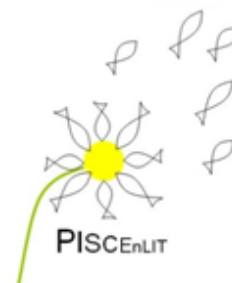


# LE PROJET PISCENLIT



## A.1 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART

L'accroissement de la population humaine sur la planète (9 milliards d'habitants vers 2050) fait peser de lourdes contraintes sur les systèmes alimentaires, ce qui conduit à explorer de nouvelles voies pour renforcer leur productivité et réduire les gaspillages. Les formes d'intensification industrielle de l'agriculture mises en œuvre depuis les années 1930 ont montré leurs limites. Outre leurs impacts en termes d'utilisation des ressources et de pollutions générées, l'augmentation des rendements qui était recherchée, semble depuis les années 2000 avoir atteint un palier (Griffon, 2013). Vouloir répondre à l'accroissement de la demande selon les mêmes modèles de production conduirait à renforcer la compétition pour l'utilisation des terres et à intensifier le recours aux intrants aux dépens de la conservation de la biodiversité et des services rendus par les agro-écosystèmes. La prise en compte du développement durable conduit ainsi à repenser les systèmes de production en tenant compte de leurs interactions écologiques et sociales, ce qui implique des transformations dans les façons de produire mais aussi de consommer (Esnouf et al., 2011).

L'aquaculture, activité à la fois traditionnelle et nouvelle selon les espèces et les systèmes de production, n'échappe pas à ces enjeux. En effet, les dernières décennies se sont caractérisées par une logique d'intensification des productions. Cette intensification de l'aquaculture s'est souvent faite sans tenir compte de la qualité de l'environnement et/ou des relations sociales.

L'expression « agriculture écologiquement intensive » est vulgarisée en France depuis le Grenelle Environnement en 2007. Elle correspond à un courant de l'agronomie et à des pratiques agricoles inspirées de l'agro-écologie. Ce courant est issu de réflexions provenant à la fois des scientifiques et des producteurs. Il vise à appliquer les connaissances écologiques pour concevoir et gérer des systèmes de production alimentaires durables. La force de l'agroécologie tient au fait qu'elle est constituée de trois composantes interactives qui se renforcent mutuellement et qui peuvent selon les pays être plus ou moins développées (Wezel et al., 2009): (i) l'agro-écologie comme discipline scientifique; (ii) l'agro-écologie comme un ensemble de pratiques; (iii) l'agro-écologie comme un mouvement, au sens de pensée politique.

Les principes de base de l'agro-écologie s'appuient sur le postulat selon lequel plus il y a de biodiversité, plus le système est productif et résilient aux aléas climatiques ou aux attaques de ravageurs et maladies (Altieri, 2002).

En référence aux principes de l'agro-écologie, l'intensification écologique de l'agriculture (Cirad, 2007; Chevassus-au-Louis et Griffon, 2008; Griffon, 2010; Griffon, 2013) s'appuie sur les fonctions naturellement productives d'un écosystème et cherche à les optimiser pour atteindre des rendements comparables à ceux de l'agriculture conventionnelle tout en réduisant le recours aux intrants chimiques et la dégradation de l'environnement. Une définition de référence est celle produite par le Cirad (2007): l'agriculture écologiquement intensive « *s'appuie 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* ». Dumont et al. (2012) ont proposé une transposition des principes de l'agro-écologie aux productions animales. Dans les systèmes d'élevage, les pratiques conduisent à privilégier l'alimentation produite sur l'exploitation, des méthodes sanitaires préventives plutôt que curatives et l'utilisation de races rustiques. D'importants efforts sont aussi réalisés au niveau du bien-être animal, notamment pour réduire les facteurs de stress et l'utilisation d'adjuvants. Plus généralement, il s'agit d'éviter le forçage de la physiologie, en valorisant les fonctionnalités naturelles. Quelles que soient les définitions, qui sont multiples, la connaissance des interactions avec le milieu naturel doit être renforcée pour identifier les gains de productivité que peut générer la combinaison des processus écologiques et agronomiques.

Les conséquences attendues de l'intensification écologique ne concernent pas seulement la production alimentaire (service d'approvisionnement), mais elles influencent l'ensemble des services écosystémiques rendus (MEA, 2011). En particulier l'intensification écologique peut se décliner à

travers l'intensification des services de régulation ou de support qui ont des liens directs avec la conservation de l'environnement. Certains services culturels, comme le maintien des paysages, l'écotourisme, ou la sensibilisation à l'environnement peuvent aussi intervenir de façon directe, lorsqu'il s'agit d'une volonté de diversification ou indirecte comme conséquence non planifiée.

Le projet PISCEnLIT (Pisciculture écologiquement intensive : une approche par écosystème), a pour objectif de définir les conditions d'une intensification écologique de l'aquaculture, en s'appuyant sur les fondements de l'agroécologie, les définitions de l'intensification écologique en agriculture, et sur les services écosystémiques mobilisés ou à renforcer. .

## A.2 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Le projet PISCEnLIT repose sur une approche pluridisciplinaire, dite par écosystème, dans le sens où elle aborde l'analyse des potentialités d'intensification écologique des aqua-écosystèmes selon des disciplines complémentaires (zootechnie, écologie, analyse environnementale, sciences sociales et de gestion) et selon des échelles complémentaires, définissant les lieux d'interactions clés des éléments de l'aqua-écosystème. Le projet se décline en 6 tâches (Fig. 1). La première vise à l'élaboration de l'approche par écosystème par la conception de méthodes d'inventaire de la perception des services écosystémiques, et par des Analyses du Cycle de Vie (ACV) et de l'Emergy. Les résultats obtenus permettent en tâche 2 de réaliser un diagnostic (spécifique et comparatif) des différents terrains et de mettre au point un outil simplifié de caractérisation du niveau d'intensification écologique. La tâche 3 consiste en l'élaboration de scénarios d'intensification écologique qui combinent les objectifs spécifiques de l'intensification écologique ainsi que différentes hypothèses techniques et organisationnelles nécessaires à leur mise en œuvre. A cette étape, les porteurs d'enjeux des territoires (producteurs, institutionnels, agents du développement) sont mobilisés pour définir et hiérarchiser les actions à mener. Quelques actions spécifiques font l'objet d'expérimentations dans la tâche 4, dans laquelle des tests à l'échelle pilote sont réalisés pour fournir des bases d'évaluation de la faisabilité des innovations proposées (tâche 5) et des recommandations (tâche 6). Ce projet est conduit sur six terrains choisis pour couvrir une diversité de systèmes aquacoles, d'écosystèmes et de contextes socio-économiques. Les systèmes d'aquaculture étudiés recouvrent en effet une diversité de contextes

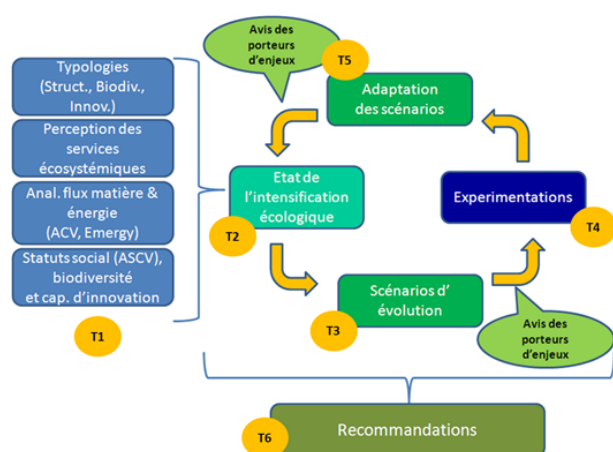


Figure 1: déroulement en 6 tâches (Tx) du projet PISCEnLIT.

relevant de pays développés (France : régions de Lorraine, de Brenne et de Normandie) et de pays du sud (Brésil : Alto Vale do Itajaí et région de Chapeco, Etat de Santa Catarina ; Indonésie : région de Jambi, Sumatra). Le projet recouvre aussi différents types d'aquaculture : de production (systèmes de polyculture extensive avec très peu d'apports en intrants) et de transformation (élevages en monoculture, avec un apport d'aliment exogène, en système ouvert et en eau recirculée).

L'équipe du projet est pluridisciplinaire. Elle est constituée de chercheurs de l'INRA (*Institut National de la Recherche Agronomique*), des universités de Montpellier et de Lorraine, de l'IRD (*Institut de Recherche pour le Développement*), du CIRAD (*Centre de coopération*

*internationale en recherche agronomique pour le développement*), de l'IFREMER (*Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer*), d'EPAGRI (*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Brésil*), de l'AMAFRAD (*Agency for Marine and Fisheries Research and Development, Indonésie*), de la DGA (*Directorate General of Aquaculture, Indonésie*), et des partenaires du développement comme l'ITAVI (*Institut Technique de l'AVIculture, France*).

### A.3 RESULTATS OBTENUS

Le premier niveau de résultat porte sur l'élaboration d'un cadre théorique partagé définissant l'aqua-écosystème et l'intensification écologique des systèmes aquacoles. A partir du schéma conceptuel proposé par Griffon (2013) définissant les flux de matières et les compartiments, nous avons défini les échelles et les espaces ainsi que la place des services écosystémiques, pour définir l'aqua-écosystème (Fig. 2). Cette définition de l'aqua-écosystème nous a par ailleurs permis d'identifier différents types d'intensification écologique (et d'aquaculteurs innovateurs) dans leur manière de mobiliser les différentes parties de cet aqua-écosystème (Rey-Valette et al., 2014 ; Mathé et al., 2014).

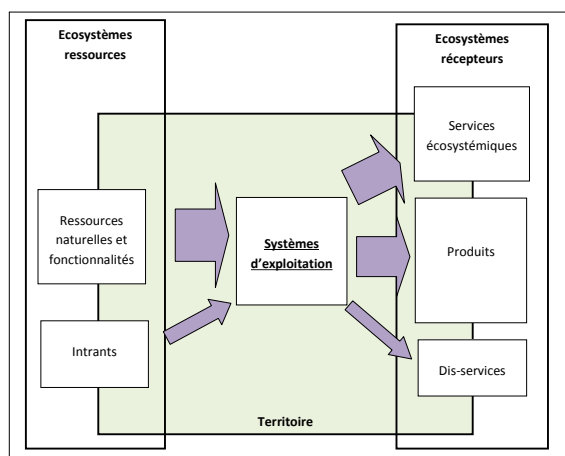


Figure 2 : Définition de l'aqua-écosystème dans le cadre de l'intensification écologique du système aquacole.

**s'appuie sur une gestion de la biodiversité et la valorisation des connaissances locales. Elle suppose et contribue à une amélioration de la gouvernance territoriale. Il peut s'agir par exemple de substituer des intrants ou de contrôler des rejets et/ou de faire évoluer la conduite de l'exploitation pour optimiser les interactions dans l'aqua-écosystème, en combinant diverses espèces ou productions et/ou encore de développer volontairement des services non marchands ou de renforcer les phénomènes de solidarité écologique.**

Cette définition, nourrie des expériences réalisées sur les différents terrains du projet, recouvre les sept objectifs qui ont été définis pour permettre une mise en œuvre de l'intensification écologique des systèmes aquacoles et déclinés dans un guide. Celui-ci permet de se familiariser avec les concepts et de décliner la mise en œuvre de l'approche en la modulant en fonction des contextes et des types d'aquaécosystèmes par une démarche de co-construction (Aubin et al., 2014). Ce cadre en sept objectifs a été décliné de manière à proposer des indicateurs spécifiques permettant d'accompagner la mise en place d'une aquaculture écologiquement intensive dans un territoire (Tableau 1).

Le projet a aussi permis des avancées méthodologiques comme le croisement des approches ACV et Emergy dans l'analyse environnementale (Wilfart et al., 2013) ou l'utilisation des perceptions dans l'ACV-Sociale (Mathé, 2014). Le lien entre la performance environnementale (traduite par l'ACV et l'Emergy) et le niveau de perception

L'analyse des perceptions des enjeux de l'aquaculture et des services écosystémiques au sein des différents territoires, le bilan environnemental et technique des systèmes de production et l'analyse des capacités d'innovation ont permis de dresser une définition de l'intensification écologique des aqua-écosystèmes. **L'aquaculture écologiquement intensive est une aquaculture qui s'appuie sur les processus et les fonctionnalités écologiques pour améliorer sa productivité, renforcer les services écosystémiques rendus et limiter les dis-services. Les conséquences recherchées portent sur une plus grande autonomie, et/ou une meilleure efficacité et/ou une plus grande intégration territoriale des systèmes aquacoles. Plus largement, l'intensification écologique vise aussi au développement durable des territoires et**

Tableau 1 : Objectifs pour guider l'intensification écologiques des systèmes aquacoles et nombre d'indicateurs identifiés

1. Minimiser la dépendance aux ressources externes	2	16
2. Accroître la performance des systèmes de production aquacoles et la qualité des produits	4	23
3. Améliorer la robustesse, la plasticité et la résilience des systèmes par l'intégration et la complémentarité fonctionnelle	5	35
4. Diversifier les services écosystémiques marchands des systèmes aquacoles	4	18
5. Promouvoir la reconnaissance des services et valoriser les compétences et le savoir-faire	4	19
6. Améliorer l'intégration territoriale des systèmes de production en favorisant la production de services écosystémiques non marchands	4	29
7. Adapter les dispositifs et instruments de gouvernance territoriale et faire participer les parties prenantes à la définition des objectifs et des moyens	5	22

des services chez les aquaculteurs a aussi été testé (Aubin et al., 2014). L'outil simplifié de calcul d'indicateurs (ACV, Emergy, critères sociaux) Pisce'n'tool (Wilfart et al., 2012) a été plébiscité par les différents partenaires qui souhaitent continuer à l'utiliser, pour le suivi de différents systèmes de production aquacoles.

Les expériences réalisées sur les différents terrains ont produit des résultats de différentes natures. En France, le couplage de bassins intensifs de carpes et d'une lagune à macrophytes (valorisables) montre son intérêt pour l'abattement des nutriments (azote et phosphore) dans l'enceinte d'élevage. En Indonésie, l'association de deux espèces (panga et gourami) dans le même étang, en segmentant l'espace pour optimiser la croissance de chacune des espèces et favoriser le développement de plantes épuratrices à vocation alimentaire pour les poissons, a donné des résultats encourageants sur le plan environnemental et économique ; l'appropriation de cet élevage combiné par les éleveurs est en cours (Slembrouck & Caruso, 2013). Au Brésil, l'intégration de systèmes d'épuration à macrophytes dans un système déjà considéré comme écologiquement intensif (association d'élevage de porc et de polyculture de carpes), a permis de reconsidérer les services écosystémiques associés aux étangs pour limiter les rejets à l'environnement. Dans le système d'élevage de saumon en circuit recirculé les simulations de valorisation des rejets par une co-culture d'algues et le traitement par une lagune à macrophytes, ont permis de mieux appréhender les services écosystémiques à stimuler et de mieux intégrer le système d'élevage dans son territoire (Parc Régional).

#### **A.4 DISCUSSION**

Le parti-pris du projet PISCEnLIT était celui de la pluridisciplinarité qui porte en elle l'exigence d'avancer de façon collégiale et de partager les concepts des différentes disciplines. Les acquis antérieurs du projet ANR EVAD (2005-2008) qui portait sur la durabilité des systèmes aquacoles ont permis d'avancer rapidement sur l'intégration des approches biotechniques et sociales. Pour le consortium, l'ouverture à de nouvelles approches a porté plus spécifiquement sur l'écologie et les services écosystémiques. Des difficultés importantes en début de projet (mise en place des crédits destinés aux partenaires étrangers plus d'un an après le démarrage), et la barrière de la langue (Brésil) n'ont pas permis d'embarquer les partenaires étrangers dans la construction des méthodes et concepts dès le début. Ce retard a été difficile à combler et a induit un certain nombre d'incompréhensions ou de suspicions d'instrumentalisation. De même les trajectoires individuelles de certains partenaires (départ à la retraite, changement de poste) ont compliqué la réalisation du projet. Ainsi, les tests expérimentaux dans les systèmes d'élevage n'ont pu être mis en place sur les terrains, qu'en dernière année, ce qui n'a pas permis de terminer le cycle de re-conception dans le cadre du projet. Ces expériences se poursuivent néanmoins, reprises à leur compte par certains partenaires scientifiques ou par les pisciculteurs eux-mêmes.

Le projet a été au bout de ses objectifs en produisant la quasi-totalité des livrables prévus. Le dernier livrable : séminaire de restitution est programmé à Paris le 5 juillet en collaboration avec la profession et en continuité des réunions biennuelles recherche profession. Les scientifiques ont progressé de façon collective dans des notions qui sont généralement périphériques à leur cœur d'activité, mais qui ont enrichi leur champ de réflexion. Ils sont maintenant reconnus pour ce travail à un moment où l'interrogation sur la prise en compte des services écosystémiques et de l'intensification écologique est plus forte dans les instituts de recherche et que la demande sociale est de plus en plus importante sur ces questions. Le fait d'être allé jusqu'à l'expérimentation des concepts est aussi un atout et a permis l'appropriation de ces notions localement.

#### **A.5 CONCLUSIONS**

La prise en compte des services écosystémiques dans le champ de la réflexion sur l'intensification écologique a permis un élargissement de la vision du rôle des systèmes productifs aquacoles à des notions qui étaient mal couvertes par l'approche par les quatre piliers de la durabilité. Ces services constituent des fonctions qu'il faut ménager ou amplifier pour améliorer le bilan et l'intégration du

système productif (ex : biodiversité, cycles biogéochimiques, régulation hydrologique...). Ils sont également aussi porteurs de valeurs intéressant les populations humaines et les territoires (ex : biodiversité, paysages, régulation hydrologique...). Ainsi, le système de production aquacole n'est pas seulement orienté sur des fonctions d'approvisionnement mais il est aussi pourvoyeur d'un certain nombre de services à destination des territoires, qui doivent être nécessairement intégrés dans la démarche d'intensification écologique.

Au Brésil, ce changement d'approche a permis de refonder les discussions entre les pisciculteurs et l'administration, dans le cadre des réglementations portant sur la protection de l'environnement. En Indonésie, la relecture du fonctionnement du système d'élevage par la prise en compte des services rendus a aidé à la construction d'un nouveau système et à sa rapide appropriation, alors que les notions de services rendus n'étaient pas formalisées antérieurement. Cependant, le passage à des systèmes aquacoles écologiquement intensif ne pourra se faire de façon simple et nécessitera un accompagnement fort, une volonté politique et des dispositifs de gouvernance adaptés au sein des territoires. La phase d'appropriation et de diffusion des résultats de PISCEnLIT n'est pas terminée. Outre la journée de séminaire prévue en France en Juillet 2014, les expériences se poursuivent sur les différents terrains en partenariat recherche – profession (producteurs ou institutionnels). Le guide de mise en œuvre de l'intensification écologique pour les systèmes aquacoles sera largement diffusé en France et à l'étranger. Il rendra facilement accessible cette réflexion que nous souhaitons voir s'étendre à tous les systèmes aquacoles, notamment aux systèmes marins et à la salmoniculture en France.

## A.6 REFERENCES

Altieri M. A., 2002, Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93: 1-24.

Aubin J., Rey-Valette H., Mathé S., Wilfart A., Legendre M., Slembrouck J., Chia E., Masson G., Callier M., Blancheton J.P., Tocqueville A., Caruso D., Fontaine P., 2014. Guide de mise en œuvre de l'intensification écologique pour les systèmes aquacoles © Diffusion INRA-Rennes, 131 p.

Aubin J., Wilfart A., Chary K., Mathé S., Rey-Valette H., 2014. Relation between ecosystem-services perception and environmental performance assessed by LCA and emergy accounting: a case study of pond farming in France. SETAC Europe 24th Annual Meeting. Basel, Switzerland , May 11-15, 2014.

Chevassus-au-Louis B., Griffon M., 2008. *La nouvelle modernité : une agriculture productive à haute valeur écologique. Demeter Economie et Stratégies Agricoles*. Paris, Club Déméter : 7-48.

Cirad, 2007. L'intensification écologique : du concept au terrain quelles démarches de recherche mettre en œuvre ? *Communication aux rencontres Cirad* 30 août 2007 Montpellier.

Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M., 2012. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal* 7 (6) : 1-16.

Esnouf C., Russel M., Bricas N., 2011. *DuALIne : Durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions de recherche*. Rapport INRA-CIRAD, 238 p

Griffon M., 2013. *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?* Quae Ed., Coll. Matière à débattre & décider, Versailles, 221 p.

Griffon, M., 2010. *Pour des agricultures écologiquement intensives*. Editions de l'Aube, La Tour d'Aigues.

Mathé S., 2014 Integrating participatory approaches into social LCA: a fish farming example. *International Journal of Life Cycle Assessment* (en révision).

Mathé S., Chia E., Rey-Valette H., Aubin J., Fontaine P. Capacités d'innovation et proximités des aquaculteurs vis-à-vis de l'intensification écologique : le cas de l'aquaculture en étang en France et au Brésil. *Revue Française de Gestion* (en révision).

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystem and Human Well-being: A framework for Assessment*, Island Press, Washington DC.

Rey-Valette H., S. Mathé, E. Chia, J. Aubin, 2014. Quels types d'éco-aquaculteurs face à l'intensification écologique? L'exemple de l'aquaculture en étang en France et au Brésil. Soumis à la *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*.

Slembrouck, J., Caruso, D. 2013. Deux espèces de poissons valent mieux qu'une. *Sciences au Sud - Le journal de l'IRD - n° 71 - septembre/octobre 2013*. p.12

Wezel A., Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D., David C.. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. *A review. Agronomy for Sustainable Development* 29 : 503-515.

Wilfart A., Prudhomme J., Blancheton J.P., Aubin J., 2012. LCA and emergy accounting of aquaculture systems: towards ecological intensification. *Journal of Environmental management* 121,96-109.

Wilfart A., Merle, T., Mathé, S., Aubin J., 2012. PISC'n'TOOL: an operational tool for assessing sustainability in aquaculture systems. 8th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Saint Malo, France, 2-4 October 2012.