



# Méthodes d'évaluation : *analyse du cycle de vie, écoconception,* écologie industrielle et territoriale

## L'équipe principale

**Pôle ELSA**  
**Environmental Lifecycle  
and Sustainability Assessment**  
(Irstea/Cirad/EMA/Montpellier SupAgro/Inra)  
30 scientifiques

## Autres équipes concernées par ce thème

**UMR ITAP**  
**Information-Technologies-Analyse  
environnementale-Procédés agricoles**  
(Montpellier SupAgro/Irstea)  
27 scientifiques

**UPR LGEI**  
**Laboratoire de Génie de  
l'Environnement Industriel et  
des Risques Industriels et Naturels**  
(EMA)  
29 scientifiques

**UPR CMGD**  
**Centre des Matériaux  
de Grande Diffusion**  
(EMA)  
40 scientifiques

**UPR Recyclage et Risque**  
(Cirad)  
13 scientifiques

**UR LBE**  
**Laboratoire de Biotechnologie de  
l'Environnement**  
(Inra)  
16 scientifiques

**UR Biomasse énergie**  
(Cirad)  
12 scientifiques

## Pôle ELSA : analyse en cycle de vie de la durabilité des processus

Le pôle *Environmental Lifecycle and Sustainability Assessment* (ELSA) est un groupe de recherche multidisciplinaire dédié à l'analyse en cycle de vie environnementale et sociale des processus et à l'écologie industrielle. ELSA rassemble des chercheurs, des enseignants et des étudiants de plusieurs instituts de recherche et d'enseignement supérieur du Languedoc-Roussillon (LR). Ses membres bénéficient ainsi de la mise en commun de l'expertise et des connaissances.

ELSA a été créé en 2008 grâce au soutien de la Région au sein de la plateforme EcoTech-LR qui fédère cinq organismes : l'Inra, le Cirad, l'EMA, Montpellier SupAgro et Irstea. Dans cette plateforme, ELSA s'attache à la tâche transversale de l'évaluation environnementale et sociale des procédés, ou processus étudiés, dans les domaines de l'agriculture, de la gestion de l'eau et des déchets, de la production d'énergie à partir de biomasse et de l'aménagement du territoire. Les membres d'ELSA travaillent ensemble pour :

- faire progresser la méthodologie des évaluations environnementales et sociales ;

- diffuser ces méthodologies en développant des collaborations avec les partenaires industriels, les consultants et les collectivités locales ou l'État ;
- assurer des formations aux étudiants et aux professionnels ;
- animer la communauté scientifique via des séminaires, des conférences, etc.

Le pôle ELSA a connu une très forte croissance en quatre ans, puisqu'il compte aujourd'hui 30 chercheurs dont la moitié sont des permanents. En 2012, ELSA était impliqué dans 21 projets de recherche (9 projets ANR, 4 FUI, 3 ADEME, 4 projets internationaux).

Concernant l'animation scientifique, le pôle ELSA organise deux à trois événements par an soit, depuis sa création, deux écoles chercheurs (l'une internationale et l'autre nationale), deux colloques internationaux et quatre journées de sensibilisation. Depuis 2011, le pôle ELSA s'est étendu à l'international via le projet Interreg EcoTech-Sudoc (réseau international en analyse de cycle de vie et éco-conception pour des ecotechnologies innovantes) qui a permis la mise en réseau et des échanges entre huit laboratoires français, espagnols et portugais. Le pôle ELSA est ouvert à tout nouveau collaborateur ou institution souhaitant bénéficier de ce cadre, après acceptation par le bureau. ■



© Cirad

▲ Retournement de compost de déchets verts à la Réunion.

## Projet GIROVAR modélisation participative pour la co-construction et l'évaluation de scénarios de gestion intégrée des déchets organiques

À la Réunion, la gestion de plusieurs gisements croissants de résidus organiques (boues de stations d'épuration, effluents d'élevage, déchets verts, résidus agroalimentaires) pose de sérieux problèmes, principalement du fait d'un raisonnement cloisonné par filière, alors que ces matières présentent un important potentiel de services agro-environnementaux. Le projet « Gestion Intégrée des Résidus Organiques par leur Valorisation Agronomique à la Réunion » (GIROVAR) mis en œuvre par un consortium de sept organismes partenaires [coordination UPR « Recyclage & Risque » (Cirad) en collaboration avec l'UR « Gestion des ressources renouvelables et environnement » (Cirad)] sur l'agglomération de communes de l'Ouest de la Réunion, étudie le potentiel de service qu'y représente le recyclage des résidus organiques. Une méthode de recherche participative est utilisée pour l'identification de scénarios de gestion territoriale intégrée visant à se rapprocher de ce potentiel de service ; la finalité étant que les développements en cours et prévus des divers secteurs concernés puissent se réaliser sans mettre en danger la durabilité du système territorial. Il est essentiel que les scénarios identifiés soient rigoureusement et objectivement évalués sur les plans environnemental, logistique, réglementaire, économique ou social.

Concernant la dimension environnementale, les recherches en écologie territoriale ont débouché sur des méthodes permettant d'évaluer l'effet en termes d'éco-efficience du territoire (à travers l'étude du métabolisme territorial). Ces méthodes ne permettent cependant pas de s'exprimer sur les services et impacts environnementaux qui seraient produits *in fine* par ces scénarios.



◀ La logique du projet GIROVAR et ses étapes.

En couplant l'approche d'écologie territoriale à un cadre d'évaluation systémique « Force motrice-Pression-État-Impact-Réponse », l'évaluation environnementale vise une analyse spatiotemporelle des changements de flux vers l'environnement que produiraient les scénarios de gestion envisagés, une estimation de l'ampleur du changement d'état des compartiments environnementaux (sol, air, eau...) et une évaluation du risque de dommage ou de la chance de bénéfice que représentent ces impacts.

Contact : Tom Wassenaar, [tom.wassenaar@cirad.fr](mailto:tom.wassenaar@cirad.fr)  
[info@girovar.re](mailto:info@girovar.re)

Pour plus d'informations : <http://girovar.com>



## Projet DEPART

### de la gestion des déchets à l'économie circulaire, émergence de nouvelles pratiques partenariales dans les territoires portuaires

Les territoires industrialo-portuaires sont des lieux d'échanges et de transformations massifs de matière et d'énergie. Ces territoires s'approprient progressivement les principes et outils de l'écologie industrielle et territoriale afin d'optimiser leurs flux de matière et d'énergie, et de favoriser les pratiques collaboratives de recyclage et de valorisation des effluents industriels liquides, solides ou gazeux. Ces actions se révèlent nécessaires tant au maintien et à la compétitivité des activités industrielles et portuaires qu'à la réduction des pressions qu'elles exercent sur l'environnement. Cependant, la diffusion de telles pratiques ne dépend pas seulement des caractéristiques intrinsèques des flux de matière et d'énergie (quantité, qualité, variabilité, etc.). Les cultures de coopération des différents acteurs territoriaux et leur appréhension des grands enjeux et problématiques du territoire étudié sont autant de facteurs qui restent fondamentaux à la mobilisation des parties prenantes autour de la gestion territoriale des ressources. Avant de déployer et de généraliser ce type de démarche, il est nécessaire d'établir au préalable un diagnostic permettant de caractériser et d'évaluer ces différents critères.

Cofinancé par l'ADEME, le projet DEPART (2010-2012) regroupe six partenaires (Auxilia, Mydiane, Vianova System, Systèmes Durables, EMA, Université Toulouse II). Il vise à innover dans l'approche méthodologique de l'écologie industrielle et territoriale, en proposant et validant l'apport d'une méthodologie basée davantage sur les perceptions des acteurs, les compétences mobilisables et les besoins ressentis que sur une seule analyse des flux. Il se place dans le contexte spécifique des territoires portuaires. Une palette d'outils (grille d'analyse territoriale, système d'information géographique, arbre d'intelligence territoriale, questionnaire, etc.) a été développée et optimise le recueil et l'exploitation de données territoriales issues de documents et de bases de données existants mais également d'entretiens ciblés avec des acteurs clés du territoire et/ou des secteurs d'activité étudiés. Ces outils ont été testés et développés de manière itérative sur les territoires portuaires de Fos-sur-Mer et du Havre.

**Contact : Guillaume Junqua, [guillaume.junqua@mines-ales.fr](mailto:guillaume.junqua@mines-ales.fr)**

## Méthodologie d'évaluation environnementale d'activités spatialement distribuées sur un territoire

La directive européenne 2001/42/CE propose la mise en place d'un outil procédural, « l'évaluation environnementale stratégique » (EES), qui doit être appliquée dès les premières étapes de l'élaboration des plans et programmes susceptibles d'avoir une influence « notable » sur l'environnement. Cela concerne notamment les programmes en lien avec les territoires locaux et leur aménagement (comme en France, les schémas de cohérence territoriale, les plans locaux d'urbanisme...). Cependant, il n'existe pas de démarche formalisée permettant de réaliser de telles évaluations.

Des développements méthodologiques sont nécessaires pour réaliser une évaluation globale des impacts environnementaux d'un territoire indispensable à la qualification des choix d'aménagement. Une thèse en cours à l'UMR ITAP au sein du pôle ELSA (co-encadrement UMR ITAP/EMA/UMR TETIS [AgroParisTech/Cirad/Irstea], collaboration Syndicat Mixte du Bassin de Thau) vise à développer une méthodologie de diagnostic environnemental comme outil d'optimisation des choix d'aménagement sur un territoire.

► *Les principaux verrous méthodologiques à la mise en œuvre d'une ACV sur un territoire.*

# Étude des impacts environnementaux de l'insertion d'un pré-conditionnement par pyrolyse rapide dans les chaînes d'approvisionnement en biomasse-énergie



© Thiago Oliveira Rodrigues

▲ L'activité de sciage génère une quantité importante de déchets qui peuvent être convertis en énergie. Brésil.

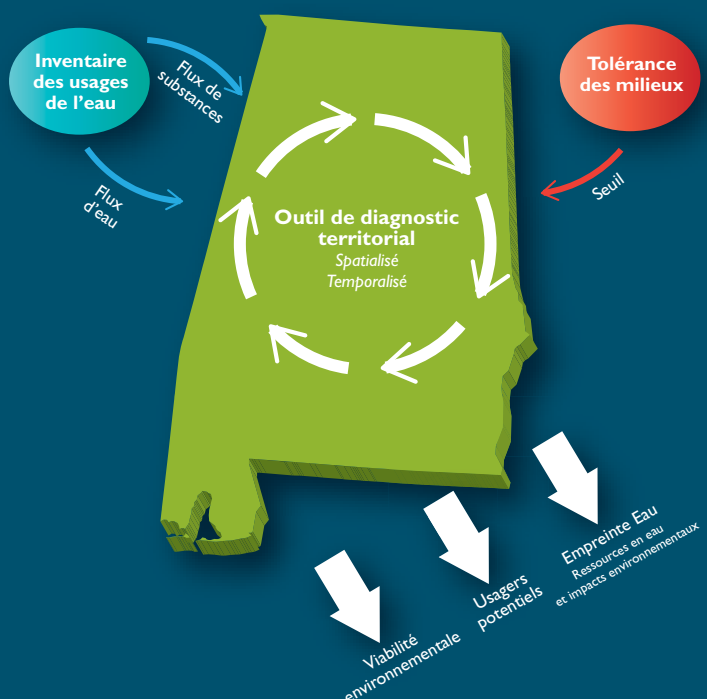
L'exploitation forestière en Amazonie, pour le bois d'œuvre, génère une quantité importante de résidus : au Brésil, dans l'État du Pará, pour 2,5 millions de m<sup>3</sup> de bois scié produits en 2010, 4 millions de m<sup>3</sup> de déchets ont été générés. Cette biomasse, peu valorisée aujourd'hui, pourrait constituer une ressource intéressante pour une filière de production d'énergie mais la faible densité énergétique du bois et le caractère diffus de la ressource (au Pará, l'exploitation forestière se répartit entre plus d'un millier de scieries) limitent, pour des raisons économiques et environnementales, les distances de transport envisageables et sont un obstacle à cette mobilisation. La pyrolyse rapide, en tant que procédé de pré-conditionnement de la biomasse sous forme de charges liquides appelées bio-huiles, permet de densifier de façon importante le contenu énergétique de cette biomasse et ainsi de réduire l'impact du transport de ces résidus. S'agissant d'un combustible liquide, homogène et épuré, les bio-huiles permettent d'envisager des possibilités

de valorisation plus larges que la biomasse brute : co-raffinage avec des charges pétrolières, combustion en chaudière, moteur diesel et extraction de molécules pour une co-valorisation chimique.

Les travaux de l'UR « Biomasse énergie » (Cirad), en collaboration avec l'Université de Brasília (UnB) et le service forestier brésilien, visent à quantifier par ACV l'intérêt environnemental de son insertion au sein de chaînes d'approvisionnement en biomasse. L'objectif final est de déterminer les contextes dans lesquels la pyrolyse rapide est la plus pertinente et la plus favorable à l'émergence d'une filière de biomasse-énergie, et d'optimiser les gains environnementaux permis par la mobilisation des résidus de scierie. Ces travaux sont développés dans le cadre d'un doctorat co-encadré par le Cirad et l'UnB et du projet de recherche « Adéquation Multiresource à la gazéification » (AMAZON, cofinancement ANR, France/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brésil).

**Contacts :** Anthony Benoist, [anthony.benoist@cirad.fr](mailto:anthony.benoist@cirad.fr)  
 François Broust, [francois.broust@cirad.fr](mailto:francois.broust@cirad.fr)  
 Armando Caldeira Pires, [armandcp@unb.br](mailto:armandcp@unb.br)  
 Thiago Oliveira Rodrigues, [thiagofl@gmail.com](mailto:thiagofl@gmail.com)  
 & Patrick Rousset, [patrick.rousset@cirad.fr](mailto:patrick.rousset@cirad.fr)

Différents outils peuvent être appliqués dans le cadre de ces évaluations (ACV, analyse de flux de matières, analyse *input-output*, exergie, émergie, empreinte écologique, analyse des risques environnementaux). Parmi eux, l'ACV a été identifiée comme étant un outil potentiellement prometteur dans un contexte local d'aide à la décision. Cependant, l'ACV est à la base une approche orientée « produit / service ». Des propositions ont été faites afin d'étendre l'échelle des systèmes étudiés en intégrant l'analyse des systèmes territoriaux. Toutefois, aucune étude n'a été réalisée pour un territoire dans sa globalité. Ce constat peut s'expliquer par la présence de certains verrous méthodologiques (*cf. figure ci-contre*) : (i) la définition de(s) l'unité(s) fonctionnelle(s) et du flux de référence, (ii) la sélection des frontières du système, (iii) la modélisation du système et (iv) le développement d'indicateurs pertinents pour l'aide à la décision locale. Des recommandations seront donc formulées dans cette thèse pour adapter le cadre méthodologique de l'ACV à l'évaluation environnementale de territoires. Le travail de la thèse sera appliqué à l'étude de scénarios d'aménagement sur le territoire du bassin de Thau (France).



Contact : Eléonore Loiseau, [eleonore.loiseau@irstea.fr](mailto:eleonore.loiseau@irstea.fr)