

UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA
FACULTÉ DES SCIENCES ÉCONOMIQUES, SCIENCES DE
GESTION ET SCIENCES COMMERCIALES

MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Magister
en Sciences Économiques

OPTION :

ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Éssai d'évaluation monétaire des pertes sanitaires dues
à la pollution atmosphérique : Cas de six communes
de la wilaya d'Alger.

Présenté par : ZOUAOUA Med Djamil

Sous la Direction du D^r KAÏD TLILANE Nouara

Composition du jury :

Président : P^r Lamri Larbi, Université d'Alger

Encadreur : D^r Kaïd Tlilane Nouara, M.C, Université de Bejaia

Examineurs : D^r Ait Saidi Ahmed, M.C, Université de Bejaia

D^r Fellah Lazhar, M.C, Université de Bejaia (retraité)

-Année 2008-

DEDICACES

Á MES PARENTS,

Á MA SŒUR

ET Á MA GRAND MERE

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements en quelques mots, c'est peu certes, mais cela vient de la profondeur du cœur, à toutes celles et tous ceux qui m'ont apporté aide et assistance sans que ce travail n'aurait jamais aboutit.

Je pense d'abord à mon encadreur, le Docteur Madame Nouara TLILANE, maître de conférence à l'université Abderrahmane MIRA de Bejaia, qui a bien voulu accepter, en dépit de sa surcharge de travail, de me guider dans ce projet dont je ne soupçonnais guère combien il pouvait être aussi harassant, et en même temps passionnant tant pour moi que pour elle. Je voudrai qu'elle trouve, ici, le témoignage de ma profonde reconnaissance de m'avoir, sans relâche, éclairé de ses précieux conseils, transmis la rigueur scientifique, orienté dans une démarche pragmatique et pédagogique, et su toujours m'en encouragé. Je reste très ému et très respectueux du courage dont elle a fait preuve particulièrement à des moments très difficiles où des douleurs la tenaillaient au dos, alors qu'on était en plein travail, elle souffrait sans dire un mot, elle reprenait, laborieusement certes, mais digne et avec ténacité, le cours de nos travaux. Merci Madame, pour cette autre leçon de courage et d'abnégation.

Je tiens à remercier particulièrement Monsieur Abderrahmane BOUKADOUM., chef de service de l'organisme de surveillance de la qualité de l'air d'Alger : SAMA SAFIA, pour l'aide et la compréhension qu'il m'a apportées, sachant que je venais de loin, pour me permettre de recevoir les données de surveillance de la qualité de l'air, mesurées en routine par l'ensemble des stations du réseau de surveillance de la ville d'Alger, via internet. Je remercie également son assistante Madame Yasmina BENABDELLAH qui a également apporté son aide à cette opération.

Mes remerciements vont également au professeur Salim NAFTI, chef de service de la clinique des maladies respiratoires «Ibn Zhor» du CHU Mustapha Bacha d'Alger, au professeur Nouredine ZIDOUNI, Chef de service de pneumologie du CHU Issad Hassani de Beni Messous Alger, au professeur Kheireddine MERAD, chef de service de cardiologie du CHU Mustapha Bacha d'Alger, au professeur Mohand Said ISSAD, chef de service de cardiologie du CHU Issad Hassani de Beni Messous, au professeur S. TAGHILT ainsi qu'au professeur Rabah AMRANE, respectivement adjoint et chef du service de pneumologie du CHU Maillot de Bab El Oued. Je tiens à tous les remercier pour m'avoir accueilli et pour l'aide qu'ils m'ont apportée dans le cadre de ce projet.

Mes vifs remerciements vont également à Mr Yacine KHARCHI, directeur à l'ONS qui a mis à ma disposition les données nécessaires à la réalisation de ce travail. Je remercie vivement le Docteur Youcef LAID de l'Institut National de Santé Publique (INSP) pour les précieux éclaircissements qu'il m'a donnés en matière d'études d'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Il m'a offert une copie de son étude d'EIS pour exposition au PM10 sur l'année 2002 dans la commune de Sidi M'Hamed qui m'a permis de lire la première EIS réalisée en Algérie.

Je remercie Ahmed (dit Hamid) AIT SAÏDI, maître de conférences à l'université de Bejaia, pour avoir répondu positivement à mon appel, pour ses conseils, ses orientations et son assistance dans la partie mathématique de ce travail. Je le remercie d'avoir donné de son temps malgré ses responsabilités en tant que doyen et enseignant.

Je remercie tous les enseignants de la P.G d'Economie de la Santé et du Développement Durable : le professeur Mohand Cherif AÏNOUCHE, le maître de conférences Lazehar FELLAH, le maître de conférences Ahmed AIT SAÏDI, le maître de conférence Nouara KAÏD TLILANE. le professeur Larbi LAMRI et le professeur Brahim BRAHMIA.

Je remercie le président du jury, le professeur Larbi LAMRI ainsi que les deux membres du jury, les maîtres de conférences, le docteur Ahmed AIT SAÏDI et le docteur Lazehar FELLAH qui ont accepté de se donner la peine de lire ces deux cent pages.

M^{ed} Djamil ZOUAOUA

LISTE DES ABREVIATIONS

APHEA	Air Pollution and Health a European Approach
CAP	Consentement à payer
CAR	Consentement à recevoir
CMED	Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement
Co	Monoxyde de carbone
Co₂	Dioxyde de carbone
EIS	Evaluation de l'impact sanitaire
INSP	Institut national de santé publique
InVs	Institut de veille sanitaire
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MCD	Méthode des coûts de déplacement
MCEM	Méthode du coût économique de la maladie
MDP	Méthode des dépenses de protection
MEC	Méthode d'évaluation contingente
MEDD	Ministère de l'Environnement le Développement Durable
MPH	Méthode des prix hédonistes
MSP	Ministère de la Santé et de la Population
MSPRH	Ministère de la Santé, de la Population et de la Reforme Hospitalière
NA	Nombre d'événements attribuables
NO	Monoxyde d'azote
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NO₂	Dioxyde d'azote
NO_x	Mixture non spécifiée d'oxydes d'azote en particulier NO et NO ₂
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONS	Office national des statistiques
O₃	Ozone
PIB	Produit intérieur brut
PM_{2,5}	Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 µm

PM10	Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm
PNAE-DD	Plan National d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable
PSAS-9	Programme de surveillance air et santé dans 9 villes françaises
RR	Risque relatif
SO2	Dioxyde de soufre
SAMA SAFIA	Organisme de surveillance de la qualité de l'air d'Alger
VET	Valeur économique totale
VES	Valeur d'une vie statistique
VED	Valeur d'évitement d'un décès

PLAN	PAGES
DEDICACE	I
REMERCIEMENTS	II
LISTE DES ABREVIATIONS	IV
SOMMAIRE	VII
INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I : APPROCHE THEORIQUE DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT	11
INTRODUCTION DE LA I^{ère} PARTIE	7
CHAPITRE 1 : LA NATURE DANS LA PENSEE ECONOMIQUE	9
INTRODUCTION	9
I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT	10
II. LE DEVELOPPEMENT DURABLE.	21
CONCLUSION	29
CHAPITRE 2 : STATUT DU BIEN SANTE : CONSOMMATION OU INVESTISSEMENT ?	
INTRODUCTION	31
I. LES MODELES THEORIQUES DE LA DEMANDE DE SANTE	32
II. LA RECIPROCITE DE L'EFFET DE CAUSALITE SANTE- CROISSANCE	41
III. LA TRANSITION EPIDEMIOLOGIQUE	53
CONCLUSION	59
CONCLUSION DE LA I^{ère} PARTIE	60
PARTIE II : MONETARISATION DES GAINS DE MORBIDITE ASSOCIES À LA REDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS SIX COMMUNES DE LA WILAYA D'ALGER	
INTRODUCTION DE LA II^{ème} PARTIE	62

CHAPITRE 3 : LES FONDEMENTS THEORIQUES ET LES METHODES DE VALORISATION DES BENEFICES DE PROTECTION DES ACTIFS NATURELS

INTRODUCTION	65
I. LES PRE REQUIS THEORIQUES DE LA MONETARISATION DES GAINS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	66
II. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRES DES BENEFICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	74
III. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRES DES BENEFICES DE SANTE PROCURES PAR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	87
CONCLUSION	99

CHAPITRE 4 : EVALUATION DU COÛT ECONOMIQUE DE LA MALADIE

INTRODUCTION	101
I. PRESENTATION DE LA METHODE	101
II. PRINCIPES DE DEROULEMENT	106
III. RESULTATS DE L'EIS ET MONETARISATION	123
CONCLUSION	136

CHAPITRE 5 : EVALUATION CONTINGENTE

INTRODUCTION	138
I. L'ENQUETE	139
II. APPROCHE PAR LA FONCTION D'UTILITE ALEATOIRE ET RESULTATS	154
CONCLUSION	166

CONCLUSION DE LA IIème PARTIE

CONCLUSION GENERALE

ANNEXES	172
BIBLIOGRAPHIE	193
TABLE DES MATIERES	199
RESUMES	202

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I : APPROCHE THEORIQUE DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT	
INTRODUCTION DE LA I^{ère} PARTIE	7
CHAPITRE 1 : STATUT DU BIEN SANTE : CONSOMMATION OU INVESTISSEMENT ?	9
Introduction	9
I. LES MODELES THEORIQUES DE LA DEMANDE DE SANTE	10
II. LA RECIPROCITE DE L'EFFET DE CAUSALITE SANTE- CROISSANCE	19
III. LA TRANSITION EPIDEMIOLOGIQUE	31
Conclusion	37
CHAPITRE 2 : LA NATURE DANS LA PENSEE ECONOMIQUE	38
Introduction	38
I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT	39
II. LE DEVELOPPEMENT DURABLE.	51
Conclusion	59
CONCLUSION DE LA I^{ère} PARTIE	61
PARTIE II : MONETARISATION DES GAINS DE MORBIDITE ASSOCIES À LA REDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS SIX COMMUNES DE LA WILAYA D'ALGER	
INTRODUCTION DE LA II^{ème} PARTIE	63

CHAPITRE 3 : LES FONDEMENTS THEORIQUES ET LES METHODES DE VALORISATION DES BENEFICES DE PROTECTION DES ACTIFS NATURELS	65
Introduction	65
I. LES PRE REQUIS THEORIQUES DE LA MONETARISATION DES GAINS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	66
II. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRES DES BENEFICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	74
III. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRES DES BENEFICES DE SANTE PROCURES PAR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	87
Conclusion	99
CHAPITRE 4 : EVALUATION DU COUT ECONOMIQUE DE LA MALADIE	101
Introduction	101
I. SELECTION DE LA ZONE D'ETUDE, CONSTRUCTION DES INDICATEURS ET METHODE DE CALCUL	106
II. RESULTATS DE L'EIS ET MONETARISATION	124
Conclusion	136
CHAPITRE 5 : L'EVALUATION CONTINGENTE	139
Introduction	138
I. L'ENQUETE	
II. APPROCHE PAR LA FONCTION D'UTILITE ALEATOIRE ET PRESENTATION DES RESULTATS	154
Conclusion	166
CONCLUSION DE LA IIème PARTIE	167
CONCLUSION GENERALE	169
ANNEXES	172
BIBLIOGRAPHIE	193
TABLE DES MATIERES	200

INTRODUCTION GENERALE

Le nombre abondant de travaux sur l'évaluation monétaire des effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé de l'homme explique les continuel affinement et adaptations des pratiques utilisées à cette fin. En effet, si les dégradations sanitaires de la pollution atmosphérique ne restent plus à démontrer, il n'en est pas moins vrai que la connaissance du coût monétaire des dégradations qu'inflige la pollution de l'air à une société demeure nécessaire.

En Algérie, la crise écologique s'est traduite par une réduction de la qualité de vie du citoyen algérien, en général, et des préjudices infligés à son état de santé, en particulier¹. Le coût total des dommages consécutifs à la pollution globale, est estimé pour l'année 2002, à 7% du produit intérieur brut (PIB) dont 1,98% du PIB correspondant aux pertes de santé et de qualité de vie des citoyens². La part incombant à la pollution atmosphérique, dans les pertes de santé et de qualité de vie des algériens, représente la part la plus élevée de toutes les parts de pertes de santé et de bien-être causées par les différentes formes de pollution. Près de la moitié (47%) des pertes de santé et de bien-être est attribuable à la seule pollution de l'air ou pollution atmosphérique, ce qui représente près de 1% du PIB³. Les chiffres venant d'être énoncés sont, pour le moins que nous puissions dire, considérables et méritent une attention toute particulière.

Les pertes de santé auxquelles nous nous intéressons, dans le cadre de notre travail ont pour origine une détérioration quantitative et/ou qualitative des flux de services rendus à l'homme par un actif de la nature : l'air. La solution proposée dans le cadre de la théorie de l'internalisation des externalités est un résultat standard de l'analyse économique néoclassique qui est appliqué au domaine environnemental : l'équilibre optimal est atteint par l'égalisation du coût privé et du bénéfice social marginaux de dépollution. Dans le cadre de ce travail, c'est non pas cette mise en comparaison du bénéfice social et du coût privé de la dépollution que nous

¹: Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), Plan National d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD), (2002). P.14.

²: Idem. P.23.

³: Idem.

envisageons, nous tenterons, plutôt d'évaluer, en termes monétaires, le bénéfice sanitaire social de la dépollution de l'air, ou réciproquement, le dommage sanitaire social de la dégradation de la qualité de l'air, subi par les habitants des six communes de la wilaya d'Alger durant la période 2006.

L'apparition de nouvelles théories de la croissance endogène a été à l'origine d'un renouvellement dans le raisonnement de la croissance et du cycle économique. La pertinence des approches rattachant l'état de santé général d'une population aux mécanismes générateurs ou aux moteurs de la croissance endogène (comme l'investissement en capital humain, les dépenses publiques, etc.) fit que l'état de santé, au même titre que le niveau d'éducation, devenait bien plus que le reflet (le résultat) du niveau de vie et de croissance des sociétés ; il en était simultanément une variable explicative et déterminante⁴.

En vertu de la réciprocité du lien de causalité entre l'état de santé général d'une population et ses niveaux de développement et de croissance, nous pouvons néanmoins affirmer, *ceteris paribus*, que plus les différentes atteintes à l'état général de santé de la population, et éventuellement celles portées par la pollution atmosphérique, seront significatives, plus les facteurs de la croissance et de développement de la nation s'amourront, tant du point de vue qualitatif que quantitatif.

L'intérêt de ce travail relève de la question de la qualité et de la durabilité de la croissance, en ce sens où, il mettra en exergue une contrainte qui est de nature nouvelle et complexe, soit la contrainte d'ordre écologique que l'État Algérien doit prendre en compte pour garantir une croissance économique et un développement de tous les aspects du bien-être humain sans les compromettre par une crise écologique qui mettrait en péril les acquis en matière de santé publique et d'avancée sur le chemin de la transition épidémiologique. Ce qui, à terme, par effet contra cyclique, agirait négativement sur la croissance.

L'issue écologique des actifs de l'environnement aura un poids qui variera

⁴: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France, Paris. P .6.

selon l'actif affecté, mais un poids certain sur l'état de santé général et donc un impact déterminant sur la quantité et la qualité des facteurs de croissance et de développement des nations. Le procédé de l'internalisation des externalités environnementales en étayant théoriquement la mise en pratique de normes ou de taxes à la pollution, c'est-à-dire, en justifiant la protection des actifs environnementaux, justifie simultanément la promotion de l'état général de santé de la population qui est facteur déterminant de la croissance. Néanmoins, un préalable à la mise en œuvre de la théorie de l'internalisation est l'évaluation monétaire des bénéfices que procure l'amélioration de la qualité environnementale.

L'objet de ce travail consiste en un essai de réalisation de cette étape préalable, c'est-à-dire que nous tenterons d'évaluer, en termes monétaires, les pertes de santé induites par la détérioration de la qualité de l'air, ou symétriquement, les bénéfices sanitaires procurés par une réduction de la pollution atmosphérique, durant l'année 2006 et sur une zone d'étude regroupant six communes de la wilaya d'Alger.

Notre réflexion se base sur les hypothèses suivantes :

1. Sous réserve des hypothèses fondamentales de la théorie néoclassique, le procédé de l'internalisation des externalité étaye la mise en œuvre de mesures de protection de l'environnement.
2. L'hypothèse de réciprocité de l'effet de causalité entre l'état de santé général des populations et de leurs niveaux de développement, revient à considérer l'état de santé comme une variable explicative et déterminante de la croissance.
3. Chacune des deux méthodes de monétarisation des gains de morbidité attendus d'une amélioration de la qualité de l'air que nous mettrons en œuvre présente des avantages et éventuellement des limites propres à l'approche dont elle est issue.
4. Le rôle de la protection de l'air respirable dans la promotion d'une croissance

saine et durable, sera d'autant plus pertinent, que la qualité de l'air sera une variable déterminante de l'état de santé général.

L'élaboration de ce travail suivra la démarche méthodologique suivante : une recherche bibliographique et documentaire qui traite des concepts théoriques et pratiques développés dans le cadre de l'économie de l'environnement, du développement durable, de l'économie de la santé et des méthodes de monétarisation des dommages environnementaux. Pour la réalisation des évaluations monétaires de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans notre champ d'étude, la collecte des données et des documents officiels et de travail nous a amené à solliciter la collaboration de SAMASAFIA qui est le réseau de surveillance de la qualité de l'air à Alger, de l'Institut National de Santé Publique (INSP), des services d'enregistrement des admissions dans les quatre centres hospitalo-universitaires (CHU) de l'agglomération d'Alger et de l'Office National des Statistiques (ONS).

Le choix de notre plan de travail ne s'est pas fait de façon contingente, mais par rapport à la nature du sujet qui lie deux domaines particuliers de recherche et d'application de la science économique : la nature et la santé. À cet égard, Nous consacrons la première partie qui se compose de deux chapitres à la revue des notions et concepts théoriques qui font office d'outils de réflexion et d'analyse à l'économiste qui étudie des problèmes relevant du domaine de l'environnement et de celui de la santé.

Dans le premier chapitre, nous nous intéresserons à l'origine de cette détérioration de l'état de santé général, soit une détérioration d'un actif de l'environnement, dans notre cas, l'air. Pour comprendre le statut accordé aux actifs naturels, nous étudierons les principes fondamentaux de chacune des deux principales écoles ou courants de pensée en matière d'appréhension et de traitement des problèmes écologiques : l'économie de l'environnement et le développement durable.

Dans le deuxième chapitre de cette partie, nous nous replaçons dans un cadre différent du précédant en revenant sur l'aspect "conséquence" de cette détérioration

de la qualité de l'air, c'est-à-dire que nous nous intéresserons à la santé. Nous tenterons, plus exactement, de comprendre les mécanismes qui entretiennent la réciprocité du lien de causalité entre l'état de santé général des populations et leurs niveaux de croissance et développement atteints.

Pour tenter dans la deuxième partie de ce travail de recherche de mettre en pratique deux méthodes d'évaluation monétaire de la charge de morbidité induite par la dégradation de la qualité de l'air durant l'année 2006 et dans six communes de la wilaya d'Alger. Nous aurons recours à l'étude, dans le troisième chapitre, des fondements théoriques et des méthodes de monétarisation des dommages engendrés par la détérioration des actifs naturels.

Dans le quatrième chapitre, nous mettrons en œuvre une évaluation du coût économique de la maladie qui doit, au préalable, passer par une étude d'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique dans la zone d'étude afin que cet impact puisse être ensuite monétarisé.

Dans le cinquième chapitre, nous mettrons en pratique la méthode d'évaluation contingente pour estimer le consentement à payer (CAP) des habitants de la zone d'étude pour bénéficier d'une amélioration de la qualité de l'air. À cet effet, nous aurons recours à un traitement économétrique de régression non linéaire et à un modèle d'utilité aléatoire.

PARTIE I : APPROCHE
THEORIQUE DE
L'ENVIRONNEMENT ET DE LA
SANTÉ

INTRODUCTION A LA PREMIERE PARTIE :

Notre thème, de par sa nature, est lié aux deux domaines de recherche et d'application de la science économique : la santé et l'environnement. Chacun de ces deux domaines constitue une branche spécialisée et à part entière de la science économique, avec sa propre littérature, ses propres auteurs et son propre socle théorique. Nous consacrons, à cet égard, la première partie qui se compose de deux chapitres à la revue des notions et concepts théoriques servant d'outils de réflexion et d'analyse à l'économiste étudiant les problèmes relevant du domaine de l'environnement et de celui de la santé.

Dans le premier chapitre, nous nous intéresserons à l'origine de cette détérioration de l'état de santé général, soit une détérioration d'un actif de l'environnement : l'air. Pour ce faire, nous essaierons de situer le statut accordé aux actifs naturels dans la théorie économique en étudiant les fondements de chacune des deux principales écoles ou principaux courants de la pensée économique en matière d'appréhension et de traitement des problèmes environnementaux : l'économie de l'environnement et le développement durable. Nous étudierons d'abord les notions théoriques essentielles autour desquelles s'érige l'économie de l'environnement. Puis, nous nous intéresserons aux principes fondamentaux du développement durable. L'étude des fondements de chacune de ces deux écoles de conceptualisation des problèmes écologiques nous permettra de comprendre comment et dans quelles mesures la conception du développement durable rejette et remet en cause la solution proposée par la théorie économique standard, soit le procédé d'internalisation des externalités environnementales. Nous comprendrons, ainsi, la nécessité de faire abstraction de certaines hypothèses pour conserver sa validité au résultat de la théorie de l'internalisation qui constitue la solution proposée par la théorie économique standard aux problèmes écologiques.

Dans le deuxième chapitre de cette partie, nous nous replaçons dans un cadre différent du précédent en revenant sur l'aspect «conséquences» de la

détérioration de la qualité de l'air, c'est-à-dire, une dégradation de l'état de santé des individus. Pour ce faire, nous tâcherons de mieux situer le statut de ce bien particulier qu'est la santé, c'est-à-dire, comprendre la position que lui concède la théorie économique. Il nous sera, ainsi, plus aisé de comprendre les mécanismes qui entretiennent le cercle d'interaction santé- croissance et donc le rôle que joue la promotion de la santé dans les dynamiques de croissance grâce, notamment, à un retour sur la notion de croissance endogène. Nous aborderons, enfin, la notion de transition épidémiologique. L'étude théorique de celle-ci et l'interprétation qui en est faite quant aux constats empiriques nous permettront de mieux faire le rapport avec l'étude de l'interrelation "santé- croissance", ce qui nous aidera à mieux cerner l'enjeu en Algérie, en termes de progression épidémiologique et donc de facteurs de croissance qui ressort de la maîtrise des maladies de la modernité.

CHAPITRE 1 : LA NATURE DANS LA PENSEE ECONOMIQUE

INTRODUCTION

L'étude dans ce chapitre portera sur le bien "environnement" car si la pollution de l'air se répercute sur l'état de santé des humains et engendre des coûts supplémentaires assimilés à des réductions de bien-être collectif à la charge de la société, il n'en demeure pas moins que ces effets sur la santé en particulier et sur le bien-être social en général ne sont que les conséquences secondaires des activités sources de pollution. La conséquence directe des activités polluantes étant la dégradation des flux de services que rend un bien de l'environnement, à savoir : l'air. Autrement dit, certaines activités socio-économiques sont responsables dans un premier temps de la dégradation de la qualité de l'air (conséquence primaire), cette dégradation est elle même responsable dans un deuxième temps des effets sur la santé.

Ce chapitre est consacré à l'étude des concepts et outils analytiques développés dans le cadre de l'économie de l'environnement et du développement durable. Leurs études serviront à mieux situer la place accordée à la nature par l'économiste lorsqu'il étudie un problème lié à cette dernière. L'économie de l'environnement étant reconnue comme une discipline à part entière de l'économie générale à laquelle elle emprunte ses outils conceptuels et fondements théoriques pour la résolution des problèmes environnementaux. Le développement durable tend plus à être une voie d'ouverture de l'analyse économique de la problématique environnementale sur de nouvelles conceptions et d'autres horizons de savoir dépassant largement les outils traditionnels et les champs conceptuels que met habituellement à son service la théorie économique standard. Nous comprendrons à travers l'étude du renversement théorique de la théorie standard des externalités la nécessité du passage d'une conception des problèmes écologiques par la théorie économique standard à une conception de type développement durable.

I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

Ce n'est qu'à partir de la fin des années soixante qu'une véritable littérature spécialisée dans le traitement économique des problèmes environnementaux a vu le jour : l'économie de l'environnement⁵. Cette discipline à part entière emprunte ses fondements théoriques à l'économie néoclassique et plus précisément à sa branche : l'économie du bien-être. Les concepts et résultats fondamentaux de l'économie de l'environnement sont imprégnés du paradigme de la théorie économique néoclassique : les préférences individuelles incarnent l'ultime référence et font coïncider l'équilibre concurrentiel et l'optimum social. Ce corpus théorique s'est érigé autour de trois notions fondamentales⁶ : les ressources naturelles, les biens collectifs et les effets externes.

1. Les ressources naturelles

Les économistes se sont d'abord intéressés à l'aspect quantitatif de la problématique environnementale, car si les actifs naturels sont des biens non productibles par l'homme, ils font néanmoins l'objet de sa demande, or certaines contraintes naturelles ou techniques limitent l'offre de ces biens⁷. C'est pour cela que la théorie économique inscrit une distinction préalable entre les deux différents types de ressources naturelles. La première catégorie est représentée par les ressources non renouvelables ou dites épuisables comme le charbon, le pétrole et d'autres ressources minières. La deuxième catégorie comprend les ressources renouvelables comme le bois ou le poisson.

1.1. Les ressources non renouvelables

Dans le cas des ressources épuisables, Jevons. W.S est considéré comme étant le précurseur de l'économie des ressources naturelles⁸, il publia en 1865 «*la question charbonnière*», les résultats de son étude prévoyaient l'épuisement des

⁵: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 8.

⁶: Cette présentation des concepts fondamentaux de l'économie de l'environnement, s'inspire de celle de Godard. O, « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, Centre National de Recherches Scientifiques (CNRS).

⁷: Abdelmalki. L, Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris. P. 35.

⁸: Abdelmalki. L, Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette. P. 35.

réserves de charbon de l'Angleterre en 1970. Mais c'est l'article publié par Hotelling⁹ en 1931 qui est devenu référence en la matière car contrairement à Jevons, Hotelling put intégrer le cadre théorique du raisonnement microéconomique au problème de la maximisation des flux nets actualisés procurés par l'exploitation d'une ressource épuisable. Hotelling¹⁰ suppose qu'en cas de substitution illimitée, le rassemblement de trois conditions, à savoir l'efficience du marché, la constance du progrès technique et la rareté spécifique (c'est-à-dire non généralisée à l'ensemble ressources) suffit à assurer une allocation dans le temps économiquement optimale de la ressource en question. Nous entendons par substitution illimitée, un lien entre un bien naturel et d'autres biens marchands d'une économie tel que la disparition de ce bien de l'environnement puisse être compensée par la consommation d'autres biens, et permettant ainsi aux individus de maintenir leur niveau d'utilité constant.

Nous allons maintenant présenter le raisonnement suivi pour permettre exploitation optimale dans le temps de la ressource non renouvelable, soit la règle de Hotelling, proprement dite. Nous reprendrons l'exemple le plus souvent cité¹¹, celui du pétrole. Pour simplifier, nous supposerons un investisseur disposant d'un capital à placer de valeur actuelle K_0 , deux éventualités se présentent à lui, il peut soit acheter des actifs rémunérateurs comme les biens immobiliers ou des titres sur un marché boursier qui se capitalisent au taux d'intérêt du marché : i ; soit se porter acquéreur d'un gisement de pétrole.

En optant pour un investissement financier, son capital initial K_0 , se valorisera au bout d'une période au taux d'intérêt i , la valeur acquise sera $K_0 (1+i)$. Alors qu'avec la deuxième option l'acquéreur d'un gisement ne peut rentabiliser cet investissement qu'avec l'unique vente de la ressource qui doit être préalablement extraite. Tout comme il peut revendre son gisement tel quel.

Au moment t_0 où il effectue l'achat du gisement, il dépense $K_0 = r_0 q$, avec q la quantité de pétrole *in situ*¹², par exemple des barils de pétrole, et r_0 le prix d'achat

⁹: Hotelling. H, « The economics of exhaustible resources », 1931, Journal of Political Economy, n° 39, 2.

¹⁰: Bürgenmeier. B, *Economie du développement durable*, 2005, De Boeck, Paris. P. 181.

¹¹: Godard. O, « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, le Centre National de Recherche Scientifique (CNRS).P. 7.

¹²: *In situ* : signifie sur place, le sens figuré ici est non encore extraite.

unitaire ou prix d'achat du baril *in situ*. Au temps $t = t_1$, le propriétaire peut espérer, soit revendre le gisement, soit extraire la ressource et la vendre sur le marché au prix unitaire p_1 , naturellement la différence entre p_1 et r_1 (prix d'achat actualisé au temps t_1), représente le coût d'extraction unitaire c_1 . Si V est le revenu que procure la vente de la ressource extraite, alors : $V = p_1 q = (r_1 + c_1) q$, et $r_1 q$ est le profit maximum de cette vente.

A l'état d'équilibre, l'investisseur doit être indifférent entre l'achat de titres et l'acquisition du gisement car si l'un des deux investissements était plus rentable, les allocations des investisseurs seraient toutes autres et il ne s'agirait plus d'une situation d'équilibre. A l'équilibre, nous devons forcément avoir :

$$K_0 (1+i) = r_0 q (1+i) = r_1 q \text{ et il en résulte : } r_0 (1+i) = r_1.$$

Cette égalité signifie que l'arbitrage entre la vente au temps t de la ressource extraite et sa conservation *in situ* pour une vente ultérieure s'opère d'une manière telle que la rente unitaire croît dans le temps au taux d'intérêt de l'économie.

S'appuyant sur une logique d'investissement rationnel, la règle d'Hotteling est en fait la démonstration, qu'en régime de concurrence, la rente unitaire que procure l'extraction de ces ressources s'apprécie dans le temps au même taux que le taux d'intérêt réel. Autrement dit, l'optimalité de l'exploitation de la ressource implique la constance du prix actualisé de cette ressource et l'égalité entre prix de la ressource et rente de rareté ou coût d'opportunité. Ce résultat dépend, évidemment, du réalisme des hypothèses de construction du modèle l'ayant mis en exergue. Or, sur le plan concret, la structure oligopolistique du marché du pétrole qui est formée de quelques cartels (dont l'OPEP) et l'existence de rendement d'échelle font défaut au contexte de perfection de la concurrence du modèle de Hotelling (1931). De plus, l'hypothèse de substituabilité infinie ne prend en aucun cas en compte l'incertitude quant au coût d'opportunité réel.

1.2. Les ressources renouvelables

A l'inverse des ressources épuisables, les ressources renouvelables ont la capacité de se régénérer suivant une loi d'évolution naturelle, il s'agit essentiellement

de stocks biologiques¹³ comme le poisson ou les forêts. La théorie économique propose une règle pour une exploitation optimale de la ressource compatible avec le taux de renouvellement perpétuel. Ce niveau est désigné par l'appellation de maximum de rendement soutenable (MRS).

Le lien entre les lois de renouvellement biologique et d'exploitation économique est, dans la plus part des cas, illustré par l'exemple de la pêche. L'hypothèse très fréquemment retenue quant à la forme de cette loi de croissance est que le taux de croissance naturel d'une population en fonction du niveau du stock de cette population, suit une courbe de type logistique au cours du temps¹⁴. Ce qui signifie que le taux de croissance (exprimé par exemple en nombre de poissons nés par heure) augmente dans un premier temps, mais à un rythme décroissant, puis décroît dans un deuxième temps pour tendre vers zéro à un rythme tout aussi décroissant que lors de la première phase de croissance. Expliquons cette particularité de la forme de la courbe d'évolution naturelle d'une ressource renouvelable, en effet, la reproduction des poissons dépend de plusieurs paramètres biologiques. Premièrement, pour un nombre restreint de la population de poissons, la nourriture se trouve en abondance induisant une croissance rapide, mais dès que cette population atteint un certain nombre, les poissons commencent à se concurrencer sur la nourriture qui se fait de plus en plus rare et sur les endroits propices à la reproduction et à la protection des jeunes.

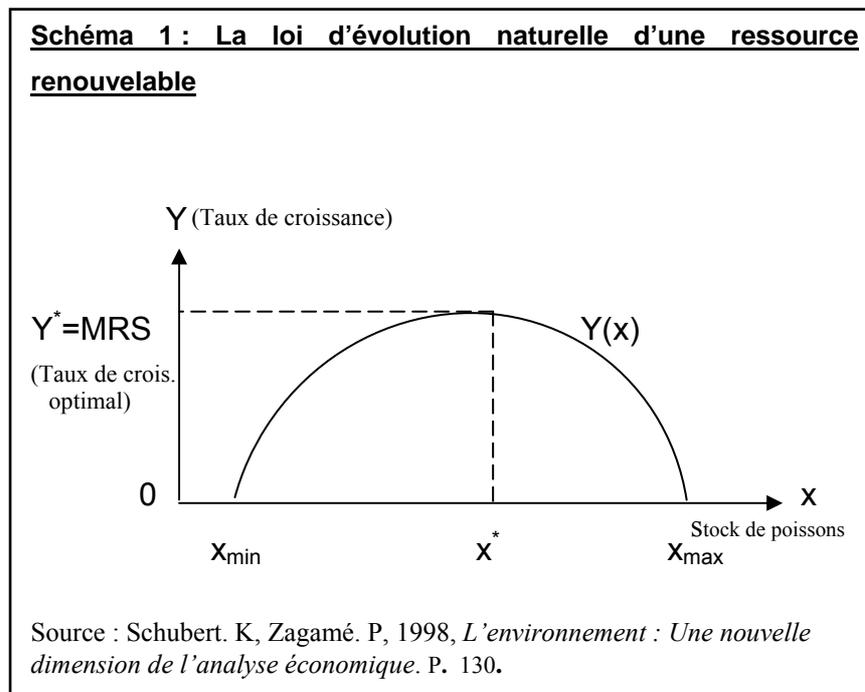
Nous pouvons facilement représenter cette loi d'évolution naturelle ou fonction du taux de croissance $Y(x)$ (C.f schéma 1). Le taux de croissance Y variant en fonction du stock de poisson x , pour un stock de poissons nul ($X=0$) et jusqu'à x_{\min} , il n'y a évidemment aucune croissance. Le fait de décaler la fonction $Y(x)$ de 0 à x_{\min} traduit le phénomène biologique selon lequel une certaine taille de la population de poissons est nécessaire pour assurer la survie de l'espèce. A partir d'une taille de la population x_{\min} , les bancs de poissons commencent à s'élargir faisant ainsi augmenter le taux de croissance Y (à un rythme décroissant) comme nous pouvons le voir sur le schéma 1.

¹³: Bùrgermeier. B, *Economie du développement durable*. 2005. DE Boeck, Paris. P. 175.

¹⁰: Schubert. K, Zagamé. P, 1998, *L'environnement : Une nouvelle dimension de l'analyse économique*, Vuibert, Paris. P. 130.

Le taux de croissance maximal Y^* est atteint pour une taille de la population x^* , au-delà de cette taille le taux de croissance commence à diminuer, ce qui s'explique par la concurrence accrue entre les poissons sur la nourriture mais également par le fait que l'écosystème de leur habitat se réduit de plus en plus ainsi que bons nombres de facteurs biologiques comme les prédateurs et le développement de parasites et de maladies.

Le point x_{\max} représente la capacité de charge de l'écosystème, soit l'équilibre biologique qu'atteint l'évolution de la population de poissons si aucun facteur extérieur à l'ordre biologique n'intervient dans la détermination de cet équilibre biologique.



La condition de durabilité du renouvellement de la ressource et donc de durabilité de l'exploitation passe forcément par l'égalisation des taux annuels de croissance et de prélèvement de la ressource pour un stock donné. Le maximum de rendement soutenu (MRS) qui correspond au prélèvement annuel optimal permettant d'établir le stock à un niveau compatible avec un renouvellement infini de la ressource dans le temps, doit être égal au taux de croissance optimal, soit Y^* sur le schéma 1.

Or, d'après Godard (2004)¹⁵ la détermination du MRS passe forcément par la prise en compte des dynamiques de populations diverses et complexes et non pas par la considération de la seule population ou ressource renouvelable en question. En effet, Ces dynamiques inhérentes aux espèces d'un même milieu naturel sont caractérisées par une forte interdépendance.

Autrement dit, fixer un MRS à une ressource revient à gérer l'ensemble des populations, soit l'écosystème tout entier auquel appartient celle-ci. Là encore, l'attention est attirée sur la relativité de la compréhension des phénomènes d'interaction entre diverses lois de régénération biologique, une des preuves de l'ampleur de l'incertitude inhérente à ce domaine de connaissances réside, à la suite de M.A. Hermitte (1988), dans les échecs mêmes que connaissent les parcs et réserves naturels¹⁶.

Par ailleurs, Bürgenmeier (2005) fait remarquer que si les niveaux actuels de pêche ou de stocks de populations ne sont pas optimaux c'est à cause de la surexploitation marine qu'induit le libre accès à la pêche¹⁷. Cette surexploitation (qui peut conduire à l'extinction ou à la disparition du bien) est analysée du point de vue de la théorie économique, comme le résultat logique de l'union des deux caractéristiques propres à ce bien collectif que sont les mers et les océans. Ce qui nous renvoie à la deuxième notion fondamentale de l'économie de l'environnement, celle de biens collectifs.

2. Les biens collectifs

Depuis l'article de Samuelson (1954)¹⁸, il est d'usage de considérer qu'un bien est collectif (pur) quand il possède la double propriété de non-excludabilité¹⁹ et de non-rivalité. La non-excludabilité d'un bien implique l'impossibilité d'exclure qui que ce soit de l'usage des services de celui-ci. Cette propriété trouve son explication

¹⁵: Godard. O, « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, (CNRS).P. 7.

¹⁶: Hermitte. M.A *et alii*, *L'homme, la nature et le droit*, 1988, Christian Bourgois, Paris. P25.

¹⁷: Bürgenmeier. B, *Economie du développement durable*. 2005. DE Boeck, Paris. P. 178.

¹⁸: Samuelson. P.A, « The pure theory of public expenditure », *Revue of Economics and Statistics*, 1954 n°36.

¹⁹: Lévêque. F, *Economie de la réglementation*, 2004, la découverte, Paris. P. 8. Cette distinction opérée par l'auteur qui justifie son choix du fait que le vocable habituellement usité de non-exclusion signifie l'état d'exclusion, alors que celui de non excludabilité est plus parlant car il désigne la possibilité d'exclusion.

dans l'absence d'un dispositif technique ou réglementaire qui limiterait l'accès à l'utilisation du service.

La non-rivalité est la caractéristique d'un bien pouvant être consommé simultanément par plusieurs agents et dans les mêmes quantités, ce qui signifie que la quantité consommée par l'un ne réduit pas les quantités disponibles pour les autres. Du point de vue de l'analyse économique, la non-rivalité est traduite comme la nullité du coût marginal pour servir un utilisateur supplémentaire. C'est pour cela que chaque consommateur peut disposer de la même quantité de bien collectif, même si son consentement à payer pour l'usage de ce bien est très faible, voire nul.

Le bien est dit collectif intermédiaire quand il est non-excludable, c'est-à-dire à accès libre même aux non payants (si tant est qu'il existe un paiement ou un droit d'entrée), mais au même temps rival, ce qui signifie que le profit ou l'utilité qu'en tire un agent constitue un manque à gagner pour un autre agent. L'union de ces deux caractéristiques fondamentales fait que tous les agents sont incités à tirer le profit ou la satisfaction au maximum de l'usage de ce bien, conduisant ainsi à sa surexploitation qui peut aboutir à son extinction. Cette situation porte le nom du très éloquent titre du célèbre article de Hardin G. (1968)²⁰ : *la tragédie des biens collectifs*, Hardin conçoit ce phénomène comme un problème d'incomplétude de marché en termes de définition des droits de propriété.

Revenons à présent à l'analyse des biens collectifs purs comme l'air ou le climat planétaire. La production des biens possédant la double propriété de non rivalité et de non excludabilité par le marché concurrentiel a été analysée par Samuelson (1954). Le problème qui se pose²¹ est que, si des investissements privés sont réalisés dans le cadre de la production ou de la distribution d'un bien collectif, toute personne pourra bénéficier de l'utilisation dudit bien collectif, y compris les utilisateurs qui se comporteraient en passagers clandestins, c'est-à-dire ceux qui en bénéficieront sans contribuer à son financement. La conséquence première est que les entrepreneurs ne sont plus incités à produire car ils ne peuvent plus rentabiliser

²⁰: Hardin. G, « The tragedy of the commons », 1968, Science, 162.

²¹: Samuelson. P.A, « The pure theory of public expenditure », Revue of Economics and Statistics, 1954 n°36. Cité dans Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 45.

leurs investissements du fait qu'il leur est impossible, juridiquement ou techniquement, de contraindre tous les utilisateurs au paiement. La conséquence finale sera une production sous optimale qui risque même d'être nulle. De l'autre côté, la privatisation des biens collectifs soulève des questions d'ordre éthique comme l'exclusion des usagers qui ne consentent pas à payer pour bénéficier du bien ou qui, tout simplement, ont des ressources très limitées, alors que le coût marginal ou supplémentaire de leur consommation est nul. La gestion et l'offre étatique de ce type de bien s'impose. Gérer de manière optimale l'offre d'un bien collectif, comme la qualité de l'air, revient du point de vue de l'analyse économique à fixer le niveau de pollution atmosphérique qui maximise le bien être collectif. Voyons dans ce qui suit comment cela s'opère-t-il.

3. Les externalités

Abdelmalki et Mundler (1997)²² considèrent que la dimension qualitative de la problématique environnementale se résume au concept d'externalités, ou d'effets externes. Le précurseur en matière de réflexion sur les externalités, est Alfred Marshall qui dans "*principes d'économie politique*" (1890), a cherché à expliquer les gains de revenu obtenus «sans coûts directs» par les entreprises auxquelles bénéficiait un climat d'affaires favorable²³. Il a, de ce fait, limité ses études des externalités au cas où celles-ci seraient positives. Il faudra attendre 1932 pour que Pigou Arthur Cecil publie «the economics of welfare» qui sera considéré comme le premier travail de référence sur l'analyse économique et l'internalisation des effets externes négatifs²⁴.

A.C. Pigou (1932)²⁵ décrit l'externalité comme une situation : *où une personne A, alors qu'elle est en train de rendre un certain service, contre paiement, à une autre personne B, affecte incidemment, en bien ou en mal, d'autres personnes (non productrices de services similaires), et cela de telle manière qu'un paiement ne puisse être imposé à ceux qui en bénéficient, ni une compensation prélevée au profit*

²²: Abdelmalki. L, Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris. P. 36.

²³: Idem.

²⁴: Lévêque. F, *Economie de la réglementation*, 2004, la découverte, Paris. P. 27.

²⁵: Pigou. A. C, *The economics of welfare*, 1932, Macmillan. Cité dans de F. Lévêque *Economie de la réglementation*, 2004, la découverte, Paris. Idem.

de ceux qui en souffrent. L'internalisation des externalités correspond à leur prise en compte et à leur intégration dans les programmes de maximisation du bien-être social. L'approche proposée par Pigou procède d'une redistribution des revenus par l'impôt, il introduit ce qui est devenu un concept clé en économie de l'environnement, la notion de " coût social ". Ce coût correspond à celui du dommage devant être compensé par le montant global de la taxe sur la pollution. L'approche par la taxe pigouvienne est considérée être la formalisation la plus primitive du principe pollueur payeur²⁶.

L'approche pigouvienne étaye une forme d'intervention publique, en effet, Pigou part du constat que les variations de bien-être des victimes et des responsables sont comptabilisés mais hors marché et en déduit que l'internalisation de ces externalités dépasse le cadre de contrats ou d'échanges marchands et requiert donc une intervention extérieure au marché, soit celle de l'Etat. En 1960, Ronald Coase (Prix Nobel d'Economie 1990) dénonce la tendance interventionniste que revêt la théorie pigouvienne, il propose une forme d'internalisation qui laisserait faire les forces du marché permettant le retour à l'optimum social²⁷. Ainsi, au lieu de désigner comme dans la vision pigouvienne les pollués comme des victimes et les pollueurs comme des malfaiteurs et de concevoir une relation impliquant la notion de délit, Coase part du fait que les deux parties possèdent des avantages et des inconvénients l'une vis-à-vis de l'autre et qu'à cet effet, la solution au problème de l'externalité de pollution passe par une harmonisation de la relation pollueur-pollué, dans cette version, l'internalisation des externalités correspond à l'application d'un modèle de droit contractuel plutôt qu'à une responsabilisation délictuelle. Le modèle coasien consiste en une réinterprétation du problème en termes d'incomplétude des droits de propriété et d'usage.

Cette idée sous-tend en fait deux autres : la première idée exprimée par la proposition coasienne est que les préférences individuelles et l'individualisme procédural sont aptes à la détermination de l'optimum écologique dès lors qu'un marché des biens environnementaux existerait.

²⁶: Lévêque. F, *déjà cité*. P. 26.

²⁷: Coase. R. H, « The problem of social cost », 1960, Journal of Law and Economics, 3.

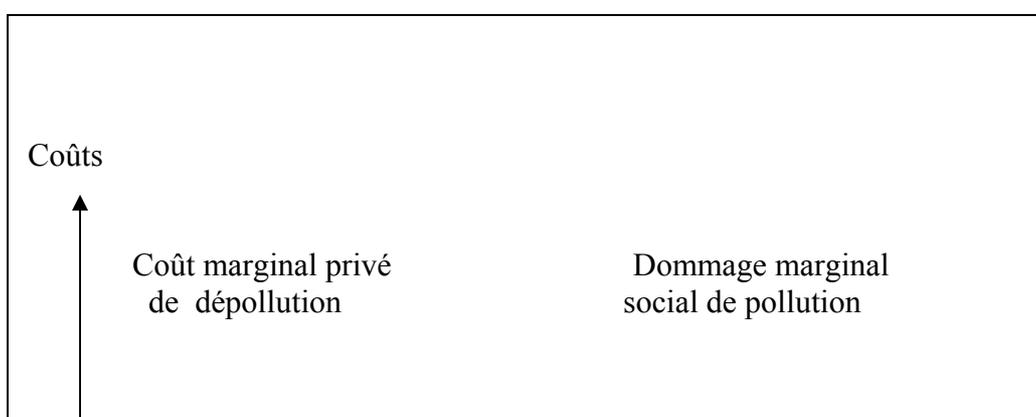
La deuxième idée exprimée par le théorème de Coase est que le coût social de l'intervention étatique est toujours supérieur au coût de transaction, c'est-à-dire au frais occasionnés par le retour au marché.

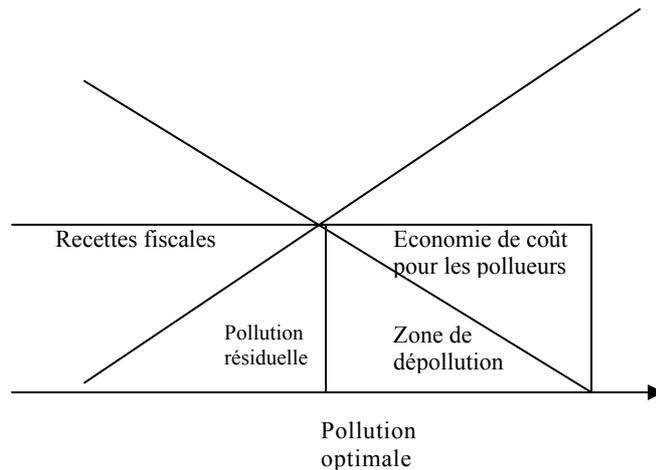
La schéma 2 est une représentation basique du procédé d'internalisation pigouvienne des effets externes environnementaux, elle montre qu'à l'optimum le niveau de pollution choisi (Q^*) doit être tel que le dommage marginal (droite croissante) qu'inflige la pollution aux consommateurs soit égal au bénéfice marginal (droite décroissante) que procure l'émission de pollution aux entreprises polluantes, ou par un raisonnement symétrique, l'optimum correspond à l'égalisation du bénéfice marginal de dépollution pour la collectivité et du coût marginal privé de dépollution.

Il est à noter la similitude formelle entre le schéma de l'internalisation pigouvienne qui détermine la pollution optimale et le schéma suivi lors de la détermination des quantités d'équilibre dans n'importe quel autre marché. Il s'agit tout simplement là d'un résultat standard de l'approche marginaliste : l'optimalité de l'équilibre concurrentiel nécessite l'égalisation des coûts et bénéfices marginaux, eux-mêmes égaux au prix exogène donné par le marché.

Dans ce modèle, la taxe sert de signal-prix sensé induire des changements dans les comportements. Face à la taxe (prix unitaire de la pollution), les pollueurs réduiront leur pollution tant que cette réduction s'avère individuellement avantageuse, c'est-à-dire qu'ils dépollueront jusqu'à ce que la dépollution devienne pour eux plus coûteuse que le paiement de la taxe. La zone A correspond au coût de dépollution qu'a nécessité la réduction du niveau de pollution initial (Q^0) jusqu'au niveau optimal (Q^*), la zone B représente le coût du dommage induit par la pollution résiduelle, la zone C, quant à elle, correspond aux recettes fiscales nettes et la zone D représente l'économie de coût que réalisent les pollueurs, grâce à la réduction de leurs émissions polluantes jusqu'à (Q^*).

Schéma 2 : La détermination du niveau de pollution optimal





Source : Godard. O, « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, (CNRS).P. 25.

Comparée au mode d'internalisation coasien, l'internalisation pigouvienne présente l'avantage de procurer par la taxe une source de revenu supplémentaire pour l'Etat (les triangles B et C sur le schéma 2), cette recette peut en suite être restituée aux victimes sous forme de dédommagement pour le préjudice subit, ou recyclée par des taxes plus distordantes en vue d'améliorer l'efficacité du système fiscal et donc le bien-être général.

Le mécanisme d'internalisation des externalités qui s'appuie sur les hypothèses fondamentales du modèle néoclassique est, sous réserve de ces hypothèses, parfaitement conçu. Pourtant, pour des auteurs comme Godard. O (2004) et Harribey. J.M (2005) cette transposition directe des fondements et résultats de la théorie marginaliste aux problèmes environnementaux peut aller à l'inverse du résultat escompté et aggraver la crise écologique.

II. LE DEVELOPPEMENT DURABLE

C'est la publication en 1987 du rapport Brundtland intitulé '*Notre avenir à tous*' de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED) mandatée par les Nations unies qui vulgarisera l'expression de *développement*

durable. Le développement durable est défini dans ce rapport comme un développement *qui répond aux besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs*²⁸. Le développement durable tend à concilier les trois dimensions : sociale, économique et écologique, en orientant les choix de telle sorte, qu'ils garantissent la viabilité du tout. Les questions de la croissance et de l'équité faisant partie depuis longtemps des domaines investis par la science économique, c'est la dimension écologique qui a été à l'origine de l'entreprise de nombreux travaux de recherche spécialisés et pluridisciplinaires, contribuant largement au renouveau dans le raisonnement lors de la saisie des problèmes écologiques par l'économie environnementale. Les principales propositions du rapport Brundtland (1987) furent la satisfaction des besoins essentiels que réclament des conditions de vie saines et descentes (nutrition, eau, salubrité, etc.), de favoriser une croissance plus respectueuse des actifs naturels, ce qui impliquait un changement de l'aspect qualitatif dans le contenu donné à la croissance enfin, le rapport recommandait la maîtrise de la très forte croissance démographique caractérisant les pays sous développés et en voie de développement.

1. Historique et caractéristiques du développement durable

Depuis cette définition, le concept de développement durable est partout dans le monde posé comme la ligne directrice de l'action institutionnelle et associative, il est devenu la référence thématique des institutions internationales comme la Banque Mondiale, l'OMC, l'OMS, l'ONU, etc.²⁹. Pour Bürgenmeier (2004)³⁰ cette définition du développement durable proposée dans le rapport Brundtland ne peut être qualifiée de modeste, il la qualifie même d'édifiante tant celle-ci implique *que tous les problèmes de développement non résolus dans le passé, devraient tout à coup trouver une solution en relation avec les problèmes environnementaux*. Il explique ainsi l'impressionnante perfection caractérisant la définition du concept de développement durable par le fait que cette définition soit en réalité issue d'un long

²⁸: Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED), 1988, Notre avenir à tous (Rapport Brundtland). P. 6.

²⁹: Abdelmalki. L., Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris. P.45.

³⁰: Bürgenmeier. B, *Economie du développement durable*. 2005. DE Boeck, Paris. P. 38.

processus de négociation internationale sous tutelle onusienne. Bürgenmeier (2004)³¹ découpe ce long processus en deux grandes étapes : la première étape qui englobe la décennie 1960 et va jusqu'à la première moitié des années soixante dix est celle des avertissements nés de la prise de conscience de la limite quantitative de ressources comme le pétrole et l'uranium, et partant de la compréhension de l'importance de nouvelles formes d'énergie. Si la conférence des Nations Unis qui s'est déroulée à Stockholm en 1972 avait conclu sur la significativité de l'environnement en tant que facteur de bien être et mis l'accent sur le rôle déterminant qu'aura sa préservation, particulièrement, dans le développement des pays du tiers monde, il faudra attendre la première crise de pétrole de 1973 pour que l'ampleur de ce lien de causalité réciproque entre sphère socioéconomique et écologique soit réellement comprise. Il était surtout devenu clair, à l'époque, qu'une exploitation au rythme actuel de ressources rares telles que les énergies d'hydrocarbures conduirait à leur épuisement et compromettrait à terme leur contribution à la croissance. La deuxième étape a pris naissance avec la publication par l'Organisation des Nations Unis du rapport Hammarskjöld en 1975. Ce rapport souligne l'échelle planétaire caractérisant les risques encourus de la rupture des boucles de régénération et de régulation des divers écosystèmes terrestres. L'origine de cette rupture, le dépassement d'un certain niveau de pollution au dessus duquel la biosphère est surchargée, c'est-à-dire qu'elle n'assimile plus et qu'elle a atteint ses limites de saturation. La capacité de charge ou d'assimilation de l'environnement constitue un principe fondamental du développement durable, elle lui est inhérente.

L'adoption par tous les humains du mode de consommation des pays occidentaux aboutirait, inexorablement, en vertu de l'hypothèse d'existence d'une limite de capacité de charge de l'environnement à une issue chaotique³². L'idée de capacité de charge suggère clairement que ce sont le style de vie des pays industrialisés et l'explosion démographique des pays du tiers monde qui seraient les deux sources responsables de la surcharge de la biosphère et donc les deux facteurs majeurs de risque d'aboutissement à une catastrophe écologique de dimension planétaire. L'étendue planétaire de la dégradation environnementale faisait que l'approche par le concept de développement durable des problèmes

³¹: Bürgenmeier, B, *déjà cité*. Idem.

³²: Bürgenmeier, B, *Economie du développement durable*. 2005. DE Boeck. P. 42.

humains du 21^{ème} siècle était forcément mondiale. Cette perception des problèmes du développement et donc des solutions proposées pour les résoudre nécessite de dépasser le traditionnel clivage Nord-Sud³³. Toutefois, cette coopération internationale n'implique pas la même stratégie de réponse, de la part de tous les pays. En effet, la lourdeur de l'inégalité en dotations naturelles, mais également en termes de ressources économiques est reconnue pour être une réalité caractéristique du développement³⁴. Autrement dit, la croissance n'apparaît pas partout à la fois, elle se présente à différents pôles et avec une intensité variable. Pour Abdelmalki et Mundler (1997)³⁵ ces disparités tiennent à la diversité et l'interdépendance des canaux par lesquels se répandent les effets de la croissance.

Le concept de développement durable renferme un contenu normatif et éthique car quelque soit la définition donnée à la soutenabilité d'un développement et les critères retenus pour l'évaluer, *on se trouve à un moment ou à un autre confronté à son seul jugement et à ses propres critères moraux lorsqu'on doit préciser la teneur opérationnelle du développement soutenable*³⁶. Le caractère normatif et éthique du développement durable tient à ce que ce type de développement fait appel à des exigences parmi lesquelles la responsabilité et le partage intra et intergénérationnels, mais également qu'il soit fait du principe de précaution l'argument déterminant des choix collectifs et individuels quand le degré de connaissance, quant aux conséquences totales présentes et futures de celles-ci, est loin de la certitude. On comprend ainsi que s'inscrire dans la voie du développement soutenable se traduit sur le plan pratique par une reconfiguration totale des rapports entre les humains et leur environnement et entre les humains eux-mêmes comme l'exprime clairement, Olivier Godard (2004)³⁷ : *Dès lors les choix de développement doivent être insérés dans un référentiel plus large qu'on le faisait jusqu'à présent : les décisions de court terme dans leurs implications de long terme ; les décisions locales dans leur signification à des échelles territoriales plus vastes, jusqu'au niveau planétaire pour des problèmes comme le changement climatique, la biodiversité ou les épidémies comme le SIDA ; les décisions économiques dans le tableau de leurs coûts sociaux*

³³: Idem. P43.

³⁴: Perroux. F, *L'économie du XX siècle*, 1961. Cité dans Abdelmalki et Mundler, 1997, Hachette, Paris. P. 55.

³⁵: Abdelmalki. L, Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris. P. 45.

³⁶: Bürgenmeier. B, *déjà cité*. P. 49.

³⁷: Godard. O, « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, (CNRS).P 11.

et de leurs effets distributifs face à l'exigence d'équité sociale, en particulier dans le contexte des rapports Nord-Sud. Pour Godard (2004), l'expression "développement durable" parle d'elle-même, elle rappelle que le sort de l'environnement est entre les mains de l'humanité et qu'il dépendra du type de développement adopté par elle, mais qu'il ne peut y avoir de viabilité durable de l'environnement au niveau planétaire s'il n'y a pas de changement dans le sens et le contenu donnés au développement.

2. La remise en question de la théorie des externalités

Harribey. J. M (1997)³⁸ considère que l'intégration de l'environnement dans le modèle néoclassique d'équilibre général se heurte à plusieurs obstacles théoriques parmi lesquels la réalisation d'un optimum parétien. Les raisons citées sont, notamment, l'existence d'externalités, la non unicité de l'équilibre due à l'influence de la répartition ou des dotations initiales sur l'optimum et enfin ce qu'il appelle *l'effet pervers de l'internalisation sur l'environnement*. Dans le même ordre d'idées, Godard (2004)³⁹ juge que les exigences de changement présent qui garantissent la durabilité du développement vont bien au-delà du *confinement* auquel pourrait conduire l'approche de l'économie de l'environnement. Il estime qu'*il ne suffit pas d'accoler la théorie des effets externes et des biens collectifs à la théorie standard de la croissance économique pour être à la hauteur des enjeux environnementaux du XXI^e siècle*. Godard (2004), tout comme Harribey (1997), ne remettent pas en cause la théorie des externalités mais pensent que c'est la manière dont est opérée cette internalisation qui risque d'être à l'origine d'un effet pervers sur l'environnement. Pour étayer cette idée, nous reprendrons le modèle développé dans l'ouvrage de David Pearce (1976)⁴⁰. Nous supposons une entreprise représentative de la production totale d'une économie, et produisant des biens en quantités X , cette production s'accompagne de rejets polluants R . Nous supposons également que la fonction de rejets $R(X) = R$ est une fonction croissante de X , les rejets R sont transmis à l'environnement qui possède une capacité de charge ou d'assimilation A_t , elle correspond à la quantité maximale de rejets polluants R que l'environnement

³⁸: Harribey. J. M, « La prise en compte des ressources naturelles dans le modèle néo-classique d'équilibre général : éléments de critique », Economies et Sociétés, série « Développement, croissance et progrès », 1997, n° 35/ 4. P. 57.

³⁹: Godard. O, *déjà cité*. Idem.

⁴⁰: Pearce. D. W, *Environmental economics*, 1976, Longman, London.

peut absorber, transformer puis réinjecter dans des cycles naturels durant la période t , par exemple une année⁴¹.

La fonction $R(X)$ et la capacité A sont situées dans la partie supérieure du schéma 3 (ci-dessous). L'équilibre écologique est maintenu intact tant que la quantité de rejets est inférieure ou égale à la capacité d'assimilation de la biosphère, la préservation de l'équilibre écologique mènerait à fixer un seuil maximal à la production, ce niveau écologiquement viable correspond dans notre cas à X^A_1 . La partie inférieure de la figure représente le schéma d'internalisation pigouvienne habituel, avec la fonction $C^m(x)$ du coût marginal de dépollution de l'entreprise polluante et $D^m(x)$ la fonction de dommage marginal qui quantifie monétairement le coût social marginal en fonction de la quantité produite X , avec $D'(x) > 0$. Nous maintenons ainsi toutes les hypothèses sur les caractéristiques de la fonction de dommage marginal, eu égard à celles retenues dans la précédente présentation du procédé d'internalisation des externalités environnementales (Cf. section précédente). Toutefois, la nouveauté est que nous introduisons une hypothèse souvent retenue⁴² et selon laquelle la fonction de dommage commence quand la quantité de pollution rejetée excède la capacité de charge de l'environnement A_t .

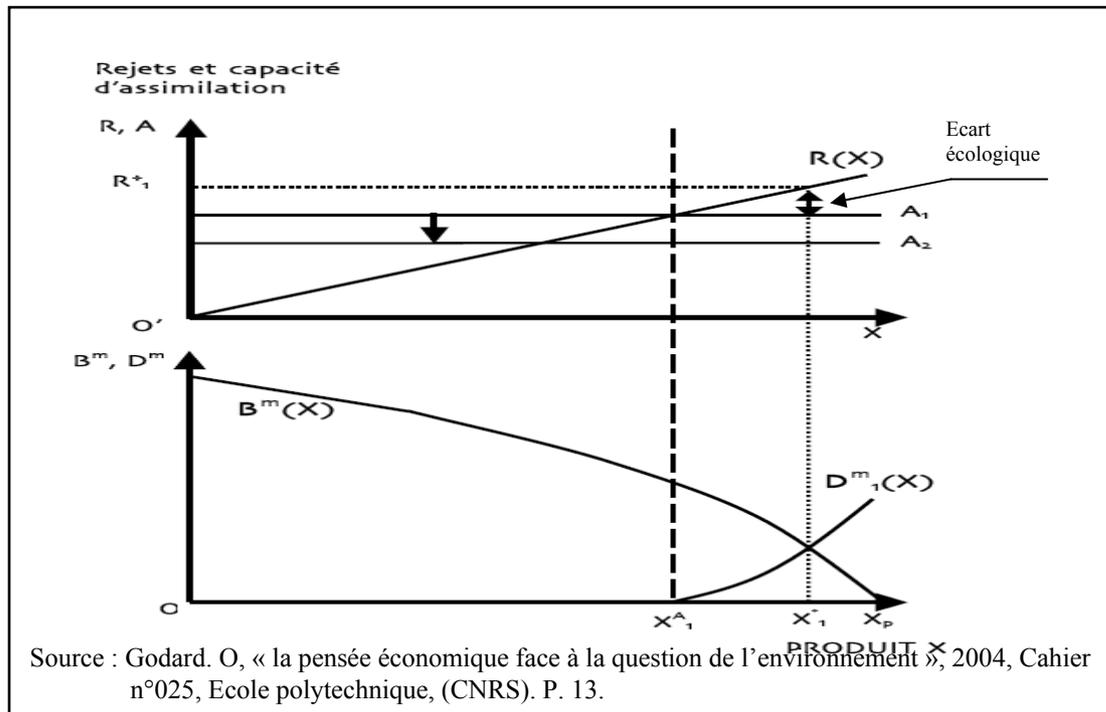
Au début de la période 1, la capacité d'assimilation disponible est A_1 . En situation d'équilibre décentralisé, l'absence d'intervention étatique et la logique de maximisation de profit du producteur, conduisent ce dernier à polluer jusqu'à ce que cela ne lui rapporte plus rien, soit X^p , il n'y a pas de dépollution et le coût marginal de dépollution est nul, Le schéma d'internalisation des effets externes environnementaux classique, rétablit le niveau de pollution optimal en X^*_1 , où s'égalisent coût social et bénéfice privé marginaux de pollution, là se terminent les recommandations de la théorie standard des externalités, vue que l'optimum social

⁴¹: Godard. O, 2005, « Les trois courants complémentaires de l'économie de l'environnement : une lecture systémique », Cahiers d'épistémologie, n° 332, Groupe de Recherche en Epistémologie Comparée, Université de Montréal, Québec. P26.

⁴²: Harribey. J. M, « La prise en compte des ressources naturelles dans le modèle néo-classique d'équilibre général : éléments de critique », Economies et Sociétés, série « Développement, croissance et progrès », 1997, n° 35/ 4. P .61.

est atteint⁴³.

Schéma 3 : Internalisation pigouvienne et capacité de charge



En observant la partie supérieure du schéma 3, on remarque que la quantité de rejets $R(X^*_1)$ correspondant à la pollution optimale excède la capacité d'assimilation de l'environnement A_1 . Pearce appelle *écart écologique*⁴⁴, ce supplément de pollution $R_1 - A_1$, et que l'environnement ne peut supporter.

En vertu de la loi de l'entropie et de conservation de la matière et de l'énergie⁴⁵, la période suivante est caractérisée par une capacité d'assimilation amoindrie eu égard à celle de la période précédente. Ce supplément de pollution de la période initiale déversé dans l'environnement et non assimilé par celui-ci réduit d'autant la capacité d'assimilation de la période suivante qui passe de A_1 à A_2 , A_2 devient par là même le nouvel équilibre écologique de la deuxième période.

Cette modification de l'ordre écologique implique que la fonction de dommage se

⁴³: Godard, O., 2005, « Les trois courants complémentaires de l'économie de l'environnement : une lecture systémique », Cahiers d'épistémologie, n° 332, Groupe de Recherche en Epistémologie Comparée, Université de Montréal, Québec. P. 27.

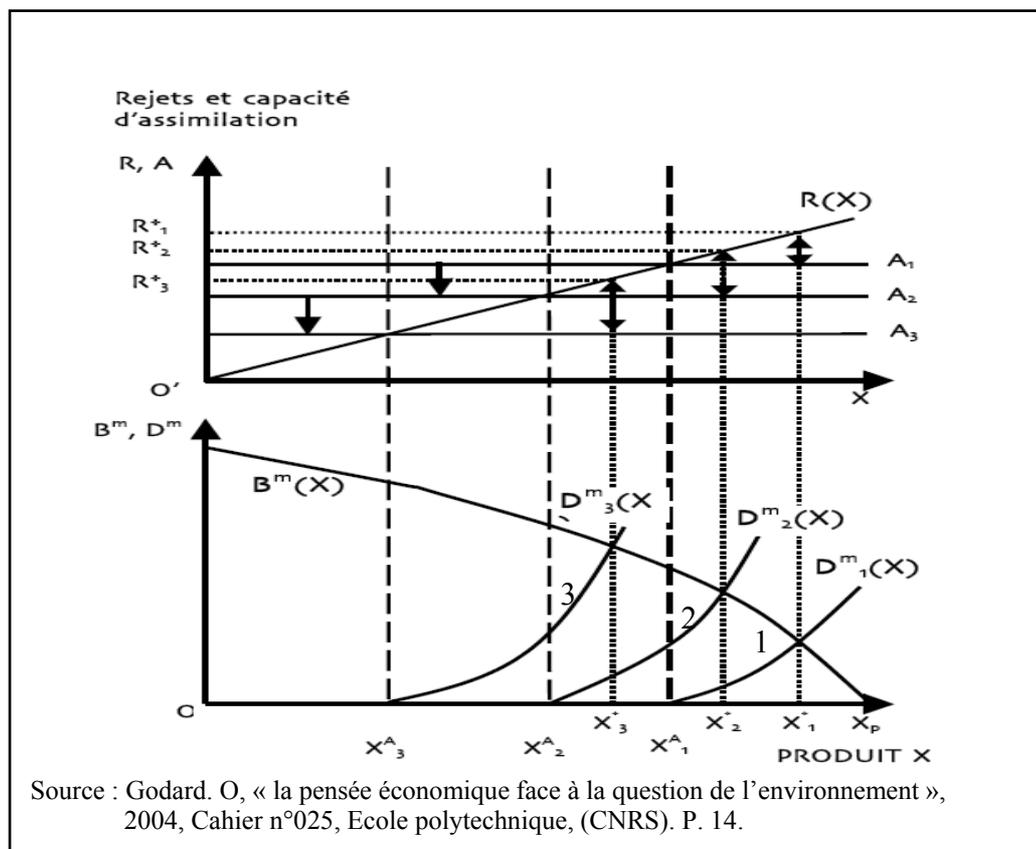
⁴⁴: Harribey, J. M., « La prise en compte des ressources naturelles dans le modèle néo-classique d'équilibre général : éléments de critique », Economies et Sociétés, série « Développement, croissance et progrès », 1997, n° 35/ 4. Idem. P. 61.

⁴⁵: Godard, O., « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, (CNRS). P.12.

déplace vers la gauche, ce qui traduit la réalité scientifique selon laquelle pour une capacité d'assimilation de la biosphère diminuée, la même quantité de rejet cause des pertes de bien-être supérieures⁴⁶.

Le résultat de plusieurs enchaînements peut être résumé graphiquement, comme sur le schéma 4. Les périodes 2, 3, ..., n , connaissent la continuelle baisse de la capacité d'assimilation. De même, la courbe de dommage marginal social connaît un déplacement vers la gauche, ce qui déplace l'optimum de production de X^*1 vers X^*2 , puis X^*3 , ... X^*n et le montant des rejets optimaux de R^*1 vers R^*2 , puis R^*3 , ... R^*n . L'issue à long terme de ce processus est évidente⁴⁷ : au bout de n périodes, la totalité de la capacité d'assimilation de l'environnement aura été réduite à néant, il en est de même pour toute possibilité de production. La catastrophe écologique est l'issue finale du procédé d'internalisation standard des effets externes.

Schéma 4 : L'issue sur plusieurs périodes



⁴⁶: Idem P.14.

⁴⁷: Harribey J. M, Déjà cité. Idem.

Godard (2004)⁴⁸ qualifie de curieux ce résultat sensé être celui d'un dispositif qui est présenté comme *le socle intellectuel indispensable pour aborder correctement la question de l'environnement*. Evidemment, comme l'auteur le reconnaît lui même, cet aboutissement apocalyptique tient aux hypothèses retenues par Pearce (1976) pour intégrer la contrainte de la capacité de charge de la biosphère dans le modèle néoclassique de la théorie de l'internalisation, notamment, l'hypothèse retenue sur l'évolution des fonctions de dommage social. Alors qu'en réalité, la diversité et l'intangibilité des facteurs entrant dans la détermination de l'issue, rendent celle-ci incertaine⁴⁹. Nous n'avons pas l'intention d'étudier ces éventualités, mais d'expliquer comment l'application d'une théorie aussi bien pensée que celle des externalités risque de mener au résultat opposé à celui pour lequel elle a été conçue.

3. Une comparaison illégitime

L'erreur se trouve dans la mise en comparaison de deux types de coût présentant une asymétrie conceptuelle⁵⁰ qui fait qu'ils ne sont pas, sur cette échelle qu'est l'internalisation, directement assimilables ou commensurables : il s'agit des coûts externes environnementaux et des coûts internes de dépollution. Cette asymétrie trouve son explication en ce que les coûts économiques internes seront compensés par la reproduction des conditions économiques de production, ce qui permet cette reproduction est évidemment la création d'une valeur d'échange dont la concrétisation autorise ce renouvellement. C'est cette logique de reproduction qui est inscrite dans les modèles macroéconomiques de croissance où la dépréciation du capital productif est compensée en fin de chaque période par une proportion de l'épargne pour refermer la boucle et retrouver des conditions qui permettraient de réamorcer le cycle. Par contre un dommage environnemental externe induit une rupture de la boucle de reproduction de l'écosystème. Ce sont seulement les

⁴⁸: Godard. O, « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°025, Ecole polytechnique, (CNRS). P. 13.

⁴⁹: Idem.

⁵⁰: Idem.

conséquences secondes de cette rupture ou plus exactement leur coût monétaire qui est en réalité internalisé parce que, justement, les variations de bien-être qui en résultent n'étaient pas prises en compte par le marché. Godard. O a écrit à ce sujet : *« l'utilisation de la théorie des effets externes pour définir les politiques d'environnement revient à prendre sans le savoir une méta-décision sur une partition entre les facteurs et biens pour lesquels le modélisateur va intégrer une contrainte de reproduction et les facteurs et biens pour lesquels il écarte une telle contrainte »*.

CONCLUSION

L'économiste devra intégrer dans ses analyses les contraintes de régénération de l'environnement et n'admettre aucune juxtaposition entre composantes conceptuellement asymétriques que quand cela est compatible avec la poursuite et la régulation des cycles des systèmes biophysiques. Ce n'est qu'une fois les exigences de reproduction satisfaites qu'une comparabilité devient possible. Or la connaissance et la compréhension des lois d'évolution des écosystèmes, en plus de celles relatives à l'interaction entre ces différents écosystèmes, demeurent relatives et imprégnées d'incertitude, et c'est donc une logique de précaution qui devrait prévaloir. Cependant, en faisant abstraction de cette incertitude, nous devons tout de même reconnaître que les outils conceptuels développés dans le cadre de l'économie de l'environnement étayent théoriquement la mise en pratique des mesures de protection de l'environnement. Ainsi, malgré la prise en compte des seules conséquences secondaires reflétant l'unique référence aux variations de bien-être des individus, il faut reconnaître que le niveau de pollution déterminé par la théorie des externalités est socialement meilleur et écologiquement plus efficace et qu'il atténue la pression exercée sur l'environnement par rapport à la situation où les externalités ne seraient pas internalisées.

CHAPITRE 2 : STATUT DU BIEN SANTE : CONSOMMATION OU INVESTISSEMENT ?

INTRODUCTION

Les concepts théoriques et pratiques que nous allons étudier dans ce premier chapitre ont été principalement puisés à partir d'un sous ensemble de la science économique qui forme une discipline à part entière de celle-ci : l'économie de la santé. L'économie de la santé, en tant que branche spécialisée de la science économique, est née au début des années soixante. La littérature y afférente demeura jusqu'aux années quatre vingt quasi-exclusivement anglo-saxonne et le cadre de recherche dans ce domaine se caractérisait en général par l'appréhension des problèmes relevant de la santé sous l'angle de l'analyse microéconomique. Nous entendons par là que la plupart des travaux visaient l'étude des comportements des usagers et des praticiens de la médecine au lieu de s'intéresser aux interactions (la réciprocité du lien de causalité) entre agrégats macroéconomiques⁵¹, comme par exemple, l'interaction entre les variations dans les dépenses de santé privée et /ou publique d'un côté et celles en termes de croissance économique ou d'équité de distribution du revenu national de l'autre côté. Voilà à proprement parlé, l'objet de ce chapitre : le cercle vertueux (ou vicieux) " santé- croissance".

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons d'abord à la compréhension du statut qui est réservé à la santé au sein de la science économique. Ce que nous permettra notamment l'étude des deux modèles théoriques fondamentaux de la demande de santé.

Une fois le rang qu'accorde la théorie économique à ce bien particulier est situé, nous pourrons entamer l'étude des mécanismes qui entretiennent la positivité de la corrélation constatée empiriquement entre l'état de santé général d'une population d'un côté et ses niveaux de développement et de richesse de l'autre. Ces mécanismes expliquent la réciprocité du lien de causalité santé- croissance.

⁵¹: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P. 6.

Nous aborderons enfin le concept de transition épidémiologique dont l'aspect théorique et la mise en comparaison, eu égard aux constats empiriques, nous permettront de mieux faire le rapport avec l'étude de l'interrelation santé croissance. Ce qui nous aidera à mieux cerner l'enjeu en Algérie en termes de progression épidémiologique et par conséquent de croissance qui ressortira de la maîtrise des maladies de la modernité.

I. LES MODELES THORIQUES DE LA DEMANDE DE SANTE

La plupart des économistes de la santé considèrent que la publication en 1963 de l'article « Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care » du prix Nobel d'économie 1992, Kenneth Arrow, marque la naissance de leur spécialité⁵². Dans cet article, Arrow souligne la non efficacité du marché des services médicaux résultant de l'imperfection et de l'asymétrie de l'information. Pour l'auteur ces mêmes raisons induisent également une inadéquation de la prise en charge des risques sur le marché de l'assurance maladie. En somme et depuis Arrow (1963), la santé est loin d'être un bien ordinaire et c'est pour cela que nous avons choisi de mettre d'abord en avant les caractéristiques fondamentales du bien santé avant d'entamer l'étude proprement dite du statut que concède la théorie économique à ce bien particulier.

1. Les principaux attributs du bien santé

Les spécificités de la santé qui seront discutées sont, notamment, l'imperfection et l'asymétrie de l'information (mises en évidence par Arrow) et l'existence d'effets externes liés à ce domaine.

1.1. L'imperfection et l'asymétrie de l'information

Dans la conception de Lancaster (1965), les consommateurs achètent les biens en fonction des propriétés de ces derniers ou des propriétés de leur

⁵²: Arrow. K, « Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care », 1963, American Economic Review. Cité dans S.Chambaretaud, Hartmann. L, « Economie de la santé : avancées théoriques et opérationnelles », Revue de L'OFCE 91, octobre 2004. P. 238.

consommation⁵³. En est-t-il vraiment ainsi de la consommation médicale ? Si l'individu dispose d'une expérience suffisante pour connaître les caractéristiques des biens consommés, il en va tout autrement des biens de la consommation médicale. En effet, une caractéristique très forte de la santé est sa complexité et l'entrée du patient dans le marché des soins médicaux traduit son besoin d'obtention d'informations fiables et sécurisantes⁵⁴. Pour Béjean (1994) à l'ignorance du malade de ses besoins réels en traitement due à l'absence de savoir médical s'ajoute celle concernant la structure de soins (caractéristiques de l'offre) à la quelle il pourrait avoir recours⁵⁵.

Ce n'est pas parce qu'il y a contact avec des professionnels médicaux, que l'incertitude disparaît systématiquement ou totalement, ceci serait vrai, *si la médecine était une science exacte et si le patient pouvait comprendre les médecins*⁵⁶. On entend par là que le praticien lui-même peut être dans une situation d'information incomplète (sur le choix de la thérapie et de ses effets), le recours dans de telles situations des professionnels à l'usage de l'expression : "*diagnostic réservé*" témoigne bien de l'absence d'information sûre et fiable⁵⁷.

Quel que soit le degré d'incertitude relatif au diagnostic pronostiqué par le médecin et à l'efficacité du traitement administré, l'information est toujours, et même si selon différents degrés, *asymétrique*⁵⁸. Dans la réalité pour le patient, le coût d'acquisition de l'information peut être très élevé, voire prohibitif. Cette détention différente de savoir en faveur du praticien, procure à ce dernier un certain *pouvoir discrétionnaire*⁵⁹. En effet, dans la majorité des cas, le patient ne pouvant que se soumettre aux prescriptions de son médecin, ne peut plus exprimer ses préférences et donc établir un ordre de ses choix. Au contraire, sa rationalité consistera en sa soumission aux avis et décisions de l'expertise médicale, ce qui autorise à envisager

⁵³: Lancaster. K. J, « A new approach to consumer theory », Journal of Political Economy, n°2, Avril 1965. Cité dans Labourdette. A, *Economie de la santé*, 1988, Presses Universitaire de France. P. 22.

⁵⁴: Tanti-Hardouin. N, *Economie de la santé*, 1994, Armand Colin. P.124.

⁵⁵: Béjean. S, *Economie de la santé : du marché à l'organisation*, 1994, Economica. P. 110.

⁵⁶: Labourdette. A, *Economie de la santé*, 1988, Presses Universitaire de France. Idem.

⁵⁷: Tanti-Hardouin. N, *déjà cité*. P. 128.

⁵⁸: Béjean. S, *déjà cité*. P. 120.

⁵⁹: Kaid. N, « Le système de santé algérien entre efficacité et équité. Essai d'évaluation à travers la santé des enfants : enquête dans la wilaya de Bejaia », Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université d'Alger. P. 17.

une induction de la demande par l'offre. Le pouvoir discrétionnaire du médecin et donc, le risque d'induction par l'offre de la demande s'accroissent avec la complexité des décisions thérapeutiques et l'essentialité de l'information de l'expertise médicale.

1.2. L'existence d'effets externes

Pigou (1932) définit l'externalité comme une situation où l'action d'un agent affecte positivement ou négativement la fonction d'utilité d'un autre agent, sans que cette variation de bien-être ne soit le résultat d'un accord volontaire ou sans qu'aucune transaction marchande n'en résulte⁶⁰. Cette définition se vérifie par la positivité de la réponse à la question de savoir si l'individu qui consomme des biens médicaux améliore bien plus que son seul état de santé. En effet, en se vaccinant ou en se soignant de toute autre maladie contagieuse, l'individu se prémunit et/ou se soigne certes, mais il évite également et par extension de contaminer les autres. La situation inverse est aussi envisageable, c'est-à-dire que l'augmentation du risque individuel du non vacciné ou du malade non traité implique logiquement l'augmentation du risque collectif. Force est d'admettre qu'il existe au moins certains aspects du domaine sanitaire (cas des maladies contagieuses par exemple) qui font que ce domaine relève effectivement des externalités. Weisbrod (1964)⁶¹ analyse ce concept d'externalités inhérentes au domaine de la santé sous un autre angle. Il l'interprète en termes d'*optionalité* de la demande portant sur certains biens et équipements auxquels le demandeur n'est pas sûr d'avoir recours même s'il est prêt à payer jusqu'à un certain prix pour pouvoir en bénéficier si le besoin se présente. Pour Weisbrod, les dépenses de santé se retrouvent dans ce type de consommation.

Quelle que soit l'interprétation que l'on puisse retenir de l'existence d'externalités quasi- inhérentes à certaines facettes du domaine de la santé, il est clair que la non intervention de l'Etat (dans l'offre et la distribution des services de santé) conduirait, eu égard à la situation où il y aurait intervention étatique, à une sous optimalité dans l'allocation des ressources au domaine sanitaire, en termes d'efficacité et d'efficience propres aux résultats de cette allocation.

⁶⁰: Cf Chapitre 1, section III, pour la définition originale de Pigou. A. C (1932).

⁶¹: Weisbrod. B. A, « Collective consumption, of individual goods », Quarterly journal of Economics, vol. LXXVIII, n° 3, 1964. Cité dans Labourdette. A, *Economie de la santé*, 1988, Presses Universitaires de France. P. 20.

En pratique l'analyse économique générale de la notion de bien santé renvoie à l'étude du système de santé entendu au sens large, et où elle distingue divers secteurs correspondant aux différentes catégories d'acteurs que sont les usagers de la médecine, les professionnels de la santé, l'Etat, les institutions d'assurance maladie, etc. Or, pour l'étude du rang attribué à la santé par la théorie économique, c'est aux modèles théoriques de la demande de santé qu'il est fait appel. C'est-à-dire que dans le cadre de notre étude, il nous suffit d'analyser les modèles théoriques de la demande de santé pour cerner le statut de la santé en théorie économique.

Nous aurions pu recenser une multitude de modèles théoriques de la demande de soins tant les approches sont nombreuses : approche par le modèle patient consommateur, approche par la théorie du capital humain, approche par la notion de demande pure, approche technologique de la maladie, etc. Notre but n'est pas tant d'établir cette typologie complète des approches de la demande en santé, mais d'en retenir deux seulement : le modèle traditionnel de la demande⁶² et le modèle issu de la théorie du capital humain⁶³. En effet, ces deux approches sont considérées comme fondamentales en matière de modélisation théorique de la demande de la santé⁶⁴. L'étude de ces deux modèles nous aidera à mieux apprécier la signification de la reconsidération de la santé du point de vue de la théorie économique du statut de bien de consommation à celui d'investissement. Même s'il faut reconnaître la prépondérance dans ces deux approches de la demande de santé des hypothèses de base de la théorie néoclassique. En effet, que la demande de santé soit considérée comme consommation ou comme capital, le patient est supposé effectuer des choix rationnels qui maximisent son utilité. Or, les particularités mises en avant précédemment (incertitude, existence d'externalités, dissymétrie de l'information et induction) constituent une réserve à la validité des hypothèses de rationalité et de maximisation individuelle et contestent fortement la légitimité d'un tel processus décisionnel libre et rationnel. Intervient alors, l'hypothèse de *délégation de rationalité entre le malade et son médecin* qui garantit selon

⁶²: Phelps. C.E, Newhouse. J.P, « Coinsurance, the price of demand and the demand for the medical care », Revue of Economics and Statistics, Vol LVI, n°3, août 1974.

⁶³: Grossman M, 1972, « On the concept of Health capital and the demand for Health », Journal of Political Economy, vol LXXX n°2. Cité dans Labourdette (1988).

⁶⁴: Tanti-Hardouin. N, *Economie de la santé*, 1994, Armand Colin. P.56.

Newhouse (1978) toute sa consistance au raisonnement microéconomique. L'hypothèse de délégation de la rationalité implique que le médecin fasse le choix optimal pour le malade et à sa place⁶⁵. Hypothèse que nous retiendrons par nécessité de validité des deux modèles de demande de santé qui seront présentés.

2. Le modèle du patient consommateur

Développée par C.E. Phelps et J.P. Newhouse (1974)⁶⁶ cette approche est fidèle aux axiomes de la théorie néoclassique, puisqu'elle fonde sa démarche sur le postulat de rationalité du patient consommateur, en considérant celui-ci capable d'établir un ordre de ses préférences (utilité) quant à la consommation des biens. En effet, la microéconomie standard qui a vu s'élargir son champ d'analyse à tous les phénomènes de la société humaine : mariage, éducation, toxicomanie, travail, criminalité, etc., ne fit pas de la santé une exception, et la santé s'est vue appliquée un modèle de comportement humain fondé sur les principes de rationalité et de maximisation procédurales. Le but étant d'agir sur la demande, le souhait de l'économiste est que le patient ressemble, le plus que possible, à l'*homo oeconomicus*⁶⁷ qui est pourvu de rationalité. Ce qui signifie son aptitude à procéder à des choix cohérents et à établir un classement rationnel de ses préférences. L'*homo oeconomicus* est également maximisateur, on entend par là qu'il recherche le maximum de satisfaction ou de profit au coût minimum. Pour Tanti-Hardouin (1994)⁶⁸ si cette représentation de l'homme reste abstraite et de ce fait souvent contestée, elle n'en demeure pas moins l'approche dominante en sciences économiques et sociales.

A l'instar de la majorité des économistes, Newhouse part de la définition des courbes d'indifférence et du comportement maximisateur du malade pour dériver la fonction de demande. Dans son modèle de 1978, Newhouse considère que le consommateur (patient) peut combiner l'achat de deux biens : un bien composite (désigné par Comp) qui peut rassembler plusieurs marchandises et un autre bien qui

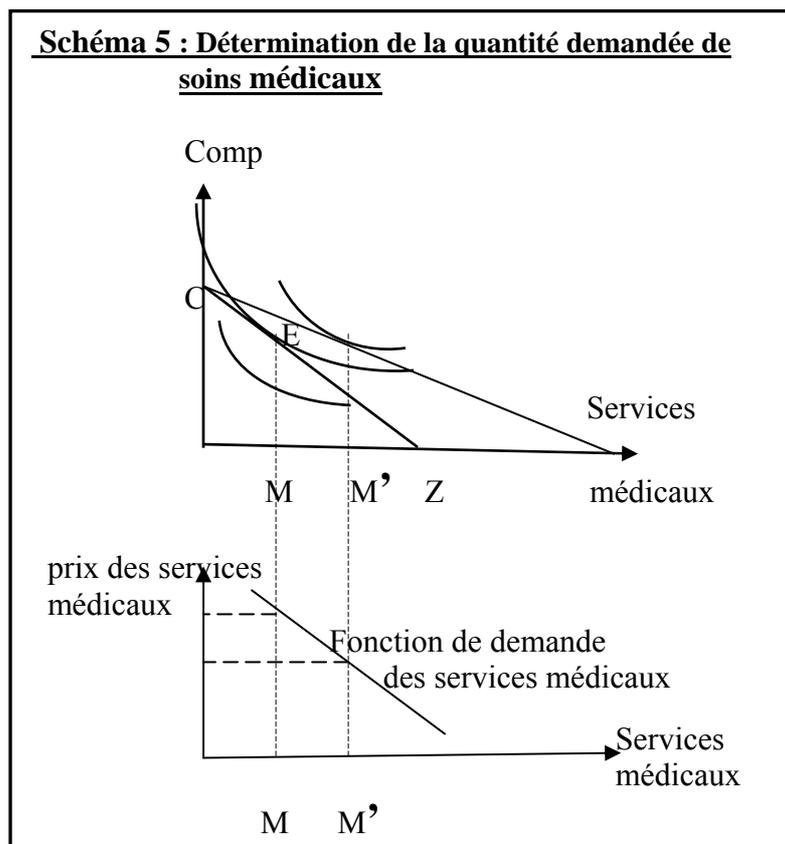
⁶⁵: Newhouse. J.P, *The economics of medical care*, 1978, Addison Wesley publishing company. Cite dans Tanti-Hardouin (1994), p 150.

⁶⁶: Phelps. C.E, Newhouse. J.P, « Coinsurance, the price of demand and the demand for the medical care », août 1974, *Revue of Economics and Statistics*, Vol LVI, n°3.

⁶⁷: Tanti-Hardouin, *déjà cité*. P.117.

⁶⁸: Idem.

est représenté par les services médicaux, il suppose que les prix des deux biens sont connus, et que l'utilité procurée par la consommation de ces deux biens a une fonction qui doit garantir les conditions de continuité, de croissance et de différenciabilité jusqu'au deuxième ordre. La partie supérieure du schéma 5 (ci-dessous) illustre la carte d'indifférence du patient, les points C et Z représentent respectivement les quantités maximales des deux biens, le bien composite et les services médicaux, qui peuvent être consommées si tout le revenu est affecté à l'un ou à l'autre. (CZ) est donc la droite budgétaire (et la contrainte du programme à maximiser) qui rassemble toutes les combinaisons de bien (Comp) et de services de soins pouvant être acquises en déboursant la totalité du revenu. Le comportement maximisateur du consommateur va l'amener à choisir, lui ou plutôt son docteur, un point situé sur la droite budgétaire, mais qui soit en tangence avec la courbe d'indifférence ou d'iso utilité la plus haute, soit le point E sur le schéma 5 correspondant à la quantité M de services médicaux consommés.



Source : Tanti-Hardouin. N, *Economie de la santé*, 1994. P.149.

L'apport du modèle Newhouse (1978) est de fournir une explication

théoriquement fondée aux traits les plus marqués de la demande de soins constatés empiriquement. En effet, du point de vue de l'analyse économique, la mise en œuvre des effets de substitution et de revenu (partie inférieure du schéma 5) explique comment et dans quelle mesure la couverture par une assurance maladie est assimilée par le patient consommateur à une baisse du prix des soins (voire à leur gratuité) et encourage ainsi la consommation médicale⁶⁹. Sur le schéma 5 la quantité de soins médicaux consommée passe de M à M' .

Par ailleurs, le temps étant assimilé en analyse économique à une ressource rare, le coût pour le consommateur d'une unité de services de soins C , se compose de la somme des coût direct cP et indirect wt , soit $C = cP + wt$. cP est le montant directement déboursé à cause de la maladie, P étant le prix du service médical et c la fraction que ne rembourse pas l'assurance maladie. Le coût indirect wt , représente la valeur du coût d'opportunité de l'affectation du temps à un autre emploi qu'à celui de la santé, avec w : coût horaire, et t la durée en heures consacrée aux soins. Cette distinction basée sur la nature directe ou indirecte du coût des services de soins a permis d'expliquer avec plus de précision les dépenses de soins. En effet, pour les pathologies graves, c-à-d, quand le malade ne peut plus aller travailler ou voit son activité se réduire, la composante temporelle n'a qu'un poids minime, *a contrario*, quand la maladie est bénigne, le malade a le choix entre consulter et ne pas le faire. Dans ce cas, son choix dépend, évidemment, de la valeur de la composante temporelle.

3. Le modèle issu de la théorie du capital humain

Il est d'usage, à la suite des travaux de Becker (1964)⁷⁰, de considérer le capital humain comme l'ensemble des capacités de travail et de bien-être, c'est-à-dire que le capital humain renvoie aux stocks de qualifications, de connaissances techniques et générales ainsi qu'aux stocks de capacités physiques et de santé. Ce concept de capitalisation des potentialités humaines, est repris par

⁶⁹: Phelps. C.E, Newhouse. J.P (1974). Cité dans Labourdette (1988). P. 30.

⁷⁰: Becker. G.J, Human capital, 1964, Columbia University Press. Cité dans Bosserelle. E, *Les nouvelles approches de la croissance et du cycle*, 1999, Dunod, Paris. P. 72.

M. Grossman (1972)⁷¹ et appliqué au domaine particulier de la demande de santé, il assimile la santé à un bien durable dont l'individu hérite à sa naissance et qu'il gère jusqu'à sa mort. Grossman considère que l'approche du patient consommateur conduit à tronquer des variables parmi les facteurs de création de la demande de biens médicaux, particulièrement, l'état de santé et les attitudes ou les comportements à l'égard de la santé⁷².

La principale conclusion de Grossman est que les analyses de la demande de santé sont, en réalité, des analyses de la demande de soins médicaux et non celles de la demande de santé pour elle-même. La critique la plus couramment émise à l'encontre du modèle traditionnel de Newhouse (1978) est que la santé y est considérée comme une marchandise, c'est-à-dire, qu'à l'instar des autres biens marchands, les services médicaux sont consommés pour eux-mêmes. Ce qui se traduit par l'intégration de la variable *état de santé* dans les modélisations statistiques, comme variable exogène. Cette situation est désignée, selon Darbon et Letourmy (1983)⁷³ sous l'expression d'*indétermination relative du produit du service médical*.

C'est à cette question de l'indétermination relative du produit médical que le modèle de Grossman (1972) constitue, à juste titre, une réponse⁷⁴. En effet, à l'inverse du modèle traditionnel où l'état de santé apparaissait comme variable exogène, dans le modèle de Grossman cette variable est endogénéisée, et le produit de la consommation médicale dépend plus de l'état de santé de l'individu, que des caractéristiques inhérentes aux services de soins. Dès lors, la rationalité du patient fait que l'objet fondamental de ses préférences devient son état de santé, bien plus que les caractéristiques propres au service médical. Le but n'est plus d'obtenir des services de soins pour eux-mêmes, mais de les combiner au temps de bonne santé ainsi qu'aux autres biens, à fin de produire du *temps de bonne santé*, soit du temps disponible pour des affectations que sont le travail et les autres activités de loisirs. Voilà, somme toute, le processus cyclique de capitalisation ou d'investissement en

⁷¹: Grossman M, 1972, « On the concept of Health capital and the demand for Health », journal of political economy, vol LXXX n°2. Cité dans Labourdette (1988). P. 26.

⁷²: Tanti-Hardouin. N, *Economie de la santé*, 1994, Armand Colin. P.150.

⁷³: Darbon. S, Letourmy. A, 1983, « La microéconomie des soins médicaux doit-elle être nécessairement d'inspiration néoclassique ? », Sciences Sociales et Santé, vol.1, n°2. Cité dans Tanti-Hardouin (1994. P. 150.

⁷⁴: Tanti-Hardouin. N, *déjà cité*. PP. 163-164.

capital santé ou, plus exactement, d'investissement en stocks de temps de bonne santé.

Tout comme l'approche du patient consommateur, l'approche par la théorie du capital humain se fonde sur les hypothèses de la théorie économique standard⁷⁵, et aboutit par un raisonnement marginaliste à l'égalisation du bénéfice et coût marginaux de l'investissement en capital santé, alors que dans le modèle classique de Newhouse, le consommateur rationnel choisit en fonction du rapport des utilités marginales et de celui des prix des deux biens : les services de soins et les autres marchandises.

De même, le temps bénéficie d'une place toute particulière dans chacune des deux approches. Nous avons vu l'un de ces apports dans le modèle traditionnel de la consommation médicale, mais son rôle est bien plus important dans une approche de type capital humain. L'approche du capital humain répond au souci de la détermination du produit de la consommation médicale qui demeurerait posé dans la conception traditionnelle de la santé. En effet, Tanti-Hardouin (1994)⁷⁶ fait remarquer que même si dans le modèle issu de la théorie du capital humain, la santé constitue un terme direct dans la fonction d'utilité du consommateur, elle demeure avant tout perçue comme un investissement, voilà l'idée fondamentale sur laquelle repose ce modèle. Mettant ainsi en avant le lien entre le capital santé et les activités humaines, la théorie du capital humain suggère une perception de la santé plus complète et propose une structure plus solide au raisonnement et hypothèses de construction d'un modèle théorique de la demande de santé.

Comment expliquer alors que la quasi-totalité des modélisations économiques du domaine de la santé tend à négliger cette conceptualisation du lien entre la santé et les différents aspects de la vie humaine ? Tanti-Hardouin (1994)⁷⁷ répond indirectement en faisant remarquer que le lien apparaît d'autant plus fort et vérifiable que le pays est moins avancé et moins développé. Pour lui l'explication au paradoxe se trouve dans le mode de vie des sociétés occidentales développées qui conduit à

⁷⁵: Labourdette. A, *Economie de la santé*, 1988, Presses Universitaire de France. P. 28.

⁷⁶: Tanti-Hardouin. N, *Economie de la santé*, 1994, Armand Colin. P. 164.

⁷⁷: Idem. P. 164.

raisonner comme si toute la population bénéficiait d'un *bon état de santé*. En effet, dans les pays développés, il ne reste plus beaucoup de progrès pouvant être réalisés en termes d'amélioration de l'état de santé général. Cette limite dans les gains marginaux de santé rend très minimes les gains de productivité marginale espérés d'une augmentation du volume de la consommation médicale. Cette faiblesse du rendement productif marginal par rapport aux dépenses de soins est ce qui fait négliger le rôle de la santé en tant que facteur de développement et de croissance et rend, dans un tel contexte, une perception du patient consommateur plus pertinente et plus pragmatique. Par contre, le développement économique et tout ce qu'il offre comme conditions propices à la promotion du bien être et de la santé sont bien loin d'être des attributs des pays les moins avancés. A l'extrême, dans certains pays, la situation est dramatique au point que la croissance économique soit freinée par des problèmes majeurs de santé (comme les endémies de Sida dans les pays d'Afrique Subsaharienne).

En général, dans les pays sous développés ou en voie de développement il reste d'énormes progrès potentiellement réalisables en matière de santé publique, et c'est justement en vertu de la significativité de ces potentiels gains sanitaires que bien plus que d'impliquer un poids sur la dépense publique, l'amélioration de l'état général de santé de ces populations correspond à un investissement en capital de croissance. C'est en ce sens que la théorie du capital humain est, ou du moins devrait être, dans ces pays, *la pierre angulaire sur laquelle reposeraient toutes les politiques de santé publique*⁷⁸.

II. LA RECIPROCITE DE L'EFFET DE CAUSALITE SANTE- CROISSANCE

Le premier paragraphe de cette section montrera les mécanismes par lesquels procède la réciprocity de l'effet de causalité entre les niveaux de croissance et de richesse des nations d'un côté, et l'état global de santé de leurs populations de l'autre. En effet, si du point de vue empirique, la constatation de la très forte corrélation positive entre les niveaux de croissance des nations et l'état général de santé de leurs populations est bien établie, la mise en avant et la détermination des

⁷⁸: Tanti-Hardouin. N, *Economie de la santé*, 1994, Armand Colin. P. 164.

mécanismes qui entretiennent cette corrélation positive est une toute autre question. Pour étudier les mécanismes qui régissent chacun des deux phénomènes actifs et qui forment le cercle vertueux (ou vicieux) santé croissance, nous avons préféré scinder ce cercle de causalité vertueuse, en ses deux effets respectifs : les bienfaits de la croissance et du développement sur l'état de santé général des populations et le rôle que joue la santé en tant que facteur de croissance et de développement des nations.

Nous entamerons d'abord l'étude des mécanismes expliquant les retombées bienfaites de la croissance et du développement sur l'état de santé global des populations. A cet effet, le recours à quelques indicateurs macroscopiques de l'état de santé des populations est nécessaire, nous retiendrons divers indicateurs de mortalité dont principalement l'espérance de vie à la naissance. Puis nous constaterons que c'est notamment l'apparition de nouvelles approches de la croissance endogène qui fit que la santé, au même titre que le niveau d'éducation, devenait bien plus qu'un indicateur reflétant les niveaux de vie et de croissance atteints, elle en était, simultanément, un facteur explicatif et déterminant.

1. La croissance et ses effets sur la santé

Le développement qui comprend la croissance économique et l'amélioration de divers aspects qualitatifs de la vie des humains a un effet déterminant sur l'état de santé et le bien-être général. Nous présenterons cinq mécanismes⁷⁹ permettant d'expliquer l'effet, certain et décisif, du développement et de la croissance sur l'état de santé général d'une population.

1.1. Les conditions générales de vie

L'incidence des maladies contagieuses traditionnelles se trouve largement réduite voire éliminée grâce aux simples et bonnes conditions de vie : hygiène,

⁷⁹: Notre présentation de ces mécanismes s'inspire de celle établie par Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P. 34.

nutrition, habitat, etc.⁸⁰. Ces conditions sont des caractéristiques basiques et évidentes dans le mode de vie d'une société développée, nous serions tentés de les qualifier d'inhérentes à ce mode de vie. Le rapport inverse est également vrai, nous entendons par là que le défaut de ces bonnes conditions de vie caractérisant les sociétés n'ayant pas atteint un certain degré de développement se traduit, indubitablement, par la détérioration de l'état général de santé des populations de ces sociétés. En atteste le retour en force, en 1993, sur le plan épidémiologique algérien, de certaines maladies transmissibles. Cette résurgence trouve sa large explication dans la dégradation réelle des conditions de vie, d'hygiène et d'habitat. En effet, Ces maladies contagieuses sont considérées comme étant un miroir des conditions de vie et d'habitat⁸¹. Nous rappelons que cette détérioration de ces conditions peut, raisonnablement, être mise au compte de l'application des mesures d'ajustement structurel pour bien montrer, là encore, qu'un problème dans le processus de croissance implique une dégradation dans les conditions générales de vie qui se répercute elle même forcément sur l'état de santé général. Cette dernière remarque souligne également le fait que l'impact des conditions de vie (qui sont le reflet des niveaux de développement et de croissance) d'une société sur son état de santé général était valable dans les deux sens : positif et négatif.

1.2. La prise en charge collective des catégories vulnérables et la promotion de l'éducation :

Pour expliquer ce deuxième mécanisme nous commencerons par constater une réalité : les catégories socioéconomiques les plus démunis sont celles qui souffrent le plus de problème de santé. Or, ces différentes formes de prise en charge de ces catégories à travers l'organisation d'un système de protection sociale dont l'assurance maladie, l'assurance chômage et la retraite, sont reconnues comme des droits sociaux garantis institutionnellement, car étant pour la plupart des préoccupations collectives. Or, ils ne sont pas des acquis du point de vue économique, la mobilisation de moyens financiers et compétences humaines en est primordialement à l'origine, et la continuité de cette mobilisation conditionne la

⁸⁰: Fellah. L, Etude exploratoire du système de prévention algérien : Déterminisme et problématique, Thèse de Doctorat en sciences économiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 1998. P. 238.

⁸¹: Fellah. L, Etude exploratoire du système de prévention algérien : Déterminisme et problématique, Thèse de Doctorat en sciences économiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 1998. P. 71.

pérennité de tous ces droits sociaux⁸². A ce titre, le secteur de la santé est qualifié par S. Chambaretaud et L. Hartmann (2004)⁸³ d'*instrument majeur de la politique sociale des Etats Providence*», constat qui se vérifie en Algérie où les dépenses de sécurité sociale représentaient, en 2003, près d'un tiers des dépenses publiques de santé⁸⁴, la part des dépenses publiques dépassait la même année 80% de la dépense totale de santé. La croissance, en plus d'en être à l'origine, serait pourvoyeuse et garante de nombreux avantages sociaux⁸⁵ : l'éducation, en particulier, celles des femmes est l'un des principaux déterminants de santé dans les pays pauvres et en voie de développement⁸⁶, la preuve en est donnée par la comparaison des taux de mortalité maternelle régionaux en Algérie⁸⁷, le risque de décès des suites de l'accouchement dans la région sud-est du pays est trois fois plus élevé qu'au nord, cette disparité trouvant son explication dans d'autres disparités régionales liées celles-ci aux variables socioéconomiques et culturelles. En effet, selon l'enquête EASF (2002)⁸⁸ le taux d'accouchement sans assistance médicale (à domicile) est au sud (18%) six fois plus élevé qu'au nord (3%), le taux d'analphabétisme féminin qui serait de 40.3% (moyenne nationale) atteindrait les deux tiers, dans certaines wilayas du sud du pays.

1.3. L'atténuation des inégalités dans la distribution des revenus

Le développement est un puissant facteur de diminution des inégalités dans la distribution des revenus, donnant naissance à une classe moyenne, ce qui réduit les inégalités sociales et de niveau de vie à long terme. Majnoni D'Intignano (2001) souligne la convergence des études⁸⁹ à affirmer une plus grande homogénéité sociale, de niveau de vie et d'équité dans la répartition des revenus était corrélée à

⁸²: Lamri. L, *Le système de sécurité sociale en Algérie : une approche économique*, 2002, OPU, Alger. P. 170.

⁸³: Chambaretaud. S, Hartmann. L, *Economie de la santé : « avancées théoriques et opérationnelles »*, Revue de L'OFCE 91, octobre 2004. p238.

⁸⁴: OMS, *Rapport sur l'épidémiologie mondiale*, 2006.

⁸⁵: Kaid. N, « Le système de santé algérien entre efficacité et équité. Essai d'évaluation à travers la santé des enfants : enquête dans la wilaya de Bejaia », 2001, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université d'Alger. P. 156.

⁸⁶: Idem.

⁸⁷: Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière (MSPRH), « La santé des algériennes et des algériens », Rapport annuel, 2003. P. 18.

⁸⁸: Données issues de l'Enquête Algérienne sur la Santé de la Famille (2002) menée sous l'égide et l'appui financier du programme du Golf Arabe en collaboration avec les agences Onusiennes UNICEF et OMS.

⁸⁹: L'auteur fait référence aux grandes études suivantes : Banque mondiale (1993), *Investir dans la santé* ; PNUD (1996), *Rapport sur le développement humain* ; H. Duleep (1995), « Mortality and income inequality among economically developed countries », *social security bulletin*, vol.58, n°2.

un meilleur état de santé général. L'auteur appuie ses propos en comparant l'évolution de l'espérance de vie au Japon et aux Etats-Unis. Celles-ci étant identiques aux années soixante dix, au Japon où la répartition des revenus est égalitaire, l'espérance de vie crût plus vite qu'aux Etats-Unis (ainsi qu'aux Royaume-Uni) caractérisés par une configuration injuste des richesses et par des disparités socioéconomiques qui ne pouvaient qu'aller en s'accroissant avec le temps. Ce constat peut être fait à une échelle internationale mais également intra-nationale. Là encore, l'exemple des Etats-Unis est sans doute le plus récurrent⁹⁰, en effet, il ne manque pas d'éloquence quand l'on sait que l'écart entre l'espérance de vie des minorités noire et indienne et celle des Blancs est de six années.

1.4. La vie urbaine

Pour L. Mumford⁹¹, l'un des premiers à avoir étudié les aspects sociaux de la vie en ville, le rassemblement d'un grand nombre d'individus au même endroit permet de réunir toute une gamme de compétences physiques et intellectuelles et d'idées nouvelles. En effet, la diversité et le rassemblement des éléments de cette gamme sont, selon lui, disposés à *assurer une offre efficace et rationnelle des richesses et services, et des ressources éducatives et culturelles dont dispose la collectivité*. Il en est du moins le cas pour l'efficacité dans l'offre de soins en ville. En effet, à la suite de Majnoni d'Intignano (2002) l'urbanisation serait favorable au moins jusqu'à certaines limites à la santé. Les gains directs ou indirects de santé que procure l'urbanisation sont supérieurs aux détériorations que provoquent le stress et la pollution, caractéristiques de la vie urbaine. L'auteur explique cette réalité constatée par le fait que les urbains disposent de niveaux de revenu et d'éducation plus élevés, mais qu'ils sont également et surtout dotés d'un réseau de soins plus moderne et plus dense eu égard à celui des zones rurales. Les urbains possèdent, également, une consommation médicale moyenne par tête plus élevée⁹². Tous ces facteurs étant évidemment bénéfiques à la santé.

⁹⁰: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P. 39.

⁹¹: Mumford. L, « What is a city ? », *Architectural record*, n°82, 1937, cité dans « Le plan d'action des villes pour la santé et le développement durable », collection européenne : Développement durable et santé, n° 2, 1997. P. 9.

⁹²: Ce constat est au même temps une vérification empirique de l'hypothèse d'induction de la demande par l'offre.

Le taux de mortalité général a constamment baissé en Algérie depuis l'indépendance à nos jours⁹³, en cette matière, les disparités entre différentes strates de résidences des populations se sont également estompées mais elles demeurent consistantes. L'enquête EDG (2000)⁹⁴ sur la santé de la mère et de l'enfant a mis en exergue des chiffres qui restent toutefois impressionnants : le taux de mortalité infantile rural est supérieur à celui des zones urbaines de 11%. Le lieu de résidence est d'autant plus discriminatoire en matière de santé, et la disparité d'autant plus claire si l'on considère l'écart entre les deux taux de mortalité infanto-juvénile, la différence est de l'ordre de 16%. Cette tendance à la disparité régionale est également une caractéristique commune au pays du Maghreb⁹⁵.

1.5. Les transitions et régressions économiques

Historiquement, les arrêts ou les relâchements dans les dynamiques de développement et de croissance économique correspondant à des changements de vitesse et de nature dans l'évolution économique, et pouvant être momentanés ou durables, ont profondément affecté l'état de santé des populations⁹⁶. Dans le premier cas, le passage des économies administrées vers des économies de marché est bien souvent accompagné de déséquilibres des deux sphères de l'économie : forte inflation, rationnement de la demande (ou de l'offre) de biens et crise de l'emploi, ces déséquilibres macroéconomiques correspondent, au plan socioéconomique, à une détérioration des conditions de vie, s'accompagnant le plus souvent, d'un contexte de détresse générale.

G. Caselli, F. Meslé et J. Vallin (2001)⁹⁷ établissent une comparaison entre l'évolution au début des années quatre vingt dix de l'espérance de vie dans les pays d'Europe de l'Est ayant réussi leur transition, par exemple, la Hongrie, et celle des

⁹³: Kaid. N, « Le système de santé algérien entre efficacité et équité. Essai d'évaluation à travers la santé des enfants : enquête dans la wilaya de Bejaia », 2001, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université d'Alger. P., Université d'Alger. P. 175.

⁹⁴: Données issues de l'Enquête Décennale Générale EDG (2000) réalisée par le MSP et l'ONS. Cité dans Ministère de la Santé et de la Population (MSP), « La santé des algériennes et des algériens », Rapport annuel, 2002. P. 11.

⁹⁵: Pour une étude plus détaillée de ces indicateurs dans les pays du Maghreb, *c.f.* à Kaid. N, déjà cité. PP. 30 -53.

⁹⁶: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P.41.

⁹⁷: Caselli. G, Meslé. F, Vallin. J, 2001, « Les entorses au schéma de la transition épidémiologique », Communication au Congrès international de la population.

pays qui y ont échoué ou qui y sont difficilement parvenus, citons la Russie, pour l'illustration. Le constat est le suivant, alors qu'en Hongrie où l'espérance de vie ne cesse d'augmenter, passant de 69 ans en 1990 à 71 ans en 1996, en Russie le redéploiement structurel de l'emploi fut la cause de chômage et d'inflation, le tout aboutit au démantèlement de la protection sociale qui toucha particulièrement les familles et les retraités, le bouleversement fut tel que l'espérance de vie des russes chuta de 70 ans au début des années 1990 à 64 ans en moins de cinq ans.

L'Algérie a connu les avatars des mesures du plan d'ajustement structurel que lui imposait sa transition⁹⁸. Le contexte était marqué par la suppression d'un demi-million d'emplois du secteur public entre 1994 et 1997 et une stagnation dans la création de l'emploi qui a fait se maintenir le taux de chômage à un niveau élevé (autour de 30%). D'un autre côté, le déficit des entreprises publiques les a contraintes au non paiement des cotisations sociales et des dettes parapubliques, ce qui s'est traduit, au niveau de l'équilibre financier de la sécurité sociale⁹⁹ par des déficits de plus en plus significatifs dès 1994, le déficit de 1999 était 15 fois supérieur en termes nominaux à celui enregistré en 1990 et une persistance dans cette situation menaçait l'existence même de tout le système de sécurité sociale¹⁰⁰. Cela étant, qu'il s'agisse d'indicateurs liés à l'activité des structures sanitaires ou des indicateurs sanitaires¹⁰¹, aucun d'entre eux ne peut refléter une détérioration causée par l'adoption du programme d'ajustement structurel, au contraire, les indicateurs sanitaires de base attestent d'une amélioration de l'état de santé. Contrairement à ce qu'il n'était pas possible de faire ou qui ne s'est pas fait de manière prompte dans les pays de l'Europe de l'est, en Algérie, une prise en charge du déficit de la sécurité sociale par l'Etat, et le maintien de sa politique d'investissement massif en infrastructures et équipements sanitaires, a permis le maintien des systèmes de sécurité sociale et de santé, préservant ainsi les acquis en matière de santé publique.

⁹⁸: Kaid. N, « Le système de santé algérien entre efficacité et équité. Essai d'évaluation à travers la santé des enfants : enquête dans la wilaya de Bejaia », 2001, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université d'Alger. PP.59-70.

⁹⁹: Lamri. L, *Le système de sécurité sociale en Algérie : une approche économique*, 2002, OPU, Alger. PP. 136-137.

¹⁰⁰: Idem.

¹⁰¹: Kaid. N, déjà cité. PP. 61-69.

La régression économique dans les pays Africains est très corrélée à celle de l'état de santé global de leurs populations, en effet, le continent Africain abrite un dixième de la population mondiale, mais qui ne produit au total qu'un centième du PIB mondial. Plus grave encore, le revenu par habitant enregistre une baisse tendancielle depuis les années soixante. En parallèle et depuis les années quatre vingt dix, les pandémies de SIDA et de malaria ont envahi le continent, le résultat est qu'on assiste à une baisse continue de l'espérance de vie, ce phénomène frappe particulièrement les pays subsahariens où l'espérance de vie atteint des niveaux qui sont comme le souligne Majnoni d'Intignano « inconnus dans le monde depuis le XIX^{ème} siècle : quarante années »¹⁰².

Nous avons vu comment et jusqu'où la croissance et le développement pouvaient avoir des retombées bienfaites sur l'état de santé général et le bien-être des populations, ce qui implique, par là même et de manière symétrique, les préjudices que portent les mauvaises conjonctures et encore plus les crises économiques à l'état de santé des populations. Nous tacherons à présent d'analyser la relation inverse, soit le rôle que joue l'état de santé global dans l'enrichissement économique et le développement des sociétés.

2. La santé facteur de croissance et de développement

L'accent fut, depuis longtemps, mis sur le rôle essentiel de la santé dans le bien-être. En effet puisque l'état de santé constitue une composante essentielle du bien-être des individus, il en résulte qu'une amélioration de l'état de santé constitue déjà un gain en soi. Mais pour que la consommation médicale ait non seulement un impact positif sur le bien-être de ses bénéficiaires, mais aussi sur la richesse de la nation, il faut que l'amélioration de l'état de santé achetée avec la consommation de soins, se traduise par une augmentation de l'effort de travail ou de la productivité individuelle. La prise en compte de la santé en tant que facteur de développement, ne s'est pas faite de manière contingente et la santé fut longtemps considérée comme une contrainte budgétaire pesant sur la dynamique de croissance. C'est l'émergence de nouvelles théories de la croissance et la convergence des résultats

¹⁰²: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P. 41.

des travaux empiriques sur les sources de la croissance qui ont permis la reconsidération de la santé, aussi bien en tant que consommation, qu'en tant qu'investissement dans les processus de croissance. Nous allons, brièvement, expliquer le fondement des nouveaux modèles de croissance endogène, puis décrire le cadre général des approches rattachant les facteurs explicatifs et générateurs de la croissance endogène, à la santé.

2.1. La croissance endogène

Le modèle de croissance néoclassique ou modèle de Solow aboutit, inexorablement, à l'exogénéité de la croissance¹⁰³, cela tenant aux hypothèses de décroissance des rendements du capital physique et de constance des rendements d'échelle, ces hypothèses étant essentielles à l'existence d'un *équilibre concurrentiel*. Dès lors, pour qu'une augmentation du capital par tête (ou de l'intensité capitalistique) conduise à l'accroissement du produit par tête, il fallait recourir à un facteur exogène : le progrès technique ou la croissance de la population.

Saint Paul (1996)¹⁰⁴ fait remarquer que la théorie traditionnelle de la croissance chez les néoclassiques est tautologique puisqu'elle explique la croissance à l'aide d'un facteur inexpliqué : le progrès technologique, considéré comme une *boîte noire*. Mais en dehors même du caractère, résolument, exogène de la croissance, d'autres faiblesses inhérentes à la conception néoclassique traditionnelle forment les grandes limites de ce modèle, entre autres, son incapacité à rendre compte de la dynamique effective des pays capitalistes ni à expliquer les écarts entre les taux de croissance des différents pays. Cette inadéquation aux faits est à l'origine de l'apparition de nouvelles théories de la croissance¹⁰⁵ : la théorie de la croissance endogène. Les modèles de croissance endogène se fondent sur l'idée que la croissance est déterminée par le comportement des agents économiques. Dans cette conception un facteur de croissance, par exemple le progrès technique longtemps considéré comme exogène, devient le résultat des choix des agents

¹⁰³: Muet. P-A, *Croissance et cycles : théories contemporaines*, 1994, Economica. P45.

¹⁰⁴: Saint-Paul. G, « Les nouvelles théories de la croissance et leurs implications pour la politique économique et l'analyse de la concurrence internationale », 1996, *Revue française d'économie*, Vol XI, 3. Cité dans Bosserrelle. E, *Les nouvelles approches de la croissance et du cycle*, 1999, Dunod, Paris. P66.

¹⁰⁵: Muet. P-A, *Croissance et cycles : théories contemporaines*, 1944, *ibid.*

économiques¹⁰⁶, ces choix sont, évidemment, tributaires de la richesse nationale. La formalisation de cette réciprocity de l'effet de causalité entre la richesse nationale et divers autres facteurs comme le progrès technologique, implique sur le plan de l'explication statistique, l'endogénéisation de ces facteurs explicatifs de la croissance économique d'un pays, et c'est ce qui, somme toute, a donné naissance aux nouveaux modèles théoriques de la croissance endogène.

2.2. Les facteurs générateurs de croissance endogène et la santé

Les principaux facteurs générateurs de croissance endogène sont : le progrès technique, les dépenses publiques, la recherche et développement (R&D) et l'investissement en capital humain. Or, les secteurs de la santé et de l'éducation intègrent, parfaitement, les principaux moteurs explicatifs de la croissance endogène, et partant de là, ces approches deviennent compatibles avec les analyses liant croissance et santé¹⁰⁷. Nous allons présenter le cadre général des analyses rattachant les facteurs explicatifs de la croissance endogène à la santé.

2.2.1. Dépenses publiques et santé

Barro présente en 1990 un modèle de croissance endogène au sein duquel les dépenses publiques jouent un rôle central¹⁰⁸, en permettant une croissance auto entretenue, grâce à la constance des rendements productifs du capital, s'expliquant par la possibilité d'accumulation des deux facteurs de production considérés : le capital privé et le capital public. Les nouvelles approches de la croissance revalorisent l'influence des dépenses publiques, car elles se fondent sur la considération selon laquelle, le capital public serait générateur d'externalités positives bénéficiant à l'ensemble des agents économiques. C'est ce que Muet (1994) qualifie de *redécouverte de l'Etat*¹⁰⁹, en ce sens où ces nouvelles approches de la croissance réhabilitent, dans une certaine mesure, l'intervention économique de l'Etat.

¹⁰⁶: Bosserelle. E, *Les nouvelles approches de la croissance et du cycle*, 1999, ibid.

¹⁰⁷: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P.47.

¹⁰⁸: Muet. P-A, *Croissance et cycles : théories contemporaines*, 1994, Economica. p50.

¹⁰⁹: Idem.

Les modèles de croissance endogènes soulignent le fait que l'investissement public génère des économies externes sur les capacités productives. Or, ces externalités positives ne sont pas, ou ne peuvent pas être prises en compte par les firmes dans leurs calculs économiques, biaisant par là, les choix intertemporels des agents. Barro affirme que la non intervention de l'Etat conduirait à la baisse du taux de rendement de l'investissement, soit la baisse du taux de profit. Cette baisse de profit induira, rationnellement, une baisse de l'investissement, en termes d'effets contra cycliques. D'où le nouveau rôle capital et déterminant dévolu à l'Etat¹¹⁰ : la contribution à une meilleure allocation des ressources. Les principaux canaux de transmission de ces économies externes sont incarnés par les infrastructures relevant des collectivités publiques comme les télécommunications, les transports publics ainsi que les divers services fournis par l'Etat : éducation, sécurité et santé. Nous comprenons le rôle décisif des dépenses publiques dans les modèles de croissance endogène, la considération de la part importante de la santé au sein des dépenses publiques permet de déduire la relation entre santé et croissance.

2.2.2. Capital humain et santé

Depuis les travaux de Becker¹¹¹, il est d'usage de considérer que le capital humain renvoie au stock de connaissances (économiquement valorisables et incorporées aux agents), auquel viennent s'ajouter les qualifications, les aptitudes générales ou techniques et l'état de santé ou encore l'hygiène et la nutrition. La santé serait un élément du capital humain au même titre que l'éducation (Becker, 1990). En effet, l'état de santé de l'individu a un impact sur sa productivité et cela à travers de nombreux canaux : un individu en mauvaise santé ressent plus de désagrément à travailler (l'effort est plus coûteux pour lui), il peut avoir plus de difficultés à se concentrer ou à produire un effort physique. Par ailleurs, l'état de santé au cours des études peut avoir un impact sur la réussite scolaire. La santé a donc un effet direct sur la productivité, mais aussi un effet indirect par le biais de son impact sur l'éducation, d'où le rôle décisif d'un bon état de santé dans l'accumulation du capital humain, donc dans la croissance économique.

¹¹⁰: Muet. P-A, *Croissance et cycles : théories contemporaines*, 1994, Economica. P. 89.

¹¹¹: Becker. G.J, *Human capital*, 1964, Columbia University Press. Cité dans Bosserelle. E, *Les nouvelles approches de la croissance et du cycle*, 1999, Dunod, Paris. P. 72.

2.2.3. Recherche et Développement (R&D) et santé

La recherche et développement est un facteur de croissance endogène et profite également au domaine de la santé. Le modèle présenté par Romer en 1986 constitue la pierre angulaire des modèles de croissance endogène, ce modèle s'appuie sur l'idée principale qui est la suivante¹¹² : lorsqu'une firme accumule du capital, elle acquiert des connaissances par le mécanisme de l'apprentissage par la pratique (*learning by doing*) dont bénéficieront les autres firmes au titre d'externalités positives liées à l'accumulation des connaissances ou effet du *learning spillover*, en français : l'effet des spillovers technologiques ou de savoir. Ce sont des forces qui permettent l'augmentation des profits à travers la localisation des firmes *spin-off* (impliquées en recherche et développement) ou celle d'une firme à proximité d'une autre firme dans la même industrie, ou par le partage des marchés du travail¹¹³.

Selon Majnoni d'Intignano¹¹⁴, ce phénomène se retrouve aussi pour la santé en ce sens où une immense part du progrès réalisé et acquis depuis les années cinquante, en savoir médical, s'explique par le développement des pratiques et matériaux de soins. Ce développement des pratiques et matériaux médicaux est évidemment le fruit du progrès des connaissances dans la médecine et dans de nombreux autres domaines : chimie, militaire, énergie, etc. Citons l'exemple de l'imagerie par résonance magnétique (l'IRM) qui est à l'origine le fruit d'une découverte militaire datant de la deuxième guerre mondiale¹¹⁵.

Notre étude menée jusque là aura explicité les mécanismes qui entretiennent la réciprocity de l'effet de causalité (que le cercle soit vertueux ou vicieux) et qui nourrissent donc les vecteurs de la positivité de la corrélation entre l'état de santé global d'une population et son niveau de développement et de richesse. Jusque là,

¹¹²: Bosserelle .E, *Les nouvelles approches de la croissance et du cycle*, 1999, Dunod. P. 80.

¹¹³: Ellison. G, Glaeser. L « Geographic Concentration in U.S. Manufacturing Industries: A Dartboard Approach », *Journal of Political Economy*, 1997, Vol. 105(5): p.894

¹¹⁴: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P. 49.

¹¹⁵: La découverte du phénomène de résonance magnétique par Rabi. I, (Prix Nobel de Physique 1944), est le fruit de la recherche militaire U.S. dans le cadre de la détection par radar, et qui sera mis en œuvre durant la deuxième guerre mondiale.

nous pouvons affirmer l'effectivité de la significativité du lien de causalité santé croissance. Appuyons nos propos par l'étude dans la troisième section de la notion de transition épidémiologique.

III. LA TRANSITION EPIDEMIOLOGIQUE

Des millénaires durant, l'espérance de vie des hommes n'a jamais excédé les 25 ou 30 ans. Le XVIIIe siècle marque l'entrée de *l'Homme* dans ce qui est désigné par les vocables : *transition démographique* qui est le processus historique ayant permis à l'humanité de passer d'un régime ancien où une forte fécondité équilibrait les pertes dues à une forte mortalité à un régime nouveau où la mortalité a tellement reculé qu'il suffit d'à peine plus de deux enfants par femme pour assurer le remplacement des générations¹¹⁶, cette modification de la fréquence du remplacement des générations n'étant que le résultat d'un changement des rythmes de mortalité et de natalité, lui même induit par une mutation du profil épidémiologique caractéristique des espaces géographiques et temporels considérés. Pour notre part, nous nous intéresserons, particulièrement, à la compréhension et l'interprétation de ce changement épidémiologique. Pour ce faire nous aurons recours à la théorie de la transition épidémiologique et à l'interprétation des faits historiques par rapport au cadre conceptuel de cette théorie.

1. La théorie de la transition épidémiologique et ses étapes

en 1971, A. Omran¹¹⁷ définit un modèle de la transition épidémiologique mettant en avant les énormes avancées en matière de santé réalisées dans les pays industriels depuis le dix huitième siècle, son analyse aboutit à la distinction de trois âges lesquels devaient être vécus par toute société durant son processus de modernisation¹¹⁸ : premièrement, l'âge de la peste et de la famine, étape caractérisée par une mortalité forte et fluctuante causée principalement par les maladies infectieuses et parasitaires, l'espérance de vie se situant en moyenne au-

¹¹⁶: Meslé. F, Vallin. J, « Transition sanitaire : bilan et perspectives », Médecine et science, 2000, n° 11. P. 1161.

¹¹⁷: Omran. A. R, « The epidemiologic transition : a theory of the epidemiology of population change », 1971, Milbank Memorial Fund Quarterly.

¹¹⁸: Caselli. G, Meslé. F, Vallin. J, « Les entorses au schéma de la transition épidémiologique », 2001, Communication au Congrès international de la population. Brésil. P. 2.

dessous de 30 ans. Deuxièmement, vient l'âge du recul des pandémies qui s'est déroulée dans les pays développés, entre les années 1920 et 1950 et durant lesquelles l'espérance de vie augmenta fortement, permettant un vieillissement de la population dont l'espérance de vie moyenne passa de moins de 30 ans à plus de 50 ans. Le troisième âge est celui des maladies de dégénérescence¹¹⁹ et des maladies de société¹²⁰ où le rythme de gains en espérance de vie se ralentit à mesure que l'effondrement des maladies infectieuses cède la place à l'ascension des maladies dégénératives et des maladies de société. Il s'agit d'un changement de "pathocénoses". Étymologiquement, pathocénose signifie *communauté de maladies*. La notion et le mot ont été créés par Mirko Grmek¹²¹ pour désigner l'ensemble des états pathologiques présents au sein d'une population déterminée à un moment donné. L'idée ayant servi à Grmek pour définir cette notion est que la fréquence et la distribution de chaque maladie dépendent, hormis divers facteurs endogènes et écologiques, de la fréquence et de la distribution de toutes les autres maladies, le tout aboutissant à une situation d'équilibre entre pathologies, c'est cette situation qui est désignée sous le terme : pathocénose.

Au moment même où naissait la théorie de la *transition omranienne*, les experts des instances onusiennes prévoaient une convergence générale des espérances de vie vers un niveau plafond estimé à 75 ans et dont les pays les plus avancés étaient déjà très proches.

La plus grande maîtrise des maladies infectieuses dans les pays les moins avancés semblait donner raison de par les faits à la théorie de la transition épidémiologique, mais ce que ne pu prédire la théorie d'Omran est que non seulement des politiques efficaces mises en œuvre dans les pays plus avancés allaient permettre d'enrayer la montée des maladies de société, mais surtout qu'une véritable révolution allait avoir lieu dans le domaine des maladies cardio-vasculaires, c'est ainsi que le début des années 1970 marqua l'ouverture d'une nouvelle phase

¹¹⁹: On entend par maladies dégénératives celles dues à un ralentissement de l'activité métaboliques du corps humain avec l'âge par épuisement du potentiel divisionnel de la population cellulaire. Dictionnaire des sciences médicales et sociales.

¹²⁰: Une définition est donnée dans G. Caselli et al. (2001.p5) : les maladies de société désignent l'ensemble des maladies dont le développement est lié aux effets pervers de la modernisation comme le tabagisme, la toxicomanie et la violence, les maladies cardio-vasculaires, gastriques....

¹²¹: Grmek. M, « Préliminaire d'une étude historique des maladies », Annales de l'ESC, n°24, 1969, pp. 1437-1783.

de progrès : *la révolution cardio-vasculaire*. Jay Olshansky et Brian Ault (1986)¹²², considèrent que ce changement ne consistait nullement en une remise en cause des fondements de la théorie de la transition épidémiologique et évoquèrent une *quatrième phase* durant laquelle les gains réalisés en matière de traitement des maladies cardio-vasculaires ne fixaient que plus haut le plafond de convergence de l'espérance de vie humaine.

Ce nouveau plafond estimé à 85 ans, allait servir de niveau référentiel aux Nations unies dans le cadre de la fixation des objectifs sanitaires au niveau planétaire. Cette limite de 85 ans dans l'espérance de vie est aujourd'hui fortement contestée, beaucoup d'auteurs pensant qu'il n'est pas désormais possible de fixer une limite¹²³.

2. Leçons de l'histoire

Dès la fin des années 1960, cette révolution a permis de renouer avec des progrès massifs de l'espérance de vie, dans des pays où elle avait déjà atteint ou même dépassé les 70 ans (Cf. figure 1), cependant, les pays qui avaient pu rattraper ce niveau d'espérance de vie ne parvinrent pas tous à entrer dans cette nouvelle phase de la transition sanitaire.

Les pays d'Europe de l'ex bloc soviétique sont, à *contrario*, entrés vers la fin des années 1960, dans une phase de stagnation voire de régression de leur espérance de vie¹²⁴. La figure 1 montre clairement que la rupture du processus de convergence des espérances de vie entre pays développés s'opère dès le début des années soixante.

Comment le résultat aurait t-il pu être autrement qu'ainsi, sachant que la révolution cardio-vasculaire ne profita guère à ces pays, mais qu'à cela s'est joint en plus le renforcement de l'incidence des maladies de société les plus meurtrières, tout

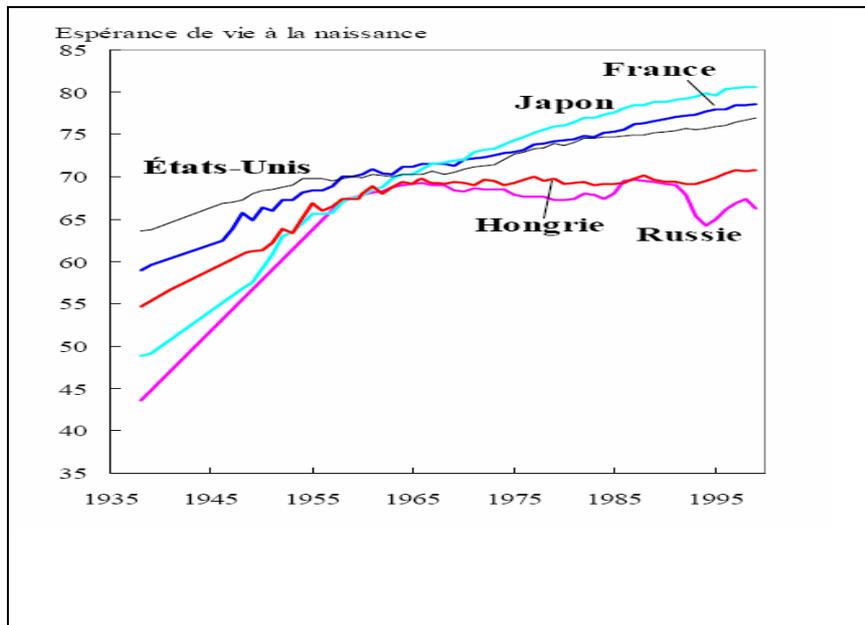
¹²²: Olshansky. J, Ault. B, « The fourth stage of the epidemiologic transition : the age of delayed degenerative diseases », The Milbank Quarterly, Vol 64, n° 3. Cité dans G. Caselli, Meslé. F, Vallin. J (2001). P. 2.

¹²³: Caselli. G, Meslé. F, Vallin. J, 2001, « Les entorses au schéma de la transition épidémiologique », communication au Congrès international de la population. Brésil. P. 3.

¹²⁴: Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France. Paris. P.39.

particulièrement l'alcoolisme, les suicides et la violence¹²⁵.

Figure 1 : une quatrième étape non franchie pour tous les pays



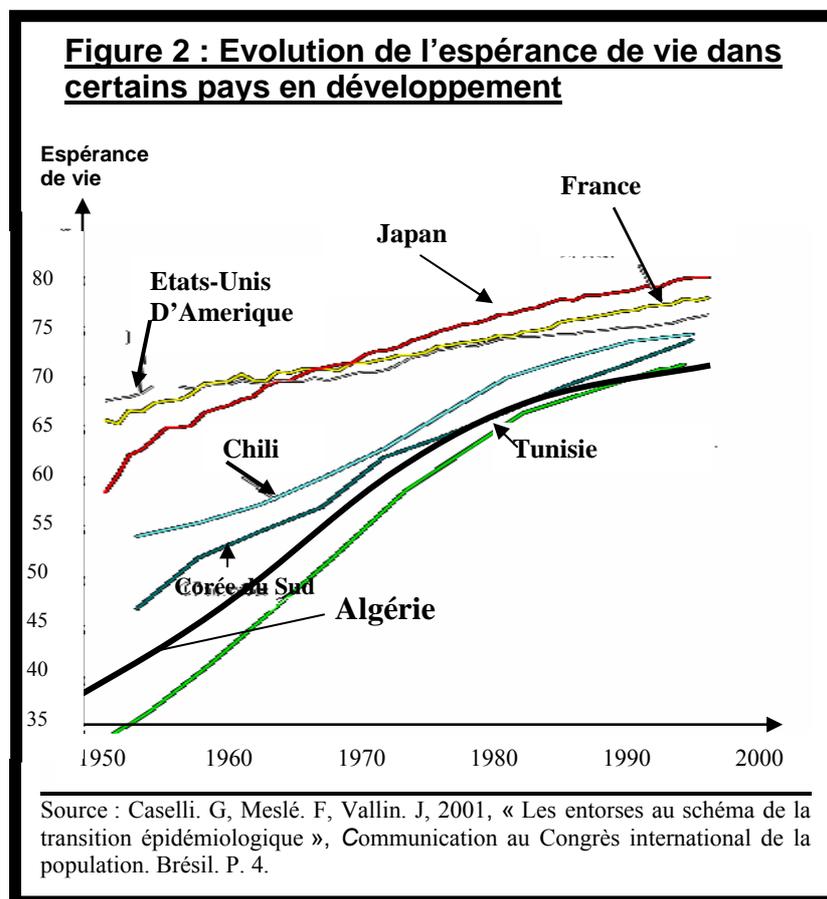
Source : G. Caselli, G. Meslé, F. Vallin, J, 2001, « Les entorses au schéma de la transition épidémiologique », Communication au Congrès international de la population. Brésil. P. 3.

Sur la figure 2 (ci-dessous), nous pouvons constater que les pays entrés plus tardivement dans le processus de transition sanitaire tels que la Corée en Asie, le Chili en Amérique latine et l'Algérie¹²⁶ ou la Tunisie en Afrique ont malgré ce retard pris, réalisé entre les années 1950 et 1990 d'immenses progrès dans le domaine sanitaire, participant ainsi au mouvement général de convergence. En effet, ces pays sont parvenus à combler très rapidement l'essentiel de leur retard sur les pays du nord, en passant par les phases successives, ce qui s'explique comme suit : au départ, vers les années 1920-1930 dans les pays encore très proches de l'âge de la peste et de la famine, à faible espérance de vie, la progression est lente, car tout est à faire et les premiers succès ne bénéficient encore qu'à une fraction limitée de la population, notamment urbaine. Evidemment, les pays en développement se

¹²⁵: Caselli, G, Meslé, F, Vallin, J, 2001, « Les entorses au schéma de la transition épidémiologique », Communication au Congrès international de la population Salvador, Brésil. P. 9.

¹²⁶: Hormis la courbe représentative de l'évolution de l'espérance de vie Algérienne, les autres courbes ont été reprises de Caselli, et all (2001), déjà cité. P. 3.

trouvaient encore, au début des années 1950, à des niveaux d'espérance de vie beaucoup plus bas que les pays du nord. Dans un second temps, l'appareil sanitaire acquiert sa pleine capacité, les moyens simples et efficaces de lutte contre les grandes endémies se diffusent dans l'ensemble de la population et les progrès de l'espérance de vie s'accroissent. Cependant, dès lors qu'on s'approche des niveaux d'espérance de vie atteints par les pays les plus avancés, le rythme de progrès se ralentit, à la fois parce qu'il ne reste plus grand chose à gagner du côté des maladies infectieuses et que, pour continuer à progresser, il faudrait, tout en préservant ces acquis, reconfigurer les politiques stratégiques pour maîtriser d'autres variables déterminant le succès sur d'autres terrains comme les maladies cardio-vasculaires, cancers, et le reste des maladies de société.



3. Situation épidémiologique en Algérie

Les indicateurs démographiques et épidémiologiques de mortalité ou de

morbidity en Algérie prédisent la prédominance croissante des maladies non transmissibles, En effet, le mouvement épidémiologique actuel de l'Algérie se situant, en plein dans le troisième âge de la théorie de la transition épidémiologique, caractérisé par le développement des maladies de société dont celles liées à l'environnement touchant majoritairement les appareils circulatoire et respiratoire. Illustrons nos propos par quelques données chiffrées.

En Algérie, les maladies chroniques concerneraient plus de trois millions de citoyens, indique le rapport du Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière¹²⁷ sur la base des résultats de l'enquête nationale réalisée par l'ONS en 2003. Les maladies chroniques les plus répandues sont l'hypertension artérielle (41.8%), le diabète (20.1%), les maladies cardiovasculaires (16.5%), l'asthme (11.5%) et les maladies articulaires (10.6%).

Selon ce rapport, les données extraites du registre du cancer d'Alger, d'Oran et de Sétif présentent le chiffre de 26347 nouveaux cas de cancer attendus chaque année à l'échelle nationale avec un taux d'incidence brut de 85.5 cas pour 100 000 habitants. Le taux d'incidence actuel des cancers de l'âge adulte (plus de 50 ans) en Algérie est estimé à près de 600 cas pour 100 000 habitants, soit le taux moyen des pays du sud de l'Europe¹²⁸. Près de 20 000 personnes meurent de cancer chaque année, ce qui représentent une des principales causes de mortalité pour l'homme et pour la femme, le nombre total de décès étant annuellement de l'ordre de 170 000 en Algérie¹²⁹.

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), il y a 25 ans les diabétiques étaient très rares dans les pays en développement, aujourd'hui ils sont 63% et ils atteindront, toujours selon l'estimation de l'OMS, le pourcentage de 75 % en 2025¹³⁰. En Algérie, ils sont près de deux millions de diabétiques dont 10% d'insulino-dépendants¹³¹.

¹²⁷: Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière, « La santé des algériennes et des algériens », Rapport annuel, 2003. P. 12.

¹²⁸: Source : Registre des tumeurs d'Alger, de Sétif et d'Oran. Cité dans MSPRH (2003). Idem

¹²⁹: Idem.

¹³⁰: OMS, « Le diabète dans les pays en voie de développement ». Cité dans Magazine de la Recherche Européenne, RDT info N° spécial – juillet 2005.

¹³¹: Diabète qui nécessite un traitement par apport d'injection d'insuline.

Ces chiffres sont angoissants et laissent deviner combien sera lourd le poids de ces maladies sur la santé publique (d'autant plus que les maladies infectieuses ne sont pas toutes éradiquées). Ils laissent présager de la consistance des moyens qu'il faudra déployer pour maîtriser ces maladies de la modernité. Mais comme l'a montré l'évolution de la transition épidémiologique dans le monde, la quatrième étape de la transition épidémiologique n'est atteignable que par la maîtrise en amont et en aval des maladies du troisième âge de la transition épidémiologique.

CONCLUSION

Ce chapitre nous aura permis de comprendre les mécanismes par lesquels opère la force de réciprocité de la relation entre l'état de santé général de la population et son niveau de croissance. Il est important de souligner que cette interaction agit dans les deux sens, soit pour former un cercle vertueux, soit vicieux.

En Algérie, l'issue de cette transition dépendra, comme l'a montré l'évolution historique de l'épidémiologie dans le monde, de la capacité d'adaptation du système national de santé, mais également de l'efficacité des politiques de prévention des maladies de société. La plupart de celles-ci pouvant être prévenues ou prématurément dépistées pour en atténuer les conséquences. Il ressort à notre sens une évidence : plus les pathologies du troisième âge de la théorie de la transition épidémiologique, entre autres celles liées à la dégradation de l'environnement, grèveront l'état de santé des algériens, plus le rythme des gains en espérance de vie diminuera (voire risque de devenir négatif) et plus des potentiels de croissance s'amourneront. Autrement dit, la maîtrise des maladies du troisième âge constitue le défi (de nature nouvelle) que doivent relever tous les acteurs – sans exception- du système de santé algérien, en première ligne l'État et relève d'un enjeu de croissance même si ce rapport causal est réciproque.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE :

La solution proposée aux problèmes environnementaux par la théorie économique standard est une application d'un résultat standard de celle-ci : l'équilibre est atteint par l'égalisation des coûts et bénéfices marginaux de dépollution. En faisant abstraction de l'incertitude qui plane autour des connaissances relatives aux capacités de charge des actifs de la nature, il faut reconnaître que le niveau de pollution déterminé à l'issue de l'internalisation des externalités est socialement meilleur et écologiquement plus efficace. Cependant, dès lors que nous prenons en considération l'incertitude inhérente aux connaissances relatives aux conditions d'évolution des capacités d'assimilation des actifs environnementaux, l'issue écologique est incertaine.

La compatibilité des approches liant l'état de santé général d'une population aux moteurs de la croissance endogène (dépenses publiques, Recherche et développement, capital humain), fait que l'état de santé général d'une population, au même titre que son niveau général d'éducation et/ou de formation, devient un facteur explicatif et déterminant des niveaux de croissance et de développement atteints par cette société. Le mouvement épidémiologique actuel de l'Algérie se situe, en plein dans le troisième âge de la théorie de la transition épidémiologique, étape caractérisée par le développement des maladies des sociétés modernes dont celles liées à l'environnement. La maîtrise de ces maladies du troisième âge de la transition épidémiologique de laquelle ressort un enjeu de croissance constitue le véritable défi pour les acteurs du système de santé algérien. Dans ces conditions et dans des mesures variant selon l'actif naturel affecté, de sa protection ressort un enjeu en termes de quantité et de qualité des facteurs de croissance.

**DEUXIEME PARTIE : MONETARI-
SATION DES GAINS DE MORBIDITE
ASSOCIES A LA REDUCTION DE LA
POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS
SIX COMMUNES DE LA WILAYA
D'ALGER**

Introduction de la deuxième partie :

A l'exception de certaines ressources naturelles dont l'usage nécessite une transformation induisant un coût, les biens environnementaux n'ont, en général, pas de prix. L'absence de marchés où seraient affichés les prix de ces biens naturels a pour résultat des externalités, c'est-à-dire des variations de bien-être engendrées par des modifications dans les flux de services que procurent ces biens, mais qui ne donnent pas lieu à des transactions ou à des compensations marchandes. Les externalités constituent une incomplétude du marché au sens théorique et le font aboutir à des situations inefficaces. Cette perception propre à la théorie économique standard qui extériorise les problèmes écologiques à l'égard de la sphère économique a fait que la solution préconisée aux problèmes écologiques, soit la théorie de l'internalisation, consiste en une réintroduction ou en un retour de l'environnement au marché.

Toutefois, la mise en œuvre du procédé de l'internalisation des externalités environnementales nécessite la connaissance préalable des fonctions exprimant, en termes monétaires, le dommage social qu'inflige la pollution à ses victimes et le bénéfice privé qu'elle procure aux pollueurs. En effet, le schéma de l'internalisation des externalités environnementales peut s'interpréter en termes de marché hypothétique de la dépollution¹³², en ce sens où la fonction de bénéfice de pollution pourrait se traduire comme la fonction d'offre de dépollution des pollueurs, et où la fonction de dommage social de la pollution correspondrait à la fonction de demande de dépollution des victimes. Pour notre part, c'est sur cette deuxième moitié de l'hypothétique marché que portera l'étude dans cette deuxième partie, c'est-à-dire que l'étude s'intéresse à l'évaluation monétaire des dommages que subissent les pollués.

Pour tenter, dans cette deuxième partie du travail, de mettre en pratique deux méthodes d'évaluation monétaire de la charge de morbidité induite par la dégradation de la qualité de l'air durant l'année 2006 dans six communes de la wilaya d'Alger, nous allons puiser dans le premier chapitre dans les fondements

¹³²: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P.31.

théoriques et les méthodes de monétarisation des bénéfices de protection de l'environnement. Nous constaterons que les méthodes de monétarisation des gains sanitaires de protection de l'environnement ne sont, en fait, que des applications particulières du cadre plus général des méthodes d'évaluation monétaire des dommages environnementaux. Or, les approches dont sont issues les méthodes de monétarisation des dommages environnementaux ne sont pas toutes en concordance avec les fondements de la théorie économique néoclassique.

L'étude des fondements théoriques de la monétarisation des dommages engendrés par la détérioration des actifs naturels montrera, notamment, que la notion de « variation de surplus » constitue un outil essentiel dans la détermination de valeur monétaire associée à une variation de la qualité de l'environnement. L'analyse théorique de cette notion de variation de surplus aboutit à la mise en évidence de deux autres concepts clés en matière de monétarisation des variations de bien être : le consentement à payer (CAP) et le consentement à recevoir (CAR). Ces notions qui représentent les mesures théoriques des variations de bien être deviennent alors l'objet de l'évaluation des méthodes dont l'approche concorde avec les hypothèses de base de l'économie néoclassique. Autrement dit, les fondements théoriques de la monétarisation justifient les valeurs issues des méthodes d'évaluation par l'approche du CAP (ou du CAR)¹³³.

Dans les quatrième et cinquième chapitres, nous tenterons d'évaluer les bénéfices de réduction du risque de maladies (ou bénéfices de morbidité) liés à la protection de l'air en utilisant deux méthodes issues de deux approches différentes auxquelles les économistes ont recours, en général, pour répondre à ce problème : l'approche par les fonctions dose-réponse et l'approche par le consentement à payer (CAP). La première approche qui constitue une approche pluridisciplinaire nécessite des connaissances extra économiques, mais reste facile à mettre en œuvre, et de ce fait très répandue. Dans notre cas et dans le cadre de cette approche, la méthode mise en œuvre est celle du coût économique de la maladie, ce type d'évaluation fait appel à des fonctions dose-réponse qui permettent, dans un premier temps, le calcul de l'impact réel (ici une détérioration sanitaire), en fonction du degré d'exposition de

¹³³: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 9.

la population. Il ne reste plus ensuite qu'à calculer le coût économique de ces pertes sanitaires. Certains auteurs critiquent l'usage de la méthode du coût économique de la maladie, arguant que cette méthode sous-estime le consentement à payer de l'individu en ne prenant pas en compte toutes les variations de bien-être induites par les changements de la qualité des services rendus par un bien naturel (l'air), et qu'à ce titre, la mesure du coût économique de la maladie ne saurait représenter une évaluation fiable du consentement à payer.

Si diverses méthodes peuvent servir à l'évaluation du consentement à payer du consommateur pour bénéficier de l'amélioration de la qualité de l'air, une seule d'entre celles-ci, permet de calculer le consentement à payer pour réduire le risque des maladies dues à la pollution de l'air. il s'agit de la méthode d'évaluation contingente. Elle vise à obtenir par enquête auprès de l'individu, l'expression de son consentement à payer afin d'éviter la souffrance, les dépenses de soins, de prévention et les pertes de revenus qu'engendre son exposition à la pollution de l'air. Tentant de prendre en compte toutes les susceptibles variations de bien-être, la méthode d'évaluation contingente est, *par hypothèse*, en concordance avec les fondements de l'économie du bien être et donc, de la théorie économique générale, car elle reflète et traduit, avant tout, les choix et les préférences individuels.

CHAPITRE 3 : LES FONDEMENTS THEORIQUES ET LES METHODES DE LA MONETARISATION DES BENEFICES DE PROTECTION DES ACTIFS NATURELS

INTRODUCTION

Nous entamerons ce chapitre par l'étude dans la première section des fondements théoriques de la monétarisation des dommages engendrés par la détérioration des actifs naturels. Cette étude montrera, notamment, que la notion de « variation de surplus » constitue un outil théorique essentiel dans la détermination de la valeur monétaire associée à une variation de la qualité de l'environnement.

Nous montrerons dans la deuxième section que du point de vue de la théorie économique, la valeur économique totale (VET) d'un actif naturel se compose d'une valeur d'usage et d'une valeur de "non usage". Cette décomposition de la valeur économique totale d'un actif de l'environnement nous permettra de constater, lors de l'étude des méthodes de valorisation des biens environnementaux, qu'une seule méthode, à savoir la méthode d'évaluation contingente, permet de prendre en compte la valeur de non usage d'un actif naturel. Ce qui implique, en théorie, que les autres méthodes conduisent à une sous estimation de la VET des actifs naturels.

Dans la troisième et dernière section de ce chapitre, nous nous intéresserons aux méthodes de monétarisation des bénéfices de santé que procure la protection des actifs de l'environnement. Ces méthodes constituent en réalité des applications au domaine particulier de la santé des différentes méthodes développées pour l'évaluation monétaire des actifs naturels. Nous montrerons que la complexité des coûts de la maladie fait qu'aucune des deux méthodes de monétarisation de la morbidité ne parvient à cerner la totalité des coûts sociaux de morbidité. Même s'il faut admettre que l'approche du CAP permet une meilleure approximation de ces coûts de morbidité.

I. LES PRE-REQUIS THEORIQUES DE LA MONETARISATION DES GAINS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Selon Desaigues. P et Point. P (1993), la valeur d'un actif de l'environnement peut être approximée par la mesure de la variation du surplus économique (consommateurs et producteurs), consécutive à la variation de la qualité et/ou quantité des flux de services rendus par cet actif¹³⁴. Les deux auteurs considèrent qu'à cet effet, le concept de surplus présente un outil précieux dans l'évaluation des bénéfices de protection des actifs naturels. Nous allons présenter le cadre théorique général de cette notion de variation de surplus.

1. La mesure ordinaire de la variation du surplus

La théorie microéconomique néoclassique considère la variation de la quantité demandée d'un bien (Q), suite à la variation du prix de ce bien, comme la somme des deux effets, un effet de substitution et un effet de revenu. Le premier effet résultant du changement des prix relatifs et le second de la variation du revenu en termes réels¹³⁵. Or, l'hypothèse de constance de l'utilité marginale du revenu (ou de quasi-linéarité des préférences), quand la demande d'un bien varie en fonction de son prix, signifie que l'effet de revenu est nul et que la variation de la quantité demandée est entièrement induite par l'effet de substitution. Cette hypothèse n'est, théoriquement, admise que lorsque la part des dépenses consacrées à ce bien est relativement faible eu égard aux dépenses totales pour l'ensemble des biens¹³⁶.

La fonction de la demande d'un bien donné est considérée comme le regroupement ordonné de tous les prix de réserve¹³⁷ (ou des valeurs d'usage) des consommateurs, en fonction des quantités demandées par ceux-ci. Un prix de réserve désigne dans le langage économique le montant maximum qu'une personne

¹³⁴: Desaigues. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 8.

¹³⁵: Varian. H. R, *Introduction à la microéconomie*, 2003, De Boeck, P.163.

¹³⁶: Pour plus de détail, C.f à Varian. H.R, *déjà cité*. P.272.

¹³⁷: Idem. P.269.

accepte de payer pour acheter un bien¹³⁸. Nous pouvons facilement représenter la courbe de la fonction de demande marshallienne ou ordinaire d'un bien donné, en portant en ordonnées les prix et en abscisses les quantités demandées. La courbe de la demande correspond à la droite de pente négative illustrée sur le schéma 6, ci-dessous.

Le surplus du consommateur est défini comme la différence entre la somme qu'aurait été prêt à payer un individu (soit la valeur d'usage ou prix de réserve) et le montant qu'il aurait réellement eu à déboursier pour l'obtenir (sa valeur marchande ou valeur d'échange)¹³⁹.

Pour expliciter cette notion de surplus on suppose que le marché d'un bien quelconque X est concurrentiel. Pour un prix P, donné exogènement, c'est la quantité Q° qui sera choisie par le consommateur. Sur le schéma 6 on peut constater que pour la consommation de la quantité Q°, les consommateurs auraient été prêts à payer, toute la surface du trapèze ABQ°0, mais qu'ils l'obtiennent au prix du marché p et pour un montant égale à la surface du carré PBQ°0. D'après la définition du surplus du consommateur, donnée plus haut, le surplus d'un consommateur correspond à la surface hachurée du triangle ABP.

Dans le cadre général de l'estimation des dommages environnementaux c'est non pas une appréciation absolue ou totale du surplus mais l'appréciation de sa variation qui est pertinente et pragmatique, en matière de prévision des effets d'un changement quelconque¹⁴⁰.

L'effet de cette variation peut être illustré sur le schéma 6. Au prix P, le surplus du consommateur est approximé par l'aire du triangle ABP, si maintenant le prix du bien baisse jusqu'à P', la quantité demandée sera Q'. Comme on peut le constater sur le schéma 6, le surplus du consommateur augmente et devient égal à la surface du triangle ACP'.

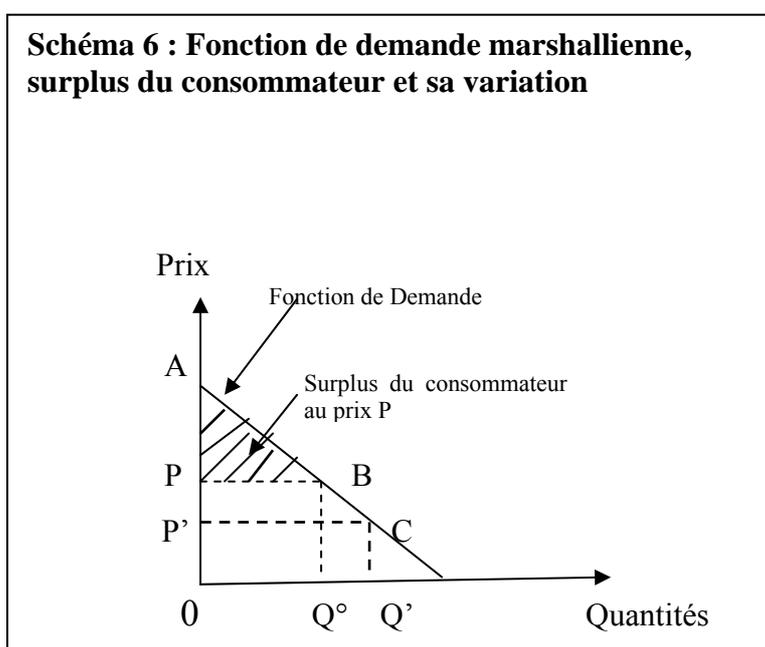
¹³⁸: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.10.

¹³⁹: Idem. P.9.

¹⁴⁰: Varian. H.R, *Introduction à la microéconomie*, 2003, De Bœck. P.273 ; Beaumais. O, Chiroleu- Assouline. M, *Economie de l'environnement*, Bréal. P. 51.

La différence entre les deux surplus correspondant aux deux situations, soit la surface du trapèze PBCP', représente une approximation monétaire de la variation de bien-être suite à la baisse des prix. Ce qui permet de quantifier, directement, la variation du surplus à partir d'une courbe de demande ordinaire. En effet, si la fonction de demande est désignée par $Q = f(P, Y)$, Y indiquant le revenu du consommateur, la variation de bien-être associée à la baisse des prix est égale à¹⁴¹ :

$$S = \int_{p_0}^{p_1} f(P, Y) dP.$$



Source: H.R. Varian, *Introduction à la microéconomie*, 2003, Deboeck. P. 272.

À l'instar de Little (1957) ou de Samuelson (1947), d'autres auteurs ont critiqué l'usage de la variation du surplus marshallien comme mesure fiable et correcte de la modification du bien-être¹⁴². En effet, une variation des prix induit une variation de l'utilité et du revenu en termes réels, alors que le long de la courbe de la fonction de demande marshallienne c'est le revenu qui est conservé constant et non

¹⁴¹: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.10.

¹⁴²: Little. I. M. D, *A critique of welfare economics*, 1957, Clarendon Press; Samuelson. P. A, *Fondation of Economic Analysis*, 1947, Harvard University Press. Cité dans Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.11.

l'utilité, ce qui signifie que la fonction de demande ordinaire intègre les deux effets : l'effet de substitution et l'effet de revenu, il en résulte que l'effet de revenu qu'induit une variation des prix ne peut être négligé, sauf pour le cas des biens de consommation courante qui présentent des fonctions d'utilité, dont les courbes sont quasi linéaires¹⁴³. Cette condition restrictive limite la portée du résultat de Marshall, d'où le nécessaire recours à des mesures de la variation de bien-être autres que le surplus ordinaire¹⁴⁴.

2. Les mesures compensées de la variation du surplus

Une hypothèse, aussi restrictive que la quasi-linéarité de la fonction d'utilité qui signifie la constance de l'utilité marginale du revenu, a fait que les économistes ont cherché un autre outil de valorisation des effets sur l'utilité, conséquents à une variation des prix. Dans son article «The rehabilitation of consumer surplus » publié en 1940, J.R Hicks propose de recourir à l'usage des fonctions de demande compensées (dites hicksiennes car dérivées de ses travaux sur la substitution) pour la mesure des modifications de bien-être¹⁴⁵.

Le long d'une courbe de demande compensée, le niveau d'utilité est maintenu constant. Les fonctions de demandes hicksiennes se distinguent des fonctions de demandes ordinaires par le fait qu'elles ne retiennent que l'effet de substitution et non l'effet de revenu quand les prix varient. Une fonction de demande compensée intègre une compensation du revenu, en fonction de la modification des prix, mais de telle manière à ce que le degré d'utilité ou revenu réel demeure inchangé¹⁴⁶.

L'existence de deux niveaux de bien-être, le niveau initial et le niveau final qui résulte du changement, implique que l'on peut retenir chacun des deux niveaux, ou états de bien-être, pour référence dans l'évaluation de la modification de l'utilité. A cet effet, la théorie économique distingue, selon l'état de référence, deux mesures compensées du surplus permettant d'approximer la variation de bien être résultant

¹⁴³: Varian. H.R, *Introduction à la microéconomie*, 2003, De boeck. P .272.

¹⁴⁴: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.14.

¹⁴⁵: Hicks. J. R, « The rehabilitation of consumer surplus », *Review of Economic Studies*, 1940, n° 8.

¹⁴⁶: Desaignes. B, Point. P, *déjà cité*. P.15.

du même changement de situation¹⁴⁷ :

1. Le surplus compensateur ou variation compensatrice du surplus représente la somme monétaire maximale (minimale) qui doit être prélevée (ajoutée au) sur le revenu du consommateur pour qu'il garde le niveau (initial) de bien-être malgré la diminution (hausse) des prix.
2. De manière symétrique, la variation équivalente du surplus ou surplus équivalent est égal au montant monétaire minimal (maximal) qui doit être ajouté (prélevé sur) au revenu du consommateur à fin que son utilité soit maintenue à un niveau équivalent à celui qui aurait résulté de la diminution (hausse) des prix.

Nous venons de présenter le cadre général théorique de la notion de mesure compensée de la variation du surplus. Nous allons à présent étudier la transposition de ce concept théorique au cas des variations de bien être induites par des variations dans la quantité ou la qualité des services rendus par les actifs naturels aux individus.

3. Les actifs naturels et la mesure de la variation du surplus

Dériver les fonctions de demande des biens de l'environnement n'est pas chose facile, car la demande de ces biens n'est pas directement observable. En effet, le prix des services que procurent les actifs de l'environnement n'est pas directement affiché, en ce sens où, il n'existe pas de marché concret pour ces biens. Il est plus aisé d'observer les variations de la demande de certains biens marchands, en supposant que les variations de la demande de ces biens sont corrélées aux variations des flux de services rendus par ces actifs naturels¹⁴⁸.

On suppose que la fonction d'utilité ou de bien être d'un individu (U) dépend, positivement, des quantités consommées de biens privés x, offerts sur le marché au prix exogène P, et de la qualité des services rendus par les actifs naturels, e. Les

¹⁴⁷: Gauthier. G, Rochon. C, *La méthode de détermination de la valeur hypothétique*, in Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts-avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica. P. 275-276.

¹⁴⁸: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.21.

deux bien x et e sont supposés substituables. Le consommateur maximise sa fonction d'utilité, $U = U(x, e)$, sous sa contrainte budgétaire $R \geq Px$ et pour une qualité de l'environnement donnée e_0 .

Pour représenter le consentement à payer (CAP) et le consentement à recevoir (CAR) du consommateur nous avons porté dans le schéma 7, en ordonnées les quantités consommées du bien, x , et les fonctions de dépenses, R correspondant chacune à des niveaux d'utilité et de qualité de l'environnement donnés. Nous supposons par souci de simplification que $R = Y$ ¹⁴⁹. En abscisses sont portées les quantités ou les niveaux de qualités (q) des services procurés par l'actif naturel.

Au début, le consommateur se trouve en A, car $Y = R$ est le niveau minimal de dépenses nécessaires pour atteindre le niveau d'utilité U^0 , dans le cas où la qualité de l'environnement est e_0 . L'amélioration de la qualité environnementale de e_0 à e_1 , permet à l'individu de passer à un niveau supérieur U^1 , il se situe à présent en B. Le prélèvement d'une somme égale à la distance BC sur le revenu du consommateur, maintient son bien-être inchangé puisqu'il est toujours en U^0 . La distance BC représente donc, le consentement à payer ou la variation compensatrice du revenu du consommateur, laissant son bien-être inchangé par rapport à l'état initial, malgré le changement (ici une amélioration)¹⁵⁰. De manière symétrique, l'ajout au revenu du consommateur d'une somme égale à la distance AD, le laisserait indifférent à l'amélioration de la qualité de l'environnement, car ce dernier se situerait toujours en U^1 , malgré que le l'amélioration de la qualité environnementale n'ai pas eu lieu. Il s'agit de la variation équivalente de son revenu, soit son consentement à recevoir si l'amélioration ne se produit pas¹⁵¹.

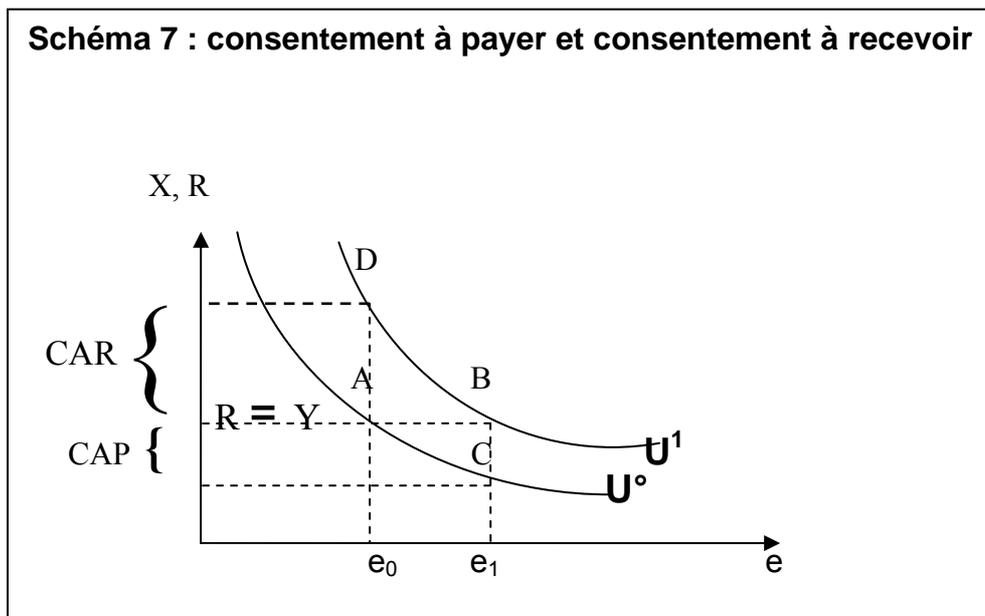
De même, si l'on se réfère à présent à l'état U^1 , et en supposant que le consommateur avait été initialement situé en B, la détérioration de la qualité environnementale qui passe de e_1 à e_0 déplace celui-ci de A vers C. dans ce cas, la distance AC est égale à la variation équivalente du revenu, soit son consentement à payer pour que la qualité de l'environnement ne se détériore pas en demeurant en

¹⁴⁹: Cette hypothèse simplificatrice est retenue par Desaignes. B, Point. P (1993) et Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M (2001), car ne modifiant rien au résultat.

¹⁵⁰: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. Déjà cité. P. 52.

¹⁵¹: Idem.

e_1 , ce qui lui permet toujours de se placer en U^1 . Symétriquement, la distance AD représente le surplus compensateur ou la variation compensatrice du revenu. Ce montant représente le consentement à recevoir du consommateur qui le maintiendrait en U^1 , malgré que la détérioration de la qualité environnementale ait lieu.



Source : Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 53.

Selon que l'on considère une amélioration ou une détérioration de la qualité et/ou quantités offertes par un actif naturel et selon l'état de référence retenu (initial ou final), on distingue les quatre mesures de la variation du surplus définies plus haut que nous avons résumées dans le tableau 1.

B. Desaignes, et P Point (1993) soulignent que le choix entre ces mesures du surplus dépend en plus de l'état de référence, de l'état de droit reconnu aux individus quant à l'offre des actifs naturels¹⁵².

¹⁵²: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 30.

Tableau 1 : Les quatre mesures compensées du surplus

Changement	Consentement à payer	Consentement à recevoir
Amélioration	Surplus compensateur	Surplus équivalent
Détérioration	Surplus équivalent	Surplus compensateur

Source : Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 30.

4. La divergence entre consentement à payer et consentement à recevoir

La simple observation du schéma 7 permet de constater que pour n'importe quelle variation de la qualité de l'environnement nous obtiendrions une valeur du CAR supérieure à celle du CAP, pour une même variation de l'utilité¹⁵³.

O. Beaumais et M. Chiroleu-Assouline (2001) affirment l'erreur dans la traduction de ce phénomène de divergence entre CAP et CAR par certains auteurs, en termes d'irrationalité des consommateurs, même s'ils reconnaissent qu'en vérité les comportements stratégiques, psychologiques et/ou irrationnels exacerbent cette divergence, ces comportements ne le font que dans une mesure très restreinte. Les auteurs pensent que cette différence entre CAP et CAR trouve son explication non pas dans la réalité des choses mais dans la formulation et la conceptualisation théoriques de cette réalité : l'écart entre CAP et CAR est déterminé par l'effet de revenu et l'effet de substitution, tous deux induits par une variation des flux de services rendus par un actif naturel, il s'en suit que plus le degré de substituabilité entre biens marchands et services procurés par les actifs environnementaux est faible, et plus l'écart entre CAP et CAR est grand. L'écart est nul dans le cas d'une substituabilité parfaite et peut être infini dans le cas d'une substituabilité nulle¹⁵⁴.

Dès lors la question qui se pose est de savoir, laquelle des deux mesures compensées doit être retenue pour l'évaluation de dommages environnementaux. En pratique, c'est le CAP qui est choisi, soit la variation compensatrice du revenu dans

¹⁵³: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 53.

¹⁵⁴: Idem.

le cas d'une amélioration (comme la restauration ou la protection d'un site naturel), ou la variation équivalente du revenu (ou le CAR) dans le cas d'une détérioration (création d'une usine polluante à proximité). La raison expliquant ce choix est d'ordre théorique, en ce sens où le CAP fournit une valeur minimale de la variation de bien-être, donnant ainsi plus de crédibilité à l'évaluation par exemple dans le cas d'actions en justice¹⁵⁵.

L'étude des fondements théoriques de la monétarisation des dommages engendrés par la détérioration des actifs naturels a montré que la notion de « variation de surplus » constituait un outil essentiel dans la détermination de valeur monétaire associée à une variation des attributs d'un bien de l'environnement. La transposition aux cas des biens de la nature du cadre de l'analyse théorique de cette notion de variation de surplus aboutissait à la mise en évidence des deux concepts clés, en matière de monétarisation des variations de bien-être associées aux variations de la qualité environnementale : le consentement à payer (CAP) et le consentement à recevoir (CAR). C'est-à-dire que du point de vue de la théorie économique générale le prix d'un actif environnemental correspond au CAP (ou au CAR) des individus pour bénéficier de ses services (ou pour être dédommagés de sa perte).

II. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRE DES BENEFICES DE PROTECTION DES ACTIFS NATURELS

Pour Abdelmalki et Mundler (1997)¹⁵⁶ la détérioration ou la disparition d'un bien de l'environnement échappe au marché, mais entraîne des coûts sociaux dont l'évaluation implique que soient identifiées, au préalable, la population touchée par cette variation de l'état du bien environnemental, la base temporelle et l'échelle spatiale sur lesquelles s'étendent les dégâts subits. Les deux auteurs affirment que les économistes ont essayé d'inventorier, *aussi précisément que possible les différents types de valeurs qu'on peut attacher aux biens de l'environnement*, dans le but de cerner, au moins en théorie, l'éventail complet des bénéfices sociaux procurés

¹⁵⁵: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 55.

¹⁵⁶: Abdelmalki. L, Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris. P .60.

par la protection des actifs naturels¹⁵⁷.

Nous allons dans cette section illustrer les différentes méthodes de valorisation des bénéfices de protection des actifs naturels, mais sans avoir d'abord, illustrer les différentes composantes de la valeur économique totale (VET) d'un actif naturel. La définition des différentes composantes de la VET d'un actif environnemental retenues par la littérature économique nous permettra de juger, du moins dans une certaine mesure, de la portée des bénéfices de la protection des actifs naturels que parviennent à cerner et donc à estimer les différentes méthodes présentées plus loin.

1. Les composantes de la valeur économique totale d'un actif naturel

La VET d'un bien environnemental est globalement constituée d'une valeur d'usage et d'une valeur de non-usage, l'exemple des forêts permet de bien illustrer ces différentes valeurs.

1.1. La valeur d'usage

Parmi les nombreux usages qu'offre une forêt citons la possibilité d'exploitation, proprement dite de ses ressources, par exemple, le bois de construction ou de chauffage. Une forêt offre, également, la possibilité de divers usages récréatifs comme les randonnées et le camping.

1.2. La valeur de non-usage :

La valeur de non-usage (appelée aussi valeur d'usage passif) est la valeur qu'attribue un individu à un actif de la nature, en dehors de tous les potentiels usages qu'il pourrait en faire¹⁵⁸, la valeur de non usage se compose d'une valeur d'existence, d'une valeur d'option, et d'une valeur de quasi-option.

¹⁵⁷: Idem.

¹⁵⁸: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 49.

1.2.1. La valeur d'existence :

Le concept de *valeur d'existence* a été introduit par J.A. Krutilla (1967)¹⁵⁹, pour qui, l'environnement peut avoir une valeur indépendante de tout usage que pourrait en faire l'homme, même si la préservation d'actifs naturels procure certainement des bénéfices d'usage par exemple en instaurant des droits d'entrée à un parc. Il demeure que les individus peuvent attacher une valeur à l'existence de certains actifs naturels (certaines espèces animales) pour eux-mêmes et pour les générations futures, dans ce cas, on parle de *valeur d'altruisme* ou de *valeur de legs*. En effet, la valeur d'existence est avant tout une question de comportement altruiste et de responsabilité intergénérationnelle. La préoccupation au sujet de l'effet de serre et du changement climatique, est un exemple fort d'altruisme à l'égard des générations futures, du fait que les conséquences ne sont pas immédiatement visibles ou du moins pas certaines. Il y a donc, désir des membres de la présente génération de laisser, aux prochaines, un environnement sain¹⁶⁰. B. Desaiques, P Point (1993), font remarquer que bien plus que l'expression d'un sentiment altruiste, c'est essentiellement, la prise de conscience d'un risque d'irréversibilité de la destruction des actifs naturels qui justifie l'évaluation de la valeur d'existence.

1.2.2. La valeur d'option :

Le concept de *valeur d'option* (*option demand* en anglais) a été introduit, comme nous l'avons vu lors de l'étude des caractéristiques des services de santé, par Weisbrod en 1964¹⁶¹, cette valeur correspond à un usage futur dont la réalisation est incertaine. En effet, quand les individus ignorent dans le présent leur besoin futur quant à l'actif naturel, ils préféreront n'en faire aucun usage immédiat et accordent, à ce titre, une valeur à la préservation de l'actif. La valeur d'option peut également s'interpréter comme une prime de risque que les consommateurs acceptent de payer par logique de rationalité économique intertemporelle pour se garantir un plus grand éventail des choix de consommation future¹⁶². La valeur d'option est calculée comme

¹⁵⁹: Krutilla. J.A, « Conservation reconsidered », 1967, American Economic Review, 57 n°4.

¹⁶⁰: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 49.

¹⁶¹: Weisbrod. B, « Collective-consumption services of individual-consumption goods », 1964, Quarterly Journal of Economics, 78.

¹⁶²: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *déjà cité*. P. 50.

la différence algébrique entre le prix d'option et le surplus escompté¹⁶³ (l'espérance mathématique du surplus).

1.2.3. La valeur de quasi-option :

Le caractère irréversible des conséquences inhérentes à la mise en œuvre de certains projets sur certains actifs de l'environnement, mais surtout lorsque le degré d'incertitude est tel que l'évaluation des coûts et bénéfices sociaux ne peut être qualifiée de fiable¹⁶⁴, alors le report de leur réalisation peut être bénéfique à condition que des découvertes scientifiques rendent ces projets présents moins profitables et donc pas nécessaires. Il s'agit là, de la valeur conditionnelle de l'information ou valeur de quasi-option mise en exergue par Arrow et Fisher (1974)¹⁶⁵.

Si la distinction entre les différentes composantes de la valeur de non usage est complexe et difficile, tenter de les estimer, indépendamment, l'est encore plus, c'est-à-dire que cette dépendance rend l'évaluation monétaire de ces valeurs périlleuse¹⁶⁶. Néanmoins, la distinction de la valeur d'usage d'un actif de sa valeur de non usage nous permettra, en présentant les différentes méthodes de valorisation des bénéfices de protection des actifs naturels, de juger, quoique dans une mesure limitée, de l'étendue des aspects des bénéfices couverts par ces méthodes.

La littérature économique retient diverses classifications des méthodes d'évaluation monétaire des externalités environnementales, celle que nous retiendrons ici, comprend quatre types d'approche ou grandes familles de méthodes d'évaluation des gains de protection de la nature¹⁶⁷ :

- la première catégorie est constituée des méthodes qui tentent d'évaluer le CAP des individus à partir de marchés existants sur lesquels s'expriment, d'une manière ou d'une autre, les préférences individuelles, en réponses aux variations

¹⁶³: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 152.

¹⁶⁴: Desaignes. B, Point. P, *déjà cité*. P. 160.

¹⁶⁵: Arrow. K.J, Fisher. A.C, « Environmental Preservation, Uncertainty and Irreversibility », 1974, Quarterly Journal of Economics, 88.

¹⁶⁶: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 51.

¹⁶⁷: Idem. P. 56.

de la qualité de l'environnement. C'est pour cette raison que ces méthodes sont dites méthodes basées sur des marchés de substitution.

- La deuxième famille aborde directement le problème de l'évaluation en créant un marché fictif, où les agents pourraient exprimer leur CAP (ou leur CAR) pour une amélioration de la qualité environnementale, il s'agit de la méthode d'évaluation contingente.
- La troisième approche repose sur l'extrapolation aux actifs que l'on désire évaluer des consentements à payer obtenus dans des études réalisées pour des actifs naturels ayant des caractéristiques assez proches.
- La dernière famille de méthodes requiert, en fait, la combinaison des deux approches, physique et économique et se base sur l'utilisation de fonctions dose réponse ou dose réaction.

Nous présenterons dans le même ordre, ces quatre approches de l'évaluation monétaires des gains de protection des actifs naturels.

2. Les méthodes fondées sur les marchés de substitution :

Ces méthodes sont fondées sur l'observation des comportements des individus sur certains marchés, afin d'en déduire leur consentement à payer pour la qualité des services rendus par des biens de l'environnement. Certaines de ces méthodes se basent sur le principe de complémentarité comme la méthode des coûts de déplacement ou celle des prix hédonistes, alors que d'autres méthodes s'appuient sur le principe de faible complémentarité proposé par Mäler (1974)¹⁶⁸, c'est notamment le cas de la méthode des dépenses de protection. Dans la mesure où toutes ces méthodes s'appuient sur le lien entre la demande de services par nature non marchands et l'achat de biens marchands, les méthodes de marchés de substitution (dites indirectes) ne peuvent servir qu'à l'estimation d'une seule composante de la valeur économique totale d'un actif environnemental, sa valeur d'usage¹⁶⁹.

¹⁶⁸: Mäler. K.G, *Environmental Economics: A Theoretical Inquiry*, 1974, John Hopkins University Press.

¹⁶⁹: Abdelmalki. L, Mundler. P, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris. P .67.

2.1. La méthode des coûts de déplacement :

Les activités récréatives et de loisirs représentent une part essentielle dans l'ensemble des services rendus par les actifs naturels. Hotelling en 1947 adressa une lettre au directeur du service des parcs nationaux des Etats-Unis, où il suggère de déduire le consentement à payer des agents pour les usages récréatifs procurés par un site naturel, à travers l'observation des coûts de déplacement ou des dépenses engagées pour s'y rendre¹⁷⁰. Ce qui implique que ces dépenses concrétisent l'expression du CAP des agents pour bénéficier des usages récréatifs d'un site, et correspondent, en fait, au prix implicite de cet usage. Si cette idée est introduite par Hotelling en 1947, il faudra attendre 1964, pour que Knetsch (1964) affine et mette en œuvre la méthode des coûts de déplacement (MCD)¹⁷¹.

La MCD repose sur le principe de complémentarité entre les services rendus par ces actifs et d'autres biens et services marchands. Pour que la méthode garde une logique de rationalité économique, certaines hypothèses, assez contraignantes, doivent être posées¹⁷² :

- Ainsi on suppose que le site offre des services récréatifs identiques mais à des prix différents, différence qui est fonction de la distance d'éloignement qui sépare le site de la zone géographique d'origine du visiteur.
- Chaque individu a accès au site aussi souvent qu'il le souhaite mais au prix variant selon sa zone d'origine.
- Le temps de récréation pour tous les visiteurs est le même, c-à-d les visiteurs éloignés n'allongent pas la durée de leur séjour mais plutôt, qu'ils effectuent moins de voyages que des visiteurs plus proches.
- Sur la période considérée, les caractéristiques du site sont les mêmes, conditions météorologiques, propriétés écologiques, etc.

Le coût de déplacement s'obtient en sommant le coût du transport proprement

¹⁷⁰: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 41.

¹⁷¹: Knetsch. J. L, « Economics of including recreation as a purpose of Easter Water Project », décembre 1964, *Journal of Farm Economics*, 46 (5). Cité dans Desaignes. B, Point, (1993). Idem.

¹⁷²: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 57.

dit, le coût d'opportunité du voyage, les droits d'entrée, etc. Il est à remarquer que le coût du temps de voyage peut être négatif si le trajet est en lui-même source de plaisir, par ailleurs, la visite du site peut ne pas être l'ultime but du voyage, d'où la nécessité de répartir le coût total en fonction des diverses destinées¹⁷³.

Pour Beaumais et Chiroleu-Assouline (2001) la convergence des évaluations obtenues pour des sites similaires et la significativité statistique des coefficients inhérents aux variables font que la MCD qui est largement utilisée dans la littérature économique soit considérée comme fiable. La majorité des inconvénients de la MCD découlent du caractère contraignant des hypothèses sous-jacentes au modèle microéconomique construit pour la mise en œuvre de la MCD, même si son principal inconvénient consiste en ce qu'elle n'est capable d'estimer, *par nature*, que les bénéfices d'usages récréatifs que procure un actif naturel donné¹⁷⁴.

2.2. La méthode des dépenses de protection :

La prise en compte des dépenses de protection, comme mesure indirecte des dégâts de la pollution, résulte du constat qu'une partie des effets nuisibles de la dégradation de l'environnement peut être compensée par des actions individuelles, par exemple l'installation de double vitrages contre la pollution sonore, de purificateurs d'air et/ou de climatiseurs pour se prémunir des effets de la pollution de l'air à l'intérieur des habitations. Le cadre théorique général de la méthode des dépenses de protection (MDP) reprend les hypothèses fondamentales de la théorie du consommateur, plus particulièrement, il repose sur l'évaluation d'une fonction de production des ménages, s'inspirant fortement, de celle proposée par Becker (1965)¹⁷⁵. En effet, c'est parce que la pollution est un argument de la fonction de production des ménages qu'il devient possible, dans le cadre de l'application de la MDP, de lier la variation de la qualité environnementale à celle qu'elle induit en termes de coût de production.

¹⁷³: Idem. P. 58.

¹⁷⁴: Idem. P. 59-60.

¹⁷⁵: Becker. G, « A theory of the allocation of time », Economic Journal, 75, 1965. Cité dans Desaignes. B, Point, (1993). P. 78 ; Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, 2001. P. 62.

Le principe de faible complémentarité, mis en avant par Mäler (1974)¹⁷⁶, est une hypothèse fondamentale dans la mise en œuvre de la MDP, permettant d'estimer la valeur marginale d'une amélioration des flux de services rendus par un bien naturel, par les économies marginales réalisées sur le bien marchand faible complément du bien environnemental¹⁷⁷. Ce principe revient, également, à considérer que si la demande du bien marchand, faible complément des services rendus par un actifs naturel, est nulle, il en résulterait qu'un changement marginal dans les services de cet actif n'affecterait nullement la fonction de dépense, autrement dit, l'utilité marginale du bien collectif non marchand est, dans ce cas, égale à zéro¹⁷⁸.

Beumais et Chiroleu-Assouline (2001)¹⁷⁹ reconnaissent que la principale critique émise à l'égard de l'usage de la MDP est la non prise en compte de toutes les variations de bien-être induites par une détérioration de l'environnement. En effet, tout comme son nom l'indique, la MDP se limite aux cas des pollutions dont les effets peuvent être compensés par des mesures de protection. Aussi, faudrait-il, quand ces mesures existent, les prendre toutes en compte, ce qui n'est pas chose facile. Beumais et Chiroleu-Assouline (2001) citent l'exemple de l'évaluation, par cette méthode, des dommages causés par le bruit dû à l'établissement d'un aéroport à proximité d'une zone d'habitat ou de travail. Cela conduirait à estimer le coût d'installation des doubles vitrages, mais fait abstraction du dommage causé par cette pollution à l'extérieur, ou de celui causé par le fait que les habitants ne peuvent plus ouvrir leurs fenêtres, etc. Le problème inverse se pose, également, à savoir que la mise en œuvre de la mesure de protection procure d'autres services, en dehors même de celui de protection contre les effets de la détérioration environnementale¹⁸⁰. Les auteurs illustrent leurs propos par l'exemple du climatiseur qui sert de purificateur d'air, mais aussi au réglage de la température. Il s'en suit que le coût d'installation du climatiseur ne peut être totalement attribué à la dégradation de la qualité de l'air, sauf à risquer une surestimation du consentement à payer.

¹⁷⁶: Mäler. K.G, *Environmental Economics : A Theoretical Inquiry*, 1974, John Hopkins University Press.

¹⁷⁷: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 78.

¹⁷⁸: Idem. P. 28.

¹⁷⁹: Beumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 62.

¹⁸⁰: Idem.

Le gain escompté d'une amélioration de la qualité d'un actif environnemental est calculé par la MDP à partir des économies réalisées, en termes de dépenses de prévention contre les effets de la détérioration de la qualité de cet actif. Il en résulte que la MDP qui n'estime que les bénéfices d'usage que procure un actif, ne couvre, en plus, que certains aspects de ces bénéfices d'usage. En effet, la MDP ne prend en compte que les effets pouvant être compensés par des mesures de protection.

2.3. La méthode des prix hédonistes :

Ridker et Henning (1967)¹⁸¹ sont les premiers à avoir supposé et démontré empiriquement que la variation des prix des habitations pouvait servir à estimer l'impact de la pollution de l'air sur le bien-être des individus¹⁸². La méthode des prix hédonistes ou implicites (MPH) est fondée sur l'hypothèse selon laquelle, le prix des propriétés immobilières varie en fonction de l'ensemble des attributs de celles-ci¹⁸³. Parmi ces attributs, la qualité environnementale, dont le prix hédoniste est ce que, justement, la MPH tente de déterminer¹⁸⁴.

La MPH procède par la construction de la relation entre les prix des habitations (le loyer annuel par exemple) et la qualité environnementale, soit la construction de la fonction de prix hédonistes.

En supposant qu'un individu maximise sa fonction d'utilité, à l'équilibre, la valeur (ou prix) d'une variation marginale de la qualité environnementale doit être égale au consentement à payer marginal de l'individu pour l'obtention de la variation de cette caractéristique¹⁸⁵. Sur le marché concurrentiel d'un bien la confrontation de l'offre et de la demande détermine le prix de celui-ci. S'agissant du marché de l'immobilier, *l'équilibre hédoniste* conduit à l'égalisation de variation marginale de l'attribut qualité environnementale et du consentement à payer marginal des acheteurs et du prix de l'offre marginale du changement de la caractéristique dont il

¹⁸¹: Ridker. R.G, Henning. J.A, «The determinants of residential property values with special reference to air pollution», 1967, Review of Economics and Statistics, 49.

¹⁸²: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 91.

¹⁸³: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 62.

¹⁸⁴: Nous avons repris l'illustration simplifiée de Desaignes. B, Point. P (1993), p91-92.

¹⁸⁵: Idem.

est question¹⁸⁶.

La contrainte principale qu'impose la MPH se résume à la perfection du fonctionnement du marché objet de l'étude. En effet, pour que les prix de marché puissent servir de *signaux fiables*, l'hypothèse de perfection de l'information des agents sur les attributs 'hors marché' du bien (qualité de l'air par exemple) est nécessaire. L'hypothèse d'indépendance de l'offre et de la demande l'est autant, ce problème est interprété en termes d'élasticité des prix de l'offre par rapport à la demande. En effet, la rigidité de l'offre implique un surenchérissement de la part des acheteurs pour obtenir la variation de la caractéristique¹⁸⁷. Dans ce cas, il devient impossible de distinguer offre et demande sur ce marché¹⁸⁸ et l'évaluation du prix implicite de l'attribut environnemental (qualité de l'air par exemple) risque d'être biaisée.

Faisons remarquer que l'avantage de la PMH est de reposer sur des comportements observés, c'est-à-dire qu'elle fait appel à des situations réelles, même si les valeurs obtenues par la MPH, utilisée le plus souvent pour estimer la valeur de la qualité de l'air et la valeur de certains sites naturels, ne prennent en considération que la valeur d'usage de cet actif¹⁸⁹.

3. La méthode d'évaluation contingente :

Contrairement aux méthodes décrites ci-dessus, la méthode d'évaluation contingente (MEC), qui est une méthode directe de l'évaluation monétaire, tente de faire révéler aux individus concernés, l'expression de leur consentement à payer (ou de leur consentement à recevoir) pour bénéficier d'un actif environnemental¹⁹⁰, en procédant par enquêtes, auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée. Pour Desaignes et Point (1993), le succès de la MEC parmi les économistes s'explique par son apparente simplicité, jointe à un approfondissement

¹⁸⁶: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 62.

¹⁸⁷: voir Desaignes. B, Point. P (1993), p.109-103, pour des exemples d'illustration et des rappels des principaux traitements statistiques appropriés à ces problèmes d'imperfection du marché.

¹⁸⁸: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *déjà cité*. P. 64.

¹⁸⁹: Idem.

¹⁹⁰: Idem.

des procédures à respecter pour lui conserver une certaine fiabilité¹⁹¹. La MEC qui se fonde sur la reconstitution d'un marché fictif, a d'abord été appliquée à l'évaluation de l'usage récréatif des actifs naturels, puis son usage s'est élargi à de nombreux domaines de la problématique environnementale, gestion des déchets, qualité de l'air, problèmes d'eau, etc.

Les experts du National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), reconnaissent que contrairement aux autres approches, la méthode d'évaluation contingente est la seule méthode capable de prendre en compte la valeur de non-usage d'un actif environnemental, et donc, de fournir des estimations de valeur économique totale d'un actif naturel¹⁹².

Pour Desaignes et Point (1993), l'usage de la méthode d'évaluation contingente qui vise à obtenir une estimation, en concordance avec les fondements de l'économie du bien être, de la valeur qu'accordent des individus à l'impact d'un changement environnemental les concernant implique deux idées principales¹⁹³. Premièrement, la mise en œuvre de la MEC suppose que les individus sont conscients qu'il est dans leur intérêt de révéler leurs préférences et qu'ils pensent pouvoir influencer sur l'estimation des coûts et bénéfices attachés au projet, et donc sur la décision. La deuxième implication de l'application de la MEC est que les individus considèrent qu'ils auront à contribuer d'une façon ou d'une autre au financement du projet et qu'ils comprennent l'implication de leur contribution, en termes de réduction de leur revenu disponible.

Le premier avantage du recours à un marché hypothétique de la pollution est, sous réserve du respect des procédures d'application de la MEC, la possibilité d'obtention directe de l'information exactement désirée. Cependant, l'usage des questionnaires d'enquête peut donner lieu à un biais stratégique ou biais du passager clandestin, l'individu pouvant ne pas révéler ses préférences, pensant se

¹⁹¹: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 109.

¹⁹²: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 65.

¹⁹³: Idem. P.111.

soustraire à une éventuelle taxe¹⁹⁴. L'utilisation de questionnaires peut, également, aboutir à un biais hypothétique, en ce sens où, il est difficile à l'individu, sans effort de réflexion particulier, d'attribuer une valeur à un bien n'ayant pas de prix ou dont le marché n'existe pas¹⁹⁵.

4. La méthode des transferts de bénéfices :

Appelée également méthode de transfert des valeurs, elle ne donne pas directement l'évaluation, mais passe par l'extrapolation des consentements à payer déjà obtenus pour certains actifs, à partir d'études déjà menées, aux actifs naturels faisant l'objet de l'évaluation. Même si l'utilisation de la méthode des transferts de bénéfices requiert, en pratique, des précautions rigoureuses lors de l'extrapolation, son utilisation fréquente s'explique, surtout, par la forte demande d'évaluations de ces derniers années, faute de disponibilité en temps ou autres moyens et/ou par l'existence d'un grand nombre de travaux similaires déjà réalisés¹⁹⁶. Selon B. Desaignes et P. Point (1993)¹⁹⁷, le transfert des consentements à payer issus d'évaluation contingente n'est pas toujours satisfaisant, par contre, le transfert de valeurs estimées par les méthodes des coûts de déplacement et celles des prix hédonistes n'est pas aussi délicat, car il ne s'agit plus de transférer une valeur, mais plutôt, une fonction de demande ou de prix hédonistes inhérents au bien environnemental en question¹⁹⁸. Cette méthode de transfert des bénéfices a l'avantage d'être peu coûteuse et rapide, mais elle présente, toutefois, l'inconvénient d'être peu précise.

5. Le passage par des fonctions dose-réponse :

L'application de cette méthode requiert la combinaison de deux types d'approches : physique et économique. Ces études passent par quatre étapes

¹⁹⁴: Lanoie. P, *La valeur économique d'une vie humaine : où en sommes-nous ?*, in Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts-avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica. P260.

¹⁹⁵: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 69.

¹⁹⁶: Idem. P.71.

¹⁹⁷: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P .241.

¹⁹⁸: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, déjà cité. P. 72.

principales¹⁹⁹ :

La première étape est celle de la modélisation de la transformation et de la diffusion des polluants dans l'atmosphère ou dans le sol, le résultat de cette étape prend la forme d'une cartographie du degré d'exposition de la zone d'étude.

La deuxième étape consiste à déterminer les paramètres d'une fonction de dose-réponse des polluants ciblés à l'occasion de cette étude, ou à utiliser les fonctions de dose- réponse construites et/ou issues de recherches déjà existantes. Une fonction dose-réaction constitue une relation exprimant le dommage physique résultant d'une exposition à un niveau donné (dose) ou à une variation donnée de ce niveau du polluant.

La troisième étape consiste en la combinaison des deux précédentes étapes. Elle permet d'obtenir à partir des concentrations (ou degrés d'exposition) et des fonctions dose- réponse le dommage physique total. Les trois étapes précédentes forment une étude d'impact de la pollution proprement dite. Une étude d'impact permet de connaître, sur une base scientifique et des principes méthodologiques précis, les quantités des pertes physiques qui peuvent correspondre à des pertes de récoltes dans le cas de la pollution du sol, ou à des excédants d'hospitalisations ou en surface érodée de bâtiments dans le cas de la pollution atmosphérique.

La quatrième et dernière étape consiste à exprimer, en termes monétaires, ces pertes physiques estimées par l'étude d'impact (c'est-à-dire à l'issue des trois étapes précédentes). Le mode de conversion monétaire adopté dans cette approche se base sur l'évaluation de l'ensemble des coûts financiers engendrés par l'impact matériel calculé sur la base des prix réels du marché (coûts des médicaments, frais journaliers d'hospitalisation, prix du blé pour les pertes de récoltes, etc.). Les valeurs résultant de ce mode de monétarisation ont pour avantage d'être la traduction du coût marchand ou économique d'un impact matériel calculé avec précision par des approches propres aux sciences dures. Toutefois, ce mode de monétarisation, en ne se basant que sur les prix de marché pour monétariser les conséquences de la

¹⁹⁹: Idem.

pollution, fait que l'approche par les fonctions dose réponse ne permet d'estimer, par conséquent, que la valeur d'usage rendu par un actif naturel.

Du point de vue de la théorie économique, la valeur économique totale d'un actif naturel se compose d'une valeur d'usage et d'une valeur de non usage. L'étude des méthodes, fondées sur les différentes approches de la monétarisation des bénéfices de protection des actifs de l'environnement, a montré qu'à l'exception de la méthode d'évaluation contingente, les différentes méthodes développées et utilisées pour l'évaluation monétaire des bénéfices de protection des actifs naturels, ne prenaient pas en considération, du point de vue théorique, la valeur de non usage d'un actif naturel. Ce dernier constat explique la recommandation de la MEC par le NOAA, en matière d'estimation des biens naturels, partant de l'argument que les autres méthodes conduisent, théoriquement, à une sous estimation de la VET réelle de ces biens de l'environnement et constituent, du moins, une sous estimation de la valeur obtenue par la mise en œuvre de la MEC.

II. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRE DES BENEFICES DE SANTE PROCURES PAR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'évaluation des effets de la dégradation de l'environnement sur la santé humaine constitue une application particulière des techniques de l'évaluation monétaire des pertes environnementales. En effet, les pertes de santé représentent, selon les formes de pollution ou selon l'actif naturel affecté, des parts importantes dans les pertes attribuables à la dégradation de ces actifs de l'environnement. Desaignes. B. et Point. P (1993) considèrent que c'est la raison de santé qui justifie, principalement, la réduction de la pollution de l'air²⁰⁰.

Nous allons présenter les principales méthodes²⁰¹ qui permettent d'attribuer, en termes monétaires, une amélioration de l'état de santé des individus procurée par

²⁰⁰: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.175.

²⁰¹: Nous avons retenu la synthèse de Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA ? EUREQua, GREQAM, décembre 1999 ; Bolt. K *et alii*, « Evaluer les coûts de la dégradation de l'environnement : Un manuel de formation, Banque Mondiale, Département de l'Environnement, septembre 2005.

une amélioration de la qualité de l'environnement, ou dit de façon symétrique, les méthodes qui permettent de monétariser une détérioration sanitaire causée par une dégradation des flux de services rendus par les biens naturels. L'analyse économique distingue entre les bénéfices de mortalité et ceux de morbidité que procure l'amélioration de la qualité de l'environnement. Nous présenterons, à cet effet, séparément les méthodes de monétarisation des bénéfices de mortalité et de morbidité procurés par la protection des biens environnementaux.

1. Les méthodes de monétarisation des gains de mortalité attribuables à une amélioration de l'environnement

Tout comme à l'origine de la suspicion de l'incompatibilité entre éthique médicale et science économique, l'incompréhension de la science économique explique cette fois ci encore la critique de l'évaluation monétaire de la mortalité ou de la vie humaine. La science économique ne tente pas d'évaluer la vie humaine mais attribue, plutôt, une valeur à la réduction du risque de décès induite, ici en l'occurrence, par une amélioration de la qualité environnementale. Ce raisonnement est explicité par l'utilisation, en théorie économique, des termes « valeur d'une vie statistique » ou « valeur d'évitement d'un décès », reflétant le fait que c'est une réduction du risque de décès qui est évaluée avant que les résultats ne se produisent et non pas qu'une quelconque vie humaine soit évaluée une fois que l'excédent de pollution ait causé la fin de celle-ci, soit la mort anticipée²⁰². Nous décrirons, successivement, trois approches différentes pouvant servir à l'évaluation monétaire d'une variation du risque de mortalité associée à une variation de la qualité de l'environnement, nous mettrons en avant leurs principaux avantages et défauts.

1.1. La méthode des pertes de production

Egalement connue sous l'appellation d'approche du capital humain²⁰³, cette

²⁰²: Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. P. 14.

²⁰³: Cette appellation est qualifiée d'impropre, notamment par Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. P. 14.

approche est la première à avoir été utilisée par les économistes, elle s'appuie sur une vision macroéconomique de la participation de l'individu à l'activité du système, en considérant que la place et le rôle de l'individu s'évaluent à travers sa contribution productive au système, c'est-à-dire sa part contributive au produit intérieur brut (PIB)²⁰⁴. Cette considération implique que la valeur d'évitement d'un décès, à une date donnée, soit égale à la somme actualisée des revenus que l'individu aurait perçus durant la partie restante de sa durée de vie espérée²⁰⁵.

L'approche des pertes de production rencontre deux écueils majeurs. Le premier est qu'elle ne considère la contribution de chaque individu qu'à travers ce qu'il produit, et que cette production est elle-même mesurée par ses revenus²⁰⁶. Cette hypothèse est fortement contestée, en ce sens, où une telle conception suppose, implicitement, que le but d'une société n'est autre que la maximisation de son PIB²⁰⁷ et que la valeur d'évitement d'un décès « devient une valeur d'efficacité dictée par le système productif et expurgée de toute individualité »²⁰⁸. Cette dernière remarque implique que cette approche, en faisant abstraction des préférences individuelles, viole les fondements de l'économie du bien être et du paradigme de la théorie économique néoclassique.

Le deuxième inconvénient majeur de la méthode est que sa mise en pratique requiert le choix d'un taux d'actualisation. Dans le contexte de perception propre à cette approche le taux d'actualisation doit être proche de zéro, voire négatif, pour estimer la valeur de vie statistique des chômeurs, des handicapés, personnes âgées, etc. Par exemple, cette approche traduit le fait que les femmes travailleraient, en général, seulement dans leurs foyer par une relative infériorité de leurs valeurs de vie statistique eu égard à celles des hommes, ce qui semble, du point de vue éthique, inacceptable²⁰⁹.

L'avantage principal de cette méthode est la simplicité de la perception qui

²⁰⁴: Lanoie. P, *La valeur économique d'une vie humaine : où en sommes-nous ?*, in Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts-avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica. P. 249.

²⁰⁵: Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », décembre 1999, BETA, EUREQua, GREQAM. P. 14.

²⁰⁶: Lanoie. P, *déjà cité*. P. 249.

²⁰⁷: Idem. P. 250.

²⁰⁸: Chanel. O *déjà cité*. P. 14.

²⁰⁹: Lanoie. P, *déjà cité*. P250.

établit le lien entre d'un côté les pertes de production qui sont concrètes et évaluables avec simplicité, fiabilité et surtout avec transparence, et de l'autre côté la mortalité humaine imputable à la pollution. Cet avantage explique les nombreux recours à celle-ci dans la prise de décisions et dans le choix des politiques inhérentes aux mesures de réduction des diverses formes de pollution et de la pollution atmosphérique, en particulier²¹⁰.

1.2. L'approche des pertes de consommation :

A l'instar de l'approche précédente dont elle est inspirée, l'approche des pertes de consommation adopte une vision macroéconomique. Cette approche considère que la consommation est une approximation fiable de l'utilité retirée de la vie, en partant du fait que tous les actes quotidiens de la vie ordinaire exigent des dépenses, afin de satisfaire des besoins essentiels comme la santé, l'éducation, l'alimentation, le logement, etc. auxquels la mort vient mettre fin.

En considérant, également, que tout individu consomme, de façon directe pour les adultes et indirectes pour les enfants, cette conception lève les contraintes inhérentes à l'approche des pertes de production et qui naissent de la nécessité de différencier, lors de l'évaluation, les différentes catégories productives, comme les adultes, les enfants, les retraités, etc. ces inconvénients disparaissent au profit d'une valeur homogène comme la consommation des ménages par habitant²¹¹, par exemple. Adoptant une vision macroéconomique, l'approche par les pertes de consommation possède les mêmes avantages que l'approche par les pertes de production. C'est-à-dire simplicité de la perception, fiabilité et transparence de l'estimation. Même si cette approche a une concordance avec la théorie économique standard, en évaluant le surplus total, ce sont, surtout, les autres avantages cités plus haut qui expliquent le recours à celle-ci dans la prise de décisions et dans le choix des politiques inhérentes aux mesures de réduction de la pollution.

²¹⁰: Chanel, O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », décembre 1999, BETA, EUREQua, GREQAM. P. 15.

²¹¹: Idem. P. 16.

1.3. L'approche du consentement à payer :

Les méthodes d'évaluation tentent, dans cette approche, de mesurer le CAP d'un individu pour réduire le risque de décès à partir de la consommation de biens et services à laquelle il est prêt à renoncer²¹². Cette approche est en totale concordance avec les fondements de la théorie néoclassique car elle se réfère, avant tout, aux préférences individuelles.

Il faut, toutefois, souligner qu'il ne s'agit pas d'estimer le consentement à payer d'une personne pour réduire le risque de sa propre mort, mais plutôt « d'estimer ce que le groupe social est prêt à payer pour réduire les risques de chacun de ses membres »²¹³. Autrement dit, l'approche du CAP cherche à mesurer combien les individus attribuent à l'augmentation de leur propre sécurité et de celles des autres²¹⁴. Cette augmentation de la sécurité collective est ici, engendrée par une amélioration de la qualité de l'environnement.

Par exemple²¹⁵, si chacune des 100 000 personnes est prête à payer 100 DA pour baisser le risque de mortalité de 3 décès pour 100 000 personnes à 1 décès pour 100 000 personnes, le consentement à payer total est de dix million de DA, soit la valeur de la réduction de risque de décès de deux personnes pour 100 000. Dans ce cas, la valeur d'une vie statistique est de 5 million de DA.

Pour pallier à l'inexistence d'un marché des risques de mortalité, et encore moins pour nuisances environnementales, les méthodes d'évaluation de la mortalité reprennent les deux différentes approches des méthodes développées dans l'approche du CAP pour monétariser les bénéfices de l'amélioration des actifs naturels. La première approche recouvre les méthodes basées sur des marchés de substitution, il s'agit notamment, de la méthode des prix hédonistes et des méthodes basées sur les études de consommation. La deuxième approche se fonde sur la construction d'un marché fictif, soit l'évaluation contingente.

²¹²: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.184.

²¹³: Idem.

²¹⁴: Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. p 16.

²¹⁵: Desaignes. B, Point. P, *déjà cité*. P. 184.

Dans le cadre de l'approche basées sur les marchés de substitution, la valeur statistique de la vie humaine est déduite par l'observation des comportements des individus échangeant de l'argent contre une variation du niveau de risque auquel ils sont exposés²¹⁶. Une partie des études mises en œuvre, dans le cadre de cette approche, ont privilégié le marché du travail en tant que terrain d'observation, alors que d'autres études se sont, plutôt, intéressées aux comportements de consommation.

1.3.1. La méthode des différentiels de salaires :

Il s'agit, simplement, de la méthode des prix hédonistes, l'hypothèse fondamentale sur laquelle repose la méthode est qu'il existe un différentiel de salaire associé à un différentiel de risque. L'objet est de déduire une valeur statistique de la vie de l'individu à partir de cette association de différentiels²¹⁷.

On suppose par exemple²¹⁸, deux emplois A et B identiques en tous points de vue, sauf que dans l'emploi A, le risque de mortalité est supérieur d'un décès annuel pour 10 000 employés. En revanche, l'emploi A rapporte eu égard à l'emploi B, 500 DA de plus par année. Le coût de la vie statistique des travailleurs de l'emploi B est, dans ces conditions, égal à cinq millions de Dinars, puisque chacun des 10 000 travailleurs de l'emploi B, consent à se départir de 500 DA pour réduire le risque de décès d'une vie sur 10 000 autres.

Comme pour le cas du marché de l'immobilier, une hypothèse centrale de la construction de la fonction de salaires hédonistes est la prise en compte de toutes les caractéristiques d'un l'emploi, sinon l'estimation du prix hédoniste associée à un différentiel de risque n'est plus fiable²¹⁹. Les hypothèses fondamentales inhérentes au fonctionnement concurrence des marché du travail, et sur lesquelles reposent la construction d'une fonction de salaire hédoniste, ne sont pas toujours vérifiées, d'où

²¹⁶: Lanoie. P, *La valeur économique d'une vie humaine : où en sommes-nous ?* , in Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts-avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica. P. 256.

²¹⁷: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P. 184.

²¹⁸: Lanoie. P, *déjà cité*. Idem.

²¹⁹: Desaignes. B, Point. P, *déjà cité* P. 185.

l'éventualité de biais de calcul. En effet, les valeurs dépendent du degré d'information des employés sur les risques auxquels ils sont exposés, des distorsions dans les niveaux de salaires qu'implique l'influence des gouvernements et des syndicats, etc.²²⁰.

1.3.2. Les méthodes basées sur les études de consommation :

Les études du marché de consommation tentent de déduire la valeur statistique de la vie humaine à partir de l'arbitrage qu'effectuent les individus entre risques et consommation²²¹. Ces méthodes sont basées sur l'observation de comportements de consommation qui pourraient traduire des réactions à certains risques de mortalité, par exemple, l'achat d'appareillages de sécurité comme les détecteurs de fumée, les comportement des automobilistes qui échangent du gain de temps contre une augmentation de risque ou la consommation de tabac, etc.

C'est pour cela que ces études, eu égard aux études des différentiels de salaires, ont demandé beaucoup d'ingéniosité à leurs auteurs²²², nous citons l'étude de Ippolito et Ippolito (1984)²²³ qui évaluent la valeur d'évitement d'un décès à partir du déclin de la demande pour les cigarettes à haute teneur en nicotine (fortes), à la suite de divulgation de nouvelles campagnes d'information sur les risques sanitaires du tabagisme. Les auteurs ont considéré que le plaisir de fumer était échangé contre une réduction du risque de mortalité ou un gain de leur probabilité de survie. Les auteurs ont, ainsi, pu approximer le plaisir de fumer, en termes monétaires, en se basant sur la notion de surplus du consommateur et sur l'observation des variations de quantités demandées de cigarettes fortes et légères sur le marché²²⁴.

Pour Lanoie P. le fait que ces travaux n'aient pas été refaits pour d'autres

²²⁰: Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. p 17.

²²¹: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.189.

²²²: Lanoie. P, *La valeur économique d'une vie humaine : où en sommes-nous ?*, in Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts-avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica. P257.

²²³: Ippolito. P. M, Ippolito. R. A, « Measuring the value of life saving from consumer reaction to new information », *Journal of Public Economics*, 1984, n° 25. P. 53-86.

²²⁴: Lanoie. P, *déjà cité*. P258.

échantillons laisse sceptique quant à la fiabilité des valeurs obtenues²²⁵. Ce que l'auteur explique par le fait que de telles études font, en général, appel à des situations complexes nécessitant de poser des hypothèses précaires sur des éléments difficilement quantifiables, comme la valeur du temps ou l'inconfort de porter une ceinture de sécurité ou le plaisir de fumer, etc.

1.3.3. La méthode d'évaluation contingente :

La valeur statistique de la vie humaine est calculée grâce à la construction d'un marché hypothétique du risque de décès. La mise en œuvre de l'évaluation contingente procède par questionnaire dans lequel est décrite une situation hypothétique où il est demandé aux enquêtés combien sont ils prêts à payer, ou combien sont ils disposés à recevoir pour un changement de risque de mortalité.

L'avantage principal de La mise en œuvre de la MEC, qu'il s'agisse d'estimer la VET d'un actif naturel ou les gains de mortalité procurés par l'amélioration de la qualité de l'environnement, est le même. C'est-à-dire, la possibilité de disposer de l'information que l'on souhaite avoir avec directivité et précision. Cela dit, les mêmes biais dont souffrent la MEC, en général, se retrouvent dans son application à l'évaluation de la valeur statistique de la vie humaine²²⁶.

Sur un plan pratique, l'approche du CAP est laissée de côté, au dépend de l'approche du capital humain qui malgré ses limites, demeure l'approche la plus demandée par les décideurs publics. Ceci s'expliquant par la simplicité et la transparence de perception propre à l'approche du capital humain, mais surtout par la disponibilité et la fiabilité des données nécessaires à l'établissement d'une valeur de la vie humaine²²⁷.

²²⁵: Idem. P. 268.

²²⁶: Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. p 17.

²²⁷: Lanoie. P, *La valeur économique d'une vie humaine : où en sommes-nous ?* , in Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts-avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica. P265.

2. Les méthodes de monétarisation des gains de morbidité attribuables à une amélioration de la qualité de l'environnement

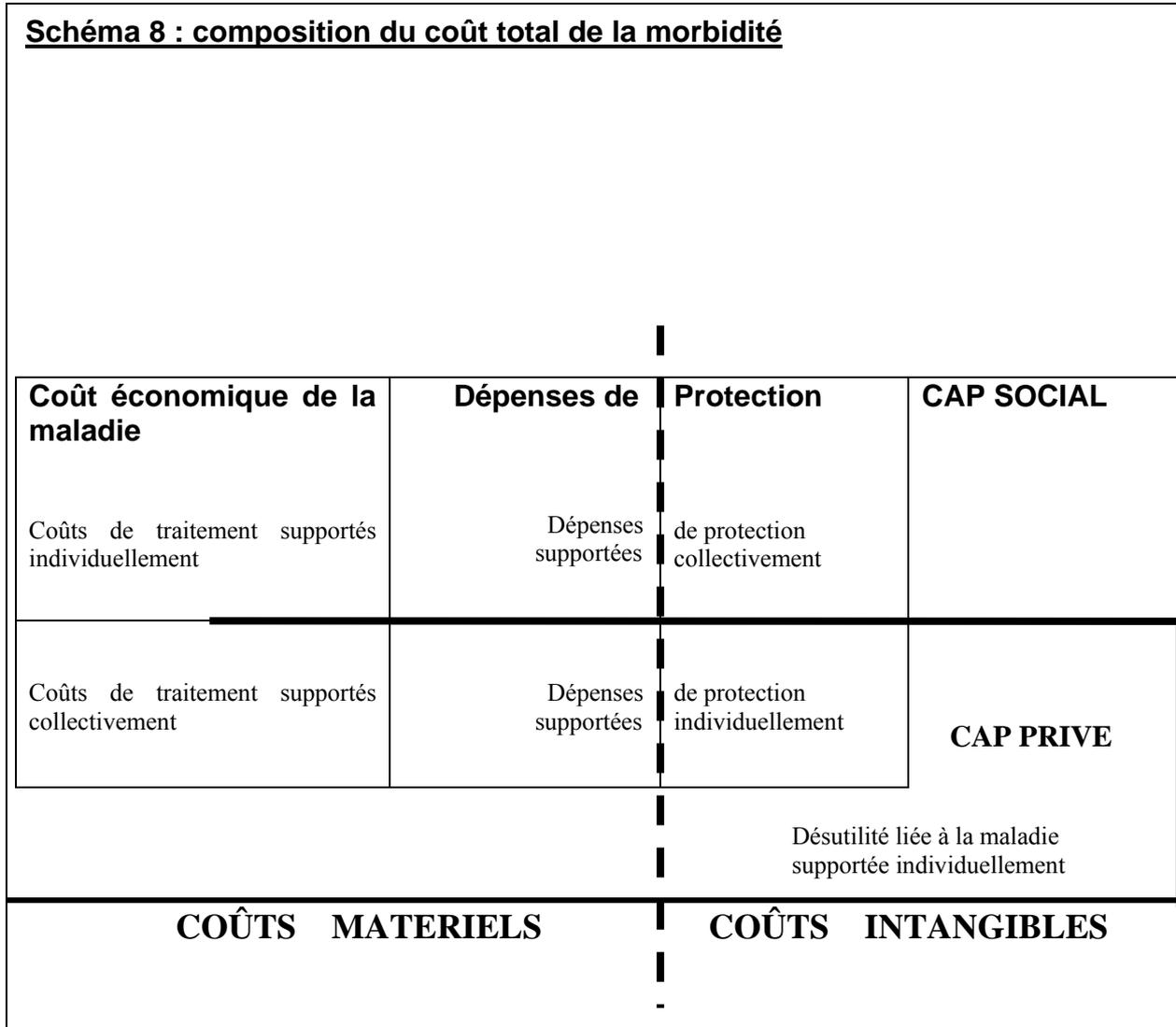
L'ensemble des coûts qui naissent de la maladie sont de natures diverses, complexes (difficiles à cerner) et interdépendants. Afin de comprendre la portée des deux méthodes de monétarisation de la morbidité dans la prise en compte de ces différents coûts de la morbidité, nous allons décrire, grâce au schéma 8, la composition des coûts inhérents à la morbidité à travers deux critères principaux. Le premier repose sur le caractère physique, ou non, des coûts ou des pertes relatives à la maladie, et conduit à la distinction entre coûts matériels (pertes de revenus, coût de traitement, etc.) et coûts intangibles (la douleur et la peine). Le second critère se base sur le caractère individuel ou collectif de la prise en charge des coûts de la morbidité.

En observant le schéma 8, nous relevons que les coûts de morbidité peuvent être classés en trois différentes catégories :

- Les coûts économiques de la maladie comprenant les coûts de traitement médical et les coûts des pertes de production liés à l'incapacité de travail. Ces coûts représentent la part matérielle des coûts de la santé. Leur évaluation se fait directement sur la base des prix réels du marché (frais de consultations médicales, coûts des médicaments, frais journaliers d'hospitalisation, etc.). ces coûts peuvent être aussi bien, individuellement que collectivement supportés, ceci variant en fonction des systèmes de protection sociale et de santé en place.
- La deuxième catégorie se constitue des coûts de dépenses de protection, ces dépenses étant le résultat d'un comportement individuel, imprévisible et différent face à la pollution. Nous pouvons citer, dans le cas de la pollution de l'air, par exemple, l'abstention de pratique des activités sportives en plein air pendant un jour d'été de forte concentration de la pollution de l'air, l'installation de filtres à air et le changement de lieu de résidence (s'éloigner des centres

urbain)²²⁸.

- La troisième catégorie des coûts de la maladie comprend les coûts intangibles représentés par des pertes d'utilités des individus causées par la peine, la douleur et la souffrance inhérentes aux épisodes de morbidité.



Source : Chanel. *O et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », décembre 1999, BETA, EUREQua, GREQAM. P. 29.

Du point de vue empirique, l'évaluation des coûts de la morbidité procède en se basant sur deux approches différentes : l'approche par le CAP qui donne lieu à la

²²⁸ : Chanel. *O et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », décembre 1999, BETA, EUREQua, GREQAM. P. 29.

méthode d'évaluation contingente (MEC). La deuxième approche se fonde sur les fonctions dose réponse et conduit à la mise en œuvre de la méthode d'évaluation du coût économique de la maladie (MCEM).

2.1. La méthode du consentement à payer :

L'utilisation de la MEC pour estimer les gains de santé que procure une amélioration de la qualité de l'air procède par deux types d'approches²²⁹ : la première approche tente de faire révéler aux individus leurs consentements à payer pour l'amélioration de la santé, l'étude de Channel *et alii* (2004)²³⁰, en fournit un exemple. Les auteurs interrogent les individus sur leur CAP pour une réduction du risque d'apparition de certains effets néfastes imputables à la pollution de l'air : crise d'asthme, hospitalisation pour motifs respiratoires, bronchites, etc. La seconde approche d'application de la MEC, suppose implicitement que le sondé a l'aptitude d'évaluer sa propre fonction de dommage, en interrogeant, directement, celui-ci sur la valeur qu'il accorde à une amélioration de la qualité de l'air. Les deux approches utilisées demeurent, toutefois, soumises aux mêmes principes et procédures. Le respect de ces procédures étant conditionnel de la validité des résultats obtenus.

La MEC dont l'approche se fonde sur l'évaluation des gains d'utilité procurés par une amélioration de la qualité de l'air, établit, par conséquent, l'évaluation autour des coûts privés ou individuellement supportés suivants²³¹ : les pertes de revenus individuellement supportées, la peine et la souffrance, les dépenses individuelles de protection et les coûts des traitements médicaux à la charge du malade. De cette implication naissent l'avantage et l'inconvénient principaux de la MEC. Le principal avantage de l'approche est qu'elle permet l'intégration de la totalité des coûts intangibles qui ne peuvent être pris en compte par l'approche par les fonctions dose réponse, que d'une façon indirecte²³². L'inconvénient de l'approche est de ne prendre en compte que le coût économique de la maladie et les dépenses de protection, individuellement pris en charge.

²²⁹: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.180.

²³⁰: Channel. O *et alii*, « Valorisation économique des effets de la pollution atmosphérique », *Revue Economique*, vol.55, 1, 2004. Presses de sciences Po.

²³¹: Chanel. O *et alii*, déjà cité. P. 30.

²³²: Idem.

2.2. La méthode du coût économique de la maladie

Du point de vue empirique, trois approches différentes ont servi à établir les relations de cause à effet liant, les concentrations de polluants aux niveaux de mortalité et de morbidité :

- Les études toxicologiques : ce sont des expériences contrôlées et menées sur des animaux, en laboratoire ou salle d'exposition.
- Les études cliniques : à l'instar des études toxicologiques, les études cliniques sont, également, des expériences de laboratoire ou de salle d'exposition, mais portant, directement, sur les être humains.
- Les études épidémiologiques : aires et respiratoires, ou autres en milieu urbain, de mettre, en évidence,

Dans le cas de l'évaluation des bénéfices sanitaires de protection de l'environnement par la méthode du coût économique de la maladie (MCEM), les fonctions dose-réponse le plus souvent utilisées, proviennent d'études épidémiologiques et plus rarement d'études cliniques (sur les humains) ou toxicologiques (sur les animaux). En effet, les fonctions dose-réponse issues d'études épidémiologiques, au contraire des deux autres types d'études, ne font pas face au problème de reproduction des combinaisons intégrales des polluants ambiants et ne nécessitent pas, à cet effet, l'extrapolation à des doses, ni à des espèces différentes²³³. Si les résultats des études cliniques sont les plus précis, leur extrapolation à l'ensemble de la population reste très délicate²³⁴, imposant de faire des hypothèses sur la durée d'exposition, le type d'activité, l'état de santé, etc.

La MCEM évalue, grâce aux prix du marché, l'ensemble des coûts financiers associés à un épisode morbide. Cette méthode est appropriée pour l'évaluation des frais médicaux et du coût des pertes de production. En effet, dans ce cas, il importe peu que ces coûts soient individuellement ou collectivement pris en charge. A

²³³: Bolt. K, Ruta. G, Sarraf. M, Evaluer les coûts de la dégradation environnementale, 2005, Banque Mondiale, Département Environnement. P. 72.

²³⁴: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P .177.

contrario, cette approche est inadaptée pour la détermination des dépenses de protection et des coûts intangibles, puisqu'il n'y a ni pour les mesures de protection, ni pour la peine et la douleur de prix marchands²³⁵. D'après Chanel *et alii* (1999), l'expérience a prouvé que ni la MCEM ni la MEC, ne parviennent à cerner la totalité des coûts sociaux de morbidité. En effet, l'estimation du coût économique de la maladie (coût de traitement médical et des pertes de production) fournit une borne inférieure des coûts de la morbidité puisque les dépenses de protection et les coûts intangibles ne sont d'aucune manière pris en compte avec cette approche qui conduit, logiquement, à une sous estimation des coûts de la morbidité. Par contre, l'approche du CAP permet une meilleure approximation des coûts sociaux de la morbidité, puisque elle couvre la totalité des coûts privés. Chanel *et alii* (1999) affirment que toute forme de combinaison entre les deux approches doit être abandonnée afin d'éviter un éventuel double comptage.

CONCLUSION

L'étude des fondements théoriques de la monétarisation des dommages engendrés par la détérioration des actifs naturels a montré que la notion de « variation de surplus » constituait un outil essentiel dans la détermination de valeur monétaire associée à une variation des attributs d'un bien de l'environnement. Dans le cadre de conception propre à la théorie économique standard, le prix d'un actif environnemental correspond au consentement à payer (CAP) (ou au consentement à recevoir (CAR)) des individus pour bénéficier des services de cet actif (ou pour être dédommagés de sa détérioration). S'agissant de l'évaluation des bénéfices que procure la protection des actifs naturels, seule la méthode d'évaluation contingente (MEC) peut arriver à couvrir la totalité des bénéfices escomptés de cet actif, soit sa valeur économique totale (VET).

De la spécificité du bien santé découle la complexité des différents coûts de morbidité, complexité de laquelle résulte une caractéristique commune aux deux méthodes d'évaluation des dommages de morbidité : aucune des méthodes du coût économique de la maladie et d'évaluation contingente à cerner la

²³⁵: Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. P. 30.

totalité des coûts sociaux de morbidité. Même s'il faut reconnaître que la méthode d'évaluation contingente (MEC) permet une meilleure approximation de l'évaluation des gains de morbidité dus à la pollution atmosphérique (P.A.).

CHAPITRE 4 : EVALUATION DU COUT ECONOMIQUE DE LA MALADIE

INTRODUCTION

L'objet de ce chapitre consiste en un essai de mise en œuvre de la méthode du coût économique de la maladie imputable à la pollution de l'air, dans une zone d'étude recouvrant six communes de la wilaya d'Alger, sur une période d'étude s'étalant sur l'année 2006. Nous présenterons ce chapitre en trois sections. La première section, étant donné la nature pluridisciplinaire de l'approche dont est issue la méthode du coût économique de la maladie, consistera en une présentation du cadre général de celle-ci.

La deuxième section sera consacrée à la délimitation de la zone d'étude qui sera définie au fur et mesure que sont vérifiés les critères imposés par cette méthode. Nous procéderons ensuite à la construction et à la détermination des paramètres nécessaires au calcul de l'impact sanitaire de la P.A, que sont les indicateurs sanitaires, les indicateurs d'exposition à la pollution et les fonctions dose-réponse. Nous expliquerons enfin la méthode par laquelle procède le calcul de l'impact.

Les résultats du calcul de l'impact sanitaire et leur expression en termes monétaires seront présentés dans la troisième section. Nous commencerons d'abord par décrire la distribution de l'indicateur d'exposition qui nous permettra d'orienter nos choix des différents scénarios de baisse des niveaux de pollution. Puis, nous présenterons les résultats de ces différents *scenarii* de réduction de la P.A retenus ainsi que leur expression en termes monétaires.

I. PRESENTATION DE LA METHODE

L'application de la méthode du coût économique de la maladie passe par deux grandes étapes. La première étape qui se fonde sur une approche physique, en

utilisant une fonction dose réponse consiste, à proprement dit, en la mise en œuvre d'une étude d'impact sanitaire (EIS). Le but étant le calcul du nombre d'événements sanitaires attribuables à une variation des niveaux d'exposition journaliers de la population à la pollution atmosphérique (P.A).

La deuxième étape dont l'approche est économique, consiste à exprimer, en termes monétaires, ce dommage physique total. Il s'agit de l'évaluation du coût économique total né de l'apparition d'événements sanitaires attribuables à un excédent de P.A. L'estimation de la totalité des bénéfices sociaux associés à la réduction du risque maladie est fondée sur la prise en compte de l'ensemble des dépenses économiques inhérentes à la naissance de l'évènement sanitaire. Aussi bien les frais directs comme le coût d'hospitalisation, de traitement, de consultation, etc., que des frais indirects, représentés par les pertes de revenus dues aux arrêts d'activité. Ce qui inclut, évidemment, les éventuels coûts de prise en charge par la compagnie d'assurance ou l'institution de soins²³⁶.

Aujourd'hui, il est bien admis que la P.A urbaine est responsable d'effets aigus et chroniques sur la santé, même à des niveaux très faibles d'exposition. A cet effet, les évaluations d'impact sanitaire de la pollution de l'air évaluent distinctement ces deux sortes d'effets sur la santé. D'une part, les études d'effets aigus ou à court terme, et de l'autre part, les études d'effets à long terme ou chroniques²³⁷. Les effets de la P.A, à court terme, surviennent dans les heures ou les jours suivant une augmentation des concentrations des polluants. Ces augmentations de concentration entraînent l'augmentation du risque de mortalité toutes causes confondues et des mortalités dues aux maladies respiratoires et cardio-vasculaires, l'augmentation des admissions hospitalières pour motifs cardio-vasculaires et respiratoires, ainsi que l'augmentation de l'incidence de diverses pathologies ne nécessitant pas d'hospitalisation (bronchite bénigne, irritation ophtalmique, etc.)²³⁸. À long terme, la pollution atmosphérique augmente les mêmes risques de mortalité anticipée, qu'à

²³⁶: Cf. Chapitre 3. Section III.

²³⁷: Bolt. K *et alii*, « Evaluer les coûts de la dégradation de l'environnement : Manuel de formation », Banque Mondiale Département de l'Environnement, septembre 2005. P. 71.

²³⁸: Le Tertre. A *et alii*, « Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities», *Journal of Epidemiology & Community Health*, Octobre 2002, n° 56 (10). P.774.

court terme, y compris le cancer pulmonaire²³⁹.

La cohérence des résultats auxquels ont aboutit les nombreuses études épidémiologiques ou expérimentales (cliniques et toxicologiques), réalisées durant ces dernières années, a permis d'établir la relation de cause à effet entre les concentrations de polluants atmosphériques et les mortalités et morbidités cardiovasculaires et respiratoires, en milieu urbain²⁴⁰. Ces relations de cause à effet sont appelées des fonctions "dose- réponse" et sont exprimées sous forme d'un facteur de risque relatif (RR) associé à l'apparition d'un événement sanitaire donné et à une variation donnée de la concentration d'un polluant. La détermination de ce genre de relation est évidemment nécessaire au calcul de l'impact sanitaire engendré par une variation de la qualité de l'air, mais elle n'est pas suffisante. Pour la mise en œuvre d'une EIS, il faut disposer de chacun des trois éléments suivants :

- Des indicateurs d'exposition de la population à la pollution atmosphérique, c'est-à-dire, les niveaux moyens de concentration de polluants atmosphériques auxquels est exposée la population,
- Des indicateurs sanitaires relatifs aux effets de la pollution atmosphérique,
- Des fonctions "dose- réponse" ou des facteurs de risque relatif qui expriment la relation entre la variation des niveaux d'exposition à un polluant donné et la variation de la probabilité de survenue d'événements sanitaires précis.

L'absence de tels indicateurs, leur relative précision ou le retard pris quant à leur élaboration, en Algérie, explique l'inexistence dans la littérature scientifique algérienne d'études épidémiologiques et donc d'EIS relatives à la relation entre facteurs de risque et maladies liées à la pollution de l'air. En Algérie, Une seule EIS a été réalisée alors que le dispositif de surveillance de la qualité de l'air de Samasafia²⁴¹ est fonctionnel à Alger depuis Février 2002. L'EIS de Laïd. Y *et alii*

²³⁹: Pope. C.A, *et alii*. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long term exposure to fine particulate air pollution, journal air & waste management association, 287 (9), 1132-1141, 2002.

²⁴⁰: Par exemple : Renaudot. C (2001) ; Médina. S (2001) ; Lagrange. H (2000) ; Le Tertre *et alii* (2002) ; etc.

²⁴¹: Samasafia est la structure rattachée au Ministère de l'Aménagement du Territoire et l'environnement (MATE), et responsable de la surveillance de la qualité de l'air à Alger et dans trois autres wilayas : Oran, Skikda et Annaba.

(2006)²⁴², détermine pour la période d'étude 2002, au niveau de la commune de Sidi M'Hamed, la part des consultations ambulatoires pour motifs respiratoires due à l'exposition aux particules fines de diamètre inférieur à 10 Microns, le PM₁₀. La démarche méthodologique utilisée par Laïd *et alii* (2006) a été développée par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS 1999)²⁴³, et est recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), car il s'agit d'une méthode standardisée permettant d'évaluer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à partir des données recueillies en routine (de manière continue dans le temps). L'évaluation que nous envisageons d'appliquer dans notre étude reprend les mêmes principes méthodologiques puisqu'elle s'appuie sur le guide méthodologique publié en Mars 2003 par l'InVS²⁴⁴, et qui constitue une réactualisation de son premier guide paru, en 1999. De plus, le guide actualisé est également accompagné d'un logiciel Excel (et du manuel d'utilisation) permettant de réaliser les calculs nécessaires dans une EIS.

Dans notre étude, seules les admissions hospitalières pour motifs cardiovasculaires et respiratoires attribuables à la pollution atmosphérique, à court terme, sont étudiées. En effet, comme explicité dans le guide méthodologique de l'InVS, seules les fonctions "exposition/risque" élaborées pour ces deux indicateurs sanitaires, dans le cadre des études APHEA1 et APHEA2²⁴⁵, se sont révélées adaptées et plus cohérentes avec la littérature scientifique²⁴⁶. Nous n'estimerons pas l'impact sanitaire, à long terme, car les études ayant permis d'obtenir des relations exposition/risque fiables pour les effets, à long terme, ne portaient que sur l'effet du PM₁₀. Or, pour ce polluant et tous les autres, à l'exception du dioxyde d'azote (NO₂), les séries des moyennes journalières que nous avons recueillies auprès du réseau de surveillance de la qualité de l'air, présentaient toutes pour l'année 2006, un nombre très important de valeurs manquantes. La recommandation, en la matière, étant de ne considérer comme représentatif de l'exposition que les polluants dont le

²⁴²: Laïd. Y *et alii*. « Health effects of PM₁₀ air pollution in a low-income country: the case of Algiers » The International Journal of Tuberculosis and Lung disease, n° 10(12) 2006. P 1406-1411.

²⁴³: Glorennec. P, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Guide méthodologique », Institut de veille sanitaire (InVS), juillet 1999.

²⁴⁴: Pascal. L, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. », Institut de veille sanitaire (InVS), Mars 2003.

²⁴⁵: Air Pollution and Health : a European Approach (APHEA1), Archive Environment Health, janvier 1998, 53 (1) ; Air Pollution and Health : a European Approach (APHEA2), American Journal of Respiratory & Critical Care Medicine, novembre 2001, 164 (10).

²⁴⁶: Pascal. L, *et alii*, déjà cité P. 13.

taux de valeurs observées est supérieur à 75%, ou réciproquement, dont le taux de valeurs manquantes est inférieur à 25%²⁴⁷. Le seul indicateur de pollution que nous avons pu construire est celui du (NO₂).

L'objectif de notre étude était, au départ, de réaliser une évaluation complète de l'impact sanitaire qui aurait porté sur la mortalité et la morbidité pour refléter la réalité des effets sanitaires attribuables à la pollution ambiante urbaine. Nous avons, cependant, rencontré un obstacle majeur : l'inexistence d'une identification systématique et/ou totale des causes de décès²⁴⁸, rendant impossible la construction des indicateurs sanitaires de mortalité. Démunis de telles données, nous n'avons pu plus évaluer le nombre de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique, et nous nous sommes limités au seul calcul du nombre de cas d'hospitalisations pour motifs respiratoires et cardio-vasculaires dues à la pollution atmosphérique. L'étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sera, en conséquence, tronquée de la partie mortalité, comme elle le sera également pour d'autres pathologies attribuables à la pollution atmosphérique et ne nécessitant pas systématiquement, d'hospitalisation telles que les crises l'asthme, les bronchites bénignes, les migraines, les nausées, etc. En effet, la reconstitution de tels indicateurs sanitaires nécessite de gros moyens qui sont, évidemment, hors de notre portée.

En entreprenant cette EIS, dans l'agglomération d'Alger, nous allons pouvoir connaître quelle est la situation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique qui y prévaut. Selon le bulletin annuel de Samasafia, la qualité de l'air a été bonne ou très bonne durant la majeure partie du temps (70 % du temps de l'année 2006). Cette appréciation s'appuie sur le constat que les normes en vigueur²⁴⁹, pour les différents polluants mesurés, n'ont jamais été dépassées durant toute l'année 2006. Pourtant cette pollution mesurée par les détecteurs implantés à Alger, pouvant être déclarée rassurante, demeure en vertu de la cohérence des résultats des études les plus récentes, dangereusement active et porteuse de son lot de mortalité et de

²⁴⁷: Une règle souvent adoptée est celle dite « des 75% », elle consiste à ne garder, pour la construction des indicateurs de pollution, que les polluants présentant moins de 25% (ou plus de 75%) de valeurs manquantes (ou de valeurs observées), sur l'année ou la durée d'étude. Cf. au guide de l'InVS (2003). P. 18.

²⁴⁸: Le taux de certification national des causes médicales de décès est estimé en 2005 à 29,5%, et à près de 31,5% en 2006. Source : Institut National de Santé Publique : Généralisation du certificat de décès, 2006, p5.

²⁴⁹: Source : décret exécutif n° 06-02 du 7 janvier 2006 au journal officiel. Ce décret définit les valeurs limites, c'est à dire, des niveaux de concentration présent dans l'air, qu'il ne faut pas dépasser, les seuils d'alerte ainsi que les objectifs de qualité.

morbidité. La question n'est plus de savoir si, oui ou non, il y a impact sur la santé des populations à ce niveau faible de pollution, mais est désormais de savoir : quelle est, dans ce contexte de pollution ambiante, rassurante et non alarmante, l'ampleur de l'impact de la pollution de l'air sur la santé des individus y exposés ?

II. SELECTION DE LA ZONE D'ETUDE, CONSTRUCTION DES INDICATEURS ET METHODE DE CALCUL

La première étape a consisté à sélectionner une région qui devait répondre à deux critères primordiaux :

- Avoir une taille suffisamment importante pour obtenir un nombre journalier d'événements sanitaires permettant d'avoir des impacts significatifs. Le minimum recommandé par le guide de l'InVS est de 100 000 habitants.
- Disposer d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air pour la construction d'indicateurs de pollution atmosphérique de manière rétrospective.

Quatre wilayas algériennes répondent à ces deux critères : Alger, Oran, Annaba et Skikda. Nous avons choisi la capitale du pays, Alger, en raison des meilleures opportunités qu'elle offre, en matière de recueil de données et/ou de construction d'indicateurs sanitaires et d'exposition à la pollution, dont la connaissance est nécessaire pour le calcul de l'impact sanitaire. En effet, c'est au niveau de la capitale que sont implantés l'Institut National de Santé Publique (INSP), l'Office National des Statistiques (ONS), le plus grand nombre de centres hospitalo-universitaires (CHU) du pays (avec quatre CHU), ainsi que tous les sièges des divers Ministères pouvant, éventuellement détenir des informations utiles au cadre de ce travail.

Alger est située sur le littoral de la méditerranée, s'étend sur une trentaine de kilomètres en bordure de la mer. Elle est adossée aux contreforts du sahel algérois, et s'étale sur une superficie de 230 Km². La ville ensoleillée est bordée au nord et à l'est par la [mer](#) méditerranée. Elle subit les influences du climat méditerranéen avec des hivers doux et humides (400mm à 1000mm de pluie par an), et des étés chauds et secs. Elle est divisée en 13 Daïras découpées en 57 communes. Sa population

est estimée en 2006 à 2 978 158 habitants²⁵⁰.

1. Choix de la zone d'étude

Il s'agit dans cette étape d'identifier dans l'agglomération d'Alger, à travers certains critères bien définis (présentés ci après) une zone d'étude urbaine au sein de laquelle l'exposition de la population devait être homogène. L'hypothèse que la population de la zone étudiée est en moyenne exposée aux mêmes niveaux de pollution par unité de temps (ici la journée) est fondamentale, en ce sens qu'elle permet d'utiliser, pour le calcul de l'impact sanitaire, un seul indicateur d'exposition par type de polluant et pour toute la zone.

1.1. Critères de choix de la zone d'étude

Le choix de cette zone d'étude repose sur les critères énumérés dans le guide méthodologique de l'InVS de juin 1999 réactualisé en mars 2003, et qui sont les suivants²⁵¹ :

1.1.1. Critère géographique :

La zone d'étude ne doit pas contenir de rupture d'urbanisation, ce qui veut dire que les communes doivent être continues ou jointives en termes d'urbanisation, c'est-à-dire non séparées par des espaces nus ou verts. Afin de respecter au mieux la condition d'homogénéité d'exposition de la population à la pollution sur la zone et permettre donc la construction d'un seul indicateur d'exposition pour toute la zone, il est impératif d'exclure les communes dont on peut penser que l'exposition est différente de celle des communes déjà incluses dans la zone.

1.1.2. Critère relatif à la population et aux déplacements

A cette étape, il s'agit de vérifier à partir des données concernant la mobilité (les déplacements) de la population résidante de la zone, que les individus sont

²⁵⁰ : Source : ONS. Données non parues.

²⁴⁸ : Pascal. L, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. », InVS, Mars 2003. P. 13

exposés, la majeure partie de leurs temps, à l'indicateur d'exposition calculé.

1.1.3. Critère relatif à la mesure de la qualité de l'air

Il n'est possible de juger de l'homogénéité de la répartition des émissions dans une zone d'étude considérée que lorsque la qualité de l'air est mesurée en routine (de façon continue) et par des stations de fond²⁵² reflétant le niveau ambiant de pollution. Nous entendons par là que pour juger de l'homogénéité de l'exposition, les mesures de fond ne peuvent être mises en comparaison avec les mesures effectuées à proximité d'une source de pollution ponctuelle, comme le trafic routier ou les sources de pollution industrielle.

L'exposition est considérée comme homogène lorsque les niveaux enregistrés par les différentes stations de mesure de fond, c'est-à-dire les stations non influencées par une source de pollution ponctuelle, sont suffisamment, corrélés entre elles. L'homogénéité de l'exposition est en général admise pour un coefficient de corrélation inter stations supérieur ou égal à 0,60²⁵³. Si les niveaux de pollution sont suffisamment corrélés, dans ce cas, l'indicateur d'exposition est défini comme la moyenne arithmétique des valeurs journalières de chaque station.

1.2. Vérification des critères de sélection de la zone d'étude

L'application de ces critères et l'analyse de l'implantation des stations vont nous permettre de délimiter notre zone d'étude dans l'agglomération d'Alger. Le dispositif actuel de surveillance de la qualité de l'air comporte quatre stations de mesures automatiques en continu 24h/24 et 7j/7 : trois stations urbaines de type de fond, implantées à Bab El Oued, à la place du 1^{er} mai et à la place d'El Hamma, et une station de type trafic automobile située à la périphérie de Ben Aknoun. Les caractéristiques des stations sont résumées dans le tableau 2. La structure responsable, Samasafia qui est sous tutelle du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), assure une surveillance de façon continue

²⁵²: Les stations de fond mesurent les niveaux de pollution ambiants par opposition aux stations de proximité qui mesurent les niveaux d'exposition à une source de pollution ponctuelle.

²⁵³: Pascal. L., *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. », InVS, Mars 2003. P. 12.

et automatique des polluants atmosphériques visés par la législation et parmi lesquels ceux concernant notre étude. Samasafia est à sa sixième année de surveillance de la qualité de l'air (depuis 2002) et peut mettre à notre disposition des données sur des périodes, suffisamment longues pour être représentatives d'une pollution moyenne, le minimum recommandé selon le guide de l'InVS, étant une année.

Pour les sources polluantes, la Direction de l'Environnement d'Alger (DE) à qui nous nous sommes adressés, ne détient malheureusement pas d'inventaire exhaustif des sources d'émissions de polluants dans l'atmosphère, notamment les sources industrielles. Ceci dit, les transports routiers constituent la principale source de polluants atmosphériques, comme les NO_x (mono et d'oxyde d'azote), le CO (monoxyde carbone) et les COV (composés organiques volatils), et dans une moindre mesure le SO₂ (dioxyde de soufre)²⁵⁴.

Tableau 2: description des stations du dispositif de surveillance dans l'agglomération d'Alger

Station	Localisation du site	Type de station	Polluants mesurés Depuis 2002				
Bab El Oued	CHU Maillot	Urbain de fond	CO	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	
1 ^{er} Mai	CHU Mustapha	Urbain de fond	CO	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	BTX
Ben Aknoun	Siège de la direction générale des forêts.	Trafic automobile situé à la périphérie du centre.	CO	O ₃	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀
El hamma	Bibliothèque National d'El Hamma	Urbain de fond	CO	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	

Source : MATE, Samasafia réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Alger, Bulletin Annuel 2006. P.3-4.

La carte 1 qui représente une vue aérienne de l'agglomération d'Alger montre, qu'en vertu du principe de continuité urbaine et compte tenu du positionnement des stations de mesures, nous pouvons, *a priori*, dégager deux zones d'étude bien distinctes. L'une centrée autour de la commune de Ben Aknoun où se situe une station de surveillance, et l'autre formant une longue bande longeant la bordure de la

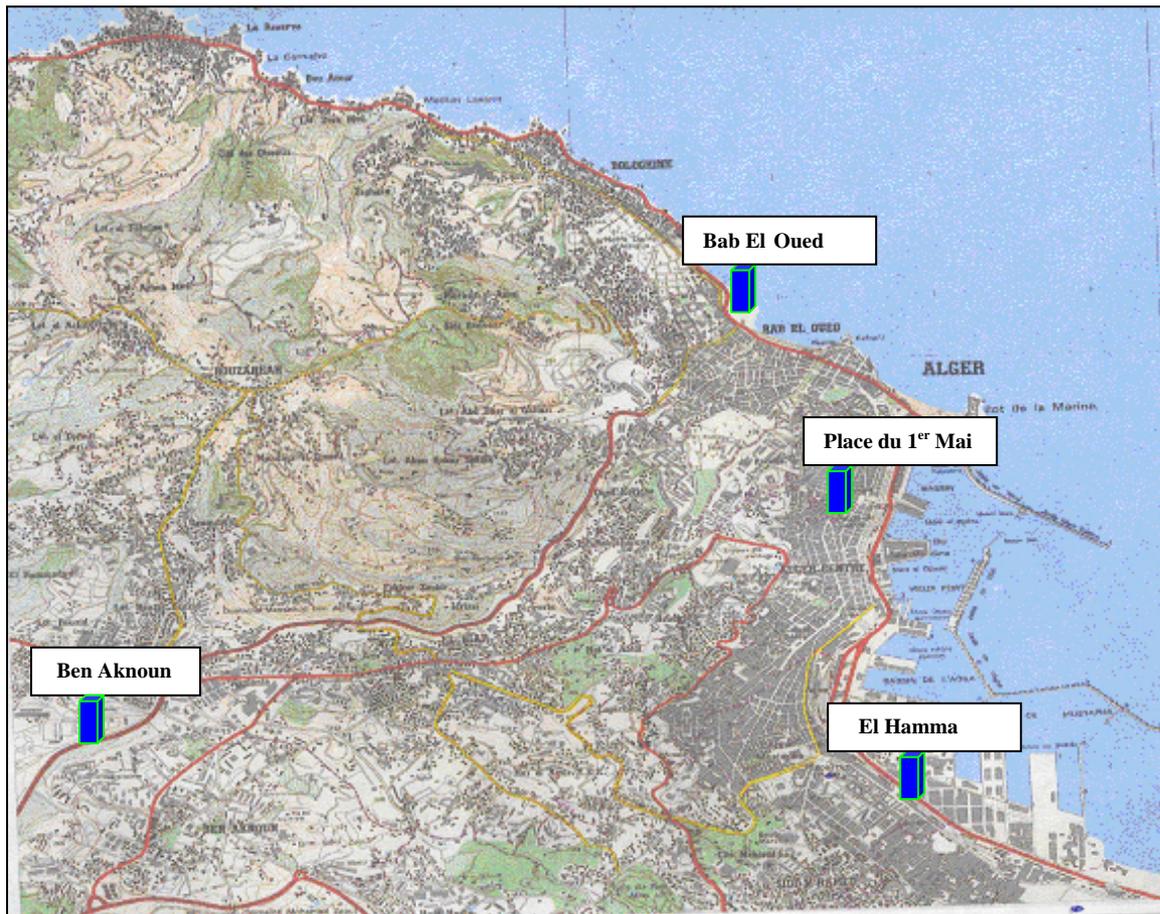
²⁵⁴: Ministère de l'environnement et du développement durable (MEDD), Rapport Ministériel sur l'Etat et l'avenir de l'environnement, 2003. P. 238.

mer, et où se trouvent implantées les trois stations d'El Hamma, de la place du 1^{er} Mai et de Bab El Oued. Signalons, toutefois que la station de El Hamma n'a pas fonctionné, durant l'année 2006, pour des raisons techniques.

Le nombre restreint de stations de surveillance, leur répartition inégale à travers les différentes daïras de l'agglomération d'Alger, et la différence de nature des mesures s'y effectuant (tableau 2) ont déterminé notre choix pour les communes situées dans la bande longeant le littoral et regroupées autour du centre-ville d'Alger. En effet, la commune de Ben Aknoun étant dotée d'une station périurbaine (tableau 2), les niveaux de pollution mesurés par cette station ne sont pas représentatifs de la pollution ambiante. Autrement dit, le niveau de pollution ambiante à Ben Aknoun est inconnu, et aucune tentative de comparaison avec les mesures effectuées par les autres stations mesurant le niveau de fond, n'est possible. C'est donc dans cette bande qui longe le littoral, où se trouvent réunies les trois stations (même s'il n'y a que deux seulement d'entre elles qui fonctionnent), que nous allons essayer de construire notre zone d'étude. Pour ce faire, nous partons de la commune où se trouve implantée la station de mesure, et nous élargissons le périmètre de la zone d'étude en incluant les communes périphériques justifiant du critère de continuité urbaine. Cette bande littorale rassemble les sept communes de la daïra de Sidi M'Hammed, les six communes de Bab El Oued et les quatre communes d'Hussein Dey, soit 17 communes au total.

Pour satisfaire l'hypothèse d'homogénéité d'émissions à l'intérieur de la zone d'étude, à la deuxième phase de sélection, nous avons exclu les communes excentrées, éloignées par des espaces non bâtis ou verts et les communes (aérées) situées sur les hauteurs, dont on soupçonne que l'exposition ambiante est différente des communes situées dans la partie basse d'Alger. Notre zone d'étude ne regroupe plus que les douze communes suivantes : Bab El Oued, La Casbah, Bologhine, Hammamet, Oued Koriche, Rais Hamidou, Alger centre, Sidi M'Hamed, El biar, El Madania, El Mouradia et El Hamma- les Annassers.

Carte n°2 Vue aérienne de la ville d'Alger



Source : document fourni par Samasafia, MATE (2006).

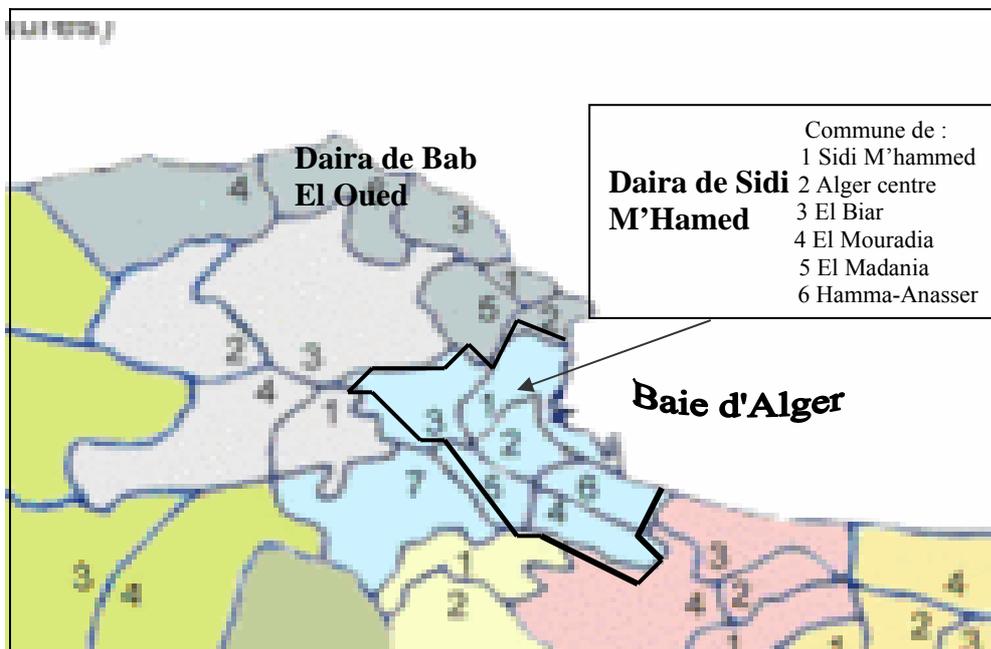
La station de El Hamma n'ayant pas fonctionné en 2006, nous ne l'avons pas faite participer au test de vérification de la corrélation inter-stations. Cependant, nous gardons la commune de EL Hamma en vertu du critère de continuité urbaine. Le test de vérification de corrélation ne porte plus donc que sur les deux stations du 1^{er} Mai et de Bab El Oued, et sur un seul polluant, le NO₂, comme nous le montrera, plus loin, l'étude relative à la construction des indicateurs d'exposition. Le résultat obtenu est que la valeur guide minimale recommandée²⁵⁵ pour le coefficient de corrélation qui est de 0.6, était loin d'être atteinte avec un coefficient de corrélation

²⁵⁵ Pascal. L, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. », InVS, Mars 2003.

égal à 0.07²⁵⁶.

Ces deux stations n'étant pas corrélées entre elles, en conséquence, nous avons réajusté notre zone d'étude en ne gardant que les communes situées autour du centre ville d'Alger, à savoir : Alger centre, Sidi M'Hamed, El Biar, El Mouradia, El Madania, El Hamma- les Annassers. Soit six communes continues sur le plan urbain, et où l'exposition de la population à la pollution atmosphérique peut être estimée et considérée comme homogène. Ces communes sont représentées sur la carte 2.

Carte 2 : Délimitation de la zone d'étude d'Alger avec six communes



Source : document fourni par le MATE (2006)

Les données relatives aux déplacements intra et inter urbains ne sont pas disponibles auprès des services communaux chargés des statistiques. Nous n'avons donc pas pu vérifier si la proportion de la population qui se déplace dans la journée était importante au point d'influencer la prévalence d'exposition. Toutefois, nous supposons que tous les individus habitant notre zone d'étude sont exposés aux

²⁵⁶: nous avons calculé le coefficient de corrélation entre les niveaux journaliers des deux stations de mesures de la Place 1^{er} Mai et de Bâb El Oued, à l'aide du logiciel Statistica 97 et à partir des données fournies par le réseau de surveillance de Samasafia.

mêmes niveaux moyens journaliers de pollution.

Les six communes de notre zone d'étude représentent une population totale de 404 592 habitants en 2006, selon l'ONS. La densité globale est de 24 537 habitants par Km². Les répartitions par tranche d'âge des populations au sein des six communes et les densités de population correspondantes sont présentées en annexe n° 3.

2. Construction des indicateurs d'exposition et sanitaires et choix des risques relatifs :

Dans Cette étude, nous reprendrons les principes méthodologiques de l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine proposés par l'Institut de Veille Sanitaire en 2003. Elle comprend quatre étapes classiques et essentielles et qui sont retrouvées dans la plupart des EIS réalisée par l'InVS. Ces étapes sont : l'estimation de l'exposition, la construction des indicateurs sanitaires, le choix des relations exposition/risque et la méthode de calcul.

Signalons, toutefois, que dans le cadre des EIS à court terme, pour la construction des indicateurs d'exposition, tout comme pour celle des indicateurs sanitaires, ce ne sont pas les quatre saisons mais les deux saisons tropiques qui sont considérées. Les deux saisons tropiques sont définies comme suit : l'été, du 1^{er} avril au 30 septembre 2006 et l'hiver, du 1^{er} Janvier au 31 mars et du 1^{er} octobre au 31 décembre 2006.

2.1. Les indicateurs d'exposition

C'est une étape fondamentale qui permet d'estimer l'exposition à laquelle est soumise la population, à partir du traitement et de l'analyse des données de pollution collectées en routine par le réseau de surveillance de la qualité de l'air. Les indicateurs de pollution retenus pour étudier les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont ceux visés par le décret exécutif n°06-02 du 7 janvier 2006 (paru dans le journal officiel de la république algérienne n°01) définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air. Dans son article n°3, se

trouvent énumérées les substances chimiques suivantes à surveiller : les particules fines en suspension, PM10 et PM2.5, c'est-à-dire d'un diamètre aérodynamique inférieur respectivement à 10 et 2.5 microns ; le dioxyde de soufre (SO₂) ; le dioxyde d'azote (NO₂) ; l'ozone (O₃). Ces polluants sont mesurés, en routine, par l'organisme de surveillance Samasafia. De plus, les relations exposition - risque les concernant sont disponibles dans la littérature spécialisée et notamment dans le guide de l'InVS.

Il est nécessaire de construire, pour chaque polluant, un indicateur d'exposition reflétant au mieux les concentrations auxquelles la population est soumise. L'estimation de l'exposition repose sur l'hypothèse selon laquelle la moyenne journalière de tous les capteurs sélectionnés par le critère de corrélation inter stations constitue une bonne approximation de la moyenne des expositions individuelles journalières.

En règle générale, l'indice de pollution journalier d'une station, pour un polluant donné, correspond à la moyenne arithmétique des valeurs horaires mesurées de 0h à 24h par cette station, sauf pour l'ozone, où c'est la valeur maximale des moyennes glissantes sur 8 heures qui est retenue. En effet, ce polluant présente des niveaux élevés pendant les périodes d'ensoleillement et des niveaux très faibles la nuit. Ces indices journaliers ont été calculés pour tous les polluants et toutes les stations et fournis à notre demande par Samasafia.

La méthode utilisée pour la construction des indicateurs d'exposition pour les études à court terme et à long terme est identique. Mais pour le calcul à long terme, c'est la moyenne annuelle des indices journaliers qui est prise en compte. En effet, les relations exposition/risque, à long terme, sont basées sur des moyennes annuelles d'exposition.

Cependant, l'analyse des séries des moyennes journalières fournies par Samasafia (présentées en annexe n° 1), polluant par polluant, a permis d'observer qu'en vertu de la règle des 75%, seul le dioxyde d'azote (NO₂), mesuré sur presque toute l'année 2006, pouvait permettre la construction d'un l'indicateur d'exposition.

Les niveaux de dioxyde de soufre (SO_2) mesurés uniquement par la station du 1^{er} Mai sont très faibles et ne peuvent participer à cette évaluation. En ce sens où la participation de ce polluant au calcul de l'impact ne change rien au résultat du calcul.

Pour l'ozone (O_3), il n'est mesuré que par la station de Ben Aknoun située, par ailleurs, en dehors de la zone d'étude. Nous ne pouvons construire un indicateur d'exposition avec ce polluant.

Quant au PM_{10} , il est mesuré par les deux stations de la place du 1^{er} mai et de Bab El Oued ; (celle d'El Hamma qui n'a pas été non fonctionnelle en 2006). Cependant, le nombre de valeurs manquantes²⁵⁷ étant pour la station de la place du 1^{er} mai très élevé, ce polluant est également exclu pour le calcul d'impact.

Par conséquent, il ne reste plus que le NO_2 , mesuré par les deux stations de la place du 1^{er} mai et de Bâb El Oued, pour construire un indicateur d'exposition. Là encore, nous déplorons l'existence de valeurs manquantes, particulièrement pour la station de Bab El Oued. Cependant, la règle des 75% permet, en calculant la moyenne arithmétique des données journalières de ces deux stations, la construction d'un indicateur d'exposition moyen au NO_2 , sous réserve, évidemment, d'un niveau suffisant de corrélation inter-stations (0,6). Remarquons que si ce polluant (le NO_2) participant à la construction des indicateurs d'exposition, a pu être déterminé par l'application de la règle des 75% aux taux de valeurs observées, le choix définitif des stations participant à cette construction n'est adopté qu'après vérification de leur corrélation. En effet, le test de corrélation entre les niveaux journaliers de dioxyde d'azote (NO_2), mesurés par les deux stations de Bab El Oued et de la place 1^{er} mai, doit permettre de vérifier si les variations, dans le temps, des niveaux de concentration mesurées à ces deux endroits différents de notre zone d'étude sont similaires.

Les deux stations ne sont pas corrélées entre elles et la valeur guide minimale

²⁵⁷: Glorennec. P *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Guide méthodologique », Institut de veille sanitaire (InVS), juillet 1999. P. 18

de 0.6, recommandée par le guide méthodologique²⁵⁸, est loin d'être atteinte avec un coefficient de corrélation inter-stations égal à 0,07. Ce résultat nous a amené à réajuster notre zone d'étude, lors de la délimitation de la zone d'étude (Cf. paragraphe précédent), pour ne garder que les communes continues sur le plan urbain et situées, autour du centre ville d'Alger à savoir : Alger centre, Sidi M'Hamed, El Biar, El Mouradia, El Madania et El Hamma-les Annassers.

Dans cette étape de construction des indicateurs d'exposition dans notre zone d'étude, l'indication du résultat de ce test est que seuls les niveaux de concentration du NO₂ enregistrés par la station du 1^{er} Mai serviront à la construction de l'indicateur d'exposition pour le calcul de l'impact sanitaire.

Selon les auteurs des EIS, une vérification préalable est établie quant à la normalité des indicateurs météorologiques de l'année d'étude par rapport à ceux des années précédentes. Les paramètres météorologiques (indicateurs moyens et extrêmes) de l'année 2006, publiés par Samasafia dans son bulletin annuel²⁵⁹, sont donnés en annexe n° 2. Le rapport ne fait pas cas de conditions météorologiques exceptionnelles par rapport aux années précédentes. Ce qui signifie que durant l'année 2006, par rapport à notre EIS et sur le plan météorologique, la wilaya d'Alger n'a pas vécu de journées exceptionnelles pour que des mesures singulières soient prises en compte dans l'EIS, comme le retrait de ces journées exceptionnelles du décompte des journées d'exposition²⁶⁰.

2. 2. Choix des relations exposition-risque :

Les fonctions exposition- risque qui s'expriment sous forme de facteurs de risque relatif (RR) matérialisent le lien entre la dose de polluant et les effets sanitaires attendus. Celles auxquelles nous aurons recours, dans le cadre de notre EIS, sont données et recommandées par le guide méthodologique de l'InVS (2003).

²⁵⁸: Pascal. L, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0.», InVS, Mars 2003.

²⁵⁹: MATE, Samasafia réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Alger, Bulletin Annuel 2006. P. 41.

²⁶⁰: Pascal. L, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0.», InVS, Mars 2003. P. 12.

Même si, seul le NO₂ a permis la construction d'indicateur d'exposition et que par conséquent, seules les fonctions dose- réponse élaborées pour ce polluant nous intéressent, nous donnons, à titre indicatif, dans les tableaux 4 et 5, les RR concernant les admissions hospitalières pour motifs respiratoires et cardiovasculaires à court terme, pour le NO₂, le SO₂, le PM₁₀ et le O₃. Les RR donnés dans les tableaux 4 et 5 sont estimés pour une exposition de 0-1 jour et pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux des polluants. Le RR exprime le rapport entre le risque encouru par une population exposée à un niveau donné de pollution et le risque de cette même population si elle avait été exposée à des niveaux de 10 µg/m³ plus bas. Par exemple, pour les admissions hospitalières pour pathologies respiratoires (Cf. tableau 3), chez les personnes âgées de 15 à 64 ans, le risque relatif, associé à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de pollution de NO₂, est égal à 1,002. Ce qui traduit le fait qu'une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de pollution de NO₂ induit une augmentation du risque d'admissions hospitalières de 0,2 %²⁶¹. Dans le cadre de notre EIS, les fonctions dose/ réponse retenues relatives aux admissions hospitalières pour pathologies respiratoires sont issues des études européennes APHEA1²⁶² et APHEA2²⁶³. Alors que pour les admissions pour pathologies cardio-vasculaires, nous avons retenu les RR construits dans le cadre de l'étude Psas-9²⁶⁴, réalisée par l'InVS (2002) dans neuf villes françaises. Les RR choisis interviendront ensuite dans la formule de calcul du nombre d'événements sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique.

Tableau 3 : Risques relatifs (intervalle de confiance 95%) d'admissions hospitalières pour pathologies respiratoires estimés pour une exposition de 0-1 jour et pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux des polluants

Polluants	Admissions hospitalières pour pathologies respiratoires	
	15-64 ans	65 ans et plus
SO₂	1,002 [0,998 – 1,008]	1,004 [1,001 - 1,009]
NO₂	1,002 [0,997 – 1,007]	1,004 [0,996 – 1,012]
PM₁₀	1,006 [1,001 – 1,010]	1,001 [1,006 – 1,013]
O₃ été	1,004 [0,998 – 1,010]	1,008 [1,004 – 1,014]

Source : Pascal. L., *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0. », InVS, Mars 2003. P. 12.

²⁶¹: Florin. N, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à Bayonne, 2001, InVS. P. 7.

²⁶²: Air Pollution and Health : a European Approach (APHEA1), Archive Environment Health, janvier 1998, 53 (1).

²⁶³: Air Pollution and Health : a European Approach (APHEA2), American Journal of Respiratory & Critical Care Medicine, novembre 2001, 164 (10).

²⁶⁴: InVS, Programme de Surveillance Air et Santé dans 9 villes françaises (PSAS-9): Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain, Juin 2002.

Tableau 4 : Risques relatifs (et intervalle de confiance 95%) d'admissions hospitalières pour pathologies cardio-vasculaires estimés pour une exposition de 0-1 jour et pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux des polluants

Polluant	Saison	pathologies cardio-vasculaires tous âges
SO ₂	Hiver	1.013 [1.006 -1.020]
NO ₂	Hiver	1.010 [1.006 – 1.014]
NO ₂	Eté	1.012 [1.007– 1.017]

Source : Pascal. L, *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0.», InVS, Mars 2003. P. 13.

La question que nous nous posons, à ce stade, est de savoir si les résultats des études épidémiologiques produites à partir d'une zone d'étude européenne différente de la notre, avec des conditions climatiques et de pollution atmosphérique différentes, peuvent servir à l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans les villes d'Algérie, et notamment, dans la ville d'Alger. Pour répondre à cette question, nous allons examiner les principes qui ont prévalu dans la sélection de ces fonctions exposition risque par l'InVS, dans le cadre de l'étude PSAS9 (2002), réalisée dans neuf villes françaises.

Les neuf villes de France pour lesquelles ont été utilisées ces fonctions exposition-risque ont été choisies par l'InVS de manière qu'elles contrastent sur le plan géographique et climatologique. L'analyse des résultats de l'étude conduite dans ces villes n'a pas montré d'hétérogénéité des effets sanitaires de la P.A dans ces différentes villes étudiées²⁶⁵. Cette cohérence des résultats entre villes françaises vient conforter l'homogénéité et la forte stabilité des effets sanitaires de la pollution de l'air en milieu urbain, caractérisant les résultats des études européennes APHEA1 et APHEA2.

Les études épidémiologiques s'intéressent directement aux liens existant entre la pollution de l'air et la santé de l'homme. Leur recours dans le cadre d'une EIS est plus approprié car cette utilisation ne nécessite pas d'extrapolation comme c'est le cas pour les études expérimentales²⁶⁶. De plus, les relations exposition- risque que

²⁶⁵: Prévost. J *et alii*, Evaluation de l'impact sanitaire à court et à long terme dans l'agglomération de Pau, InVS, 2002. P. 21.

²⁶⁶: K. Bolt, G. Ruta, M. Sarraf, Evaluer les coûts de la dégradation environnementale, 2005, Banque Mondiale, Département Environnement. P. 72.

nous utiliserons sont établies à partir d'études réalisées au sein de populations générales comparables à celle de notre zone d'étude, et non issues des études faites sur des populations particulières comme les catégories socioprofessionnelles. C'est un critère de choix idéal pour une EIS²⁶⁷.

Le caractère de généralité qui est conféré au risque relatif et le constat de cohérence des résultats des études de grande importance citées ci-dessus nous permettent de penser que nous pouvons utiliser ces fonctions exposition- risque pour une EIS dans les villes d'Algérie, et notamment, celles du Nord. Les données de surveillance de la qualité de l'air, mesurées en routine par les stations du réseau de surveillance de Samasafia demeurent l'élément fondamental indispensable pour la faisabilité de cette EIS.

2.3. Construction des indicateurs sanitaires :

Les données de mortalité, tout comme celles de morbidité (hospitalisation de plus de 24 heures) n'ont pas été disponibles au niveau des instituts nationaux concernés. Notre enquête, que nous voulions la plus complète possible, nous a guidé jusque dans les établissements situés à l'intérieur et en dehors de la zone d'étude. Les établissements de soins visités dans le cadre de notre enquête sont : le C.H.U. Mustapha Bacha, le C.H.U. Maillot de Bâb El Oued, le C.H.U. Issad Hassani de Beni Messous et le CHU de Bologhine. Ces hôpitaux constituent les principales destinations des malades issus de notre zone d'étude de la wilaya d'Alger et d'une grande partie du pays²⁶⁸.

C'est à partir des registres des admissions de ces 4 établissements hospitaliers et sur la base du code postal communal désignant la domiciliation, que nous avons pu construire nos indicateurs sanitaires pour les besoins de notre étude qui porte sur l'année 2006 et sur les patients résidents dans les six communes de notre zone d'étude.

Les indicateurs de santé construits représentent des moyennes calculées par

²⁶⁷: Idem.

²⁶⁸: Cette remarque est basée sur l'observation des registres d'admission de ces hôpitaux.

rapport au nombre de jours d'observations des deux saisons tropiques ou de l'année tropique. Ces indicateurs doivent être construits conformément à la Dixième Codification Internationale des Maladies (CIM10). Les pathologies respiratoires ayant causé l'hospitalisation doivent correspondre aux maladies énumérées dans la classe I de 00 à 100 de la CIM10. De même, les motifs cardiovasculaires d'hospitalisation sont ceux de la classe J de 00 à 100 de la CIM10.

Là encore, nous avons été dans l'impossibilité de vérifier si la totalité des motifs d'admission hospitalière des malades dans les services de pneumologie et de cardiologie des CHU enquêtés étaient respectivement conformes aux classes I et J de la CIM10. En effet, si le diagnostic principal est porté de manière systématique, il n'est pas toujours accompagné du code CIM10 correspondant sur les registres d'admissions. Malgré cette incomplétude dans la codification des pathologies, nous supposons, toutefois, que les motifs (ou du moins la majorité des motifs) pour lesquels les patients ont été admis respectivement aux services de pneumologie et de cardiologie, correspondent aux pathologies énumérées, respectivement, dans les classe I et J de la CIM 10.

Les indicateurs que nous avons construits, conformément à la méthodologie du guide INVS, sont les suivants :

- Nombre journalier moyen d'admissions pour affections cardio-vasculaires tous âges, été et hiver (saisons tropiques).
- Nombre journalier moyen d'admissions observés sur l'année tropique pour maladies respiratoires pour les classes d'âges des 15-64 ans, et des 65 ans et plus.

Ces données sanitaires que nous avons recueillies auprès des 4 établissements hospitaliers sont présentées dans les tableaux 4 et 5, en nombre d'admissions hospitalières et en moyennes journalières. Pour les deux tranches d'âge (15-64 ans et 65ans et plus) pour les pathologies respiratoires, et par saison pour les pathologies cardiovasculaires (il s'agit des deux saisons tropiques telles que définies plus haut). Le nombre d'hospitalisation ainsi que les moyennes journalières ont été calculées par rapport au nombre de jours d'expositions observés. En effet, ces moyennes journalières seront utilisées dans la formule de calcul du nombre de

cas attribuable à la P.A.

Durant l'année 2006, le nombre total d'admissions hospitalières pour causes cardio-vasculaires, tous âges confondus, était de 1167, mais il est plus élevé en nombre et en moyenne, en hiver qu'en été. S'agissant des d'admissions pour motifs respiratoires, leur nombre s'élève, chez les 15 ans et plus, à 1526. La supériorité relative de la population de la tranche d'âge des 15-64 ans eu égard à celle des plus de 65 ans (C.f. Annexe 4), explique pourquoi le nombre et la moyenne journalière d'admissions hospitalières pour motifs respiratoires est plus élevée chez les 15-64 ans, même si c'est l'inverse qui est constaté, en termes d'incidence des hospitalisation pour motifs respiratoires par tranche d'âge qui traduit la prédisposition des personnes âgées aux affections respiratoires et cardiovasculaires, conséquemment à leur fragilité.

Tableau 5 : Nombre d'admissions hospitalières pour motifs respiratoires et moyennes journalières de la zone d'étude

Période	Nbre d'admis pour motifs cardio-vasculaires tous âges	Moyennes journalières
Année 2006	1167	3,83
Tous âges été	537	3,78
Tous âges hiver	630	3,89

Sources : enquête personnelle auprès des quatre CHU (juillet-décembre 2007).

Tableau 6 : Nombre d'admissions hospitalières pour motifs cardiovasculaires et moyennes journalières de la zone d'étude

Tranches d'âge	Nbre d'admis pour motifs respiratoires	Moyennes journalières
15-64 ans	1049	3,45
≥65 ans	477	1,57

Sources : enquête personnelle auprès des quatre CHU (juillet-décembre 2007).

3. Méthode de calcul :

Il s'agit d'appliquer les relations exposition / risque aux indicateurs sanitaires construits sur la base des données issues de notre enquête des centres hospitaliers,

ainsi qu'aux indicateurs d'exposition à la pollution fournis par l'organisme de surveillance de la qualité de l'air, Samasafia. Ce calcul permet d'estimer le nombre d'hospitalisations attribuables à la pollution atmosphérique, potentiellement évitables, si pour un indicateur de pollution donné (dans notre cas il s'agit du NO₂), le niveau moyen annuel était ramené au niveau faible, par exemple, 10 µg/m³. Le niveau de 10 µg/m³ correspond à une valeur très basse, en dessous de laquelle, il serait impossible de descendre même en mettant en place des mesures très strictes de réduction de la pollution atmosphérique. Nous adopterons ce niveau de référence de 10 µg/m³ qui correspond, en réalité, au niveau naturel du NO₂ dans l'air.

On calcule d'abord le nombre de cas attribuables, NR1 pour la concentration moyenne journalière de l'année, m, et par rapport au niveau de référence 10µg/m³, en utilisant la formule suivante :

$$NR1 = N \times [(RR_{m,10} - 1) / RR_{m,10}] \quad \text{avec} \quad RR_{m,10} = \exp \left[\left(\ln(RR_{10}) / 10 \right) \times (m - 10) \right]$$

Où :

- NR1 est le nombre de cas attribuables au niveau journalier moyen de pollution m, par rapport au niveau de référence égal à 10µg/m³.
- N est le nombre moyen journalier de cas sanitaires observés.
- RR_{m,10} est le RR correspondant à une augmentation du niveau d'exposition de 10 à m µg/m³.
- RR₁₀ est le risque relatif issu des courbes exposition / risque pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux de pollution (Cf. tableaux 3 et 4).
- m représente la moyenne des niveaux journaliers, indiquée dans les données de distribution de l'indicateur de pollution.

Connaissant N, le nombre moyen d'événements sanitaires observé (moyenne déterminée à partir des données sanitaires recueillies) correspondant à la période d'étude, et connaissant NR1, le nombre d'événements sanitaires attribuables à la moyenne journalière de pollution m (µg/m³) par rapport au niveau de référence 10µg/m³, nous pouvons déterminer PR1, le nombre d'événements journaliers non attribuables à la pollution de ce même niveau de référence de 10µg/m³, par la relation suivante :

$$PR1 = N - NR1$$

On calcule ensuite le nombre de cas attribuables NA_C par jour où, si l'on a regroupé par gamme d'exposition (nombre de jours entre 0 et $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, entre 1 et $2\mu\text{g}/\text{m}^3$...), le calcul est effectué pour le nombre $NA_{c,10}$, de cas pour la classe de pollution de niveau c comportant n_c jours, à l'aide de la formule suivante :

$$NA_{c,10} = (RR_{c,10} - 1) \times PR1 \times n_c \quad \text{avec} \quad RR_{c,10} = \exp \left[\left(\frac{\ln RR_{10}}{10} \right) \times (c - 10) \right]$$

Au total, sur la période considérée, le nombre total de cas attribuables à la pollution atmosphérique par rapport à une exposition de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est de :

$$NA_{c,10} \text{ total} = \sum NA_{c,10}$$

Ce calcul s'applique pour chacun des indicateurs d'exposition caractérisant la pollution urbaine. Cependant, les RR associés à chaque indicateur n'étant pas indépendants, les nombres d'événements attribuables aux indicateurs de pollution ne sont pas cumulables. L'impact sanitaire de la P. A est donc estimé comme étant au minimum égal au plus grand nombre d'événements attribuables à l'un des indicateurs d'exposition étudiés. En pratique, cette étape de caractérisation du risque a été réalisée sous Excel grâce à une feuille de calcul développée par l'InVS et nommée EIS-PA 2.0. Cette application permet de réaliser de manière automatisée et standardisée une EIS pour différents indicateurs de pollution atmosphérique, différents indicateurs sanitaires et selon différents scénarios préétablis.

Nous devons signaler, avant de présenter les résultats de notre essai d'EIS que les indicateurs de qualité de l'air, construits à partir des données mesurées en routine par les stations du réseau de surveillance Samasafia ainsi que les indicateurs sanitaires construits sur les données que nous avons nous-mêmes recueillies auprès des CHU de la zone d'étude, demeurent les éléments fondamentaux et indispensables pour la faisabilité de cette EIS.

III. RESULTATS DE L'EIS ET MONETARISATION

Nous commencerons par décrire la distribution statistique des moyennes journalières observées pour le dioxyde d'azote (NO_2) durant l'année 2006 et au

niveau de notre zone d'étude. Cette description nous permettra de mieux juger les niveaux d'exposition de la population et de les comparer aux valeurs réglementaires ou à des niveaux de référence choisis pour permettre la comparaison de l'efficacité, en termes de gains sanitaires, résultant de différentes stratégies de réduction de la P.A. Nous montrerons ainsi, les avantages en termes d'aide à la prise de décision qu'offre la mise en œuvre de l'EIS, en matière de choix des politiques de réduction de la P.A, à travers notamment, la mise en œuvre des scénarios de réduction des niveaux de la pollution atmosphérique. Nous procéderons ensuite au calcul des coûts moyens économiques par séjour hospitalier. Nous pourrions ainsi traduire en termes monétaires les gains sanitaires obtenus par différents scénarios mis en œuvre.

1. Description de la distribution et résultats de l'EIS

Nous présenterons uniquement la distribution de l'indicateur d'exposition du polluant NO₂, le seul polluant pour lequel le nombre de valeurs manquantes des moyennes journalières ne dépasse pas les 25%. Ce polluant permettra la construction d'un indicateur d'exposition représentatif de l'exposition de la population de la zone d'étude, au NO₂²⁶⁹. En effet, le dioxyde d'azote (NO₂) est le seul polluant représentatif que nous avons pu observer, durant l'année 2006, parmi ceux mesurés par les stations de SAMASAFIA, non pas parce qu'il donne un impact plus élevé que les autres polluants, mais plutôt pour le nombre suffisamment grand de jours où il a été mesuré.

1.1. Description de la distribution du NO₂ et choix des scénarios de réduction de la P.A :

La figure 3 décrit la répartition des valeurs journalières des niveaux de concentration mesurées au cours de l'année et les statistiques descriptives des indicateurs d'exposition sont présentées dans le tableau 6 pour l'année 2006 dans le centre d'Alger. Elle permet de comparer la qualité de l'air mesurée aux objectifs de qualité fixé par le décret n°06-02 du 7 janvier 2006, à savoir 135µg/m³, en moyenne

²⁶⁹: Nous avons également résumé la distribution des autres polluants et nous la donnons, en annexes n°1.

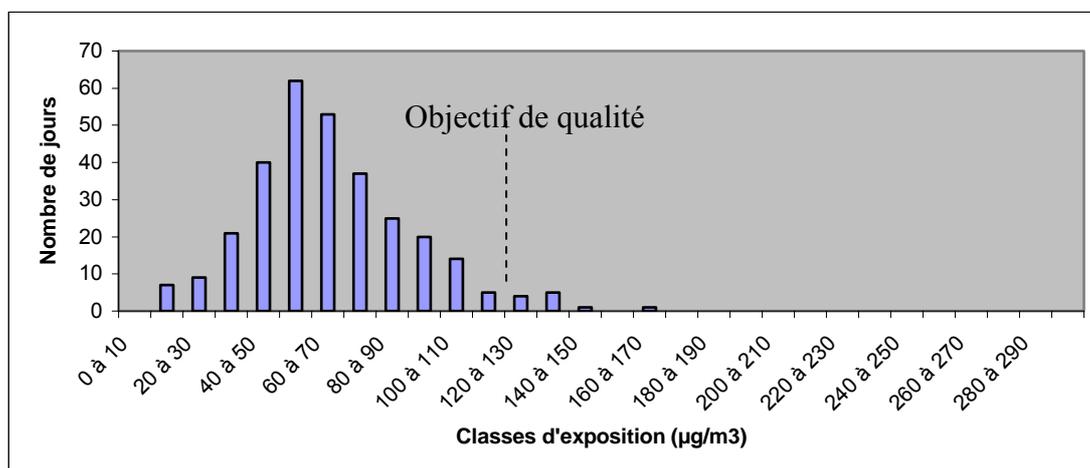
pour le NO₂. Nous observons que l'objectif de qualité de 135µg/m³, est respecté sur 98 % de l'année, il n'est dépassé que durant 7 jours sur les 304 jours où ce polluant a été mesuré (observés). En effet, le nombre de jours de pics de pollution (valeurs extrêmes maximales) est relativement, faible eu égard à celui des faibles valeurs.

Tableau n° 7 : distribution des indicateurs d'exposition Alger 2006

Concentration journalière en µg/m ³	NO2		
	Année	NO2 été	NO2 hiver
Nombre de jours	304	162	142
Minimum	14	22	14
Percentile 5	28	42	24
Percentile 25	49	54	42
Médiane	61	60	64
Percentile 75	79	72	86
Percentile 95	110	116	105
Maximum	167	167	132
Moyenne journalière	65	67	64
Ecart-Type	25,2	23,3	27,2
% Valeurs manquantes	17%	11%	22%

Source : Tableau réalisé par nos soins et issu directement du logiciel EIS-PA version 2.0 à partir des données de pollution fournies par l'organisme Samasafia et issues de notre enquête personnelle auprès des CHU

Figure n°3 : distribution par classe de l'indicateur d'exposition au NO₂ dans la zone d'étude durant l'année 2006



Source : graphe réalisé par nos soins issu directement du logiciel EIS-PA version 2.0, à partir des données de pollution fournies par l'organisme de surveillance Samasafia.

Cette caractéristique de la distribution des moyennes journalières nous fait

supposer la faible part de l'impact des pics de pollution par le NO₂ dans l'impact sanitaire global de celle-ci. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons choisi de mettre en œuvre les quatre scénarios de réduction de la pollution suivants :

Scénario 1 : Nous calculerons le nombre d'événements attribuables à la pollution totale ou réciproquement, le nombre d'événements qui ne seraient pas survenus si les niveaux journaliers observés de NO₂, au courant de l'année 2006, étaient ramenés jusqu'à un niveau très faible, à savoir 10 µg/m³. En réalité, il serait impossible de descendre en dessous de ce niveau qui correspond au niveau naturel de concentration du NO₂, dans l'atmosphère. Ce niveau de pollution n'étant pas opérationnel, il ne guide pas l'action du point de vue décisionnel. Toutefois, il nous permet de connaître la réalité de l'ampleur des effets sanitaires de la pollution ambiante. C'est-à-dire que ce *scénarii* permet de connaître le nombre d'évènements sanitaires aigus attribuables à la pollution totale par le NO₂ et survenus au cours de l'année 2006, dans les six communes de notre zone d'étude.

Scénario 2 : dans ce scénario, le gain sanitaire est calculé pour une diminution des valeurs jusqu'au niveau de l'objectif de qualité fixé par le décret du 6 janvier 2006 et correspondant au niveau de 135 µg/m³. Rappelons que cette valeur représente le percentile 98 (P₈₀) de la distribution, c'est-à-dire que cette valeur n'est dépassée que durant 2% du temps de l'année.

Scénario 3 : dans ce scénario, le gain sanitaire est calculé pour une diminution des valeurs de pointes ramenées au niveau de 80 µg/m³, soit la valeur du percentile 75 (P₇₅) de la distribution, c'est-à-dire que le niveau de 80 µg/m³ est respecté pendant 75% du temps de l'année, ou qu'il est, par symétrie, dépassé durant 25% du temps de l'année. Dans ce scénario, ce sont les gains sanitaires qu'engendre la réduction de ces valeurs extrêmes ou pics au niveau du P₇₅ (soit 80 µg/m³) qui seront calculés.

Scénario 4 : dans le troisième *scenarii*, nous avons calculé les gains que procurerait une réduction des pics inhérents à 25% du temps, en jours de l'année. Dans le quatrième scénario, nous calculerons le gain sanitaire attribuable à une diminution de 25% des niveaux moyens. Ainsi, nous pourrons comparer l'efficacité

d'une politique de réduction de la moyenne annuelle de l'exposition au NO₂ par rapport au gain que procure la réduction des seules valeurs extrêmes comme dans le deuxième et troisième *scenarii*.

1.2. Résultats de l'EIS

L'estimation de l'impact sanitaire global associé aux niveaux journaliers de pollution atmosphérique par le NO₂ est effectuée par le logiciel EIS-SPA version 2. Le calcul du nombre d'admissions hospitalières pour motifs cardiovasculaires, tous âges confondus, est effectué pour deux périodes tropicales considérées. Celui des admissions pour motifs respiratoires est effectué pour les deux tranches d'âges : 15-64 ans et 65 ans et plus. Les résultats de l'ensemble des indicateurs sanitaires retenus sont accompagnés d'un intervalle de confiance de 95%, c'est-à-dire que les deux bornes inférieure et supérieure encadrent 95% de valeurs possibles pour le nombre de cas attribuables à la P.A.

1.2.1. Scénario 1 : L'estimation de l'impact sanitaire global associé aux niveaux journaliers de pollution atmosphérique

Les résultats montrent un impact sanitaire significatif de la pollution atmosphérique pour la plupart des indicateurs sanitaires. En effet, en 2006, sur les communes étudiées, environ 41 hospitalisations en été et 30 en période hivernale, pour motifs cardio-vasculaires, sont attribuables à l'excédent total de NO₂ dans l'air. Cet excédent est également responsable de 12 admissions hospitalières pour motifs respiratoires chez les personnes âgées de 15 à 64 ans, et cause 11 autres chez les personnes de 65 ans et plus, soit un impact global de 94 admissions hospitalières pour les deux pathologies.

Les résultats donnés par le tableau 7 se lisent, comme suit : si par exemple, durant chaque jour de l'été 2006, la pollution avait été celle correspondant au niveau de référence choisi pour ce calcul, soit 10 µg/m³, 23 à 58 admissions hospitalières pour pathologies cardio-vasculaires, tous âges confondus, auraient été évitées.

Tableau n°7 : Nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique totale (scénario 1)

Indicateur sanitaire d'exposition	Nombre de cas attribuables et IC 95%	taux d'incidence
Morbidité respiratoire 15-64 ans 65ans et plus	11.65 [-17.23 – 41,38] 10.55 [-10.31 -32.33]	1,50 %
Morbidité cardiovasculaire Tous âges été Tous âges Hiver	40.52 [23.30 – 58.24] 29.39 [17.43 – 41.38]	6,08 %

Source : tableau réalisé par nos soins issu directement du logiciel EIS-PA version 2.0, à partir des données de pollution fournies par Samasafia et des données de notre enquête personnelle auprès des quatre CHU.

Pour illustrer la significativité des effets de la pollution atmosphérique, en termes d'indicateurs sanitaires retenus dans notre étude, nous avons exprimé dans le tableau 8 les résultats de l'EIS en pourcentage du nombre de cas observés. L'impact de la P.A est, particulièrement, élevé pour les pathologies cardiovasculaires avec un taux de 6,08 % .

Tableau 8 : taux d'incidence de la P.A

Morbidité	Nbre de cas Observés	Nbre de cas Attribuables à la P.A	Taux d'incidence de la P.A dans les cas observés
Respiratoire	1526	23	1,50 %
Cardiovasculaire	1167	70	6,08 %
total	2793	93	3,36 %

Source : tableau réalisé par nos soins sur la base des résultats du tableau 5, 6 et 7.

1.2.2. Scénario 2 : calcul des gains sanitaires liés à la diminution de niveaux dépassant les valeurs réglementaires en vigueur

Les résultats de l'ensemble des indicateurs sanitaires sont donnés dans le tableau 9 qui montre clairement que le gain sanitaire attendu de la suppression des niveaux supérieurs au niveau de l'objectif de qualité de 135 µg/m³ est insignifiant. Ce qui revient à dire que les valeurs qui respectent ce niveau réglementaire sont également responsables de la quasi- totalité de l'impact sanitaire de la P.A.

Tableau 9: respect des objectifs de qualité de 135µg/m³ (le scénario 2)

Indicateur sanitaire d'exposition	Gain sanitaire attendu et IC 95%
Morbidité respiratoire	
15-65 ans	0.03 [-0.05 – 0.11]
65ans et plus	0.03 [-0.03 -0.09]
Morbidité cardiovasculaire	
Tous âges été	0.22 [0.13 – 0.31]
Tous âges Hiver	0.00 [0.00 – 0.00]

Source : tableau réalisé par nos soins issu directement du logiciel EIS-PA version 2.0, à partir des données de pollution fournies par Samasafia et des données de notre enquête personnelle auprès des quatre CHU.

1.2.3. Scénario 3 : gains sanitaires liés à la diminution des pics de pollution jusqu'au niveau du P₇₅ (80 µg/m³)

Nous avons regroupé les résultats de l'ensemble des indicateurs sanitaires retenus, dans le tableau 10. Le gain sanitaire attendu de la suppression des niveaux supérieurs au niveau du percentile 75, est significatif, puisque la réduction des valeurs extrêmes éviterait l'hospitalisation de 12 individus, soit 12,76% de l'impact total de la P.A (scénario 1).

Tableau 10: gains attendus du respect du niveau correspondant au P₇₅ : 80 µg/m³ (scénario 2)

Indicateur sanitaire d'exposition	Gain sanitaire attendu et IC 95%
Morbidité respiratoire	
15-65 ans	3,72 [2,15 – 5,32]
65ans et plus	0,96 [0,00 –2,91]
Morbidité cardiovasculaire	
Tous âges été	3,72 [2,15 –5,12]
Tous âges Hiver	2,88[1,72 –4,04]

Source : tableau réalisé par nos soins issu directement du logiciel EIS-PA version 2.0, à partir des données de pollution fournies par Samasafia et des données de notre enquête personnelle auprès des quatre CHU.

1.2.4. Scénario 4 : gain sanitaire lié à la diminution de 25 % de la moyenne annuelle de la pollution par le NO₂

Une diminution de 25% de la pollution par le NO₂ entraînerait un gain sanitaire sur la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique de l'ordre de 31% pour les deux pathologies, soit 28 admissions hospitalières potentiellement évitables dont 7 pour motifs respiratoires et 21 pour motifs cardio-vasculaires (tableau 11)

Tableau 11: diminution de 25 % de la moyenne annuelle (scénario 3)

Indicateur sanitaire d'exposition	gains sanitaires attendus et IC 95%
Morbidité respiratoire	
15-65 ans	3.40 [-5.09 – 11.90]
65ans et plus	3.06 [-3.05 -9.21]
Morbidité cardiovasculaire	
Tous ages	11.56 [6.73 – 16.40]
été	
Hiver	8.46 [5.07 – 11.85]

Source : tableau réalisé par nos soins issu directement du logiciel EIS-PA version 2.0, à partir des données de pollution fournies par Samasafia et des données de notre enquête personnelle auprès des quatre CHU.

Pour juger de l'efficacité des stratégies de réduction de la P.A, nous avons exprimés dans le tableau 12 les gains sanitaires inhérents à chaque scénario, en pourcentage de l'impact global de la P.A (résultat du scénario1) et par rapport au nombre total d'événements sanitaires observés. Nous observons que la réduction de 25 % de la moyenne annuelle (scénario 4) procure un gain sanitaire supérieur pour les deux pathologies, par rapport au gain procuré par la réduction des niveaux extrêmes dépassant les niveaux réglementaires (scénario 2) et ceux dépassant le percentile75 (scénario 3). En effet, les gains sanitaires escomptés de la mise en application du scénario 4 représentent près du tiers (31%) de l'impact global de la P.A par le NO₂. Alors que ceux escomptés de la mise en œuvre du scénario du troisième scénarii (respect du niveau correspondant au P₇₅) ne représentent que 13 % de l'impact global de la P.A. Notons toutefois, la significativité des résultats inhérents à l'application de ces deux scénarios. *A contrario*, les résultats attendus du respect de l'objectif de qualité (135µg/m³) sont quasiment nuls.

Tableau 12 : Part des résultats des quatre scénarii dans l'impact global de la P.A et du nombre de cas observés

Morbidité	Nbre de cas Observés	Nbre de cas Attribuables à la P.A (scénario 1)	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Respiratoire	1526	23	0	5	7
Cardiovasculaire	1167	70	0	7	22
Total	2793	93	0	12	29
Part dans l'impact global de la P.A	-	100 %	0%	13 %	31%
Part dans la totalité des cas observés	100%	3,36%	0 %	0,42 %	1,03 %

Source: tableau réalisé par nos soins à partir des résultats des tableaux 7, 8, 9, 10 et 11.

L'évaluation des gains, en nombre d'événements sanitaires attribuables à différents scénarii de réduction de la P.A urbaine, est fondée sur les acquis scientifiques actuels et les données locales disponibles. Toutefois, ces résultats ne peuvent être considérés que comme des ordres de grandeur reflétant l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. En effet, nous n'avons pu mobiliser qu'un seul indicateur de pollution, celui du NO₂, alors qu'en réalité, les impacts estimés par les indicateurs de pollution ne sont pas cumulables, dans la mesure où, la population est exposée à un ensemble chimique complexe de polluants pour lesquels aucun indicateur n'est totalement spécifique. Cette dépendance entre les effets des divers polluants fait que l'utilisation d'un seul indicateur ne permet pas de juger de sa représentativité. Un autre polluant aurait peut-être donné un impact plus élevé.

Les résultats des différents scénarios mis à l'œuvre ont, toutefois, montré que la pollution atmosphérique a un impact non négligeable sur la santé des individus exposés, même pour de faibles niveaux d'exposition. Ces résultats ont montré le rôle limité des pics de pollution dans la survenue d'événements sanitaires. En effet, si les jours de "forte" pollution sont ceux dont l'impact journalier est le plus important, leur

faible fréquence limite leur portée. La principale indication de ces résultats est qu'une politique efficace de lutte contre les effets sanitaires néfastes de la P.A doit viser la réduction de tous les niveaux et non se baser seulement sur la suppression des pics de pollution qui ne sont responsables que d'un impact négligeable. (cf. scénario 2)

2. Monétarisation de l'impact sanitaire dû à la pollution atmosphérique

L'EIS ayant permis de quantifier les dommages subits par la population exposée à la pollution atmosphérique, il s'agit à présent d'en évaluer, en termes monétaires, les coûts économiques associés à ces hospitalisations excédentaires qu'engendre l'excès de NO₂.

Composition des coûts de la maladie retenus pour la monétarisation de la morbidité

L'évaluation monétaire de l'impact sanitaire par la méthode des coûts économiques de la maladie est basée sur la prise en compte des coûts de traitement médical de la maladie (coûts directs) et des pertes de production (coûts indirects) dues à l'incapacité de travail²⁷⁰. Ces coûts qui représentent la "part matérielle" des coûts de santé, sont relativement faciles à évaluer car ils sont, dans la plus part des cas, puisés à partir des prix réels du marché (pertes de revenus, coûts des médicaments, coûts journaliers d'hospitalisation, etc.). Cependant, cette approche présente l'inconvénient de ne pas prendre en charge certains aspects inhérents à la maladie comme les coûts dits intangibles relatifs à la douleur, la souffrance, etc. qui, n'étant pas des biens marchands, sont difficilement estimables. Cette approche néglige également les coûts de protection contre les méfaits de la pollution (changement de lieu de domicile pour résider en dehors des centres urbains, installation d'équipement de filtration anti-polluant, etc.). Les coûts de protection sont difficiles à estimer par une valeur moyenne à cause des différents comportements des individus. La négligence de ces aspects de la maladie (coûts de protection et coûts intangibles) conduit à une sous estimation importante des coûts réels.

Notre évaluation monétaire se fera à l'aide des coûts de traitement médical et

²⁷⁰: Cf. Chapitre 3, section III.

des pertes de production associées aux périodes d'hospitalisation et de mise en repos pour convalescence.

▪ **Les coûts de traitement médical**

Ces coûts peuvent être calculés pour les maladies cardio-vasculaires et respiratoires à partir des frais que nécessitent les hospitalisations et la consommation de médicaments. Le coût journalier moyen d'une hospitalisation (couvrant le coût d'hospitalisation et le coût de consommation médicale) nous a été fourni par l'ONS et l'INSP. Cette valeur moyenne est celle également utilisée par les services financiers du CHU visités, à savoir : 5000 DA/jour. cette moyenne est calculée par rapport à toutes les hospitalisations quelque soit la maladie. N'ayant pas de données spécifiques pour les maladies cardio-vasculaires et respiratoires, nous avons opté pour ce chiffre.

Les durées moyennes des séjours d'hospitalisation par admission pour les deux types de pathologies ont été calculées sur la base des données sanitaires que nous avons recueillies, et sont les suivantes :

- 14.6 jours pour les maladies respiratoires
- 12.4 jours pour les maladies cardio-vasculaires

▪ **La perte de production journalière**

La perte journalière est estimée à l'aide du Produit Intérieur Brut (PIB) par habitant et non pas à partir du salaire moyen. L'objectif étant d'évaluer le coût de la pollution pour la collectivité, dont les individus contribuent ou non à la productivité nationale. Le fait que le salaire moyen ne soit qu'une partie de la productivité d'une personne, en ne prenant pas en compte les investissements ni les bénéfices des entreprises, etc., nous avons retenu le PIB journalier par habitant. Le PIB²⁷¹ par habitant en 2006, s'élève à 3478,73 USD soit 252695,55 DA au taux de change annuel moyen de 72,6466 DA pour 1 USD. D'où le Produit Intérieur Brut journalier par habitant suivant : $\text{PIB /hab./jour} = 252695,55 / 365 = 692,32 \text{ DA/jour}$, soit 9,53 \$.

²⁷¹: ONS, « Quelques indicateurs socioéconomiques de 2000 à 2006 », 2006.

Nous retenons l'hypothèse selon laquelle le patient ne peut pas directement travailler dès sa sortie de l'hôpital, mais bénéficie d'une durée de convalescence au moins égale à la durée d'hospitalisation²⁷².

Le montant du coût médical (C) et celui des pertes de production (E) par séjour d'hospitalisation et par pathologie sont calculés directement dans le tableau 13.

En multipliant le coût moyen d'une hospitalisation (A) par la durée moyenne d'hospitalisation, nous obtenons le montant du coût médical d'une admission hospitalière (en D.A). De même, le coût moyen des pertes de production par séjour hospitalier (E), est obtenu par la multiplication du double du nombre de jours de la durée d'hospitalisation (2 x B) par le PIB par habitant et par jour (D).

Le montant du coût économique d'une admission hospitalière s'obtient en additionnant le coût médical et celui des pertes de production. Le coût économique d'une hospitalisation pour motifs respiratoires s'élève à 93 215,74 DA. Celui pour motifs cardiovasculaires s'élève à 79 169, 54 DA. La différence entre ces deux coûts économiques, tient son explication dans la seule différence entre les deux durées de séjour hospitalier.

Ce calcul de ces deux coûts moyens économiques par séjour et par pathologie va nous permettre d'exprimer, en termes monétaires, l'impact sanitaire attribuable à la P.A. globale et les gains sanitaires escomptés de la mise en œuvre du scénario 4 (réduction de 25% des niveaux moyens journaliers).

²⁷²: Cette hypothèse est notamment retenue par Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. p 35.

Tableau n°13 : Composition des coûts de la maladie retenus pour la monétarisation de la morbidité.

Evénements sanitaires	Coût moyen d'une hospitalisation journalière (en D.A)	Durée moyenne d'hospitalisation (en jours)	Montant du coût médical d'une admission hospitalière (en D.A)	Produit intérieur brut/hab./jour (en D.A)	Montant des pertes de production pour séjour hospitalier et mise au repos (en D.A)	Montant du coût économique d'une admission hospitalière (en D.A)
Désignation	A	B	C= A X B	D	E = D x 2. B	F = E +C
Hospitalisation pour causes respiratoires	5 000	14.6	73 000	692,32	20 215,74	93 215,74
Hospitalisation pour causes cardio-vasculaires	5 000	12.4	62 000	692,32	17 169,54	79 169,54

Source : tableau réalisé par nos soins, à partir des données de l'ONS et du tableau 12

Les calculs inhérents à chaque scénario de réduction sont donnés dans les tableaux 14 et 15. Le coût de la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique globale, pour la zone d'étude retenue, pour l'année 2006, s'élève à 7 765 000 DA. Une réduction des niveaux moyens de pollution de l'ordre de 25%, permet de réduire ce coût de 31%, c'est-à-dire, d'un montant égal à 2 394 240 DA.

Tableau 14 : Estimation monétaire du nombre d'admissions hospitalières dû à la pollution atmosphérique ambiante (scénario 1).

Indicateurs sanitaire	Nbre de cas attribuables	Coût médical des hospitalisations (en D.A)	Pertes de production (en D.A)	Coût économique total (en D.A)
M. respirat	23	1 679 000	464 962,02	2 143 962,02
M. cardiov	71	4 402 000	1 219 037,34	5 621 037,34
Total	94	6 081 000	1 683 999,36	7 764 999,36

Source : résultats de nos calculs à partir des tableaux 12 et 13.

Tableau 15: Estimation monétaire du gain sanitaire attendu d'une réduction de la moyenne saisonnière de la pollution atmosphérique (scénario 4).

Indicateurs sanitaires	Nbre de cas attribuables	Coût médical des hospitalisations (en D.A)	Pertes de production (en D.A)	Coût économique total (en D.A)
M. respirat	7	511 000	141 510,20	652 510,20
M. cardiov	22	1 364 000	377 729,80	1 741 729,80
Total	29	1 875 000	519 240	2 394 240

Source : Nos propres calculs à partir des tableaux 12 et 13.

CONCLUSION

Pour l'année 2006, l'impact global de la pollution atmosphérique estimé par rapport à une situation théorique de très faible niveau de référence dans six communes de la zone d'étude construite autour du centre d'Alger est de 20 hospitalisations pour motifs respiratoires chez les personnes âgées de 15 à 64 ans, 72 hospitalisations pour pathologies cardio-vasculaires tous les âges confondus. Ces résultats montrent que la pollution atmosphérique provoque un impact non négligeable sur la santé des populations même à des niveaux de pollution inférieurs à ceux imposés par la loi en vigueur. Les normes algériennes admises par le dispositif juridique actuel sont élevées par conséquent, une action de réduction de la pollution s'impose à notre pays dès à présent.

La politique de diminution de la pollution atmosphérique menée actuellement et visant plus à éviter les dépassements des seuils des valeurs réglementaires n'aurait pas les bénéfices sanitaires escomptés d'une politique de réduction de la pollution en moyenne. La description de la répartition des événements sanitaires associés aux niveaux journaliers d'exposition, illustrée par le graphe n°2, a montré que ces événements étaient plus attribuables à des niveaux de pollution relativement bas plus qu'ils ne l'étaient pour les niveaux très élevés ou pour les pics de pollution qui sont dangereux mais relativement, peu fréquents. La lutte contre la pollution atmosphérique urbaine doit donc être considérée comme un problème prioritaire de santé publique, au-delà de l'attention portée sur les épisodes de pollution dépassant les seuils réglementaires perçus comme des situations d'urgence sanitaire.

Les montants correspondant aux pertes sanitaires dues à la P.A obtenus ne reflètent pas la réalité des coûts liés aux pertes de santé provoquées par la détérioration de la qualité de l'air. Ces résultats apparaissent peu élevés. En réalité ils sont sous-estimés pour plusieurs raisons, dont les principales sont :

- L'absence de données de mortalité s'est traduite dans notre travail par l'impossibilité de déterminer la part de décès anticipés attribuables à la pollution atmosphérique urbaine. Domaine très sensible, le nombre de décès anticipés aurait certainement donné plus d'impression à nos résultats, et fait ressortir des coûts beaucoup plus importants²⁷³. Nous aurions obtenu un reflet plus réel et complet des effets de la pollution dans les six communes d'Alger. Le recours uniquement aux hospitalisations comme effets aigus de la morbidité attribuable à la P.A, a limité la portée des résultats. Beaucoup d'autres pathologies, dont le facteur de risque est, bel et bien, la pollution atmosphérique, n'ont pas été prises en considération dans notre étude faute de données épidémiologiques, ou de disponibilité des moyens que nécessiterait leur construction.
- L'insuffisance des valeurs journalières pour certains polluants mesurés, notamment le O₃, le SO₂ et le PM10 dûment visés par la réglementation en vigueur, n'a pas permis de construire les indicateurs d'exposition correspondants, nous privant, ainsi, d'autres résultats d'impact, et peut être un nombre d'évènements attribuables plus élevé que celui obtenu avec le NO₂, seulement. En effet, avec la participation d'autres polluants, le résultat aurait été, au minimum, le même que celui produit par le seul NO₂
- Tous les coûts engendrés par la maladie et en particuliers, les coûts individuellement supportés des patients, comme les coûts dits immatériels (la peine, la souffrance, la douleur), ainsi que les coûts de prévention, ne pouvaient pas être prises en compte à cause des difficultés que pose leur connaissance et pour défaut de prix du marché.

²⁷³Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : Une approche européenne », BETA, EUREQua, GREQAM, décembre 1999. P. 37.

CHAPITRE 5 : EVALUATION CONTINGENTE

INTRODUCTION

Les méthodes indirectes d'évaluation monétaire des externalités environnementales comme la méthode des coûts de déplacement, la méthode des prix hédoniste et la méthode des coûts de protection se fondent sur l'observation des comportements individuels sur certains marchés de biens dont la consommation varie de façon corrélée aux changements de la qualité de l'environnement. Au contraire de ces méthodes, la méthode d'évaluation contingente s'appuie sur la reconstitution d'un marché expérimental (contingent) de la qualité d'un actif de l'environnement. Sur le plan pratique, il s'agit de réaliser des enquêtes auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée par le changement de la qualité environnementale. L'objectif étant de parvenir, grâce au scénario contingent, à faire révéler aux interviewés la valeur qu'ils accordent à ce changement, ce changement proposé étant l'objet dudit marché expérimental.

Mais, comme le font remarquer Desaignes et Point (1993), le succès de la méthode d'évaluation contingente s'explique par son apparente simplicité, *jointe à un approfondissement des procédures à respecter pour lui conserver une certaine fiabilité*²⁷⁴. Autrement dit, si la simplicité de mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente constitue souvent l'argument majeur pour son choix, il n'en demeure pas moins vrai que la fiabilité des résultats reste tributaire du respect de bonnes pratiques de l'exercice d'évaluation contingente.

Ce chapitre retrace toutes les étapes que nous avons suivies pour reconstituer un marché expérimental de la qualité de l'air afin d'estimer la perte de bien-être des habitants du champs d'étude causée par une baisse des services rendus par l'air. Nous avons décidé de partager cet exercice, en deux grandes étapes : premièrement, l'enquête, proprement dite, qui fera l'objet de la première section. L'enquête regroupe l'ensemble des opérations préalables et nécessaires pour créer le scénario, y soumettre en quelque sorte les interrogés et les inciter à révéler leurs

²⁷⁴: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.109.

choix et préférences par rapport au changement de qualité de l'air. Ce processus qu'est l'enquête s'arrête une fois les données brutes collectées pour l'interview. Le déroulement de la deuxième phase est rapporté dans la deuxième section. Cette étape consiste à traiter les données individuelles issues des interviews, c'est-à-dire les réponses aux différentes questions relatives au scénario imaginé, parmi lesquelles est posée la question de révélation de la valeur. Pour ce faire, nous aurons recours à un modèle d'utilité aléatoire non linéaire. Nous présenterons les fondements de cette approche par la fonction d'utilité qui étayent du point de vue de la théorie économique les résultats tout en tentant de conserver la fiabilité statistique des estimations.

I. L'ENQUETE

Durant tout ce travail, nous avons essayé de nous plier le plus formellement possible aux procédés conceptuels et pratiques préconisés dans le guide méthodologique de mise en œuvre de l'évaluation contingente publié par l'organisme français : la Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale²⁷⁵ (D4E), en 2005. A quelques changements près par rapport à celles qui y sont décrites dans le guide de la D4E (2005), les étapes que nous avons suivies durant notre enquête sont :

- La détermination de la population concernée,
- Les choix du mode d'enquête et de la taille de l'échantillon,
- La rédaction du scénario d'évaluation contingente,
- La rédaction de la question de valorisation et des questions auxiliaires,
- Test du questionnaire et interview final.

Comme nous l'avons constaté dans le chapitre 3, la théorie économique retient quatre mesures compensées du surplus, selon que l'on considère une amélioration ou une détérioration de l'actif naturel et selon que l'on retienne la variation équivalente ou compensatoire du bien-être (c'est-à-dire selon l'état référentiel). Dans le cadre de l'évaluation contingente les questions devant être posées pour

²⁷⁵: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P. 3.

concrétiser ces quatre mesures sont²⁷⁶ :

1. Quelle est la somme maximale que vous accepteriez de payer pour bénéficier d'une amélioration de la qualité des services rendus par un actif naturel (qualité de l'air) ? Il s'agit du surplus compensateur ou consentement à payer.
2. En supposant que les autorités publiques renoncent à un projet d'amélioration de la qualité d'un service fourni par cet actif, quelle est la compensation minimale que vous désireriez recevoir pour que votre niveau de bien être soit maintenu équivalent à celui résultant de la réalisation du projet ? c'est la mesure de la variation équivalente du revenu.
3. Supposons que la qualité des services que procure un actif diminue, quelle est la somme minimale qui doit vous être versée pour maintenir votre bien être ? Il s'agit de la variation compensatrice du revenu ou consentement à recevoir
4. Supposons que vous soyez exposés au risque d'une éventuelle dégradation de la qualité environnementale, quelle est la somme maximale que vous accepteriez de payer pour éviter cette dégradation ? C'est le surplus équivalent ou variation équivalente du revenu.

Les critères de choix entre ces différentes mesures du surplus ayant déjà été précisés (*Cf.* Chapitre 3 section I), nous avons opté pour l'estimation du CAP des habitants de notre zone d'étude pour une amélioration de la qualité de l'air. Passons à la description de l'exercice d'évaluation contingente.

La première étape qui est essentielle, est celle de l'identification du changement à valoriser, c'est à dire la définition précise du marché expérimental. Le questionnaire ou l'interview devra, ainsi, comporter une description détaillée des changements dans la qualité de l'environnement inhérents à la politique à évaluer et des effets attendus de ces changements sur les personnes interrogées. En effet, l'inexistence de l'information et/ou son imprécision laisseraient les individus construire leur propre opinion de l'ampleur et de la nature du changement de qualité

²⁷⁶: Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.110.

dû à la nouvelle politique²⁷⁷. La perception de l'étendue du changement pouvant fortement varier selon les individus, les individus considérant des changements de qualité différents n'évaluent plus le même bien.

Ce n'est qu'une fois, le changement à valoriser identifié que la question du prix accordé par l'individu interrogé peut être abordée, mais non sans avoir été placée dans un cadre le plus concret possible²⁷⁸ : il s'agit de préciser le moyen de paiement tel que son choix concorde le mieux avec le changement environnemental visé, par exemple, le moyen de paiement sera un droit d'entrée pour l'évaluation d'un site, une taxe sur la pollution de l'air, un don volontaire dans le cas de protection d'espèces en voie de disparition, etc.

Les formes que revêt la question de révélation du consentement à payer sont nombreuses :

- La question ouverte consiste à poser, directement, à la personne l'interrogée la question du montant maximal qu'il accepterait de payer pour bénéficier de l'amélioration de la qualité environnementale, c'est-à-dire, sans lui donner de repères ni de limites. Si le risque du biais de l'enchère de départ est ainsi évité, l'exercice de la question ouverte reste très difficile et la non plausibilité des réponses est une caractéristique générale des résultats obtenus par ce mode de questionnement (réponse nulle, réponse évasive, non réponse, réponse fantaisiste, etc.).
- La question fermée proposée par Bishop et Heberlein (1979)²⁷⁹ consiste à demander à la personne l'interrogée de se prononcer sur son accord (ou son désaccord) par rapport au paiement du montant qui lui est proposé.
- La carte de paiement propose une liste de montants et demande à l'interrogé de choisir l'intervalle où se situe son consentement à payer maximal.

²⁷⁷: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P. 4.

²⁷⁸: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 66.

²⁷⁹: Bishop. R.C, Heberlein. T.A, «Measuring values of extra market goods : are indirectmeasures biased ? », *American Journal of Agricultural Economics*, 1979, 61. Cité dans Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica. P.115.

- La double question fermée qui est une variante de la question fermée procède en faisant suivre la première question fermée par une deuxième question fermée qui dépend de la réponse à la première question. Si la personne répond oui au montant proposé, le deuxième montant proposé doit être plus élevé. Si la première réponse est non, il lui est proposé alors un montant inférieur. la deuxième offre est inférieure à sa précédente.
- Le système d'enchères montantes ou descendantes est une répétition du mode de la double question fermée. Dans le cas d'enchères ascendantes, si la réponse donnée à la première valeur proposée est positive, la série de propositions des montants continue jusqu'à ce que sa réponse soit négative. Ce mode de révélation de la valeur n'est plus désormais utilisé car la sensibilité des résultats par rapport au premier montant proposé est démontrée (biais de l'enchère de départ). Autrement dit la révélation du premier montant influence fortement les résultats.

Nous allons à présent reprendre les critères de comparaison entre les différents modes de révélation de la valeur. Ces critères mettront en avant les avantages et limites propres à chaque mode²⁸⁰.

- **Les comportements stratégiques :**

La nature « à prendre ou à laisser » de la question fermée confère à ce type de questions de bonnes propriétés quant à la révélation *honnête des préférences*. En effet, ces préférences ne peuvent être exprimées par l'individu que par rapport à l'unique montant proposé, car ils ne lui est plus permis de choisir un montant très élevé ou très bas pour influencer l'exercice d'évaluation comme dans le cas de la question ouverte ou de la carte de paiement. Dans ces deux derniers cas les individus qui souhaitent réellement voir l'amélioration de la qualité environnementale se concrétiser révéleront des valeurs très élevées supérieures à leurs

²⁸⁰: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », 2005, document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale. P. 15.

consentements à payer réels.

- **L'efficacité statistique :**

Un exemple chiffré permet de mieux illustrer ce critère, en supposant qu'un individu révèle honnêtement son consentement à payer (CAP) qu'il considère égal à 25 DA, sa réponse à la question ouverte sera 25 DA, à une question fermée pour 20 DA sa réponse sera oui et à la question de carte de paiement où les montants proposés seraient : 5, 12, 15, 20, 30 DA, elle serait également de 20 DA.

Nous voyons bien que la seule information fournie par la question fermée est que le (CAP) de l'individu est supérieur ou égal à 20 DA, la carte de paiement nous permet de savoir que son (CAP) se situe entre 20 et 30 DA. La question ouverte est donc celle qui fournit le plus d'informations, soit l'estimation la plus précise de la valeur accordée au bien, évidemment, sous réserve de l'honnêteté de la révélation de l'individu²⁸¹.

- **Les biais éventuels**

La comparaison entre les consentements à payer révélés par l'évaluation contingente et ceux révélés par des marchés de substitution a mis en évidence l'existence du *biais hypothétique*²⁸² qui traduit la difficulté majeure à pouvoir attribuer une valeur à un bien dont le marché est inexistant.

Ce biais est considéré comme systématique dans le cas des questions ouvertes, il résulte de ce biais un grand nombre de non réponses ou de réponses nulles qui nécessitent donc des traitements économétriques des résultats obtenus. Mais bien avant même, l'étape d'interview, la précision, la clarté et la tangibilité de la formulation du scénario du marché fictif contribuent à diminuer l'ampleur de ce biais²⁸³. Les (CAP) obtenus avec des questions fermées sont en général, supérieurs

²⁸¹: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. Idem.

²⁸²: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 69.

²⁸³: Idem.

à ceux résultant des questions ouvertes, phénomène résultant d'un autre biais, celui du *yea-saying*²⁸⁴, qui naît, soit du désir de faire plaisir à l'enquêteur, soit de la volonté d'inscrire une sorte de vote en faveur de l'environnement.

- **Simplicité de mise en œuvre et de traitement statistique :**

L'avantage notable du mode de révélation par question ouverte, résulte dans la simplicité d'obtenir par simple calcul de la moyenne empirique le consentement à payer moyen ou médian. Ce CAP moyen peut être ensuite utilisé à l'échelle de la population concernée. Ce critère découle, en fait, de celui d'efficacité statistique. Quand la question est posée sous forme fermée ou de carte de paiement, un traitement économétrique s'impose, pour reconstruire à partir des montants proposés et des réponses obtenus, la distribution statistique des consentements à payer, mais non sans tenir compte de l'impact des variables socioéconomiques sur les réponses²⁸⁵. Ce qui est permis en posant l'hypothèse d'une loi de probabilité quant à l'acceptation (ou le refus) de payer le montant proposé. Une spécification de cette loi probabilistique, en général, normale ou logistique est souvent adoptée. En d'autres termes, si la simplicité de mise en œuvre et de traitement statistique sont les critères prioritaires de la réalisation de l'évaluation contingente, alors il faut opter pour la question ouverte²⁸⁶.

Avec toutes les remarques émises ci-dessus *il n'y a, à l'heure actuelle, aucun consensus sur la meilleure approche* en matière d'évaluation des actifs naturels par la méthode d'évaluation contingente, néanmoins, l'utilisation de la question fermée est recommandée par un groupe d'économistes réuni par le NOAA²⁸⁷. En effet, la nature même « à prendre ou à laisser » de la question fermée fait qu'elle est plus en concordance avec la logique du marché. Dans la pratique, quelque soit le mode de révélation adopté, le recours à une pré enquête par question ouverte constitue un passage forcé, au moins dans une étape préliminaire. Ceci permettrait de connaître

²⁸⁴: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P. 17.

²⁸⁵: Beaumais. O, Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris. P. 67.

¹³: Terra. S, déjà cité. P.18.

²⁸⁷: Idem.

la distribution des consentements à payer et de déterminer les montants qui seront proposés, aléatoirement, sous forme de question fermée²⁸⁸.

1. Détermination de la population concernée :

La définition de la population concernée est équivalente à la circonscription du périmètre de l'étude, car la précision de chacune permet celle de l'autre. Pour S. Terra (2004)²⁸⁹, cette notion de périmètre renvoie à la distinction entre bien collectif local et bien collectif national. En effet, si le but de l'étude est d'estimer la valeur d'existence d'un actif naturel, se limiter à la population résidante dans la région dudit bien, objet de l'étude, conduit à une sous-estimation de la valeur de l'actif naturel en question. Par contre, quand il s'agit d'évaluer les bénéfices d'usage d'un actif naturel comme l'air, en faisant abstraction des effets globaux de la pollution atmosphérique comme le réchauffement planétaire, la population (urbaine ou locale²⁹⁰) concernée est celle qui est directement affectée par cette pollution atmosphérique.

Pour notre part, dans le cadre de cette évaluation contingente, le périmètre de la zone d'étude est délimité géographiquement par les critères de sélection de la zone d'étude d'impact sanitaire. Cette sélection est effectuée lors de la mise en œuvre de la méthode du coût économique de la maladie, dans le chapitre 4 de cette partie. La zone d'étude sélectionnée par les critères de l'EIS que nous retiendrons pour cette évaluation contingente se compose de six communes sur les cinquante sept que comptent la wilaya d'Alger, il s'agit des communes de : Sidi M'Hamed, Alger centre, El Mouradia, El Madania, El biar et El Hamma- les Annassers.

Le critère principal ayant servi à la circonscription du périmètre de l'étude d'impact sanitaire qui est l'homogénéité des niveaux d'exposition de la population à la pollution de l'air, accorde *a priori*, un certain bénéfice de fiabilité à notre évaluation. En effet, ce critère garantit que les personnes prises au hasard parmi les résidents de la zone d'étude sont exposées quotidiennement aux mêmes niveaux de pollution atmosphérique. Cette homogénéité des niveaux d'exposition de la population nous

²⁸⁸: Idem.

²⁸⁹: Idem. P.6.

²⁹⁰: Par opposition à la pollution globale dont l'échelle peut être planétaire.

permet d'avancer, sous l'hypothèse d'une bonne et même compréhension par les enquêtés du scénario, qu'ils considéreront tous le même changement de qualité environnementale et évalueront donc le même bien.

Circonscrire le périmètre de l'étude qui équivaut à définir la population concernée est indispensable à la constitution d'une base de sondage, soit un échantillon représentatif d'une population. L'objectif étant d'obtenir un consentement à payer moyen ou médian qui servira au calcul du CAP total, c'est-à-dire, la valeur qu'accorde l'ensemble de la population à l'amélioration de la qualité de l'air. Le résultat issu du traitement empirique et économétrique des réponses obtenues par le sondage fournit toujours une valeur du type individuel accordée à l'amélioration des services d'un bien naturel. Il s'agit d'un consentement à payer moyen par ménage ou par individu. Nous avons opté pour le type de valeur par ménage, pour deux raisons principales : d'abord, la valeur par ménage va de soi avec l'utilisation de l'impôt sur l'habitat que nous avons choisi comme support de paiement (abordé plus loin), alors que si nous avons choisi un support de paiement comme le don bénévole, le type de valeur aurait pu être donné, par exemple, par individu majeur. La deuxième raison est que, l'estimation d'une valeur par ménage constitue une stratégie prudente, en ce sens où c'est, *l'hypothèse la plus conservatrice*²⁹¹, c'est-à-dire l'hypothèse qui tend à fournir la valeur minimale au changement environnemental.

2. Choix du mode de l'enquête et taille de l'échantillon :

Parmi les nombreux modes d'enquête, l'enquête par courrier, en face-à-face et par téléphone, notre choix s'est porté sur l'entretien en face à face ou interview direct des individus. Il faut reconnaître que si le succès du mode d'enquête par courrier ou téléphonique, particulièrement dans les pays anglo-saxons, s'explique en grande partie par le faible coût de réalisation unitaire, il n'en demeure pas moins, comme le fait remarquer Terra (2005)²⁹², que la taille de l'échantillon (brut) pour une enquête téléphonique ou par courrier, auprès de la population générale, doit être très grande pour obtenir un échantillon raisonnable d'utilisateurs. En revanche, l'enquête en

²⁹¹: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P7.

²⁹²: Idem. P. 16.

face-à-face permet d'obtenir plus facilement et directement un échantillon correct d'usagers, car l'une des spécificités principales de ce mode d'enquête est de permettre une grande interactivité enquêteur-enquêté.

Le NOAA Panel, groupe d'économistes réuni par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dans sa réponse en 1993, à la contestation émise par la société Exxon, dans le cadre de sa condamnation pour le naufrage de son pétrolier l'Exxon Valdez, a recommandé l'utilisation d'enquêtes en face-à-face, lors de la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente²⁹³.

Dans la pratique, le problème de la détermination de la taille de l'échantillon est résolu en empruntant l'un des deux axes référentiels suivants : par référence aux disponibilités financières, c.-à-d. en tenant compte du budget disponible et du coût unitaire de réalisation d'un entretien. L'autre axe référentiel d'appréhension de ce problème, est la recherche d'un niveau donné de précision inhérent aux résultats trouvés. En effet, plus la taille de l'échantillon est grande, plus les résultats sont précis et fiables. Si la loi des grands nombres nous enseigne qu'à partir d'une certaine taille, l'échantillon permet d'obtenir avec certitude une précision donnée relative à l'estimation d'une variable dans une population²⁹⁴, il n'en demeure pas moins nécessaire que soit connu la variance ou le coefficient de variation (rapport entre l'écart-type et la moyenne) de la variable étudiée, par exemple, le consentement à payer ou à recevoir de la population pour l'obtention d'un changement donné de qualité environnementale. Or, ces deux grandeurs ne sont connues que dans deux cas bien précis : quand il existe une enquête précédente portant sur un thème similaire, ou quand une enquête pilote est réalisée pour l'occasion. A notre connaissance, il n'existe, aucun travail antécédent sur le consentement à payer de la population algérienne pour bénéficier d'une amélioration de la qualité de l'air.

Comme nous le verrons plus loin, notre choix de la question fermée comme mode de révélation de la valeur, par souci d'optimisation de l'information statistique, nous imposait, de toutes manières, de connaître préalablement la distribution

²⁹³: Idem. P. 19.

²⁹⁴: Grais. B, *Méthodes statistiques*, 2000, Dunod. P. 273.

statistique des CAP des individus de la population, afin de déterminer les montants qui seront proposés aléatoirement aux interrogés. Cette étude a également servi au teste préalable du questionnaire. Les résultats de l'analyse statistique descriptive, a mis en avant un coefficient de variation (CV) égale à 2,4²⁹⁵.

La règle de calcul de l'échantillon représentatif minimal n , pour une précision relative K égale à 10% (c.-à-d. 10% du CAP), et pour un seuil de probabilité égal de : $1 - \alpha = 0,95$, est la suivante²⁹⁶ :

$$n \geq (t_{\alpha})^2 \times CV^2 / K^2$$

où $(t_{\alpha})^2$ correspond au carrée du t de Student ou de la loi normale centrée réduite, pour un seuil de probabilité égale à 0,95, on peut lire dans la table de Student $(t_{\alpha})^2$ est égale à $1,96 \approx 2$.

Dans notre cas, nous voulons connaître la taille de l'échantillon n minimum requis pour connaître, avec une précision de 10% et une probabilité de 95%, la distribution du CAP individuel dans la population. Le calcul aura été le suivant : $n = 2^2 \times 2,3^2 / (10\%)^2 = 2016$ ménages. Ce chiffre dépassant très largement le cadre de nos moyens logistiques, la précision statistique ne fut pas le critère retenu pour la détermination de la taille de l'échantillon représentatif minimal. Néanmoins, S. Terra fait remarquer, que même en faisant abstraction du coût de réalisation de l'enquête, la taille d'un échantillon ne devrait jamais être inférieure à 250-300 observations, la taille recommandée serait plutôt de 750 à 1000 questionnaires²⁹⁷. Faute de moyens logistiques nous ne pûmes nous plier à cette recommandation. Mais nous avons, néanmoins, pu légèrement dépasser le seuil minimal admis pour conserver une certaine valeur heuristique aux résultats, en étant parvenus à questionner un échantillon composé de 311 ménages. La durée qu'a nécessité l'interview de ces 311 ménages a été d'un mois (avril 2007).

²⁹⁵: Cette valeur peut être considérée comme élevée ($CV > 2$), ce qui signifie que la distribution est caractérisée par une forte dispersion relative. Voir pour plus d'explication, l'ouvrage de B. Grais (2000).

²⁹⁶: Grais. B. *Méthodes statistiques*, 2000, Dunod. P. 276.

²⁹⁷: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P. 21.

3. Rédaction du scénario d'évaluation contingente:

Le scénario imaginé qui est présenté à l'interrogé lui permet de se situer dans le marché contingent dont l'objet est la variation de la qualité environnementale. C'est pour cela que le scénario est dit être le cœur du questionnaire dans une évaluation contingente. Le scénario devra ainsi toujours comporter une description suffisante de chacun de ces points qui lui sont essentiels : le bien à valoriser, la façon dont sera obtenue l'amélioration et les conditions de paiement.

3.1. Identifier et décrire le changement à valoriser :

La théorie économique retient le consentement à payer comme mesure appropriée pour une évaluation contingente de la valeur d'une amélioration des services rendus par un actif environnemental. Pour S. Terra (2005), cette définition théorique de la valeur du changement envisagé est fondamentale pour au moins deux raisons²⁹⁸ : premièrement, c'est de cette définition que dépend directement la description du changement à estimer par les individus enquêtés et la formulation du scénario et des questions de valorisation. Deuxièmement, cette définition constitue le cadre analytique statistique des réponses obtenues et permet donc une interprétation claire des estimations.

Comme nous l'avons déjà souligné, l'absence ou l'imprécision de l'information fournie aux interrogés quant aux changements de la qualité de l'environnement, risquait de mener à l'estimation de différents changements et non plus à l'estimation d'un même bien. Si tel est le cas, les résultats de l'enquête seraient totalement biaisés. Il était donc indispensable de décrire oralement, à chaque enquêté le marché expérimental objet de l'évaluation, c'est-à-dire, en décrivant les niveaux actuels de pollution atmosphérique auxquels il est exposé et les risques qui accompagnaient cette exposition, puis le changement de qualité envisagé et ses répercussions. Nous avons mentionné que les niveaux actuels d'exposition pouvaient être considérés comme bons ou très bons, par rapport au constat du respect des normes visés par la réglementation en vigueur pour des polluants

²⁹⁸. Idem. P. 4.

surveillés en continu en raison de leur toxicité comme les NOx (les oxydes d'azote), le SO₂ (dioxyde de soufre), l'ozone (O₃) et les PM10 et PM2.5 (particules fines ou particules en suspension). En effet, les valeurs réglementaires n'ont pas été dépassées par les moyennes journalières enregistrées, durant une grande partie du temps de l'année 2006. Nous n'avons pas manqué, cependant, de mentionner que l'exposition répétée même à de faibles niveaux d'exposition était responsable de différentes atteintes à l'état de santé de la population exposée, parmi lesquelles, la mortalité anticipée, les crises d'asthme, les irritations ophtalmiques et nasales, les rhumes, les migraines, ainsi que différents états pathologiques aigus ou chroniques de type respiratoire ou cardiovasculaire nécessitant l'hospitalisation.

Pour conserver la possibilité d'une comparabilité entre le résultat issu de l'estimation de changement de la qualité de l'air par la méthode d'évaluation contingente et celui obtenu par la méthode du coût économique de la maladie, il nous fallait choisir entre l'un des quatre scénarios de l'EIS. Le choix du quatrième scénario correspondant à une réduction de 25% des niveaux journaliers moyens, présente l'avantage de garder au marché fictif tout son réalisme, en ce sens où, ce changement de qualité environnementale était faisable. C'est la valeur qu'accordent les individus à cette amélioration du niveau de la qualité de l'air que nous désirons connaître.

Une information essentielle fournie aux 311 individus (l'individu représentant son ménage) sondés pour mieux décrire la situation après changement est que cette amélioration de la qualité de l'air se traduit par une relative, mais non moins certaine, réduction du risque d'apparition des divers effets de mortalité et de morbidité imputables à la pollution atmosphérique cités plus haut. Si la description du bien valorisé doit assurer la bonne compréhension de l'objet du marché expérimental, elle doit tout de même, rester neutre, c'est-à-dire, ne pas orienter les réponses dans un sens ou dans l'autre.

3.2. Décrire la façon dont l'amélioration est obtenue et le support de paiement :

La façon avec laquelle sera obtenue cette amélioration de la qualité de l'air doit être décrite aux enquêtés. Nous avons mentionné la fermeture des unités

industrielles les plus polluantes, l'équipement des sources de pollution aérienne de station d'épuration, rendre le pot catalytique obligatoire. Nous avons surtout insisté sur l'importance des mesures ou réponses, venant souvent en urgence, comme l'interdiction momentanée de l'usage de certaines routes et autoroutes jugées par les services compétents comme ayant un poids considérable sur la qualité de l'air dans les zones habités et la fermeture d'usines ou d'unités industrielles durant quelques jours. Ces mesures d'atténuations tendent à éviter les pics²⁹⁹ de pollution, voire réduire leur intensité et leur durée surtout pendant les périodes caractérisées par des niveaux moyens de pollution ambiante assez élevés. En effet, l'impact des pics de pollution, particulièrement quand ils sont durables, récurrents et favorisés par des facteurs météorologiques est connu pour être significativement dangereux pour la santé des populations. Il n'est pas inutile de rappeler l'épisode londonien de décembre 1952 avec ses 4 000 morts précipitées en quelques 15 jours pour montrer combien la pollution atmosphérique peut être aussi brutale que meurtrière comme peut l'être un tremblement de terre. Une situation anticyclonique ayant été à l'origine de cette catastrophe historique. Nous avons pris la précaution de ne pas parler de cet événement aux personnes interrogées pour ne pas influencer les réponses.

Le choix d'un support de paiement est une question délicate dans la mesure où l'augmentation du réalisme du support de paiement choisi induit celle du risque de rejet du support, rejet qui se traduit par des réponses de protestation. Les réponses de protestation sont également suscitées dans le cas inverse, c.-à-d. que les supports qui sont peu crédibles incitent à fournir, à cause justement de cette incroyable, une réponse de protestation même quand l'interrogé accorde une certaine valeur au bien ou changement environnemental³⁰⁰.

Dans le cas de notre étude, soit celui de la pollution de l'air, l'éventail des possibilités des supports de paiement par rapport au type de valeur choisi, qui est une valeur par ménage, sans prétendre à son exhaustivité contenait : l'impôt sur l'habitation, le droit de stationnement et les suppléments sur les factures d'électricité

²⁹⁹: Les pics de pollution représentent des concentrations très élevées et sont dites extrême ou anormale dans une distribution statistique.

³⁰⁰: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P.10.

et/ou de gaz (de consommation énergétique).

La crédibilité d'un support de paiement dépend, en réalité, de nombreuses variables dont les caractéristiques socioéconomiques et culturelles spécifiques aux individus. Cette complexité nous a contraint à retenir l'hypothèse la plus conservatrice. Nous avons, dès lors, jugé que le support de paiement qui risquait le moins de susciter des réponses de contestation par rapport à son degré de crédibilité, était l'impôt sur l'habitat. En effet, le droit de stationnement comme support de paiement est une forme d'application du principe pollueur- payeur. Il en découle que les propriétaires de véhicules contesteront d'une manière ou d'une autre cette pré condamnation. Alors que les individus ne possédant pas de véhicules risquent de réinterpréter la question de révélation en vote de condamnation des responsables pollueurs. Les hausses de factures d'électricité ou de gaz qui sont pour leur part crédibles sont connues pour être socialement très impopulaires. Toutes ces remarques montrent les risques de biais que fait peser le choix de l'un de ces deux supports de paiement sur les réponses obtenues. En effet, quand de risque de biais des réponses est grand, le but même de l'évaluation contingente n'est plus de connaître le consentement à payer des individus pour que le changement de la qualité de l'air ait lieu. Un impôt sur l'habitat semble être un bon compromis entre une bonne crédibilité et une relative acceptabilité.

4. Rédaction de la question de valorisation et des questions auxiliaires :

Après la mise en comparaison des propriétés des différents modes de révélation de la valeur et des critères de choix entre ces modes de révélation, nous avons choisi comme mode de révélation la question fermée, ainsi que le recommande les experts du NOAA qui considèrent la question fermée comme le mode de révélation le plus sûr³⁰¹. Si ce mode est celui qui incite le plus à la révélation honnête des valeurs accordées au changement environnemental, l'efficacité statistique du mode de révélation par question ouverte est, certes,

³⁰¹: Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P.10.

supérieure à celle de la question fermée, en termes de quantités informationnelles fournies par les réponses obtenues. Cet inconvénient nécessitant ainsi, pour la question fermée, la taille maximale possible pour l'échantillon. Nous avons, néanmoins, pu respecter la taille minimale acceptable pour un échantillon, conservant ainsi au résultat une relative fiabilité, sous réserve du respect des principes et conditions de mise en œuvre qui concrétisent, en fait, les hypothèses fondamentales des théories économiques et statistiques. Le recours à ce mode de révélation, tout comme il en est pour l'usage d'une carte de paiement, nécessite de déterminer, dans une phase préalable, les montants qui seront proposés. Pour ce faire, nous avons présenté le même questionnaire à 73 personnes résidentes et prises, aléatoirement, dans notre zone d'étude. Le but étant de connaître, en utilisant la question ouverte (quel est le montant maximal que vous seriez prêt à payer pour...?), la distribution empirique du CAP dans la population pour le même changement de qualité environnementale détaillé plus haut (le but de cette étude était également de vérifier la compréhension des personnes interrogées de tous les paramètres de l'objet du marché expérimental). Les montants choisis sont : 100, 160, 200, 350, 500 DA. Ils correspondent, en vertu de la règle empirique proposée par Kanninen (1995)³⁰², respectivement aux centiles 15, 32.5, 50, 67.5 et 85 de la distribution empirique des CAP dans la population concernée. Cette procédure vise à éliminer les montants proposés, les valeurs extrêmes (ou queues de distribution) et donc à maximiser l'information statistique. Les montants précédents ont été affectés de manière aléatoire et sous forme de questions fermées aux 311 ménages. Ces montants doivent, toutefois, être proposés de manière équiprobable, c.-à-d. que chaque montant doit être affecté au même nombre d'enquêtes (mais toujours de manière aléatoire).

Les questions auxiliaires ont trait aux variables susceptibles de déterminer, *a priori*, le consentement à payer des ménages pour qu'une amélioration de la qualité environnementale ait lieu. Dans notre étude ces variables expliquent la probabilité d'accepter de payer un montant donné pour obtenir le changement. C'est à partir de cette probabilité et des caractéristiques individuelles moyennes qu'est calculé le CAP moyen qui servira lui même au calcul du CAP de la population concernée par le

³⁰²: Kanninen. H, « empirical distribution and statistical theory in environmental valuation », *Environmental Economics Journal*, 15 (2), 1995.

changement environnemental.

Plusieurs variables sont en général prises en compte dans les diverses études empiriques pour l'explication de la valeur du consentement à payer, d'accepter de payer ou de la probabilité de l'acceptation de payer un montant donné contre une amélioration donnée de la qualité de l'air. Les variables les plus récurrentes dans ces études ont été celles que nous avons sélectionnées pour l'analyse économétrique (présentée dans la section suivante). Nous avons notamment retenu : le niveau de revenu du ménage, le nombre d'enfants, l'âge des chefs de ménage, leur statut professionnel et leur fibre environnementale.

Comme nous y avons déjà fait allusion, plus haut, c'est la pré-enquête des 73 personnes dont le but était de déterminer les montants proposés pour l'enquête qui nous a servi à confirmer la positivité du test préliminaire du questionnaire de l'enquête.

II. APPROCHE PAR LA FONCTION D'UTILITE ALEATOIRE ET PRESENTATION DES RESULTATS :

Par rapport à un simple calcul empirique d'un CAP moyen ou médian, par exemple, le recours aux modèles économétriques présente l'avantage de permettre la compréhension des déterminants des réponses aux questions de valorisation, mais bien avant cela, notre choix de la question fermée comme mode de révélation de la valeur obligeât notre recours à un traitement économétrique. Ce traitement économétrique procède par régression non linéaire. En effet, l'éventail des choix de la réponse à une question fermée pour un montant donné ne comprend que deux possibilités, oui ou non. C'est-à-dire que la variable que l'on cherche à étudier (accepter de payer) et dont on cherche plus exactement à déterminer la probabilité de son occurrence ne revêt que deux valeurs. C'est pour cela que cette variable, en plus d'être de caractère qualitatif, est dite binaire ou dichotomique. Les caractères qualitatifs sont généralement codifiés, par exemple, 1 pour oui et 0 pour non quelque soit la spécification de la forme fonctionnelle retenue pour la fonction d'utilité et le

mode de régression choisi pour le traitement économétrique.

Or, l'application du modèle de régression linéaire n'est pas appropriée pour l'étude d'une variable dichotomique car il est impossible d'ajuster de façon satisfaisante, par une seule droite (dans le cas d'un modèle linéaire simple, par exemple), le nuage de points, associé à une variable dichotomique qui, par nature, est réparti sur deux droites parallèles (les codes numériques des réponses, par exemple, 0 et 1). Il en résulte que les paramètres des variables explicatives du modèle ne sont pas interprétables³⁰³. Dès lors, notre recours à un modèle de régression non linéaire devient nécessité. Nous avons utilisé plus exactement un modèle d'utilité aléatoire non linéaire. Nous allons, dans le paragraphe suivant, expliquer le raisonnement sur lequel se fonde cette approche.

1. L'approche par la fonction d'utilité aléatoire :

L'exercice de l'évaluation contingente vise à connaître le consentement à payer des individus pour une amélioration de la qualité de l'environnement en étudiant des paramètres qui reflètent leurs préférences et choix par rapport aux deux situations : le statu quo (aucun changement environnemental ni paiement) et la situation avec amélioration de la qualité de l'air (allant avec le paiement du montant proposé). Expliquons le principe d'analyse des réponses qu'utilise cette approche.

1.1. Principe de l'approche :

L'analyse des réponses aux questions fermées simples (pour des montants donnés X DA) repose sur le principe fondamental suivant : la personne interrogée accepte de payer si elle juge que l'utilité associée à la situation de changement, et nette du paiement du montant, excède l'utilité associée au statu quo, c.-à-d. que la personne considère qu'elle est dans une meilleure situation avec le scénario proposé, même en payant le montant offert, qu'avec le statu quo.

³⁰³ : Hurlin. C, *Econométrie des Variables Qualitatives : Modèles à Variables Endogènes Qualitatives*, 2002, Université d'Orléans. P8.

Comme le niveau d'utilité associé à chaque situation est inconnu, nous recourons à un modèle d'utilité aléatoire dont la fonction se compose de deux parties : une partie déterministe qui est fonction des caractéristiques des individus interrogés comme l'âge, le revenu, la fibre environnementale, etc. L'autre partie de la fonction d'utilité de l'individu qui correspond à ses préférences, est aléatoire et seulement connue de lui. Inconnue donc du statisticien, il ne reste à ce dernier plus qu'un seul choix : faire des hypothèses probabilistes sur les réponses oui et non, c'est-à-dire que la probabilité de répondre par "oui", correspond à la probabilité que la personne soit dans une meilleure situation avec le changement.

Dans ce qui suit, les situations sont indicées respectivement, par $i = 0$ pour le statu quo, et par $i = 1$ pour la situation avec amélioration de la qualité de l'air.

X_j est le vecteur des caractéristiques individuelles de l'individu j (sexe, âge, statut professionnel, etc.) formé des observations pour k variables désignées par $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jk}$ et associées aux facteurs de régression a_{ij} .

Notons que a_0 et a_1 correspondent aux termes constants des fonctions d'utilité respectivement associées aux états avant et après changement.

Le terme ε_{ij} représente la composante des préférences (ou de l'utilité) inconnue du statisticien. La fonction d'utilité U_{ij} de la personne j de forme fonctionnelle linéaire (pour l'explication on suppose que $k = 2$ variables explicatives), et associée aux situations : $i = 0$ (statu quo où la qualité de l'air est à l'état initial), et $i=1$ (situation avec amélioration de la qualité de l'environnement), s'écrit respectivement, dans chaque cas:

$$U_{0j} = a_0 + a_{10} x_{j1} + a_{20} x_{j2} + \varepsilon_{j0}$$

$$U_{1j} = a_1 + a_{11} x_{j1} + a_{21} x_{j2} + \varepsilon_{j1}$$

Les niveaux d'utilité sont inobservables et leur différence l'est aussi. Si le statisticien connaît les caractéristiques individuelles, arguments de la partie déterministe de la fonction d'utilité, il ne connaît pas les composantes stochastiques (aléatoires) des préférences, les ε_{ji} , et peut seulement faire des hypothèses

probabilistes sur les réponses « oui » et « non ». La règle de décision adoptée est la suivante : quand le mode d'interrogation est une question fermée simple, la personne interrogée j répond par "oui" au montant proposé t_j , si l'utilité associée au programme (changement), nette du paiement requis, excède l'utilité correspondant au statu quo, c'est-à-dire si : $U_{1j} > U_{0j}$.

On note R_j , la réponse de la personne j , à la question d'acceptation de paiement. $R_j = 1$ correspond à la réponse par "oui", et $R_j = 0$ si la personne refuse de payer. La probabilité (Pr) de répondre « oui » à la question « Seriez-vous prêts à payer t_j Dinars ? » est donc³⁰⁴ :

$$\begin{aligned} \text{Pr} &= \text{Pr} [R = 1] = \text{Pr} [U_{1j} > U_{0j}] \\ &= \text{Pr} [\varepsilon_{j0} - \varepsilon_{j1} \leq (a_1 - a_0) + x_{j1}(a_{11} - a_{10}) + x_{j2}(a_{21} - a_{20})] \\ &= \text{Pr} [\varepsilon_j \leq (X_j \beta) = F(X_j \beta)] \end{aligned}$$

F est la fonction de répartition, $X_j = (1 \ x_{j1} \ x_{j2})$ représente le vecteur des variables explicatives et est le vecteur des paramètres associés à ces variables, tel que :

$$\beta = \begin{pmatrix} a_1 - a_0 \\ a_{11} - a_{10} \\ a_{21} - a_{20} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{pmatrix}$$

Le terme $\varepsilon_j = \varepsilon_{j0} - \varepsilon_{j1}$ est un aléa, nous supposons que les ε_{ij} sont indépendants et identiquement distribués selon la même loi, avec une espérance nulle³⁰⁵. Deux lois sont possibles pour les ε_j : la loi normale qui donne lieu au modèle probit et la loi logistique qui donne lieu au modèle logit.

Dans le cas du modèle probit, on suppose que la fonction de répartition F est une loi normale (Φ) centrée réduite, Φ est donc la fonction de densité de cette loi

³⁰⁴: Cadoret, I & alii, *Econométrie appliquée*, 2004, De Boeck. P376.

³⁰⁵: Terra, S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P. 30.

normale :

$$\text{Pr} = F(x_j \beta) = \int_{-\infty}^{x_j \beta} \underbrace{(1/2\pi)^{-2} e^{-t^2/2}}_{\Phi} dt = \Phi(x_j \beta)$$

Dans un modèle logit, la fonction de répartition est supposée suivre la loi logistique :

$$\Lambda : \text{Pr} = F(x_j \beta) = e^{(x_j \beta)} / (1 + e^{(x_j \beta)}) = \Lambda(x_j \beta)$$

Notre choix pour le modèle logit se justifie par la facilité d'analyse des effets marginaux des variables explicatives. La variable dépendante étant la probabilité d'acceptation de paiement ($R_i = 1$), les effets marginaux mesurent la sensibilité de la probabilité de l'événement $R_i = 1$ par rapport à des variations dans les variables explicatives (un exemple d'interprétation des effets marginaux sera donné ci-dessous). En dehors de cette particularité du modèle logit, les résultats des estimations pour les deux lois sont quasi identiques³⁰⁶.

1.2. Spécification de la forme fonctionnelle du modèle d'utilité :

Pour la plupart des applications de la théorie économique, le modèle à utilité aléatoire linéaire est une bonne approximation d'une forme quelconque de la fonction d'utilité. Néanmoins, nous n'utiliserons pas un modèle d'utilité aléatoire linéaire dans le revenu, pour les raisons suivantes :

1. Dans un modèle d'utilité aléatoire linéaire, l'utilité marginale du revenu est constante. Cette hypothèse n'est légitime que quand le changement proposé

³⁰⁶. Terra. S (2005) ; Desaignes. B (1993) ; Hurlin. C (2002) *Econométrie des Variables Qualitatives : Modèles à Variables Endogènes Qualitatives*, 2002,

par l'évaluation contingente est limité. Sur le plan théorique et empirique, rien ne nous autorise à prétendre, *a priori*, que l'utilité marginale du revenu devrait être égale entre les deux situations (le statu quo et la situation avec une meilleure qualité de l'air).

2. En supposant que l'utilité marginale du revenu est constante, entre les deux alternatives, le revenu ne doit plus figurer parmi les déterminants des réponses du modèle de probabilité estimé. Or, en raison de la quantité informationnelle que procure l'intégration de cet élément essentiel qu'est le revenu, nous conserverons le revenu sous une forme fonctionnelle autre que la linéarité dans la fonction d'utilité.

2. Présentation des résultats :

Nous avons utilisé, à cet effet, le modèle proposé par Haab T.C. et McConnell K.E. (2002)³⁰⁷. L'idée fondamentale sur laquelle repose le modèle est l'expression du consentement à payer dans ce modèle comme une fraction du revenu, permettant ainsi de borner correctement le CAP. Le but de cette procédure est d'intégrer le revenu sous une autre forme que la linéarité, tout en appuyant cette modification de forme sur le plan du raisonnement par le principe selon lequel la valeur du CAP ne peut être supérieure au revenu.

2.1. Calcul des coefficients de régression

Nous désignons par Y_j , le revenu de la $j^{\text{ième}}$ personne et par t_j l'offre qui lui est faite. La matrice des variables explicatives X_j , comprend la matrice des caractéristiques individuelles Z_j (qui n'inclut pas le revenu), et le vecteur L_j des observations de la variable $I_j = \ln [(Y_j - t_j) / t_j]$.

Dans ce modèle logit (de régression logistique) estimé et dont la fonction de répartition est donnée plus loin. $\Omega / \bar{\sigma}$ est le vecteur des coefficients associés aux variables Z_j . $1 / \bar{\sigma}$ est le coefficient associé à la variable I_j .

³⁰⁷. Haab. T.C., McConnell. K.E, *Valuing environmental and natural resources : the econometrics of non Market valuation*, E. Elgar Publishing, 2002.

Une forme d'expression du CAP_j dans le modèle de probabilité qui est souvent utilisée est la suivante :

$$CAP_j = Y_j / 1 + \exp(-z_j \Omega - \varepsilon_{j0})$$

ε_{j0} est le terme d'erreur et suit une loi logistique Λ . Il en résulte que la fonction de répartition de la probabilité d'acceptation de paiement du montant t_j , s'exprime comme suit :

$$\Pr(Y_j = 1) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{z_j \Omega + \ln\left[\frac{Y_j - t_j}{t_j}\right]}{\sigma}\right)}$$

Les calculs des coefficients de régression logistique sont effectués à l'aide du logiciel Statistica 97, version 5.0. Les paramètres sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance³⁰⁸ et associés respectivement (hormis B_1 qui est le terme constant), aux variables retenues, comme suit :

- B_2 à la variable «âge du chef de foyer».
- B_3 à la variable «nombre d'enfants».
- B_4 à la variable «statut professionnel du chef de foyer», les observations ont été codées : ouvrier : 1, cadre : 2, cadre supérieur : 3.
- B_5 à la variable «fibre environnementale », les réponses ont également été codées : interrogé concerné et intéressé par les problèmes écologique : 1, indifférent à ces problèmes : 0.
- enfin, le dernier coefficient estimé, B_6 , est associé à la dernière variable explicative « I_j » définie plus haut.

³⁰⁸. Pour les démonstrations Cf. Cadoret. I & alii, *Econométrie appliquée*, 2004, De Boeck. P376.

Les résultats de la régression logistique sont présentés dans le tableau 13. La valeur absolue des coefficients de régression $B_2 \dots$ à B_6 , ou leur ordre de grandeur ne sont aucunement indicatifs par rapport à l'apport explicatif des variables associées à ces coefficients. En effet, la valeur d'un coefficient est tributaire de l'ordre de grandeur des observations de la variable ou de celui du codage choisi pour les variables qualitatives, néanmoins, une information de première importance est fournie par le signe du coefficient estimé, indiquant le sens de la corrélation entre la probabilité de l'événement ($R = 1$) et l'évolution des observations.

La probabilité d'accepter le paiement d'un montant T_i , augmente avec L_i (et donc avec le revenu qui est une fonction croissante de L_i), cette probabilité augmente également avec le statut professionnel et le fait de se sentir concerné par les problèmes écologiques (fibre environnementale).

Par contre, cette probabilité baisse avec le nombre d'enfants et l'âge des chefs de foyer.

Tableau 13 : résultats de la régression logistique (feuille de calcul du logiciel Statistica)

Mod.: Régress. Logistique (logit), Nb de 0:126 1:185						
Var. Dép.: RÉPONSE			Var. indép. : Age, Nb Enfan, St Prof, Fibr Env, L			
Var.	Term. Const.	AGE	NB_ENFAN	ST_PROF	FIBR-ENV	L
Coef.	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
Estim.	-1,45885	-0,045	-0,000354	0,225488	0,640479	0,36599
Perte: Max. Vraisemb. 66.93			Perte Fin.: 57,375829771		P = 0,594	

Source : tableau réalisé par nos soins et issu du logiciel Statistica 97 sur la base des données de notre enquête

2.2. Significativité du modèle de probabilité estimé :

Quant à la question de la qualité de l'ajustement, nous avons établi, à fin de nous assurer de la significativité des facteurs estimés, le test du ratio de vraisemblance (LR), ce teste d'hypothèse consiste à comparer, dans un modèle à K paramètres (terme constant y compris), la statistique (LR) à la valeur du chi deux pour un seuil de probabilité α égale à 10% et un degré de liberté (ddl) égal à k -1. La formule de calcul du ratio de vraisemblance (LR) est la suivante³⁰⁹ :

$$LR = - 2 [\text{Log L } (\beta^*_{MV}) - \text{Log L } (\beta_{MV})]$$

$\text{Log L } (\beta^*_{MV})$ est le logarithme de la fonction de vraisemblance (L) sous l'hypothèse $H_0 : \mathbf{B}_2 = \mathbf{B}_3 = \mathbf{B}_4 = \mathbf{B}_5 = \mathbf{B}_6 = 0$. Alors que, le terme $\text{Log L } (\beta_{MV})$ correspond au logarithme de la fonction de vraisemblance (L) sous l'hypothèse H_1 , c'est-à-dire, quand les paramètres $\mathbf{B}_2, \dots, \mathbf{B}_6$ ne sont pas tous nuls.

Les valeurs de $\text{Log L } (\beta_{MV})$ et de $\text{Log L } (\beta^*_{MV})$, sont également, données par le logiciel Statistica, nous procédons directement au calcul de (LR) : $LR = -2 (57.37 - 66.93) = 17.78$. L'hypothèse H_0 est acceptée si la statistique LR est inférieure au $\chi^2_{\alpha}(K-1)$.

La valeur du Chi-deux pour un degré de liberté (ddl) égal à 5, et pour un seuil de probabilité α égal à 90%, peut être lue sur la table statistique des valeurs critiques de la distribution du χ^2 . La valeur de $\chi^2_{0.9}(5)$ est égale à 15.086. L'hypothèse H_0 est évidemment rejetée et il existe au moins un paramètre non nul : le modèle est globalement bon.

2.3. Calcul du CAP moyen et du CAP total:

Dans le tableau 14, sont présentés les indicateurs de tendance centrale (moyenne) et de dispersion (écart type), pour les cinq variables explicatives, ainsi que pour le revenu. Ces paramètres, tout particulièrement les moyennes nous serviront, à l'estimation du CAP_{moyen} . Le consentement à payer moyen, dans ce

³⁰⁹: Cadorcet. I et alii, *Econométrie appliquée*, 2004, De Boeck. P. 380.

modèle de probabilité, est donné par la formule suivante³¹⁰ :

$$CAP_{\text{moyen}} = \frac{\check{Y}}{1 + \exp(-\check{Z} \Omega)}$$

Où \check{Y} est le revenu moyen, \check{Z} le vecteur des moyennes des caractéristiques individuelles et Ω s'obtient à partir de $Z_j = \Omega / \delta_j$, soit Ω est le vecteur des coefficients associés aux variables $B_2 \dots B_6$, et où δ_j est l'inverse du coefficient associé à la variable I_j .

Dans notre cas, le CAP_{moyen} est égal à 347.18 DA, le support de paiement choisi étant une taxe sur l'habitat, nous avons, pour l'agrégation de cette micro valeur, pris en considération le parc logement total de la zone d'étude, soit un nombre de 70 139 habitations³¹¹. Sous réserve de la représentativité de l'échantillon enquêté, le produit du CAP_{moyen} (taxe sur l'habitation) et du nombre de logements que comprend le périmètre de la zone d'étude, correspond à la valeur monétaire de la variation (gain) de bien-être collectif, induite par l'amélioration de la qualité de l'air, proposée et détaillée plus haut. Notre estimation, *ex ante*, de la variation de bien-être de la population résidant dans les six communes, pour l'année 2006 et induite par le changement environnemental, est de l'ordre de 24 350 858 DA

Tableau 14: caractéristiques de distribution des variables explicatives et du revenu

Indicateurs	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Variables				
Revenu	14266,667	9476,29	11000,000	150000,00
Nb. Enfants	2,333333	1,550643	0,000000	6,000000
Situation Prof.	1,655556	,781257	1,000000	3,000000
Age	45,5556	18,500811	29	73
Fibr. Environ.	,544444	,500811	0,000000	1,000000

³¹⁰: Source : Tableau réalisé part nos soins et issu du logiciel Statistica 97 sur la base des données de notre enquête Terra. S, « Guide des bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente », document de travail, série 05-M04, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale, 2005. P.22.

³¹¹: Source : ONS, données non parues.

Variable L_i	4.2656	1.94	1.13	7.42
----------------	--------	------	------	------

2.4. Exemple de calcul de l'effet d'un changement marginal d'une variable :

Comme nous l'avons déjà souligné, le principal avantage de l'usage d'un modèle de régression logistique (modèle logit), par rapport à un modèle probit, consiste en la facilité de calcul des effets marginaux, de la variation dans une variable explicative, sur la probabilité d'occurrence d'un certain événement, ici la probabilité d'accepter de payer un certain montant contre l'obtention d'une amélioration de la qualité de l'air.

L'impact d'une variation d'une variable explicative (∂x_i), sur la probabilité $\Pr(R = 1)$, et dans un modèle logit, est mesuré comme suit³¹² :

$$\frac{\partial P_i}{\partial x_i} = \beta_{\text{logit}} \Lambda(x_i \beta_{\text{logit}}) (1 - \Lambda(x_i \beta_{\text{logit}}))$$

La mise en pratique de cette formule est simple, en effet, l'une des caractéristiques du modèle logit est que $\Lambda(x_i \beta_{\text{logit}}) = P_i$. Les effets marginaux peuvent être calculés pour chaque individu, mais dans la pratique, ceux-ci sont

³¹²: Cadoret. I et alii, *Econométrie appliquée*, 2004, De Boeck. P. 380.

évalués au point moyen \tilde{x} et pour un niveau de probabilité initial, (dans notre cas $P_i = 0.59$)³¹³.

Calculons, par exemple, l'impact d'une variation de la variable «âge du chef du foyer», sur la probabilité de l'événement R= 1.

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_i}{\partial x_i} &= \beta_{2 \text{ logit}} \Lambda(x_i \beta_{\text{logit}}) (1 - \Lambda(x_i \beta_{\text{logit}})) = \beta_{2 \text{ logit}} * P_i * (1 - P_i) \\ &= (-0,045) * (0,59) * (1 - 0,59) = -0,0108 \end{aligned}$$

Si l'on suppose que ∂x_i est égale à -10 ans, la variation de la probabilité d'accepter le paiement est égale à : $\partial P_i = (-0,0108) * (-10) = 0,108$. Autrement dit, la probabilité d'accepter de payer pour une amélioration de la qualité de l'air, augmente de 10,8 %, lorsque l'âge moyen des chefs de foyers baisse de dix ans.

Nous ne procéderons pas au calcul des effets marginaux pour des variations des autres variables explicatives retenues pour l'estimation du modèle logistique, l'exemple numérique précédant nous a plus servi à mettre en exergue la simplicité d'appréciation des effets marginaux dans un modèle logit. En effet, comme nous l'avons déjà fait remarqué, le signe des coefficients de régression qui sont associés aux variables explicatives, est un indicateur du sens de la corrélation entre le sens d'évolution d'une de ces variables et la probabilité d'être acheteur de l'amélioration de la qualité environnementale. Il ressort de la simple observation des signes des coefficients de régression, que si des variables, purement économiques, à l'instar du revenu, ont un certain poids dans l'explication de la probabilité d'acceptation du paiement contre le changement environnemental et donc du résultat même de la valorisation de ce changement, il demeure toujours, vrai qu'une variable, purement comportementale cette fois ci, en l'occurrence la fibre environnementale, est, également déterminante du résultat. C'est-à-dire qu'au-delà de l'aspect économique, les solutions potentielles aux problèmes écologiques doivent tirer leur inspiration dans des voies sociales, comportementales, culturelles et éducatives.

³¹³: Cf. Tableau 14.

CONCLUSION

La mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente pour estimer les bénéfices que procurerait une amélioration de la qualité de l'air, plus précisément une réduction de 25% des niveaux d'exposition journaliers moyens, dans une zone d'étude couvrant six communes de la wilaya d'Alger, nous a fourni une valeur pour le CAP moyen égale à 347,18 DA. Le calcul du CAP total, à partir de la valeur du CAP moyen donne une valeur de l'ordre de 24 350 858 DA.

La très large supériorité de cette valeur eu égard à celle obtenue à l'issue de la mise en œuvre du coût économique de la maladie tient à la différence de l'étendue des bénéfices de réduction de la P.A couverts par chaque méthode, en ce sens où l'évaluation par la MEC constitue une meilleure approximation des bénéfices sanitaires attendus de l'amélioration de la qualité de l'air. Cette approche nous a surtout permis de montrer l'importance du rôle que joueront les variables comportementales et culturelles dans les solutions aux problèmes écologiques.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE :

Du point de vue de la théorie économique, la valeur économique totale d'un actif naturel se compose d'une valeur d'usage et d'une valeur de non usage. L'étude des méthodes fondées sur les différentes approches de la monétarisation des bénéfices de protection des actifs de l'environnement a montré qu'à l'exception de la méthode d'évaluation contingente, les différentes méthodes développées et utilisées pour l'évaluation monétaire des bénéfices de protection des actifs naturels ne pouvaient pas prendre en compte, du point de vue théorique, la valeur de non usage d'un actif naturel. Ce dernier constat explique la recommandation de la MEC par le NOAA, en matière d'estimation des biens naturels, partant que les autres méthodes conduisent théoriquement à une sous estimation de la VET réelle de ces biens de l'environnement et constituent, du moins, une sous estimation de la valeur obtenue par la mise en œuvre de la MEC.

L'étude des deux méthodes d'évaluation des gains de morbidité issue de l'approche par les fonctions dose réponse et de l'approche du CAP a montré que la totalité des coûts sociaux de la morbidité ne pouvait être cernée ni avec la méthode du coût économique de la maladie, ni avec la méthode d'évaluation contingente. Même s'il faut reconnaître que la méthode d'évaluation contingente constituait une meilleure approximation des coûts sociaux qu'inflige la maladie. C'est ce que nous a d'ailleurs démontré la mise en pratique de ces deux approches pour la période 2006 et sur une zone d'étude recouvrant six communes de la wilaya d'Alger. En effet, le résultat obtenu par la méthode d'évaluation contingente dépasse, très largement, celui issu de la méthode du coût économique de la maladie. Ceci était prévisible, a priori, étant donnée la différence entre l'étendue des gains de morbidité cernée par chacune des deux approches. L'hypothèse, selon laquelle le résultat issu de la méthode du coût économique de maladie était une sous estimation du consentement à payer, est vérifiée.

La mise en œuvre de la méthode du coût économique de la maladie nous a permis de connaître, dans une certaine mesure, la nature et la portée que nous

avons jugée considérable de la charge de morbidité causée par l'excédent de pollution par le NO₂. L'application de cette méthode issue de l'approche par les fonctions dose réponse, nous a fourni, grâce aux différents scénarios de dépollution mis en œuvre, une indication très précieuse relative à la politique de diminution de la pollution atmosphérique menée actuellement. En effet, cette politique visant à éviter les dépassements des seuils des valeurs réglementaires ne donne pas les mêmes bénéfices sanitaires que l'on pourrait obtenir avec une réduction de 25% de la moyenne annuelle de pollution qui a prévalu dans zone géographique regroupant les six communes d'Alger où s'est déroulait l'étude d'impact pour l'année 2006.

Alors que l'évaluation contingente issue de l'approche par le consentement à payer, c'est à dire qui concorde avec les fondements de la théorie économique générale, vise, en créant de toute pièce un marché fictif de la qualité de l'air, à connaître le consentement à payer des individus pour un changement de la qualité de cet actif. Certes, cette méthode en se basant sur les préférences individuelles déclarées, constitue l'approche qui couvre le mieux les bénéfices de morbidité procurés par la réduction de la pollution de l'air, mais ceci ne constitue pas son unique avantage. En effet, en intégrant dans les paramètres de l'évaluation les caractéristiques individuelles, cette approche nous a permis de montrer le rôle déterminant que joueront les variables socioéconomiques dans les potentielles solutions aux problèmes écologiques. Ce qui implique que la crise écologique est, avant tout, une crise humaine.

CONCLUSION GENERALE

En vertu de la compatibilité des approches liant l'état de santé général d'une population aux moteurs de la croissance endogène (dépenses publiques, recherche et développement, capital humain), l'état de santé général d'une population, au même titre que son niveau général d'éducation et/ou de formation, devient un facteur explicatif et déterminant des niveaux de croissance et de développement atteints par cette société. Les indicateurs démographiques et épidémiologiques de mortalité ou de morbidité en Algérie, prédisent la prédominance croissante des maladies non transmissibles. C'est-à-dire que le mouvement épidémiologique actuel de l'Algérie se situe en plein dans le troisième âge de la théorie de la transition épidémiologique, étape caractérisée par le développement des maladies des sociétés modernes dont celles liées à l'environnement. Dans ces conditions, de la protection des actifs de l'environnement, ressort un enjeu en termes de durabilité de la croissance.

La solution proposée aux problèmes environnementaux, dans le cadre de la théorie économique standard, consiste en la théorie de l'internalisation. En faisant abstraction de l'incertitude qui plane autour des connaissances relatives aux capacités de charge des actifs de la nature, il faut reconnaître que le niveau de pollution, déterminé par la théorie des externalités, est socialement meilleur et écologiquement plus efficace. Toutefois, la mise en œuvre du procédé de l'internalisation des externalités environnementales, nécessite la connaissance préalable des fonctions exprimant, en termes monétaires, le dommage social qu'inflige la pollution à ses victimes et le bénéfice privé qu'elle procure aux pollueurs. Pour notre part, notre étude porta sur l'évaluation monétaire des dommages que subissent les pollués, plus particulièrement, nous nous sommes intéressés aux dommages de morbidité de la pollution atmosphérique.

L'étude des deux approches a montré que la totalité des coûts sociaux de la morbidité ne pouvait être cernée, ni avec la méthode du coût économique de la maladie, ni avec la méthode d'évaluation contingente. Même s'il faut reconnaître que la méthode d'évaluation contingente constitue une meilleure approximation des coûts

sociaux qu'inflige la maladie. C'est ce que nous a d'ailleurs démontré la mise en pratique de ces deux approches pour la période 2006 et sur une zone d'étude recouvrant six communes de la wilaya d'Alger. La valeur obtenue en utilisant la MEC, pour une réduction de 25% des niveaux d'exposition moyens, s'élève à 24 350 858 DA. Le même changement estimé avec la méthode du coût économique de la maladie donne une valeur de 2 394 240 DA. L'impact global de morbidité dû à la pollution atmosphérique estimé par cette même méthode (MCEM) s'élève à 7 765 000 DA.

Le résultat obtenu par la méthode d'évaluation contingente dépasse très largement celui issu de la méthode du coût économique de la maladie. Ceci était prévisible, à priori, étant donné la différence entre l'étendue des gains de morbidité cernée par chacune des deux approches. L'hypothèse selon laquelle le résultat issu de la méthode du coût économique de maladie était une sous estimation du consentement à payer, est vérifiée.

La mise en œuvre de la méthode du coût économique de la maladie nous a permis de connaître, dans une certaine mesure, la nature et la portée que nous avons jugée considérable, la charge de morbidité causée par l'excédent de pollution par le NO₂. L'application de cette méthode issue de l'approche par les fonctions dose réponse nous a fourni, grâce aux différents scénarios de dépollution mis en œuvre, une indication très précieuse quant à la politique de diminution de la pollution atmosphérique menée actuellement. Les résultats de l'EIS indiquent que bien que la zone des six communes concernées par l'étude, ait une bonne qualité de l'air, la pollution atmosphérique a produit un impact non négligeable sur la santé des habitants, même si le niveau réglementaire n'a été dépassé que durant 7 jours seulement sur toute l'année. En effet, nous avons observé que sur les 93 admissions hospitalières attribuables à la pollution atmosphérique, 21 pour pathologies respiratoires et 72 pour pathologies cardio-vasculaires, la politique actuelle de réduction de la pollution ne permet aucun gain sanitaire, alors qu'une diminution de 25% du niveau annuel moyen s'accompagnerait d'une réduction de plus de 26% des effets sanitaires dus à la pollution atmosphérique et par conséquent une réduction en coûts monétaires dans les mêmes proportions.

Alors que l'évaluation contingente, issue de l'approche par le consentement à payer, c'est à dire qui concorde avec les fondements de la théorie économique générale, vise en recréant de " toute pièce" un marché fictif de la qualité de l'air, à faire révéler aux individus la valeur qu'ils accordent à un changement de la qualité de cet actif. Certes, cette méthode, en se basant sur les préférences individuelles déclarées, constitue l'approche qui couvre le mieux les bénéfices de morbidité procurés par la réduction de la pollution de l'air, mais ceci ne constitue pas son unique avantage. En effet, en intégrant dans les paramètres de l'évaluation les caractéristiques individuelles, cette approche nous a permis de montrer le rôle déterminant que joueront les variables socioéconomiques et culturelles dans les potentielles solutions aux problèmes écologiques. Ce qui implique que la crise écologique est, avant tout, une crise humaine.

Soulignons toutefois, que les résultats des deux évaluations réalisées dans le cadre de ce mémoire, ainsi que tout autre résultat obtenu par tout autre méthode de monétarisation des externalités environnementales, demeurent avant tout, l'expression monétaire de la variation de bien-être des individus. En ce sens où, dès lors que l'on prend en compte l'incertitude pesant sur les contraintes de régénération et capacités de charge des actifs naturels, l'issue de la mise en œuvre du procédé d'internalisation des externalités environnementales, devient incertaine et peut même aller dans le sens inverse du résultat escompté. C'est donc une logique de précaution qui devrait prévaloir. Cette dernière remarque peut être présentée sous la forme d'un pari écologique pascalien que Michel Serres (1990)³¹⁴ a clairement formalisé:

Si nous faisons le pari d'être écologiquement imprudents,
et si l'avenir nous donne raison, on ne gagne rien sauf le pari,
on perd tout si le pari est perdu;
si nous faisons le pari d'être prudents,
et si on perd le pari, on ne perd rien,
si on gagne le pari, on gagne tout.

³¹⁴: Serre. M, Le contrat naturel, 1990, François Bourin. P. 9. Cité dans Harribey. J. M, « La prise en compte des ressources naturelles dans le modèle néo-classique d'équilibre général : éléments de critique », Economies et Sociétés, série « Développement, croissance et progrès », 1997, n° 35/ 4. P.24.

Annexe n° 1

Statistiques descriptives des indicateurs de pollution

Les statistiques descriptives de la situation générale des indicateurs de la pollution atmosphérique au niveau des six communes d'Alger de la zone d'étude durant l'année 2006. Les valeurs manquantes pour l'O₃ et les PM₁₀ n'ont pas permis de réaliser les EIS pour ces éléments. Pour le NO₂ le nombre des valeurs manquantes n'a pas dépassé 25% pour l'année, et pour les saisons tropiques.

Tableau n° 1: Statistiques descriptives de l'ensembles des indicateurs d'exposition (µg/m³)

	NO2 année	NO2 été	NO2 hiver	O3 été	PM10 année	PM10 été	PM10 hiver
Nombre	304	162	142	130	85	32	53
Minimum	14	22	14	0	3	8	3
Percentile 5	28	42	24	0	3	13	3
Percentile 25	49	54	42	0	26	42	4
Médiane	61	60	64	6	48	57	42
Percentile 75	79	72	86	37	73	84	62
Percentile 95	110	116	105	138	132	149	93
Maximum	167	167	132	170	162	162	134
Moyenne journalière	65	67	64	31	51	68	41
Ecart-Type	25,2	23,3	27,2	47.4	38,4	40,3	33,9
% Valeurs manquantes	17%	11%	22%	28%	77%	83%	71%

Sour
ce : données établis par nos soins sur le logiciels EIS-PA à partir des données de l'organisme de surveillance de la qualité de l'air SAMASAFIA du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement (MATE).

Annexe n° 2

Description des stations de mesure et données météorologiques Alger en 2006

Tableau 1: description des stations du dispositif de surveillance dans la ville d'Alger

station	Localisation du site	Type de station	Polluants mesurés Depuis 2002				
Bab Oued	El CHU Maillot	Urbain de fond	CO	NO2	SO2	PM10	
1 ^{er} Mai	CHU Mustapha	Urbain de fond	CO	NO2	SO2	PM10	BTX
Ben Aknoun	Siège de la direction générale des forêts.	Trafic automobile situé à la périphérie du centre.	CO	O3	NO2	SO2	PM10
El hamma	Bibliothèque National d'El Hamma	Urbain de fond	CO	NO2	SO2	PM10	

Source : Organisme de surveillance de la qualité de l'air d'Alger, SAMASDAFIA de l'observatoire national du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement (MATE)

Tableau 2: données météorologiques

Indicateurs	Moyenne	Minimale	Maximale
Température minimale	7°	-0.5°	14°
Température maximale	30	24	44
Humidité (Hu en %)	60	57	72

Source : Samasafia, rapport annuel : réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Alger; 2006

Annexe n° 3 : caractéristiques démographiques des communes de la zone d'étude

Tableau 1: Répartition de la population de la zone d'étude par tranche s'âge, année 2006

Communes	Population 0-14 ans	Population de 15-64 ans	Population de 65 ans et +	Total
El Biar	12021	38451	3987	54459
Sidi M'hamed	19913	69591	7530	97034
Alger centre	20421	74737	7628	103 338
El Madania	13331	37814	3985	55130
El Mouradia	7014	22210	2417	31641
EL Hamma- les Annassers	13747	45254	4541	63542
Total	86447	288057	30088	404592

Source : ONS

Répartition de la population résidente par groupe d'âge et par sexe dans chaque commune de la zone d'étude.

Tableau n°2 : Commune d'Alger -centre

Ages regroupés	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
0-4ans	3 392	3 315	6 707
5-9 ans	3 317	3 280	6 597
10-14 ans	3 566	3 551	7 117
15-19 ans	4 200	4 412	8 612
20-24 ans	5 537	5 543	11 080
25-29 ans	6 336	6 471	12 808
30-34 ans	6 055	5 808	11 863
35-39 ans	3 609	3 507	7 116
40-44 ans	2 454	2 673	5 127
45-49 ans	1 979	2 873	4 852
50-54 ans	1 705	2 793	4 498
55-59 ans	2 168	2 417	4 585
60-64 ans	2 091	2 105	4 197
65-69 ans	1 714	1 582	3 296
70-74 ans	869	1 057	1 926
75-79 ans	556	677	1 232
80 & +	539	921	1 461
ND	77	188	265
Total	50 165	53 173	103 338

Tableau n°3:Commune de Sidi M'hamed

Ages regroupés	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
0-4ans	3 396	3 327	6 722
5-9 ans	3 234	3 183	6 417
10-14 ans	3 400	3 374	6 774
15-19 ans	4 092	3 929	8 020
20-24 ans	5 198	5 199	10 398
25-29 ans	6 353	6 059	12 412
30-34 ans	6 158	5 413	11 571
35-39 ans	3 748	3 387	7 135
40-44 ans	2 329	2 484	4 813
45-49 ans	1 725	2 170	3 894
50-54 ans	1 391	2 141	3 532
55-59 ans	1 602	2 188	3 790
60-64 ans	1 843	2 183	4 025
65-69 ans	1 554	1 493	3 047
70-74 ans	932	893	1 825
75-79 ans	532	611	1 143
80 & +	501	760	1 261
ND	86	167	253
total	48 074	48 961	97 034

Tableau n°4 : Commune d'El Biar

Age regroupé	Sexe		Total
	Masculin	féminin	
0-4ans	2 115	1 772	3 887
5-9 ans	2 023	1 946	3 969
10-14 ans	2 216	1 950	4 166
15-19 ans	2 421	2 339	4 760
20-24 ans	2 841	2 758	5 599
25-29 ans	3 136	3 121	6 257
30-34 ans	3 230	2 864	6 094
35-39 ans	2 205	1 860	4 065
40-44 ans	1 614	1 458	3 072
45-49 ans	1 151	1 291	2 442
50-54 ans	885	1 142	2 027
55-59 ans	960	1 142	2 102
60-64 ans	1 001	1 033	2 034
65-69 ans	835	780	1 615
70-74 ans	486	447	933
75-79 ans	311	322	633
80 & +	281	398	679
ND	48	78	126
total	27 758	26 701	54 459

Tableau n°5 : Commune d'El Mouradia

Ages regroupés	Sexe		Total
	masculin	féminin	
0-4ans	1 226	1 122	2 348
5-9 ans	1 105	1 148	2 252
10-14 ans	1 226	1 188	2 414
15-19 ans	1 347	1 422	2 769
20-24 ans	1 656	1 668	3 324
25-29 ans	1 865	1 800	3 665
30-34 ans	1 704	1 654	3 358
35-39 ans	1 157	1 142	2 299
40-44 ans	857	888	1 745
45-49 ans	726	775	1 501
50-54 ans	497	709	1 205
55-59 ans	538	636	1 174
60-64 ans	562	607	1 169
65-69 ans	449	446	896
70-74 ans	271	317	589
75-79 ans	160	199	359
80 & +	184	263	447
ND	42	85	127
total	15 573	15 985	31 642

**Tableau n° 6 :Commune
El Hamma les Annassers**

Repartition de la population résidente par tranche d'âge et par sexe commune El hamma - les Annassers			
Age regroupé	Sexe		Total
	Masculin	Féminion	
0-4ans	2 392	2 260	4 651
5-9 ans	2 274	2 223	4 497
10-14 ans	2 321	2 278	4 599
15-19 ans	2 734	2 616	5 350
20-24 ans	3 387	3 434	6 821
25-29 ans	3 929	3 836	7 765
30-34 ans	4 014	3 509	7 524
35-39 ans	2 710	2 282	4 992
40-44 ans	1 678	1 671	3 349
45-49 ans	1 160	1 401	2 561
50-54 ans	935	1 260	2 195
55-59 ans	972	1 315	2 287
60-64 ans	1 121	1 289	2 410
65-69 ans	889	921	1 810
70-74 ans	533	590	1 123
75-79 ans	314	361	676
80 & +	309	464	773
ND	56	103	159
total	31 728	31 815	63 542

**Tableau n° :7 Commune El
Madania**

Repartition de la population résidente par tranche d'âge et par sexe commune El Madania			
AGES REGROUPES	SEXE		TOTAL
0-4ans	2 219	2 175	4 394
5-9 ans	2 185	2 187	4 372
10-14 ans	2 295	2 270	4 566
15-19 ans	2 525	2 396	4 921
20-24 ans	2 873	2 859	5 733
25-29 ans	3 342	3 235	6 577
30-34 ans	3 137	2 919	6 056
35-39 ans	2 280	2 041	4 321
40-44 ans	1 482	1 445	2 927
45-49 ans	1 080	1 148	2 228
50-54 ans	695	922	1 617
55-59 ans	721	980	1 701
60-64 ans	768	966	1 734
65-69 ans	706	799	1 505
70-74 ans	472	533	1 005
75-79 ans	295	342	637
80 & +	316	411	727
ND	41	71	112
total	27 431	27 699	55 131

Tableau 8 : Répartition de la population sur la zone d'étude et densité.

Communes	Surface (Km ²)	Population (hab)	Densité (hab/Km ²)
El Biar	4.08	54 459	13 348
Sidi M'hamed	2.18	97 034	44 511
Alger centre	3.7	102 786	27 780
El Madania	2.17	55 130	25 406
El Mouradia	1.91	31 642	16 566
Hamma-annasser	2.45	63 542	25 936
Total	16.49	404592	24 537

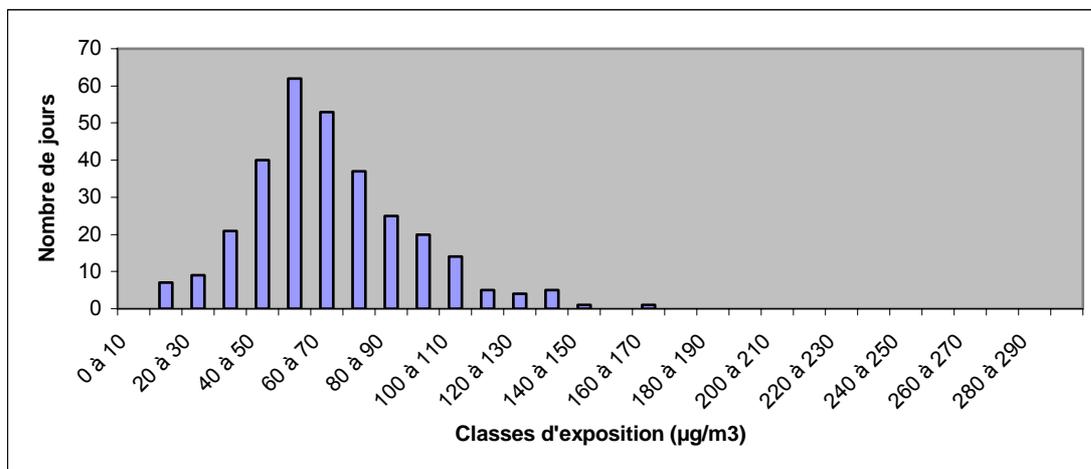
Tableau N°1 description de l'indicateur d'exposition du NO₂

Percentile 5	39.5
Percentile 25	53.0
Percentile 50	60.0
Percentile 75	70.0
Moyenne	62.1

1.3 Forme graphique de la distribution par classe d'exposition du NO₂.

La distribution des indicateurs par classe d'exposition sous forme graphique pour l'année 2006 est donnée ci-dessous. L'objectif de qualité est respecté pendant la majorité du temps.

figure n°1 : distribution par classe de l'indicateur d'exposition au NO₂ à Alger centre durant l'année 2006



1.4 Données sanitaires :

Le nombre total de cas observés que nous avons relevé directement auprès des 4 établissements hospitaliers de la zone d'études s'élève à 1049 pour toute l'année et pour la tranche d'âge de 15-64 ans :

Tableau n°

Moyenne journalière de cas observés	Nombre total de cas observés	Durée (jours) de la période d'étude
3.45	1049	304

1.5 Fonctions exposition/risque court terme

Les fonctions exposition/risques utilisées sont celles élaborées dans le cadre d'APHEA 1. Les risques relatifs établis par ces relations ont été tirés du guide méthodologique de l'InVS de 2003. Le tableau ci-dessous présente les risques relatifs d'admissions hospitalières pour pathologies respiratoires (et intervalles de confiance à 95%) estimés pour une exposition de 0-1 jour et pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux du dioxyde d'azote NO₂

1.5. Risques relatifs

Nous l'avons tiré du guide méthodologique de l'InVS 2003, Il à été établi par les relations exposition /risque élaborées dans le cadre APHEA1.

Tableau n° risques relatifs utilisés

Risque relatif utilisé		
0,997	1,002	1,007

2 Estimation de l'impact global et des gains sanitaires.

Scénario 1 : impact sanitaire global par rapport à une exposition à un niveau faible de pollution atmosphérique.

Le niveau retenu pour le NO₂ est de 10 µg/m³. Il est inférieur au percentile 5, ce qui caractérise un niveau faible de pollution dans la zone d'étude.

Scénario 2 : calcul du gain sanitaire lié à la diminution des niveaux dépassant les valeurs réglementaires en vigueur.

Le niveau de référence choisi correspond à l'objectif de qualité tel qu'il est prévu par le décret exécutif n° 06 -02 du 7 janvier 2006,

Scénario 3 : calcul du gain sanitaire lié à la diminution de 25% de la moyenne annuelle pour le NO₂.

3. Résultats

3.1.Résultats de l'EIS à court terme pour la morbidité respiratoires chez les 15-64 ans à Alger durant l'Année2006

Les résultats des calculs de l'impact sanitaire pour les trois scénarios de réduction et pour l'indicateur sanitaire de pathologie respiratoires chez les personnes âgées de 15-64 ans sont donnés le tableau avec l'intervalle de confiance à 95%.

L'impact total par rapport à un niveau très faible de pollution de 10 µg/m³ est de 12 admissions hospitalières. La réduction des niveaux supérieurs à 135 µg/m³ n'entraînerait aucun bénéfice. Alors que le gain sanitaire attendu d'une réduction de 25 % des niveaux moyens, est de 3 admissions respiratoires sur 12 soit 25 des cas attribuables à la pollution atmosphérique.

Les résultats de l'EIS sont calculés automatiquement par le logiciel à partir des données que nous avons saisies. Ils sont présentés sous forme de graphiques et de tableaux. Les graphiques expriment les résultats calculés sur la période d'étude. Le tableau donne les résultats calculés pour la période d'étude.

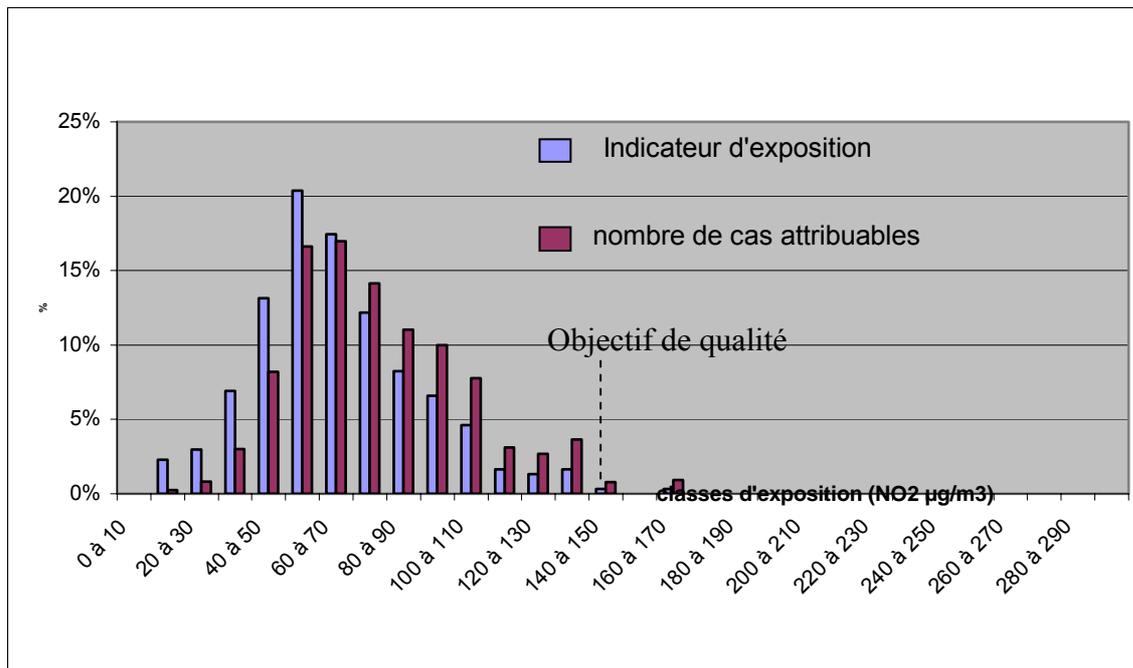
Tableau n° Résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire pour les trois scénarios

Scénarios de réduction		Nombre de cas attribuables	Intervalle de confiance à 95%	
Scénario 1 : Nombre de cas attribuables par rapport à un niveau faible de pollution ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10	11,65	-17,23	41,38
Scénario 2: Gain sanitaire attribuable à une suppression des niveaux supérieurs à ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	135	0,03	-0,05	0,11
Scénario 3 : Gain sanitaire attribuable à une diminution des niveaux moyens de (%)	25	3,40	-5,09	11,90

3.1. impact sanitaire par niveau de pollution

L'objectif de qualité annuel de $135\mu\text{g}/\text{m}^3$ du NO_2 est respecté 98% de l'année 2006. Les niveaux d'exposition respectant cet objectif de qualité sont cependant responsables de 98% des admissions hospitalières.

figure 2 : Distribution par classes des niveaux d'exposition journaliers au NO_2 et du nombre de cas attribuables associés (morbidité respiratoires 15-64 ans) Alger -Année 2006. (Scénario 1)



3.2. **Tableau pour graphe de la figure 2** : l'impact sanitaire attribuable à chaque niveau d'exposition de 10 en 10 µg/m³ est également donné dans la feuille des résultats. On observe que les jours les plus pollués (120 µg/m³ et plus) ayant les impacts journaliers les plus importants, ont une faible fréquence (2%), ce qui limite leur effet.

Tableau pour graphique A

Indicateur de pollution (µg/m³)	Nombre de jours	% de jours	Nombre de cas attribuable	% de cas
0 à 10	0	0%	0	0%
10 à 20	7	2%	0,028992433	0%
20 à 30	9	3%	0,097986526	1%
30 à 40	21	7%	0,352307084	3%
40 à 50	40	13%	0,956414873	8%
50 à 60	62	20%	1,935397733	17%
60 à 70	53	17%	1,977205773	17%
70 à 80	37	12%	1,650622654	14%
80 à 90	25	8%	1,284772287	11%
90 à 100	20	7%	1,163301732	10%
100 à 110	14	5%	0,904945958	8%
110 à 120	5	2%	0,362039253	3%
120 à 130	4	1%	0,313042266	3%
130 à 140	5	2%	0,425508595	4%
140 à 150	1	0%	0,091535459	1%
150 à 160	0	0%	0	0%
160 à 170	1	0%	0,109079699	1%
170 à 180	0	0%	0	0%
180 à 190	0	0%	0	0%
190 à 200	0	0%	0	0%
200 à 210	0	0%	0	0%
210 à 220	0	0%	0	0%
220 à 230	0	0%	0	0%
230 à 240	0	0%	0	0%
240 à 250	0	0%	0	0%
250 à 260	0	0%	0	0%
260 à 270	0	0%	0	0%
270 à 280	0	0%	0	0%
280 à 290	0	0%	0	0%
290 à 300	0	0%	0	0%
TOTAL	304	100%	11,7	100%

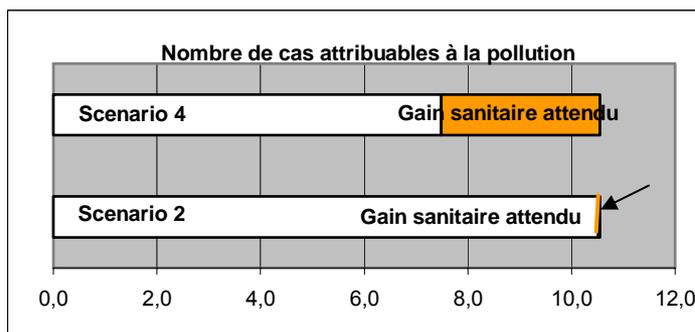
Gains sanitaires attendus de la mise en œuvre des scénarios de réduction de la pollution.

Le gain sanitaire attendu peut être représenté sous forme graphique pour les scénarios 2 et 3 comme illustré ci-dessous. La longueur de l'histogramme correspond au nombre total de cas attribuables à la pollution atmosphérique par rapport à un niveau faible d'exposition que nous

avons pris égal à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et les zones en couleur correspondent au nombre de cas évitables par les scénarios 2 et 3.

Le gain sanitaire attendu du scénario correspondant à la réduction de tous les niveaux supérieurs à l'objectif de qualité de $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$, est insignifiant, par contre, la mise en application du scénario 3 permet d'éviter jusqu'à 25% d'admissions hospitalières. Soit près de quatre hospitalisations pour pathologies respiratoires sur les

Figure : 3 Graphe des gains sanitaires obtenus (nombres de cas évitables) par les scénarios 2 et 4 par rapport au scénario 1 (nombre total de cas attribuables à la pollution par rapport à un niveau faible de pollution)



La longueur des barres de l'histogramme correspond au nombre total de cas attribuables à la pollution par rapport à un niveau faible d'exposition ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les zones en couleur correspondent au nombre de cas évitables par les scénarios 2 et 3.

Annexe 5

II. Evaluation du nombre de cas d'hospitalisations respiratoires pour la tranche d'âge 65 et plus durant l'année 2006 dans les six communes du centre d'Alger.

1. DONNEES

1.1 Indicateur de pollution : NO₂
 Période : année 2006
 Effet sanitaire : morbidité respiratoires pour la tranche d'âges 65 et plus

1.2 Description de l'indicateur d'exposition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durant l'année 2006 dans la région centre d'Alger

Les statistiques descriptives de l'indicateur d'exposition du NO₂ sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs mesurées indiquent une pollution modérée sur la zone d'étude.

Tableau n° distribution de l'indicateur d'exposition au centre d'Alger durant l'année 2006

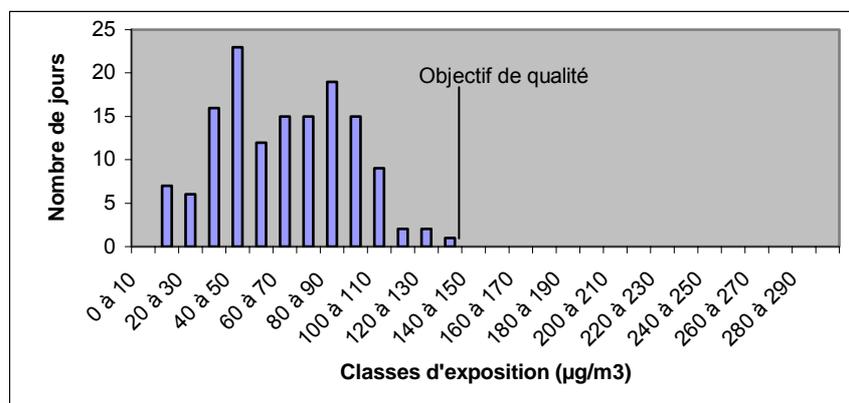
Percentile 5	25.3
Percentile 25	49.0
Percentile 50	61.0

Percentile 75	79.0
Moyenne	65.4

1.3 Forme graphique de la distribution par classe d'exposition.

La distribution des indicateurs par classe d'exposition sous forme graphique pour l'hiver de l'année 2006 est donnée ci-dessous. L'objectif de qualité de 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est respectée durant 98 % du temps de l'hiver 2006, pour le NO_2 . Pour le polluant qui nous intéresse à savoir le NO_2 , nous observons que l'objectif de qualité de 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, prévu par le décret exécutif n° 06 -02 du 7 janvier 2006, est respecté sur 98 % de l'année.

Grphe n°1 : distribution par classe de l'indicateur d'exposition au NO_2 à Alger centre durant l'hiver de l'année 2006



1.4 Indicateur sanitaire : Le nombre d'hospitalisation décomptés dans les services de soins pour pathologies respiratoires s'élève à 477 pour l'année 2006 pour les 4 C.H.U.

Tableau n° Nombre de cas observés et moyenne journalière

Moyenne journalière de cas observés	Nombre total de cas observés	Durée (jours) de la période d'étude
1.57	477	304

1.5. Risques relatifs

Nous avons tiré la valeur du risque relatif à partir du guide méthodologique de l'InVS 2003, Il à été établi par les relations exposition /risque élaborées dans le cadre APHEA1.

Tableau n° risques relatifs utilisés

Inférieur	Central	supérieur
0.996	1.004	1.012

2 Estimation de l'impact global et des gains sanitaires.

Scénario 1 : impact sanitaire global par rapport à une exposition à un niveau faible de pollution atmosphérique.

Le niveau retenu pour le NO_2 est de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il est inférieur au percentile 5, ce qui caractérise un niveau faible de pollution dans la zone d'étude.

Scénario 2 : calcul du gain sanitaire lié à la diminution des niveaux dépassant les valeurs réglementaires en vigueur.

Le niveau de référence choisi correspond à l'objectif de qualité tel qu'ils figurent dans le décret

Scénario 3 : calcul du gain sanitaire lié à la diminution de 25% de la moyenne annuelle pour le NO₂.

3. Résultats

3.1. Résultats de l'EIS, nombre de cas attribuables (NA) à la pollution atmosphérique totale et gains sanitaires obtenus pour les scénarios de réduction .

Les résultats des calculs de l'impact sanitaire total et pour les deux scénarios de réduction, pour l'indicateur sanitaire de pathologie respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus sont donnés le tableau avec l'intervalle de confiance à 95%.

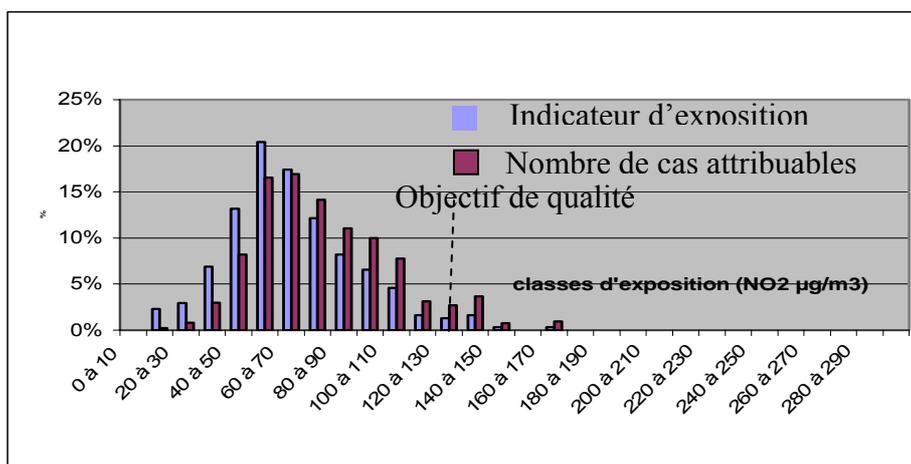
Tableau n°3 Résultats de l'EIS

scénario	NA Nombre attribuable ou gain attendu	IC 95%	
Scénario 1 : Nombre de cas attribuables par rapport à un niveau faible de pollution) 10 (µg/m ³)	10,55	-10,31	32,39
Scénario 2: Gain sanitaire attribuable à une suppression des niveaux supérieurs à 135 (µg/m ³)	0,03	-0,03	0,09
Scénario 3 : Gain sanitaire attribuable à une diminution des niveaux moyens de 25 (%)	3,06	-3,05	9,21

3.2. Impact sanitaire par niveau de pollution

Figure 2 : Distribution par classes des niveaux d'exposition journaliers au NO₂ et du nombre de cas attribuables associés (morbidité respiratoires 65ans) Alger -Année 2006. (Scénario 1)

La répartition en pourcentage des niveaux d'exposition journaliers au NO₂ et des admissions hospitalières pour motifs respiratoires est donnée en fonction des classes d'exposition.

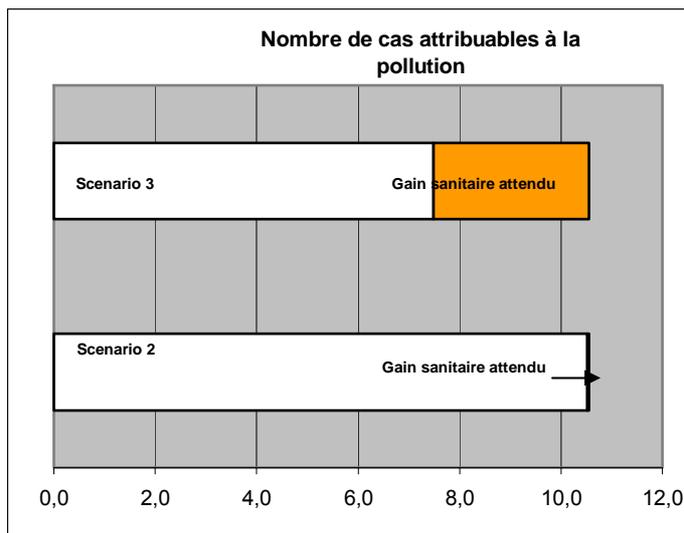


3.2. Feuille des résultats de calcul de l'impact global

Indicateur de pollution ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre de jours	% de jours	Nombre de cas attribuable	% de cas
0 à 10	0	0%	0	0%
10 à 20	7	2%	0,026088653	0%
20 à 30	9	3%	0,088257492	1%
30 à 40	21	7%	0,317603026	3%
40 à 50	40	13%	0,863089861	8%
50 à 60	62	20%	1,748393382	17%
60 à 70	53	17%	1,787740842	17%
70 à 80	37	12%	1,494041055	14%
80 à 90	25	8%	1,164040337	11%
90 à 100	20	7%	1,055016361	10%
100 à 110	14	5%	0,821477968	8%
110 à 120	5	2%	0,329016152	3%
120 à 130	4	1%	0,284728285	3%
130 à 140	5	2%	0,38740625	4%
140 à 150	1	0%	0,083415817	1%
150 à 160	0	0%	0	0%
160 à 170	1	0%	0,099655469	1%
170 à 180	0	0%	0	0%
180 à 190	0	0%	0	0%
190 à 200	0	0%	0	0%
200 à 210	0	0%	0	0%
210 à 220	0	0%	0	0%
220 à 230	0	0%	0	0%
230 à 240	0	0%	0	0%
TOTAL	304	100%	10,55	100%

Figure 3 : le graphique des gains sanitaires obtenus (nombres de cas évitables) par les scénarios 2 et 3 par rapport au scénario 1 (nombre total de cas attribuables à la pollution par rapport à un niveau faible de pollution)

Le scénario 2 de réduction des niveaux supérieurs à 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n'entraînerait aucun bénéfice. Alors que le gain sanitaire attendu d'une réduction de 25 % des niveaux moyens, est de 3 admissions respiratoires sur 12 soit 25 % du nombre de cas attribuables à la pollution atmosphérique



La longueur des barres de l'histogramme correspond au nombre total de cas attribuables à la pollution par rapport à un niveau faible d'exposition ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les zones en couleur correspondent au nombre de cas évitables par les scénarios 2 et 3.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

I : Ouvrages.

- 1 Abdelmalki L., P. Mundler, *Economie de l'environnement*, 1997, Hachette, Paris.
- 2 Assidon. E, *Les théories économiques du développement*, 2002, La Découverte.
- 3 Barre. R, Fontanel. J, *Principe de politique économique*. O.P.U.
- 4 Barbier. R, Laredo. P, *l'internalisation des déchets ; Le modèle de la communauté urbaine de Lille*, 1997, Economica
- 5 Beaumais O., Chiroleu-Assouline. M, *Economie de l'environnement*, 2001, Bréal, Paris
- 6 Beker. J, *Human Capital*, 1964, Columbia University Press.
- 7 Bejean S., *Economie de la santé : du marché à l'organisation*, 1994, Economica.
- 8 Benrham J., *An introduction to principales of morals and Legislation*, 789, London, T. Payne & Son,
- 9 Bosserelle, *Les nouvelles approches de la croissance et du cycle*, 1999. Dunod.
- 10 Burgenmeier B., *Economie du développement durable*, 2005, De Boeck, Paris
- 11 Burgel. G, *Du tiers-monde aux tiers monde*, 2002, Dunod.

- 12 Cadoret I. & alii, *Econométrie appliquée*, 2004, De Boeck.
- 13 Caire. G, *Économie de la protection sociale*, collection : Amphi Économie ; 2002 ; dirigée par Marc montoussé.
- 14 Desaignes. B, Point. P, *Economie du patrimoine naturel : La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, 1993, Economica.
- 15 Fontanel J. *Analyse des politiques économiques*, OPU, 2005.
- 16 Gauthier. G., Rochon. C, *La méthode de détermination de valeur hypothétique*, in : Gauthier. G, Thibault. M, *L'analyse coûts avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica.
- 17 Gauthier G., Thibault M., *L'analyse coûts avantages : Défis et controverses*, 1993, Economica.
- 18 Glachant M., *Introduction à l'économie de l'environnement*, 2005, CERNA, Ecole des mines de Paris décembre.
- 19 Grais B., *Méthodes statistiques*, 2000, Dunod.
- 20 Guerrien. B, *Microéconomie La théorie économique néoclassique*. La Découverte
- 21 Guerrien. B, *Macroéconomie La théorie économique néoclassique »2. Microéconomie, théorie des jeux*, La Decouverte
- 22 Hermitte M.A. et alii, *L'homme, la nature et le droit*, 1988, Christian Bourgois, Paris.
- 23 Hugrel. C, *Diagnostic environnemental par les usages*, 2000, presses polytechniques et universitaires romandes.
- 24 Hurlin. C, *Econométrie des Variables Qualitatives : Modèles à Variables Endogènes Qualitatives*, 2002, Economica.
- 25 Jounot. A. *Le développement durable 100 Questions pour comprendre et agir*, 2004, AFNOR.
- 26 Lamri. L, *Le système de sécurité sociale en Algérie : une approche économique*, 2002, OPU, Alger,
- 27 Lévêque. F, *Economie de la réglementation*, 2004, la découverte, Paris.
- 28 Little I.M.D, *A critique of welfare economics*, 1957, Clarendon Press.
- 29 Majnoni D'Intignano. B, *Economie de la santé*, 2001, Presses universitaires de France, Paris.
- 30 Mäler K.G., *Environmental Economics : A Theoretical Inquiry*, 1974, John Hopkins University Press.
- 31 Muet. P.A, *Croissance et cycles : théories contemporaines*, 1994, Economica.
- 32 Newhouse. J.P, *The economics of medical care*, 1978, Addison Wesley publishing company.
- 33 Nys J-F, *La santé : consommation ou investissement ?*, 1981, Economica.
- 34 Pearse D.W., *Environmental economics*, 1976, Longman, London.
- 35 Perroux F., *L'économie du XX siècle*, 1961.
- 36 Pigou A. C, *The economics of welfare*, 1932, Macmillan.

- 37 Piriou J. P, *Lexique de sciences économiques et sociales*, 1999, La découverte ; 2^{ème} édition.
- 38 Roche. L, Sabatini. J, Serange-Fonterme. A, *L'économie de la santé*, 1999. édition que sais-je. 4^{ème} édition
- 39 Saint Marc. P, *l'économie barbare*, office de publication universitaire.1995.
- 40 Samuelson. P.A, *Fondation of Economic Analysis*, 1947, Harvard University Press.
- 41 Schubert K., Zagamé P., 1998, *L'environnement : Une nouvelle dimension de l'analyse économique*, Vuibert, Paris.
- 42 Tanti-Hardouin N., *Economie de la santé*, 1994, Armand Colin.
- 43 Varian. H.R, *Introduction à la microéconomie*, 2003. De boeck.

II. Travaux universitaires et articles

- 1 Aderson. H.R. *et alii*, « Particulate air pollution and hospital admission for cardiorespiratory diseases : are the cklerly at greather risk? », 2003, European Respiratory Journal.
- 2 Aderson H.R. *et alii*, « Air pòllution and daily admission for chronic obstructive pulmonary disease in 6 Européan cities : résultats from the APHEA project», 1997, European Respiratory Journal, 10(5).
- 3 Arrow. K.J , Fisher A.C. , « Environmental Preservation, Uncertainty and Irreversibility », 1974, Quarterly Journal of Economics.
- 4 Quénel P. et al. « Synthèse des résultats de l'étude APHEA 1», 1998, Bulletin Epidémiologique.
- 5 APHEA2 « project. Air pollution and Health : a european Approch» , 2001, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine
- 6 Beker. G, « A Theory of the Allocation of Time », 1965, Economic Journal, 7
- 7 Berger. M.C *et alii*, « Valuing changes in Health risks: a comparison of alternative measures », 1987, Southern Economic Journal.
- 8 Caselli G., Meslé. F, Vallin. J, «Les entorses au schéma de la transition épidémiologique », 2001, Communication au Congrès International de la Population Salvador, Brésil.
- 9 Chambaretaud. S, Hartmann. L, «Economie de la santé : avancées théoriques et opérationnelles», 2004, Revue de L'OFCE 91.
- 10 Chanel. O *et alii*, « Monétarisation des effets de pollution atmosphérique sur la santé de la pollution atmosphérique, une approche européenne». CERNA,1999.
- 11 Cheriet F., «Essai d'évaluation des effets du Programme d'Ajustement Structurel sur le secteur de la santé», mémoire de Magister, Université de Bejaïa, 2001.
- 12 Couderc N et alii, « SIDA et croissance économique : le risque d'une trappe épidémiologique »

- 13 Couffignal .A et all, « Rôle de la couverture maladie dans l'insertion sur le marché du travail », 2002.
- 14 Darbon S., A. Letourmy, 1983, « La microéconomie des soins médicaux doit-elle être nécessairement d'inspiration néoclassique ? », Sciences Sociales et Santé, vol.1, n°2
- 15 Décloître F . «*Impact des facteurs alimentaires sur les mécanismes de la cancérogenèse*». 1992
- 16 Fellah. L, Etude exploratoire du système de prévention algérien : Déterminisme et problématique, Thèse de Doctorat en sciences économiques, Université de Montesquieu Bordeaux IV, 1998.
- 17 Glorennec. P *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Guide méthodologique », Institut de veille sanitaire (InVS), juillet 1999.
- 18 Godard O, 2005, « Les trois courants complémentaires de l'économie de l'environnement : une lecture systémique », Cahiers d'épistémologie, n° 332, Groupe de Recherche en Epistémologie Comparée, Université de Montréal, Québec.
- 19 Godard O., « la pensée économique face à la question de l'environnement », 2004, Cahier n°2004-025, Ecole polytechnique, centre national de recherches scientifiques
- 20 Grmek M., « Préliminaire d'une étude historique des maladies », Annales de l'ESC, n°24, 1969, pp. 1437-1783.
- 21 Grossman M., 1972, « On the concept of Health capital and the demand for Health », journal of political economy, vol LXXX n°2.
- 22 Hardin G., « The tragedy of the commons », 1968, Science,
- 23 Harribey J.-M., 1997, « La prise en compte des ressources naturelles dans le modèle néo-classique d'équilibre général : éléments de critique », Economies et sociétés, série « Développement, croissance et progrès », n° 35/ 4.
- 24 Hotelling H., 1931, « The economics of exhaustible resources », Journal of Political Economy, n° 39, 2.
- 25 Le Tertre. A *et alii*, « Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities», Journal of Epidemiology & Community Health, Octobre 2002, n° 56 (10). P.774.
- 26 Prévost Jean, Sophie Larrieu et Laurent Filleul. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine de Pau.
- 27 Kaddar. M., « La réforme des systèmes de santé au Maghreb : contexte, succès et défis actuels », 2001. Communication au Colloque : Gestion et réformes hospitalières dans les pays en développement ou à revenus intermédiaires, Sidi Belabes.
- 28 Kenneth. Arrow, « Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care », 1963, American Economic Review.
- 29 Krutilla J.A., « Conservation reconsidered », 1967, American Economic Review, 57 n°4
- 30 Krzyzanowskt M. « Méthods for assessing the extent of exposureand effect of air pollution», 1997, Occupation Environnemental Medicine.
- 31 Lancaster K. J, « A new approach to consumer theory », Journal of Political Economy, n°2, Avril

- 32 Pascal. L *et alii*, « Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Actualisation du guide méthodologique et manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0.», Mars 2003, Institut de veille sanitaire (InVS),
- 33 Pope. C.A, *et alii*. « Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long term exposure to fine particulate air pollution, », 2002, Journal Air & Waste Management Association », 287 (9).
- 34 Maddisson D. «Valuing Morbidity Effects of Air Pollution », 1997, Memo United Kingdom .
- 35 Meslé F., Vallin J., « Transition sanitaire : bilan et perspectives », Médecine et science, 2000, n° 11. p1161
- 36 Mumford L. What is a city ? », Architectural record, n°82, 1937, cité dans « Le plan d'action des villes pour la santé et le développement durable », 1997, collection européenne : Développement durable et santé, n° 2.
- 37 Nicolas J. P. *et alii*. 10 ans de monétarisation, SFSP, 1996
- 38 Olshansky J., Ault B., « The fourth stage of the epidemiologic transition : the age of delayed degenerative diseases », The Milbank Quarterly, 1997, Vol 64, n° 3,
- 39 Omran A.R., « The epidemiologic transition : a theory of the epidemiology of population change », 1971, Milbank Memorial Fund Quarterly.
- 40 Phelps C.E., J.P. Newhouse, « Coinsurance, the price of demand and the demand for the medical care », 1974, Revue of Economics and Statistics, Vol LVI, n°3.
- 41 Quenel P. et al. Synthèse des résultats de l'étude APHEA. Bulletin Epidémiologique hebdomadaire 1998. 2
- 42 Ridker et Henning, «The determinants of residential property values with special reference to air pollution», 1967, Review of Economics and Statistics
- 43 Saint-Paul.G, « Les nouvelles théories de la croissance et leurs implications pour la politique économique et l'analyse de la concurrence internationale », 1996, Revue française d'économie, Vol XI, 3.
- 44 Samuelson P.A., « The pure theory of public expenditure », Revue of Economics and Statistics, 1954 n°36.
- 45 Spix C. «Short-term effects of pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe : a quantitative summary of Aphéa study results; Air pollution and health: a European approach, 1998, Arch Environ health, 53(1) ; 54-64
- 46 Tlilane-Kaid. N, «Le système de santé algérien entre efficacité et équité. Essai d'évaluation à travers la santé des enfants : enquête dans la wilaya de Bejaia », Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université d'Alger
- 47 Terra S., «Guide pour l'élaboration de cahiers des charges pour des études de valorisation des dommages et aménités environnementales», 2005, document de travail, série 05-M02, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation environnementale.
- 48 Vilco. C, Lecllet. H, « Les indicateurs qualité en santé », 2001. Afnor pratique
- 49 Weisbrod B. A, « Collective consumption, of individual goods », Quarterly journal of Economics, vol. LXXVIII, n° 3, 1964.

- 50 Weisbrod B., « Collective-consumption services of individual-consumption goods », 1964, Quarterly Journal of Economics.
- 51 Zmirou. et Al. Méta-analyse et fonction dose-réponse des effets respiratoires de la pollution atmosphérique. Revue d'épidémiologie et de Santé publique 1997 ; 45 :293-304.
- 52 Institut de Veille Sanitaire. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain.. Juin 2002

III Rapports et documents officiels :

- 53 ADEME - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (France) « Recommandations du groupe de travail « caractérisation des sites » : classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air ». 1998, 70.
- 54 Bolt K., Ruta G., Sarraf M., «Evaluer les coûts de la dégradation environnementale : Manuel de formation », 2005, Banque Mondiale Département Environnement.
- 55 Décret n°02-06, juillet 2006, de la république algérienne ; journal officiel n° 1426
- 56 INSP, Relevé Épidémiologique annuel. Situation épidémiologique de l'année 2003.
- 57 INSP, Institut national de santé publique : Généralisation du certificat de décès, 2006.
- 58 MATE: Plan national d'action pour l'environnement et le développement durable (PNAE-DD), Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- 59 Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), (2002).
- 60 MATE : Rapport National sur l'Etat et l'Avenir de l'environnement (RNE 2000).
- 61 Ministère de l'Emploi et de la Solidarité : Haut Comité à la Santé Publique, Rapport de juin 2000. France.
- 62 MSPRH : Institut National de la santé Publique ; unité Santé Environnement Bilan des données de pollution par les poussières (PM10) au niveau d'Alger de 2001 à 2006. INSP Alger Février 2007.
- 63 PSAS -9 phase II Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain –InVS
- 64 MSPRH : Rapport annuel du ministère de la santé de la population et de la réforme Hospitalière du 7 avril 2003.
- 65 MSPRH : Données issues de l'Enquête Nationale sur la mortalité maternelle en Algérie, 1999, INSP, cité dans La santé des Algériennes et des Algériens, décembre 2004,
- 66 MSPRH : Institut National de la santé Publique ; unité causes de décès. Amélioration du certificat de décès. Décembre 2006.
- 67 MATE : Bulletin annuel 2004 du réseau de surveillance de la qualité de l'air Samasafia. p. 21
- 68 O.M.S. Guide des normes OMS. [http : crdp ; ac – amiens. fr /edd/seminaire htm](http://crdp.ac-amiens.fr/edd/seminaire.htm)
- 69 OMS: Rapport sur l'épidémiologie mondiale, 2006.
- 70 OMS « Développer les capacités productives : le rôle de la santé », troisième conférence de nations unis sur les pays les moins avancés, mai 2001, Bruxelles

- 71 ONU, Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1988, Notre avenir à tous (Rapport Brundtland).
- 72 Rabl A, Spadaro J.V et Desaignes B, 1998, Analyse cout-bénéfice des politiques de la lutte contre la pollution: validation d'outils à partir du cas de la pollution patriculaire de l'air en Ile-de-France, Rapport final du Centre d'energetique, Septembre.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I : APPROCHE THEORIQUE DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT	
INTRODUCTION DE LA I^{ère} PARTIE	7
CHAPITRE 1 : LA NATURE DANS LA PENSEE ECONOMIQUE	9
Introduction	9
I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT	10
1. Les ressources naturelles	10
1.1 Les ressources non renouvelables	10
1.2 Les ressources renouvelables	13
2. Les biens collectifs	16
3. Les externalités	17
II. LE DEVELOPPEMENT DURABLE.	21
1. Historique et caractéristiques du développement durable.	22

2. La remise en question de la théorie des externalités.	24
3. Une comparaison illégitime.	29
Conclusion	29

CHAPITRE 2 : STATUT DU BIEN SANTE : CONSOMMATION OU INVESTISSEMENT ?

Introduction	31
I. LES MODELES THEORIQUES DE LA DEMANDE DE SANTE	32
1. les principaux attributs du bien santé	32
1.1. L'imperfection et la symétrie de l'information	32
1.2. L'existence d'effets externes	34
2. Le modèle du patient consommateur	36
3. Le modèle issu de la théorie du capital humain	38
II. LA RECIPROCITE DE L'EFFET DE CAUSALITE SANTE- CROISSANCE	41
1. La croissance et ses effets sur la santé	42
1.1. Les conditions générales de vie	42
1.2. La prise en charge des catégories vulnérables et la promotion de l'éducation	43
1.3. L'atténuation des inégalités dans la distribution des revenus	44
1.4. La vie urbaine	45
1.1. Les transitions et régressions économiques	46
2. La santé facteur de croissance et de développement	48
2.1. La croissance endogène	49
2.2. Les facteurs générateurs de croissance endogène et la santé	50
2.2.1. Dépenses publiques et santé	50
2.2.2. Capital humain et santé	51
2.2.1. Recherche et développement (R&D) et santé	52
III. LA TRANSITION EPIDEMIOLOGIQUE	53
1. La théorie de la transition épidémiologique et ses étapes	53
2. Leçons de l'histoire	55
3. Situation épidémiologique en Algérie	57
Conclusion	59

CONCLUSION DE LA Ière PARTIE 60

PARTIE II : MONETARISATION DES GAINS DE MORBIDITE ASSOCIES À LA REDUCTION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS SIX COMMUNES DE LA WILAYA D'ALGER

INTRODUCTION DE LA II^{ème} PARTIE 62

CHAPITRE 3 : LES FONDEMENTS THEORIQUES ET LES METHODES DE VALORISATION DES BENEFICES DE PROTECTION DES ACTIFS NATURELS	65
Introduction	65
I. LES PRE REQUIS THEORIQUES DE LA MONETARISATION DES GAINS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	66
1. La mesure ordinaire de la variation du surplus	66
2. Les mesures compensées de la variation du surplus	69
3. Les actifs naturels et la mesure de la variation du surplus	70
4. La divergence entre consentement à payer et consentement à recevoir	73
II. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRES DES BENEFICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	74
1. Les composantes de la valeur économique d'un actif naturel	75
1.1. La valeur d'usage	75
1.2. La valeur de non usage	75
1.2.1. La valeur d'existence	76
1.2.2. La valeur d'option	76
1.2.3. La valeur de quasi option	77
2. Les méthodes fondée sur les marchés de substitution	78
2.1. La méthode des coûts de déplacement	79
2.2. La méthode des dépenses de protection	80
2.3. La méthode des prix hédonistes	82
3. La méthode d'évaluation contingente	83
4. La méthode des transferts de bénéfices	85
5. Le passage par des fonctions dose-réponse	85
III. LES METHODES D'EVALUATION MONETAIRES DES BENEFICES DE SANTE PROCURES PAR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	87
1. Les méthodes de monétarisation des gains de mortalité attribuables à une amélioration de l'environnement	88
1.1. La méthode des pertes de production	88
1.2. L'approche des pertes de consommation	90
1.3. L'approche du consentement à payer	91
1.3.1. La méthode des différentiels de salaires	92
1.3.2. Les méthodes basées sur les études de consommation	93
1.3.3. La méthode d'évaluation contingente	94
2. Les méthodes de monétarisation des gains de morbidité attribuables à une amélioration de l'environnement	95
2.1. La méthode du consentement à payer	97
2.2. La méthode du coût économique de la maladie	99
Conclusion	99

CHAPITRE 4 : EVALUATION DU COUT ECONOMIQUE DE LA MALADIE	101
Introduction	101
I. PRESENTATION DE LA METHODE	101
II. SELECTION DE LA ZONE D'ETUDE, CONSTRUCTION DES INDICATEURS ET METHODE DE CALCUL	106
1. Choix de la zone d'étude	107
1.1. Critères de choix de la zone d'étude	107
1.1.1. Critère géographique	107
1.1.2. Critères relatif à la population et aux déplacements	107
1.1.3. Critères relatif à la mesure de la qualité de l'air	108
1.2. Vérification des critères de sélection de la zone d'étude	108
2. Construction des indicateurs d'exposition et sanitaires et choix des risques relatifs	113
2.1. Cles indicateurs d'exposition	113
2.2. Choix des relations exposition risque	116
2.3. Construction des indicateurs sanitaires	119
3. Méthode de calcul	121
III. RESULTATS DE L'EIS ET MONETARISATION	123
1. Description de la distribution et résultats de l'EIS	124
1.1. Description de la distribution du NO ₂ et choix des scénarios de réduction de la P.A	124
1.2. Résultats de l'EIS	127
1.2.1. Scénario 1 : L'estimation de l'impact sanitaire global associé aux niveaux journaliers de pollution atmosphérique	127
1.2.2. Scénario 2 : Calcul des gains sanitaires liés à la diminution des niveaux dépassant les valeurs réglementaires en vigueur	128
1.2.1. Scénario 3 : Gains sanitaires liés à la diminution des de pollution jusqu'au niveau du percentile P75 (80 µg/m ³)	129
1.2.1. Scénario 4 : Gains sanitaires liés à la diminution de 25% de la moyenne annuelle de la pollution par le NO ₂	130
2. Monétarisation de l'impact sanitaire du à la pollution atmosphérique	132
Conclusion	136
 CHAPITRE 5 : L'EVALUATION CONTINGENTE	 138
Introduction	138
I. L'ENQUETE	139
1. Détermination de a population concernée	145
2. Choix du mode de l'enquête et taille de l'échantillon	146
3. Rédaction du scénario de l'évaluation contingente	149

3.1. Identifier et d'écrire le changement à valoriser	149
3.2. D'écrire la façon dont l'amélioration est le support de paiement	151
4. Rédaction de la question valorisation et des questions auxiliaires	152
II. APPROCHE PAR LA FONCTION D'UTILITE ALEATOIRE ET PRESENTATION DES RESULTATS	154
1. L'approche par la fonction d'utilité aléatoire	155
1.1. Principe de l'approche	155
1.2. Spécification de la forme fonctionnelle du modèle d'utilité	159
2. Présentation des résultats	159
2.1. Calcul des coefficients de	160
2.2. Significativité du modèle de probabilité estimé	162
2.3. Calcul du CAP moyen et du CAP total	163
2.4. Exemple de calcul de l'effet d'un changement marginal d'une variable	164
Conclusion	166
CONCLUSION DE LA II^{ème} PARTIE	167
CONCLUSION GENERALE	169
ANNEXES	172
BIBLIOGRAPHIE	193
TABLE DES MATIERES	199
RESUMES	203

RÉSUMÉ

L'apparition des nouvelles théories de la croissance endogène a été à l'origine de la reconsidération de l'état de santé en tant que facteur déterminant de la croissance et du développement des nations. Selon l'actif naturel considéré, un changement de la qualité de celui-ci est plus ou moins déterminant de l'état de santé général des populations. C'est donc d'un enjeu en termes de facteurs de croissance et de développement que relève la protection des actifs naturels.

En faisant abstraction de l'incertitude qui règne autour des connaissances inhérentes à l'évolution des "capacités de charge" des actifs environnementaux, il faut reconnaître que la mise en œuvre du procédé de "l'internalisation des externalités" qui constitue la solution préconisée par la théorie économique standard aux problèmes environnementaux, conduit à une situation socialement et écologiquement plus efficace. Cependant, la mise en œuvre de ce procédé théorique

nécessite que soient connus les fonctions du coût qu'inflige la pollution et du bénéfice qu'elle procure.

Nous avons essayé de mettre à l'œuvre deux méthodes d'évaluation monétaire des gains de morbidité escomptés de l'amélioration de la qualité de l'air. Ces deux méthodes sont issues de deux approches fondamentalement différentes. La méthode du coût économique de la maladie qui se fonde sur une approche par les fonctions "dose réponse" et la méthode d'évaluation contingente qui se fonde sur une approche par le "consentement à payer". Si chaque méthode se heurte aux limites propres à l'approche dont elle est issue, les avantages de chaque approche sont également spécifiques. Cette spécificité rend les deux approches complémentaires en matière de politiques de protection de l'environnement dont l'évolution affectera dans différentes mesures mais certainement celle de ce facteur déterminant de la croissance qu'est l'état de santé général de la population.

Mots clés : pollution atmosphérique, pertes sanitaires, évaluation monétaire, développement durable, Algérie, Alger.

ABSTRACT

The appearance of the new endogenous theories of growth was at the origin of the reconsideration of the health as a factor determining of the growth and the development of the nations. According to the natural goods considered, a change of the quality of this one is more or less determining health general of the populations. It is thus of a stake in terms of development and growth promoters which protection raises of the natural credits.

By disregarding uncertainty which reigns around knowledge inherent in the evolution of the "load capacities "of the environmental credits, it should be recognized that the implementation of the process of "the internalisation of the externalities "which constitutes the solution recommended by the standard economic theory with the environmental problems, led to a situation socially and ecologically more

effective. However, the implementation of this theoretical process requires that the functions of the cost are known which inflicts pollution and of the benefit that it gets.

We tried to put at work two methods evaluation monetary of the discounted profits of morbidity of the improvement of the quality of the air. These two methods result from two basically different approaches. The method of the economic cost of the disease which is based on an approach by the functions "proportions answer" and the method evaluation contingent which is based on an approach by the "assent to pay ". If each method runs up against the limits suitable for the approach from which it results, the advantages of each approach are also specific. That specificity makes the two approaches complementary as regards policies of environmental protection whose evolution will affect in various measurements but certainly this determining factor of the growth, the health general state.

Key words : atmospheric pollution, monetary assessement, health impact, sustainable development, Algeria.

ملخص

ظهور نظريات النمو الداخلي الجديدة كانت في أصل إعادة النظر في الصحة كعامل في نمو و تطور الأمم.

حسب المورد الطبيعيّ المعتبر, تغير في نوعية هذا الأخير يؤثر في نسب مختلفة على صحة السكان. من حماية الموارد الطبيعيّة يتخرج رهان في تطوير و نموّ الأمم.

تجريد الارتياح الذي يسود حول معرفة " قدرات تحمل " الموارد البيئيّة, يفرض علينا الاعتراف بأنّ الحل المقترح من طرف "النظرية الاقتصادية العامة" يؤدي إلى تحسن نوعية البيئيّة والرخاء الجماعي. لكن تطبيق هذا الحل يتطلب معرفة دالتى تكلفة و فائدة تلوث الهواء.

حاولنا في هذا العمل تطبيقَ طريقتان تقييم نقدية لفوائد المرض المنتظرة من تحسن نوعية الهواء. هاتان الطريقتان مختلفتان أساسياً طريقة التكلفة الاقتصادية للمرض التي تعتمد علي الدالات "معيار- جواب " وطريقة التقييم الخيالي التي أساسها "الرغبات المعلنة" للحصول علي التغير في نوعية الهواء. كلاّ الطريقتان تلتقيان بالحدود الخاصة بالمقاربة التي تعتمد عليها, لكن كلاّ الطريقتان تكسب كذلك ميّزات خاصة. هذا الاختصاص في الميّزات يجعل المقاربتان متمّتان في إطار توجيه سياسات حماية الموارد الطبيعيّة, حماية يتخرج منها رهان في تطوير و نموّ الأمم