

Quels types d'éco-aquaculteurs face à l'intensification écologique ? L'exemple de l'aquaculture en étang en France et au Brésil

H. REY-VALETTE*, S. MATHE**, E. CHIA***, J. AUBIN****

* Université Montpellier 1, CNRS, UMR1135 LAMETA, F-34000 Montpellier, France

** CIRAD, UMR0951 INNOVATION, F-34000 Montpellier, France

*** INRA, UMR0951 INNOVATION, F-34000 Montpellier, France

**** INRA, UMR1069 SAS, F-35000 Rennes, France

e-mail: syndbia.mathe@cirad.fr

Résumé – Le développement spectaculaire de l'aquaculture est aujourd'hui confronté au défi du développement durable. Une approche par les types d'éco-innovations est mobilisée ici à propos de nouvelles logiques de production, relevant de l'intensification écologique. L'objectif est de caractériser quelques-uns des facteurs déterminants des changements en faveur de l'intensification écologique dans le cas de l'aquaculture d'étang en France et au Brésil. La revue de la littérature nous a permis d'identifier trois profils d'éco-innovation : i) maîtrise des rejets et substitution des intrants ; ii) changements organisationnels et institutionnels des modes de production et iii) prise en compte des services écosystémiques. Ces profils ont été croisés avec la typologie des aquaculteurs d'étang élaborée à partir d'enquêtes en France (Brenne et Lorraine) et au Brésil (dans la Province de Santa Catarina dans la Haute Vallée de l'Itajai et à Chapeco). Les trois groupes identifiés caractérisent différents itinéraires d'appropriation des éco-innovations. Ces itinéraires sont fonction des apprentissages à la fois techniques, informationnels et organisationnels, mais aussi des pratiques initiales, du niveau d'information des exploitants et du contexte institutionnel.

Mots-clés : intensification écologique, apprentissage, éco-innovation, aquaculture, France, Brésil

What types of eco-fish-farmer emerge in the face of ecological intensification? The case of pond fish farming in France and Brazil

Abstract – The spectacular development of aquaculture is currently faced with the challenge of sustainability. An approach drawing on the different types of eco-innovation is used here to address the new production systems resulting from ecological intensification. The objective is to characterise some of the factors determining change towards ecological intensification in the case of pond fish farming in France and Brazil. A literature review revealed three eco-innovation profiles: (i) discharge control and input substitution; (ii) organizational and institutional changes in production systems and (iii) integration of ecosystem services. These profiles were compared with the typology of pond fish farmers developed from surveys undertaken in France (Brenne and Lorraine) and in Brazil (the Santa Catarina region in the Itajai Higher Valley and in Chapeco). The three identified groups represent different trajectories for the appropriation of eco-innovations. These trajectories depend on technical, informational and organisational learning as well as on the level of producer information and on the institutional context.

Keywords: *Ecological intensification, Social learning, Eco-innovation, Fish-farming, France, Brazil*

Classification JEL: O31, O32, O33

1. Introduction

Les réflexions sur l'intensification écologique de l'aquaculture d'étang ne peuvent faire l'économie d'une analyse de sa place dans l'aquaculture en général. Aujourd'hui, après plusieurs décennies de croissance rapide, le chiffre d'affaires de l'aquaculture à l'échelle mondiale (hors alevins et poisson d'ornement) représente 98,4 milliards de dollars (FAO, 2012). Face à la régression de la pêche et aux besoins nutritionnels croissants, l'aquaculture est devenue un secteur stratégique pour la sécurité alimentaire et équivalente à la pêche pour l'approvisionnement alimentaire (Sorgeloos, 2014). A l'échelle mondiale, la production est concentrée sur quelques pays (15 pays assurent 92,5 % de la production) et quelques espèces (les carpes représentent 71,1 % de la production en eau douce (FAO, 2012)). Cette évolution a induit d'importantes recompositions territoriales au profit des pays asiatiques alors que la Chine est traditionnellement le principal pays aquacole avec 61 % de la production mondiale (FAO, 2012), laquelle s'effectue essentiellement en étang. La part des pays développés n'est plus que de 9,2 % en 2003 contre 42 % en 1973, avec un déclin des pays producteurs traditionnels (Italie, Espagne, France, Pays-Bas, Allemagne, Danemark) au profit de la Norvège, la Grèce, l'Irlande et le Royaume-Uni dont la production a augmenté de 71 % (Chevassus-au-Louis et Lazard, 2009).

Ce développement spectaculaire de l'aquaculture est aujourd'hui confronté au défi du développement durable. En effet, outre les critiques vis-à-vis de l'élevage d'espèces carnivores qui implique l'utilisation de farines de poissons, l'intensification des systèmes d'élevage est génératrice d'impacts sur l'environnement et a conduit à diverses crises qui ont terni l'image de l'activité. Citons par exemple la destruction des mangroves par la crevetticulture. Ainsi la dernière décennie est marquée par la volonté des tutelles institutionnelles et des professionnels d'évoluer vers des pratiques durables avec divers projets visant à établir les bases d'une aquaculture durable (EVAD (Rey-Valette *et al.*, 2008) ; IDAQUA (CIPA/ITAVI, 2011) ; INDAM (Mathé et Rey-Valette, 2011) ; ECASA (Black et Wilson, 2008) ; AQUAMED (Blancheton *et al.*, 2012) ; AquaInnova (<http://www.eatip.eu>) ; Méditerranéen (FOESA, 2010)). Ces logiques de production durable génèrent de nouveaux besoins d'innovation orientés vers des éco-innovations ou des innovations environnementales (Aggeri, 2000 ; 2011), mais aussi vers de nouvelles formes de gouvernance des systèmes aquacoles. On se centrera ici sur les éco-innovations qui peuvent être définies comme de nouvelles idées, comportements, produits, *process*, dispositifs, organisations qui contribuent à répondre aux objectifs et exigences de durabilité écologique (Renning, 2000 ; Charue-Duboc et Midler, 2011).

Notre analyse cible ici une forme d'aquaculture ancestrale et très répandue, dénommée aquaculture d'étang¹, dont le modèle historique de référence, l'élevage de carpes en Chine, a été adapté en Europe. Il s'agit de systèmes aquacoles extensifs dits de production², c'est-à-dire où l'élevage est intégré aux chaînes trophiques existantes avec ou sans apport de fertilisant. Ce type d'élevage, le plus souvent en milieu rural, offre un exemple emblématique de la problématique de l'intégration territoriale des systèmes aquacoles et de ce fait, il constitue un cas d'étude intéressant pour la mise-en-œuvre de pratiques d'intensification écologique. L'analyse des éco-innovations est mobilisée ici à propos de nouvelles logiques de production, relevant de l'intensification écologique et représentant une étape supplémentaire par rapport aux démarches d'agriculture biologique permettant de préserver l'environnement et de renforcer la qualité sanitaire des produits. Il s'agit de « s'appuyer sur les processus et les fonctionnalités écologiques pour lutter contre les bio-agresseurs, réduire les nuisances, mieux valoriser les ressources rares et améliorer les services écologiques » (Cirad, 2007). Cette approche implique de renforcer la connaissance des interactions avec le milieu naturel de façon à s'appuyer sur les processus écologiques et les pratiques agronomiques pour développer et/ou diversifier la production. Nous souhaitons ici contribuer à caractériser quelques-uns des facteurs qui pourraient déterminer les processus de changement en faveur de ces logiques d'intensification écologique dans le cas de l'aquaculture d'étang. Notre réflexion s'appuie sur les résultats d'un projet de recherche sur l'aquaculture d'étang mené conjointement en France et au Brésil. En France, ce modèle d'intensification écologique a été reconnu par le Grenelle de l'Environnement, tandis qu'au Brésil les principes de l'agro-écologie sont plus anciens et ont inspiré un modèle spécifique d'aquaculture d'étang Modelo Alto Vale de Itajai de Piscicultura Integrada (Mavipi), pratiqué dans un des sites étudiés. L'intensification écologique est comprise ici au sens large, c'est-à-dire au sein des systèmes aquacoles et en tenant compte des services écologiques apportés par ces systèmes au bien-être de la société. En effet l'échelle d'approche des processus de production s'élargit avec la prise en compte non plus seulement de la fonction d'approvisionnement mais de l'ensemble des services rendus par les systèmes aquacoles (MEA, 2005).

Dans une première partie nous reviendrons sur l'évolution passée des systèmes aquacoles en faisant un parallèle avec les évolutions observées dans l'agriculture. Nous définirons dans un deuxième temps la notion d'intensification écologique en caractérisant trois profils de mise-en-œuvre dont nous chercherons, à partir d'une revue de la littérature, à définir

¹ Le terme de pisciculture est aussi souvent utilisé puisqu'il s'agit essentiellement de productions de poissons.

² À l'opposé on peut qualifier les systèmes de production avec apport d'aliments comme des systèmes de transformation au sens où l'eau n'est plus qu'un support physique (Billard, 1980).

quelques-uns des facteurs déterminants. Enfin, après avoir présenté la méthodologie utilisée pour établir une typologie des systèmes aquacoles en fonction de ces profils, les deux dernières parties présentent et discutent ces profils d'éco-innovation au niveau des systèmes aquacoles étudiés.

2. Des conditions favorables à l'intensification écologique des systèmes d'aquaculture d'étang

Comme pour l'agriculture, l'histoire du développement de l'aquaculture, bien que plurielle selon les continents, tend à faire ressortir deux grandes phases orientées respectivement vers l'intensification puis vers des pratiques conformes au développement durable. La première phase est marquée dans l'agriculture par le passage du paysan à l'agriculteur (Rémy, 1987), voire à l'entrepreneur agricole avec de nombreuses innovations techniques, organisationnelles (mouvement coopératif, par exemple), et plus récemment, informatiques et génétiques. Cette phase s'est traduite dans l'aquaculture par une croissance rapide du secteur à l'échelle mondiale avec l'émergence de nouveaux pays producteurs en Asie, tels que le Viet Nam ou l'Indonésie. En Europe et en Amérique, on observe à la fois la modernisation de l'aquaculture en eau douce et la création de l'aquaculture marine, présentée comme le vecteur d'une révolution bleue. Contrairement à l'agriculture où cette intensification a été subventionnée et encadrée par l'Etat, en France, cette phase a été largement autofinancée pour l'aquaculture d'étang tandis que l'aquaculture marine et en eau saumâtre ont bénéficié d'aides d'importantes. Par la suite en Europe on observe une nouvelle phase caractérisée par un ralentissement du taux de croissance qui n'est plus que de 1,2 % (Chevassus-au-Louis et Lazard, 2009), et une transformation profonde des systèmes de production sous la contrainte de la concurrence internationale mais surtout des réglementations environnementales. La Directive Cadre sur l'Eau et, plus récemment, celle sur le Milieu Marin, la multiplication des dispositifs de conservation des espèces et des habitats (site Ramsar, ZNIEFF³, zone Natura 2000, Parc Naturel) introduisent en effet de nouvelles normes et d'importantes difficultés d'accès aux sites. Face à cette situation, les pratiques productives et organisationnelles des aquaculteurs ont évolué et d'importants investissements ont été réalisés vis-à-vis du respect des normes environnementales et de suivi sanitaire pour s'inscrire dans la logique du développement durable. Les innovations ont surtout porté sur la maîtrise des rejets vis-à-vis de la qualité de l'eau et la substitution des intrants, en particulier l'utilisation des farines et huiles de poisson dans l'alimentation des cheptels. On note ainsi pour l'agriculture d'abord puis pour l'aquaculture, une nouvelle « révolution » du métier. Après le passage du paysan à l'agriculteur puis à l'entrepreneur agricole, il s'agit de passer de l'entrepreneur agricole à l'éco-agriculteur ou de l'aquaculteur à l'éco-aquaculteur. L'objectif

³ Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique.

est alors de « produire plus, produire autrement, produire autre chose » (Chevassus-au-Louis et Griffon, 2008). Dans les pays du Sud et les pays émergents, on observe le développement de systèmes de production intégrés associant des produits ou des déchets agricoles comme par exemple la rizipisciculture. Dans les pays occidentaux, de nouveaux modèles émergent autour notamment de l'aquaculture multi-trophique (Hussenot, 2012) ou des élevages en circuit re-circulé (Blancheton *et al.*, 2009). Dans le premier cas, il s'agit de coupler des espèces relevant de différents compartiments de la chaîne alimentaire de façon à valoriser les pertes métaboliques à plusieurs niveaux de cette chaîne. L'élevage en circuit fermé, largement développé en Europe du nord (aux Pays-Bas en particulier) pour les espèces d'eau douce, permet quant à lui de gérer les rejets dans le milieu et de réduire d'un facteur dix les besoins en eau, au prix cependant d'une consommation importante d'énergie.

Dans l'agriculture, les changements des modes de production et des pratiques ont donné naissance à de nombreuses appellations plus ou moins normalisées : agriculture biologique, raisonnée, durable, de conservation (Pervanchon et Blouet, 2002), entre lesquelles il existe des convergences institutionnelles et des recouvrements partiels (Fleury *et al.*, 2011). De même comme le soulignent Fleury *et al.* (2011) les représentations sociales de l'intensification écologique des agriculteurs concernés restent plurielles et non stabilisées. On retrouve ces tendances à un degré moindre pour l'aquaculture, avec notamment des évolutions vers des formes de production dite « biologique » ou plus largement « durable », moins souvent labellisées qu'en agriculture. De même par rapport à l'agriculture, le développement des mesures agro-environnementales en aquaculture reste encore timide. On peut citer par exemple en France le cas de la Lorraine avec des incitations régionales en faveur du développement des roselières autour des étangs. Plus récemment le référentiel des approches écosystémiques (MEA, 2005) introduit de nouvelles possibilités d'évolution, notamment en élargissant l'échelle des processus à prendre en compte. Cette approche propose une perception positive de la conservation de l'environnement en termes de contribution au bien-être humain. Dès lors les externalités positives de l'agriculture ou de l'aquaculture permettent la production de biens publics (Desjeux *et al.*, 2011). Le statut des agriculteurs ou des aquaculteurs change. Ils deviennent des co-producteurs avec la nature d'un service qui n'est plus uniquement à vocation alimentaire ou marchand. L'intensification écologique peut alors se décliner aussi à travers le renforcement des services de régulation ou de support qui ont des liens directs avec la conservation de l'environnement. Dans le cas des étangs aquacoles on peut citer comme exemple le fait que ces étangs constituent des réservoirs (fonction initiale au Brésil), qu'ils contribuent à recharger les nappes phréatiques et à écrêter les crues. Ils peuvent aussi renforcer la production primaire ou constituer des zones de refuge, de nidification et de frayères pour de nombreuses espèces d'oiseaux, de plantes ou d'espèces aquatiques. Certains des services culturels, relatifs aux paysages, à l'écotourisme, à la sensibilisation à l'environnement peuvent

aussi intervenir car les zones d'étangs offrent de nombreuses opportunités d'activités récréatives et contribuent significativement à façonner le paysage. Or sans l'activité aquacole, ces écosystèmes évolueraient avec notamment une fermeture des paysages, aux dépens du maintien de certains de ces services. C'est le cas par exemple en France de la Sologne qui est à présent principalement dédiée à la chasse.

3. Quelles formes d'intensification écologique ?

3.1. Diversité des itinéraires d'intensification écologique

De façon à étudier la faisabilité de l'intensification écologique de l'aquaculture d'étang, il est important de s'interroger sur les modalités d'éco-innovations les plus propices pour faciliter les changements de pratiques vers l'intensification écologique. Celle-ci nécessite évidemment des connaissances nouvelles et des compétences en agro-écologie sur les processus (Altieri *et al.*, 2011). Toutefois elle peut aussi, en lien avec l'agriculture de précision, impliquer des apports de l'écologie industrielle et des technologies de l'information (Melville et Ross, 2010) notamment du fait de besoins nouveaux d'observation des processus biologiques et sociaux (Bonny, 2011). Elle peut aussi s'appuyer sur les savoirs des acteurs, qu'il s'agisse d'éco-innovations spontanées portées par des valeurs en faveur de l'écologie (Wezel *et al.*, 2009) ou de restaurations et réadaptations de pratiques anciennes (avant l'intensification technologique) conformément au mythe fondateur d'une « vision paysanniste » de l'intensification écologique (Goulet, 2012). Dans tous les cas, l'adoption de ces nouvelles pratiques implique des processus d'apprentissage individuels et collectifs (Chia *et al.*, 2007). Ceux-ci concernent à la fois les connaissances, les pratiques et les valeurs et s'appuient sur de nouveaux réseaux et de nouvelles élites techniques (Fleury *et al.*, 2011). Il s'agit de processus territorialisés dépassant le cadre des exploitations qui peuvent relever d'innovations ponctuelles, surtout techniques, en réaction au durcissement de la réglementation ou de démarches plus proactives et globales de transformation des systèmes de production. Les nouvelles logiques dites d'intensification écologique (Griffon, 2010), qu'elles soient basées sur des connaissances scientifiques ou profanes en agro-écologie relèvent *a priori* de cette deuxième catégorie (Altieri *et al.*, 2011). Les processus d'apprentissage mis en œuvre associent des formes traditionnelles de vulgarisation et notamment, lorsqu'il s'agit d'hybridation de pratiques ou de mimétisme, des modes interactifs d'innovation au sein de réseaux d'acteurs (Chia *et al.*, 2007 ; Goulet, 2012). La nature de ces apprentissages doit aussi intégrer la distinction de Argyris et Schön (2002) entre les apprentissages en simple boucle relatifs aux pratiques et ceux dits en double boucle qui impliquent un changement de valeurs, voire des changements plus globaux renvoyant à des processus de *social learning* définissant une troisième boucle d'apprentissage (Turcotte *et al.*, 2007 ; Coudel *et al.*, 2011). Chia *et al.* (2007) ont montré, à l'occasion de la mise en

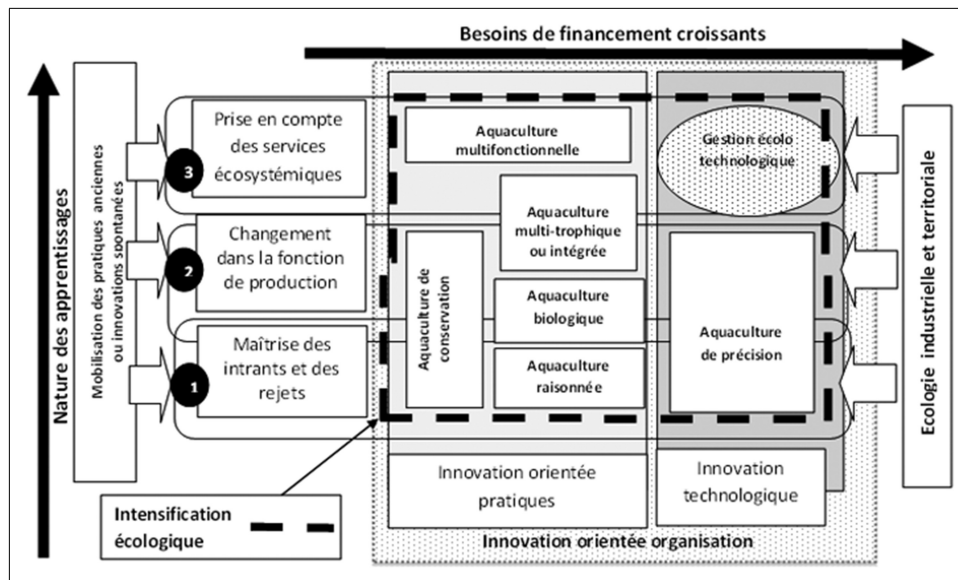
place de Contrats territoriaux d'exploitation (CTE), la difficulté des acteurs locaux à développer des apprentissages de deuxième et troisième boucle. Les revues de littérature à propos de l'agriculture biologique (Lamine et Bellon, 2009 ; Geniaux *et al.*, 2010) montrent une faible connaissance des itinéraires avec des recherches centrées sur les facteurs favorables à l'adoption de ces nouvelles pratiques. Celle-ci est déterminée par un faisceau d'interactions entre des variables individuelles relatives à l'exploitant (notamment l'âge, la formation, l'aversion au risque) ou à l'histoire, la taille et les performances économiques de l'entreprise ainsi que la nature des marchés. A une échelle plus large on note aussi l'importance (i) des variables géographiques et sociales rendant compte des conditions agronomiques et climatiques des territoires, (ii) de la structure des réseaux sociaux et professionnels, (iii) des normes et de la sensibilité à l'environnement, (iv) des proximités par rapport aux conseillers et plus généralement de la structure institutionnelle des dispositifs d'accompagnement et de gouvernance à l'échelle des filières et des territoires.

Plusieurs itinéraires ou niveaux d'appropriation de l'intensification écologique peuvent intervenir. Outre une évolution des phases dans le temps où l'agriculture biologique a d'abord été considérée comme un modèle alternatif, puis envisagée du point de vue des modes de conventionnalisation, l'analyse des modalités d'adoption de ce nouveau mode de production témoigne d'une diversité, voire complexité des choix et formes d'adoption. L'évaluation de ces itinéraires nécessite un certain recul temporel et des études longitudinales encore peu nombreuses (Lamine et Bellon, 2009). Néanmoins ces travaux montrent l'existence d'une typologie des pratiques en fonction des motivations avec deux grandes catégories d'approches ou deux paradigmes selon que l'adoption de ces nouvelles pratiques relève de substitution d'intrants ou bien s'inscrit dans une logique de refonte plus globale du système de production. Dans ce cas l'évolution est liée à un changement des valeurs de référence et conduit à des systèmes plus diversifiés allant jusqu'à la contribution à la production de paysages (Lamine et Bellon, 2009).

En s'inspirant de ces travaux et de nos connaissances de l'aquaculture, la Figure 1 illustre l'articulation entre les situations d'éco-innovations et la nature des apprentissages. Cette représentation conceptuelle met en évidence trois profils de mise-en-œuvre de l'intensification écologique, notés de 1 à 3 sur la figure.

Ces profils peuvent être définis en premier lieu de bas en haut en fonction de la nature des apprentissages. Ceux-ci tendent à se complexifier au fur et à mesure à la fois que l'échelle des processus s'accroît et que les transformations des logiques de production deviennent de plus en plus profondes et globales. Les éco-innovations peuvent provenir d'une meilleure gestion des intrants et des rejets, avec un processus de substitution totale ou partielle des intrants par leurs équivalents plus écologiques, ou par l'ajout d'un système de traitement des rejets (profil n° 1). Dans ce cas elles interviennent au sein de l'exploitation à l'échelle d'un ou plusieurs processus. Elles peuvent ensuite porter plus

Figure 1. Diversité des itinéraires d'intensification écologique de l'aquaculture



globalement sur l'organisation de la fonction de production, à l'échelle de l'exploitation avec différents degrés selon que la substitution des intrants est partielle ou totale et que le système de traitement concernera l'ensemble de l'installation ou le bouclage du circuit d'eau (systèmes recirculés). Ces éco-innovations concernent alors les pratiques, les modalités d'organisation et d'agencements entre les éléments du système avec des changements plus ou moins radicaux (profil n° 2). Elles peuvent conduire à intégrer des systèmes d'élevage et des systèmes de culture ou d'élevage d'autres espèces comme les élevages intégrés (lacs du Brésil)⁴ et multi-trophiques. On peut aussi trouver des systèmes dit d'aquaponie⁴, ou encore le recyclage des effluents d'élevage piscicole sur les cultures (récupération des boues). Enfin la prise en compte des services écosystémiques élargit encore le champ et l'échelle des éco-innovations qui sont alors pensées à l'échelle territoriale (profil n° 3). Du fait des phénomènes de solidarité écologique non contigus (Mathevet *et al.*, 2010), l'échelle peut aussi dépasser les écosystèmes locaux. Par exemple le rôle des étangs aquacoles dans la nidification et la conservation de certains oiseaux migrateurs élargit l'échelle des services rendus des territoires d'implantation des étangs à ceux d'origine ou de destination de ces espèces.

La nature des apprentissages évolue aussi de gauche à droite depuis des processus d'innovation relevant de l'hybridation de pratiques ou d'expérimentations spontanées, à des outils technologiques complexes,

⁴ Systèmes de culture agricole utilisant les déjections des poissons comme engrais.

s'appuyant notamment sur l'écologie industrielle. Soulignons que si le croisement de ces champs d'apprentissage recouvre des pratiques et des logiques d'exploitation existantes, dans des proportions variables, le cas que nous avons dénommé « gestion écolo-technologique » relève encore du domaine de la recherche et ne s'applique qu'à des composantes restreintes des écosystèmes. Celui-ci pourrait à moyen terme concerner des opérations de restauration ou de gestion de la résilience des écosystèmes mobilisant des moyens d'action et de suivi technologique de grande ampleur, tels par exemple la géo-ingénierie envisagée dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (Bourg et Hess, 2010).

3.2. Facteurs déterminants des itinéraires

Il ne s'agit pas ici de détailler l'ensemble des changements de pratiques correspondant aux éco-innovations mais plutôt de s'interroger sur leurs déterminants. Assez peu de travaux s'intéressent aux éco-innovations (Charue-Duboc et Midler, 2011 ; OCDE, 2009 ; Renning, 2000 ; Faucheux et Nicolai, 1998) et la quasi-totalité portent sur l'agriculture. Deux types d'éco-innovations peuvent être identifiés selon qu'ils privilégient à l'échelle individuelle l'analyse des contraintes à l'adoption de pratiques pro-environnementales ou selon qu'ils appréhendent plus globalement les dynamiques institutionnelles de ces changements. Ces transformations induisent non seulement une diversification des fonctions de production et des pratiques mais elles influent aussi sur les représentations du métier (Lemery, 2003) et les communautés professionnelles (Weiss *et al.*, 2006 ; Michel-Guillou, 2006 ; Goulet et Vink, 2012). Ainsi, Lemery (2003) évoque la fabrique d'une nouvelle agriculture en montrant un effort réflexif croissant des agriculteurs. Stassart *et al.* (2011) quant à eux parlent de transition agro-écologique et évoquent, à la suite de Beck (2003), un processus de modernisation réflexive pour rendre compte de l'émergence, puis de la certification de ces nouvelles logiques productives. Dans tous les cas, ces évolutions relèvent de transformations profondes du modèle de référence. Selon Lemery (2003) elles comportent une remise en cause idéologique du rôle de la technique, de la structuration professionnelle des agriculteurs et des modes de gouvernance du secteur (notamment la culture de la négociation au sommet et la cogestion). En effet, dans l'agriculture cette évolution s'est accompagnée, et a été promue, par une multiplication des réseaux, des dispositifs et des organisations chargés d'encadrer et de promouvoir ces pratiques. On observe des changements dans les processus locaux de socialisation avec un élargissement géographique et une déssectorisation des communautés de pratiques qui intègrent de plus en plus des acteurs externes (collectivités, ONG⁵ écologiques). Une des conséquences directes

⁵ Organisations Non Gouvernementales.

est la rupture entre les identités personnelle, sociale et professionnelle des agriculteurs, jusqu'alors très intégrées.

Les revues de la littérature sur ces questions nous ont permis de lister quelques-uns des facteurs déterminants des profils des éco-innovations (Tableau 1) à l'échelle de l'exploitation et à l'échelle de la filière et des territoires. Les facteurs sont distribués par profil en fonction de leur capacité à les discriminer mais sans être exclusifs à chaque profil.

Tableau 1. Facteurs déterminants des profils des éco-innovations en fonction de l'échelle d'action

Profils des éco-innovations	Échelle de l'exploitation	Échelles de la filière et du territoire
Profil n° 1 Maîtrise des rejets et substitution des intrants	Liens avec les organismes de vulgarisation (Lamine, 2011)	Existence d'une communauté professionnelle (Lemery, 2003)
	Investissement en R&D et type d'entrepreneur (Djellal et Gallouj, 2009) Contact avec les consommateurs (vente directe, ouverture de l'exploitation) (Candau, 2005)	Conception du métier, recomposition des identités et légitimité des pratiques innovantes (Lemery, 2003 ; Candau, 2005 ; Weiss <i>et al.</i> , 2006 ; Michel-Guillou, 2006 ; Lamine, 2011 ; Goulet et Vinck, 2012)
Profil n° 2 Changements organisationnels et institutionnels des modes de production	Métier antérieur (Lamine, 2011)	Existence d'un réseau d'innovation, de diffusion et de subvention spécifique (communauté de pratique) (Goulet, 2011)
	Volonté et plaisir de remettre l'agronomie dans le métier (Lamine, 2011)	
	Niveau d'information, de formation et de connaissance (Lepesteur <i>et al.</i> , 2008) Capital social (Jones <i>et al.</i> , 2012) Implications de la conjointe (Candau, 2005)	
Profil n° 3 Prise en compte des services écosystémiques	Conscience des services écosystémiques et de la biodiversité (Houdet <i>et al.</i> , 2012 ; Michel-Guillou et Moser, 2006)	Problématisation et expérimentations collectives de l'intensification écologique (Aggeri 2011)
	Confrontation à un problème d'environnement (Candau, 2005)	Adaptation locale des référentiels (Fernandes <i>et al.</i> , 2009)
	Conscience écologique (Michel-Guillou et Moser, 2006) ; Valeurs vertes (Bonny, 2011)	Instruments de gestion des services écosystémiques suffisamment incitatifs (Desjeux <i>et al.</i> , 2011)
	Proximité avec des dispositifs de soutien aux pratiques environnementales (Lamine, 2011)	

4. Méthodologie de construction d'une typologie des exploitations aquacoles vis-à-vis de l'intensification écologique

Des enquêtes ont été réalisées en France et au Brésil auprès d'exploitations d'aquaculture d'étang. En France elles ont été menées dans deux territoires, en

Brenne (Région Centre) et en Lorraine, qui représentent respectivement 10 % et 7 % de la production nationale. Il s'agit d'une activité datant du Moyen Âge (Billard, 1980), dont la production est à présent essentiellement destinée au repeuplement (70 % en Brenne et 90 % en Lorraine). De nombreuses exploitations accueillent des visiteurs (parcours de pêche, vente de poissons et observation de la nature) et de nombreux étangs font partie de Parcs Naturels Régionaux ou de sites protégés (Natura 2000, Ramsar). Dans le cas du Brésil, les enquêtes ont été effectuées dans la Province de Santa Catarina dans la Haute Vallée de l'Itajai à l'Est et à Chapeco à l'Ouest. Il s'agit principalement d'une activité familiale récente mais en fort développement depuis les années quatre-vingt-dix. Elle est pratiquée dans des étangs en terre et la production est commercialisée en grande partie sur le marché de Sao Paulo ou destinée à la transformation. Ce sont des élevages multi-trophiques, c'est-à-dire basés sur le recyclage d'effluents d'élevages de porcs et la valorisation d'intrants de faible valeur alimentaire. Comme en Europe, l'activité est actuellement confrontée à de nouvelles lois visant à réduire les impacts environnementaux. Le cas de la Haute Vallée de l'Itajai est intéressant à étudier car la coopérative ADEMAVIPI (Asociacao para desenvolvimento do modelo Alto Vale do Itajai de Piscicultura Integrada) a implanté dans les années 1990, sur les conseils de scientifiques d'EPAGRI (Empresa Pesquisa Agropecuaria Est Rural Santa Catarina), un mode de production proche de l'intensification écologique. Cette association joue un rôle actif de conseil et de formation des professionnels en proposant un suivi des exploitations par les conseillers et des journées de formation avec les professionnels, voire avec des fournisseurs d'intrants. Il s'agit d'une production de poissons en polyculture basée sur la complémentarité trophique de différents types de carpes (carpe herbivore, carpe à grosse tête, carpe argentée) et une espèce cible qui est la carpe commune ou le tilapia. La production de poissons bénéficie des effluents d'élevage de porcs (environ 80 à 100 porcs par hectare d'étang).

L'échantillonnage des aquaculteurs s'est fait à partir d'une base de sondage stratifiée pour prendre en compte la diversité des types d'exploitation dans chaque site (Tableau 2). Dans les deux pays les chercheurs disposaient de contacts étroits avec la profession, ce qui a facilité les enquêtes.

Le questionnaire d'enquête⁶ comprenait plusieurs rubriques : la caractérisation de l'unité de production, le degré d'ouverture au public, la perception des services écosystémiques, l'état de la biodiversité des étangs piscicoles, l'importance des réseaux sociaux, l'intégration territoriale et institutionnelle de l'exploitation, les formes et le niveau de travail mobilisé, la diversification des produits et des circuits de commercialisation, les contraintes et conflits rencontrés, les éléments de pilotage de l'entreprise et les caractéristiques individuelles des aquaculteurs. Des adaptations ont

⁶ La traduction du questionnaire en brésilien a donné lieu à une rétro traduction et a été discutée avec les partenaires brésiliens associés au projet.

Tableau 2. Détail de l'échantillon enquêté

	France		Brésil		
	Lorraine	Brenne	Chapeco		Itajai
			Mocapi	Racao	
Nombre d'exploitations	42	200	690		242
Diversité des exploitations	Très grande diversité	Un type	Deux types		Un type
Échantillon enquêté	25	33	25	25	25
Taux échantillonnage	59 %	17 %	7 %		10 %

été faites pour tenir compte des contextes locaux en France et au Brésil. Les interviews ont été réalisées en face-à-face et duraient en moyenne deux heures. Une base de données commune a été constituée. De façon à identifier les types d'apprentissage et les profils d'éco-innovations, une sélection de variables jugées significatives a été réalisée (Tableau 3). Cette sélection s'est faite sur la base des facteurs identifiés dans la revue bibliographique et en retenant uniquement les variables dont la distribution était discriminante et équilibrée entre modalités⁷, contraintes statistiques de l'analyse multivariée. Ainsi nous avons dû regrouper les modalités de réponses en deux classes pour obtenir un effectif à peu près équilibré pour chaque variable. S'agissant d'étudier les déterminants de l'intensification écologique considérée comme une éco-innovation, les variables retenues visent à rendre compte à la fois des motifs individuels, liés à l'exploitant et à l'histoire de l'exploitation, mais aussi des déterminants collectifs relevant des interactions sociales au sein de la profession et entre la profession et les intervenants institutionnels. Ces variables ont cependant été mesurées à partir de données collectées au niveau des exploitations.

5. Typologie des exploitations aquacoles enquêtées

Sur la base de ces variables, une typologie a été faite à travers une Analyse en correspondances multiples (ACM) associée à une classification

⁷ De ce fait certaines variables intéressantes n'ont pas été retenues comme variables actives. Par exemple nous n'avons pas retenu l'accueil de visiteurs dans les exploitations car la majorité des exploitants (80 %) ne sont pas concernés. En effet, cette pratique intervient seulement en France, où les étangs jouent un rôle important pour l'éco-tourisme.

⁸ Les effectifs relatifs par modalité sont le résultat du rapport entre la somme des effectifs absolus en France et au Brésil pour une modalité sur l'effectif global soit 133 pisciculteurs enquêtés.

Tableau 3. Liste des variables actives retenues pour la construction de la typologie et effectifs relatifs par modalité⁸

Types	Rappel des références bibliographiques	Variables retenues	Modalités ⁹ (et effectifs relatifs)
Facteurs relevant des profils n° 1 et n° 2	Métier antérieur (Lamine, 2011)	Profession antérieure différente de l'aquaculture	Oui (66,9 %)/ Non (33,1 %)
	Liens avec les organismes de vulgarisation (Lamine, 2011) ; Capital social (Jones <i>et al.</i> , 2012)	Lien avec la recherche et les organismes de vulgarisation	Aucun lien (30,8 %)/lien avec un des deux types (37,6 %)/ lien avec les deux (30,8 %)
	Investissement en R&D et type d'entrepreneur (Djellal et Gallouj, 2009)	Existence de changements techniques ou organisationnels dans les 5 dernières années (pratiques d'élevage, techniques d'entretien des étangs, changement de taille de l'unité)	Aucun ou un seul (55,6 %)/ Deux ou plus (44,4 %)
	Niveau d'information et de connaissance (Lepesteur <i>et al.</i> , 2008)	Ancienneté dans la profession (connaissance tacite liée à l'expérience) Niveau de formation (connaissance théorique)	< à 20 ans (38,2 %)/ > à 20 ans (61,8 %) < ou = baccalauréat (34,6 %)/ < ou = 3 années après le baccalauréat (34,1 %)/ > 3 années après le baccalauréat (32,3 %)
Facteurs relevant du profil n° 3		Recherche d'information sur l'innovation (connaissance spécialisée)	Oui (80,5 %)/ Non (19,5 %)
	Confrontation à un problème d'environnement (Candau, 2005)	Existence de contraintes environnementales	Oui (69,2 %)/ Non (30,8 %)
	Conscience écologique (Michel-Guillou et Moser, 2006) ; Conscience des services écosystémiques et de la biodiversité (Houdet <i>et al.</i> , 2012 ;	Existence de végétaux terrestres autour des étangs	Oui (57,1 %)/ Non (42,9 %)

(Suite)

Tableau 3. Liste des variables actives retenues pour la construction de la typologie et effectifs relatifs par modalité⁸ (Suite)

Types	Rappel des références bibliographiques	Variables retenues	Modalités ⁹ (et effectifs relatifs)
	Michel-Guillou et Moser, 2006) ; Valeurs vertes (Bonny, 2011)	Existence de végétaux terrestres autour des étangs	Oui (57,1 %)/ Non (42,9 %)
		Existence de végétaux aquatiques dans les étangs	Oui (60,2 %)/ Non (39,8 %)
		Connaissance du concept de services écosystémiques	Oui (38,3 %)/ Non (61,7 %)
		Classement relatif des services écosystémiques liés à la biodiversité et à la régulation ¹⁰	Oui (72,1 %)/ Non (27,9 %)
	Proximité avec des dispositifs de soutien aux pratiques environnementales (Lamine, 2011)	Existence de contraintes liées à la réglementation environnementale	Oui (70 %)/ Non (30 %)

hiérarchique ascendante. Les traitements statistiques ont été réalisés avec le logiciel SPAD® (version 7). Les cinq premiers axes pris en compte dans la classification hiérarchique représentent 65 % de la variance totale. La Figure 2 présente le premier plan de l'ACM sur lequel sont projetés les modalités et les groupes. Le premier axe est caractérisé par des variables portant plutôt sur les rapports de l'exploitation aux environnements écologique et social. Le second axe est caractérisé par des variables internes à l'exploitation.

⁹ Les modalités résultent d'un long processus d'analyse statistique des différentes variables disponibles dans la base des données d'enquête. Nous avons effectué des tris à plat puis des tris croisés afin de construire et sélectionner les variables pour l'analyse multivariée. Les contraintes statistiques de cette dernière impliquent d'avoir des effectifs entre modalités qui ne soient pas trop déséquilibrés. C'est une des raisons pour laquelle nous avons construit les variables de façon à obtenir 2 ou 3 modalités.

¹⁰ Cette variable est relative à la hiérarchisation par les aquaculteurs de 23 services écosystémiques répartis dans les 4 catégories du MEA (2005) : approvisionnement, support, régulation, culturel. Nous avons considéré le fait que les aquaculteurs hiérarchisent fortement (sensibilité forte à l'environnement : SENS ENV) ou pas (traditionnel) les services appartenant aux catégories régulation et support pour évaluer leur conscience écologique (valeurs vertes).

peuvent bénéficier de mesures agro-environnementales en complément de leur revenu d'aquaculteurs.

Tableau 4. Caractéristiques des groupes en fonction des variables actives

Variables retenues		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Effectif		56	26	51
Types	Site majoritaire	France Brenne/Lorraine	Brésil Alta Vale d'Itajaí	Brésil Chapeco (Racao/Mocapi)
Facteurs relevant des profils n° 1 et n° 2	Profession antérieure	Non	–	–
	Lien avec la recherche et les organismes de vulgarisation	Aucun lien	Peu de lien	Liens importants
	Ancienneté dans la profession	–	< 20 ans	> 20 ans
	Changements techniques ou organisationnels	Aucun ou un seul changement	Aucun ou un seul changement	–
	Recherche d'information sur l'innovation	Non	Oui	Oui
Facteurs relevant du profil n° 3	Existence de végétaux terrestres	Oui	Non	Non
	Existence de végétaux aquatiques	Oui	Non	Non
	Connaissance des services écosystémiques	Oui	–	Non
	Conscienses des services écosystémiques lié à la biodiversité et à la régulation	–	Oui	–
	Contraintes liées à la réglementation environnementale	Non	Non	Oui
Existence de contraintes environnementales	Non	–	Oui	

NB : Les signes (-) signifient qu'aucune modalité de la variable ne caractérise le groupe.

Le second groupe (26 individus) correspond en majorité au modèle brésilien MAVIPI qui prône une aquaculture agro-écologique. Outre la faiblesse des changements techniques passés, on observe de faibles liens avec les organismes de recherche et de vulgarisation et l'absence de recherche d'information sur l'innovation. Cette situation s'explique par le rôle fort joué par l'association ADEMAVIPI à laquelle adhèrent les exploitants et qui joue le rôle d'interface avec la recherche et les services de vulgarisation. L'accès à l'information s'effectue à travers cette association. Celle-ci assure en

effet elle-même, via des techniciens, la vulgarisation auprès des aquaculteurs. Pour ce faire elle élabore des formations dans lesquelles interviennent des chercheurs. Le modèle de production est basé sur un modèle récent (inférieur à 20 ans) intégré (forte sensibilité aux services liés à la biodiversité et à la régulation) avec une forte productivité, ce qui laisse très peu de marge de manœuvre aux aquaculteurs. Ceux-ci ne considèrent pas la réglementation environnementale comme une contrainte.

Le troisième groupe (51 individus) est composé à 96 % de producteurs de Chapeco (Brésil). Il se caractérise par des liens forts avec la recherche et les organismes de vulgarisation ainsi qu'une recherche active d'information sur l'innovation. Le type de production est plus ancien (supérieur à 20 ans) que le modèle précédent. Les aquaculteurs sont confrontés à des contraintes environnementales fortes qui représentent un frein pour la production aquacole. L'existence d'une législation visant à protéger les milieux aquatiques interdit l'installation des étangs d'aquaculture à moins de 30 mètres des cours d'eau. Dans les faits, en raison de la topographie de l'État de Santa Catarina, 95 % des étangs ne respectent pas cette législation et depuis peu certains font l'objet de dénonciations anonymes qui peuvent conduire à des injonctions de mise en conformité ou à des arrêts d'activité.

6. Discussion relative aux itinéraires d'intensification écologique pour l'aquaculture d'étang

Il convient en premier lieu de souligner que la formation ne joue pas de rôle dans la caractérisation des groupes. Pourtant on observe d'importantes différences entre les exploitants de Lorraine et ceux du modèle MAVIPI qui ont des niveaux de diplôme très largement supérieurs à ceux de la Brenne et de Chapeco. De même le rôle discriminant de l'information intervient peu. En effet la quasi-totalité des exploitants (95,5 %) échangent de l'information technique. De plus il existe de fortes similitudes concernant les besoins et les sources d'information. Enfin, les aquaculteurs sont aussi majoritairement (80 %) membres d'associations professionnelles ou de coopératives. Ces variables étant largement communes à l'ensemble des exploitants, elles ne participent pas à la construction de notre typologie. Cependant cela ne signifie pas qu'elles ne soient pas importantes pour faciliter l'adoption de pratiques en faveur de l'intensification écologique. Bien au contraire, il s'agit là de facteurs favorables, comme le soulignent les travaux antérieurs sur l'innovation environnementale.

De façon à opérationnaliser notre essai de caractérisation des voies d'intensification écologique (Figure 1), il s'agit de discuter des formes d'intensification écologique auxquelles on peut associer les groupes, en fonction des caractéristiques (Tableau 4). L'objectif est de qualifier les pratiques observées par nos enquêtes, afin d'identifier les besoins d'apprentissages et proposer des recommandations en matière d'accompagnement.

On peut qualifier le premier groupe par le fait que l'ensemble des variables relevant du profil n° 3 sont favorables. On peut ainsi associer ces exploitations à une aquaculture multifonctionnelle (profil n° 3). En effet, les exploitants de ce groupe ont conscience de l'existence et de la diversité des services écosystémiques, même s'ils n'exploitent que les services de production et pour partie culturels, à travers l'ouverture au public de leurs étangs. Cette pratique n'est pas généralisée puisqu'elle ne concerne que 68 % des aquaculteurs lorrains et uniquement 30 % des brennoux. Elle est cependant, comme on l'a vu, spécifique aux exploitants français. Le second groupe correspond à une activité aquacole intégrée (profil n° 2). Cette aquaculture utilise les fonctionnalités de recyclage des étangs piscicoles (déchets d'élevage de porcs et polyculture) afin d'améliorer leur productivité. Ces pratiques induisent une sensibilisation forte aux services de support et de régulation, sensibilisation renforcée par les actions de formation de l'association ADEMAVIPI prônant une approche agri-environnementale. La logique de production pour le troisième groupe peut être plutôt qualifiée d'aquaculture « raisonnée » (profil n° 1). Ces exploitations utilisent beaucoup moins les services écosystémiques et les processus d'agro-écologie que le groupe précédent. Les exploitants ont aussi une moindre connaissance spontanée des services écosystémiques. Malgré l'existence de contraintes institutionnelles fortes c'est ce groupe qui réunit plusieurs facteurs internes à l'exploitation favorables à l'éco-innovation de type 1. On observe en effet des liens forts à la fois avec les organismes de recherche et de vulgarisation et une pratique active de recherche de l'information sur l'innovation. Si ces capacités d'éco-innovation sont effectivement distinctes des caractéristiques des exploitations françaises, la distinction avec les exploitations d'aquaculture intégrée (profil n° 2) est à nuancer. En effet le rôle très actif joué par l'association ADEMAVIPI explique les liens plus faibles avec les organismes de recherche et de vulgarisation, sans que cela constitue un handicap pour l'innovation environnementale. Au contraire cette association contribue activement à la diffusion de normes de production agri-environnementale. Ainsi dans les faits, la distinction entre ces deux groupes tend à se réduire. On observe donc plutôt une partition entre les exploitations françaises et brésiliennes qui rend effectivement compte de logiques de production très différenciées.

Une des raisons qui peut expliquer cette partition tient à la trajectoire de ces systèmes d'élevage. En France (Brenne et Lorraine), nous assistons à une extensification des pratiques avec des étangs de moins en moins gérés pour la production de poisson (0,25 tonne/ha), mais plus en faveur d'activités récréatives (chasse, observation d'oiseaux, maintien d'un cadre favorable aux activités touristiques). Dans ce cas, l'intensification écologique est une façon de retourner à un système plus productif en poisson susceptible de maintenir un revenu et une activité d'entretien de l'écosystème productif. Dans le cas du Brésil (régions de Chapeco et de la Haute Vallée d'Itajai), il s'agit de la création récente d'une activité à forte productivité (10 tonnes/ha), pour laquelle le pari de l'intensification écologique est celui d'une meilleure insertion dans l'environnement proche et d'une meilleure valorisation des intrants pour

limiter les nuisances. En caricaturant, il s'agit en France d'aller vers une intensification d'un système considéré comme écologique, alors qu'au Brésil il s'agit d'aller vers une plus forte écologisation d'un système déjà intensif. Les savoirs à mobiliser dans les deux cas ne sont pas du même ordre.

Notre analyse permet ainsi de rapprocher les pratiques observées en France du profil de l'aquaculture multifonctionnelle, consciente de ses interactions avec le territoire. L'aquaculture brésilienne quant à elle relève de deux types, se distinguant surtout par la spécificité du modèle agri-environnemental prôné par l'association ADEMAVIPI. L'échelle de l'intensification écologique y est restreinte à l'exploitation. Néanmoins on note une prise de conscience des interactions écosystémiques avec 88 % des enquêtés désireux de changer leurs pratiques pour mieux valoriser les services écosystémiques. L'opérationnalisation et la diversification de ces processus à l'échelle des fonctions de production supposent cependant, à l'image de l'encadrement proposé par l'association ADEMAVIPI, un accompagnement et des expérimentations contrôlées afin de fournir des référentiels. Plus précisément il convient de préciser les besoins d'apprentissage selon leur nature : technique, organisationnelle ou institutionnelle. Ainsi, par exemple, les systèmes d'aquaculture observés à Chapeco nécessitent d'importants apprentissages organisationnels et institutionnels. Il s'agit d'organiser une gestion collective pour défendre les intérêts des aquaculteurs déjà installés face à la contrainte de la distance d'implantation minimum par rapport aux cours d'eau. Plus généralement cette dimension institutionnelle conditionne, pour les exploitations brésiliennes, l'évolution vers des modèles d'intensification écologique de type 3. Par opposition, les systèmes aquacoles français sont *a priori* moins orientés vers des innovations endogènes aux exploitations, souvent du fait de l'âge avancé des exploitants. Il est ainsi nécessaire de proposer des nouveaux protocoles de production pour faire évoluer les pratiques, lesquelles ont déjà largement évolué dans le passé du fait des normes environnementales. Plus généralement les résultats témoignent de la diversité des itinéraires vers l'intensification écologique en fonction des contextes socio-environnementaux. Les archétypes que nous avons caractérisés (Figure 1) ne supposent pas un itinéraire standardisé qui prévoirait que le profil 3 émerge du 2 qui lui-même prolongerait les éco-innovations relevant du premier profil. Même si l'échelle et la complexité des processus progressent de bas en haut, les choix de modèle d'intensification ne sont pas forcément incrémentaux. Par contre en fonction de la complexité, l'importance des apprentissages s'accroît. Au fur et à mesure de l'augmentation des échelles, les différentes dimensions des apprentissages se renforcent et nécessitent des mesures d'accompagnement diversifiées. Il est notamment nécessaire de prévoir alors des actions de sensibilisation pour faire évoluer les représentations en faveur d'une approche holistique reconnaissant la diversité des services rendus par l'aquaculture en étang. Ces actions sont d'autant plus adaptées que l'on tient compte non pas uniquement des types d'apprentissage mais aussi des boucles auxquelles ils correspondent (Argyris et Schön, 2002 ; Turcotte *et al.*, 2007 ; Coudel *et al.*, 2011).

7. Conclusion

Notre analyse vise à montrer l'intérêt et la diversité des itinéraires d'intensification écologique en aquaculture. Par analogie avec l'agriculture nous avons défini trois profils d'intensification écologique que nous avons ensuite empiriquement validés à partir d'enquêtes auprès d'aquaculteurs en France et au Brésil. Ces profils renvoient à des besoins d'apprentissages différents, ce qui milite pour des mesures d'accompagnement différenciées selon les profils. En effet ceux-ci expriment non seulement des logiques de production différenciées mais aussi des acceptations contrastées de l'intensification écologique. L'intérêt de l'identification de ces itinéraires est de faciliter l'appropriation des éco-innovations qu'implique l'intensification écologique à travers des apprentissages à la fois techniques, informationnels et organisationnels. Ces besoins d'apprentissages sont fonction des pratiques initiales, du niveau d'information des exploitants et du contexte institutionnel. En effet, comme le souligne Goulet (2012), l'évolution et la légitimité des référentiels et des pratiques des communautés professionnelles « se nourrissent de discours plus généraux issus de la science ou des ONG ». La progressivité des profils et la diversité des pratiques pour chacun de ces profils permet d'envisager que l'intensification écologique puisse constituer une piste d'évolution intéressante pour les systèmes aquacoles.

Dans cet article nous avons étudié les déterminants de ces profils d'éco-innovations essentiellement du point de vue de l'offre. Ceci ne doit pas occulter le rôle déterminant que peut avoir la demande et les consommateurs en faveur de l'intensification écologique. On observe en effet un rôle croissant de l'évolution des modes de consommation qui incitent de plus en plus les producteurs à s'orienter vers des types de production durable ou d'agriculture biologique en relation avec le poids croissant des standards et des labels dans l'organisation des marchés et des filières (Thévenot, 2009). Au vu des travaux relatifs à l'agriculture biologique, de nombreuses contraintes peuvent intervenir, notamment liées aux dépendances des agriculteurs vis-à-vis des fournisseurs ou des supermarchés (Lamine et Bellon, 2009) ainsi qu'aux résistances des firmes dont les intérêts sont divergents. A moyen terme, l'évolution des fournisseurs vers la fourniture de services pourrait permettre de concilier les intérêts autour de l'intensification écologique à l'échelle des filières et en mobilisant les ressources de l'écologie industrielle. Néanmoins, l'influence des groupes industriels est relativement moins importante pour l'aquaculture que pour l'agriculture et négligeable pour l'aquaculture d'étang qui constitue, comme nous l'avons souligné en introduction, un type d'élevage et d'exploitation propice à ces éco-innovations. Au contraire ces pratiques constituent une opportunité et une réponse aux blocages rencontrés pour l'accès aux sites qui conditionnent le devenir de nombreuses exploitations. L'intensification écologique peut ainsi constituer un levier favorable à l'intégration territoriale de l'aquaculture, non seulement pour l'aquaculture d'étang, mais aussi pour d'autres types d'élevage, y compris en milieu marin. En effet, même si les liens au territoire sont plus restreints en

mer, des bénéfices importants pourraient être obtenus par exemple au niveau de la demande, de la compatibilité avec les exigences de la directive cadre relative à la qualité du milieu marin et des opportunités de diversification ou de productivité apportées par les associations multi-trophiques (Dumbauld *et al.*, 2009 ; Troell *et al.*, 2009).

Bibliographie

- Aggeri F. (2011) Le développement durable comme champ d'innovation. Scénarisations et scénographies de l'innovation collective, *Revue Française de Gestion*, 215, 87-106.
- Aggeri F. (2000) Les politiques d'environnement comme politiques de l'innovation, *Annales des Mines / Gérer & Comprendre*, 60, 31-43.
- Altieri M., Funes-Monzote F. et Petersen P. (2011) Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty, *Agronomy for Sustainable Development*, 32(1), 1-13.
- Argyris C., Schön D. (2002) *Apprentissage organisationnel. Théorie, méthode, pratiques*, DeBoeck Université, Paris, 380 p. (version française de l'ouvrage original paru en 1996 sous le titre « Organizational learning II. Theory, Method and Practice »).
- Beck U. (2003) *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*, Flammarion, coll. « Champs Essais », Paris, 522 p.
- Billard R. (1980) *La pisciculture en étang*, Colloque « Pisciculture en étang », 11-13 mars 1980, Arbonne-la-forêt, France, INRA Ed., Paris, 434 p.
- Black K. et Wilson A. (2008) Ecasa- An ecosystem approach for sustainable aquaculture, *Shellfish News*, 25, 11-13. URL : <http://www.ecasa.org.uk/Documents/shellnews25.pdf>
- Blancheton J.-P., Bosc P., Hussenot J., Roque d'Orbcastel E., Romain D. (2009) Tendances pour la pisciculture européenne de demain : cages au large, système en eau recirculée et systèmes intégrés, *Cahiers Agricultures*, 18(2/3), 227-234.
- Blancheton J.-P., Mathé S., Chopelet J., Rey-Valette H., Marino G., Rigos G., Mozes N., Kara H., Poelman M., Callier M., Bello-Gomez E. et Murphy D. (2012) AQUAMED: The future of research on aquaculture in the Mediterranean region, *AQUA 2012, World Aquaculture Society*, September 1- 5, 2012, Prague, Czech Republic, URL : https://www.was.org/documents/MeetingPresentations/AQUA2012/AQUA2012_1250.pdf
- Bonny S. (2011) L'agriculture écologiquement intensive : nature et défis, *Cahiers Agricultures*, 20(6), 451-462.

- Bourg D., Hess G. (2010) La géo-ingénierie : réduction, adaptation et scénario du désespoir, *Natures Sciences Sociétés*, 18, 298-304.
- Candau J. (coord.) (2005) *La prise en compte de l'environnement par les agriculteurs. Résultats d'enquêtes*, Rapport CNASEA/Cémagref, non publié, 194 p.
- Charue-Duboc F., Midler C. (2011) Quand les enjeux environnementaux créent des innovations stratégiques. Le cas du véhicule électrique de Renault, *Revue française de gestion*, 215, 107-122
- Chevassus-au-Louis B. et Griffon M. (2008) La nouvelle modernité : une agriculture productive à haute valeur écologique, in : *Déméter 2008 : économie et stratégies agricoles*, Club Déméter, Paris, 7-48.
- Chevassus-au-Louis B. et Lazard J. (2009) Situation et perspectives de la pisciculture dans le monde : consommation et production, *Cahiers d'Agricultures*, 18(2/3), 82-90.
- Chia E., Piraux P., Dulcire M. (2007) *Apprentissages et gouvernance territoriale : quelles relations ? Le cas des CTE à la Réunion*, 47^e congrès joint de l'ERSA (European Regional Science Association) et de l'ASRDLF (Association de Science Régionale de Langue Française), 29 août-2 septembre, Cergy-Pontoise, France, 1-2.
- CIPA/ITAVI (Comité interprofessionnel des produits d'aquaculture/Institut technique de l'aviticulture) (2011), *IDAqua : exemple de démarche initiée par la profession aquacole*, Rencontre Aquaculture, 12-14 mai, Le Touquet, France.
- CIRAD (2007) *L'intensification écologique : du concept au terrain quelles démarches de recherche mettre en œuvre ?*, Rencontres du Cirad, 30 août, Montpellier, France, 18 p.
- Coudel E., Tonneau J.-P. et Rey-Valette H. (2011) Diverse approaches to learning in rural and development studies: review of the literature from the perspective of action learning, *Knowledge management research and practice*, 9, 120-135.
- Desjeux Y., Dupraz P., Thomas A. (2011) *Les biens publics en agriculture, une voie vers l'écologisation de la PAC*, Ecologisation des politiques publiques et des pratiques agricoles, 16-18 mars, Avignon, France, URL: <http://www6.paca.inra.fr/ecodeveloppement/Colloque-2011>, 16 pages.
- Djellal F., Gallouj F. (2009) Innovation dans les services et entrepreneuriat : au-delà des conceptions industrialistes et technologistes du développement durable, *Innovations*, 1(29), 59-86.
- Dumbauld B., Ruesink J., Rumrill S. (2009) The ecological role of bivalve shellfish aquaculture in the estuarine environment: A review with application to oyster and clam culture in West Coast (USA) estuaries, *Aquaculture*, 290(3-4), 196-223.

- FAO (2012) *The state of world Fisheries and aquaculture 2012*, Rome, Food and Agriculture Organisation of United Nations, URL: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>, 209 p.
- Faucheux S. et Nicolaï I. (1998) Environmental technological change and governance in sustainable development policy, *Ecological Economics*, 27(3), 243-256.
- Fernandes P., Temple L., Crance J., Minatchi S. (2009) Innovations agro écologiques en Martinique : freins et leviers organisationnels, institutionnels, techniques et économiques, *Innovations Agronomiques*, 4, 457-466.
- Fleury P., Chazoule C., Peigné J. (2011) Agriculture biologique et agriculture de conservation : ruptures et transversalités entre deux communautés de pratiques, SFER/RMT DevAB/Laboratoire cultures et sociétés en Europe *Les transversalités de l'agriculture biologique*, 23-24 juin, Strasbourg, France, 12 p.
- FOESA (2010) (*Fundación Observatorio Español de Acuicultura*) *Définition d'indicateurs de durabilité dans l'aquaculture méditerranéenne*, Madrid, Espagne, FOESA, 152 p.
- Geniaux G., Latruffe L., Lepoutre J., Mzoughi N., Napoléone C., Nauges C., Saint-Beuve J., Sautereau N. (2010) *Les déterminants de la conversion à l'agriculture biologique : une revue de la littérature économique*, Projet INRA AgriBio3 Rapport Inra CIAB disponible <http://orgprints.org/22575> consulté le 15 mai 2014, 28 p. + 19 p. annexes
- Goulet F. (2012) La notion d'intensification écologique et son succès auprès d'un certain monde agricole français : une radiographie critique, *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 62, 19-30.
- Goulet F. (2011) Les objets de la nature, les pratiques agricoles et leur mise en œuvre. Le cas de l'agriculture de conservation, in: *Le travail en agriculture : son organisation et ses valeurs face à l'innovation*, Beguin P., Dedieu B., Sabourin E. (eds.), L'Harmattan, Paris, 53-70.
- Goulet F., Vinck D. (2012) L'innovation par retrait. *Contribution à une sociologie du dégageant*, *Revue française de sociologie*, 53(2), 195-224
- Griffon M. (2010) *Pour des agricultures écologiquement intensives*, Éditions de l'Aube, La Tour d'Aigues, France, 112 p.
- Houdet J., Trommetter M. et Weber J. (2012) Understanding changes in business strategies regarding biodiversity and ecosystem services, *Ecological Economics*, 73(1), 37-46.
- Hussenot J. (2012) *Systèmes Intégrés Multi-Trophiques en Aquaculture (IMTA) et bio-remédiation des effluents de Pisciculture Marines Intensive en Marais salé Atlantique. Etat des connaissances et proposition de stratégies nouvelles*, Noirmoutier en l'Île, IKT*HUS Consulting, CREA, SFAM, 46 p.

- Jones N., Clark J., Panteli M., Proikaki M. et Dimitrakopoulos P. (2012) Local social capital and the acceptance of Protected Area policies: An empirical study of two Ramsar river delta ecosystems in northern Greece, *Journal of environmental management*, 96(1), 55-63.
- Lamine C. (2011) Anticiper ou temporiser : injonctions environnementales et recompositions des identités professionnelles en céréaliculture, *Sociologie du travail*, 53(1), 75-92.
- Lamine C., Bellon S. (2009) Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences, *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 97-112.
- Lémery B. (2003) Les agriculteurs dans la fabrique d'une nouvelle agriculture, *Sociologie du travail*, 45(1), 9-25.
- Lepesteur M., Wegner A., Moore S. et McComb A. (2008) Importance of public information and perception for managing recreational activities in the Peel-Harvey estuary, Western Australia, *Journal of environmental management*, 87(3), 389-395.
- Mathé S. et Rey-Valette H. (2011) Towards the implementation of sustainable development of aquaculture in the Mediterranean: the condition of governance, in : *Studies and Reviews n° 90, General Fisheries commission for the Mediterranean, Indicators for the sustainable development of finfish mediterranean aquaculture : highlights from the InDAM project*, FAO, Rome, Italie, 164-187.
- Mathevet R., Thompson J., Delanoë O., Cheylan M., Gil-Fourrier C. et Bonnin M. (2010) La solidarité écologique: un nouveau concept pour la gestion intégrée des parcs nationaux et des territoires, *Natures Sciences Sociétés*, 18(4), 424-433.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) *Ecosystem and Human Well-being: A framework for Assessment*, Washington DC, Island Press, 212 p.
- Melville N. et Ross S. (2010) Information systems innovation for environmental sustainability, *MIS Quarterly*, 34(1), 1-21.
- Michel-Guillou E. (2006) Représentations sociales et pratiques sociales : l'exemple de l'engagement pro-environnemental en agriculture, *Revue européenne de psychologie appliquée*, 56(3), 157-165.
- Michel-Guillou E. et Moser G. (2006) Commitment of farmers to environmental protection: From social pressure to environmental conscience, *Journal of Environmental Psychology*, 26(3), 227-235.
- OCDE (2009) *Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Framework, Practices and Measurement*, Synthesis Report, Paris, OCDE, URL : <http://www.oecd.org/sti/inno/43423689.pdf>, 38 p.

- Pervanchon F., Blouet A. (2002) Lexique des qualificatifs de l'agriculture, *Le courrier de l'Environnement*, 45, 117-136, URL : <http://www7.inra.fr/dpenv/pervac45.htm>
- Remy J. (1987) La crise de la professionnalisation en agriculture : les enjeux pour la lutte du contrôle du titre d'agriculteur, *Sociologie du travail*, 29(4), 415-441.
- Renning K. (2000) Redefining innovation. Eco-innovation research and the contribution from ecological economics, *Ecological Economics*, 32(2), 319-332.
- Rey-Valette H, Clément O., Aubin J., Mathé S., Chia E., Legendre M., Caruso D., Mikolasek O., Blancheton J.-P., Slembrouck J., Baruthio A., René F., Levang P., Morrissens P. et Lazard J. (2008) *Guide to the co-construction of sustainable development indicators in aquaculture*, Montpellier, Cirad, Ifremer, INRA, IRD, Université Montpellier 1, 144 p.
- Sorgeloos P. (2014) L'aquaculture a-t-elle le potentiel pour devenir la « biotechnologie bleue » dans l'avenir ? *Cahiers d'Agriculture*, 23 (1), 53-64.
- Stassart P. M., Brandenburg A. et Isaguire K. (2011) Les systèmes participatifs de garantie : critique de la certification Bio & nouveau mode de gouvernance ?, SFER/RMT DevAB/Laboratoire cultures et sociétés en Europe « *Les transversalités de l'agriculture biologique* », 23-24 juin, Strasbourg, France, 23 p.
- Thévenot L. (2009) Governing Life by Standards. A View from Engagements, *Social Studies of Science*, 39(5), 793-813.
- Troell M., Joyce A., Chopin T., Neori A., Buschmann A., Fang J.-G. (2009) Ecological engineering in aquaculture—Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems, *Aquaculture*, 297(1-4), 1-9.
- Turcotte M.-F., Antonova S., Clegg S. (2007) Managing learning societally, *Les cahiers de la CRSDD*, 14, coll. « recherche », Montréal, Université du Québec, 38 p.
- Weiss K., Moser G. and Germann C. (2006) Perception de l'environnement, conceptions du métier et pratiques culturelles des agriculteurs face au développement durable, *Revue européenne de psychologie appliquée*, 56(2), 73-81.
- Wezel A., Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D. et David C. (2009) Agroecology as a science, a movement and a practice. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515.

