MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Direction Générale du Développement Durable

EVALUATION DE LA MISE EN ŒUVRE DU DEVELOPPEMENT DURABLE :

Elaboration d'outils pour l'évaluation économique des coûts de la dégradation de l'environnement et calcul du coût environnemental des investissements publics de développement économique et social dans les secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du transport et du tourisme

Phase II :

EVALUATION DU COUT ENVIRONNEMENTAL DES INVESTISSEMENTS PUBLICS AU DEVELOPPEMENT PENDANT LE X^{ème} PLAN

Rapport définitif

GEREP ENVIRONNEMENT	**GEREP-Environnement** 17 Rue Mustapha Abdessalem El Menzah V 2037 - TUNISIE Tél : (+216) 71752976/71236248 Fax : (+216) 71234 825 gerep@gnet.tn www.gerep-environnement.com	**Décembre 2010**

SOMMAIRE

1 PREAMBULE 5

2 Introduction 6

3 Méthodologie d'Evaluation du Coût environnemental par Secteur Economique 8

3.1 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur agricole 8

3.1.1 Evaluation du coût environnemental des investissements publics dans la création de nouveaux périmètres irrigués pendant le Xème Plan. 11

3.1.2 Evaluation du bénéfice environnemental des investissements publics dans la réhabilitation d'anciens périmètres irrigués pendant le Xème Plan. 14

3.1.3 Evaluation du Coût environnemental des investissements publics dans l'extension de la capacité d'élevage pendant le Xème Plan. 15

3.1.4 Evaluation du Coût environnemental des investissements publics dans l'extension de la capacité de pêche pendant le Xème Plan. 16

3.1.5 Evaluation du Coût environnemental des investissements publics dans l'extension de la production végétale dans le secteur pluvial 16

3.1.6 Evaluation du bénéfice environnemental des investissements publics dans l'extension des forêts et la réhabilitation des parcours pendant le Xème Plan. 17

3.1.7 Evaluation du bénéfice environnemental des investissements publics dans les travaux CES pendant le Xème Plan 18

3.2 Evaluation du coût environnemental de l'investissement public durant le Xème Plan de développement dans le secteur du Transport 20

3.2.1 Le Transport routier 22

3.2.2 Le transport maritime 25

3.2.3 Le Transport aérien 25

3.2.4 Le Transport ferroviaire 26

3.3 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur industriel 27

3.3.1 Les Industries Manufacturières 29

3.3.2 Les Industries Non Manufacturières 41

3.3.3 Les Industries Minières 45

3.4 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur Touristique 48

4 Evaluation Monétaire du Coût de dégradation Environnemental 50

4.1 Les données indispensables à la conduite de cette évaluation 50

4.1.1 Les données requises dans le secteur agricole sont : 50

4.1.2 Les données requises dans le secteur du Transport sont : 52

4.1.3 Les données requises dans le secteur Industriel sont : 53

4.2 Calcul du coût environnemental des Investissements publics grâce à des données semi-agrégées 56

4.2.1 Types de données disponibles 56

4.2.2 Tentative de Calcul du coût environnemental des Investissements publics grâce à des données semi-agrégées 58

4.2.3 Comment expliquer donc cette aberration ? 60

5 Approche alternative d'Evaluation du Coût de la Dégradation Environnementale 61

5.1 La démarche théorique 61

5.2 L'Application au secteur Agricole 62

5.2.1 Description sommaire de la démarche de l'étude et présentation des résultats obtenus 62

5.2.2 Estimation de la capacité productive du secteur 63

5.2.3 Evaluation du Coût Environnemental des Investissements Publics au développement pendant le Xème Plan. 65

5.3 Application aux secteurs du Transport et de l'Industrie 68

5.3.1 Propositions dune Procédure d'Evaluation du coût de dégradation environnementale des Investissements 69

5.3.2 L'évaluation des impacts de la pollution émise par ces deux secteurs sur la santé humaine. 69

5.3.3 Les données requises pour cette évaluation 71

5.3.4 L'évaluation des impacts de la pollution émise par ces deux secteurs sur les biens économiques et environnementaux du pays 72

6 Références Bibliographiques 78

TABLEAUX

Tableau 1 : Les impacts négatifs et positifs sur les différentes composantes environnementales des investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur agricole 10

Tableau 2 : Les impacts négatifs et positifs sur les différentes composantes environnementales des investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur du transport 21

Tableau 3 : Les impacts sur les différentes composantes environnementales des investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur Industriel 28

Tableau 4 : Montants des investissements du Xème plan 49

Tableau 5 : Répartition des investissements annuels au développement du Xème plan par secteur économique 57

Tableau 6 : répartition des Investissement durant le Xème Plan 58

Tableau 7 : Coûts de dégradation environnementale 59

Tableau 8 : Les variables approximatives de la capacité productive du secteur des périmètres irrigués 66

Tableau 9 : Résultats récapitulatifs des calculs du coût de dégradation 67

1 PREAMBULE

La Direction Générale du Développement Durable/Ministère de l'Environnement et du Développement Durable nous a chargé de l'étude **«EVALUATION DE LA MISE EN ŒUVRE DU DEVELOPPEMENT DURABLE:** élaboration d'outils pour l'évaluation économique des coûts de la dégradation de l'environnement et calcul du coût environnemental des investissements publics de développement économique et social dans les secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du transport et du tourisme »

Cette étude est formée de 2 parties :

Composante A: Outils d'évaluation économique de la dégradation de l'environnement

Composante B : évaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan

Le rapport relatif à la composante A a été fourni et approuvé par le comité de suivi.

Le présent rapport est relatif à la composante B (phase II) de l'étude.

Il a nécessité plusieurs contacts auprès des administrations concernés (Ministère du Développement Local, Ministère de la Santé Publique, Ministère du transport) ainsi qu'auprès des agence relevant du MEDD (APAL, ANPE, ANGed).

Il ressort de ce rapport que l'évaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant une période donnée, à partir des couts d'investissement, est un travail laborieux nécessitant la disponibilité de plusieurs indicateurs ou paramètres statistiques souvent difficile a établir.

Le rapport présente la méthodologie suivant l'approche préconisé par les Termes de références de l'étude, tout en développant les moyens et données nécessaires pour calculer le cout environnemental.

Il préconise en fin du rapport une méthode pour l'évaluation des couts environnementaux des investissements, en partant du fait qu'une dégradation est relevée après réalisation du projet, et est constatée et mesurée.

2 INTRODUCTION

Tout investissement surtout dans les secteurs productifs de l'économie tels que l'agriculture, l'industrie, le transport et le tourisme génère un accroissement de la production de biens et de services porteurs de développement économique et sociale. Cependant, ces investissements induisent inéluctablement l'utilisation des ressources naturelles et environnementales qui conduit le plus souvent à leurs dégradations aussi bien en termes quantitatifs que qualitatifs. Un développement durable requiert l'évaluation de ces dégradations afin d'imager les moyens les plus appropriés pour réduire leur impacts négatifs sur les générations futures.

Le but majeur de cette étude est de connaître la valeur économique des impacts positifs et négatifs par rapport aux investissements de développement consentis. La concrétisation de cet objectif nécessite la confection d'outils indispensables à l'établissement du bilan environnemental en termes économiques et monétaires des activités et des investissements de développement du pays. Ces outils doivent résulter de l'application d'une méthodologie clairement explicitée. Ils doivent être calculables à partir des données statistiques tunisiennes disponibles et normalement utilisables par les opérateurs tunisiens à l'échelle nationale et régionale.

La première phase de cette d'étude a porté sur la mise au point de ces outils d'évaluation économique de la dégradation de l'environnement. Cette composante, essentiellement méthodologique, a été réalisée sur la base des théories et des approches les plus avancées actuellement disponibles et en s'inspirant des expériences similaires dans des pays à contexte économique et environnemental voisin.

La deuxième phase, objet de ce rapport, sera consacrée à l'évaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan.

Cette seconde composante concerne les investissements publics au développement des secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du transport et du tourisme, au cours du Xème Plan de développement économique et social. Les produits attendus de cette composante concernent l'évaluation monétaire chiffrée du bilan des coûts environnementaux des différentes catégories d'activités économiques des secteurs retenus, avec explicitation des outils utilisés et précision des hypothèses introduites et des simplifications opérées.

Notre démarche consistera donc à procéder à une évaluation monétaire du bilan des coûts environnementaux des différentes catégories d'activités économiques des secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du transport et du tourisme. Nous veillerons surtout à expliciter dans la mesure du possible les outils et les procédures que nous développerons et à préciser toutes les hypothèses et les simplifications nécessaires retenues.

Nous commencerons par établir, dans la section 3, le cadre méthodologique approprié à l'évaluation monétaire du coût de dégradation environnementale par secteur d'activité économique suite aux investissements publics du Xème Plan de développement.

Dans cette première étape nous allons confectionner les formules adéquates qui nous permettront de calculer les coûts environnementaux par secteur en mettant l'accent sur les données indispensables. Pour chaque secteur nous dresserons un tableau à double entrées (Secteurs économiques-composantes environnementales) qui fera apparaître les différents coûts à évaluer par la suite. La section 4 sera consacrée à l'évaluation en terme monétaire du coût environnemental grâce aux formules qui viennent d'être dérivées dans la section précédente.

Nous allons nous rendre vite à l'évidence que les données actuellement disponibles en Tunisie ne permettent malheureusement pas d'obtenir des résultats plausibles. Voilà pourquoi nous sommes dans l'obligation de mettre au point une démarche alternative afin de parvenir à des résultats économiquement interprétables même s'ils constituent une approximation. Nous développerons cette approche alternative dans la section 5. Notons que l'évaluation du coût de dégradation pour le secteur agricole s'appuie sur une étude de la banque mondiale de 2007 intitulée « l'évaluation du coût de la dégradation de l'eau en Tunisie ».

Malheureusement nous sommes dans l'incapacité actuellement d'appliquer cette approche alternative aux autres secteurs d'activité économique. La seule raison réside dans l'inexistence d'études appropriées pour l'évaluation des impacts sanitaires provoqués par la pollution atmosphérique émises par les secteurs du Transport et de l'industrie. Cette approche pourrait être appliquée dès que ces études ainsi que les données indispensables seront disponibles.

Les résultats que nous avons obtenus pour le secteur agricole nous paraissent assez plausible et surtout conformes à l'intuition économique et comparables aux résultats de l'étude de 2007. En effet, le coût de la dégradation environnementale additionnel en termes des investissements publics dans le secteur Agricole varie de 0 % en 2003 à 1.66 % en 2006. En moyenne ce coût est de l'ordre de 0.75 % des Investissements publics dans le secteur agricole durant le Xème Plan de développement économique.

Afin d'obtenir des résultats similaires pour les autres secteurs (Transport, Industries et Tourisme), il est indispensable de parvenir à une estimation préalable du coût de dégradation environnementale global pour ces secteurs comme dans le cas de l'agriculture.

Dans la dernière section nous concluons en mettant en évidence les résultats de cette phase. Nous essayerons dans cette conclusion de montrer l'utilité de ces résultats et surtout les possibilités de leur valorisation.

3 METHODOLOGIE D'EVALUATION DU COUT ENVIRONNEMENTAL PAR SECTEUR ECONOMIQUE

Nous allons procéder à la mise en œuvre d'une méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux aussi bien négatifs que positifs des projets d'investissements par secteur économique.

Les secteurs retenus seront :

- Le secteur agricole
- Le secteur du transport
- Le secteur industriel, et
- Le secteur du Tourisme.

3.1 EVALUATION DU COUT ENVIRONNEMENTAL DES INVESTISSEMENTS PUBLICS AU DEVELOPPEMENT PENDANT LE XEME PLAN DANS LE SECTEUR AGRICOLE

Nous savons que l'agriculture repose essentiellement sur l'exploitation des ressources naturelles et environnementales. Grace à cette activité ce secteur génère une production de biens et des services qui améliorent très sensiblement le bien être de la population. Cependant ce résultat positif s'accompagne nécessairement par plusieurs formes de dégradations qui prennent les formes suivantes :

- Une détérioration du potentiel pédologique,
- Une pression sur les ressources hydrauliques,
- Une surexploitation des nappes phréatiques,

Concernant la pêche, certaines zones maritimes, comme le golfe de Gabès, connaissent une surexploitation de leurs richesses halieutiques. Celle-ci se manifeste lorsque l'intensité de capture des poissons est plus élevée que la capacité et la vitesse de reproduction des populations concernées. Ces pratiques pourraient à terme causer la disparition des espèces les plus capturées.

Les investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur agricole conduiront à :

1) Une création de nouveaux périmètres irrigués (superficie nouvelle en ha),
2) Une réhabilitation d'anciens périmètres,
3) Une augmentation de la capacité d'élevage par l'accroissement du cheptel,
4) Une augmentation de la capacité de la pêche par l'accroissement de la flotte,
5) Augmentation de la production végétale dans le secteur pluvial,
6) Extension des forêts et la réhabilitation des parcours,
7) Les nouveaux travaux CES, et
8) L'extension de diverses autres activités agricoles.

Le tableau 1 illustre pour chaque sous secteur agricole les différents impacts aussi bien négatifs que positifs par composantes environnementales :

Tableau 1 : Les impacts négatifs et positifs sur les différentes composantes environnementales des investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur agricole

	Air	Eau de surface	Eau souter.	Sols	Forêts & Parcours	Eau marine	Littoral	Env. Global
Nouveaux périmètres irrigués	-	${}^{ES}C_D^{NP}$	${}^{GW}C_D^{NP}$	${}^{S}C_D^{NP}$	-	-	-	-
Réhabilitation d'anciens périmètres	-	B_{ES}^{RAP}	B_{GW}^{RAP}	B_S^{RAP}	-	-	-	-
Extension de la capacité d'élevage	-	-	-	-	${}^{FP}C_D^{ECE}$	-	-	-
Extension de la capacité de la pêche	-	-	-	-	-	${}^{EM}C_D^{ECP}$	-	-
Extension Product. végétale dans le secteur pluvial	-	-	-	-	${}^{FP}C_D^{EPVP}$	-	-	-
Extension des forêts et réhabilit. des parcours		B_{ES}^{EFP}	B_{GW}^{EFP}		-	-		B_{EG}^{EFP}
Nouveaux travaux CES,	B_{Air}^{EFP}	B_{ES}^{CES}	B_{GW}^{CES}	- B_S^{CES}			-	
Extensions diverses	--	-	-	-	-	-	-	-

3.1.1 Evaluation du coût environnemental des investissements publics dans la création de nouveaux périmètres irrigués pendant le Xème Plan.

La création de périmètres irrigués nouveaux engendre inéluctablement des dégradations environnementales aux

- Ressources en eaux de surface aussi bien de nature quantitative que qualitative.
- Ressources en eaux souterraines aussi bien de nature quantitative que qualitative.
- Ressources en sols.

3.1.1.1 Coût de dégradation des eaux de surface suite à une extension des périmètres irrigués.

Ce coût refléterait les dommages infligés aux eaux de surfaces suite au flux retour (return flow) des eaux usées agricoles dégradées par les insecticides, les herbicides et surtout les nitrates et par les eaux de drainages des nouveaux périmètres.

Soient :

$^{ES}c_D^{ha}$: Le coût de dégradation des eaux de surface par hectare supplémentaire suite à une extension des périmètres irrigués.

$^{ES}S_{ha}^{NP}$: Superficie en hectare des périmètres irrigués par les eaux de surface crée durant le Xème Plan.

Le Coût de dégradation des eaux de surface, $^{ES}C_D^{NP}$, suite à une extension des périmètres irrigués est :

$$^{ES}C_D^{NP} = \ ^{ES}S_{ha}^{NP} \ x \ ^{ES}C_D^{NP}.$$

3.1.1.2 Coût de dégradation des eaux souterraines suite à une extension des périmètres irrigués.

Ce coût comprend deux composantes :

- La première refléterait les dommages infligés à la qualité des eaux souterraines suite aux infiltrations des eaux d'irrigations chargées d'insecticides, d'herbicides et surtout de nitrates des nouveaux périmètres.
- La deuxième essaye d'estimer les coûts infligés aux eaux souterraines suite à leur surexploitation.

A. Coût de dégradation de la qualité des eaux souterraines

Soient :

${}^{GW}_{Q}C_{D}^{ha}$: Le coût de dégradation de la qualité des eaux souterraines par hectare supplémentaire suite à une extension des périmètres irrigués sur nappe.

${}^{GW}S_{ha}^{NP}$: Superficie en hectare des périmètres irrigués par les eaux souterraines créés durant le Xème Plan.

Le Coût de dégradation de la qualité des eaux souterraines, ${}^{GW}_{Q}C_{D}^{NP}$, infligé par les extensions de périmètres irrigués sur nappe durant le Xème Plan de développement est

$$ {}^{GW}_{Q}C_{D}^{NP} = {}^{GW}S_{ha}^{NP} \times {}^{GW}_{Q}c_{D}^{ha} . $$

B. Coût de dégradation suite à une surexploitation des nappes souterraines

Soient :

$\underset{SEX}{GW}c_{ha}^{NP}$: le coût de surexploitation des eaux souterraines suite à la création d'un ha de périmètre irrigué sur nappe.

${}^{GW}S_{ha}^{NP}$: Superficie en hectare des périmètres irrigués par les eaux souterraines créés durant le Xème Plan.

$\underset{SEX}{GW}C_{D}^{NP}$: Coût de surexploitation des eaux souterraines infligé par les extensions de périmètres irrigués sur nappe durant le Xème Plan de développement.

$$\underset{SEX}{GW}C_{D}^{NP} = {}^{GW}S_{ha}^{NP} \times \underset{SEX}{GW}c_{D}^{ha}.$$

Le Coût total de dégradation des eaux souterraines est donc

$${}^{GW}C_{D}^{NP} = \underset{Q}{GW}C_{D}^{NP} + \underset{SEX}{GW}C_{D}^{NP}.$$

3.1.1.3 Coût de dégradation des sols suite à la création de nouveaux périmètres irrigués par le Xème plan de développement

Soient :

x_{ct} = la superficie équivalente perdu durant une année d'irrigation inappropriée,

p_h = la valeur net moyenne de la production d'un ha en irrigué,

V_{ct} = les pertes agricoles totales à court terme,

x_{lt} = Superficie équivalente perdue à jamais (perte irréversible)

r = taux d'actualisation

t = période d'actualisation retenue

VA_t = *Valeur de la* perte annuelle de long terme durant l'année *t*

V_{lt} = pertes agricole totale de long terme,

La perte à court terme (durant une année donnée) de production agricole :

$$V_{ct} = p_h \times x_{ct}.$$

La perte totale de long terme pour un horizon de temps donné :

$$VA_t = p_h \times x_{lt}$$

$$V_{lt} = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{1}{(1+r)^t} \times VA_t.$$

Pour chaque année *i* du Xème Plan de développement le coût total de dégradation des sols infligé par la création de nouveaux périmètres sera alors :

$$^{S}_{i}C_D^{NP} = V_{ct} + V_{lt}$$

Le coût environnemental provoqué par la création de nouveaux périmètres irrigués pendant le Xème Plan de développement sera alors :

$$C_D^{NP} = {}^{ES}C_D^{NP} + {}^{GW}C_D^{NP} + \sum_{i=1}^{5} {}^{S}_{i}C_D^{NP}$$

3.1.2 Evaluation du bénéfice environnemental des investissements publics dans la réhabilitation d'anciens périmètres irrigués pendant le Xème Plan.

Les bénéfices de toute réhabilitation d'anciens périmètres irrigués sont multiples. Nous mettrons l'accent dans cette étude sur les bénéfices qui nous semblent les plus importants à savoir :

- l'amélioration de la qualité des sols, et
- La réduction de la consommation d'eau, qui pourrait générer, entre, autres une réduction sur la pression sur les nappes déjà surexploitées.

A. L'amélioration de la qualité des sols

Soient :

${}^{Rh}S_t^{PI}$: La superficie des périmètres réhabilités au cours du Xème Plan de développement.

${}^{Rh}b_{ha}^{PI}$: Le bénéfice par hectare des périmètres irrigué réhabilités au cours du Xème Plan de développement.

Le bénéfice généré par la réhabilitation des anciens périmètres irrigués, ${}^{Rh}B_T^{PI}$, au cours du Xème Plan de développement est :

$$ {}^{Rh}B_T^{PI} = {}^{Rh}b_{ha}^{PI} \times {}^{Rh}S_t^{PI} . $$

B. Réduction de la pression sur les nappes surexploitées

L'évaluation de cet impact positif pose des problèmes très complexes. En effet, il faudrait :

- Estimer le rabattement épargné par la réduction de la consommation d'eau.
- Estimer le coût de pompage épargné par le maintien ou même le relèvement du niveau piézométrique de la nappe.
- Estimer le bénéfice de l'accroissement de la productivité suite à l'amélioration de la qualité du sol.

Comme il est très difficile d'avoir des données aussi fine pour le cas de la Tunisie, une telle estimation est impossible à ce stade.

3.1.3 Evaluation du Coût environnemental des investissements publics dans l'extension de la capacité d'élevage pendant le Xème Plan.

L'extension de l'élevage génère un surplus de production de lait et de viande qui améliore réellement le niveau de vie de la population, cependant le prix à payer par

l'environnement est parfois élevé. Les dégradations infligées au milieu naturel sont multiples, nous mentionnerons à titre simplement illustratif celles qui nous semblent importantes :

- Une pollution par l'émission de différents gaz
- Une détérioration des parcours souvent fragiles
- Une pression sur les ressources en eau.

L'estimation de ces différents couts de dégradation est malheureusement difficile à réaliser vu l'absence de données fines fiables.

3.1.4 Evaluation du Coût environnemental des investissements publics dans l'extension de la capacité de pêche pendant le Xème Plan.

L'évaluation du coût de dégradation environnemental des investissements dans l'extension de la capacité de pêche pose des problèmes épineux et complexes et requièrent une information très détaillée et exhaustive sur une infinité de variables et paramètres. Nous mentionnerons à titre simplement illustratif :

- Une information sur la flotte mise en service (capacité, équipements, équipage, etc.).
- Une information sur l'état actuel de la biomasse par espèce et pêcherie.
- La capacité de renouvellement de chaque espèce.
- Les niveaux de prélèvement escompté sur chaque espèce.

De telles informations ne seraient pas actuellement disponibles en Tunisie.

3.1.5 Evaluation du Coût environnemental des investissements publics dans l'extension de la production végétale dans le secteur pluvial

Il est fort probable que les nouvelles extensions de la production végétale dans le secteur pluvial se fassent au dépend des zones forestières et surtout au dépend des anciens parcours. Si cela est le cas, il faudrait récolter les informations suivantes :

$^{FP}S_{ha}^{par}$: Superficie des parcours convertis à la production végétale.

$^{Fp}c_{ha}^{par}$: Coût par hectare des parcours disparus.

Le coût environnemental des parcours disparus est :

$$^{FP}C_{D}^{EPVP} = {}^{\mathrm{FP}}\mathrm{S}_{\mathrm{ha}}^{\mathrm{par}} \times {}^{FP}c_{ha}^{par} .$$

3.1.6 Evaluation du bénéfice environnemental des investissements publics dans l'extension des forêts et la réhabilitation des parcours pendant le Xème Plan.

La création de nouvelles forêts et la réhabilitation des parcours ont des impacts positifs essentiellement sur :

- L'amélioration de la qualité de l'air dans les régions concernées.
- La lutte contre l'érosion des sols et la régularisation de l'écoulement des eaux de surfaces.
- L'amélioration de la recharge des nappes phréatiques.
- L'amélioration de la qualité des sols, et
- L'environnement global.

F.1. Evaluation du bénéfice environnemental des investissements dans l'extension des forêts

Soient :

F_{ha}^{Nlle} : La superficie en hectare de nouvelles forêts créées durant le Xème Plan.

$^{FP}b_{ha}^{Nlle}$: Le bénéfice environnemental dégagé par hectare de forêt crée.

Le bénéfice environnemental des investissements dans l'extension des forêts :

$$^{FP}B_{T}^{Nlle} = {}^{FP}b_{ha}^{Nlle} \times F_{ha}^{Nlle} .$$

Notons au passage que cette formule plutôt agrégée devrait être décomposée au moins en 4 rubriques pour sortir les effets sur :

- La qualité de l'air
- Les eaux de surfaces
- Les eaux souterraines, et
- L'environnement global.

F.2. Evaluation du bénéfice environnemental des investissements dans la réhabilitation des parcours

Soient :

P_{ha}^{R} : La superficie en hectare des parcours réhabilité durant le Xème Plan.

${}^{FP}b_{ha}^{R}$: Le bénéfice environnemental dégagé par hectare des parcours réhabilités durant le Xème Plan de développement.

Le bénéfice environnemental des investissements dans l'extension des forêts :

$$ {}^{FP}B_{T}^{R} = {}^{FP}b_{ha}^{R} \times P_{ha}^{R} $$

Le bénéfice environnemental de l'extension des forêts et la réhabilitation des parcours durant le Xème Plan de développement est :

$$ B_{T}^{EFP} = B_{T}^{EF} + B_{T}^{R} $$

3.1.7 Evaluation du bénéfice environnemental des investissements publics dans les travaux CES pendant le Xème Plan

Les bénéfices des travaux de conservation des Eaux et du Sol (CES) sont multiples. Cependant les plus importants c.à.d. ceux qui ont des impacts non négligeables sont surtout ceux réduisent l'érosion du sol, l'envasement des retenues d'eau, et permettent

une régularisation de l'écoulement des eaux de surface et améliorent sensiblement la recharge des nappes phréatiques.

G.1. La réduction de l'érosion

Soient :

S_{CES}^{S} : La superficie des sols épargnés de l'érosion grâce aux travaux CES.

${}^{CES}b_{ha}^{S}$: Valeur d'un hectare récupéré.

Les bénéfices des sols récupérés grâce aux travaux CES sont alors :

$$B_S^{CES} = {}^{CES}b_{ha}^{S} \times S_{CES}^{S}$$

G.2. Evaluation des impacts positifs sur les Eaux de surface grâce aux travaux CES

Soient :

V_{ES}^{CES} : Le volume d'eau de surface mobilisée grâce aux travaux CES.

${}^{ES}b_{m^3}^{CES}$: La valeur d'un mètre cubes mobilisé grâce aux travaux CES.

La valeur des eaux mobilisées grâce aux travaux CES entrepris au cours du Xème Plan de développement sont :

$$B_{ES}^{CES} = {}^{ES}b_{m^3}^{CES} \times V_{ES}^{CES}$$

G.3. Evaluation des impacts positifs sur les Eaux souterraines grâce aux travaux CES

Soient :

V_{GW}^{CES} : Le volume d'eau Souterraine mobilisée grâce aux travaux CES.

${}^{GW}b_{m^3}^{CES}$: La valeur d'un mètre cubes mobilisé grâce aux travaux CES.

La valeur des eaux souterraines mobilisées grâce aux travaux CES entrepris au cours du Xème Plan de développement sont :

$$B_{GW}^{CES} = {}^{GW}b_{m^3}^{CES} \times V_{GW}^{CES}$$

Les bénéfices totaux réalisées grâce aux travaux CES du Xème plan sont :

$$B_T^{CES} = B_{ES}^{CES} + B_{GW}^{CES} + B_S^{CES}$$

#

3.2 EVALUATION DU COUT ENVIRONNEMENTAL DE L'INVESTISSEMENT PUBLIC DURANT LE XEME PLAN DE DEVELOPPEMENT DANS LE SECTEUR DU TRANSPORT

Le secteur du transport connait une forte croissance suite au développement économique et urbain rapides que connait actuellement la Tunisie. Tout investissement dan ce secteur contribue à l'amélioration du bien être mais aussi dégrade fortement le milieu naturel et l'environnement. Ces dégradations prennent de des formes très diverses :

- Consommation accrue des combustibles et des carburants fossiles par les différents moyens de transport qui dégagent une émission de gaz à effet de serre, accentue la pollution atmosphérique nocive aussi bien à la santé humaine qu'au milieu naturel et environnemental.
- Congestion et saturation du trafic routier sur les voies intra et interurbaines engendrant un malaise chez les citoyens qui se répercute sur la qualité de la vie, et source de dépréciation de la valeur des paysages naturels et cultivés par les différentes infrastructures de transport et les décharges anarchiques des carcasses de voitures, des pneus usés, etc.
- Occupations de sols productifs et détérioration des paysages, etc.

Le tableau suivant récapitule l'essentiel de ces diverses dégradations

Tableau 2 : Les impacts négatifs et positifs sur les différentes composantes environnementales des investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur du transport

	Air	Eau de surface	Eau souter.	Sols	Forêts & Parcours	Eau marine	Littoral	Env. Global
Transport Routier *(Routes, ponts et chemin)*	${}^{AIR}C_D^{TR}$	-	-	${}^{S}C_D^{TR}$	${}^{FP}C_D^{TR}$	-	-	${}^{EG}C_D^{TR}$
Transport Maritime	-	-	-	-	-	${}^{EM}C_D^{TM}$	-	-
Transport Aérien	-	-	-	-	-	-	-	${}^{EG}C_D^{TA}$
Transport Ferroviaire	${}^{AIR}C_D^{TF}$	-	-	${}^{S}C_D^{TF}$	-	-	-	${}^{EG}C_D^{TF}$

Le plan de développement, dans sa répartition des investissements, distingue pour le secteur du transport quatre sous-secteurs :

- Le transport routier,
- Le transport maritime,
- Le transport aérien, et
- Le transport ferroviaire.

3.2.1 Le Transport routier

Le Transport routier avec son infrastructure de base forme un des secteurs clef du développement urbain, économique et humain en général. Cependant ces aspects incontestablement positifs de ce secteur sont malheureusement acquis au pris d'une dégradation environnementale parfois aigu. Ces dégradations sont multiples, nous tenons à regarder de près celles qui nous semblent les plus importantes à savoir :

- La pollution atmosphérique avec toutes ses retombées négatives essentiellement sur la santé humaine.
- Les dégradations du sol,
- Les dégradations des forêts et parcours, et enfin
- Les dégradations de l'environnement global suite surtout aux émissions de gaz à effet de serre.

3.2.1.1 Evaluation du coût environnemental de la pollution atmosphérique des investissements publics du Xème Plan dans le transport routier

Rappelons les résultats importants du travail présenté en détail dans la première partie de cette étude « ***Measuring the damages of air pollution in the United States*** » publiée dans la prestigieuse revue internationale « ***Journal of Environmental Economics and Management*** » (JEEM) en 2007. Le gros des dommages de la pollution atmosphérique est surtout sur la santé humaine. En effet selon cette prestigieuse publication les effets les plus importants sont sur la santé humaine (71 % dus à la mortalité prématurée et 23 % dus aux différentes maladies résultantes de la pollution). Tous les autres impacts (perte de visibilité, réduction de la productivité agricole, réduction de la valeur présente du rendement de la forêt, la dépréciation des biens matériels, et enfin les pertes des usages récréatifs) ne représente que 6 % du total des dommages.

L'estimation des dommages infligés par la pollution atmosphérique suite aux investissements du Xème Plan de développement dans le secteur du transport routiers sera conduite ainsi :

- Estimer le volume d'émissions supplémentaires suite aux investissements du Xème Plan de développement dans le secteur du transport routiers.

- Estimer sur cette base les dommages provoqués, ${}^{AIR}C_D^{TR}$, en s'appuyant sur l'étude qui vient d'être mentionnée ci-dessus.

3.2.1.2 Evaluation du coût de dégradation des sols provoqué par les investissements publics du Xème Plan dans le transport routier

Soient :

${}^{S}S_T^{TR}$: La superficie totale des sols dégradés par l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.

${}^{S}_{ha}C_u^{TR}$: Le coût unitaire par hectare de cette dégradation

Le coût de dégradation environnementale des sols, ${}^{S}C_D^{TR}$, suite aux investissements du Xème Plan dans le secteur routier est

$$ {}^{S}C_D^{TR} = {}^{S}_{ha}C_u^{TR} \times {}^{S}S_T^{TR}. $$

3.2.1.3 Evaluation du coût de dégradation des forêts et Parcours provoqué par des investissements publics du Xème Plan dans le transport routier

a) LES FORETS

Soient :

${}^{F}S_T^{TR}$: La superficie des forêts dégradées suite aux l'extension du réseau routier durant Le Xème Plan de développement.

${}^{F}_{ha}C_u^{TR}$: Coût unitaire par hectare des forêts dégradées suite à l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.

Le coût de dégradation environnementale des Forêts, ${}^{S}C_D^{TR}$, suite aux investissements du Xème Plan dans le secteur routier est

$$^{F}C_{D}^{TR} = {}_{ha}^{F}c_{u}^{TR} \times {}^{F}S_{T}^{TR}.$$

b) LES PARCOURS

Soient :

$^{P}S_{T}^{TR}$: La superficie des parcours dégradés suite aux l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.

${}_{ha}^{P}c_{u}^{TR}$: Coût unitaire par hectare des parcours dégradés suite à l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.

Le coût de dégradation environnementale des parcours, $^{P}C_{D}^{TR}$, suite aux investissements du Xème Plan dans le secteur routier est

$$^{P}C_{D}^{TR} = {}_{ha}^{P}c_{u}^{TR} \times {}^{P}S_{T}^{TR}.$$

3.2.1.4 Evaluation du coût de dégradation de l'Environnement Global provoqué par les investissements publics du Xème Plan dans le transport routier

Soient :

Q_{GES}^{TR} : La quantité d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par les investissements publics du Xème Plan dans le transport routier.

$^{GES}c_{unité}^{TR}$: Coût de chaque unité de gaz à effet de serre émise par la nouvelle capacité de Transport routier suite aux investissements publics du Xème Plan dans le transport routier.

Le coût environnemental des gaz à effet de serre émis par la nouvelle capacité de transport routier suite aux investissements publics du Xème Plan dans le Transport routier.

$$^{GES}C_D^{TR} = {}^{GES}c_{unité}^{TR} \times Q_{GES}^{TR}.$$

3.2.2 Le transport maritime

3.2.2.1 Evaluation du coût environnemental de la pollution marine provoquée par les investissements publics du Xème Plan dans le transport maritime

Soient

$^{R}V_T^{TM}$: Le volume de rejet supplémentaire dans l'environnement marin provoqué par les investissements publics du Xème Plan dans le transport maritime.

$^{R}C_u^{TM}$: Le coût unitaire du rejet dans l'environnement marin provoqué par les investissements publics du Xème Plan dans le transport maritime.

Le coût total du rejet dans l'environnement marin, $^{EM}C_D^{TM}$, provoqué par les investissements publics du Xème Plan dans le transport maritime.

$$^{EM}C_D^{TM} = c_u^{TM} \times {}^{R}V_T^{TM}.$$

3.2.3 Le Transport aérien

Soient :

Q_{GES}^{TA} : La quantité d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par les investissements publics du Xème Plan dans le transport aérien.

${}^{GES}c_{unité}^{TA}$: Coût de chaque unité de gaz à effet de serre émise par la nouvelle capacité de Transport aérien suite aux investissements publics du Xème Plan dans le Transport aérien.

Le coût environnemental des gaz à effet de serre émis par la nouvelle capacité de transport aérien suite aux investissements publics du Xème Plan dans le Transport aérien.

$$ {}^{GES}C_{D}^{TA} = {}^{GES}c_{unité}^{TA} \times Q_{GES}^{TA}. $$

3.2.4 Le Transport ferroviaire

Le calcul de ce coût est similaire à celui du calcul du coût environnemental du transport routier. Cependant nous tenons à noter que le coût de dégradation provoqué par le transport ferroviaire est beaucoup moins élevé que celui du transport routier.

3.3 EVALUATION DU COUT ENVIRONNEMENTAL DES INVESTISSEMENTS PUBLICS AU DEVELOPPEMENT PENDANT LE XEME PLAN DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL

Nous savons que le secteur industriel est à l'origine de formes multiples de dégradation de l'environnement à travers des pollutions gazeuses, liquides et solides qu'il déverse dans les différents milieux récepteurs, pollutions qui contribuent, plus ou moins sévèrement, à la détérioration de la qualité de la vie et des ressources naturelles (eau, sol, mer, notamment).

Nous allons essayer de proposer dans une première phase un cadre méthodologique pour évaluer le coût des dégradations infligées à l'environnement par les nouveaux projets suite aux investissements publics alloués au secteur de l'industrie durant le Xème plan. La deuxième phase sera consacrée, dans la limite des disponibilités des données, à une évaluation chiffrées des ces coûts environnementaux

Le tableau suivant présentera d'une manière synthétique les différents coûts infligés à l'environnement par les émissions et rejets industriels.

Tableau 3 : Les impacts sur les différentes composantes environnementales des investissements publics du Xème Plan de développement dans le secteur Industriel

	Air	**Eau**	**Sols**	**Forêt & Parcou.**	**Déchets**	**Eau marine**	**Littor.**	**Env. Global**
Ind. Manuf.								
Ind. Agroaliment.	-	${}^{E}C_{T}^{IAA}$	${}^{S}C_{T}^{IAA}$	-	${}^{D}C_{T}^{IAA}$	-	-	-
Ind. M.C.V	${}^{Air\ Santé}C_{D}^{IMCV}$	-	-	-	${}^{D}C_{D}^{IMCV}$	-	-	${}^{EV}C_{D}^{IMCV}$
Ind. Méc. Electr.	-	${}^{E}C_{T}^{IME}$	${}^{S}C_{T}^{IME}$		${}^{D}C_{T}^{IME}$			
Ind. chimiques	${}^{Air}C_{XPlan}^{IC}$	${}^{EP}C_{T}^{IC}$	${}^{S}C_{T}^{IC}$	-	${}^{D}C_{T}^{IC}$	${}^{EM}C_{T}^{IC}$	${}^{LIT}C_{T}^{IC}$	${}^{EG}C_{T}^{IC}$
Ind. Hab. Text. Cuir	-	${}^{EP}C_{T}^{IHTC}$	${}^{S}C_{T}^{IHTC}$	-	${}^{D}C_{T}^{HTCC}$	-	-	-
Ind. Non Ma								
Carburants (Rech. Prosp.)	-	${}^{EP}C_{T}^{C}$	${}^{S}C_{T}^{C}$	-	${}^{D}C_{T}^{C}$	-	-	-
Raffin. Stockage	${}^{Air}C_{XPlan}^{RS}$	${}^{EP}C_{T}^{RS}$	${}^{S}C_{T}^{RS}$	-	${}^{D}C_{T}^{RS}$	-	${}^{lit}C_{T}^{RS}$	${}^{EG}C_{T}^{RS}$
Ind. Elect.	${}^{Air}C_{XPlan}^{IE}$	${}^{EP}C_{T}^{IE}$			${}^{EP}C_{T}^{IE}$			${}^{Air}C_{XPlan}^{IE}$
Gaz								
Ind. Minières	${}^{Air}C_{D}^{IM}$	${}^{E}C_{D}^{IM}$	${}^{D}C_{D}^{IM}$	${}^{FP}C_{D}^{IM}$	${}^{D}C_{D}^{IM}$			${}^{EG}C_{D}^{IM}$

3.3.1 Les Industries Manufacturières

Les industries manufacturières comprennent essentiellement :

- Les Industries Agro-alimentaires (IAA)
- Les Industries des Matériaux de Construction et du verre (IMCV).
- Les Industries Mécaniques et Electriques (IME).
- Les Industries Chimiques (IC).
- Les Industries de l'Habillement, du Textile, et du Cuir (IHTC).

3.3.1.1 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries Agro-alimentaires (IAA)

Les investissements dans les IAA ont un impact négatif environnemental par leur rejet surtout de DBO sur :

- Les eaux aussi bien de surface que souterraine
- Le sol, et
- Les déchets.

Evaluation des coûts de dégradation des eaux

Soient :

$^{E}Q_{DBO}^{IAA}$: La quantité de DBO en tonnes rejetée aussi bien dans les eaux de surface que souterraine suite aux investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.

$^{E}C_{t}^{DBO}$: Coût de traitement d'une tonne de DBO rejetée dans les eaux.

Le coût total de traitement de la DBO rejetée dans les eaux, $^{E}C_{T}^{IAA}$, suite aux investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA est

$$ {}^{E}C_{T}^{IAA} = {}^{E}c_{t}^{DBO} \times {}^{E}Q_{DBO}^{IAA} $$

Evaluation de la perte en sol

Soient

${}^{S}S_{T}^{IAA}$: La superficie en sol perdu suite rejets des IAA dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.

${}^{S}p_{ha}^{IAA}$: Le prix d'un ha de terre perdue suite rejets des IAA dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.

Le coût total des sols dégradées, ${}^{S}C_{T}^{IAA}$, suite aux rejets des IAA dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.

$$ {}^{S}C_{T}^{IAA} = {}^{S}p_{ha}^{IAA} \times {}^{S}S_{T}^{IAA}. $$

Evaluation du coût de traitement des déchets rejetés par les IAA suite aux investissements effectués durant le Xème Plan.

Soient :

${}^{D}Q_{T}^{IAA}$ La quantité de déchets en tonnes rejetés par les IAA suite aux investissements effectués durant le Xème Plan.

${}^{D}c_{t}^{IAA}$ Le coût de traitement d'une tonne de déchets rejetée par les IAA suite aux investissements effectués durant le Xème Plan.

Le coût total de traitement des déchets, ${}^{D}C_{T}^{IAA}$, rejetés par les IAA suite aux investissements effectués durant le Xème Plan.

$$ {}^{D}C_{T}^{IAA} = {}^{D}c_{t}^{IAA} \times {}^{D}Q_{T}^{IAA}. $$

Le coût total des dégradations environnementales des rejets des IAA, C_T^{IAA} , suite aux investissements effectués durant le Xème Plan sont

$$C_T^{IAA} = {}^{E}C_T^{IAA} + {}^{S}C_T^{IAA} + {}^{D}C_T^{IAA}.$$

3.3.1.2 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre (IMCV)

Ces industries provoquent des dégradations environnementales suite à :

- une pollution de l'air par l'émission essentiellement de particules,
- un rejet de déchets divers, et
- une émission de CO_2 qui affecte l'environnement global.

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite à une pollution de l'air par l'émission essentiellement de particules

Supposons que ce coût, qui est constitué essentiellement par les impacts de la dégradation sur la santé humaine, soient :

$$\underset{Santé}{Air}C_D^{IMCV}$$

Nous utiliserons ici la méthodologie et les outils développés dans la première partie de cette étude pour évaluer ce coût.

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite aux rejets des déchets

Soient :

${}^{D}Q_{t}^{IMCV}$: La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

${}^{D}c_{t}^{IMCV}$: Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre.

Le coût total de traitement des déchets, ${}^{D}C^{IMCV}{}_{T}$, rejetés par le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre est :

$$ {}^{D}C_{T}^{IMCV} = {}^{D}c_{t}^{IMCV} \times {}^{D}Q_{t}^{IMCV} . $$

Le coût de dégradation environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre (IMCV) est :

$$ C_{D}^{IMCV} = {}^{Air}_{Santé}C_{D}^{IMCV} + {}^{D}C_{T}^{IMCV} + {}^{EV}C_{D}^{IMCV} . $$

3.3.1.3 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries Mécaniques et Electriques (IME)

Les IME infligent des dégradations environnementale essentiellement aux :

- Ressources en eaux,
- Ressources en sols, et par leurs
- Rejets de déchets solides.

Evaluation du coût de dégradations environnementales infligées aux ressources en eau

Soit :

$^{E}Q_{D}^{IME}$: La quantité de rejets en tonnes déversées dans les eaux de surface et souterraine.

$^{E}c_{t}^{IME}$: Coût de traitement d'une tonne de rejets dans les eaux.

$$^{E}C_{D}^{IME} = {}^{E}Q_{D}^{IME} \times {}^{E}c_{t}^{IME}$$

Evaluation du coût de dégradations environnementales infligées aux ressources en Sols

Soit :

$^{S}S_{T}^{IME}$: La superficie en sol perdu suite rejets des IME dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IME.

$^{S}p_{ha}^{IME}$: Le prix d'un ha de terre perdue suite rejets des IME dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IME.

$$^{S}C_{D}^{IME} = {}^{S}S_{T}^{IME} \times {}^{S}c_{t}^{IME}$$

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite aux rejets des déchets

Soient :

$^{D}Q_{t}^{IME}$ La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries des IME, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

$^{D}c_{t}^{IME}$ Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des IME.

Le coût total de traitement des déchets, ${}^{D}C_{T}^{IME}$, rejetés par le secteur des IME est :

$$ {}^{D}C_{T}^{IME} = {}^{D}c_{t}^{IME} \times {}^{D}Q_{t}^{IME} . $$

Le coût total de dégradation environnementale des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des IME est :

$$ C_{D}^{IME} = {}^{E}C_{D}^{IME} + {}^{S}C_{D}^{IME} + {}^{D}C_{T}^{IME} . $$

3.3.1.4 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries Chimiques

Les dégradations environnementales provoquées par les industries chimiques sont multiples. Cependant les impacts les plus sévères sont ceux qui touchent à la santé humaine. Voilà pourquoi nous mettrons l'accent surtout sur cette catégorie.

Nous tenterons d'évaluer les coûts des dégradations qui nous semblent les plus importantes à savoir :

- Le coût de la pollution atmosphérique
- Le coût des dégradations infligées aux ressources en eau de surface et souterraine.
- Le coût des pertes en sol,
- Le coût de rejets des déchets,
- Le coût des rejets dans l'environnement marin,
- Le coût de dégradations du Littoral, et enfin
- Le coût infligé à l'environnement global.

Le coût de la pollution atmosphérique

Comme nous l'avons montré précédemment les impacts les plus importants de toute pollution atmosphérique sont sur la santé humaine (Environ 94 % de l'ensemble de toutes

les dégradations). Sachant qu'il est impossible d'isoler les dégradations provoquées par les industries chimiques créées par les investissements du Xème Plan de ceux issues des investissements antérieurs ; la seule issue qui nous reste serait d'évaluer tous les impacts négatifs sur la santé humaine (décès, maladies, arrêts de travail, etc.) durant l'année qui précède l'entrée en vigueur du Xème Plan à savoir 2001 et les impacts provoquées durant la dernière année du Xème Plan c.à.d. l'année 2006.

Soient :

$^{Air}C^{IC}_{2001}$: L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des industries chimiques durant l'année 2001.

$^{Air}C^{IC}_{2006}$: L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des industries chimiques durant l'année 2006.

Le coût total des dégradations environnementales provoquées par les industries chimiques, $^{Air}C^{IC}_{XPlan}$, créées par les investissements du Xème Plan de développement sont alors :

$$^{Air}C^{IC}_{XPlan} = {}^{Air}C^{IC}_{2006} - {}^{Air}C^{IC}_{2001}.$$

L'évaluation des coûts de dégradation environnementale provoquée par l'extension de la capacité productive de l'économie suite aux investissements publics doit distinguer deux catégories de projets de développement :

- La première catégorie dégrade directement l'environnement par le fait même de la mise en œuvre des projets eux-mêmes. La construction d'une autoroute, par exemple, détruit des terres fertiles, défigure des paysages uniques, ravage des forêts millénaires etc. Un barrage occupe des terres productives, inonde des villages et même de villes entières, engloutit une infrastructure réalisées à grands frais et indispensable au fonctionnement de l'économie, des forêts, etc.

- La deuxième catégorie concerne des projets de développement qui n'auront des impacts négatifs sur l'environnement que dans les cas où les précautions et les mesures d'accompagnements ne sont pas prises en compte par les promoteurs dans un souci de réduire leurs coûts privés de production.

Dans le premiers cas il est tout à fait possible de calculer ex-ante les dégradations affligés à l'environnement. Tandis que dans la deuxième situation, il est impossible d'estimer correctement les dégâts potentiels que le non respect des normes fixées causerait. La seule issue serait alors de procéder à une évaluation ex-post, c.à.d. calculer les coûts des dégâts une fois constatés.

Evaluation du coût de dégradation environnemental sur l'eau des projets de l'extension des industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

$^{EP}V_T^{IC}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 dans le milieu des extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

$^{EP}c_u^{IC}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des industries chimiques.

Le coût total de traitement des eaux polluées, $^{EP}C_T^{IC}$, rejetées dans le milieu par les extensions des industries chimiques est :

$$^{EP}C_T^{IC} = {}^{EP}c_u^{IC} \times {}^{EP}V_T^{IC}.$$

Evaluation du coût de dégradation environnemental sur le sol des projets de l'extension des industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

${}^{S}S_{T}^{IC}$: La superficie de sol en ha dégradée par des extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

${}^{S}c_{ha}^{IC}$: Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

Le coût total des sols dégradés, ${}^{S}C_{T}^{IC}$, par les rejets dans le milieu par les extensions des industries chimiques est :

$$ {}^{S}C_{T}^{IC} = {}^{S}c_{ha}^{IC} \times {}^{S}S_{T}^{IC}. $$

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite aux rejets des déchets

Soient :

${}^{D}Q_{t}^{IC}$: La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries Chimiques, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

${}^{D}c_{t}^{IC}$: Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des IC.

Le coût total de traitement des déchets, ${}^{D}C_{T}^{IC}$, rejetés par le secteur des IC est :

$$ {}^{D}C_{T}^{IC} = {}^{D}c_{t}^{IC} \times {}^{D}Q_{t}^{IC}. $$

Evaluation du coût de dégradation environnementale infligée au milieu marin par les projets de l'extension des industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

$^{EM}V_T^{IC}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 dans le milieu marin par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

$^{EM}c_u^{IC}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des industries chimiques.

Le coût total de traitement des eaux polluées, $^{EM}C_T^{IC}$, rejetées dans le milieu marin par les extensions des industries chimiques est :

$$^{EM}C_T^{IC} = {}^{EM}c_u^{IC} \times {}^{EM}V_T^{IC}.$$

Evaluation du coût de dégradation du littoral par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

Soient :

$^{Lit}V_T^{IC}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 sur le littoral par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

$^{Lit}c_u^{IC}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté sur le littoral par les extensions des industries chimiques.

Le coût total de traitement des eaux polluées, $^{Lit}C_T^{IC}$, rejetées sur le Littoral par les extensions des industries chimiques est :

$$^{Lit}C_T^{IC} = {}^{Lit}c_u^{IC} \times {}^{Lit}V_T^{IC}.$$

Evaluation du coût de dégradation infligé à l'Environnement Global par les projets de l'extension des industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

(${}^{EG}C_T^{IC}$ **)**

Le coût total de la dégradation environnementale provoquée par les investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries Chimiques

$$C_T^{IC} = {}^{Air}C_{XPlan}^{IC} + {}^{EP}C_T^{IC} + {}^{S}C_T^{IC} + {}^{D}C_T^{IC} + {}^{EM}C_T^{IC} + {}^{LIT}C_T^{IC} \quad {}^{EG}C_T^{IC}.$$

3.3.1.5 Evaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir (IHTC)

Les IHTC infligent des dégradations environnementale essentiellement aux :

- Ressources en eaux,
- Ressources en sols, et par leurs
- Rejets de déchets solides.

Evaluation du coût de dégradation environnementale des eaux aussi bien de surface que souterraine des projets de l'extension des *Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir* suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

${}^{E}V_T^{IHTC}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 dans les eaux de surface et souterraines par les extensions des ***Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir***

${}^{E}c_{u}^{IHTC}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté dans le milieu

Le coût total de traitement des eaux polluées, ${}^{E}C_{T}^{IHTC}$, rejetées dans le milieu marin par les extensions des industries chimiques est :

$$ {}^{E}C_{T}^{IHTC} = {}^{E}c_{u}^{IHTC} \times {}^{E}V_{T}^{IHTC}. $$

Evaluation du coût de dégradation environnemental sur le sol des projets de l'extension des *Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir* suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

${}^{S}S_{T}^{IHTC}$: La superficie de sol en ha dégradée par des extensions ***Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir*** suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

${}^{S}c_{ha}^{IHTC}$: Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions ***Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir*** suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

Le coût total des sols dégradés, ${}^{S}C_{T}^{IHTC}$, par les rejets dans le milieu par les extensions des ***Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir*** est :

$$ {}^{S}C_{T}^{IHTC} = {}^{S}c_{ha}^{IHTC} \times {}^{S}S_{T}^{IHTC}. $$

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite aux rejets des déchets

Soient :

${}^{D}Q_{t}^{IHTC}$: La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des ***Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir***, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

${}^{D}c_{t}^{IHTC}$: Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des IHTC.

Le coût total de traitement des déchets, ${}^{D}C^{IHTC}_{T}$, rejetés par le secteur des IHTC est :

$$ {}^{D}C^{IHTC}_{T} = {}^{D}Q_{t}^{IHTC} \times {}^{D}c_{t}^{IHTC} . $$

3.3.2 Les Industries Non Manufacturières

Les industries non manufacturières comprennent essentiellement :

- Les Carburants (Recherches et Prospections),
- Le Raffinage et le Stockage
- L'Industrie Electrique et le Gaz.

3.3.2.1 Evaluation du coût de dégradation environnementale des projets de l'extension des industries du Raffinage et de Stockage du Carburant suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Ce secteur se distingue par une forte dégradation qui touche la plupart des composantes environnementales. Etant donnée que la plupart des activités économiques sont énergivores, ce secteur est appelé à connaitre une forte croissance en attendant des jours meilleures où les énergies renouvelables deviennent effectivement concurrentielles.

- Ce secteur affecte, par émissions diverses, la qualité de l'air.
- Ce secteur, par ses différents rejets, dégrade les ressources en eau aussi bien de surface que souterraine.
- Ce secteur dégrade aussi les sols, les forets, le littoral
- L'activité de raffinage par ses émissions de gaz à effet de serre, tel le CO_2, a des effets négatifs sur l'Environnement Global.

Evaluation du coût de dégradation environnemental de l'AIR des projets de l'extension des industries Raffinages et de Stockage de carburants suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

${}^{Air}C_{2001}^{RS}$: L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des Industries de Raffinages et de stockage durant l'année 2001.

${}^{Air}C_{2006}^{RS}$: L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des Industries de Raffinages et de stockage durant l'année 2006.

Le coût total des dégradations environnementales provoquées par les Industries de Raffinages et de stockage, ${}^{Air}C_{XPlan}^{RS}$, créées par les investissements du Xème Plan de développement sont alors :

$$ {}^{Air}C_{XPlan}^{RS} = {}^{Air}C_{2006}^{RS} - {}^{Air}C_{2001}^{RS}. $$

Evaluation du coût de dégradation environnemental sur l'eau des projets de l'extension des Industries de Raffinages et de stockage **suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement**

Soient :

${}^{EP}V_{T}^{RS}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 dans le milieu des extensions des Industries de Raffinages et de stockage suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

${}^{EP}c_{u}^{RS}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage.

Le coût total de traitement des eaux polluées, ${}^{EP}C_T^{RS}$, rejetées dans le milieu par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage est :

$$ {}^{EP}C_T^{RS} = {}^{EP}c_u^{RS} \times {}^{EP}V_T^{RS} . $$

Evaluation du coût de dégradation environnemental sur le sol des projets de l'extension des Industries de Raffinages et de stockage **suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement**

Soient :

${}^{S}S_T^{RS}$: La superficie de sol en ha dégradée par des extensions des Industries de Raffinages et de stockage suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

${}^{S}c_{ha}^{RS}$: Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

Le coût total des sols dégradés, ${}^{S}C_T^{RS}$, par les rejets dans le milieu par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage est :

$$ {}^{S}C_T^{RS} = {}^{S}c_{ha}^{RS} \times {}^{S}S_T^{RS} . $$

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite aux rejets des déchets

Soient :

${}^{D}Q_t^{RS}$: La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries de Raffinages et de stockage, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

$^{D}c_{t}^{RS}$: Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des Industries de Raffinages et de stockage.

Le coût total de traitement des déchets, $^{D}C_{T}^{RS}$, rejetés par le secteur des Industries de Raffinages et de stockage est :

$$^{D}C_{T}^{RS} = {}^{D}c_{t}^{RS} \times {}^{D}Q_{t}^{RS}.$$

Evaluation du coût de dégradation du littoral par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage **suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.**

Soient :

$^{Lit}V_{T}^{RS}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 sur le littoral par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

$^{Lit}c_{u}^{RS}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté sur le littoral par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage.

Le coût total de traitement des eaux polluées, $^{Lit}C_{T}^{RS}$, rejetées sur le Littoral par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage est :

$$^{Lit}C_{T}^{RS} = {}^{Lit}c_{u}^{RS} \times {}^{Lit}V_{T}^{RS}.$$

Evaluation du coût de dégradation infligé à l'Environnement Global par les projets de l'extension des Industries de Raffinages et de stockage **suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement**

$$({}^{EG}C_T^{RS})$$

Le coût total de la dégradation environnementale provoquée par les investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries de Raffinages et de stockage

$$C_T^{RS} = {}^{Air}C_{XPlan}^{RS} + {}^{EP}C_T^{RS} + {}^{S}C_T^{RS} + {}^{D}C_T^{RS} + {}^{LIT}C_T^{RS} + {}^{EG}C_T^{RS}.$$

3.3.3 Les Industries Minières

Ce secteur se caractérise par des activités très diverses. Nous citerons, entre autres, celles qui nous semblent les plus importantes pour la Tunisie, à savoir :

- Les industries Minières du Phosphate.
- Les industries Minières du fer.
- Les industries Minières de l'Aluminium.
- Les industries Minières du Sel.
- Les industries Minières du Gypse.

Même si ces différentes activités connaissent relativement un déclin en Tunisie, leurs impacts négatifs sur l'environnement sont quand même assez importants.

Ce secteur très polluant dégrade essentiellement :

- L'Air par toutes les émissions de pollutions atmosphériques diverses.
- Les ressources en eau aussi bien de surface que souterraine par toute sorte de rejets.
- Le Sol.
- Les Forêts et Parcours et enfin
- L'Environnement global.

Evaluation du coût de dégradation environnemental de l'Air des projets de l'extension des industries Minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

$^{Air}C_{2001}^{IM}$: L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des industries minières durant l'année 2001.

$^{Air}C_{2006}^{IM}$: L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des industries minières durant l'année 2006.

Le coût total des dégradations environnementales provoquées par les industries minières, $^{Air}C_{XPlan}^{IM}$, créées par les investissements du Xème Plan de développement sont alors :

$$^{Air}C_{XPlan}^{IM} = {}^{Air}C_{2006}^{IM} - {}^{Air}C_{2001}^{IM}.$$

Evaluation du coût de dégradation environnemental de l'Eau des projets de l'extension des industries Minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

$^{E}V_{T}^{IM}$: Le volume de rejets d'eau polluée en m^3 dans le milieu des extensions d'industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

$^{E}c_{u}^{IM}$: Le coût de traitement d'un m^3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des industries minières.

Le coût total de traitement des eaux polluées, $^{E}C_{T}^{IC}$, rejetées dans le milieu par les extensions des industries minières est :

$$^{E}C_{T}^{IM} = {}^{E}c_{u}^{IM} \times {}^{EM}V_{T}^{IM} .$$

Evaluation du coût de dégradation environnemental sur le sol des projets de l'extension des industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement

Soient :

$^{S}S_{T}^{IM}$: La superficie de sol en ha dégradée par des extensions d'industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

$^{S}c_{ha}^{IM}$: Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions d'industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

Le coût total des sols dégradés, $^{S}C_{T}^{IM}$, par les rejets dans le milieu par les extensions des industries minières est :

$$^{S}C_{T}^{IM} = {}^{S}c_{ha}^{IM} \times {}^{S}S_{T}^{IM} .$$

Evaluation du coût de dégradation environnemental suite aux rejets des déchets

Soient :

$^{D}Q_{t}^{IM}$: La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries Minières, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

$^{D}c_{t}^{IM}$: Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des Industries Minières.

Le coût total de traitement des déchets, $^{D}C_{T}^{IM}$, rejetés par le secteur des Industries Minières est :

$$^{D}C_{T}^{IM} = {}^{D}c_{t}^{IM} \times {}^{D}Q_{t}^{IM}.$$

Evaluation du coût de dégradation infligé à l'Environnement Global par les projets de l'extension des Industries Minières **suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement**

$$(^{EG}C_{T}^{IM})$$

Le coût total de la dégradation environnementale provoquée par les investissements publics au développement pendant le Xème Plan dans le secteur des Industries Minières

$$C_{T}^{IM} = {}^{Air}C_{XPlan}^{IM} + {}^{EP}C_{T}^{IM} + {}^{S}C_{T}^{IM} + {}^{D}C_{T}^{IM} + {}^{FP}C_{T}^{IM} + {}^{EG}C_{T}^{IM}.$$

3.4 EVALUATION DU COUT ENVIRONNEMENTAL DES INVESTISSEMENTS PUBLICS AU DEVELOPPEMENT PENDANT LE XEME PLAN DANS LE SECTEUR TOURISTIQUE

Le Tourisme est un secteur très important pour l'économie Tunisienne pour au moins deux raisons principales :

- Cette activité génère un apport non-négligeable en devise étrangère.
- Ce secteur joue un rôle très actif dans le marché de l'emploi, même s'il est par nature très saisonnier.

Cependant, à coté de ces aspects positifs, ce secteur par les extensions urbaines à travers la construction de complexe hôteliers exerce :

- Une forte pression sur les sols,
- Génère une pollution sous diverses formes, et

- Détériore le littoral du point de vue aussi bien écologique que paysager.

Nous allons examiner l'importance des investissements publics au cours du Xème Plan de développement dans le secteur touristique avant de s'embarquer dans toute tentative d'évaluation de ses impacts négatifs sur l'environnement.

Le Tableau suivant nous donne la répartition annuelle des investissements publics du Xème de développement dans les divers secteurs de l'économie nationale.

Une simple analyse de ce tableau nous révèle que le montant des investissements publics consacrés par le Xème Plan au secteur touristique est quasi négligeable. En effet sur un Total de 6268.9 MD seul 22.2 MD ont été affectés au secteur touristique ; ce qui nous donne un % quasi-négligeable :

22.2/6268.9 = 0.0035.

Soit à peine 0.35 %.

Voilà la raison principale qui nous pousse à prétendre qu'il n'est pas judicieux de consacrer beaucoup d'énergie à évaluer le coût de dégradation environnementale de ce secteur.

Tableau 4 : Montants des investissements du Xème plan

Rubriques	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**Total**
Ressources naturelles et lutte contre la désertification	565.7	517.9	545.3	474.9	559.2	2780
Transport	524.1	555.7	673.2	825.1	888.8	3466.9
Tourisme	5.9	3.3.	3.6	3.6	5.6	22.2
Total						**6268.9**

Source : Tableau confectionné à partir des statistiques relatives au Xème plan obtenues de l'Onzième Plan de Développement (2007-2011) ; Volume 2 : contenu sectoriel (en arabe). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.

4 EVALUATION MONETAIRE DU COUT DE DEGRADATION ENVIRONNEMENTAL

Nous commencerons par établir la liste des données nécessaires à l'évaluation du coût de dégradation environnementale sur la base des outils qui viennent d'être confectionnées dans la première partie. Nous passerons ensuite à l'évaluation proprement dite grâce aux données disponibles.

4.1 LES DONNEES INDISPENSABLES A LA CONDUITE DE CETTE EVALUATION

La conduite de cette évaluation nécessiterait une base de données très riche et surtout très détaillée. En effet, comme il est exigé d'évaluer le coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan par secteur d'activité économique et par composante environnemental il est alors indispensable de descendre à un niveau de désagrégation assez fin. Notons d'emblée que ce genre de données n'est malheureusement pas disponible pour un pays aussi jeune et encore en voie de développement comme la Tunisie. Nous allons essayer de dresser dans ce qui suit une liste assez exhaustive des données minimales qu'il est impératif d'avoir.

4.1.1 Les données requises dans le secteur agricole sont :

- Le coût de dégradation des eaux de surface par hectare supplémentaire suite à une extension des périmètres irrigués.
- La superficie en hectare des périmètres irrigués crée durant le Xème Plan.
- Le coût de dégradation de la qualité des eaux souterraines par hectare supplémentaire suite à une extension des périmètres irrigués sur nappe.
- La superficie en hectare des périmètres irrigués par les eaux souterraines crée durant le Xème Plan.
- Le coût de surexploitation des eaux souterraines suite à la création d'un ha de périmètre irrigué sur nappe
- La superficie équivalente perdue durant une année d'irrigation inappropriée,

- La valeur net moyenne de la production d'un ha en irrigué,
- La superficie équivalente perdue à jamais (perte irréversible)
- La superficie des périmètres réhabilités au cours du Xème Plan
- Le bénéfice par hectare des périmètres irrigué réhabilités
- Une information sur la flotte mise en service (capacité, équipements, équipage)
- Une information sur l'état actuel de la biomasse par espèce et pêcherie.
- La capacité de renouvellement de chaque espèce.
- Les niveaux de prélèvement escompté sur chaque espèce.
- Superficie des parcours convertis à la production végétale.
- Coût de dégradation par hectare des parcours disparus.
- La superficie en hectare des nouvelles forêts crée durant le Xème Plan.
- Le bénéfice environnemental dégagé par hectare de forêt crée.
- La superficie en hectare des parcours réhabilité durant le Xème Plan.
- Le bénéfice environnemental dégagé par hectare des parcours réhabilités
- durant le Xème Plan de développement.
- La superficie des sols épargnés de l'érosion grâce aux travaux CES.
- La valeur d'un hectare récupéré par les travaux CES.
- Le volume d'eau de surface mobilisée grâce aux travaux CES.
- La valeur d'un mètre cubes mobilisé grâce aux travaux CES.
- Le volume d'eau Souterraine mobilisée grâce aux travaux CES.
- La valeur d'un mètre cubes mobilisé grâce aux travaux CES.

4.1.2 Les données requises dans le secteur du Transport sont :

- La superficie totale des sols dégradés par l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- Le coût unitaire par hectare de cette dégradation.
- La superficie des forêts dégradées suite aux l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- Le coût unitaire par hectare des forêts dégradées suite à l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- La superficie des parcours dégradés suite aux l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- Le coût unitaire par hectare des parcours dégradés suite à l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement
- La quantité d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par les investissements publics du Xème Plan dans le transport routier.
- Le Coût de chaque unité de gaz à effet de serre émise par la nouvelle capacité de transport routier suite aux investissements publics du Xème Plan dans le transport routier.
- La superficie des forêts dégradées suite aux l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- Le Coût unitaire par hectare des forêts dégradées suite à l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- La superficie des parcours dégradés suite aux l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- Le Coût unitaire par hectare des parcours dégradés suite à l'extension du réseau routier durant le Xème Plan de développement.
- Le volume de rejet supplémentaire dans l'environnement marin provoqué par les investissements publics du Xème Plan dans le transport maritime.
- La quantité d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par les investissements publics du Xème Plan dans le transport aérien.

- Le Coût de chaque unité de gaz à effet de serre émise par la nouvelle capacité de Transport aérien suite aux investissements publics du Xème Plan dans le Transport aérien.

4.1.3 Les données requises dans le secteur Industriel sont :

- La quantité de DBO en tonnes rejetée aussi bien dans les eaux de surface que souterraine suite aux investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.
- Le Coût de traitement d'une tonne de DBO rejetée dans les eaux.
- La superficie en sol perdu suite rejets des IAA dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.
- Le prix d'un ha de terre perdue suite rejets des IAA dans le milieu naturel provoquées par les investissements effectués durant le Xème Plan dans les IAA.
- La quantité de déchets en tonnes rejetés par les IAA suite aux investissements effectués durant le Xème Plan.
- Le coût de traitement d'une tonne de déchets rejetée par les IAA suite aux investissements effectués durant le Xème Plan.
- La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre, suite aux investissements du Xème Plan de développement.
- Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des Industries de Matériaux de Construction et du Verre.
- L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des industries chimiques durant l'année 2001.
- L'ensemble des coûts de dégradation environnementale provoqués par la pollution atmosphérique issue des industries chimiques durant l'année 2006.

- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 dans le milieu des extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des industries chimiques.
- La superficie de sol en ha dégradée par des extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries Chimiques, suite aux investissements du Xème Plan de développement.
- Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des IC.
- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 dans le milieu marin par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté dans le milieu marin par les extensions des industries chimiques.
- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 sur le littoral par les extensions d'industries chimiques suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté sur le littoral par les extensions des industries chimiques.
- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 dans les eaux de surface et souterraines par les extensions des Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté dans le milieu.
- La superficie de sol en ha dégradée par des extensions Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.

- Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions Industries de l'Habillement du Textile et du Cuir suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 dans le milieu des extensions des Industries de Raffinages et de stockage suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage.
- La superficie de sol en ha dégradée par des extensions des Industries de Raffinages et de stockage suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des Industries de Raffinages et de stockage.
- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 sur le littoral par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté sur le littoral par les extensions des Industries de Raffinages et de stockage.
- Le volume de rejets d'eau polluée en m3 dans le milieu des extensions d'industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût de traitement d'un m3 d'eau polluée rejeté dans le milieu par les extensions des industries minières.
- La superficie de sol en ha dégradée par des extensions d'industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- Le coût d'un ha de sol dégradé par les extensions d'industries minières suite aux Investissements publics du Xème Plan de développement.
- La quantité de déchets en tonnes rejetée par le secteur des Industries Minières, suite aux investissements du Xème Plan de développement.

- Le coût unitaire de traitement d'une tonne de déchets rejetés par le secteur des Industrie minières.

4.2 CALCUL DU COUT ENVIRONNEMENTAL DES INVESTISSEMENTS PUBLICS GRACE A DES DONNEES SEMI-AGREGEES

Nous commencerons par confectionner les données disponibles avant procéder à l'évaluation proprement dite.

4.2.1 Types de données disponibles

Le tableau 5 résume les données les plus fines actuellement disponibles en Tunisie. Le Plan sectoriel de développement nous donne la répartition des investissements publics au cours du Xème Plan de développement par année pour les rubriques suivantes :

Tableau 5 : Répartition des investissements annuels au développement du Xème plan par secteur économique

Rubriques	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Ressources naturelles et lutte contre la désertification	565.7	517.9	545.3	474.9	559.2	2780
Ressources en eau	384.1	318.2	352.4	367.7	355.5	1803
Pêche	37	80	47	47	56.3	267.4
Forêts et CES	111.5	95.8	114.5	107.5	107.9	537.1
Projets Agricoles Intégrés	33.1	23.9	37.1	38.4	39.5	172
Transport	524.1	555.7	673.2	825.1	888.8	3466.9
Routes et Ponts	440.3	452.6	595.3	602.9	543.0	2634.3
Transport Maritime	13.7	24.1	26.9	40.9	40.8	146.5
Transport aérien	24.3	36.6	16.0	38.5	150.0	265.4
Transport ferroviaire	45.8	42.3	34.9	142.6	155.0	420.7
Tourisme	5.9	3.3.	3.6	3.6	5.6	22.2
Total						**6268.9**

Source : Tableau confectionné à partir des statistiques relatives au Xème plan obtenues de l'Onzième Plan de Développement (2007-2011) ; Volume 2 : contenu sectoriel (en arabe). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.

4.2.2 Tentative de Calcul du coût environnemental des Investissements publics grâce à des données semi-agrégées

Nous commencerons par une tentative de l'estimation du coût de dégradation environnementale des Investissements dans le secteur agricole. Ce choix n'est pas du tout gratuit. En effet la production de ce secteur dépend intimement des ressources naturelles en eau et en sol et surtout de leur qualité. Toute dégradation de ces deux facteurs déterminants aura un impact significatif sur le secteur en entier.

Le Tableau 6 nous donne la répartition annuelle des investissements publics au développement du secteur agricole durant le Xème plan 2002-2006 selon les rubriques concernées par la dégradation environnementale.

Tableau 6* : répartition des Investissement durant le Xème Plan

Rubriques	2002	2003	2004	2005	2006	Total
1. Ressources en eau	384.1	318.2	352.4	367.7	353.5	1777.9
2. Pêches	37.0	80.0	47.0	47.0	56.3	267.3
3. Projets Agr. Intégrés	33.1	23.9	37.1	38.4	39.5	172.0
Total	**454.2**	**422.1**	**436.5**	**453.1**	**451.3**	**2217.2**

*Tableau confectionné à partir des données du Tableau 5

Le tableau 7 donne l'estimation de l'évaluation du coût de dégradation environnementale de l'eau durant l'année 2004 selon l'étude « République Tunisienne : Evaluation du Coût de Dégradation de l'Eau » conduite par la Banque Mondiale en 2007.

Tableau 7* : Coûts de dégradation environnementale

Rubriques	Min.	Max.	Moyen
1. Impacts de la qualité de l'eau sur l'Agr.	57.8	78.1	68.0
2. Santé	11.0	56.0	33.5
3. Biodiversité	7.3	7.3	7.3
4. Eau souterraine	44.4	44.4	44.4
Total	**120.5**	**188.8**	**153.2**

*Tableau confectionné à partir des données de l'étude de la Banque Mondiale 2007.

Selon ces estimations le coût moyen de la dégradation environnementale subi par le secteur agricole, suite à une pollution hydrique, s'élève à environ 153.2 MD en 2004.

Selon le tableau 6 le montant de l'investissement dans le secteur agricole en 2004 est de l'ordre de 436.5 MD.

Un calcul très simpliste nous donne le résultat suivant :

153.2/436.5 = 35 %.

Selon ce résultat le coût environnemental des investissements publics au développement s'élève à 35 % en 2004, ce qui constitue inéluctablement une estimation plutôt aberrante. En effet si tout investissement provoque environ une dégradation environnementale de l'ordre de 35 % de sa valeur, tout développement durable est totalement condamné.

4.2.3 Comment expliquer donc cette aberration ?

La réponse immédiate sera : Le montant du coût de dégradation, estimé en 2004 à 153.2MD, pour le secteur agricole n'est pas uniquement le résultat des investissements réalisés durant cette année ; il est plutôt la conséquence de tous les investissements encore actifs qui ont été engagés durant toutes les périodes précédentes.

Malheureusement, il est quasi-impossible de répertorier les dégradations subies par l'environnement par projet d'investissement individuel afin d'estimer les coûts résultants. Les effets se cumulent et lorsque la somme des dégradations dépasse la capacité régénératrice du milieu naturel, les impacts négatifs apparaissent. Une évaluation normative, c.à.d. les impacts calculés à priori par les concepteurs du projet, ne reflète certainement pas la réalité tangible du phénomène. En effet les évaluations normatives supposent que les agents économiques appliquent scrupuleusement les recommandations établies pour chaque projet d'investissement et surtout assument implicitement que ces agents sont capables aussi bien financièrement qu'humainement de répondre à toutes les prescriptions. Cette vue ne correspond pas à la réalité tangible.

Par exemple, la réutilisation des EUT en Tunisie posent des problèmes épineux aux responsables de la gestion des ressources en eau, alors que dans les pays développés (Californie), le recours à cette ressource non conventionnelle joue un rôle important dans l'allègement du stress de la rareté de la ressource. La raison simple est que les agents qui valorisent cette ressource dans les pays développés sont très bien formés et disposent de toutes les conditions requises à la réutilisation optimale de cette ressource alors qu'en Tunisie les utilisateurs manquent souvent d'une formation appropriée et ne bénéficient pas des moyens indispensables à une réutilisation adéquate.

Une estimation correcte des dégradations réelles ne pourraient être faite avec un minimum de précision qu'à postériori sur un intervalle temporel donné.

Dans notre cas l'idéal serait d'évaluer les dégradations environnementales durant l'année 2001, c.à.d. à la veille du lancement du Xème Plan, puis refaire le même calcul pour l'année finale de ce plan à savoir l'année 2006. Le différentiel entre les deux résultats obtenus pourrait alors être imputé aux dégradations environnementales provoquées par les projets d'investissement du Xème Plan.

Cependant un problème épineux reste à résoudre. En effet la dégradation obtenue est en faite le résultat de tous les investissements de développement entrepris durant ce plan aussi bien publics que privés. Il est indispensable de trouver une clef de répartition entre les deux composantes. Notons d'emblée que ce ne sera pas une tâche aisée.

5 APPROCHE ALTERNATIVE D'EVALUATION DU COUT DE LA DEGRADATION ENVIRONNEMENTALE

Nous proposerons une approche alternative qui nous permettra d'obtenir une approximation acceptable des dégradations environnementales provoquées par les investissements publics du Xème Plan de développement par secteur d'activité économique. Nous passerons ensuite à son application aux secteurs retenus par cette étude

5.1 LA DEMARCHE THEORIQUE

Une estimation approximative des dégradations environnementales provoquées par les investissements publics du Xème Plan de développement par secteur économique requiert les étapes suivantes :

- Evaluer la capacité productive totale par secteur économique.
- Evaluer la capacité productive crées par les investissements publics par secteur pendant le Xème Plan.
- Calculer le % supplémentaire de la capacité de production par secteur économique crée par les nouveaux investissements du Xème Plan de développement.

Soient :

P_i^T : La capacité productive actuelle pour le secteur *i.*

P_i^{ip} : La capacité productive induite par les investissements publics du Xème Plan de Développement.

$C_D^{S_i}$: Coût de dégradation estimée par l'approche qui vient d'être présentée pour le secteur *i.*

Le coût de dégradation environnementale, ${}^{ip}C_D^{S_i}$, provoqué par la capacité productive additionnelle induite par les investissements publics du Xème de développement dans le secteur *i* est alors :

$$ {}^{ip}C_D^{S_i} = {P_i^{ip}}/{P_I^T} \times C_D^{S_i}. $$

Afin de conduire cette approche, l'idéal serait de disposer d'informations fiables sur la capacité productive par secteur économique en 2001 et en 2006. Cependant nous pensons qu'il existe plusieurs approximations possibles au cas où il s'avère difficile de récolter rapidement cette information.

Cette solution alternative est réalisable pour le secteur agricole parce que nous disposons déjà d'une estimation du Coût de dégradation pour l'année 2004. Cependant pour le secteur du transport et le secteur industriel il est indispensable d'avoir un minimum d'informations pour pouvoir calculer le Coût de dégradation environnemental provoqué par la pollution atmosphérique

5.2 L'APPLICATION AU SECTEUR AGRICOLE

Notre choix du secteur agricole se justifie tout simplement par le fait que nous disposons d'une étude récente (2007) qui a donné une estimation du coût de dégradation environnementale relatif au secteur de l'eau durant l'année 2004.

5.2.1 Description sommaire de la démarche de l'étude et présentation des résultats obtenus

Le rapport 38856-TN, établi par la Banque Mondiale en juin 2007 sur l'évaluation du coût de la dégradation de l'eau en Tunisie, évalue cette dégradation environnementale aussi bien des eaux de surface que souterraines.

Ce rapport attribue une valeur monétaire aux conséquences négatives impliquées par cette dégradation. Cette évaluation couvre les pertes infligées au moins à 3 niveaux :

- ***Santé humaine*** : les maladies, souffrances et morts prématurées provoquées par les maladies hybrides conséquences de la dégradation de la qualité de l'eau.
- ***Sociales et économiques*** : la baisse de la productivité agricole suite à une irrigation par une eau dégradée.

- ***Environnementale*** : perte de valeur récréative des eaux de surface ainsi que des plages due à la contamination de l'eau.

Le coût global de la dégradation environnementale des eaux aussi bien de surfaces que souterraines durant l'année 2004 a été estimé à environ 207,5 Millions de DT en 2004. Les rubriques concernées par cette dégradation sont :

- L'agriculture irriguée,
- La pêche,
- Le tourisme,
- La santé humaine,
- La biodiversité et
- La surexploitation des eaux souterraines.

Dans notre contexte nous n'allons retenir que les impacts négatifs de la dégradation sur :

- L'agriculture irriguée,
- La santé humaine,
- La biodiversité et
- La surexploitation des eaux souterraines.

Le montant de la dégradation passe alors de 207,5 MDT à seulement 153,2 MDT.

5.2.2 Estimation de la capacité productive du secteur

La première étape consiste à choisir un indicateur approprié de la capacité productive de ce secteur. Plusieurs alternatives existent, nous allons nous pencher essentiellement sur celles qui nous semblent les plus pertinentes à savoir :

- L'ensemble des terres cultivées
- La valeur Ajoutée du secteur agricole
- La superficie effectivement irriguée.

5.2.2.1 L'ensemble des terres cultivées

Il est incontestable que le total des terres emblavées pourrait constituer un bon indicateur de la capacité productive du secteur agricole. Cependant il faut reconnaitre que cet indicateur est très volatile puisqu'il dépend intimement de la pluviométrie qui est par nature exogène et indépendante de la variable de décision, à savoir l'investissement.

5.2.2.2 La Valeur ajoutée du secteur agricole

Cet indicateur approxime aussi convenablement la capacité du secteur agricole. Cependant il souffre du même défaut que le précédent puisqu'il dépend aussi de la variable météorologique.

5.2.2.3 La superficie des terres effectivement irriguées

Nous savons que le secteur des périmètres irrigués a été retenu, depuis l'indépendance du pays, comme le secteur stratégique pour stabiliser la production agricole et assurer une sécurité alimentaire minimale.

En outre nous savons aussi que l'Etat Tunisien a consenti un effort d'investissement gigantesque par rapport à ses moyens financiers pour mobiliser toutes les ressources en eau du pays et promouvoir ainsi un secteur irrigué capable de relever les défis d'une demande de produits alimentaires fortement croissante suite au développement démographique, urbain et économique de la Tunisie durant les dernières décennies. Nous pensons que la dimension du secteur irriguée pourrait approximer convenablement sa capacité productive et traduirait ainsi l'effort d'investissement consenti. Une mesure de cette dimension serait la superficie effectivement irriguée.

Il faut reconnaitre aussi que ce secteur, qui illustre parfaitement la lutte de l'homme contre les aléas climatiques et l'aridité caractéristique de la région, subit inéluctablement des dégradations environnementales. En effet l'irrigation avec une eau assez chargée et le recours à des engrais chimiques de toutes sortes aura des conséquences négatives sur le milieu naturel qu'il est indispensable d'évaluer afin de donner aux preneurs de décision une idée claire de l'effort à mettre en œuvre pour atténuer ces dégâts.

5.2.2.4 Le choix d'une approximation appropriée de la capacité productive du secteur

Nous venons de relever que la capacité productive du secteur concerné joue un rôle clef dans l'estimation du coût de dégradation environnementale. Nous avons aussi vu qu'une bonne approximation de cette capacité productive pourrait être faite sur la base de l'une des trois variables suivantes :

- L'ensemble des terres cultivées
- La valeur Ajoutée du secteur agricole, et
- La superficie effectivement irriguée.

Notre choix a porté sur la superficie effectivement irriguée dans ce travail pour les raisons suivantes :

- Les deux premières sont assez volatiles, puisqu'elles dépendent directement de la pluviométrie et de la conjoncture économique, alors que la dernière est assez stable et connait même une croissance continue suite aux investissements publics et à la création de nouveaux périmètres irriguées.
- Nous savons aussi que les dégradations environnementales touchent plus particulièrement ces périmètres irrigués. En effet les terres irriguées, suite à une utilisation intensive et à une irrigation par des eaux chargés, subissent les dégradations les plus importantes.
- L'appareil statistique du ministère de l'agriculture concentre un effort particulier sur ce secteur vital pour l'économie nationale et fournit ainsi une information fine, cohérente et de bonne qualité sur l'ensemble des terres effectivement irriguées.

5.2.3 Evaluation du Coût Environnemental des Investissements Publics au développement pendant le Xème Plan.

Les tableaux suivants présenteront l'ensemble des calculs indispensables à l'évaluation.

Tableau 8 : Les variables approximatives de la capacité productive du secteur des périmètres irrigués

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Superficie irriguée (1000 ha)	345,9	358,8	347,7	355,5	356,0	373,1
Tot. Des Terres Cultivées	4042,8	3955,6	4316,8	4452,4	4266,5	4441,4
V.A. Sect. Ag. (Million DT)	2237	1991	2419	2664	2478	2565
Inv. Secteur Eau (MD)	-	454.2	422.1	436.5	453.1	451.3

Source : Annuaire Agricole 2007. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie

Tableau 9 : Résultats récapitulatifs des calculs du coût de dégradation

	2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**Total**
(1) Sup. Ad. (P_i^{ip}) (ha)	12 800	-11 100	7 800	500	17 500	27 200
(2) % d'évolution par rapport à l'année de base (2004)	100.93	97.81	100.0	100.14	104.95	
(3) $C_D^{S_i}$ (MD)	154.6	149.84	153.2	153.41	160.78	771.84
(4) Cap. Prod. (ha) P_i^T	358 800	347 700	355 500	356 000	373100	373100
(5) $^{ad}C_D^{S_i} = C_D^{Si} \times \frac{P_i^{ip}}{P_i^T}$	5.52	0.0	3,36	0.215	7.54	16.64
(6) $^{ad}C_D^{S_i} / Inv.$	**1.22 %**	**0.0 %**	**0,8 %**	**0.05 %**	**1.66 %**	**0.75 %**

Source : Annuaire Agricole 2007, Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie et étude de la World Bank (2007) « Evaluation du Coût de la Dégradation de l'Eau : république Tunisienne ». Rapport N° 38856-TN.

- La ligne 1 indique la superficie additionnelle irriguée en hectare par rapport à l'année précédente.
- La ligne 2 donne le % d'évolution par rapport à l'année pour laquelle nous disposons de l'évaluation monétaire des coûts de dégradation à savoir l'année 2004.

- La ligne 3 donne les estimations du coût de dégradation environnementale effectué par l'étude utilisée.
- Les superficies effectivement irriguées durant l'année retenue figurent dans la ligne 4.
- La ligne 5 reproduit nos calculs du coût de dégradation environnementale additionnelle provoquée par la superficie irriguée additionnelle durant l'année considérée.
- La ligne 6 nous donne le coût environnemental additionnel provoqué par l'accroissement de la superficie effectivement irriguée en termes d'investissements publics dans le secteur de l'eau. Ainsi le coût environnemental additionnel en termes des investissements publics dans le secteur de l'eau varie de **0 % en 2003 à 1.66% en 2006**. **En moyenne ce coût est de l'ordre de 0.75 % des Investissements dans le secteur de l'eau durant le Xème Plan de développement économique.**

5.3 APPLICATION AUX SECTEURS DU TRANSPORT ET DE L'INDUSTRIE

Malheureusement il est impossible d'appliquer, la démarche que nous venons de proposer au secteur de l'Agriculture, ni au secteur de l'industrie ni pour le secteur du transport pour plusieurs raisons :

- Nous ne disposons pas d'une estimation du coût de dégradation environnementale global pour les deux secteurs comme dans le cas de l'agriculture.
- Même si cette estimation existe, une difficulté majeure empêcherait aussi d'appliquer la démarche proposée pour la simple raison qu'il n'est pas facile de trouver une bonne approximation de la capacité productive pour les deux secteurs.

Voilà pourquoi il est impératif de faire une évaluation directe selon la démarche que nous allons proposer la section suivante.

5.3.1 Propositions dune Procédure d'Evaluation du coût de dégradation environnementale des Investissements

Nous nous appuierons sur la méthodologie et les outils que nous avons confectionnés dans la première partie de cette étude pour estimer les coûts de dégradations environnementales des investissements au développement par composantes à savoir : l'eau, l'air, le sol etc..

Cette estimation sera faite dans une première étape à la veille du Xème Plan de développement, c.à.d. pour l'année 2001 et durant l'année finale de ce plan à savoir l'année 2006.

Nous calculerons ensuite la différence entre ces deux estimations pour chaque composante retenue. Le résultat obtenu sera considéré comme le coût de dégradation des investissements du Xème Plan.

L'évaluation du coût de dégradation environnementale pour les deux secteurs du transport et de l'industrie s'appui sur deux composantes principales :

- L'évaluation des impacts de la pollution émise par ces deux secteurs sur la santé humaine, et
- L'évaluation des impacts de la pollution émise par ces deux secteurs sur les biens économiques et environnementaux du pays.

5.3.2 L'évaluation des impacts de la pollution émise par ces deux secteurs sur la santé humaine

Nous partons de la formule générale des fonctions Dose-Réponse :

$$dH_i = b_i \times POP_i \times dA$$

Où :

dH_i est le nombre d'individu affecté par le problème sanitaire *i* ou le nombre de cas qui ont subis l'impact sanitaire *i.*

b_i est la pente de la fonction dose –réponse.

POP_i est la population qui réside dans la zone dégradée, c.à.d. la population à risque.

dA est le seuil réel d'un certain polluant de l'air, au dessus du niveau fixé par l'OMS, dans la zone retenue.

La valeur économique de cet impact se calcule ainsi :

$$TC_i = V_i \times dH_i \qquad (2)$$

Où :

TC_i est la valeur économique totale de la dégradation sanitaire *i.*

V_i est la valeur du problème sanitaire *i.* En général, ceci pourra être le coût de traitement, par cas, de l'impact sanitaire i, ou bien la valeur de la vie humaine lorsqu'il y a mortalité.

Sur la base de ces formules nous évaluerons les coûts engendrés par les différents problèmes sanitaires. Nous donnerons comme exemple illustratifs de ces coûts :

Exemple : Dans le cas de l'estimation des impacts économiques de la dégradation de l'air dans la ville Djakarta (Indonésie), l'équation (1) a pris la forme suivante :

Admission Hospitalière pour Problème Respiratoire (AHR)

Exemple : $Nombre\ de\ cas\ de\ AHR = 0.000012 \times (PM_{10} - LowPM_{10}) \times POP$

Où

Low PM_{10} est la concentration annuelle moyenne autorisée

Visite d'Urgence (VU)

Exemple : $Nombre\ de\ cas\ de\ VU = 0.0002354 \times (PM_{10} - LowPM_{10}) \times POP$

Maladies Enfantines Respiratoire Faibles (MERF)

$$Nombre\ de\ cas\ de\ MERF = 0.000169 \times (PM_{10} - LowPM_{10}) \times (1 - \Pr opA) \times POP$$

Nous venons de donner quelques exemples illustratifs de la procédure à conduire pour l'évaluation du coût des dégradations environnementales provoquées par la pollution atmosphérique émise par les projets de développements suite aux investissements du Xème Plan.

Une fois l'ensemble des coûts est ainsi évalué Il faudrait procéder à la répartition de ces coûts de dégradation par secteur économique.

5.3.3 Les données requises pour cette évaluation

Afin de pouvoir calculer les coûts des impacts sanitaires suite à la pollution atmosphérique essentiellement provoquée par les émissions du secteur industriel et celui du transport les données suivantes sont nécessaires :

- ***Le nombre de cas de mortalité prématurée*** et les AVCI (cardio-vasculaire et cancer des poumons) imputées à l'exposition de longue durée aux $PM_{2.5}$ pour les personnes dépassant l'âge de 30 ans.
- ***Le nombre de cas de mortalité prématurée*** et les AVCI d'infections respiratoires attribuées à l'exposition de courte durée aux PM_{10} pour les enfants de moins de 5 ans.
- ***Le nombre de cas de mortalité prématurée provoquée par toutes les causes à l'exposition de courte durée aux PM_{10}***. Notons que cette estimation ne doit pas être ajoutée aux rubriques qui viennent d'être calculées pour des raisons de double comptage ; cependant le calcul de ce nombre fournirait des informations très utiles.
- ***Le nombre d'Admission Hospitalière pour Problème Respiratoire (AHR). La valeur*** d'un cas d'AHR est estimée comme le coût moyen du traitement médical d'une admission. Ce coût couvre le service médical du médecin, les médicaments administrés et approximativement deux jours d'hospitalisation.

- ***Le nombre de Visite d'Urgence (VU).*** La valeur d'un cas de VU est estimée comme le coût moyen de l'utilisation des services d'une admission d'urgence. Ce coût comprend les services d'un médecin, les médicaments administrés et un seul jour d'une chambre d'urgence.

- ***Jours d'Activité Restreintes (JAR)***. La valeur d'un cas de JAR est supposée être égale au revenu individuel moyen d'une journée de travail. Nous supposons que ce revenu soit égal au SMIG.
- ***Maladies Enfantines Respiratoire Faibles (MERF)***. La valeur d'un cas de MERF est calculée comme le coût médical moyen du traitement d'un cas MERF, qui est égale au coût du service d'un médecin et les médicaments requis pour traiter ce cas.
- ***Attaque Asthmatique (AA).*** La valeur d'un cas d'AA est approximativement égale au coût moyen de son traitement médical, qui est égal au coût du service d'un médecin et les médicaments requis pour traiter ce cas.
- ***Journée de Symptôme Respiratoire (JSR).*** La valeur d'un cas de JSR est supposée être égale au coût moyen de son traitement médical.
- ***Bronchites Chroniques (BC).*** La valeur d'un cas de *BC* est supposée être égale au coût moyen de son traitement médical.
- ***Hypertension parmi les Adultes (HA).*** La valeur d'un cas de HA est estimée par le coût de traitement médical moyen par individu

Notons que toutes les données que nous venons de mentionner seront relatives à la pollution atmosphérique supplémentaire suite aux investissements publics du Xème Plan.

A notre connaissance, la plupart des données que nous venons de répertorier ne sont malheureusement pas disponibles en Tunisie. C'est pourquoi nous allons essayer d'autres pistes qui ne requièrent pas d'informations aussi fine et surtout aussi désagrégées.

5.3.4 L'évaluation des impacts de la pollution émise par ces deux secteurs sur les biens économiques et environnementaux du pays

Le calcul des impacts négatifs de la pollution atmosphérique émise par les secteurs du transport et de l'industrie s'appuiera sur l'étude « ***Measuring the damages of air pollution in the United States*** » et publiée dans la prestigieuse revue internationale « ***Journal of Environmental Economics and Management*** » (JEEM) en 2007, que nous avons déjà présenté dans la phase I.

Cette étude nous révèle les résultats suivants :

- Selon le scénario de base le dommage annuel brut (DAB) s'élève en 2002 aux USA à 74.3 Milliards $ (M$), soit 0.7% du GDP.
- Le gros des dommages est du aux effets sur la santé humaine, soit 70 M$ (94% du total). Ces dommages se répartissent en 53M$ (71 %) dus à la mortalité prématurée et 17 M$ (23 %) dus aux différentes maladies résultantes de la pollution.
- Le reste des dommages, soit 4.3 M$ (6 %), est du aux impacts non sanitaires de la dégradation de la qualité de l'air. Ces dommages se répartissent ainsi : 2.7 M$ (3.6 %) du à la perte de visibilité ; 1.2 M$ (1.6 %) du à la réduction de la productivité agricole ; 0.080 M$ (0.1 %) du à la réduction de la valeur présente de la réduction du rendement de la forêt ; 0.1 M$ (1.3 %) du à la dépréciation des biens matériels ; et enfin 0.03 M$ (0.4 %) du aux pertes des usages récréatifs.

L'étude ajoute : Les impacts non sanitaires de la dégradation de la qualité de l'air aux USA durant l'année 2002 sont donc relativement faibles (à peine 6% du total), ce qui est tout à fait consistant avec la littérature économique dans cette discipline (*Freeman, A M, Environmental Policy since Earth day I : what have we gained ? J. Econ. Perspect. 16(1) (2002), 125-146 ; Burtraw and al., costs and Benefits of reducing air pollution….., Econ. Policy 16(1998)*). Cependant, si ces dommages avaient été omis du DAB, les preneurs de décisions s'inquiéteraient et prétendraient même que ces DAB sous-estiment le vrai coût de dégradation de la qualité de l'air.

Cette étude évalue les dégradations environnementales provoquées par la pollution de l'air aux USA. Elle s'appuie sur un modèle d'évaluation intégré qui permet de calculer le dommage marginal associé avec l'émission d'une tonne additionnelle de pollution à partir d'environ 10 000 sources aux USA.

Les dommages marginaux sont calculés ainsi :

- En partant du niveau d'émission autorisé, le modèle APEEP (Air Pollution Emissions Experiments and Policy analysis) est utilisé pour calculer la concentration de pollution, les impacts physiques ainsi que l'évaluation monétaire des dommages. Pour toute tonne additionnelle de polluant d'une source, les dommages seront ainsi recalculés. En retranchant du niveau de

dommage nouvellement atteint le seuil toléré, nous obtenons le dommage marginal d'une source additionnelle de pollution. Cette expérience est alors répétée pour chacune des 10 000 sources et pour chacun des six polluants retenus (NH3, NOx, PM2.5, PM10, SO2, et VOC). Le modèle permettra ainsi le calcul de 60 000 estimations de dommages marginaux. L'addition des dommages totaux à travers toutes les sources fournit le Dommage Annuel Brut (DAB) qui constitue une comptabilité verte parallèle au calcul classique du Produits Intérieur Brut (PIB). Ces deux indicateurs mesurent ainsi la valeur de la production en calculant la somme des quantités de chaque bien produit multiplié par son prix courant.

Ce travail pionnier constitue la première tentative d'évaluer les dégradations environnementales de la pollution de l'air en utilisant les valeurs marginales de plusieurs sources spécifiques.

Le recours aux valeurs marginales se distingue par des avantages certains sur l'utilisation uniquement des valeurs moyennes :

- D'abord, en mesurant les dégradations marginales pour chaque polluant, nous pouvons explorer des politiques environnementales qui ciblent les émissions de chaque polluant.
- Ensuite, en évaluant les dommages marginaux, qui intègrent explicitement la dimension spatiale, il est possible d'explorer l'importance de la variation spatiale de ces dommages. En effet cette démarche encouragerait les politiques ciblant les émissions dans des lieux différents en s'appuyant sur leurs impacts marginaux.
- Enfin le recours aux dommages marginaux permet une évaluation des dommages agrégés compatible avec les concepts du revenu national. L'utilisation du DAB permet ainsi de suivre le changement des dégradations environnementales de la pollution à travers le temps, exactement comme le PIB suit les changements de l'activité économique.

La démarche de l'évaluation du coût de dégradation environnementale pour les secteurs du transport et de l'industrie devra être conduite ainsi :

- Evaluer les impacts sanitaires par la méthodologie que nous avons proposée.

- Attribuer aux dégradations non sanitaires la valeur de 6 % du total comme démontré par l'étude que nous venons d'exposer

6. Conclusion Générale

Cette deuxième phase de l'étude, objet de ce rapport, a été consacrée à l'évaluation du coût environnemental des investissements publics au développement pendant le Xème Plan. Nous avons commencé par établir le cadre méthodologique approprié à l'évaluation monétaire du coût de dégradation environnementale par secteur d'activité économique suite aux investissements publics du Xème Plan de développement. La confection de formules adéquates, qui permettent de calculer les coûts environnementaux par secteur en mettant l'accent sur les données indispensables, est une étape incontournable. C'est pourquoi nous avons dressé pour chaque secteur un tableau à double entrées (Secteurs économiques-composantes environnementales) qui a fait apparaître les différents coûts à évaluer par la suite. Puis nous avons procédé à l'évaluation en terme monétaire du coût environnemental grâce aux formules qui viennent d'être dérivées.

Nous nous sommes vite rendu compte que les données actuellement disponibles en Tunisie ne permettent malheureusement pas d'obtenir des résultats plausibles. Notons au passage que même si pour le moment nous ne sommes pas capables d'utiliser la batterie de formules mises au point pour calculer les différents coûts de dégradation environnementales de la manière la plus appropriée, ce travail permettrait, une fois que la Tunisie aura les moyens de collecter l'information requise, de procéder facilement à l'évaluation requise. Cependant, afin de pallier à l'absence que nous espérons transitoire, de l'information nécessaire à l'évaluation demandée, nous avons mis au point une démarche alternative pour obtenir des résultats économiquement interprétables même s'ils ne constituent qu'une approximation. Nous avons appliqué cette approche alternative à l'évaluation du coût de dégradation du secteur agricole. Nous tenons à mentionner que ce calcul n'a été possible que grâce à une étude de la banque mondiale de 2007 intitulée « l'évaluation du coût de la dégradation de l'eau en Tunisie » qui a procédé à une évaluation du coût de dégradation environnementale de l'eau en Tunisie.

Malheureusement nous étions dans l'incapacité d'appliquer actuellement cette approche alternative aux autres secteurs d'activité économique. La seule raison réside dans l'inexistence d'études appropriées pour l'évaluation des impacts sanitaires provoqués par la pollution atmosphérique émises par les secteurs du Transport et de l'industrie. Cette approche pourrait être appliquée dès que de telles études ainsi que les données indispensables seront disponibles.

Notre omission du calcul du coût de dégradation environnementale relatif au secteur touristique s'explique uniquement par le faite que les investissements publics du Xème de développement dans ce secteur sont quasi négligeables. En effet l'essentiel des investissements, à l'exception de l'infrastructure de base, dans le secteur touristique est plutôt de nature privée.

Les résultats que nous avons obtenus pour le secteur agricole sont assez plausible et surtout conformes à l'intuition économique et comparables aux résultats de l'étude de 2007. En effet, le coût de la dégradation environnementale additionnel en termes des investissements publics dans le secteur Agricole varie de 0 % en 2003 à 1.66 % en 2006. En moyenne ce coût est de l'ordre de 0.75 % des Investissements publics dans le secteur agricole durant le Xème Plan de développement économique.

Ce résultat est fort utile aux preneurs de décisions aussi bien à l'échelle du secteur qu'à l'échelle nationale pour plusieurs raisons, nous tenons à insister sur celles qui nous paraissent les plus importantes à savoir :

- Cette évaluation monétaire du coût de dégradation environnementale des investissements publics de développement économique et social dans le secteur agricole permet ainsi de connaitre l'ampleur des pressions opérées sur le milieu naturel et de les comparer aux résultats obtenus dans le reste du monde et surtout dans les pays similaires.
- Cette estimation permet aussi aux responsables du secteur d'évaluer les moyens requis pour remédier aux dégradations infligées.
- L'évaluation de ***« l'efficacité environnementale*** » des investissements publics grâce à l'estimation des coûts supportés par l'environnement pour chaque unité monétaire investie s'inscrit ainsi dans l'optique de la promotion d'un développement durable.
- Enfin l'attribution d'une valeur monétaire aux dégradations environnementale : (i) fournit un outil pour classer les coûts sociaux relatif des dégradations les plus diverses ; (ii) offre aux preneurs de décisions en la matière un instrument objectif pour évaluer quantitativement les coûts de dégradation réels et intégrer ainsi les aspects environnementaux dans les décisions de développement économique ; (ii) permet une comparaison des dommages dus aux dégradations des ressources environnementales avec les autres indicateurs économiques ; (iv) donne aux responsables du secteur environnemental des instruments adéquats pour discuter de l'importance de la protection de l'environnement en termes économiques, dans le même

«langage» qu'utilisent les autres preneurs de décision dans les secteurs concernés par les biens marchands.

Références Bibliographiques

1. Annuaire Agricole 2003. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie.
2. Annuaire Agricole 2007. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie.
3. Dixième Plan de Développement (2002-2006). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.
4. Muller, Nicholas Z. & Robert Mendelsohn (2007) "Measuring the damages of air pollution in the United States" *Journal of Environmental Economics and Management, 54, 1-14.*
5. Onzième Plan de Développement (2007-2011). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.
6. Onzième Plan de Développement (2007-2011) ; Volume 1 : contenu global (en arabe). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.
7. Onzième Plan de Développement (2007-2011) ; Volume 2 : contenu sectoriel (en arabe). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.
8. Onzième Plan de Développement (2007-2011) ; Volume 3 : contenu régional (en arabe). Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, Tunisie.
9. World Bank (2007) « Evaluation du Coût de la Dégradation de l'Eau : république Tunisienne ». Rapport N° 38856-TN.