



**Prolifération de l'huître creuse du Pacifique
Crassostrea gigas sur les côtes Manche-Atlantique
françaises : bilan, dynamique, conséquences
écologiques, économiques et ethnologiques,
expériences et scénarios de gestion.**

**PACIFIC OYSTER (*CRASSOSTREA GIGAS*) PROLIFERATION ON THE FRENCH
CHANNEL AND ATLANTIC COASTS : STATEMENT, DYNAMICS, ECOLOGICAL AND
SOCIO-ECONOMICAL CONSEQUENCES**

Programme PROGIG
Rapport de fin de contrat
20/07/2009



N° de contrat : CV 05000131

Date du contrat : 19/12/2005

Responsable scientifique : **Christian HILY**, CR1 CNRS,
Téléphone : 02 98 49 86 40, Fax 02 98 49 86 45
Christian.hily@univ-brest.fr

Laboratoire : **UMR 6539 CNRS Laboratoire LEMAR, Institut Universitaire Européen de la Mer (Université de Bretagne Occidentale), Technopole Brest Iroise, 29280 Plouzané**

SYNTHESE

Prolifération de l'huître creuse du Pacifique *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur les côtes Manche-Atlantiques françaises : bilan, dynamique, conséquences écologiques, économiques et ethnologiques, expériences et scénarios de gestion.

**Programme PROGIG
Resp. sc. Hily Christian; LEMAR, IUEM, UBO, (Brest)**

Partenaires scientifiques Université de Bretagne Occidentale et IFREMER

Mots clés : *Crassostrea gigas*, espèce invasive, biodiversité, écosystèmes littoraux, gestion intégrée.

CONTEXTE GENERAL

Problématique

L'huître creuse du Pacifique, *Crassostrea gigas* est élevée en France depuis les années soixante dix pour pallier à l'effondrement des stocks des autres espèces : l'huître « portugaise », *Crassostrea angulata* et l'huître « plate » *Ostrea edulis*. Introduite massivement notamment sur la façade atlantique, seuls deux bassins ostréicoles du Sud de la Loire : Marennes-Oléron et bassin d'Arcachon, ont vu l'espèce s'implanter durablement et établir des populations naturelles. La survie des larves dans des conditions thermiques et halines favorables a conduit rapidement à la constitution de populations « sauvages » installées principalement sur les estrans rocheux mais parfois aussi en estran meuble à partir de fixations sur des supports coquilliers dispersés sur les sédiments. Le risque écologique de sa dispersion et *a fortiori* de son invasion sur le littoral n'avait pas été envisagé. Pourtant *Crassostrea gigas* est aujourd'hui une nouvelle espèce invasive à caractère proliférant, sur une grande partie des côtes Manche-Atlantique françaises. Les causes et les conséquences de cette invasion restaient jusqu'alors inconnues.

OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET

Les objectifs de ce programme se sont déclinés en 4 thèmes :

Thème 1 - Bilan et dynamique

1 : Réaliser un bilan des sites touchés par la prolifération de populations d'huîtres en milieu naturel sur les côtes Manche-Atlantique françaises : Approche cartographique intégrée – Mise en place d'un SIG - Estimation des taux de recouvrement - Approche de l'historique de la colonisation.

2 : Décrire la dynamique de la colonisation par la mise en place d'un réseau de stations de suivi dans une série de sites témoins.

3. Identifier les causes principales induisant les modifications de l'aire de distribution (en particulier climat et adaptation (phénotypique et/ou génétique)).

Thème 2 - Conséquences écologiques

1: Définir l'aire écologique réalisée de l'espèce : habitats colonisés, limites des facteurs physico-chimiques supportés. Décrire les interactions entre les populations d'huîtres et les peuplements animaux et végétaux indigènes. Les implications en terme d'impact sur la biodiversité spécifique et fonctionnelle (modification des réseaux trophiques).

2 : Analyser les conséquences des activités biologiques (filtration, biodéposition, biocalcification) sur le fonctionnement des écosystèmes littoraux.

Thème 3 - Conséquences socio-économiques

Analyser les interactions avec les activités humaines par une approche économique et ethnologique. Conséquences pour les usagers (professionnels ou non) : problèmes posés pour les ostréiculteurs, modifications des pratiques de la pêche à pied, impact sur la fréquentation touristique des plages et des grèves, impact sur la navigation de plaisance et les mouillages.

Thème 4 - Gestion

Proposer un outil d'aide à la gestion intégrée de la zone côtière, spécifique à ce problème. Quelles mesures de gestion/restauration en fonction des problèmes spécifiques (substrats, usages, impacts de la restauration...) ?

QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE

Thème 1 - Bilan et dynamique

1 : Un SIG a été mis en place. Plusieurs couches d'informations sur le milieu et sur les activités humaines ont été intégrées à l'échelle de la Bretagne. L'inventaire des sites colonisés par *C. gigas* a été réalisé sur le littoral Breton. Deux grands sites ont fait l'objet d'une estimation de stocks (Rade de Brest et Golfe du Morbihan).

2 : 28 sites ont été équipés d'un système de quadrats permanents (de la côte ouest normande à la côte basque) selon un protocole normalisé pour suivre la dynamique de la colonisation (recrutement, croissance de *C. gigas*) et la compétition spatiale avec les espèces locales.

3 : Une synthèse bibliographique portant sur les données disponibles ; d'une part sur le rôle de la température sur la physiologie de l'huître, et d'autre part sur les séries historiques disponibles de l'évolution des températures de l'eau, a été réalisée. Plusieurs sites ostréicoles témoins (colonisés et non colonisés) ont été équipés de sondes thermiques (fréquence de mesure : 20mn) en zone intertidale au niveau d'émersion correspondant à l'optimum des populations d'huîtres.

Dans l'étude de l'adaptation des huîtres, les réponses à la température ont été particulièrement ciblées. Un suivi du cycle reproducteur des huîtres a été réalisé parallèlement dans plusieurs sites. La variabilité à microéchelle (gradient d'émersion) a été étudiée. Au niveau génétique le polymorphisme allélique de quelques enzymes impliquées dans des processus biologiques majeurs (osmorégulation, métabolisme énergétique) a été étudié afin d'estimer la part de la sélection naturelle dans la capacité d'invasion de l'huître. A microéchelle la structure génétique de deux groupes d'individus distribués à des hauteurs différentes sur l'estran a été comparée parallèlement au suivi des paramètres de reproduction.

Thème 2 - Conséquences écologiques

1 - L'amplitude de l'aire écologique réalisée de l'espèce a été caractérisée par une prospection de terrain couvrant les situations les plus extrêmes en terme d'hydrodynamisme, salinité, substrat, profondeur. L'étude de la biodiversité associée aux récifs d'huîtres sur roche et sur vasière a été menée en rade de Brest. L'étude des interactions biotiques avec les espèces autochtones (compétition spatiale et trophique, prédation) s'est réalisée selon une double approche, comparative et expérimentale *in situ*.

2 - L'étude du rôle des activités biologiques sur le fonctionnement de l'écosystème a été réalisée. Une approche du rôle du système filtration - biodéposition sur le cycle de la silice biogénique a été réalisée au printemps 2007. Une estimation des productions de calcaire et du rôle de ce calcaire sur les sédiments et sur le cycle du carbone a été réalisée. La mesure du métabolisme (respiration, biocalcification) a été réalisée sur des cycles journaliers en émersion et en immersion, aux différentes saisons.

Thème 3 - Conséquences socio-économiques

Les deux approches économique et ethnologique prévues (ponctuelles dans la durée du programme) ont été menées conformément au planning initial. Une enquête socio-économique (6 mois -1 personne) a été réalisée auprès des professionnels de la conchyliculture de Bretagne et analysée. Le bon retour d'enquête a permis de mettre en évidence les conséquences de l'invasion sur le milieu professionnel. De même l'enquête ethnologique (6 mois - 1 personne) auprès des usagers non professionnels de

PROGIG

l'estran sur les conséquences de l'invasion sur leurs usages a été réalisée à partir d'entretiens non directifs sur le terrain (rade de Brest et Golfe du Morbihan).

Thème 4 - Gestion

Les réunions du comité de pilotage du programme ont été organisées avec les représentants des gestionnaires et usagers de l'estran, et d'autres réunions complémentaires avec les élus et gestionnaires ont été organisées dans les sites pilotes/témoins de gestion. Outre la présentation des objectifs et des résultats, elles ont permis de mieux cerner les attentes en terme d'outils de gestion, de cadrer les opérations concrètes et de faire un bilan des actions réalisées. Les propositions de fiches de gestion ont été rendues possibles à partir du bilan mené sur les impacts avérés et prévisibles du phénomène.

RESULTATS OBTENUS

Thème 1 - Bilan et dynamique, recherche des causes de la prolifération

Le bilan des sites concernés par l'implantation d'huîtres sauvages fait apparaître que de très nombreux secteurs sont colonisés. Le nombre de sources d'émission de larves pélagiques et leur dispersion par les courants paraissent aujourd'hui suffisants pour que l'on puisse considérer que tous les secteurs côtiers sont potentiellement soumis temporairement à des flux de larves avec de fortes variations selon les années. En Bretagne la densité et la fréquence d'apparition de ces larves, leur fixation, puis la survie et la croissance des naissains sont très variables selon les sites et les conditions environnementales. Actuellement seuls les sites les plus abrités et les plus chauds montrent des proliférations, mais même les secteurs côtiers de la mer d'Iroise commencent à se coloniser. La rade de Brest, tout comme le Golfe du Morbihan abritent aujourd'hui plus de 10 000 tonnes d'huîtres (poids frais). Mais tout le littoral rocheux du Sud Bretagne est très colonisé, ainsi que les côtes des pays de Loire jusqu'à La Baule. Plus au Sud, si les côtes sableuses ouvertes aux houles océaniques restent à l'abri de l'invasion, même les côtes rocheuses en milieu exposé sont colonisées jusqu'à la frontière espagnole (St Jean de Luz). Les bassins ostréicoles de la Baie de Bourgneuf, Marennes Oléron et Arcachon sont dominés par les récifs d'huîtres sauvages développés sur les anciennes concessions ostréicoles.

Malgré les conditions atypiques des étés 2006 -2008 qui ont limité les pontes et donc la lisibilité des résultats du réseau de stations de suivis, des recrutements résultant essentiellement de pontes partielles ont été observés tous les ans sur la côte atlantique et localement sur les côtes de la Manche. Le recrutement suite aux pontes de l'été 2008 est localement très abondant sur la côte Sud Bretagne et Vendée. Pendant la durée du programme PROGIG l'augmentation des populations sauvages est visible, en particulier dans les secteurs peu touchés.

La recherche des causes de la prolifération et de l'invasion a mis en évidence qu'elles pouvaient être liées à des adaptations génétiques et physiologiques de l'espèce et d'autre part à des changements dans l'environnement qui serait devenu plus favorable à l'installation de l'espèce. L'étude de l'adaptation de l'espèce a montré que l'huître possédait un fort potentiel invasif résultant d'une plasticité phénotypique mais surtout d'une sélection locale d'individus tolérants à certaines contraintes environnementales (comme le temps d'émersion), permise par sa forte diversité génétique. Cette sélection d'individus sur des bases génétiques ne permet cependant pas l'établissement de véritables populations différenciées à l'échelle locale. L'adaptation de l'espèce peut se faire par sélection, mais il n'y a pas de caractérisation de populations locales.

Le suivi du cycle de reproduction dans un secteur « froid » les Abers et « chaud » rade de Brest met en évidence des différences essentielles à deux niveaux : le seuil critique de ponte est atteint plus vite et plus longtemps en rade de Brest, mais l'étude met aussi en évidence qu'une durée d'exposition minimale était aussi déterminante pour obtenir des huîtres matures 'prêtes à pondre'. Il s'agit de la notion de degré-jour (Dj), correspondant à la somme des températures journalières de l'eau, du début de la gamétogenèse, dont la température d'initiation a été estimée à 10.55°C (Mann 1979), à

PROGIG

l'émission des gamètes. Enfin des chocs thermiques sont également nécessaires pour déclencher la ponte si les deux paramètres précédents sont favorables (19°C dans l'eau et 2200 degrés jour). Les larves qui ont une durée de vie pélagique d'une vingtaine de jours minimum sont capables de se fixer sur les substrats, même dans de l'eau à 15-16°C. Les forts courants de marée dispersent donc les larves sur de grandes distances ce qui permet le développement de populations sauvages dans des secteurs où les températures de l'eau ne permettent pas la reproduction.

L'analyse que nous avons menée met en évidence que le réchauffement climatique est sans aucun doute le principal facteur déclenchant et facilitant l'invasion au Nord de la Loire. Le réchauffement de près de 1°C des eaux bretonnes dans les années 90 est simultané à l'explosion du nombre de sites concernés par des populations sauvages. Les seuls secteurs ostréicoles non colonisés sont les sites les plus froids (Abers, Baie de Morlaix).

Thème 2 - Conséquences écologiques

L'aire écologique réalisée de l'espèce montre l'énorme potentiel de colonisation de l'espèce. C'est l'espèce la plus tolérante du milieu côtier, devant la moule. En effet les huîtres sauvages s'installent aussi bien en vaseuse estuarienne que sur les roches en milieu très exposé en conditions océaniques. Toutefois la presque totalité des sites colonisés se trouve en milieu intertidal. Seuls quelques secteurs subtidiaux, tous situés en estuaires, semblent concernés. En présence de récif d'huîtres l'impact sur la biodiversité se traduit à petite échelle spatiale par augmentation sensible des espèces d'invertébrés locaux que ce soit en milieu meuble ou rocheux. A plus grande échelle l'impact paysager peut être considéré comme négatif car la colonisation des habitats naturels par les huîtres conduit à une homogénéisation et une banalisation du paysage intertidal.

Le rôle des biodépôts sur la silice biogénique est non négligeable à l'échelle d'un ensemble comme la rade de Brest, mais la dispersion des biodépôts par l'hydrodynamisme en milieu intertidal empêche l'accumulation et la concentration dans et à proximité des bancs d'huîtres. Les premiers calculs de production de sédiment calcaire par les huîtres mettent en évidence que cette source de matériel biogène pourra jouer localement un rôle dans la limitation de l'érosion des plages. Les calcimasses des huîtres vivantes en place peuvent atteindre localement 45kg.m⁻² (poids sec).

Thème 3 - Conséquences socio-économiques

L'enquête souligne l'importance économique de la conchyliculture bretonne et met en évidence que les interactions entre la présence grandissante de l'huître sauvage et la conchyliculture sont très fortes et constituent une menace réelle pour la profession. La prolifération entraîne des surcoûts importants par l'entretien supplémentaire des structures et du cheptel, et par un retard à la taille marchande du fait de la concurrence trophique (bassins ostréicoles du Sud de la Loire). Dans certains cas cependant elle peut induire une opportunité d'évolution en élargissement le nombre de sites de captage naturel en particulier en Bretagne. Si la principale espèce ciblée est la palourde, les premières licences de pêche à pied professionnelle d'huître ont été délivrées en 2005, mais leur nombre reste à ce jour marginal. Deux secteurs sont concernés : Auray-Vannes (20 licences) et le Nord-Finistère (12 licences). Actuellement l'huître n'est qu'une espèce ciblée parmi d'autres, dont l'exploitation a surtout pour fonction de combler les périodes de manque sur les espèces principales (notamment la palourde). Les huîtres sont vendues à des ostréiculteurs, qui achètent prioritairement des animaux dont la taille correspond à celle d'animaux de demi-élevage (18 mois), au prix d'1 €/kg environ. Au niveau des usages non professionnels l'étude ethnologique montre qu'une gêne importante est créée par la prolifération de l'huître dans les sites balnéaires : les huîtres sur les roches provoquent de nombreuses coupures et des laisses de mer d'huîtres s'accumulent en haut de plage, sur plusieurs mètres de large et sont une gêne pour la baignade. La pêche à pied amateur tire profit de cette espèce même si elle ne constitue pas une cible de premier choix. Les pêcheurs à pied de palourde demandent clairement une gestion car de plus en plus de sites deviennent inaccessibles pour la pêche à la palourde.

Thème 4 - Gestion

Les résultats ont montré qu'à l'évidence il n'est pas envisageable d'éradiquer totalement les huîtres sauvages des côtes de France. Des actions ponctuelles sont cependant possibles pour limiter localement les gênes (accès aux quais et cales, nettoyage des plages, ...). D'un point de vue

PROGIG

écologique et en lien avec les politiques de conservation (sites Natura ...), le maintien de sites de référence sans présence d'huître paraît possible dans des secteurs encore peu colonisés et où les flux de larves restent modérés. Le devenir des huîtres récoltées et enlevées, et leur valorisation éventuelle, restent encore un point de blocage car il n'existe pas d'option vraiment rentable financièrement à l'heure actuelle du fait des coûts élevés de ramassage et de transport. Le principal outil de gestion qui doit perdurer après la fin du programme PROGIG est le site internet progig.fr avec le SIG couplé avec un nouveau réseau de surveillance des sites (observatoire de l'invasion), outil qui permettra de maintenir une surveillance de la dynamique de l'invasion, de mettre en place avec les gestionnaires et les usagers des actions de gestion avec une coordination assurant un bon contrôle amont et aval de ces opérations et donc des impacts sur l'environnement (*voir ci-dessous dans les rubriques suivantes*).

IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

- Implications pratiques :** Le programme PROGIG a mis en évidence que la prolifération des huîtres creuses du pacifique était un phénomène d'invasion biologique d'ampleur probablement inégalée jusqu'à présent dans le milieu marin côtier. L'ensemble des côtes Atlantique est touché par ce phénomène sauf quelques exceptions (côtes Landaises), et la quasi-totalité de la Manche Ouest excepté certains secteurs de la côte Nord-Finistère. L'invasion se poursuit malgré les étés peu propices à la reproduction et les abondances augmentent partout. Ce constat implique qu'il n'est pas envisageable de réduire notablement l'invasion à grande échelle par des actions de gestion. Le bilan de Progig permet de poser les questions de gestion à petite échelle ciblée selon un certain nombre de critères intégrant l'environnement, les usages et le statut des sites. L'intervention pour enlever ou réduire l'abondance des huîtres se fera en effet selon des approches très différentes selon que le problème induit concerne un usage du littoral ou un aspect environnemental. Le site internet élaboré permet à tout gestionnaire de trouver les informations, les guides méthodologiques et les éléments concrets lui permettant de choisir s'il doit et peut intervenir et comment le faire.
- Réalisations pratiques et valorisation :**

eau-Daoulas
Samedi 15 mars 2008 **Le Télégramme**

LOGONNA-DAOULAS

Huître creuse sauvage. La grève de Porziquen sécurisée

La prolifération de l'huître sauvage « crassostrea gigas », si elle fait le bonheur des pêcheurs à pied, pose problème dans les endroits fréquentés l'été pour la baignade. La commune s'en est inquiétée et vient de se lancer dans une opération de mise en sécurité du secteur de Porziquen avec le concours du CNRS, de l'UBO, réunis sous le laboratoire Lemar et sous la responsabilité de scientifiques, Christian Hily et Agathe Larzillière.

Introduite dans les années 70
 Introduite dans les années 70 pour remédier à la disparition de l'huître portugaise et de l'huître plate dans les bassins de Marenne-Oléron et d'Arcachon, la « gigas » sauvage s'est rapidement implantée et le phénomène est apparu en Bretagne et en Normandie au début des années 90. Le laboratoire Lemar a lancé une opération « Progig » (sur Internet : progig.fr) destinée à réaliser



un bilan actualisé de la colonisation des côtes Manche-Atlantique françaises par la « crassostrea gigas », d'expliquer le phénomène, d'en analyser les conséquences aussi bien écologiques qu'économiques et de proposer des mesures de gestion-restauration adaptées. La mise en sécurité des rochers proches de part et d'autre de la grève de Porziquen consiste à décoller des coquilles saillantes

pouvant présenter un danger de coupure pour les baigneurs.

De l'huile de coude
 L'opération nécessite un marteau, de l'huile de coude et un bon coup d'œil. Christian Hily et Agathe Larzillière, qui sont déjà intervenus à Plougastel et à Landévenec, se font aider par une équipe de Don Bosco. En contrepartie, les jeunes vont bénéficier de journées de voile au

Centre nautique de Moulin-Mer, financées par la commune. Pour les scientifiques, « l'éradication totale des « gigas » n'est pas envisageable ni justifiée » et ils préconisent « des actions ponctuelles et locales sur des sites à usage de loisirs ». L'association Agsel est déjà intervenue sur le site du centre nautique pour enlever des huîtres et réaliser une sorte de chemin fréquenté par les enfants en classe de mer.

Kévin, Karim Zeuglech, animateur Don Bosco, Christian Hily, responsable scientifique à l'Institut universitaire de la mer, et Agathe Larzillière, ingénieur d'études, en opération sur le terrain.

PROGIG

Les documents de synthèse présentés sur le site internet sont le résultat d'une étude sur les modalités de gestion des huîtres sauvages, organisée en trois parties.

Dans un premier temps, une réflexion globale a été menée afin de répondre à un certain nombre de questions préliminaires, auxquelles il paraissait indispensable de répondre avant de mettre en place toute démarche de gestion : Faut-il intervenir pour limiter la prolifération des huîtres ? Pour quelles raisons ? Où et comment ? Dans quel cadre juridique ? Avec quelles possibilités d'élimination ou de valorisation des huîtres enlevées ? Les réponses à ces questions ont été cherchées à travers diverses études et publications, mais aussi par le biais de nombreux entretiens avec différents acteurs ressources. Les résultats de cette étude ont permis d'éliminer un grand nombre de voies de gestion qui se seraient avérées trop coûteuses, trop polluantes, en inadéquation avec des objectifs de conservation des milieux naturels, ou générant trop de conflits d'usages.

Quatre grands points ressortent de cette étude :

- Une éradication totale des huîtres à grande échelle ne paraît ni envisageable au regard des quantités estimées, ni justifiée au regard des différents impacts écologiques et socio-économiques. Seule une éradication locale semble envisageable, au titre de la sécurité des usagers, ou de la conservation des habitats et de la biodiversité.
- Aucune loi n'interdit d'éliminer localement les huîtres, même si ce geste peut paraître destructeur, sauf sur un territoire faisant l'objet d'un statut de protection élevé. Dans un espace naturel protégé, il serait donc préférable d'intégrer l'élimination locale dans un contexte de conservation des milieux. En cas de plaintes pour blessure grave par les huîtres, il apparaît que la responsabilité d'une commune pourrait être engagée, ce qui peut justifier une éradication locale sur des sites très fréquentés.
- Les pistes de valorisation économiques à grande échelle sont nombreuses et réalisables sur le plan technique, mais la rentabilité n'est pas assurée tant que le produit final n'aura pas une plus grande valeur ajoutée. Seule la piste paramédicale/cosmétique paraîtrait rentable. Par contre, des voies de valorisation à petite échelle pourraient être envisagées sur la base de cette étude préliminaire, pour valoriser localement les huîtres enlevées.
- Aucune voie d'élimination/destruction des huîtres enlevées n'est vraiment satisfaisante sur le plan économique (coût), écologique (pollution) ou sociologique (conflits). La seule solution consiste à laisser les huîtres sur place, ce qui implique de ne se cantonner qu'à de faibles surfaces de traitement (2000 m² maximum) et sur des sites suffisamment espacés les uns des autres pour éviter les pollutions locales (prolifération bactériennes).

Les résultats de cette première approche se présentent sous la forme de trois documents de synthèse :

- Une synthèse juridique qui permet de se positionner dans un cadre réglementaire précis en fonction des situations rencontrées (document 1).
- Un tableau de synthèse des différentes voies de valorisation à grande échelle. Seules des idées globales et des ordres de coûts sont présentés ici. Chaque piste devrait donc faire l'objet d'une étude de faisabilité plus poussée en fonction des contraintes locales si besoin (document 2). Cela a permis d'envisager quelques pistes d'élimination à petite échelle en cycle court.
- Un tableau des différentes voies d'élimination possibles des huîtres dans l'hypothèse d'un enlèvement massif, qui amène à la conclusion de les laisser sur place, pour un enlèvement très local (document 3).

Dans un deuxième temps, des scénarii de gestion ont été mis en place sur le site atelier de la rade de Brest, afin de tester différentes techniques d'élimination et de valorisation locales et mettre au point des outils d'aide à la gestion. Des sites de gestion ont d'abord été choisis en rade de Brest, en fonction de différents critères, en accord avec les élus locaux et en tenant compte des contraintes propres des différents intervenants potentiels. Ensuite, par le biais de réunions rassemblant tous les acteurs concernés, les modalités de gestion ont été décidées sur

PROGIG

chaque site, puis testées grandeur nature. Les sites choisis et les modalités pratiques des scénarios de gestion mis en place (intervenants, coûts, techniques, ...) sont présentés dans des tableaux de synthèse (document 4).

Enfin, les résultats collectés lors de la mise en place de cette gestion et des tests grandeur nature ont permis de construire plusieurs outils destinés à aider les gestionnaires dans leur prise de décision d'agir ou non, de savoir où en priorité et comment.

Ces résultats se présentent sous la forme des documents de synthèses suivants :

- Un organigramme d'aide à la décision en approche globale : destiné aux gestionnaires confrontés à cette problématique sur un vaste territoire, et qui s'interrogent d'une manière globale sur une éventuelle gestion (document 5).
- Une liste des critères à prendre en compte en approche globale : destinée aux mêmes gestionnaires, qui cherchent à faire ressortir des sites de gestion prioritaire en fonction de différents critères sur leur vaste secteur colonisé. Cette liste peut servir de base à la mise en place d'un SIG d'aide à la décision (document 6).
- Un organigramme d'aide à la décision en approche locale : destiné aux gestionnaires qui sont confrontés à cette problématique sur un site donné, et cherchent la meilleure voie de gestion possible en fonction des caractéristiques du site (document 7).
- Une fiche pratique d'aide à la gestion : destinée à tout gestionnaire une fois la décision de gestion prise et le site défini. Cette fiche rassemble tous les éléments utiles à la mise en place d'une gestion et à son bon déroulement (document 8).
- Un protocole de gestion, destiné à donner un cadre scientifique à la gestion et à collecter le maximum de données pour améliorer les techniques et évaluer leur efficacité (document 8).
- Un protocole de gestion pour les « sites de référence biodiversité », destiné aux gestionnaires d'espaces naturels protégés qui décident de garder des sites de référence sans huîtres, de manière à pouvoir comparer la biodiversité avec les sites encore colonisés à court, moyen et long terme (document 9).

L'ensemble de ces outils est disponible sur le site Internet Progig.fr en libre accès. Il est néanmoins demandé aux personnes qui souhaitent se lancer dans ce type de gestion de remplir un formulaire de contact, afin de se présenter et d'expliquer les raisons de leur demande de gestion. Une fois le contact pris, des conseils supplémentaires peuvent être donnés en ligne. Les résultats obtenus sont également collectés grâce à des formulaires en ligne, afin de tenir compte des remarques et de pouvoir améliorer les outils de gestion au fur et à mesure des expériences de terrain.

- *Ci-dessous sont présentées trois des fiches pratiques à l'usage des gestionnaires et disponibles sur le site internet, pour guider la réflexion sur le problème concret au niveau d'un site et aider à la prise de décision sur le choix d'intervenir ou non et si oui quelle opération mener.*

Document 4 : Fiche pratique d'aide à la gestion

1) Modalités pratiques d'enlèvement des huîtres

	Huîtres sur surface lisse (béton, plâtre)	Huîtres à plat sur roche	Huîtres en récifs sur roche	Huîtres sur blocs	
Enlèvement des huîtres	Surface maximale à traiter	200 m ²	inf. à 2000 m ²		
	Technique	Cratènement de la surface de haut en bas ou sur le côté	Éclatement et/ou enlèvement	Enlèvement du récif /Éclatement des huîtres ou non	
	Enlèvement et/ou destruction	ELF	ELF / ENP	ELF / ENP	ELF / ENP
	Enlèvement (valeur sup. et inf.)	OUI	OUI / NON	OUI / NON	OUI / NON
	Destruction (par éclatement)	OUI	OUI / NON	OUI / NON	OUI / NON
	Détails	Bêche	Masse ou piolet (éclatement) Marteau burin (enlèvement)	Masse, piolet ou marteau burin	Banc à mine Marteau-burin
Suivi après enlèvement	Temps en m ² /pers/heure	Entre 5 et 10 m ² /pers/heure	Entre 20 (éclatement) et 40 (enlèvement) m ² /pers/heure		
	Temps en min/pers/m ²	Entre 5 et 10 min/pers/m ²	Entre 2 (éclatement) et 5 (enlèvement) min/pers/m ²		
	Quantité d'huîtres enlevées en kg/m ² (densité > 100 ind./m ²)	Environ 15 kg par m ²			
	Débris des huîtres enlevées et/ou des débris d'huîtres	Huîtres entières et fragments d'huîtres laissés sur place			
Intervenants	Vitesse d'érosion des valves inférieures sèches	Plus d'un an			
	Vitesse d'érosion des huîtres apalentes	2 à 3 mois (selon la fréquence des tempêtes)			
	Modes de dispersion des coquilles	Vers le haut et latéralement sur plusieurs centaines de mètres			
	Vitesse de disparition de la chair	En une marée			
Intervenants bénévoles possibles (non exhaustif)	Vitesse de disparition des mauvaises odeurs	En une marée			
	Intervenants bénévoles possibles (non exhaustif)	- Associations d'usagers : plaisanciers, riverains - Association de gestion d'espaces marins - Centre nautique : dans le cadre de classes de mer			

Types d'acteurs			Motifs
Autorités départementales	Préfecture	Lettre	Demande d'autorisation
	DDASS	Lettre	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques
	Affaires maritimes	Entretien	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques
Autorités locales	Section régionale conchylicole locale	Entretien	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques
	Maire	Entretien	Demande d'autorisation Choix du site si nécessaire
Acteurs professionnels locaux	Elus et responsable environnement	Entretien	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques.
	Comité local des pêches (pêcheurs et pêcheurs à pied professionnels)	Entretien téléphonique	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques de gestion.
Acteurs locaux non professionnels	Ostréiculteurs et mytilculteurs locaux	Entretien	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques de gestion.
	Associations de plaisanciers, de riverains, centre nautiques, pêcheurs à pied	Entretien téléphoniques	Expliquer la problématique et informer sur les modalités pratiques de gestion. But : éviter les conflits et une mauvaise interprétation des opérations d'enlèvement
Intervenants potentiels	Associations locales, ou professionnels	Plusieurs entretiens et réunions	Expliquer la problématique et organiser les modalités pratiques de la gestion. Prendre connaissance de leurs propres contraintes
Valorisation des huîtres et coquilles vides	Agriculteurs locaux (en particulier maraîchers bio), pêcheurs à pied professionnels, employés communaux	Entretiens téléphoniques puis entretiens avec les personnes intéressées	Evaluer la faisabilité de la filière de valorisation. Connaître les conditions de (quantité, coût, transport). Fixer les modalités pratiques pour chaque étape de la filière.

3) Personnes à prévenir dans le cas d'une gestion sur un espace naturel protégé

Gestionnaire concerné, élus de la commune concernée et les intervenants potentiels.

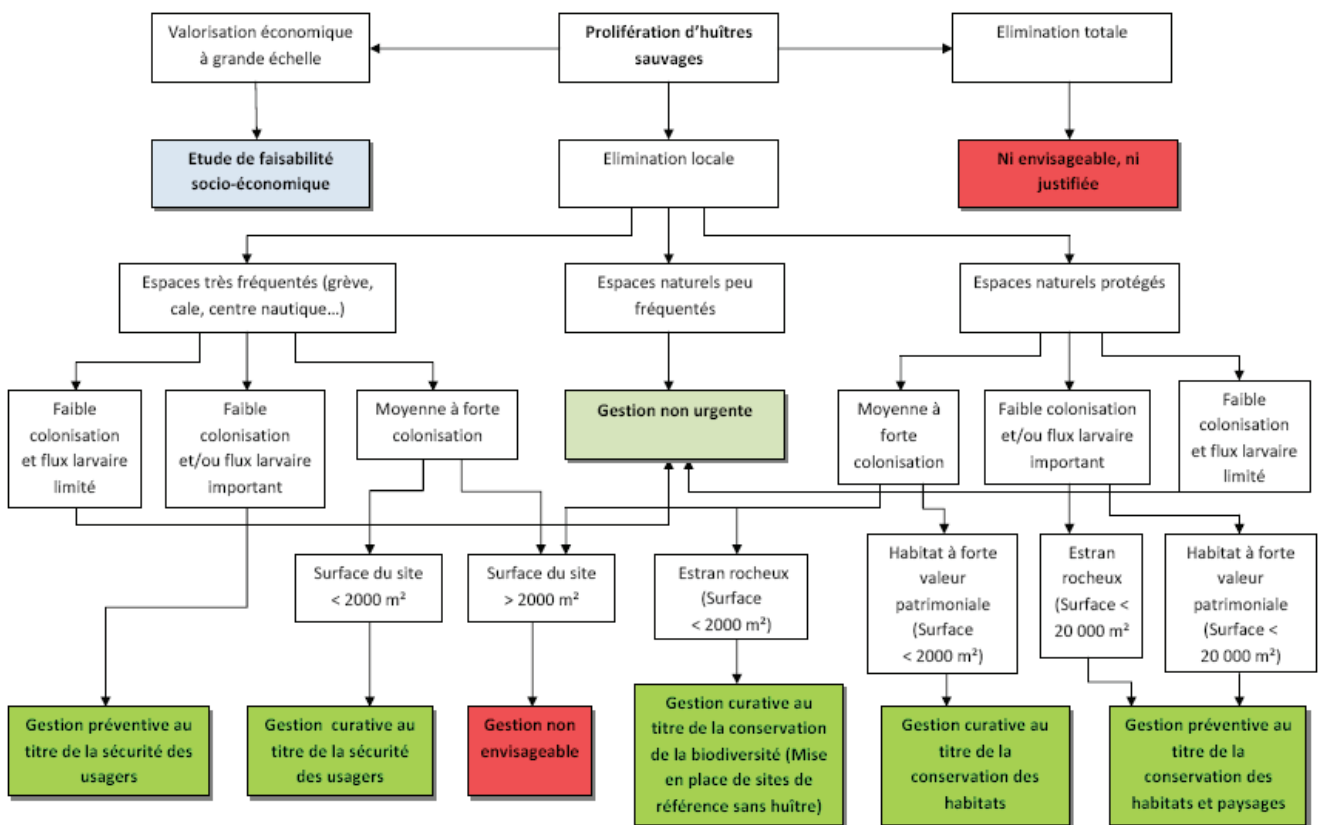
4) Organisation de la gestion

Ordre des événements pour l'organisation de la gestion sur un site donné :

- 1) Demande d'autorisation aux autorités compétentes.
- 2) Rencontre de l'élu local et/ou du responsable environnement. Choix définitif du site si besoin.
- 3) Rencontre des usagers particulièrement concernés pour la problématique sur le site (associations locales)
- 4) Recherche d'un intervenant potentiel et rencontre
- 5) Organisation d'une réunion rassemblant ces différents intervenants : explication de la problématique, de la démarche de gestion.

Fixer les modalités pratiques : jours d'intervention, modes de financement si besoin, matériel fourni...

Document 1 : QUELLE GESTION METTRE EN PLACE ET POURQUOI ? ORGANIGRAMME D'AIDE A LA DECISION EN APPROCHE GLOBALE



PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETS, ENVISAGES

En 2009 s'est mis en place un partenariat avec le Comité National de la Conchyliculture pour réaliser une action pilote d'estimation de la mortalité/survie des huîtres sauvages sur le littoral Breton. Cette action devrait être une opération poursuivie ensuite les autres années dans le cadre de l'observatoire de l'invasion qui se met en place au niveau de l'observatoire du domaine côtier de l'IUEM qui a inscrit cette nouvelle thématique dans ses perspectives proches. Dans le cadre de la collaboration avec les SRC de Bretagne, l'objectif est de réaliser une estimation à l'échelle régionale des mortalités d'une part mais aussi de quantifier les potentialités des sites naturels pour renforcer les stocks en élevage fortement touchés par les mortalités estivales. Les observations que nous avons réalisées depuis l'été 2008 montrent clairement que les huîtres sauvages ne sont que très peu affectées par les mortalités estivales même à proximité des parcs ostréicoles. Il existe donc clairement un potentiel très intéressant des populations sauvages pour une exploitation par les professionnels de l'ostréiculture. Cette exploitation doit se mettre en place en concertation avec tous les autres usagers du littoral c'est pourquoi il nous apparaît essentiel de poursuivre la coordination de la question de l'invasion, de manière à mettre en place une stratégie de gestion adaptative, intégrant en direct l'évolution de la situation à grande échelle mais aussi plus localement à l'échelle des sites.

Le projet d'observatoire de l'invasion est en cours de définition. Il consiste à appliquer dans un réseau de sites témoins, déjà gérés dans le cadre des aires marines protégées, Natura, parc marin, espaces du conservatoire, estrans de réserve associatives, ou de communautés de communes, un protocole standardisé de surveillance de la dynamique de l'invasion (densité, biomasse, mortalité, recrutement). Ce protocole simple et pouvant être appliqué de manière autonome par les gestionnaires avec une faible fréquence sera à la base d'une plate-forme d'échange de données et d'informations entre les gestionnaires des sites et le gestionnaire de l'observatoire à l'IUEM. Cet observatoire sur le principe duquel de nombreux gestionnaires de sites sont d'accord dès à présent se mettra en place en automne 2009.

LISTE DES OPERATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS A DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)

Depuis le début du programme PROGIG, la problématique des huîtres en tant qu'espèce proliférante et invasive, totalement inconnue au niveau du public, des médias et des scientifiques en France, a été révélée grâce à la communication que nous avons réalisée par différentes actions. Cette communication est réalisée en relation avec les professionnels de la conchyliculture avec lesquels nous sommes en relation suivie non seulement pour ces actions de communication mais aussi au niveau de la programmation scientifique, du rendu des résultats presque en temps réel et sur les échanges d'information venant de la profession. Nous souhaitons insister ici sur l'importance qu'a jouée cette collaboration et sur les bonnes relations établies avec les professionnels de la conchyliculture, aussi bien au niveau national (CNC avec son président Monsieur Brest) et les SRC de Bretagne.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Le Berre Iwan, Hily Christian, Lejart Morgane, Gouill Raphaël. Analyse spatiale de la prolifération de *C. gigas* à l'échelle de la Bretagne. **Cybergeos** (soumis)

Lejart Morgane, Meistertzheim Anne Leila, Hily Christian. Discrimination between the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, and European oyster, *Ostrea edulis*, at an early developmental stage using Taqman real-time PCR. **Molecular ecology resources** (accepté)

Lejart Morgane, Clavier Jacques, Chauvaud Laurent, Hily Christian. Respiration and calcification of *Crassostrea gigas*: contribution of an intertidal invasive species to coastal ecosystem CO₂ fluxes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** (soumis)

Lejart Morgane, Hily Christian. Ecological impacts of a new habitat, oyster reef (*Crassostrea gigas*, Thunberg), on the intertidal communities of the Bay of Brest, France. **Journal of Sea Research** (soumis)

Hily Christian, Lejart Morgane. The invasion of French shores by the Pacific oyster *Crassostrea gigas*: a threat to intertidal ecosystems? **Aquatic conservation** (soumis)

Meistertzheim, A. L., Tanguy, A., Moraga, D & Thébault M. T. Identification of differentially expressed genes of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* exposed to prolonged thermal stress. **FEBS journal** (soumis)

Meistertzheim A.L., Lejart M., Le Goïc N. and Thébault M.T. **2009**. Sex- , gametogenesis and tidal height-related differences in levels of HSP70 and metallothioneins in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. **Comparative Biology and Physiology, part A, 152: 234-239**

Lejart M., Meistertzheim A. L and Hily C. Discrimination between the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, and European oyster, *Ostrea edulis*, at an early developmental stage using Taqman real-time PCR. **Marine Ecology Resources (en révision)**.

Meistertzheim A.L., Boudry P, Arnaud-Haon S. and Thébault, M.T. *Temporal and spatial variations*

of selective pressures on wild French oyster populations, impact on its invasive capability (en préparation).

Meistertzheim A.L., Rohfritsch A., Boudry P., Arnaud-Haon S., Normand J., Lapègue S. and Thébault, M.T. *Genetic structure of European wild oyster populations, consequences for an invasive species. (en préparation)*

Meistertzheim A.L., Barbier G., Marhic A. and Thébault, M.T. Adaptation strategies of a marine invasive species, the Pacific oyster *Crassostrea gigas* along French coasts.

COLLOQUES

Hily C, Lejart M, Guduff S. Invasive potentials of the Japanese oyster *Crassostrea gigas* in the English Channel and French Atlantic coasts. A first approach. *Comm orale* : 8th International Conference on Shellfish Restoration, Brest, 2-5 oct 2005

Hily C., Lejart M. 2006. Prolifération de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur les côtes Manche Atlantiques françaises : premiers constats sur les potentialités invasives de l'espèce. (Poster) Colloque "Invasions Biologiques et Traits d'Histoire de Vie : de l'approche descriptive à l'approche prédictive" Rennes (30juin – 1 juillet 2006).

Hily C., Lejart M., 2006. Does climate change explain the recent proliferation and spreading of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* on the Atlantic and Channel coasts of France, What are the consequences for the native ecosystems? (Comm. Orale) European

Hily C., Lejart M., Miossec L. 2007 The invasion of the Atlantic and Channel coasts of France by the alien oyster, *Crassostrea gigas*: assessment, causes, ecological and socio-economical consequences. (Poster) The PROGIG research program. The 5th International Conference of Marine Bioinvasions. Boston 21-24 Mai 2007.

Lejart M, Hily C,. Proliferation of the Japanese oyster *Crassostrea gigas* in the Bay of Brest. (Poster): 8th International Conference on Shellfish Restoration, Brest, 2-5 oct 2005 MarineBiological Symposium, Cork, Ireland

Lejart M, Hily C Ecological impact of oyster reefs, (*Crassostrea gigas*, Thunberg), on the intertidal communities, Brittany (France) (*comm.. orale*) The 5th International Conference of Marine Bioinvasions. Boston 21-24 Mai 2007.

Meistertzheim Anne-Leïla, Nelly Le Goïc, Alain Marhic, Christian Tartu & Marie-Therese Thébault. 2007. Adaptation capacities of an invasive species, the Pacific oyster *Crassostrea gigas*, along the French Manche-Atlantic Ocean coasts. (*comm.. orale*) The 5th International Conference of Marine Bioinvasions. Boston 21-24 Mai 2007.

Meistertzheim Anne-Leïla, Arnaud Tanguy, Dario Moraga & Marie-Therese Thébault. 2007. Identification des gènes différentiellement exprimés chez l'huître du Pacifique *Crassostrea gigas* exposée a un stress thermique prolongé. 11^{ème} colloque annuel, Chapitre Saint-Laurent SRA-SETAC. Rimousky 28-29 Mai 2007.

Meistertzheim Anne-Leïla, Morgane Lejart, Alain Marhic, Nelly Le Goïc, Christian Tartu, Georges

Barbier, Christian Hily & Marie-Therese Thébaud. 2007. Couplage phénotype-génotype et biais d'échantillonnage. ECOBim, international workshop on environmental assessment by ecotoxicologic biomarkers in sentinel bivalve mollusc species. Rimousky 30 Mai-1er Juin 2007.

THESES

Thèses soutenues

Meistertzheim Anne-Leïla : Capacités d'adaptation d'une espèce invasive, l'huître creuse du Pacifique *Crassostrea gigas* en région Bretagne. Directeur de thèse Marie Thérèse Théault (janvier 2009) UBO, Brest

Lejart Morgane : Dynamique de l'invasion du milieu côtier des côtes Manche-Atlantique françaises par l'huître creuse du Pacifique *Crassostrea gigas* et conséquences sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes. Directeur de Thèse C. Hily (soutenue le 6 juillet 2009) UBO Brest

ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION

Deux articles (Solène Leroux) présentant le programme et les résultats de PROGIG sur le problème des huîtres sauvages invasives dans la revue de la conchyliculture française : **Cultures marines** : N° 206 , mai 2007 pp 4-5 et n°220, octobre 2008 pp 28-29

AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS

Une enquête sous forme de fiches d'information et de questionnaire a été expédiée par courrier électronique à l'ensemble des mairies des communes littorales atlantiques.

Plusieurs articles ont été réalisés dans les quotidiens locaux et régionaux expliquant le phénomène et posant les problèmes en particulier ceux posés aux professionnels de l'ostréiculture et aux usagers : **Le télégramme de Brest et de l'Ouest** (2008 : « Comment respirent les huîtres ? » ; « L'huître sauvage est sacrément envahissante ») ; **Ouest France** (12 déc 2006 : « Les huîtres creuses envahissent la rade »), Fin 2006 : « Les huîtres seraient dérégées par le climat » (18 janvier 2008 : « L'huître japonaise envahit nos rivages ». Le **Courrier de l'Ouest** (26 mai 2006 : « L'huître sauvage envahi la rade de Brest).

Trois reportages télévisés ont eu pour objet la présentation de la problématique de l'invasion et de PROGIG, en particulier dans le cadre d'émissions thématiques consacrées au réchauffement climatique (FR3 et France 2) ainsi qu'une télévision japonaise dans le cadre du réchauffement climatique. L'ensemble de cette communication a été réalisé par Christian Hily, avec la participation de Morgane Lejart et d'Agathe Larzillière.

ENSEIGNEMENT - FORMATION

Lejart Morgane, 2005. Prolifération de la *Crassostrea gigas* (Thunberg) en rade de Brest : première estimation du stock et de son impact sur le fonctionnement de l'écosystème. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 2*, IUEM-UBO.(Resp.C.Hily, Lemar)

Julie Gard-Baholet, 2006. Analyse écologique du développement de récifs d'huîtres creuses

- du Pacifique (*Crassostrea gigas*) sur les estrans meubles. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO. (Resp. Hily, Lemar)
- Morgane Le Moal, 2006. Premier bilan de la prolifération de l'huître creuse Japonaise *Crassostrea gigas* (Thunberg) en milieu intertidal rocheux dans le Golfe du Morbihan *Rapport de stage de Master SML mention SBM 2*, IUEM-UBO (Resp. Hily, Lemar)
- Coic Leslie. 2006. Evolution d'un indice gonadique au cours d'un cycle de reproduction d'une population d'huître creuse *Crassostrea gigas* de la Rade de Brest en fonction de la hauteur d'émersion. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO.(Resp. C.Hily et M. Lejart Lemar)
- Coic Leslie, 2007. Etude dynamique de l'ostréiculture dans le bassin de Marennes-Oléron depuis l'introduction de l'huître japonaise *Crassostra gigas* : de la production à la prolifération. Rapport de master 2 de l'Université de Caen « Exploitation des ressources vivantes côtières » (resp L. Miossec , Ifremer La Tremblade)
- Bertolone Claire, 2006. Evolution de l'indice gonadique de *Crassostrea gigas* au cours d'un cycle annuel en fonction des conditions environnementales. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO.(Resp. Lejart M. et Meistertzheim L., Lemar)
- Lagadec Thibault, 2006. Evolution au cours d'une année d'un indice de croissance de juvéniles de *Crassostrea gigas* de même origine, transplantés sur deux sites bretons. Rapport de stage d'IUT de Brest, département de génie biologique. (Resp. Thebault M.T. et Meistertzheim A-L, Lemar)
- Lafon Guillaume, 2006. Variabilité d'un indice gonadique sur différentes populations d'huître creuse *Crassostrea gigas* en Bretagne. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO.(Resp.C.Hily et M. Lejart, Lemar)
- Lhuillery Marie, 2007. Impact de la prolifération de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur le cycle du silicium en rade de Brest. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 2*, IUEM-UBO.(Resp Olivier Ragueneau et C. Hily, Lemar)
- Louis G. & Berre I., 2007. Structuration d'un SIG dédié à PROGIG. *Rapport de projet de fin d'étude spécialité Hydrographie-cartographie*, ENSIETA – Géomer, IUEM-UBO, mars 2007 (Resp. I. Le Berre Géomer)
- Beuvarde Christian 2007. Interactions entre les huîtres sauvages *Crassostrea gigas* et les algues fucales (*Ascophyllum* et *Fucus*). *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO.(Resp.C.Hily, Lemar)
- Gouill Raphaël 2007. Mise en place du SIG PROGIG *Rapport de stage de Master 1 EGEL mention IUEM-UBO*. (Resp. I. Le Berre, Géomer)
- Le Faou Perrine 2008. Conséquences écologiques de la prolifération de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, sur les peuplements autochtones : mise en place de sites de référence. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO (Resp. C. Hily et A. Larzillière)

Le Garrec Vincent 2009. Recolonisation des estrans rocheux après invasion par les huîtres *Crassostrea gigas* sur deux sites de la rade de Brest. *Rapport de stage de Master SML mention SBM 1*, IUEM-UBO (Resp. C. Hily et A. Larzillière)

Aradan Aurélie, Berthélémy Julien, Duchêne Julie, Habasque Jérémie, Harly Elsa, Le Goué Grégory, 2009 Etude des populations sauvages d'huîtres creuses en Bretagne. Contrat réalisé pour les Sections Conchylicoles de Bretagne dans le cadre des Ateliers du Master 2 « Expertise et Gestion du Littoral » à l'IUEM sous la direction de C. Hily.

Cramet François, 2009. Place de l'huître *Crassostrea gigas* et des balanes dans les réseaux trophiques estuariens et littoraux. Rapport de stage d'IUT-DUT génie Biologique Université de La Rochelle (R. Sc. Pierre Guy Sauriau)

EXPERTISES

Participation de Christian Hily, membre nommé par le CNC (Comité National de la Conchyliculture), au groupe de travail national du CNC sur les mortalités des huîtres en automne 2008.

Participation et communications de A. Larzillière, M. Lejart et A.L. Meisterzeim aux journées techniques du réseau Aquacole (organisation Agrocampus Ouest, CNC et Ministère de l'Agriculture et de la Pêche) à Fouesnant : thème des journées : « Mortalités estivales d'huîtres creuses, enjeux pour la filière ostréicole »

METHODOLOGIES (GUIDES...)

Mise en place d'un site internet présentant la problématique, les principaux résultats de PROGIG, les expériences de gestion et les méthodologies d'intervention pour les gestionnaires : <http://www.progig.fr>

AUTRES

Relations internationales sur la problématique des huîtres invasives

La visibilité et la dynamique du projet PROGIG ont permis de nouer de nombreuses interactions et d'être moteur dans les programmes de recherche, PHD's et les réflexions qui se déroulent parallèlement dans les autres pays européens. Les participations aux congrès et aux réunions au niveau international ont positionné notre programme comme référence pour d'autres approches qui se sont mises en place en particulier en Grande Bretagne et en Irlande. Plusieurs visites de collègues anglo-saxons sur nos sites ont été organisées à leur demande pour leur présenter la démarche du programme PROGIG et les options de gestions que nous recommandons. A signaler aussi la participation aux réunions CIEM sur les Espèces Invasives (*WGITMO – working group on Introduction and Transfer of Marine Organisms*), Dubrovnik (Croatie) 21 au 23 mars 2007 (intervenant Laurence Miossec)

RESUMES

Prolifération de l'huître creuse du Pacifique *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur les côtes Manche-Atlantique françaises : bilan, dynamique, conséquences écologiques, et socio-économiques.

Programme PROGIG (Resp. sc. Hily Christian; LEMAR, IUEM, UBO, (Brest)).

L'huître creuse du Pacifique, *Crassostrea gigas* est élevée en France depuis les années soixante dix pour pallier à l'effondrement des stocks des autres espèces : l'huître « portugaise », *Crassostrea angulata* et l'huître « plate » *Ostrea edulis*. Introduite massivement notamment sur la façade atlantique, seuls deux bassins ostréicoles du Sud de la Loire : Marennes-Oléron et bassin d'Arcachon, ont d'abord vu l'espèce s'implanter durablement et établir des populations naturelles. Puis la survie des larves dans des conditions thermiques et halines favorables a conduit rapidement à la constitution de populations « sauvages » dans de nombreux autres sites plus au Nord. Elles sont installées principalement sur les estrans rocheux mais parfois aussi en estran meuble à partir de fixations sur des supports coquilliers dispersés sur les sédiments. *Crassostrea gigas* est aujourd'hui une nouvelle espèce invasive à caractère proliférant, sur une grande partie des côtes Manche-Atlantique françaises. Les causes et les conséquences de cette invasion restaient jusqu'alors inconnues. Le programme PROGIG a permis de donner des réponses essentielles dans les différents thèmes abordés.

1 : Le bilan des sites touchés par la prolifération de populations d'huîtres en milieu naturel sur les côtes Manche-Atlantique françaises a été réalisé et intégré dans un SIG. La prospection systématique des côtes bretonnes met en évidence que très peu de secteurs côtiers sont épargnés. Des individus isolés commencent à s'implanter dans les secteurs les plus protégés par les conditions hydroclimatiques les plus défavorables (eaux froides et fort hydrodynamisme) Abers du Nord-Finistère, Argenton, Sept-îles..., signes que l'invasion se poursuit activement malgré des années 2007-2008 *a priori* défavorables au processus invasif.

2 : La dynamique de la colonisation a été suivie grâce à la mise en place d'un réseau de 28 stations dans une série de sites témoins répartis de la côte normande à la côte basque.

3. Le réchauffement climatique est un facteur déclenchant la prolifération et facilitant son expansion. Une sélection naturelle d'individus résistants à certains facteurs de l'environnement est également mise en évidence à l'échelle locale.

4 : L'aire écologique réalisée de l'espèce est très large, des estuaires à la mer ouverte et dans des situations très variées de substrat, de salinité, d'hydrodynamisme. De véritables récifs se constituent, abritant une faune variée d'où une augmentation de biodiversité. Les expérimentations *in situ* ont étudié les interactions de l'espèce avec les espèces indigènes (compétition spatiale), elles ont montré que les huîtres n'inhibent pas la fixation des algues fucales de l'estran, mais que ces algues ralentissent la colonisation du substrat rocheux par les huîtres.

5 : L'analyse des conséquences des activités biologiques (filtration, biodéposition, biocalcification) sur le fonctionnement des écosystèmes littoraux a été réalisée : les biodépôts ne s'accumulent pas directement sur les huîtres mais sont dispersés par l'hydrodynamisme. La respiration au moment de l'émersion est très faible. La calcification est forte et conduit à une production de CO₂ non négligeable à l'échelle de l'espace côtier.

6 : Les conséquences économiques pour les professionnels de la conchyliculture sont importantes en terme de coûts : pour le nettoyage des structures et l'enlèvement des naissains fixés sur les adultes. Localement la reproduction naturelle permet de développer une activité de captage de naissain naturel. Dans les usages non professionnels, la pêche à pied se développe dans les sites colonisés, tandis que la plaisance en général subit cette prolifération comme une gêne importante en particulier pour la baignade et la plage.

7 : Les mesures de gestion/restauration ne se feront que localement en fonction du problème posé. Des scénarios de gestion ont été proposés et testés dans des sites pilotes. Le site internet *progig.fr* couplé au SIG est l'outil de gestion synthétisant les différents aspects du problème pour faciliter les prises de décision.

PROGIG

Mots clés : *Crassostrea gigas*, espèce invasive, biodiversité, usages de l'estran, gestion intégrée de la zone côtière.

ABSTRACT

Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) proliferation on the french Atlantic and Channel coasts: statement, dynamics, ecological and socio-economical consequences

Programme PROGIG (Resp. sc. Hily Christian)

Introduced in the early seventies in the French oyster farms, *Crassostrea gigas* produced rapidly spatfall which settled outside the farms and constituted “natural populations” in many sites south to the Loire estuary. In the nineties, this phenomena extended to the north, in Brittany and on the Channel coasts. The consequences of this introduction in the natural ecosystems have never been taken in account and remain unknown. Since 18 months, the PROGIG programme brought first results on this problem.

1 The assessment of the sites concerned by proliferation in the natural environment on the French Atlantic and Channel coasts is done and integrated in a Geographic Information System. The whole coasts of Brittany were visited. Most of sites shown the presence of oysters even if the most opened and exposed sites showed low densities. Oyster reefs are localized in sheltered bays and estuaries.

2. Dynamics of the colonization is studied by monitoring 28 sites, from Normandy to the Basque coasts, with permanent quadrats. It allows the control of the spatfall settlement, growth, mortality of oysters and the competition with the native species.

3: The global warming is a facilitating factor which allows the reproduction of oysters in more and more sites since the 90's. An adaptation of the species can also occur and natural selection of individuals is demonstrated at the local scale.

4: The study of the ecological area of the species shows that *C. gigas* is the species of the shore which presents the larger potentialities to settle on the intertidal areas. In subtidal areas the species occurs only in estuaries. The presence of oyster reefs, on rocky shores and on mud flats, increases the diversity of macrofaunal invertebrates at the local scale.

5: The study of impacts of the biological activities of *C. gigas* (filtration, biocalcification and biodeposition) on the ecosystem functioning is on the way. Results showed that the role of biodeposits on the biogenic silicium cycle and further for the primary production of diatoms is important at the scale of the Bay of Brest ecosystem. In another way the calcareous production by the oyster shells is able to increase the global rates of biogenic fraction of sandy beaches and consequently could limit locally the coastal erosion.

6: The interactions with the human activities (oyster farming, hand fishing, boating, seaside resort...) are very important and most of them are negative. Firstly the oyster farmers spend lots of time and money to clean the farms structures and the cultivated oysters from the wild juveniles. The study shows that farmers consider the proliferation as a threat for their profession. On the contrary the proliferation is positive for non professional hand-fishing, while it is negative for bathing and beaching because oysters cause many cuts.

7: Management will be only local actions because there are no eventualities to can eradicate the wild oysters from the coasts. Various scenarios are written and will be tested to limit the negative effects and to maintain some reference areas without oysters in some Special Areas of Conservation. The GIS will be the main tool which will be available to managers to limit the impacts of the oyster invasion.

Key words : *Crassostrea gigas*, invasive species, biodiversity, ecosystem functioning, socio-economical activities, coastal management.
