

Potentialité de relance de l'élevage de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata*)

Programme ANGEL

PHILIPPE GLIZE





Crassostrea gigas

Crassostrea angulata

Le financement du programme ANGEL a été assuré par le Conseil Régional des Pays de la Loire, au travers de l'appel à projet « Aquaculture et Pêche »



SOMMAIRE

	Page
TABLE DES ILLUSTRATIONS	4
AVANT-PROPOS	9
I - INTRODUCTION	10
II – MATERIEL ET METHODE	12
A - Sites expérimentaux	12
B - Matériel biologique	13
C - Suivi des performances à l'élevage	13
D - Paramètres liés au milieu d'élevage	15
E - Suivi de la gamétogénèse	16
F - Recherche et identification de pathogènes	16
III - RESULTATS	17
1 - SITE DE PEN BE	17
1.1 - Croissance pondérale	17
1.2 - Mortalité	19
1.3 - Rendement à l'élevage	22
1.4 - Qualité finale des produits commerciaux	23
1.4.1 - Forme de l'huître	23
1.4.2 - Taux de chair	25
1.4.3 - Indice Polydora	27

	Page
1.5 - Gamétogénèse	28
1.6 - Recherche et identification de pathogènes	30
2 - SITE DU CROISIC	32
2.1 - Croissance pondérale	32
2.2 - Mortalité	34
2.3 - Rendement à l'élevage	36
2.4 - Qualité finale des produits commerciaux	36
2.4.1 - Forme de l'huître	36
2.4.2 - Taux de chair	38
2.4.3 - Indice Polydora	40
IV - CONCLUSION	41
V - BIBLIOGRAPHIE	45
VI - ANNEXES	46

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

	Page
Figure 1 : Situation géographique du traict de Pen Bé (A) et du Croisic (B)	12
Figure 2 : Croissance pondérale des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site de Pen Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés. Croissance obtenue en 2020, troisième année d'élevage	17
Figure 3 : Croissance pondérale des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site de Pen Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés. Croissance obtenue après trois années d'élevage	18
Figure 4 : Mortalité cumulée des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site de Pen Bé, selon les niveaux bathymétriques. Taux de mortalité cumulée obtenus en 2020, troisième année d'élevage	19
Figure 5 : Mortalité cumulée des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site de Pen Bé, selon les niveaux bathymétriques. Mortalité après trois années d'élevage	21
Figure 6 : Rapport longueur sur largeur (L/l) des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site de Pen Bé	23
Figure 7 : Indice d'IMAï et SAKAï des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site de Pen Bé	24
Figure 8 : Taux de chair ou indice de condition des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site de Pen Bé	26
Figure 9 : Indice Polydora des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site de Pen Bé	27
Figure 10 : Croissance pondérale des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site du Croisic. Croissance obtenue en 2019, deuxième année d'élevage	32
Figure 11 : Croissance pondérale des lots <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site du Croisic. Croissance obtenue après deux années d'élevage	33
Figure 12 : Mortalité cumulée des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site du Croisic. Taux de mortalité cumulée obtenus en 2019, deuxième année d'élevage	34

	Page
Figure 13 : Mortalité cumulée des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site du Croisic. Mortalité obtenue après deux années d'élevage	35
Figure 14 : Rapport longueur sur largeur (L/l) des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site du Croisic	37
Figure 15 : Indice d'IMAï et SAKAï des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site du Croisic	38
Figure 16 : Taux de chair ou indice de condition des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site du Croisic	39
Figure 17 : Indice Polydora des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> élevés sur le site du Croisic	40

Tableaux

	Page
Tableau 1 : Caractéristiques des différents lots d'huîtres mis en élevage au mois de mars 2018	13
Tableau 2 : Stadation de maturation sexuelle chez <i>Crassostrea gigas</i> et <i>Crassostrea angulata</i> (d'après Le Dantec, 1968, version simplifiée)	16
Tableau 3 : Rendement à l'élevage des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site de Pen Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés	22
Tableau 4 : Stadation de la gonade pour les lots de <i>C. angulata</i> et de <i>C. gigas</i>	28
Tableau 5 : Caractérisation d'agents pathogènes au sein des populations d'huîtres creuses suivies (<i>C. gigas</i> et <i>C. angulata</i>)	30
Tableau 6 : Rendement à l'élevage des lots de <i>Crassostrea gigas</i> et de <i>Crassostrea angulata</i> sur le site du Croisic	36

AVANT-PROPOS

La mise en œuvre et la réalisation de cette étude n'auraient pu être entreprises et menées à terme sans la collaboration de :

- Monsieur Jean-Luc RETAILLEAU, ostréiculteur à Pen Bé, pour la mise à disposition de ses concessions, l'accès à son établissement et ses installations pour le traitement des différents lots de coquillages et sa disponibilité qui ne s'est jamais démentie durant les trois années d'expérimentation.
- Monsieur Philippe PICAUD, ostréiculteur à Pen Bé, pour la mise à disposition de ses concessions, l'aide apportée dans la manipulation et le transport des structures d'élevage et sa grande disponibilité.
- Monsieur Pierre-François AUDONNET, cérestoculteur au Croisic, pour la mise à disposition de ses concessions et ses conseils avisés.
- Monsieur Joël LAIDIN, ostréiculteur au Croisic, pour son aide dans la réalisation des essais et le suivi des structures d'élevage.

Qu'ils trouvent ici l'assurance de nos sincères remerciements.

I - INTRODUCTION

A compter du 19^{ème} siècle, l'ostréiculture se déclinait au travers de l'élevage de l'huître creuse (*Crassostrea angulata*), dénommée l'huître portugaise. Cette activité s'est développée pour atteindre dans les années 1950-1960 une production proche des 100 000 tonnes annuelles.

En 1966, une première pathologie dite « maladie des branchies », associée à un virus de type iridovirus frappa le cheptel du bassin de Marennes-Oléron (Comps et al., 1976). Elle gagna l'ensemble des zones d'élevage françaises en 1967. La production chuta de moitié pour atteindre les 60 000 tonnes en 1967 (Héral et al, 1989).

Entre 1970 et 1973, le stock de *C. angulata*, déjà affaibli, va subir de nouveau de fortes mortalités. Elles étaient imputables à une virose hémocytaire associée à un virus de type iridovirus. Cette nouvelle maladie conduira à la disparition presque complète des différents cheptels français.

L'apparition de cet iridovirus est apparue concomitante avec les premières implantations « sauvages » de *Crassostrea gigas* (huître japonaise) sur le littoral national, suggérant l'hypothèse de l'introduction accidentelle de ce pathogène par les premières huîtres *C. gigas* importées (Renault, 1996).

Face à cette crise sans précédent, des importations massives de cette nouvelle espèce (*Crassostrea gigas*, huître japonaise) au demeurant résistante aux deux épizooties furent réalisées depuis le Japon et le Canada. Elles permirent de sauver l'ostréiculture française.

Cette espèce d'huître creuse (*C. gigas*) est désormais la seule à être élevée au niveau national.

Depuis début 2016, une éclosion commerciale de coquillages propose à la vente du naissain d'huître portugaise, visant à relancer l'élevage de cette espèce disparue au niveau national. Cette réintroduction dans le milieu naturel, bien qu'autorisée, suscite de nombreuses interrogations et inquiétudes au sein de la profession conchylicole. Elles concernent notamment le risque de redéveloppement de pathogène (iridovirus) potentiellement apporté par *C. angulata*. Le risque d'hybridation est également évoqué. En effet, *C. gigas* et *C. angulata* sont très proches génétiquement et sont interfécondes (Huvet et al., 2001). La descendance générée par cette hybridation est viable et fertile (Huvet et al., 2002). L'espèce portugaise présentant une croissance plus faible que l'espèce japonaise, ces hybridations pourraient conduire à des populations hybrides à faible potentiel de croissance. Cette caractéristique de croissance lente des hybrides a été mise en avant à de nombreuses reprises dans la littérature (Soletchnik et al., 2002).

Des lots d'huîtres portugaises ont d'ores et déjà été implantés dans différents bassins de production français, dont les Pays de la Loire.

Sur le secteur de Pen Bé, la mise en élevage de cette souche au printemps 2016 a soulevé de nombreux questionnements au sein de la profession locale. Face à cette situation, le syndicat des parqueurs de Pen Bé-Mesquer a sollicité officiellement le SMIDAP pour qu'un suivi tant technique que scientifique soit entrepris. Une étude préliminaire (nommée ANGULATA) a été engagée en mai 2016 en réponse à cette demande. Cette étude visait au testage sur un même parc, d'un lot d'huître portugaise, comparé à un lot d'huître japonaise d'âge et de taille équivalents et mis en élevage à la même période.

Fin 2017, après 2 ans d'élevage, les résultats obtenus confirmaient le potentiel plus faible en termes de croissance de *C. angulata*, le gain de poids apparaissait près de 4 fois inférieur à celui observé pour *C. gigas*. Les taux de survies sont apparus similaires à l'issue des 20 mois de suivi. Cependant les phénomènes de mortalité ne sembleraient pas respecter la même chronologie selon les espèces considérées.

L'huître japonaise apparaît plus impactée en première année d'élevage et faiblement en deuxième année, un comportement inverse est observé pour l'huître portugaise (SMIDAP, rapports d'activité 2016 et 2017). Il convient néanmoins de rester prudent, ces résultats ne faisant référence qu'à deux populations, un effet lot pouvant être prédominant.

Au vu de ces résultats, le syndicat des parqueurs du traict de Pen Bé-Mesquer a de nouveau sollicité le SMIDAP pour assurer la poursuite de cette étude et sa reconduction par une approche plus ciblée des techniques de production et la détermination des normes zootechniques propres à cette espèce. Cette demande a été, de plus, relayée par le syndicat des parqueurs du traict du Croisic, secteur hébergeant lui aussi les mêmes populations d'huîtres portugaises d'écloserie.

En réponse à ces sollicitations conjointes, le programme ANGEL a été entrepris en 2018. Il a pour vocation de suivre l'évolution de populations d'huîtres portugaises que ce soit au niveau croissance, mortalité éventuelle, adaptation au site etc..., afin d'appréhender au mieux le comportement de cette espèce. Les performances à l'élevage sont comparées à celles d'huîtres japonaises, issues d'écloserie.

Les essais sont conduits sur 2 sites de production régionaux, se caractérisant par des qualités de milieux d'élevage différentes, que ce soit au niveau nature sédimentaire, turbidité, courantologie ..., permettant d'intégrer l'impact potentiel des conditions environnementales rencontrées.

L'étude concerne le suivi des populations d'huîtres sur un cycle de production classique, c'est-à-dire de deux ans. La comparaison sera déclinée au travers du testage de la phase de prégrossissement et celle d'élevage proprement dite.

Cette étude s'articule autour de 5 axes principaux :

- Potentialités de relance de l'élevage de l'huître portugaise au niveau régional : détermination des normes zootechniques.
- Comparaison des performances à l'élevage de populations d'huître creuse portugaise (*C. angulata*) et japonaise (*C. gigas*).
- Détermination de l'influence potentielle du site d'élevage (approche sédimentaire, turbidité de l'eau) et des conditions environnementales de production.
- Réalisation du suivi de la gamétogenèse pour les 2 espèces ciblées : potentialité de croisement inter-espèce.
- Identification de pathogènes : recherche de virus (iridovirus) et de vibrions.

Les maitrises d'ouvrage et d'œuvre de ce programme sont assurées par le SMIDAP en liens très étroits avec le syndicat des parqueurs de Pen Bé-Mesquer et le syndicat des parqueurs du traict du Croisic.

II - MATERIEL ET METHODE

A - Sites expérimentaux

Les sites retenus sont des secteurs de production ostréicole, leur choix se justifie également par leurs caractéristiques (sédiment, turbidité ...) différentes. Les deux sites choisis sont le traict de Pen Bé-Mesquer et le traict du Croisic (figure 1).

- Concernant le traict de Pen Bé-Mesquer (figure 1, A), la production ostréicole est majoritaire et déclinée au sein de 135 concessions, pour un total de 57 hectares. La production annuelle est en moyenne de 800 à 1000 tonnes d'huître creuses, générant un chiffre d'affaires de 3,6 à 4,5 millions d'euros (Source DML 44, CRC Bretagne sud, SMIDAP). Les performances de croissance sont considérées comme moyennes tandis que la survie est considérée comme très bonne, faisant de Pen Bé l'un des sites les moins touchés par les mortalités au niveau national. Ce secteur se caractérise par une turbidité relativement importante, des fonds vaseux et des phénomènes importants de biodéposition.
- En ce qui concerne le site du traict du Croisic (figure 1, B), l'activité conchylicole y est pratiquée au sein de 193 concessions pour une superficie globale de 185 hectares concédés et exploités par une quinzaine de professionnels (Statistiques conchylicoles de Loire Atlantique : année 2015, DML 44). Les surfaces exploitées pour les huîtres sont de 12%. La production annuelle d'huître est de 150 à 200 tonnes, soit un chiffre d'affaires de 600 à 800 000 euros (Source DML 44, CRC Bretagne Sud, SMIDAP). Sur ce site où l'ostréiculture est minoritaire, les performances de croissance et de survie sont élevées. Ce secteur se caractérise par une turbidité faible et un fond sédimentaire de type sableux.

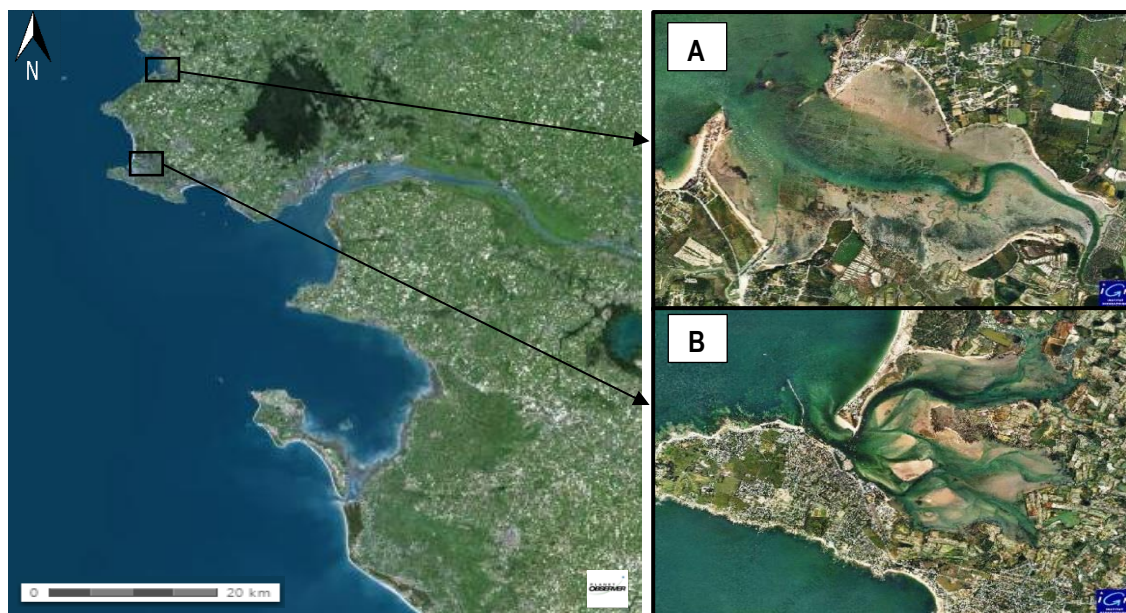


Figure 1 : Situation géographique du traict de Pen Bé (A) et du traict du Croisic (Sources photos : OBSERMER et Google Maps)

B - Matériel biologique

Dans le cadre de cette étude, un lot d'huître portugaise (*Crassostrea angulata*) est comparé à un lot d'huître japonaise (*Crassostrea gigas*). Le lot de *C. angulata* devait être acquis au printemps 2018, or des problèmes au niveau de l'écloserie devant fournir ce lot et un retard de la commande ont conduit à utiliser des lots de 2017, obtenus auprès de professionnels de Pen-Bé. Le lot de *C. gigas* est également un lot de 2017, acquis auprès d'une écloserie, d'âge et de taille équivalents à ceux du lot de *C. angulata*.

Les caractéristiques des lots mis sur parc en mars 2018 sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des différents lots mis en élevage au mois de mars 2018

	Ploïdie	Date de mise en élevage	Taille initiale	Poids initial (en g)
<i>Crassostrea gigas</i>	Diploïde	20/03/2018	T15	1,7
<i>Crassostrea angulata</i>	Diploïde	20/03/2018	T15	2,0

Les huîtres sont élevées en poches ostréicoles, les techniques d'élevage appliquées sont similaires à celles utilisées par la profession. Les densités initiales par poches sont identiques pour les 2 espèces, à savoir 500 huîtres/poche sur le site de Pen-Bé et 350 huîtres/poche sur le site du Croisic. Elles correspondent aux densités appliquées localement par les professionnels.

C - Suivi des performances à l'élevage

Les performances à l'élevage sont suivies au travers de 2 paramètres, la croissance pondérale et la survie.

La croissance pondérale des différents lots est mesurée avec un pas de temps mensuel lors des marées de vives eaux. Des pesées sont effectuées sur des échantillons de 30 individus prélevés aléatoirement.

Concernant la survie, des comptages sont effectués avec un pas de temps mensuel durant les périodes peu enclin aux mortalités et avec un pas de temps bimensuel durant les périodes propices aux mortalités. Les comptages sont effectués lors des marées de vives eaux et sur des aliquotes de 50 individus.

Au-delà de la simple comparaison des évolutions respectives des lots issus des deux systèmes d'élevage, il est intéressant de définir un rendement à l'élevage pour chaque catégorie d'élevage testée. Le gain de poids par poche semble le plus adapté, car il prend en compte la croissance pondérale et la survie. Sa formule de détermination sous forme de rendement est la suivante :

$$R = \frac{Pf \times (ni \times S)}{Pi \times ni}$$

Pf=poids moyen final (g)

S= survie sur la période (%)

Pi= poids moyen initial (g)

ni= nombre initial d'huîtres par poche

Par ailleurs, le rendement en poids final d'huître obtenu à partir de 1000 naissains est déterminé :

$$R = Pf \times (ni \times S)$$

Ce rendement rapporté à 1000 naissains est plus « parlant » pour les ostréiculteurs et est employé comme référence professionnelle.

Au-delà du seul suivi des performances à l'élevage, il est important de pouvoir déterminer la qualité finale des produits au moment de leur commercialisation et de vérifier l'existence ou non de différences entre les deux espèces étudiées. Différents critères sont pris en considération, intégrant le volet morphologique et de qualité externe, la qualité en termes de chair, la présence éventuelle de parasite (*Polydora*) susceptible d'impacter la qualité de la coquille.

- Indice de forme et de qualité externe

La forme de l'huître est un critère de qualité du produit au moment de sa commercialisation. Pour déterminer l'influence du système d'élevage sur l'aspect extérieur des huîtres, deux indices de forme sont déterminés.

Il s'agit du rapport longueur sur largeur et de l'index d'IMAÏ et SAKAÏ. Ils prennent en compte uniquement la forme de l'huître et font intervenir les trois facteurs de taille. Ils peuvent être regroupés sous la dénomination d'indicateurs morphologiques.

Pour chaque échantillon étudié, d'un minimum de 30 individus, les mensurations suivantes sont effectuées :

- Longueur totale
- Largeur prise perpendiculairement à la longueur au 2/3 de celle-ci
- Épaisseur prise perpendiculairement au plan longueur-largeur à la moitié de la longueur
- Le poids total



Les formules de détermination des coefficients morphologique sont les suivantes :

- Rapport longueur sur largeur $R_{pt} = \frac{L}{l}$
- Coefficient d'épaisseur (IMAÏ et SAKAÏ) $C. ep = \frac{e}{\frac{L+l}{2}} \times 100$

L= longueur en mm
l= largeur en mm
e= épaisseur en mm

Ce coefficient exprime la valeur d'une des dimensions par rapport à la moyenne des deux autres. Un coefficient d'IMAÏ et SAKAÏ faible correspond à huître longue et de forme aplatie, alors qu'un indice élevé correspond à une huître ronde et en principe coffrée. Le standard de l'index pour *C. gigas* est de 40.

- Qualité de chair :

L'indice retenu pour quantifier la qualité de chair des huîtres est la norme AFNOR : NFR 45-056

La formule de détermination de cet indice de condition qui exprime l'importance relative de la chair du coquillage est la suivante :

$$I = \frac{M1 \times 100}{MO}$$

Mo= masse en grammes de 20 huîtres creuses avant ouverture
M1= masse en grammes de la chair égouttée de ces mêmes 20 huîtres

- Indice Polydora :

Le ver Polychète *Polydora* crée des chambres de couleur noire dans la coquille des huîtres, ce qui nuit à la qualité marchande du bivalve, et qui peut provoquer un affaiblissement de l'animal. Le calcul de cet indice se caractérise à partir de 5 classes, la classe 0 correspondant à l'absence de vers actifs et de chambre. La classe 4 correspondant à plus de 25% de la surface infestée. L'indice varie de 0 soit l'absence totale de parasite à 1 soit une infestation complète.

Classe 0	Pas de vers actifs, pas de galerie ni de chambre
Classe 1	Présence de vers sans impact commercial, petites galeries
Classe 2	Pas plus de 2 chambres et surfaces infestées inférieures à 10% de la coquille
Classe 3	Commercialement inacceptable, plus de deux chambres ou infestation entre 10 à 25%
Classe 4	Totalement infestée, surface infestée supérieure à 25% de la coquille

La formule de détermination de l'indice *Polydora* est la suivante :

$$IP = (0 \times p0) + (0.25p1) + (0.5p2) + (0.75p3) + (1p4)$$

(Avec p0 à p4 étant les pourcentages d'huîtres dans chaque classe)

D – Paramètres liés au milieu d'élevage

Les différents lots d'huîtres sont déployés en tenant compte par ailleurs des conditions environnementales et physiques des deux sites d'expérimentation. Deux conditions sont étudiées.

Effet bathymétrique

Sur le site de Pen-Bé, l'impact de l'effet bathymétrique est étudié. Des poches sont placées sur un parc dit « moyen », découvrant par des coefficients de marées de 65, d'autres poches sont placées sur un parc « bas », découvrant par des coefficients de marée de 80.

Effet sédimentaire

Les performances d'élevage sont également mises en relation avec la typologie du milieu. Le site de Pen Bé est une zone relativement turbide et présente un fond vaseux alors que le site du Croisic est une zone où la turbidité est relativement faible avec un fond sableux.

E - Suivi de la gamétogenèse

Le suivi de la gamétogenèse est réalisé sur les deux espèces. Des individus sont sacrifiés toutes les 2 semaines, afin d'observer l'évolution de la gonade et définir le stade de maturation correspondant. Les individus prélevés sont issus de poches différentes de celles utilisées pour le suivi de la croissance afin de ne pas modifier les densités. Les observations des gonades permettent d'effectuer une stadation selon les critères déclinés dans le tableau 2. Il correspond à une version modifiée du modèle de Le Dantec, 1968, et retenu comme base pour les suivis de gamétogenèse de l'huître par le SMIDAP.

Tableau 2 : Stadation de maturation sexuelle chez *Crassostrea gigas* et *Crassostrea angulata* (d'après Le Dantec, 1968, version simplifiée)

Stade 0	Repos sexuel
Stade I	Gamétogénèse
Stade II	Maturité sexuelle
Stade III	Ponte
Stade IV	Résorption

La cinétique de maturation de l'huître portugaise est comparée à celle de l'huître japonaise, afin de mettre en avant une synchronisation ou non de pontes potentielles pouvant amener à des phénomènes d'hybridation. Des collecteurs sont disposés sur le site de Pen-Bé afin de mettre en évidence un potentiel recrutement. Le naissain capté serait alors analysé afin d'identifier la présence d'hybrides « *gigas-angulata* ».

F - Recherche et identification de pathogènes

Des recherches et l'identification de pathogènes seront effectuées en fonction des phénomènes et épisodes de mortalité constatés. Des échantillons seront envoyés pour analyse au laboratoire LABEO du Calvados (laboratoire Franck DUNCOMBE) à Caen. Les recherches sont principalement axées sur des virus de type Herpès (Herpès virus OshV-1, notamment la souche μ var), régulièrement observée durant les épisodes de mortalité de *Crassostrea gigas*. Les recherches concernent également les virus de type iridovirus, responsables de la disparition de *C. angulata*. Les bactéries de genre *Vibrio*, à savoir *aestuarianus*, *harveyi*, *alginolyticus* et *tubiasii*, sont également recherchées. Les échantillons sont traités par PCR quantitative en temps réel.

III - RESULTATS

Les résultats présentés et détaillés ci-après correspondent aux données obtenues sur l'ensemble du cycle de production conduit sur les secteurs d'élevage.

Sur les deux sites d'expérimentation, seul celui du Croisic a permis l'obtention de la taille commerciale à l'issue de deux années d'élevage. Une année d'élevage supplémentaire a été nécessaire pour le site de Pen Bé du fait de la faiblesse des croissances mesurées, indépendamment du niveau bathymétrique considéré.

1 - SITE DE PEN BE

1.1 - CROISSANCE PONDERALE

Les résultats des croissances pondérales obtenus en 2020 (troisième année d'élevage) et depuis le lancement de l'expérimentation (cumul de trois années d'élevage 2018 à 2020) sont présentés au sein des figures 2 et 3.

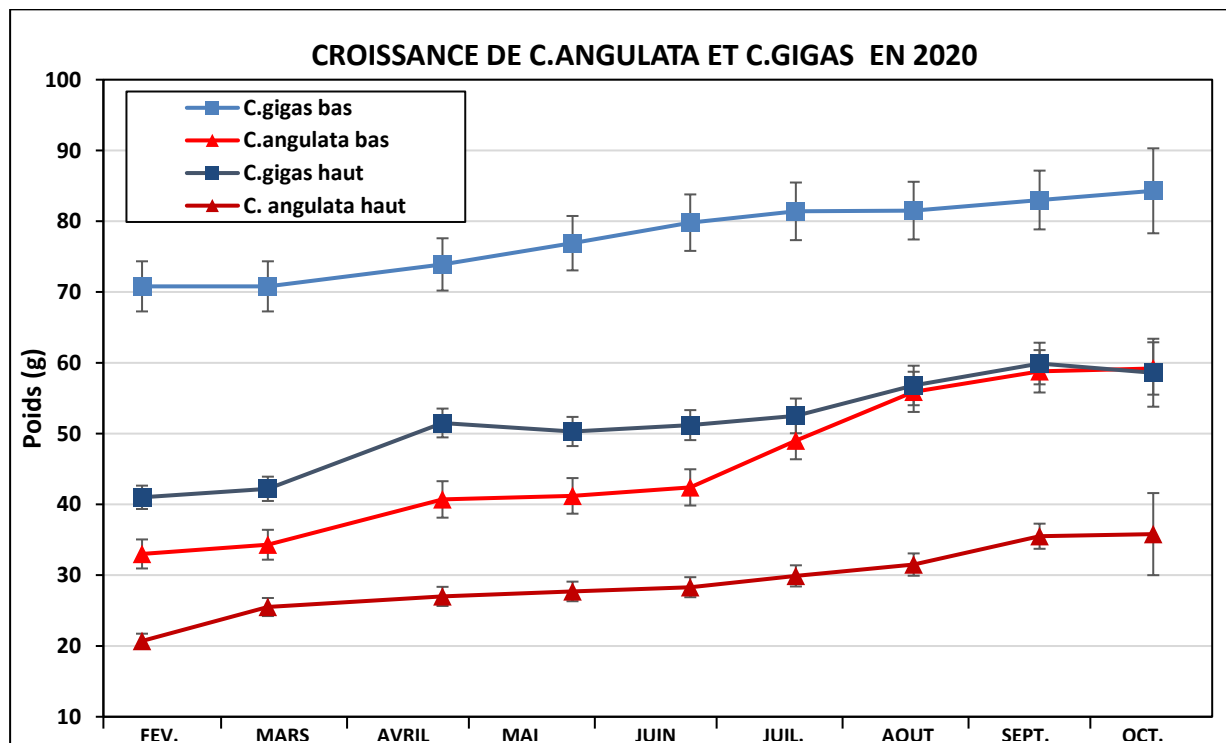


Figure 2 : Croissance pondérale des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site de Pen-Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés. Croissance obtenue en 2020, troisième année d'élevage.

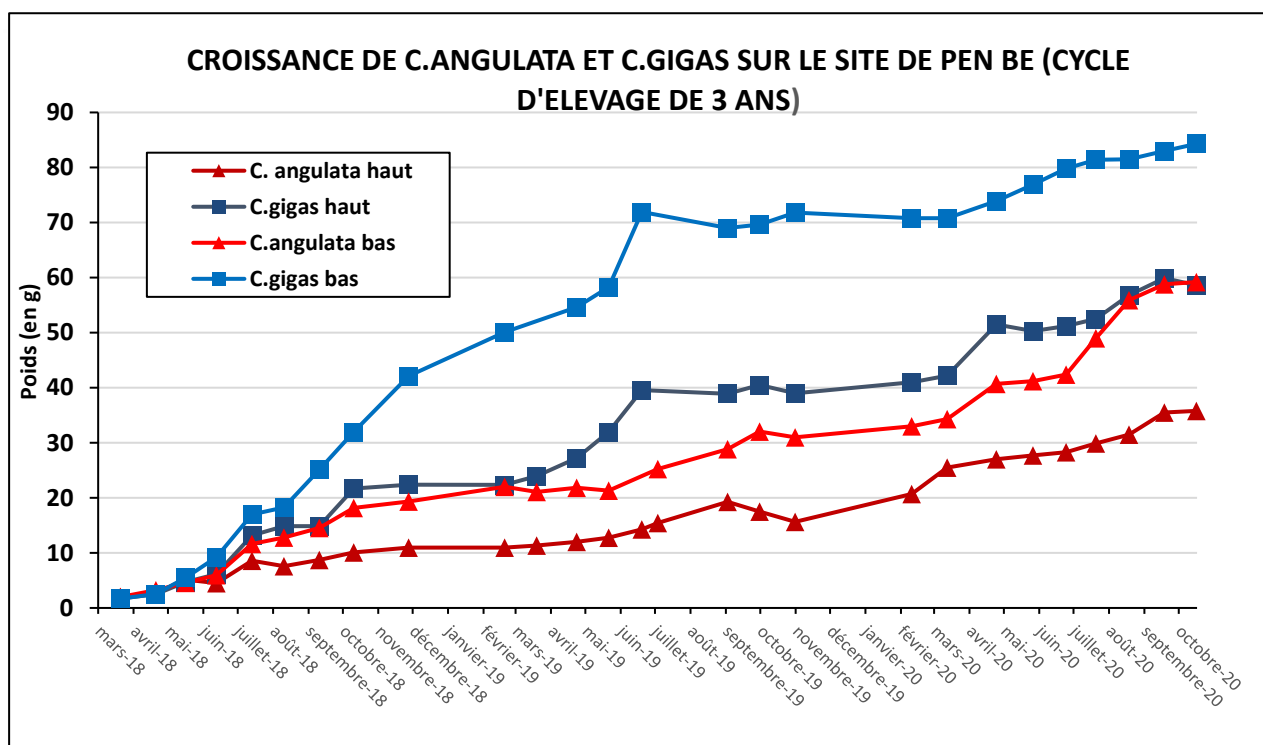


Figure 3 : Croissance pondérale des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site de Pen-Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés. Croissance obtenue après trois années d'élevage.

En octobre 2020, soit après 32 mois d'élevage (figure 3), les poids moyens finaux mesurés sont respectivement de 84,3 g pour *C. gigas* et de 59,2 g pour *C. angulata* sur le parc « bas ». Ils sont de 58,6 g et 35,8 g sur le parc haut ou « moyen ».

Concrètement, l'huître dite japonaise se caractérise par des performances de croissance pondérale significativement supérieures à celles de l'huître portugaise. Ce constat se vérifie indépendamment du degré d'émersion appliqué. Un différentiel de croissance pondérale de +42,4% est obtenu à l'avantage de *C. gigas* sur le parc bas. Il est de +63,4% pour le parc « moyen ». Cette supériorité en termes de croissance de l'huître japonaise par rapport à l'huître portugaise est hautement significative d'un point de vue statistique ($p < 0,001$), indépendamment du degré bathymétrique considéré.

Ce constat est similaire et confirme celui relevé fin 2019 à l'issue de la seconde année d'élevage où l'existence de performances de croissances pondérales plus de deux fois supérieures avaient été mesurées pour le lot de *Crassostrea gigas* par rapport au lot de *Crassostrea angulata*. La réduction du différentiel de croissance pondérale observée en 2020 tendrait néanmoins à démontrer que l'huître portugaise se caractériserait par de meilleures performances de croissance en troisième année d'élevage comparée à l'huître japonaise.

Cette observation est particulièrement remarquable sur le parc « bas », où le lot de *C. angulata* présente un gain de poids de +83% sur l'année 2020, contre seulement de +20% pour le lot de *C. gigas* (figure 2).

L'effet bathymétrique apparaît hautement significatif. Le parc « bas » permet l'obtention de poids moyens finaux significativement supérieurs à ceux mesurés sur le parc « moyen », indépendamment de l'origine des populations d'huîtres ($p < 0,001$). Ils sont respectivement de +43,8% pour le lot de *C. gigas* entre le parc haut et le parc moyen et de +65,3% pour le lot de *C. angulata* entre les parcs « bas » et « moyen ». Ce constat est identique à celui relevé fin 2018 et 2019 à l'issue de la première et seconde année d'élevage.

Par contre, ce différentiel de croissance pondérale était significativement plus élevé en 2018, démontrant l'existence d'un rattrapage en termes de performances de croissance de l'huître portugaise par rapport à l'huître japonaise en deuxième et troisième année d'élevage.

1.2 - MORTALITE

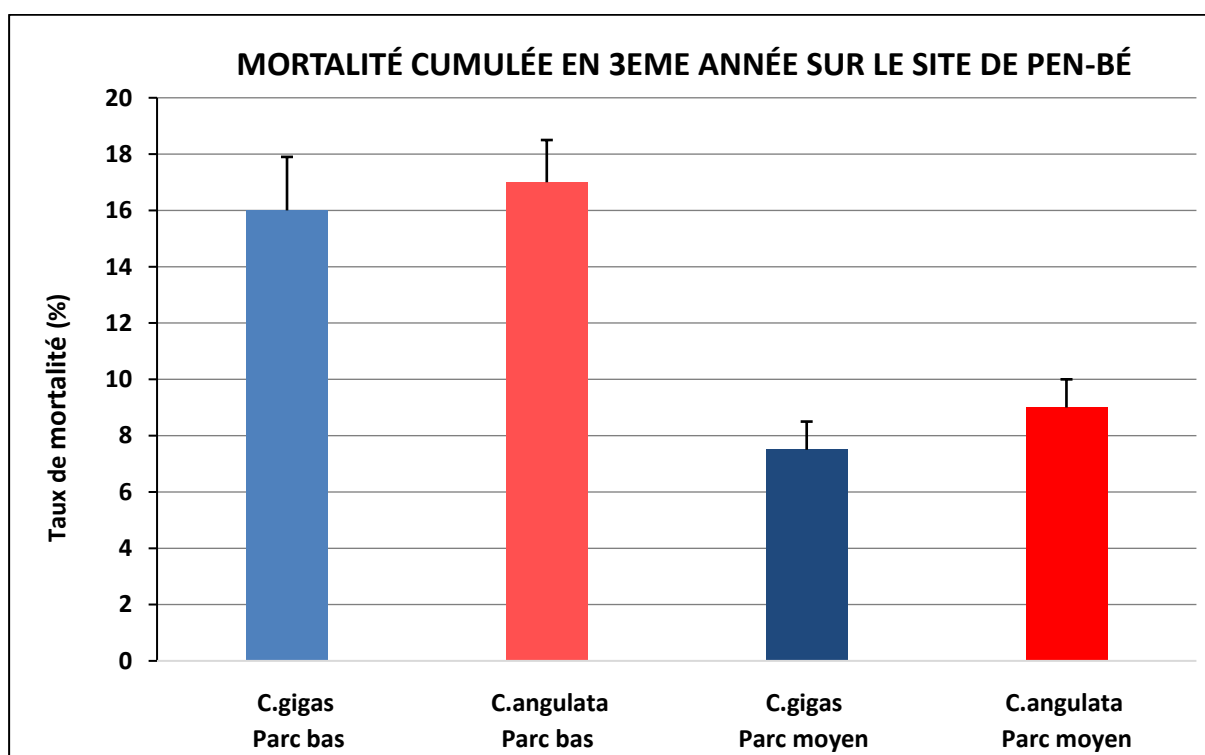


Figure 4 : Mortalité cumulée des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site de Pen-Bé, selon les niveaux bathymétriques. Taux de mortalité cumulée obtenus en 2020, troisième année d'élevage.

Les taux de mortalité mesurés en troisième année d'élevage sont apparus faibles à modérés (figure 4). Ils sont respectivement de 16% et de 7,5% sur les parcs « bas » et « moyen » pour le lot de *C. gigas* et de 17% et de 9% sur les parcs « bas » et « moyen » pour le lot de *C. angulata*.

Le niveau bathymétrique a un effet manifeste et prédominant quant aux pourcentages de mortalité observés. Le parc d'élevage le plus bas se caractérise par des taux de mortalité significativement supérieurs à ceux mesurés sur le parc « moyen », et ce indépendamment de l'espèce d'huître considérée ($p < 0,001$).

Ils sont près de deux fois plus importants (16,5% contre 8,3% en moyenne).

En termes de chronologie, aucun phénomène de mortalité ciblé dans le temps n'a été observé.

Seuls quelques rares épisodes d'ampleur réduite ont été décelés en lien avec les phases de ponte observées tant sur l'huître portugaise que sur l'huître japonaise. Ils se caractérisaient par des taux très faibles, compris entre 1 et 3% au maximum.

Il est à rappeler que la phase de gamétogénèse et de ponte induit une fragilité physiologique des coquillages, indépendamment de l'espèce considérée, susceptible d'induire des phénomènes plus ou moins marqués de mortalité.

Un « pic » de mortalité légèrement supérieur (3 à 4%) a été mis en évidence à la fin du mois de juin, lié d'une part à la seconde phase de ponte observée pour *Crassostrea angulata* et l'existence d'une période de fortes chaleurs. L'impact est apparu plus important en bas d'estran par rapport au niveau médian, et ce pour les deux espèces concernées.

Par ailleurs, il est à préciser qu'à cette période (mai-juin), des épisodes de mortalité ont été observés sur ce secteur sur des populations d'huîtres japonaises adultes travaillées (dédoublement des poches).

Le niveau bathymétrique a un effet significatif quant aux pourcentages de mortalité susceptibles d'être observés. Cette tendance à une fragilité plus forte sur les parcs à fort coefficient de découverture correspond, par ailleurs, au constat fait depuis de nombreuses années sur le secteur de Pen Bé-Mesquer

Le comportement des deux espèces en fonction du degré de découverture des parcs apparaît similaire.

L'huître portugaise présenterait des taux de mortalité légèrement supérieurs à ceux mesurés sur l'huître japonaise et ce sur les deux parcs d'expérimentation. Par contre, d'un point de vue statistique, aucune différence significative en termes de mortalité n'est mise en évidence entre les deux espèces d'huîtres ($p = 0,489$ pour le parc « bas », $p = 0,213$ pour le parc « moyen »).

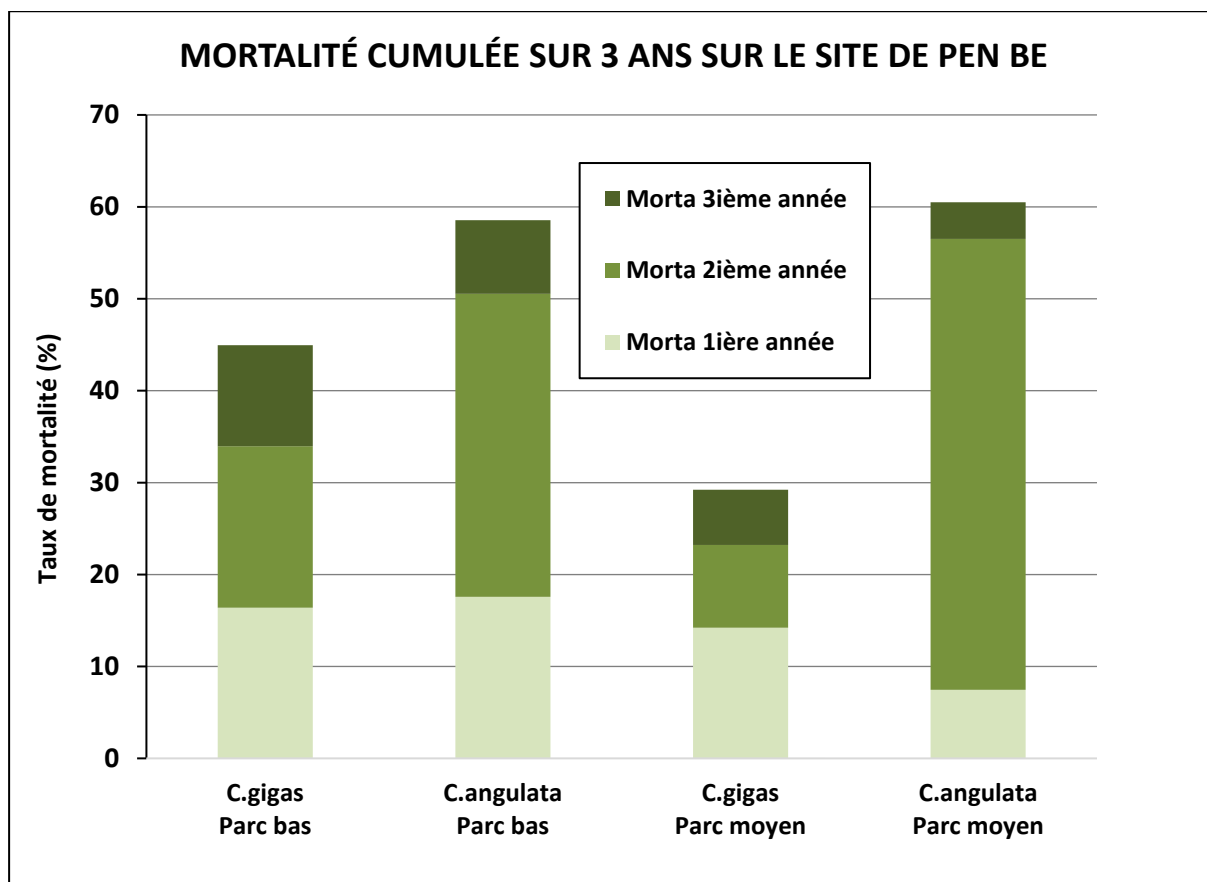


Figure 5 : Mortalité cumulée des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site de Pen-Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés. Mortalité obtenue après trois années d'élevage.

A l'issue de trois années d'élevage (figure 5), les taux de mortalité cumulée mesurés sont respectivement de 54,5% pour *C. angulata* et de 41,2% pour *C. gigas* sur le parc « bas », et de 58,2% et de 27,8% sur le parc « moyen ».

Globalement, l'huître portugaise se caractérise par l'obtention d'un taux de mortalité significativement supérieur à celui mesuré sur l'huître japonaise, indépendamment du degré bathymétrique considéré.

Il est de 2,1 fois supérieur sur la zone à forte exondation (parc « moyen ») et de 1,3 fois supérieur sur la zone à faible exondation (parc « bas »).

Les taux de mortalité apparaissent supérieurs en deuxième année d'élevage pour *C. angulata* par comparaison à la première et troisième année d'élevage.

Les taux mesurés pour *C. gigas* semblent équivalents durant les deux premières années d'élevage, puis plus faibles en troisième et dernière année.

Les taux mesurés pour *C. gigas* sont légèrement supérieurs à ceux acquis en règle générale sur le secteur de Pen Bé, à l'issue de trois années d'élevage. Ils pourraient être potentiellement corrélés avec l'existence d'un phénomène d'efflorescence d'eaux colorées vertes de *Lepidodinium chlorophorum*, bien que de faible ampleur, durant l'été 2020. Le développement de cette microalgue est susceptible d'induire des phénomènes d'anoxie du milieu, potentiellement préjudiciables aux coquillages.

1.3 - RENDEMENT A L'ELEVAGE

Le rendement à l'élevage est un critère important pour la profession, étant le reflet à la fois de la croissance et de la survie.

Tableau 3 : Rendement à l'élevage des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site de Pen-Bé, en fonction des niveaux bathymétriques étudiés

	<i>C. gigas</i>		<i>C. angulata</i>	
	Parc bas	Parc moyen	Parc bas	Parc moyen
Rendement sur 3 ans	29,1	24,9	13,5	7,5
Pds final/1000 naissains (kg)	49,57	42,31	26,94	14,96

Le lot d'huître creuse japonaise se caractérise par un rendement à l'élevage de 2,2 fois supérieur à celui déterminé pour le lot d'huître creuse portugaise sur le parc « bas » et de 3,3 fois supérieur sur le parc « moyen ».

Concrètement, en bas d'estran, 1000 naissains d'huître japonaise permettent l'obtention d'un poids final d'huître de 49,6 Kg à l'issue de trois années d'élevage, 1000 naissains d'huître portugaise induisent un poids final de 26,9 Kg.

En zone médiane d'estran, 1000 naissains d'huître japonaise permettent l'obtention d'un poids final d'huître de 42,3 Kg, 1000 naissains d'huître portugaise induisent un poids final de 15,0 Kg.

1.4 - QUALITE FINALE DES PRODUITS COMMERCIAUX

Compte tenu de l'obtention de la taille commerciale pour les deux lots d'huîtres japonaise et portugaise acquise sur le secteur de Pen-Bé, il semblait intéressant de pouvoir quantifier la qualité finale des produits marchands obtenus.

A cette fin, ont été intégrés le volet forme de l'huître au travers de la détermination des critères morphologiques ainsi que le volet taux de remplissage par la détermination des taux de chair finaux des deux populations d'huîtres suivies et la détermination de l'indice *Polydora*, permettant de qualifier l'éventuelle infestation des huîtres par ce ver polychète parasite.

1.4.1 - Forme de l'huître

La forme de l'huître est un critère de qualité de l'huître au moment de sa commercialisation.

Elle peut être définie par divers critères morphologiques. Ils peuvent être déclinés par la détermination du rapport longueur sur largeur (L/l) et par l'indice d'IMAï et SAKAï permettant de caractériser la forme de l'huître creuse.

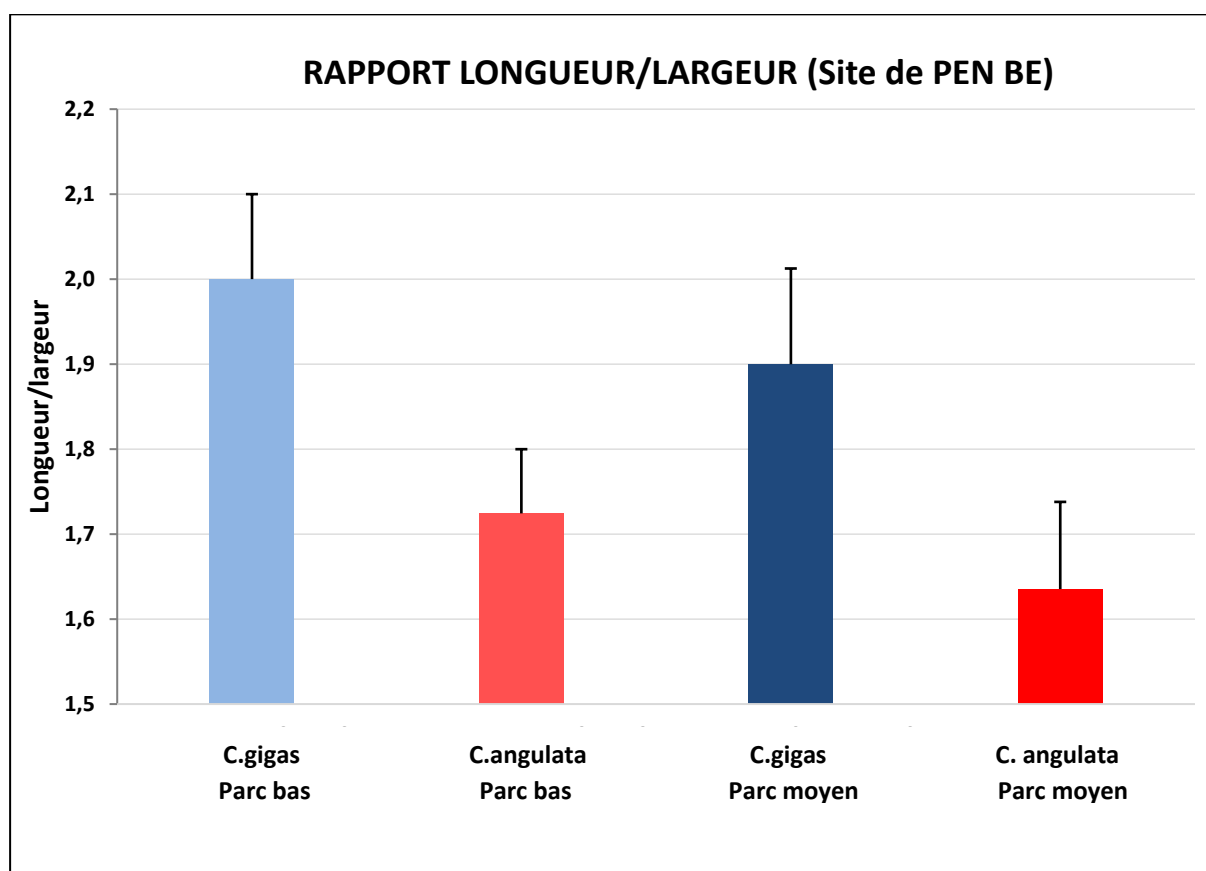


Figure 6 : Rapport longueur sur largeur (L/l) des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site de Pen Bé.

Les valeurs calculées du rapport longueur sur largeur sont respectivement de 1,95 sur le parc « bas » et de 1,89 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. gigas*. Elles sont de 1,72 sur le parc « bas » et de 1,63 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. angulata* (figure 10).

Le lot de *Crassostrea gigas* présente un rapport longueur/largeur significativement supérieur à celui mesuré pour le lot de *Crassostrea angulata*, et ce indépendamment du niveau bathymétrique considéré ($p < 0,001$).

Il démontre que l'huître portugaise se caractérise par une forme plus arrondie et moins longue que celle de l'huître japonaise, du fait d'une largeur moyenne plus importante rapportée à la longueur.

Aucune différence significative n'est observée pour chaque espèce d'huître entre les deux niveaux d'exondation étudiés ($p = 0,401$ pour *C. gigas* ; $p = 0,215$ pour *C. angulata*). Elle traduit l'obtention d'une forme identique pour chaque espèce, indépendamment de son positionnement sur l'estran.

La forme standard de l'huître creuse *C. gigas* se définit aussi par un rapport L/l inférieur à 2, synonyme que les lots finaux produits des deux espèces ne peuvent être considérés comme des huîtres creuses dites « longues ».

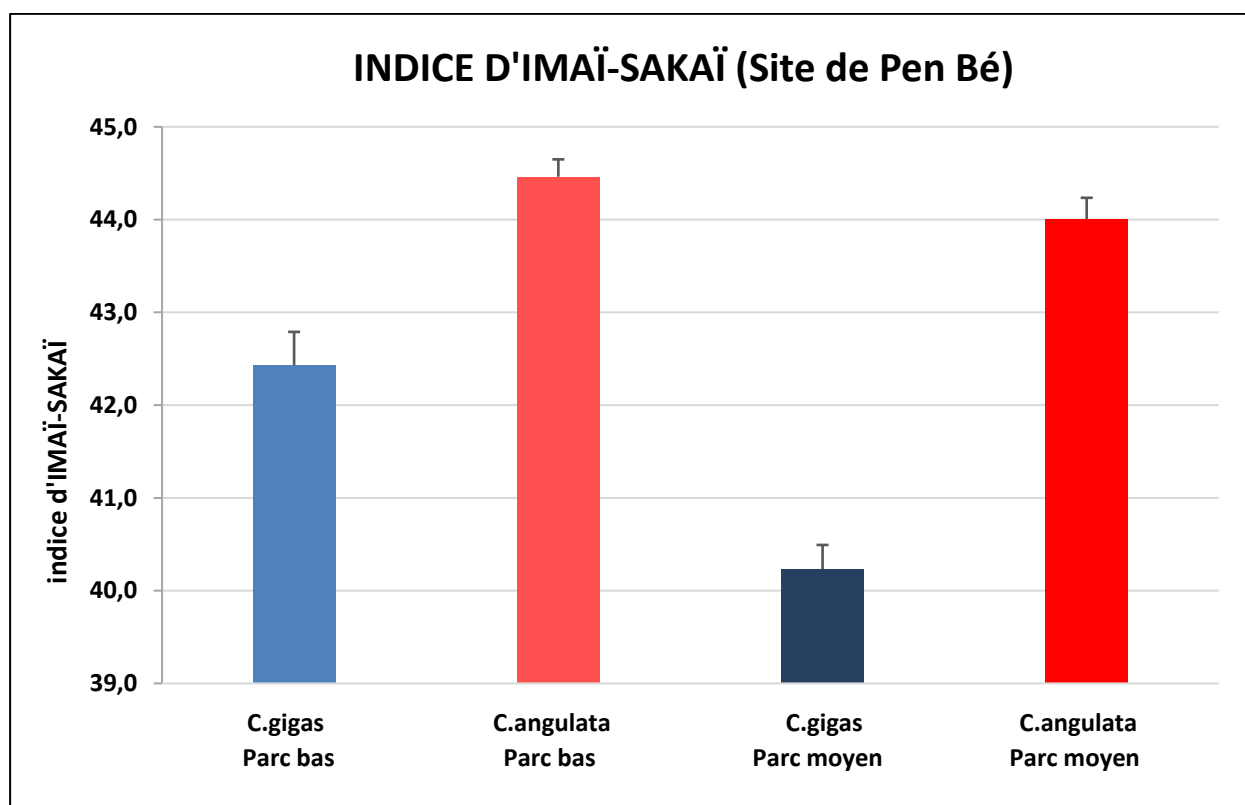


Figure 7 : Indice d'IMAÏ et SAKAÏ des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site de Pen Bé.

A titre de rappel, il est à préciser que la forme standard d'une huître creuse (*C. gigas*) est définie par un indice d'IMAï et SAKAï de 40.

Les valeurs au-dessus caractérise une huître ronde et creuse. Les valeurs en-dessous d'un indice de 40 caractérisent une huître longue et plate.

Les valeurs calculées de l'indice d'IMAï et SAKAï sont respectivement de 42,4 sur le parc « bas » et de 40,2 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. gigas*. Elles sont de 44,5 sur le parc « bas » et de 44,0 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. angulata* (figure 7).

Le lot de *Crassostrea angulata* présente un indice d'IMAï et SAKAï significativement supérieur à celui mesuré sur le lot de *C. gigas*, et ce indépendamment du niveau bathymétrique considéré ($p < 0,001$).

L'huître portugaise présente une forme plus arrondie et plus creuse que celle observée pour l'huître japonaise.

Aucune différence significative n'est observée pour le lot de *C. angulata* entre les deux niveaux d'exondation appliqués ($p = 0,650$). Elle traduit l'obtention d'une forme identique pour cette espèce, quel que soit son positionnement sur l'estran.

Par contre, une différence significative est notée pour le lot de *C. gigas* ($p < 0,001$). Cette espèce présenterait une forme plus arrondie et coffrée en bas d'estran, son positionnement sur un parc moyen se caractériserait par une forme correspondant au standard de l'espèce.

Les valeurs acquises lors de la détermination de l'indice d'IMAï et SAKAï confirment les tendances observées par le calcul du rapport longueur sur largeur, et ce tant pour le lot d'huître portugaise que japonaise.

1.4.2 - Taux de chair

La quantification du taux de chair ou indice de condition peut être acquise en se référant à la norme AFNOR NFR 45-056.

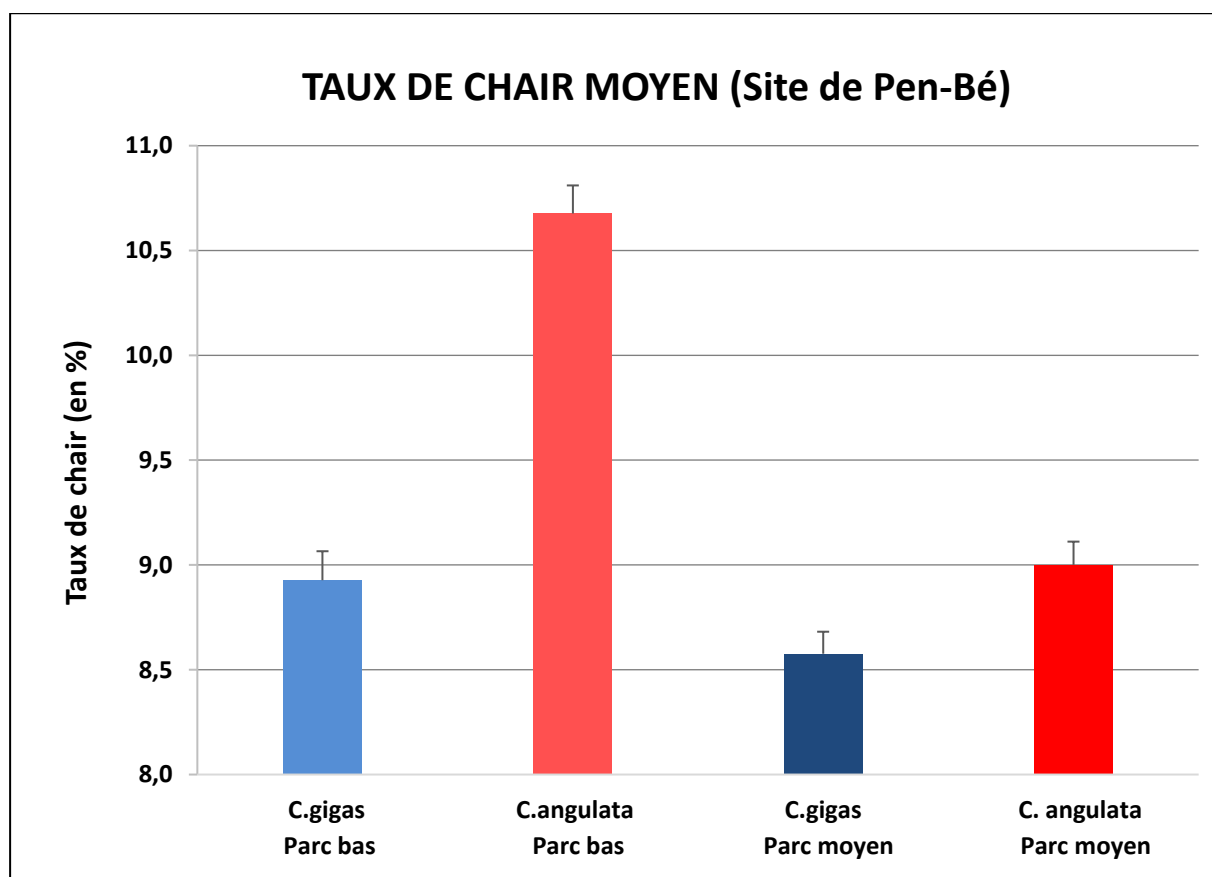


Figure 8 : Taux de chair ou indice de condition des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site de Pen Bé.

Les taux de remplissage mesurés sont respectivement de 8,9 sur le parc « bas » et de 8,6 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. gigas*. Elles sont de 10,7 sur le parc « bas » et de 9,0 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. angulata* (figure 8).

Le lot de *Crassostrea angulata* se caractérise par un indice de chair significativement supérieur à celui du lot de *C. gigas*, et ce une nouvelle fois indépendamment du niveau bathymétrique considéré ($p < 0,001$).

L'huître portugaise présente un taux de chair plus important et donc apparaît plus charnue que l'huître japonaise.

Pour les deux espèces, le niveau bathymétrique impacte le taux de chair susceptible d'être obtenu. Le positionnement en bas d'estran permet l'obtention d'un taux de chair significativement supérieur ($p = 0,04$ pour *C. gigas* ; $p < 0,001$ pour *C. angulata*) à celui acquis sur un parc en position médiane en termes de découverture.

Seul le lot de *Crassostrea angulata* élevé en bas d'estran a droit à l'appellation « Spéciales », présentant un indice de chair supérieur à 10,5.

Les 3 autres lots d'huîtres (*Crassostrea gigas* en bas et milieu d'estran, *Crassostrea angulata* en milieu d'estran) n'ont droit qu'à la dénomination « Fines », présentant un indice de chair compris entre 6,5 et 10,5.

1.4.3 - Indice Polydora

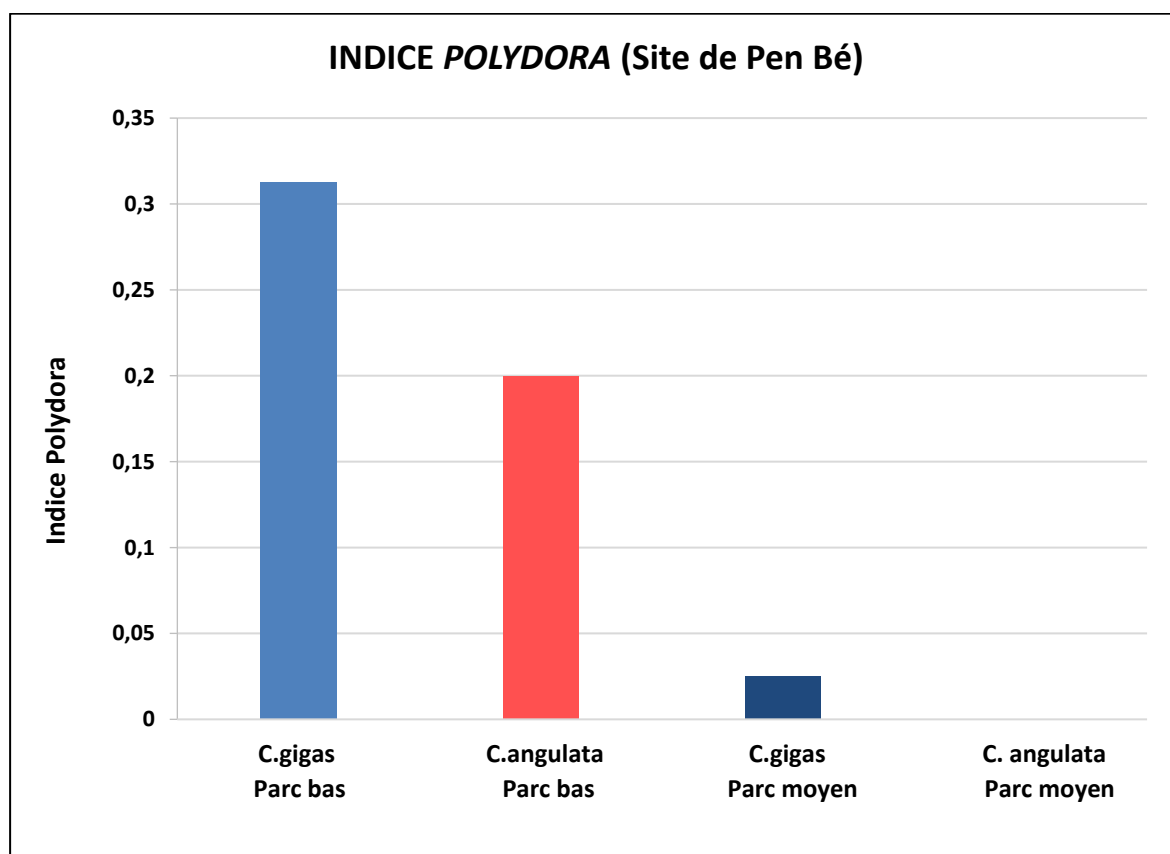


Figure 9 : Indice Polydora des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site de Pen Bé.

Les valeurs des indices Polydora calculées sont respectivement de 0,31 sur le parc « bas » et de 0,02 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. gigas*. Elles sont de 0,20 sur le parc « bas » et de 0,0 sur le parc « moyen » pour le lot de *C. angulata* (figure 9).

Une différence en termes d'infestation est observée entre les deux espèces suivies.

Le lot de *Crassostrea angulata* se caractérise par un indice Polydora nettement inférieur à celui mesuré sur le lot de *C. gigas*, et ce une nouvelle fois indépendamment du niveau bathymétrique considéré.

L'huître portugaise apparaît moins impactée par le ver Polydora que l'huître japonaise et donc moins sensible à cette parasitose.

Pour les deux espèces, le niveau bathymétrique impacte l'indice Polydora susceptible d'être obtenu. Le positionnement en bas d'estran se traduit par une infestation plus importante que celle observée sur un parc en position médiane en termes de découverture.

Il est à préciser que l'infestation sur le parc « moyen » apparaît particulièrement limitée, cette portion de l'estran semblant épargnée par le risque de parasitose, pour les deux espèces suivies.

Le lot de *C. angulata* est indemne de toute infestation sur cette zone de l'estran.

Les valeurs mesurées pour le lot de *C. gigas* sont conformes à celles classiquement mesurées sur les lots d'huîtres diploïdes sur ce secteur de production.

1.5 - GAMETOGENESE

Seul le site de Pen Bé a été suivi de façon précise et sérieuse dans le temps. Les campagnes de mesure pouvaient y être conduites lors de chaque période de vives-eaux.

Ce choix a été imposé et se justifiait par le fait que les parcs d'expérimentation étaient accessibles lors de chaque marée, à l'inverse du Croisic, où l'accès ne pouvait s'effectuer potentiellement que tous les mois en fonction des coefficients de marée et de météo rencontrés.

Le suivi de la gamétogénèse a été réalisé sur les lots de *C. angulata* et *C. gigas* et ce sur les deux niveaux bathymétriques tout au long du suivi, soit en 2018, 2019 et 2020.

Les stadations de la gonade des années 2018 et 2019 sont présentées et insérées en annexe 1, ayant déjà été présentées dans le rapport d'étape de 2019 (GLIZE et al, 2020).

En 2020, le suivi a été conduit sur la période du mois d'avril à fin octobre 2020.

Tableau 4 : Stadation de la gonade pour les lots de *C. angulata* et de *C. gigas*

	C. angulata	C. gigas
Date	Stade	
24/04/20	Stade I	Stade 0
04/05/20	Stade II	Stade I
25/05/20	Stade III	Stade II
12/06/20	Stade II	Stade II
24/06/20	Stade III	Stade II
08/07/20	Stade I	Stade II
20/07/20	Stade II	Stade II
04/08/20	Stade II	Stade III
18/08/20	Stade III	Stade II
02/09/20	Stade II	Stade III
18/09/20	Stade II	Stade II
02/10/20	Stade II	Stade II
15/10/20	Stade II	Stade IV

Le suivi de la phase de reproduction des deux espèces a montré l'existence de différences significatives en termes de stratégie de reproduction.

Concernant l'huître portugaise, le début de la phase de maturation est observé dès le mois d'avril et se poursuit jusqu'à la fin du suivi achevé à la mi-octobre. Trois pontes ont été observées, une massive observée à la mi-mai et deux partielles fin juin et mi-août.

Pour ce qui est de l'huître japonaise, la phase de maturation s'étale de début mai à la mi-octobre. Deux pontes ont été observées, une partielle début août et une majeure fin août-début septembre.

Il est remarquable de noter que la chronologie de la phase de gamétogénèse et le nombre de ponte observé par espèce en 2020 sont quasiment identiques aux résultats du suivi conduit en 2018. Le nombre de ponte quantifié est identique pour chaque espèce considérée, seul un décalage d'à peine une marée (15 jours) est constaté pour les différentes phases de maturation et de ponte entre ces deux années.

En 2019, le nombre de ponte avait été plus faible. Pour l'huître portugaise, deux pontes avaient été mises en évidence, une majeure début juin et une partielle fin juillet. Une seule et majeure avait été observée pour l'huître japonaise, au cours de la première quinzaine du mois d'août.

La phase de maturation de l'huître portugaise apparaît plus longue et étalée dans le temps par comparaison à celle de l'huître japonaise.

Il a été mis en évidence la potentialité d'une ponte précoce de *C. angulata* (début juin). Ce constat surprenant a néanmoins été confirmé par d'anciens professionnels ayant pratiqué dans les années 1960 l'élevage de l'huître portugaise, puis celui de la japonaise. L'espèce portugaise était plus précoce en termes de gamétogénèse, les premières pontes pouvant être observées à l'époque dès le mois de mai.

Il a été noté l'absence de chevauchement des pontes entre les deux espèces, rendant impossible toute fécondation croisée et hybridation entre les deux souches.

Afin de suivre un éventuel recrutement naturel d'huîtres creuses tant japonaises que portugaises, des collecteurs (tubes plastiques) ont été systématiquement posés sur les tables selon une périodicité de 15 jours à compter de fin mai. Concrètement, aucun captage naturel significatif n'a été observé en 2020, seule la présence de rares naissains a été notés à compter du mois de novembre.

Ce constat est identique à celui observé en 2018 et 2019, où aucun recrutement naturel n'avait été décelé sur les collecteurs implantés sur les parcs de suivi.

Aucune différence n'a été notée que ce soit en termes de degré de maturité sexuelle et de dates de ponte en fonction des niveaux bathymétriques d'élevage concernés.

1.6 – RECHERCHE ET IDENTIFICATION DE PATHOGENES

Cette recherche n'a été conduite que sur le seul site de Pen Bé, pour les mêmes raisons que précisées dans le volet suivi de la gamétogénèse.

Des prélèvements d'huîtres à des fins d'analyse ont été réalisés selon un pas de temps mensuel de janvier à octobre 2019, et ce même en l'absence de phénomènes de mortalités avérés. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire LABEO du Calvados (laboratoire Franck DUNCOMBE) basé à Caen.

Les recherches portaient sur la présence et la quantification des virus de type Herpès (Herpès virus OsHV-1, notamment la souche μ var), régulièrement observée durant les épisodes de mortalité de *Crassostrea gigas*. Les recherches concernent également les virus de type iridovirus, responsables de la disparition de *C. angulata*. Les bactéries de genre *Vibrio*, à savoir *aestuarianus*, *harveyi*, *alginolyticus* et *tubiasii*, étaient également recherchées. Les échantillons d'huîtres ont été traités selon la technique par PCR quantitative en temps réel.

Tableau 5 : Caractérisation d'agents pathogènes au sein des populations d'huîtres creuses suivies (*C. gigas*, *C. angulata*)

Mois Espèces	<i>Crassostrea gigas</i>										<i>Crassostrea angulata</i>									
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
<i>Vibrio aestuarianus</i>																				
<i>Vibrio harveyi</i>																				
<i>Vibrio alginolyticus</i>																				
<i>Vibrio tubiashii</i> spp																				
Iridovirus																				
Herpesvirus (OsHV-1)																				
Absence	Présence Sans quantification					Quantité faible <1000 UG/50 mg de chair					Quantité modérée Entre 1000 et 10000 UG/50mg de chair					Quantité forte >10000 UG/50mg de chair				

Globalement, la présence d'agents pathogènes est apparue très limitée que ce soit en termes d'espèces et de taux d'infestation et ce sur l'ensemble de la période de suivi considérée (Tableau 5).

La présence d'herpès virus (OsHV-1) n'a été décelée que durant les mois de février et de mars pour le lot de *Crassostrea gigas* et ce à des valeurs de concentration faible à modérée.

Pour *Crassostrea angulata*, sa présence a été relevée en mars et mai, toujours à des concentrations modérées (comprises entre 1000 et 10000 UG/50 mg de chair).

Cette mise en évidence d'Herpes Virus n'a pas été associée à l'existence de mortalités significatives pour les deux espèces concernées.

Une infestation par *Vibrio aestuarianus* à l'état de présence a été notée uniquement au mois de juillet et a concerné les deux espèces. Aucun phénomène de mortalité associé n'a été observé.

La présence de *Vibrio harveyi* a été décelée uniquement sur *C. gigas* au mois d'août et sans impact sur le lot suivi.

La présence d'Iridovirus, virus responsable de la disparition de l'huître portugaise en France, a été décelée sous forme de traces, non quantifiables, au mois d'août. Aucune mortalité associée n'a été observée sur les différents lots de *C. angulata* suivis.

Une éventuelle présence de *Vibrio alginolyticus* et de *Vibrio tubiashii* n'a pas été observée sur l'ensemble de la période de suivi (janvier à octobre 2019) pour les deux espèces d'huîtres étudiées.

Compte tenu de la faiblesse des taux de mortalités observées en 2020, aucune recherche de pathogènes n'a été reconduite au cours de cette année.

2 - SITE DU CROISIC

2.1 - CROISSANCE PONDERALE

Sur ce secteur la taille commerciale a été obtenue au mois d'octobre 2019 pour le lot de *C. gigas*. Le poids moyen final était de 92,3 g, correspondant à la catégorie n°2.

Dans ce contexte, il a été décidé de clore le suivi, même si la population de *C. angulata*, bien qu'ayant acquis la taille commerciale ne correspondait qu'à la catégorie n°4.

Les résultats des croissances pondérales obtenus en 2019 et depuis le lancement de l'expérimentation (cumul de deux années d'élevage 2018 et 2019) sont présentés au sein des figures 10 et 11.

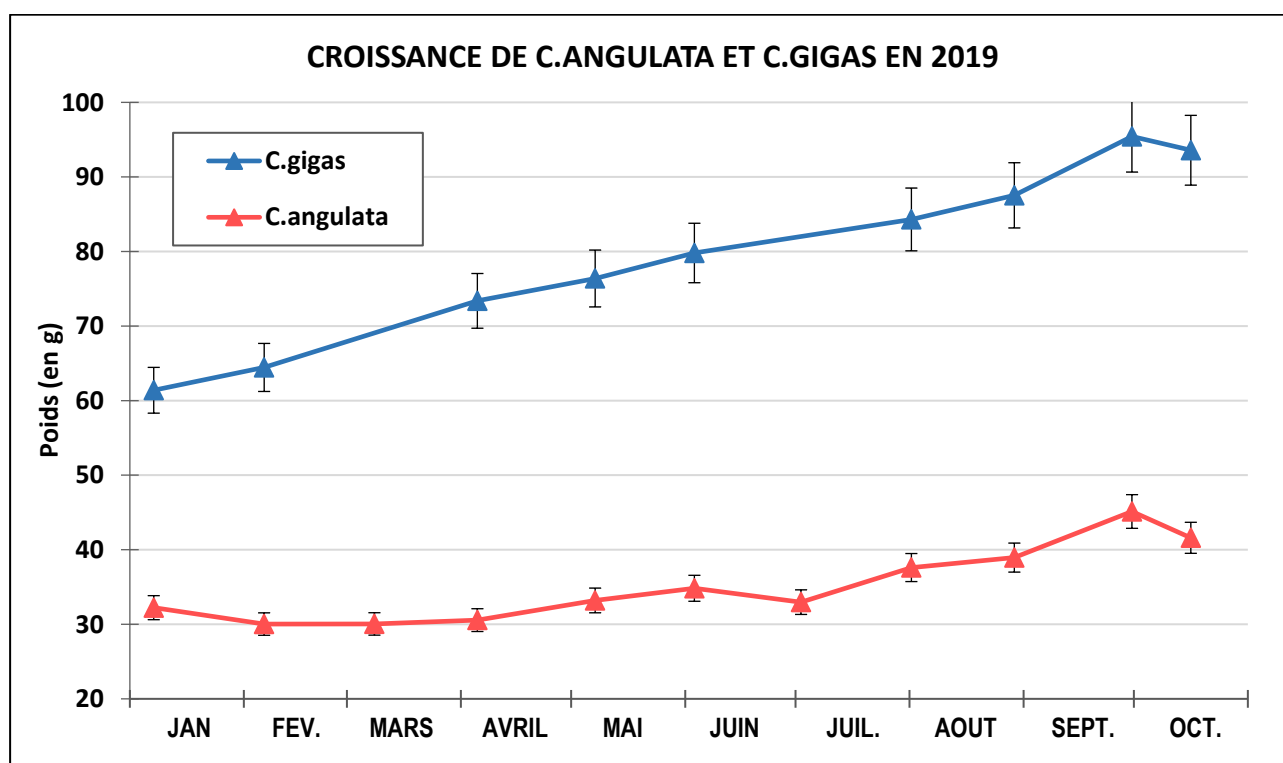


Figure 10 : Croissance pondérale des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site du Croisic. Croissance obtenue en 2019, deuxième année d'élevage.

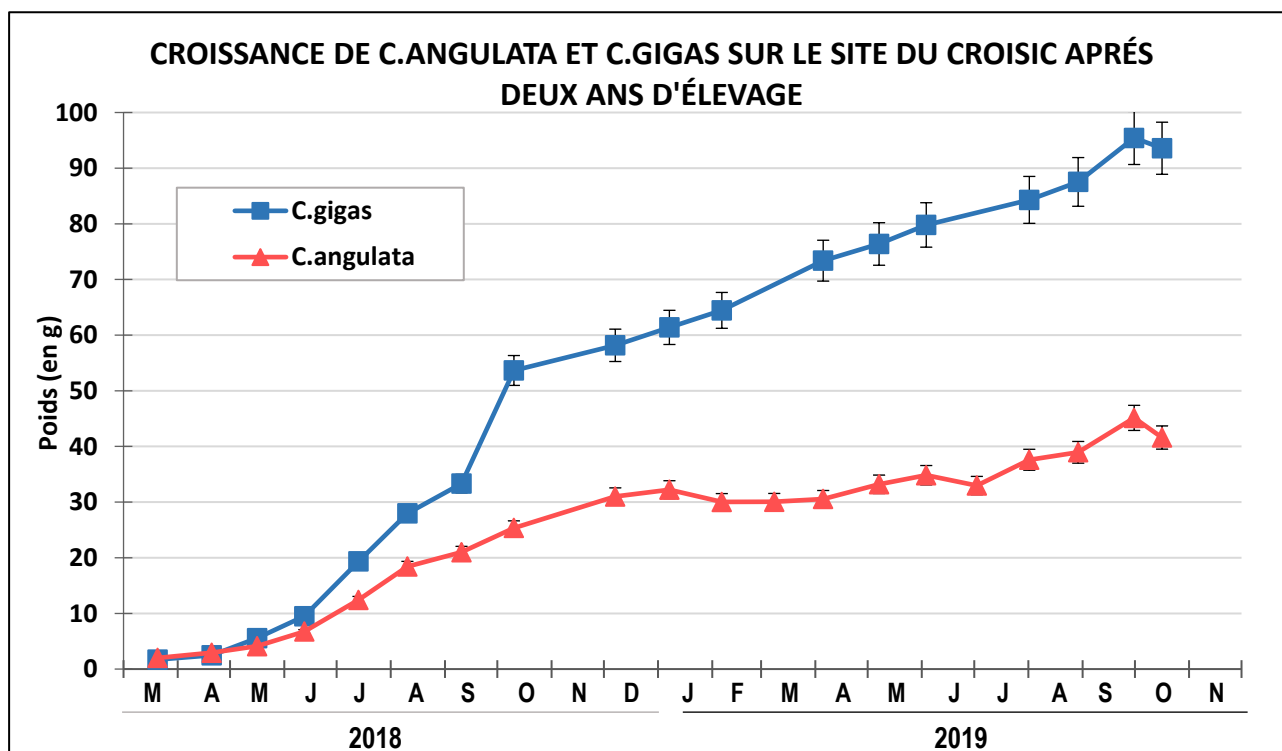


Figure 11 : Croissance pondérale des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site du Croisic, Croissance obtenue après deux ans d'élevage.

En octobre 2019, soit à l'issue de 20 mois d'élevage, les poids moyens finaux sont respectivement de 92,5 g pour *C. gigas* et de 41,6 g pour *C. angulata* (figure 11).

Sur ce secteur, l'huître japonaise se caractérise une nouvelle fois par des performances de croissance pondérale significativement supérieures. Elles varient du simple au double entre les deux origines testées.

Ce constat est identique à celui relevé fin 2018 à l'issue de la première année d'élevage où l'existence de performances de croissances pondérales près de deux fois supérieures avaient été mesurées pour le lot de *Crassostrea gigas* par rapport au lot de *Crassostrea angulata* (poids moyen de 58,2 g contre 31,0 g).

Par comparaison aux résultats acquis sur Pen Bé, l'importance du facteur nature sédimentaire apparaît indéniable. A coefficient de découverture identique, des performances de croissance supérieures d'un facteur 2 sont mesurées entre le secteur à fond sableux et celui à fond plus vaseux, et ce pour les deux espèces d'huîtres concernées.

L'huître portugaise comme l'huître japonaise apparaissent plus adaptées à des secteurs à faible turbidité.

2.2 - MORTALITE

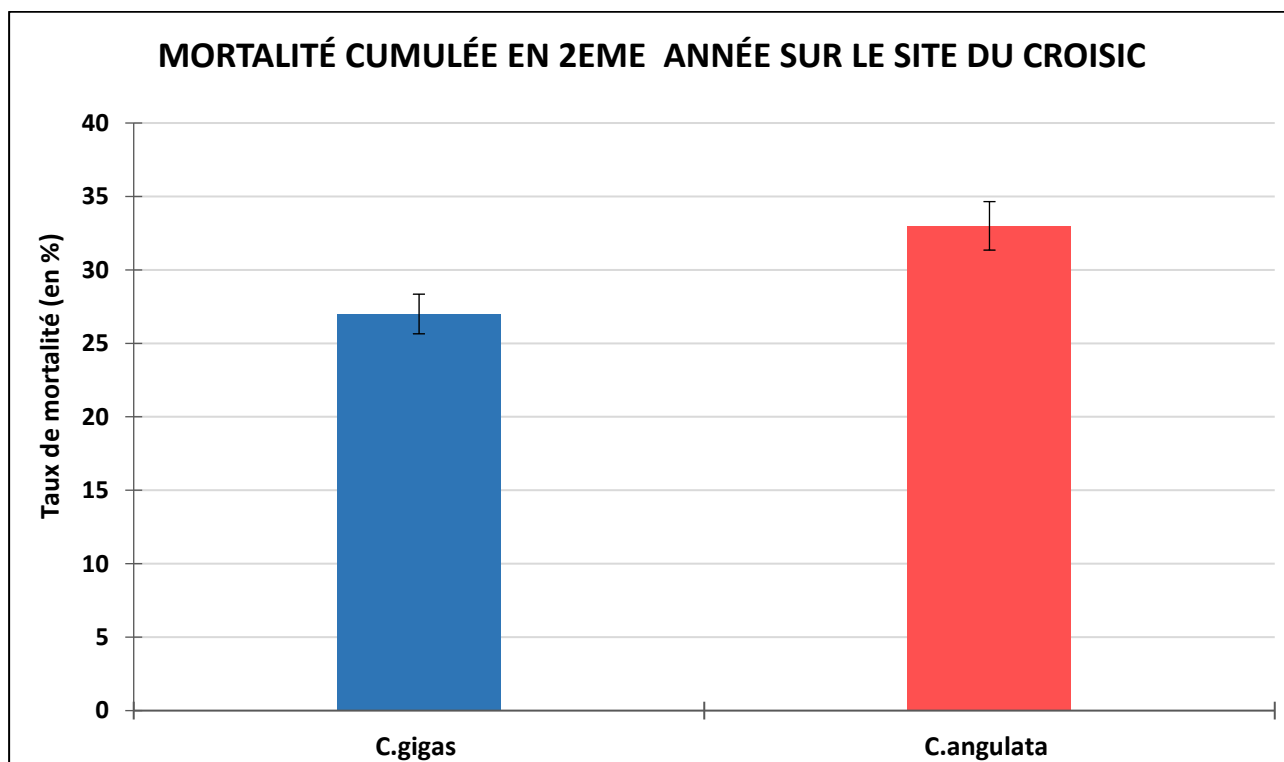


Figure 12 : Mortalité cumulée des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site du Croisic. Taux de mortalité cumulée obtenus en 2019, deuxième année d'élevage.

Les taux de mortalité cumulée mesurés en seconde année d'élevage sont apparus équivalents entre les deux espèces suivies (figure 12). Ils sont respectivement de 33% pour *C. angulata* et de 27% pour *C. gigas*.

Les taux mesurés sont néanmoins significativement différents ($p = 0,02$), la population d'huître portugaise se caractérise par une mortalité supérieure à celle de l'huître japonaise en seconde année d'élevage.

Indépendamment de l'espèce considérée, la majeure partie du phénomène de mortalité a été observée au mois d'août, se caractérisant par un taux de mortalité de 20,5% pour le lot *Crassostrea gigas* et de 17,5% pour le lot de *Crassostrea angulata*.

Ce pic de mortalité est difficilement explicable, ne semblant pas imputable à la phase de gamétogénèse et de ponte. Il n'est pas le reflet du comportement noté sur les autres populations d'huîtres creuses élevées dans le trait du Croisic, non ou peu impactées à la même période. Seul un effet site pourrait être potentiellement retenu, les lots d'huîtres à proximité des lots suivis ayant été aussi touchés.

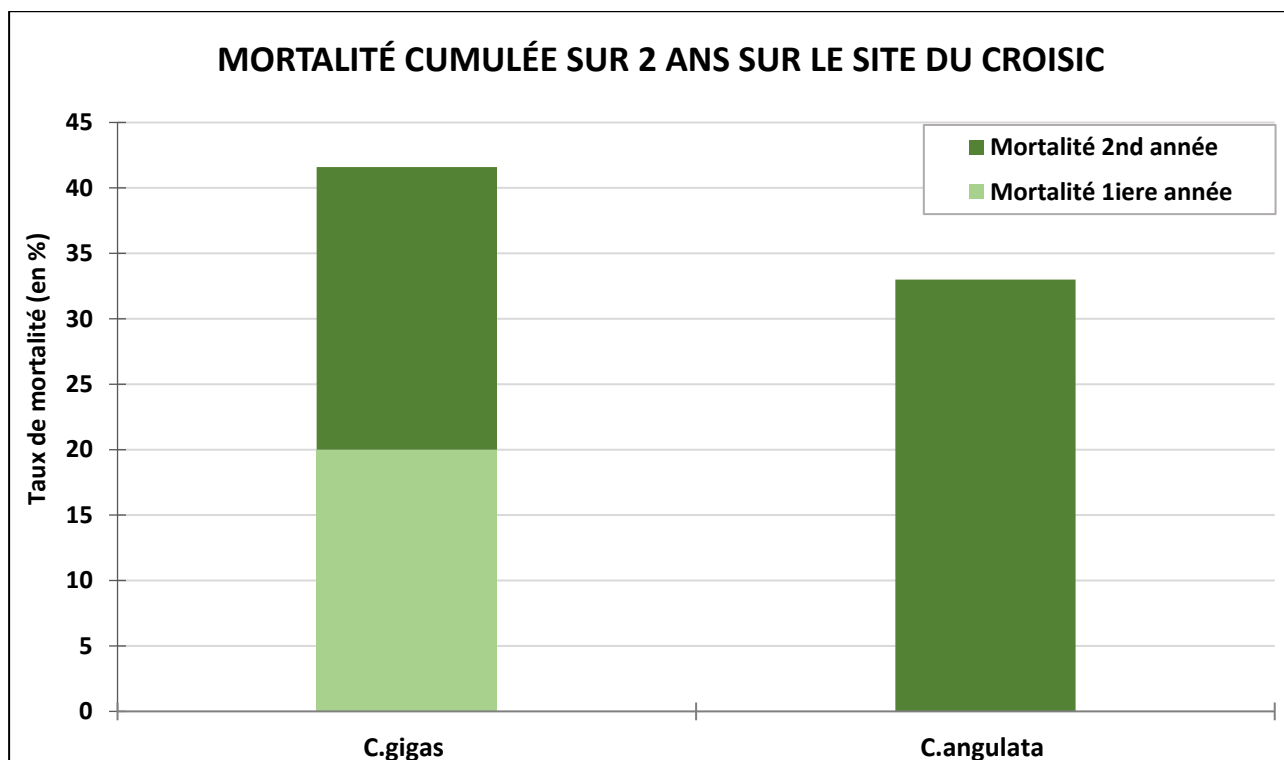


Figure 13: Mortalité cumulée des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site du Croisic. Mortalité obtenue après deux années d'élevage.

A l'issue de deux années d'élevage (figure 13), les taux de mortalité cumulée mesurés sont respectivement de 42% pour le lot de *C. gigas* et de 33% pour le lot de *C. angulata*.

Globalement, la mortalité finale apparaît supérieure pour la population de *C. gigas*. Elle est de +27%. Il est à rappeler qu'en première année d'élevage le lot de *C. angulata* n'avait présenté aucune mortalité (taux de 0% contre 20% pour *C. gigas*).

Par comparaison au secteur de Pen Bé, il se confirme que le taux de mortalité de *C. angulata* est supérieur en deuxième année à celui noté pour *C. gigas*.

Cette mortalité plus forte serait à corrélérer avec l'effort de reproduction et de ponte très important observé pour *C. angulata* (durée de la phase de maturation, nombre de pontes successives).

Il semblerait (tendance uniquement) que le volet nature sédimentaire aurait un impact en termes de mortalité. Des fonds de type sableux à faible turbidité induiraient pour l'huître portugaise l'obtention de performances de croissance pondérale significativement supérieures, associées à des taux de mortalité plus faibles.

Par contre, des fonds sableux se traduiraient toujours par l'obtention de performances de croissance pondérale supérieures, mais par des taux de mortalité plus élevés pour l'huître japonaise.

2.3 – RENDEMENT A L'ELEVAGE

Tableau 6 : Rendement à l'élevage des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* sur le site du Croisic.

	C. gigas	C. angulata
Rendement sur 2 ans	31,6	12,9
Pds final/1000 naissains (kg)	53,65	25,79

Le lot d'huître creuse japonaise se caractérise par un rendement à l'élevage de 2,4 fois supérieur à celui déterminé pour le lot d'huître creuse portugaise.

Concrètement, 1000 naissains d'huître japonaise permettent l'obtention d'un poids final d'huître de 53,7 Kg à l'issue de deux années d'élevage, 1000 naissains d'huître portugaise induisent un poids final de 25,8 Kg.

2.4 – QUALITE FINALE DES PRODUITS COMMERCIAUX

Compte tenu de l'obtention de la taille commerciale pour les deux lots d'huîtres japonaise et portugaise acquise sur le secteur de Croisic, il semblait intéressant de pouvoir quantifier la qualité finale des produits marchands obtenus.

A cette fin, ont été intégrés le volet forme de l'huître au travers de la détermination des critères morphologiques ainsi que le volet taux de remplissage par la détermination des taux de chair finaux des deux populations d'huîtres suivies.

2.4.1 - Forme de l'huître

La forme de l'huître est un critère de qualité de l'huître au moment de sa commercialisation.

Elle peut être définie par divers critères morphologiques. Ils peuvent être déclinés par la détermination du rapport longueur sur largeur (L/l) et par l'indice d'IMAï et SAKAï permettant de caractériser la forme de l'huître creuse.

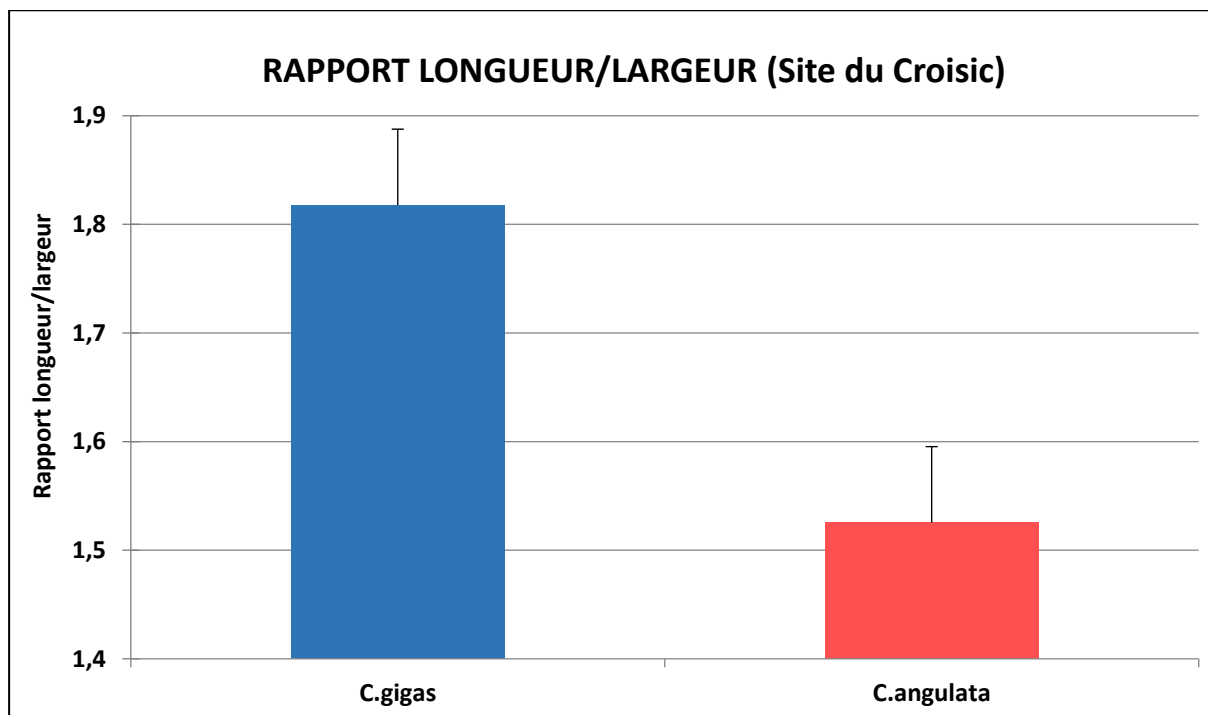


Figure 14 : Rapport longueur sur largeur (L/l) des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site du Croisic.

Le lot de *Crassostrea gigas* présente un rapport longueur/largeur significativement supérieur à celui mesuré pour le lot de *Crassostrea angulata* (figure 14).

Il est respectivement de 1,82 pour *C. gigas* et de 1,53 pour *C. angulata*. La différence mesurée est hautement significative ($p < 0,001$).

Il démontre que l'huître portugaise se caractérise par une forme plus arrondie que celle de l'huître japonaise, du fait d'une largeur moyenne plus importante rapportée à la longueur.

La forme standard de l'huître creuse *C. gigas* se définit aussi par un rapport L/l inférieur à 2, synonyme que les lots finaux produits des deux espèces ne peuvent être considérés comme des huîtres creuses dites « longues ».

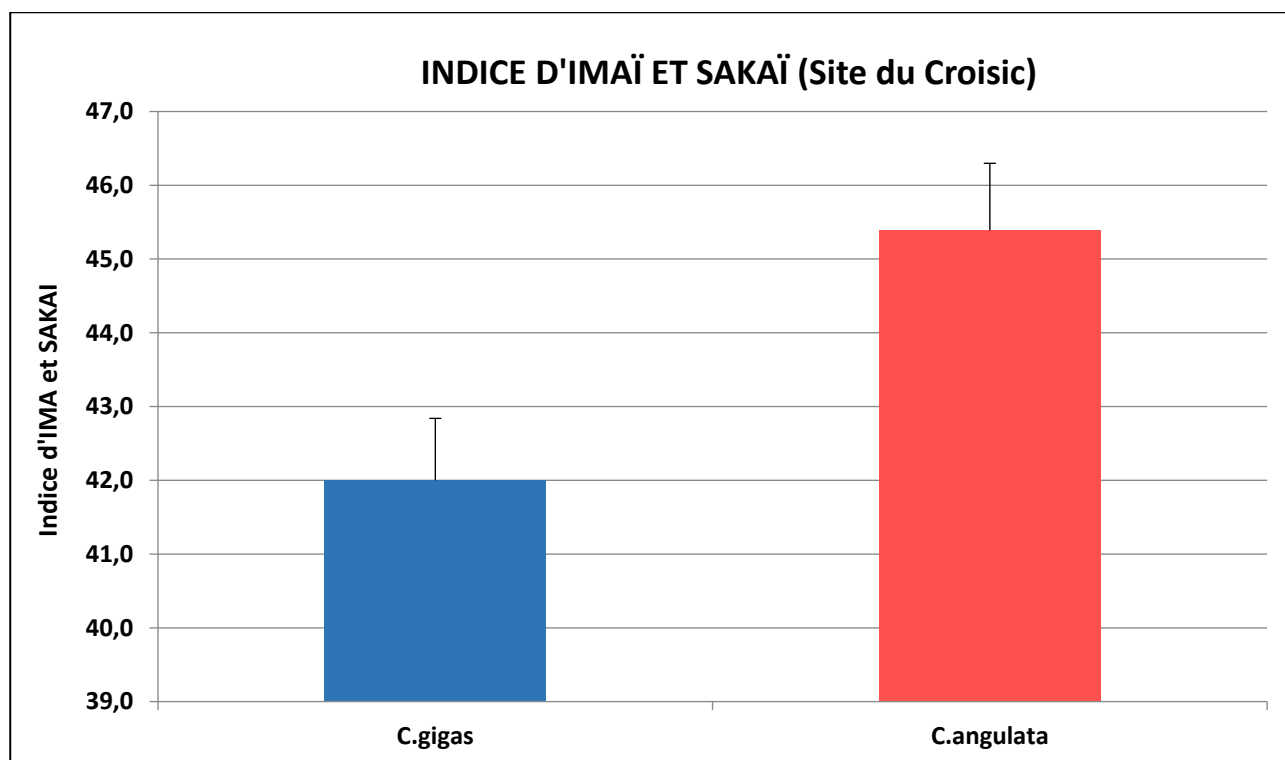


Figure 15 : Indice d'IMAÏ et SAKAÏ des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site du Croisic.

A titre de rappel, il est à préciser que la forme standard d'une huître creuse (*C. gigas*) est définie par un indice d'IMAÏ et SAKAÏ de 40.

Les valeurs au-dessus caractérise une huître ronde et creuse. Les valeurs en-dessous d'un indice de 40 caractérisent une huître longue et plate.

Le lot de *Crassostrea angulata* présente un indice d'IMAÏ et SAKAÏ significativement supérieur à celui mesuré sur le lot de *C. gigas* (figure 15). Ils sont respectivement de 45,4 et de 42,0. La différence en termes de valeur de l'indice d'IMAÏ et SAKAÏ est hautement significative ($p < 0,001$).

L'huître portugaise présente une forme plus arrondie et plus creuse et coffrée que celle observée pour l'huître japonaise.

Les valeurs acquises lors de la détermination de l'indice d'IMAÏ et SAKAÏ confirment les tendances observées par le calcul du rapport longueur sur largeur.

2.4.2 - Taux de chair

La quantification du taux de chair ou indice de condition peut être acquise en se référant à la norme AFNOR NFR 45-056.

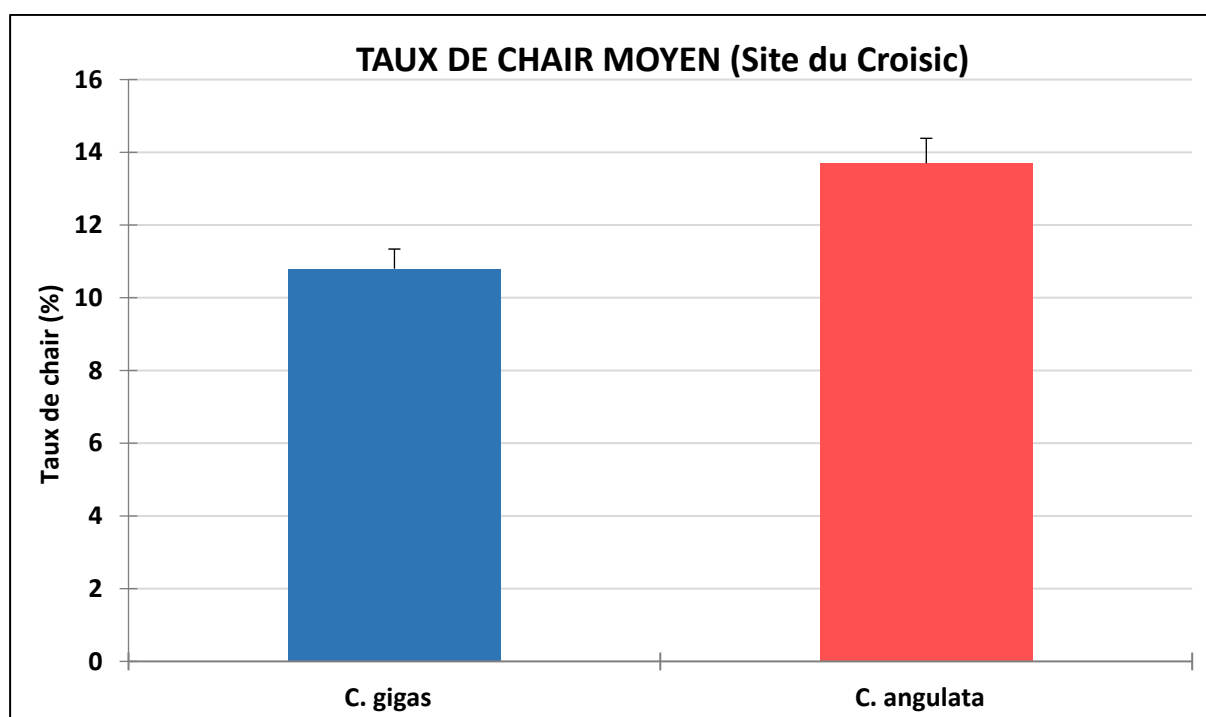


Figure 16 : Taux de chair ou indice de condition des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site du Croisic.

Les taux de remplissage mesurés sont respectivement de 13,7 pour le lot de *C. angulata* et de 10,8 pour le lot de *C. gigas* (figure 16).

Les deux lots d'huîtres produits ont droit à l'appellation « Spéciales », présentant un indice de chair supérieur à 10,5.

Le lot d'huître portugaise se caractérise par un taux de remplissage significativement supérieur à celui du lot d'huître japonaise ($p < 0,001$).

Cette supériorité en termes de taux de chair est à relier au fait que le lot de *C. angulata* était en phase de régression gonadique, phase correspondant à la transformation des produits génitaux en tissus de réserve (glycogène).

2.4.3 - Indice Polydora

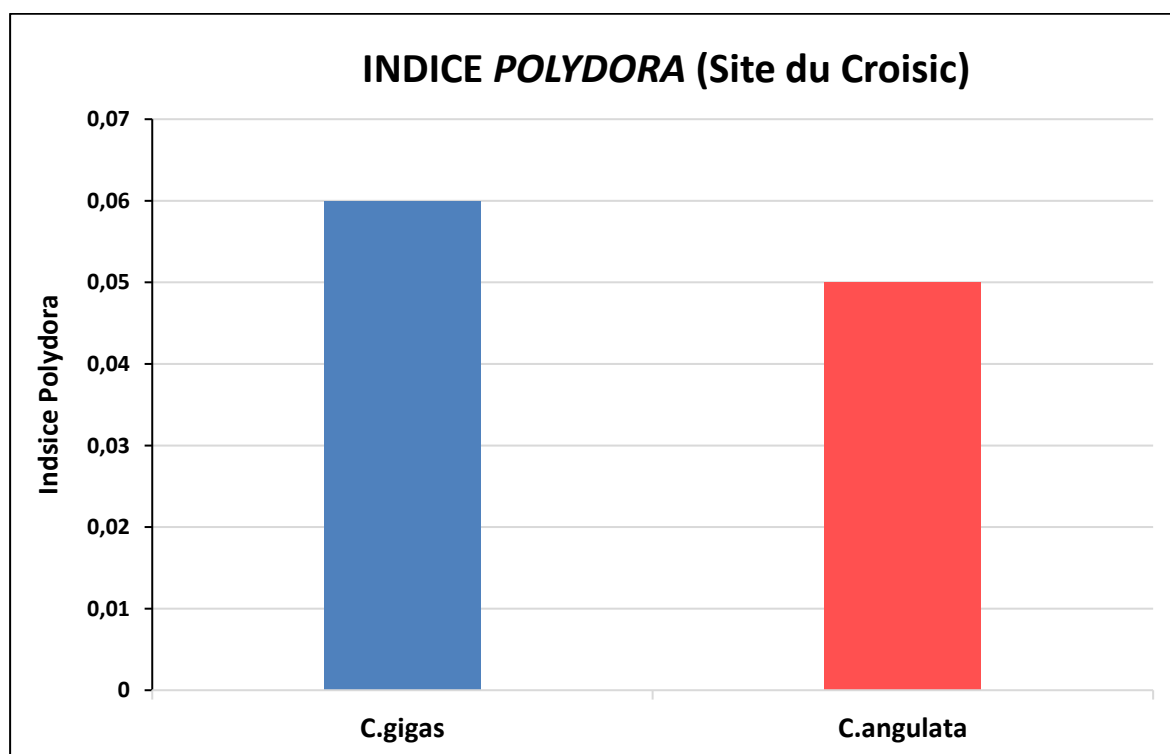


Figure 17 : Indice Polydora des lots de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata* élevés sur le site du Croisic

Les valeurs des indices Polydora calculées sont respectivement de 0,06 pour le lot de *C. gigas* et de 0,05 pour le lot de *C. angulata* (figure 17).

Le taux d'infestation apparaît très faible, indépendamment de l'espèce d'huître considérée.

Il montre que ce secteur de production ostréicole semble épargné. Il se caractérise par une absence presque totale d'infestation et une présence très limitée de ce ver annélide polychète parasite.

Les valeurs mesurées pour le lot de *C. gigas* sont conformes à celles classiquement mesurées sur les lots d'huîtres diploïdes sur ce secteur de production.

IV - CONCLUSION

Le programme conduit sur la potentialité de relance de l'élevage de l'huître portugaise a permis d'aboutir aux conclusions suivantes.

La durée du cycle d'élevage a été variable entre les deux sites ateliers étudiés. L'expérimentation a été conduite sur une période de 20 mois jusqu'à l'obtention de la taille commerciale des populations d'huîtres suivies sur le secteur du Croisic. Elle a été menée sur une période de 32 mois, soit une année supplémentaire sur le site de Pen Bé.

Sur le site de Pen Bé (32 mois d'élevage), l'huître japonaise se caractérise par des performances de croissance pondérale significativement supérieures à celles de l'huître portugaise. Ce constat se vérifie indépendamment du degré d'émersion appliqué. Un différentiel de croissance pondérale de +42,4% est obtenu à l'avantage de *C. gigas* sur le parc haut. Il est de +63,4% pour le parc « moyen ».

La différence de performance de croissance est surtout marquée en première et deuxième année d'élevage. Une réduction du différentiel de croissance pondérale observée en dernière année d'élevage tendrait à démontrer que l'huître portugaise se caractériserait par de meilleures performances de croissance en troisième année d'élevage comparée à l'huître japonaise.

L'effet bathymétrique apparaît hautement significatif. Le parc « bas » permet l'obtention de poids moyens finaux significativement supérieurs à ceux mesurés sur le parc « moyen », indépendamment de l'origine des populations d'huîtres.

Sur le secteur du Croisic, l'huître japonaise se caractérise, à l'issue de 20 mois d'élevage, par des performances de croissance pondérale elles aussi significativement supérieures à celles de l'huître portugaise. Elles varient du simple au double entre les deux origines testées.

Les taux de mortalité finaux mesurés sont apparus différents en fonction des sites d'élevage concernés et des populations d'huîtres étudiées.

Sur le site de Pen Bé, l'huître portugaise se caractérise par l'obtention d'un taux de mortalité significativement supérieur à celui mesuré sur l'huître japonaise à l'issue de 3 années d'élevage, indépendamment du degré bathymétrique considéré. Il est de 2,1 fois supérieur sur la zone à forte exondation (parc « moyen ») et de 1,3 fois supérieur sur la zone à faible exondation (parc « bas »).

Sur le secteur du Croisic, la survie apparaît supérieure pour la population d'huître portugaise à l'issue de 20 mois d'élevage. Les taux de mortalité cumulée mesurés sont respectivement de 42% pour le lot de *C. gigas* et de 33% pour le lot de *C. angulata*.

L'huître portugaise se caractérise par une survie supérieure de +27% par rapport à l'huître japonaise.

Le rendement à l'élevage est un critère important pour la profession, étant le reflet à la fois de la croissance et de la survie.

Le lot d'huître creuse japonaise se caractérise par un rendement à l'élevage significativement supérieur. Il est respectivement de 2,2 fois supérieur à celui déterminé pour le lot d'huître creuse portugaise sur le parc « bas » et de 3,3 fois supérieur sur le parc « moyen » sur le site de Pen Bé.

Sur le secteur du Croisic, le rendement est 2,4 fois supérieur à celui déterminé pour le lot d'huître creuse portugaise, et ce malgré une mortalité supérieure.

Concrètement, 1000 naissains d'huître japonaise permettent l'obtention d'un poids final d'huître de 42,3 Kg sur le parc « moyen » et de 49,6 Kg sur le parc « bas », 1000 naissains d'huître portugaise induisent un poids final de respectivement de 15,0 Kg et de 26,9 Kg sur Pen Bé.

Sur Le Croisic, 1000 naissains d'huître japonaise permettent l'obtention d'un poids final d'huître de 53,6 Kg, 1000 naissains d'huître portugaise induisent un poids final de 25,8 Kg.

L'effet bathymétrique apparaît hautement significatif. Le parc « bas » permet l'obtention de poids moyens finaux significativement supérieurs à ceux mesurés sur le parc « moyen », indépendamment de l'origine des populations d'huîtres. En termes de mortalité, le parc « bas » induit des taux supérieurs à ceux mesurés sur le parc « moyen » pour l'huître japonaise. Aucune différence n'est observée entre les deux niveaux d'exondation pour l'huître portugaise.

L'effet nature sédimentaire a lui aussi un impact en termes de croissance et de mortalité potentielles. Des fonds de type sableux à faible turbidité induiraient pour l'huître portugaise l'obtention de performances de croissance pondérale significativement supérieures, associées à des taux de mortalité plus faibles.

Par contre, des fonds sableux se traduiraient toujours par l'obtention de performances de croissance pondérale supérieures, mais par des taux de mortalité plus élevés pour l'huître japonaise.

Les deux espèces d'huîtres se caractérisent par des qualités finales spécifiques, indépendamment des sites d'élevage considérés et du niveau bathymétrique appliqué.

Au niveau du critère forme de l'huître, la détermination des indices morphologiques (rapport longueur/largeur, indice d'IMAï et SAKAï) montre l'existence de différences significatives. L'huître portugaise apparaît plus arrondie et plus creuse ou coffrée que l'huître japonaise.

Au niveau taux de remplissage, le lot de *Crassostrea angulata* se caractérise par un indice de chair significativement supérieur à celui du lot de *C. gigas*, et ce une nouvelle fois indépendamment des sites et du niveau bathymétrique considérés.

L'huître portugaise présente un taux de chair plus important et donc apparaît plus charnue (dénomination Spéciale) que l'huître japonaise.

La population de *Crassostrea angulata* se caractérise par un indice Polydora nettement inférieur à celui mesuré sur la population de *C. gigas*.

L'huître portugaise apparaît moins impactée par le ver *Polydora* que l'huître japonaise et donc moins sensible à cette parasitose.

Les taux d'huîtres dites « collées » (huîtres collées entre-elles) sont apparus très faibles et équivalents quelle que soit l'espèce étudiée.

Le suivi de la gamétogénèse a été réalisé sur les lots de *C. angulata* et *C. gigas* et ce sur les deux niveaux bathymétriques de Pen Bé durant les 3 années d'élevage.

Il a permis de montrer l'existence de différences significatives en termes de stratégie de reproduction.

Concernant l'huître portugaise, la phase de maturation s'étend du mois d'avril et se poursuit jusqu'à la mi-octobre. Deux à trois pontes ont été observées selon les années.

Pour ce qui est de l'huître japonaise, la phase de maturation s'étale de début mai à la fin septembre. Une à deux pontes ont été observées.

La phase de maturation de l'huître portugaise apparaît plus longue et étalée dans le temps par comparaison à celle de l'huître japonaise.

Il a été mis en évidence la potentialité d'une ponte précoce de *C. angulata* (mi-mai). Ce constat surprenant a néanmoins été confirmé par d'anciens professionnels ayant pratiqué dans les années 1960 l'élevage de l'huître portugaise, puis celui de la japonaise.

Il a été noté l'absence de chevauchement des pontes entre les deux espèces, rendant impossible toute fécondation croisée et hybridation entre les deux souches.

Aucune phase de fixation de naissains n'a été observée sur le site d'étude, quelle que soit l'espèce considérée, et ce malgré la pose de collecteurs dès la fin mai (puis tous les 15 jours).

Globalement, la présence d'agents pathogènes est apparue très limitée que ce soit en termes d'espèces et de taux d'infestation, et ce sur l'ensemble de la période de suivi considérée.

La présence d'herpès virus (OsHV-1) a été décelée sur les populations de *Crassostrea gigas* et de *Crassostrea angulata*, mais à des valeurs de concentration faible à modérée.

Cette mise en évidence d'Herpes Virus n'a pas été associée à l'existence de mortalités significatives pour les deux espèces concernées.

La présence d'Iridovirus, virus responsable de la disparition de l'huître portugaise en France, a été décelée sous forme de traces, non quantifiables, au mois d'août 2019. Aucune mortalité associée n'a été observée sur les différents lots de *C. angulata* suivis.

La recherche des autres *Vibrios* pathogènes a montré soit leur absence, soit leur non-impact sur les deux espèces d'huîtres suivies.

En conclusion, les différents résultats obtenus à l'issue de ces trois années de suivi montrent que l'huître portugaise se caractérise par des performances à l'élevage, que ce soit en termes de croissance pondérale et de rendement inférieures à celles acquises avec l'huître japonaise.

Par contre, la qualité finale des produits commerciaux est supérieure pour l'huître creuse portugaise comparée à l'huître creuse japonaise, que ce soit au niveau de la forme, du taux de chair et de l'infestation par le ver *Polydora*.

L'effort consenti et l'énergie allouée à la gamétogénèse pourraient être palliés par le recours à des populations de *Crassostrea angulata* triploïdes.

Des essais préliminaires entrepris notamment au niveau régional semblent démontrer une réduction significative de la durée de la phase d'élevage de cette espèce et l'obtention de performances à l'élevage plus importantes.

V - BIBLIOGRAPHIE

Comps M., Bonami J. R., Vago Constantin, 1976 : Une virose de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata* LMK). Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Série D, 282(22) : 139-143.

Glize P., Métivier R., 2020 : Potentialité de la relance de l'élevage de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata*) : Programme ANGEL : Bilan 2019, Rapport SMIDAP, 26p.

Heral M., Bacher C., Razet D., Prou J., Deslous-Paoli J. M., De Pontual H., Raillard O., Ravail B., Maestrini S., Mornet F., Menesguen A., Sautour B., Robert J.M., 1989 : Modélisation des écosystèmes conchyliques : bassin de Marennes-Oléron - Rapport de fin de Contrat.

Huvet A., Balabaud K., Bierre N., Boudry P., 2001: Microsatellite Analysis of 6-Hour-Old Embryos Reveals No Preferential Intraspecific Fertilization Between Cupped Oysters *Crassostrea gigas* and *Crassostrea angulata*. *Marine Biotechnology* 3(5) :448-53.

Huvet A., Gerard A., Ledu C., Phelipot P., Heurtebise S., Boudry P., 2002: Is fertility of hybrids enough to conclude that the two oysters *Crassostrea gigas* and *Crassostrea angulata* are the same species ? *Aquatic Living Resources*, 15(1) : 45-52.

Imai T., Sakai S., 1961: Study of Japanese Oyster ; J. Agr. Res. Tohoku, p125-171

Le Dantec Jean, 1968: « *Ecologie Et Reproduction De l'huître Portugaise (Crassostrea Angulata Lamarck) Dans Le Bassin d'Arcachon Et Sur La Rive Gauche De La Gironde* ».

Renault T., 1996: Appearance and spread of diseases among bivalve molluscs in the northern hemisphere in relation to international trade. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 15(2): 551-562.

Smidap, 2017: Rapport d'activité 2016, 41p.

Smidap, 2018: Rapport d'activité 2017, 52p

Soletchnik P., Huvet A., Le Moine O., Razet D., Geairon P., Faury N., Goulletquer P., Boudry P. , 2002: A comparative field study of growth, survival and reproduction of *Crassostrea gigas*, *C. angulata* and their hybrids. *Aquatic Living Resources* 15(4), 243-250.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Suivi de la gamétogénèse

Année 2018

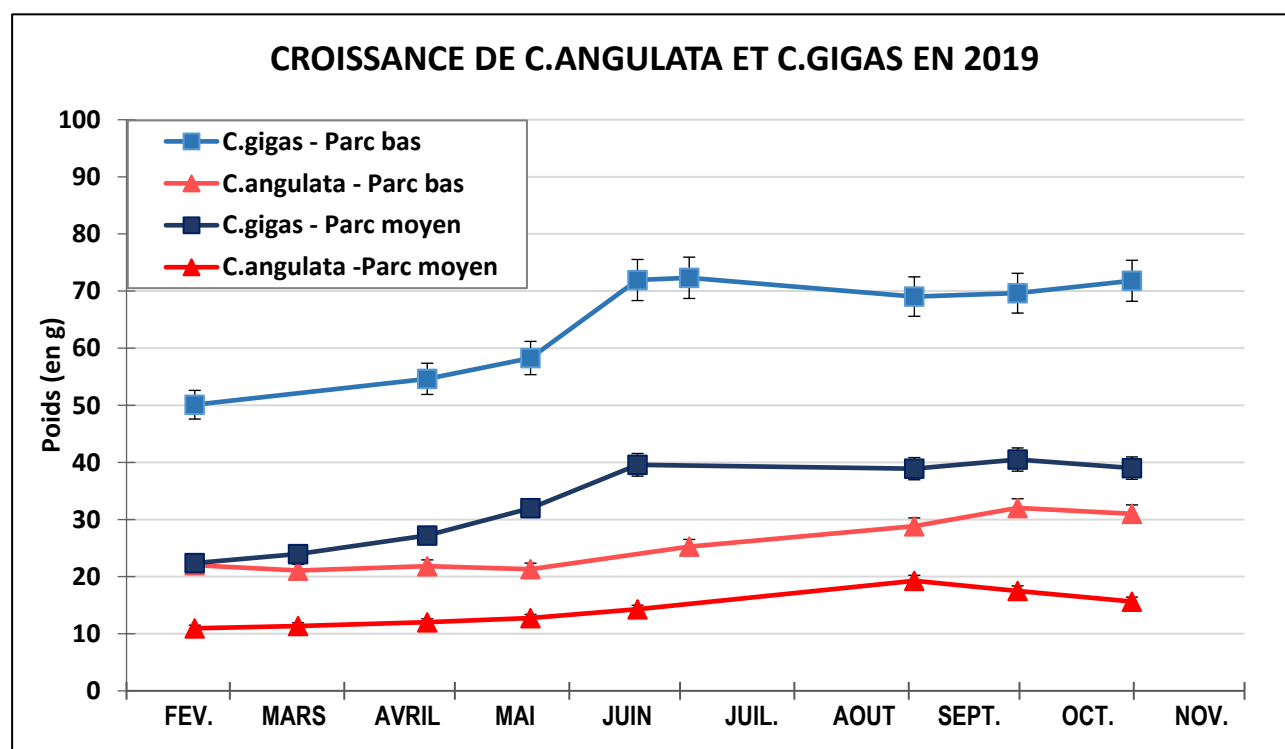
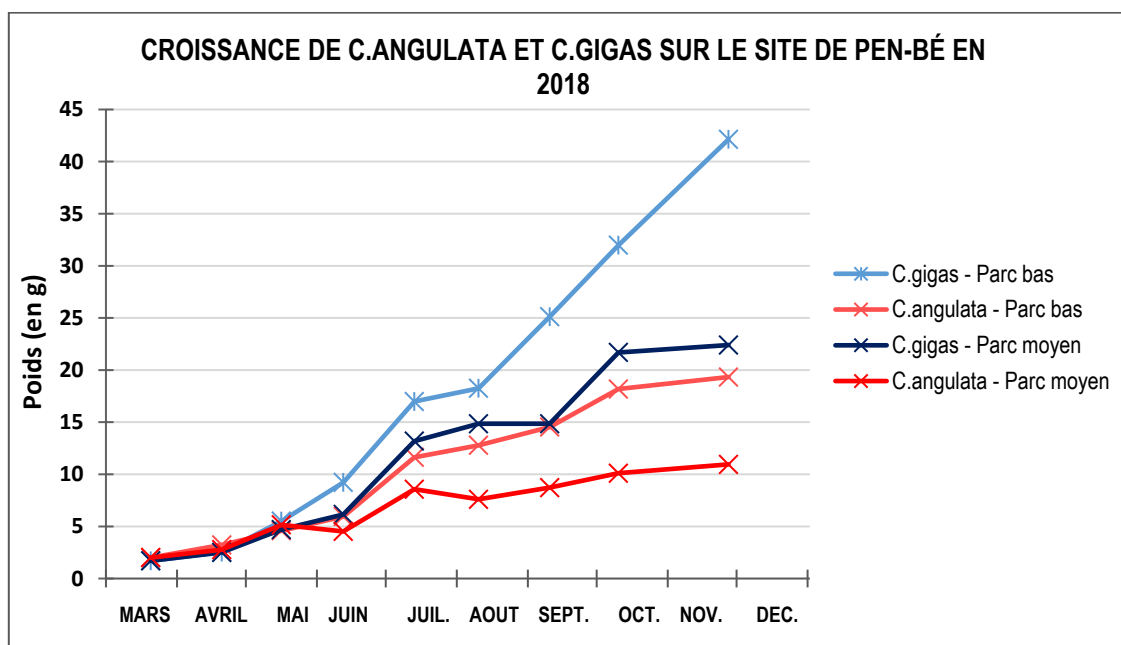
	C. angulata	C. gigas
Date	Stade	
18/04/18	Stade I	Stade 0
04/05/18	Stade II	Stade I
16/05/18	Stade III	Stade II
29/05/18	Stade II	Stade II
12/06/18	Stade II	Stade II
27/06/18	Stade III	Stade II
11/07/18	Stade II	Stade II
02/08/18	Stade II	Stade III
13/08/18	Stade III	Stade II
27/08/18	Stade II	Stade III
10/09/18	Stade II	Stade II
26/09/18	Stade II	Stade IV
12/10/17	Stade IV	Stade IV

Année 2019

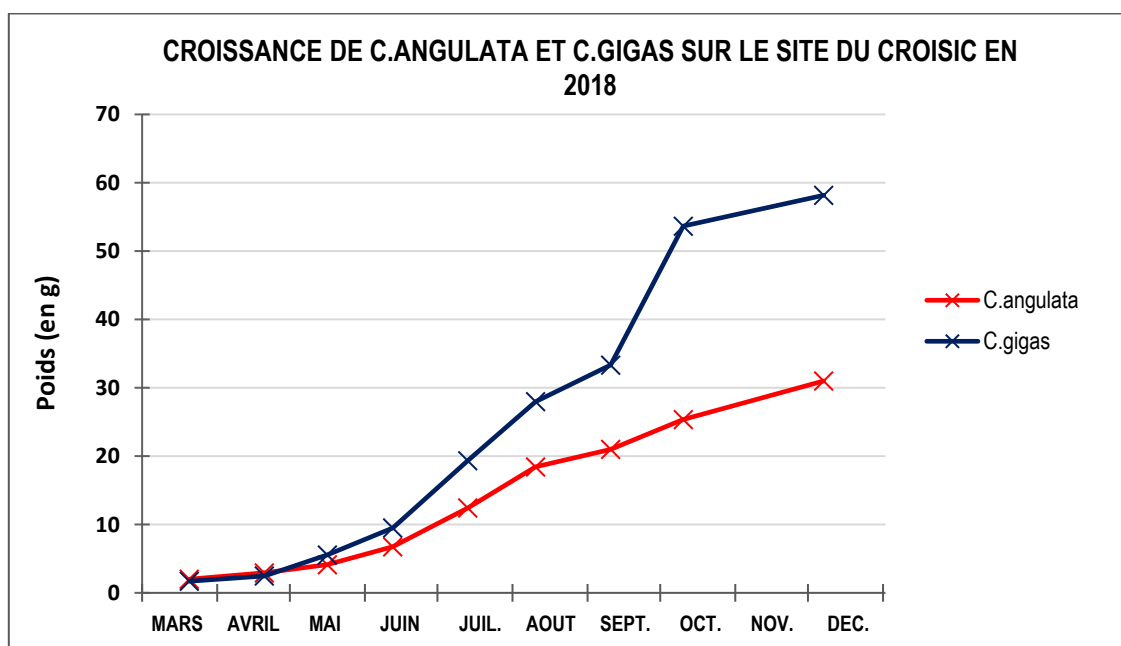
	C. angulata	C. gigas
Date	Stade	
23/04/19	Stade I	Stade 0
20/05/19	Stade II	Stade I
03/06/19	Stade III	Stade I
17/06/19	Stade II	Stade II
03/07/19	Stade II	Stade II
17/07/19	Stade III	Stade II
05/08/19	Stade I	Stade III
19/08/19	Stade II	Stade II
03/09/19	Stade II	Stade II
17/09/19	Stade II	Stade II
01/10/19	Stade II	Stade II
16/10/19	Stade II	Stade IV
31/10/19	Stade IV	Stade IV

ANNEXE 2 : Suivi de la croissance pondérale

Site de Pen Bé

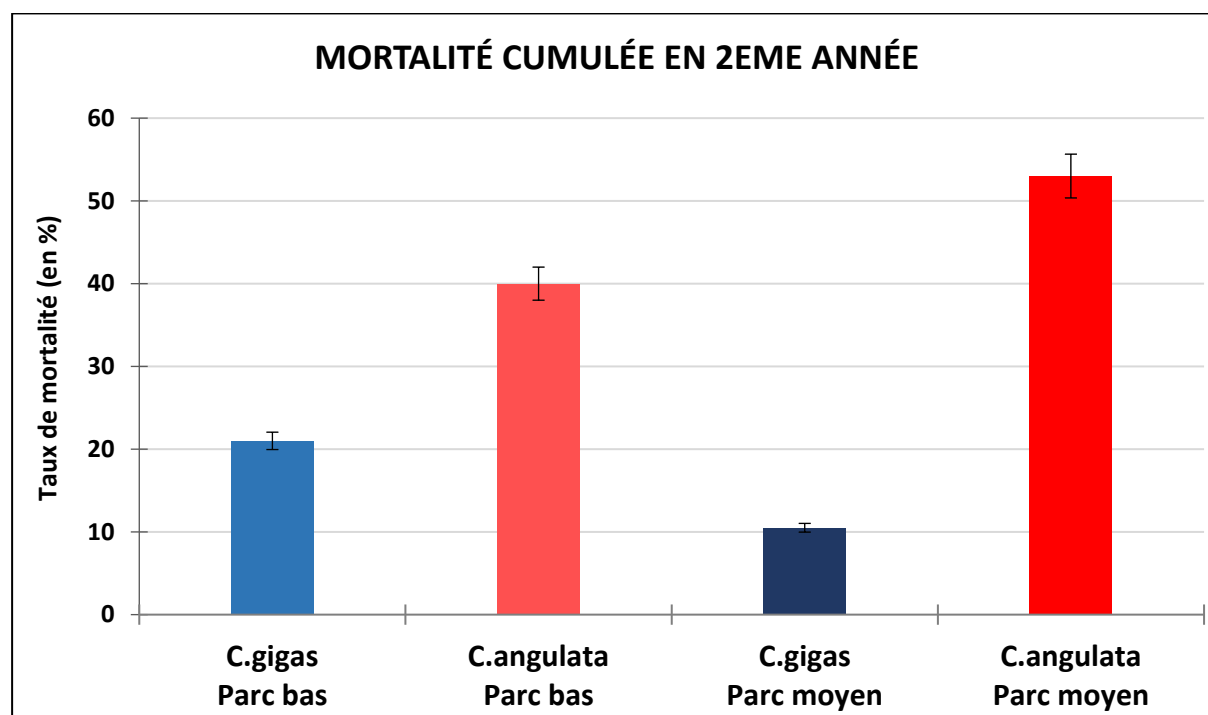
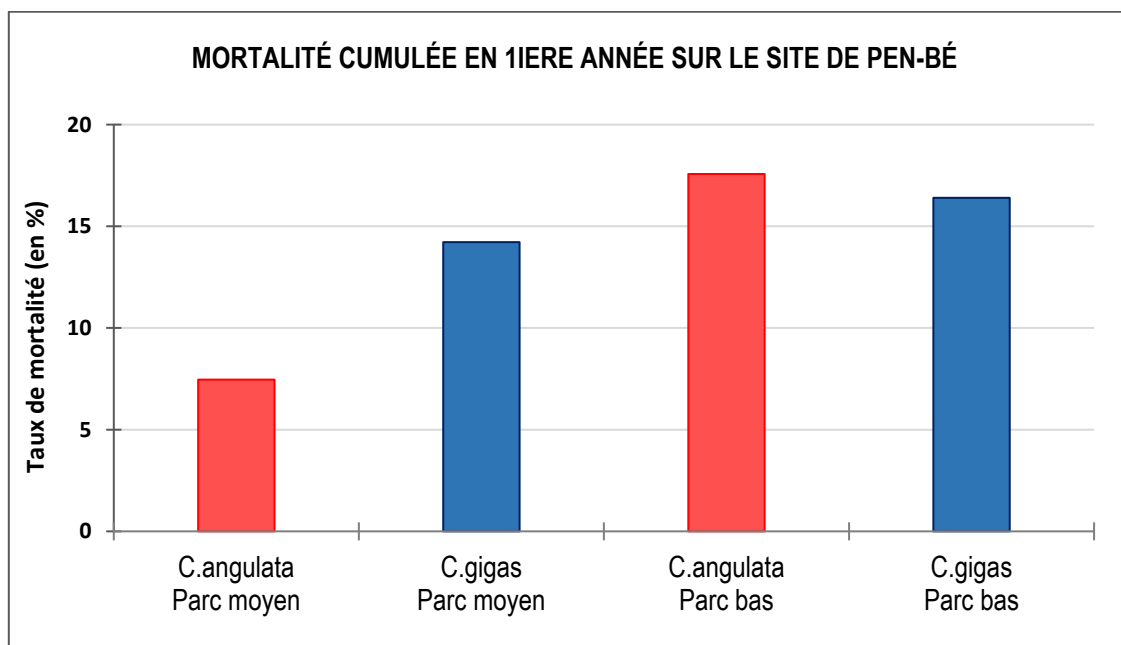


Site du Croisic



ANNEXE 3 : Suivi de la mortalité

Site de Pen Bé



Site du Croisic

