

INTERET POTENTIEL DE NOUVELLES TECHNIQUES D'ELEVAGE OSTREICOLE : APPROCHE ZOOTECHNIQUE ET BIOLOGIQUE



Philippe GLIZE*

Virgile BASUYAU**

Corentin MORVANT*

* : SMIDAP

** : AGROCAMPUS Rennes

NOVEMBRE 2022

Le financement du programme NOUSYSTOS sur l'intérêt potentiel de nouvelles techniques d'élevage ostréicole a été assuré par le Conseil Régional des Pays de la Loire, au travers de l'appel à projet « Aquaculture et Pêche »



REMERCIEMENTS

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 tout au long de l'étude.
- 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 Hervé CORCAUD, ostréiculteur à Pen Bé, pour la mise à disposition de ses concessions et ses conseils avisés.

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

Table des matières

1. Introduction :	1
1.1 Origine et objectifs de l'étude :	1
1.2 Contexte de l'étude :	2
1.2.1 Production mondiale, française et régionale (Pays de la Loire)	2
1.2.2 Historique de la production ostréicole française : de l'introduction de <i>C. gigas</i>	3
2. Matériel et méthodes	4
2.1 Site d'expérimentation	4
2.2 Matériel biologique	5
2.3 Matériel ostréicole testé	5
2.3.1 Système classique (témoin)	6
2.3.2 Système CNG (« poche casier XXL »)	6
2.3.3 Système Nodus Factory (poche « FLOAT-OSTREA Reverse »)	6
2.3.4 Système CGA Distribution (avec système d'accroche breveté) :	7
2.3.5 Système HEXCYL	7
2.4 Récapitulatif des lots suivis.....	8
2.5 Suivi de la croissance	8
2.6 Suivi de la mortalité	8
2.7 Calcul du rendement d'élevage	9
2.8 Calcul du rapport de longueur L/l :	9
2.9 Calcul de l'indice de forme (IMAI-SAKAI) :	10
2.10 Calcul du taux de chair :	10
2.11 Calcul de l'Indice Polydora	10
2.12 Traitement des données recueillies	11
3. Résultats	12
3.1 Poche Nodus	12
3.1.1 Suivi croissance	12
3.1.2 Suivi de la mortalité	13
3.1.3 Rendement d'élevage	15
3.1.4 Rapport L/l :	15
3.1.5 Indice de forme IMAI-SAKAI	16
3.1.6 Taux de chair	16
3.1.7 Indice <i>Polydora</i>	17
3.1.8 Bilan de l'élevage	17
3.2 Poche CNG	19
3.2.1 Suivi de la croissance	19
3.2.2 Suivi de la mortalité	20
3.2.3 Rendement d'élevage	21

3.2.4 Rapport L/l	22
3.2.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ	22
3.2.6 Taux de chair / Indice d'engraissement.....	23
3.2.7 Indice <i>Polydora</i>	24
3.2.8 Bilan de l'élevage	24
3.3 Poche CGA en demi-élevage.....	25
3.3.1 Suivi de la croissance	25
3.3.2 Suivi de la mortalité.....	26
3.3.3 Calcul du rendement de demi-élevage.....	27
3.3.4 Rapport L/l	27
3.3.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ	27
3.3.8 Bilan du demi-élevage	28
3.4 Poche CGA en élevage	28
3.4.1 Suivi de la croissance	28
3.4.2 Suivi de la mortalité.....	29
3.4.3. Calcul du rendement d'élevage	30
3.4.4 Indice de forme L /l.....	30
3.4.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ	31
3.4.5 Taux de chair.....	31
3.4.7 Indice <i>Polydora</i>	32
3.4.8 Bilan de l'élevage	32
3.5 Système Hexcyl en demi-élevage (cycle de mars à fin juin)	33
3.5.1 Suivi de la croissance	33
3.5.2 Suivi de la mortalité.....	34
3.5.3 Calcul du rendement de demi-élevage.....	35
3.5.4 Rapport L/l	35
3.5.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ	35
3.5.6 Bilan du demi-élevage	36
3.6 Système Hexcyl en élevage.....	37
3.6.1 Suivi de la croissance	37
3.6.2 Suivi de la mortalité.....	38
3.6.3 Calcul du rendement d'élevage	39
3.6.4 Rapport L/l	39
3.6.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ	39
3.6.6 Taux de chair.....	40
3.6.7 Indice <i>Polydora</i>	40
3.6.8 Bilan de l'élevage	41

4. Conclusion : **42**

Bibliographie

Sitographie

Annexes

Liste des annexes :

Annexe I : Fonctionnement et objectifs du SMIDAP

Annexe II : Evolution mensuelle des prix de vente des huitres creuses (et moules de bouchots entre 1998 et 2015 (Ostrea.org, 2015- données INSEE)

Annexe III : Dénomination et commercialisation de *C. gigas*

Annexe IV : Caractéristiques du site d'expérimentation de Pen-Bé Mesquer

Annexe V : Biologie de l'huitre creuse

Annexe VI : Elevage de *C. gigas*

Annexe VII : Diversité des élevages de *C. gigas*

Glossaire :

SMIDAP : Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en région Pays de la Loire

SMEL : Synergie Mer Et Littoral

CNC : Comité National de la Conchyliculture

CRC : Comité Régional de la Conchyliculture

ECOSCOPA : Réseau national de suivi de l'évolution de la mortalité et de la croissance des huitres creuses

REPAMO : REseau de surveillance des PAthologies des MOLLusques

VELYGER : Réseau d'observation de la reproduction et du recrutement de l'huître en France

NOUSYSTOS (NST) : NOUveaux SYSTèmes d'élevage OStréicole

Liste des figures :

Figure 1 : Evolution de la production d'huitres en France en lien avec les épizooties (ostrea, 2011)	3
Figure 2 : Traict de Pen-Bé Mesquer (Google Earth, 2021)	4
Figure 3 : Localisation des points "Parc haut" et "Parc bas" (GQIS)	4
Figure 4 : Anatomie de C. gigas (CNC.com, 2021)	5
Figure 5 : Installation d'une poche classique à Pen-Bé ; d: poche classique sur parc	6
Figure 6 : Epaisseur de la poche CNG (CNGemballages.com)	6
Figure 7 : Poche CNG sur table en surélévation à Pen-Bé (@Virgile Basuyau)	6
Figure 8 : Poches Nodus sur table à Pen-Bé Mesquer (@Virgile Basuyau)	7
Figure 9 : Poches CGA en suspension sous table à Pen-Bé (@Virgile Basuyau)	7
Figure 10 : Poche CGA (CGAdistrib.com)	7
Figure 11 : Poche HEXCYL (hexcylsystems.com)	7
Figure 12 : Poches Hexcyl à Pen-Bé (@Virgile Basuyau)	8
Figure 13 : huitre moribonde (@Virgile Basuyau)	9
Figure 14 : Mesures de la longueur, largeur et épaisseur d'une coquille (@VB)	10
Figure 15 : Egouttage des chairs de C. gigas (@VB)	10
Figure 16 : ver Polydora (Aphotomarine.com)	10
Figure 17 : Classification de l'infestation à Polydora (Ifremer, 2008)	11
Figure 18 : Croissance des lots en poche classique et Nodus dans les parcs bas et hauts	12
Figure 19 : Dispersion du poids final des lots Nodus et témoin en élevage dans les parcs haut et bas	13
Figure 20 : Poids moyen final des lots Nodus et Témoins	13
Figure 21 : Mortalité des lots Témoins (CLASS) et Nodus (NOD) à pbb et pbh	13
Figure 22 : Taux de mortalité final des lots Nodus (NOD) et Témoin (CLASS)	14
Figure 24 : Rapport L/l des lots Témoin (CLASS) et CNG en élevage	15
Figure 23 : Dispersion des rapports L/l au sein des lots NODUS et Témoin en élevage à pbb et pbh ..	15
Figure 25 : Dispersion de l'indice de forme au sein des lots Nodus et Témoin (CLASS) en élevage	16
Figure 26 : Indice de Forme IMAÏ-SAKAÏ des lots Nodus et Témoins	16
Figure 27: Dispersion du taux de chair au sein des lots Nodus et Témoin (CLASS) en élevage	16
Figure 28 : Taux de chair des lots Nodus et témoins à pbb et pbh	17
Figure 29 : Croissance des lots témoins (CLASS) et CNG à pbb et pbh	19
Figure 30 : Dispersion du poids moyen final des lots CNG et témoin en élevage à pbb et pbh	20
Figure 31 : Poids moyen final des lots CNG et Témoins (CLASS)	20
Figure 32 : Mortalité des lots Témoins (CLASS) et CNG	20
Figure 33 : Taux de mortalité des lots CNG et Témoins (CLASS)	21
Figure 34 : Dispersion du rapport L/l au sein des lots CNG et Témoins (CLASS) en élevage	22
Figure 35 : Rapport L/l des lots CNG et Témoin à pbb et pbh	22
Figure 36: Dispersion de l'indice de Forme IMAÏ-SAKAÏ des lots CNG et Témoins à pbb et pbh	22
Figure 37 : Indice de Forme IMAÏ-SAKAÏ des lots CNG et Témoins à pbb et pbh	22
Figure 38 : Dispersion du taux de chair au sein des lots CNG et Témoin (CLASS) en élevage	23
Figure 39 : Taux de chair des lots CNG et Témoins	24
Figure 40 : : Croissance des lots CGA et témoins durant le demi-élevage	25
Figure 41 : Dispersion du poids final des lots CGA et témoins en demi-élevage	25
Figure 42 : Poids moyen final des lots CGA et Témoin en demi-élevage	25
Figure 43 : Mortalité des lots CGA et Témoin en demi-élevage	26
Figure 44 : Mortalité (pondérée) finale des lots Témoins et CGA en demi-élevage	26
Figure 45 : Dispersion des rapport L/l des lots Témoins et CGA en demi-élevage	27
Figure 46 : Rapport L/l des lots Témoin (CLASS) et CGA en demi-élevage	27
Figure 48 : Indice IMAÏ-SAKAÏ des lots Témoins et CGA en demi-élevage	27
Figure 47 : Dispersion de l'indice de forme IMAÏ SAKAÏ des lots témoins et CGA en demi-élevage	27

Figure 49 : Croissance des lots CGA et témoins durant l'élevage	28
Figure 51 : Poids moyen final des lots CGA et Témoin en élevage.....	29
Figure 50 : Dispersion du poids final des lots CGA et témoins en élevage.....	29
Figure 52 : Mortalité des lots CGA et Témoin en élevage	29
Figure 53 : Mortalité (pondérée) finale des lots Témoins et CGA en élevage.....	30
Figure 54 : Dispersion de l'indice de forme des lots CGA et Témoin en élevage	30
Figure 55 : Indice de forme des lots Témoin et CGA en élevage	31
Figure 56 : Dispersion de l'indice de forme des lots CGA et témoin en élevage.....	31
Figure 57 : Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ des lots Témoins et CGA en élevage	31
Figure 58 : Dispersion du taux de chair des lots CGA et témoins en élevage	31
Figure 59 : Taux de chair des lots CGA et Témoin en élevage.....	32
Figure 60 : Croissance des lots Hexcyl et Témoin en demi-élevage	33
Figure 61 : Dispersion du poids final des lots Hexcyl et témoin en demi-élevage	33
Figure 62 : Poids moyen final des lots Hexcyl et témoin en demi-élevage	33
Figure 63 : Mortalité cumulée des lots HEXCYL et Témoin (CLASS) en demi-élevage	34
Figure 64 : Mortalité (pondérée) finale des lots Hexcyl et Témoin en demi-élevage	34
Figure 65 : Dispersion du rapport L/l des lots Hexcyl et Témoin en demi-élevage	35
Figure 66 : Rapport L/l des lots témoin et Hexcyl en demi-élevage.....	35
Figure 67 : Dispersion de l'indice IMAÏ-SAKAÏ des lots Hexcyl et Témoin en demi-élevage.....	35
Figure 68 : Indice IMAÏ-SAKAÏ des lots témoin et Hexcyl en demi-élevage.....	35
Figure 69 : Croissance des lots Hexcyl et Témoin en élevage	37
Figure 70 : Dispersion du poids final des lots Hexcyl et témoin en élevage.....	37
Figure 71 : Poids moyens final des lots Hexcyl et témoin en élevage	37
Figure 72 : Taux de mortalité cumulée des lots HEXCYL et Témoin en élevage.....	38
Figure 73 : Taux de mortalité pondérée final des lots Hexcyl et Témoin en élevage.....	38
Figure 74 : Dispersion des rapport L/l des lots Hexcyl et Témoins en élevage	39
Figure 75 : Rapport L/l des lots témoins et Hexcyl en élevage.....	39
Figure 76 : Dispersion des indices IMAÏ-SAKAÏ pour les systèmes Hexcyl et Témoin	39
Figure 77 : Indice IMAÏ-SAKAÏ des lots témoins et Hexcyl en élevage.....	39
Figure 78 : Dispersion des taux de chair au sein des lots Hexcyl et Témoin en élevage.....	40
Figure 79 : Taux de chair des lots témoins et Hexcyl en élevage	40
Figure 80 : Coût des structures classique et Hexcyl à l'hectare	41

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Caractéristiques des lots suivis (T8 et T30):	5
Tableau 2 : Récapitulatif des lots suivis	8
Tableau 3 : Rendement d'élevage des lots Nodus et Témoin à pbb et pbbh	15
Tableau 4 : Indice Polydora pour les différents lots Nodus et témoins en élevage	17
Tableau 5 : Bilan d'élevage des huitres en poche NODUS	18
Tableau 6 : Rendement d'élevage des lots CNG et Témoin à pbb et pbh	21
Tableau 7 : Indice Polydora des lots CNG et témoin	21
Tableau 8 : Bilan d'élevage des huitres en poche CNG	24
Tableau 9 : Rendement de demi-élevage des lots CGA et témoin	27
Tableau 10 : Bilan de demi-élevage des huitres en poche CGA	28
Tableau 11 : Rendement d'élevage des lots CGA et témoin	30
Tableau 12 : Indice Polydora des lots CGA et témoin	31
Tableau 13: Bilan d'élevage des huitres en poche CGA	32
Tableau 14 : Rendement de demi-élevage des lots Hexcyl et Témoin	33
Tableau 15 : Bilan de demi-élevage des huitres en paniers Hexcyl	35
Tableau 16 : Rendement d'élevage des lots Hexcyl et témoins	38
Tableau 17 : Indice Polydora des lots témoins et Hexcyl	40
Tableau 18 : Bilan d'élevage des huitres en paniers Hexcyl	41

Liste des Equations :

Équation 1 : Poids moyen d'un lot d'huîtres (n pesées)	8
Équation 2 : taux de mortalité instantanée (élevage) à l'instant t	9
Équation 3 : Taux de mortalité cumulée (élevage) à l'instant t	9
Équation 4 : Taux de mortalité (demi-élevage) à l'instant t	9
Équation 5 : Taux de mortalité cumulée (demi-élevage) à l'instant t	9
Équation 6 : Rendement R :	9
Équation 7 : Indice IMAÏ-SAKAÏ (IM) :	10
Équation 8 : Taux de chair (TC) (Norme NFR : 49-056)	10
Équation 9 : Indice Polydora (IP) (Norme NP : 045-36)	11

1. Introduction :

1.1 Origine et objectifs de l'étude :

La conchyliculture est en perpétuelle recherche d'innovations zootechniques, destinées d'une part à améliorer les procédés d'élevage et les performances des populations élevées et d'autre part à diminuer les coûts de production.

A ce titre, est observée depuis 2 à 3 ans, l'émergence de nouveaux systèmes et/ou procédés d'élevage ostréicoles, visant à compléter ou potentiellement remplacer les systèmes classiques existants. Ils sont proposés tant par des entreprises de matériel françaises que par des sociétés étrangères, notamment d'Australie, d'Espagne ou d'Italie.

Ce développement concerne d'une part des systèmes d'élevage pendulaire de type australien sur long line avec l'arrivée de nouvelles sociétés et/ou d'importateurs et distributeurs au niveau national, d'autre part des poches ostréicoles de taille et de volume plus importants par rapport aux standards employés actuellement, proposés par des entreprises françaises et italiennes, et enfin des poches munies de flotteurs de différents types permettant de générer une oscillation des poches sans intervention humaine (développées par des structures françaises, australiennes,....).

Ces différents systèmes concernent des élevages en suspension (long line) ou l'élevage sur tables ostréicoles classiques.

Leurs objectifs sont d'assurer d'un point de vue biologique une meilleure croissance des huîtres, une optimisation de la forme et un accroissement du taux de chair.

Au niveau économique, ils visent à minorer le temps de travail sur les parcs ainsi que la pénibilité du travail et ce dans un contexte de difficulté de recrutement de personnel par les entreprises ostréicoles.

En 2020, des essais préliminaires ont été conduits par le SMIDAP à la demande de fabricants et de producteurs ligériens, relayée par leurs structures professionnelles.

Ils faisaient référence au testage d'un système australien dont le distributeur est basé en Vendée et de poches de type casiers XXL développées par une société du Maine et Loire. Ils incluaient les différentes phases d'élevage, à savoir le prégrossissement et le grossissement et ont été réalisés pour différentes origines d'huîtres creuses (écloserie, captage naturel).

Les résultats obtenus sont apparus prometteurs en termes de performances d'élevage, à savoir croissance et survie. Par contre, ils ont révélé l'existence de contraintes techniques et ergonomiques quant à leur adaptation au schéma de production local. Le contexte sanitaire lié à la Covid 19 et ses implications pratiques ont limité les possibilités d'optimisation zootechnique.

Au vu des premiers résultats acquis et face au développement en 2020 de nouvelles structures d'élevage, le syndicat conchylicole du traict de Pen Bé-Mesquer a sollicité le SMIDAP pour vérifier l'intérêt potentiel de ces nouveaux systèmes et outils de production, leur pertinence en termes de faisabilité technique et pratique et leur adaptation potentielle au contexte ostréicole local.

En réponse à cette sollicitation, une étude, objet de cette présentation, a été entreprise en 2021. Elle a pour objet le testage et suivi de 4 structures et outils différents.

Sont concernés, des essais conduits sur un système pendulaire de type australien, un système de poches nouvelle génération (casiers de taille XXL), un système oscillant muni de flotteurs et fixé sur tables classiques, un système oscillant muni de flotteurs fixé sous les tables ostréicoles.

Le choix de ces différents systèmes a été défini en concertation étroite avec le syndicat conchylicole de Pen Bé-Mesquer et répond à ses attentes.

Il se veut représentatif, sans vouloir être exhaustif, des différentes typologies des matériels proposées par les différents fabricants de matériel ostréicole, en priorisant les spécificités techniques proposées par les fabricants et en intégrant leur complémentarité potentielle.

L'étude se décline au travers du suivi de l'évolution de populations d'huîtres creuses que ce soit au niveau croissance, mortalité éventuelle, volet morphologique, taux de remplissage etc..., afin d'appréhender au mieux le comportement de cette espèce au sein des différentes structures d'élevage étudiées.

Les performances à l'élevage seront comparées à celles de populations d'huîtres creuses élevées en poches classiques et servant de témoins.

Le programme a été conduit sur la période de mars à décembre 2021. Il s'articule autour de 4 axes principaux :

- Testage de nouveaux systèmes et outils d'élevage ostréicole (pendulaire en long line, poche casier, poche munie de flotteur) : adaptation éventuelle au contexte de production ligérien
- Détermination et quantification des performances d'élevage de populations d'huîtres au sein de ces structures : intégration des facteurs biologiques (croissance, mortalité) et qualitatifs (forme, taux de chair, pourcentage de « collées », ...)
- Prise en considération des différentes phases d'élevage (prégrossissement, grossissement) en fonction des matériels retenus
- Intégration de l'impact potentiel des conditions environnementales (volet sédimentaire, volet bathymétrique, ...).

Face à la multiplicité des modèles, des fabricants et distributeurs, il semblait pertinent de ne tester en priorité que les structures proposées par des entreprises ligériennes.

1.2 Contexte de l'étude :

1.2.1 Production mondiale, française et régionale (Pays de la Loire)

La France est le 4^{ème} pays producteur d'huître creuse du Pacifique *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) après la Chine, la Corée du Sud et le Japon et représente 90% de la production européenne (Agro-media, 2014). La production française est stabilisée depuis 2016 autour de 90 000 tonnes pour une valeur de plus de 400 millions d'€ (MAA, 2019 ; FAO, 2016).

Cette production, de 92 225 T en 2018 (Agreste, MAA, 2019), est d'intérêt économique national et constitue un des symboles de la gastronomie française. L'ostréiculture est un secteur de poids en France avec plus de 2000 entreprises produisant *C. gigas* (Agreste, 2018) contre près de 3000 en 2014 : 17 000 emplois dont quasiment 8000 à temps plein (Agro-media, 2014). Le nombre d'entreprises ostréicoles diminue donc en France (Ostrea, 2018).

La production ostréicole de la région Pays de la Loire (Loire-Atlantique et Vendée) se fait sur 230 exploitations soit 7% des surfaces ostréicoles françaises (DRAAF, 2015) avec 7000 T commercialisées par an (Ostrea, 2020), soit 9% de la production française.

1.2.2 Historique de la production ostréicole française : de l'introduction de *C. gigas* aux dernières crises de surmortalité

L'huitre creuse du Pacifique (*Crassostrea gigas*) est introduite officiellement en France en 1966 par des ostréiculteurs en quête de diversification (Ostrea, 2011), alors qu'à l'époque, l'huitre creuse élevée sur nos côtes est la portugaise *Crassostrea angulata* (Lamarck, 1819), très proche de l'huitre creuse du Pacifique (Fig. 4) avec qui elle est interféconde (Huvet, 1997). L'espèce endémique est l'huitre plate *Ostrea edulis*, seule espèce présente naturellement en France (Fig. 1).

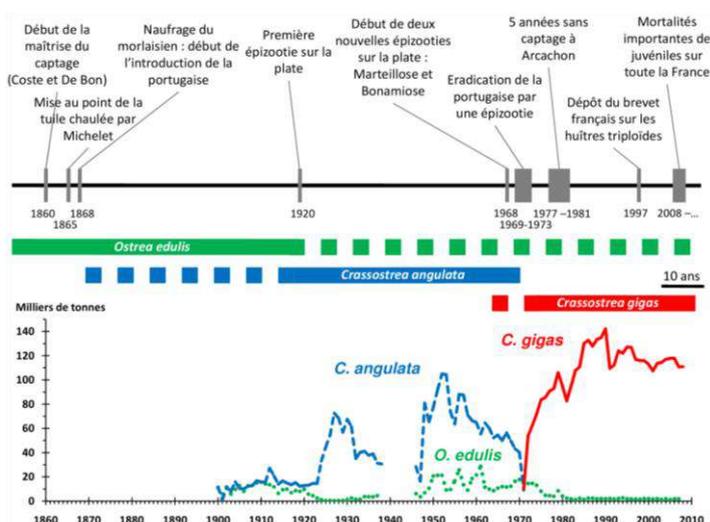


Figure 1 : Evolution de la production d'huitres en France en lien avec les épizooties (Ostrea, 2011)

Alors qu'une maladie des branchies touche l'huitre portugaise, décimant 90% du cheptel en quelques mois et se poursuivant jusqu'en 1973 jusqu'à sa disparition complète, *C. gigas* résiste et en réponse à cette crise, des individus sont importés depuis le Canada pour un repeuplement des côtes françaises (et particulièrement le réapprovisionnement en larves et naissains du bassin de captage historique d'Arcachon) (Comps Michel, 1970).

Depuis 2008, la production se heurte à des épisodes de surmortalité des juvéniles (« naissains »). Ces épisodes de mortalité ont justifié la mise en place de réseaux nationaux de surveillance (comme les réseaux ECOSCOPA, REPAMO, VELYGER...) composés de nombreux acteurs.

Cette baisse des rendements d'élevage a entraîné une baisse de la production de moitié en 10 ans. Les coûts liés à la dégradation des ressources conchylicoles ont représenté 25 millions d'€ sur la période 2014-2016 (DSF MEMN, 2018). La baisse des rendements et donc de la rémunération des ostréiculteurs, associée à un travail physique difficile et très prenant, rend ce métier de moins en moins attractif. La filière ostréicole s'inquiète quant au devenir de la profession et de la production en cas de désintéressement et déprise de la part des nouvelles générations, producteurs comme consommateurs avec une baisse des ventes de 15 à 35% (FranceAgriMer, 2013).

Près d'un tiers des ouvriers ostréicoles quitte le milieu après un premier travail (Ouest-France, 2017) : les chefs d'entreprise cherchent de la main d'œuvre pour le travail sur parc. Face à ces constats, le développement d'une nouvelle zootechnie pourrait constituer une partie de la solution à cette déprise ostréicole par l'augmentation des rendements d'élevage et la diminution de la pénibilité au travail.

La « pénurie » d'huître creuse sur les marchés, liée aux surmortalités de 2008, a entraîné une augmentation des prix au kilo des calibres moyens (Annexe II). Ce prix, au niveau régional est d'environ 3€/kg pour du calibre 3 vendu en gros contre environ 6€/kg en 2021 (FranceAgriMer, 2021) en vente au détail (Glize, com pers). Ce prix varie en fonction du calibre et du taux de chair des huîtres (Annexe III).

Aujourd'hui *C. gigas* représente près de 99% de la production ostréicole française et environ 57% de la production conchylicole nationale (FAO, 2019).

Le programme NOUSYSTOS vise donc à identifier les systèmes de culture les plus pertinents pour les professionnels : assurant les meilleures performances d'élevage en limitant le nombre d'interventions sur parc nécessaire pendant le cycle d'élevage. Il est à préciser qu'une des conditions de la réalisation de ces essais est la non comparaison entre elles des structures étudiées. Chaque structure ne sera donc comparée qu'à un témoin (cependant commun), le système classique en poche fixe sur table en surélévation.

2. Matériel et méthodes

2.1 Site d'expérimentation

Le programme NOUSYSTOS, émane d'une demande du syndicat conchylicole de Pen-Bé Mesquer : le site d'expérimentation se situe au sein du secteur conchylicole du traict de Pen Bé- Mesquer (Fig. 2) séparant les communes de Pen-Bé (à la pointe nord) et de Mesquer (au sud) près d'Assérac.



Figure 2 : Traict de Pen-Bé Mesquer (Google Earth, 2021)

La connaissance des caractéristiques du site de suivi permet d'anticiper des périodes « à risque », de comprendre les phénomènes de mortalité (différents pour chaque zone de production) et de lier les résultats du programme NOUSYSTOS à un contexte local avant d'étendre toute conclusion à d'autres zones de production française (Annexe IV).

Au sein du traict, les différentes poches testées sont placées au niveau d'un parc bas (pbb) et/ou d'un parc haut (pbh) (Fig. 3). Ces deux points de suivi sont situés à une distance de 220m environ. Leurs degrés de découverture sont de 70 pour pbb et 50 pour pbh.



Figure 3 : Localisation des points "Parc haut" et "Parc bas" (GQIS)

2.2 Matériel biologique

C. gigas est un bivalve sessile (à vie fixée) et suspensivore (qui se nourrit par filtration des particules en suspension dans l'eau) (De Crignis, 2007) (Annexe V). Sa coquille calcaire est composée de deux valves (une concave et une plate) protégeant ses organes (Fig. 4). L'huitre creuse réalise ses fonctions biologiques lorsqu'elle est en eau. Lors de l'exondation, celle-ci conserve de l'eau entre ses valves en se fermant et respire pour alimenter son métabolisme basal faiblement actif lorsqu'émergée.

Pour ne s'intéresser qu'à l'effet « conditions d'élevage », les huitres de deux classes d'âge différentes (Tab. 1) mises sur parc proviennent chacune d'un même lot d'écloserie (homogène). Ces huitres sont des triploïdes, choix motivé par plusieurs raisons : pouvoir faire un cycle d'élevage sur 1 an avec une croissance plus importante qu'avec des diploïdes (Glize, 2018) permettant la divergence des lots selon le système de culture, et l'adaptation au contexte local de production (98% des huitres de Pen-Bé sont d'écloserie dont 92% de triploïdes (Glize, 2015)). Les mêmes avantages expliquent le succès des triploïdes parmi les ostréiculteurs, qui profitent de leur stérilité pour pouvoir les commercialiser durant l'été, période où les huitres diploïdes sont en maturation ou ont pondu (très maigres) et sont très fragiles.

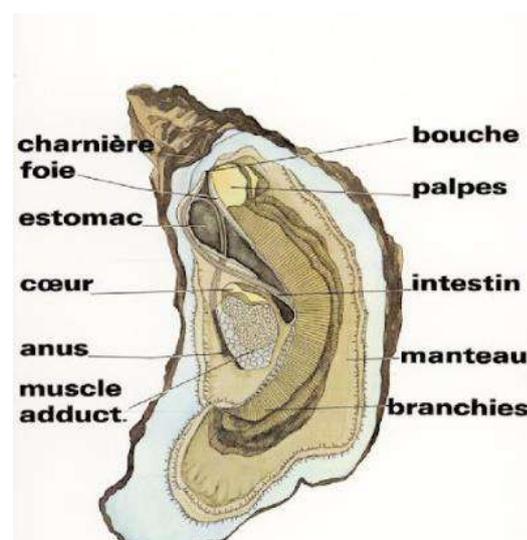


Figure 4 : Anatomie de *C. gigas* (CNC.com, 2021)

Tableau 1 : Caractéristiques des lots suivis (T8 et T30 : mesure de la taille des huitres = maillage des poches les retenant)

Classe d'âge	Age	Qté au kilo	Poids moyen	Qté fournie	Nombre de poches
Naissain T8	6 mois	2005 u/kg	0.5 g	5 kg	12 (4 triplicatas)
Demi-élevage T30	18 mois	30-39 u/kg	28.83 g	173 kg	24 (8 triplicatas)

Pour chaque structure testée, trois poches/casiers sont placées en mer : 1 poche « suivie » (sur laquelle un suivi mortalité et croissance est fait 1 à 2 fois par mois) et 2 poches non suivies (traitées en fin d'expérimentation) constituent un triplicata. Les huitres des poches suivies sont plus souvent manipulées par rapport aux poches non suivies : leur croissance en sera impactée. Cependant cette manipulation n'implique pas de biais sur le taux de mortalité qui sera calculé en fin de suivi sur les 3 poches (Glize, com pers). Le déroulement classique d'un cycle d'élevage de l'huitre creuse est explicité en Annexe (Annexe VI).

2.3 Matériel ostréicole testé

La diversité des structures et systèmes d'élevage est très importante, quelques types d'élevage (non testés dans le cadre du programme NOUSYSTOS) sont détaillés en annexe (Annexe VII). Les différents systèmes testés différeront par : le volume de la poche, la densité d'élevage et la fixité ou mobilité de la structure.

Les parcs ostréicoles du programme NOUSYSTOS sont en milieu intertidal comme la majorité de la production française sur la côte Atlantique et Manche.

2.3.1 Système classique (témoin)

Le système d'élevage témoin est la poche « classique » sur table en surélévation. Il s'agit d'une poche de 750g renforcée (sécurité supplémentaire pour l'expérimentation). Cette poche est plate (limitant les possibilités de gonflement avec la croissance des huitres) et maintenue par ses cotés à la table via des élastiques et des crochets ; elle est donc fixe (Fig. 5). Le naissain est placé dans des poches de maille de 6 mm alors que les huitres de demi-élevage sont placées dans une poche de maille 14 mm.



Figure 5 : Installation d'une poche classique à Pen-Bé (g: Intermass,2021); d: poche classique sur parc @Virgile Basuyau)

2.3.2 Système CNG (« poche casier XXL »)

Le système d'élevage CNG se fait également sur table en surélévation. La poche casier XXL dispose par rapport au témoin d'une plus grande épaisseur (20cm) (Fig. 6) lui conférant un plus grand volume. Ce volume devient de plus en plus un avantage au fil de la croissance (Fig. 7) car les huitres ont plus de place pour pousser. Cependant, en début d'élevage alors que le volume des huitres dans la poche est encore faible, ce vide pourrait induire un brassage trop important des huitres (et leur concentration dans une partie de la poche), en mouvement dans cette poche pourtant fixe, et diminuer ainsi les performances de croissance (Glize, com pers).



Figure 6 : Epaisseur de la poche CNG (CNGemballages.com) Figure 7 : Poche CNG sur table en surélévation à Pen-Bé (@Virgile Basuyau)

2.3.3 Système Nodus Factory (poche « FLOAT-OSTREA Reverse »).

La poche « NODUS » est, tout comme la poche CNG, de gros volume, la différence tient à sa mobilité. En effet, la poche n'est fixée à la table que par un côté alors que de l'autre, un flotteur plastique latéral attaché aux mailles de la poche permet un mouvement de la poche dans l'eau (Fig. 8).

Celle-ci est à la verticale à marée haute et se repositionne couchée sur la table à marée basse ce qui permet un étalement (et un brassage) des huitres dans la poche lors de l'exondation. Des flotteurs amovibles de différents volumes sont proposés pour s'adapter aux conditions des zones de production.



Figure 8 : Poches NODUS sur table à Pen-Bé Mesquer (@Virgile Basuyau)

2.3.4 Système CGA Distribution (avec système d'accroche breveté) :

Le système CGA se compose d'une poche casier munie d'un flotteur latéral et fixée par un côté (Fig. 10), comme le système NODUS à la différence que, accrochée sous une table de 1 m (plus haute que les tables classiques), la poche est à la verticale à marée basse (elle pend sous la table) puis à l'horizontale à marée haute (bloquée par-dessous la table).



Figure 10 : Poche CGA (CGAdistrib.com) Figure 9 : Poches CGA en suspension sous table à Pen-Bé (@Virgile Basuyau)

2.3.5 Système HEXCYL

A la différence des autres systèmes testés, les casiers HEXCYL (25L) sont fixés via un système de clip sur un filin métallique recouvert de gaine plastique tendu entre des pieux verticaux. On parle d'élevage pendulaire, en suspension, très répandu en Australie. La poche est en mouvement : elle oscille constamment du fait des courants de marée et de houle ; ce qui permet un brassage constant, une homogénéisation de la croissance et une optimisation de la forme. Une étude menée en 2020 sur ses systèmes a montré qu'une orientation des casiers dans l'axe du courant de marée (préconisé par le fabricant) entraîne un regroupement des huitres au fond du casier et donc une hétérogénéité des croissance (Glize, 2020). Dans le cadre des tests NOUSYSTOS, les casiers sont donc placés perpendiculairement au courant de marée. La quantité d'huitre de demi-élevage dans ces casiers sera de 80 u/poche (quantité maximale préconisée par le fabricant *Hexcy/Systems*) contre 180 pour le reste du matériel testé. Ce protocole s'appuie sur les tests effectués sur les paniers australiens BST (Glize, 2004).

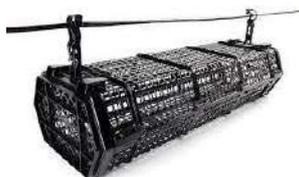


Figure 11 : Poche HEXCYL (hexcylsystems.com)



Figure 12 : Poches HEXCYL à Pen-Bé (@Virgile Basuyau)

2.4 Récapitulatif des lots suivis

L'étude NOUSYSTOS est réalisée sur 36 poches (12 triplicatas), pour 4 structures testées (plus le témoin), et 2 classes d'âge différentes. Les systèmes CNG, NODUS et témoins sont placés à la fois dans les hauts et les bas, permettant une étude de l'effet bathymétrique (Tab. 2). Les différents paramètres mesurés sont détaillés ci-dessous (2.5-2.11).

Tableau 2 : Récapitulatif des lots suivis

Zone	Age	Demi élevage T30				Naissain T8	
Pen-Bé Haut (pbh)	Structure	Témoin	CNG	Nodus	CGA	Témoin	CGA
	Individus par poche	180	180	180	180	1000	1000
	Nombre de poches	3	3	3	3	3	3
Pen-Bé Bas (pbb)	Structure	Témoin	CNG	Nodus	HEXCYL	Témoin	HEXCYL
	Individus par poche	180	180	180	80	1000	1000
	Nombre de poches	3	3	3	3	3	3

2.5 Suivi de la croissance

Un suivi du poids moyen (pm) des huitres est effectué mensuellement sur la poche suivie de chaque triplicata à l'aide d'une balance de précision (d= 1g). 3 ou 4 pesées de 10, 20 ou 30 individus sont effectuées sur chaque système lors d'une marée. Des groupes d'huitres sont pesés pour avoir assez de poids sur la balance pour pouvoir négliger l'incertitude de mesure liée aux coups de vent sur parc affectant les mesures de poids. Une pesée individuelle avec une balance de précision est impossible sur les parcs à cause de ce vent.

Équation 1 : Poids moyen d'un lot d'huitres (n pesées)

$$pm = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{poids total de l'échantillon (i)}}{\text{Nombre d'individus échantillonnés}} \right)}{n}$$

Effectuer plusieurs pesées permet d'avoir un intervalle de confiance lié au pm et ainsi d'avoir des informations sur l'homogénéité de la croissance du lot.

2.6 Suivi de la mortalité

Un suivi de la mortalité est effectué mensuellement (une marée de vives-eaux sur deux) de mars à mai puis bimensuellement (à chaque marée) durant les périodes de mortalité connues de juin à septembre. A partir de la mortalité instantanée (mesurée sur un pas de temps mensuel/bimensuel), est calculée une mortalité cumulée (cumul des mortalités mesurées au cours du cycle).

Pour les huîtres en élevage, la poche suivie est entièrement contrôlée, les huîtres mortes sont retirées.

Équation 2 : taux de mortalité instantanée (élevage) à l'instant t

$$\text{Minst}(t) = \frac{\text{Nombre d'huîtres mortes } (t)}{\text{Effectif initial dans la poche}} * 100$$

Équation 3 : Taux de mortalité cumulée (élevage) à l'instant t

$$\text{Mcum}(t) = \sum_{k=1}^t \text{Minst}(k)$$

Pour les huîtres en demi-élevage, le taux de mortalité est défini en comptant 3 fois le nombre d'huîtres mortes sur un échantillon de 50 individus. Seul un faible échantillon des huîtres est échantillonné (moins d'1/4 de la poche) et l'essentiel des huîtres mortes restent donc dans la poche. Cela entraîne une correction à prévoir lors du calcul du taux de mortalité cumulée.

Équation 4 : Taux de mortalité (demi-élevage) à l'instant t

$$\text{Minst}(t) = \frac{\text{Nbre d'huîtres mortes } (t)}{\text{Nbre d'huîtres mortes } (t) + \text{Nbre d'huîtres vivantes}(t)} * 100$$

Équation 5 : Taux de mortalité cumulée (demi-élevage) à l'instant t

$$\text{Mcum}(t) = \text{Mcum}(t-1) + \text{Minst}(t) * (100 - \text{Mcum}(t-1))$$

Ces taux de mortalité s'expriment en pourcentage.

Une huître vivante a ses deux valves hermétiquement fermées. Les mortes ont leurs valves ouvertes ou entre-ouvertes : peuvent être trouvées des huîtres « moribondes » fraîchement mortes (Fig. 13). Il restera de la chair à l'intérieur ou non (absence de chair entre les valves ou valves séparées).

En fin d'étude, les taux de mortalité cumulée finaux pour chaque système seront une moyenne des 3 poches de chaque triplicata.



Figure 13 : huître moribonde (@Virgile Basuyau)

2.7 Calcul du rendement d'élevage

Le calcul du rendement (**R**) représente la performance de l'élevage et prend en compte la croissance et la mortalité des lots suivis :

Équation 6 : Rendement R :

$$R = \frac{(\text{Effectif final}) * \text{pm}(\text{final})}{(\text{Effectif initial}) * \text{pm}(\text{initial})}$$

Avec : $\text{Effectif final} = (\text{Effectif initial}) * (1 - \text{Mcum}(\text{finale}))$

2.8 Calcul du rapport de longueur L/l :

Le rapport de longueur **L/l** se calcule via une mesure de la moyenne du rapport L/l de 20 huîtres d'un lot

Avec : **L** la longueur, **l** la largeur de l'huître

Une huître est considérée « longue » pour un rapport L/l supérieur à 2 (critères SMIDAP).

2.9 Calcul de l'indice de forme (IMAI-SAKAI)

L'indice d'IMAI-SAKAI définit la forme « standard » de *C. gigas*. Une mesure de la longueur, largeur et épaisseur (Fig. 14) de 20 huitres sur les poches suivies de chaque triplicata permet le calcul de l'indice IMAI-SAKAI.



Figure 14 : Mesures de la longueur, largeur et épaisseur d'une coquille (@VB)

Équation 7 : Indice IMAI-SAKAI (IM) :

$$\mathbf{IM} = \frac{2e}{L + l} * 100$$

Avec : **L** la longueur, **l** la largeur et **e** l'épaisseur de l'huître

Le standard pour *C. gigas* est un indice de 40. L'huître sera ronde et « coffrée » pour $IM > 40$. Elle sera considérée comme longue et plate si $IM < 40$.

2.10 Calcul du taux de chair :

Le taux de chair (TC) est un indicateur de l'engraissement de l'huître, il correspond au poids de la chair de l'huître (égouttée pendant 10 min entre deux doubles feuilles de papier absorbant) pesée avec une balance de précision ($d=0.1g$). La quantification du TC moyen par système est réalisée sur un échantillon 20 individus (Fig. 15).

Équation 8 : Taux de chair (TC) (Norme NFR : 49-056)

$$\mathbf{TC \text{ (en \%)} = \frac{\text{Poids de la chair égouttée}}{\text{Poids total de l'huître}} * 100$$



Figure 15 : Egouttage des chairs de *C. gigas* (@VB)

2.11 Calcul de l'Indice Polydora

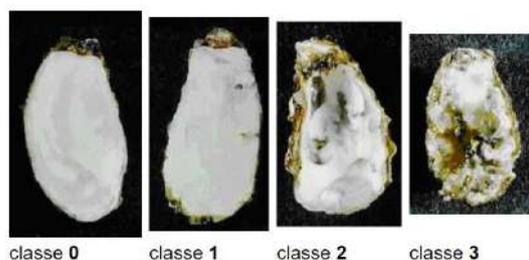
L'Indice Polydora (IP) permet l'évaluation de l'infestation des valves d'huîtres par le ver parasite *Polydora* (Bosc, 1802). Les vers du genre *Polydora* (Fig. 16) sont des annélides polychètes creusant des galeries et des chambres noirâtres dans la coquille (interne) de *C. gigas*.



Figure 16 : ver *Polydora* (Aphotomarine.com)

Outre l'effet négatif sur l'aspect interne de l'huître, ces chambres constituent des voies d'entrées pour la vase qui souille l'huître et diminue la qualité d'une production. Cette infestation peut finir par affaiblir l'huître, diminuant ses capacités de croissance et augmentant les risques de mortalité.

Sur le même lot de 20 huitres (sur lesquelles le taux de chair est calculé), chaque huître sera associée à une valeur, entre 0 et 4, selon son taux d'infestation (Fig. 17).



classe 0 (pas de ver actif) : pas de galerie ou de chambre (ou bien recalciifiée).
 classe 1 (présence de ver mais sans impact commercial) : petites galeries seulement ; pas de chambre.
 classe 2 : pas plus de 2 chambres ET surface infestée < 10% de la coquille.
 classe 3 (commerciallement inacceptable) : plus de 2 chambres OU surface infestée comprise entre 10 et 25%.
 classe 4 (totalement infestée) : surface infestée > 25%

Figure 17 : Classification de l'infestation à Polydora (Ifremer, 2008)

Équation 9 : Indice Polydora (IP) (Norme NP : 045-36)

$$IP = (0 \times p0) + (0.25 \times p1) + (0,5 \times p2) + (0.75 \times p3) + (1 \times p4)$$

Avec p0 à p4 les pourcentages d'huitres pour chaque classe. Plus IP est proche de 0 moins l'infestation est forte, et plus il s'approche de 1 plus celle-ci est totale (Ifremer, 2008).

2.12 Traitement des données recueillis

Un traitement statistique sous R (*R Core Team, 2012*) est réalisé sur les données obtenues qui permettra de juger de la significativité des différences de poids, longueur, forme et taux de chair entre systèmes d'élevage. La normalité des données est testée via un test de Shapiro, en l'absence de distribution normale, la comparaison des moyennes (sur ces variables quantitatives et qualitatives) sera faite via un test non paramétrique de Wilcoxon.

3. Résultats

Le programme NOUSYSTOS a été mené sur la période de mars à fin octobre 2021, soit un cycle de production de 9 mois.

3.1 Poche NODUS Factory

3.1.1 Suivi de la croissance

Les performances d'élevage des poches NODUS sont étudiées dans le parc haut et le parc bas du site de Pen-Bé Mesquer, en comparaison avec le témoin : 4 triplicatas sont ici comparés, permettant d'intégrer l'impact du volet bathymétrique

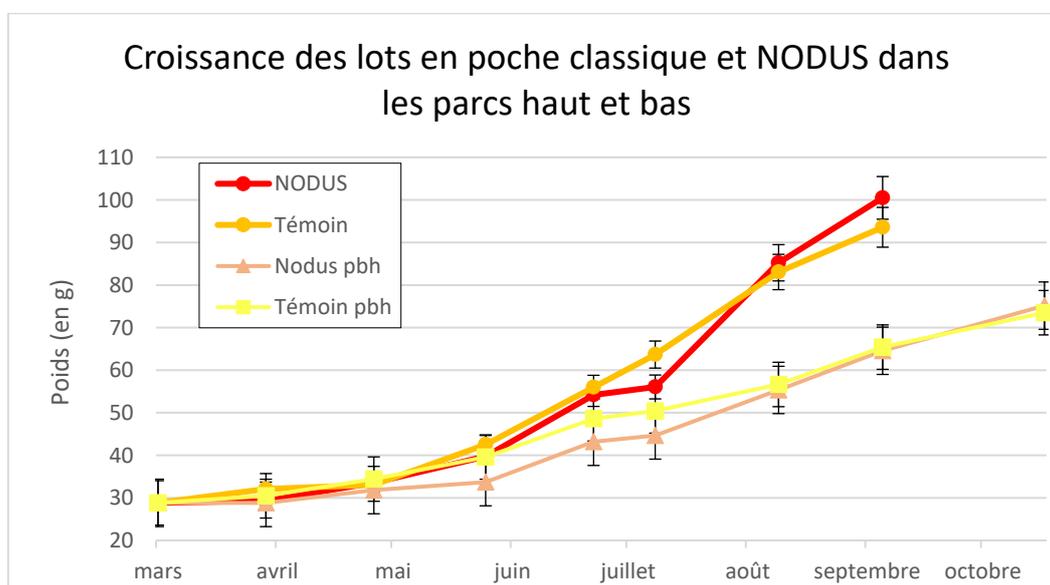


Figure 18 : Croissance des lots en poche classique et NODUS dans les parcs bas et hauts

Jusqu'au mois de juillet, l'évolution en termes de poids moyen est similaire, indépendamment du système d'élevage utilisé et du niveau bathymétrique. A compter du mois d'août, un différentiel de croissance est observé entre les quatre conditions testées. Sur le secteur en bas d'estran (pbb), l'expérimentation a été conduite jusqu'au mois de septembre, correspondant à l'obtention de poids moyens proches des 100g (huître creuse n°2). Elle a été poursuivie jusqu'à la fin octobre sur le parc haut (pbh), acquisition d'un poids moyen voisin de 75g (huître creuse n°3). Ce constat traduit l'existence d'un effet majeur et significatif de la bathymétrie sur les potentialités de croissance pondérale des huitres (Fig.18).

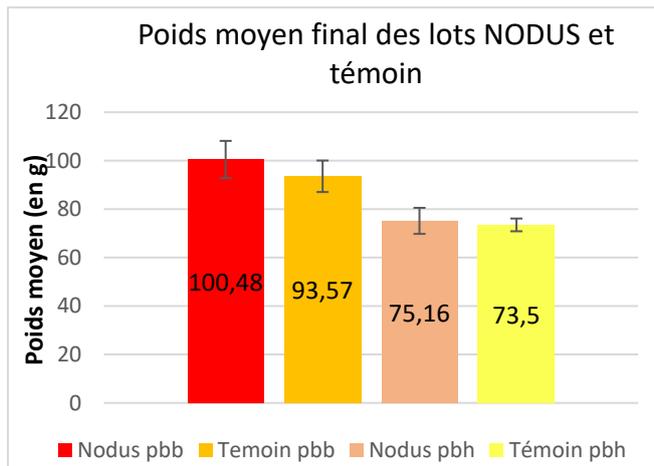


Figure 20 : Poids moyen final des lots NODUS et Témoins

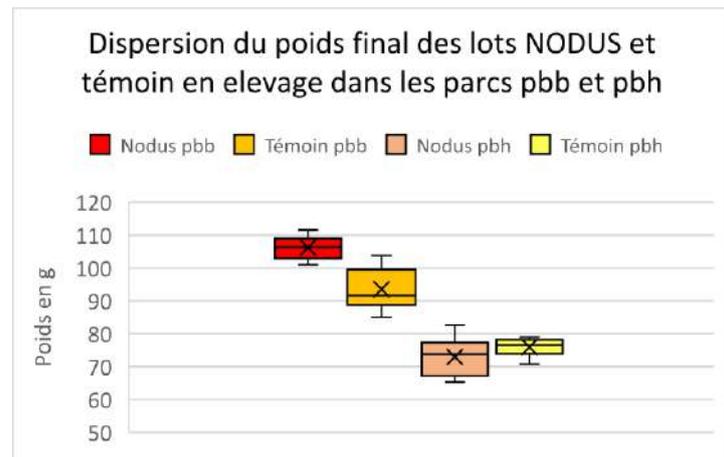


Figure 19 : Dispersion du poids final des lots NODUS et témoin en élevage dans les parcs hauts (pbh) et bas (pbb)

Pour le parc en bas d'estran, les poids moyens finaux obtenus sont respectivement de 100,5g pour la poche NODUS et de 93,6g pour le témoin. Le système NODUS permet l'obtention d'un taux de croissance supérieur de 7% à celui du témoin (Fig.20). Il n'est pas statistiquement significatif ($p\text{-value}=0.1053$). Les huîtres élevées en poches NODUS présentent une forte homogénéité en termes de dispersion du poids final (Fig.19).

Pour le parc en haut d'estran, les poids moyens finaux obtenus sont de 75,2g pour la poche NODUS et de 73,5g pour le témoin. Ils sont similaires et non significativement différents ($p\text{-value}=0.5248$). Les huîtres élevées en poches NODUS présentent une hétérogénéité plus importante en termes de dispersion du poids final par rapport au témoin en poche classique (Fig.19).

3.1.2 Suivi de la mortalité

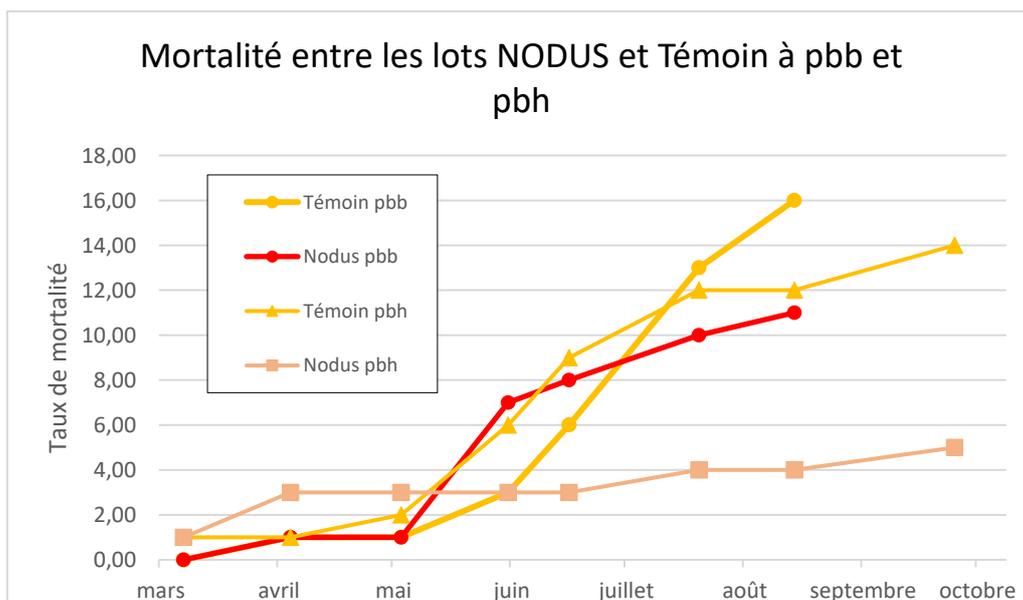


Figure 21 : Mortalité des lots Témoins (CLASS) et NODUS (NOD) à pbb et pbh

Il est à préciser que les taux de mortalité présentés ici correspondent aux valeurs mesurées pour la poche échantillonnée tous les mois. Ils permettent de visualiser la chronologie d'apparition du ou des épisodes de mortalité.

Par contre, les taux de mortalité finaux sont déterminés en moyennant les taux de survie des poches du triplicata (Fig.22). Cette présentation des résultats de mortalité sera appliquée pour les quatre systèmes d'élevage étudiés:

Concernant le système NODUS et le témoin, aucun épisode de mortalité n'a été décelé sur la période de mars à mai. Le phénomène est apparu courant juin et s'est poursuivi jusqu'au mois d'août (Fig. 21). Le niveau bathymétrique ne semble pas induire de différences majeures et n'aurait que peu d'influence au niveau des taux de mortalité mesurés.

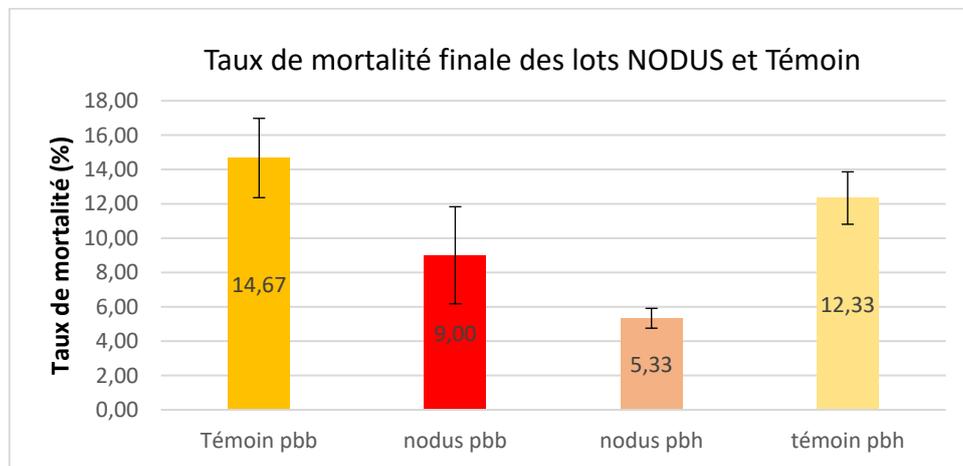


Figure 22 : Taux de mortalité final des lots NODUS (NOD) et Témoin (CLASS)

Pour le parc bas, les taux de mortalité calculés sont respectivement de 9,0% pour la poche NODUS et de 14,7% pour le témoin. Le système NODUS permet l'obtention d'un taux de mortalité 65% inférieur à celui acquis en poche classique (Fig.22). Cette différence est hautement significative ($p\text{-value}=0.00235$).

Pour le parc en haut d'estran, les taux de mortalité sont de 5,3% pour la poche NODUS et de 12,3% pour le témoin. Le lot élevé en poches NODUS présente une mortalité 2,4 fois inférieure à celle du témoin en poche classique ($p\text{-value} = 0.00011$) (Fig.22).

Il n'y a pas d'effet bathymétrique sur les poches témoins : la mortalité est comparable dans le haut de l'estran et dans le bas. Indépendamment du niveau d'exondation, la poche NODUS induit une minoration importante de la mortalité par rapport aux témoins. Elle est significativement plus marquée sur le haut de l'estran (-240% en haut et -65% en bas).

Le bas de l'estran induirait néanmoins un taux de mortalité plus élevé, quel que soit le système d'élevage considéré. Ce constat corrobore les observations des professionnels du secteur ainsi que les résultats acquis lors d'expérimentation précédentes par le SMIDAP (Glize et al, 2018).

3.1.3 Rendement d'élevage

Tableau 3 : Rendement d'élevage des lots Nodus et Témoin à pbb et pbh

	Témoin pbb	NODUS pbb	Témoin pbh	NODUS pbh
Rendement	2,76 (+/- 0.11)	3,18 (+/-0.14)	2,16 (+/-0.09)	2,48 (+/-0.09)

L'élevage en bas d'estran permet d'obtenir un meilleur rendement comparé à un élevage en haut d'estran, mettant en exergue l'importance du facteur bathymétrique (28% supérieur pour le système NODUS et 27% pour le témoin).

La poche NODUS présente un rendement à l'élevage significativement supérieur à celui obtenu en poche classique (p-value= 0,00032 et p-value= 0,0011). Il est 15% supérieur pour les deux niveaux bathymétriques étudiés (Tab.3).

3.1.4 Rapport L/l :

Concernant le volet qualitatif des lots d'huîtres produits, la détermination des indices morphologiques a été réalisée.

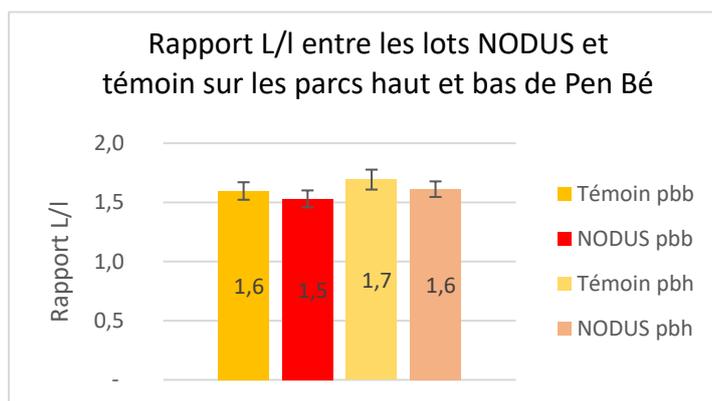


Figure 24 : Rapport L/I des lots Témoin et NODUS en élevage

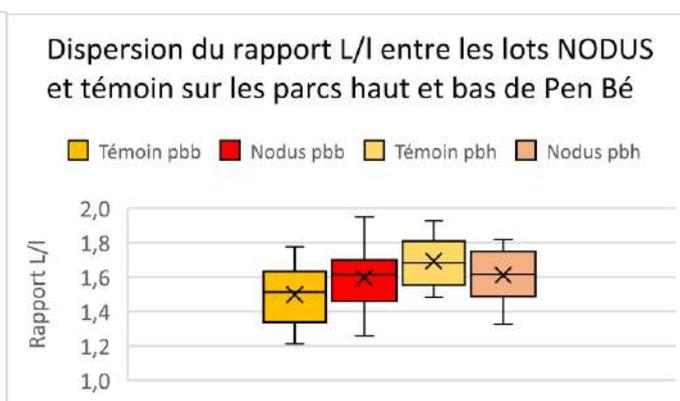


Figure 23 : Dispersion des rapports L/I au sein des lots NODUS et Témoin en élevage à pbb et pbh

Les rapports L/I apparaissent équivalents et non significativement différents entre les poches NODUS comparées aux témoins, et ce indépendamment du niveau bathymétrique considéré (p-value = 0.2125 en bas d'estran ; p-value= 0,195634 en haut d'estran).

En haut comme en bas d'estran, les lots témoins présenteraient une forme légèrement plus allongée, mais il ne s'agit que d'une tendance.

Les poches NODUS sont autant homogènes dans les hauts et les bas, il n'y a pas d'effet bathymétrique sur la dispersion de la longueur/largeur des lots d'huîtres élevés dans ce système. La poche témoin est plus homogène dans les hauts que les bas (Fig.23).

3.1.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ

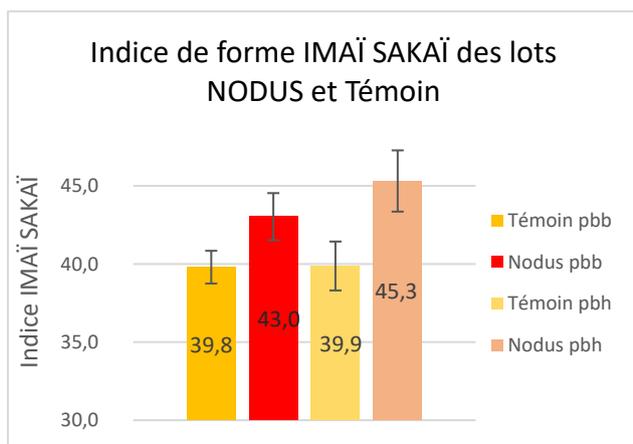


Figure 26 : Indice de Forme IMAÏ-SAKAÏ des lots NODUS et Témoins

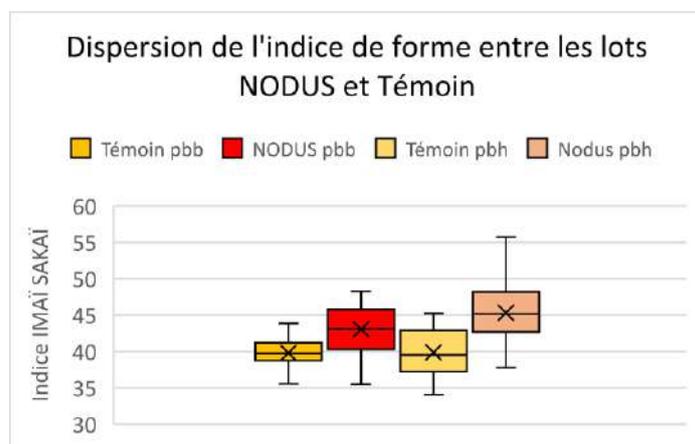


Figure 25 : Dispersion de l'indice de forme au sein des lots NODUS et Témoin en élevage à pbb et pbh

En haut d'estran, les lots NODUS présentent un indice d'AMAÏ et SAKAÏ significativement supérieurs à ceux mesurés pour les témoins (p -value= 0,000143), respectivement 45,3 contre 39,9 (Fig.26).

Ce constat est observé aussi en bas d'estran, avec un indice de forme de 43,0 pour les poches NODUS et 39,8 pour les poches témoins (p -value= 0,000063).

Concrètement les huitres élevées une système NODUS présentent une forme plus arrondie et plus creuse et coffrée que celles élevées en poches classiques.

Les lots témoins se caractérisent par un indice de forme proche du standard de l'espèce (rappel : 40) et ce indépendamment du niveau bathymétrique étudié (Fig.26).

En termes de dispersion les différents lots présentent une homogénéité similaire, seul le lot témoin en bas d'estran apparaissant le plus homogène (Fig. 25).

3.1.6 Taux de chair

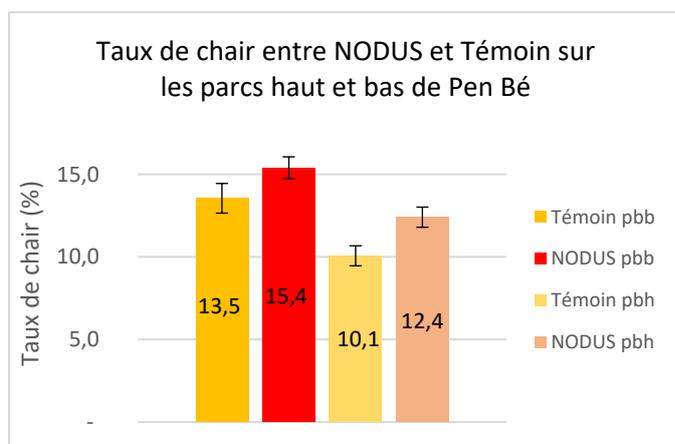


Figure 28 : Taux de chair des lots NODUS et Témoin à pbb et pbh

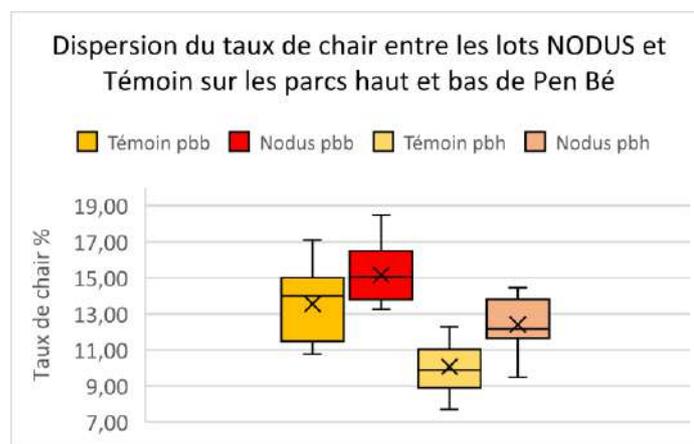


Figure 27 : Dispersion du taux de chair au sein des lots NODUS et Témoin en élevage à pbb et pbh

Le taux de chair du lot NODUS est significativement supérieur à celui du témoin dans le parc haut (p-value= 0.0012) comme dans le parc bas (p-value = 0,000568), avec respectivement un taux de chair supérieur de 23% sur le parc haut et de 14% supérieur sur le parc bas.

Les indices de chair des lots élevés sur le parc haut sont plus faibles que ceux du parc bas, pour le témoin (p-value < 0.001) comme pour NODUS (p-value = 0,00023) (Fig.28)

Il y a un effet poche sur la dispersion des valeurs de taux de chair. Les lots NODUS sont plus homogènes (Fig.27).

3.1.7 Indice *Polydora*

Tableau 4 : Indice *Polydora* pour les différents lots NODUS et témoins en élevage

Témoin pbb	NODUS pbb	Témoin pbh	NODUS pbh
0,0125	0,0125	0,0000	0,0000

L'indice *Polydora* est très faible, voire nul pour les différents lots suivis.

Seules quelques traces ont été observées sur les lots NODUS et les témoins élevés en bas d'estran, traduisant une infestation très faible par le ver polychète (Tab.4).

3.1.8 Bilan de l'élevage

Tableau 5 : Bilan d'élevage des huitres en poche NODUS

Indices	Diff NODUS/témoin
Croissance	+2% (haut) ; +7% (bas)=
Mortalité	-240% (haut) ; -65% (bas)
Rendement	+15% (haut) ; +15% (bas)
L/I	= (h) ; = (b)
IMAI-SAKAI	+13% (h) ; +8% (b)
% Chair	+23% (h) ; +14% (b)
Indice <i>Polydora</i>	=

Le système NODUS se caractérise par des performances de croissance équivalentes à celles du système traditionnel. Par contre, il induit une minoration importante de la mortalité (-240% (haut d'estran) ; -65% (bas d'estran)). Le rendement à l'élevage est logiquement supérieur pour cet outil, il est de +15% et ce sur les deux niveaux bathymétriques étudiés.

La poche NODUS a montré une supériorité qualitative par rapport au système classique, que ce soit en termes de forme et d'indice de chair, indépendamment une nouvelle fois du niveau bathymétrique appliqué.

L'obtention de rapports L/I équivalents, couplés à des indices d'IMAÏ et SAKAÏ supérieurs, démontrent que le système NODUS permet l'obtention d'huîtres plus creuses et coffrées que par la technique classique.

Il existe un effet bathymétrique pour le système NODUS, Les performances acquises en termes de qualité finale des produits par comparaison au témoin sont significativement supérieures en haut d'estran, zone où les conditions d'élevage sont moins favorables. Ces zones seraient donc à privilégier pour le système NODUS, en comparaison d'un système d'élevage classique.

Au cours du suivi, une usure excessive du système d'accroche de la poche a été notée, témoignant de l'intensité des coups de vents et tempêtes (au nombre de 9 lors de la période d'étude). Un renforcement de ce système d'accroche pourrait être nécessaire dans le cas d'une installation au niveau de sites particulièrement exposés et « chahutés ».

L'installation, plus technique que le système classique, pourrait impacter l'attractivité de ce système d'élevage pour les professionnels. De plus, un étalement partiel des huîtres lors de l'exondation et de la « mise à l'horizontal » de la poche a été noté ; son volume n'est peut-être pas optimisé. Cependant le brassage des huîtres reste efficace, comme les mesures d'indice de forme en attestent.

3.2 Poche CNG

3.2.1 Suivi de la croissance

Les performances d'élevage des poches CNG sont étudiées dans le parc haut (pbh) et le parc bas (pbb) du site de Pen-Bé Mesquer, en comparaison avec le témoin : 4 triplicatas sont ici comparés.

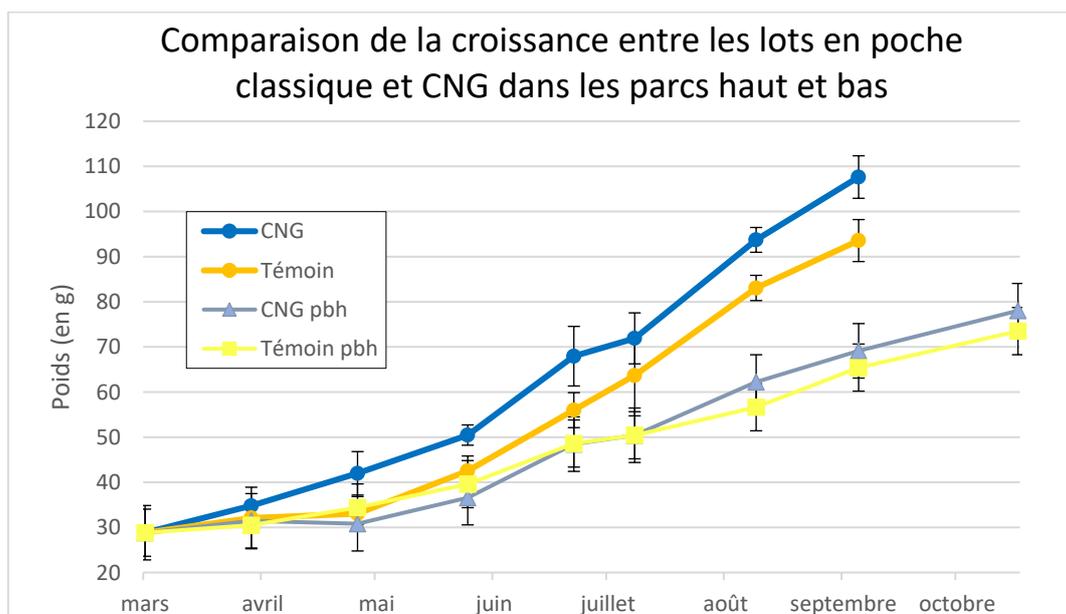


Figure 29 : Croissance des lots témoins (CLASS) et CNG à pbb et pbh

Un gain de croissance supérieur est noté à partir du mois de mai 2021 pour le lot CNG dans le parc bas (pbb), le témoin de la même zone croît en parallèle mais avec un retard d'environ 10g, conservé jusqu'à la fin de l'expérimentation courant septembre. Les lots CNG et témoin dans les parcs hauts (pbh) suivent une même dynamique de croissance, plus faible que les lots des parcs bas (Fig.29).

Sur le secteur en bas d'estran (pbb), l'expérimentation a été conduite jusqu'au mois de septembre, correspondant à l'obtention de poids moyen proches des 110g (huître creuse n°1). Elle a été poursuivie jusqu'à la fin octobre sur le parc haut (pbh), acquisition d'un poids moyen voisin de 80g (huître creuse n°3). Ce constat traduit une nouvelle fois l'existence d'un effet majeur et significatif de la bathymétrie sur les potentialités de croissance pondérale des huitres.

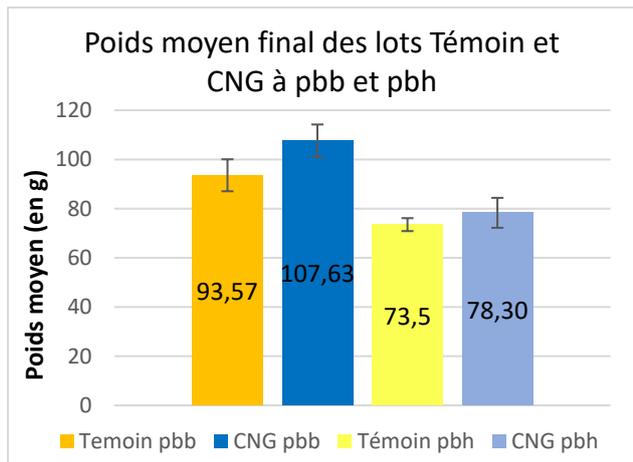


Figure 31 : Poids moyen final des lots CNG et Témoins (CLASS)

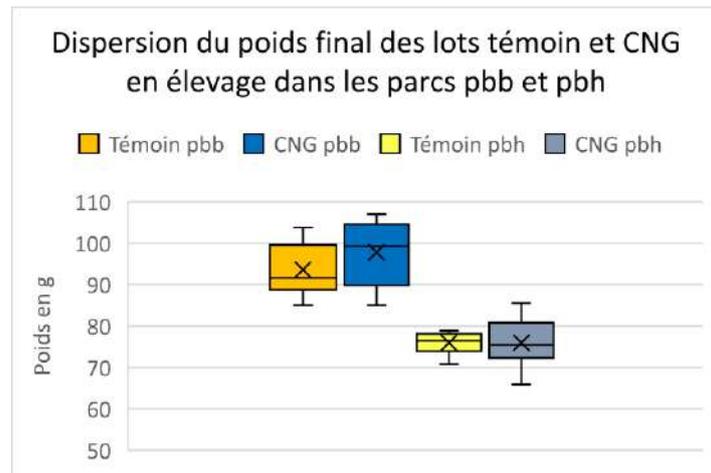


Figure 30 : Dispersion du poids moyen final des lots CNG et témoin en élevage à pbb et pbh

Pour le parc en bas d'estran, les poids moyens finaux obtenus sont respectivement de 107,6g pour la poche CNG et de 93,6g pour le témoin. Le système CNG permet l'obtention d'un taux de croissance significativement supérieur de 15% à celui du témoin ($p\text{-value} < 0.001$) (Fig.31).

Les huîtres élevées en poches CNG présentent une plus forte hétérogénéité en termes de dispersion du poids final comparée au témoin (Fig.30).

Pour le parc en haut d'estran, les poids moyens finaux obtenus sont de 78,3g pour la poche CNG et de 73,5g pour le témoin. Le système CNG permet l'obtention d'un taux de croissance supérieur de 7% à celui du témoin, mais non significativement différent ($p\text{-value} = 0.06123$).

Les huîtres élevées en poches CNG présentent une hétérogénéité plus importante en termes de dispersion du poids final par rapport au témoin en poche classique (Fig.30).

3.2.2 Suivi de la mortalité

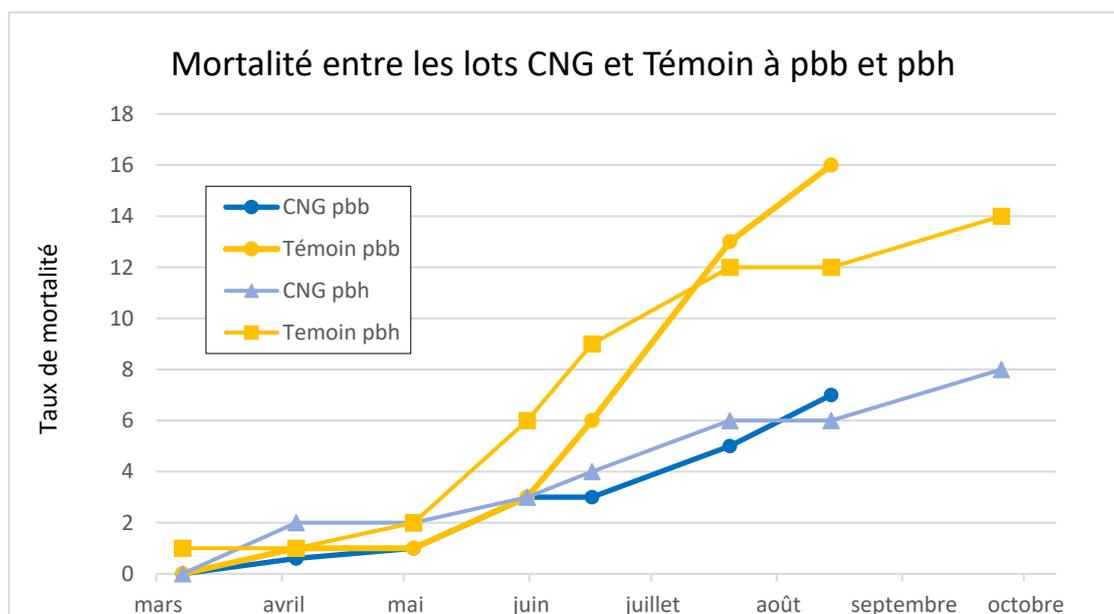


Figure 32 : Mortalité des lots Témoin et CNG

La phase de mortalité a débuté dès le mois de juin pour les lots témoins, indépendamment du niveau bathymétrique et s'est poursuivie jusqu'à la fin de l'expérimentation en septembre pour le parc bas et octobre pour le parc haut. Pour les lots CNG, elle a débuté avec plus d'un mois de décalage et est apparue plus limitée en termes d'ampleur sur les deux secteurs d'étude (Fig.32).

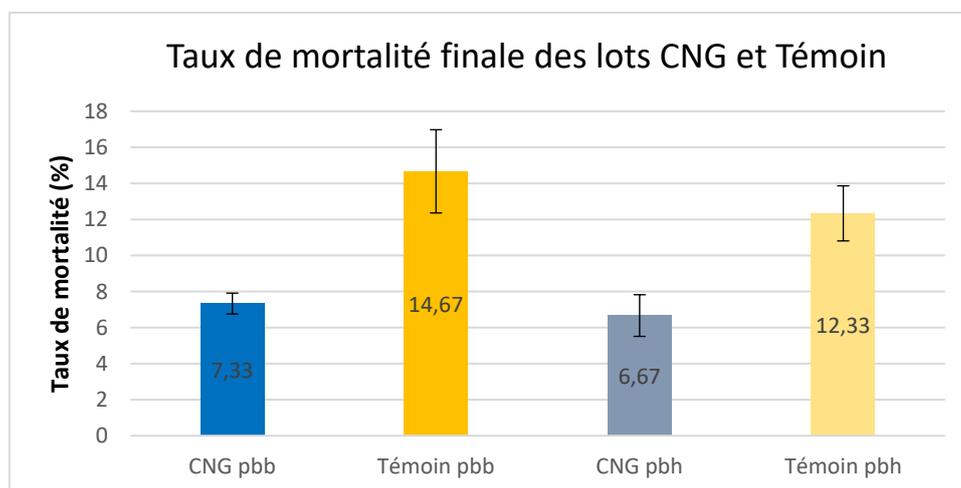


Figure 33 : Taux de mortalité des lots CNG et Témoins (CLASS)

L'absence d'un effet bathymétrique est observée sur le taux de mortalité entre les parcs hauts et bas (p value > 0.05) et ce pour les deux systèmes d'élevage étudiés. Le taux mesuré par système est équivalent entre le haut et bas d'estran.

Les lots élevés en poches CNG présentent un taux de mortalité significativement inférieur à celui mesuré pour les témoins, respectivement d'un facteur de 2 en bas d'estran et d'un facteur de 1,9 en haut d'estran (p value= 2.852e-05) (Fig.33). Concrètement, la mortalité varie du simple au double entre les deux systèmes.

3.2.3 Rendement d'élevage

Tableau 6 : Rendement d'élevage des lots CNG et Témoin à pbb et pbh

	Témoin pbb	CNG pbh	Témoin pbb	CNG pbb
Rendement	2,19 (+/-0.10)	2,50 (+/-0.08)	2,73 (+/-0.08)	3,47 (+/-0.11)

La poche CNG présente un rendement à l'élevage significativement supérieur à celui obtenu en poche classique (p -value= 0,0084 et p -value< 0,001). Il est 27% supérieur pour le parc en bas d'estran et de 15% pour celui en haut d'estran (Tab.6).

3.2.4 Rapport L/I

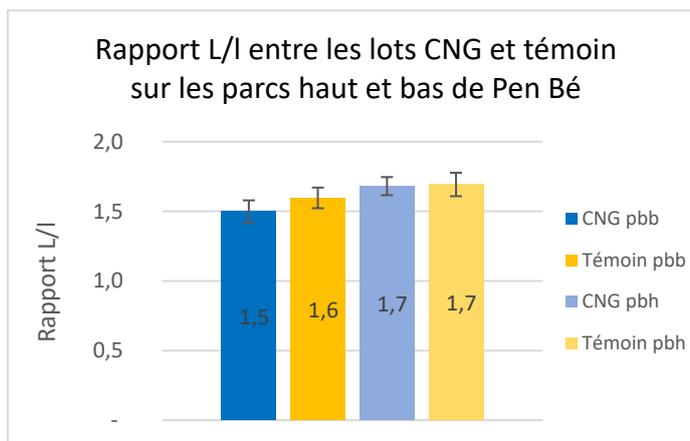


Figure 35 : Rapport L/I des lots CNG et Témoin à pbb et pbh

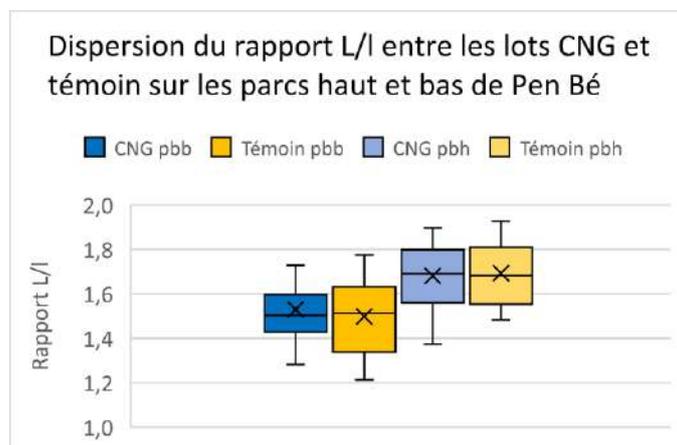


Figure 34 : Dispersion du rapport L/I au sein des lots CNG et Témoins (CLASS) en élevage

Les rapports L/I apparaissent équivalents, voire identiques et non significativement différents entre les poches CNG par comparaison aux poches témoins, et ce indépendamment du niveau bathymétrique considéré ($p\text{-value} = 0.24325$ en bas d'estran ; $p\text{-value} = 0,4988$ en haut d'estran) (Fig.35).

Les huîtres sembleraient légèrement plus allongées en haut d'estran, indépendamment de la structure d'élevage. Il s'agit néanmoins que d'une tendance.

Les poches CNG et les poches témoins présentent une homogénéité équivalente en haut d'estran. En bas d'estran le système CNG se caractérise par une dispersion plus faible que celle du témoin, traduisant une homogénéité plus importante (Fig.34).

3.2.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ

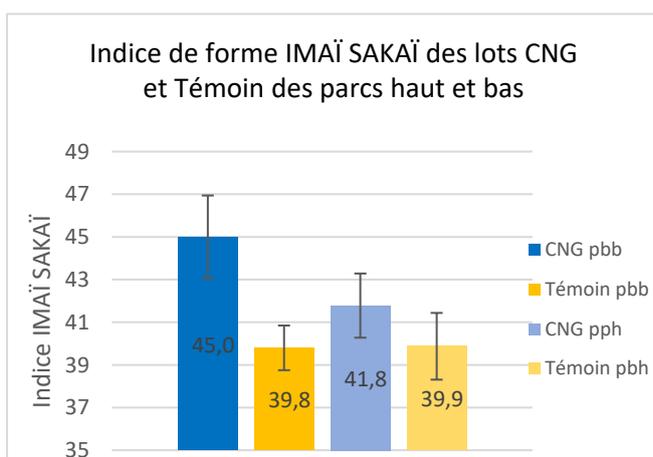


Figure 37 : Indice de Forme IMAÏ-SAKAÏ des lots CNG et Témoins à pbb et pbh

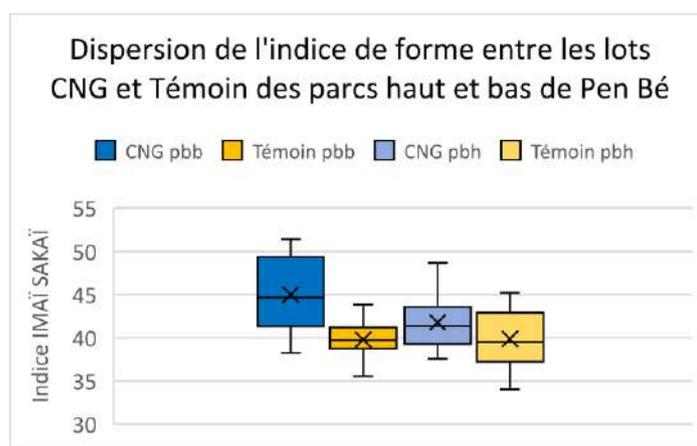


Figure 36: Dispersion de l'indice de Forme IMAÏ-SAKAÏ des lots CNG et Témoins à pbb et pbh

Les lots CNG se caractérisent par des indices d'AMAÏ et SAKAÏ supérieurs à ceux mesurés pour les lots témoins. Cette différence est hautement significative en bas d'estran (+13%), respectivement 45,0 contre 39,8 (p-value= 0,0001) (Fig.37). Par contre, en haut d'estran, la différence mesurée, 41,8 contre 39,9, n'est pas statistiquement différente (p-value= 0,0658).

Les huîtres élevées en poches CNG présentent une forme plus arrondie et plus creuse et coffrée que celles élevées en poches classiques

Les lots témoins se caractérisent par un indice de forme proche du standard de l'espèce (rappel : 40) et ce indépendamment du niveau bathymétrique étudié (Fig.37).

En termes de dispersion, les poches CNG et les poches témoins présentent une homogénéité équivalente en haut d'estran. En bas d'estran le système CNG se caractérise par une dispersion plus forte que celle du témoin, traduisant une homogénéité plus faible (Fig.36).

3.2.6 Taux de chair / Indice d'engraissement

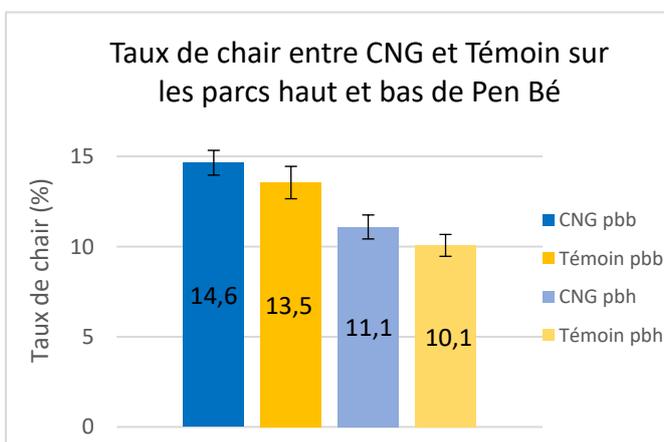


Figure 39 : Taux de chair des lots CNG et Témoins

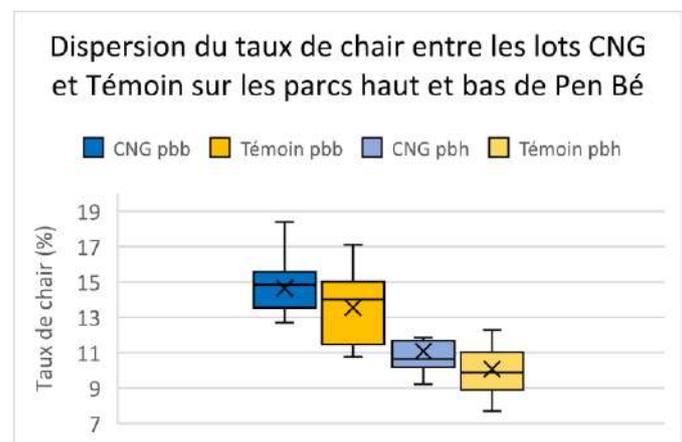


Figure 38 : Dispersion du taux de chair au sein des lots CNG et Témoin (CLASS) en élevage

Les lots CNG se caractérisent par des indices de chair supérieurs à ceux mesurés pour les lots témoins. Cette différence est hautement significative en haut d'estran, respectivement 11,10 contre 10,1, traduisant un gain de chair supérieur de +10% (p-value= 0,00912).

En bas d'estran, ce gain de taux de chair est de +8% à l'avantage de la poche CNG, mais non significativement différent (p-value= 0,06436) (Fig.39).

Indépendamment de la structure d'élevage considérée, les taux de chair sont significativement supérieurs en bas d'estran (p-value<0.001), traduisant un effet bathymétrique majeur.

En termes de dispersion, les huîtres élevées en poches CNG présentent une homogénéité plus importante que celles observées pour les huîtres en poches témoins. Ce constat se vérifie sur les deux secteurs bathymétriques étudiés (Fig.38).

3.2.7 Indice *Polydora*

Tableau 7 : Indice *Polydora* des lots CNG et témoin

Témoin pbb	CNG pbb	Témoin pbh	CNG pbh
0,0125	0,0125	0,0000	0,0000

L'indice *Polydora* est nul pour le lot témoin et le lot CNG dans les parcs haut et des traces d'infestation ont été relevées pour les deux systèmes en bas d'estran (Tab.7).

3.2.8 Bilan de l'élevage

Tableau 8 : Bilan d'élevage des huîtres en poche CNG

Indices	Diff CNG/témoin
Croissance	+7% (h) ; +15% (b)
Mortalité	-188% (h) ; -200% (b)
Rendement	+15% (h) ; +27% (b)
L/l	=
IMAI-SAKAI	+9% (h) ; +13% (b)
% Chair	+10% (h) ; +8% (b)
Indice <i>Polydora</i>	=

Le système CNG a montré une supériorité au niveau quantitatif par rapport au système classique, avec des gains de croissance, de survie et donc de rendements plus importants, notamment en bas d'estran (Tab.8).

L'intérêt qualitatif se retrouve au niveau des taux de chair, supérieur en moyenne de 9% et une optimisation de la forme, les huîtres apparaissant plus creuses et coffrées (Tab. 8).

Les résultats acquis confirment et renforcent ceux obtenus lors d'essais antérieurs conduits en baie de Bourgneuf par le SMIDAP (Glize, 2020).

Il existe un effet bathymétrique pour le système CNG. Les performances acquises par comparaison au témoin sont significativement supérieures en bas d'estran, zone où les conditions d'élevage sont plus favorables. Le gain de croissance supérieur est amplifié par un volume plus important disponible au sein de la poche CNG. L'élevage dans cette structure sera donc à privilégier en bas d'estran.

Le prix de la poche CNG déterminera l'intérêt économique de son déploiement sur parc en remplacement du système classique. La poche CNG est placée sur le même support qu'une poche classique (table ostréicole) ce qui constitue un avantage logistique et économique dans le cas d'un remplacement de poches classiques.

Durant le suivi, un brassage important des huîtres dans la poche a été observé, conséquence d'un volume d'élevage plus important. Cela présente un avantage : les huîtres sont travaillées sans intervention humaine (mais moins qu'au sein d'un système avec flotteur) ; mais également un inconvénient : elles peuvent plus facilement se voir entraînées dans un coin de la poche, le volume de celle-ci n'étant plus totalement utilisé.

3.3 Poche CGA en demi-élevage

3.3.1 Suivi de la croissance

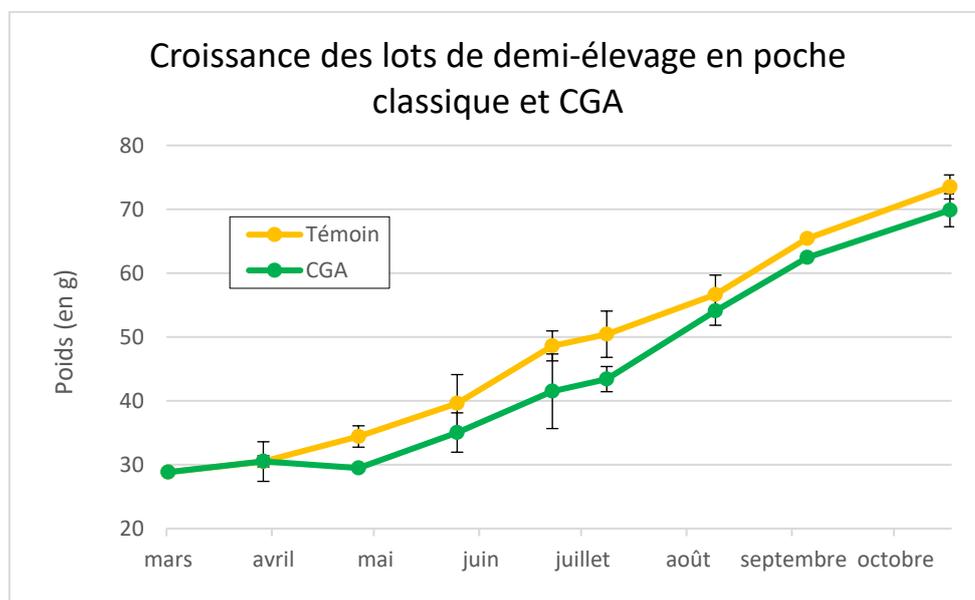


Figure 40 : Croissance des lots CGA et témoins durant le demi-élevage

Durant ce cycle d'élevage, les lots CGA et témoin suivent quasiment la même cinétique de croissance (superposition des courbes de croissance pondérale). Le naissain placé en mer début mars a connu une période de croissance quasi nulle pendant plus de deux mois. Ce constat est similaire à celui fait pour les autres suivis conduits par le SMIDAP sur les parcs hauts de Pen Bé en 2021. La croissance effective n'a été observée qu'à partir de mois de juin et a perduré jusqu'à la finalisation de l'expérimentation, à savoir fin octobre (Fig.40).

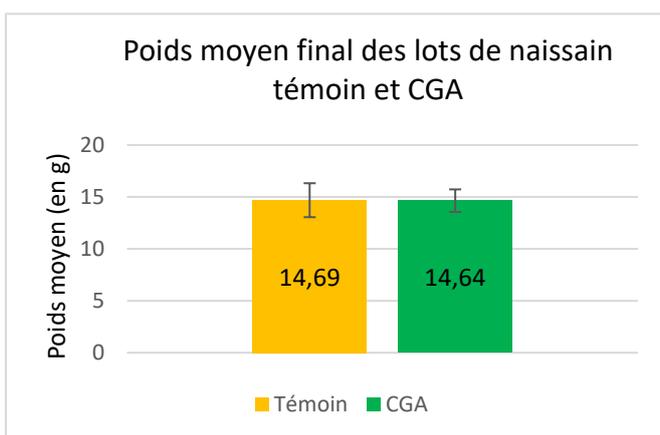


Figure 42 : Poids moyen final des lots CGA et Témoin en demi-élevage

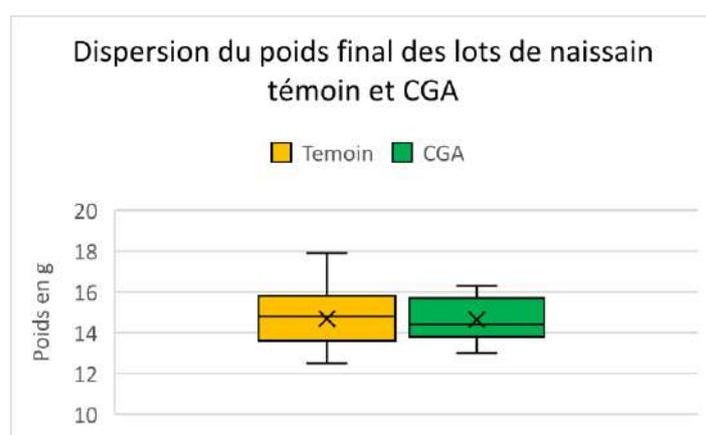


Figure 41 : Dispersion du poids final des lots CGA et témoins en demi-élevage

Les poids moyens finaux sont rigoureusement identiques entre les deux structures d'élevage, respectivement de 14,6 g pour le lot élevé en poches CGA et de 14,7 g pour le lot élevé en poche classique (témoin). Aucune différence significative n'est mesurée (p -value = 0.519) (Fig. 42). Les deux lots présentent une homogénéité équivalente (Fig.41).

3.3.2 Suivi de la mortalité

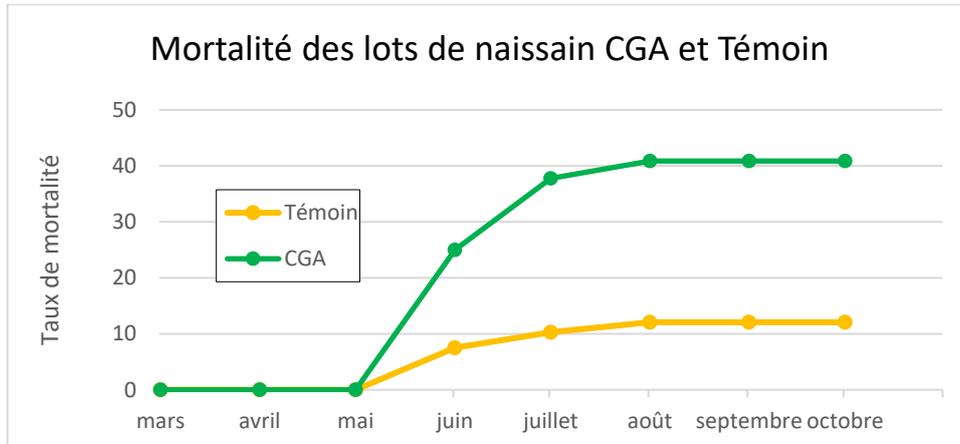


Figure 43 : Mortalité des lots CGA et Témoin en demi-élevage

L'épisode de mortalité observé sur le naissain au mois de juin a impacté les deux lots d'huitres suivis. Par contre, le taux de mortalité est apparu nettement supérieur pour le lot CGA comparé au lot témoin. A compter du mois de juillet, la phase de mortalité s'est stabilisée et ce jusqu'à la fin du suivi (Fig.43).

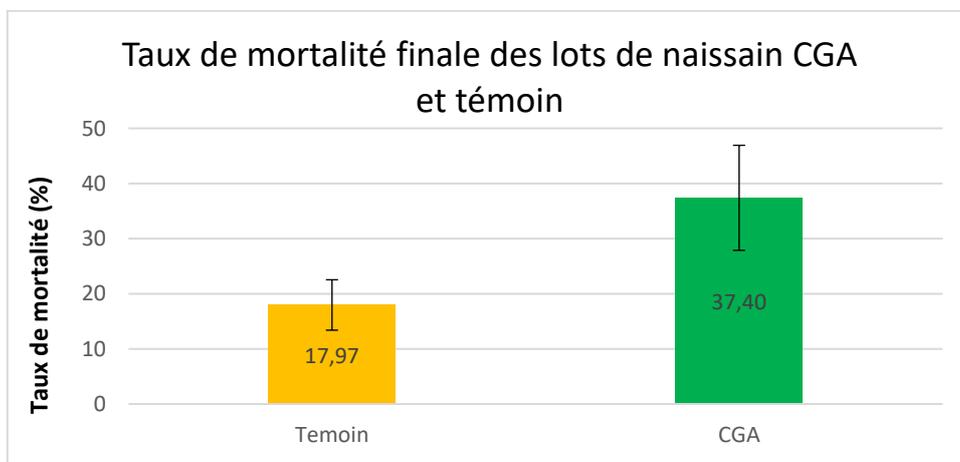


Figure 44 : Mortalité finale des lots Témoins et CGA en demi-élevage

Les taux de mortalité mesurés sont respectivement 37,4% pour le lot CGA et de 18% pour le lot témoin. Le lot élevé en poches CGA présente une mortalité 2,1 fois supérieure à celle du témoin en poche classique (p-value = 0.00023) (Fig.44).

3.3.3 Calcul du rendement de demi-élevage

Tableau 9 : Rendement de demi-élevage des lots CGA et témoin

	CLASS pbh	CGA pbh
Rendement	24,12 (+/-1.11)	18.30 (+/-0.09)

Le rendement à l'élevage du système CGA est significativement inférieur de 32% à celui du système classique (Tab. 9). Il est à corrélérer avec le taux de mortalité supérieur quantifié pour le lot CGA.

3.3.4 Rapport L/l

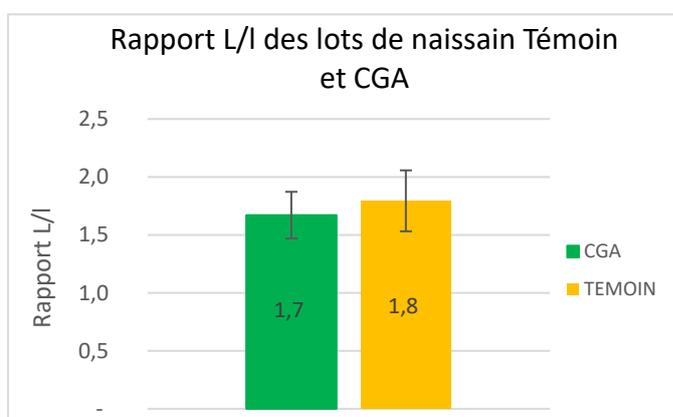


Figure 46 : Rapport L/l des lots Témoin (CLASS) et CGA en demi-élevage

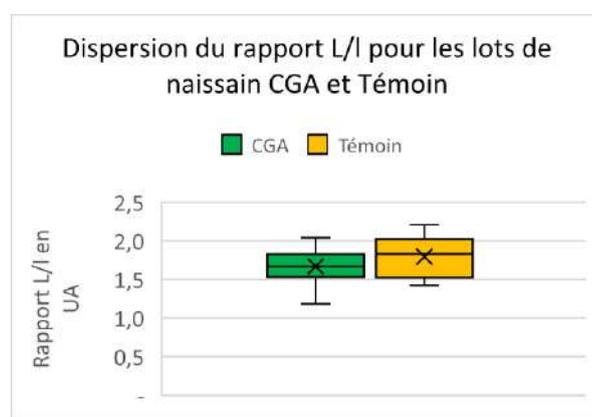


Figure 45 : Dispersion des rapport L/l des lots Témoins et CGA en demi-élevage

Les rapports L/l du lot CGA et du lot témoin ne présentent pas de différence significative (p-value 0,312) (Fig.46), traduisant l'obtention d'une forme similaire. Le rapport L/l est plus homogène dans la poche CGA (Fig.45).

3.3.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ

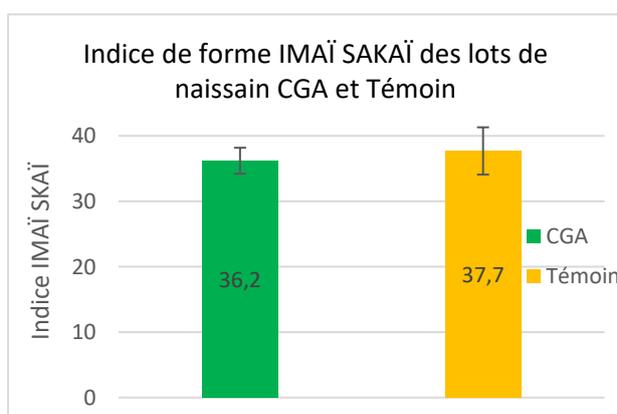


Figure 48 : Indice IMAÏ et SAKAÏ des lots Témoin et CGA en demi-élevage

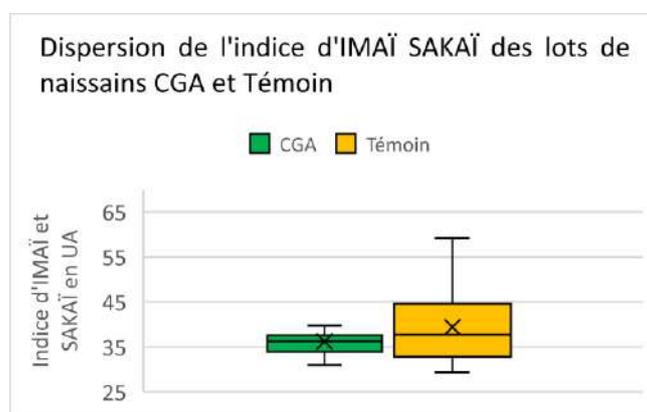


Figure 47 : Dispersion de l'indice de forme IMAÏ SAKAÏ des lots témoins et CGA en demi-élevage

Le lot CGA a un indice IMAÏ-SAKAÏ supérieur au témoin, non statistiquement différent (p-value = 0.092) (Fig.48), signifiant l'existence d'un forme similaire des huîtres pour les deux structures testées et confirmant les conclusions du rapport L/I.

Le lot CGA se caractérise par un plus forte homogénéité en termes de dispersion (Fig.47).

3.3.5 Bilan du demi-élevage

Tableau 10 : Bilan de demi-élevage des huîtres en poche CGA

Indices	Diff CGA/témoin
Croissance	=
Mortalité	+210%
Rendement	-32%
L/I	=
IMAI-SAKAI	=

Le système CGA en demi-élevage a des performances de croissance similaires à celles du témoin. Par contre, la mortalité est significativement supérieure à celle en système classique. Par voie de conséquence, le rendement à l'élevage est inférieur de 32%.

Aucune différence n'est notée en termes de forme du produit.

Il a été observé (sans conséquence sur la survie du lot en début de demi-élevage, qu'une partie du naissain se coinçait dans le fond de la poche suspendue. La surmortalité de juin du lot CGA pourrait être liée à un trop fort brassage des huîtres dans la structure à flotteurs, à une période où le naissain est particulièrement fragile. Une possibilité pour pallier à cet inconvénient, serait que la poche CGA puisse être bloquée lors de période de mortalité pour éviter d'en augmenter l'intensité.

3.4 Poche CGA en élevage

3.4.1 Suivi de la croissance

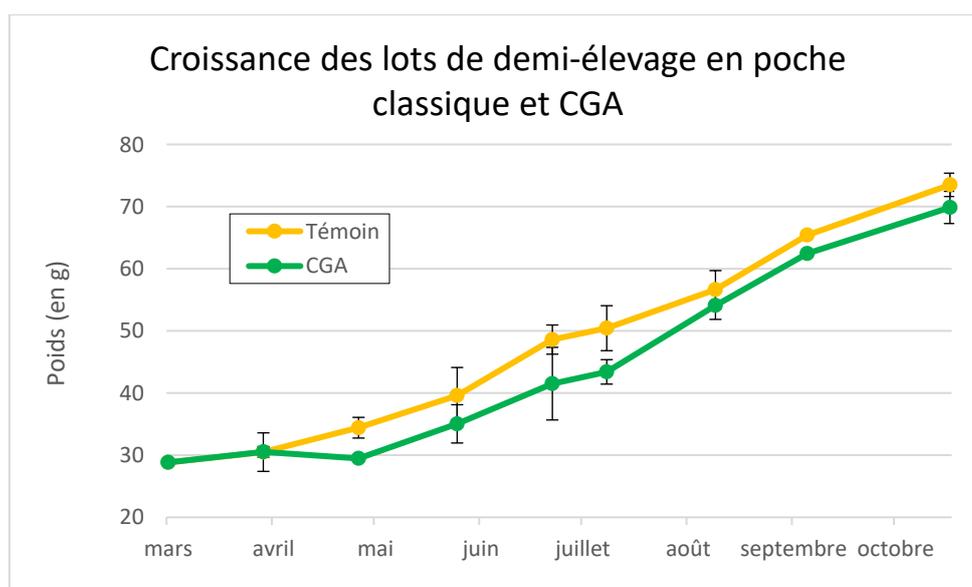


Figure 49 : Croissance des lots CGA et témoins durant l'élevage

Les huitres en système classique (témoin) et en poche CGA ont une croissance similaire durant le cycle d'élevage. Le témoin présente une croissance pondérale plus forte au cours de l'été, puis un rattrapage par le système CGA est observé durant l'automne (Fig.49).

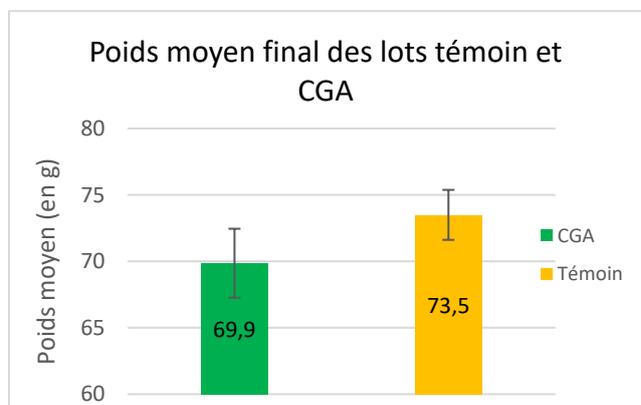


Figure 51 : Poids moyen final des lots CGA et Témoin en élevage

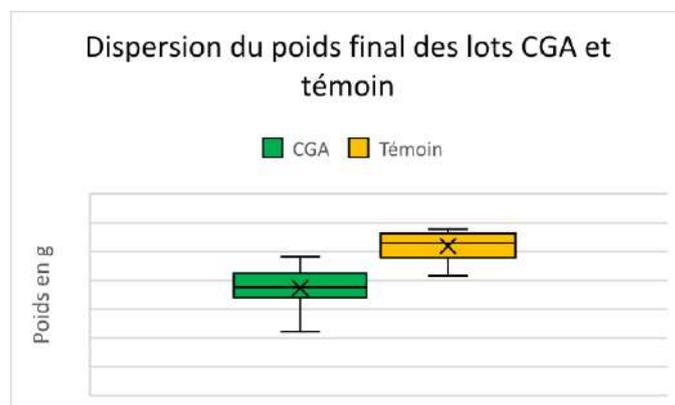


Figure 50 : Dispersion du poids final des lots CGA et témoins en élevage

Les poids moyens finaux obtenus sont de 69,9g pour le lot élevé en poche CGA et de 73,5g pour le lot témoin. Le système en poche classique permet l'obtention d'une croissance pondérale supérieure de 5% à celle acquise en poche CGA. Cette différence de croissance n'est cependant pas significative d'un point de vue statistique (p -value = 0.121) (Fig.51), les valeurs de poids sont de dispersion comparable, les deux lots présentant une homogénéité similaire (Fig.50).

3.4.2 Suivi de la mortalité

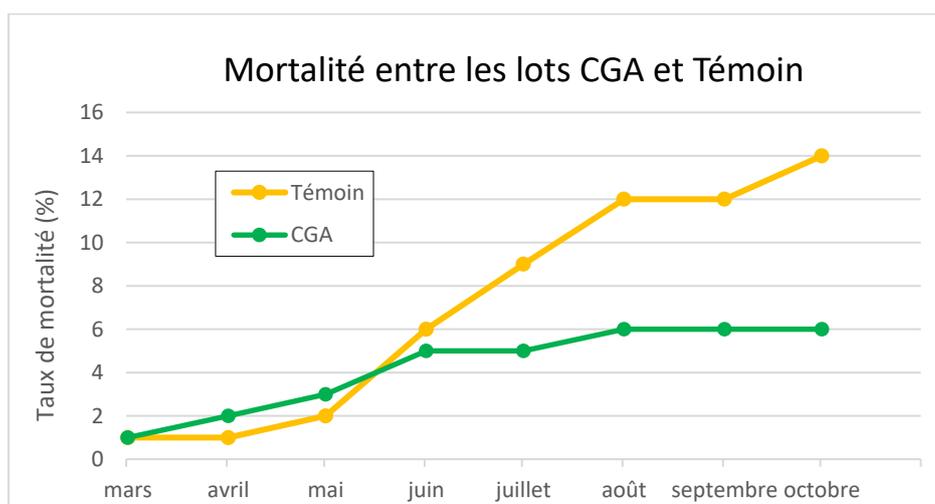


Figure 52 : Mortalité des lots CGA et Témoin en élevage

Un phénomène de mortalité a été noté uniquement durant la période estivale. Il a plus impacté le lot témoin que le lot CGA. Il apparaît globalement comme modéré (Fig.52).

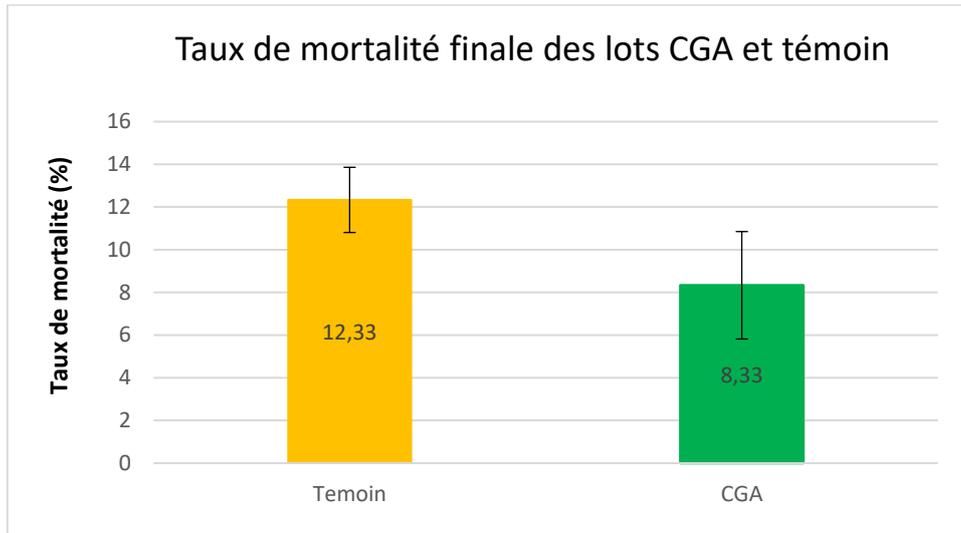


Figure 53 : Mortalité (pondérée) finale des lots Témoins et CGA en élevage

A l'issue de l'expérimentation les taux mesurés sont respectivement de 14% pour le témoin et de 6% pour le lot CGA. L'élevage en poche CGA présente un taux de mortalité 2,3 fois inférieur à celui du témoin en poche classique. La différence est hautement significative (p value= 6.212e-05) (Fig.53).

3.4.3. Calcul du rendement d'élevage

Tableau 11 : Rendement d'élevage des lots CGA et témoin

	CLASS pbh	CGA pbh
Rendement	1,72 (+/- 0.09)	1,78 (+/- 0.07)

Les deux lots présentent des rendements à l'élevage similaire, avec un léger avantage de 4% pour le lot CGA. Il n'y a pas de différence significative entre les rendements d'élevage des systèmes classique et CGA (Tab. 11).

3.4.4 Indice de forme L /l

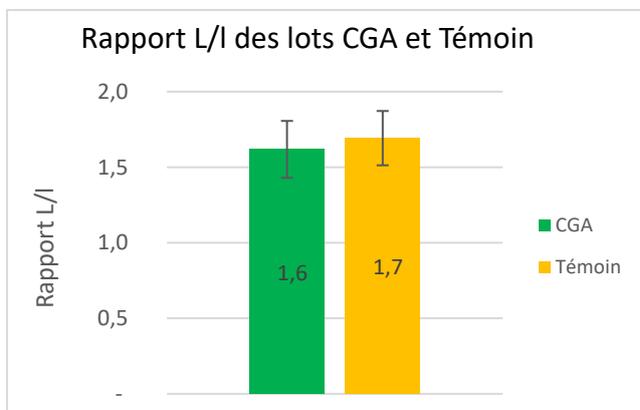


Figure 55 : Indice de forme des lots Témoin et CGA en élevage

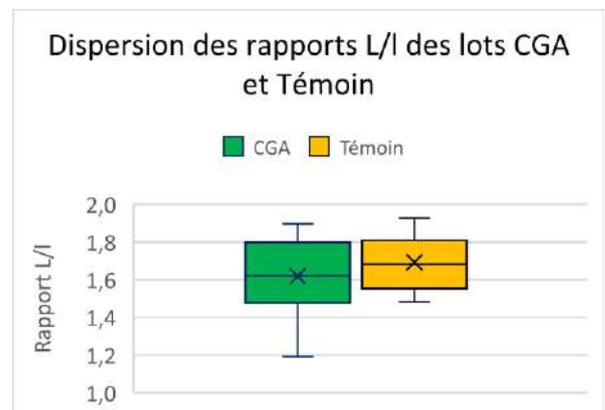


Figure 54 : Dispersion de l'indice de forme des lots CGA et Témoin en élevage

Les lots CGA et témoin présentent des rapports L/l similaires, traduisant une forme équivalente. Il n'y a pas de différence significative entre les deux systèmes (p value=0,345) (Fig.55).

La dispersion du rapport L/l est plus marquée pour la poche CGA, traduisant une plus forte hétérogénéité pour ce paramètre (Fig.54).

3.4.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ

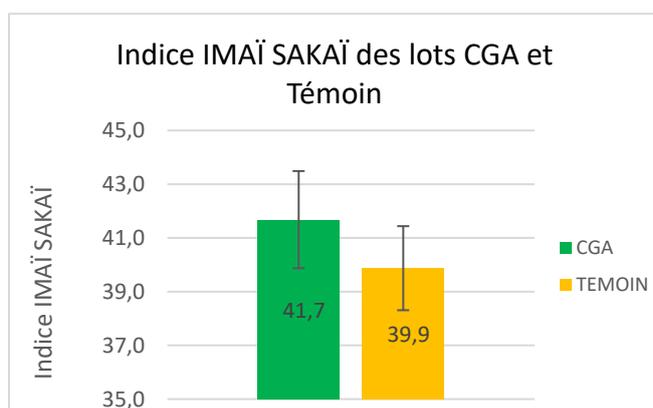


Figure 57 : Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ des lots Témoins et CGA en élevage

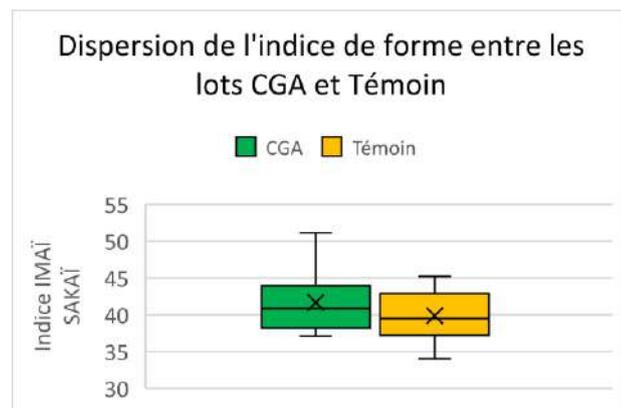


Figure 56 : Dispersion de l'indice de forme des lots CGA et témoin en élevage

L'indice de forme IMAÏ-SAKAÏ du lot CGA est supérieur à celui du lot témoin (+16%), traduisant une forme plus ronde et plus creuse (Fig.57), mais cette différence n'est pas significative du fait d'une forte hétérogénéité des huîtres au sein de la poche CGA (p -value = 0,316) (Fig.56). Il ne s'agit donc que d'une tendance.

3.4.6 Taux de chair

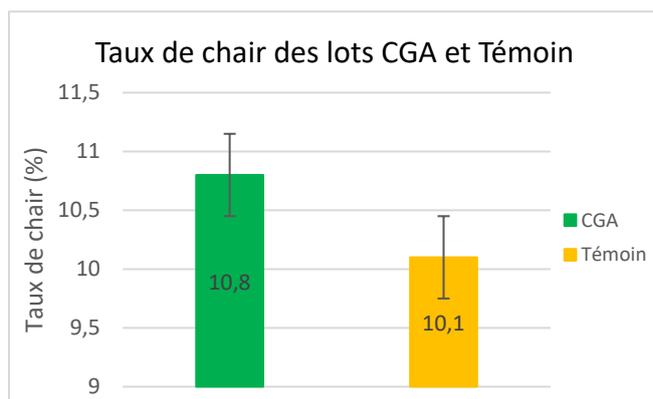


Figure 59 : Taux de chair des lots CGA et Témoin en élevage

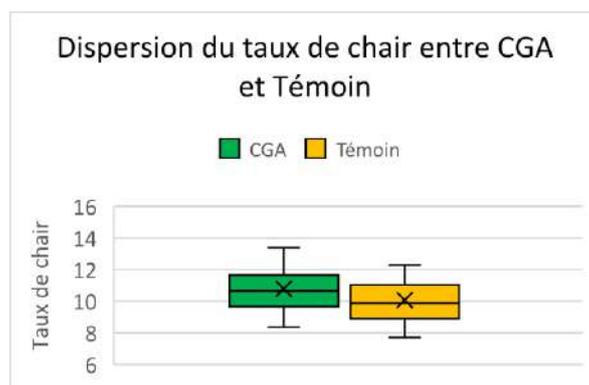


Figure 58 : Dispersion du taux de chair des lots CGA et témoins en élevage

Le taux de chair du lot CGA est significativement supérieur à celui du lot témoin (p -value = 0.0034) (Fig.59). La poche CGA permet l'obtention de l'appellation « Spéciale » et non la poche classique. Le lot élevé en poches CGA apparaît plus homogène en termes de taux de remplissage (Fig.58).

3.4.7 Indice *Polydora*

Tableau 12 : Indice *Polydora* des lots CGA et témoin

CLASS pbh	CGA pbh
0,0000	0,0000

L'indice *Polydora* est nul chez le témoin et le lot CGA (Tab. 12), synonyme de l'absence d'infestation.

3.4.8 Bilan de l'élevage

Tableau 13: Bilan d'élevage des huitres en poche CGA

Indices	Diff CGA/témoin	
Croissance	-5%=	<p>Le système CGA en élevage s'est caractérisé par une croissance légèrement inférieure à celle du système classique, mais par une survie significativement supérieure et un rendement à l'élevage légèrement supérieur. Il assure une optimisation de la forme de l'huître et un gain significatif en termes de taux de chair (Tab. 13).</p> <p>Au cours du cycle d'élevage, aucune marque d'usure n'a été observée : l'utilisation d'une barre soudée en inox et d'un système rigide d'accroche semble pertinent (système breveté). L'étalage des huitres lors de l'immersion (le système est accroché sous la table et « bute » dessus du fait du mouvement du flotteur) semble également intéressant, la surface et le volume de la poche sont optimisés lors des périodes de nutrition de l'huître.</p>
Mortalité	-230%	
Rendement	+4%	
L/l	=	
IMAI-SAKAI	+16%	
% Chair	+8%	
Indice <i>Polydora</i>	=	

3.5 Système HEXCYL en demi-élevage (cycle de mars à fin juin)

3.5.1 Suivi de la croissance

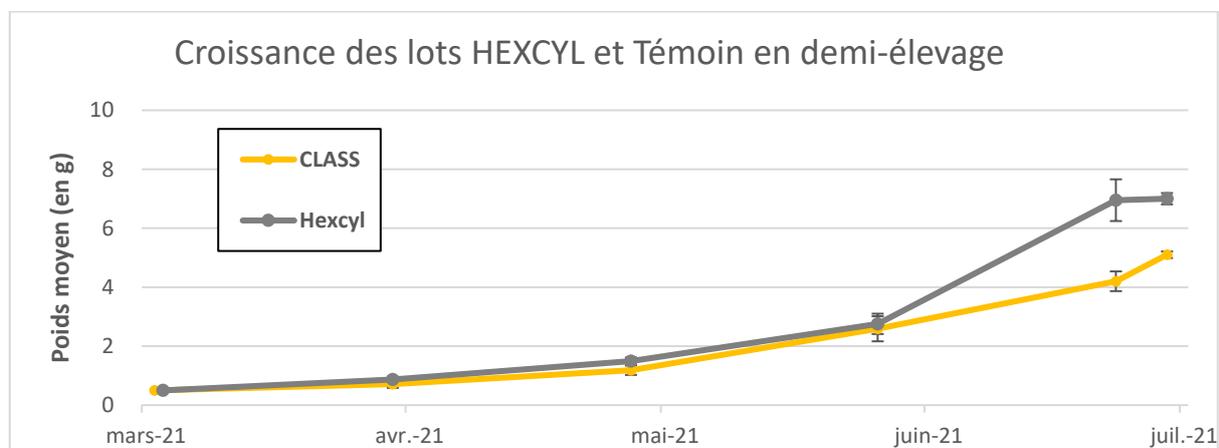


Figure 60 : Croissance des lots HEXCYL et Témoin en demi-élevage

Le suivi de la phase de demi-élevage a été conduit du mois de mars à début juillet. L'expérimentation a été arrêtée du fait de l'obtention d'un poids de 7Kg d'huîtres par casier. Il s'agit du seuil maximal préconisé par le fabricant et le distributeur français. Au-delà de ce poids, les performances des casiers sont altérées et diminuées (limitation des phénomènes d'oscillation des structures, blocage des huîtres et absence de mouvements).

La croissance pondérale des lots HEXCYL et Témoin a été similaire de mars jusqu'à fin mai 2021, puis un gain significatif de croissance est observé pour le lot HEXCYL. En 1 mois, le poids des huîtres de ce dernier a plus que doublé (alors que le lot témoin a continué à croître de façon linéaire) (Fig.60).

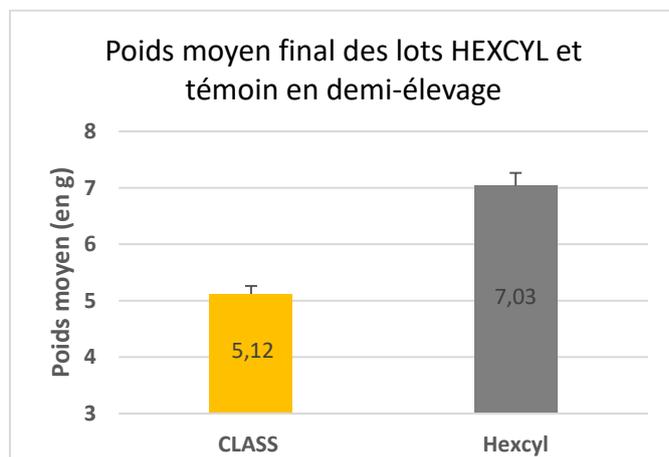


Figure 62 : Poids moyen final des lots HEXCYL et témoin en demi-élevage

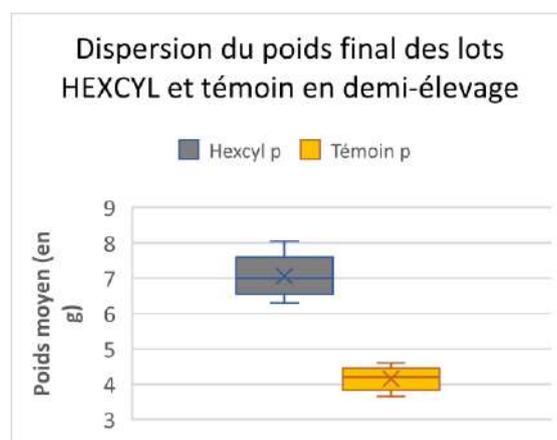


Figure 61 : Dispersion du poids final des lots HEXCYL et témoin en demi-élevage

Le lot d'huître élevé en casier HEXCYL se caractérise par un poids moyen final de 7,0 g contre 5,1 g pour le lot témoin à l'issue de 4 mois d'élevage. Il présente un gain de croissance 37% supérieur à celui du lot témoin (p -value=3.117e-07) (Fig.62). Cette différence de poids final est la plus forte observée au cours de l'étude. Le lot HEXCYL apparaît plus hétérogène lors de cette phase de demi-élevage que le lot en système classique (Fig.61). Ce constat est peut-être à corréliser avec l'atteinte de la charge maximale préconisée pour cette structure d'élevage.

3.5.2 Suivi de la mortalité

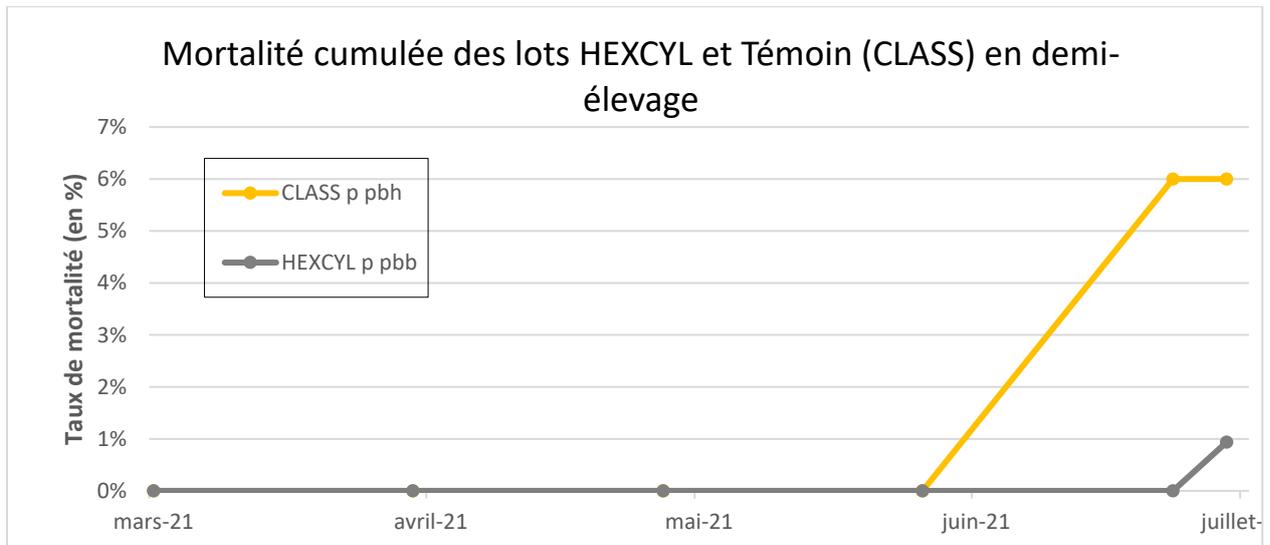


Figure 63 : Mortalité cumulée des lots HEXCYL et Témoin (CLASS) en demi-élevage

Jusqu'au mois de juin, aucun phénomène de mortalité n'a été observé sur les lots d'huîtres suivis. Un épisode de faible ampleur a été observé pour le lot témoin (6%), en lien avec l'existence de faibles mortalités à la même période sur le site de Pen Bé. A noter que le lot HEXCYL n'a pas été impacté (Fig.63).

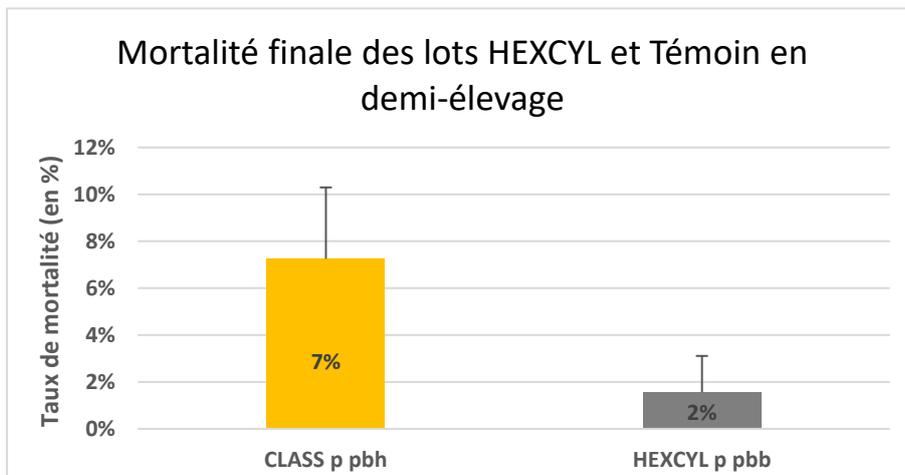


Figure 64 : Mortalité cumulée finale des lots HEXCYL et Témoin en demi-élevage

Les taux de mortalité finaux sont respectivement de 2% pour le lot élevé en casier HEXCYL et de 7% pour le témoin. La différence est hautement significative. Le lot HEXCYL se caractérise par une mortalité 3,5 fois inférieure à celle du témoin (p value= 0,0003) (Fig.64).

3.5.3 Calcul du rendement de demi-élevage

Tableau 14 : Rendement de demi-élevage des lots HEXCYL et Témoin

	HEXCYL	CLASS
Rendement	13.96 (+/-0.46)	9.54 (+/-0.21)

Le lot HEXCYL en prégrossissement présente, en fin de cycle, un rendement d'élevage significativement supérieur de 46% au témoin (p-value : < 0.001) (Tab. 14).

3.5.4 Rapport L/l

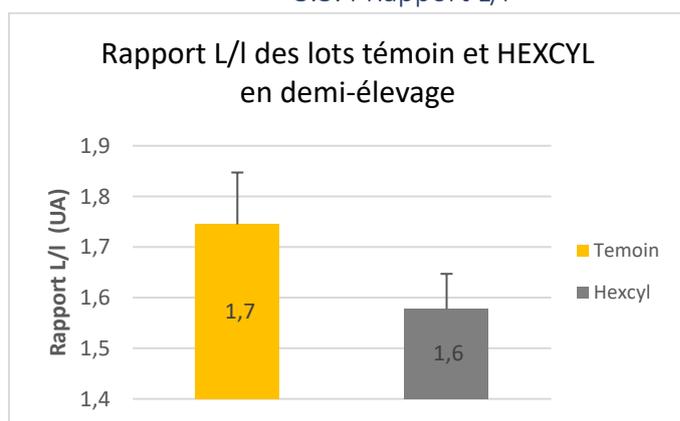


Figure 66 : Rapport L/l des lots témoin et HEXCYL en demi-élevage

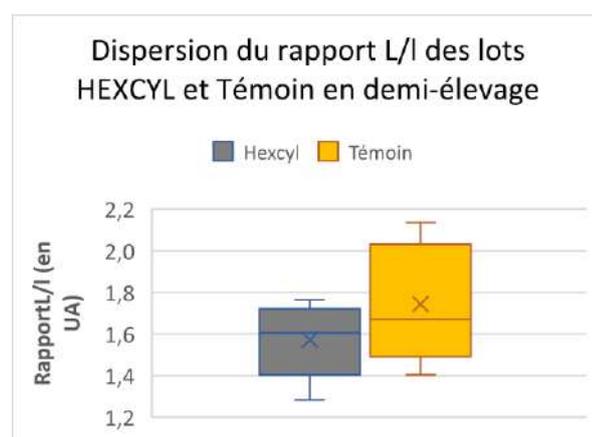


Figure 65 : Dispersion du rapport L/l des lots HEXCYL et Témoin en demi-élevage

Le rapport Longueur/largeur du lot HEXCYL est similaire à celui du témoin. Aucune différence significative n'est mesurée (p-value = 0.08) (Fig. 66). La dispersion est moins forte pour ce dernier traduisant une plus forte homogénéité (Fig. 65). Les huitres élevées dans le système HEXCYL présentent une forme similaire à celle des témoins en système classique.

3.5.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ

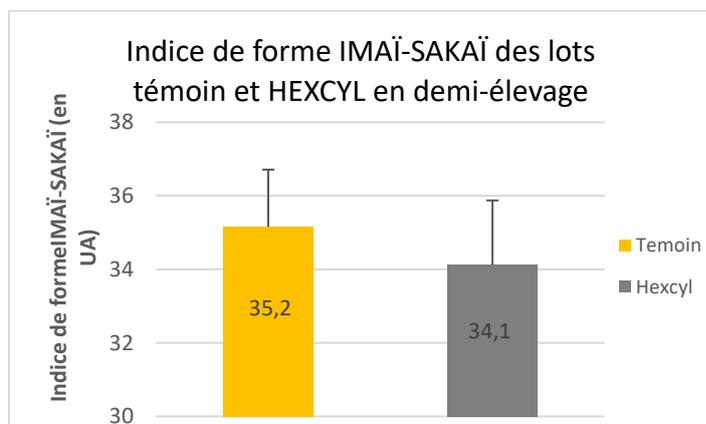


Figure 68 : Indice IMAÏ-SAKAÏ des lots témoin et HEXCYL en demi-élevage

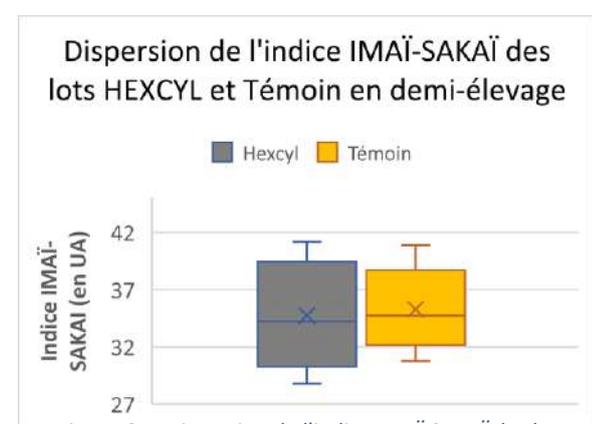


Figure 67 : Dispersion de l'indice IMAÏ-SAKAÏ des lots HEXCYL et Témoin en demi-élevage

Aucune différence significative entre l'indice de forme des huitres élevées en système classique et en panier HEXCYL n'est observée (p-value = 0.234) (Fig.68).

La dispersion est moins forte pour ce dernier traduisant une plus forte homogénéité (Fig.67). Ces résultats confirment les constats faits pour la détermination du rapport L/l.

3.5.6 Bilan du demi-élevage

Tableau 15 : Bilan de demi-élevage des huitres en paniers HEXCYL

Indices	Diff HEXCYL/témoin
Croissance	+57%
Mortalité	-350%
Rendement	+46%
Rapport L/l	=
IMAI-SAKAI	=

Le système de panier australien HEXCYL présente un fort intérêt quantitatif par rapport au système classique, avec une croissance pondérale supérieure de 57%, un taux de mortalité inférieur de 75%, aboutissant à un rendement à l'élevage (reflet de la croissance et de la mortalité) supérieur de 46% (Tab. 15).

Au niveau qualitatif et notamment sur le volet morphologique, il n'y a pas de différence entre les deux types de structures testées.

Ces résultats confirment ceux des études réalisés par le passé par le SMIDAP (Glize, 2020). Cette expérimentation démontre l'efficacité d'une mise en place des paniers perpendiculairement au courant de marée pour la phase de prégrossissement et non en parallèle comme néanmoins préconisé par le fabricant et appliqué en Australie notamment.

Le comportement de cette poche a été le même que la poche HEXCYL en élevage (voir 3.6.8), avec un plus fort encrassement dû aux mailles plus petites.

3.6 Système HEXCYL en élevage

3.6.1 Suivi de la croissance

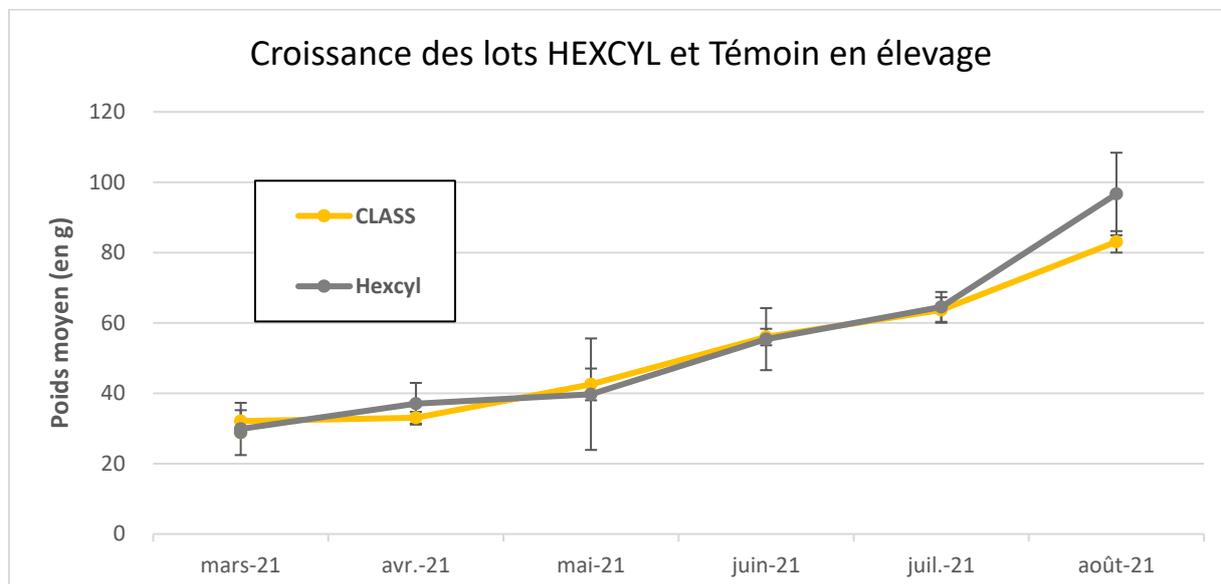


Figure 69 : Croissance des lots HEXCYL et Témoin en élevage

Le suivi de la phase d'élevage a été conduit du mois de mars à août. L'expérimentation a été arrêtée là encore, du fait de l'obtention d'un poids de 7Kg d'huîtres par panier, poids maximal préconisé par le fabricant. Il était en moyenne de 8,1 +/- 0,3 Kg/panier.

Les lots HEXCYL et témoin en élevage suivent la même dynamique de croissance du mois de mars à celui de juillet, soit durant les 4 premiers mois d'élevage. Une croissance supérieure du lot élevé en panier HEXCYL est observée à compter du mois d'août, jusqu'à l'arrêt du suivi (Fig.69).

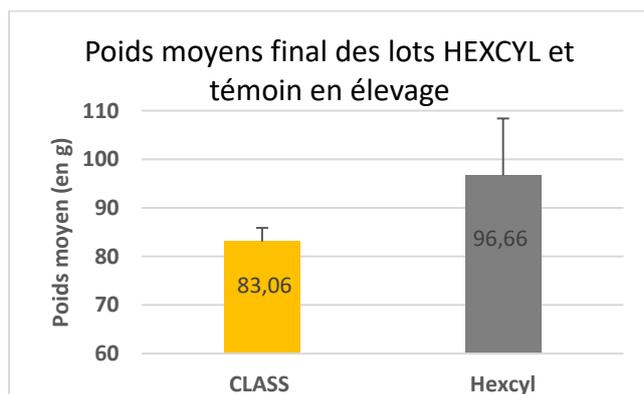


Figure 71 : Poids moyens final des lots HEXCYL et témoin en élevage

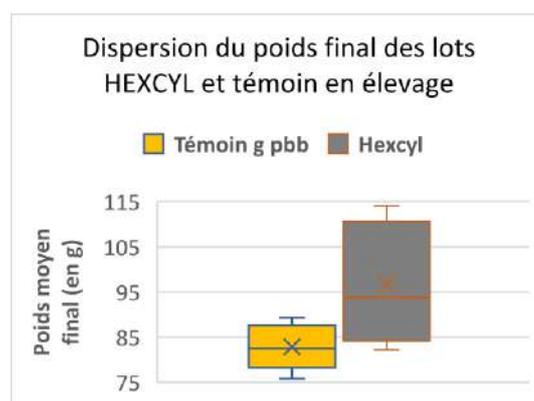


Figure 70 : Dispersion du poids final des lots HEXCYL et témoin en élevage

Les poids moyens finaux mesurés sont respectivement de 96,7 g pour le lot en panier HEXCYL et de 83,1 g pour le témoin. Ils traduisent une croissance significativement supérieure de 17% à l'avantage du système pendulaire (p -value = 0.0007546) (Fig.71).

En termes de dispersion du poids moyen final, il apparaît que le lot HEXCYL est plus hétérogène que le lot témoin (Fig.70). Ce constat est à rapprocher potentiellement de l'obtention d'un poids total par casier supérieur aux préconisations du fabricant et du distributeur en France.

3.6.2 Suivi de la mortalité

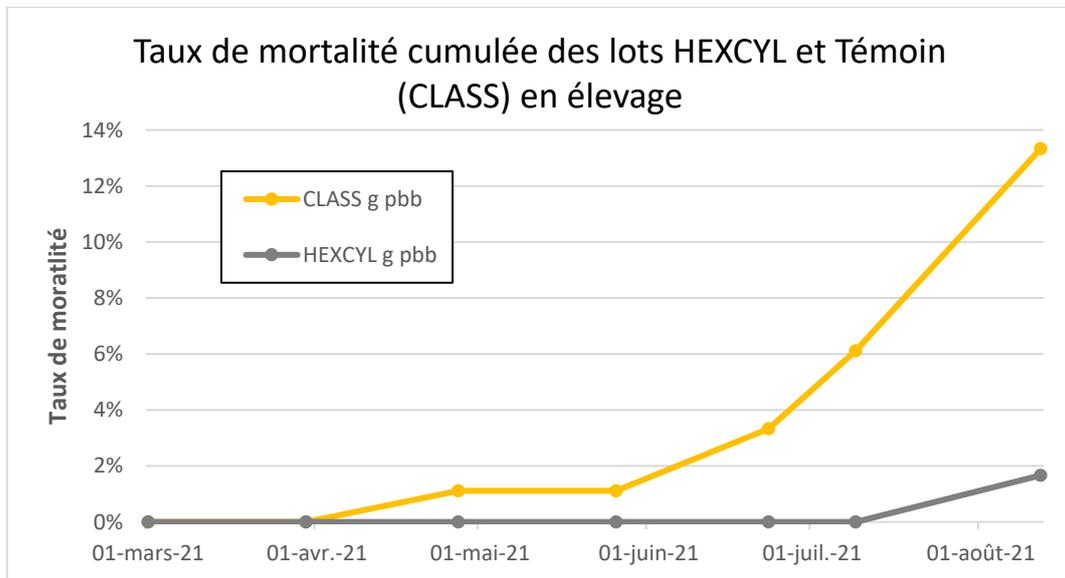


Figure 72 : Taux de mortalité cumulée des lots HEXCYL et Témoin en élevage

Les taux de mortalité observés sont apparus limités durant la phase de suivi. Seule une amplification a été notée à compter du début du mois de juillet, concernant essentiellement le lot témoin (Fig.72).

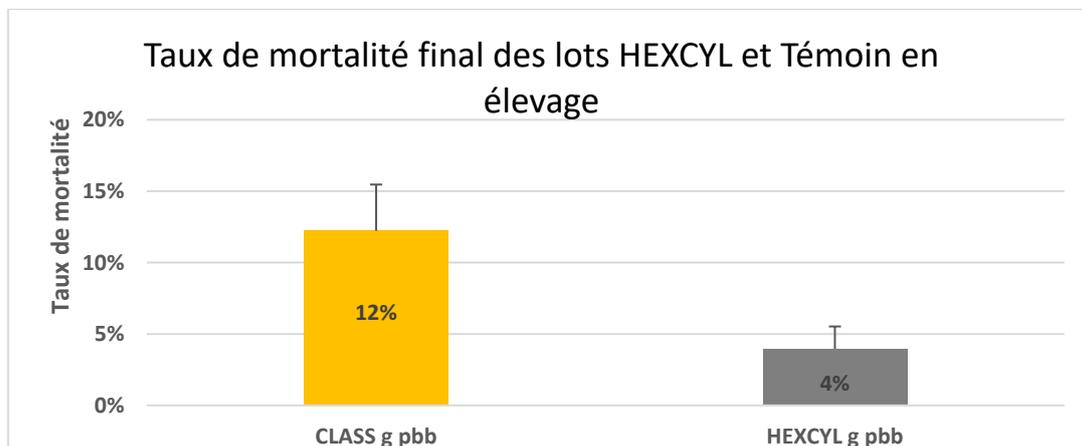


Figure 73 : Taux de mortalité cumulée final des lots HEXCYL et Témoin en élevage

En fin du cycle d'élevage, les taux mesurés sont respectivement de 4% pour le lot élevé en panier HEXCYL, contre 12% pour le lot témoin. Concrètement l'élevage en panier HEXCYL se traduit par l'obtention d'une mortalité 3 fois inférieure à celle mesurée sur le lot élevé en poche classique (p value= 0,006) (Fig.73).

3.6.3 Calcul du rendement d'élevage

Tableau 16 : Rendement d'élevage des lots HEXCYL et témoins

	CLASS	HEXCYL
Rendement	2,50 (+/-0.08)	3,30 (+/-0.4)

En termes de rendement à l'élevage, reflet de la croissance et de la survie, il apparaît que le lot d'huître élevé en panier HEXCYL se caractérise par un rendement d'élevage significativement supérieur de 32% à celui du lot témoin (Tab. 16).

3.6.4 Rapport L/l

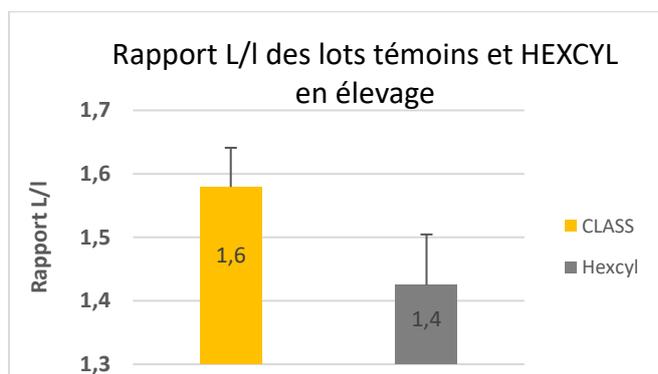


Figure 75 : Rapport L/l des lots témoins et HEXCYL en élevage

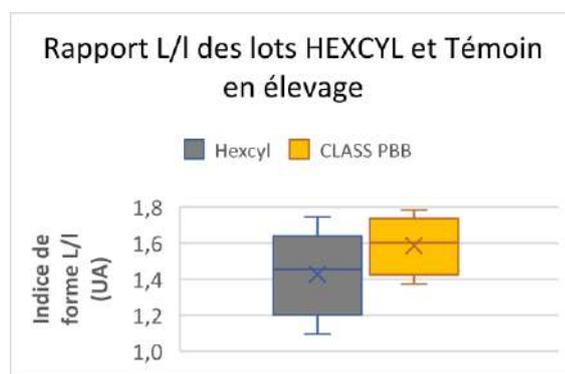


Figure 74 : Dispersion des rapport L/l des lots HEXCYL et témoins en élevage

Le rapport Longueur sur largeur du lot HEXCYL est significativement inférieur de 16% à celui du témoin (p -value = $9.648e-06$) (Fig.75). Il traduit l'obtention d'huîtres moins longues.

A noter que la dispersion des rapports L/l est plus forte pour le lot HEXCYL, traduisant une plus forte hétérogénéité de la forme (Fig.74). La surcharge en huîtres dans les paniers pourrait expliquer cette hétérogénéité, par un manque de mouvement au sein de ces derniers (limitation de l'oscillation du panier).

3.6.5 Indice de forme IMAÏ-SAKAÏ

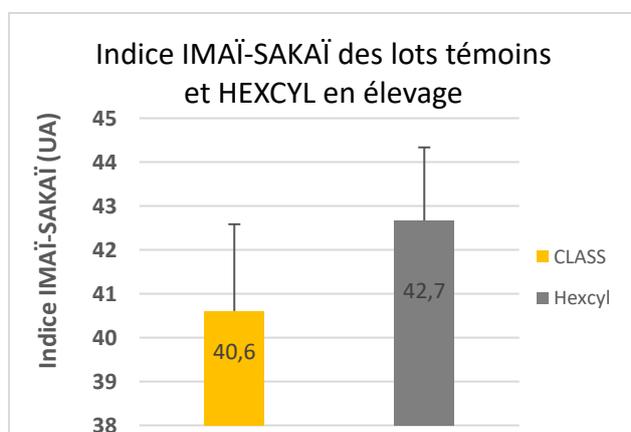


Figure 77 : Indice IMAÏ-SAKAÏ des lots témoins et HEXCYL en élevage

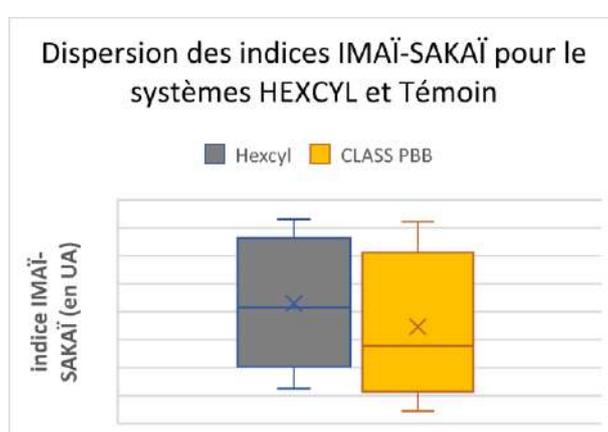


Figure 76 : Dispersion des indices IMAÏ-SAKAÏ pour les systèmes HEXCYL et Témoin

Les indices d'IMAÏ et SAKAÏ sont respectivement de 42,7 pour le lot HEXCYL et de 40,6 pour le témoin (Fig.77). Les huîtres élevées en panier présentent une forme plus ronde, moins longue et plus coffrée que le lot témoin, dont l'indice se rapproche de celui du standard de l'espèce (40).

A noter que cette différence n'est néanmoins pas démontrée statistiquement (p -value = 0.08591). Ceci peut ou pourrait s'expliquer par la forte hétérogénéité mesurée pour les deux lots tant élevés en paniers que les témoins (Fig.76).

3.6.6 Taux de chair

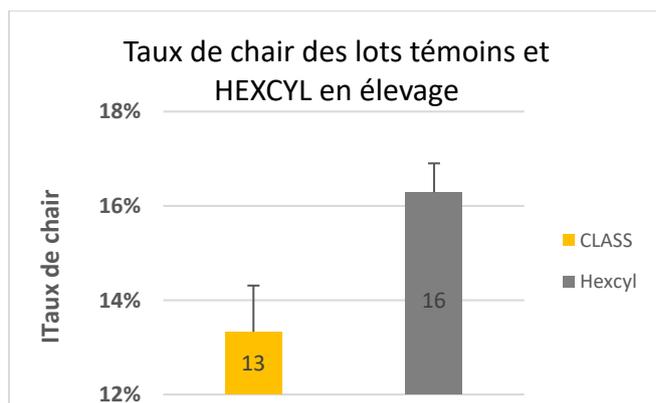


Figure 79 : Taux de chair des lots témoins et HEXCYL en élevage

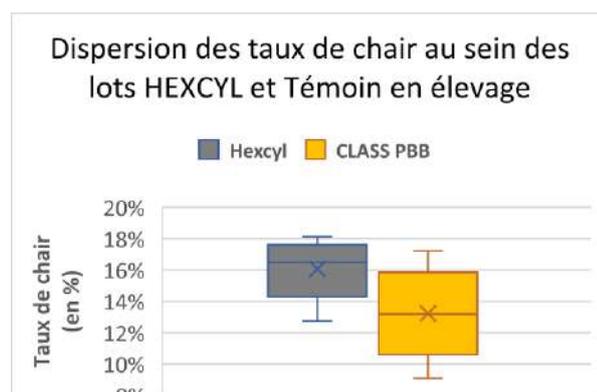


Figure 78 : Dispersion des taux de chair au sein des lots HEXCYL et Témoin en élevage

Les taux de chair calculés sont respectivement de 16,0 pour le lot HEXCYL et de 13,0 pour le témoin. La différence mesurée est hautement significative, le taux de remplissage du lot d'huîtres élevé en panier HEXCYL est supérieur de 22% à celui du lot témoin (p -value = 1.136e-05) (Fig.79).

Le taux de chair est plus homogène pour les huîtres élevées en paniers comparées aux témoins (Fig.78).

3.6.7 Indice *Polydora*

Tableau 17 : Indice *Polydora* des lots témoins et HEXCYL

CLASS	HEXCYL
0,0250	0,0000

Les taux d'infestation par le ver *Polydora* apparaissent globalement faibles ou nuls pour les deux populations d'huîtres, indépendamment de la structure d'élevage considérée. Le lot HEXCYL est indemne de toute infestation (Tab.17).

3.6.8 Bilan de l'élevage

Tableau 18 : Bilan d'élevage des huîtres en paniers HEXCYL

Indices	Diff HEXCYL/témoin
Croissance	+17%
Mortalité	-300%
Rendement	+32%
Rapport L/l	-16%
IMAI-SAKAI	=
% Chair	+22%
Indice Polydora	=

Le système de panier australien HEXCYL présente, par rapport au système classique, à la fois un intérêt quantitatif (croissance pondérale supérieure de 17%, mortalité inférieure de 300%, permettant un rendement à l'élevage supérieur de 32%) et qualitatif (taux de chair supérieur de 22%) (Tab. 18).

Par rapport à une orientation des paniers dans le sens du courant, une orientation perpendiculairement au courant de marée se caractérise par un intérêt manifeste du système pendulaire. Ces conclusions vont à l'encontre de celles acquises en 2020, où l'expérimentation conduite en plaçant les paniers parallèlement au sens du courant, reprenant les préconisations du fabricant, avait montré des résultats très mitigés, à savoir l'absence de gain de croissance, une mortalité similaire, une hétérogénéité

plus forte des populations d'huîtres élevées en panier (Glize, 2020).

Durant l'élevage, il a été observé une fixation particulièrement forte de balanes (*Balanus balanoides*) sur ce casier rigide, facilitant l'encrassement, mais n'ayant pas entraîné de mortalité parmi les lots. Ce test a pu montrer que placer les paniers HEXCYL perpendiculairement au courant permet une meilleure répartition et développement des huîtres dans la structure. La densité de 80 huîtres/panier semble pertinente en phase d'élevage.

Pour rappel, le fabricant préconise de placer les paniers dans le sens du courant. Le poids moyen des huîtres de ce panier est à surveiller car le système n'oscille plus lorsque le poids de la garniture atteint 7 kg (Hexcylsystems, 2021).

4. Conclusion :

Les contraintes imposées par un financement publique (AAP, 2021) et les limites de temps d'expérimentation sur parc (dépendant des coefficients de marées et effectuées en équipe réduite) ont fortement cadré le protocole expérimental. Un choix sur les modalités à tester pour chaque structure a dû être fait après concertation avec les professionnels du Syndicat conchylicole de Pen-Bé Mesquer, en se basant sur les connaissances des performances des nouvelles structures présentes sur le marché suite à des tests du SMIDAP et d'autres organismes français et internationaux. D'autres systèmes existants auraient pu être testés. Seuls ont été retenus ceux sollicités par le Syndicat conchylicole de Pen Bé-Mesquer.

Sans ces contraintes, il aurait été intéressant de tester toutes les poches en prégrossissement et en grossissement et au niveau des deux zones de bathymétries différentes (parcs haut et bas).

Le principe d'équité a interdit de comparer ces nouvelles structures entre elles. Le SMIDAP s'était engagé à tester les différents systèmes répondant en cela à la demande du Syndicat conchylicole de Pen-Bé Mesquer, mais en ne présentant que les seuls résultats et conclusions acquis pour chaque système étudié, par comparaison à un élevage traditionnel en poches.

Dans ce contexte, le programme conduit sur le testage de 4 nouveaux systèmes d'élevage ostréicole a permis d'aboutir aux conclusions suivantes.

- **Système NODUS Factory**

Le système NODUS se caractérise par des performances de croissance équivalentes à celles du système traditionnel. Par contre, il induit une minoration importante de la mortalité (-240% (haut d'estran) ; -65% (bas d'estran)). Le rendement à l'élevage est logiquement supérieur pour cet outil, il est de +15% et ce sur les deux niveaux bathymétriques étudiés.

La poche NODUS a montré une supériorité qualitative par rapport au système classique, que ce soit en termes de forme et d'indice de chair, indépendamment une nouvelle fois du niveau bathymétrique appliqué.

L'obtention de rapports L/I équivalents, couplés à des indices d'IMAÏ et SAKAÏ supérieurs, démontrent que le système NODUS permet l'obtention d'huîtres plus creuses et coffrées que par la technique classique.

Il existe un effet bathymétrique pour le système NODUS. Les performances acquises en termes de qualité finale des produits par comparaison au témoin sont significativement supérieures en haut d'estran, zone où les conditions d'élevage sont moins favorables. Ces zones seraient donc à privilégier pour le système NODUS, par rapport au système d'élevage classique.

- **Système CNG**

Le système CNG a montré une supériorité au niveau quantitatif par rapport au système classique, avec des gains de croissance (+15%), de survie (+200%) et donc de rendements plus importants (+27%), notamment en bas d'estran .

L'intérêt qualitatif se retrouve au niveau des taux de chair, supérieurs en moyenne de 9% et une optimisation de la forme, les huîtres apparaissant plus creuses et coffrées.

Les résultats acquis confirment et renforcent ceux obtenus lors d'essais antérieurs conduits en baie de Bourgneuf par le SMIDAP (Glize, 2020).

Il existe un effet bathymétrique pour le système CNG. Les performances acquises par comparaison au témoin sont significativement supérieures en bas d'estran, zone où les conditions d'élevage sont plus favorables. Le gain de croissance supérieur est amplifié par un volume plus important disponible au sein de la poche CNG. L'élevage dans cette structure sera donc à privilégier en bas d'estran.

- **Système CGA**

Le système CGA en demi-élevage a des performances de croissance similaires à celles du témoin. Par contre, la mortalité est significativement supérieure à celle en système classique (+210%). Par voie de conséquence, le rendement à l'élevage est inférieur de 32%.

Aucune différence n'est notée en termes de qualité finale des produits obtenus. Les indices de forme sont équivalents entre le système CGA et la poche classique.

Le système CGA en élevage s'est caractérisé par une croissance légèrement inférieure à celle du système classique, mais par une survie significativement supérieure (+230%) et un rendement à l'élevage légèrement supérieur. Il assure une optimisation de la forme de l'huître et un gain significatif en termes de taux de chair (+8%).

- **Système HEXCYL**

Le système de panier australien HEXCYL en demi-élevage présente un fort intérêt quantitatif par rapport au système classique témoin, avec une croissance pondérale supérieure de 57%, un taux de mortalité inférieur de 75%, aboutissant à un rendement à l'élevage (reflet de la croissance et de la mortalité) supérieur de 46%.

Au niveau qualitatif et notamment sur le volet morphologique, il n'y a pas de différence entre les deux types de structures testées.

Au niveau phase d'élevage proprement dite le système de panier australien HEXCYL présente, par rapport au système classique, à la fois un intérêt quantitatif (croissance pondérale supérieure de 17%, mortalité inférieure de 300%, permettant un rendement à l'élevage supérieur de 32%) et qualitatif (taux de chair supérieur de 22%).

Par rapport à une orientation des paniers dans le sens du courant, une orientation perpendiculairement au courant de marée se caractérise par un intérêt manifeste du système pendulaire.

En conclusion, il apparaît que les systèmes de poches munies de flotteurs permettent l'obtention de croissance équivalente au système traditionnel, une meilleure survie et donc un rendement supérieur. Ils assurent une optimisation du volet qualitatif de l'huître tant au niveau morphologique que taux de chair. Par contre en phase de demi-élevage ces systèmes induisent une augmentation significative de la mortalité. En période de mortalité et de stress physiologique, un brassage trop important des huîtres induit une fragilisation accrue de celles-ci, qui amplifierait les phénomènes de mortalité susceptibles d'être obtenus.

Les systèmes de type poche casier, assurent des performances à l'élevage que ce soit en termes de croissance, de survie et de rendement significativement supérieures à celles d'un élevage classique. Par contre, les gains au niveau qualitatif (forme et taux de chair) sont plus limités.

Les systèmes pendulaires de type australien se caractérisent par l'obtention de performances à l'élevage tant quantitatives (croissance, survie) que qualitatives (forme, taux de chair) supérieures à celles d'un élevage classique. Ce constat se vérifie à la fois en phase d'élevage proprement dite, mais aussi en phase de demi-élevage.

Les oscillations constantes des paniers semblent plus « douces » et moins stressantes qu'un brassage assurée par des structures munies de flotteurs, limitant les impacts sur les populations de naissains d'huîtres lors des périodes à risque (période estivale) et de fragilité physiologique.

Le programme conduit en 2021 ne concerne que les seuls volets zootechniques et biologiques. Il est indispensable d'intégrer une approche socio-économique afin de s'assurer de la rentabilité économique ou non de tel ou tel système.

Elle devra permettre de vérifier que le coût de ces nouvelles structures est supporté d'une part, par les meilleures performances à l'élevage acquises, d'autre part par les gains en termes de main d'œuvre nécessaire à l'exploitation.

Face aux limites biologiques de l'augmentation des rendements d'élevage, la rentabilité économique de nouveaux systèmes ostréicoles sera dépendante de la diminution des interventions humaines nécessaires. Dans l'élevage classique, ces interventions sont très nombreuses en demi-élevage (prégrossissement) et moins nombreuses en élevage (grossissement) : c'est donc sur l'automatisation des systèmes de demi-élevage ostréicole que la recherche devrait prioritairement porter. Leur démocratisation dans le paysage ostréicole français dépendra également de leur adaptabilité aux différents contextes de production.

L'ensemble des résultats acquis participe, à l'identification de structures qui pourront constituer un moyen pour la filière de rester rentable, de compenser la raréfaction de la main-d'œuvre ostréicole et ainsi de redynamiser une filière fragilisée depuis une douzaine d'année.

Si les nouveaux systèmes permettent une augmentation des rendements tout en diminuant en même temps le nombre d'interventions humaines nécessaires et la pénibilité au travail, elles pourraient lutter contre la déprise touchant la profession et amener un renouveau dans la filière rendue plus rentable et plus attractive.

Bibliographie :

Agrocampus Ouest. 2013. *Etat des lieux de la filière ostréicole Bilan des recherches et des projets de sortie de crise*. In : Fiche n°5,4. Disponible sur : https://tice.agrocampus-ouest.fr/pluginfile.php/24916/mod_resource/content/0/Etat_des_lieux_de_la_filiere_ostreicole_18.12.pdf

AquaInfo. 2001. Comparing Subtidal and Intertidal Growth in Off Bottom Oyster Culture. In *AquacultureNotes AIN 07.2001*.

BLIN J.L. 2018. Nouveau système d'élevage des huitres « Poches australiennes ». In : Rapport d'activité du Smel. Disponible sur : <https://www.smel.fr/wp-content/uploads/2018/08/Rapport-poches-australiennes.pdf>

BOUCAUD C. LEBESNERAIS C. LUBET P. LIHRMANN I. 1983. *Dynamique et enzymologie de la digestion chez l'huitre Crassostrea gigas*. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1179/>

CNC. 2017. Accord interprofessionnel sur la dénomination et la classification des huitres creuses. Délibération n°107 du Comité National de la Conchyliculture. Disponible sur : http://reglementation-polmer.chez-alice.fr/Textes/deliberation_107-2017.pdf

COGNIE B et BARILLE L. 2001. *Selective Feeding of the Oyster Crassostrea gigas Fed on a Natural Microphytobenthos Assemblage*. *Estuaries and Coasts* - ESTUARIES COASTS. 24. 126-134. 10.2307/1352819.

COMPS M. 1970. La maladie des branchies chez les huitres du genre *Crassostrea* caractéristiques et évolution des altérations, processus de cicatrisation. In : *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 34(1), 23-44. Disponible sur <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3145/>

DE GRINIS M. 2007. *Sources de nourriture et bioénergétique de l'huitre creuse (C. gigas)*. Disponible sur http://www.ifremer.fr/aquadeb/en/publications_and_products/2007/rapport-M2EDEL_m.de-crignis.pdf

DRAAF pays de la Loire. 2015. L'ostréiculture dans les Pays de la Loire. AGRESTE Avril 2015. Disponible sur : https://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Agreste_2015_04_Conchy_Ostreicle051148.pdf

DSF MEMN. 2018. *Coûts liés à la dégradation des ressources biologiques exploitées. Cas des ressources conchyliques*. Disponible sur : http://www.dirm.memn.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20180614_couts_de_la_degradation_conchyliculture_memn_version_pre-finale.pdf

DUPUY C. LE GALL S. HARTMANN H.J. BRERET M. 1999, *Retention of ciliates and flagellates by the oyster Crassostrea gigas in French Atlantic coastal ponds: protists as a trophic link between bacterioplankton and benthic suspension-feeders*. In : *Marine Ecology Vol 177* p165-175, Disponible sur : <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v177/p165-175/>

FranceAgriMer. 2013. L'image de l'huitre auprès des consommateurs et des acheteurs professionnels. In : *Les études de FranceAgriMer Edition juin 2013*. Disponible sur : https://www.franceagrimer.fr/content/download/25155/document/ETU-MER-2013-%20Image_huitre%20%28synth%C3%A8se%29.pdf

GENDRONNEAU M. 2006. Étude des secteurs du Croisic et de Pen-Bé : estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchyliques. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00380/49129/49564.pdf>

GLIZE P. 2004. *Intérêt potentiel de nouvelles structures d'élevage en ostréiculture : long line BST*. présenté au CST du SMIDAP du 02/02/06.

GLIZE P. Philippe. 2007. Intérêt du système d'élevage ostréicole pendulaire. In Rapport d'activité du SMIDAP de 2007

GLIZE P. 2012. Procédé d'élevage ostréicole : Le système Balancelle. In *Rapport d'activité du SMIDAP 2012*.

GLIZE P. BARRAUD. A. 2013. *Suivi des populations d'huîtres creuses élevées dans le traict de Pen Bé-Mesquer – Programme Penhuit*.

GLIZE P. CESBRON R. 2015. *Suivi des populations d'huître creuse (Crassostrea gigas) élevées dans le traict de Pen-bé – Mesquer – Programme Penhuit (2)*.

GLIZE P. MENEUR. C. 2018. Suivi de la mortalité de l'huître creuse – Bilan final 2017. In : Rapport d'activité du SMIDAP 2018.

GLIZE P. 2020. *Intérêts potentiels de nouveaux systèmes d'élevage ostréicole : Programme NOUSYSTOS*, Dossier de candidature à l'appel à projets annuel « Aquaculture – Pêche » de la Région. 2020/11

GLIZE P. 2020. Procédé d'élevage ostréicole : Long-line System Hexcyl. In *Rapport d'activité du SMIDAP 2021*

GLIZE P. 2020. Procédé d'élevage ostréicole : Poche XXL. In *Rapport d'activité du SMIDAP 2021*

GLIZE P. 2020. *Programme Lepido-Pen : Action 1 Approches professionnelles des épisodes d'eaux colorées vertes à Lepidodinium chlorophorum sur les productions aquacoles en baie de Pen Bé*.

HAURE J. FORIN A. DUPUY B. NOURRY M. PALVADEAU H. PAPIN M. PENISSON C. MARTIN J.L. 2003. *Etude comparative des caractéristiques écophysiologiques et des performances de croissance de l'huître creuse Crassostrea gigas diploïde et triploïde en milieu contrôlé*. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1509/>

HUVET A. 1997. Différenciation génétique de deux huîtres creuses *Crassostrea gigas* et *Crassostrea angulata* : apport des marqueurs microsatellites. Rapport de Stage Mémoire DEA. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00033/14377/>

JORF. 2021. *Décret n°2021-1015 du 30 juillet 2021 relatif aux concessions pour les exploitations aquacoles détenant ou produisant des mollusques bivalves tétraploïdes ou leur matériel reproducteur*, JORF n°0177 du 1 août 2021 Texte n° 59, <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=HaOxIv5H3unH0jmszUfYUD5KyMHM7prSSFt2FLc15jk=>

MAA. 2019. *Enquête Aquaculture 2016-2017*. Agreste Chiffres et Données. Juillet 2019. N°2019-8, p 10. Disponible sur : <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Chd1908/cd2019-8-2.pdf>

MARTEIL L. 1976. *La conchyliculture française. 2eme partie. Biologie de l'huître et de la moule*. In : Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 40(2), 149-346. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1796/>

MORTON B.S. 1977. *The tidal rhythm of feeding and digestion in the pacific oyster, Crassostrea gigas (Thunberg)*. In : Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 26, Issue 2, 1977, Pages 135-151, ISSN 0022-0981. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098177901034>

Préfecture de Loire Atlantique. 2021. *Schéma des structures des exploitations marines de Loire Atlantique (zone 44.03)*.

SOLETCHNIK P. LE MOINE O. FAURY N. RAZET D. GEAIRON P. GOULLETQUER P. FOREST G. 1998. *Mortalités printanières et estivales de l'huître creuse Crassostrea gigas dans le Bassin de Marennes - Oléron : Etude des élevages situés sur les bancs ostréicoles de Ronce-Perquis*. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00080/19164/>

TREGUIER C. SCHMITT A. COCHENNEC-LAUREAU N. PIQUET J.C. 2018. *Etude sanitaire du traict de Pen Bé. Zone N° 44.03. Département de Loire-Atlantique*. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00425/53629/>

Sitographie (articles et illustrations) :

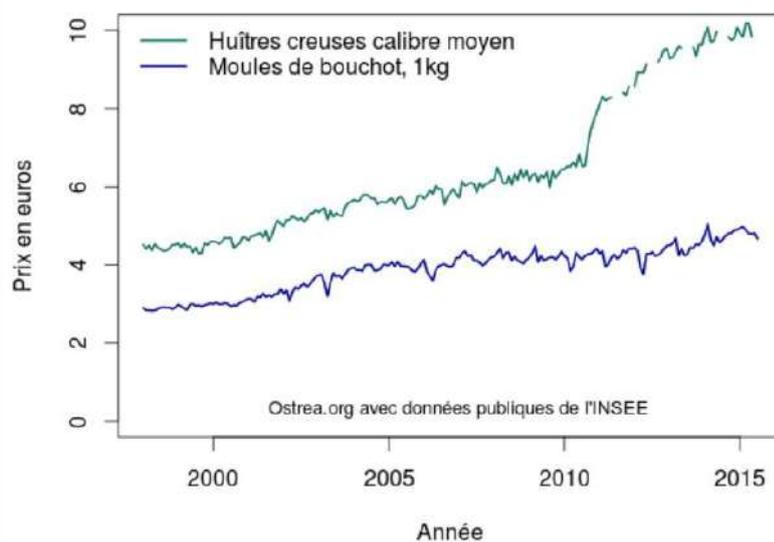
- Aphotomarine.com. 2018. *Polydora sp. In plankton sample*. Disponible sur : https://www.aphotomarine.com/worm_polydora_sp_12-05-18.html (consulté le 28/07/21).
- CNC.com. 2020 .Biologie des huitres. Disponible sur <http://cnc-france.circum.net/Biologie-des-huitres.aspx> (consulté le 20/06/21)
- DDTM 44 / DML. 2021. *Cadastre conchylicole de Loire-Atlantique*. Shapefile téléchargée le 27/07/21
- Eau-et-rivières.org. 15/03/2021. *A quand la transparence sur les huîtres triploïdes?*. Disponible sur : <https://www.eau-et-rivieres.org/quand-la-transparence-sur-les-hu%C3%AAtres-triplo%C3%AFdes> (consulté le 03/08/21).
- FAO.org. 1953-.... Base de données en ligne « *FIGIS- Fisheries Statistics-Aquaculture* ». Disponible sur <http://www.fao.org/figis/servlet/TabSelector> (consulté le 15/06/21)
- FranceAgriMer.fr. 2021 .*Prix de l'huître creuse*. <https://rnm.franceagrimer.fr/prix?HUITRE> (consulté le 03/08/21)
- Hexcylsystems.com.au. 2021. *Products & Services – Hexcyl Baskets*. Disponible sur <https://www.hexcylsystems.com.au/long-line-baskets-oyster-baskets-adjustable-long-line-inter-tidal-oyster-farming-shellfish-aquaculture.html> (consulté le 26/03/21).
- huitresmarenesoleron.info. 2021. *FAQ*. Disponible sur : <https://www.huitresmarenesoleron.info/CH-faq.html> (consulté le 03/08/21)
- Ifremer.fr. 04/03/08. Indice Polydora d'évaluation de l'infestation des valves d'huîtres par le ver parasite Polydora (REMORA). Disponible sur : <http://www.ifremer.fr/remora/Pages/polydora.htm> (consulté le 30/03/21).
- LEGUE P. et PROU J. 15/12/12. *L'huître, un coquillage nomade sans tête ni jambe mais avec un pied*. In : *Techniques & Culture*, 59. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/tc/6717> (consulté le 30/04/21).
- Ostrea.org. 06/07/2011. *Les épizooties historiques de l'huître en France..* Disponible sur <https://www.ostrea.org/les-epizooties-historiques-de-lhuître-en-france/#:~:text=L%C3%A9pizootie%20de%201970%20%E2%80%93%201973%20sur%20l'hu%C3%AAtre%20portugaise&text=C'est%20dans%20le%20bassin,an%20et%20enfin%20le%20naissain> (consulté le 27/07/21)
- Ostrea.org. 16/09/2015. *Evolution des prix de vente au détail des huîtres et des moules*. Disponible sur : <https://www.ostrea.org/evolution-des-prix-de-vente-au-detail-des-huitres-et-des-moules/>. (consulté le 28/07/21).
- Ostrea.org. 2020. *Economie de l'huître en France et dans le monde (sources : FranceAgriMer & CNC)*. Disponible sur : <https://www.ostrea.org/economie-de-lhuître-en-france-et-dans-le-monde/> (consulté le 03/01/21)
- Ouest-France.fr. 27/10/2017. *Les ostréiculteurs cherchent de la main d'œuvre..* Disponible sur <https://www.ouest-france.fr/normandie/grandcamp-maisy-14450/les-ostreiculteurs-cherchent-de-la-main-d-oeuvre-5341897> (consulté le 28/07/21)
- Smidap.fr. 2021. *Présentation du SMIDAP*. Disponible sur <https://www.smidap.fr/presentation.html> (consulté le 10/03/21).

ANNEXES

Annexe I : Fonctionnement et objectifs du SMIDAP

Créé en 1982, le SMIDAP (Syndicat Mixte le Développement de la Pêche et de l'Aquaculture en Pays de la Loire) est un institut technique public. La structure est constituée de 4 permanents accompagnés de plusieurs CDD (2 en 2021) ou stagiaire pour réaliser ses missions en conchyliculture, pisciculture (quasi totalement en eau douce) et pêche. Le comité de direction du SMIDAP est composé du Conseil régional Pays de la Loire et des Conseils départementaux de Loire-Atlantique et de Vendée. Il est doté d'un Conseil Technique composé de comités ou groupements professionnels (CRC, COREPEM, GAED), de l'IFREMER, d'instances universitaires (Université de Nantes, ONIRIS, Agrocampus Ouest) et de l'Agence de l'eau ainsi que du Service d'Hydrologie vendéen. En lien avec des partenaires scientifiques mais aussi professionnels et institutionnels, les missions du SMIDAP sont : « l'appui technique et scientifique, l'assistance et conseil, l'expérimentation et la recherche, l'information et veille technologie et la coordination technique de démarches collectives » (Smidap.fr, 2021).

Annexe II : Evolution mensuelle des prix de ventes des huitres creuses (et moules de bouchots entre 1998 et 2015 (Ostrea, 2015- données INSEE)



Annexe III : Dénomination et commercialisation de *C. gigas* :

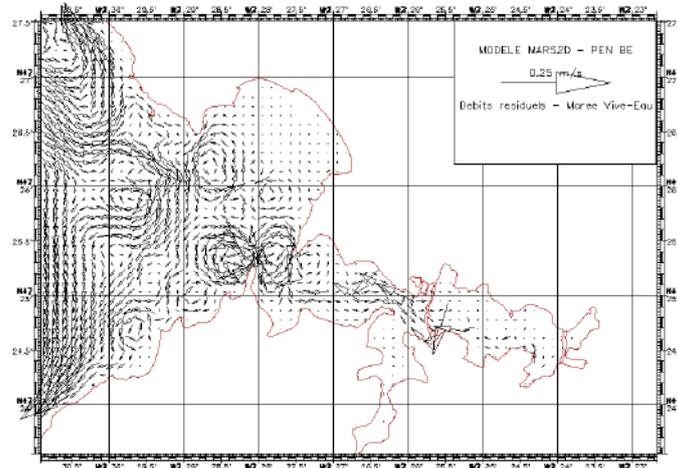
Le Comité National de la Conchyliculture (CNC) encadre la dénomination et classification des productions de *C. gigas*. Les huitres se voient assigner, en fonction de leur poids, un certain calibre (CNC, 2017). On distingue les huitres longues (de poids inférieur ou égal à 30g et d'un indice de forme supérieur à 3) non commercialisables, des différents calibres allant des huitres n°5 (de 30 à 45g) au calibre n° 0 (supérieur à 150g) que l'on peut proposer à la vente « en BtoC » (Business to Consumer).

Le taux de chair détermine les possibles appellations des huitres. On distingue les huitres fines (indice de remplissage compris entre 6.5 et 10.5% exclu) des huitres spéciales (indice de remplissage supérieur à 10.5%). L'affinage, encadré par ce même accord, dans des claires ostréicoles constitue une dénomination possible supplémentaire des huitres leur apportant une réelle valeur ajoutée. Ainsi, existent les dénominations « fines de claires » et « spéciales de claires », spécialité de la région de Marennes-Oléron et des Pays de la Loire.

Des huitres de toutes tailles sont commercialisables en « BtoB » (Business to Business) sans minimum de poids : principalement la vente de naissain et plus rarement de demi-élevage entre professionnels, mais également des huitres de taille commercialisable (supérieures à 30g).

Apports marins

Les apports d'eau de mer proviennent quant à eux de l'ensemble hydrographique « Baie de Vilaine » caractérisés par un faible courant 0.4 m/s (courants de marée d'origine sw-ne) et 0.2 m/s (courants résiduels d'origine majoritairement éolienne) (TREGUIER, 2018).



Débits résiduels secteur de Pen Bé – marée de vive eau (Gendronneau, 2006)

Caractéristiques de l'estran

Le temps important de renouvellement (temps de résidence : de l'eau de 2 à 8 jours) de l'eau dans la baie de Vilaine peut expliquer l'occurrence de périodes d'anoxie critique pour les producteurs, mais est compensée par l'alimentation en masse d'eau océanique lors des périodes de faible apport d'eau terrestre. Le traict se caractérise par un envasement moyen, des eaux calmes et donc peu turbides, expliquant un développement conséquent d'algues, mais également un captage de balanes sur les structures. Le risque d'encrassement du matériel ostréicole est conséquent et explique des manipulations plus récurrentes que sur d'autres zones de production. On observe une périodicité d'épisodes de prolifération de microalgues *Dinophysis* ou *Lepidodinium* (Glize, 2020).

Capacités productives et historiques de production

Une soixantaine de producteurs ostréicoles, mytilicoles et vénéricoles se partagent cette zone entre avec une prépondérance de l'ostréiculture dont la production est de 1000 tonnes par an (huitres en taille commerciale) soit 12% de la production ligérienne (Glize, 2013) et de 30 millions de naissains.

Alors que l'ensemble du territoire national est touché par de fortes mortalités estivales sur les juvéniles d'huitres à hauteur de 50 à 70 %, le traict de Pen-Bé Mesquer constitue une zone presque préservée de ce phénomène avec des mortalités estivales sur les juvéniles comprises entre 15 et 20% (Glize, 2013). Cette mortalité estivale serait liée ou en tout cas accompagnée par la présence d'herpesvirus OshV-1 (Glize, com pers). L'apparente spécificité de cette zone de production est cependant à nuancer par rapport à l'origine des huitres qu'on y élève. En effet, le parc de Pen-Bé se caractérise par l'élevage presque exclusif d'huitres d'écloseries triploïdes : 94.8% d'huitres issues d'écloserie dont 92% de triploïdes et 5,2 % de captage naturel (Glize, 2013). Les bons taux de survie et croissance des naissains triploïdes au sein de la zone très productive de Pen-Bé Mesquer, associés à la proximité du Polder de Bouin où se regroupent la majorité des écloveurs français, expliquent l'orientation productive de la zone : beaucoup de naissains mis sur parc avec des professionnels oscillant entre la production personnelle et la prestation au près d'écloseries/nurseries (pouvant étendre leur catalogue d'huitres à des stades plus avancés).

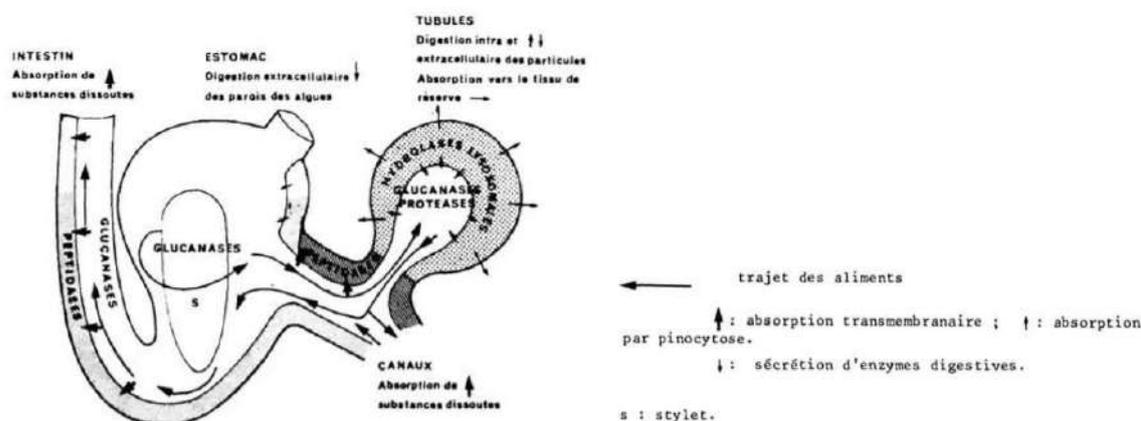
La zone est considérée très productive et le cycle d'élevage complet s'y faisait jusqu'à il y a quelques années sur 2 ans, avec des mortalités quasi nulles sur les huitres de 2^{ème} année. Cependant, deux nouveaux phénomènes sont apparus depuis quelques années : des phénomènes de mortalité accrue sur les huitres de 2 et 3 ans et une baisse de la productivité générale de la zone. Les causes de ces changements ne sont pas clairement identifiées mais une intensification de l'élevage conchylicole dans cette zone pourrait en être la cause avec, en quelques années, un passage de 20 millions de naissains (pour une production de 800-1000 T en produit fini à 30 millions de naissains sur les parcs avec seulement la moitié amenée en taille commerciale (Glize, 2015).

Annexe V : Biologie de l'huitre creuse

Nutrition – Système digestif de l'huitre :

Le système digestif de l'huitre creuse se compose d'une bouche encadrée de pièces buccales : les palpes labiaux (MORTON B.S, 1977), qui assurent une ingestion sélective des nutriments du milieu (Cognie et al., 2001) en fonction de la taille et de l'ornementation des particules (Ostrea, 2015). Le tube digestif est composé d'un estomac comportant un stylet cristallin, suivi de l'intestin et de l'anus.

Le stylet cristallin a un double rôle : trituration des aliments facilitant la digestion des carbohydrates et source d'énergie en cas de jeûne alimentaire (par dissolution et production d'enzyme transformant l'amidon en sucres digestibles), il constitue donc un témoin de l'activité alimentaire de l'huitre (Marteil Louis, 1976) (*Illustration ci-dessous*).



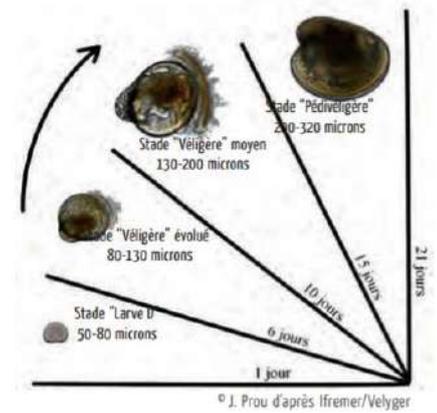
Représentation schématique des différents sites de la digestion chez Crassostrea gigas (Boucaud, 1985)

Trois organes assurent une alimentation sélective. Les branchies (en plus de la respiration) jouent un rôle de rétention particulaire en fonction de leur taille, les particules sélectionnées sont liées à un mucus pour éviter leur remise en suspension. Les palpes labiaux assurent une sélection pré-ingestive : les particules sont soit rejetées sous forme de pseudo-fèces soit soumises de nouveau à un tri avant d'entrer dans la bouche. Au sein du système digestif, la glande digestive assure une sélection post-ingestive sur les particules (De Crignis, 2007).

En fonction de la température de l'eau, le « taux de pompage » de l'huitre est compris entre 2 à 5 L d'eau filtrée par heure, avec un optimum à 20°C (huitresmarenesoleron.info, 2021). Le taux de filtration (vitesse d'épuration d'un volume d'eau en ses particules) est de 4 L.h⁻¹.g⁻¹ pour les flagellés et de 6,8 L.h⁻¹.g⁻¹ pour les cillés (Dupuy et al. 1999). Et dépend de la température, de la masse corporelle et de la concentration en nourriture (Phytoplancton, matière organique détritique et seston minéral). La croissance pondérale de l'huitre dépendra ainsi du taux de pompage, de l'efficacité de rétention, du taux de filtration, du taux de rejection, du taux d'ingestion et de l'efficacité d'absorption (De Crignis, 2007). Cette croissance en chair est dû au stockage de l'énergie accumulé par l'absorption d'éléments du milieu au sein de l'organe de réserve de l'huitre.

Reproduction :

La période de reproduction peut s'étendre (en fonction des températures et de la profondeur du parc (Soletchnik et al., 1998) de la fin du printemps (début de la maturation) à la fin de l'été (dernière ponte). Les émissions des gamètes des mâles et des femelles sont synchronisées pour optimiser le nombre de larves produites dont une grande partie ne survivra pas aux 3 premières semaines de vie avant leur fixation au stade pédivéligère (*Illustration ci-contre*). La larve devient, en se fixant, du « naissain », avec un plan d'organisation similaire à celui d'un adulte dont il atteindra la taille au fil de sa croissance (LEGUE & PROU, 2012).



Evolution des larves de *C. gigas* (Legué & Prou, 2015)

Obtention triploïde :

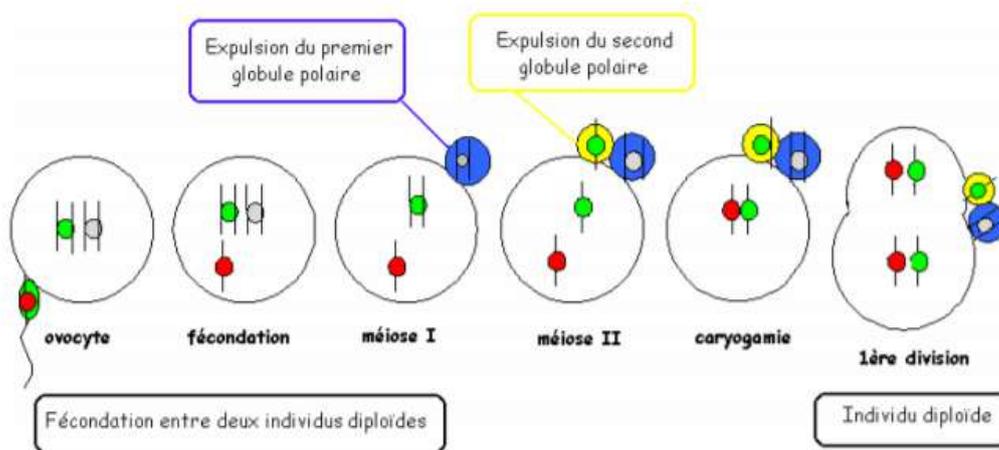
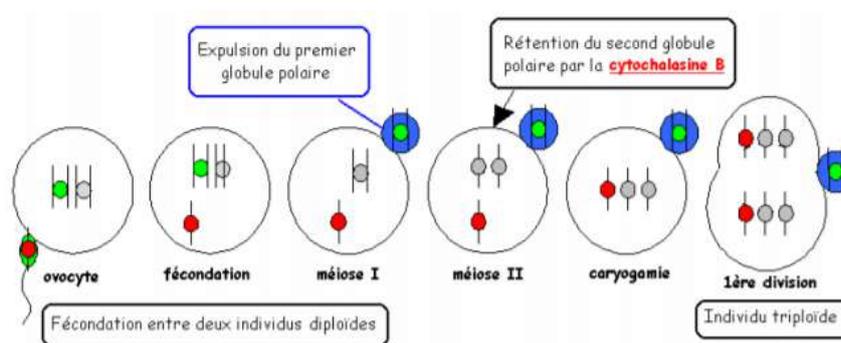


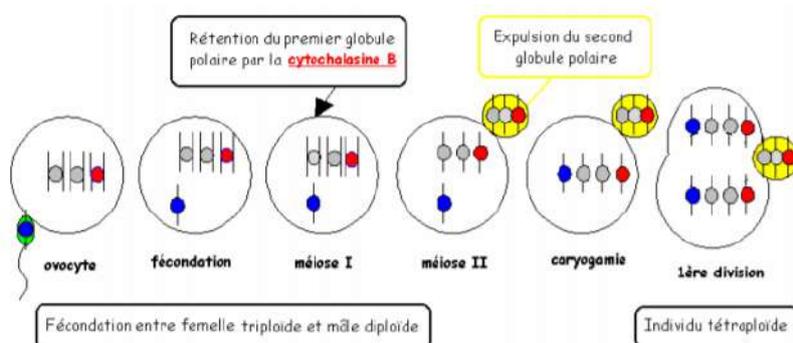
Schéma de la fécondation entre deux diploïdes et développement d'un œuf d'huitre diploïde (Haure et Al. 2003)

Le croisement entre deux diploïdes donne un individu diploïde de génome biparental (Illustration ci-dessus).



Inhibition de l'émission du 2nd globule polaire lors d'une fécondation diplo-diplo et obtention d'une descendance triploïde (Haure et Al. 2003)

Pour l'obtention d'une descendance triploïde à partir de deux diploïdes, l'expulsion du 2nd globule polaire est inhibée par la cytochalasine B : la descendance sera un triploïde ayant pour chaque trio de chromosomes 1 chromosome du « père » et 2 chromosomes identiques de la « mère ». Aujourd'hui grâce à la maîtrise de la production de tétraploïdes (Illustration ci-dessus), l'obtention des triploïdes se fait par croisement diplo-tétra.



Obtention d'un œuf tétraploïde par croisement diplo-triplo (Haure et Al. 2003)

L'obtention d'un tétraploïde, par croisement diplo-triplo, se fait par rétention du 1^{er} globule polaire : la descendance aura sur ses quatuors de chromosomes 1 du père et 3 de la mère. Une autre technique consiste à bloquer l'émission des 2 globules polaires après avoir inactivé le stock chromosomique du spermatozoïde.

Le choix de la technique utilisée dépend de son coût et des stocks de géniteurs tétraploïdes. Les schémas de sélection des géniteurs pour la production de triploïdes sont plus complexes du fait de la différence de diploïdies : les mâles et femelles sont dans des schémas de sélection distincts.

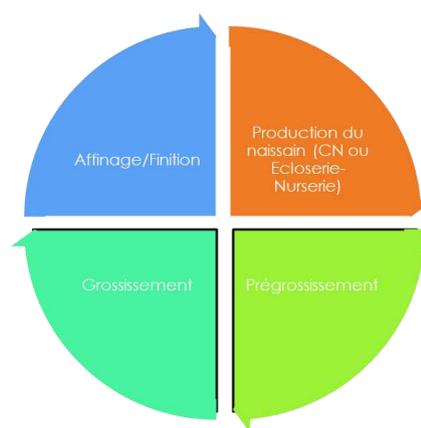
En France, seul l'Ifremer est habilité à produire des tétraploïdes cependant de nombreuses écloséries s'affranchissent de l'institut et produisent leurs propres tétraploïdes. Les tétraploïdes, de par leur nombre pair de chromosomes, sont fertiles et leur mise à lot (même dans des structures adaptées fermées) est soumise à des normes devant garantir la non dispersion dans le milieu naturel. En 2020, une consultation du MAA a été organisée dans ce but (Eau-et-rivières, 2021). Le 30 juillet 2021, un nouveau décret est adopté sur les bases de cette consultation (JORF, 2021).

Annexe VI : Elevage de *C. gigas* :

L'étude des performances de nouveaux systèmes d'élevage nécessite la connaissance des caractéristiques d'un cycle d'élevage ostréicole.

La durée de ce cycle d'élevage dépend : du type d'élevage choisi, de l'origine du lot (captage, ou diploïde ou triploïde d'écloserie) et des paramètres biotiques et abiotiques du milieu.

Le cycle d'élevage de *C. gigas* est composée de plusieurs phases. **L'obtention de naissain** peut se faire par **captage naturel** : les larves naturellement présentes dans les bassins naisseurs se fixent sur des structures placées en mer l'été (période de ponte) dans les bassins naisseurs, et s'y développent jusqu'au « détroquage » (elles sont décollées de la structure de captage) 6 à 8 mois plus tard pour être placées en poche. L'obtention de naissain, en s'affranchissant des périodes de reproduction naturelles des huitres, est rendue possible par les **écloseries** qui le produisent toute l'année en milieu contrôlé : les jeunes huitres passent de l'écloserie à la nurserie avant d'être mises à l'eau lorsqu'elles atteignent une taille T6 ou T8, tout comme le naissain de captage, mais à un âge plus précoce car « poussant » plus vite en nurserie. Les huitres d'écloserie sont issues d'une sélection de géniteurs et peuvent être diploïdes ou triploïdes, alors que le naissain de captage naturel est uniquement diploïde et issu du pool génétique des huitres adultes du bassin naisseur. Mis en mer, le naissain entame la phase de **prégrossissement (ou demi-élevage)** d'environ 1 an, puis (au stade d'« huitre de demi-élevage ») de **grossissement (ou élevage)** d'1 an ou plus, puis de **finition et/ou d'affinage**.



Au fil de la croissance d'un lot, le transfert dans des poches de maillage plus important, associé à des dédoublement (diminution de la densité au sein des poches en prévision de la croissance) est nécessaire pour permettre une circulation optimale de l'eau et un apport optimal en nutriments et en oxygène. Ce passage en poche de maillage plus grand permet également de diminuer les risques de colmatage des poches par la vase, les algues ou la fixation de coquillages entraînant de fortes mortalités.

Au cours du cycle d'élevage, des calibrages sont associés à ces changements de poches pour reconstituer des lots homogènes (la croissance au sein d'une même poche pouvant être très variable).

Ainsi, le cycle d'élevage durera au minimum 2 ans pour les « têtes de lots » alors que les « queues de lot » ou « boudeuses » (huitres à très faible croissance) pourront mettre plusieurs années supplémentaires avant d'atteindre le poids requis pour la commercialisation (*Illustration ci-dessous*).

Annexe VII : Diversité des élevages de *C. gigas* :

L'étude NOUSYSTOS s'intéresse à 4 nouveaux systèmes d'élevage, mais il existe une grande diversité de types et systèmes d'élevage ostréicole :

La culture au sol est la plus proche du mode de vie naturel de l'huître (Pangea Shellfish Company, 2020), la nécessité d'intervention humaine est très faible mais cette technique a été abandonnée en France au vu de la forte mortalité et de la repêche délicate sur estran mais elle continue d'exister en eau profonde. La culture en surélévation est la plus répandue en France : sur table, sur cadre ou en cage.



*Elevage en surélévation sur table
(Pangea Shellfish Company, 2020)*



Elevage en cage immergée (PSC, 2020)

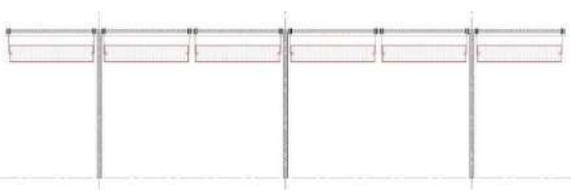


Elevage sur cadre (PSC, 2020)

Les tables surélevées sont des structures d'accroches adaptées pour une grande variété de poches. Les possibilités d'accroche et de mise en mouvement des poches, pour favoriser le brassage des huîtres, sont nombreuses, par exemple la suspension sous table (SST).



Poches Nodus en SST (NodusFactory.com)



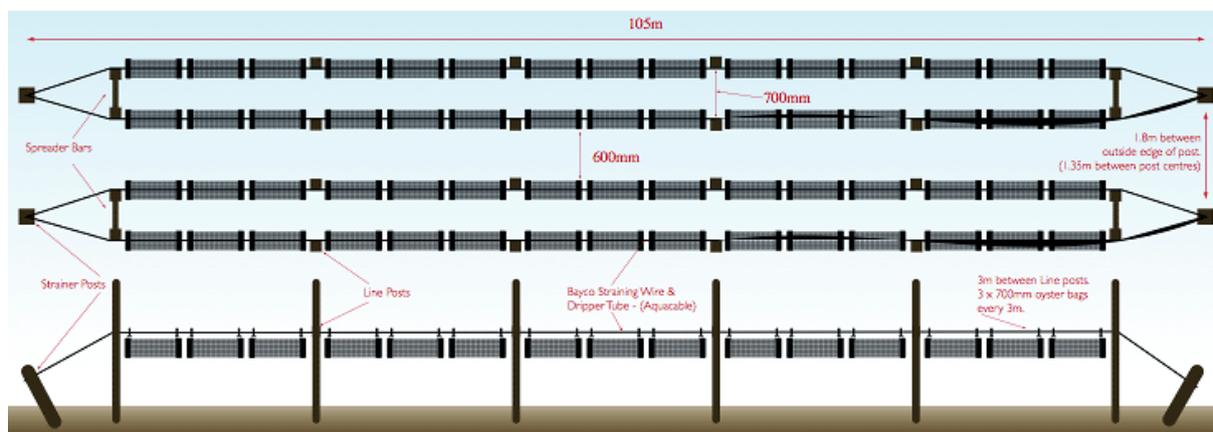
Poches CGA en SST sur axe (CGAdistrib.com)

Des systèmes encore plus récents, en cours de développement, permettent une totale indépendance des lots d'huîtres vis-à-vis de l'intervention humaine (illustration ci-dessous).



Ostréa Spin d'Ostréatlantic, 2021

Mais les tables ne constituent pas les seules structures d'élevage : la culture en suspension s'est développée particulièrement dans les pays possédant des baies fermées, aux eaux plus calmes, comme l'Australie. Des casiers ostréicoles sont suspendus à un câble tendu entre des pieux, on parle de « Long Line Systems » (illustration ci-dessous). L'oscillation continue de ses casiers « travaille » l'huître en continu qui ne se maille pas, entraînant une économie de temps et de main d'œuvre pour l'entreprise qui n'a pas à démailler ses casiers.



Système d'élevage ALS, BSToysters.com

La culture en suspension peut être « verticale », particulièrement adaptée au milieu subtidal. On retrouve en France ces systèmes, notamment dans l'étang de Thau.

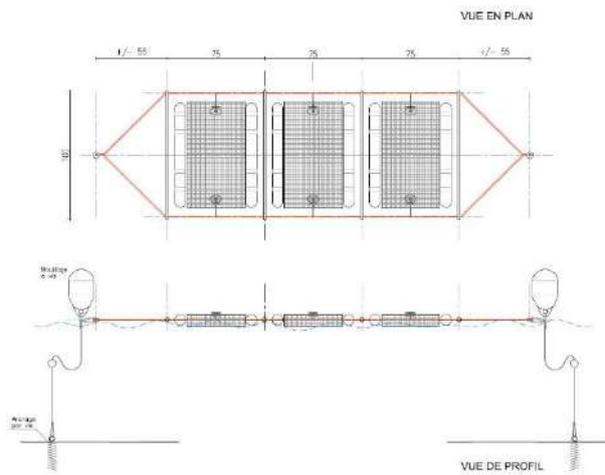


Lanterne de pré-gro Caliplast



Elevage en suspension sur l'étang de Thau (@Pintande-montpellier.co

La culture en flottaison est peu développée en France, les principaux fabricants étant américains, australiens et asiatiques. Cette technique consiste à faire une ligne de poches munies ou non de flotteurs pouvant être facilement retournées.



Elevage en poches en flottaison, NODUSsFactory



Retournement de poches flottantes, FlipFarm USA

Les innovations sont constantes et visent à optimiser les croissances en diminuant les coûts d'intervention sur les structures.