qui s'imposent, compléter éventuellement avec les risques qui n'auraient pas été mentionnés.

Dans une étape suivante, après enquête, revenir sur les questions restées en suspens, les instruire comme précédemment et enrichir la fiche IDENTIFICATION.

#### 2) Hiérarchiser les risques

C'est faire une notation des risques identifiés en fonction de critères propres au parc (probabilité d'occurrence, gravité, fréquence,...)

Hierarchiser ou classer les risques : cette réflexion doit se faire par un groupe de travail ; ce groupe peut être complété par d'autres compétences.

Il existe de nombreuses méthodes de classement des risques :

- q certaines sont basées sur une approche quantitative (indice de criticité,...),
- q d'autres, comme la technique du choix par vote, sont plus qualitatives et présentent l'avantage de la simplicité.

Pour cela, chacun réfléchit, individuellement, aux 4 ou 5 (nombre à convenir) risques les plus importants de l'unité, sans se donner de restriction par rapport aux solutions.

Les critères à prendre en compte, sont :

- q gravité des conséquences possibles
- q facteurs aggravants
- q nombre de visiteurs exposés
- q fréquence et durée d'exposition
- q probabilité d'événement
- q nombre d'accidents, de maladies ou d'incidents liés à ce risque.

Ce travail de classement comporte forcément une part de subjectivité liée au vécu des participants et à leur perception du risque.

Mettre en commun le résultat des réflexions : le risque recueillant le plus de suffrages est reporté en tête du document HIERARCHISATION et ainsi de suite.

Classer les risques suivants, en adoptant la même méthode.

A l'issue de ce travail, on dispose d'un classement des priorités.

Ce classement sert à débattre des priorités en vue de planifier les actions de prévention.

### 3) Planifier les actions de prévention

C'est l'aboutissement logique des étapes précédentes. Les mesures de prévention adaptées aux risques doivent être discutées avec les représentants du personnel de la sécurité. Le choix et la programmation des actions sont décidés par le responsable du parc.

*Action :*

A ce stade, les priorités retenues par le ou les groupes de travail sont discutées avec les responsables, en vue de l'élaboration du plan d'actions Directeur du PARC.

Construire le plan d'actions en veillant à définir, pour chaque action :

- ù son objectif, c'est à dire le résultat recherché,

- ù le pilote de l'action,
- ù le délai,
- ù les moyens affectés.

#### 3.9.5.5 Fiches de suivi

---

##### FICHE 1. ORGANISATION DE LA SECURITE

- ù Organisation des secours
- ù Relations avec les partenaires
- ù Gestion de la sécurité à tous les niveaux du Parc

##### FICHE 2. RISQUES LIES A L'ELECTRICITE

- ù Activités à proximité des lignes électriques
- ù Outillages et accessoires électriques

##### FICHE 3. RISQUES LIES AUX CIRCULATIONS

- ù Piétons en promenade à proximité des voies (voies de circulation voitures des touristes et de service du Parc)
- ù Risques liés aux engins d'entretien du parc

##### FICHE 4. RISQUES LIES AUX INSTABILITES

- ù Risques liés aux éboulements
- ù Risques liés aux chutes d'objets

##### FICHE 5. RISQUES LIES A L'ENVIRONNEMENT

- ù Risques physiques
- ù Risques toxicologiques
- ù Risques incendie – explosion - asphyxie
- ù Risques de noyade

### 3.10 Conclusion

.La création des parcs nationaux rentre dans le cadre du développement durable qui peut se définir comme: la gestion intégrée des parcs, la gouvernance, le long terme, la précaution, la responsabilité, la subsidiarité, la solidarité.

*Dounia Parc*, s'inscrit dans la *logique du développement durable*. Il contribuera à l'enrichissement en espace vert de la capitale et permettra un équilibre indispensable à une grande métropole comme Alger.

L'application de l'approche systémique sur le parc a permis de décomposer le système du parc, en sous systèmes, et aussi en composants pour chaque sous systèmes.

La méthode de la Maison de la Qualité, par sa simplicité de mise en œuvre, devient un outil de plus en plus utilisé pour la résolution de problèmes très variés :

analyse des besoins, conception, fabrication, maintenabilité, soutien logistique intégré, coût de possession, etc. Toutefois la maison de la qualité a été élaborée, ceci en utilisant tous les éléments du système ainsi que toutes les fonctionnalités qui les relient.

La maîtrise des risques est une préoccupation majeure. Elle est d'autant plus difficile que les systèmes techniques. Une approche systémique globale s'impose pour prendre en compte toutes les combinaisons de menaces (risques) et détecter les maillons faibles du système de défenses.

## Conclusion générale :

L'objectif principal de ce travail était l'analyse systémique du Parc Dounia. Comme nous l'avons dit en introduction, cette analyse n'a de sens qu'après avoir donné des éclaircissements sur la problématique qui a poussé les autorités à penser à la réalisation de ce Parc. En conséquence nous avons abouti aux conclusions suivantes :

1. La conscience de l'ampleur du défi qui se présente à nous en termes d'environnement, percole de plus en plus rapidement dans le public que dans les cercles de décision et surtout les états (les USA par exemple).

2. Nous devons donc changer nos critères de décision maintenant, en fonction du monde dans lequel nous allons vivre et qui n'a pas grand-chose à voir avec celui dont nous venons, sauf que nous en héritons quelques technologies que nous pouvons déjà appliquer

3. L'efficacité énergétique sera un paramètre clef du siècle à venir parce qu'il s'agit de la marge de manœuvre dont nous disposons tout de suite et qui est au pire partiellement récupérable en termes de dépendance et de facture. Les énergies renouvelables sont absolument incontournables.

4. Nous vivons une ère de complexité, d'interdépendances et d'incertitudes : complexité des systèmes écologiques, planétarisation de l'information, éclatement des sphères de pouvoirs et de savoirs, multiplication des risques. Ni le monde politique, ni le monde économique ne peuvent agir seuls. Longtemps perçu comme une nécessité, la réunion des divers porteurs d'intérêts, est devenue maintenant un impératif. Il s'agit donc de pouvoir observer, concevoir et agir ensemble. La conduite de réunion devient un outil clé de cette évolution. Les citoyens Confrontés à des risques technologiques, alimentaires, sanitaires, économiques et sociaux ne veulent plus être exclus des décisions qui engagent leur avenir et celui de leurs enfants.

Du point de vue systémique nous concluons que la pensée systémique se veut un antidote aux réactions de découragement ressenties par beaucoup lorsqu'ils sont confrontés à ces phénomènes d'interdépendance. Elle permet d'observer les structures qui sous-tendent les situations complexes, et de mettre le doigt sur les effets de levier capables de les modifier. C'est l'outil fondamental permettant aux organisations intelligentes de concevoir autrement leur univers. En analysant la totalité d'un système, nous apprenons à améliorer son état, sa santé. Mais pour ce faire, le raisonnement systémique passe par un langage qui modifie notre manière de raisonner. Il suppose une modification de notre état d'esprit, abandonnant une vision fragmentaire au profit d'une vision d'ensemble, délaissant l'idée que les individus ne font que réagir à des situations présentes, et ne sont pas capables de modeler leur avenir. Il s'agit d'un changement profond de mentalité. L'approche systémique se démarque des autres approches en ce qu'elle donne des organisations une représentation plus globale et plus réaliste pour traiter de leur complexité. La complexité apparaît dès lors que le comportement ou les propriétés d'un système ne peuvent se déduire de la seule connaissance du comportement de ses parties : le tout manifeste des propriétés qui ne sont ni la somme, ni la combinaison des propriétés des parties, chaque niveau est conditionné par les autres et les conditionne.

En ce qui concerne le développement durable notre recherche nous a conduit à le définir comme un nouvel exercice du pouvoir, fondé sur la responsabilité et la reconnaissance de cultures, de savoirs et de modes d'intervention complémentaires. Il suppose des engagements concertés et de moyens ambitieux, associant les Etats, les forces vives et des institutions internationales dotées de pouvoirs d'arbitrage et surtout, il suppose l'implication de chacun au coeur de ses habitudes de consommation, au sein de sa communauté locale et en solidarité avec la planète.

Les parcs nationaux sont choisis comme solution pour la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux et, en général, d'un milieu naturel. Leurs intérêts ne résident pas seulement dans le tourisme mais surtout dans la biodiversité et la diminution de la pollution. Ils contribuent donc largement au développement durable.

En ce qui concerne l'application de l'ingénierie de systèmes au parc Dounia, nous avons aboutit à ce qui suit :

- La compréhension de la genèse et de l'histoire de l'ingénierie des systèmes.
- La mise en évidence de ses champs d'application dans tous les domaines et sans exception.
- Une meilleure compréhension des liens existants entre l'ingénierie des systèmes et la théorie de la complexité
- La mise en évidence des défis et des occasions de l'utilisation pratique de l'ingénierie du système « Parc Dounia »
- La connaissance de la documentation, des auteurs et des centres de recherche existant dans le domaine et compréhension de la nature transdisciplinaire et multi paradigmatique de l'ingénierie des systèmes.

Enfin, et quoique nous pensons qu'à travers ce modeste travail nous avons aboutit à un résultat beaucoup plus d'apprentissage de cette nouvelle façon de penser et d'analyse face aux nouveaux défis qui sont de plus en plus complexes, l'application de l'ingénierie du système « Parc Dounia » reste un domaine très vaste. On s'est intéressé dans notre travail à l'étape Design conceptuel qui ne représente qu'une petite partie du cycle de vie d'un système. Les portes resteront ouvertes pour la suite du travail.