

# Economic-environmental analysis of the Moroccan cement sector : Benefits from co-processing and production of renewable energy

David Maradan, Haute Ecole de Gestion de Genève

Karim Zein, sba, Lausanne

Grégoire Meylan, sba, Lausanne

Rachid Amor, Lafarge, Association Professionnelles des Cimentiers, Maroc

*Cahier : N° HES-SO/HEG-GE/C--09/10/1--CH*

2009

# **Economic-environmental analysis of the Moroccan cement sector : Benefits from co-processing and production of renewable energy**

---

**David Maradan**, Haute Ecole de Gestion de Genève

**Karim Zein**, sba, Lausanne

**Grégoire Meylan**, sba, Lausanne

**Rachid Amor**, Lafarge, Association Professionnelles des Cimentiers, Maroc

Cahier de recherche

**Décembre 2009**

## ***Résumé***

Les analyses économiques de l'environnement permettent d'évaluer en termes monétaires les impacts environnementaux d'activités économiques. Depuis 1997, le secteur du ciment au Maroc recourt à ce type d'analyses (Ecosys & sba, 2004, 2007, 2008) afin de rendre compte des bénéfices environnementaux résultant de l'investissement de plus de 1 milliards de dirhams (89 millions d'euros) en mesures de remédiation. Ce cahier de recherche résume les principaux résultats des analyses effectuées et positionne ainsi le secteur marocain du ciment tant du point de vue de son développement économique que sous l'angle de sa performance environnementale.

## ***Mots-clés***

Evaluation économique de l'environnement, analyse économique-environnementale, ciment

## ***Summary***

Environmental economic analyses of an industrial sector enable the evaluation of related environmental impacts in monetary terms. Since 1997, the Moroccan cement sector has engaged in improving its environmental performances. This research paper presents the results of the environmental economic studies (Ecosys & sba, 2004, 2007, 2008) that estimate the environmental benefits related to the 1 billion dirham (89 million euro) spent for environmental protection. It shows that the Moroccan cement sector managed to reduce its environmental damages while increasing its economic value.

## ***Keywords***

Economic valuation of the environment, environmental economic analysis, cement production

## 1. INTRODUCTION

L'enjeu des analyses méso-économiques est de saisir et d'évaluer l'amélioration de la performance environnementale du secteur du ciment marocain réalisée depuis 1997 et espérée d'ici 2012.

Cet article en présente les résultats et les rapporte aux études antérieures menées pour les années 1997, 2003 et 2006. L'analyse méso-économique repose sur les données fournies directement par les quatre groupes cimentiers marocains : ASMENT, CIMAR (Ciments du Maroc), HOLCIM Maroc et LAFARGE Maroc.

L'objectif de cette analyse est de suivre l'évolution du secteur marocain du ciment sous l'angle économique-environnemental dans une même et unique dimension, la dimension monétaire.

## 2. METHODOLOGIE

Les analyses économique-environnementales considèrent les interactions du secteur du ciment avec l'environnement : à travers ses multiples activités, il ingère, transforme des ressources, émet des rejets et exerce des pressions sur les écosystèmes. L'analyse économique-environnementale prend ainsi en compte les flux environnementaux situés à l'entrée du processus de production (intrants) et à sa sortie (extrants). Les résultats s'expriment premièrement sous la forme de ratios coûts-bénéfices permettant d'identifier les actions de remédiation les plus profitables du point de vue économique et environnemental. Deuxièmement, les résultats constituent un outil de suivi de l'ampleur des pertes de bien-être et de production liée aux impacts environnementaux du secteur du ciment au cours du temps.

Les résultats sont donnés soit par domaine environnemental (eau, air, sols et paysages, déchets, énergies et matières) soit par catégorie économique (santé et qualité de vie, capital naturel, inefficiences dans l'utilisation des ressources).

### *a) Définitions*

En termes économiques, les coûts des dommages environnementaux désignent les pertes de bien-être (subies par la population) et de productivité (subies par les activités économiques) résultant de la modification de la qualité de l'environnement et de la disponibilité des intrants environnementaux. Plus concrètement, les premières désignent, par exemple, la perte de qualité de vie et les atteintes à la santé de la population résultant de l'absence d'équipement sanitaire ou de la pollution de l'air dû à l'usage de foyer ouvert et sans conduite d'évacuation au sein des habitations. Un exemple pour illustrer les secondes serait les pertes des activités agricoles dues à la dégradation des sols résultant de l'augmentation de l'érosion et de la désertification.

Les inefficiences dans l'utilisation des ressources désignent les pertes économiques au sens de l'usage non efficient de ces ressources. Ces pertes vont des fuites d'eau au potentiel d'économie d'énergie et aux pertes évitables de matières dans les procédés de production.

Les coûts de remédiation (CR) représentent les dépenses nécessaires, en l'état des connaissances et des données disponibles, à la préservation de l'environnement. Ils comprennent également les coûts de procédé, de gestion et de contrôle nécessaires pour réduire ou éviter les gaspillages (inefficiences). Le coût de remédiation est par conséquent le coût d'évitement des dommages et des inefficiences.

Les mesures de remédiation sont susceptibles de générer des bénéfices économiques additionnels. Par exemple, la co-incinération de déchets, bien qu'elle nécessite certains investissements (zones de stockage), permet d'économiser des coûts de combustibles, de diminuer les coûts de revient du ciment et d'augmenter les marges bénéficiaires du secteur. De plus, sur le plan environnemental, cette mesure assure l'élimination des déchets.

### ***b) Outils de prise de décision : Rapports Bénéfices/Coûts (B/C) et suivi temporel***

Dans l'idéal, les actions de remédiation devraient avoir pour conséquence l'élimination au moindre coût des dommages et des inefficiences. Il en résulterait, d'une part, des avantages, les dommages et inefficiences éliminés, et d'autre part des coûts, ceux des actions de remédiation. La mise en perspective de ces avantages et de ces coûts, sous la forme d'un ratio, revient ainsi à mettre en rapport la somme des CD<sup>1</sup> et CI<sup>2</sup> (CDI<sup>3</sup>) et les CR.

Une action de remédiation économiquement efficace impliquerait que les avantages totaux priment sur les coûts, autrement dit que le ratio B/C soit supérieur à l'unité. Ce ratio mesure ainsi la rentabilité environnementale de la remédiation.

$$\frac{CDI}{CR} \Leftrightarrow \frac{\text{Bénéfices}}{\text{Coûts}} > 1$$

Un ratio égal à 2 indique que, par exemple, pour 1 \$ investi dans la remédiation, un dommage équivalent à une perte de bien-être de 2 \$ est évité.

### ***c) Analyse prospective pour 2012***

Le suivi du coût des dommages et des inefficiences au cours du temps et selon différentes stratégies réelles ou fictives de remédiation et de développement du secteur constitue le second résultat de l'analyse. Une telle procédure permet de mettre en évidence les conséquences des actions et efforts déjà consentis ou de tester la pertinence sous l'angle environnemental des stratégies de développement d'un secteur économique.

L'élaboration d'une prospective demande l'anticipation des données qualifiant le secteur du ciment et l'économie marocaine pour l'année 2012. Ces dernières ont été construites sur la base de l'évolution des taux de croissance des 10 dernières années. Les données sur le secteur du ciment 2012 (production, prix, valeur ajoutée (VA), chiffre d'affaires (CA), nombre d'employés) ont été renseignées directement auprès des groupes cimentiers du pays. Les données manquantes ont été construites sur la base de l'évolution des quantités produites, du nombre d'employés ainsi que du CA et de la VA.

Le taux de change MAD<sup>4</sup>/USD a été maintenu constant. Les modifications de prix considérés sont réelles (au sens où elles ne considèrent pas les effets de l'inflation).

La difficulté majeure consiste à anticiper les relations entre ces différentes dimensions. Ainsi, par exemple, un taux élevé de croissance économique implique une plus grande consommation de ciment et donc, au niveau du secteur, des émissions et des inefficiences plus élevées. Les inefficiences peuvent alors augmenter suite à la baisse de réserves de production et un entretien moins régulier.

A contrario, la croissance économique implique également une augmentation des revenus des ménages (et des phénomènes y étant empiriquement corrélés telle l'augmentation des niveaux d'éducation et d'accès à l'information). Il pourrait en résulter un renforcement des préférences environnementales et des régulations en faveur de la préservation de l'environnement.

### ***d) Protocole d'évaluation***

Les analyses méso-économiques des coûts et bénéfices environnementaux de l'industrie du ciment au Maroc se trouvent en phase directe avec les travaux effectués au sujet de l'évaluation des coûts de la dégradation de l'environnement dans les pays du Maghreb et du Machreq (Mediterranean Environmental Technical Assistance Programme – METAP, Banque

---

<sup>1</sup> CD : Coûts des Dommages

<sup>2</sup> CI : Coûts des Inefficiences

<sup>3</sup> CDI : Coûts des Dommages et des Inefficiences

<sup>4</sup> Dirham marocain

Mondiale et le Programme des Nations Unies pour le Développement – PNUD). Ces analyses sont issues de la même base ayant permis de développer ces autres travaux. Pour ce qui concerne le secteur du ciment marocain, la méthodologie, une fois encore, est en essence la même que celle qui a été utilisée au niveau du pays (niveau marco) dans le cadre du Plan National d'Actions pour l'Environnement (PNAE).

Différentes méthodes sont utilisées afin de saisir au mieux les conséquences directes de la dégradation de l'environnement relevée par le diagnostic environnemental. Par exemple, dans le cas de l'estimation des conséquences de la dégradation de l'environnement sur la santé humaine, celle-ci est réalisée à travers la statistique des « DALYs »<sup>5</sup>, un indicateur ajustant en nombre d'années de vie individuelles toutes les conséquences (des journées perdues) de toutes les maladies et décès prématurés causés par la dégradation de l'environnement dans un pays, sur un an. Une année perdue suite à un décès prématuré représente un DALY et les années suivantes sont escomptées à un taux fixe. Cette méthodologie a été développée et appliquée par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) et la Banque Mondiale afin de fournir une mesure harmonisée des impacts sur la santé humaine engendrés par un environnement dégradé. Une autre manière de faire est de procéder au comptage de toutes les conséquences économiques (journées et années perdues plus frais médicaux et d'hospitalisation) de toutes les maladies et décès répertoriés suite à une étude nationale de santé en relation avec la dégradation de l'environnement. Les résultats de tels enquêtes et calculs devraient correspondre, en ordre de grandeur, aux DALYs calculés par l'OMS et la Banque Mondiale. Cette autre manière de faire est utilisée lorsque l'échelle est locale, par exemple dans le cas des maladies à transmission hydrique dans un bassin versant.

D'autres techniques d'évaluation ont été appliquées, notamment celles mettant en évidence la disposition à payer des ménages afin d'améliorer leur cadre de vie en cas de nuisances. Par exemple une disposition à payer (DAP) a été retenue afin d'estimer le coût de la dégradation de la qualité de vie dont l'origine est la pollution de l'air ambiant y compris les rejets non mesurés. Dans de nombreux autres cas, l'évaluation économique repose encore sur les coûts de revient (eau gaspillée), de production (matières perdues), de traitement (cas des déchets) ou des manques à gagner (absence de recyclage).

La mise à jour du protocole d'évaluation a été toutefois nécessaire en raison du développement de l'économie de l'environnement et l'augmentation des études sources (c'est-à-dire des études fournissant des valeurs utiles à l'évaluation des dommages de l'industrie du ciment au Maroc). L'analyse 2006 avait déjà montré ce potentiel d'amélioration qui n'avait alors, par souci de maintenir la comparaison avec les années antérieures, été que marginalement exploitée. La stratégie est désormais différente, les modifications sont réalisées et les analyses précédentes révisées et adaptées en conséquentes. Les principaux aménagements apportés sont les suivants :

- L'usage de substituts, la co-incinération ainsi que la production d'énergie renouvelable sont désormais inclus dans l'analyse comme des facteurs de réduction des dommages environnementaux dans le domaine de l'air (économie de coûts externes par la production d'électricité renouvelable), des déchets (économie de coûts de traitement grâce à la valorisation des déchets par les cimenteries) et de l'environnement global (économie d'émissions de CO<sub>2</sub>). Afin de faciliter la lisibilité de l'analyse, des dommages « négatifs » et donc des « bénéfiques environnementaux » ont été évalués. Ces derniers ont été directement soustraits aux dommages produits dans le résultat final. L'évaluation économique repose sur l'économie du coût de mise en décharge que la valorisation faite par les cimentiers permet. Toutefois, si des capacités d'incinération des déchets existaient au Maroc, ceci conduirait à une surestimation de ce bénéfice (ou dommages négatifs).

---

<sup>5</sup> DALY: Disability-adjusted life-year (années de vie corrigées de l'incapacité)

Dans un tel cas, seules les économies de coûts (diminution des prix de revient) qui en résultent devraient être pris en considération (env. 1/5 à 1/10 des dommages actuels).

- Les dommages dans le domaine du bruit ont pu désormais être évalués (ils demeurent toutefois négligeables). L'analyse de l'année 2006 avait déjà examiné le domaine du bruit mais, partiellement, en raison d'un manque de données. L'évaluation est désormais complète et montre que l'examen des nuisances sonores des cimenteries n'est en l'état que peu relevant.
- Les études relatant l'accentuation des problèmes dans le domaine de l'eau (augmentation marquée de la rareté de la ressource au Maroc) revendiquent désormais l'évaluation du coût d'opportunité de l'eau pour l'ensemble de la ressource utilisée. Auparavant, seule l'eau municipale était considérée ; l'eau de puits et l'eau dessalée sont désormais prises en compte.
- Au niveau des coûts de remédiation, des nouvelles sources ont également été utilisées et des nouvelles références de coûts, souvent plus détaillées, ont amélioré leur précision. Néanmoins, en 2008 et 2012, les remédiation consenties demeurent difficile à évaluer monétairement, les technologies et mesures consenties étant plus récentes et peu renseignées sous l'angle économique. A ce titre, l'évolution des ratios en 2008 et 2012 doit être considérée avec prudence.

### 3. RESULTATS

#### a) Résultats globaux

La réplique de l'analyse MESO (1997, 2003, 2006 et 2008) du secteur marocain du ciment permet de suivre l'évolution des CDI, des CR et des ratios CDI/CR au cours du temps et de juger ainsi de l'efficacité et de la pertinence des actions entreprises. L'analyse prospective (2012) permet en outre d'esquisser l'image économique-environnementale future du secteur pour autant que, au cours de 3 prochaines années, les actions prévues soient effectivement mises en place. Au total, les deux précédentes démarches concluent à une diminution importante des dommages environnementaux et des inefficiences dans la production de ciment au Maroc tant en termes absolues (MAD) que relatifs (% de la VA). La figure 1 indique ainsi qu'en % de la VA du secteur, les CDI chutent de 15% à moins de 1%.

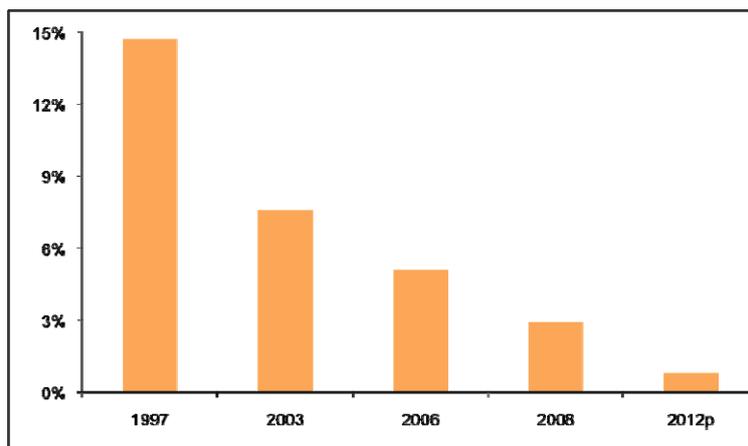


Figure 1 : Les CDI du secteur du ciment marocain, 1997 à 2012 (prospective)

Les coûts de remédiation (CR), à savoir les coûts induits par les mesures de protection environnementale, se stabilisent en raison des effets de la diminution des dommages (moins de remédiation future à consentir) et de l'augmentation du coût marginal de la remédiation

(chaque nouvelle réduction des dommages étant plus onéreuse, les actions de remédiation les plus efficaces ayant déjà été mises en place). La figure 2 présente leur évolution.

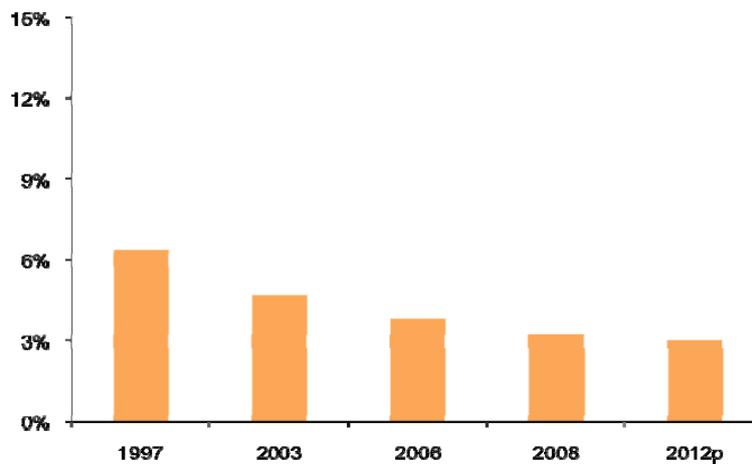


Figure 2 : Les CR du secteur du ciment marocain, 1997 à 2012 (prospective)

La baisse des CDI et la stagnation des CR entraînent une diminution progressive des ratios CDI/CR (figure 3). Au stade actuel, l'analyse pose désormais la question du coût d'opportunité de la protection de l'environnement dans le secteur du ciment. En effet, à la lumière de ces résultats, l'accentuation des efforts environnementaux des cimentiers semble constituer une option relativement inopportune (faible ratio CDI/CR). Toutefois, cette conclusion repose sur l'hypothèse que d'autres industries marocaines présentent des ratios plus élevés et donc des actions de remédiation plus efficaces.

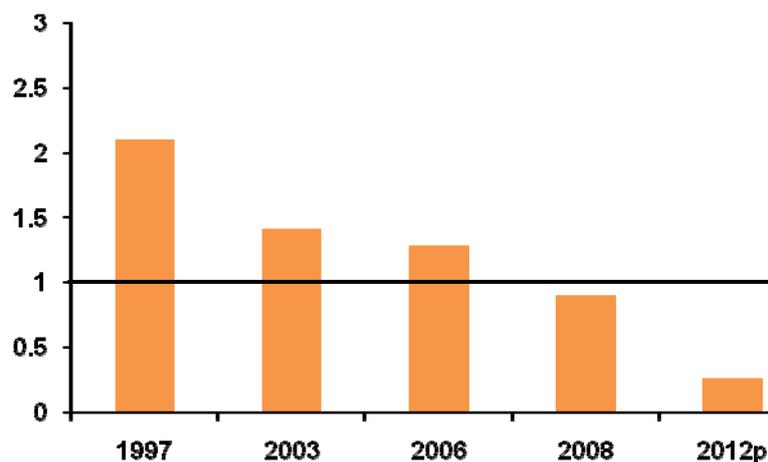


Figure 3: Evolution des ratios CDI/CR

Cette conclusion est renforcée par l'analyse comparative de la situation économique et de la position environnementale du secteur du ciment. La figure 4 examine ainsi la contribution du secteur marocain du ciment au produit intérieur brut (en maintenant le PIB constant) et l'ampleur des dommages environnementaux (en % des dommages environnementaux totaux évalués par la Banque mondiale en 2003) au Maroc.

Alors qu'en 1997, le secteur du ciment contribue davantage à la dégradation environnementale du Maroc qu'il ne participe à la création de richesse, cette situation s'inverse dès 2003 et s'accroît par la suite<sup>6</sup>.

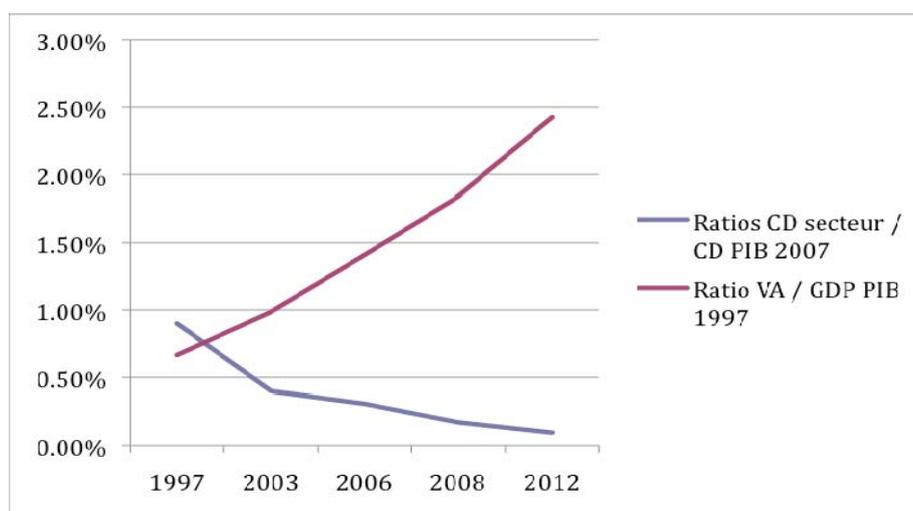


Figure 4: Evolution économique-environnementale du secteur marocain du ciment

***b) Résultats spécifiques : la co-incinération de déchets et de l'utilisation de matières de substitution***

Une évolution environnementale majeure du secteur de production du ciment au Maroc concerne le recours à des processus de co-incinération et de l'usage croissant de matières de substitution. Il s'ensuit une chute marquée des dommages environnementaux dans les domaines des énergies – matières et des déchets. Dans ce dernier cas, les dommages deviennent négatifs, indiquant que le secteur du ciment procure désormais un service au bénéfice de la collectivité (figure 5).

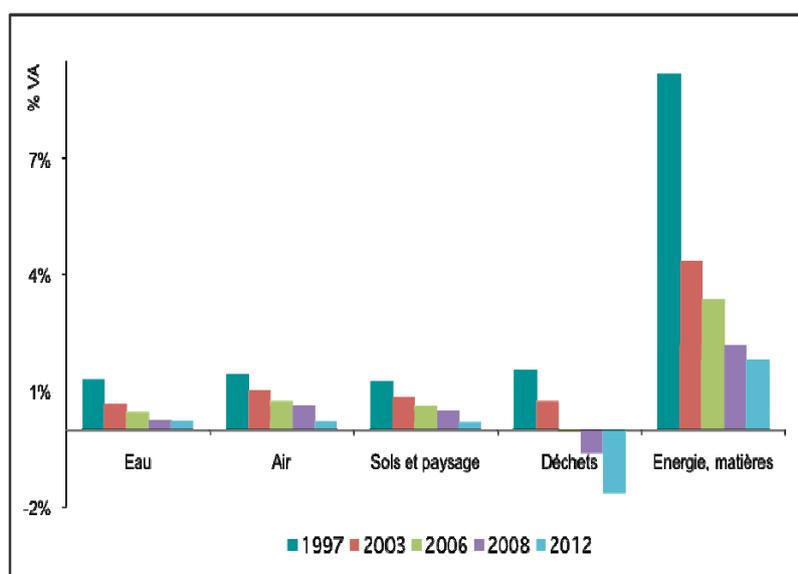


Figure 5 : Les CDI du secteur marocain du ciment par domaine environnemental

<sup>6</sup> Cette dernière analyse ne comprend pas le CO<sub>2</sub> émis puisque ces dommages environnementaux n'ont pas été examinés au niveau national et concernent plutôt un phénomène global.

La co-incinération désigne l'utilisation de combustibles alternatifs tel que des pneus déchiquetés, des déchets d'huiles et d'hydrocarbures, des déchets banaux d'origine industrielle, des déchets ménagers et agro-alimentaires. La co-incinération présente trois avantages :

- Premièrement, elle permet de pallier les capacités défaillantes du Maroc en matière d'élimination des déchets. L'évaluation de ce bénéfice donne lieu à un dommage « négatif » évalué par le biais de l'économie du coût de traitement.
- Deuxièmement, la co-incinération permet, en diminuant le prix moyen des intrants énergétiques, d'abaisser le coût de revient du clinker. La profitabilité du secteur s'en trouve renforcé.
- Troisièmement, elle développe une activité économique nouvelle : la préparation et l'acheminement des déchets vers les cimenteries.

L'utilisation de matières de substitution constitue une seconde source de valorisation des déchets de la part des cimenteries. L'ajout de cendres volantes (provenant des centrales thermiques) lors de la préparation du clinker permet de diminuer les autres ajouts traditionnels plus onéreux. A nouveau, ces ajouts offrent plusieurs avantages :

- Premièrement, les cimentiers proposent une solution au problème de l'élimination des cendres volantes, déchet encombrant et volumineux de la production d'électricité.
- Deuxièmement, l'ajout de substitut permet de minimiser la production de clinker et les besoins en matériaux bruts non renouvelables (le calcaire, dont l'extraction contribue à la dégradation des sols voire au déboisement) et en énergies.

Le Tableau 1 présente les détails de l'évaluation monétaire des avantages produits par l'industrie du ciment en termes d'économie de coûts du traitement des déchets et de création de nouvelles activités économiques.

**Tableau 1: Effets de la co-incinération et du recours à des matières de substitution (en % de la VA)**

Types de combustibles et matières de substitution	2006	2008	2012
Préparation des déchets - VA de l'activité	-0.03%	-0.03%	-0.06%
Déchets banals (fer, papier dont sacs, carton, bois, etc.)	-0.10%	-0.10%	-0.10%
Pneus déchiquetés	-0.05%	-0.12%	-0.24%
Huiles et hydrocarbures	0.00%	0.00%	-0.03%
Déchets pharmaco-chimiques	0.00%	0.00%	-0.02%
Déchets agro-alimentaires et emballages	0.00%	0.00%	0.00%
Déchets ménagers	0.00%	0.00%	-0.45%
Terrils de charbon, ajout	0.00%	-0.01%	-0.02%
Réutilisation des cendres volantes, ajout	-0.28%	-0.57%	-0.94%
Autres matières ajoutées (*), ajout	0.00%	-0.06%	-0.01%
<b>en % de la VA</b>	<b>-0.47%</b>	<b>-0.90%</b>	<b>-1.87%</b>
<b>Montant absolu en USD</b>	<b>-2'240'532</b>	<b>-5'415'504</b>	<b>-9'506'621</b>

(\*) calamines, résines moulées, mâchefers, laitiers, cendres de pyrothyne

L'analyse économique-environnementale montre ainsi que le secteur marocain du ciment devient, dans le domaine des déchets, non plus une source de dommages supplémentaires, mais une source de bénéfices pour la société marocaine. Dès 2006, les dommages dans le domaine des déchets ont en effet une valeur négative, indiquant une contribution du secteur à la diminution des dommages environnementaux du pays. Le Tableau 2 rend compte de cette transition environnementale.

**Tableau 2: Evolution des dommages (en % de la VA) dans le domaine des déchets**

	1997	2003	2006	2008	2012p
D	1.560.73	-	-	-	-
échets	%	0.03%	0.62%	1.66%	

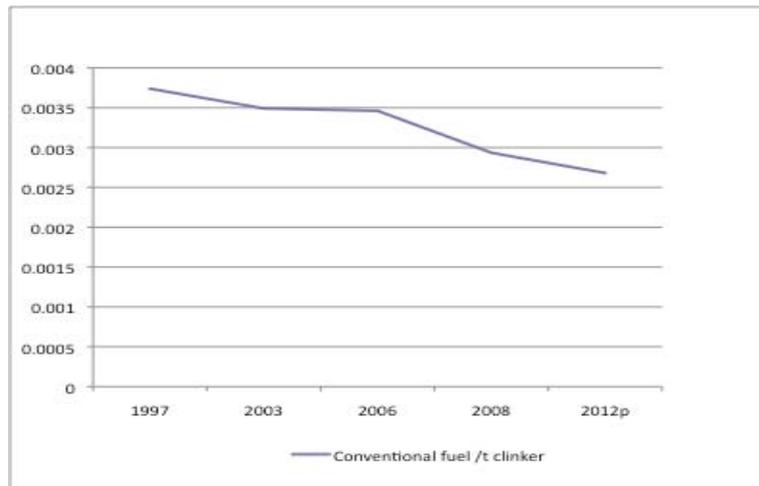
Les économies de matières et d'énergies qui résultent de l'usage de substituts et de la co-incinération se retrouvent implicitement dans l'analyse économique-environnementale par le biais d'une diminution des quantités d'inputs et de matières par tonne de ciment (ou de clinker) produite. Elles engendrent ainsi moins de besoins de matières et donc moins d'inefficiences (ou du moins des inefficiences de moindre importance économique vu que les matières de substitution sont moins onéreuses que les combustibles et ajouts conventionnels).

Ces ajouts, associés aux améliorations techniques réalisées depuis 1997, expliquent la réduction drastique (de plus de 10% à moins de 0.2%) des inefficiences (Tableau 3).

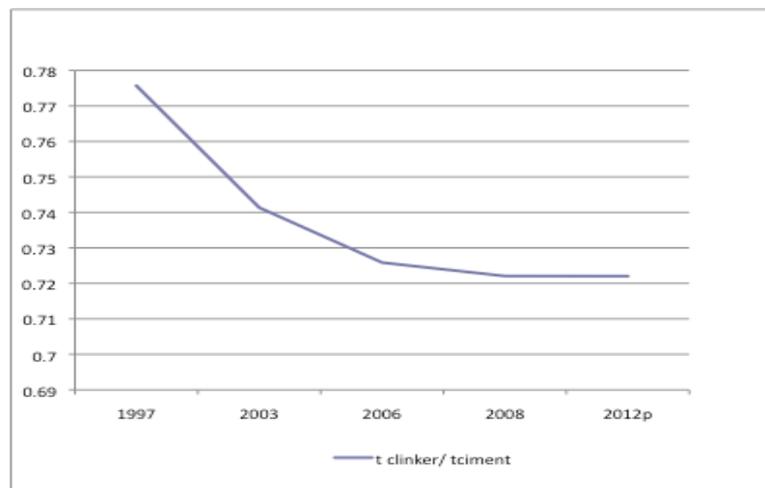
**Tableau 3: Evolution des inefficiences (en % de la VA)**

	1997	2003	2006	2008	2012p
Inefficiences	10.95%	4.14%	3.36%	1.59%	0.16%

Les figures 6 et 7 illustrent d'une autre manière ces gains : la figure 6 montre ainsi la diminution des l'usage des combustibles conventionnels par tonne de clinker produite et la figure 7 la diminution de clinker par tonne de ciment.



**Figure 6 : Combustible conventionnel (TJ) par tonne de clinker**



**Figure 7 : Tonne de clinker par tone de ciment**

Les économies de matières et d'énergies ainsi que la production d'énergie d'origine renouvelable génèrent également une économie importante d'émissions de CO<sub>2</sub> et donc une moindre contribution du secteur du ciment aux changements climatiques (figure 8).

Les économies de CO<sub>2</sub> résultent également de la production d'électricité d'origine renouvelable (solaire et éolienne) par les cimentiers ainsi que par le reboisement des carrières (puits de carbone). La figure 9 présente, en % des émissions de CO<sub>2</sub> produites, la quantité d'émissions évitées. En 2012, l'économie réalisée représente ainsi plus du 15% des émissions générées. L'avantage pour la société marocaine, évalué au prix du carbone sur le marché de Chicago, avoisine 300 millions de MAD.

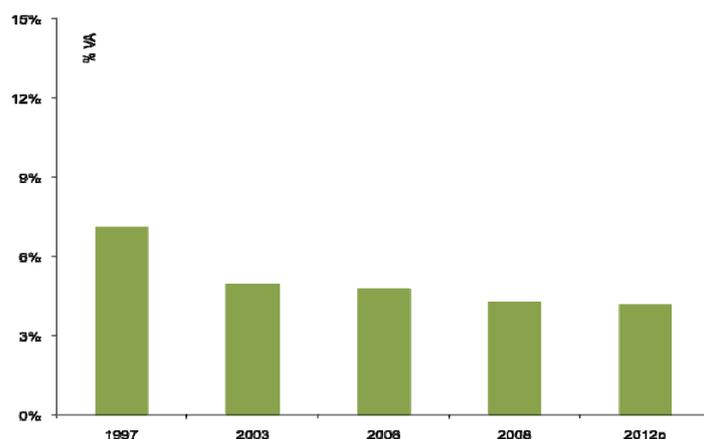


Figure 8: Dommages liés aux émissions de CO<sub>2</sub> en % de la VA

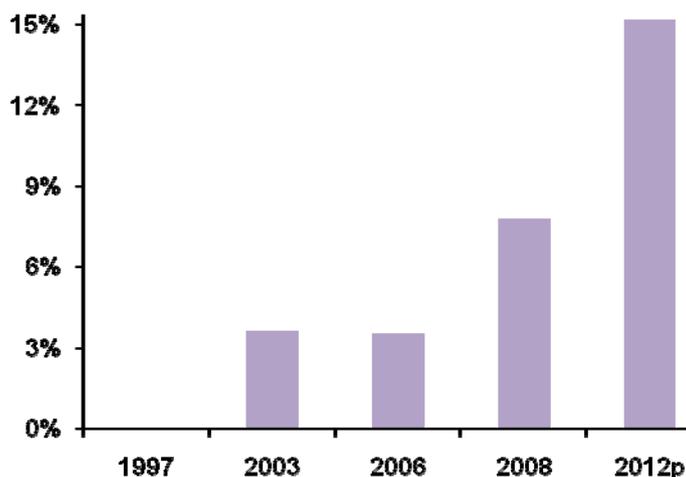


Figure 9: Economie de CO<sub>2</sub> en % des émissions générées

#### 4. LIMITES ET CONCLUSION

L'analyse méso-économique du secteur du ciment 2008 et la réalisation d'une analyse prospective pour l'année 2012 confirment la tendance observée en 2006 : les coûts des dommages environnementaux et des inefficiences (CDI) du secteur diminuent tant en % de la VA qu'en montant absolu. En d'autres termes, le secteur marocain du ciment a été capable d'accroître son importance économique (augmentation de la production et de la VA, +250% entre 1997 et 2012) tout en limitant ses conséquences environnementales négatives (-90% entre 1997 et 2012).

Cette amélioration résulte du développement de la co-incinération (valorisation de déchets), de l'usage de substituts, de la production d'énergie renouvelable pour usage propre ainsi que l'adoption de procédés toujours plus efficient. D'autres mesures, telles la réhabilitation des carrières et leur reboisement, ont également eu un impact non négligeable sur la réduction des CDI du secteur.

A l'heure actuelle, les résultats des ratios entre CDI et CR montrent également que la plupart des actions rentables du point de vue économique-environnementale ont été réalisées. Le secteur du ciment doit donc chercher désormais à stabiliser ses impacts environnementaux, plutôt que de continuer à les minimiser. Diminuer encore les impacts environnementaux du secteur soulève en effet désormais la question du coût d'opportunité de ces actions : ces

dernières semblent être onéreuses relativement aux résultats obtenus (ratios CDI/CR inférieurs à 1). Il est possible qu'intervenir dans d'autres secteurs économiques soit du point de vue économique-environnementale plus rentable. A ce stade, c'est désormais aux pouvoirs publics de trancher, éventuellement par le biais d'un renforcement des obligations environnementales dans les secteurs qui n'auraient pas agi de leur propre chef.

La précédente conclusion est toutefois susceptible d'évoluer. D'une part, les préférences environnementales de la population peuvent se renforcer et des découvertes scientifiques sont susceptibles d'augmenter la portée et l'importance économique d'un dommage (il en résulterait une augmentation des CDI). D'autre part, l'analyse n'a pas quantifié les gains en terme d'image (et donc de vente, d'accès aux marchés internationaux, etc.) que sont susceptibles de générer la diminution des impacts environnementaux du secteur du ciment au Maroc.

## 5. DEVELOPPEMENTS

Le secteur marocain du ciment ayant atteint un optimum économique-environnemental, les futures analyses devraient intégrer des aspects nouveaux tels que :

- L'importance des performances environnementales des cimentiers sur leur image et leur position commerciale. Une telle analyse peut identifier de nouvelles opportunités d'action pour les cimentiers.
- L'analyse de cycle de vie du produit « ciment », afin d'orienter du point de vue environnementale non seulement son processus de production, mais également la qualité de ses inputs et son élimination finale. Une comparaison avec les substituts du ciment serait profitable. A supprimer
- La responsabilité sociétale de l'entreprise ; le secteur du ciment remplit également une fonction sociale, son analyse en lien avec ses forces et faiblesses économique-environnementale est susceptible d'affiner les priorités d'action du secteur.

## 6. REFERENCES

- Beauzamy, B., 2002. Les mathématiques du réel, *La Jaune et la Rouge, Revue mensuelle de la Société amicale des anciens élèves de l'Ecole polytechnique*, Paris, N° 577 : 5-8.
- CIBA-GEIGY, 1978. Umweltschutz – des einen Nutzen... des anderen Kosten? *Das Ciba-Geigy Magazin*, 1.
- CEMT/ECMT, 2000, 2003, *Taxation efficiente des transports – Efficient Transport Taxes and Charges*, OCDE/OECD, Paris.
- CNUCED/UNCTAD, 2002. *Classement des pays et des grandes entreprises multinationales suivant la valeur ajoutée* (PIB pour les pays). Agence de presse.
- EPE – SBA, 2002. *Guide d'auto-diagnostic environnemental*, Paris et Lausanne.
- EPFL (Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne), 1977. *Elaboration d'une fonction de dégradation – Application au cas du SO<sub>2</sub> en Suisse*, Série GEK/CGE, Berne.
- EUROSTAT, 1990. *Système européen de rassemblement de l'information économique sur l'environnement – SERIEE*, projet de manuel. (parution 1994, Office statistique des Communautés Européennes, Luxembourg).
- Franz, A. and C. Stahmer (eds), 1993. *Approaches to Environmental Accounting*. Physica-Verlag/Springer, Berlin.
- Frey, R., 1986. In : *Berner Zeitung* vom 18. Januar.

- Larsen, B., M. Sarraf and G. Pillet, 2002. Draft. *Cost Assessment of Environmental Degradation in the Mashreq and Maghreb Countries — From Theory to Practice. Cost Assessment of Environmental Degradation in EGYPT*, The World Bank – METAP.
- Larsen, B., M. Sarraf et G. Pillet, 2002. Draft. *Cost Assessment of Environmental Degradation in the Mashreq and Maghreb Countries — From Theory to Practice. Evaluation du coût économique de la dégradation de l'environnement en TUNISIE*, The World Bank – METAP.
- Ledergerber, E., 1984. Die Kosten der Luft-verschmutzung in der Schweiz, Referat, *Neue Zürcher Zeitung*, 72.
- Markandya, A., 1991. *The Value of the Environment: A State of the Art Survey*, Conference Paper, Neuchâtel.
- Meade, J.E., 1973. *The Theory of Economic Externalities*, IUHEI, Genève.
- NOGA, 1995. *Nomenclature générale des activités économiques*, Office fédéral suisse de la statistique, Neuchâtel.
- OCDE, 1989. *L'évaluation monétaire des avantages des politiques de l'environnement*, Paris.
- Pigou, A.C., 1920. *The Economics of Welfare*, Macmillan, London (4<sup>th</sup> ed., 1932).
- Pillet, G., 2001. *L'Efficace, le Juste et l'Ecologique*, Helbing & Lichtenhahn, Bâle, Munich, Genève.
- Pillet, G., 1992. *Les comptes économiques de l'environnement / Ökonosmische Umweltkonten*, Office fédéral de la statistique, Berne.
- Pillet, G., 1991. Coûts de la pollution de l'air en Suisse : avant et après le « Clean Air Act Concept », *DISP – Ecole Polytechnique fédérale de Zurich*, **105** : 8-14.
- Pillet, G., 1988. *Tentative de bilan des coûts économiques de la pollution*, SPE/Université de Genève, Genève.
- Pillet, G., 1976. *Les déséconomies externes*, Thèse de doctorat, Fac. de Droit et de Sciences économiques et sociales, Université de Fribourg (Suisse).
- Pillet, G., D. Maradan et K. Zein, *Analyse economico-environnementale de la cimenterie de Hamma Bouziane – Résultats et recommandations*. DDC – SGP-Ciments, Alger et Berne, 2003, 20 pp. + CD-ROM des calculs.
- Pillet, G., D. Maradan, K. Zein et N. Benyahia, *Analyse economico-environnementale de la cimenterie de Raïs Hamidou – Résultats et recommandations*. DDC – SGP-Ciments, Alger et Berne, 2003, 20 pp. + CD-ROM des calculs.
- Pillet, G., K. Zein et D. Maradan, *Analyse economico-environnementale de la cimenterie de Gabès – Résultats et recommandations*. DDC – CNPC, Tunis et Berne, 2003, 20 pp. + CD-ROM.
- Pillet, G., N. Benyahia et K. Zein, *Analyse economico-environnementale de la cimenterie de Bizerte – Résultats et recommandations*. DDC – CNPC, Tunis et Berne, 2003, 20 pp. + CD-ROM.
- Pillet, G. and K. Zein, “Meso-Economic Indicators of Environmental Costs and Benefits for the Cement Sector in Mashreq and Maghreb Countries”. *AUCBM 4<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Environmental Protection in Cement Industries, Abu Dhabi*, Oct. 2003, Proceedings, 6 pp.
- Pillet, G., K. Zein and D. Maradan, “Meso-Economic Indicators of Environmental Costs and Benefits for the Industry in Mashreq and Maghreb Countries”. *SMIA 03 (Sustainable Management In Action)*, University of Geneva, Proceedings, Geneva, 2003, 8 pp.
- Pillet, G. and K. Zein, “Meso-Economic Indicators of Environmental Costs and Benefits for the Cement Sector in Mashreq and Maghreb Countries – The Case for Algeria”. *Cement and Building Materials Review – issued by AUCBM [Arab Union for Cement and Building Materials, Damascus]*, 12, June 2003, pp. 46-49.
- Pillet, G. et K. Zein, *Tableau de bord méso-économique des coûts et bénéfices environnementaux de l'industrie nationale du ciment en Algérie – Résultats et Guide méthodologique*. DDC – MATE/PEIA, Alger et Berne, décembre 2002 + CD-ROM des calculs.
- Pillet, G. et K. Zein, « Meso-economic Indicators of Environmental Costs and Benefits for the Cement Sector in Arab Countries », 7 pp. In : *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Cement Conference*

*and Exhibition*, Marrakech, Morocco, 24-27 oct. 2002. Published by the Arab Union for Cement & Building Materials (AU CBM), Damascus, Syria, 2002, 1'500 pp.

Scitovsky, T., 1954. Two Concepts of External Economies, *Journal of Political Economy*, April.

Walther, A., 1990. *Die Folgekostenrechnung von Umweltschäden*, Dissertation der Hochschule St.Gallen.

WORLD BANK, 1991. *Environmental Assessment Sourcebook*, World Bank Technical Paper Nb. 139, 2 Vol.

## **Cahiers de recherche du Centre de Recherche Appliquée en Gestion (CRAG) de la Haute Ecole de Gestion - Genève**

© 2009

**CRAG** – Centre de Recherche Appliquée en Gestion  
Haute école de gestion - Genève  
Campus de Battelle, Bâtiment F  
7, route de Drize – 1227 Carouge – Suisse  
✉ crag@hesge.ch  
www.hesge.ch/heg/crag  
☎ +41 22 388 18 18  
☎ +41 22 388 17 40

**2009**

**Andrea BARANZINI, Anne-Kathrin FAUST, David HUBERMAN.** *Tropical forest conservation : attitudes and preferences*

**Giuseppe CATENAZZO ; Emmanuel Fragnière.** *Do travel agencies provide sufficient value to their clients?*

**David BILLARD ; Rolf HAURI.** *Making sense of unstructured memory dumps from cell phones.*

**Tobias MULLER ; José RAMIREZ.** « *Wage inequality and segregation between native and immigrant workers in Switzerland : evidence using matched employee-employer data* »

**Journée de la recherche HEG 2009 : recueil des communications**

**Giuseppe CATENAZZO, Emmanuel FRAGNIÈRE, Bastien RIBORDY, Jean TUBEROSA.** *Is the 2008 financial turmoil increasing the risk of a bank run ? : an empirical research in Geneva*

**Sacha VARONE, David SCHINDL.** *Staff assignment using network flow techniques.*

**Rhyem KOUTI, José RAMIREZ.** *Mobility habits of the cross border commuters in Geneva : who uses public transport ?*

**CUBIZOLLE, Cédric, FRAGNIÈRE, Emmanuel, KANALA, Roman, LAVIGNE, Denis, MORESINO, Francesco, NGUENE, Gustave, DE SOUSA, Alexandre.** *SOCIO – MARKAL (SOMARKAL): first modeling attempts in the Nyon residential and commercial sectors taking into account behavioral uncertainties*

**2008**

**Andrea BARANZINI ; José RAMIREZ ; Sylvain WEBER.** *“The Demand for Football in Switzerland : An Empirical Estimation”*

**Giuseppe CATENAZZO ; Gaëtan DERACHE ; Emmanuel FRAGNIÈRE ; Patricia HUGENTOBLE ; Jean TUBEROSA.** *“Rapport d’enquête préliminaire : Dessine-moi un service ! Entreprises et administration : comment concevoir et valoriser vos services”*

**Nguyen VI CAO ; Emmanuel FRAGNIÈRE ; Jacques-Antoine GAUTHIER ; Marlène SAPIN ; Eric WIDMER.** *“Optimizing the marriage market through the reallocation of partners : An application of the linear assignment model”*

**Magali DUBOSSON ; Emmanuel FRAGNIÈRE ; Bernard MILLIET.** *“A Control System Designed to Address the Intangible Nature of Service Risks”*

**Giuseppe CATENAZZO ; Jennifer D'URSO ; Emmanuel FRAGNIÈRE ; Jean TUBEROSA.** *"Influences of Public Ecological Awareness and Price on Potable Water Consumption in the Geneva Area"*

**Alexandra BROILLET ; Magali DUBOSSON.** *"Analyzing Web 2.0 Internet users in order to drive innovation in distribution strategy of luxury watches : A netnography analysis"*

**Alexandra BROILLET ; Magali DUBOSSON.** *"Luxury e-services at the pre- and after-sales stages of the decision making process: Watch, car, art and travel blogs analysis"*

**Nicolas BUGNON ; René SCHEIDER.** *"OPACs et utilisateurs - L'étude ACUEIL démontre les comportements de recherche et propose des outils simplifiés et flexibles"*

**Giuseppe CATENAZZO ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *"Attitudes Regarding New Enterprise Risk and Control Regulations by the Active Population of the Geneva Area"*

**Giuseppe CATENAZZO ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *"Identifying Bank Runs Signals through Sociological Factors: An Empirical Research in the Geneva Area"*

**Caroline SCHAERER ; Andrea BARANZINI.** *"Where and How Do Swiss and Foreigners Live? Segregation in the Geneva and Zurich Housing Markets"*

**Giuseppe CATENAZZO ; Jennifer D'URSO ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *"Elements of perception regarding sustainable development in Geneva"*

**Emmanuel FRAGNIÈRE ; Nils S. TUCHSCHMID ; Qun ZHANG.** *"Liquidity Adjusted VaR Model: An Extension"*

## **2007**

**Andrea BARANZINI ; Caroline SCHAERER.** *"A Sight for Sore Eyes Assessing the value of view and landscape use on the housing market"*

**Joëlle DEBELY ; Magali DUBOSSON ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *"The Travel Agent: Delivering More Value by Becoming an Operational Risk Manager"*

**Joëlle DEBELY ; Magali DUBOSSON ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *"The Consequences of Information Overload in Knowledge Based Service Economies"*

**Lucie BEGIN ; Jacqueline DESCHAMPS ; Hélène MADINIER.** *"Une approche interdisciplinaire de l'intelligence économique"*

**Journée de la recherche HEG 2007.** *"Recueil des communications"*

**Sylvain WEBER ; Andrea BARANZINI ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *"Consumers Choices among Alternative Electricity Programs in Geneva – An Empirical Analysis"*

## **2006**

**Andrea BARANZINI ; Damien ROCHETTE.** *"La demande de récréation pour un parc naturel. Une application au Bois de Pfyn-Finges, Suisse"*

**Giovanni FERRO LUZZI ; Yves FLÜCKIGER ; Sylvain WEBER.** *"A Cluster Analysis of Multidimensional Poverty in Switzerland"*

**Giovanni FERRO LUZZI ; Sylvain WEBER.** *"Measuring the Performance of Microfinance Institutions"*

**Jennifer D'URSO.** *"L'eau de boisson : Aspects logistiques et attitude du consommateur"*

**Jennifer D'URSO.** *"La gestion publique de l'eau en Suisse"*

**Philippe THALMANN ; Andrea BARANZINI.** *“Gradual Introduction of Coercive Instruments in Climate Policy”*

**Andrea BARANZINI ; Caroline SCHAEERER ; José RAMIREZ ; Philippe THALMANN.** *“Feel it or Measure it. Perceived vs. Measured Noise in Hedonic Models”*

**José RAMIREZ ; Anatoli VASSILIEV.** *“An Efficiency Comparison of Regional Employment Offices Operating under Different Exogenous Conditions”*

**José RAMIREZ ; Joseph DEUTSCH ; Yves FLÜCKIGER ; Jacques SILBER.** *“Export Activity and Wage Dispersion : The Case of Swiss Firms”*

**Joëlle DEBELY ; Gaëtan DERACHE ; Emmanuel FRAGNIERE ; Jean TUBEROSA.** *“Rapport d’enquête : sondage Infobésité”*

**Andrea BARANZINI ; José RAMIREZ ; Cristian UGARTE ROMERO.** *“Les déterminants du choix de (dé)localisation des entreprises en Suisse”*

**Catherine EQUHEY BALZLI ; Jean TUBEROSA ; David MARADAN ; Marie-Eve ZUFFEREY BERSIER.** *“Étude du comportement des PME/PMI suisses en matière d’adoption de système de gestion intégré. Entre méconnaissance et satisfaction.”*

**Joëlle DEBELY ; Magali DUBOSSON ; Emmanuel FRAGNIÈRE.** *“The pricing of the knowledge-based services : Insight from the environmental sciences”*