

Coopération internationale France - Japon

Optimisation des suivis du recrutement des mollusques par la méthode de coloration des larves

Séjour dans la préfecture d'Hiroshima
du 30 septembre au 11 octobre 2022.



Rapport final d'exécution : Compte Rendu du séjour

Anne Lise Bouquet¹ ; Marion Béchade¹ ;
Gladys Fonteyraud² ; Felix Ansart³

Décembre 2022

¹ CAPENA ; ² CRCAA ; ³ CRC 17



Mesure 62.1.c du FEAMP

« Développement local mené par les acteurs locaux - Activités de coopération »



RÉGION
Nouvelle-Aquitaine

Bouquet Anne Lise, Béchade Marion, Fonteyraud Gladys, Ansart Felix.	Centre pour l'Aquaculture, la Pêche et l'Environnement de Nouvelle-Aquitaine Porteur du projet : CAPENA
Coopération internationale France – Japon : optimisation des suivis de recrutement des mollusques par la méthode de coloration des larves. Rapport final d'exécution : séjour du 30 septembre au 11 octobre 2022.	
Type de document Rapport d'exécution : 55 pages	Décembre 2022
Bouquet et al. ; Décembre 2022 ; Coopération internationale France – Japon : optimisation des suivis de recrutement des mollusques par la méthode de coloration des larves. Séjour du 30 septembre au 11 octobre 2022. CAPENA.	
<p>RÉSUMÉ :</p> <p>Le voyage d'étude scientifique au Japon a permis à CAPENA de renforcer les échanges avec les chercheurs japonais afin de transposer leur méthode de coloration des larves d'huîtres creuses par immunofluorescence aux suivis larvaires réalisés en France. Des solutions ont été avancées pour pallier les limites qui avaient été mises en évidence à la suite des tests de la méthode réalisés sur les échantillons prélevés sur le Bassin d'Arcachon et le bassin de Marennes-Oléron. De nouveaux tests seraient ainsi à réaliser en tenant compte de ces préconisations, afin de valider la méthode sur nos côtes et fiabiliser les résultats de suivi des larves d'huîtres creuses. Les perspectives de développement vers l'automatisation des comptages ont également pu être évoquées dans le cadre de cette coopération avec un développement en cours au Japon. CAPENA va suivre l'avancement de ce projet afin de pouvoir à terme en bénéficier dans le but d'optimiser les comptages de larves.</p> <p>Au-delà des suivis larvaires, les volets productions, valorisation des produits, sanitaires et environnementaux ont pu largement être discutés. En particulier, les divers échanges avec les scientifiques japonais concernant les perspectives de suivis environnementaux en lien avec les dynamiques larvaires des mollusques et le recrutement mais aussi en lien avec les performances d'élevages des huîtres creuses ont conforté l'équipe de CAPENA dans leurs pistes d'actions envisagées dès 2023. Il apparaît notamment nécessaire d'affiner la connaissance de l'environnement trophique à l'échelle des activités conchylicoles.</p>	
Mots clés : Larves ; Huîtres ; Japon ; Coopération ; Coloration ; Environnement marin	

Table des matières

I.	1 ^{ère} partie : le programme de coopération France - Japon	5
1.	Contexte et objectifs	5
2.	Objectifs de la mission	6
3.	La mission	6
3.1.	Déroulement du projet	6
3.2.	Cohérence avec la stratégie de développement local :	8
4.	Réalisation du voyage d'étude technique et scientifique au Japon	9
4.1.	La mission	9
4.2.	Le voyage d'étude scientifique et technique (du 30 septembre au 11 octobre 2022) : séminaires, rencontres et visites.	11
II.	2 ^{ème} partie : Les thématiques abordées	22
1.	La filière ostréicole au Japon	22
2.	Le suivi du recrutement des huîtres	23
2.1.	Les suivis des larves et des naissains au Japon	23
2.2.	L'optimisation des suivis des larves d'huîtres par la coloration	26
2.3.	Interactions avec l'environnement	28
3.	Le cycle d'élevage et technique de production au Japon	29
3.1.	Le captage naturel et le suivi des naissains	29
3.2.	L'utilisation d'huîtres triploïdes	29
3.3.	Le pré-grossissement	30
3.4.	Elevage	30
3.5.	Caractéristiques et gestion des radeaux	31
4.	Elevage en marais et diversification : Cas de la ferme Suzuki	32
4.1.	Les huîtres en marais associées aux crevettes impériales	32
4.2.	Elevage de crevettes impériales en marais associées aux huîtres	33
5.	Le volet sanitaire	35
6.	La valorisation des produits et commercialisation	37
6.1.	Commercialisation des huîtres	37
6.2.	Mode de consommation des huîtres	39
7.	Bizen, pour la restauration des herbiers à zostère par la méthode Satoumi	40
7.1.	Restauration des milieux côtiers de la baie d'Hinase par la restauration des herbiers à zostère grâce à la méthode SATOUMI	41
7.2.	Innovation et diversification en baie d'Hinase : Développement de la riziculture grâce aux coquilles d'huîtres	43
7.3.	L'ostréiculture en Baie de Hinase	43
III.	Perspectives	45
1.1.	Larves : Optimisation de la coloration et observation des larves :	45

1.2. Innovation : optimisation des cultures de salicornes par l'apport de coquilles d'huîtres.....	46
1.3. Recherche de <i>Picochlorum</i> dans les eaux atlantiques par l'ADN environnemental 47	
1.4. Innovation : optimisation des productions de crevettes impériales par l'alimentation et les probiotiques	47
1.5. Innovation : production d'ascidies	47
IV. Conclusions	48
V. ANNEXES	51
1. Annexe 1 : L'ostréiculture en baie d'Hinase : Détails des méthodes d'élevage et de suivis	51
2. Annexe 2 : Convention de coopération signée par les membres des 2 délégations....	54

I. 1^{ère} partie : le programme de coopération France - Japon

➤ Maître d'ouvrage

Nom : Centre pour l'Aquaculture, la Pêche et l'Environnement de Nouvelle-Aquitaine (CAPENA)

Responsable du projet : BOUQUET Anne-Lise, chargée de mission Aquaculture

Forme juridique : Association loi 1901

Tel : 05 46 47 51 93

Siège social : Port de la Barbotière 33470 Gujan-Mestras

Adresse postale : Prise de Terdoux 17480 Le Château d'Oléron

Adresse électronique : al.bouquet@cape-na.fr



1. Contexte et objectifs

En Nouvelle-Aquitaine, les pertuis charentais et le Bassin d'Arcachon sont les principaux centres naisseurs de mollusques (huîtres et moules). De ce fait, une attention particulière est à porter au suivi de la reproduction de ces deux bivalves de grande importance économique tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. Ces suivis apportent une aide aux professionnels pour la gestion de leurs cheptels et représentent un intérêt particulier au regard de plusieurs objectifs du Plan de gestion des Parcs Naturels Marins Estuaire de la Gironde et mers des Pertuis et Bassin d'Arcachon.

Afin de mieux comprendre les causes de la variabilité du recrutement, et à la demande initiale du Comité National de la Conchyliculture (CNC), l'Ifremer a mis en place un projet d'envergure nationale sur cette problématique en 2008 : le projet Velyger (**O**bserver, **A**nalyser et **G**érer la variabilité de la reproduction et du recrutement de l'huître creuse sur les côtes françaises), dont CAPENA est partenaire depuis sa création.

Au Japon, 400 000T d'huîtres sont produites dont 60% de la production ostréicole est réalisée en mer de Seto. La mer de Seto est une mer intérieure, sur l'Océan Pacifique, située dans la préfecture d'Hiroshima,

En réponse aux grands tremblements de terre et tsunamis de 2011, qui ont ravagé l'industrie japonaise de l'huître, l'équipe de **Masami Hamaguchi**, chercheur au sein de *l'institut de recherche FRA*¹, a cherché à aider les ostréiculteurs à relancer leur production. Comme les professionnels travaillent avec du naissain naturel, il a cherché à optimiser leur méthode de travail de suivi des larves pour faciliter la gestion de la pose des collecteurs. **Il a développé une méthode de coloration des larves d'huîtres** pour venir en aide aux ostréiculteurs qui réalisaient eux même les suivis de larves car ils rencontraient des problèmes de reconnaissance larvaire et des différences d'identification entre les observateurs.

Cette technique d'identification est basée sur la détection d'une protéine de l'huître creuse grâce à un anticorps spécifique associé à un agent fluorescent. Elle a pour objectif et avantage de pouvoir identifier et dénombrer les larves d'huître creuse sans avoir recours à l'identification morphologique, limitant les risques d'erreurs d'interprétation et fiabilisant le résultat.

En France, les suivis larvaires sont actuellement réalisés par reconnaissance morphologique des larves sur des critères de forme et de taille. Cette technique chronophage et difficilement transférable a conduit les équipes françaises à s'intéresser à la méthode développée par le chercheur japonais.

¹FRA: Japan Fisheries Research and Education Agency. C'est l'équivalent d'IFREMER au Japon
Rapport Final d'Exécution – Mesure 62.1.c du FEAMP

2. Objectifs de la mission

Le programme global de coopération entre le Japon (préfecture d'Hiroshima) et la France, a pour objectifs de conforter les premiers échanges réalisés en 2019 et valider la méthode d'optimisation de reconnaissance larvaire des mollusques, et à terme de développer cette méthode pour le suivi larvaire d'autres espèces.

Le voyage d'étude technique et scientifique au Japon est également l'occasion d'échanger autour des diverses problématiques environnementales et conchylicoles auxquelles nos deux pays sont confrontés et discuter des études en cours et des perspectives à envisager afin de faire face au réchauffement climatique. Dans le cadre de cette étude, CAPENA a également souhaité donner la possibilité à des représentants des professionnels des bassins de Marennes-Oléron et Arcachon (Comités Régionaux de la Conchyliculture) de découvrir *in situ* les méthodes de travail des ostréiculteurs japonais, en mer de Seto, dans la préfecture d'Hiroshima.

3. La mission

3.1. Déroulement du projet

a. Zone géographique où se déroule le projet

La délégation est composée de deux chargées de mission Aquaculture et Environnement de CAPENA, d'une chargée de mission sanitaire du Comité Régional de la Conchyliculture Arcachon Aquitaine (CRCAA) et d'un chargé de mission qualité du Comité Régional de la Conchyliculture Charente-Maritime (CRC17).

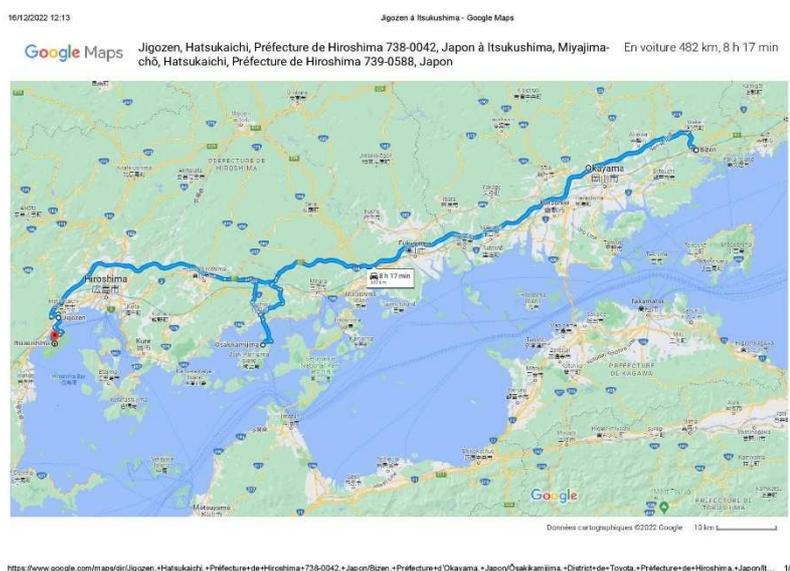
La Japan Fisheries research and Education Agency (FRA) nous a accueillis au sein de son laboratoire basé à Hatsukaichi (Baie de Jigozen) pour les échanges scientifiques.

Nous avons également assisté à une démonstration de pêches de larves par l'Hiroshima Fisheries Promotion Center.

Par ailleurs, la rencontre avec le Centre de promotion des pêches et de l'aquaculture de Bizen en baie d'Hinase, nous a permis d'appréhender l'approche de restauration et de gestion côtière intégrée de ce secteur.

Enfin, nous avons pu échanger sur les techniques d'élevage en visitant des coopératives ostréicoles, ou des fermes aquacoles notamment sur Osaki Kamijima, Baie d'Hiroshima ou encore sur le canal de Miyajima.

Figure 1 : Détails des sites géographiques où se sont déroulées les rencontres et les visites, en Baie d'Hiroshima, au Japon.



b. Description du projet

Afin d'optimiser les suivis du recrutement des mollusques pour l'identification larvaire par la méthode de coloration des larves, une coopération entre les équipes scientifiques françaises et japonaises a été initiée. Cette collaboration doit permettre des échanges mutuels et retours d'expérience des deux pays concernant les travaux de recherche sur le recrutement des mollusques, les cycles d'élevage et leur environnement.

Les intérêts ciblés lors de ce voyage pour l'équipe française sont les suivants :

- Echanger autour des axes de recherche en lien avec l'environnement marin et le recrutement des huîtres ;
- Comparer nos méthodes de travail et de prélèvements concernant les suivis de recrutement des mollusques avec celles des professionnels japonais ;
- Valider la méthode de coloration des larves d'huîtres sur des échantillons *in situ*, fiabiliser les résultats de détermination spécifique limitant les risques d'erreurs valider les critères de reconnaissance morphologiques et ainsi optimiser le transfert de compétences vers d'autres agents au sein des équipes ;
- Diversifier la méthode vers d'autres espèces (moule, palourde, l'huître plate) et certifier la reconnaissance de l'espèce suivie ;
- Découvrir *in situ* les méthodes de travail des ostréiculteurs japonais ;
- Echanger autour des diverses problématiques environnementales, sanitaires et conchylicoles, et discuter des études en cours et des perspectives.

Les intérêts pour les équipes Japonaises sont les suivants :

- Transmettre la technique de coloration des larves à l'international, notamment en France qui est le pays de référence dans le domaine ostréicole,
- Bénéficier de la perspective de travail concernant le projet innovant d'analyse d'images numériques après coloration des larves pour optimiser les comptages ;
- Découvrir le système français de production ostréicole et de commercialisation ;
- Appréhender la valeur ajoutée apportée aux produits par les démarches qualité et suivis sanitaires, afin d'améliorer la qualité demandée par les consommateurs japonais dans les diverses zones de production ;
- Explorer la production et l'élevage de naissains naturels ;
- Comprendre la structuration à l'échelle nationale du suivi de la reproduction et du recrutement des huîtres en France ;
- Elargir leurs échanges avec la France avec de nouveaux interlocuteurs d'autres bassins conchylicoles pour discuter des études en cours et des perspectives autour des diverses problématiques environnementales et conchylicoles.

c. Moyens mis en œuvre

Une première rencontre entre les équipes françaises du réseau Velyger² et les scientifiques japonais du FRA a eu lieu en 2019, afin de mettre en place les bases d'une coopération entre les acteurs des deux pays :

- Échanger sur les méthodes de travail, tester la nouvelle technique par coloration des larves,
- Identifier les limites et contraintes,
- Évaluer la mise en place de cette méthode au sein de nos structures en France.

Ces premiers échanges ont été possible grâce à Franck LAGARDE, chercheur à Ifremer Sète et coordinateur scientifique du réseau Velyger, dans le cadre de l'Entente Ifremer-FRA.

² Ve-Ly-Ger, pour **observer**, **analyser** et **Gérer** la variabilité de la reproduction et du recrutement de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, sur les Côtes Françaises.

À la suite de cette première rencontre, CAPENA a poursuivi les échanges et a souhaité engager une coopération avec les équipes scientifiques du laboratoire FRA. En amont du déplacement au Japon, les équipes françaises ont tenté de s'approprier la méthode de coloration larvaire en l'adaptant à nos spécificités de milieu (richesse importante en phytoplancton, en zooplancton et en sédiment). En 2020 des essais sur des échantillons naturels ont été réalisés par CAPENA grâce à des anticorps transmis gracieusement par l'équipe japonaise. Les résultats des essais ont été restitués lors du séjour au Japon afin d'avancer sur la validation et le développement de la méthode vers d'autres espèces. CAPENA a travaillé en étroite collaboration avec Franck LAGARDE et les chercheurs japonais du laboratoire FRA pour l'organisation des visites techniques et scientifiques au Japon. Le voyage a été organisé avec l'agence de voyage KEIKAKU, spécialiste du Japon, pour l'hébergement, les transports et la mise à disposition d'un interprète tout au long de notre séjour.

d. Calendrier de réalisation

Les années 2020 et 2021 ont été dédiées à la mise en place du projet, la réalisation des tests de coloration et adaptation à nos échantillons, ainsi qu'à la préparation du séjour scientifique avec les partenaires japonais.

Le voyage d'étude au Japon de la délégation française était initialement prévu en 2021. En raison des conditions sanitaires liées à la crise COVID-19, le voyage a été reporté en 2022. Avec l'ouverture tardive des frontières (juin 2022), ce déplacement reprogrammé au printemps 2022 a finalement eu lieu du 30 septembre au 11 octobre 2022.

La restitution des résultats est prévue lors des salons professionnels et/ou réunions techniques avec les professionnels en France.

La fin du projet a été programmée au 31/12/2022.

3.2. Cohérence avec la stratégie de développement local

Ce projet s'inscrit dans l'axe transversal « Coopération » dans le cadre de la stratégie du GALPA Marennes Oléron et plus précisément dans le cadre de la Fiche Action n°9 « Favoriser la coopération entre les zones de pêche et de conchyliculture ». Concernant la coopération, le GALPA Marennes Oléron affiche des intentions lui permettant d'enrichir son projet, de renforcer et de prolonger les dynamiques locales, d'étoffer les pratiques et les savoir-faire des acteurs locaux par des échanges avec d'autres territoires ayant des problématiques similaires. S'inscrivant à la fois dans la continuité des actions de coopération menées précédemment, mais aussi dans la recherche de nouveaux partenariats, le GALPA souhaite que les filières professionnelles s'impliquent de manière significative dans le développement de la coopération.

Par ailleurs, ce projet s'inscrit dans la stratégie DLAL du GALPA La Rochelle-Ré-Charron, dans le cadre de la Fiche Action n°4 « Favoriser la coopération et une approche en réseau ». Il permet de favoriser la coopération entre les acteurs de territoires différents afin de valoriser les bonnes pratiques et mettre en œuvre des initiatives novatrices. Il répond aux objectifs suivants : « S'appuyer sur l'expérience d'autres territoires pour renforcer les démarches et projets locaux » et « Développer la culture du partenariat ». Il intègre une des actions ciblées par cette fiche action : « Voyage d'étude pour les professionnels du territoire ».

Ce projet s'inscrit également dans l'axe « Coopération » de la stratégie DLAL du GALPA Bassin d'Arcachon Val de l'Eyre du fait de son étendue à deux bassins de production conchylicole et son portage. Conformément à la définition de la coopération, qui doit venir nourrir les autres stratégies, ce projet répond aux objectifs de l'axe 1 « Favoriser l'innovation pour le maintien et le développement durable des activités de pêche et de conchyliculture », et plus particulièrement l'action 1.3 « Favoriser le déploiement de méthodes innovantes pour l'acquisition et le partage de connaissances sur les activités de pêche et de conchyliculture ».

4. Réalisation du voyage d'étude scientifique et technique au Japon

4.1. La mission

La délégation Nouvelle-Aquitaine est représentée par :

- Anne Lise BOUQUET : Chargée de mission Aquaculture, conseillère aquacole et responsable du projet de coopération France-Japon – CAPENA
- Marion BECHADE : Chargée de mission Aquaculture et Environnement – CAPENA
- Félix ANSART : Chargé de mission Qualité – CRC17
- Gladys FONTEYRAUD : Chargée de mission Sanitaire – CRCAA

Cette délégation était accompagnée de Franck LAGARDE, Chercheur à Ifremer Sète et Coordinateur scientifique de Velyger.

Composition de la délégation			Adresse structure					
Région	NOM Prénom	Fonction	Structure	Siège	Adresse Secteur	Type of structure	Zone de travail	Commentaires
Nouvelle Aquitaine	Bouquet Anne Lise	Conseillère aquacole	CAPENA	15 rue de la Barbotière - 33470 Gujan-Mestras	Prise de Terdoux 17480 Le Château d'Oléron	Association loi 1901	Charente Maritime 17	responsable des programmes recrutement des mollusques en Charente Maritime
	Ansart Felix	Service Qualité CRC17 - Sanitaire - Suivi des professionnels	Professionnel CRC 17	ZAC des Grossines 17 320 Marennes		CRC 17 Publique / professionnelle	Charente Maritime 17	Opérateur partenaire des pêches de larves : Service Qualité, Suivi des entreprises, contrôles, prélèvements...
	Béchade Marion	Conseillère aquacole	CAPENA	15 rue de la Barbotière - 33470 Gujan-Mestras	15 rue de la Barbotière - 33470 Gujan-Mestras	Association loi 1901	Bassin d'Arcachon 33	Responsable des programmes recrutement des mollusques sur Arcachon
	Fonteyraud Gladys	GDSO - Sanitaire - Suivi des professionnels	Professionnel CRC AA	CRC AA - 15 rue de la Barbotière - 33470 Gujan-Mestras		CRC 33 Publique / professionnelle	Bassin d'Arcachon 33	Opérateur partenaire des pêches de larves
Délégation Ifremer (Financement Ifremer)	LAGARDE Franck	Coordinateur scientifique Velyger	VELYGER / IFREMER / MARBEC	Ifremer-Station de Sète CS3017187 Boulevard Jean Monnet SETE 34203 Cedex		Publique	Velyger / Thau	Laboratoire Environnement Ressources en Occitanie, IFREMER UMR MARBEC-Biodiversité et ses usages UMR MARBEC-MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation

La délégation japonaise qui nous a accompagnée tout au long de ce voyage d'étude est représentée par :

- D^r Masakazu HORI : Chercheur à FRA, Hatsukaichi, Préfecture d'Hiroshima : spécialiste des études des milieux et de la ressource, responsable de la Coopération France – Japon FRA – Ifremer.
- P^r Masami HAMAGUCHI, Faculté des Sciences et technologies marines de l'Université Préfectorale de Fukui – Japon ; Centre de recherche sur les bioressources marines.

National Research Institute of Fisheries and Environmental of Inlandsea (FRA) :

Le Professeur Abo KATSUYUKI, Directeur de l'institut FRA et ses équipes nous ont accueilli au sein de leur laboratoire pendant deux jours. Parmi les chercheurs de l'équipe scientifique, nous avons eu le privilège de travailler avec D^r Tadashi MATSUBARA, Tomohiro OKAMURA et D^r Goh ONITSUKA.

Hamaguchi Masami	Enseignant Chercheur : Biologie moléculaire, spécialisé sur l'huître et l'environnement.	Faculty of Marine Science and technology, Research Center for Marine Bioresources	Fukui Prefectural University.
Hori Masakazu	Responsable Coopération France Japon (Ifremer/FRA)	Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA)	FRA Hatsukaichi Institute
Matsubara Tadashi	Spécialiste phytoplancton, Recherche sur l'alimentation des bivalves; recherche commune avec Franck Lagarde (Ifremer Sète).	Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA)	FRA Hatsukaichi Institute
Okamura Tomohiro	Recherche sur l'alimentation des bivalves.	Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA)	FRA Hatsukaichi Institute
Onitsuka Goh	Environnement marin; distribution des larves.	Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA)	FRA Hatsukaichi Institute

Organismes et entreprises qui nous ont reçues :

Du 1^{er} au 10 octobre 2022, la délégation française accompagnée de ses partenaires de la délégation japonaise a pu visiter des structures scientifiques et professionnelles, rencontrer et échanger avec de nombreux interlocuteurs.

- 1 centre de recherche : institut FRA, à Hatsukaichi (baie de Jigozen).
- 2 centres techniques :
 - o Centre de recherche et de valorisation conchylicole : Centre de promotion des pêches et de l'aquaculture de Bizen (Baie de Hinase)
 - o Centre technique de la baie d'Hiroshima (Hiroshima Fisheries promotion Center),
- 2 coopératives de pêche et entreprises ostréicoles de la baie d'Hiroshima
 - o Etablissement de Youzo KIMURA
 - o Etablissement de SHIMADA Oyster Farm dans le canal de Miyajima (Hatsukaichi).
- 1 ferme aquacole sur l'Île de Osaki-Kamijima : ferme de Takashi SUZUKI (Farm Suzuki).

Convention de coopération entre les organismes français et japonais, signée par l'ensemble des participants des deux délégations en annexe p.51.



De gauche à droite, d'avant en arrière: Masami Hamaguchi (FRA), Franck Lagarde (Ifremer Marbec), Gladys Fonteyraud (CRC AA), Marion Béchade (CAPENA), Anne Lise Bouquet (CAPENA), Masakazu Hori (FRA), Toshi Watanabe (interprète), Felix Ansart (CRC 17).

4.2. Le voyage d'étude scientifique et technique (du 30 septembre au 11 octobre 2022³) : séminaires, rencontres et visites.

Vendredi 30 septembre : Paris Charles de Gaulle

Samedi 1^{er} octobre : Trajet en avion : Paris - Osaka Kansai 11h20/6h30 Taipei- 8h30/12h10 (+1jour) – 1 escale : Courte escale à Taipei

Dimanche 2 octobre : Osaka Kansai – Hiroshima (transfert en Shinkansen / hôtel : Hiroshima – Hatsukaichi) ; Prise en charge de la délégation française par l'interprète, Toshi Watanabe, à Osaka.

De la recherche à l'application : Laboratoire du Dr. Masakazu Hori-San et Dr. Masami Hamaguchi-San, et ses collaborateurs : National Research Institut of Fisheries and Environmental of Inlandsea (FRA)

a. J1 : Lundi 3 octobre : Laboratoire FRA

La recherche et la production conchylicole : vision globale de la situation conchylicole japonaise :

Séminaire organisé par Hamaguchi-san et Hori-san à Hatsukaichi (Hiroshima) au sein de l'institut FRA : **Accueil et présentation** de chaque intervenant, remise de cadeaux.



Visite de terrain : Site de Jigozen : Les tables de captage.



Les huîtres sont captées sur des cordées de coquilles Saint Jacques, placées au large, sur des radeaux avec 30m de fond, d'août à septembre.

En novembre, les radeaux sont déplacés près de la côte, en zone de balancement des marées, pour permettre la sélection naturelle des naissains. Ils y restent 4 à 5 mois avant de repartir sur des zones plus au large pour le grossissement des huîtres.

Figure 2 : Tables de collecteurs d'huîtres (naissains d'huîtres sur cordées de coquilles Saint jacques), en zone de balancement des marées pour la sélection naturelle des naissains, pendant 4 à 5 mois.

³ Les dates de la mission initialement prévues en 2021 ont décalées en 2022 en raison du risque Covid-19 et de la fermeture des frontières jusqu'en juin 2022.

Séminaire et discussion

Présentations des travaux réalisés par les équipes de chercheurs japonais (FRA) sur le milieu et la reproduction des huîtres au Japon.

- Le recrutement des huîtres (larves et captage), la production, les problèmes rencontrés en mer de Seto, par le P^r Masami Hamagushi et ses collaborateurs.
- Facteurs influençant la reproduction et développement des larves d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* en baie d'Hiroshima, par D^r Tadashi Matsubara
- Suivi des diatomées du nanoplancton comme source alimentaire des larves D d'huîtres creuses, par Tomohiro Okamura.
- Distribution verticale des larves d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* (modélisation des déplacements larvaires en fonction de la salinité), par D^r Goh Onitsuka.
- **Fin de journée** : Débriefing sur les acquis de la journée.

b. J2 : Mardi 4 octobre : Laboratoire FRA

Séminaire organisé par Hamaguchi-san et Hori-san à Hatsukaichi (Hiroshima) au sein de l'institut FRA :

L'ostréiculture en France, les structures et organisations professionnelles, et les suivis larvaires en France.

- Présentation des structures et organisations professionnelles en France (CNC, CRC), classements sanitaires, données socio-économiques, par Gladys Fondeur, CRCAA.
- Les « démarches qualité » en France, les labels, marques et IGP Marennes-Oléron, par Félix Ansart, CRC17.
- Discussion sur les approches sanitaire France – Japon.
- Mission du LER Occitanie : Observatoires et Réseaux : présentation d'ECOSCOPA, VELYGER, différents réseaux et suivis des anomalies de températures et au développement de *Picochlorum* dans l'étang de Thau, par Franck Lagarde (Ifremer Sète).
- Suivi larvaire en Nouvelle Aquitaine, par Marion Béchade (CAPENA).
- Optimisation de la reconnaissance larvaire par la coloration : résultats des essais réalisés en Nouvelle Aquitaine, par Anne Lise Bouquet (CAPENA).
- Echanges avec le P^r Masami Hamaguchi sur les résultats et l'optimisation de la méthode de coloration des larves.



- Démonstration de manipulation au laboratoire et d'observation de larves colorées, par le Pr Masami Hamaguchi.



Pr Masami Hamaguchi (FRA) : démonstration de coloration de larves



Observation des larves colorées au microscope à épifluorescence.

- **Fin de journée** : Débriefing sur les acquis de la journée.

Application sur le terrain

Du suivi larvaire à l'élevage : la production et les organisations professionnelles.

Objectif : Comprendre le fonctionnement des coopératives de pêche et d'aquaculture qui gèrent les zones de production et les suivis de recrutement : l'attribution des lieux de reproduction, les dates de récolte, la gestion du suivi sanitaire, la gestion de l'environnement et la gestion de la commercialisation.

c. J3 : Mercredi 5 octobre

Visite de terrain n°1 : Centre de promotion des pêches et de l'aquaculture de Bizen (Baie de Hinase) ;

Coopérative de pêche de la baie d'Hinase et approches environnementales Satoumi.

Présentation des approches environnementales (approches Satoumi et Satoyama) et de la gestion de la conchyliculture pour optimiser la productivité et la reproduction des huîtres, par M Takehiro Tanaka, directeur de l'Institut de Recherche Satoumi.



Présentation des actions de restauration des écosystèmes et du développement de l'ostréculture en baie de Hinase.



Le port de Hinase.

À la suite d'un typhon en 1961, les herbiers à zostères ont été détruits sur cette baie, impliquant une perte de production conchylicole et de pêche, ainsi qu'une crise économique. C'est ainsi

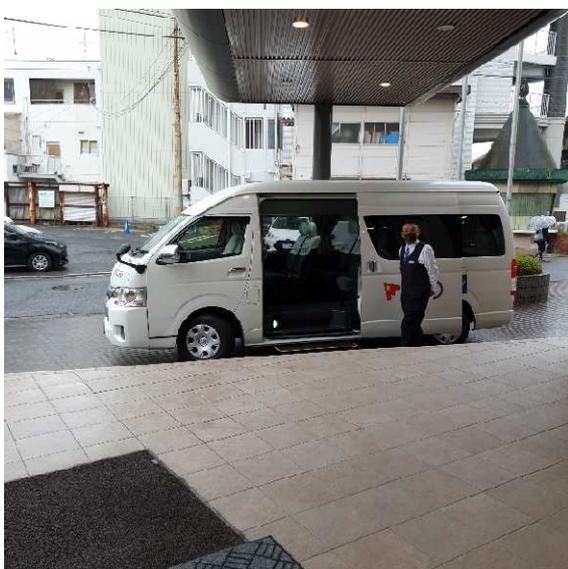
qu'une fondation pour la restauration des herbiers et la restructuration de la filière conchylicole et de la pêche a été créée.

Cette fondation a permis la mise en place d'un plan de restauration pour les herbiers, qui ont pu se développer à nouveau grâce à de nombreux semis successifs (détails 2^{ème} partie : II.7.1 p. 41).



Hinase bay : radeau et captage.

- **Fin de journée** : Débriefing sur les acquis de la journée.



Minibus avec chauffeur pour les déplacements de la mission.

Zootecnie : de la larve à l'adulte

d. J4 : Jeudi 6 octobre : Du captage naturel au grossissement en mer sur les radeaux en bambou

Visite sur le terrain n° 2 : Coopératives de pêche de la baie d'Hiroshima

Accueil par le directeur de la coopérative de pêche d'Hiroshima et rencontre avec un professionnel, M Kimura Youzo qui travaille en mode traditionnel et visite de son entreprise.

- Visite technique : du captage à l'élevage des huîtres avec cordées d'huîtres suspendues, traitement et transformation de la chair.
- Echanges sur les méthodes de recrutement et de commercialisation.



Tapis roulant pour monter les cordées d'huîtres du bateau à l'établissement.



Mise en bassin dégorgeoir des huîtres.



Décortiquage des huîtres.



Paquet d'huîtres issue d'une cordée.



Visite sur le terrain n° 3 : Centre technique de la baie d'Hiroshima (Hiroshima Fisheries Promotion Center : HFPC). Suivi du captage et de la gestion des naissains d'huîtres

- Sortie en mer sur leurs structures d'élevage.
- Démonstration de pêche de larves.



Centre de promotion des produits de la pêche et de l'aquaculture d'Hiroshima.



Départ sur les structures d'élevage et pêche de larves.



Filet à plancton et flacons de prélèvements de larves.



Cordée de collecteurs : coquilles St Jacques.

- Présentation des suivis larvaires et des comptages de naissains sur collecteurs.
- Confrontation des méthodes et des critères de détermination larvaire.
- Visite du centre avec présentation des techniques d'élevage d'huîtres.



Préparation d'un échantillon d'eau prélevée en mer pour observer les larves.



Détermination de la densité de naissains captés sur collecteurs (coquille St Jacques).

- **Dernière partie du séminaire** à Hatsukaichi (Hiroshima) au sein de l'institut FRA : Adaptation des élevages d'huîtres en Méditerranée face aux crises et au changement climatique, par Franck Lagarde ;
 - Résultats des recherches sur les blooms de *Picochlorum*
 - Optimisation du captage naturel dans l'étang de Thau
 - Adaptabilité et résilience des huîtres locales face aux changements climatiques et aux pressions sanitaires.
- **Fin de journée** : Débriefing sur les acquis de la journée.

Du naissain à l'aquaculture intégrée

e. J5 : Vendredi 7 octobre

Visite de terrain n°4 : Ferme ostréicole Suzuki sur l'île Osaki-Kamijima

Rencontre avec M Takashi Suzuki et visite de son entreprise ostréicole.

M Suzuki possède une entreprise individuelle sur l'île d'Osaki-Kamijima et il est membre de la Coopérative d'Osaki pour l'exploitation des concessions en mer.



De gauche à droite, d'avant en arrière : Anne Lise Bouquet (CAPENA), Tadashi Matsubara (FRA), Takashi Suzuki (Farm Suzuki), Masakazu Hori (FRA), Masami Hamaguchi (FRA), Toshi Watanabe (interprète), Marion Béchade (CAPENA), Gladys Fonteyraud (CRCAA), Felix Ansart (CRC17), Franck Lagarde (Ifremer Marbec).

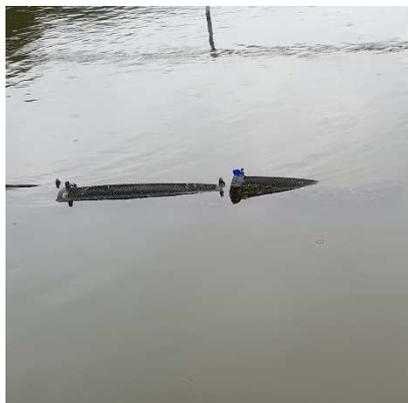
- Approche du captage associé à l'écloserie artisanale.
- Ostréiculture multi-trophique intégrée en marais : élevage d'huîtres et de crevettes associées.
- Techniques de valorisation de leurs productions.

M Takashi Suzuki, installé depuis 2011, produit des Crevettes impériales, *Marsupeanus japonicus*, sur le modèle des élevages charentais, associées aux huîtres, *Crassostrea gigas*, en marais depuis 2011 (Détails techniques dans la 2^{ème} partie : 4.2 p. 33).

- Echanges sur ses méthodes d'élevage d'huîtres
 - Naissains triploïdes en provenance du Centre technique de Fikoshima (1,5mm) mis en « flopsea » (nurserie intensive en pleine eau).
 - Développement d'une micronurserie au sein de son entreprise.
 - Production d'huîtres en casiers australiens sur longline en marais et en mer.



Etablissement ostréicole.



Casiers australiens en marais.



Longue ligne en marais.

- Echange sur les élevages associés, problématiques rencontrées sur l'élevage de crevettes (croissance, nourrissage, mortalités, productivités, caractéristiques de leur milieu d'élevage).
 - Crevettes élevées à la densité de 5 à 7 Post-larves/m².
 - Apport de probiotiques (stimulation de la décomposition du milieu) et d'aliments très riches en protéines (70%).
 - Technique (préparation des marais et élevage) et plan de production similaire au modèle charentais.



Surgélation des crevettes.



Huîtres semi-ouvertes surgelées.



Huîtres crues décongelées.

- **Fin de journée** : Débriefing sur les acquis de la journée.

f. J6 : Samedi 8 octobre

Visite sur le terrain n°5 : Ostréiculteur dans le canal de Miyajima (la ferme Shimada-Suisan), membre de la Coopérative de Miyajima.

Rencontre avec M Shimada, ostréiculteur sur le canal de Miyajima, à Hatsukaichi :

- Entreprise de production d'huîtres sur radeaux.
- Etablissement de décoquillage d'huîtres.
- Bar à huîtres <https://shimadasuisan.com/kakigoya-en.html>.
- Visites en bateau des concessions. <https://shimadasuisan.com/taiken-en.html>.
- Elevage sur radeau d'huîtres issues de captage naturel sur cordées et d'huîtres triploïdes élevées en lanternes.

Les huîtres triploïdes issues d'une éclosérie privée appartenant à Yanmar (fabricant de moteurs de bateaux) située à Hiroshima, sont placées en lanternes au large. Il est l'un des précurseurs à travailler l'huître 3N en lanterne au Japon. Pour lui, l'avantage des triploïdes est de faire de l'huître une à une, avec une forme plus ronde, avec plus de chair et qui grossit plus vite.

- Exploite 100 radeaux.
- Production d'environ 30 T d'huîtres en coquille et 3 T de chair d'huîtres.
 - Commercialisation : Grossistes et Bar à huîtres.



Ets Shimada : Bar à huîtres



Ets Shimada : Vente directe et Visite en bateau



Cordée d'huîtres sur radeau.



Radeau en bambou près de l'île de Miyajima.

- **Etablissement et bar à huîtres :**



Cordées avant détroquage des paquets.



Détroquage des huîtres pour les mettre une à une.



Bassin dégorgeoir et de traitement au chlore.



Salle de décoquillage des huîtres.





Le bar à huîtres : diverses préparations d'huîtres cuisinées.

- **Fin de journée** : Débriefing sur les acquis de la journée.

Dimanche 9 octobre :

- **8 :00** : Transfert en Shinkansen **vers Osaka**
- **OSAKA – TAIPEI** 13h10- 15h05.
- Escale de 8h40 à l'aéroport de Taipei
 - **Réunion de travail** : Débriefing, synthèse des acquis et organisation pour le rapport final de coopération France – Japon.



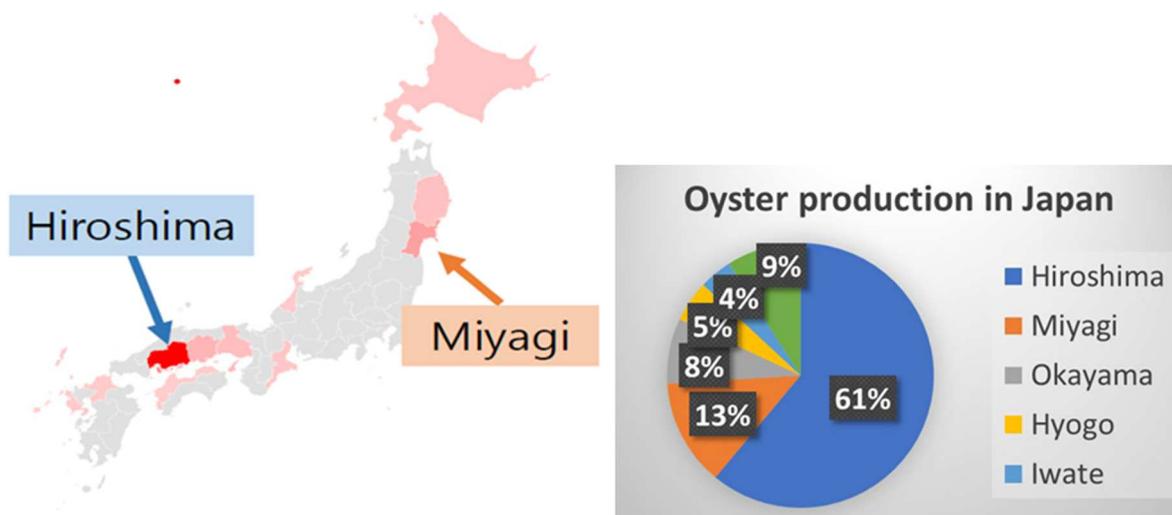
- Départ pour la France 23h40/8h30 (EVA Air).

Lundi 10 octobre : arrivée à **Paris** 8h30.

II. 2^{ème} partie : les thématiques abordées

1. La filière ostréicole au Japon

Avec une production ostréicole de près de 400 000T, le Japon est un acteur majeur de l'ostréiculture. On y cultive principalement l'espèce *Crassostrea gigas*. Les zones de production couvrent l'ensemble du territoire du Nord au Sud.



La Baie d'Hiroshima représente 61 % de la production nationale (240 000 T). Elle est la principale zone de production, avec près de 300 entreprises, exploitant 13 000 radeaux. On y cultive les huîtres depuis plus de trois siècles. Il y a très peu de mytiliculture sur ce territoire afin de limiter les compétiteurs trophiques et éviter le captage de moules sur les huîtres (optimisation de travail). Les palourdes sont issues essentiellement de la pêche, notamment dans l'Ouest de la mer de Seto où la prédation y est limitée.

Au Japon, les préfectures ont un rôle d'encadrement de la filière. Pour la circonscription visitée, l'HIROSHIMA Fisheries Promotion Center (HFPC), est un centre technique public dont les champs d'action sont étendus :

- Planification et réalisation des prélèvements d'eau et de coquillages pour la surveillance du milieu et des établissements d'expédition ;
- Réalisation des suivis du recrutement des huîtres en baie d'Hiroshima (suivi des larves et du captage) ;
- Approvisionnement en naissain d'huîtres triploïdes les entreprises ;
- Participation à la promotion de la filière.

Au Japon, l'huître triploïde est connue depuis une dizaine d'année. Cet élevage se démocratise depuis seulement 2 à 3 années, mais reste peu exploité.

La profession fait majoritairement le choix de travailler des naissains issus de captage naturel. Il n'y a pas d'huîtres diploïdes d'écloserie produite.

La commercialisation des huîtres est essentiellement basée sur les huîtres décoquillées.

2. Le suivi du recrutement des huîtres

2.1. Les suivis des larves et des naissains au Japon

Le captage naturel étant pratiqué par l'ensemble des ostréiculteurs, les suivis des larves et du captage sont réalisés afin d'apporter une aide à la gestion de pose de collecteurs.

Le suivi des larves au Japon est réalisé par les centres techniques et/ou les coopératives professionnelles.

En Baie d'Hiroshima, les pontes d'huîtres se déroulent de juin à août, lorsque la température atteint 23°C. L'optimum est de 26°C dans l'eau. La survie larvaire est estimée à 0,5%.

Les larves sont majoritairement présentes en surface, jusqu'à -2m. Lorsqu'il pleut, il y a des variations de températures et de salinité. Les larves descendent dans la colonne d'eau, de -2 à -3m. Il n'y a plus de larves au-dessous de 5m.

Au Japon, les prélèvements sont réalisés avec un filet à plancton dont le maillage est plus important qu'en France (40µm) car ils recherchent principalement l'identification des larves au stade « grosse », prêtes à se fixer.

Ainsi au Centre technique de la baie d'Hiroshima, la maille du filet est de 72µm et à l'institut FRA, ils prélèvent avec un filet de maille de 50µm.

Démonstration de prélèvement et de suivi de larves par le Centre technique d'Hiroshima Bay : Centre technique de la baie d'Hiroshima (Hiroshima Fisheries Promotion Center : HFPC)

Les prélèvements sont réalisés grâce à un filet de maille de 72µm afin d'observer les larves à partir de la taille de 90nm jusqu'au stade de fixation, par tranche de taille de 30µm, donnant 9 classes de taille :

- >90µm ; >120µm ; > 150µm ; > 180µm ; >210µm ; >240µm ; >270µm ; 300µm et >330µm (larves au stade de fixation).

De juin à août, le centre réalise des prélèvements d'eau pour le suivi de larves sur 20 sites tous les 2 à 3 jours, et le suivi du captage sur les mêmes sites par la pose et la relève quotidienne de collecteurs. Les prélèvements sont réalisés tous les jours à la même heure.

○ La méthode de suivi

La pêche des larves se fait par un filet (maille de 72 µm) lesté jeté à l'eau à -5m et remonté manuellement. Le filet est ensuite rincé 3 fois.

Cela correspond à un volume estimé de 300l. Les comptages réalisés donnent des densités de larves pour 300l d'eau.

Le filet est muni d'un collecteur pour récupérer l'échantillon d'eau de mer qui est versé dans un flacon. Les échantillons sont fixés au formol.

De retour au laboratoire, le prélèvement est mis dans une cuve en verre, puis brassé de façon circulaire pour centrer les larves. Le surnageant est pipeté et rejeté. Cette manipulation est répétée plusieurs fois. Cela permet de centrifuger les larves et de supprimer les débris et sédiments.

Le culot restant est ensuite récupéré et placé sur la lame d'observation.



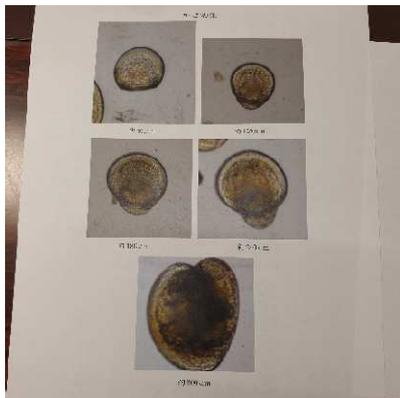
Filet de pêche



Echantillon d'eau pour suivi des larves



Centrifugation manuelle de l'échantillon



Larves d'huîtres creuses.



Larves de balanes.

Le suivi consiste à compter les larves d'huîtres et des larves de balanes.

Les balanes ayant la même période de reproduction que les huîtres, mais avec une croissance plus rapide, les larves en fixation prennent plus de place et limitent la fixation des naissains d'huîtres sur les collecteurs.

Les professionnels cherchent à poser les collecteurs lorsque les densités de balanes sont le plus faibles.

Le suivi des naissains est réalisé quotidiennement sur 20 sites entre juin et août pour caractériser le captage. Le centre pose des cordées constituées de 3 groupes de 3 coquilles et prélève chaque jour la coquille du milieu pour connaître l'effort de captage.

Les prélèvements sont faits tous les jours à la même heure, en début de matinée, et les résultats sont envoyés aux professionnels avant midi

Les comptages de naissains d'huîtres et de balanes sont réalisés sur les deux faces de chaque coquilles S^t Jacques prélevées, soit 3 coquilles par cordée.

Si le comptage d'une face présente au moins 100 naissains d'huîtres, le captage est considéré comme bon.

2.2. L'optimisation des suivis des larves d'huîtres par la coloration

À la suite des échanges avec l'équipe de FRA depuis 2019, des essais de coloration des larves d'huîtres ont été menés en Charente Maritime afin d'optimiser le suivi du recrutement des mollusques.

Bilan des essais de la méthode de coloration des larves d'huîtres (présentation du 03/10/22) :

Contexte : CAPENA rappelle la méthodologie de pêche de larves pour le réseau VELYGER :

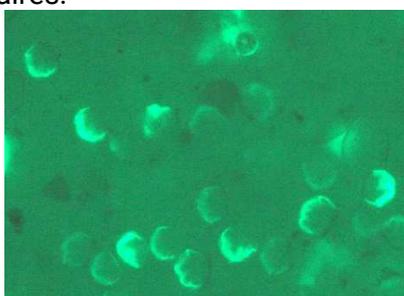
- Les prélèvements sont réalisés par pompage de 1,5m³ d'eau de mer sur un filet de 40µm.
- Au laboratoire, filtration sous tamis de 40µm et 132µm pour déterminer les 4 stades larvaires.
- Les comptages et la détermination des 4 stades de développement des larves sont faits sous microscope inversé, en lumière blanche.

Cette méthode de comptage est chronophage. Ainsi la méthode de coloration des larves présente un intérêt et serait une première phase dans l'optimisation des suivis du recrutement des mollusques. L'objectif serait de développer une méthode de reconnaissance par l'imagerie numérique et permettre d'automatiser ces comptages.

Grâce aux premiers échanges lors du séminaire VELYGER en 2019, des tests ont été faits en 2020 et 2021 par CAPENA avec le prêt d'un microscope à épifluorescence par Ifremer la Tremblade.

Résultats et discussion :

Au vu des observations de CAPENA, il est difficile de reconnaître les différents stades larvaires.



Larves au stade « Petites »



Larves au stade « Petites évoluées »



Larve au stade « Moyennes »



Larve au stade « Grosses »

La coloration n'est pas totale sur l'ensemble de la larve et la fluorescence s'estompe rapidement (au bout de 15mn, ce qui n'est pas compatible avec le temps de comptage d'un échantillon).

Au vu des photographies, M. Hamaguchi pense qu'il y a un problème de matériel. CAPENA regardera quel matériel est utilisé au laboratoire FRA.

Au Japon, la maille du filet à plancton utilisé pour les prélèvements de larves est différente de celle utilisée en France :

- Au centre d'Hiroshima : 72 μ m ; ils recherchent les larves de grosses tailles, prêtent à se coller.
- A FRA : 50 μ m ; cette maille permet d'observer les larves D en limitant les éléments inutiles qui chargent nos échantillons.

M Hamaguchi explique que la maille de 40 μ m semble trop petite car elle retient beaucoup d'éléments de petites tailles, de sédiments et de débris.

Comment améliorer les observations ?

M. Hamaguchi pense qu'un temps de réaction d'une heure est suffisant.

Il est possible d'augmenter la dose d'anticorps cependant cela coûte cher.

Le facteur limitant semble être le fait que les échantillons soient très chargés. Il faudrait supprimer les sédiments.

CAPENA indique que les sédiments sont très fins. Malgré les dilutions, les sédiments restent présents avec l'homogénéisation.

M. Hamaguchi préconise une méthode par centrifugation sur boîte de pétri. Par densité, les larves se retrouvent au milieu de la boîte de pétri et le sédiment autour.

En France, la méthode actuelle étant un protocole national, il est difficile de la modifier. Il ne faut pas avoir de perte d'information. Il est nécessaire de comparer la méthode standardisée de comptage et la méthode proposée par M. Hamaguchi afin de voir si les résultats sont similaires.

Au Japon, la comparaison des 2 méthodes montrent que les résultats obtenus sont similaires à 95%. Il n'y a donc pas trop de perte d'information.

En 2021, de nouveaux tests ont été réalisés avec :

- Une simple et double dose d'anticorps ;
- Des échantillons ont été dilués afin de réduire la turbidité ;
- La durée de réaction a été rallongée dans l'Eppendorf (1h de réaction, dilution du culot avec le tampon qui a permis une meilleure observation).

Afin d'avoir d'optimiser l'observation, une personne d'Ifremer a proposé d'utiliser du BSA (Bovine Serum Albumine) ou des protéines de lait : est-ce une bonne solution ?

Cela pourrait être testé avec du BSA mais pas avec les protéines de lait.

CAPENA a observé des crustacés qui prenaient la fluorescence. Les crustacés mangeant du zooplancton, il est possible que les fragments de protéines se colorent.

Les échantillons japonais sont clairs et les formes reconnaissables.

Il est nécessaire de réduire la quantité de plancton dans les échantillons par un brassage circulaire qui permet une centrifugation : les larves se concentrent au milieu de la coupelle.

M. Hamaguchi indique qu'il n'y a pas de date limite des anticorps du moment que la solution est conservée au réfrigérateur.

En résumé : il faut limiter le bruit de fond et les débris, afin d'avoir une observation cohérente durant le laps de temps de la fluorescence (amplification de la fluorescence). La reconnaissance par coloration est une première étape pour ensuite déterminer la taille des larves.

L'automatisation par imagerie numérique est-elle réalisée au Japon ?

La technique est presque opérationnelle et la méthode semble fonctionner. CAPENA continuera de suivre ces échanges.

La méthode de coloration est-elle développée pour la reconnaissance d'autres larves de mollusques ?

La technique existe pour toutes les espèces de palourdes, et les huîtres perlières. Ifremer a un programme de recherche sur les palourdes. Franck Lagarde discutera avec FRA de la coopération du Japon dans cette étude et des conditions financières.

La technique n'existe pas pour l'huître plate.

Concernant les moules, les Japonais n'ont pas le brevet, ainsi il leur est interdit de développer cette méthode.

2.3. Interactions avec l'environnement

Il existe de nombreux facteurs influençant le recrutement des larves d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, qui conditionnent la ponte, le développement larvaire, la métamorphose et la fixation.

En premier lieu, c'est la quantité de larves disponible dans le milieu qui définira la réussite du recrutement (Barbier 2022 ⁴). Si cette condition intrinsèque à l'espèce est favorable alors d'autres facteurs environnementaux moduleront l'intensité et la période de captage.

La qualité de l'eau via la température et la salinité est fondamentale pour assurer un bon développement larvaire et le recrutement. La température élevée d'un écosystème favorise notamment la reminéralisation de la matière organique et l'alimentation des larves et ainsi le développement larvaire et le recrutement.

Les larves se déplacent au cours de leur vie pélagique avant la métamorphose et la fixation. La dispersion des larves est également directement en lien avec les paramètres du milieu. La salinité a, par exemple, un impact direct sur la distribution verticale des larves et leur déplacement dans la colonne d'eau (Matsubara *et al.* 2022 ⁵). En effet, les larves ont plutôt tendance à nager vers la surface, mais en évitant les faibles salinités.

Au-delà des variables climatiques telles que la température et la salinité de l'eau, et hydrodynamiques tels les mouvements des masses d'eau liés aux courants, marées, d'autres facteurs biotiques sont fondamentaux. C'est le cas notamment de la disponibilité et de la qualité du phytoplancton présent dans le milieu, puisqu'il s'agit de la ressource nutritive pour les larves et les bivalves ^{6,7,8}, elle-même influencée par les changements climatiques.

Nous savons depuis 1970 que les larves d'huîtres ne peuvent assimiler que des particules inférieures à 10µm (nanoplancton et picoplancton). Le plancton joue un rôle important pour l'évolution des larves, en particulier la quantité de nanoplancton puisque le succès du recrutement est assuré en partie lorsque le nanoplancton est dominant.

⁴ Barbier P. (2022) Développement d'indicateurs relatifs à la dynamique larvaire et de captage des huîtres et des moules dans le PNM EGMP et le PNM BA – Volet 1 : Proposition de niveaux de référence de captage et d'indicateurs larvaires. Rapport technique n°1, CAPENA, PNM EGMP, PNM BA, 133 p.

⁵ Matsubara *et al.* (2022). Factors driving the settlement of Pacific oyster *Crassostrea gigas* larvae in Hiroshima Bay, Japan. Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA).

⁶ Pierrick Barbier. Déterminisme du recrutement des bivalves sous contraintes environnementales et anthropiques. Thèse de doctorat. Muséum National d'Histoire Naturelle, 2016. Français.

⁷ Lagarde F. *et al.*, (2017). Recruitment of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a shellfish-exploited Mediterranean lagoon: discovery, driving factors and a favorable environmental window. *Marine Ecology Progress Series*, 578, 1-17

⁸ Toupoint N. *et al.*, (2012a). Match/mismatch between the *Mytilus edulis* larval supply and seston quality: effect on recruitment. *Ecology* 93: 1922-1934
Rapport Final d'Exécution – Mesure 62.1.c du FEAMP

En effet, le développement larvaire et le délai de métamorphose dépendent de la qualité trophique de la ressource (Lagarde et al. 2018^{9,10}). Si le phytoplancton disponible n'est pas de bonne qualité, le délai de métamorphose des larves est allongé car la larve va continuer de grossir sans se fixer en attendant les bonnes conditions trophiques. La larve aura donc finalement une moins bonne fixation et survie.

Ainsi le captage sur les collecteurs et la métamorphose sont des étapes de blocage dans le cycle de reproduction des huîtres si la ressource nutritive disponible est faible. La contribution de nanoplancton autotrophe et de diatomées assure le succès de recrutement puisqu'elle favorise le captage et la métamorphose.

Les fenêtres de recrutement de *Crassostrea gigas* sont contrôlées par la connectivité hydrodynamique et les fonctions trophiques du milieu.

3. Le cycle d'élevage et technique de production au Japon

3.1. Le captage naturel et le suivi des naissains

Le captage naturel est privilégié au Japon. Pendant longtemps, il était interdit de faire de l'huître triploïde. Cela est autorisé depuis près de 10 ans, mais son exploitation se démocratise surtout depuis 3 ans.

La reproduction des huîtres est observée entre juin et août.

Les collecteurs sont des valves de coquilles S^t-Jacques, enfilées sur des cordées de 10m par un fil de fer et espacées avec des entretoises d'environ 2-2,5cm. Ces cordées sont regroupées par 2 et disposées en califourchon (non attachées) sur les traverses des radeaux. Un pan de corde contient 40 coquilles. Ainsi une corde de 10m contient 80 coquilles.



Les radeaux sont ensuite placés dans les zones les plus propices au captage.

Les zones destinées au captage sont définies par les centres techniques qui évaluent l'effort de recrutement. Dans la baie d'Hiroshima, c'est le Hiroshima Fisheries Promotion Center (HFPC) qui réalise les prélèvements (voir le suivi des larves et des naissains au Japon 2.1 p. 23).

3.2. L'utilisation d'huîtres triploïdes

Certains exploitants achètent des naissains d'huîtres triploïdes pour un gain de temps en termes de cycle d'élevage et un gain en taux de chair. Cette technique d'élevage est pour l'instant peu répandue au Japon.

A Hiroshima, le HFPC fournit aux professionnels des huitres triploïdes déjà fixées sur coquilles Saint Jacques mais d'autres acteurs privés (Yanmar) vendent des larves d'huîtres triploïdes pour le télécaptage.

⁹ Lagarde et al. (2018). Trophic environments influence size at metamorphosis and recruitment performance of Pacific oysters. Ifremer, Sète.

¹⁰ Lagarde et al. (2019). Duality of trophic supply and hydrodynamic connectivity drives spatial patterns of Pacific oyster recruitment. Ifremer, Sète.

M. SUZUKI achète des larves de 1,5mm (triploïdes et diploïdes) qu'il met en « flopsea » dans ses marais à partir de juin (Casiers faisant office de nurserie intensive en pleine eau). Les températures favorisent la croissance des naissains. En un mois, les naissains mesurent entre 2 et 3cm.

La ferme SUZUKI va prochainement construire sur son site une nurserie d'huîtres.

M. Shimada est l'un des précurseurs dans l'utilisation de naissains de triploïdes une à une (achat de taille 2 à 3 mm). Ayant testé l'élevage en poches ovales, placées près de la côte, il obtenait des huitres fortement contaminées par les virus. Ainsi, il a préféré développer l'élevage en lanterne plus au large. Cela lui permet d'avoir des huîtres à la forme un peu plus ronde et plus charnues en début de saison.

3.3. Le pré-grossissement



6 mois après le captage (généralement entre septembre et décembre), les cordes sont récupérées et suspendues sur tables sur estran, afin de sélectionner naturellement les naissains les plus résistants. Cette étape de pré-grossissement dure 4 à 5 mois.

Tables de prégrossissement des naissains naturels à Jigozen.

3.4. Elevage.

A la suite du pré-grossissement sur estran, les cordées sont descendues en eau profonde. Les cordes sont dédoublées et des entretoises plus grandes (25 cm) sont changées sur le bateau pour espacer les coquilles et favoriser la croissance des huîtres.

Les cordées font 10 m et sont placées sur des radeaux en bambou. Elles seront immergées durant toute la période d'élevage. Le fait de descendre les cordées permet d'avoir moins de fouling (eau plus profonde). Le dédoublement peut être réalisé à 6 mois ou 18 mois (après un an sur radeau) selon les entreprises.

Les ostréiculteurs japonais laissent les huîtres 1 à 2 ans sur les radeaux. Ceux-ci peuvent être déplacés en fonction de la météo, des zones les plus propices à la croissance des huîtres ou en fonction des conditions hydrobiologiques.

Par exemple, en baie d'Hinase, les professionnels déplacent les naissains pour les protéger des typhons. En baie d'Hiroshima, les radeaux d'huîtres juvéniles sont plutôt côté rivièr (près des côtes) afin qu'elles poussent rapidement. Ceux-ci sont ensuite déplacés vers une zone plus profonde entre juin et septembre afin d'éviter le manque d'oxygène et les conséquences de la saison des pluies sur la qualité de l'eau.



Printemps année n : Pose de collecteurs en pleine eau sous les radeaux.



Automne année n (entre septembre et décembre) : déplacement des radeaux avec collecteurs sur l'estran pour réaliser la sélection naturelle (durée 4 à 6 mois).



Printemps année n+1 : Dédoublage de coquilles avec les naissains, et déplacement des radeaux au large, en fonction des conditions de milieu (phytoplancton; température, reproduction, climat) pour réaliser l'élevage (6 à 12 mois).



Retour des huîtres marchandes à l'établissement pour le détroquage et le décoquillage des huîtres.



Cycle de l'huître, du naissain sur collecteur aux huîtres marchandes (paquet)

Maquettes issues du musée du Centre pour la promotion des produits de la mer d'Hiroshima (HFPC).

3.5. Caractéristiques et gestion des radeaux

La taille des radeaux et le nombre de radeaux par entreprise sont règlementés par la Préfecture.

Dans la baie d'Hiroshima, chaque radeau mesure 10 x 20 m. Il est autorisé d'exploiter 50 radeaux par bâtiment ostréicole (la ferme SHIMADA qui a 2 bâtiments, possède 100 radeaux). Un radeau peut contenir 668 cordes et leur durée de vie moyenne est de 6 ans. La Préfecture organise également de manière équitable la répartition des places de radeaux afin que chaque établissement détienne des emplacements dans toutes les catégories de zones (de faible à forte productivité). Ensuite, l'emplacement des concessions au sein de chaque zone est déterminé par tirage au sort pour une durée de 3 ans. C'est aussi la Préfecture qui autorise la pose et l'enlèvement des radeaux.

Dans la Baie de Bizen, un tirage au sort est réalisé chaque année par la Préfecture pour attribuer les concessions (voir Annexe 1 : p 51). Cela permet une équité d'attribution.

Le déplacement des radeaux se fait pendant la marée montante pour être poussés par la force du courant. Les radeaux sont fixés par groupe de 4 successifs et deux bateaux placés de part et d'autre des radeaux à l'arrière permettent de les guider.

Les professionnels peuvent également faire appel à des prestataires pour déplacer les radeaux.

Grâce à cette technique d'élevage, les ostréiculteurs essaient d'avoir un moindre impact écologique au niveau de leur production. Seuls les flotteurs et les entretoises sont faits en matériau plastique ou polystyrène.

4. Elevage en marais et diversification : Cas de la ferme Suzuki

La visite de l'établissement de M Suzuki, sur l'Île de l'île d'Osaki-Kamijima a permis de découvrir l'élevage associé d'huîtres et de crevettes impériales en marais, inspiré du modèle français. Le site est constitué de 4 bassins, creusés sur un ancien marais salant qui permis la production de sel de 1900 à 1950.

En 1950, ce fut le début de l'élevage de la crevette impériale, appelée Kuruma au Japon, sur ce site où la production s'est développée jusqu'en 1990.

En 1990, cet élevage était géré par le groupe Mitsubishi, avec une production intensive de 50T. Mais l'utilisation de produits chimiques a favorisé la détérioration du marais et l'importation de post-larve depuis la Chine a provoqué la contamination par le virus provoquant la maladie des points blancs (White spot virus). Ce fut un des premiers virus qui s'est exprimé dans l'élevage. La ferme fut fermée pendant 3 ans et M Mitsubichi a abandonné son marais.

Après 13 ans sans production, le marais s'est assaini. M Suzuki en a fait l'acquisition en 2011.

Le marais est constitué de 4 bassins : 2 bassins de 15 000m² et 2 bassins de 35 000m², soit 100 000m² (10 ha d'eau).

Il produit des huîtres et des crevettes impériales depuis 2011.

M Suzuki est venu en France plusieurs fois, notamment sur le secteur de Marennes-Oléron, où il a rencontré des producteurs en marais. Il s'est inspiré des techniques pratiquées en marais salés charentais pour l'appliquer sur son site au Japon, pour les huîtres comme pour les crevettes.

4.1. Les huîtres en marais associées aux crevettes impériales

Il achète 1 500 000 larves et pratique son propre télécaptage sur coupelles qu'il a fait venir de France. Il est le premier au Japon à utiliser les coupelles pour le captage de naissains.

Il achète également des naissains triploïdes (3N) au centre technique au stade 1 cm et 1,5 cm, pour les prégrossir dans des structures appelées « Flopsea¹¹ », en marais jusqu'à 3 cm.

Afin d'optimiser son prégrossissement, il a prévu la création d'une nouvelle nurserie en 2023.



Les huîtres sont ensuite mises en élevage dans des casiers australiens de chez Seapa¹² placés sur des longues lignes en mer et en marais.

Elles sont calibrées tous les 15 jours et remises en paniers australiens

Du captage à l'huître marchande, tout son cycle se faisait en claire jusqu'en 2018.

Mais depuis 4 ans, du fait du changement global, il transfère ses huitres de 2 à 3cm issues de flopsea en mer sur radeau.

En effet, la température de l'eau des claires augmentant très vite en été (plus de 28°C), du fait de la faible profondeur des en bassin, fragilisant les huitres. La vitalité des huîtres est meilleure en pleine eau (26°C).

¹¹ Flopsea : système de radeau avec une pompe intégrée pour la circulation d'eau. C'est l'équivalent d'une nurserie intensive en pleine eau.

¹² Seapa : Concepteur de matériel ostréicole, basé en Australie, spécialisé dans les casiers australiens, présent en Europe, Australie, Amérique et Asie.

Les huîtres sont ensuite rapatriées en claires à partir de l'automne. Le milieu étant plus riche en phytoplancton, celles-ci grossissent rapidement pour atteindre la taille commerciale dès novembre.



Casiers australiens en marais

La commercialisation :

Il commercialise en vente directe et en expédition, des huîtres fraîches et des huîtres crues surgelées.

Il a développé la dégustation à l'établissement.

4.2. Elevage de crevettes impériales en marais associées aux huîtres

L'élevage actuel de M Suzuki est basé sur une mise à l'eau de 5 à 7 post-larves/m², ce qui est peu pour le Japon qui travaille souvent à 20 post-larves/m² (Mitsubishi travaillait à la densité de 30 Post-larves/m²).

Il n'apporte aucun produit chimique à l'élevage. Il apporte un probiotique (bactéries) afin de favoriser la décomposition du plancton, et permettre le développement des proies naturelles. Le sol est riche en *Néréis*. Ensuite il apporte un aliment très riche en protéines (70%) basé sur la farine de poisson.

Cycle d'élevage des crevettes impériales :

- Mars-avril : vidange des bassins, nettoyage et assec.
- Mai : remise en eau des bassins avec filtration (maille des chaussettes : 250µm).
- Juin : mise à l'eau des post-larves et des prégrossis à la densité de 6 à 7 crevettes prégrossies/m²
- Durant l'élevage : apport hebdomadaire de probiotique et apport d'aliment 7 jours sur 7.
 - o Alimentation : 3 fois/jour jusqu'à 5g, puis 1 fois/jour le soir
- Octobre : les crevettes font 30g.

Les conditions de milieu permettent une croissance optimale grâce à :

- La température de l'eau qui va de 22°C en juin à 31°C jusqu'à mi-août. Sur l'île, la température de l'eau ne descend pas en dessous de 8°C.
- La stabilité de la salinité maintenue en continue à 30‰ grâce à la gestion des apports d'eau de mer (la mer de Seto est en moyenne à 33‰) et d'eau douce en provenance des résurgences naturelles et d'un forage.
- Le pH dans les bassins compris entre 8,1 et 8,7.

Les bassins ont un fond sableux et la hauteur d'eau est de 1,5 à 2 m.

La pêche des crevettes :

La pêche des crevettes est réalisée de septembre à janvier. Elle se fait à l'aide d'un filet tracté derrière une petite embarcation et une drague électrique chaque jour.



Filet de pêche tracté muni d'une drague électrique.

Lorsque la température descend en dessous de 14°C, ils placent un filet avec de la nourriture et le laisse toute la nuit en pêche.

La commercialisation :

La commercialisation se fait en produits vivants et en produits surgelés.

- Dégorgement : bassin rempli à l'eau de forage puis refroidi à 14°C



Dégorgeoir à crevettes



Pêche des crevettes en marais.



Crevette commercialisable.



Présentation par M Suzuki des dégorgeoirs et mode de commercialisation.

L'expédition des crevettes vivantes :

Le conditionnement se fait en caisse en carton avec de la sciure de bois refroidie à 5/6°C au réfrigérateur. Elles restent vivantes 3 à 4 jours l'été, et 5 à 7 jours l'hiver. Elles ne subissent aucun traitement.



Sciure de bois pour l'emballage des crevettes

Les crevettes surgelées :

Après dégorgeage, elles sont trempées dans une eau chargée de glaçons, pour les endormir. Elles sont triées, et mises en sachets sous vide, et surgelées sur place en 15mn dans un bain d'éthanol à -34°C.



5. Le volet sanitaire

Surveillance sanitaire au niveau des zones de production.

Les échanges franco-japonais ont permis d'appréhender la surveillance sanitaire réalisée dans la Baie d'Hiroshima.

Pour la vente d'huîtres crues, les contrôles sanitaires sont faits par le centre de promotion des produits de la mer (HFPC¹³).

Ils recherchent notamment les *vibrios* et les norovirus dans les coquillages.

Des analyses d'eau sont faites avant la saison.

Durant la saison (d'octobre à mars), les analyses NoV¹⁴ (méthode RT PCR) sont faits chaque semaine sur zone par la collectivité. Les résultats sont connus dès le lendemain.

¹³ HFPC : Hiroshima Fisheries Promotion Center

¹⁴ Recherche de norovirus.

6. La valorisation des produits et commercialisation

6.1. Commercialisation des huîtres.

Au Japon, les huîtres sont vendues toute l'année et principalement commercialisées en décoquillées. En baie d'Hiroshima, la saison de récolte des huîtres se fait d'octobre à mars-avril voire jusqu'en juin pour éviter la période de reproduction. Les huîtres commercialisées sont très charnues et de grosses tailles préférentiellement.



Huîtres décoquillées.

Monsieur Kimura (en élevage traditionnel), à la coopérative Hiroshima City Fisheries, commercialise la majorité de ses huîtres sous forme décoquillées.

Ses prix de vente :

- Huîtres entières entre 1000 et 2000 yens¹⁶/ Kg (7,90€ à 16€/kg) ;
- Huîtres décoquillées entre 3000 et 4000 yens/ Kg (23€ à 32€/kg).

De nouveaux modes de présentation dans les restaurants et en vente directe mettent plus en valeur la qualité de forme et de chair des huîtres. Les produits peuvent y être vendus entiers ou en demi-coquille (enlèvement de la valve supérieure afin que le consommateur puisse voir le taux de chair). Sous cette forme, dans un restaurant, le prix de vente serait de l'ordre de 500 yens/pièce (4€/pièce).

Ce mode de présentation a favorisé la commercialisation de l'huître surgelées, permettant une consommation durant toute l'année, et notamment durant la période de reproduction.



Demi-coquilles d'huîtres fraîches et surgelées



M Shimada, situé sur le canal de Miyajima, travaille en culture traditionnelle ainsi qu'en production de « une à une ». Il vend 3 T de chair/an, et 300 000 huîtres avec coquilles. Ses produits élevés en une à une, aux formes plus harmonieuses sont vendus plus chers.

¹⁶ 1000 yens représentent environ 7 euros

Monsieur Suzuki, qui pratique l'élevage associé huîtres-crevettes avec une culture en une à une, sur l'île de Kamijima, vend 50% de sa production en huîtres crues fraîches, et 50% en huîtres crues surgelées en demi-coquilles.

Il commercialise à l'expédition, en vente directe et en dégustation à l'établissement.

Ses prix de ventes :

- Vente à l'expédition : 150 yens/ pièce soit 1,20€/pièce, (huîtres d'environ 100g)
- Vente directe établissement : 250 yens/ pièce, soit 2€/pièce.



Huîtres crues décongelées



Huîtres surgelées crues en coquille

Les prix de vente qui nous ont été communiqués durant notre séjour présentent des fourchettes de valeur assez larges. Toutefois, il semblerait que le prix de vente sur les huîtres non décoquillées soit plus intéressant pour les producteurs.

6.2. Mode de consommation des huîtres

La consommation japonaise est totalement différente de la consommation française. Les Japonais privilégient le taux de chair et la consommation d'huîtres cuites, et cuisinées (soupes, beignets...).

La qualité de l'eau sur certains secteurs étant moins satisfaisante, il y a une interdiction de les manger crues si elles sont récoltées dans ces zones de production.

Néanmoins, ce mode de consommation est possible dans certaines zones et sur des huîtres provenant d'établissements agréés avec des contrôles sanitaires plus fréquents.

Les dégustations d'huîtres proposent ainsi des huîtres (crues fraîches, ou surgelées) à faire griller au barbecue.

Quelques exemples de plats à base d'huîtres :



Beignets d'huîtres



Omelette aux huîtres (spécialité de la baie d'Hiroshima)



Kokutaijyaki : Galette de nouilles de sarrasin avec du chou et une garniture d'huîtres.



Huîtres crues surgelées, décongelées.



Huîtres pochées en bouillon



Huîtres crues, fraîches, cuites au barbecue.

7. La restauration des herbiers à zostère à Bizen par la méthode Satoumi

Le concept Satoumi :

Le concept Satoumi est défini comme un paysage marin et côtier formé et maintenu par une interaction prolongée entre les humains et les écosystèmes. Ce concept doit permettre une grande variété de relations entre les hommes et leur milieu côtier. L'exemple type de la mise en place de ce concept est illustré dans la zone côtière de Hinase, où les pêcheurs entretiennent les herbiers de zostères, préservent l'estran et les fonds marins, apportant un bénéfice à la pêche et à l'ostréiculture.

Baie d'Hinase et Bizen :

Bizen, est une petite ville de pêcheurs, située au milieu de la mer de Seto, dans la Baie d'Hinase, Préfecture d'Okayama. Elle est composée à 80% de montagnes.

Elle est très célèbre pour son passé historique, avec la 1^{ère} école publique du Japon datant de 800 ans, et une des poteries les plus célèbres du Japon, datant de 800 ans (la céramique de Bizen).

Les productions principales dans cette baie :

- Huîtres sur radeau



- Pêche au chalutage (crevettes, raies,...)
- Pêche au filet traditionnel, le Tsubo-ami, qui est un filet maillant fixe :



- Pêche au filet dérivant (Driftnet) : Pour pêcher le « Maquereau espagnol »¹⁷, *Scomber japonicus*,

Destruction de l'environnement de la baie :

Durant les « trente glorieuses¹⁸ », le développement économique et industriel a provoqué une catastrophe écologique, au Japon comme en Europe. Le développement des villes et des industries a envoyé de plus en plus de polluants à la mer.

Les herbiers à zostères (*Zostera marina*) représentaient jusque dans les années 1950 jusqu'à 4500 Ha. La superficie des herbiers a commencé à diminuer suite à l'artificialisation des terrains, la pêche intensive, les moteurs, l'augmentation de la production d'huîtres : les fonds marins sont devenus plus vaseux, ce qui a rendu les eaux plus turbides. Dans les années 1950, les herbiers représentaient 13% de la superficie originelle (590 Ha). Elle diminuait encore jusqu'à 82 Ha en 1970. En 1961, un typhon a dévasté les zones d'herbiers, qui ne représentaient plus que 12 Ha.

¹⁷ Maquereau espagnol : *Scomber japonicus*, appelé aussi l'Etourneau sanzonnet ou Tonino ; Espèce de la famille des scombridés.

¹⁸ Les **Trente Glorieuses** : période de forte croissance économique et d'augmentation du niveau de vie qu'a connue la grande majorité des pays développés entre 1945 et 1975.

7.1. Restauration des milieux côtiers de la baie d'Hinase par la restauration des herbiers à zostère grâce à la méthode Satoumi

1981 : M Honda Kazuo, président de l'Association coopérative de pêche, décide de créer la fondation pour la restauration des herbiers.

1981 -1989 : Phase initiale du projet.

1981 : Début de collecte des déchets dans la mer par les habitants, car la ville n'avait pas les moyens financiers.

Il n'avait aucune connaissance sur les herbiers, mais il a cherché où mettre des graines pour le réensemencer.

1985 : Revitalisation des herbiers par des semis de graines.

Malgré les semis, les graines n'ont pas germé, certainement en lien avec les problèmes de la qualité médiocre de l'eau et la nature des sols d'où la réflexion sur les moyens d'améliorer la qualité du milieu.

1988 : Utilisation des coquilles d'huîtres pour tenter de stabiliser le fond benthique. Les huîtres étant consommées grillées et frites, la quantité de déchets coquillier est très importante. Une réflexion est menée pour valoriser ces coquilles, basée sur l'ensemencement de coquilles au fond de la mer.

1993 : Les scientifiques ont rejoint l'équipe de la fondation pour les aider sur les conditions de reproduction et de réaménagement :

- Détermination des conditions de reproduction des herbiers
- Création d'un plan de restauration, avec une subvention de 30 000 000 Yen¹⁹ :
National Research subsidy on basic research on eelgrass bed creation.

Les conditions nécessaires au bon développement des herbiers sont un milieu avec des mouvements d'eau et de la lumière.

1996 :

- La fondation a été précurseur sur la restauration des stocks de « Maquereaux espagnols japonais »²⁰, *Scomber japonicus*.
- Organisation de la gestion des huîtres par la mise en place d'un procédé inédit entre les ostréiculteurs et les pêcheurs ;
 - o En cas de tempêtes, les huîtres qui tombaient des collecteurs sont ramassées au filet par les pêcheurs pour être vendues sous le nom de « Huîtres tombées ».
 - o Les huîtres restées sur les collecteurs appartiennent aux ostréiculteurs

2000 – 2010 : phase de consolidation de la fondation

1997-2001 : Développement des techniques de restauration des herbiers, notamment la détermination de la hauteur de coquilles à mettre en place afin de stabiliser les sols

2002 : Création d'une aire d'ensemencement des herbiers pour développer la productivité de toutes les espèces (établissement d'une ferme marine)

2006 : Création d'un manuel de restauration des herbiers,

La récolte des graines doit se faire au printemps. La sélection et l'ensemencement des graines se fait à l'automne.

2002-2013 : Travail sur le projet de production de masse d'herbiers, avec la mise en place d'un programme de restauration avec rémunération des pêcheurs pour leur travail : Ecosystème Restauration Subsidy, associé à une subvention.

¹⁹ 30 000 000 Yen : environ 200 000 €

²⁰ Maquereau espagnol : *Scomber japonicus*, appelé aussi l'Etourneau sansonnet ou Tonino ; Espèce de la famille des scombridés.

2010 : phase d'expansion

2010 : Création de l'association à but non lucratif NPO Satoumi Research Institute

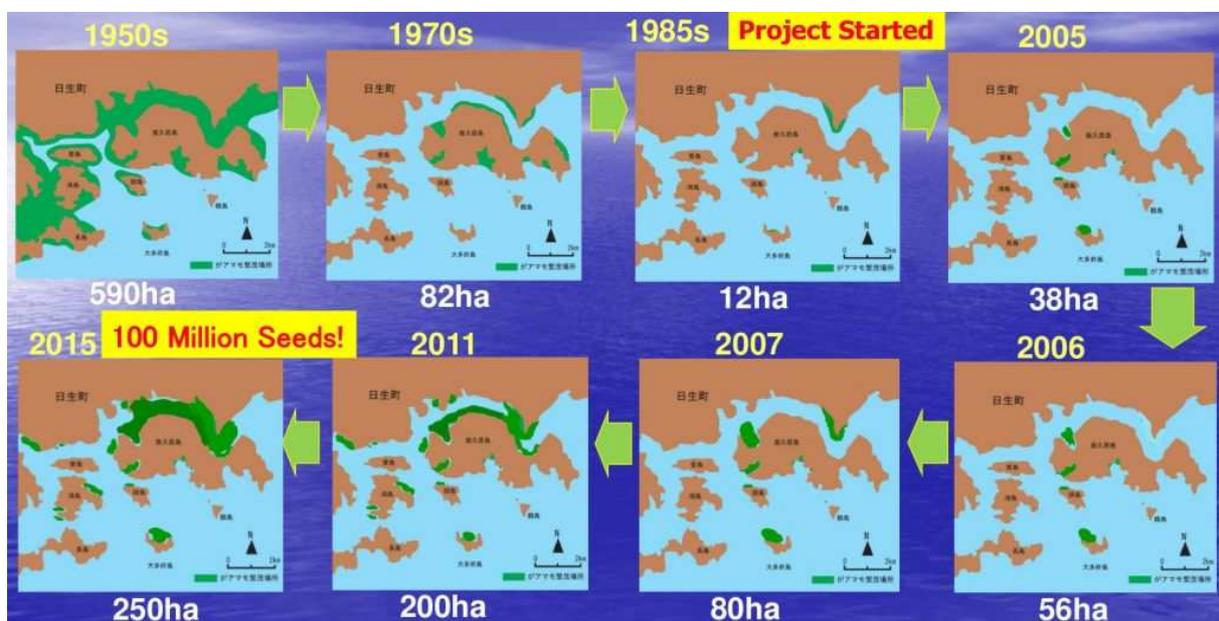
L'apport des coquilles d'huîtres a favorisé l'implantation des zostères permettant de passer d'un sol vaseux, avec des sédiments fins, à un sol plus compact et permettant l'accroche des racines des herbiers et le maintien des plantes sur site. Elles ne sont plus emportées avec les sédiments.

La stabilisation des sols par les coquilles d'huîtres a permis d'avoir une eau moins turbide, d'un part en empêchant la remise en suspension des matières par les courants de marée et, d'autre part, a permis le développement des plantes en empêchant le sédiment de se coller sur les zostères.

Toutefois, l'apport de coquilles a été trop important, jusqu'à 50cm, sur le fond, limitant le développement des plantes.

Il a été montré que la hauteur optimale devait être de 10 cm.

Evolution de la surface des herbiers à zostères depuis 1950 à nos jours :



Source : Satoumi Research Institute (Bizen).

Ce programme de restauration a permis une recolonisation de plus de 200 Ha entre 1985 et 2015.

100 millions de grains ont été plantés.

Grâce à ce programme, il a été observé un retour de nombreuses espèces marines :

- Retour de la reproduction de crevettes à partir de 2007 (celles-ci avaient complètement disparues)
- L'augmentation du nombre d'espèces de poissons, se servant des herbiers comme nurseries, zones de reproduction ou encore de nourricerie (reproduction des seiches). Il a été recensé plus de 654 espèces.

Et la production d'huîtres est redevenue stable depuis 2008.

2012 : L'association comptait 83 membres. Elle en compte 123 actuellement.

2013 : Un nouveau problème est observé : En raison de leur grande superficie, les herbiers peuvent devenir des obstacles à la navigation, ainsi les hélices de bateaux de pêche arrachent les plantes. Les herbiers morts embêtent les citoyens par la dégradation de cette matière organique (odeurs).

Une campagne de sensibilisation a été menée auprès des écoles (collégiens, lycéens et étudiants). En 2013, une centaine de collégiens a participé au ramassage des déchets naturels et fragments d'herbiers afin d'en collecter les graines.

Actuellement il n'y a plus besoin de récolter les plantes pour obtenir des graines. La méthode consiste à ramasser les fragments d'herbiers dérivants et pris dans les hélices.

Les herbiers morts sont récoltés pour faire de l'engrais (en moyenne 4T/an d'engrais produit) ou encore valoriser en savon. Les herbiers frais sont suspendus sous des radeaux du printemps jusqu'à l'automne, puis sont récupérés, tamisés pour récupérer les graines, le reste servant à nourrir les poissons.

Cette restauration des milieux a su fédérer les acteurs, et permettre des événements autour de ce thème :

- Symposium 2016 : " History and future of zostera bed restauration In Japanese coastal zones".
- Fête annuelle des herbiers
- Promotion de la région et participation croissante des différentes villes pour la restauration des herbiers sur chaque territoire
- Favoriser les liens entre la montagne et la mer : sensibilisation et participation active des enfants
- 30 projets en cours autour de cette thématique
- 2022 : ouverture d'un site pour l'éducation à l'activité marine et à la préservation des milieux.



L'équipe du Centre Satoumi Research Institute, à Bizen.

7.2. Innovation et diversification en baie d'Hinase : développement de la riziculture grâce aux coquilles d'huîtres

Développement de la riziculture sur ce territoire, grâce à l'apport calcique issu des coquilles d'huîtres.

Les coquilles d'huîtres sont brûlées et broyées, mélangées à la terre, afin d'apporter le calcium nécessaire au sol, favorisant le bon développement de la plante.

Cette technique permet une augmentation des rendements chaque année.

7.3. L'ostréiculture en Baie de Hinase

Hinase Bay est située au sud-est de la mer de Seto, et comprend 13 îles.

Ce site est très connu pour ses activités de pêche et d'ostréiculture. Les professionnels sont regroupés au sein de la coopérative de pêcheurs, dont le siège est situé au marché aux poissons de Hinase.



Marché aux poissons de Hinase.

Elle comprend 120 employés. Ses activités principales portent sur la production d'huîtres, la pêche au chalut et la pêche traditionnelle.

Avant les années 1960 les pêcheurs ne sortaient plus en mer l'hiver (avec la baisse des températures, les poissons migrent vers d'autres secteurs plus tempérés) et allaient travailler à l'usine.

En 1961, des pêcheurs ont commencé l'ostréiculture pour le travail d'hiver. Comme c'était une activité rentable, la filière s'est organisée.

Depuis la restauration des milieux par la méthode Satoumi et la réhabilitation des herbiers à zostères dans la baie d'Hinase, le développement de l'ostréiculture s'est redynamisé et stabilisé. Les méthodes d'élevage et de suivis des larves pour cette zone sont présentées en annexe V.1 p. 51).

III. Perspectives

1. Larves : optimisation de la coloration et observation des larves

Optimisation de la méthode de préparation des échantillons à tester selon la méthode japonaise : Comment limiter la charge d'éléments autres que les larves d'huîtres ?

En France et en particulier dans les bassins d'Arcachon et de Marennes-Oléron, l'eau est particulièrement chargée en sédiments et autres débris. Ce point rend particulièrement difficile les observations de larves réalisées à partir des échantillons prélevés à -1m de la surface. La coloration des larves d'huîtres, selon la méthode du Docteur Masami Hamaguchi, a été testée en 2020 et 2021 mais ne s'est pas avérée concluante du fait de cette turbidité trop importante.

Les visites et échanges que nous avons pu avoir lors de notre voyage de coopération au Japon, nous ont permis de réfléchir à plusieurs options à envisager afin de s'affranchir de ce problème.

Différentes pistes, pouvant être réalisées à différents niveaux du suivi VELYGER ont été envisagées avec le Dr Hamaguchi.

- Optimisation des méthodes de prélèvements par l'utilisation de filets à plancton de maillages différents

Au Japon, les prélèvements sont réalisés avec des filets à plancton de maille plus importante qu'en France.

En baie d'Hiroshima, nous avons vu que les prélèvements de larves d'huîtres se font sur des filets de maille 50µm (institut FRA) à 72µm (HFPC) alors qu'en France, nous utilisons une maille de 40µm dans le cadre du suivi VELYGER.

Selon M Hamaguchi, notre maillage très petit implique une rétention trop importante de déchets, sédiments et zooplancton, gênant pour l'observation des larves.

Augmenter la taille du filet permettrait d'éliminer un certain nombre de débris fins qui sont retenus sur la maille de 40µm. Ce qui pourrait améliorer la coloration des larves.

En se basant sur les types de filets utilisés au Japon, en comparaison avec le filet utilisé en France, il serait intéressant de comparer les concentrations de larves retrouvées par classes de tailles à partir de prélèvements réalisés sur des filets de maille différentes : 40/50/72µm.

Les résultats obtenus pourraient permettre d'utiliser la méthode de coloration du Dr Hamaguchi et ainsi conduire à une piste d'amélioration du suivi actuel (renforcement de la robustesse du suivi / diminution du biais « manipulateur » / diminution de l'aspect chronophage qu'impose la méthode de reconnaissance morphologique).

- Optimisation de la méthode de préparation des échantillons prélevés pour le comptage

Deux méthodes à tester pour tenter « d'éclaircir » nos échantillons :

o Technique de la centrifugation manuelle

Le Dr Masami Hamaguchi nous a montré que des mouvements de rotation dans une boîte de Pétri de l'échantillon prélevé permettent d'obtenir un échantillon moins chargé en sédiments. Par effet de densité, les larves se concentrent au centre de la boîte de Pétri car elles sont plus lourdes, et les débris vont en périphérie. Il serait ainsi intéressant de comparer les résultats des comptages de larves obtenus à partir de la méthode de préparation des échantillons actuelle avec la méthode dite de « centrifugation manuelle ».

Protocole :

- Dans une boîte de Pétri en verre, verser l'échantillon, faire tourner lentement pour concentrer les larves au centre, prélever les éléments au centre pour les mettre dans un Eppendorf.
- Réaliser la coloration avec l'apport des anticorps et du tampon, selon la méthode habituelle.
- Retirer le surnageant et ne prélever que le culot pour le placer sur la lame d'observation.
- Observer sous le microscope à épifluorescence : la lame et placée sans lamelle.

La reconnaissance des larves se fait par couleur, forme et taille.

- o Nettoyer les échantillons avec un tampon type « BSA »

Le BSA « Bovine Serum Albumin » ou albumine de sérum bovin (BSA) est une protéine extraite du sérum de bovin largement utilisée comme agent diluant. Il est ainsi utilisé en laboratoire comme tampon notamment pour purifier les échantillons en éliminant les débris et impuretés.

De nouveaux tests de coloration des larves seraient intéressants à réaliser en purifiant au préalable les échantillons prélevés avec le tampon BSA. Les résultats des comptages de larves obtenus par coloration seraient ensuite à comparer avec les quantités observées par la détermination morphologique.

- **Optimisation de l'observation par l'utilisation d'un autre type de microscope à épifluorescence**

Il peut y avoir un problème lié aux réglages du microscope.
Le microscope utilisé à FRA est un Olympus DP12.

Pour aller plus loin...

D'autres pistes peuvent être envisagées :

- **Imagerie numérique avec et sans coloration ?**
 - Le centre technique de la Baie d'Hinase développe actuellement une méthode de reconnaissance larvaire par imagerie numérique. Cette méthode n'est pas encore tout à fait au point mais nous gardons contact afin d'en connaître les avancées.
 - Développement de reconnaissance par imagerie numérique à partir des larves colorées ?
- Développement par Dr Masami Hamaguchi d'autres protéines spécifiques à d'autres espèces de bivalves qui nous permettraient de suivre les larves d'autres espèces dans le milieu.

2. Innovation : optimisation des cultures de salicornes par l'apport de coquilles d'huîtres

Sur le modèle mis en place dans la Baie de Bizen pour développer la riziculture, les producteurs de salicornes en Nouvelle-Aquitaine vont tester cette méthode afin d'optimiser leurs rendements de culture.

Dès février 2023, les producteurs vont initier les premiers essais d'amendements sur cette base.

Il est nécessaire d'approfondir avec l'équipe du Centre de Bizen les modalités et la technique utilisée au Japon. Les producteurs de l'APSALIMAC²¹ souhaitent travailler sur cette piste dans le cadre de leur projet de développement des productions en marais salés 2024-2026.

3. Recherche de *Picochlorum* dans les eaux atlantiques par l'ADN environnemental

Suite aux présentations sur les développements d'eaux vertes liés aux blooms de *Picochlorum*, impliquant les baisses de productivité des huîtres, il semble intéressant de rechercher ce plancton dans les eaux des bassins ostréicoles de Nouvelle-Aquitaine.

Il se pourrait que les baisses de productivité constatées en Charente Maritime et dans le Bassin d'Arcachon soient liées à ce développement algal.

Cette espèce n'étant pas recherchée dans le cadre des observatoires REPHY, elle pourrait être recherchée par l'étude de l'ADN environnemental dans le cadre d'un futur projet sur la ressource trophique en cours de réflexion au CAPENA.

4. Innovation : optimisation des productions de crevettes impériales par l'alimentation et les probiotiques

En se basant sur les apports nutritionnels réalisés au Japon comme sur la ferme Suzuki, et en complément du projet d'optimisation des élevages de crevettes impériales en marais de Nouvelle-Aquitaine, mené par l'ACRIMA²² dans le cadre du projet de développement des productions de diversification en marais 2024-2026, une réflexion et des essais pourront être menés pour tester ce modèle et l'adapter à nos marais atlantiques.

Les producteurs ont déjà initié une réflexion sur la recherche d'aliment plus riche en protéines que ceux actuellement proposés en France et sur l'optimisation de la fertilisation pour favoriser un meilleur développement naturel des néréis et autres proies pour les crevettes.

Ces échanges vont pouvoir apporter des pistes de réflexion et mettre en place d'éventuels essais.

5. Innovation : production d'ascidies

Le protocole d'élevage d'ascidies a été créé au Japon par le professeur Le Goth.

Franck Lagarde (Ifremer Sète) travaille sur une adaptation de ce protocole d'élevage pour la Méditerranée, en collaboration avec le Cevalmar.

Ce travail pourrait apporter des éléments intéressants au travail réalisé par CAPENA sur les élevages d'holothuries.

Au Japon la production d'ascidies est principalement située sur la région de Miyagi. Cette thématique pourrait être associée au projet de l'ACRIMA concernant la découverte des productions de diversification en marais, production de crevettes impériales au Japon et autres espèces associées, par la rencontre des professionnels.

²¹ APSALIMAC : Association de Producteurs de SALICorne des MARais Charentais.

²² ACRIMA : Association de producteurs de CREvette Impériale des MARais charentais.

IV. Conclusions

La production et son environnement :

La production ostréicole de la Baie d'Hiroshima est essentiellement basée sur la culture d'huîtres captées naturellement sur des coquilles Saint-Jacques puis élevées sur des radeaux. Ce mode de production nécessite peu de manipulation du coquillage durant son élevage et peu de matériels plastiques. Ce type de culture adapté à une commercialisation fortement orientée vers un produit décoquillé vendu frais ou congelé nécessite un important travail de détroquage fastidieux (travail souvent réalisé par une main d'œuvre étrangère). Leurs techniques d'élevage, malgré un très bon rendement, ne pourraient pas être reproductibles en France, les modes de consommation étant totalement différents.

Certaines entreprises souhaitant améliorer la qualité de leurs huîtres, innovent en s'inspirant des techniques d'élevage françaises. Il est donc intéressant de garder ce lien d'échange entre les 2 filières.

En France comme au Japon, l'aide à la gestion du captage naturel est importante pour les ostréiculteurs, et les suivis des larves et des naissains sont des outils indispensables pour cette profession. Les bases de suivis étant similaires dans nos deux pays, la coopération entre les équipes doit nous permettre d'avancer sur l'optimisation de nos méthodes.

Les échanges fructueux avec les équipes japonaises vont permettre de continuer ce travail en mettant en place les différents essais proposés sur le mode de prélèvement de l'eau, la préparation des échantillons et les nouveaux essais d'observation de coloration des larves.

Les perspectives sur l'observation par l'imagerie numérique sont encourageantes car les équipes japonaises travaillent aussi dans ce sens.

Sur le plan environnemental, le Japon est un exemple qui peut inspirer la profession française. Le fait d'utiliser au mieux des matériaux ayant un faible impact écologique (bambou, coquilles Saint-Jacques) nous conforte dans le fait qu'il faut continuer à travailler sur des matériaux ostréicoles « vertueux ».

Le Japon, tout comme la France, étudie les matériaux bio-sourcés et cherche à limiter les déchets en créant de nouveaux débouchés aux sous-produits. En ce sens, l'initiative de la coopérative Hinase Fisheries mérite une attention particulière.

En partant d'un objectif de restauration des herbiers de zostères pour favoriser la disponibilité en larves d'huîtres, la coopérative a mis en place une gestion intégrée globale de son territoire (Bizen) où l'ensemble de la population et des acteurs locaux a été mobilisé et a joué un rôle clé.

L'ostréiculture tient une place centrale dans le dispositif en tant qu'acteur économique : l'utilisation des coquilles d'huîtres de la baie d'Hinase en tant que matériau de stabilisation du fond marin pour l'implantation d'herbiers, a permis une recolonisation de 238 Ha de ces plantes marines entre 1985 et 2016.

Les coquilles sont également utilisées en tant qu'amendement pour la riziculture. Le mélange de coquilles broyées à la terre permet un amendement calcique, favorisant l'enracinement et le développement végétatif. Cette piste intéresse les producteurs de salicornes qui ont initié des premiers essais en 2023. Elle mérite d'être explorée.

Le Japon est ainsi demandeur des pistes de valorisation des coquilles réalisées en France. En prenant le cas du bassin d'Arcachon, une équipe dont le chef de file est le Parc Naturel Marin du bassin d'Arcachon, s'envolera en février prochain avec des représentants du CRCAA et de CAPENA pour échanger sur le protocole de restauration des herbiers. Enfin, cette gestion intégrée de l'écosystème est à prendre en exemple. Une économie circulaire a été développée autour de la zostère. Les écoles ont été sensibilisées pour le ramassage des graines sur les

herbiers morts afin de les réensemencer. Les plantes mortes sont valorisées en savon (entreprise anglaise), en engrais ou en nourriture pour poissons.

A Hinase, les ostréiculteurs élèvent leurs coquillages en collaboration avec des pêcheurs d'huîtres « tombées » non récoltées par les professionnels. Cette autorisation permet une économie circulaire et un nettoyage des zones qui restent propres.

En France, cette démarche peut être inspirante et mérite d'être citée. Aujourd'hui, la baie d'Hinase présente un écosystème marin avec une plus grande richesse écologique (plus de 654 espèces marines répertoriées). Une grande variété de ressources aquatiques y est exploitée de manière responsable si bien que la ville de Bizen est citée en exemple dans le pays pour le dynamisme de son économie locale bleue ainsi que pour son tourisme culturel et vert.

La France et sa forte attractivité touristique est-elle en mesure de développer de tels projets sur son territoire ?

L'huître décoquillée semble faire partie d'un marché de masse où le prix n'est pas valorisé et où le travail reste réalisé manuellement. Certains producteurs japonais tendent plutôt à développer le pescatourisme et la vente directe de produits vendus entiers.

La diversification :

A côté des huîtres, le Japon est un producteur de crevettes impériales. En mer de Seto, la ferme Suzuki est unique. D'autres producteurs se situent plus au sud et notamment sur l'île de Kyushu ainsi que dans la région de Miyagi.

La méthode d'élevage appliquée dans cette exploitation est semblable à la méthode française, basée sur l'élevage associée d'huîtres et de crevettes. Les échanges devraient permettre aux producteurs de Nouvelle-Aquitaine d'avancer sur leur réflexion sur l'optimisation de l'alimentation pour améliorer la production dans nos marais atlantiques.

L'ACRIMA est intéressée par les types d'aliments et de probiotiques utilisés et souhaite continuer cette coopération. Suite à cette mission, M Suzuki est venu en Charente Maritime en novembre 2022, et a rencontré un professionnel charentais pour mieux comprendre comment il travaillait les huîtres et les crevettes en marais. Il est amené à revenir en France. Ces échanges ouvrent des perspectives intéressantes pour les professionnels. Concernant l'expédition des crevettes au Japon, elles sont conditionnées dans des cartons avec de la sciure de bois refroidie. Cela permet une excellente survie sur plusieurs jours et ne nécessite pas de liens plastiques. Est-ce une piste à creuser ? Pourrait-on obtenir certificat d'alimentarité sur la sciure ?

La surveillance sanitaire :

La surveillance sanitaire a été abordée de manière succincte lors du séjour.

La problématique norovirus est un sujet important également au Japon, où la consommation d'huîtres crues commence à se développer. En effet, jusqu'à présent, ce problème est contourné grâce au traitement thermique (cuisson) des produits.

Les résultats d'analyses notamment en norovirus semblent très rapides. Il faudrait approfondir les échanges sur ce court délai de rendu et sur ce qui est recherché (copie d'ARN ou travail sur l'infectiosité des norovirus comme en France pour caractériser les norovirus actifs).

Les échanges concernant les mesures de gestion d'ouverture et de fermeture de zones seraient à approfondir.

Observatoire de la ressource trophique :

Lors du séminaire, on a vu toute l'importance de quantifier et qualifier le pico-nanoplancton, source de nourriture pour les huîtres et notamment les larves et le naissain. Il est important ainsi de qualifier cette taille de phytoplancton dans les échantillons afin de pouvoir discuter et

peut-être expliquer en partie aux professionnels la variabilité de la reproduction et du recrutement des naissains.

Le lien franco-japonais entre centres techniques, comme CAPENA, et les scientifiques doit continuer, ainsi que les différents échanges sur la qualité nutritive du phytoplancton, de la reproduction jusqu'à la commercialisation des coquillages.

Sur Arcachon, une étude de la qualité de l'eau au sens large en mettant au cœur de ce travail, les vulnérabilités et risques rencontrés par la filière locale, a été menée par les services de l'Etat et le Syndicat intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA). Un programme d'actions pour réduire ces vulnérabilités a été présenté en novembre 2022. Certaines actions comprennent le développement d'un observatoire de la ressource trophique pour qualifier et quantifier le phytoplancton, mais aussi des actions de sensibilisation du grand public sur les impacts écologiques. La démarche de sensibilisation du grand public sur la qualité de l'eau présente donc un intérêt sur leurs retours d'expérience et leurs actions.

Les divers échanges avec les scientifiques japonais concernant les perspectives de suivis environnementaux en lien avec les dynamiques larvaires des mollusques et le recrutement mais aussi en lien avec les performances d'élevages des huîtres creuses nous ont conforté dans nos pistes d'actions envisagées dès 2023.

Hormis l'existence de réseau de suivi déjà en place dans les bassins d'Arcachon et de Marennes-Oléron, il semble nécessaire d'affiner la connaissance de l'environnement trophique à l'échelle des zones d'activités conchylicoles. La variabilité de la qualité de cette ressource serait intéressante à suivre en tant qu'indicateur pour la dynamique et l'intensité du captage annuel et anticiper à long terme les modifications de ce dernier dans le cadre des changements climatiques globaux.

Un travail pour déterminer la température optimale pour le recrutement et identifier les espèces disponibles comme source d'alimentation a déjà été mené par Okamura T. et al. 2021 dans la baie d'Hiroshima au Japon et par Franck Lagarde et al. 2020 dans la lagune de Thau en Méditerranée. Les déclencheurs des pontes étant différents entre les bassins atlantiques et Thau, il serait très intéressant de mener une telle étude dans le Bassin d'Arcachon et le bassin de Marennes-Oléron.

V. Annexes

1. Annexe 1 : L'ostréiculture en baie d'Hinase - Détails des méthodes d'élevage et de suivis

En baie d'Hinase, le cycle d'élevage est court (18 mois) :

Les huîtres sont très charnues, pas trop fortes en goût et sucrées. Les tests de dégustation montrent que l'huître d'Hinase bay est différente des autres secteurs avec :

- Plus de umami²³
- Moins salée
- Plus sucrée

L'élevage d'huîtres se fait sur des radeaux en bambou et en cyprès :

- Avril – mai : Pose des collecteurs ; Des cordées de coquilles St Jacques sont suspendues sous les radeaux en U en les fixant à 2 bambous, pour réaliser le captage.
- De juillet à septembre/octobre : Période des typhons ; Les radeaux sont déplacés dans des zones protégées pour préserver les naissains.
- Septembre/octobre :
 - o Déplacement des radeaux vers des eaux plus profondes pour favoriser la croissance jusqu'en mai de l'année n+1.
 - o Les cordes fixées en U sont détachées à sous le radeau.
- Mai année n+1 : Déplacement des radeaux en zone protégée pour limiter les effets des typhons.
- Septembre octobre année n+1 : Pêche des huîtres et commercialisation.

2000s-2010s Satoumi with eelgrass and oyster beds



Zone de captage :

Radeaux d'élevage :

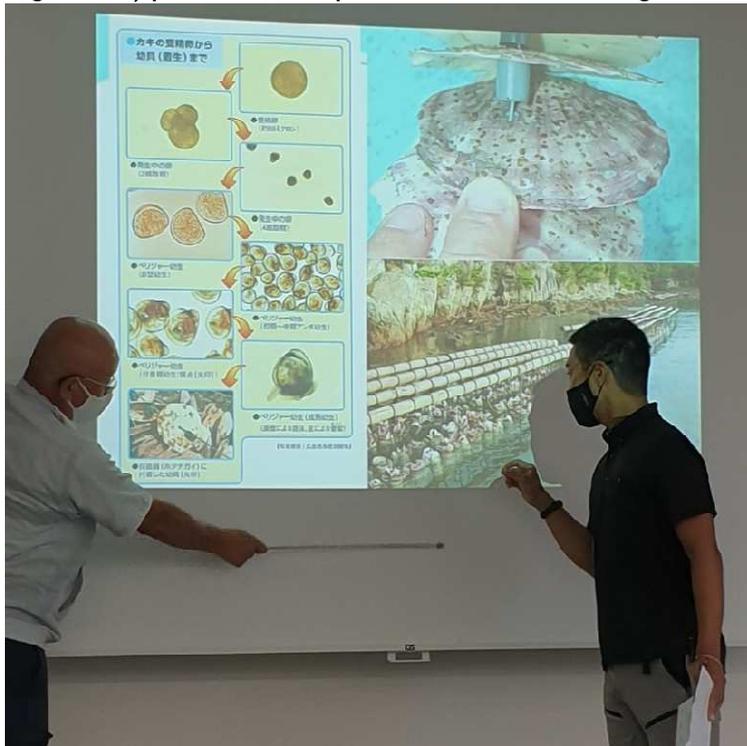
Radeaux d'élevage :

Source : Satoumi Research Institute (Bizen).

Le captage se fait en fond de baie, puis les radeaux sont déplacés sur les zones d'élevage, situées plus au large.

²³ UMAMI : Terme japonais décrivant la 5^{ème} saveur (amer, salé, sucré, acide, umami). Umami signifie « goût savoureux ». C'est en 1908 que le professeur japonais Kikunae Ikeda identifia cette nouvelle saveur, en goûtant un bouillon d'algues fucus. Il ne reconnut aucune des quatre saveurs de base connues jusqu'alors (sucré, salé, acide, amer). Il appela cette nouvelle saveur umami (うまみ, 旨味), qu'on peut traduire par savoureux.

Suivi des larves pour déterminer les densités de larves au 4 stades (Larves D, petites évoluées, moyennes et grosses) pour aider les professionnels dans la gestion de la pose de collecteurs.



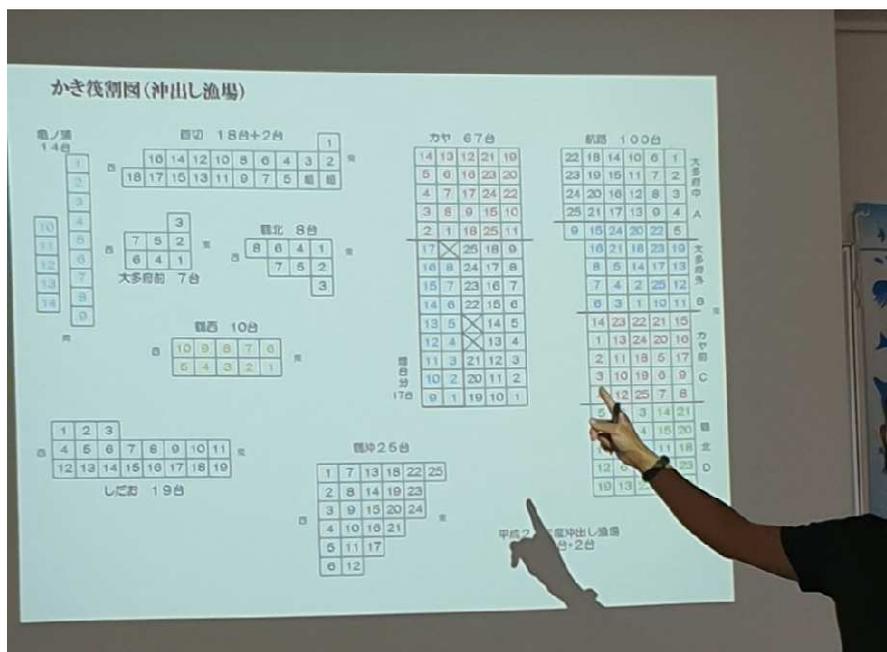
Suivi des larves

Technique de déplacement des radeaux : 4 radeaux sont fixés ensemble, poussés par deux bateaux de part et d'autre des radeaux par l'arrière et avancée grâce aux courants de marées.

Gestion des radeaux :

Chaque année, un tirage au sort permet d'attribuer les radeaux aux professionnels.

- Sur chaque zone : les radeaux sont numérotés par tirage au sort.
- Pour chaque famille : tirage au sort pour lui attribuer un numéro qui correspondra au radeau sur lequel il travaillera sur chaque zone. La famille exploitera tous les radeaux portant le même numéro.



Répartition des zones de radeaux avec leur numérotation.

- 450 radeaux exploités.
- 50 familles travaillent l'huître.
- Production : 5200 T d'huîtres, soit 1300 T de chair produites.

Commercialisation des huîtres :

- Huîtres crues et décoquillées en janvier et février principalement
- Chairs congelées sur toute l'année
- Vente au marché : principalement sous forme de chair pour la cuisson.

Certaines zones peuvent être autorisée pour l'huître crue. Les huîtres à consommer crues doivent être produites par des établissements avec autorisation obtenues à la suite des analyses réalisées pour la recherche de norovirus et d'autres agents infectieux.

- 80% des huîtres en vente directe aux particuliers sur le marché (400 000 personnes / an).
- Vente aux poissonniers.

2. Annexe 2 : Convention de coopération signée par les membres des 2 délégations



Certificate of commitment for the implementation of a cooperation project France - Japan.

Optimization of bivalves recruitment monitoring with the larvae staining method.

2022

Centre pour l'Aquaculture, la Pêche et l'Environnement de Nouvelle-Aquitaine

Siège : Port de la Barbotière
33470 GUJAN-MESTRAS

Adresse Postale :
Prise de Terdoux
17480 LE CHÂTEAU D'OLÉRON

Site de Bayonne :
1 rue de Donzac BP 106
64101 BAYONNE Cedex

SIRET : 891 256 539 00018

Context

Solidarity and mutual assistance between French and Japanese marine cultivation's sectors have been a reality for more than 50 years. It began in the 1970s, when Japanese authorities allowed export of oysters to France following huge death rate among French oysters.

More recently, following the 2011 tsunami, producer organizations from Aquitaine and Brittany donated equipment to help affected Japanese producers to quickly resume their activities. The Franco-Japanese Oceanographic Society also contributed and donated scientific equipment to a shellfish research and development center in Myagi.

In the meantime, in order to strengthen Japanese oyster farmer's production through natural spat recruitment, Professor Masami Hamaguchi worked on the development of a new method of larval recognition by staining.

Monitoring the recruitment of bivalves in France and Japan :

In France, CAPENA took over in 2005 the monitoring of oysters' larvae in Nouvelle-Aquitaine, previously carried out by Ifremer.

Since 2008, Ifremer has set up one single national observatory to monitor the life cycle of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, one of the main aquaculture products cultivated in France. This network, called Velyger, was constituted upon a common willingness between scientists and professionals to better understand the causes of recruitment variability.

In Nouvelle-Aquitaine region, the Velyger network relies on the collaboration with CAPENA, which monitors bivalve breeding in the Pertuis Charentais and the Bassin d'Arcachon. Larval identifications are carried out in France by morphological recognition.

In Japan, 300,000T of oysters, representing 60% of oyster production, are produced in the Seto Sea (Hiroshima prefecture). Larval monitoring is carried out by the oyster farmers themselves, organized into cooperatives.

In response to the great earthquakes and tsunami of 2011, which wrecked the Japanese oyster sector, Masami Hamaguchi's team²⁴ (FRA laboratory)²⁵ developed a method of staining oysters' larvae, to help oyster farmers by optimizing larval recognition. Larval identifications are carried out in Japan by colorimetry, a method based on the immunofluorescence technique which enables to detect a specific protein of Pacific oyster. Its objective and advantage are to allow larvae identification and counting without using morphological identification, thus limiting risks of misinterpretation, and getting more reliable results.

After larval monitoring, spat recruitment monitoring is also carried out in Japan, as well in France in Nouvelle-Aquitaine.

Meetings between French and Japanese teams are really interesting, to discuss cultivation methods specific to both countries, various issues locally encountered, and to exchange on working methods related to larval monitoring, aiming at gradually using the staining method for the monitoring currently carried out in France.

Dating history

A 1st meeting between the French and Japanese teams took place in Sète, in order to set up bases for cooperation between both countries. This meeting with the FRA-Hiroshima laboratory team, fueled exchanges on research works on bivalves' recruitment, rearing cycles and their environment.

²⁴ Dr. **Mazami Hamaguchi's** Japanese Laboratory: National Research Institute of Fisheries and Environmental of InlandSea,

²⁵ FRA: Japan Fisheries Research and Education Agency (equivalent to Ifremer in Japan).

These first discussions enabled the French team to test the staining method using an antibody solution, provided for free by the Japanese team.

Purpose of the next meetings organized during the scientific and technical study tour

The study tour will mainly focus on:

- Meeting with the research teams of the FRA Institute (Shellfish research and production, bivalves' larval recognition, breeding, and environment),
- Meeting with professionals,
- Demonstration of larval sampling and monitoring,
- Visits to oyster farms,
- How cooperatives and professional organization work,
- Promotion of shellfish production
- Environmental management,
- Breeding techniques in suspended ropes,
- Spat recruitment approach associated with artisanal hatchery,
- Integrated multi-trophic oyster farming,
- Presentation of the ecological approach to oyster recruitment.

Considering the above,

The stakeholders attest that the project "Scientific and technical study tour of cooperation France – Japan, on the theme of Optimization of bivalves recruitment monitoring with the larvae staining method " has four objectives:

- To optimize larval monitoring and reconnaissance work, to bring added value to these larval monitoring by implementing an innovative global method that will be useful to teams in both countries, to allow a transfer of skills and to make monitoring results more reliable.
- To enable Japanese teams to hand over an innovative and unique method at international level.
- To provide the French teams with a knowledge of Japanese professional techniques and their environment, the organization of professionals and their methods of valorization of their productions.
- To provide the Japanese teams with knowledge of the organization and structure of the bivalves' reproduction observatory in France.
- To provide Japanese professionals with knowledge of French oyster production and marketing system, and to better understand the added value brought to products: production and breeding of natural spat and quality improvement sought by Japanese consumers.

Thus, the members of both delegations commit themselves to implement this cooperation project.

Done at Hiroshima – Hatsukaichi , the 02/10/2022

Representatives of delegations:

Name	Structure	Signature
BOUQUET Anne Lise	CAPENA	
BECHADE Marion	CAPENA	
FONTEYRAUD – KING WAN Gladys	CRC AA – GDSO	
ANSART Felix - Guillaume	CRC Charente-Maritime – Quality Service	
HAMAGUCHI Mazami	FRA Hatsukaichi institute,	<i>Masami Hamaguchi</i>
HORI Masakazu	FRA Hatsukaichi institute,	
LAGARDE Franck	IFREMER - VELYGER	



Anne Lise Bouquet
Chargée de mission Aquaculture –
Chef de file de la mission de coopération franc - Japon
al.bouquet@cape-na.fr

CAPENA – Expertise et Application
Prise de Terdoux 17 480 Le Château d'Oléron
T : 05 46 47 49 52
<https://www.cape-na.fr/>
<https://www.facebook.com/CAPENouvelleAquitaine>

