



Monétarisation des impacts environnementaux liés au recyclage

Guide méthodologique et applications

Savoir dans quelle mesure les bénéfices environnementaux du recyclage justifient des surcoûts à supporter par la société est une question fondamentale pour le décideur public. La réponse à cette question passe par la réalisation d'analyses coûts – bénéfices, nécessitant d'attribuer une valeur monétaire à l'ensemble des coûts et bénéfices environnementaux.

Le « Guide sur la Monétarisation des impacts environnementaux liés au recyclage » est un accompagnement méthodologique destiné au praticien de l'analyse de cycle de vie (ACV). Il vise à lui fournir les éléments nécessaires pour appliquer la méthode de monétarisation à l'analyse des enjeux environnementaux du recyclage de matériaux.

Le décideur public qui envisage de mettre en œuvre ou de supporter financièrement une action en faveur du recyclage d'un produit (matériau) cherche à comparer la dépense financière à effectuer aux conséquences environnementales (externes) de l'action. La réponse à cette question passe par la réalisation d'analyses coûts – bénéfices, nécessitant d'attribuer une valeur monétaire à l'ensemble des coûts et bénéfices environnementaux.

Le Guide sur la monétarisation des impacts environnementaux du recyclage est destiné au praticien de l'analyse de cycle de vie (ACV). Il vise à améliorer la qualité des études de monétarisation qui peuvent être menées mais aussi à vulgariser les méthodes de monétarisation pour développer leur utilisation, encore peu fréquente aujourd'hui. Ce guide traite séparément la question de la modélisation des effets de la décision de recycler (analyse du cycle de vie hors phases non pertinentes pour le recyclage : distribution, consommation) et la question de la monétarisation des impacts environnementaux. Il illustre également la mise en application de la méthodologie développée à deux cas de recyclage : verre et aluminium.

I. MODÉLISER LES EFFETS DE LA DÉCISION DE RECYCLER

Plusieurs principes généraux doivent être respectés lors de la modélisation de l'analyse de cycle de vie :

- Modéliser un différentiel entre situations
- Identifier les effets en cascade
- Allouer les impacts entre différents produits concernés par un même procédé (allocation)
- Évaluer l'importance des effets dynamiques
- Prendre en compte les effets liés aux modalités de mise en œuvre de la décision
- Adopter l'approche « basée sur le marché »
- Prendre en compte le contexte géographique
- Préciser l'horizon temporel



© L. Mignaux - Médac

- Tenir compte des tendances sur le marché affecté
- Prendre en compte l'ampleur de la décision
- Étudier le marché pour la détermination des substitutions effectives

L'application de ces principes généraux de modélisation peut être difficile. Leur application aux procédés de recyclage doit prendre en compte les éléments suivants :

Réactions du marché des matières secondaires : Il faut vérifier dans quelle mesure les effets indirects liés à la réaction du marché (Influence de l'élasticité des prix et de l'ampleur de la décision) vont effectivement mener à une économie de production de matières vierges

Production d'énergie : Il faut déterminer quels moyens de production vont répondre à une variation de la demande (approche « basée sur le marché » ou « moyenne ») en tenant compte de l'horizon temporel.

Production de matières premières vierges : Identification des effets en cascade et allocation des impacts ; cas d'un facteur de production limité.

Élimination des déchets : Identification des effets en cascade ; influence de l'approche de modélisation (« basée sur le marché » ou « moyenne »).

Transport : Modélisation de la collecte des matières secondaires et du transport des matières premières ; détermination des technologies à modéliser (sollicitées).

Hors-série 09

NOVEMBRE 2007



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DURABLES

RÉFÉRENCE



D4E (2007). Monétarisation des impacts environnementaux liés au recyclage - Guide méthodologique et applications. Collection « Études et synthèses ».

Document à télécharger sur www.ecologie.gouv.fr/-Collection-Etudes-et-syntheses

Contact : Doris.Nicklaus@ecologie.gouv.fr



Recyclage : Influence de l'approche de modélisation; Influence de l'ampleur de la décision ; spécificités (pertes de propriétés) ; effets dynamiques.

II. MONÉTARISER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

La monétarisation consiste à estimer la valeur monétaire des impacts environnementaux d'une activité sur la société. La valeur monétaire qui est attribuée aux différents impacts correspond à la valeur des dommages et/ou des bénéfices pour la société. Le facteur de monétarisation exprime cette valeur par unité d'impact.

La monétarisation est utile en complément des méthodes d'évaluation classiques qui, soit ne couvrent qu'un type d'impact (ex : analyse financière, analyse de l'emploi), soit couvrent plusieurs catégories d'impacts mais sans pouvoir les pondérer entre elles (ex : potentiel de réchauffement climatique et consommation de ressources fossiles).

La monétarisation offre de nombreuses possibilités : comparer directement des effets de natures différentes et les hiérarchiser, exprimer le résultat de l'évaluation sous la forme d'un score unique et donc comparer directement le résultat de plusieurs systèmes, calculer la part des dommages et bénéfices qui sont internalisés et donc pris en compte par les décideurs, comparer les dommages et bénéfices environnementaux aux coûts économiques des différents systèmes.

La monétarisation permet aussi de prendre en compte une série

d'effets locaux (essentiellement les diverses formes de nuisances) qui sont souvent négligés lors des évaluations classiques.

Enfin, la méthode de monétarisation agit comme un filtre qui permet d'éliminer de la discussion les impacts négligeables et de centrer ainsi l'inventaire et l'évaluation des résultats sur les impacts et sources d'impacts principaux.

1. Des impacts à monétariser

Toute activité affecte la société, au travers d'impacts de différentes natures : environnementaux, économiques et sociaux. Le Guide traite de la monétarisation des impacts environnementaux, couvrant l'émission de polluants dans l'air, dans l'eau et dans le sol, la consommation de ressources naturelles, l'utilisation du sol et les nuisances diverses (bruit, odeur, insécurité, effets visuels...).

Les impacts environnementaux résultent de flux élémentaires (ex : émissions de CO₂) qui contribuent à l'occurrence d'effets intermédiaires concrets (ex : effet de serre). Ces derniers conduisent à des effets ressentis par les êtres humains (perte d'années de vie ou de qualité de vie).



2. Démarche générale d'établissement de facteurs de monétarisation

Le ratio entre la valeur monétaire des effets ressentis et le flux élémentaire qui en est responsable (unités physiques) est appelé le facteur de monétarisation (FM) du flux élémentaire. La détermination de ce facteur est une tâche complexe, qui nécessite généralement d'établir un modèle, dépendant toujours d'hypothèses de modélisation et parfois du contexte géographique et temporel. Globalement, il s'agit de déterminer :

- la chaîne d'effets entre les flux élémentaires et les impacts ressentis in fine
- la valeur monétaire de ces effets ressentis (en euros).

Concernant la chaîne d'effets :
- Le principe est d'évaluer les effets réels, qu'ils soient directs résultant des dommages directement causés à l'environnement, ou indirects résultant d'une action de prévention

/réparation (impacts résiduels et collatéraux, y compris ceux liés à l'investissement).

Dans le cas d'un dommage direct, le facteur de monétarisation est l'évaluation monétaire de ce dommage (nature et ampleur à déterminer).

Dans le cas d'une action de prévention/réparation, le facteur de monétarisation intègre l'évaluation monétaire des impacts résiduels et collatéraux, mais aussi, en valeur négative, l'évaluation monétaire des effets liés à l'activité abandonnée. En effet, en supposant un volume d'activité économique constant, toute dépense supplémentaire se compense par l'abandon d'activité correspondant à une montant de dépense équivalent. On peut considérer que cette activité abandonnée correspond à l'activité économique moyenne. Une simplification, généralement acceptable, permet alors d'approcher le facteur de monétarisation par le coût de l'activité de prévention/réparation.

- Dans la modélisation des chaînes d'effets, la modélisation des effets marginaux (qui résultent de l'augmentation d'une unité du flux responsable de l'effet) est l'option la plus pertinente, par opposition à la modélisation des effets moyens. Néanmoins, dans certaines conditions, il est acceptable d'utiliser une modélisation moyenne pour approcher les résultats d'une modélisation marginale.

- Les effets intermédiaires peuvent être de portée mondiale, régionale ou locale. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de considérer les caractéristiques du contexte local (par exemple la population exposée, la topographie, la fragilité des cours d'eau...).

La détermination de la valeur monétaire de ces effets ressentis, passe soit par la détermination des consentements (à payer ou à accepter) relatifs à un effet ressenti, soit par la détermination du coût 'marchand' des effets ressentis. Le cas échéant, un taux d'actualisation, voire un correctif inflation doivent être appliqués à ces valeurs monétaires.

Ces coûts environnementaux totaux sont la somme :

- Des coûts environnementaux dits « internalisés », c'est-à-dire pris en charge par le responsable direct de



l'occurrence de l'impact. En effet, au travers de divers instruments de politique publique (par exemple une taxe), celui-ci devra assumer une dépense dont l'objectif est de réduire les nuisances générées.

- Des coûts environnementaux dits « externes », c'est-à-dire subis par l'environnement, sans compensation financière de la part du responsable de l'impact.

Si la part des coûts environnementaux internalisés est faible, cela signifie que les impacts de la décision d'un acteur sur l'environnement sont peu pris en compte, alors que celle-ci engendre des conséquences pour la société. À l'inverse, une forte « internalisation » signifiera que tout choix sera établi sur la base de l'ensemble des conséquences pour la collectivité.

3. Détermination de facteurs de monétarisation

La démarche générale d'établissement des FM est appliquée aux catégories d'effets intermédiaires. Le guide expose le raisonnement suivi et les valeurs les plus fiables à ce jour du coût environnemental total et du coût environnemental externe des flux élémentaires concernés. La monétarisation des effets environnementaux étant une méthode d'évaluation en évolution, parallèlement au développement de la réflexion scientifique et à la parution de résultats de mesures et de modèles, nouveaux ou actualisés, ces valeurs sont susceptibles d'évoluer.

Acidification de l'air : La valeur du FM des flux élémentaires contribuant à cet effet est fondée sur les activités de réparation des dommages aux lacs, cultures, structures et bâtiments, ainsi qu'aux dommages subis par les forêts.

Effet de serre : Les conséquences de l'émission de GES diffèrent selon que le GES est ou non concerné par un effort de réduction ou de plafonnement des émissions totales. Dans le premier cas, les conséquences à considérer découlent de la mise en œuvre d'actions (technologiques) de réduction d'émissions, dont l'intensité est fonction des objectifs fixés. Dans le second cas, les conséquences à considérer sont celles du réchauffement climatique.

Destruction de l'ozone stratosphérique : Un FM nul est considéré pour cette catégorie, compte tenu de ce qu'à l'heure actuelle, la plupart des émissions impactantes ont été arrêtées. Les inventaires ACV qui contiennent des valeurs nulles pour ces impacts sont souvent basés sur des données anciennes qui ne sont plus d'application aujourd'hui.

Dégradation de la qualité de l'eau : Cette catégorie regroupe les effets de type eutrophisation, écotoxicité, envasement. Le caractère impactant d'un flux est fonction de la nature de milieu récepteur : eau destinée à la consommation domestique ou non, état de dégradation de l'eau réceptrice. Dans le cas d'eau destinée à la consommation domestique, les effets à considérer pour l'établissement du FM sont celles de la mise en œuvre d'action de potabilisation. Dans le cas d'eau non destinée à la consommation domestique, les effets à considérer sont les dommages directs causés par les phénomènes d'eutrophisation et d'éco-toxicité, et les effets des actions de réparation des dommages découlant de l'envasement.

Toxicité humaine : Cette catégorie est scindée en fonction de la nature des effets toxiques : "Effets cancérigènes", "Effets des particules et aérosols", "Effets des émissions gazeuses non cancérigènes", "Effets des métaux non cancérigènes", "Effet du smog". Les effets considérés pour l'établissement des FM des flux directs sont ceux des dommages directs sur la santé humaine (épisodes morbides). Leur ampleur est fonction des conditions d'émission (hauteur) et d'exposition (densité de population).

Toxicité envers les écosystèmes : Dans l'état actuel des connaissances, les effets d'écotoxicité sont encore peu connus et les conséquences pour la société de la dégradation des écosystèmes (faune, flore) peu quantifiées. L'évaluation est donc inexistante pour cette catégorie. Des éléments qualitatifs peuvent être pris en compte.

Consommation de ressources naturelles : Le FM lié à la consommation de ressources énergétiques fossiles est fondé sur les impacts de l'activité de production d'énergie renouvelable mise en place en vue de prévenir

les dommages liés à une offre insuffisante de ressources énergétiques. Celui de la consommation de bois est basé sur les impacts de l'activité marginale de production énergétique, le bois étant un facteur de production limité sur ce marché. Compte tenu de l'ampleur des réserves en minéraux, il n'est attribué aucun coût environnemental à leur consommation. En ce qui concerne les métaux par contre, il est supposé que le dommage potentiel lié à leur épuisement est reflété dans le prix marchand de la ressource (composante « rareté »). Il en est de même pour la ressource sol. La consommation d'eau n'entraîne d'effets ressentis qu'en cas de gestion non durable ; dans ce cas, le FM est fondé sur la mise en œuvre d'une action de dessalement de l'eau de mer.

Nuisances : Les nuisances des sites industriels de gestion des déchets comprennent généralement le bruit, les odeurs, le trafic, l'atteinte au paysage, la présence d'animaux... Elles sont subies par la population concernée et l'estimation de la valeur des dommages (qualité de vie) passe par des méthodes d'évaluation contingente. Les nuisances du transport couvrent les accidents, le bruit, la congestion du trafic et des effets sur la nature et les paysages. Les FM associés à cette catégorie sont déclinés selon le mode de transport (route/rail) et selon le milieu (rural/urbain) Ils sont basés soit sur le coût des dommages, soit sur des évaluations contingentes.

Dommages aux structures : Cette catégorie couvre l'encrassement dû aux fumées noires et se base sur les coûts de nettoyage des bâtiments.

III. APPLICATION : LE VERRE ET L'ALUMINIUM

Ces applications ont pour but d'illustrer la mise en pratique de la méthodologie de modélisation et de monétarisation exposée. Les éléments de contexte déterminant les choix méthodologiques de modélisation sont décrits : marché des matières, situation technologique de la production des matières



vierges et des procédés de recyclage, secteur de l'élimination, secteur de la production énergétique. Les résultats sont calculés en utilisant les facteurs de monétarisation (FM) développés dans le Guide. Ils sont présentés pour plusieurs variantes méthodologiques de modélisation, et pour une variante de valeur du FM liés aux gaz à effet de serre (GES). Le coût environnemental total est présenté, ainsi que la partie externe de ce coût, selon plusieurs degrés d'internalisation des impacts des GES.

1. L'application au verre d'emballage ménager

Le bénéfice environnemental total calculé du recyclage d'une tonne de verre d'emballage s'élève à 110 €/t. Ce chiffre est l'expression monétaire du gain environnemental du recyclage d'une tonne supplémentaire de verre d'emballage en France. Il montre l'intérêt – du point de vue environnemental – de recycler davantage le verre d'emballage. Ce bénéfice environnemental provient en majeure partie des économies de matières premières et de combustibles.

Ainsi, chaque tonne de verre d'emballage non recyclée aujourd'hui occasionne 110 € de coûts environnementaux pour la société. Or, plus de la moitié de ce coût, soit 57 €/t, n'est pas internalisée, c'est-à-dire qu'elle n'est pas supportée par les acteurs économiques. Ceci montre l'actuelle insuffisance des politiques publiques (notamment quant à la consommation de ressources énergétiques) à intégrer les impacts environnementaux.

Mais selon les variantes de modélisation, le bénéfice environnemental total varie assez sensiblement. Ainsi, selon l'hypothèse d'allocation des impacts de la production de carbonate de soude (une des matières premières de la production de verre), le bénéfice environnemental total varie de 60 à 120 €/t, et la partie non internalisée de 30 à 67 €/t. Si l'on considère un objectif ambitieux de réduction des GES (le coût marginal de réduction des émissions est plus élevé), le bénéfice environnemental total passe à 163 €/t.

2. L'application à l'aluminium

Elle vise l'aluminium de fin de vie (par opposition aux « déchets neufs » d'aluminium).

Le bénéfice environnemental total calculé du recyclage d'une tonne d'aluminium s'élève à 2 200 €/t. Il provient essentiellement de l'économie de ressources énergétiques nécessaires à la production d'aluminium primaire. A titre de comparaison, le cours de l'aluminium au London Metal Exchange s'élevait à 1 664 €/t au 22/11/07.

Comme pour le verre d'emballage, l'internalisation des impacts environnementaux est insuffisante. En effet, le coût environnemental de ne pas recycler davantage l'aluminium n'est supporté qu'à 40 % (900 €/t) par les acteurs économiques.

La sensibilité du bénéfice environnemental aux variantes de modélisation est beaucoup plus faible que dans le cas du verre. Elle varie de 2 100 à 2 300 €/t. La source principale de cette variation est l'hypothèse sur le mix techno-

logique de production électrique modélisé pour la production de l'aluminium primaire (électrolyse). Si l'on considère un objectif ambitieux de réduction des GES, le bénéfice environnemental total passe à 3 000 €/t.

IV. RECOMMANDATIONS

Les résultats chiffrés d'une étude de monétarisation donnent des ordres de grandeur acceptables mais présentent une incertitude importante qu'il importe de bien cerner au moment de tirer des conclusions. Les incertitudes sont liées à la modélisation, aux paramètres du modèle et aux facteurs de monétarisation. Ces incertitudes sont à appréhender au travers d'analyses de sensibilité.

Les coûts environnementaux totaux sont intéressants à déterminer dans le cadre d'orientations politiques globales et pour la mise en œuvre de mesures normatives ou informatives.

Les externalités environnementales sont intéressantes à déterminer pour la mise en œuvre d'instruments économiques basés sur les produits / systèmes ou sur les flux élémentaires – par exemple une taxe sur l'utilisation de matières premières, sur les produits, ou sur les émissions polluantes, dont le montant devrait être égal au coût environnemental non internalisé.

Seuls les instruments basés sur les flux élémentaires (taxes sur les émissions) offrent l'avantage d'inciter la chaîne de production à s'améliorer, en même temps qu'ils défavorisent les produits/systèmes les plus impactants.

ÉVALUATION

LA LETTRE
DE LA DIRECTION
DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES
ET DE L'ÉVALUATION
ENVIRONNEMENTALE

Directeur de la publication :
Guillaume SAINTENY

Réalisation
et mise en page :
Morgane LE MOULT

Pour s'abonner :
lettre-evaluation
@ecologie.gouv.fr