



## **La prise en compte du contexte territorial dans le système d'information en support des stratégies industrielles : exemple des bioraffineries**

TROUSSIER Nadège, LARATTE Bertrand, VADOUDI Kiyana, SIRINA Natalia  
ICD, Pôle HETIC, CREIDD, Université de technologie de Troyes, UMR 6281, CNRS, Troyes,  
12 rue Marie Curie, 10000 TROYES, France

### **Résumé**

L'écologie industrielle vise à réduire la pression environnementale des industries par l'amélioration et l'optimisation des flux de ressources et d'énergies et de leurs usages au sein d'un territoire (Lifset 1997). Son déploiement est cependant difficile car il nécessite une vision systémique et l'intégration de logiques industrielles différentes suivant les filières présentes sur le territoire. Ces logiques industrielles rencontrent également des logiques territoriales, représentatives de la société locale.

Afin de faciliter le déploiement de l'écologie industrielle, le papier proposé présente une brève analyse historique de l'évolution des filières industrielles jusqu'aux stratégies de Product Lifecycle Management (PLM). Une analyse critique du PLM est proposée, soulignant l'impact de cette stratégie sur la globalisation et la perte d'ancrage territorial des activités. Cette analyse critique est complétée par l'analyse d'un outil d'évolution de l'industrie de la chimie et des procédés, l'Institut pour la Transition Energétique Picardie Innovation en Végétal Enseignement, Recherche et Technologie (l'ITE PIVERT).

Sur cette base, les limites des outils décisionnels du système d'information d'entreprises industrielles permettant la définition des systèmes de production sont identifiées. En particulier, la caractérisation des informations manipulées par les outils (Bases de données et logiciels) au cœur du PLM fait apparaître le manque d'information liée au territoire de développement des activités de l'entreprise.

### **1. Introduction : de l'artisanat aux filières industrielles**

De l'âge de pierre à aujourd'hui, l'évolution des hommes est étroitement liée à sa maîtrise de la nature et de la mobilisation des ressources naturelles pour répondre à ses besoins. Le travail de la pierre, du feu, du bronze, du fer et aujourd'hui du silicium a évolué dans la réponse aux besoins apportés. Dans ce cadre la technologie s'est développée ces deux derniers siècles, à travers les révolutions industrielles, en passant d'une organisation artisanale à une organisation industrielle. Ce changement d'organisation, motivé par la nécessité de produire plus pour répondre plus largement aux besoins de marchés de plus en plus globaux, a conduit à dissocier conception et réalisation de produits manufacturés. Cette dissociation s'est prolongée par la segmentation des compétences mobilisées et des expertises des métiers pour chercher à améliorer les performances à la fois du système produit et du système de production. Ce travail sur les performances dans le cadre du déploiement de la qualité s'est tout d'abord focalisé sur le triptyque coût / délai / qualité. Il a évolué ce dernier demi-siècle vers les principes et concepts du développement durable s'intéressant alors, au-delà des performances du système produit et du système de production, à ses impacts économiques, environnementaux et sociétaux.

Le travail, d'abord segmenter pour produire rapidement en masse, a évolué dans le cadre de la maîtrise des performances des systèmes produits et des systèmes de production. Par ailleurs, la volonté de ses rapprocher des usages et des marchés a conduit à un étalement des filières pour rapprocher la fabrication des marchés visés. Dans ce contexte d'étalement géographique des éléments de la filière, l'intégration de la conception et de la réalisation, puis plus finement celle des expertises pour réaliser des systèmes eux aussi de plus en plus intégrés se sont avérées nécessaires. Pour supporter cette nécessaire intégration, des stratégies de filière se sont mises en place ces vingt dernières années. Portées par l'industrie de l'espace et de l'aéronautique, puis adoptée par de nombreux secteurs, les stratégies PLM ont supporté le développement industriel pour permettre une meilleure intégration (Silventoinen et al. 2011).

## 2. Stratégie de réorganisation des filières industrielles des 20 dernières années : le Product Lifecycle Management

### 2.1. Définition et dates clés

De nombreuses définitions du PLM existent, mais (Silventoinen et al. 2011) présente une définition holistique du PLM couvrant les différentes dimensions couvertes par le PLM. La figure 1 reprend cette définition.

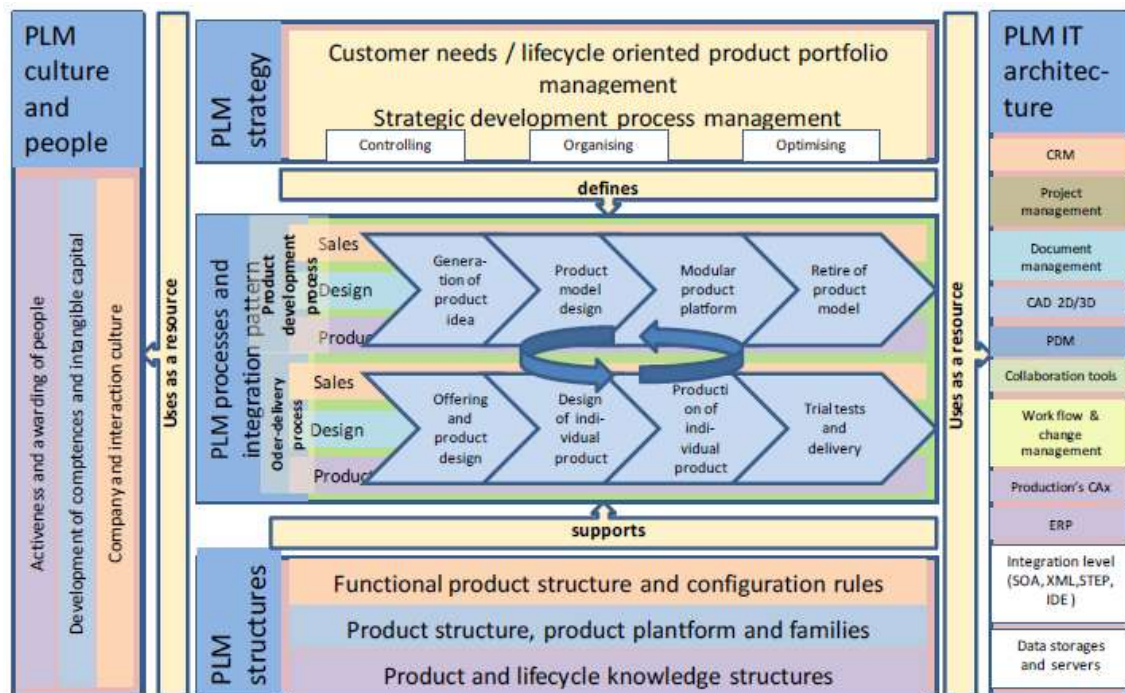


Figure 1 : Une définition holistique du PLM selon (Silventoinen et al. 2011)

Cette définition fournit les éléments clés des stratégies PLM fondés sur l'intégration des processus au sein de la filière pour répondre aux contraintes de coûts, délais et qualités de la filière. Cette stratégie repose sur des modèles d'intégration des processus de développement et fabrication, ainsi que de la chaîne d'approvisionnement. Deux types d'outils viennent supporter le déploiement du PLM : la gestion des ressources humaines d'une part et le système d'information de l'entreprise d'autre part. Ce dernier permet l'intégration des données associées aux produits et processus de la filière, l'intégration des compétences de la filière tout au long du cycle de vie, en particulier en favorisant la collaboration.

Le PLM, né au début des années 1980, s'est développé pour être largement déployé sur la fin du 20<sup>ième</sup> siècle et le début du suivant. Comme par exemple pour les filières aéronautique, automobile, textile, informatique, cette stratégie s'est déployée sur l'ensemble des acteurs impliqués dans les filières.

Pour l'industrie automobile par exemple, dès la définition numérique des véhicules, un référentiel est partagé entre les nombreux acteurs intervenant sur la filière et évolue tout au long de la conception, fabrication, maintenance allant de plus en plus vers la traçabilité de la fin de vie du véhicule. Des outils numériques de collaboration et de travail à distance sont également mobilisés.

Par ailleurs, les méthodes de travail des métiers évoluent nécessitant un accompagnement du changement et le développement de compétences particulières.

## **2.2. Conséquences et critique**

Cette stratégie a permis aux entreprises de rester concurrentielles dans un contexte de mondialisation mais l'évolution des systèmes de production s'est faite sans introduire de dimension géographique en particulier sur les flux de matières engendrés par ces réorganisations. Ceci a influencé l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement et de distribution, nécessitant des déplacements difficilement soutenables car économiquement coûteux du point de vue économique, fatiguant pour les hommes et impactant pour l'environnement.

La question se pose donc de réfléchir les systèmes de production en lien avec un territoire (Loiseau et al. 2012). L'hypothèse sous-jacente est qu'un système de production conçu par rapport aux spécificités d'un territoire d'ancrage sera plus soutenable à la fois du point de vue économique, social et environnemental. L'objectif de ce papier est d'adresser cette question en se basant sur un cas d'étude, l'ITE PIVERT qui cherche à définir les principes d'une bioraffinerie territorialisée, mettant en œuvre des concepts d'écologie industrielle et territoriale.

## **3. Ré-intégration territoriale des filières industrielles : illustration sur l'ITE PIVERT**

Les Instituts pour la Transition Energétique (ITE) ont été montés et sont financés dans le cadre des projets d'investissement d'avenir. Parmi eux l'ITE Picardie Innovation en Végétal Enseignement, Recherche et Technologie (PIVERT) est dédié au développement de la chimie du végétal à l'échelle du territoire.

### **3.1. Présentation de l'ITE PIVERT**

Plus précisément, l'ITE PIVERT s'intéresse au développement de procédés et de produits, à partir de biomasse oléagineuse, dans la logique de valorisation de plante entière, pour diverses applications. Il cherche à développer des logiques d'écologie industrielle et territoriale pour à la fois réduire les impacts environnementaux en réduisant les émissions et valorisant les déchets, à être économiquement compétitif par la valorisation de produits et coproduits, à avoir un impact social valorisé à l'échelle du territoire d'action de la bioraffinerie.

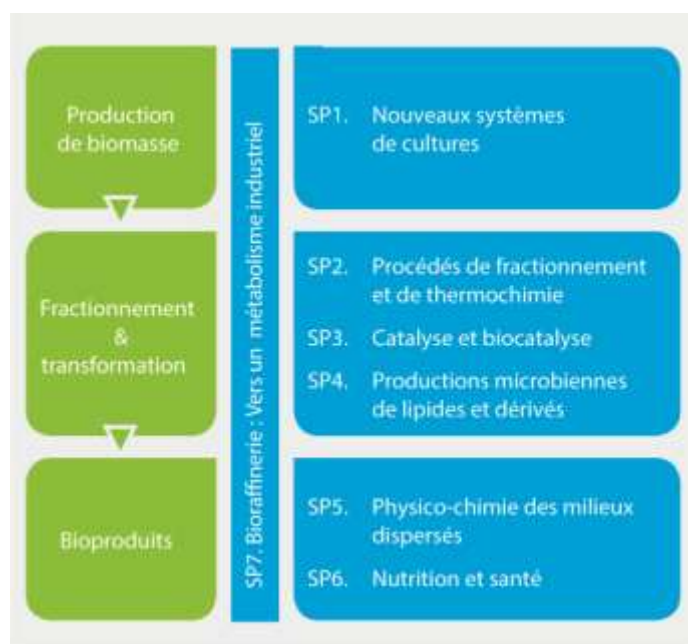
Il s'intéresse principalement à la transformation des oléagineux dans un modèle multi-intrants, multi-sortants selon le schéma présenté à la figure 2, extrait du rapport d'activité 2013 de la PIVERT.



Au sein de cet ITE, différentes structures coexistent :

- La SAS PIVERT
- Le programme GENESYS
- Le BIOGIS Center
- Les programmes compétitifs

Le programme de recherche GENESYS est structuré en sous programmes selon le schéma présenté en figure 3.



Les travaux décrits dans le cadre de ce papier s'intègre dans les réflexions menées au sein du sous-programme 7 et vise à comprendre puis modéliser le lien entre la bioraffinerie telle qu'elle peut être envisagée dans PIVERT et son territoire d'ancrage.

Pour cela, le cadre d'analyse est posé en utilisant une représentation système de la bioraffinerie territorialisée, et une représentation SADT (Structured Analysis and Design Technique), ou IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) de la bioraffinerie territorialisée. A partir de cette représentation une analyse des relations entre le système industriel et ses territoires d'action sont à mener. Le papier, ne présentera ici que l'identification des informations du

territoire pouvant être intégrées dès la définition de la bioraffinerie en tant que système industriel.

### 3.2. Modélisation du système industriel territorialisé

De façon simplifiée et schématique, la figure 4 présente le cadre de réflexion du système PIVERT (à droite de la figure), par rapport au système industriel habituel (à gauche).

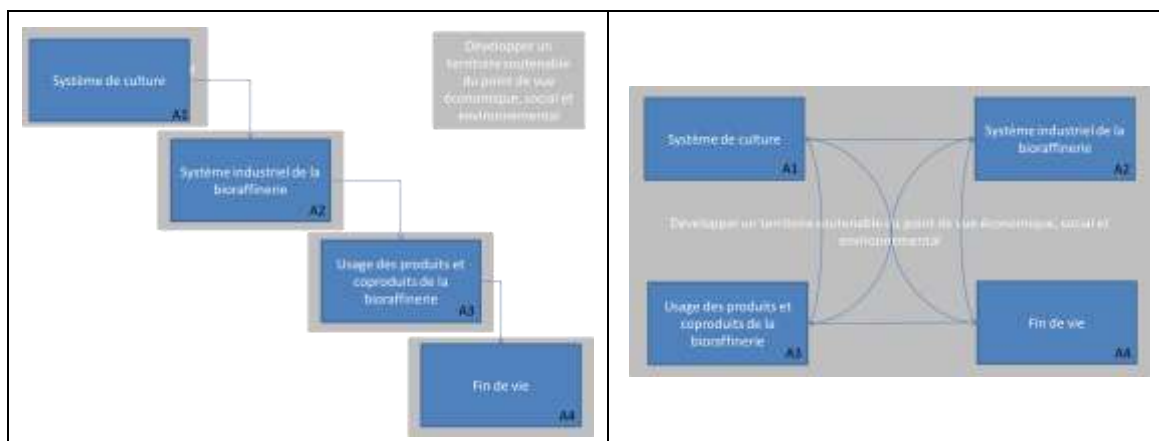


Figure 4 : L'intégration entre système industriel et territoire tel que vue habituellement (à gauche), tel que vu dans PIVERT (à droite)

## 4. Identification des informations du territoire à intégrer dans la définition du système industriel : cadre d'analyse et premiers résultats

Afin de mieux identifier et caractériser le lien entre le territoire et le système industriel, la notion de cycle de vie est mobilisée pour structurer les étapes sur lesquels se focaliser pour identifier les relations. Ces relations sont analysées selon trois points de vue : un point de vue économique, un point de vue environnemental et un point de vue social. Dans le cadre de PIVERT, la notion de cycle de vie habituellement mobilisée sur un produit est revue car il s'agit d'un système de production complexes valorisant produits et co-produits. On appellera donc début de vie de l'extraction des ressources (système de culture) aux produits issus de la bioraffinerie. On appellera milieu de vie, les usages développés au sein du même territoire en lien avec la bioraffinerie. On appellera fin de vie la gestion et valorisation des déchets issus de l'usage sur le territoire.

La démarche d'identification des relations est présentée ici en présentant de premiers résultats qui ne se veulent pas exhaustifs mais plutôt illustratifs des spécificités introduites par la notion de territorialisation.

### 4.1. Analyse du début de vie

#### 4.1.1. Impacts économiques

Les impacts économiques sont envisagés à travers la modification de la chaîne de valeur et la capacité du système de production agricoles à évoluer pour intégrer les besoins de production de la bioraffinerie (qualité, disponibilité de la ressource en particulier). Un des facteurs importants a été identifié dans (Caroux 2013) montrant que la capacité d'intégration des innovations et d'évolution vers de nouvelles chaînes de valeur dépend de la présence sur le territoire de profils particuliers d'acteurs, en particulier au sein du monde agricole. Cette présence territoriale est importante pour le développement d'une bioraffinerie au sein du territoire.

#### 4.1.2. Impacts environnementaux

Les impacts environnementaux sont identifiés sur la base d'une méthodologie d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) sur la production agricole des oléagineux. Les indicateurs d'impacts devraient alors être liés aux spécificités et à l'évolution du territoire ainsi qu'à celles de l'activité de bioraffinerie (enjeux des différentes filières qui se croisent au sein de la bioraffinerie multi-ressources / multi-produits). Les enjeux sont alors ici d'introduire à la fois dans les données d'inventaires dynamiques, mais également de développer des méthodes de calcul d'impacts spatio-temporels spécifiques aux territoires étudiés. Le développement d'outils d'évaluation environnementale devra se faire en y intégrant ces aspects, ce qui permettra une visualisation cumulative des impacts (Laratte 2013). Des premiers travaux entamés dans (Perminova 2014) permettent d'envisager de tenir compte des spécificités locales dans des évaluations d'indicateurs d'impact tel que celui sur la modification d'usage des sols qui ne devrait pas être évalué de la même façon en fonction du contexte territorial (rural ou urbain par exemple).

#### *4.1.3. Impacts sociaux*

Le changement de métier des agriculteurs et des acteurs du monde agricole et l'un des principal impact étudié pour le moment, en lien avec l'évolution des compétences et des formations à mettre en place pour développer chez les acteurs la capacité à gérer la transition liée à l'évolution potentielle de leur métier.

### **4.2. Analyse du milieu de vie**

#### *4.2.1. Impacts économiques*

Dans la bioraffinerie, de nombreux co-produits peuvent être identifiés pour des applications très diverses. La production de vapeur peut être valorisée, voir même le résidu de biomasse, pour des applications énergétiques locales par exemple.

#### *4.2.2. Impacts environnementaux*

Les différents produits de la bioraffinerie ont des impacts sur l'environnement. Il est plus facile pour des produits utilisés localement de maîtriser leur fin de vie et plus particulièrement leur recyclage ou réutilisation (connaissance à la fois des produits et des usages). Des analyses de cycle de vie permettant de mieux connaître les impacts sur l'environnement ainsi que la maîtrise de l'usage peut permettre des impacts économiques de fin de vie plus facile à mettre en œuvre. Ce point est également en relation avec les problématiques de début de vie et la proximité de la ressource.

#### *4.2.3. Impacts sociaux*

La valeur associée à l'activité de la bioraffinerie auprès des individus les plus proches des activités développées est un point important souvent caché derrière le terme d'acceptabilité mais que l'on préférera appeler intégration au territoire. Les travaux entamés dans (Ben Nasr 2014) cherchent à identifier les différentes représentations du territoire associées à un projet de bioraffinerie sur le cas de Pomacle, à Bazainville, dans la Marne. L'analyse de cartographies dessinées par les différents acteurs devrait permettre d'identifier d'une part le ou plutôt les territoires associés à la bioraffinerie ainsi que les différents types de valeurs associées à ces relations territoire - système industriel.

### **4.3. Analyse de la fin de vie**

#### *4.3.1. Impacts économiques*

La fin de vie peut avoir un impact économique en soit pour des activités de valorisation des déchets en particulier. La connaissance des produits et des usages peut permettre de mieux anticiper des besoins liés aux impacts de fin de vie. Le développement de filière de recyclage, voire de réintégration de matière secondaire au sein des activités du territoire est un potentiel important de développement économique du territoire.



#### 4.3.2. Impacts environnementaux

La connaissance des impacts fin de vie sur les territoires (impacts sur les différents milieux tel que les impacts sur l'eau, l'air, le sol mais également la santé humaine) doivent être anticipés dès la conception de la bioraffinerie et des produits associés. Les informations sur les produits venant de la bioraffinerie doit permettre une meilleure gestion de la fin de vie au niveau du territoire. Inversement, la connaissance du territoire d'usage peut permettre de prévoir des stratégies de fin de vie différenciées en fonction des spécificités et besoins de ce territoire.

#### 4.3.3. Impacts sociaux

Les impacts sociaux liés à la fin de vie sont importants, les déchetteries et centre de gestion des déchets étant difficile à intégrer au sein d'un territoire. La connaissance des valeurs propres au territoire local peut alors permettre de mettre au point des processus de compensation (Gobert 2010).

Ce début d'analyse met en exergue la nécessité d'introduire des informations sur les territoires dans la conception des bioraffineries et produits associés. Inversement, le développement économique et la gestion du patrimoine territorial nécessite des informations sur la bioraffinerie et ses produits.

Dans ce cadre il semble donc important de discuter l'évolution des systèmes d'information et de décision au sein des entreprises et des collectivités. Dans ce papier nous nous focaliserons sur le système d'information au sein des filières industrielles.

### 5. Impact sur les systèmes d'information et de décision

Dans (Vadoudi et al. 2014), le lien entre le système d'information des filières industrielles et le système d'information territorial est analysé pour aller vers l'articulation entre les informations sur le produit dans le cadre du PLM, ses impacts potentiels et les informations territoriales des systèmes d'information géographique (SIG). La figure 5 propose l'architecture d'un système d'information en support de la décision en entreprise, introduisant un lien entre éléments du PLM, mais aussi outils d'évaluation des impacts environnementaux et information des systèmes d'information géographique.

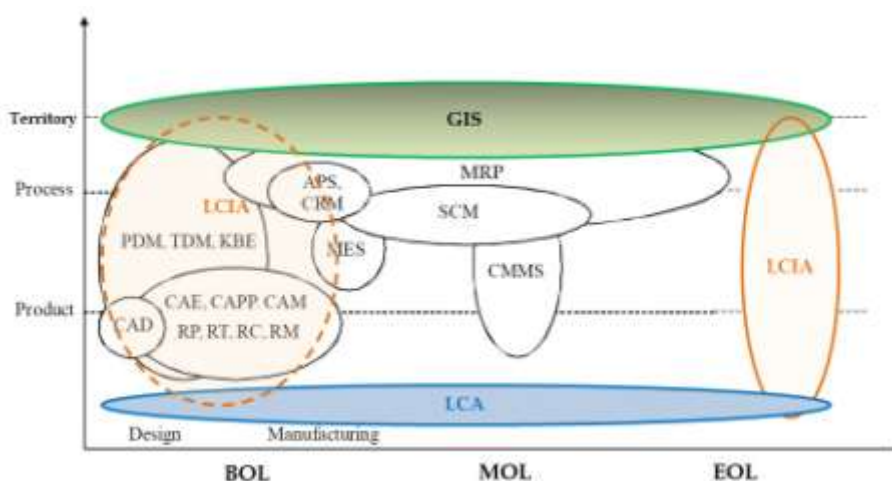


Figure 5 : Architecture du système d'information pour la conception de système de production territorialisés (Vadoudi et al. 2014)

Cette figure 5 pourrait être complétée avec les outils de gestion des flux de matière et d'énergie. En se focalisant sur le lien entre les outils mobilisés en début de vie pour la conception de la bioraffinerie et des produits associés et les systèmes d'information géographique, des liens forts

apparaissent. Compte tenu de l'analyse menée dans la section précédente, des informations venant des SIG doivent être intégrées dans la conception de la bioraffinerie :

- Connaissance de la population agricole présente sur le territoire (par profils d'agriculteur et typologie d'acteurs)
- Connaissance des éléments du système de transformation déjà présents sur le territoire
- Connaissance de la ressource disponible (quantité, qualité et disponibilité)
- Connaissance des infrastructures et compétences présentes sur le territoire
- Connaissance sur les impacts environnementaux locaux

Ces informations sur le territoire peuvent modifier les décisions de définition du système industriel en fonction du contexte territorial.

## 6. Conclusion et perspectives

Les travaux menés jusqu'alors montrent la nécessité d'intégrer des informations sur le territoire qui viennent structurer la définition de système de production pour des contextes territoriaux spécifiques. Illustré dans le cadre de l'ITE PIVERT visant à la définition d'une bioraffinerie territorialisée, ce papier propose une méthodologie d'analyse du lien entre territoire et système industriel. De premiers résultats viennent illustrer les connaissances attendues et à intégrer dans le système d'information en support à la décision pour la conception des systèmes de production.

### Références

- R Lifset, A metaphor, a field and a journal, *Journal of Industrial Ecology*, 1 (1), pp. 1–3, 1997
- A. Silventoinen, H.J. Pels, H. Kärkkäinen, H. Lampela, Towards future PLM maturity assessment dimensions, *Proceedings of PLM11, 8th International Conference on Product Lifecycle Management*, 11-13 July, Eindhoven, pp. 480-492, 2011
- E. Loiseau, G. Junqua, P. Roux, V. Bellon-Morel, Environmental assessment of a territory: An overview of existing tools and methods, *Journal of Environmental Management*, V. 112, pp. 213–225, 2012
- D. Caroux, Formes et dynamiques de l'innovation en monde agricole à l'aube de la bioraffinerie territorialisée : le cas de projets « innovants » de valorisation de la biomasse, rapport de master, Université de Lille 1, 2013.
- Laratte, B., Guillaume, B., Kim, J., Birregah, B., Modeling Cumulative Effects in Life Cycle Assessment: The Case of Fertilizer in Wheat Production Contributing to the Global Warming Potential, *Science of the Total Environment*, 2014, 481, 588–595
- T. Perminova, Flux de matière et d'énergie au sein d'une bioraffinerie oléagineuse, rapport de master IMEDD, Université de Technologie de Troyes, 2014
- C. Ben Nasr, L'Ecologie Industrielle et Territoriale. Etude de cas: La spécificité du Site Pomacle-Bazancourt, rapport de stage de Master, Université de Clermont Ferrand, 2014
- Julie Gobert, Nuisances aériennes : de la négation aux compromis compensatoires, Belgeo 2010(41671), 89–105, Comité national de Géographie, 2010
- K. Vadoudi, R. Allais, T. Reyes, N. Troussier, Sustainable Product Lifecycle Management and Territoriality: New structure for PLM, 11th International Conference on Product Lifecycle Management PLM14, IFIP WG5.1, Yokohama, Japan, 7th-9th July 2014.

### Remerciements

Ce travail a été réalisé, en partenariat avec la SAS PIVERT, dans le cadre de l'Institut d'Excellence dans le domaine des Energies Décarbonnées (IEED) P.I.V.E.R.T. ([www.institut-pivert.com/fr](http://www.institut-pivert.com/fr)) retenu parmi les Investissements d'Avenir. Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat au titre du programme d'Investissements d'avenir portant la référence ANR-001.