

L'approche en Coût Global : Éléments de méthodologie, critères d'arbitrage et démarche d'évaluation dans le champ de la construction

Haitham Joumni est docteur ès sciences économiques. Il est chercheur au département Economie et Sciences Humaines du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) où il participe à différentes études et coordonne plusieurs projets de recherche dans le domaine de l'économie de l'environnement, de la construction et de l'énergie. Il est également coordinateur du programme économie du CSTB.

INTRODUCTION

Avec un taux de rejet en gaz à effet serre avoisinant 25 % des rejets globaux, le bâtiment représente la deuxième source d'émission nationale. Cette particularité replace ce secteur au cœur des stratégies nationales et européennes de lutte contre les changements climatiques, particulièrement celles visant l'objectif des 3 x 20 (20% de production électrique renouvelable, 20 % en efficacité énergétique, 20% de réduction en Gaz à Effet de Serre). Il en est de même à l'échelle planétaire où les potentialités de réduction de ce secteur paraissent considérables. Selon un rapport du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'exploitation des potentialités existantes dans le domaine du bâtiment permettraient d'atteindre 3 fois les objectifs de Kyoto¹. Ce rapport est venu appuyer les conclusions GIEC dont les études ont démontré d'importantes capacités de réduction avec pour certaines des réductions à coûts négatifs².

¹ Unep : *Assessment of policies instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings*, United Nations Environment Program, (2007).

² Giec : Bilan 2007 des Changements Climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), Genève, 2007.

Partant de ce constat, deux questions nous semblent fondamentales : comment optimiser les potentialités de réduction existantes en CO2 aux coûts les plus faibles pour l'ensemble de la communauté ? Et comment orienter l'évolution du secteur de la construction vers des pratiques permettant de s'adapter à des exigences de consommation énergétique et d'émissions en CO2 de plus en plus contraignantes ? Les réponses à ces deux questions ne semblent pas évidentes, mais il convient de constater que certaines démarches d'aide à la décision peuvent apporter un éclairage significatif en termes de méthodologies et de prospective pour des pratiques plus vertueuses dans le secteur de la construction. C'est en ce sens que l'approche appelée « démarche en coût global » apparaît comme un instrument d'évaluation permettant d'apprécier les coûts et bénéfices issus de la construction et de l'exploitation d'un bâtiment sur sa durée de vie. Elle offre en conséquence un cadre d'analyse permettant d'appréhender et d'estimer les catégories de coûts liées : (i) à l'usage du bâtiment ; (ii) aux effets des changements techniques des filières ; (iii) et aux contraintes réglementaires.

Elle permet en outre de comparer ces coûts à l'ensemble des bénéfices relatifs aux pratiques les plus vertueuses et aux différentes incitations financières et fiscales accompagnant leurs mises en œuvre. Elle offre ainsi un outil d'aide à la décision pertinent au sens où elle clarifie de manière prévisionnelle l'ensemble des coûts et des bénéfices caractérisant le cycle de vie d'un ouvrage facilitant ainsi l'arbitrage économique qui en découle. Néanmoins, la mise en place de la démarche en Coût Global reste largement tributaire de la maîtrise de l'information dans des configurations d'échelles assez larges. En effet, un ouvrage dispose d'une durée de vie moyenne estimée à cent ans ce qui rend les évaluations économiques assez fragmentaires dans des dimensions de temps aussi étendue. Il en est de même par rapport à l'échelle de l'espace. Le périmètre d'évaluation des impacts socioéconomiques et environnementaux d'un ouvrage peut être limité au périmètre de la construction ou de l'exploitation, comme il peut être engagé dans une dimension globale allant de l'extraction des matières premières jusqu'à la phase de déconstruction de l'ouvrage et de réhabilitation du terrain. Dans ces conditions, l'estimation des coûts et des bénéfices passe par l'intégration d'informations difficilement maîtrisables comme l'évolution à moyens et longs termes des prix, des taux d'actualisation et des

taux inflation relatifs (prix des énergies, coûts d'exploitation, coûts de maintenance, etc.)³.

Cet article cherche à expliciter la démarche en coût global et les enjeux caractérisant sa mise en œuvre pour les acteurs de l'immobilier. Après une présentation des éléments méthodologiques de cette démarche et de son périmètre d'application, nous chercherons à apporter une analyse de sa mise en œuvre. L'objectif étant de clarifier les principaux paramètres d'arbitrage et d'étudier l'importance et l'effet des choix des taux d'actualisation, des taux d'inflation différentiels ainsi que des perspectives de valorisation monétaire de certains effets externes sur l'évolution des coûts et des bénéfices par rapport aux choix techniques opérés. Nous nous référerons tout au long de cet article aux dernières recommandations de la Norme⁴ ISO 15686 dans sa partie 5 sur le Coût Global.⁵

1. LES FONDEMENTS METHODOLOGIQUES DE L'APPROCHE EN COUT GLOBAL : INTERET ET FINALITE

L'une des principales contraintes du champ de la construction a toujours résidé dans la difficulté de maîtriser les coûts et bénéfices différés du cycle de vie d'un ouvrage. Les contraintes environnementales et plus globalement l'élargissement du concept de développement durable au champ de la construction ont accentué l'intérêt d'une évaluation quantitative et qualitative des événements intervenant à moyens et longs termes par rapport aux choix effectués aujourd'hui en vue d'intégrer dans le calcul économique l'ensemble des coûts et bénéfices (économiques, environnementaux et sociaux). Concrètement il s'agira d'anticiper dès la phase de conception d'un ouvrage les contraintes, les coûts et les bénéfices de son fonctionnement, de son entretien et de son

³ O. Catarina, H. Joumni : *Analyse critique de la norme ISO et étude de faisabilité d'un outil d'aide à la décision intégrant l'analyse en coût global pour les investissements public*, Rapport de recherche pour la DAEI, Département Economie et Sciences Humains, CSTB, Paris,(2008).

H. Joumni : *Les instruments d'appui au développement des énergies renouvelables dans les PED: analyse comparative dans le cadre du développement durable et du protocole de Kyoto*, Thèse de Doctorat ès sciences économiques, Université de Versailles, 2007.

⁴ ISO/DIS : *Bâtiments et biens immobiliers construits-prévisions de la durée de vie- Partie 5 : Approche en Coût Global*, Comité technique ISO/TC 59, Organisation Internationale de Normalisation, (2008).

⁵ Cet article reprend une partie des conclusions d'une recherche réalisée pour la DAEI du MEDDEM et qui porte sur l'analyse critique de la norme ISO 15686-5 et de ses modalités de transposition au contexte français dans le cadre des investissements publics. Pour une évaluation exhaustive de cette norme voir Catarina et Joumni (2008).

maintien en état opérationnel d'usage et de services correspondant à ses fonctions.

L'approche en coût global vise donc à proposer au maître d'ouvrage ou au gestionnaire une analyse économique permettant d'estimer les coûts et les bénéfices intervenant sur l'ensemble du cycle de vie d'un ouvrage et de mieux prendre en compte leurs impacts dans leur choix d'investissement. Ce choix reste motivé essentiellement par la volonté de minimiser les coûts afférant à l'ouvrage tout en maximisant les bénéfices potentiels liés à son exploitation. Un tel exercice suppose l'intégration, dans le cadre d'une approche coût-bénéfices, des décisions d'investissement sur une échelle temporelle englobant les différentes phases du cycle de vie d'un ouvrage⁶ (Baumol et Oates, 1988 ; Unep, 2007). Cela revient à redéfinir une nouvelle méthode d'évaluation économique des projets capable de s'inscrire dans des schémas d'évaluation étendus de temps et d'espace. La maîtrise du coût global a ainsi évolué passant d'une approche réduite à la comptabilisation des coûts d'investissement et d'exploitation-maintenance à une évaluation plus élargie. Celle-ci cherchera à intégrer non seulement les paramètres conditionnant la totalité des coûts sur l'ensemble du cycle de vie mais aussi les paramètres affectant la totalité des bénéfices potentiels. Cela implique d'estimer à termes l'ensemble des composantes pouvant intervenir à chaque étape du cycle de vie et pouvant conditionner l'évolution des coûts et des bénéfices. C'est en ce sens, que l'une des phases primordiales de cette approche est la circonscription du champ de l'analyse. Il s'agit concrètement de définir à la fois le périmètre spatial de l'évaluation et la durée temporelle de l'analyse économique qui lui sera appliqué.

1.1 Le périmètre de l'analyse en coût global : trois niveaux d'échelles

Le périmètre d'analyse peut être défini à partir de différentes échelles spatiales qui délimitent les frontières des événements intervenant le long d'un cycle de vie d'un ouvrage, et conditionnent en conséquence les coûts et bénéfices qui s'y rapportent. La littérature économique s'accorde néanmoins à caractériser trois niveaux d'échelles⁷. Le premier niveau appelé «coût global élémentaire » est exclusif au périmètre de l'ouvrage. L'évaluation portera alors

⁶ W.Baumol, W.Oates: *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press, UK, (1988),

Unep: *Assessment of policies instruments for reducing greenhouse gas emissions from buildings*, United Nations Environmental Program, (2007).

⁷ MIQCP : *Ouvrages Publics et Coût Global, Une approche actuelle pour les constructions publiques*, Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques (MIQCP), Paris, (2006).

sur les paramètres conditionnant les coûts différés de la construction – maintenance en plus des coûts d’investissement.

Le deuxième niveau d’échelle fait référence à la démarche en « coût global Elargi ». En plus d’estimer les coûts relatifs aux phases d’investissement et d’exploitation-maintenance, l’évaluation est élargie à des facteurs supplémentaires pouvant affecter certaines catégories de coûts et de bénéfices potentiels. Parmi ces facteurs figurent l’effet des choix architecturaux initiaux sur le cadre de travail à l’intérieur des bâtiments, les risques sanitaires et environnementaux afférant aux conditions de travail, à la baisse de la productivité, à l’absentéisme ou encore à la détérioration du bien être des occupants. Ainsi que le rappelle MIQCP⁸, il ne s’agit plus de raisonner uniquement par rapport aux coûts et/ou aux valeurs patrimoniales des ouvrages mais de prendre également en considération l’effet des choix et des décisions à la fois sur les personnes qui utiliseront l’ouvrage et sur les biens corporels et incorporels qu’ils peuvent abriter (patrimoines culturels, matériaux coûteux, sites classés, etc.).

Le troisième niveau d’échelle est celui du « coût global Partagé ». Il représente le périmètre spatial le plus élargi au sens où le bâtiment est perçu non seulement comme une structure répondant à des besoins d’usage, de services et/ou de production mais également comme une structure productive disposant de fortes interactions avec les sphères sociales, environnementales et économiques. Le concept de développement durable est ainsi fortement interpellé puisqu’il s’agit d’estimer les coûts et les bénéfices sur l’ensemble du cycle de vie de l’ouvrage en intégrant les coûts et bénéfices économiques sociaux et environnementaux (rejets en gaz à effet de serre, consommation et production énergétique, risques sanitaires, qualité de l’air à l’intérieur, etc.).

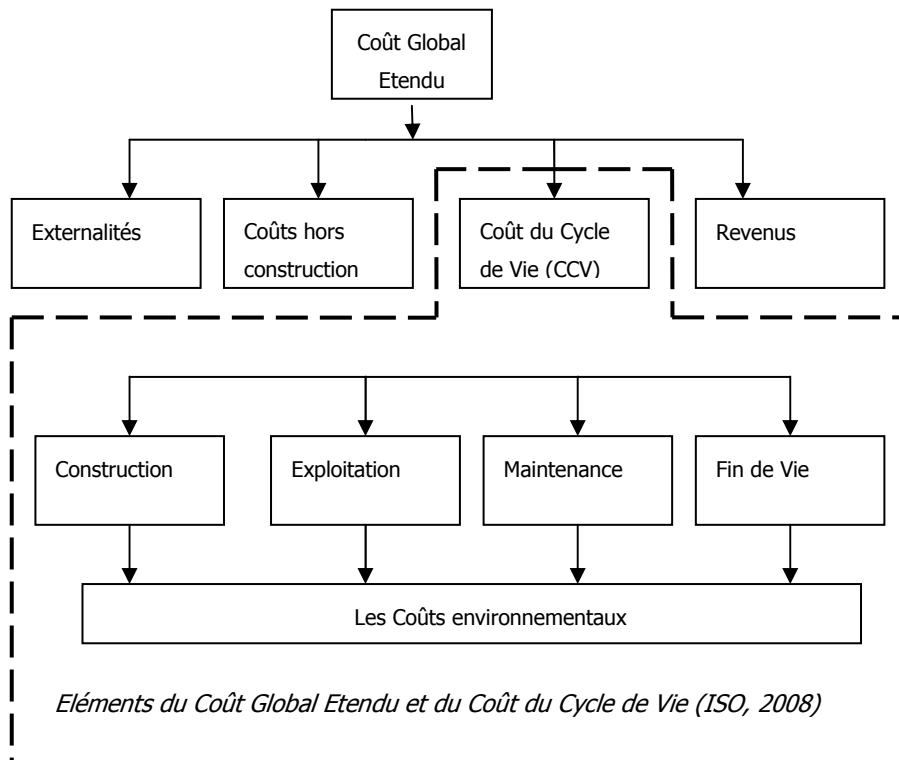
Nous retrouvons les grandes lignes des champs de ces trois niveaux d’échelle proposée par la MIQCP, dans la dernière norme ISO 15686 dans sa partie 5 relative au Coût Global⁹. En empruntant des terminologies différentes, celle-ci identifie deux échelles spatiales pour le calcul des coûts et bénéfices. Elle établit ainsi une délimitation des catégories de coûts entrant dans le calcul en Coût

⁸ MIQCP : *Ouvrages Publics et Coût Global, Une approche actuelle pour les constructions publiques*, Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques (MIQCP), Paris, (2006).

⁹ ISO/DIS : *Bâtiments et biens immobiliers construits-prévisions de la durée de vie- Partie 5 : Approche en Coût Global*, Comité technique ISO/TC 59, Organisation Internationale de Normalisation, (2008).

Global appelé Coût du Cycle de Vie (CCV), et celle plus large intégrant des coûts et bénéfices supplémentaires qualifiée de Coût Global Etendu (CGE).

La Figure 1 permet de distinguer les catégories de coûts se rapportant aux deux approches. L'approche en Coût du Cycle de Vie regroupe les coûts générés par les phases de construction, d'exploitation, de maintenance et de fin de cycle de vie. L'intégration additionnelle d'autres coûts et flux financiers tels que les revenus issus de l'exploitation ou de la cession d'une partie de l'ouvrage, les externalités occasionnées par le projet ou encore les coûts hors construction définissent l'approche en Coût Global Etendu. (CGE).



Opter pour l'une ou l'autre des deux approches dépend du statut du donneur d'ordre, de son appréciation des catégories de coûts existantes et de sa stratégie en matière de politique de développement durable ou de fonctionnalité d'utilisation de l'ouvrage. A cet effet, la norme rappelle par exemple qu'il est souvent nécessaire d'intégrer les coûts externes lorsque l'utilisateur et le maître d'ouvrage relèvent de deux entités différentes (par exemple dans le logement social) et que les coûts sont supportés à la fois par plusieurs acteurs (le donneur d'ordre, les gestionnaires, les utilisateurs, la collectivité dans son ensemble, etc.).

Qu'elle relève d'une approche en Coût Global (CGE) Etendu ou en Coût du Cycle de Vie (CCV), l'analyse doit intégrer l'ensemble des paramètres et des coûts relatifs aux éléments de base de l'ouvrage tels que la structure, l'enveloppe, les services et les finitions, les agencements et les accessoires¹⁰.

1.2. L'estimation préalable de la Durée de Vie de l'ouvrage : un paramètre fondamental dans l'analyse en Coût Global

La fixation de la Durée de Vie durant le stade de conception de l'ouvrage constitue une donnée stratégique qu'il convient de définir dans le programme du maître d'ouvrage. Pour optimiser la performance de l'analyse, il est nécessaire de considérer une Durée de Vie estimée de l'ouvrage qui soit au moins aussi longue que la durée de vie adoptée durant la phase de conception. En outre, certains éléments ou composants devront subir des opérations de maintenance, de réparation et/ou de remplacement pour obtenir le cycle de vie présumé/estimé. Dans ce cas, les dates de renouvellement durant la durée de service constituent autant de paramètres importants qu'il convient d'intégrer à l'analyse en CG.

La Norme ISO précise qu'en général c'est la période pendant laquelle il est prévu d'utiliser le bâtiment pour sa fonction ou son objectif commercial qui détermine la période d'analyse en Coût Global Elle peut ainsi déterminer la durée de vie lors de la phase de conception aussi bien pour les biens immobiliers que pour les composants principaux. La période d'analyse représente la durée durant laquelle un investissement est soumis à analyse. Elle pourrait correspondre au cycle de vie complet du bien immobilier (dont la durée pourrait dépasser 100 ans).

Néanmoins, par convention l'analyse en Coût Global est engagée pour une durée de vie maximale de 30 ans puisqu'il est considéré comme peu probable une modification significative du calcul au-delà de cette période.

Des facteurs complémentaires peuvent affecter ou contribuer à la détermination de la période d'analyse¹¹ :

- La période prévisible de commercialisation de l'ouvrage ou de son occupation

¹⁰ O. Catarina, H. Joumni : *Analyse critique de la norme ISO et étude de faisabilité d'un outil d'aide à la décision intégrant l'analyse en coût global pour les investissements public*, Rapport de recherche pour la DAEI, Département Economie et Sciences Humains, CSTB, Paris, (2008).

¹¹ ISO/DIS : *Bâtiments et biens immobiliers construits-prévisions de la durée de vie- Partie 5 : Approche en Coût Global*, Comité technique ISO/TC 59, Organisation Internationale de Normalisation, (2008).

(période correspondant à la durée de vie complète). Cette période d'analyse qui reste un choix préféré ne constitue néanmoins pas une obligation. Une période plus courte peut être adoptée, mais elle devrait être préalablement explicitée dans le rapport d'évaluation en Coût Global.

- La période d'analyse peut être fixée sur la base de la responsabilité contractuelle existante. C'est le cas par exemple de la période de maintenance du bien immobilier ou de la durée de l'emprunt finançant l'investissement.
- Elle peut correspondre à la période d'analyse d'investissement standard propre à chaque organisation.

L'apparition de coûts additionnels en dehors de la période d'analyse (comme par exemple les coûts de grosse maintenance dus après la fin de cette période et/ou la perte de performance associée) peuvent occasionner des impacts significatifs sur les coûts de possession du maître d'ouvrage. Il est donc recommandé d'estimer les résultats sur plusieurs périodes d'analyse particulièrement si la période retenue est plus courte que la durée du cycle de vie du bien immobilier.

Il paraît également nécessaire d'intégrer les paramètres qui pourraient aboutir à une fin de vie non prévue ou à une modification d'usage. C'est le cas par exemple de l'obsolescence technique, fonctionnelle, démographique ou esthétique. En ce sens, l'application d'une analyse de sensibilité permettrait d'affiner le niveau de précision des calculs et de voir dans quelle mesure ces éléments influent sur le calcul global.

2. LES CATEGORIES DE COÛTS DU CYCLE DE VIE DES OUVRAGES ET LES PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

2.1. Les coûts d'investissement / Acquisition

Les coûts d'Investissement ou d'acquisition (appelés également coût de l'opération) regroupent l'ensemble des coûts ayant abouti à la livraison de l'ouvrage. Il s'agit des dépenses engagées depuis l'initiation du projet jusqu'à la réception finale après arrêt du décompte définitif de toutes les entreprises ayant intervenues dans les phases de conception, de réalisation et de mise en service. Concrètement les coûts d'investissement regroupent cinq sous catégories de coûts : les coûts d'études, les coûts d'accompagnement, les coûts du foncier, les coûts des travaux, les coûts d'équipements et les coûts financiers et divers (les frais d'emprunt, les taxes, les frais d'assurances, etc.).

2.2. Les coûts différés

Par coûts différés, nous entendons l'ensemble des coûts apparaissant tout au long de l'utilisation de l'ouvrage et jusqu'à sa fin de vie. Les coûts différés correspondent aux coûts supportés par l'utilisateur et/ou le gestionnaire de l'ouvrage. Globalement, ils comprennent trois sous catégories de coûts. Les coûts de maintenance (entretien courant, maintenance préventive, gros entretiens), les coûts d'exploitation (coûts induit par l'exploitation technique et fonctionnelle de l'ouvrage) et les coûts de déconstruction (déconstruction en fin de vie et remise en état du site d'implantation de l'ouvrage).

2.3. Les coûts des fluides et les coûts énergétiques

Les coûts des fluides et des consommations énergétiques peuvent avoir une incidence significative sur le cout global de l'ouvrage. Ils constituent à notre sens une catégorie de coûts indépendante nécessitant une analyse distincte en raison des tendances haussières des prix énergétiques et de l'impact à ternes sur les coûts et bénéfiques potentiels liés à l'utilisation de l'ouvrage. La norme 15686-5 préconise de recourir aux coûts énergétiques réels (constants) en l'absence d'une estimation à la hausse des prix de l'énergie. En cas de prévisions haussières, il convient d'indexer les coûts énergétiques sur l'augmentation des prix de l'énergie à termes. L'ensemble des économies d'énergies ou de fluides réalisées doit être considéré comme un revenu futur (ou un coût négatif).

2.4. Les Flux de revenus futurs et les coûts financiers

Les flux de revenu représentent une catégorie spécifique dans l'analyse en Coût Global Etendu. Ces flux sont surtout perceptibles dans le cadre de bâtiments privés à usage commercial comme c'est le cas par exemple du revenu prévu d'un centre commercial par le biais du revenu locatif. Ces flux peuvent également apparaître dans le cadre d'une approche en Coût Global sous la forme de coûts négatifs. Ils peuvent correspondre par exemple à des péages tirés de l'utilisation d'un pont ou d'une autoroute.

Parallèlement à la prise en compte de l'impact des revenus futurs sur l'investissement envisagé, il convient d'estimer les coûts de financement de ce même investissement. Ces coûts, élaborés sur la base des accords contractuels individuels avec les financiers peuvent être reflétés dans le taux d'actualisation. Une analyse de flux monétaires non actualisés peut également faire l'objet d'une évaluation distincte qui inclut à la fois les échéances et le coût de financement d'un emprunt maximal à des dates différentes.

2.5. Les coûts de fin de vie et la valeur résiduelle d'un bien immobilier

La législation en matière environnementale et réglementaire a évolué vers une prise en considération accrue des conséquences environnementales de la fin de vie d'un ouvrage. Les travaux de remise en l'état du site d'implantation après déconstruction ou désuétude peuvent avoir un impact significatif sur les coûts. Il convient donc d'envisager dans l'analyse en CG les hypothèses portant sur les coûts futurs de l'après démolition en fonction de l'estimation de la pollution/contamination susceptible de perdurer.

Concernant la valeur résiduelle de l'ouvrage, elle peut être appréciée selon différentes méthodes. Il est possible de la déterminer sur la base d'un alignement sur le prix de vente de biens similaires, ayant le même âge et se trouvant dans des endroits présentant les mêmes caractéristiques (géographiques, économiques, sociales, etc.). Une deuxième méthode consiste à fixer cette valeur à partir des prix de revente de biens similaires publiés par des sources professionnelles spécialisés ou par des organismes ministériels. Une troisième approche consiste à construire la valeur résiduelle simplement à partir d'une dépréciation linéaire de l'investissement et de l'amortissement économique du bien.

2.6. Les taux d'inflation spécifiques

Le débat entre développement durable et calcul économique doit aborder la question de l'évolution des prix des ressources environnementales. Comme l'indique le rapport Lebègue, « *le taux d'actualisation se comprend comme formé par le taux d'actualisation et un système de prix relatifs des biens dans lequel le prix de l'environnement croît nettement par rapport aux autres* ». Il apparaît dès lors nécessaire d'explorer comment appréhender la valorisation réelle de la qualité de l'environnement.

L'inflation des prix à la consommation est un paramètre de taille dans tout processus d'arbitrage entre plusieurs investissements alternatifs. Dans le secteur de la construction, une hausse significative et durable des prix entrainera inéluctablement une augmentation du coût global de l'ouvrage. Des hypothèses liées à l'évolution des prix (inflation, déflation, désinflation) doivent donc être construites pour pouvoir apprécier la variation occasionnée sur les budgets (recettes/dépenses). A cet effet, il convient de distinguer et de traiter séparément les prix des biens énergétiques qui connaissent généralement une hausse plus importante par rapport aux autres biens. La norme ISO préconise de raisonner en valeur constante pour éviter des hypothèses aléatoires sur le taux d'inflation « *sauf s'il est prévisible que les coûts relatifs des différentes sources d'énergie vont augmenter* ». Elle précise aussi que « *l'indexation des prix de*

l'énergie est un facteur important » du calcul en coût global. C'est pourquoi, elle admet un taux d'inflation spécifique pour les fluides énergétiques¹².

3. L'EXERCICE D'ACTUALISATION DES COUTS ET BENEFICES

L'actualisation est une opération mathématique permettant de comparer des flux monétaires qui s'échelonnent dans le temps. Si le taux d'actualisation est au cœur de nombreux débats, c'est que ce calcul tend à réduire les bénéfices de long terme. Ce phénomène est d'autant plus accentué que le taux est élevé et que les avantages se concrétisent dans un horizon de temps éloigné. A l'opposé, ne pas actualiser reviendrait à consentir beaucoup d'efforts pour le long terme en sacrifiant le moyen terme. La question prégnante est donc celle de concilier développement durable et logique économique. L'actualisation repose donc sur une forme d'appréciation du bien être que peut tirer un agent économique entre deux situations : l'une présente et l'autre future. En effet, en termes d'investissements ou d'épargne, tout individu exprime une réelle préférence pour le présent comparativement au futur. D'un point de vue économique « La préférence pour le présent » repose sur deux motivations fondamentales¹³ :

- *La préférence pour un bien être immédiat* : qualifiée également du principe de jouissance immédiate, elle exprime l'effet du coût du temps sur l'action d'épargne ou d'investissement d'un agent économique. En agissant, tout individu inscrit son action vers le futur. Il devrait en conséquence tenir compte du temps écoulé entre le moment t_0 (correspondant à la date de son investissement ou de son épargne) et le moment t_1 (correspondant à la date d'apparition des résultats de son action).
- *L'aversion au risque* : l'aversion au risque renvoie à la question des incertitudes qualifiant l'environnement dans lequel se produit l'action d'investir ou d'épargner. En d'autres termes un euro certain aujourd'hui vaut mieux qu'un euro espéré mais incertain pour demain. C'est de cette aversion au risque que découle le principe de « la prime de risque » qui, une fois rajoutée au taux sans risque, permet d'évaluer le rendement d'un investissement ou d'un actif risqué.

¹² ISO/DIS : *Bâtiments et biens immobiliers construits-prévisions de la durée de vie- Partie 5 : Approche en Coût Global*, Comité technique ISO/TC 59, Organisation Internationale de Normalisation, (2008).

¹³ Commissariat Général du Plan : *Révision du Taux d'Actualisation des Investissements Publics*, Rapport du Groupe d'Experts présidé par Daniel Lebègue, Paris, (2005).

Globalement, la détermination d'un taux d'actualisation pour un agent économique est essentiellement motivée par ces deux principes fondamentaux. Transposé au champ de la construction, le taux d'actualisation reflète également le statut de l'investisseur et ses motivations spécifiques (économiques, environnementales, sociales, technologiques, etc.). Le calcul doit s'effectuer à une date de référence qui est, en général, la date de livraison de la construction. L'actualisation est l'opération mathématique qui permettra de ramener les coûts différés à leur équivalent de date de référence. En d'autres termes, il peut être défini par le concept de « valeur du temps ». Le taux d'actualisation étant ainsi un taux de substitution entre futur et présent. Ce taux varie suivant les organisations.

Dans le secteur privé, ce taux d'actualisation représente le coût d'opportunité de l'investissement du capital. Il peut être déterminé à partir :

- Du coût du financement contracté par l'investisseur,
- Du taux de rémunération de la trésorerie,
- Du taux de rentabilité exigé pour un investissement jugé comme risqué.

Dans le secteur public, le taux d'actualisation appliqué est généralement celui établi par les autorités gouvernementales de tutelle. On distingue alors deux types de taux d'actualisation¹⁴ :

- Le taux réel d'actualisation: « facteur ou taux utilisé pour ramener une valeur future à sa valeur présente, sans tenir compte du taux d'inflation générale ou spécifique dans le coût d'un bien particulier », c'est-à-dire un taux différentiel qui prend déjà en compte l'inflation. Dans cette hypothèse, tous les coûts différés supportent le même taux d'inflation.
- Le taux nominal d'actualisation: "facteur ou taux utilisé pour ramener une valeur future à sa valeur présente, en tenant compte du taux d'inflation/déflation générale », c'est-à-dire un taux brut auquel il faudra appliquer des scénarios d'inflation.

La prise en considération de l'ensemble des catégories de coûts (coûts d'investissements et coûts différés), aboutit à la formule suivante distinguant

¹⁴ O. Catarina, H. Joumni : *Analyse critique de la norme ISO et étude de faisabilité d'un outil d'aide à la décision intégrant l'analyse en coût global pour les investissements public*, Rapport de recherche pour la DAEI, Département Economie et Sciences Humains, CSTB, Paris, (2008).

ISO/DIS : *Bâtiments et biens immobiliers construits-prévisions de la durée de vie- Partie 5 : Approche en Coût Global*, Comité technique ISO/TC 59, Organisation Internationale de Normalisation, (2008).

quatre familles de coûts différés: les fluides, le gros entretien remplacement, l'entretien courant et la déconstruction¹⁵.

Equation [1] :

$$CG = I_0 + \sum_{j=1}^N \frac{(1+ie)^j}{(1+a)^j} \times Ce_j + \sum_{j=1}^N \frac{(1+im)^j}{(1+a)^j} \times Cm_j + \sum_{j=1}^N \frac{(1+ir)^j}{(1+a)^j} \times Cr_j + \frac{(1+id)^N}{(1+a)^N} \times De$$

CG : coût global du cycle de vie (excluant les effets externes)

Io : coût initial d'investissement

ie : taux relatif annuel d'inflation de l'énergie

im : taux relatif annuel d'inflation de l'entretien courant

ir : taux relatif annuel d'inflation de gros entretien- remplacement

id : taux relatif annuel d'inflation de déconstruction

Ce : dépense annuelle d'énergie

Cm : dépense annuelle d'entretien courant

Cr : dépense annuelle de gros entretien remplacement

De : dépense de déconstruction

a : taux réel d'actualisation

N : Période d'analyse

4. L'ELARGISSEMENT DE L'ANALYSE EN COUT GLOBAL AUX EFFETS EXTERNES : L'APPROCHE EN COUT GLOBAL ETENDU

Les externalités correspondent à des coûts ou à des bénéfices échappant au calcul des prix sur le marché. Généralement les prix du marché de la construction n'intègrent pas la totalité des coûts et des bénéfices socio-économiques et environnementaux qu'occasionne un ouvrage sur l'ensemble de la société. Pour ce faire les gouvernements adoptent une approche de régulation par les prix basée sur le principe de la taxation des externalités négatives (hausse du prix des activités polluantes) et sur le subventionnement des externalités positives (baisse des prix des activités non polluantes). Contrairement à une approche en Coût Global (ignorant les externalités), une analyse en Coût Global Etendu (CGE) intégrant les externalités permettra de

¹⁵O. Catarina, H. Joumni : *Analyse critique de la norme ISO et étude de faisabilité d'un outil d'aide à la décision intégrant l'analyse en coût global pour les investissements public*, Rapport de recherche pour la DAEI, Département Economie et Sciences Humains, CSTB, Paris, (2008).

mieux appréhender les risques de taxation et/ou les possibilités de subventionnement futures.

Au niveau décisionnel, le choix de l'une ou l'autre des deux approches reste généralement tributaire de la stratégie de chaque utilisateur. Un maître d'ouvrage affichant une politique de construction durable devrait être plus attentive aux critères environnementaux et sociaux. Il cherchera en conséquence à intégrer tout ou une partie des coûts externes dans son analyse (Analyse en Coût Global Etendu) L'intégration des coûts ou bénéfices externes est également préconisée lorsque le maître d'ouvrage est différent de l'utilisateur final (exemple des logements sociaux) ou que la réglementation en vigueur impose la prise en considération de certains impacts environnementaux ou sociaux (coûts ou bénéfices externes).

Parallèlement à l'existence de taxes et de subventions visant à internaliser ces effets externes, des approches dites quantitatives basées sur le développement de nouveaux marchés ont vu le jour. Nous présenterons dans ce qui suit le fonctionnement théorique de ces marchés avant d'en exposer les conditions de mise en œuvre à travers deux mécanismes transposables au champ du bâtiment : les certificats d'économie d'énergie et les projets domestiques. L'objectif étant d'intégrer dans le calcul en Coût Global Etendu les externalités couvertes par ces deux mécanismes.

4.1. Les Nouveaux Mécanismes de Marché : fondements théoriques

L'approche réglementaire par les prix, fondée sur l'instauration d'une taxe ou d'une subvention, suppose une maîtrise de l'information sur les conditions de production et les caractéristiques de l'offre et de la demande par l'autorité publique. Par exemple, dans le cadre d'une politique efficace de lutte contre les émissions en gaz à effet de serre (GES), la détermination du taux de la taxe doit prendre en considération une double exigence, environnementale et économique. En tant qu'instrument agissant sur les prix, la taxe doit être suffisamment élevée pour maintenir un effet dissuasif à l'égard des émissions. Elle doit également être efficace sur le plan économique en évitant d'être trop lourde au risque de conduire : (i) à des fermetures ou à des délocalisations entraînant ainsi un effet de « fuites » des émissions de GES vers des pays disposant de réglementations moins contraignantes ; (ii) ou à une distorsion de concurrence face à des entreprises émettrices dont les caractéristiques économiques et de pollution sont différentes¹⁶. C'est pour dépasser de telles contraintes qu'à l'approche par les prix se substitue une approche par les

¹⁶ S. Faucheux, H. Joumni : *Economie et politique des changements climatiques*, La Découverte, collection Repères, Paris, (2005).

quantités¹⁷. Reposant sur la construction d'un marché spécifique supposé parfait, l'instauration de quotas avec possibilités d'échanges entre l'ensemble des agents vise à atteindre un niveau de dépollution ou de réduction des émissions prédéfini en amont par le régulateur¹⁸. A la contrainte par les prix véhiculée par la taxe, se substitue une obligation par les quantités à produire. Le marché des permis d'émission pour les projets domestiques ou celui des certificats blancs pour les économies d'énergie sont une illustration de cette démarche.

Afin d'illustrer la flexibilité économique de ce système d'échange nous prenons l'exemple simple de deux industriels soumis à l'obligation de produire une quantité similaire de certificats blancs. La firme A devrait produire une quantité Q_a de certificats blancs et la firme B la même quantité appelée Q_b (les deux firmes étant soumises aux mêmes contraintes chiffrées, $Q_a = Q_b$).

La firme A dont les coûts de production sont les plus élevés cherchera à produire des certificats blancs tant que le coût de production du certificat est inférieur à son prix sur le marché. Par la suite il devient moins coûteux d'acheter directement le certificat que de le produire.

En conséquence elle produira ses propres certificats blancs jusqu'au niveau Q_a où le coût de production du certificat égalise le prix P du certificat sur le marché. Les quantités restantes à produire étant acquises directement sur le marché au prix P . Elle respecte ainsi ses objectifs quantitatifs à des coûts inférieurs (par rapport à la situation où elle aurait produit elle-même la totalité des certificats Q_a). La réduction de coûts pour la firme A est représentée par la surface en damier du triangle 1.

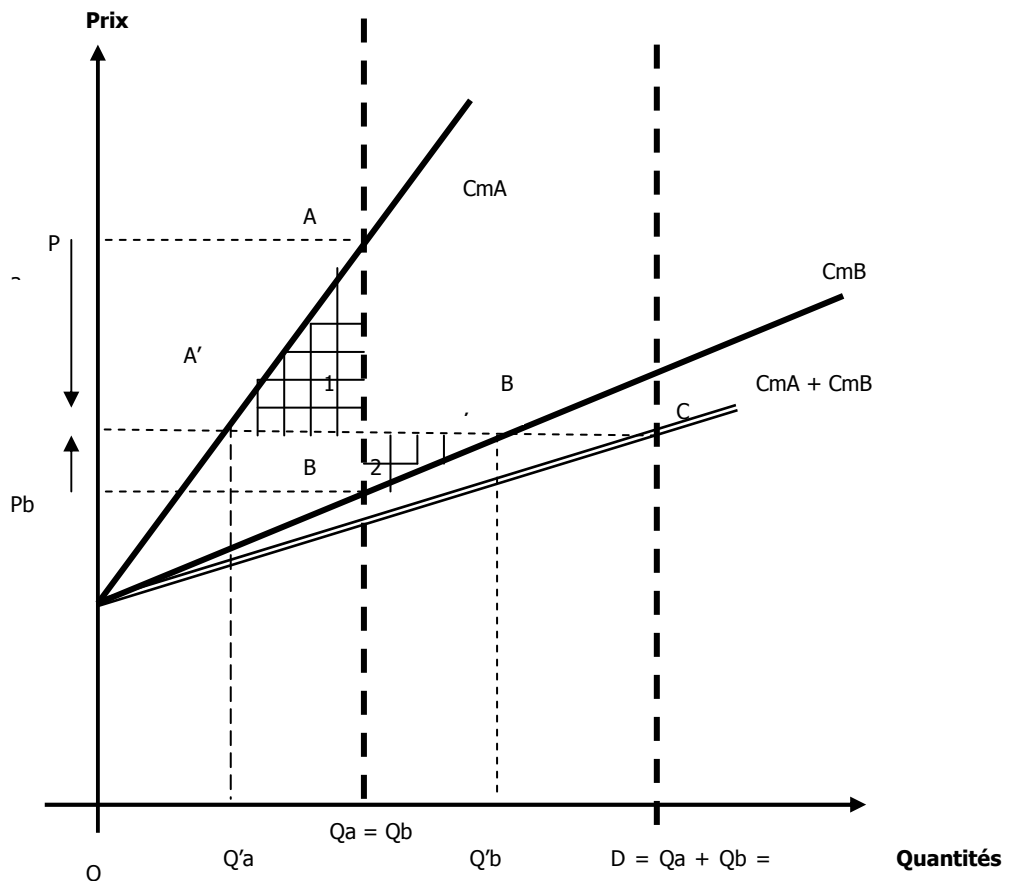
La firme B adoptera le même arbitrage économique. Puisque ses coûts de production sont plus bas que ceux de la firme A, elle produira des certificats tant que le coût du certificat est inférieur au prix moyen sur le marché.

En conséquence elle produira plus que son quota Q_b (en produisant jusqu'à Q'_b) et procédera à la vente des quantités excédentaires sur le marché (à la firme A). La firme B atteint ainsi son quota et réalise une rente consécutive à la vente des quantités excédentaires représentée par la surface en damier du triangle 2.

¹⁷ M L. Weitzman: « *Prices versus quantities* », Review of Economic Studies, 41, pp. 477-491, (1974).

¹⁸ J. Percebois : « *Les outils de promotion de l'électricité renouvelable* », cahier de recherche du C.R.E.D.EN, 20p, Montpellier, (2004).

P. Menanteau, D. Finon, ML. Lamy, (2003), « *Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy* », Energy Policy, 31 (8), pp. 799-812, (2003).



Conditions d'équilibre sur un marché d'échanges de certificats blancs et surplus des producteurs¹⁹

En conclusion, l'existence de l'échange sur ce marché permet aux deux firmes (et au régulateur) de réaliser l'objectif environnemental aux coûts les plus faibles pour l'ensemble des agents (au prix P). La réalisation de cet objectif suppose l'existence de coûts de production différenciés entre les agents économiques et d'une information parfaite sur l'offre et la demande sur ce marché. Grâce à l'échange, l'objectif décidé par le régulateur a été atteint avec des gains pour les

¹⁹ H. Journi : « Les nouveaux mécanismes de marché basés sur les approches quantitatives : l'exemple des certificats d'économie de l'énergie et des projets domestiques », Droite et Ville, Revue de l'Institut des Etudes Juridiques de l'Urbanisme et de la Construction, n° 66/2008, Toulouse, (2008).

deux firmes : une réduction des coûts pour la firme A (triangle 1) et une rente pour la firme B (triangle 2).

Transposés au secteur du Bâtiment, le fonctionnement de l'approche par les quantités (marché d'échange) est effectif à travers le marché des certificats d'économie d'énergie et celui des projets domestiques.

4.2 Les certificats d'économie d'énergie (ou certificats blancs) : les conditions de mise en œuvre

Le mécanisme des certificats blancs (ou certificats d'économie d'énergie) a été élaboré dans le cadre de la loi de programmation de l'énergie du 13 juillet 2005 définissant les grands axes de la politique énergétique (chapitre 1 et 2 du titre II), modifiée par l'article 51 de la loi n° 2006-1537 du 7 décembre 2006 relative à l'énergie.

Conformément au principe de base de fonctionnement d'un marché d'échange de certificats, l'autorité de régulation a défini en amont un objectif quantitatif visant un certain nombre d'acteurs (appelés les obligés) sur une échelle temporelle prédéfinie²⁰. Durant la période s'étalant du 1 juillet 2006 au 30 juin 2009, les vendeurs d'énergie (électricité, gaz, chaleur, froid et fioul) devaient réaliser un objectif total de 54 TWh en économie d'énergie. Ces obligés ont la possibilité de respecter leurs quotas en finançant des opérations d'économie d'énergie dans leurs propres bâtiments et/ou auprès de leurs clients.

Les champs d'application concernent pratiquement toutes les opérations pouvant donner lieu à des économies en énergie mesurables (comptabilisées en kWh d'énergie finale économisée sur la durée de vie de l'action entreprise). Une pénalité de 2 centimes d'euros par kWh est appliquée en cas de non respect des obligations. Les certificats sont délivrés par l'autorité de régulation (DRIRE du siège social de l'obligé). La matérialisation des opérations est effectuée à travers une comptabilisation au registre national des certificats blancs. Pour optimiser le développement du mécanisme et réduire la multiplicité des dossiers, un seuil d'éligibilité par dossier de 1 GWh cumac (cumulé actualisé) est fixé. Les différents demandeurs peuvent ainsi se regrouper pour constituer un dossier unique regroupant l'ensemble des opérations éligibles portées par un seul représentant.

²⁰ La liste de l'ensemble des acteurs soumis à ce système ainsi que leurs obligations respectives en économie d'énergie (KWh cumac) sont disponibles à l'adresse suivante :
<http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/cee/pdf/obligations-vendeurs.pdf>

A la date du 29 Février 2008, les différents DRIRE ont procédé à la délivrance de 220 certificats à 58 demandeurs, totalisant ainsi un volume global de 14 TWh en économie d'énergie. Ce volume se répartit en 13,9 TWh obtenus par des opérations standardisées et 92 GWh par des opérations spécifiques.

4.3. Les projets domestiques

Le protocole de Kyoto a instauré les bases d'un marché carbone international ayant pour objectif de permettre la réduction des rejets en GES (Gaz à Effet de Serre) des pays industrialisés aux coûts les plus faibles (pays dits de l'Annexe B du Protocole). Soumis à des réductions chiffrées de leurs émissions, ces pays peuvent respecter une partie de leurs engagements en recourant à ce marché. Ils peuvent acheter ou vendre directement un permis d'émission comme ils peuvent les obtenir :

- En finançant des projets réduisant les émissions dans les pays en développement à travers un instrument appelé Mécanisme de Développement Propre (MDP) ;
- En finançant un projet réduisant les émissions dans un autre pays industrialisés à travers un mécanisme appelé Mise en Œuvre Conjointe (MOC).

A l'instar du fonctionnement du mécanisme des certificats blancs, la flexibilité économique véhiculée par ce marché repose sur la volonté d'accorder à l'industrie polluante la possibilité de choisir l'option la moins coûteuse indépendamment du lieu géographique de sa réalisation²¹. En fonction des coûts relatifs de chaque option, l'industriel cherchera à financer les opérations les plus réductrices en GES aux coûts les plus faibles²².

Les projets domestiques sont la transposition nationale du mécanisme de Mise en Œuvre Conjointe. Initiée dans le cadre d'une procédure de mise en place coordonnée par la Caisse des Dépôts et Consignation et la Mission Interministérielle sur l'Effet de Serre (MIES), cette démarche vise à sélectionner des projets donnant lieu à des réductions additionnelles en GES et susceptibles d'être financés par des investisseurs étrangers dans le cadre de la Mise en Œuvre Conjointe du protocole de Kyoto. Le principe de fonctionnement est le

²¹ En raison du caractère global des changements climatique, une tonne réduite ou émise en Gaz à Effet de Serre est supposée avoir le même effet environnemental quelque soit lieu d'émission (ou de réduction).

²² H. Journi, A. Borde : « Le recours au marché dans les politiques de lutte contre les changements climatiques », La Revue Internationale et Stratégique, n° 67, pp 52-64, Paris, (2007).

suivant : un investisseur étranger, issu d'un pays soumis à des réductions chiffrées dans le cadre de Kyoto, finance sur le territoire français un projet réduisant les émissions en GES. Afin d'éviter les effets d'aubaine et de justifier l'octroi des crédits à l'investisseur, ces réductions doivent être additionnelles à ce qui aurait été réalisé en l'absence de ce projet (pour d'éviter de récompenser des réductions qui allaient de toute façon aboutir). Les crédits délivrés viendraient ainsi en addition aux quotas du pays étranger investisseurs et seront déduites des quotas français. L'échange est ainsi à somme nulle ce qui garantit un plafonnement des émissions pour les deux parties. Lancée en Octobre 2007, la procédure vise à sélectionner les projets susceptibles de donner lieu à des réductions effectives en GES sur la base d'initiatives volontaires dans des installations non visés par les obligations du PNAQ (Plan National d'Allocation des Quotas) qui concerne uniquement les grandes installations industrielles et énergétiques (soit moins de 25 % des émissions en France). L'objectif étant d'élargir les efforts de réduction des émissions à l'ensemble des sources émettrices sur le territoire français (métropole et DOM). Quatre secteurs représentant 75 % sont concernés par les projets domestiques : le bâtiment, le transport, l'agriculture et certaines installations industrielles.

4.4. *L'intégration des mécanismes de marché dans l'évaluation : l'approche en Coût Global Etendu*

L'analyse en coût global du cycle de vie (excluant les effets externes) nous a permis de proposer une méthode d'évaluation reposant sur des niveaux de taux d'inflation différenciés et en distinguant quatre familles de coûts différés: les fluides, le gros entretien remplacement, l'entretien courant et la déconstruction.

Equation [1]

$$CG = I_0 + \sum_{i=1}^N \frac{(1+ie)^i}{(1+a)^i} \times Ce_i + \sum_{i=1}^N \frac{(1+im)^i}{(1+a)^i} \times Cm_i + \frac{(1+id)^N}{(1+a)^N} \times De$$

CG : coût global du cycle de vie (excluant les effets externes)

Io : coût initial d'investissement

ie : taux relatif annuel d'inflation de l'énergie

im : taux relatif annuel d'inflation de l'entretien courant

ir : taux relatif annuel d'inflation de gros entretien- remplacement

id : taux relatif annuel d'inflation de déconstruction

Ce : dépense annuelle d'énergie

Cm : dépense annuelle d'entretien courant

Cr : dépense annuelle de gros entretien remplacement
 De : dépense de déconstruction
 a : taux réel d'actualisation
 N : Période d'analyse.

4.4.1. La valorisation monétaire des effets externes : certificats d'économie d'énergies et projets domestiques

L'intégration des prix de marché des certificats d'économie d'énergie et des prix de marché des crédits issus des projets domestiques permet d'afficher un prix pour les bénéfices externes et de dégager en conséquence une évaluation en Coût Global Etendu. En effet, grâce au développement de ces marchés, il sera possible d'afficher un prix à l'efficacité énergétique et à la réduction les émissions en Gaz à Effet de Serre champ dans le secteur du bâtiment.

En supposant un prix P_{ee} annuel moyen pour les certificats d'économie d'énergie et un prix P_d annuel moyen pour les crédits de projets domestiques auxquels seront adossés respectivement des taux d'inflation annuel iee et ipd .

Les revenus sur l'ensemble du cycle de vie de l'ouvrage peuvent être représentés par l'équation suivante :

Equation [2] : Revenus issus de la vente des certificats blancs et des crédits des projets domestiques :

$$\text{Equation [2]} = \sum_{i=1}^N \frac{(1+iee)^i}{(1+a)^i} \times P_{ee_i} + \sum_{i=1}^N \frac{(1+ipd)^i}{(1+a)^i} \times P_{d_i}$$

Avec :

iee : taux relatif annuel d'inflation des prix des certificats d'économie d'énergie

ipd : taux relatif annuel d'inflation des prix des crédits issus des projets domestiques

a : taux réel d'actualisation

P_{ee} : prix annuel moyen des certificats d'économie d'énergie

P_d : prix annuels moyens des crédits issus des projets domestiques

N : période d'analyse.

4.4.2. L'estimation du Coût Global Etendu intégrant les effets externes

Le Coût Global Etendu peut donc être représenté par la somme des coûts sur l'ensemble du cycle de vie (coûts d'investissement, coûts différés, coûts de déconstruction) additionné des revenus de la vente des certificats d'économies d'énergie, des crédits des projets domestiques et de la valeur résiduelle (V_r). Les

revenus ainsi que la valeur résiduelle Vr apparaissant alors comme des coûts négatifs (bénéfices).

Coût Global Etendu (CGE) : Coût Global + Revenus de la vente des certificats et des crédits + Valeur Résiduelle

Coût Global Etendu = Equation [1] + Equation [2] + Valeur résiduelle

$$CGE = I_0 + \sum_{i=1}^N \frac{(1+ie)^i}{(1+a)^i} \times Ce_i + \sum_{i=1}^N \frac{(1+im)^i}{(1+a)^i} \times Cm_i + \frac{(1+id)^N}{(1+a)^N} \times De + \sum_{i=1}^N \frac{(1+iee)^i}{(1+a)^i} \times Pee_i + \sum_{i=1}^N \frac{(1+ipd)^i}{(1+a)^i} \times Pd_i + VR$$

Avec :

CGE : Coût Global Etendu (intégrant les effets externes).

Io : coût initial d'investissement

ie : taux relatif annuel d'inflation de l'énergie

im : taux relatif annuel d'inflation de l'entretien courant

ir : taux relatif annuel d'inflation de gros entretien- remplacement

id : taux relatif annuel d'inflation de déconstruction

Ce : dépense annuelle d'énergie

Cm : dépense annuelle d'entretien courant

Cr : dépense annuelle de gros entretien remplacement

De : dépense de déconstruction

iee : taux relatif annuel d'inflation des prix des certificats d'économie d'énergie

ipd : taux relatif annuel d'inflation des prix des crédits issus des projets domestiques

Pee : prix annuel moyen des certificats d'économie d'énergie

Pd : prix annuels moyens des crédits issus des projets domestiques

a : taux réel d'actualisation

N : Période d'analyse

Vr : Valeur résiduelle en fin de vie

CONCLUSION

L'approche en coût global est une démarche d'analyse économique cherchant à estimer l'ensemble des coûts et bénéfices intervenant le long du cycle de vie d'un ouvrage. L'objectif étant de clarifier les enjeux des choix décisionnels opérés et de leurs conséquences techniques et économiques. Après avoir introduit cette démarche nous avons cherché à en clarifier les principaux facteurs d'arbitrage et de cerner les délimitations opérationnelles en termes d'échelles spatiales, de période d'analyse et de paramètres de calcul.

Deux principales démarches peuvent être engagées. Celles restreinte à l'estimation des coûts indépendamment des effets externes (Démarche en coût global ou approche en cycle de vie) et celle plus large cherchant à intégrer une partie des effets externes, principalement à travers des marchés spécifiques tels que les marchés de certificats d'économie d'énergie et celui des projets domestiques (Démarche en Coût Global Etendu). Après avoir expliqué le fonctionnement théorique et de mise en œuvre de ces nouveaux instruments, nous avons proposé un cadre analytique intégrant à la fois ces nouveaux mécanismes de marché tout en accordant une attention particulière à l'évolution différentielle des prix de certain compartiments tels que les coûts différés ou encore l'évolution des prix énergétiques.