

L'articulation des objectifs technico-économiques et environnementaux au sein de projets d'éco-innovations

Le cas de la filière bois aquitaine

Marie-Claude Bélis-Bergouignan, Rachel Levy, Vanessa Oltra et Maïder Saint-Jean



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rei/5352>

DOI : 10.4000/rei.5352

ISSN : 1773-0198

Éditeur

De Boeck Supérieur

Édition imprimée

Date de publication : 15 avril 2012

Pagination : 9-38

ISSN : 0154-3229

Référence électronique

Marie-Claude Bélis-Bergouignan, Rachel Levy, Vanessa Oltra et Maïder Saint-Jean, « L'articulation des objectifs technico-économiques et environnementaux au sein de projets d'éco-innovations », *Revue d'économie industrielle* [En ligne], 138 | 2ème trimestre 2012, mis en ligne le 15 avril 2014, consulté le 04 juin 2022. URL : <http://journals.openedition.org/rei/5352> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rei.5352>

Marie-Claude BÉLIS-BERGOUIGNAN
GREThA (UMR CNRS 5113), université Montesquieu-Bordeaux IV

Rachel LEVY
LEREPS, université Toulouse I

Vanessa OLTRA et Maïder SAINT-JEAN
GREThA (UMR CNRS 5113), université Montesquieu-Bordeaux IV

L'ARTICULATION DES OBJECTIFS TECHNICO-ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX AU SEIN DE PROJETS D'ÉCO-INNOVATIONS : LE CAS DE LA FILIÈRE BOIS AQUITAINE (1)

Mots-clés : Éco-innovation, complexité et diversité d'objectifs, filière bois, ACP.

Key words : Eco-Innovation, Complety and Diversity of Objectives, Wood Industry, Principal Component Analysis.

INTRODUCTION

Cet article présente l'étude de cas de neuf projets de recherche collaboratifs (entre entreprises et organismes de recherche publique) portant sur des éco-innovations émanant de la filière bois aquitaine, et labellisés par le pôle de compétitivité *Xylofutur*. Les éco-innovations (encore appelées innovations environnementales) sont définies par la production, l'application ou l'exploitation d'un nouveau produit ou procédé qui, à travers son cycle de vie, va induire une réduction des risques environnementaux, de la pollution ou des impacts négatifs de l'utilisation des ressources (2) (Kemp, 2000). Comme

- (1) Cette étude a bénéficié du concours du conseil régional d'Aquitaine. Les auteurs expriment toute leur gratitude aux acteurs de la filière qui ont accepté de les recevoir et d'être interviewés.
- (2) « Eco-innovation is the production, application or exploitation of a good, production process, organisation structure, or management or business method that is novel to the firm or user, and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and the negative impacts of resources use compared to relevant alternatives » (Kemp, 2000).

l'ont souligné Oltra et Saint-Jean (2005a, 2005b), les éco-innovations expriment les compromis technico-économiques par lesquels les firmes cherchent à combiner des objectifs environnementaux avec des objectifs de compétitivité et de coût. Ce caractère multidimensionnel a déjà été souligné par Porter et van der Linde (1995) qui introduisent la notion d'effets de compensation par l'innovation (« innovation offsets ») pour désigner les effets positifs induits des éco-innovations sur les produits et les procédés compensant les coûts de mise en conformité avec les réglementations environnementales. Grâce aux éco-innovations, les firmes sont donc susceptibles de bénéficier d'effets doublement gagnants en améliorant simultanément leurs performances environnementales et leur compétitivité. C'est dans cette perspective que les éco-innovations se développent aujourd'hui dans l'industrie manufacturière visant à créer les conditions d'une « production durable » (OCDE, 2010).

Même si l'objectif environnemental est généralement mis en avant, les firmes cherchent donc, dans leurs projets d'éco-innovations, à combiner plusieurs objectifs. Certes, la multiplicité d'objectifs caractérise la plupart des innovations, mais elle se voit renforcée dans le cas des éco-innovations. De surcroît, les objectifs environnementaux peuvent être multiples, directs ou indirects, voire prioritaires ou secondaires. L'éco-innovation représente en conséquence un concept large, guidé par un ensemble d'objectifs et de déterminants (Horbach, 2008 ; OCDE, 2010), au sein duquel la dimension environnementale n'est pas forcément volontaire, ni même prioritaire.

Nous appuyant sur la littérature existante, qui fait état de la diversité d'objectifs des éco-innovations, nous cherchons dans cet article à appréhender la manière dont se réalise la combinaison d'objectifs au sein de neuf projets d'éco-innovations mis en œuvre dans la filière bois aquitaine. Il s'agit d'étudier comment les acteurs perçoivent et articulent les objectifs environnementaux et non environnementaux de leurs projets. La question de la détermination et de la poursuite d'objectifs multiples est un sujet récurrent de la théorie des organisations depuis Cyert et March (1963) et Simon (1964). À partir de notre étude, nous illustrons comment une telle diversité d'objectifs peut s'articuler dans le cadre de projets d'éco-innovations menés en collaboration par plusieurs types d'acteurs. Notre démarche se démarque ainsi à la fois des travaux portant sur la comparaison *a posteriori* des objectifs affichés de projets d'éco-innovations avec leurs résultats, notamment en termes d'impact environnemental, mais aussi de ceux qui envisagent la seule question de la compatibilité des objectifs. L'analyse *a priori* de cette diversité d'objectifs est susceptible, de notre point de vue, d'enrichir en amont l'ingénierie de construction de projets d'éco-innovations.

L'article est organisé comme suit. La première partie présente le cas des projets d'éco-innovations de la filière bois aquitaine choisis comme objet d'investigation. La seconde partie est consacrée à la revue de la littérature portant sur les déterminants des éco-innovations. Elle met en évidence le caractère multidimensionnel des objectifs des éco-innovations et justifie notre investi-

gation spécifique sous la forme d'une enquête dont la grille d'analyse, inspirée de ces principaux déterminants, vise à appréhender la variabilité de leurs objectifs. La troisième partie est consacrée à l'analyse des données recueillies, ce qui permet de discuter et d'interpréter la diversité des combinaisons d'objectifs technico-économiques et environnementaux établis par les différents acteurs des projets d'éco-innovations étudiés.

I. — LE CAS DES PROJETS D'ÉCO-INNOVATIONS DE LA FILIÈRE BOIS AQUITAINE

Cette première section décrit tout d'abord le contexte de notre recherche, à savoir l'émergence de projets d'éco-innovations au sein de la filière bois aquitaine, puis effectue une présentation des traits stylisés des projets étudiés.

1.1. Le contexte de l'étude : l'émergence de projets d'éco-innovations au sein de la filière bois aquitaine

La notion de filière bois (parfois dénommée filière forêt-bois-papier) désigne la chaîne des acteurs qui cultivent, coupent, transportent, transforment et recyclent le bois, de l'origine (forêt, bocage...) à l'utilisateur final ou à la fin de vie de l'objet produit (SESSI, 2008). En Aquitaine, cette filière se fonde sur l'exploitation d'une des plus grandes forêts cultivées d'Europe, l'Aquitaine étant la première région forestière française. Cette forêt essentiellement constituée d'une seule essence, le pin maritime (3), est majoritairement privée (90 % de la surface forestière) (4).

La filière bois est composée d'une *gamme hétérogène* d'industries et de métiers, incluant, au-delà de la sylviculture, la première et la deuxième transformation du bois. Ces deux segments regroupent, respectivement, pour la première transformation : les scieries, les industries des panneaux et de la pâte à papier ; pour la seconde transformation : les industries des charpentes et menuiseries, les emballages, la fabrication de meubles divers et le papier-carton. En Aquitaine, ces activités sont localisées sur un même territoire, ce qui n'est pas le cas des autres massifs forestiers français. En outre, les activités économiques qui se déploient autour de la forêt permettent de financer sa gestion, son entretien, et sa protection, ce qui génère également des atouts touristiques importants, et un nombre élevé d'emplois directs et indirects.

L'innovation est devenue un enjeu essentiel de la filière bois pour maintenir sa compétitivité tout en assurant son développement durable. Pourtant, sa moindre orientation vers les activités de R&D traduit son plus faible niveau

(3) Le massif est moins diversifié que les autres massifs français et le pin maritime représentait, en 2006, 70 % du volume de bois sur pied disponible (Agreste, 2006).

(4) *Source* : CRPF Aquitaine (www.crpfaquitaine.fr).

d'opportunités technologiques vis-à-vis d'autres industries, trait qui est tout autant national qu'aquitain (5). Ainsi, en 2007, le secteur de l'agriculture/sylviculture ne représentait que 1,4 % des dépenses de R&D en France et le bois/papier/carton/imprimerie 0,5 %. En moyenne, environ 22 % des entreprises de la filière avaient eu des activités d'innovation entre 2004 et 2006, alors que ce chiffre atteignait 31 % pour l'ensemble des industries manufacturières françaises. Dans la filière bois, il s'agit essentiellement d'innovations de procédé (26 % d'innovations de procédé pour 22 % d'innovations de produit). En Aquitaine, l'innovation de produit concerne notamment l'élaboration de produits techniques à base de bois, ou de composants mixtes, et la fabrication de poutres structurales. L'innovation de procédé, souvent complémentaire, porte en priorité sur la mise au point de nouveaux traitements du bois, notamment parce que la filière utilise une large gamme de produits chimiques tels que les colles, les résines, les agents de surfacage et les conservateurs. Elle concerne également l'introduction de programmes d'optimisation ou de simulation des opérations de découpe ou de séchage et, enfin, la mise en œuvre de procédés de mesure des nuisances ou de la pollution.

Dans cette dynamique d'innovation, la question environnementale joue un rôle central. Il s'agit d'assurer le développement durable de la filière tout en répondant aux objectifs économiques de compétitivité et de maintien des emplois sur le territoire aquitain. Une étude préalable (Bélis-Bergouignan *et al.*, 2001) avait identifié trois thématiques environnementales prioritaires : celle de la réduction des nuisances à la source causées par les traitements du bois ; celle de l'éco-conception *via* la valorisation des composites bois-polymères et celle de l'éco-certification forestière.

La filière bois aquitaine constituait donc un terrain d'étude pertinent pour analyser des exemples de projets d'éco-innovations. La pertinence de la démarche était renforcée par le fait que cette filière s'est organisée en pôle de compétitivité dans le cadre duquel ont émergé des projets d'éco-innovations. Ce pôle a d'abord été labellisé, en 2005, sous le nom d'*IPMF (Industries du Pin Maritime du Futur)*, puis a été rebaptisé, en 2008, *Xylofutur avant Produits*. S'inspirant comme la plupart des pôles de compétitivité du modèle des clusters de Porter (1998), ce pôle rassemble des entreprises et des laboratoires de recherche qui s'impliquent dans des projets de recherche collaboratifs visant la mise en place d'innovations. Les membres de ce pôle sont essentiellement des PME, parfois des groupes, mais aussi des organismes de recherche ainsi que de nombreuses collectivités territoriales. Reconnu *pôle national*, ce pôle est d'envergure moyenne : ainsi, en 2007, il rassemblait 86 organismes différents (en majorité des PME aquitaines, mais aussi des entreprises de taille plus importante et des laboratoires universitaires) partici-

(5) En l'absence de données aquitaines, les données fournies ci-après concernent la filière bois française (SESSI, CIS, 2008).

pant à 17 projets de recherche collaboratifs (Eurolio, 2010). Ces projets de recherche collaboratifs portent en majorité sur des éco-innovations (Levy et Bélis-Bergouignan, 2011).

1.2. Les traits stylisés des projets d'éco-innovations sélectionnés

Notre cas porte sur huit projets d'éco-innovations labellisés et financés en 2005-2006 par le pôle de compétitivité, auxquels vient s'ajouter un neuvième projet d'éco-conception faisant l'objet d'un financement ANR 2006 (projet *Eco-composite*). Ce terrain d'étude, répondant aux problématiques environnementales évoquées ci-dessus, est doublement pertinent. L'avance relative du pôle de compétitivité *Xylofutur* en matière de projets d'éco-innovations nous a permis de bénéficier d'un recul suffisant. De plus, loin de considérer comme avérées et équivalentes les allégations environnementales des différents projets, notre démarche a consisté à questionner cet affichage en étudiant la multiplicité des objectifs et la diversité des compromis qui les sous-tendent.

Le tableau 1 page suivante décrit les traits stylisés de ces neuf projets d'éco-innovations. Il s'attache à synthétiser leur orientation, leur état d'avancement et leur positionnement dans la filière, les coordinateurs et acteurs impliqués et, enfin, le bénéfice environnemental attendu, qui peut être direct ou indirect. Rattachés aux trois domaines de recherche identifiés par le pôle de compétitivité, ces projets se déclinent comme suit :

— les projets *Biotechnologies*, *Sylvogene*, *Bioraffinerie* relèvent de la thématique *Ressources forestières & Approvisionnement*. Les deux premiers ont pour objet l'amélioration génétique du pin maritime (multiplication végétative, biodiversité) et de la qualité papetière du bois ; le troisième s'attache à trouver les voies de conversion de la biomasse lignocellulosique en énergie (procédé de cogénération) ;

— les projets *Bioethanol* et *Bema* relèvent de la thématique *Fibres & Chimie verte*. *Bioethanol* propose des recherches sur les biocarburants susceptibles d'apporter une réponse alternative à l'utilisation de fuels lourds. *Bema* vise la conception d'éco-matériaux à base de bois et de fibres végétales ;

— les projets *Above*, *Ecocomposite*, *Peveco* et *Plasmopal* sont rattachés à la thématique *Bois & Construction*. Le projet *Above* est focalisé sur un procédé de collage du bois vert plus propre, avec des applications prometteuses en construction. Le projet *Ecocomposite* a pour objectif d'intégrer des critères environnementaux dans la conception de composites bois-polymères. *Plasmopal* a pour objet le développement d'un procédé par plasma froid de traitement de bois de palettes.

On peut constater, dans le tableau 1, que les projets affichent d'emblée des objectifs environnementaux diversifiés, tant en termes de nature des objectifs, que de leur intensité ou de leur caractère direct ou indirect. Certains ont des

TABLEAU 1 : Les traits stylisés des projets d'éco-innovations

INTITULÉ DU PROJET (PORTEUR, POSITION DANS LA FILIÈRE) ÉTAT D'AVANCEMENT	DESCRIPTIF DU PROJET	ACTEURS IMPLIQUÉS	BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX ATTENDUS	
			Direct	Indirect
ABOVE (PME, 2 ^{ème} TRANSFORMATION : PALETTE, POUTRES) PHASE DE FINALISATION	Techniques d'aboutage du bois vert pour la production de poutres de grande longueur en pin maritime	9 organismes : 6 PME, 1 filiale d'un grand groupe, 1 centre de transfert, 1 laboratoire	Réduction de pertes en ressource et de consommation d'énergie Adaptation aux normes (marquage CE)	Substitution de matières premières renouvelables Pas d'émission de COV pour les produits finis
BEMA (LABORATOIRE, 1 ^{ère} TRANSFORMATION) PHASE DE DEMARRAGE	Formulation et développement de colles et de composite thermoplastiques d'origine naturelle (farine de maïs ou de bois)	10 organismes : 4 filiales de grands groupes, 5 laboratoires, 1 centre de transfert	Réduction d'émissions polluantes Adaptation aux réglementations	
BIOETHANOL (LABORATOIRE, 2 ^{ème} TRANSFORMATION) PHASE DE FINALISATION	Bioconversion enzymatique et microbienne des substrats d'origine papetière en éthanol (agro carburants de 2 ^{ème} génération)	4 organismes : 2 filiales de grands groupes, 2 laboratoires	Aucun	Substitution aux énergies fossiles Suppression d'émissions polluantes
BIORAFFINERIE (GROUPE PAPETIER, 2 ^{ème} TRANSFORMATION) PHASE INTERMÉDIAIRE	Test de faisabilité technico-économique de l'utilisation par combustion de la biomasse issue des résidus forestiers pour remplacer le fuel lourd dans les chaudières industrielles	4 organismes : 2 filiales de grands groupes, 1 coopérative, 1 centre de transfert	Réduction des consommations d'énergie Adaptation aux normes environnementales (CO ₂)	Limitation des conséquences économiques d'accidents (climatiques ou incendies)
BIOTECHNOLOGIE (LABORATOIRE, SYLVICULTURE ET 1 ^{ère} TRANSFORMATION) PHASE INTERMÉDIAIRE	Sélection assistée par marqueur (création variétale améliorée) et embryogénèse somatique (sélection et multiplication variétale)	3 organismes : 2 laboratoires, 1 centre de transfert	Aucun	Augmentation des stocks de CO ₂ via l'augmentation quantitative de la ressource
ÉCO-COMPOSITE (LABORATOIRE, 2 ^{ème} TRANSFORMATION) PHASE INTERMÉDIAIRE	Mise au point d'une méthodologie inverse d'éco-conception de polymères à renforts lignocellulosiques	3 organismes : 1 PME, 1 laboratoire, 1 centre technique	Recyclabilité du produit Réduction des émissions	Prévention des risques
PEVECO (PME, 2 ^{ème} TRANSFORMATION) PHASE DE DEMARRAGE	Fabrication de peintures ou vernis en solution aqueuse se substituant aux peintures ou vernis en phase solvant	5 organismes : 4 PME, 1 laboratoire	Réduction des émissions de COV Adaptation à la directive REACH	Prévention des risques Proactivité par rapport à la réglementation
PLASMAPAL (PME, 2 ^{ème} TRANSFORMATION) PHASE INTERMÉDIAIRE	Traitement des matériaux bois par plasma froid : soit pour traiter le problème de bleuissement des palettes, soit pour préparer la surface bois sans utilisation de produits chimiques	10 organismes : 5 PME, 4 laboratoires, 1 centre de transfert	Adaptation à la directive Biocides Réduction des émissions de COV Adaptation à la directive REACH	Meilleure recyclabilité des produits Proactivité par rapport à la réglementation
SYLVOGENE (ORGANISME DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE, SYLVICULTURE) PHASE INTERMÉDIAIRE	Techniques d'amélioration génétique, quantitative et qualitative, du pin maritime	9 organismes : 3 filiales de grands groupes, 2 PME, 1 laboratoire, 3 organismes de transfert	Aucun	Augmentation des stocks de CO ₂

visées environnementales *a priori* fortes, par exemple ceux qui concernent l'incorporation du bois à des matériaux « moins écologiques » comme les polymères (*Bema* et *Ecocomposite*), ou ceux qui visent l'élaboration de procédés plus propres de traitements du bois (*Above*, *Peveco* et *Plasmapal*). D'autres portent sur de nouvelles utilisations de la ressource, particulièrement la production de bioénergie, soit à partir de la biomasse non utilisée, tels les rémanents forestiers ou les souches (*Bioethanol*), soit en utilisant les processus de production de pâte à papier (*Bioraffinerie*). Enfin, deux projets n'affichent pas directement d'objectif environnemental, mais ont des visées indirectes à travers l'amélioration génétique quantitative et qualitative de la ressource pin maritime (*Biotechnologie* et *Sylvogene*).

Les projets se distinguent également en termes d'acteurs impliqués : PME ou TPE, filiale de grands groupes, centre de transfert, laboratoire de recherche, mais aussi en termes d'appartenance sectorielle (acteurs appartenant ou n'appartenant pas à la filière bois), de positionnement amont ou aval dans la filière ou en termes d'implantation aquitaine ou hors région. Bien qu'ils intègrent des acteurs de la recherche publique et des entreprises, certains sont plutôt orientés vers les entreprises (*Above* ou *Bioraffinerie*, par exemple) et la recherche appliquée, alors que d'autres intéressent des aspects plus fondamentaux (*Biotechnologie* ou *Sylvogene*, par exemple).

Enfin, les projets se distinguent par leur état d'avancement, sachant qu'ils étaient au moment de l'enquête majoritairement en cours de réalisation, et par leur position dans la filière. Ce qui permet d'identifier plusieurs groupes de projets : ceux situés à l'amont (*Biotechnologie* et *Sylvogène*) concernant l'amélioration de la ressource ; ceux situés à la charnière de la première et de la deuxième transformation (*Bema*, *Ecocomposite* et *Bioraffinerie*) ; et, enfin, ceux situés en aval (par exemple *Bioethanol*), dont certains intègrent des acteurs extérieurs au territoire régional et au secteur du bois (projet *Above*) et d'autres ont des implications pouvant déborder le cadre *stricto sensu* de la filière, par exemple la chimie pour *Peveco* et l'émergence de traitements alternatifs des palettes et emballages en bois pour *Plasmapal* (6).

II. — LES OBJECTIFS CONDUISANT À LA MISE EN PLACE D'ÉCO-INNOVATIONS

Avant d'évaluer les objectifs ayant orienté ces neuf projets, il convient ici de synthétiser les déterminants de la mise en place d'éco-innovations généralement évoqués dans la littérature, puis d'exposer la méthodologie choisie pour appréhender ces objectifs.

(6) Pour des détails sur le fonctionnement intégré de cette filière, cf. Bélis-Bergouignan et Levy, 2010.

2.1. Une diversité d'objectifs, traditionnellement mise en exergue

Traditionnellement, la littérature se focalise sur le rôle des incitations réglementaires (7), les éco-innovations étant présentées comme une réponse des firmes à la mise en place de nouvelles réglementations. C'est ce qui a conduit à les considérer comme des innovations impulsées et motivées par la pression réglementaire – *i.e.* « *regularory push-pull effect* » (Rennings, 2000).

Progressivement, l'impact de la réglementation a été mieux cerné à travers la diversification des critères utilisés, tels que le degré de sévérité, la flexibilité et l'horizon temporel des réglementations. Selon Ashford *et al.* (1985), c'est le type d'instrument réglementaire et la façon dont il est implémenté qui configurent les incitations à innover et, de là, les modalités d'éco-innovations. De nombreux auteurs ont mis en évidence que les stratégies d'éco-innovations sont également déterminées par la perception du caractère plus ou moins contraignant des réglementations existantes et par les anticipations quant à l'évolution future du cadre réglementaire (Johnstone, 2007). Certains travaux font enfin apparaître que des entreprises influencent la réglementation de manière à faire supporter à leurs concurrents un coût plus élevé que le leur pour s'adapter à une évolution réglementaire qu'elles ont favorisée (Lyon, 2003). Il apparaît donc que la réglementation joue un rôle déterminant, mais de façon différenciée selon le type d'instrument, le contexte et la perception des firmes.

De plus, les études empiriques montrent que les éco-innovations répondent à d'autres objectifs que les objectifs réglementaires (8). Elles sont également motivées par des objectifs de productivité et de réduction des coûts, en particulier des coûts liés à l'utilisation de matières premières et d'énergie (Frondel *et al.*, 2007; Horbach, 2008; Belin *et al.*, 2009). D'autres travaux montrent que les éco-innovations sont aussi influencées par des déterminants classiques (Mazzanti et Zoboli, 2006). Notamment, du côté de la demande, il est reconnu (European Commission, 2009) que les bénéfiques en termes d'image ou de réputation, vis-à-vis de consommateurs aux exigences environnementales croissantes, influencent la mise en œuvre d'éco-innovations, parce que susceptibles de provoquer une amélioration des performances.

En fin de compte, il apparaît que les éco-innovations ne sont pas exclusivement guidées par la réponse aux exigences réglementaires, mais par une multiplicité de déterminants. Cette diversité trouve un écho dans la diversité des objectifs qui conduisent les acteurs à construire des projets d'éco-innovations. Le caractère multidimensionnel des éco-innovations renvoie à ce que Porter et van der Linde (1995) appellent des effets de compensation, soit liés aux inno-

(7) Pour une synthèse de la littérature sur les déterminants des innovations environnementales, voir notamment Oltra (2008).

(8) Voir, par exemple, Frondel *et al.* (2007), Horbach (2008) et Mazzanti et Zoboli (2006).

vations de procédé (« *process offset* ») et qui se traduisent essentiellement par des gains de productivité, soit liés aux innovations de produit (« *product offset* ») et qui entraînent une amélioration de la qualité du produit (9). Ces deux effets peuvent se combiner, permettant ainsi d'allier les trois dimensions précitées. Si ce caractère composite n'est pas spécifique aux éco-innovations, il n'en reste pas moins que la dimension environnementale de projets exhibant des allégations environnementales se doit d'être appréciée en relation avec la diversité des objectifs énoncés par les acteurs qui les promeuvent. Ce qui est ici notre propos.

Dans notre étude, nous illustrerons comment une telle diversité d'objectifs peut s'articuler dans le cadre de projets d'éco-innovations menés en collaboration par plusieurs types d'acteurs. Il s'agira d'identifier les combinaisons d'objectifs des différents projets, d'évaluer le poids des objectifs environnementaux dans ces ensembles complexes d'objectifs (« *complex goal of action* », Simon, 1964) et d'étudier la variabilité des objectifs inter- et intra-projets. Ainsi, ce sont les projets qui constitueront le niveau organisationnel de référence, chacun d'eux étant considéré comme une coalition d'acteurs et d'organisations poursuivant, au sein du projet, un ensemble complexe d'objectifs. Toutefois, l'échelon individuel sera également pris en compte puisque nous examinerons aussi la variabilité qui s'exprime entre acteurs d'un même projet.

C'est dans cette perspective que nous nous proposons d'analyser le cas des neuf projets d'éco-innovations de la filière bois aquitaine. Il s'agira donc d'étudier la manière dont se combine la diversité des objectifs, jusqu'alors considérés plutôt séparément, de préciser le statut des objectifs environnementaux, et enfin de mettre en évidence les différences de perception des acteurs intra- et inter-projets.

2.2. Une grille de lecture appréhendant simultanément la diversité des objectifs des éco-innovations

Les analyses de cas par questionnaire sont particulièrement aptes à la conduite de la compréhension d'une question complexe lorsqu'il s'agit de mettre en exergue le rôle du contexte vis-à-vis d'un nombre limité d'observations (Yin, 1984). C'est cette orientation qui a guidé notre étude. Cette démarche s'est appuyée sur un questionnaire spécifique, appréhendant simultanément la diversité des objectifs susceptibles de déterminer ces éco-innovations. Le questionnaire associait méthode qualitative et méthode quantitative, basée sur les déclarations des répondants codées par voie de *scoring* (10) (Bélis-Bergouignan *et al.*, 2010). Le questionnaire comportait, outre les items

(9) Des exemples des deux types d'effets sont présentés dans Porter et van der Linde (1995) et dans Oltra et Saint-Jean (2005).

(10) Les scores de 0 à 3 représentent respectivement les réponses « sans objet », « faible », « moyen » et « élevé ».

de cadrage concernant le type d'organisme auquel appartenait les interviewés (entreprise, laboratoire, organisme d'interface), des items cherchant à cerner la manière dont ces acteurs percevaient et caractérisaient les objectifs des projets (Bélis-Bergouignan *et al.*, 2010).

L'information sur ces projets a été obtenue par le biais d'une enquête réalisée sous forme d'interviews approfondies en face-à-face auprès de la totalité des trois types d'acteurs représentatifs de la filière : entreprises, laboratoires de recherche, centres de transfert, impliqués dans ces projets. La durée moyenne des entretiens était d'environ 1 h30. Il a été demandé à chaque interviewé de répondre à la question suivante : « Quels sont les objectifs visés par l'implication de votre établissement dans le projet X ? ». Cette question était suivie d'une liste d'objectifs classés en deux grandes catégories, *i.e.* les objectifs technico-économiques et les objectifs environnementaux, chaque objectif devant être évalué sur une échelle de 0 à 3. Ces questions, dont la gamme des items était suffisamment variée pour éviter les biais propres à l'interview en face-à-face, nous ont permis de capturer les perceptions des acteurs et leur valorisation des différents objectifs. Ce sont essentiellement ces questions que nous exploitons dans cet article. Ainsi, l'analyse des 55 entretiens réalisés permet de proposer une évaluation de la diversité d'objectifs des neuf projets prenant en compte les 21 variables-objectifs (15 technico-économiques, six environnementales) du questionnaire.

Comme le montre le tableau A1 en annexe, ces variables peuvent être déclinées en quatre sous-groupes :

— celui des cinq items se rattachant à l'innovation de produit (élargir/renouveler la gamme des produits, conquérir un nouveau marché, améliorer la qualité du produit, substituer un produit ou procédé existant, améliorer l'adaptabilité du produit) ;

— celui des quatre items se rattachant à l'innovation de procédé (améliorer le procédé de production, réduire les coûts unitaires, réduire le temps de production, augmenter la capacité de production) ;

— celui des six objectifs mixtes pouvant concerner les produits et/ou les procédés (dépasser une impasse scientifique ou technologique, faire avancer l'état de l'art des connaissances dans le secteur, répondre à des innovations mises en place par les concurrents, améliorer l'image de l'établissement, créer et/ou maintenir des emplois, intégrer le pôle de compétitivité) ;

— celui des six objectifs environnementaux (réduire les consommations de matériaux ou d'énergie, réduire les émissions polluantes, prévenir ou contrôler les risques environnementaux, utiliser des matériaux recyclés dans le processus de production, recycler le produit après utilisation, s'adapter aux règlements et aux normes environnementales).

Ces variables ont été construites en se fondant à la fois sur les enseignements de la littérature économique et sur les grilles d'enquêtes (notamment, l'enquête CIS (11)) consacrées aux innovations et aux déterminants de la mise en oeuvre d'éco-innovations.

III. — L'ANALYSE DE LA PERCEPTION ET DE L'ARTICULATION DES OBJECTIFS DES PROJETS D'ÉCO-INNOVATIONS

La particularité des projets étudiés est qu'ils ont affiché d'emblée un objectif environnemental. Notre démarche a consisté à questionner ce contenu en interrogeant les acteurs sur leurs perceptions des objectifs, environnementaux ou non, du projet auquel ils participent. L'analyse des réponses est organisée en deux temps. Tout d'abord, nous nous concentrons sur la manière dont les objectifs environnementaux sont perçus et valorisés dans les différents projets. Intégrant ensuite les objectifs technico-économiques, nous étudions les combinaisons d'objectifs établies par les acteurs, en mettant en exergue la variabilité de ces combinaisons entre projets d'une part, et au sein des projets d'autre part.

3.1. Multiplicité et variabilité des objectifs environnementaux

L'hétérogénéité des projets peut s'illustrer en premier lieu par les différences de score environnemental global. Pour chaque projet, ce score est calculé en sommant les scores moyens attribués à chaque objectif environnemental (adaptation aux normes ; réduction des émissions ; réduction des matériaux ; prévention des risques ; recyclage ; utilisation de matériaux recyclés). Les différents scores figurent dans le tableau 2.

Ce tableau montre que le score environnemental global d'un projet est très variable, faisant ainsi apparaître une certaine hiérarchie des projets en termes de degré de reconnaissance du caractère environnemental de l'innovation.

*TABLEAU 2 : Score environnemental global
(somme de scores moyens) par projet*

Projet	Above	Bema	Bio-Ethanol	Bio-Raffinerie	Bio-Technologie	Eco-Composite	Peveco	Plasmapal	Sylvogene
Score	8.57	9.89	8.25	8.6	4.33	11.33	10.2	9.1	5.44
Rang	6	3	7	5	9	1	2	4	8

(11) Pour plus d'informations sur ce questionnaire : (<http://www.insee.fr/fr/methodes/sources/pdf/CIS8-industrie.pdf>).

Ainsi, le score environnemental le plus élevé est obtenu par le projet *Eco-composite* tandis que le projet *Biotechnologie* obtient le score le plus faible. Toutefois, la différence d'intensité des scores environnementaux est difficile à interpréter dans la mesure où elle peut masquer deux autres aspects du positionnement des acteurs : la gamme des objectifs environnementaux sur lesquels ils se concentrent et leur accord sur le degré d'importance de tel ou tel objectif environnemental.

Il convient donc, en second lieu, d'examiner dans quelle mesure la valorisation des objectifs environnementaux par les acteurs est plus ou moins concordante et concentrée, ou au contraire dispersée. Reprenant les termes de la théorie de la fixation ou de la détermination des objectifs (Locke et Latham, 1990 ; Tang *et al.*, 2008), l'objectif environnemental apparaît comme un objectif composite complexe des projets d'éco-innovations. Cet objectif se décompose donc en sous-objectifs, plus ou moins valorisés par chaque acteur. La complexité de l'objectif peut être évaluée par le nombre d'objectifs environnementaux valorisés par les acteurs, alors que la variabilité renvoie à la priorisation différenciée des objectifs qu'ils effectuent (Tang *et al.*, 2008) (12).

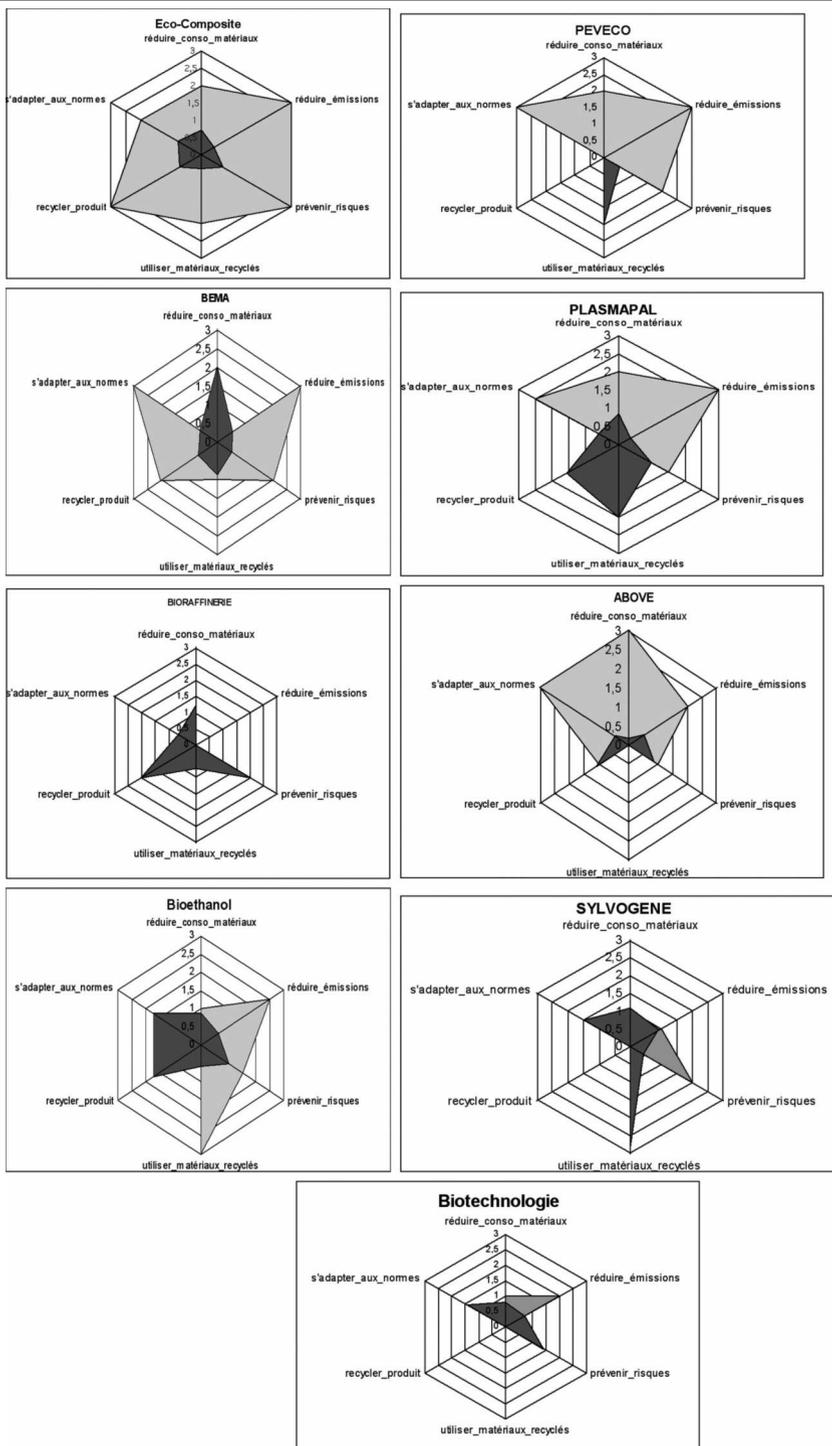
La complexité et la variabilité des objectifs environnementaux des différents projets seront ici étudiées en utilisant des diagrammes en radar permettant d'illustrer à la fois pour chaque projet la variété et l'intensité des objectifs valorisés (représentation de la médiane) et la dispersion (ou la variabilité) de la valorisation de ces objectifs (coefficient de variation).

Le graphique 1 présente les diagrammes en radar des différents projets, classés par ordre décroissant de score environnemental. Ces graphiques mettent en évidence que les projets caractérisés par un score environnemental élevé (*Eco-composite*, *Peveco* et *Bema*) sont ceux au sein desquels au moins quatre objectifs environnementaux sont valorisés par les acteurs (médiane supérieure ou égale à 2) avec une faible dispersion de ces valorisations. Ces projets sont donc caractérisés par une complexité élevée (liée au nombre d'objectifs valorisés) et par une variabilité faible des objectifs environnementaux. Il y a donc consensus autour d'objectifs environnementaux jugés prioritaires.

En revanche, plus le score environnemental global décroît, plus le nombre d'objectifs environnementaux valorisés est faible et la variabilité élevée. Les projets pour lesquels le score environnemental est le plus faible (*Bioethanol*, *Sylvogène* et *Biotechnologie*) sont donc caractérisés par des objectifs environnementaux moins complexes (peu nombreux), mais sous-tendus par une forte variabilité des perceptions.

- (12) « Consistent with prior empirical studies applying a complexity perspective, we measured goal type complexity as the number of goal types that are important to organizations... Goal type variability relates to prioritization among goal types or diversity in the importance rankings that organizations attach to different goal types » (Tang *et al.*, 2008, page 110).

GRAPHIQUE 1 : Les objectifs environnementaux des différents projets



Légende : □ médiane ■ coef variation

À ce stade, il apparaît donc que, même si tous les projets bénéficient du label d'éco-innovations, l'objectif environnemental est composite, complexe et extrêmement variable selon les projets et les acteurs. La variabilité des objectifs pourrait s'expliquer par la diversité et la multiplicité des acteurs impliqués dans chaque projet. Mais, si l'on examine les quatre premiers projets, on peut constater des cas de figure très différents tant en termes de nombre d'acteurs (de trois à dix) que de types d'organisations (PME, laboratoires, grands groupes) impliqués. La variabilité des objectifs ne semble pas liée au nombre d'acteurs puisqu'elle peut être très élevée en dépit d'un faible nombre d'acteurs, comme c'est le cas pour le projet *Biotechnologie*. Cette variabilité ne s'explique pas non plus par les caractéristiques organisationnelles des acteurs, puisqu'on peut observer cette variabilité au sein des réponses de chacune des catégories d'acteurs. En revanche, la variabilité est liée au caractère indirect des objectifs environnementaux, puisqu'elle est supérieure pour les projets *Biotechnologie*, *Sylvogene* et *Bioethanol*, qui anticipent uniquement des bénéfices environnementaux indirects.

Cette variabilité d'objectifs environnementaux soulève la question de l'impact écologique, multiforme, voire controversé, des éco-innovations, ne serait-ce qu'à travers la prise de conscience d'éventuels effets-rebonds (Binswanger, 2001). En outre, si les éco-innovations sont censées exercer un impact environnemental positif (par rapport aux technologies existantes), il est toujours difficile d'évaluer ce dernier dans une optique de cycle de vie (Cornillier et Vial, 2008). Dans le cas étudié, nous constatons notamment que les effets environnementaux affichés peuvent être directs et/ou indirects, mais aussi plus ou moins localisés. Ce qui rend impossible d'établir la supériorité écologique absolue d'un projet par rapport à un autre. Ainsi, bien que les allégations environnementales puissent alimenter des controverses, l'impact écologique des éco-innovations est souvent postulé *a priori*. D'où, la forte variabilité constatée des perceptions et de la valorisation des objectifs par les acteurs. De même, certains objectifs peuvent apparaître tout d'abord secondaires, puis prioritaires. Si la prévention des risques apparaît comme un objectif mineur au moment où l'enquête a été réalisée (en 2008), les réponses auraient été très différentes après la tempête de janvier 2009 qui a modifié la perception du risque d'accidents climatiques dans la filière.

Pour aller plus loin dans l'analyse des objectifs environnementaux et dépasser la variété apparente des projets d'éco-innovations, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée pour l'ensemble des données relatives aux six objectifs environnementaux. Cette ACP a eu pour but de mettre en évidence les liaisons entre les variables et d'observer, à l'aide de graphiques, les ressemblances et dissemblances entre ces projets (Morineau et Aluja-Barret, 2004). Plus précisément, cette méthodologie a été appliquée à un tableau croisant les objectifs des différents projets et les perceptions des acteurs impliqués dans ces projets. Cette méthode a permis de dégager des images synthétiques dévoilant leurs principales structurations, *i.e.* les liaisons entre les objectifs technico-économiques et environnementaux des projets, les ressemblances entre individus, et, partant leurs dissemblances les plus marquantes.

De l'ACP, seuls les deux premiers axes sont conservés pour l'interprétation avec un pourcentage de variation expliqué par les deux premières composantes principales de 60.6 % (cf. tableau A2 en annexe). Il ressort du tableau 3 que, sur le plan principal, les variables « réduction des émissions » et « recycler », qui vont dans le même sens, contribuent à la formation de l'axe 1, alors que ce sont les variables « réduction matériaux » et « matériaux recyclés », en opposition, qui participent le plus à la formation de l'axe 2. Ainsi, l'axe 1 associe l'objectif de réduction des émissions polluantes, essentiellement impulsé par la directive COV, et celui de recyclage du produit après utilisation. Ces deux objectifs apparaissent complémentaires et structurants pour les acteurs. Quant à l'axe 2, il traduit des préoccupations d'économies d'input (de coûts de production), que ce soit en réduisant l'utilisation de matériaux ou en substituant à des matériaux vierges des matériaux recyclés. Il ressort que la variable « matériaux recyclés » est très bien représentée dans le plan principal (76 % de sa variation sont expliqués par les deux premiers axes), dans la mesure où les résidus et déchets de la filière (souches, rémanents forestiers ou vieux papier) offrent un potentiel important de réutilisation par les différents segments de la filière.

Globalement, cette première ACP montre donc que derrière la complexité et la variabilité des objectifs environnementaux, certains objectifs apparaissent structurants aux acteurs. Il s'agit des objectifs de réduction des émissions polluantes, de recyclage et d'économies d'inputs. Certains objectifs apparaissent comme complémentaires *i.e.* la baisse des émissions et le recyclage des produits en fin de vie ; alors que d'autres sont opposés tels que la réduction de matériaux ou l'utilisation de matériaux recyclés qui correspondent à deux stratégies différentes d'éco-conception.

Il faut noter que la variable « adaptation aux normes » est aussi très bien représentée dans le plan principal. En effet, la part de variation de cette variable expliquée par les deux premiers axes, fournie par la somme des carrés des coefficients de corrélation, est de 71 %. En fait, cette variable intervient de façon quasi-équivalente dans la formation de chacun des deux principaux

TABLEAU 3 : Corrélations des variables actives avec les facteurs (ACP1)

Libellé de la variable	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	$\Sigma \text{corr}^2 \text{axe 1 \& axe 2}$
obj_réduction_matériaux	0,34	0,64	-0,39	-0,52	0.52
obj_réduction_émissions	0,72	0,30	0,31	0,34	0.61
obj_prévenir_risques	0,60	-0,18	0,60	-0,46	0.39
obj_matériaux_recyclés	0,57	-0,66	-0,19	0,05	0.76
obj_recycler	0,65	-0,47	-0,43	-0,02	0.65
obj_adaptation_normes	0,62	0,57	-0,11	0,30	0.71

axes, ce qui révèle sa significativité dans l'ensemble des objectifs environnementaux guidant les projets étudiés.

Concernant l'étude des individus dans le plan principal (cf. graphique A3 en annexe), elle fait apparaître des groupes d'individus aux objectifs semblables en lien avec les variables contribuant à la formation de chaque axe. L'ACP fait ressortir une certaine hiérarchie des objectifs environnementaux qui structure les acteurs au-delà des projets. Deux résultats peuvent être mis en évidence :

- l'objectif d'adaptation aux normes est partout présent. Cet objectif, constamment en arrière-plan des autres objectifs environnementaux, est celui à partir duquel les autres objectifs se structurent. Ceci suggère que, dans de nombreux cas, le respect des prescriptions légales en matière de produits ou de procédés joue un rôle déterminant pour l'ensemble des projets. Cela illustre bien l'effet *push/pull* de la réglementation mis en exergue par Rennings (2000) et Horbach (2008) ;

- la répartition des individus dans l'espace principal fait apparaître des regroupements pertinents d'individus (en lien avec la qualité de leur représentation fournie par les cosinus carrés), autour du consensus sur un faible nombre d'objectifs environnementaux prioritaires. Toutefois ces regroupements ne semblent pas liés à des projets spécifiques. En effet, il ne ressort pas de projet associé à un regroupement de ses acteurs dans l'espace principal. Ceci fait ressortir que, pour les objectifs environnementaux, ce ne sont pas les projets qui structurent les acteurs, mais les combinaisons d'objectifs environnementaux établis par les acteurs eux-mêmes. Ces combinaisons dépendent de la façon dont les acteurs perçoivent et valorisent les objectifs structurant les axes, en particulier les objectifs de baisse des émissions, de baisse de consommation de matériaux et de recyclage. Ces combinaisons présentent une forte hétérogénéité inter-individuelle qui n'empêche pas les acteurs de coopérer au sein d'un même projet. De plus, l'étude des projets permet de constater que dans les projets présentant une forte dispersion des acteurs, la division des tâches entre acteurs est forte (par exemple, dans les projets *Bioethanol* et *Plasmapal*). Cette division des tâches circonscrit certains acteurs à des rôles très spécifiques dans les tests ou le transfert technologique, ce qui les conduit à privilégier des objectifs environnementaux contingents conduisant *in fine* à une variabilité des objectifs environnementaux au sein des projets.

Comme nous l'avons déjà souligné, les projets d'éco-innovations n'ont pas pour seuls objectifs les objectifs environnementaux, car ils les combinent avec des objectifs technico-économiques, caractère multidimensionnel déjà souligné par Porter et van der Linde (1995) et Oltra et Saint-Jean (2005a, b).

3.2. Des combinaisons technico-économiques différenciées

Comme indiqué dans le paragraphe 1.2, le questionnaire comportait 15 variables relatives aux objectifs technico-économiques. Cette section pré-

TABLEAU 4 : Les variables-objectifs de l'ACP 2

Objectif en lien avec :	Innovation procédé	Innovation produit	Innovation procédé et/ou produit	Critères environnementaux
Variable-objectif	Améliorer le procédé ; Réduire les coûts	Améliorer la qualité du produit ; Substituer un produit ; Conquérir un marché	Dépasser une impasse technologique	Adaptation aux normes environnementales ; Réduction des matériaux ; Réduction des émissions

sente l'analyse de l'articulation de l'ensemble des variables, environnementales et technico-économiques, qui sous-tendent les projets d'éco-innovations. Une première analyse des corrélations entre variables a permis de mettre en évidence les variables pertinentes et d'écartier les variables pouvant apparaître redondantes. Ce qui a conduit à retenir neuf variables-objectifs, dont trois en lien avec la dimension environnementale (13) (cf. tableau 4), pour effectuer une ACP pour les 55 individus interviewés.

L'ACP montre que quatre axes contribuent à expliquer 71,45 % de l'information initiale (cf. tableaux A4 et A5 en annexe). La contribution des variables d'objectifs à chaque axe illustre les différentes combinaisons d'objectifs établies par les acteurs. L'étude des individus (cf. tableau A6 en annexe) suggère une bonne qualité de la représentation des individus sur le plan principal puisque, pour 50 % d'entre eux, la somme des cosinus carrés sur les deux premiers axes est supérieure à 0,5. Ce qui justifie que notre présentation se borne ici aussi aux deux premiers axes. Les variables *Adaptation aux normes* et *Dépasser une impasse technologique* contribuent le plus à la formation de l'axe 1, tandis que les variables *Améliorer le procédé*, *Réduire les coûts* et *Améliorer la qualité du produit* participent le plus à la formation de l'axe 2 (cf. tableau 5 page suivante) (14).

Ainsi, les variables les plus liées à l'axe 1 mettent en jeu la contrainte de mise aux normes avec la réglementation environnementale et la nécessité de dépasser une impasse technologique. L'association de ces deux variables suggère que les nouveaux enjeux réglementaires sont associés, dans ce cas, à de nouvelles opportunités technologiques liées à la nécessité de dépasser les tech-

- (13) Les trois objectifs environnementaux retenus pour la 2^{ème} ACP correspondent aux variables environnementales qui, dans la 1^{ère} ACP (cf. § 2.1), présentent les plus forts coefficients pour un axe donné et contribuent ainsi le plus à la formation de cet axe: la variable réduction émissions pour l'axe 1, la variable réduction matériaux pour l'axe 2, et la variable adaptation normes à contribution équivalente pour les axes 1 et 2.
- (14) Ces différentes variables sont bien représentées dans le plan principal puisque la somme sur les deux premiers axes des corrélations au carré des variables actives avec les facteurs dépasse 0,5. En revanche, les variables *Conquérir un marché*, *Réduction des émissions* et *Réduction des matériaux* sont médiocrement représentées dans le plan principal.

TABLEAU 5 : Corrélations des variables actives avec les facteurs (ACP2)

Libellé de la variable	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Somme des corrélations au carré sur les axes 1 et 2	Somme des corrélations au carré sur les axes 3 et 4
obj_conquérir_marché	0,44	0,04	-0,70	0,11	0,19	0,50
obj_améliorer_procédé	0,31	0,69	0,10	0,18	0,57	0,04
obj_réduire_coûts	0,38	0,63	0,33	0,23	0,54	0,16
obj_dépasser_impasse	0,70	-0,18	-0,46	0,10	0,52	0,22
obj_améliorer_qlté	0,51	0,57	-0,12	-0,12	0,58	0,03
obj_substituer_pdt	0,58	-0,46	-0,04	0,43	0,55	0,18
obj_réduction_matériaux	0,57	-0,01	0,03	-0,73	0,33	0,53
obj_réduction_émissions	0,55	-0,31	0,60	0,17	0,40	0,39
obj_adaptation_normes	0,70	-0,28	0,30	-0,18	0,57	0,12

nologies conventionnelles et de développer des alternatives moins polluantes. Ceci souligne également l'importance de l'objectif d'adaptation aux normes déjà mise en évidence dans la section 1.

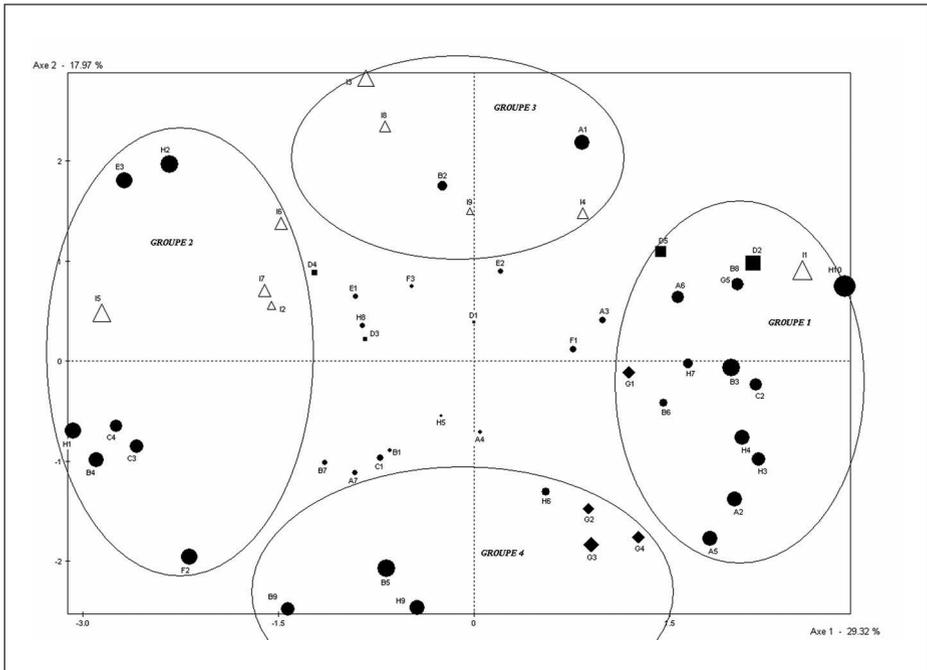
Les variables les plus liées à l'axe 2 renvoient, quant à elles, aux objectifs technico-économiques traditionnels sous-tendant les innovations de procédé et de produit : la recherche d'une plus grande efficacité productive et l'amélioration de la qualité du procédé de production et du produit. Ici les individus « tirés » par cet ensemble de variables tendront à rendre secondaire la dimension environnementale de l'innovation et à privilégier les effets de compensation par l'innovation (« *innovation offsets* », Porter et van der Linde, 1995).

Sur le plan principal déterminé par ces deux axes (cf. graphique 2), quatre groupes relativement homogènes d'individus apparaissent. Encore une fois, ces groupes sont davantage liés à des types d'acteurs qu'à des projets spécifiques :

— le premier groupe, à la droite de l'axe 1, réunit des PME et des laboratoires dont les préoccupations principales sont la mise aux normes environnementales et la nécessité de dépasser une impasse technologique ;

— le second groupe, à la gauche de l'axe 1, et donc en opposition avec les caractéristiques du premier groupe, comporte des TPE hors secteur du bois, ainsi que des laboratoires de recherche ou des acteurs en amont de la filière, notamment concernés par les biotechnologies (c'est-à-dire des acteurs ayant des caractéristiques organisationnelles différentes) mais qui ne considèrent pas la mise aux normes environnementales comme une variable pertinente ou bien

GRAPHIQUE 2 : Répartition des 55 individus dans l'espace principal (ACP2)



Légende : les ellipses contiennent les groupes d'individus aux objectifs voisins. Chaque individu est représenté par un symbole (pour la plupart un cercle) proportionnel au cosinus carré. Plus particulièrement, les individus symbolisés par un triangle appartiennent au projet *Sylvogene* ; ceux symbolisés par un carré font tous partie du projet *Bioraffinerie* et ceux symbolisés par un losange sont impliqués dans le projet *Peveco*. La codification des individus utilise comme premier caractère une lettre pour identifier le projet (A=Above ; B=Bema ; C=Bioethanol ; D=Bioraffinerie ; E=Biotechnologie ; F=Eco-composite ; G=Peveco ; H=Plasmapal ; I=Sylvogene) et comme second caractère le numéro d'ordre de l'individu interrogé dans le projet.

qui mettent en avant d'autres critères environnementaux (la biodiversité ou la fertilité des sols) ;

— le troisième groupe, en haut de l'axe 2, correspond à un ensemble de firmes clairement guidées par des préoccupations techniques d'améliorations du procédé et du produit. Ces firmes, situées en amont de la filière, recherchent l'amélioration génétique de la ressource bois qui permettra d'obtenir des gains de qualité en adéquation avec les besoins du reste de la filière. Globalement, il s'agit d'améliorer les procédés de gestion forestière sylvicole, tout en augmentant la capacité de production du bois et en accélérant la vitesse de croissance des plants afin d'adapter la production à la demande des industriels de

la filière, mais également afin d'anticiper l'adaptation aux changements climatiques ;

— le quatrième groupe en bas de l'axe 2 réunit à la fois des établissements dont les préoccupations sont moins marquées par des considérations de compétitivité que le groupe 3, mais plutôt tournées vers la conception de nouveaux procédés ou produits ayant des caractéristiques nouvelles, et des firmes qui sont guidées par la recherche de produits de substitution (ici aussi on observe une hétérogénéité en termes de types d'acteurs). Les acteurs cherchent à adapter au pin maritime des procédés utilisés pour d'autres matériaux ou d'autres essences de bois. Le plus souvent, ces procédés sont développés par des firmes ou des groupes internationaux qui pratiquent des transferts de technologies auprès des acteurs aquitains. Concernant les innovations de produits, leurs objectifs sont d'améliorer l'adaptabilité et la qualité des produits en leur intégrant une dimension environnementale pour répondre à une demande orientée vers des produits plus écologiques.

Au total, les résultats de l'ACP mettent en exergue la diversité des combinaisons d'objectifs établis par les acteurs. Il apparaît que le seul objectif environnemental commun qui y soit valorisé est celui de l'adaptation aux normes. En dépit de leur participation à un projet affiché environnemental, les acteurs ne valorisent pas de façon prioritaire les objectifs environnementaux. Ainsi, les projets d'éco-innovations étudiés sont menés par des acteurs qui établissent des combinaisons d'objectifs différenciés au sein desquels les objectifs purement environnementaux, hormis l'objectif d'adaptation aux normes, sont secondaires, voire absents.

La variabilité des combinaisons d'objectifs, tant au niveau inter-projets qu'au sein des projets eux-mêmes, nous permet d'identifier trois cas de figure.

- Les projets clairement « focalisés », car présentant un groupement relativement concentré d'acteurs par rapport aux axes de l'ACP : *Sylvogene*, *Peveco*, *Bioraffinerie*, *Above* (sur plan 3, 4). Ces projets se situent soit très en amont, en prise directe avec la gestion de la ressource bois (*Sylvogene* et *Bioraffinerie*), soit très en aval de la filière à proximité du marché final (*Peveco*, *Above*). Ces différents projets ont en commun d'être portés par des firmes de grande taille ou des PME d'envergure significative, dont l'une au moins joue le rôle de leader du projet. Ce sont également des projets pour lesquels l'intérêt collectif concorde avec les intérêts individuels des participants. Notamment, dans le cas de *Sylvogene*, le leadership de l'organisme de transfert de technologie oriente le projet vers le transfert de technologies traditionnelles d'amélioration génétique, par établissement d'un réseau de démonstration et de validation du gain génétique.

- Les projets « à forte variabilité », c'est-à-dire engendrant une dispersion des individus dans l'espace de l'ACP : *Plasmapal*, *Bema*, *Bioethanol*. Il s'agit ici de projets plutôt basés sur la complémentarité des compétences scienti-

riques et technologiques entre acteurs, ce qui dès lors les cantonne dans des fonctions spécifiques. Une telle (hyper) spécialisation aboutit à segmenter les objectifs en sous-objectifs : les laboratoires font état de perspectives exploratoires et de ruptures technologiques qui ne concordent pas forcément avec les visions appliquées, plus incrémentales des firmes.

- Des projets « atypiques » car mal représentés dans notre ACP sur les plans principal et secondaire : *Biotechnologie* et *Eco-composite*. Ces projets, qui d'ailleurs se placent aux deux extrêmes de la série des scores environnementaux (cf. § 2.1), apparaissent essentiellement poussés par l'offre et les avancées scientifiques (*technology-push*). En effet, le projet *Biotechnologie* est porté par des laboratoires de recherche et un centre technique développant des compétences sur l'amélioration génétique. Il s'agit de recherche fondamentale ou de pré-développement dont les applications sont prévues à moyen terme et pour lesquelles, à l'heure actuelle, ne se pose pas la question de l'existence d'un marché. En outre, le faible score environnemental du projet provient des controverses relatives à l'impact à long terme des méthodes d'amélioration génétique sur l'écosystème et la biodiversité, ce qui pourrait faire surgir un problème d'acceptabilité sociale de ces technologies. Quant au projet *Eco-composite*, il a pour objet la mise au point et la validation d'une méthodologie inverse d'éco-conception de polymères à renforts lignocellulosiques (15). Il réunit un grand laboratoire de recherche, un centre technique et une TPE chargée de valider la méthodologie. Ce projet recherche explicitement des compromis entre performances (usages), minimisation de l'impact environnemental et coûts associés du produit. Pour autant, il est clairement dicté par l'offre et devance les évolutions des règlements et normes environnementales sur la dangerosité des adjuvants et la recyclabilité des produits.

Au final, il apparaît que derrière un affichage environnemental commun, les projets d'éco-innovations sont guidés par des structures complexes et diversifiées d'objectifs, au sein desquelles les objectifs environnementaux peuvent être relégués au second plan. Il apparaît clairement que la variabilité des combinaisons d'objectifs n'est pas liée directement à la nature des projets. En revanche, on a pu montrer qu'il existe un lien entre les traits stylisés des projets d'éco-innovations (mise en conformité vis-à-vis des normes réglementaires, positionnement dans la filière, diversité des acteurs, identité du leader) et la variabilité des objectifs. D'où le rôle plus affirmé des acteurs : en effet, les combinaisons d'objectifs des acteurs sont le reflet à la fois de leur rôle dans le projet considéré et des aspects prépondérants de leur vision du projet, notamment des technologies concernées. Les projets menés par une entreprise d'envergure jouant un rôle de leader (par exemple, *Above* ou *Bioraffinerie*) semblent plus favorables à une certaine concentration autour d'objectifs communs que les projets caractérisés par une forte division des tâches et par une forte complémentarité technologique entre les acteurs (par exemple, *Bema* ou *Plasmapal*).

(15) Méthodologie inverse au sens où est d'abord défini un objectif environnemental et de performance économique, puis est réalisé le produit correspondant.

CONCLUSION

La théorie des organisations souligne la nécessité, en particulier dans le domaine de la recherche, de fixer et de poursuivre des objectifs distincts. Selon Connoly *et al.* (1980), mais aussi Simon (1964), la poursuite d'un objectif unique n'est pas une stratégie viable pour une organisation. Cela est d'autant plus vrai dans des projets de recherche collaborative impliquant différents types d'acteurs ayant des compétences et des structures organisationnelles différenciées. L'étude menée dans cet article sur la base de neuf projets d'éco-innovations labellisés par le pôle de compétitivité *Xylofutur* illustre bien cet argument, en mettant en exergue la complexité et la variabilité des objectifs des acteurs impliqués dans les projets. Cette variabilité ne doit donc pas être interprétée négativement car elle peut au contraire contribuer à la valeur du projet innovant.

Des projets d'éco-innovations exhibant un affichage environnemental commun pourraient être suspectés d'éco-blanchissement (ou *greenwashing*). Dans notre étude de cas, l'argument doit être nuancé. En effet, l'ACP a confirmé le désintérêt des acteurs pour le seul objectif d'intégration au pôle de compétitivité. Néanmoins, la constitution de certains projets semble avoir répondu en partie au désir de labellisation et/ou d'accession à des fonds publics. De même, certaines attitudes proactives semblent peu dissociables d'une volonté des acteurs d'influencer la réglementation en leur faveur *via* un lobbying assez agressif (Lyon, 2003). Si, dans certains cas, les objectifs environnementaux ne sont pas prioritaires, notre analyse montre que ces objectifs sont surtout multiples, et qu'ils sont perçus et valorisés de façon différenciée par les acteurs. Ces derniers combinent certains objectifs environnementaux avec des objectifs technico-économiques jugés prioritaires et établissent ainsi des combinaisons spécifiques. *A contrario*, les combinaisons constatées peuvent même être considérées comme une condition de dépassement d'allégations environnementales, car elles ouvrent des fenêtres d'opportunité à la résolution collective d'enjeux environnementaux considérés comme majeurs pour la filière bois aquitaine.

Ces combinaisons présentent une forte variabilité inter et intra-projets que nous avons explorée grâce à une analyse en composantes principales. Il apparaît que cette variabilité s'explique davantage par un ensemble de traits stylisés des projets que par le rattachement à un projet spécifique. En revanche, l'objectif environnemental d'adaptation aux normes ressort comme significatif et structurant pour l'ensemble des acteurs, ce qui souligne l'importance des instruments réglementaires comme dispositif de focalisation (« *focusing devices* » selon Porter et van der Linde, 1995) et comme élément impulsant des éco-innovations.

Finalement, la variabilité des combinaisons d'objectifs établies par les acteurs est représentative de la diversité de leur vision des projets et des technologies considérées. Comme le souligne Simon (1964), ce ne sont pas tant les

objectifs qui comptent, mais plutôt l'ensemble des contraintes et des critères qui définissent les rôles de chacun au sein de l'organisation ou du projet. C'est aussi ce que fait ressortir notre étude en montrant que les combinaisons d'objectifs dépendent du type d'acteur et de son rôle au sein de la filière bois et au sein même du projet.

En conclusion, il ressort de ce travail que des acteurs ayant des visions différentes, voire divergentes, des objectifs de la recherche peuvent coopérer au sein de projets d'innovation communs. La variabilité des objectifs est d'autant plus forte qu'il s'agit de projets d'éco-innovations, dans la mesure où la question de leur impact écologique fait souvent l'objet de controverses et donne lieu à des hypothèses et des jugements variés. Si la variabilité des objectifs ne compromet pas le devenir des projets, notre enquête a révélé de fortes interrogations sur les modalités d'évaluation des projets.

Parmi tous les objectifs mentionnés, selon quelle combinaison d'objectifs faut-il évaluer les projets? Vu la complexité et la variabilité des structures d'objectifs, il semble qu'une évaluation en termes de réalisation d'objectifs ne soit pas des plus pertinentes. Le principal indicateur de la réussite et des retombées de ces projets demeure, bien sûr, leur capacité à créer à moyen terme de nouvelles connaissances et compétences technologiques, ainsi que leur contribution à plus long terme au maintien, voire au renforcement, de la compétitivité et de la durabilité de la filière bois aquitaine.

Au demeurant, nos résultats conduisent à proposer la mise en œuvre de diagnostics multidimensionnels visant à apprécier les diverses combinaisons d'objectifs dès la phase constitutive des projets. Ceci suppose une démarche allant bien au-delà de l'énonciation d'objectifs généralement requise et qui rompt avec une culture de l'évaluation *a posteriori*, trop souvent monodimensionnelle. Il est vraisemblable que la mise en œuvre d'une telle évaluation *ex ante*, objectivant la diversité des positionnements d'acteurs, favoriserait la prise de conscience de la complexité des projets et aiderait au choix de dispositifs de gouvernance adaptés. Vis-à-vis des responsables de la filière, l'usage de tels diagnostics permettrait aussi d'anticiper les interactions, positives ou négatives, susceptibles d'apparaître entre divers projets d'éco-innovations, et donc d'aider à leur accompagnement plus efficace.

RÉFÉRENCES

- ASHFORD N.-A., AYRES C. and STONE R.-F. (1985), « Using regulation to change the market for innovation », *Harvard Environmental Law Review*, vol. 9, pp. 419-466.
- BELIN J., HORBACH J. and OLTRA V. (2009), « Determinants and specificities of eco-innovations – An econometric analysis for France and Germany based on the Community Innovation Survey », article présenté au DIME Workshop on « Environmental innovation, industrial dynamics and entrepreneurship », Utrecht, The Netherlands, 10-12 mai.
- BÉLIS-BERGOUIGNAN M.-C., CARRINCAZEAUX C., CHAMPY K., JULLIEN P.-F. (2001), *Technologies-clés et compétitivité industrielle. « La filière bois en Aquitaine et Poitou-Charentes »*, rapport remis aux conseils régionaux et aux DRIRE Aquitaine et Poitou-Charentes, octobre, 93 p. (<http://www.drire.gouv.fr/aquitaine>).
- BÉLIS-BERGOUIGNAN M.-C. and LEVY R. (2010), « Sharing a common resource in a sustainable development context: The case of a wood innovation system », *Technological Forecasting & Social Change*, 77 (2010) 1126-1138.
- BÉLIS-BERGOUIGNAN M.-C., CAZALS C., LEVY R., OLTRA V. et SAINT-JEAN M. (2010), *Écotecnologies et développement durable : une analyse socio-économique dans la filière forêt-bois-papier*, rapport final remis au conseil régional d'Aquitaine, octobre (deux volumes).
- BINSWANGER M. (2001), « Technological progress and sustainable development : what about the Rebound Effect? », *Ecological Economics*, 36, 119-132.
- CAS (2007), *Préparer le Grenelle de l'Environnement – Favoriser les innovations environnementales*, Centre d'Analyse Stratégique, 24 juillet.
- CONNOLLY T., CONLON E.-J. and DEUTSCH S.-J. (1980), « Organizational effectiveness : a multiple-constituency approach », *Academy of Management Review*, vol. 5(2), pp. 211-217.
- CORNILLIER C. et VIAL E. (2008), *L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) appliquée aux produits bois : bilan énergétique et prise en compte du carbone biomasse*, IX^{ème} colloque Sciences et Industrie du Bois - 20 & 21 novembre, 15 p.
- CYERT R.-M. and MARCH J.-G. (1963), *A behavioral theory of the firm*, Prentice-Hall, Englewood, Cliffs, NJ.
- EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL ENVIRONMENT (2009), *The Potential of Market Pull Instruments for Promoting Innovation in Environmental Characteristics*, (http://ec.europa.eu/environment/enveco/innovation_technology/pdf/market_pull_exec_summary.pdf).
- FRONDEL M., HORBACH J. and RENNINGS K. (2007), « End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries », in Johnstone N. (ed.), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar, OECD.
- HORBACH J. (2008), « Determinants of Environmental Innovation – New Evidence from German Panel Data Sources », *Research Policy*, vol. 37, Issue 1, pp. 163-173.
- JOHNSTONE N. (ed.) (2007), *Environmental policy and corporate behaviour*, Edward Elgar Publishing, OECD.
- JUILLOT D. (2003), *La filière bois française, la compétitivité enjeu du développement durable*, rapport à l'Assemblée nationale, 17 juin.
- KAMMERER D. (2009), « The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation. Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany », *Ecological Economics*, vol. 68, pp. 2285-2295.
- KEMP R. (2000), « Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics », *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 319-332.
- LEVY R. et BÉLIS-BERGOUIGNAN M.-C. (2011), « Quel développement pour une filière fondée sur le partage d'une ressource localisée? », *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 2001, 3.
- LOCKE E.-A. and LATHAM G.-P. (1990), *A theory of goal setting and task performance*, Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- LYON T. (2003), « "Raising Rivals" Costs Theory "Green" Firms Bearing Gifts », *Regulation*, 36-40.

- MAZZANTI M. and ZOBOLI R. (2006), « Examining the factors influencing environmental innovations », *FEEM Working Paper*, n° 20.2006.
- MEI Report (2008), *Measuring Eco-innovations*, European Project (FP6-2005-SSP-5A), Final Report, downloadable on (<http://www.merit.unu.edu/MEI/>).
- MORINEAU A., ALUJA-BARRET T. (2004), *Analyse en Composantes Principales*, CISIA-CERESTRA, Paris.
- OLTRA V. and SAINT-JEAN M. (2005a), « The dynamics of environmental innovations: three stylised trajectories of clean technology », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 14, n° 3, pp. 189-212.
- OLTRA V. and SAINT-JEAN M. (2005b), « Environmental innovation and clean technology: an evolutionary framework », *International Journal of Sustainable Development*, vol. 8, Issue 3, 2005, pp. 153-172.
- OLTRA V. (2008), « Innovations environnementales et dynamique industrielle: les contributions de la théorie évolutionniste », *Cahiers du GREThA*, n° 2008-28.
- PORTER M., van der LINDE C. (1995), « Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, n° 4, pp. 97-118.
- PORTER M. (1998), « Clusters and the new economics of competition », *Harvard Business Review*, November-December, pp. 77-90.
- RENNINGS K. (2000) « Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics », *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 319-332.
- SESSI (2008), *Le bois en chiffres*. Dossier du SESSI du ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi.
- SIMON H.-A. (1964), « On the concept of organizational goal », *Administrative Science Quarterly*, vol. 9(1), pp. 1-22.
- TANG Z., POWELL B., MARINO L., TANG J. et DICKSON P. (2008), « The impact of organizational goal setting on the industrial munificence-goal attainment relationship », *International Journal of Business and Management*, March 2008, pp. 107-124.
- YIN R.-K., 2003, *Designing case studies, Case Study Research, Design and Methods*, Sage Publications, 2003, pp. 19-56, Chapter 2.

ANNEXES

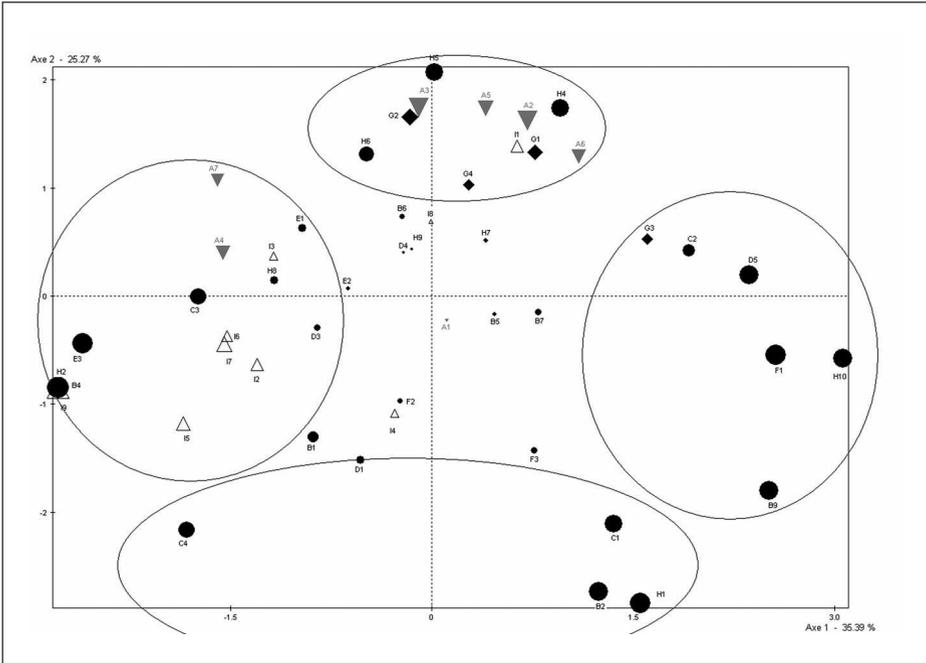
*TABLEAU A1 : Ensemble des 21 variables-objectifs
(15 technico-économiques, 6 environnementales)
prises en compte initialement dans le questionnaire*

OBJECTIF EN LIEN AVEC	INNOVATION PRODUIT					
Variable	Élargir/ renouveler la gamme des produits	Conquérir un nouveau marché	Améliorer la qualité produit	Substituer un produit (procé- dé) existant	Améliorer l'adaptabilité du produit	
INNOVATION PROCÉDÉ						
Variable	Améliorer le procédé de pro- duction	Réduire les coûts unitaires	Réduire le temps de production	Augmenter la capacité de production		
INNOVATION PROCÉDÉ ET/OU PRODUIT						
Variable	Dépasser une impasse scientifique ou technologique	Faire avancer l'état de l'art des connaissances dans le secteur	Répondre à des innovations mises en place par les concurrents	Améliorer l'image de l'établissement	Créer et/ou maintenir des emplois	Intégrer le pôle de compétitivité
DIMENSION ENVIRONNEMENTALE						
Variable	Réduire les consommations de matériaux ou d'énergie	Réduire les émissions polluantes	Prévenir ou contrôler les risques envi- ronnementaux	Utiliser des matériaux recyclés dans le processus de production	Recycler le produit après utilisation	S'adapter aux règlements et aux normes environne- mentales

TABLEAU A2 : Tableau des valeurs propres ACPI

Trace de la matrice: 6.00000			
Numéro	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	2,1233	35,39	35,39
2	1,5163	25,27	60,66
3	0,8434	14,06	74,72
4	0,7005	11,68	86,39
5	0,4742	7,90	94,30
6	0,3423	5,70	100,00

GRAPHIQUE A3 : Répartition des 55 individus dans l'espace principal (ACPI)



Légende : les ellipses contiennent les groupes d'individus aux objectifs voisins. Chaque individu est représenté par un symbole (pour la plupart un cercle) proportionnel au cosinus carré. Plus particulièrement, les individus symbolisés par un triangle orienté vers le haut appartiennent au projet *Sylvogene* ; ceux symbolisés par un triangle orienté vers le bas font tous partie du projet *Above* et ceux symbolisés par un losange sont dans le projet *Peveco*. La codification des individus utilise comme premier caractère une lettre pour identifier le projet (A=*Above* ; B=*Bema* ; C=*Bioethanol* ; D=*Bioraffinerie* ; E=*Biotechnologie* ; F=*Eco-composite* ; G=*Peveco* ; H=*Plasmopal* ; I=*Sylvogene*) et comme second caractère le numéro d'ordre de l'individu interrogé dans le projet.

TABLEAU A4 : Cosinus carrés des individus actifs (ACPI)

Projet	Notation	Identificateur	Distance à l'origine	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	$\Sigma \cos^2$ axe1&axe2
Above	A	1	5,78	0,00	0,01	0,46	0,05	0,01
		2	3,75	0,14	0,70	0,12	0,00	0,84
		3	3,66	0,00	0,83	0,09	0,03	0,83
		4	4,23	0,57	0,04	0,05	0,01	0,61
		5	4,96	0,03	0,61	0,27	0,04	0,64
		6	4,87	0,25	0,34	0,23	0,00	0,59
		7	7,61	0,33	0,15	0,32	0,11	0,49
Bema	B	1	5,39	0,15	0,31	0,30	0,06	0,46
		2	10,36	0,15	0,72	0,00	0,01	0,87
		3	7,54	0,87	0,04	0,03	0,01	0,91
		4	8,76	0,89	0,08	0,02	0,00	0,97
		5	3,41	0,06	0,01	0,60	0,04	0,07
		6	3,61	0,01	0,15	0,15	0,63	0,16
		7	2,74	0,23	0,01	0,17	0,46	0,24
		8	10,69	0,59	0,30	0,00	0,06	0,89
		9	10,69	0,59	0,30	0,00	0,06	0,89
Bioethanol	C	1	7,80	0,23	0,57	0,02	0,04	0,80
		2	7,85	0,47	0,02	0,01	0,06	0,49
		3	4,06	0,75	0,00	0,00	0,02	0,75
		4	11,44	0,29	0,41	0,07	0,00	0,70
Bioraffinerie	D	1	8,27	0,03	0,28	0,00	0,19	0,31
		2	5,32	0,00	0,80	0,11	0,04	0,80
		3	3,74	0,19	0,02	0,02	0,54	0,22
		4	4,36	0,01	0,04	0,00	0,89	0,05
		5	6,36	0,88	0,01	0,03	0,09	0,88
Biotechnologie	E	1	4,36	0,21	0,09	0,00	0,56	0,30
		2	4,07	0,09	0,00	0,27	0,55	0,10
		3	7,69	0,88	0,02	0,06	0,03	0,91
Eco-composite	F	1	7,54	0,87	0,04	0,03	0,01	0,91
		2	4,97	0,01	0,19	0,69	0,00	0,20
		3	9,67	0,06	0,21	0,71	0,00	0,27
Peveco	G	1	3,75	0,16	0,47	0,30	0,03	0,63
		2	3,91	0,01	0,70	0,05	0,22	0,71
		3	6,75	0,38	0,04	0,01	0,01	0,42
		4	2,49	0,03	0,43	0,33	0,14	0,46
		5	4,65	0,03	0,06	0,65	0,10	0,09
Plasmopal	H	1	11,46	0,21	0,71	0,01	0,00	0,92
		2	8,76	0,89	0,08	0,02	0,00	0,97
		3	5,16	0,18	0,59	0,10	0,13	0,76
		4	5,16	0,18	0,59	0,10	0,13	0,76
		5	5,32	0,00	0,80	0,11	0,04	0,80
		6	3,03	0,08	0,57	0,04	0,14	0,65
		7	4,65	0,03	0,06	0,65	0,10	0,09
		8	4,19	0,33	0,01	0,04	0,45	0,33
		9	3,33	0,01	0,06	0,61	0,02	0,06
		10	11,19	0,84	0,03	0,08	0,05	0,87
Sylvogene	I	1	4,28	0,09	0,45	0,16	0,27	0,54
		2	3,88	0,44	0,10	0,38	0,00	0,54
		3	5,44	0,26	0,03	0,00	0,68	0,28
		4	4,01	0,02	0,29	0,11	0,24	0,31
		5	8,60	0,40	0,16	0,15	0,17	0,56
		6	5,85	0,40	0,02	0,03	0,01	0,42
		7	3,86	0,62	0,05	0,09	0,23	0,67
		8	5,94	0,00	0,08	0,17	0,45	0,08
		9	8,76	0,89	0,08	0,02	0,00	0,97

TABLEAU A5 : Tableau des valeurs propres ACP2

Trace de la matrice : 9.00000			
Numéro	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	2,6387	29,32	29,32
2	1,6170	17,97	47,29
3	1,2820	14,24	61,53
4	0,8932	9,92	71,45
5	0,7050	7,83	79,29
6	0,6197	6,89	86,17
7	0,5165	5,74	91,91
8	0,3949	4,39	96,30
9	0,3330	3,70	100,00

TABLEAU A6 : Cosinus carrés des individus actifs (ACP2)

Projet	Notation	Identificateur	Distance à l'origine	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Somme des cosinus carrés sur les axes 1 et 2	Somme des cosinus carrés sur les axes 3 et 4
Above	A	1	8,71	0,08	0,55	0,12	0,06	0,63	0,17
		2	9,41	0,42	0,20	0,04	0,10	0,63	0,14
		3	5,47	0,18	0,03	0,23	0,09	0,21	0,33
		4	7,39	0,00	0,07	0,29	0,03	0,07	0,32
		5	10,36	0,32	0,30	0,07	0,13	0,62	0,20
		6	5,90	0,42	0,07	0,00	0,27	0,48	0,27
		7	14,43	0,06	0,09	0,31	0,35	0,14	0,66
Bema	B	1	8,88	0,05	0,09	0,58	0,03	0,14	0,61
		2	8,98	0,01	0,34	0,00	0,14	0,35	0,14
		3	4,94	0,79	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00
		4	14,85	0,57	0,07	0,18	0,01	0,63	0,18
		5	6,25	0,07	0,69	0,05	0,15	0,76	0,20
		6	7,54	0,28	0,02	0,06	0,17	0,30	0,23
		7	13,73	0,09	0,07	0,49	0,03	0,17	0,52
		8	8,55	0,48	0,07	0,00	0,35	0,55	0,35
		9	13,47	0,15	0,46	0,26	0,01	0,61	0,27
Bioethanol	C	1	5,46	0,09	0,17	0,10	0,08	0,27	0,18
		2	9,49	0,49	0,01	0,01	0,00	0,50	0,01
		3	12,24	0,55	0,06	0,03	0,04	0,61	0,07
		4	14,68	0,51	0,03	0,34	0,00	0,54	0,34
Bioraffinerie	D	1	8,87	0,00	0,02	0,00	0,62	0,02	0,62
		2	8,62	0,53	0,11	0,06	0,01	0,64	0,07
		3	6,58	0,11	0,01	0,04	0,03	0,11	0,08
		4	13,50	0,11	0,06	0,60	0,01	0,17	0,61
		5	7,74	0,27	0,16	0,06	0,16	0,42	0,23
Biotechnologie	E	1	7,06	0,12	0,06	0,09	0,02	0,18	0,11
		2	5,12	0,01	0,16	0,04	0,00	0,16	0,04
		3	14,93	0,48	0,22	0,00	0,08	0,70	0,08
Eco-composite	F	1	2,82	0,21	0,00	0,26	0,06	0,21	0,32
		2	12,28	0,39	0,31	0,05	0,07	0,70	0,12
		3	6,98	0,03	0,08	0,00	0,24	0,11	0,24
Peveco	G	1	2,72	0,52	0,00	0,05	0,12	0,52	0,17
		2	6,93	0,11	0,31	0,05	0,00	0,42	0,05
		3	6,09	0,13	0,55	0,05	0,08	0,68	0,13
		4	8,78	0,18	0,35	0,09	0,00	0,53	0,09
		5	8,55	0,48	0,07	0,00	0,35	0,55	0,35
Plasmapal	H	1	13,46	0,70	0,04	0,15	0,00	0,74	0,15
		2	12,31	0,44	0,31	0,13	0,00	0,76	0,13
		3	9,75	0,49	0,10	0,01	0,06	0,59	0,07
		4	7,12	0,59	0,08	0,04	0,05	0,68	0,09
		5	10,74	0,01	0,03	0,22	0,31	0,03	0,53
		6	6,05	0,05	0,28	0,03	0,00	0,33	0,03
		7	6,59	0,41	0,00	0,03	0,27	0,41	0,30
		8	5,44	0,13	0,02	0,48	0,17	0,16	0,64
		9	9,87	0,02	0,61	0,01	0,03	0,63	0,04
		10	9,06	0,90	0,06	0,00	0,00	0,96	0,00
Sylvogene	I	1	8,18	0,78	0,10	0,00	0,00	0,88	0,00
		2	8,93	0,27	0,04	0,18	0,16	0,30	0,34
		3	12,38	0,06	0,64	0,00	0,15	0,70	0,15
		4	6,71	0,10	0,33	0,09	0,15	0,43	0,24
		5	10,43	0,78	0,02	0,10	0,00	0,80	0,10
		6	8,45	0,26	0,22	0,09	0,02	0,48	0,11
		7	6,02	0,43	0,08	0,00	0,01	0,51	0,01
		8	14,35	0,03	0,38	0,30	0,11	0,42	0,41
		9	10,88	0,00	0,21	0,44	0,21	0,21	0,65