

## Mise en œuvre de l'écologie industrielle et territoriale par une aide multicritère à la décision de groupe

CERCEAU Juliette<sup>a\*</sup>, IMOUSSATEN Abdelhak<sup>b</sup>, JUNQUA Guillaume<sup>a</sup>, MAT Nicolas<sup>a</sup>,  
MONTMAIN Jacky<sup>b</sup> et GONZALEZ Catherine<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centre LGEI, ELSA (Environmental Lifecycle and Sustainability Assessment), École des Mines d'Alès

6 avenue de Clavières - 30319 Alès Cedex, France

<sup>b</sup>LGI2P, École des Mines d'Alès

Parc Scientifique Georges Besse, 30900 Nîmes, France

### Résumé

Cet article propose un outil d'aide à la décision multicritère et multi-acteurs, en environnement incertain, pour l'évaluation de la gestion des ressources suivant les principes de l'écologie industrielle et territoriale (EIT). Cette méthode, qui favorise la résolution collective, vise à enrichir les approches descriptives existantes et donner des pistes pour faire passer le diagnostic territorial d'EIT à une approche davantage prescriptive. Elle permet, à partir de données collectées sur le territoire, de mettre en évidence en quoi les acteurs d'un système industriel partagent un même système de priorisation en matière de gestion des ressources, d'évaluer dans quelle mesure le territoire se conforme à ce système de priorisation, puis de proposer des pistes d'amélioration adéquates. La nécessité d'une telle méthode dans le contexte de l'EIT est justifiée et une démarche à suivre pour sa mise en place est proposée. Un cas d'étude dans le contexte des zones industrialo-portuaires (ZIP) de Fos-sur-Mer et le Havre montre l'utilité de cette démarche pour l'identification de stratégies communes et des pistes d'amélioration pour chacun des territoires.

Mots-clés : écologie industrielle et territoriale, aide à la décision, théorie des possibilités

### 1. Introduction

Le contexte de ce travail correspond à une attente sociale, économique et environnementale dans le domaine de l'aménagement et de la gestion durable des territoires en général et des zones industrialo-portuaires (ZIP) en particulier. L'impératif de diminution des pressions sur l'environnement conduit les parties prenantes locales (collectivités territoriales, autorités portuaires, universités, industriels, chambres consulaires, etc.) à établir de manière participative des scénarios de gestion visant à économiser et à optimiser les ressources, par des stratégies de prévention, de réduction, mais aussi de recyclage et de valorisation développant de nouvelles dynamiques partenariales entre de multiples acteurs territoriaux. Ces différents acteurs attendent une compétitivité et une attractivité accrues de leur territoire de ces scénarios d'EIT.

L'approche « classique » de l'EIT consiste à se focaliser sur l'analyse des flux de matière et d'énergie afin de détecter de potentielles synergies éco-industrielles. Cependant, cette approche a montré ses limites, ne rendant que peu compte de la spécificité du contexte territorial, et en particulier du tissu d'interactions cognitives, culturelles et structurelles liant les acteurs territoriaux, interactions qui font actuellement l'objet de recherches en vue d'améliorer leur description et leur connaissance (Ashton et Bain, 2012). Pour autant, si les outils existants

---

\* juliette.cerceau@mines-ales.fr

permettent de bien diagnostiquer et décrire les différentes dimensions territoriales de l'EIT (aspects techniques, environnementaux, sociaux, économiques), ils restent insuffisants pour articuler ces différentes données afin d'évaluer la maturité d'un territoire quant aux enjeux d'écologie industrielle et d'initier un processus collectif d'aide à la décision (Mat et al, 2012).

Ainsi, ce travail de recherche explore des problématiques empruntées au champ de l'intelligence territoriale : les parties prenantes partagent-elles la même compréhension des enjeux et leviers territoriaux en matière de gestion des ressources ? Et, dans quelle mesure l'organisation d'une connaissance collective facilite-t-elle les collaborations pour une optimisation globale du management des ressources et de la gestion des déchets en particulier ? (Abriak et al. 2006, Junqua et Moine, 2007, Cerceau et al, 2012, Mat et al, 2012). Il contribue à une formalisation de la « proximité cognitive ou mentale » (Ashton et Bain, 2012) sur laquelle se construisent les échanges de flux entre parties prenantes locales, autrement dit à définir et à évaluer la proximité de compréhension et de prise de décision entre décideurs et parties prenantes locales face aux enjeux de gestion des ressources d'un territoire. L'évaluation de cette « maturité cognitive » apparaît essentielle pour la mise en œuvre de l'écologie industrielle si l'on pose que plus la proximité cognitive est forte entre les acteurs locaux (c'est-à-dire plus ils partagent une même représentation des enjeux et des leviers en matière de gestion des ressources), plus une démarche d'écologie industrielle susceptible de répondre à ces enjeux est à même de recueillir l'adhésion de ces derniers.

Cet article présente les premiers résultats d'une démarche méthodologique afin d'évaluer la « maturité cognitive » d'un territoire, autrement dit, la capacité d'un système d'acteurs à partager une même compréhension des priorités du territoire et donc une même stratégie en matière de gestion des ressources, et ainsi à amorcer une démarche collective d'EIT. Pour ce faire, elle interpelle un collectif d'acteurs ayant chacun leur domaine d'expertise ou d'action sur le territoire en question et se décline en six étapes : 1) le cadrage du système qui consiste à déterminer les critères d'évaluation (ou enjeux territoriaux de la gestion des ressources) et les parties prenantes du territoire (étude de leur légitimité) ; 2) la collecte des points de vue des acteurs en vue d'évaluer le territoire au regard de chaque critère ou enjeu ; 3) la représentation de l'imperfection (incertitude, imprécision et subjectivité) des points de vue des acteurs permettant de contrôler l'impact des erreurs humaines et organisationnelles qui peuvent affecter le processus de décision collectif, et ainsi de rendre plus fiable l'évaluation et la mise en place de solutions efficaces ; 4) la fusion des données concernant chaque critère ou enjeu en conservant le maximum d'information sur les données brutes fournies par les acteurs ; 5) le choix d'un modèle d'agrégation des évaluations par critère ou enjeu, qui modélise la stratégie des acteurs en terme d'EIT sur le territoire ; 6) l'agrégation des critères pour construire la synthèse finale pour un territoire donné en fonction des paramètres calculés.

L'article est organisé de la façon suivante. La section 2 présente la démarche de structuration participative de la grille de questionnement territorial permettant le recueil des avis des parties prenantes locales ou experts en matière de gestion des ressources et des déchets en particulier. Ensuite, la section 3 introduit les outils d'aide à la décision multicritère et multi-acteurs, en environnement incertain qui sont proposés pour le traitement de ces avis. Enfin, la section 4 présente les premiers résultats obtenus dans le contexte des ZIP de Fos-sur-Mer et le Havre.

## **2. Structuration de la grille de questionnement territorial pour le recueil des avis d'experts**

La méthodologie de recueil des avis d'experts ou de la représentation que chaque expert se fait des priorités en matière de gestion des déchets, est structurée autour d'une liste d'enjeux élaborée selon un processus itératif : construite sur la base d'une revue de la littérature existante relative aux Outils de Questionnement et d'Analyse au Développement Durable réalisée par Boutaud (Boutaud, 2004) ainsi que sur les expériences de mise en œuvre de

démarches de développement durable en général, et d'écologie industrielle en particulier, une première liste d'enjeux a été partagée avec différents parties prenantes portuaires (décideurs politiques, représentants d'autorités portuaires, associations, etc.) afin de s'assurer de la pertinence des enjeux définis. A la sortie, une série de 20 enjeux a été retenue et partitionnée en cinq domaines (Mat et al., 2012) (Junqua et al., 2012) (voir Table 1).

*Table 1. Exemple de domaine et enjeux utilisés dans la grille de questionnement territorial.*

<b>Domaine « Gouvernance et développement social »</b>
Valoriser les ressources humaines et les compétences locales en matière de gestion des déchets
Réaliser des démarches de sensibilisation visant à changer les modes de consommation et à mieux gérer les déchets
Répartir clairement les rôles dans la gestion des déchets
Développer des réseaux d'acteurs locaux de manière à favoriser les synergies entre acteurs

De la même manière, le système de classement de l'importance relative de ces enjeux les uns par rapport aux autres, ainsi que le système d'évaluation de leur degré de prise en compte par les acteurs locaux, ont été testés auprès des parties prenantes au sein des territoires d'expérimentation afin de s'assurer d'une bonne compréhension et appropriation de ces échelles. Cette structuration collective de la grille de questionnement territorial permet une première entrée en intelligibilité, les parties prenantes s'accordant sur un vocabulaire et une grille de lecture commune pour comprendre la gestion des déchets sur leur territoire.

La grille de questionnement territorial ainsi structurée permet donc de recueillir trois informations principales : 1) l'évaluation des enjeux par les acteurs ; 2) l'importance accordée par chaque acteur à l'enjeu évalué ; et 3) l'appréciation du degré d'expertise, de compétences et d'intervention de l'acteur interrogé ou de sa « légitimité ».

## **2.1 Evaluation des enjeux par les acteurs**

Les experts ont ainsi été amenés à positionner les enjeux portuaires de gestion des déchets pré-identifiés sur une échelle de notation quantitative discrète en réponse à la question « considérez-vous que les acteurs portuaires, à travers leurs stratégies et actions, répondent convenablement ou pas à cet enjeu contribuant à la prise en compte de la gestion des déchets? ». Cette évaluation permet d'identifier la représentation que les experts se font des forces et faiblesses des territoires portuaires en matière de gestion des déchets et d'ouvrir la voie à une appropriation individuelle puis collective des enjeux de l'écologie industrielle en adéquation avec la réalité du territoire.

## **2.2 Importance des enjeux**

L'attribution de l'importance d'un enjeu dans un domaine donné par l'expert interrogé permet de construire le système de préférence de celui-ci. Elle consiste à classer les différents enjeux liés à la gestion des déchets sur les territoires portuaires du premier au dernier. Cette pondération permet d'identifier les enjeux portés par la stratégie des différents acteurs/décideurs des territoires portuaires.

### 2.3 La légitimité des acteurs

La grille de questionnement territorial permet enfin de recueillir des informations sur la fiabilité de l'information fournie par les experts sollicités. Ainsi, la « légitimité » de chacun d'entre eux est évaluée à travers une appréciation du degré de leurs expertise, compétences et interventions au regard des différents domaines de la gestion des déchets. Il s'agit de mettre en évidence le lien du parcours initial et professionnel de la personne interrogée avec les problématiques d'écologie industrielle pour mieux appréhender sa manière de comprendre et de répondre aux questions correspondant aux différents enjeux. La « légitimité » de l'expert interrogé, est obtenue par domaine et elle permet d'apporter une information supplémentaire, au regard de la capacité de l'expert à répondre et à intervenir sur les sujets abordés, dont il faudra tenir compte dans l'évaluation de chaque enjeu.

A l'issue de cette phase de collecte de données, nous obtenons une somme d'informations fournies par une multitude d'experts sur une multitude d'enjeux. Autrement dit, nous obtenons pour chaque expert interrogé la représentation qu'il se fait des enjeux et des priorités pour le projet de territoire. La seconde étape de la méthodologie de questionnement territorial consiste donc à dépasser cette juxtaposition de représentations territoriales individuelles pour faire émerger une représentation territoriale commune.

Il est clair qu'un cadre d'aide à la décision multicritère et multi-acteurs est intéressant pour modéliser cette représentation territoriale commune, autrement dit pour modéliser la fusion de ces avis, les préférences des experts et l'agrégation de l'information sur chaque domaine (Imoussaten, 2010), (Denguir-Rekik, 2007), (Akharraz, 2004) et (Grabisch, 1996). Par ailleurs, pour représenter la subjectivité des experts sollicités et leur légitimité, nous avons choisi de nous placer dans le cadre de la théorie des possibilités (Zadeh, 1978) (Dubois and Prade, 1988). Ce cadre permet de modéliser au mieux le fonctionnement du raisonnement humain.

### 3. Traitement des avis d'experts par les outils d'analyse multicritères et multiacteurs en milieu incertain

Nous considérons qu'une ZIP qui veut expérimenter une nouvelle politique de gestion des déchets ou évaluer sa politique actuelle, ne peut avoir un comportement décisionnel guidé par un enjeu ou critère unique, mais par plusieurs enjeux qui peuvent être parfois en concurrence voire antagonistes (Akharraz, 2004). Par ailleurs, la décision est multi-acteurs car plusieurs acteurs experts s'expriment sur un même critère de décision (Imoussaten, 2010), (Denguir-Rekik, 2007). Nous nous plaçons donc dans le domaine de l'aide à la décision multicritère et multi-acteurs, dont l'objet est d'éclairer et guider les décideurs dans leurs choix, ainsi que dans un contexte possibiliste qui offre une modélisation adéquate compte tenu des imperfections de nos données. L'incertitude inhérente aux évaluations expertes relève de plusieurs sources : d'une part, elle est liée à la dispersion des avis des experts sur un point de décision donné, d'autre part à l'imprécision des connaissances de ces experts et à la subjectivité de leur point de vue (Bouchon-Meunier, 1995). La problématique « multi-acteurs » est trop souvent abordée par des techniques statistiques qui réduisent la pluralité d'opinions à des moments statistiques d'ordre 1 et 2 (moyenne et variance). Dans le cas de processus d'agrégation multicritère, l'incertitude est donc réduite à quelques indicateurs synthétiques qui inhibent la richesse de l'information liée à l'exploitation de la diversité d'opinions. Pour garder un maximum d'informativité dans le processus d'agrégation, nous sommes amenés à fusionner les points de vue de sorte à ce que l'entropie de la distribution d'avis soit préservée le plus longtemps possible dans le processus de décision (conservation de la quantité d'information (Imoussaten, 2010)).

### **3.1 Représentation de l'avis d'expert pour chaque enjeu : distribution de possibilité**

L'enjeu de cette première étape consiste à représenter l'avis que chaque expert se fait sur chacun des enjeux identifiés pour faire émerger la représentation qu'il se fait du territoire, en y intégrant sa légitimité ou son degré de maîtrise quant aux problématiques abordées. La théorie des possibilités (Zadeh, 1978) (Dubois and Prade, 1988) permet de tenir compte de l'imprécision des données ainsi que de l'incertitude à partir de deux mesures : la mesure de possibilité et la mesure de nécessité (faute de pouvoir définir une unique mesure de probabilité dans le cas de données précises). Dans ce sens, elle propose un cadre alternatif à la théorie des probabilités. Par analogie avec cette dernière, les mesures de possibilité et de nécessité peuvent être définies à partir d'une même distribution de possibilité. Celle-ci quantifie à quels degrés les valeurs d'un espace d'évaluation sont possibles pour un enjeu.

### **3.2 Fusion d'avis d'experts par enjeu**

Cette seconde étape consiste à construire, pour chaque enjeu, une représentation qui synthétise les avis des différents experts interrogés. Une fusion de ces avis permet une meilleure représentation et facilite leur manipulation dans la suite du processus de décision. La méthode de fusion fondée sur les sous-ensembles maximaux cohérents (Destercke et al., 2009), a été retenue dans cet article. Elle prend en compte toutes les sources en essayant de conserver le maximum d'informativité. Elle permet à la fois de synthétiser plusieurs avis en conflits sur l'évaluation d'un enjeu et d'en faire une synthèse sous forme de distributions de possibilité.

### **3.3 Agrégation d'avis d'experts par domaine**

Cette dernière étape consiste à faire émerger une évaluation de synthèse pour un domaine donné par agrégation des différentes distributions de possibilité d'avis d'experts sur l'ensemble des enjeux rattachés au domaine afin d'obtenir une distribution de possibilité finale qui modélise la perception globale d'une alternative par le collectif d'experts.

## **4. Cas d'étude**

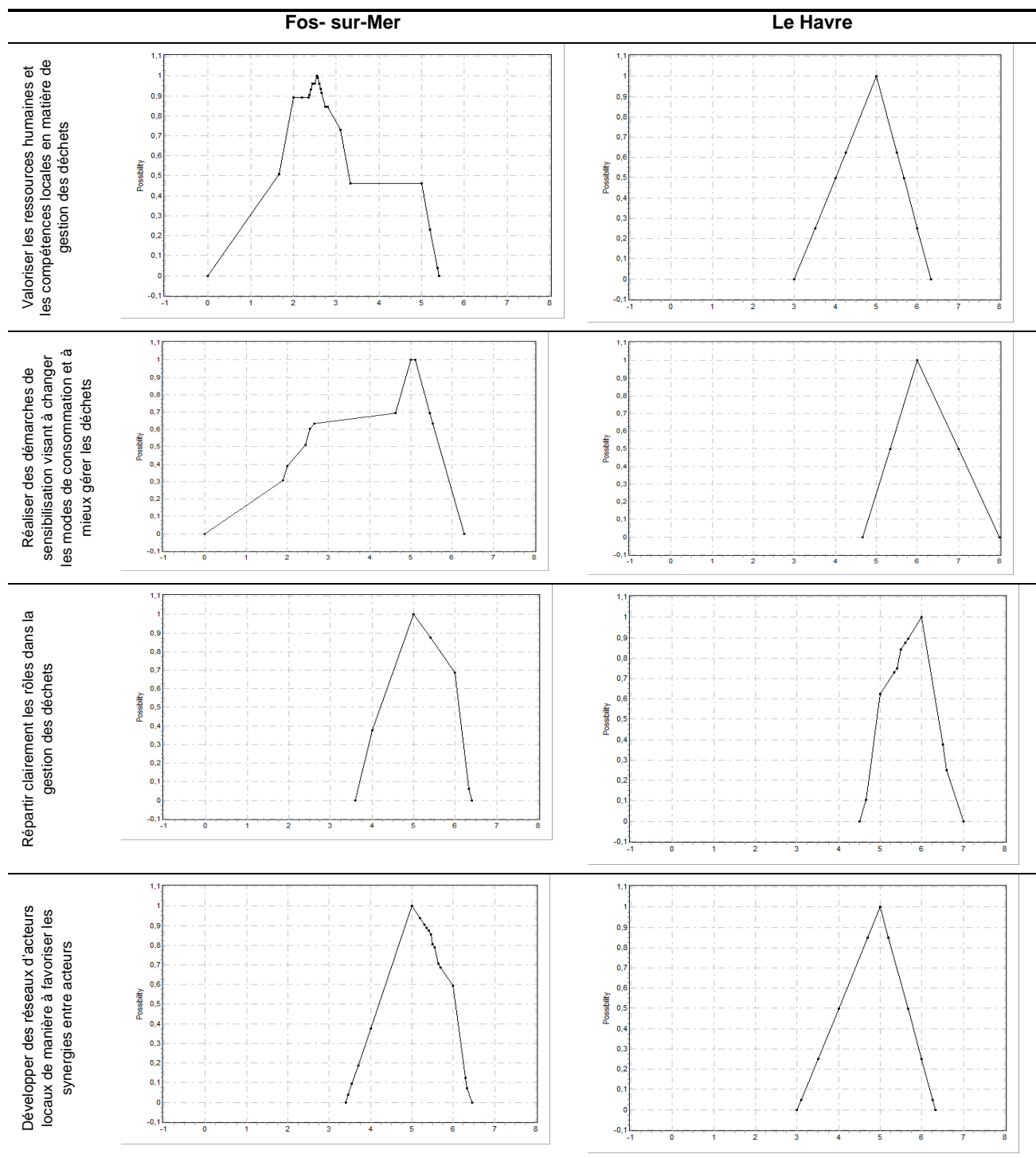
Cette méthodologie a été utilisée dans le contexte des ZIP de Fos-sur-Mer et du Havre dans le cadre du projet DEPART « De la gestion des déchets à l'économie circulaire, étude de l'émergence de nouvelles dynamiques partenariales », co-financé par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie de 2010 à 2012 (Mat et al, 2012). Des experts dans chaque zone ont été sélectionnés pour évaluer les deux zones sur 20 enjeux répartis uniformément en 5 domaines déclinés. Ainsi, pour chaque domaine nous avons 4 critères d'évaluation et deux alternatives (*i.e.*, Fos-sur-Mer et le Havre).

### **4.2 Résultats de l'étude de cas**

#### **4.2.1 Résultats de la fusion des avis d'experts par enjeu**

La fusion des avis d'experts permet de mettre en évidence d'éventuelles contradictions parmi les avis techniques : les experts partagent-ils la même évaluation des enjeux considérés ? Certains enjeux font-ils davantage débat ? Les enjeux font-ils davantage débat dans un territoire portuaire que dans un autre ? La Table 2 montre les distributions de possibilités construites à partir de la fusion des 13 avis pour chaque enjeu relatif au domaine de « *gouvernance et développement social* ».

Table 2. Exemples de distributions de synthèse sur les quatre enjeux du domaine  
« Gouvernance et développement social »



En ce qui concerne la question de la valorisation des ressources humaines et compétences locales en matière de gestion des déchets, les profils territoriaux apparaissent peu homogènes : sur Fos-sur-Mer, les avis d'experts sont dispersés, ne faisant pas ressortir d'évaluation totalement possible, mais des évaluations oscillant d'une mauvaise prise en compte (valeur 1) de cet enjeu à une prise en compte insuffisante (valeur 5). Sur le Havre en revanche, les experts s'accordent à dire que cet enjeu n'est pas suffisamment voire, mais dans une moindre



mesure, pas pris en compte ou pris en compte. Quant à l'enjeu de sensibilisation à une meilleure gestion des déchets, les profils territoriaux apparaissent fortement hétérogènes : les experts semblent avoir du mal à se positionner sur une évaluation commune sur le territoire fosséen, l'ensemble des évaluations entre « mal » (valeur 1) et « pas assez » (valeur 5) étant possible à des degrés divers en s'accordant sur le fait que « pas assez » est une valeur totalement possible. Sur le territoire havrais, de la même façon, les experts ne parviennent pas à s'accorder sur une valeur commune, leurs évaluations étant davantage élevées, oscillant entre « pas assez » (valeur 5) et « bien » (valeur 7) en s'accordant sur le fait que « assez bien » (valeur 6) est une valeur totalement possible. La question de la répartition des rôles en matière de gestion des déchets fait ressortir moins de divergence parmi les experts des deux territoires : sur le Havre, les experts s'accordent totalement sur le fait que cette question est assez bien prise en compte. Pour Fos-sur-Mer, les experts s'accordent totalement sur le fait que cet enjeu n'est pas assez pris en compte. Pour les deux territoires considérés, les profils d'évaluation concernant le développement de réseaux d'acteurs favorisant la mise en œuvre de synergie apparaissent homogènes et un avis commun prédomine : sur les deux territoires, cet enjeu ne semble pas suffisamment pris en compte.

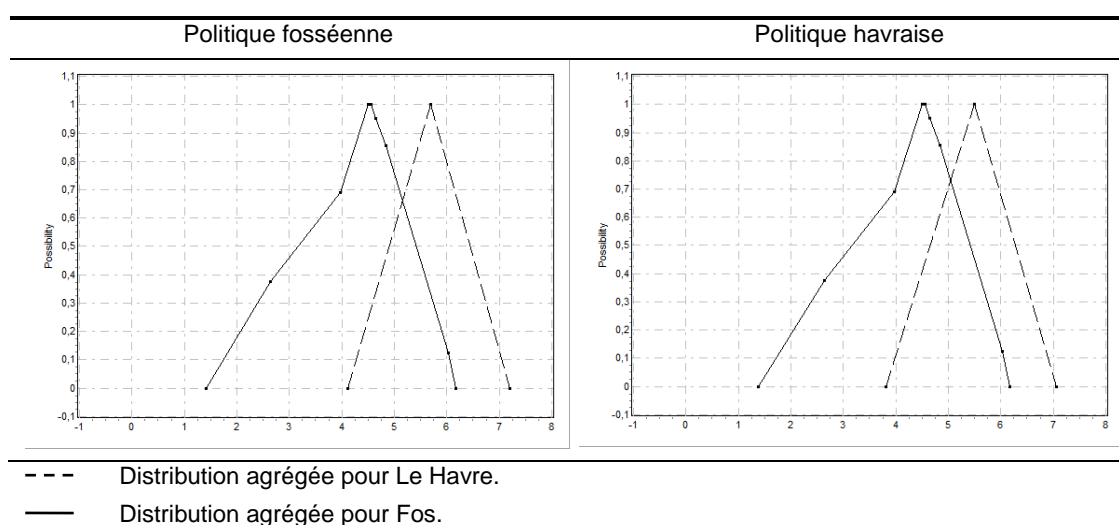
Les divergences voire contradictions constatées ici manifestent la difficulté du réseau d'experts à construire des schémas mentaux proches ou communs d'évaluation technique, propres à alimenter un processus de définition des priorités et de prise de décision.

#### 4.2.2 Résultats de l'agrégation des avis d'experts par domaine

Les distributions agrégées des avis des experts sollicités dans le cadre de cette étude mettent en évidence le spectre des évaluations possibles pour les enjeux d'un même domaine, au regard de l'importance accordée par une stratégie de référence à ces derniers. Elles permettent ainsi de révéler l'existence ou non d'une homogénéité entre les profils territoriaux des ports du Havre et de Fos-sur-Mer (les territoires d'expérimentations partagent-ils une même représentations des priorités portuaires en matière de gestion des déchets ?) ainsi que d'une certaine unanimité parmi les avis des experts (les experts ont-ils une même évaluation technique pour chaque domaine de la gestion des déchets ?)

Nous continuons de traiter le même domaine en agrégeant cette fois-ci les distributions de possibilité de chaque enjeu, de manière à produire une distribution finale représentant le domaine pour chaque zone (Table 3).

Table 3. Exemples de distributions agrégées pour le domaine « Gouvernance et développement social »



Nous avons utilisé comme opérateur d'agrégation une moyenne pondérée. N'ayant pas une politique commune de toutes les zones sur l'importance des enjeux, nous avons utilisé chacune

des politiques locales. En effet, les poids donnés aux enjeux par les experts locaux d'une zone sont utilisés comme paramètres de la moyenne pondérée qui agrège les distributions de ces enjeux. Cette remarque a pour objectif de relativiser la comparaison entre les résultats obtenus par les deux zones car il suffit que les experts locaux considèrent que les enjeux les plus importants sont ceux où ils excellent pour maximiser leurs résultats !

Il apparaît que les profils de l'agrégation des avis d'experts sur les deux territoires portuaires ne sont pas homogènes, et que les experts ne se positionnent pas de manière tranchée sur l'évaluation des enjeux de gouvernance et de développement social. Pour le territoire fosséen, les experts évaluent que ces enjeux ne sont pas pris en compte (valeur 4) (à un degré de 0,7), ou pas assez pris en compte (valeur 5) (à un degré de 0,75 ou 0.7 selon la politique utilisée). Sur le territoire havrais, les experts semblent hésiter entre le fait que ces enjeux ne soient pas assez pris en compte (à un degré de 0,7) et le fait qu'ils soient assez bien pris en compte (à un degré de 0,7). Les différences de profils entre les deux territoires portuaires ne sont pas dues à des stratégies différentes mais bien à des évaluations techniques différentes de la part des experts. La dispersion des avis est plus importante sur la distribution agrégée pour le territoire fosséen.

L'analyse enjeux par enjeux confirme ce manque d'homogénéité et d'unanimité. Pour les deux territoires, mais à Fos plus qu'au Havre, les avis sont notamment fortement divergents en ce qui concerne la prise en compte par les experts portuaires des enjeux de sensibilisation à une meilleure gestion des déchets et de la mise en réseau des acteurs locaux afin de favoriser des synergies.

En définitive, s'il existe des schémas caractérisant la proximité cognitive de ces deux territoires portuaires quant à la priorité d'intervention sur les enjeux de gestion des déchets, ces schémas se caractérisent par la divergence voire la contradiction des avis et donc la difficulté à trouver un positionnement partagé sur ces questions. Or on a posé que plus la proximité cognitive est forte entre les acteurs locaux (c'est-à-dire plus ils partagent la même représentation des enjeux et des leviers en matière de gestion des ressources), plus une démarche d'écologie industrielle susceptible de répondre à ces enjeux est à même de recueillir l'adhésion de ces derniers.

Toute démarche d'écologie industrielle entreprise sur ces territoires se devra donc de prendre en compte ce relatif manque de « maturité cognitive », autrement dit cette difficulté à trouver un consensus quant à un projet commun de territoire en matière de gestion des déchets. Et ce en endossant pleinement le rôle de maturation cognitive et en participant à l'émergence d'une stratégie commune aux différentes parties prenantes portuaires.

## 5. Conclusion

Cet article a proposé une méthodologie d'aide à la décision multicritère et multi-acteurs, en environnement incertain, pour une évaluation de la maturité cognitive d'un territoire, autrement dit la capacité des acteurs locaux à partager un même projet de territoire en matière de gestion des ressources suivant les principes de l'EIT. Cette méthodologie se base sur deux approches issues de l'aide à la décision : la fusion et l'agrégation des avis en tenant compte des imperfections de l'information. Un cas d'étude dans le contexte des ZIP de Fos-sur-Mer et le Havre montre l'utilité de cette démarche pour apporter des éléments de compréhension et d'évaluation du niveau de maturité cognitive d'un territoire et donc de sa capacité à identifier des stratégies communes et des pistes d'amélioration collectives.

Pour autant, les divergences d'avis entre les experts constatées dans le cas d'études, le manque de consensus autour de la définition des priorités et des stratégies en matière de gestion des déchets doit-il être perçu comme un frein à la mise en œuvre stratégie de l'écologie industrielle ? Comment dépasser ce manque de maturité cognitive du territoire et l'intégrer pleinement dans le positionnement de l'écologie industrielle en cohérence avec le contexte local ? Cette approche méthodologique permet ainsi de révéler l'importance d'intégrer au sein même des démarches d'écologie industrielle entreprises sur ces territoires un processus de



maturation collective permettant d'accompagner, par la concertation et le renouvellement de la gouvernance, l'émergence d'une représentation commune des enjeux territoriaux et d'un projet de territoire partagé.

Des travaux sont actuellement en cours en vue de consolider cette approche méthodologique et de la généraliser à d'autres territoires portuaires afin de construire des partenariats, en matière d'EIT, avec des zones similaires sur le territoire français ou à l'international (Mat et al., 2012b). La poursuite de ces travaux pourra notamment permettre de mieux comprendre les enjeux sous-jacents aux divergences entre avis d'experts.

## Références

- Abriak N.E., Junqua G., Dubois V., Grégoire P., Mac Farlane F., Damidot D., 2006, Methodology of management of dredging operations. I. Conceptual Developments, *Environmental Technology*, 27(4), 411-429
- Akharraz, A., 2004, Acceptabilité de la décision et risque décisionnel : Un système explicatif de fusion d'information par l'intégrale de Choquet. Thèse de doctorat, Annecy: Université de Savoie
- Ashton, W.S., Bain, A.C., 2012, Assessing the "short mental distance" in eco-industrial networks. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 70-82
- Bouchon-Meunier, B., 1995, La logique floue et ses applications, Paris: Addison-Wesley.
- Boutaud A., 2004, Le développement durable : penser le changement ou changer le pansement ? Bilan et analyse des outils d'évaluation des politiques publiques locales en matière de développement durable en France. Thèse de Doctorat, École des Mines de Saint-Etienne, 414 p.
- Cerceau J., Junqua G., Gonzalez C., Lopez-Ferber M., Mat N., 2012, Industrial ecology and the building of territorial knowledge: DEPART, a French Research Action Program implemented in Harbor territories, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 622-630.
- Denguir-Rekik, A., 2007, Un cadre possibiliste pour l'aide à la décision multicritère et multi-acteurs. Thèse de l'Université de Savoie
- Denguir-Rekik, A., Mauris, G., Montmain, J., 2009, A possibilistic-valued multi-criteria decision-making support for marketing activities in e-commerce: Feedback Based Diagnosis System. *European Journal of Operational Research*, 195, (3), 876-888
- Destercke, S., Dubois, D. and Chojnacki, E. (2009) 'Possibilistic information fusion using maximal coherent subsets', *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 17, p. 79–92
- Dubois, D. and Prade, H., 1988a, Representation and combination of uncertainty with belief functions and possibility measures', *Computational Intelligence*, vol. 4, p. 244–264
- Grabisch, M., 1996, The application of fuzzy integrals in multicriteria decision making', *European Journal of Operational Research*, vol. 89, pp. 445-456
- Imoussaten, A, 2011, Modélisation et pilotage de la phase de délibération dans une décision collective - vers le management d'activités à risques. Thèse de l'Ecole des Mines de Paris
- Junqua G., Cerceau J., Mat, N., 2012, DEPART, un projet dédié à l'étude de l'émergence de l'économie circulaire sur les territoires industriels portuaires *Proceeding E3D*, 21–24 mars 2012, Agadir, Maroc
- Junqua G., Moine H., 2007, Utilisation de l'écologie industrielle et de l'intelligence économique territoriale pour le développement durable d'une Zone Industriale-Portuaire, *DST*, 46, 19-23
- Mat N. et al, 2012a, DEPART, De la gestion des déchets à l'économie circulaire, étude de l'émergence de nouvelles dynamiques partenariales: Cas pratiques et perspectives dans les territoires portuaires. Rapport final. Paris, ADEME
- Mat, N., Cerceau J., Junqua G., Lopez-Ferber M., 2012b, Analyse comparative des pratiques d'écologie industrielle au sein de territoires portuaires à l'échelle internationale. *Proceeding E3D*, 21–24 mars 2012, Agadir, Maroc
- Zadeh, L., 1978, Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility', *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 1, pp. 3-28

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier pour leurs soutiens, dans ce projet de recherche, l'Institut Carnot-Mines, ainsi que l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), co-financeur du projet DEPART.