

Projets interuniversitaires ciblés Projets de Recherche pour le Développement Projets de Formation sud

Formulaire de rapport d'activités annuel¹

1 FICHE SIGNALÉTIQUE

Titre du projet	Removal of Nutrients in Wastewater treatment via microAlgae and biofuel/biomass production for Environmental sustainability in Vietnam, RENEWABLE project
Pays	Vietnam
Année de démarrage du projet	2016
Dates de début et de fin de la tranche	01/01/2022 au 31/12/2022
Coordonnateur Nord	Prof. G. Eppe
Université coordinatrice Nord	Université de Liège
Coordonnateur Sud	Prof. Le Hung Anh
Institution coordinatrice Sud	Industrial University of Ho Chi Minh

¹ Ce rapport doit être accompagné des différentes annexes (rapports de mission, rapports des séjours des boursiers, etc). Merci de joindre une table des annexes. Ce document sera transmis à la DGD et lui permettra de faire un choix parmi les annexes qu'elle souhaite consulter.

2 MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE D'INTERVENTION

2.1 RAPPEL DE L'OBJECTIF GLOBAL ET DE L'OBJECTIF SPÉCIFIQUE

OG	To contribute to the prevention of coastal surface and coastal groundwater pollution from aquaculture farming in Vietnam and to preserve the livelihood of local populations involved in shrimp production.
OS	The feasibility of the reduction of the pollution load of aquaculture wastewater discharged in coastal areas by using microalgae is demonstrated, their biomass valorisation techniques are tested and results disseminated to the regional government and aquaculture farmers.

2.2 SUIVI DE LA STRATEGIE D'INTERVENTION

2.2.1 Cadre logique

Résultats attendus	Activités		Indicateurs
	Activités prévues	Activités réalisées	
ER0 Ressources are used efficiently and effectively.	Séjour de Madame Thu Tuy Cao en 2022 à Liège.	Réalisée	PV rapport comité de thèse 2022
ER1 A fit to purpose - valorisation technology for saline shrimp farming	R1_A1 Characterization of wastewater from shrimp aquaculture	Terminée en 2018	

wastewater treatment is tested at pilot scale.			
	R1_A1_T0 Capacity building of the south partners laboratories through training, equipment and exchange activities (IUH -IESEM and IUH-IBFT laboratories)	Terminée en 2018	
	R1_A1_T1 Sampling in site at the aquaculture research center in Ninh Thuan province and 10 other shrimp farms from the same Province at different periods (0 to 90 days) during dry and rainy seasons for basic in line parameters and complete analyses	Terminée en 2017	
	R1_A1_T2 Analysis of water used for aquaculture (sea and groundwater) and wastewater every day (0 to 90 days) for in line basic parameter measurements	Terminée en 2017	
	R1_A1_T3 Analysis of water used for aquaculture (sea and groundwater) and wastewater at the beginning and the end of a shrimp pound production for parameters requiring laboratory analysis in IUH and ULg	Terminée en 2018	
	R1_A2 Preparation of a list of potential vietnamese microalgae strains	Terminée en 2018	
	R1_A2_T0 Capacity building of the south partners laboratories through training, equipment and exchange activities (IUH -IESEM and IUH-IBFT laboratories)	Terminée en 2018	

	R1_A2_T1 Selection of microalgae from environment (sea, lake,...), from aquaculture ponds, from a bank research institute in aquaculture	Terminée en 2018	
	R1_A2_T2 Test the strains with salinated wastewater from aquaculture characterized in R1_A1	Terminée en 2018	
	R1_A3 Install the laboratory WWT experiment at IUH	Terminée en 2018	
	R1_A3_T1 Pre-treatment of wastewater (sedimentation and homogenization)	Terminée en 2019	Voir rapport Ms Thuy et mémoire D. Royaux en collaboration avec Ms Thuy
	R1_A3_T2 Install high-rate open pond for aquaculture wastewater.	Terminée en 2019	Voir rapport Ms Thuy et mémoire D. Royaux en collaboration avec Ms Thuy
	R1_A3_T3 Install harvesting system to collect microalgae (filtration and natural floating flocculation)	Cette partie a été poursuivie en 2022	Tests effectués lors du workshop au Marine Breeding Center en 2021 et 2022
	R1_A3_T4 Install closed tubular photobioreactor for microalgae growth	Pas pertinent, choix de système ouvert à la place	
	R1_A3_T5 Install post treatment by sand filtration	Étape ultime du traitement, évaluation de la nécessité, pas pertinent, abandonné	
	R1_A3_T6 Mathematical modeling of the bioreactor installation	Essais réalisés sur pilote de petite taille à Arlon de sur pilote de 100 m ² à Ninh Thuan en 2017 et 2018. Terminé Les essais sur transferts de CO ₂ ont été réalisés en 2020.	Voir rapport Ms Thuy et mémoire D. Royaux en collaboration avec Ms Thuy Voir mémoire de M. Fillippart de Foy en collaboration avec Ms THuy. Rédaction d'une publication en cours (soumission en aout 2021)
	R1_A4 Install the pilot in field at the research center in Ninh Thuan	Réalisée	
	R1_A4_T1 Pre-treatment of wastewater (sedimentation and homogenization)	En cours à Ninh Thuan sur large pilote, (en labo OK), expériences planifiées entre mai et juillet 2018 à Ninh Thuan, les résultats n'ont pas été concluants. Renforcement de la formation de Madame Thuy à la culture des microlagues lors de son séjour 2me semestre 2018 à Uliege. tests	

		prolongés sur 2019 à Ninh Thuan. Résultats encourageants lors de la présentation du workshop en juillet 2019. Terminé en 2020.	
	R1_A4_T2 Install high-rate open pond for aquaculture wastewater (100 m ³)	Réalisée	
	R1_A4_T3 Install harvesting system to collect microalgae (filtration and natural floating flocculation)	Des tests concluants ont été réalisés en juillet-août 2019, essais réalisés en 2020 et qui se sont poursuivis en 2021 et 2022	Chapitre 4 de la thèse de Madame Thuy en cours de rédaction et essais en 2022
	R1_A4_T4 Install post treatment by sand filtration	Étape ultime du traitement, évaluation de la nécessité, pas pertinent, abandonné	
ER2 The valorisation potential of products/biomass produced through saline shrimp farming wastewater treatment is demonstrated tested and documented (biofuel, animal feedstuff).	R2_A1	Réalisée	
	R2_A1_T1	Caractérisation de 4 souches potentielles (NL3, NL4, NL6 et NL12). Identification des espèces (PCR, séquençage ADN, analyse phylogénétique) caractérisation des lipides FAME (SFA, USFA) ; teneur en protéines, identification de pigments à hautes valeurs ajoutées (lutéine, Astaxanthine, Cantaxanthine pour NL3 et NL6 en carence).	Voir thèse de doctorat Mr Nguyen Luu, et publication scientifique dans la revue Energies, publiée en Février 2020, (DOI : 10.3390/en13040898) (participations à deux congrès internationaux aux USA en juin 2019 et à Paris en décembre 2019)
	R2_A1_T2 dewatering process	Réalisée	
	R2_A1_T3 conducting an economic feasibility of the selected dewatering process	Non-réalisée	
	R2_A4 Socio-economical evaluation of the complete integrated approach	L'étude a été réalisée sur le terrain à Ninh Thuan en 2019, terminé	Voir travail de fin d'étude de Bruno Craeye en collaboration avec Madame Thuy (de mars à mai 2019)
ER3 Aquaculture wastewater treatment and wastewater valorisation	R3_A1 Increase academic biomass-based WWT know-how and knowledge	2 PhD students (IUH et Uliège) ; 6 master students (IUH) pour l'année académique	Rédaction d'une publication pour Mr Nguyen Luu, soumission prévue en 2019.

knowledge and know-how are increased by academic and applied researches and disseminated to the regional government and aquaculture farmers.		2017-2018 ; 1 master student Uliège 2017-2018. ; 1 master student ULIège (Gembloux) 2018-2019, 5 master students IUH 2019-2020, 1 master student ULiège 2019-2020.	Thèse rédigée en 2019 et début 2020. Soutenance de thèse prévue en 2020 par visioconférence. Master thesis des étudiants pour l'année académique 2018-2019 et 2019-2020. Mr Nguyen Luu a défendu sa thèse le 11 septembre 2020 avec succès. Il est diplômé docteur en Sciences de ULIège La rédaction de la thèse de Madame Thuy est en cours, elle est prévue en théorie pour fin 2023
	R3_A2 Dissemination of biomass-based WWT know-how and knowledge	Madame Thuy Cao assure les formations sur le terrain à Ninh Thuan durant les 6 premiers mois de chaque année (2017 et 2018, 2019)	Réunion du groupe de pilotage Vietnamien en 2019 dans la province Ninh Thuan ou est installé le pilote.
	R3_A2_T1 Participation to scientific symposiums to present the results of the project	Pour Madame Thuy dont la thèse est toujours en cours a participé à plusieurs conférences/workshops en 2021/2022	Voir Rapport d'activité Madame Thuy et les crédits validés par l'école doctorale
	R3_A2_T2 Organization of technical workshop on site with DUST and farmer's union in Ninh Thuan	No more workshops in 2022 (see all activities organized the previous years)	

2.2.2 Résultats intermédiaires atteints

La majorité des résultats de cette dernière année du projet ont été atteints malgré un contexte compliqué depuis 2020 et la crise Covid.

Des réunions TEAMS sont organisées régulièrement entre le coordinateur Nord et Sud afin de faire le point sur l'état d'avancement du projet et des recherches en cours.

La motivation des doctorants et la réactivité des partenaires du Sud ont permis de rencontrer les objectifs synthétisés dans le tableau décrit au point 2.2.1.

Le seul point noir est que Madame Thuy n'a pas encore finalisé son travail de thèse de doctorat. Elle a passé trois mois à Liège en 2022, principalement pour traiter ses résultats et se consacrer à la rédaction de la thèse et d'un article en premier auteur dans une revue internationale. Le comité de thèse et les partenaires du projet ont constaté que des

données générées sur site au Vietnam à Ninh Thuan n'étaient pas exploitables pour finaliser et publier son travail de recherche sous forme d'un article scientifique. Il a été décidé de relancer une série d'expériences sur site à Ninh Than durant l'été 2022.

2.2.3 Facteurs de succès

Parmi les facteurs de succès, la finalisation dans le temps imparti de la thèse de Monsieur Nguyen Luu suite à l'acceptation d'une publication en premier auteur dans la revue internationale *Energies* 2020, 13(4), 898 (<https://doi.org/10.3390/en13040898>). La rédaction de sa thèse de doctorat finalisée en mai 2020 et l'acceptation de soutenance par le Jury. La défense a eu lieu le 11 septembre 2020 par visioconférence.

Comme déjà évoqué préalablement, tous les investissements ont pu être réalisés et installés au Vietnam en respectant scrupuleusement les délais lors des années précédentes. Un laboratoire performant a été mis sur pied en moins de deux ans à IUH. Ce laboratoire performant est bénéfique non seulement pour nos deux doctorants mais également pour des étudiants vietnamiens en Master. Chaque année, plusieurs étudiants en Master à IUH réalisent leur TFE en lien avec la thématique de RENEWABLE. L'inauguration du pilote à Ninh Thuan (100 m³) en avril 2018 a permis la réalisation d'essais à grande échelle. Ce pilote est également un outil didactique pour la formation des étudiants. Il a aussi été utilisé pour sensibiliser les populations locales et les acteurs de terrain aux traitements des eaux usées provenant de l'aquaculture.

L'organisation de plusieurs workshops ont remporté un franc succès durant ce projet. On peut citer un symposium sur la thématique a été organisé à l'Université Industrielle de Ho Chi Minh le 15 juillet 2019. Ce symposium a accueilli une cinquantaine de participants provenant majoritairement de HCMC mais également d'autres provinces du Vietnam. Les Professeurs C. Remacle, J-L Vassel, S Agathos et G. Eppe ont activement participé à cette journée en y présentant des keynotes dans leur domaine d'expertise respectif. Ce séjour s'est prolongé par un workshop sur le terrain à Ninh Thuan au Marine Breeding Center (partenaire non académique du projet RENEWABLE) afin de proposer 4 ateliers de travail lors d'une journée organisée par la province et en collaboration avec le DOST (Department of Science and Technology, aussi partenaire non académique du projet). Les quatre ateliers, tous animés par un binôme de partenaires Nord-Sud, consistaient : 1) en un atelier sur le pilote HRAP (Prof. J-LVassel, Cao Thu Thuy), 2) un atelier sur les systèmes de collectes des microalgues (Prof S. Agathos, Dr Trinh Ngoc nam) ; 3) un atelier de caractérisation des microlagues (Prof. C. Remacle, Luu Thao Nguyen), 4) un atelier analyses physico-chimiques des eaux usées (Prof. G. Eppe, Dr Tai). Ce workshop a réuni une cinquantaine personnes. Les participants ont été répartis en quatre groupes afin de circuler et de participer activement aux différents ateliers. Quelques photos sont reprises en annexe ci-dessous.

Pour conclure, le volet socio-économique a été initié par l'équipe du Prof Lebaillly en 2019 afin d'étudier différents modèles socio-économiques de valorisation de l'approche intégrée proposée dans RENEWABLE. Un étudiant Master 2 de Gembloux Bruno Craeye, sous la direction du Prof. Lebaillly, a réalisé une première enquête de faisabilité sur le terrain à Ninh Thuan avec Madame Thuy (de mars à mai 2019). Son TFE a servi à couvrir en partie le volet R2_A4. Une deuxième enquête de terrain organisée par Madame Thuy est en cours en 2022-2023 afin de compléter la première et renforcer ce volet qui sera un chapitre complet de sa thèse.

2.2.4 Éventuelles difficultés rencontrées

La situation de crise sanitaire due à la Covid 19 n'a pas facilité la tâche de Madame Thuy dans la progression de sa thèse. Nous n'avons pas pu organiser de séjour en 2020, 2021 à Liège pour avancer ensemble sur sa thèse de doctorat. En 2020, le travail a été organisé à distance avec des travaux programmés en génie chimique et en modélisation des transferts O₂ et de CO₂ du HRAP sur le site d'Arlon via un travail de fin d'étude d'un ingénieur chimiste (Marc Philippart de Foy) et pour elle des travaux réalisés sur pilote au laboratoire de IUH (Ho Chi Minh) et sur site à Ninh Thuan. Les années 2021 et 2022 ont été principalement focalisées sur les derniers tests à réaliser et à la rédaction de la thèse. Le budget reporté en 2020 à 2021 et 2022 est largement suffisant pour les dernières tâches et activités à exécuter. Un plan de travail et un passage devant son comité de thèse fin mai 2023 permettra de statuer si Madame Thuy est autorisée à poursuivre et finaliser sa thèse au regard des derniers résultats produits l'été 2022.

2.2.5 Réorientation des activités – développements nouveaux

NA

2.3 SUIVI DES DEPENSES LIEES AUX INTERVENANTS DU PROJET

Dépenses prévues	Dépenses réalisées
Personnel	
Engagement d'une personne pour la gestion administrative locale pour 2020	
Bourses	
- 4 hommes mois de bourses locales	- 4 hommes mois de bourses locales pour Mrs Cao Thuy de mai à aout 2022
-	-
Missions	
- O Mission	-
Divers (faits marquants)	
-	-

2.3.1 Commentaires sur l'utilisation du budget

Le bilan fait état de dépenses pour un montant global 0,00 € en 2021 et de 4247,31 € en 2022

2.3.2 Clause des 15 %

La clause des 15 % a été respectée durant la tranche concernée (9.2% exactement)

