Étude des performances d'élevage de l'huître creuse en casiers australiens

Innovation de la conchyliculture charentaise

RAPPORT D'ÉTUDE

Cynthia Carpentier, Pierrick Barbier, Paul Bodin, Gaël Oudot

Février 2022

Carpentier Cynthia
Innovation de la conchyliculture charentaise

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

Porteur du projet : CRC17

Étude des performances d'élevage de l'huître creuse en casiers australiens

Rapport d'étude
76 pages

Février 2022

Citation du document : Carpentier C, Barbier P, Bodin P, Oudot G. Étude des performances d'élevage de l'huître creuse en casiers australiens. Rapport d'étude CAPENA, 63 p.

RÉSUMÉ :

L'étude du système d'élevage australien mené de 2019 à 2021 par le CRC17 et CAPENA a permis d'apporter aux professionnels des données zootechniques concrètes quant à la pratique de cette nouvelle technique en Charente-Maritime.
L'objectif principal de ce travail est de comparer les performances d'élevage d'huîtres élevées en casiers australiens par rapport à un élevage traditionnel en poches surélevées et d'apporter des préconisations pour l'adaptation ce système en Charente-Maritime. Des expérimentations secondaires ont permis, d'explorer l'effet de la hauteur des casiers australiens sur les performances d'élevage, ou encore l'influence des casiers sur l'envasement des parcs. Les répercussions économiques de cette nouvelle technique d'élevage sur les entreprises ont également été étudiées.

En phase de finition, les casiers australiens s'avèrent bénéfiques puisqu'ils permettent d'obtenir des huîtres (diploïdes et triploïdes) de meilleure qualité de chair et significativement plus remplies. Un élevage en casiers permet d'obtenir plus d'huîtres Spéciales que la poche sur table.

Dans le cas d'un élevage à partir du naissain, le système d'élevage en casiers australiens permet de limiter la mortalité particulièrement en 1ère année. Aucune différence de croissance entre la poche surélevée et le casier n'a cependant été observé durant les 2 ans de tests à partir du naissain. Malgré tout, cette innovation zootechnique permet d'obtenir des cheptels plus homogènes en poids que la poche.

Le test mené en longline sur l'ile de Ré met en évidence l'intérêt d'ajuster la hauteur de la ligne afin d'optimiser la croissance des huîtres en casiers australiens. Il semble ainsi préférable de privilégier un élevage sur une ligne plus haute lors du printemps afin d'optimiser la pousse printanière mais de redescendre la ligne en automne afin d' « abriter » les huîtres des conditions météorologiques automnales.

Enfin, le suivi de l'envasement à l'échelle des longline n'a pas mis en évidence d'effet du système d'élevage sur la hauteur du sédiment. Sur le site de Manson on observe cependant un effet bénéfique des longline par rapport aux poches sur tables sans dévaseurs. En effet, en automne le système australien permet de diminuer le sédiment à sa base, comme les dévaseurs sous les tables ostréicoles.

Mots clés : casiers australiens, innovation, ostréiculture, expérimentation, zootechnie, pratique d'élevage, Charente-Maritime, technique, performances d'élevage

Remerciements

CAPENA tient à remercier les ostréiculteurs charentais qui se sont impliqués dans cette étude et plus particulièrement ceux ayant participé aux essais et ayant partagé leurs expériences sur l'utilisation des casiers australiens dans le bassin de Marennes-Oléron.

Nous remercions également le lycée Maritime et Aquacole de La Rochelle pour sa participation aux essais menés sur leur ferme aquacole de l'ile de Ré.

CAPENA tient aussi à remercier les conseillers technico-commerciaux Baptiste Foret et Gaël Guéguen respectivement des entreprises SEAPA et HEXCYL, qui nous ont suivi tout au long de l'étude. Merci à eux pour leur conseils et aides, le partage d'expériences recueilli dans les différents bassins ostréicoles français et internationaux ainsi que leur intérêt pour cette étude mené avec le CRC17.
Enfin, merci à eux d'avoir rendu possible les échanges avec les collègues australiens et notamment la venue de Garry Seidl (Australie), Aaron Pannell (Nouvelle-Zélande) et Matt Will (Etats-Unis) qui ont pu visiter les sites expérimentaux et échanger autour des objectifs et enjeux de cette nouvelle pratique en Charente-Maritime.

Sommaire

Table des Figures 5
Table des Tableaux 7
Introduction 8
I. Pourquoi le casier australien ? 10
1. Présentation de l'élevage en casiers australiens 10
2. Matériels et méthodes des essais charentais 12
2.1. Tests zootechniques du système d'élevage australien 12
a. Tests zootechniques à partir du naissain 14
b. Tests zootechniques de finition en casiers australiens 15
c. Test de flotteurs sur les casiers australiens 15
d. Tests de systèmes anti- bigorneaux 16
2.2. Suivi de l'impact des casiers australiens sur l'envasement 17
2.3. Traitement des données 19
II. Étude d'un élevage en casiers australiens à partir de naissain 20
1. Élevage en casiers australiens à partir de naissain charentais 20
1.1. Naissain charentais 2020 20
1.2. Naissain charentais 2021 24
2. Élevage en casiers australiens à partir de naissain d'écloserie triploïde 27
2.1. Naissain d'écloserie triploïde 2020 27
2.2. Naissain d'écloserie triploïde 2021 32
III. Finition d'huîtres creuses en casiers australiens 36
1. Finition d'huîtres naturelles, issues d'un captage charentais, en casiers australiens 36
1.1. Croissance et Forme 36
1.2. Remplissage et qualité de chair des huîtres 38
1.3. Mortalité associée 40
2. Finition d'huîtres d'écloserie triploïde en casiers australiens 43
2.1. Croissance et forme des huîtres triploïdes 43
2.2. Remplissage et qualité de chair des triploïdes 45
2.3. Mortalité des huîtres triploïdes en finition 47
3. Test de flotteurs en 2020 50
IV. Autres intérêts du casier australien pour l'ostréiculture charentaise 51
1. Effet des casiers australiens sur l'envasement des parcs 51
1.1. Dynamique sédimentaire sur zone sans élevage ostréicole 51
1.2. Analyse de l'évolution de la hauteur du sédiment suivant le système d'élevage 52
1.3. Relation entre la hauteur des sédiments et leur teneur en eau 53

1.4. Analyse de la teneur en eau des sédiments suivant le système d'élevage associé 54
2. Intérêts socio-économiques de cette nouvelle technique d'élevage 55
2.1. Temps de travail et allègement des marées 55
2.2. Impact économique des casiers australiens 57
V. Autres tests menés au cours de l'étude 60
1. Essai du FlipFarm dans le bassin de Marennes-Oléron 60
2. Effet de la hauteur de la longline sur les résultats zootechniques 61
2.1. Effet de la hauteur sur l'élevage de T12 charentais 62
2.2. Effet de la hauteur sur l'élevage de T20 triploïdes 64
3. Lutte contre les bigorneaux perceurs 66
4. Test d'un prototype de socle pour l'installation de longline sur substrat rocheux 67
Conclusion 68
Bibliographies 71
Annexes 72

Table des Figures

Figure 1 : Casiers australiens en longline 8
Figure 2 : Casiers australiens sous tables ostréicoles 8
Figure 3 : Longlines en Australie 10
Figure 4 : Tables de casiers australiens en Normandie 11
Figure 5 : Technique d'élevage ostréicole " Rack and Rail system" en Australie et Nouvelle-Zélande 11
Figure 6 : Carte des sites expérimentaux de l'étude 12
Figure 7 : Schéma des dispositifs à l'essai pour chacun des 3 sites principaux 13
Figure 8 : Deux types de casiers australiens : Hexcyl et Seapa 14
Figure 9 : Flotteurs testés lors des essais de finition 2020 15
Figure 10 : Systèmes préventifs anti-bigorneaux testés à Manson. 16
Figure 11 : Portique mésotopgraphique 18
Figure 12 : Echantillonnage du naissain 2020 en 2ème année d'élevage en casiers 20
Figure 13 : Suivi de la croissance à partir du naissain charentais 2020 en casiers australiens 20
Figure 14 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne du naissain charentais 2020 selon le système d'élevage : casiers australiens ou poches ostréicoles 21
Figure 15 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne du naissain charentais 2020 selon le parc et le système d'élevage casiers ou poches 22
Figure 16 : Huîtres charentaises de 2 ans élevée en casiers australiens 23
Figure 17 : Huîtres après 1 an d'élevage en longline et en poche 24
Figure 18 : Suivi de la croissance du naissain charentais 2021 suivant le système d'élevage : casiers australiens ou poches ostréicoles 25
Figure 19 : Naissain charentais 2021 après 5 mois d'élevage en longline 25
Figure 20 : Suivi de la croissance moyenne d'huîtres triploïdes en élevage complet en casiers australiens selon le parc 27

Figure 21 : Huître triploïde après 2 ans d'élevage en casier australien....28
Figure 22 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne des huîtres triploïdes selon le système d'élevage casiers australiens ou poches ostréicoles....28
Figure 23 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne en casiers suivant la densité choisie....29
Figure 24 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne suivant le système d'élevage et le parc 30
Figure 25 : Qualité de chair des huîtres triploïdes élevées en casiers australiens et en poches....31
Figure 26 : Suivi de la croissance du naissain triploïde 2021 suivant le système d'élevage : casiers australiens ou poches ostréicoles....32
Figure 27 : Huître triploïde après 1 an en casiers australiens....33
Figure 28 : Suivi de la mortalité du naissain triploïde 2021 en casiers australiens....33
Figure 29 : Naissain triploïde après 2 mois d'élevage en longline....34
Figure 30 : Croissance des huîtres naturelles en finition 2019 suivant les trois système d'élevage étudiés....36
Figure 31 : Prise de poids des huîtres naturelles en finition 2020 suivant le système d'élevage et le parc étudiés....37
Figure 32 : Huître charentaise après 4 mois de finition en casiers australiens....37
Figure 33 : Huître naturelle après 4 mois de finition en casier australien....38
Figure 34 : Longlines installées à Mortane....39
Figure 35 : Mortalités cumulées moyennes des huîtres naturelles en finition 2019, suivant les trois systèmes d'élevage étudiés....40
Figure 36 : Mortalités cumulées moyennes des huîtres naturelles en finition 2020, suivant le système d'élevage et le parc étudié....41
Figure 37 : Prise de poids moyenne des huîtres triploïdes en finition 2019 suivant le parc et le système d'élevage étudiés....43
Figure 38 : Casiers sous table installés à Perquis....43
Figure 39 : Prise de poids moyenne des huîtres triploïdes en finition 2020, suivant le parc et le système d'élevage étudié....44
Figure 40 : Trace de frottement des casiers sur les huîtres triploïdes....45
Figure 41 : Huître triploïde après 4 mois de finition en casiers australiens....45
Figure 42 : Deux triploïdes issues d'une finition en casiers australiens....46
Figure 43 : Mortalités moyennes des huîtres triploïdes en finition 2019, suivant le système d'élevage étudié....47
Figure 44 : Mortalités moyennes des huîtres triploïdes en finition 2020, suivant le système d'élevage étudié....48
Figure 45 : Flotteurs testés lors des essais de finition 2020 sur le parc de Manson....50
Figure 46 : Systèmes d'élevage en casiers australiens, sous table ou en longline....51
Figure 47 : Différence de hauteur du sédiment en fonction des modalités testées pour chaque site....52
Figure 48 : Teneur en eau en fonction de la hauteur de sédiment en fonction des modalités.....53
Figure 49 : Teneur du sédiment en fonction des modalités testées pour chaque site....54
Figure 50 : Retour d'expérience d'un professionnel sur ses interventions 2020 sur son naissain élevé sur ses longlines d'un parc du bassin de Marennes-Oléron....56
Figure 51 : Retour d'expérience d'un professionnel sur ses interventions 2020 menées sur du demi-élevage élevé en longline dans un parc du bassin de Marennes-Oléron....56
Figure 52 : Installation des longlines à terre et en mer....57
Figure 53 : Casiers australiens sous table....58
Figure 54 : Système du Flip Farm mis en œuvre en Australie et Nouvelle-Zélande....60
Figure 55 : Système du Flip Farm testé dans le bassin de Marennes-Oléron....60
Figure 56 : Huîtres après quelques mois d'élevage en FlipFarm à Manson....61
Figure 57 : Test de 2 hauteurs de ligne sur les longlines du Martrey, ile de Ré....62

Figure 58 : Croissance du naissain charentais en longline suivant les deux hauteurs de lignes testées 63
Figure 59 : Longlines sur le site de l'ile de Ré....63
Figure 60 : Mortalité cumulée moyenne des huîtres charentaises au Martrey, suivant le système d'élevage : casiers australiens et poches ostréicoles....64
Figure 61 : Suivi de la croissance en longline des T20 triploïdes au Martrey, suivant la hauteur des lignes....65
Figure 62 : Mortalité cumulée moyenne du T20 triploïdes élevés au Martrey, suivant le système d'élevage choisi : poches ou casiers australiens 65
Figure 63 : Bigorneaux perceurs et leur ponte fixés sur les pieux des longlines à Manson 66
Figure 64 : Installation de longline sur substrat rocheux 67

Table des Tableaux

Tableau 1 : Synthèse des essais zootechniques menés sur chacun des 3 sites expérimentaux principaux : Perquis, Manson et Mortane et pour chaque type de casiers....17
Tableau 2 : Variables suivies pour l'étude de l'impact des casiers australiens sur l'envasement....18
Tableau 3 : Moyennes de croissance du naissain 2020 en 1ère et 2ème année d'élevage, suivant la technique choisie 20
Tableau 4 : Moyennes des mortalités en fin de 2ème année d'élevage selon le système et la densité d'élevage....22
Tableau 5 : Synthèse des résultats zootechniques pour un élevage en casiers australiens à partir du naissain naturel....26
Tableau 6 : Synthèse des résultats zootechniques d'un élevage en casiers australiens à partir du naissain triploïde....35
Tableau 7 : Synthèse des principaux résultats de la finition en casiers australiens d'huîtres naturelles....42
Tableau 8 : Synthèse des principaux résultats de la finition en casiers australiens d'huîtres triploïdes....49
Tableau 9 : Interventions suivant le système d'élevage du CAPENA : casiers australiens ou poches ostréicoles....55
Tableau 10 : Comparaison du coût d'investissement à l'are suivant le système d'élevage et le scénario d'implantation des casiers....59
Tableau 11 : Synthèse des principaux résultats zootechniques de l'étude des casiers australiens en Charente-Maritime....69

Introduction

C'est au 17ème siècle que l'élevage d'huîtres creuses débute en France. Au cours des différentes époques, les systèmes d'élevage ostréicoles ont évolué peu à peu pour arriver au début des années 60 au système actuel : la poche sur table (Bertran et al., 2012). Malgré l'apparition de l'élevage en eau profonde (filière ostréicole) dans les années 90, la technique majeure reste la poche surélevée (Carpentier, 2015).
Cependant, depuis plusieurs années, la conchyliculture charentaise affronte une dégradation des conditions de production et des crises zoosanitaires à répétition. Pour atténuer leur impact sur les performances d'élevage et le bon développement des entreprises ostréicoles, ces dernières souhaitent mettre en œuvre de nouvelles pratiques et de nouveaux matériels. C'est ainsi qu'une innovation zootechnique a fait son apparition dans les bassins ostréicoles français : le casier australien.

Figure 1 : Casiers australiens en longline

Figure 2 : Casiers australiens sous tables ostréicoles

L'innovation de cette nouvelle technique d'élevage provenant d'Australie repose entre autres sur deux éléments :

- un volume (20/25 L en général) facilitant le passage de l'eau au sein des casiers,
- un système de clips conférant aux casiers la capacité de bouger avec le courant marin.

En France, deux mises en œuvre de ces casiers australiens sont pratiquées par les ostréiculteurs :

- la méthode originelle australienne, à savoir en longline (Figure 1). Les casiers sont alignés sur des lignes de plusieurs mètres de long soutenues par des pieux.
- l'autre système pratiqué en France consiste à adapter les tables ostréicoles afin de pouvoir disposer les casiers australiens en dessous (Figure 2).

En Charente-Maritime, une dizaine de professionnels s'essayent depuis quelques années à cette nouvelle technique. Suite à la demande de professionnels charentais, le CRC17 a souhaité explorer plus précisément le potentiel d'élevage de cette innovation zootechnique et partager les résultats à l'ensemble de la profession. Le CRC17 a sollicité le CAPENA pour lancer une étude de 3 ans sur ce nouveau système d'élevage afin de donner une dimension collective aux tests menés individuellement dans le bassin. Le projet « Innovation de la conchyliculture charentaise », porté par la profession et regroupant plusieurs problématiques d'innovation, a ainsi été lancée en 2019.

Ce projet comporte un volet mytilicole et un volet ostréicole. Il a pour objectif de proposer à la profession des solutions méthodologiques et techniques afin d'améliorer les rendements d'élevage et la qualité des produits finis tout en optimisant les conditions de production : pénibilité, mécanisation, envasement sous les installations ou réduction des coûts.

Pour se faire, le volet ostréicole est construit autour de deux axes de travail choisis par les professionnels charentais :
1. La recherche de nouveaux systèmes de dévasage éco-compatibles, nécessitant l'utilisation de matériaux biosourcés moins impactant pour l'environnement,
2. L'étude des performances d'élevage de l'huître creuse en casiers australiens sur estran. Ce document concerne ce 2ème axe de travail.

L'objectif de cette étude est d'explorer les conditions d'élevages optimales pour l'adaptation de la zootechnie en casier australien dans le bassin de Marennes-Oléron. En outre, ce projet permet d'acquérir les premières valeurs de référence quant aux performances d'élevage de cette nouvelle méthode dans bassin de production charentais. Ces données seront une base de connaissance pour l'optimisation et l'adaptation de la zootechnie australienne dans l'environnement marin charentais.
Outre les performances zootechniques des casiers australiens, la profession s'interroge également sur les autres intérêts/atouts de cette innovation. L'étude s'est donc également intéressée à l'effet de ce nouveau système d'élevage sur l'envasement du bassin et les aspects socio-économiques qu'engendre son utilisation au sein des entreprises charentaises. En effet, depuis les années 80, l'exhaussement des fonds est devenu une des problématiques majeures des conchyliculteurs du bassin de Marennes-Oléron (Sornin, 1981). L'accumulation de vase dans les zones d'élevage génère des contraintes non-négligeables pour les professionnels, comme l'enfoncement des structures d'élevage et la difficulté d'accéder à certaines zones, à tel point que certains parcs envasés ont été délaissés par la profession.
La part de l'effet des installations conchylicoles dans ce phénomène est un sujet à débat au sein de la profession (Carpentier, 2020). Des études menées dans le bassin ont cependant démontré qu'à l'échelle d'un parc ostréicole, les forçages hydrodynamiques étaient impactés par les tables à poches : jusqu'à 60% à marée montante (Kervella, 2010a et 2010b ; Carpentier, 2020).
L'objectif de la profession face à ce phénomène d'envasement est d'explorer les éventuels impacts négatifs ou positifs que pourrait avoir une nouvelle technique d'élevage.

En 2019, CAPENA a construit avec les professionnels un protocole d'essai afin de répondre à ces objectifs. Un Comité de Pilotage (COPIL) a été mis en place dès le début de l'étude afin de valider les objectifs et les orientations du projet, exercer une expertise sur les résultats des essais et les attendus du projet, s'assurer du bon déroulement de l'étude et permettre d'entretenir une dynamique entre les différents acteurs impliqués dans ce projet. Le COPIL, composé principalement de la profession, de la DDTM, du Parc naturel marin Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis (EGMP) et du lycée maritime et aquacole de La Rochelle, se réunit une fois par an afin d'échanger sur les résultats des essais et des éventuelles adaptations du protocole à mettre en place l'année suivante.

I. Pourquoi le casier australien ?

1. Présentation de l'élevage en casiers australiens

Au début des années 90, les ostréiculteurs australiens ont développé le système d'élevage intertidale en longline associé à l'utilisation de casiers pour produire leurs huîtres (Nell, 2001).

Ce système d'élevage consiste dans la mise en place de pieux verticaux sur lesquels est tendue une ligne horizontale servant de point de fixation aux casiers suspendus (Figure 3). En Australie, ces lignes sont généralement d'une centaine de mètres.

Figure 3 : Longlines en Australie (Source : SEAPA)

Plusieurs éléments, caractéristiques du système d'élevage ostréicole australien, en font une vraie innovation zootechnique pour la profession ostréicole française :

- **Mouvement des casiers :** Les casiers sont reliés à la ligne grâce à des clips spécifiques permettant de conserver une mobilité. Les casiers peuvent ainsi bouger avec les courants marins (onde de marée, vagues, houle), les huîtres sont alors mises en mouvement et sont travaillées. Les phases de brassage réalisées sur les poches par les ostréiculteurs français afin de travailler le produit, limiter les huîtres maillées ou collées entre elles, ne sont alors plus nécessaires.

- **Hauteur de ligne ajustable :** Afin d'améliorer et optimiser la croissance et la qualité de chair des huîtres, le système de longline est conçu pour que la hauteur de la ligne soit ajustable. Suivant la stratégie d'élevage et des conditions environnementales, l'ostréiculteur peut ainsi baisser ou monter sa ligne et donc le niveau de ses huîtres en élevage.
  Les lignes pourront être baissées afin que les huîtres poussent plus rapidement ou pour protéger les infrastructures lors de périodes d'intempéries (source Seapa et Hexcyl). À l'inverse, les lignes pourront être relevées si le professionnel souhaite travailler davantage sur la qualité de chair de ses produits. En effet, en position haute, les casiers se trouvent dans la zone de la colonne d'eau où l'énergie est la plus forte. Les huîtres s'en trouvent donc plus travaillées.

- **Volume :** Contrairement à la poche ostréicole, le casier australien permet de fournir aux huîtres un volume (15, 20, 25 ou 30 L) pour leur développement. En effet, le passage du courant et donc des nutriments est facilité, permettant théoriquement une meilleure alimentation des cheptels en élevage.

Construite autour de ces 3 caractéristiques, cette innovation permettrait d'obtenir des produits d'une qualité de chair supérieure mais également de diminuer la pénibilité du travail à la marée et les interventions sur les cheptels en élevage.

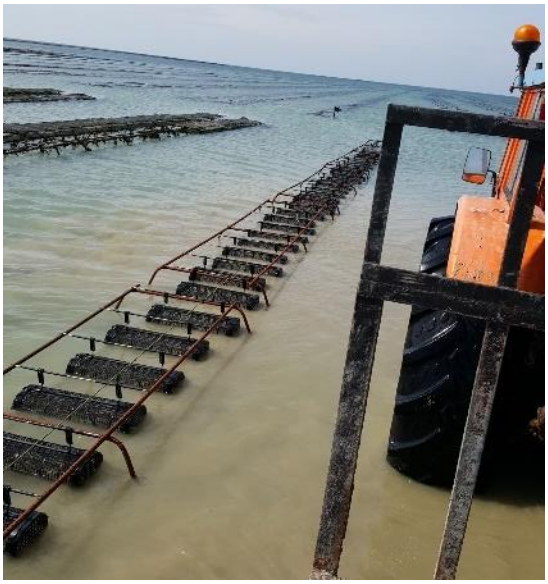


Figure 4 : Tables de casiers australiens en Normandie (Source : SEAPA)

Fort de ces éléments et de l'intérêt qu'ils suscitent, la pratique d'élevage australienne est peu à peu arrivée en France au milieu des années 2000, majoritairement en Normandie.

Afin d'adapter cette innovation au système ostréicole français, les casiers australiens sont d'abord implantés sous des tables ostréicoles adaptées (Figure 4). Les longlines font petit à petit leur arrivée dans les bassins conchylicoles français. Pour appuyer les tests de quelques professionnels dans le développement de cette innovation zootechnique à l'échelle française et afin de les aider dans l'adaptation optimale aux conditions des bassins ostréicoles français, des études sont mises en place telle que celle menée par le SMEL en Normandie (Blin et al. 2018).

Dans chaque bassin, les études menées permettront également d'appuyer les demandes de la profession pour insérer cette innovation dans les schémas des structures conchylicoles (DDTM, 2015).

D'un point de vue environnemental, plusieurs éléments sont relevés par les ostréiculteurs australiens. Contrairement aux systèmes d'élevage australiens plus anciens, « the rack and rail system », l'élevage en longline présente une empreinte au sol beaucoup plus faible (Nell, 2001 ; Figure 5).

De plus, l'utilisation des casiers permet aux ostréiculteurs australiens de travailler sur des structures en plastique réutilisables contrairement à leurs techniques d'élevage (Figure 5) plus ancienne pour laquelle ils sont dépendant du bois goudronné ou traité (Nell, 2001).

Figure 5 : Technique d'élevage ostréicole " Rack and Rail system" en Australie et Nouvelle-Zélande (Source : asioysters.com.au)

Le système australien historique consiste à utiliser une architecture en bois traité sur laquelle sont fixés des contenants (filets, casiers, …) pour les huîtres (Figure 5). Ce système se rapproche du système de tables et poches ostréicoles utilisé en France.

2. Matériels et méthodes des essais charentais

2.1. Tests zootechniques du système d'élevage australien

Choix des sites expérimentaux

Afin de répondre aux objectifs de l'étude et notamment la question de l'adaptation du modèle australien aux conditions charentaises, il a été choisi d'étudier le système d'élevage en casiers australiens dans plusieurs parcs, présentant des caractéristiques environnementales différentes (orientation, exposition, hydrodynamisme, type de sédimentation, …). Ainsi, cinq sites expérimentaux (Figure 6) ont été suivis au cours des trois années d'étude sur les casiers australiens.

- Le Martrey, ile de Ré. Concessionnaire : Lycée maritime et aquacole de La Rochelle
- La Casse, bassin de Marennes-Oléron. Concessionnaire : entreprise privée au Château d'Oléron
- Mortane, bassin de Marennes-Oléron. Concessionnaire : entreprise privée à Ors
- Manson, bassin de Marennes-Oléron. Concessionnaire : entreprise privée à Bourcefranc-le-Chapus
- Perquis, bassin de Marennes-Oléron. Concessionnaire : entreprise privée à Marennes

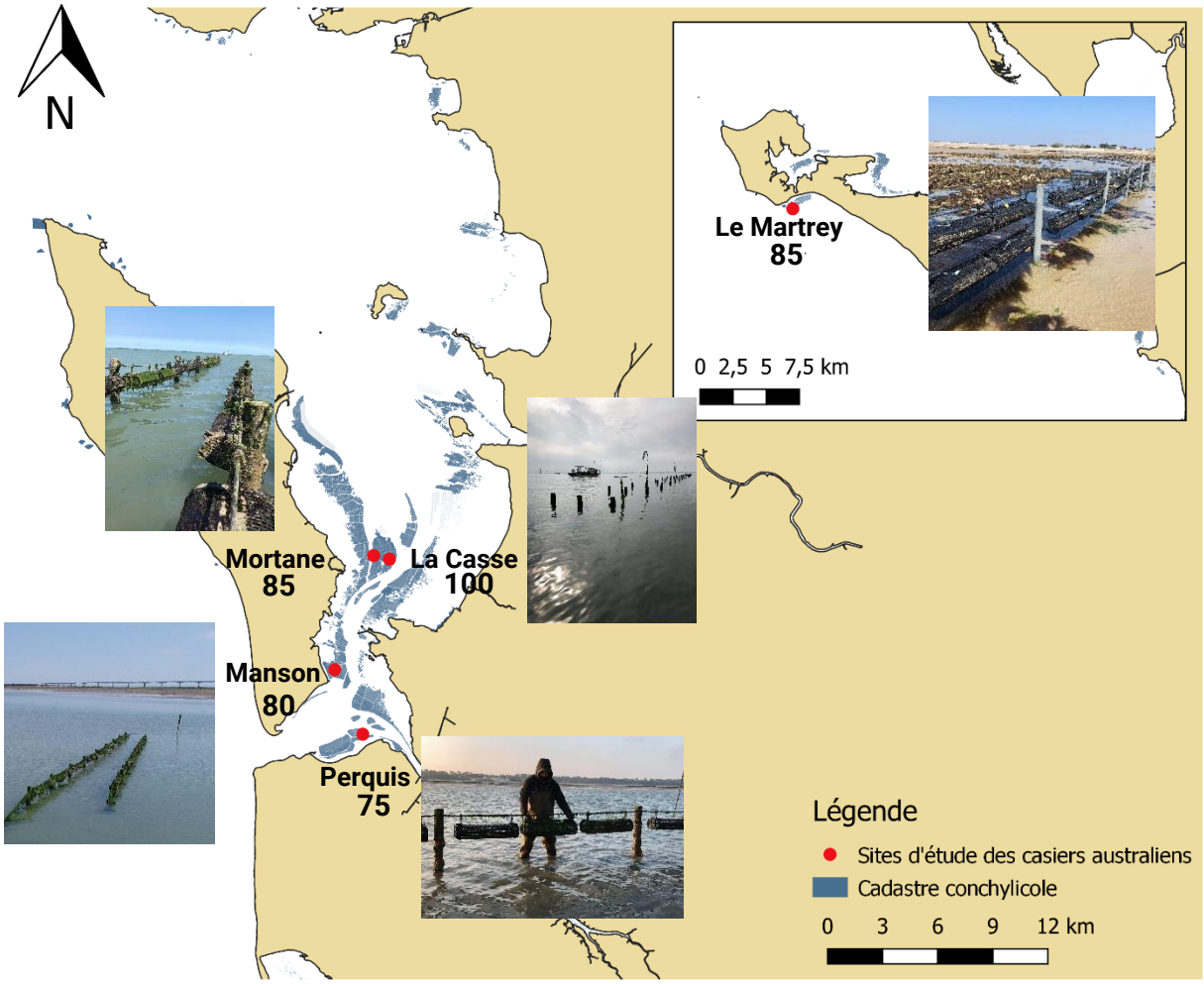


Figure 6 : Carte des sites expérimentaux de l'étude
Les numéros sous les sites correspondent aux coefficients de marées pour lesquelles chaque parc s'exonde

Les sites de Mortane, Manson et Perquis sont les parcs sur lesquels ont été mené les principaux essais zootechniques de l'étude décrit ci-dessous.

Sur le site de la Casse un test de prototype pour l'installation des longlines sur substrat rocheux est testé par un professionnel (cf. V.4 page 67).
Enfin, en partenariat avec le Lycée maritime et aquacole de La Rochelle, un essai est mené au Martrey en 2021 afin d'étudier l'effet de la hauteur des lignes sur les performances d'élevage (cf. V.2 page 61).

Choix zootechniques de l'étude (Figure 7)
Au vu de l'adaptation du système d'élevage australien par les normands (Figure 4) et de certains tests menés par les ostréiculteurs charentais, l'étude s'est portée sur la technique originelle en **longline** (Figure 1) et l'adaptation des **casiers sous table** (Figure 2).
L'objectif de ces essais étant de comparer les performances zootechniques du système en longline et en casiers sous table au système ostréicole traditionnel, les lots étudiés seront également suivis en poche sur table.

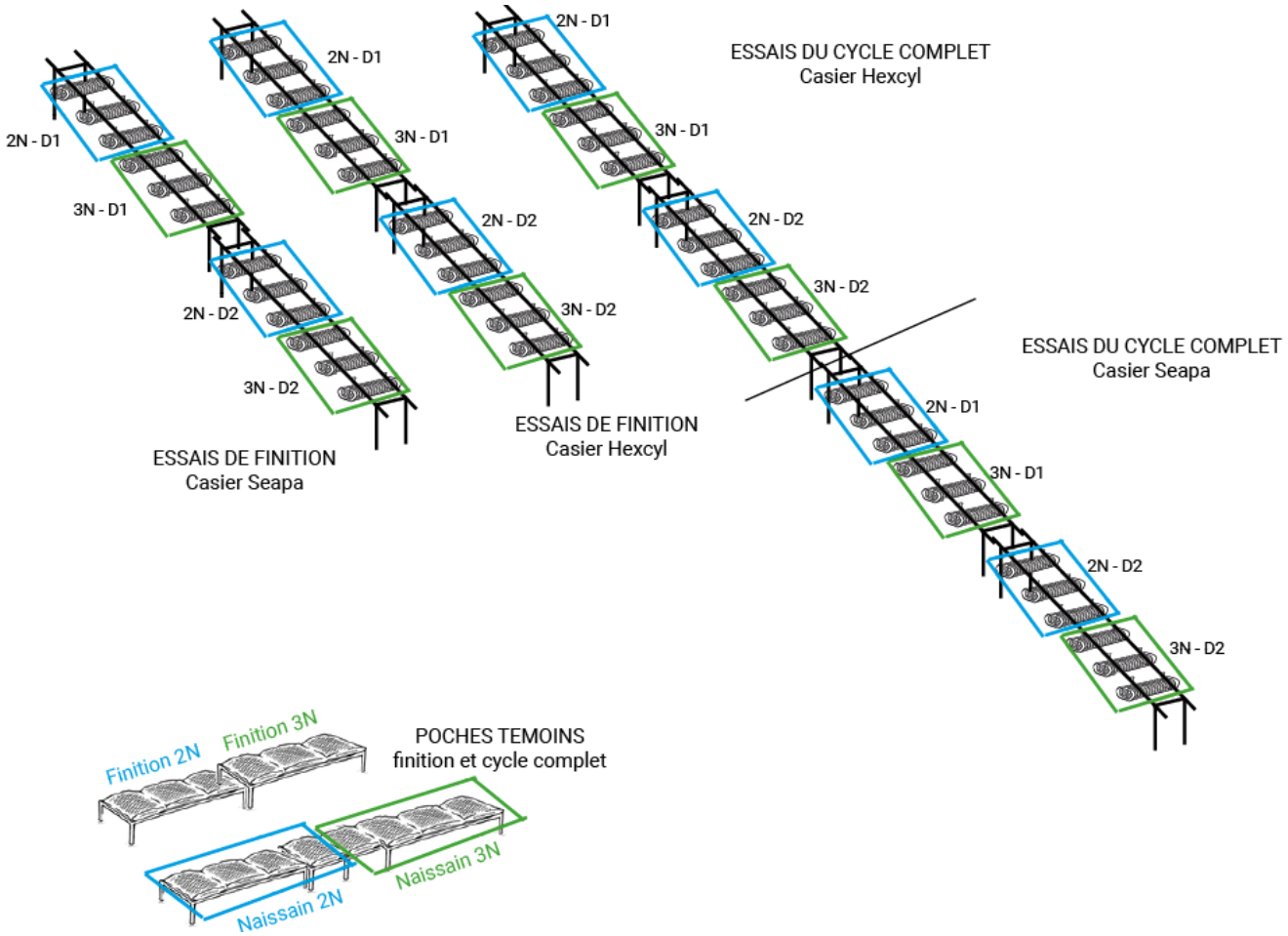


Figure 7 : Schéma des dispositifs à l'essai pour chacun des 3 sites principaux : Perquis, Manson et Mortane
À droite les longlines et à gauche les tables à casiers)
(2n : huîtres issues d'un captage naturel charentais, et 3n : huîtres triploïdes / D1 : faible densité et D2 : forte densité par casiers)

Afin de proposer à la profession les données zootechniques de différentes conduites d'élevage possibles en casiers australiens, l'étude s'est portée sur le **cycle à du naissain** (taille T10) et sur la **phase de finition** (Figure 7, Tableau 1).
Les tests sont menés sur des huîtres **triploïdes** issues d'écloserie ainsi que sur des huîtres issues d'un **captage naturel charentais**. L'objectif principal de cette étude étant d'apporter des

données sur les potentialités zootechniques de cette innovation ainsi que de proposer différentes conduites d'élevage possibles, les deux ploïdies ne seront pas confrontées.
Enfin, l'**effet de la densité** sera étudié (Figure 7, Tableau 1). Pour ce faire, une densité forte (D2) et une densité faible (D1) seront définies pour chaque essai mené.

Pour chaque test, un lot est donc défini par un site x une ploïdie x un système d'élevage x une densité (Tableau 1, Figure 7). Les variables suivies sont : la croissance (gain de poids, en g), la mortalité (en %), la forme des huîtres (indice de longueur, IL), l'indice de remplissage (en %) ainsi que la qualité de chair (IQ) (Annexe 1).

Figure 8 : Deux types de casiers australiens : Hexcyl et Seapa

Le marché des casiers australiens proposant majoritairement deux « types » de casiers (fournisseur Hexcyl et Seapa), il a été choisi de réaliser les tests zootechniques sur les deux (Figure 7 et Tableau 1). Ces derniers diffèrent notamment par leur forme, le type de plastique le constituant mais également le clips permettant la mobilité du casier (Figure 8), et la méthode d'installation des longlines sur les parcs.
Les performances zootechniques des deux types de casiers ne sont pas comparées afin de ne pas prendre parti pour l'un ou l'autre des fournisseurs du marché. Elles permettent d'intégrer la diversité des produits disponibles aux ostréiculteurs charentais.

a. Tests zootechniques à partir du naissain

Lors des essais d'élevage en casiers australiens à partir de naissain, deux variables zootechniques sont principalement suivies, afin d'évaluer l'intérêt de cette innovation pour les professionnels charentais. Elles sont : la croissance et la mortalité. En fin d'élevage, la qualité de chair ainsi que le remplissage sont également relevés pour constater le type de produits obtenus à l'issu d'un tel élevage.
Deux mises à l'eau ont été faites durant le projet : au printemps 2020 et au printemps 2021. Le projet prenant fin en décembre 2021, les variables d'intérêt ont pu être recueillies pour le naissain 2020 en 1ère année (AN1) et en 2ème année (AN2). Les tests d'élevage à partir du naissain 2021 ont, quant à eux, permis de collecter les données de 1ère année.

Que ce soit pour le naissain d'écloserie triploïde ou le naissain naturel charentais, la taille des individus à la mise à l'eau est T10.

Les densités testées dans le cadre de ces essais sont : D1 = 500 et D2 = 800 naissains/casier. Les poches témoins sont garnies à 1 000 individus/poche.
Au cours du cycle et suivant la croissance des individus en élevage, des dédoublages sont réalisés à 250 (D1) et 400 (D2) individus/casier et 500 huîtres/poche.

b. *Tests zootechniques de finition en casiers australiens*

Pour ces essais de finition en casiers australiens, cinq variables zootechniques sont suivies afin d'évaluer l'intérêt et le potentiel de cette innovation : la prise de poids des huîtres, leur forme, leur remplissage, la qualité de sa chair et enfin la mortalité associée à cette finition en casiers.
Lors de l'analyse en laboratoire des produits issus de la finition, l'indice de chambrage (IC) au *Polydora* a également été relevé (Annexe 1). Cet indice permet d'évaluer qualitativement l'infestation de la coquille par le ver. Une huître infestée par *Polydora* perd en valeur commerciale. Suivant le degré d'infestation l'huître peut ne pas être commercialisée.

Les essais de finition sont menés sur des huîtres de calibre 5 à 4, issues d'un captage charentais.
Les densités d'élevage choisie pour ces tests de la finition sont : D1 = 60 et D2 = 80 huîtres/casier et 180 individus/ poche pour les témoins.

Le suivi s'est déroulé du début du mois d'août au début du mois de décembre et ce, sur deux années consécutives : 2019 et 2020 afin de moyenner l'effet année mais l'influence des conditions environnementales ne pourra pas être discriminé.

c. *Test de flotteurs sur les casiers australiens*

À la suite des retours d'expérience des ostréiculteurs normands sur l'utilisation des casiers australiens en France, il s'avère que des flotteurs sont ajoutés aux casiers afin d'accentuer leurs effets, notamment sur la forme, le remplissage et la qualité de chair.
À la suite du 2ème COPIL du projet, les partenaires ont souhaité tester à petite échelle ce dispositif sur les essais de finition afin de connaitre leur impact et leur intérêt pour les produits charentais.

Figure 9 : Flotteurs testés lors des essais de finition 2020

En 2019, le parc de Manson présente des résultats en casiers dans la moyenne. Il a ainsi été choisi en 2020 pour y installer des casiers en longline muni de flotteurs (Figure 9).
À la demande du COPIL, deux types de flotteurs ont été testés : le modèle mis en place par les ostréiculteurs normands (à gauche Figure 9) et un système de flottaison dans le casier pouvant facilement être ajusté en enlevant ou retirant des flotteurs (à droite Figure 9).
Les casiers des essais de finition 2020 ont ainsi été équipés durant les 4 mois de test.

d. Tests de systèmes anti- bigorneaux

Lors des tests de finition menés en 2019, des bigorneaux ont pu être observés le long des poteaux des longlines. Aucune mortalité n'a été spécifiquement rattaché à ce prédateur. Cependant, dans un souci de prévention et à la demande du COPIL, des tests de techniques anti-bigorneaux ont été mis en place.

Le système de tahitienne est utilisé sur les pieux mytilicoles normands contre les crabes et les araignées (à gauche Figure 9). En effet, les franges mobiles de la tahitienne peuvent constituer un obstacle à la progression des bigorneaux sur les pieux et les empêchant d'accéder à l'intérieur des casiers d'élevage.

La tahitienne normande étant en plastique, nous avons souhaité tester le principe à partir d'un prototype éco-compatible construit par des cordes de coco (à droite, Figure 9).

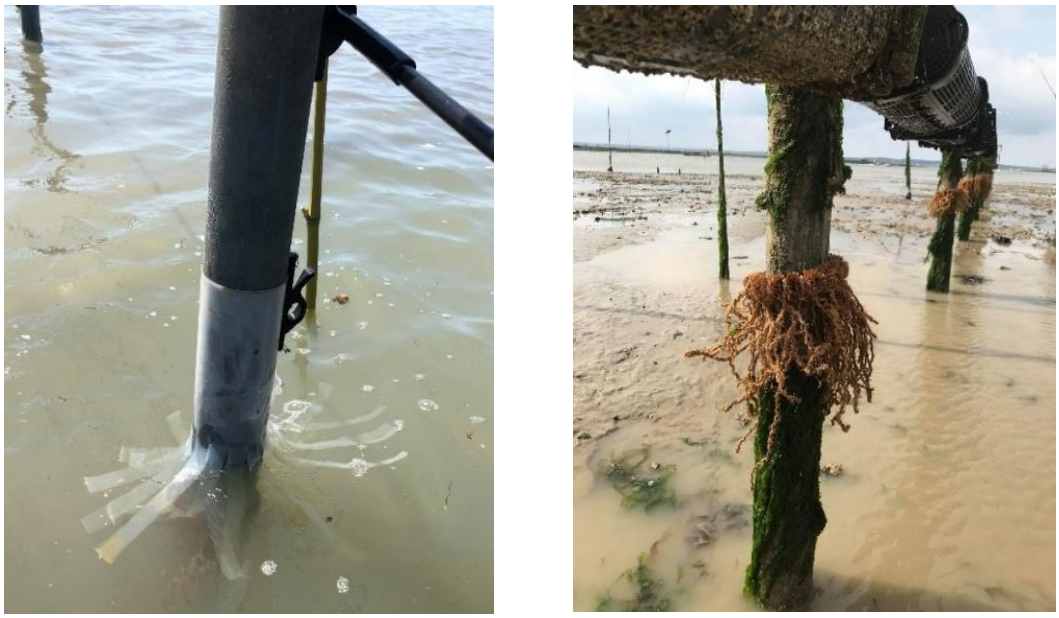


Figure 10 : Systèmes préventifs anti-bigorneaux testés à Manson.
À gauche : tahitienne en plastique. À droite : prototype de tahitienne en corde de coco

Avec ce test, nous avons voulu tester l'efficacité contre les bigorneaux des systèmes préventifs.

Pour ce faire, les pieux et les lignes ont été entièrement nettoyé des éventuels bigorneaux présents. En fin de printemps 2020, les systèmes anti-bigorneaux ont été installés sur les poteaux des longlines.

En 2019, le parc de Manson présentant des résultats zootechniques intermédiaire aux deux autres sites expérimentaux, il a été choisi de réaliser ces tests sur Manson.

Tableau 1 : Synthèse des essais zootechniques menés sur chacun des 3 sites expérimentaux principaux : Perquis, Manson et Mortane et pour chaque type de casiers (Hexcyl et Seapa)
(2n : huîtres issues d'un captage naturel charentais, et 3n : huîtres triploïdes / D1 : faible densité et D2 : forte densité par casiers / LL : système d'élevage en longline et CT : système d'élevage en casiers sous table)

	2019	2020	2021
Finition	LL 2n D1 / LL 2n D2 CT 2n D1 / CT 2n D2 Témoins Poche LL 3n D1 / LL 3n D2 CT 3n D1 / CT 3n D2 Témoins Poche D1 = 60 et D2 = 80 huîtres/ casiers	LL 2n D1 / LL 2n D2 CT 2n D1 / CT 2n D2 Témoins Poche LL 3n D1 / LL 3n D2 CT 3n D1 / CT 3n D2 Témoins Poche D1 = 60 et D2 = 80 huîtres/ casiers + Test de flotteurs à Manson + Test d'un système anti-bigorneaux à Manson (cf. V.3 page 66)	–
Tests à partir du naissain	–	LL 2n D1 / LL 2n D2 CT 2n D1 / CT 2n D2 Témoins Poche LL 3n D1 / LL 3n D2 CT 3n D1 / CT 3n D2 Témoins Poche D1 = 500 et D2 = 800 naissains/casiers + Test d'un système anti-bigorneaux à Manson (cf. V.3 page 66)	LL 2n D1 / LL 2n D2 CT 2n D1 / CT 2n D2 Témoins Poche LL 3n D1 / LL 3n D2 CT 3n D1 / CT 3n D2 Témoins Poche D1 = 500 et D2 = 800 naissains/casiers + Suite du suivi lots 2020

2.2. Suivi de l'impact des casiers australiens sur l'envasement

Afin d'observer les éventuels effets des casiers australiens sur l'envasement des parcs, trois variables ont été suivies durant deux années d'élevage afin de qualifier l'effet des casiers australiens sur la sédimentation des parcs (Tableau 2) :

- La hauteur de sédiment : elle est mesurée grâce à l'installation de portiques mésotopgraphiques sur les sites (Figure 11). Voir l'Annexe 2 pour le protocole détaillé. Le suivi de ce paramètre permet d'avoir sur une année, la dynamique d'envasement associée aux systèmes d'élevage étudiés.
- La granulométrie : elle permet d'obtenir la taille des particules constituant le sédiment au pied des installations conchylicoles mais également de quantifier leur distribution. Chaque classification granulométrique ayant un comportement physique différent, la granulométrie permet de caractériser le sédiment suivant le système d'élevage associé.
- La fluidité du sédiment : Variable obtenue par la mesure de la teneur en eau (%) contenu dans le sédiment. Voir l'Annexe 3 pour le protocole détaillé.

L'interprétation des données de teneur en eau et donc de fluidité des sédiments permet de caractériser la résistance des dépôts sédimentaires suivant le système d'élevage associé. Plus un sédiment est résistant moins il sera aisé de le remettre en suspension et donc de le laver (Oms, 2003).
En outre, d'après le retour d'expérience des ostréiculteurs du bassin, il semble que la résistance du sédiment permette également d'apprécier l'âge du dépôt (récent, ancien) : un sédiment plus récent est moins résistant qu'un dépôt datant de quelques mois par exemple.

Figure 11 : Portique mésotopgraphique

Pour la granulométrie et la fluidité du sédiment, les premiers centimètres de sédiments superficiels sont prélevés à l'aide d'un pilulier de 10 cl remplis avec les 10 premiers cm de sédiments

Tableau 2 : Variables suivies pour l'étude de l'impact des casiers australiens sur l'envasement

	Suivi	Fréquence	Modalités
Hauteur du sédiment	Relevés mésotopographiques	1 fois / mois	- Sous les longlines -Sous les tables à poches -Sous les tables à poche équipées de dévaseurs -Témoin sans élevage conchylicole
Granulométrie	Prélèvements de sédiments analyses granulométriques	1 fois tous les 3 mois	
Fluidité du sédiment	Prélèvements et mesures de la teneur en eau	1 fois / mois	

La valeur Témoin est mesurée à au moins 8 m de toute installations ostréicoles et appartenant au même habitat benthique.

Ce suivi a été mené sur les trois sites expérimentaux principaux (Figure 6) de l'étude : Perquis, Manson et Mortane.

2.3. Traitement des données

L'ensemble des données recueillies durant les trois années de tests est présenté sous forme de moyenne avec une barre d'erreur associée (écart-type). Cinq bases de données ont été réalisées afin de réaliser le traitement statistique des résultats obtenus sur les parcs expérimentaux :

- une base de données réunissant les valeurs de croissance et de mortalité des lots des tests d'élevage en casiers australiens à partir du naissain 2020 et 2021 ;
- une base de données biométriques, à l'échelle des individus, regroupant les valeurs de qualité de chair, de remplissage et de forme des individus de deux ans (test à partir du naissain 2020) ;
- une base de données recueillant les valeurs de croissance et de mortalité des lots des tests de finition 2019 et 2020 ;
- une base de données à l'échelle des individus regroupant les données de qualité de chair, de remplissage et de forme des individus en finition 2019 et 2020 ;
- une base des données de hauteur du sédiment et de la teneur en eau de ce dernier durant les deux années de suivi.

Des modèles de régressions linéaires multiples ont été utilisés pour déterminer l'effet du système d'élevage (casiers australiens vs poches témoins), du choix du parc, de la densité en casiers et de l'année d'élevage sur les variables d'intérêt présentées précédemment (croissance, mortalité, forme, qualité de chair et remplissage).
Les tests de comparaison de moyennes utilisés sont des ANOVA simples et multiples suivis de tests post-hoc de Tukey HSD. Les conditions d'application de ces tests paramétriques sont vérifiées par le test de Shapiro-Wilk (normalité) sur les résidus de l'ANOVA et le test de Bartlett (homoscédasticité). En cas de non-normalité ou d'hétéroscédasticité des données, le test non-paramétrique de comparaison de moyenne de Kruskall-Wallis est réalisé. Le seuil de significativité utilisé pour les tests de normalité, d'homoscédasticité et de comparaisons de moyennes est $\alpha < 0,05$.
L'ensemble des données est traité avec les logiciels R (Version 4.0.3) et RStudio® (Version 1.3.1093)

II. Étude d'un élevage en casiers australiens à partir de naissain

1. Élevage en casiers australiens à partir de naissain charentais

1.1. Naissain charentais 2020

Croissance
À priori, aucun effet du système d'élevage sur la croissance du naissain charentais n'a été observé, que ce soit en 1ère ou en 2ème année d'élevage (Tableau 3).

Tableau 3 : Moyennes de croissance du naissain 2020 en 1ère et 2ème année d'élevage, suivant la technique choisie (casiers australiens ou poches ostréicoles)

	Longline	Casiers sous table	Poches Témoins
Fin de 1ère année	+ 10,2 ±2,3 g	+ 9,4 ±2,1 g	+ 12,0 ±1,7 g
Milieu de 2ème année	+ 20,4 ±5,4 g	+ 19,3 ±5,7 g	+ 20,8 ±3,3 g
Fin de 2ème année	+ 35,3 ±5,6 g	+ 32,0 ±5,7 g	+ 34,0 ±0,6 g

Figure 12 : Echantillonnage du naissain 2020 en 2ème année d'élevage en casiers

Malgré tout, en 1ère année, la croissance en casiers sous table semble plus variable d'un parc à l'autre : +11,9 ±1,2 g à Mortane contre +7,9 ±1,3 g sur Perquis (Figure 13).

L'analyse de la croissance en casiers australiens du naissain charentais suivi durant deux ans a permis de mettre en évidence l'influence du choix du parc en 1ère année (Figure 13) : en moyenne le naissain a pris 8 ±1,5 g à Perquis contre 9,5 ±1,4 g à Manson et 12 ±1,5 g sur Mortane en 1ère année.
En 2ème année, l'effet du parc n'est plus significatif notamment dû au fait de la variabilité intra-parc de la croissance (Figure 13). Cependant, cette variabilité de prise de poids en casiers australiens reste inférieure à celle rencontrée en poches ostréicoles. En effet, tout au long du cycle d'élevage, les huîtres élevées en poches ont présenté des poids plus hétérogènes qu'en casiers australiens.

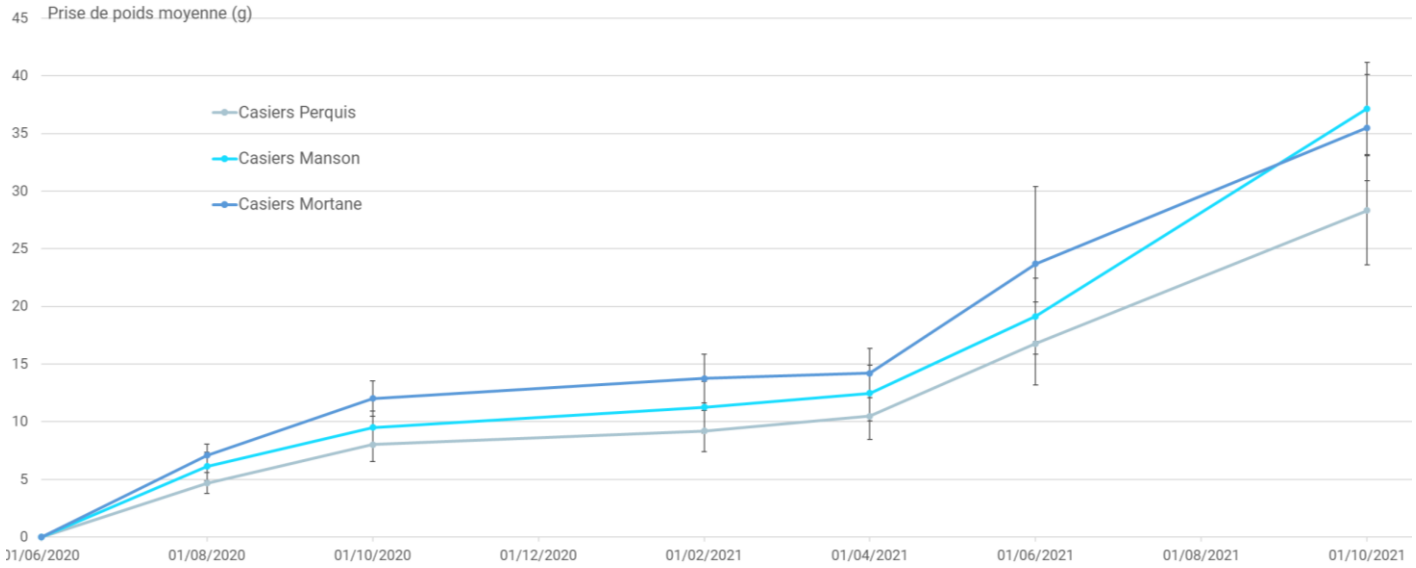


Figure 13 : Suivi de la croissance à partir du naissain charentais 2020 en casiers australiens

La densité en casiers impacte significativement la croissance du naissain jusqu'en milieu de 2ème année : une plus faible densité est à privilégier pour obtenir la meilleure croissance. En fin de 2ème année, le chargement par casier n'a pas d'effet significatif sur la croissance des AN2.

Forme

Contrairement à la croissance, le choix du système d'élevage exerce une forte influence sur la forme des huîtres. Les deux années de suivi ont montré que la longline et la poche permettaient d'obtenir des huîtres significativement plus rondes qu'en casiers sous table.

La densité par casier joue également un rôle dans la forme des huîtres : un élevage en casiers à faible densité permet aux huîtres un meilleur travail et donc d'avoir une forme plus ronde.

Mortalité

En 1ère année d'élevage, malgré une mortalité en longline qui commence à se détacher légèrement de celle en casiers sous table et en poches, les données des trois systèmes d'élevage testés ne se distinguent pas : en moyenne, 28 ±3,7% de mortalité en longline contre 32 ±4,6% en casiers sous table et 32 ±2,6% en poches (Figure 14). À partir de l'été de 2ème année, on constate un décrochement des mortalités en poches. Les AN2 élevées en longline présentaient à cet instant une mortalité de près de 15% inférieure à celle en poches ostréicoles (Figure 14).

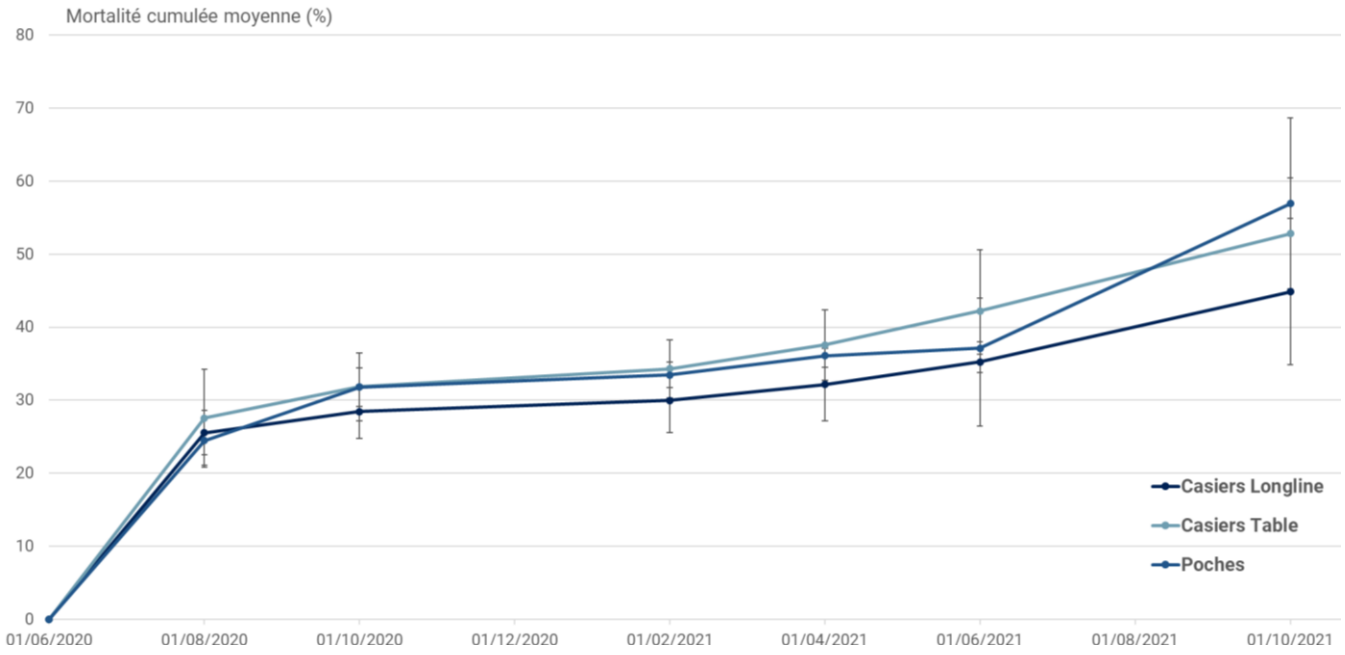


Figure 14 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne du naissain charentais 2020 selon le système d'élevage : casiers australiens ou poches ostréicoles

On constate également que quel que soit le parc, la mortalité en casiers sous table est toujours significativement supérieure à celle en longline (Figure 15).

Le choix du parc joue un rôle important dans les résultats de mortalité (Figure 15). On observe notamment en fin d'année 2021, que le parc de Perquis se démarque des deux autres sites avec une mortalité cumulée moyenne significativement supérieure à celle de Mortane et Manson. Ceci est majoritairement dû aux résultats des AN2 en poches ostréicoles qui ont connu un pic de mortalité durant l'été de +31% (Figure 15).

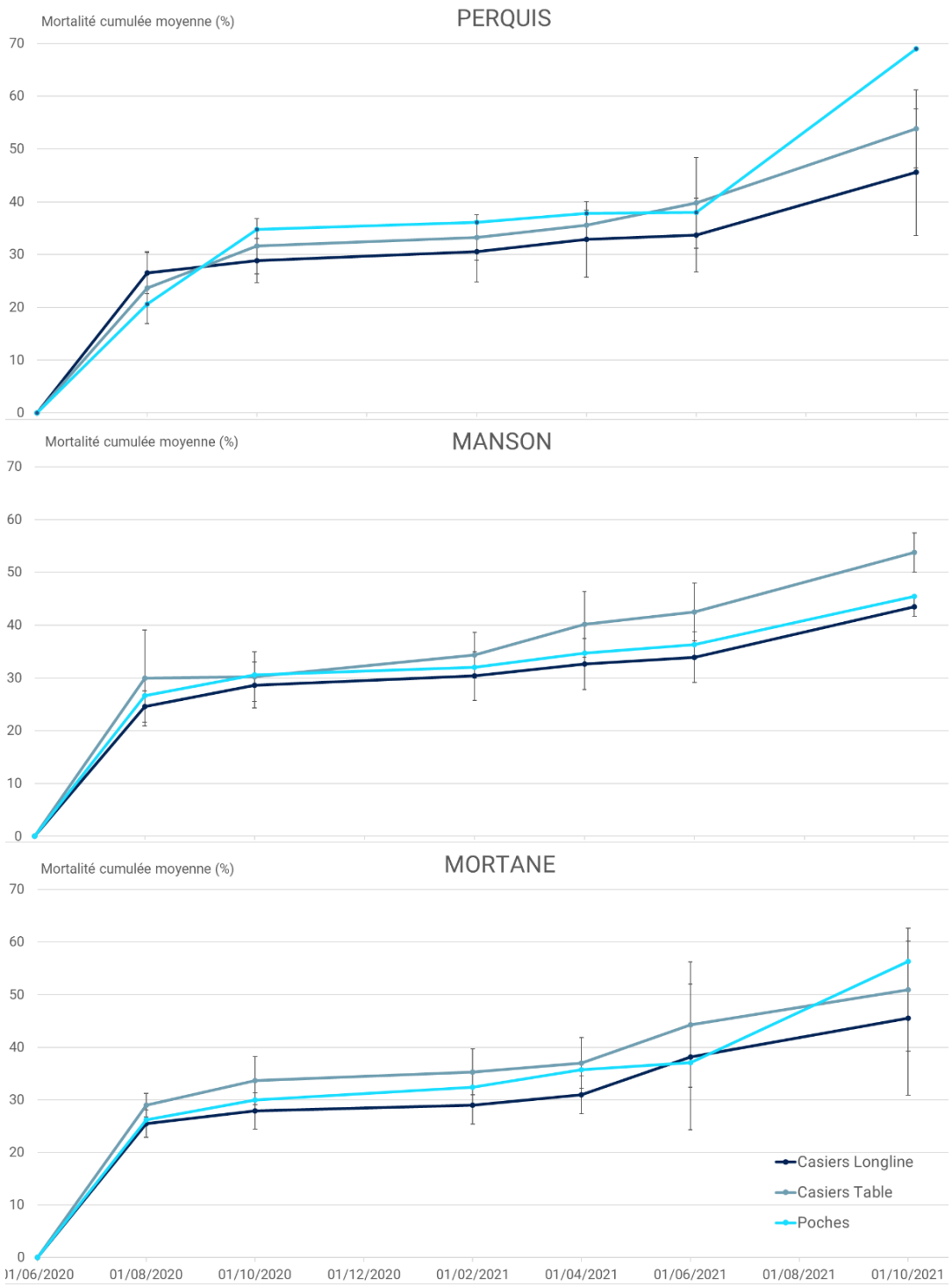


Figure 15 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne du naissain charentais 2020 selon le parc et le système d'élevage casiers ou poches

La densité en casiers australiens n'a pas impacté les mortalités des huîtres. Par exemple en fin de 2ème année :

Tableau 4 : Moyennes des mortalités en fin de 2ème année d'élevage selon le système et la densité d'élevage

Casiers australiens D1	Casiers australiens D2	Témoins poches
48,9 ±10,3%	48,8 ±9,3%	56,9 ±11,8%

Au cours de la 2ème année d'élevage, malgré des résultats proches, on a pu observer qu'en moyenne, un élevage en longline à forte densité permettait de limiter les mortalités des AN2.

Données qualitatives
En fin de 2ème année d'élevage, environ 7% des huîtres élevées en casiers australiens ont atteint la taille marchande (calibre 3 et supérieur). La poche a permis en moyenne à 4% des huîtres d'atteindre ces calibres. La part d'individus à taille marchande est homogène d'un parc à l'autre confirmant l'absence d'effet du parc d'élevage sur la croissance à partir de la 2ème année.
Malgré ce faible pourcentage, nous avons souhaité étudier les données de qualité de chair et de remplissage afin d'avoir, en fin de 2ème année, une idée des effets de l'innovation australienne sur ces données après un cycle complet.

Figure 16 : Huîtres charentaises de 2 ans élevée en casiers australiens

Le choix du système d'élevage impacte la qualité de chair des huîtres naturelles. Les résultats sont très proches mais que la régularité des produits issues des trois systèmes d'élevage permet de différencier significativement les IQ avec en moyenne 10,9 ±2 en longline contre 10,7 ±1,8 en poches et 10,4 ±2,3 en casiers sous table.
La longline semble à privilégier pour obtenir un meilleur indice de qualité de chair.

Le parc a également un effet sur la qualité de chair avec notamment le site de Perquis sur lequel les huîtres ont été de moins bonnes qualité (IQ = 10,1 ±1,8 contre 11 ±2 sur Manson et Mortane).

Enfin, le professionnel devra adapter la densité en casier selon le système qu'il choisira (longlines ou casiers sous table) afin d'optimiser la qualité de ses produits. Les données de cet essai a ainsi mis en évidence sur Perquis qu'une faible densité en casier sous table donnait des huîtres de faible qualité (IQ=9 contre 11 à forte densité). Tandis qu'à l'inverse, un élevage à faible en densité en longline permet d'obtenir de meilleurs indices de qualité (IQ=11 contre 9,8 à forte densité).

Remplissage
Comme pour la qualité de chair, le système d'élevage choisi influence significativement le remplissage des huîtres charentaises. À l'issue de 2 ans d'élevage, la poche permet d'obtenir des huîtres plus remplies qu'en casiers australiens : en moyenne 30,2 ±4,7% en poche contre 28,5 ±6,4% en casiers, particulièrement sur les parcs de Manson et Perquis.
De plus, comme pour la qualité de chair, suivant le système en casiers choisi (sous table ou en longline) et le parc, la densité a plus ou moins d'impact sur le taux de remplissage des huîtres naturelles. Sur Perquis par exemple : en longline la faible densité a permis d'obtenir des huîtres plus remplies en 2ème année. À l'inverse, en casiers sous table, la forte densité a amélioré la survie des huîtres.
Le professionnel devra donc ajuster son chargement suivant les choix stratégiques fait concernant le parc et la technique employé.

Ces résultats de qualité et de remplissage sont à titre informatif et serai à confirmer avec les données d'huîtres en dernière année de cycle d'élevage

1.2. Naissain charentais 2021

Croissance
L'année de mise à l'eau du naissain a un effet significatif sur les résultats de croissance en 1ère année. En 2021, la croissance des AN1 est supérieure à celle de 2020 : en moyenne +14,6 ±3,7 g contre +10,6 ±2,0 g.

Durant les 1ers mois d'élevage du naissain 2021, le choix du parc a exercé une forte influence sur la croissance avec notamment sur Perquis un naissain plus petit de 5 ±2,6 g que sur Manson et Mortane. Après l'été, cet effet du parc ne devient plus qu'une tendance. Le site d'élevage du naissain charentais n'influence donc plus sa croissance en fin de 1ère année.

Figure 17 : Huîtres après 1 an d'élevage en longline (à gauche) et en poche (à droite)

Malgré l'absence de différence significative de croissance entre les trois systèmes d'élevage testés (Figure 18), on a pu observer lors de ces essais, comme pour le naissain 2020, une grande variabilité de la croissance en poche tout au long de la 1ère année d'élevage (Figure 18). Ainsi lors du dédoublage, les casiers ont permis d'avoir un cheptel plus homogène que la poche ostréicole facilitant ainsi l'étape de criblage des AN1.

Au début de l'élevage en casiers australiens, la densité a eu tendance à influencer la croissance du naissain charentais de 2021. Cependant, après l'été (3 mois après la mise à l'eau), l'analyse montre un impact significatif de la densité par casier sur la croissance automnale des huîtres.

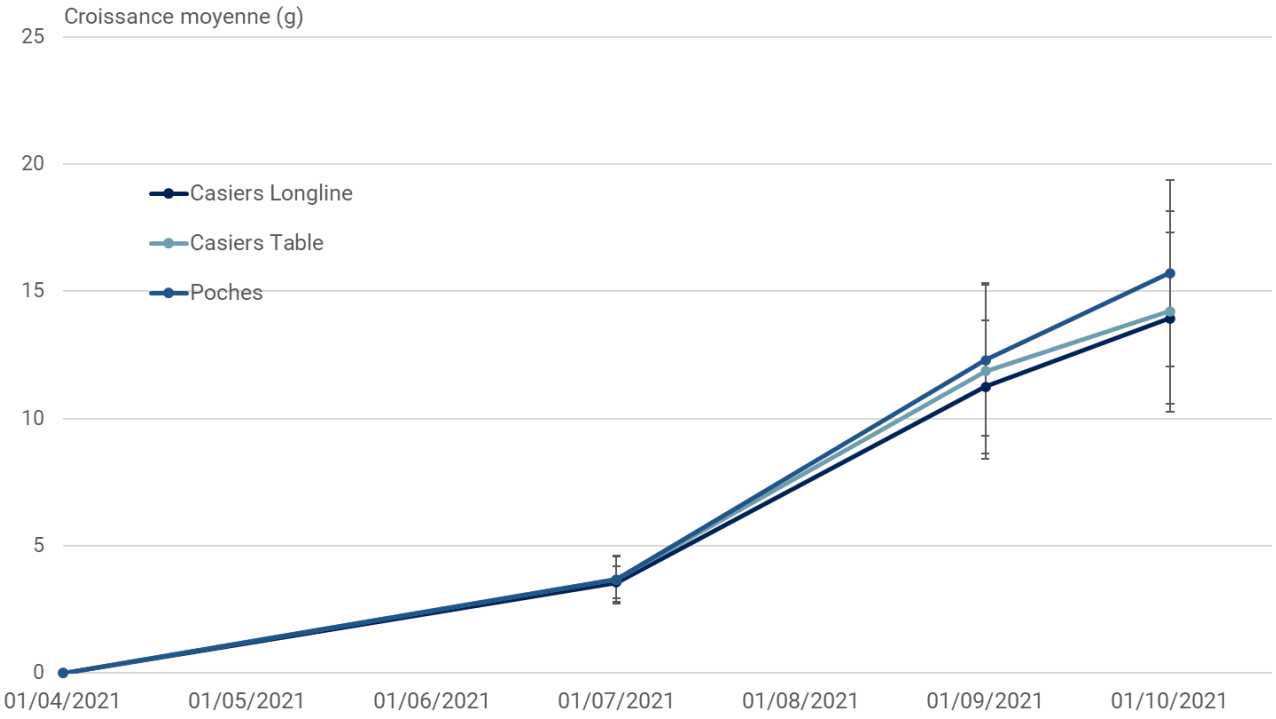


Figure 18 : Suivi de la croissance du naissain charentais 2021 suivant le système d'élevage : casiers australiens ou poches ostréicoles

Mortalité

Tout comme pour la croissance, l'année de mise à l'eau du naissain joue également un rôle significatif dans les résultats de mortalité en 1ère année. En effet, les mortalités des AN1 de 2021 (69,1 ±5,1%) sont deux fois supérieures à celles des AN1 de 2020 (30,3 ±4,3%).

Figure 19 : Naissain charentais 2021 après 5 mois d'élevage en longline (automne 2021)

Tout comme pour la croissance, le choix du système d'élevage n'a pas influencé la mortalité du naissain charentais 2021 et ce, tout au long de la 1ère année. Les trois systèmes d'élevage testés ont présenté des mortalités équivalentes : 68,4 ±5,1 % en longline, 69,9 ±5,9 % en casiers sous table et 68,2 ±1,2 % en poches témoins.

À l'échelle des parcs, le résultat est similaire, aucun des systèmes d'élevage ne se démarque.

Enfin, le suivi de la mortalité en 1ère année n'a pas mis en évidence de différence entre les deux densités choisies dans le cadre de notre étude.

Tableau 5 : Synthèse des résultats zootechniques pour un élevage en casiers australiens à partir du naissain naturel

Croissance	- Influence du choix du parc à la mise à l'eau et jusqu'à la pousse automnale en 1ère année - Aucune différence de croissance entre les casiers et les poches - Les casiers australiens donnent des cheptels plus homogènes en poids tout au long du cycle que les poches ostréicoles - Privilégier la faible densité notamment à l'automne de la 1ère année et au printemps de la 2ème année
Mortalité	- Jusqu'en milieu de 2ème année d'élevage, pas de système d'élevage à privilégier. À partir de l'été de cette 2ème année, la longline permet de limiter les mortalités - Le choix de la densité par casier n'a aucun effet sur la mortalité des huîtres
Forme	- Préférer la longline ou la poche ostréicole pour obtenir des huîtres rondes - Privilégier les faibles densités en casiers pour assurer un meilleur travail des huîtres et une forme plus ronde
Données qualitatives	- Un élevage complet en longline semble permettre d'obtenir des huîtres de meilleure qualité de chair - Les huîtres en poches sont plus remplies qu'en casiers - Adapter la densité en casiers au système d'élevage choisi (casiers sous table ou longline) pour optimiser la qualité de chair et le remplissage des huîtres - Le choix du parc influence les résultats de qualité de chair mais pas leur remplissage

2. Élevage en casiers australiens à partir de naissain d'écloserie triploïde

2.1. Naissain d'écloserie triploïde 2020

Croissance

L'analyse des données de croissance n'a pas montré de différence de croissance quel que soit le système d'élevage choisi : casiers australiens (+78,6 ±14,2 g en fin de 2ème année) ou poches ostréicoles (+76,3 ±2 g en fin de 2ème année).

L'analyse des données de croissance en 1ère année indique un effet du choix du parc sur la prise de poids du naissain en casiers australiens. À partir de l'été de la 2ème année d'élevage, l'influence du site d'élevage a évolué et prend plus d'importance (Figure 20). Ceci s'explique certainement par l'augmentation de la variabilité de la croissance intra-parc à l'automne 2021 (Figure 20).

Le site de Perquis s'est démarqué tout au long du cycle d'élevage avec une croissance des huîtres triploïdes plus faible que sur Mortane et Manson : en moyenne en fin de 2ème année +71,6 ±10,6 g sur le parc du Sud contre +77,3 ±14,6 g et +86,9 ±14,3g respectivement sur Manson et Mortane (Figure 20).

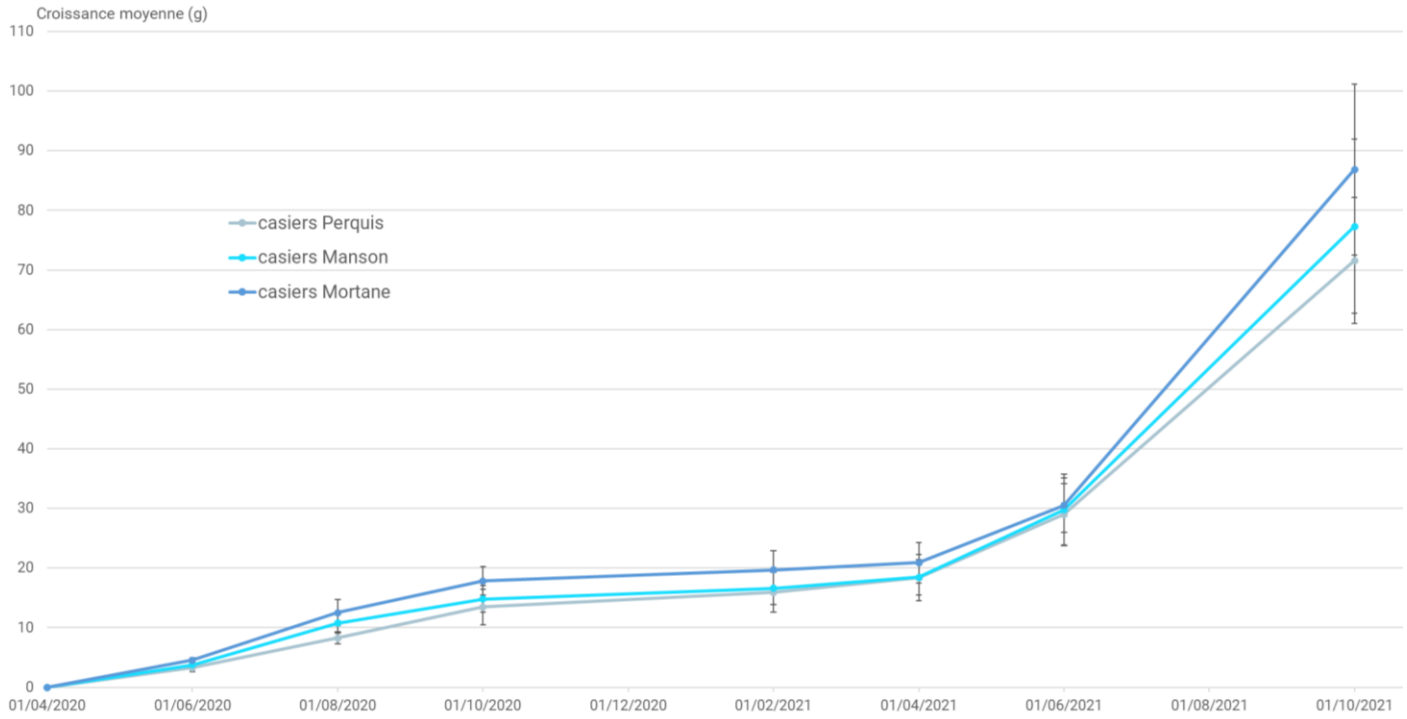


Figure 20 : Suivi de la croissance moyenne d'huîtres triploïdes en élevage complet en casiers australiens selon le parc

Le choix de la densité en casiers australiens a influencé la croissance des triploïdes en 1ère et en 2ème année : un élevage en casiers à faible chargement permet d'obtenir en AN1 et AN2 une meilleure croissance des huîtres. Cet effet de la densité semble plus important en 1ère année.
On note cependant qu'à forte densité, la croissance a été moins variable d'un parc à l'autre. Il semble donc que l'influence de la densité sur la prise de poids des triploïdes soit supérieure à celle du choix du parc.

Forme

À l'issu des deux années d'élevage, il s'avère que les choix du parc et du système d'élevage influencent fortement la forme des huîtres triploïdes. La longline se démarque de la poche avec des huîtres plus rondes (Figure 18). Le casier sous table ne semble pas à privilégier.
L'exposition/l'orientation du parc de Perquis permet un travail supérieur des huîtres en casiers et donc des produits plus arrondis que sur Mortane et Manson.

Aucune différence d'indice de longueur entre les deux densités D1 et D2 n'a été observée. Les densités testées n'ont aucun effet sur la forme des AN2.

Figure 21 : Huître triploïde après 2 ans d'élevage en casier australien

Mortalité

Une forte influence du système d'élevage sur la survie des huîtres triploïdes a été observée tout au long du cycle d'élevage (Figure 22). En 1ère année, un élevage en poche a permis de limiter les mortalités du naissain triploïde : en moyenne, en fin d'année 2020, 31,4 ±10,4% de mortalité en poche contre 39,4 ±14,4% en casiers.

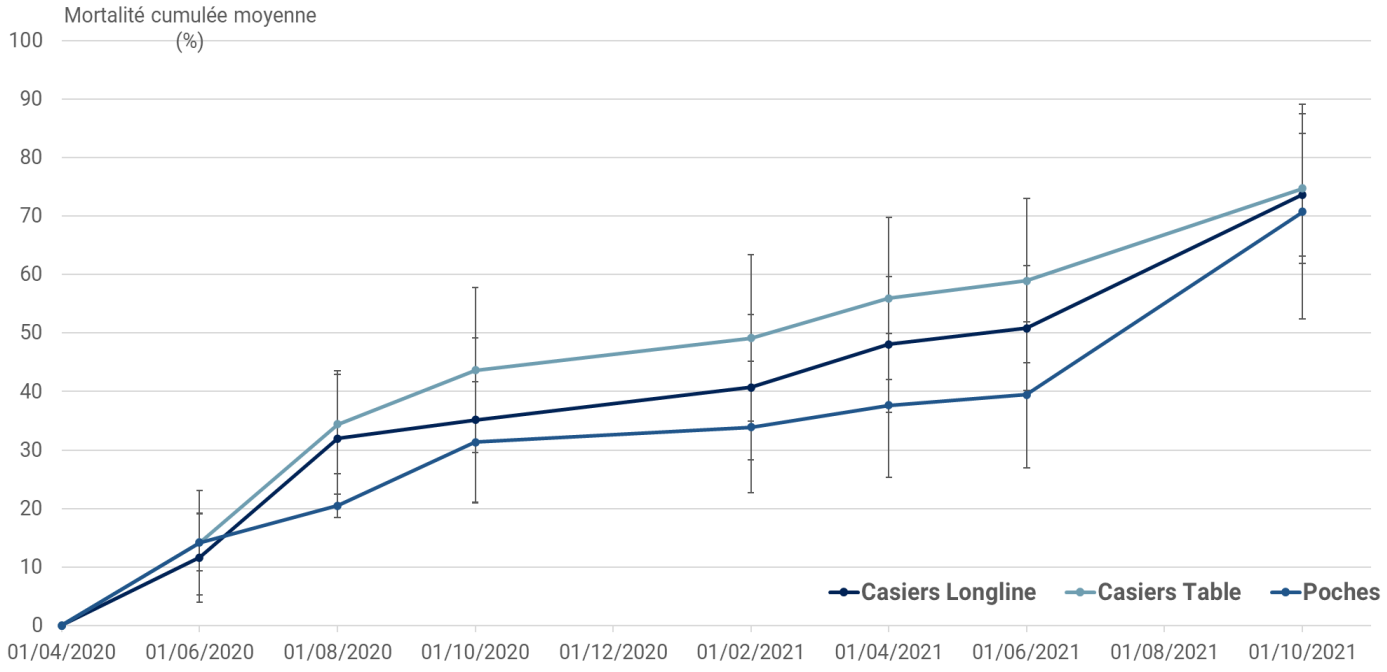


Figure 22 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne des huîtres triploïdes selon le système d'élevage casiers australiens ou poches ostréicoles

Tout au long de la seconde année d'élevage, les huitres en poche ont eu une meilleure survie que celles en casiers (Figure 22). À partir du mois de juin, un pic de mortalité est observé chez les trois systèmes d'élevage testés. Cette mortalité estivale des AN2 peut s'expliquer, entre autres, par l'importante présence de moules sur cette période qui ont pu entrer en compétition avec les huîtres en élevage. Ce pic estival est plus fort en poche certainement dû au fait que le casier australien propose un volume aux huîtres donc une espace plus grand que le système traditionnel. Malgré l'importance de cette hausse de la mortalité en poche à partir de juin, la survie en poche reste supérieure à celle en casiers (Figure 22).
En fin de 2ème année d'élevage, la mortalité en casiers et en poche est similaire (Figure 22).

À l'échelle des parcs, la dynamique de mortalité observée entre Manson, Mortane et Perquis est similaire (Figure 24). Le choix du parc n'a à priori pas d'impact significatif sur la mortalité en casiers australiens.
Quel que soit le parc, la mortalité en longline est toujours plus faible qu'en casiers sous table (Figure 24). Sur Manson par exemple, la mortalité moyenne en longline en fin de 2ème année est de 45,5 ±14,7 % contre 50,9 ±11,7 % en casiers sous table. L'influence du choix du système d'élevage est donc supérieure à l'effet du parc.

Enfin, les essais à partir d'individus triploïdes ont permis de mettre en évidence l'influence de la densité en casier sur leur survie (Figure 23). En effet, malgré les faibles écarts entre D1 et D2, la forte densité en longline a permis de limiter les mortalités des huîtres triploïdes (Figure 23). Par exemple, à l'issu du printemps de la 2ème année d'élevage, les individus élevés en longline à faible densité présentent une mortalité moyenne de 38,6 ±11,1 % contre 31,8 ±4,2 % dans le cas d'un fort chargement.
En casiers sous table cependant, la densité n'impacte pas la mortalité des huîtres en 1ère et en 2ème année (Figure 23).

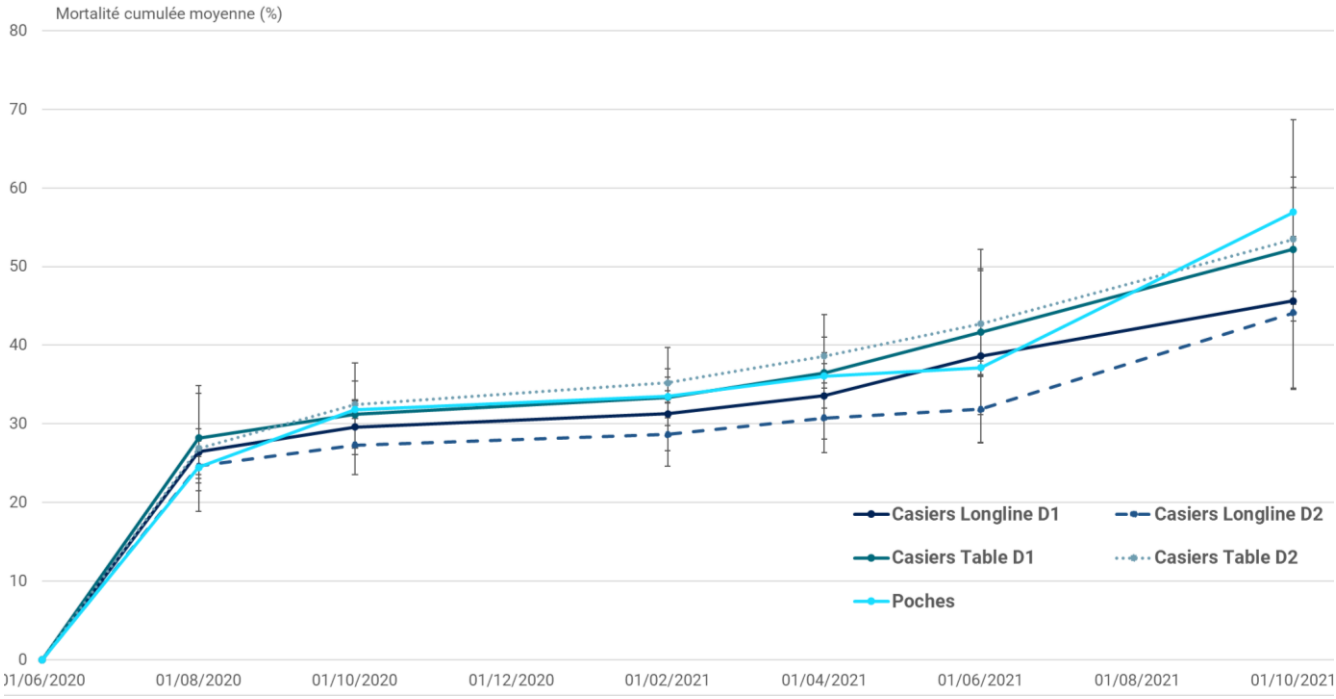


Figure 23 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne en casiers suivant la densité choisie

Malgré tout, on constate que l'effet du système d'élevage reste supérieur à l'influence de cette densité (Figure 23) puisqu'un élevage en longline à forte densité présente des mortalités inférieures à celles en casiers sous table à faible densité (Figure 23).

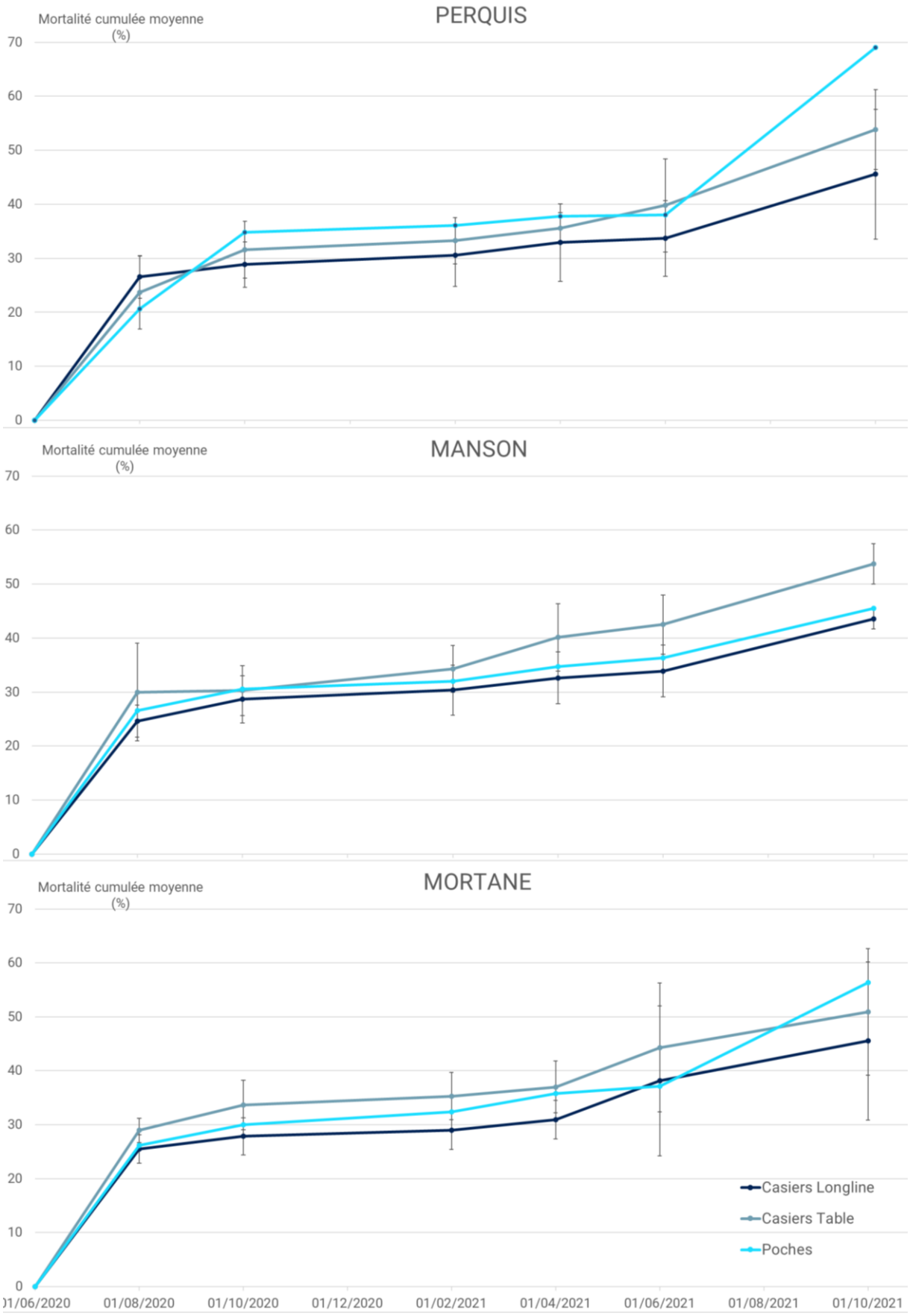


Figure 24 : Suivi de la mortalité cumulée moyenne suivant le système d'élevage et le parc

Données qualitatives
En fin de 2ème année, 59% des huîtres triploïdes élevées en casiers australiens sont de taille marchande (calibre 3 et supérieur) contre 67% en poches ostréicoles. Les huîtres élevées en poches ont atteint plus rapidement les calibres marchands.
Contrairement aux charentaises, on constate que le parc de Perquis permet d'obtenir significativement moins d'huîtres marchandes que Mortane et Manson : 46 ±22% de calibre 3 ou plus à Perquis contre 60 ±16% à Manson et 65 ±14% à Mortane. Cette différence est en partie due à l'élevage en casiers sous table à forte densité pour lequel la totalité des huîtres pesait moins de 60 g. Un tel élevage sur un site tel que Perquis ne semble donc pas à privilégier.

Figure 25 : Qualité de chair des huîtres triploïdes élevées en casiers australiens (à gauche) et en poches (à droite)

Concernant la qualité de chair de ces huîtres marchandes : elle est hautement influencée par le choix du système d'élevage. En moyenne, les longlines présentent des huîtres d'IQ égal à 11,5 ±2 contre 10,1 ±2,1 et 10,5 ±1,6 respectivement en casiers sous table et en poches. Un élevage en longline est donc préférable pour obtenir de meilleurs IQ et ainsi obtenir plus d'huîtres Spéciales.
Aucune différence de qualité entre les casiers sous table et les poches ostréicoles n'est observée.

Le choix du parc influence également la qualité de chair des huîtres triploïdes avec notamment une qualité de chair inférieure sur le site de Mortane.

Au vu de ces résultats et de ceux présentés précédemment, l'idéale pour obtenir des huîtres à taille marchande de qualité, semble être de réaliser la pousse des triploïdes en poches ostréicoles et leur finition en longline.

Remplissage
Tout comme pour la qualité de chair, le choix du système impacte le remplissage des huîtres de 2 ans. Avec un remplissage moyen de 25,7 ±8,3%, les huîtres élevées en casiers sous table sont les plus maigres. On ne remarque pas de différence de remplissage entre les poches ostréicoles et les longlines. Cependant, ces dernières permettant une meilleure qualité de chair, ce système est donc à privilégier pour assurer aux professionnels d'obtenir des huîtres grasses et de qualité.

Comme pour la qualité de chair, le parc de Mortane est celui sur lequel les huîtres sont les moins remplies, 25,2 ±6,3% contre 27,4 ±7,5% à Perquis et 28,3 ±7,3% à Manson. Contrairement aux 2 autres parcs, Mortane, étant donné ses caractéristiques (exposition, disponibilité en nourriture),

semble permettre aux huîtres de 2 ans de croitre en taille et en poids de coquille et non en prise de chair. Au vu des retours d'expérience des professionnels sur ce site ainsi que des résultats de l'Observatoire ostréicole du CAPENA, il aurait été intéressant de suivre l'évolution en 3ème année.

Enfin, la densité par casier a tendance à influencer le remplissage des huîtres triploïdes mais dans le cadre de nos essais et des choix de densités (D1 et D2), cette tendance ne se traduit pas sur les résultats.

2.2. Naissain d'écloserie triploïde 2021

Croissance
Comme pour le naissain charentais, la croissance en 1ère année du naissain 2021 est supérieure à celle du naissain 2020 : +22,8 ±6,1 g contre +15,6 ±3 g.
Au vu des résultats obtenus lors des essais à partir du naissain 2020, le dédoublage a été réalisé plus tôt, en début d'été.

Tout au long de la 1ère année d'élevage, les essais à partir du naissain 2021 n'ont pas mis en évidence de différence de croissance entre les 3 systèmes d'élevage étudiés : longlines, casiers australiens sous table et poches ostréicole (Figure 26). Néanmoins, après le dédoublage de fin de printemps, on observe sur les 3 parcs de l'étude, une grande variabilité de la croissance en poche contrairement à celle en casiers australiens expliquant l'absence de différence de croissance constatée (Figure 26). Tout comme pour le naissain 2020, les casiers australiens permettent en fin de 1ère année d'obtenir un naissain de tailles plus homogènes qu'en poches ostréicoles.

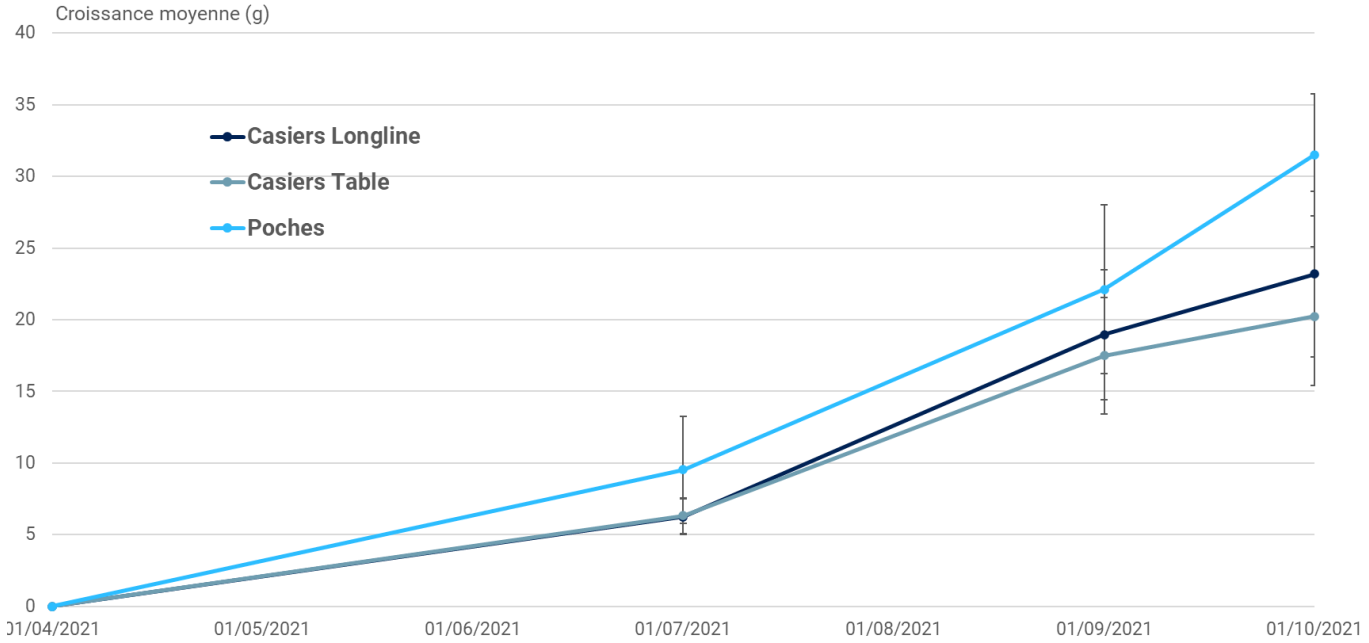


Figure 26 : Suivi de la croissance du naissain triploïde 2021 suivant le système d'élevage : casiers australiens ou poches ostréicoles

Durant toute la 1ère année d'élevage, la densité influence la croissance en casiers australiens. Il s'avère notamment qu'il faille privilégier une faible densité en casiers, avant et après le dédoublage, afin d'améliorer la croissance du naissain en 1ère année. En effet, en fin de 1ère

Figure 27 : Huître triploïde après 1 an en casiers australiens

année, le naissain élevé à faible densité présente une croissance moyenne de +15,6 ±3,5 g contre +12,6 ±3,5 g à forte densité.

Aucune différence de croissance n'est observée à travers les 3 parcs Perquis, Manson et Mortane. On note cependant que durant les 1ers mois d'élevage du naissain 2021, le parc de Manson semble accentuer l'effet positif de la faible densité, particulièrement en longline pour le naissain élevé à forte densité. Cette croissance supérieure peut être due aux caractéristiques du parc (orientation/exposition, apport en nourriture) qui permettent d'exploiter au mieux les performances du système en longline lors du pré-grossissement du naissain 2021.

Mortalité

En moyenne (tout système d'élevage confondu), le naissain 2021 présentent une mortalité en 1ère année supérieure à celle des AN1 de 2020 : 40,5 ±9% contre 38,5 ±14%. La variation interannuelle est principalement due aux résultats en poches ostréicoles. En effet, on constate que d'une année sur l'autre la mortalité en casiers australiens est constante (autour de 40%) contrairement à celle en poche qui varie de 31,4 ±10,4% en 2020 à 42,1 ±13,3% en 2021. Le casier permet une stabilité de la mortalité du naissain contrairement à l'hétérogénéité en poches.

Le suivi de la mortalité du naissain 2021 met en évidence une influence significative du choix du système d'élevage sur la mortalité du naissain triploïde 2021. En fin de 1ère année 39,3 ±8% de mortalité ont été mesurées pour les huîtres en longline contre 41,3 ±9,7% en casiers sous table et 42,1 ±13,3% en poches ostréicoles. Contrairement aux résultats de 1ère année du naissain 2020, les essais 2021 préconisent un élevage en longline afin de limiter les mortalités du naissain.

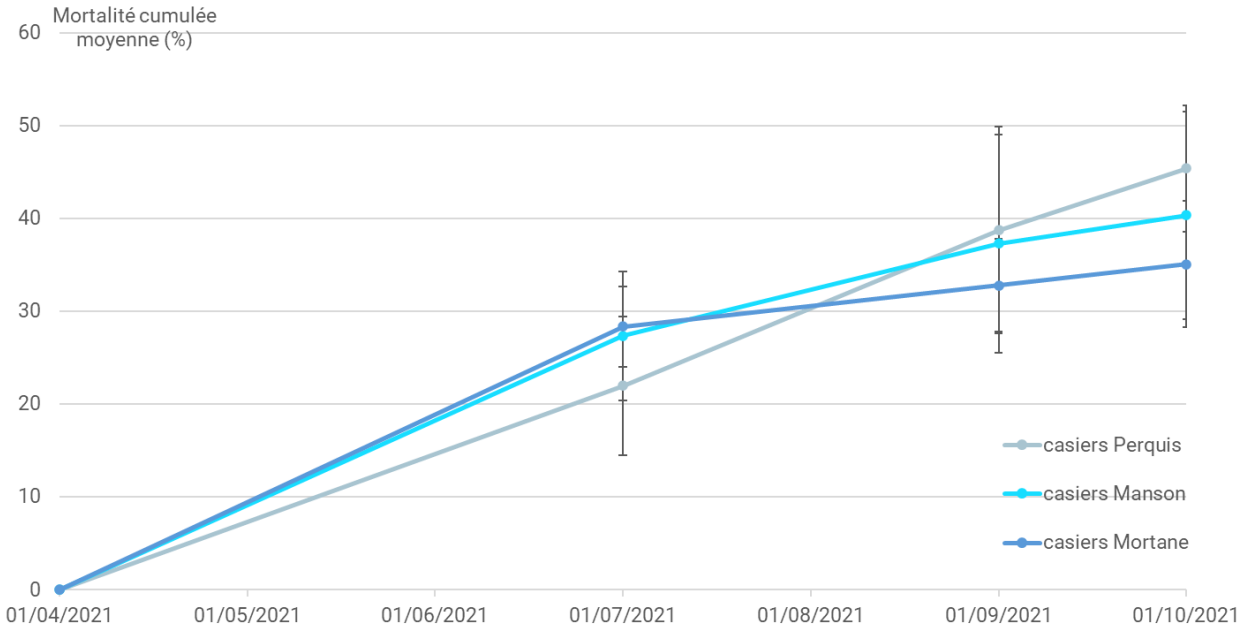


Figure 28 : Suivi de la mortalité du naissain triploïde 2021 en casiers australiens

On constate également avec ces essais un impact fort du choix du parc sur lequel est réalisé cette 1ère année d'élevage (Figure 28), particulièrement en casiers australiens. En effet, on observe en début d'élevage un gradient Nord/Sud avec des mortalités supérieures à Mortane (28,4 ±3,4%) et Manson (27,4 ±7%) plutôt qu'à Perquis (22,0 ±6,7%). Après l'automne, ce gradient s'inverse et on observe des mortalités supérieures dans les casiers au Sud : en moyenne 45 ,4 ±4% sur Perquis contre 35 ±6,4% sur Mortane (Figure 28).

Figure 29 : Naissain triploïde après 2 mois d'élevage en longline

L'analyse a permis de mettre en évidence que cet effet du parc sur la mortalité en casier prédomine l'influence du système de mise en œuvre des casiers (sous table ou en longline). Notamment sur Perquis où la mortalité en casiers suit une dynamique linéaire en 1ère année d'élevage (Figure 28).
Suivant la période du cycle (mise à l'eau ou fin de 1ère année), le choix du parc et donc de ses caractéristiques (orientation, exposition, altitude) influence significativement la mortalité et est un des premiers facteurs à prendre en compte dans sa stratégie d'élevage.

Enfin, la densité en casiers australiens au cours de la 1ère année d'élevage impacte significativement les mortalités du naissain 2021 : privilégier les faibles densités lors des 1ers mois d'élevage (pré-grossissement T10) puis, après le dédoublage de fin de printemps (naissain entre 6 et 10 g), il semble que les plus fortes densités soient à privilégier pour limiter les mortalités en 1ère année.

Tableau 6 : Synthèse des résultats zootechniques d'un élevage en casiers australiens à partir du naissain triploïde

Croissance	- Aucune différence de croissance entre les casiers et les poches - Les casiers australiens donnent des cheptels plus homogènes en poids tout au long du cycle que les poches ostréicoles - Privilégier la faible densité en casiers australiens en 1ère et 2ème année - En 2020, le choix du parc influence la croissance du naissain contrairement en 2021
Mortalité	- Stabilité interannuelle de la mortalité en casiers australiens contrairement aux poches - Suivant la période du cycle, le choix du parc influence la mortalité et est un des premiers facteurs à prendre en compte dans la stratégie d'élevage
Forme	- Préférer la longline pour obtenir des huîtres rondes - La forme varie suivant le choix du parc d'élevage
Données qualitatives	- Un élevage à partir du naissain en longline semble permettre d'obtenir des huîtres de meilleure qualité de chair - Les huîtres en poches sont autant remplies qu'en casiers - Le choix du parc influence les résultats de qualité de chair et de remplissage

III. Finition d'huîtres creuses en casiers australiens

1. Finition d'huîtres naturelles, issues d'un captage charentais, en casiers australiens

1.1. Croissance et Forme

Croissance

La croissance des huîtres de finition a été significativement meilleure en 2019 avec, en 4 mois, une prise de poids moyenne de +10,4 ±3 g contre +8,9 ±1,8 g en 2020 (Figure 30). Au vu du fort impact de l'année de mise en finition sur la croissance, les deux années de tests sont analysées indépendamment. Cette variation interannuelle est principalement due aux résultats en poches ostréicoles (cf. ci-dessous). En effet, on constate que d'une année sur l'autre la prise de poids en casiers australiens est constante (entre 9 et 10 g) contrairement à celle en poche qui varie du simple au double (entre 7 à 13 g).
Les casiers australiens permettent d'avoir une prise de poids en finition constante d'une année à l'autre.

Test 2019 : Les huîtres en finition en poche sur table ont pris plus de poids que celles élevées en casiers australiens (casiers sous table et longlines) (Figure 30). Cependant, à l'échelle de chaque parc, la croissance en casiers australiens s'avère plus homogène qu'en poche.

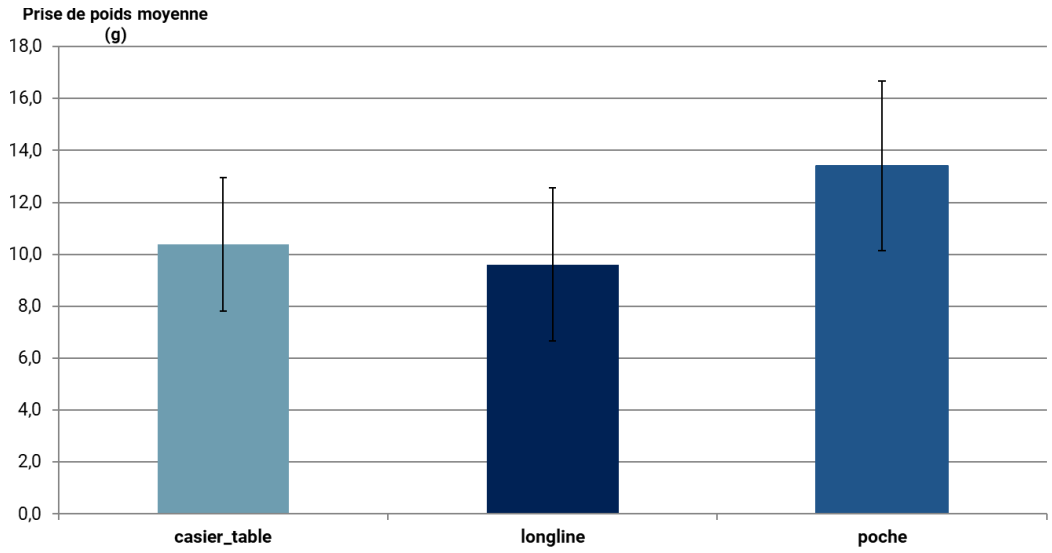


Figure 30 : Croissance des huîtres naturelles en finition 2019 suivant les trois système d'élevage étudiés

Aucune différence significative n'a été observée entre les huîtres en longline et celles en casiers sous table.
Enfin, durant les tests de finition des huîtres naturelles, le choix de la densité en casiers (D1 ou D2) n'a pas eu d'effet sur leur prise de poids.

Test 2020 : Contrairement à l'année précédente, la prise de poids en casiers australiens est significativement supérieure à celle en poche : en moyenne +9,2 ±1,7 g après 4 mois de finition en casiers contre +7,3 ±1,5 g en poches.
Comme en 2019, les deux moyens de mises en œuvre des casiers sous table ou en longline, permettent d'obtenir une prise de poids des huîtres en finition similaire.

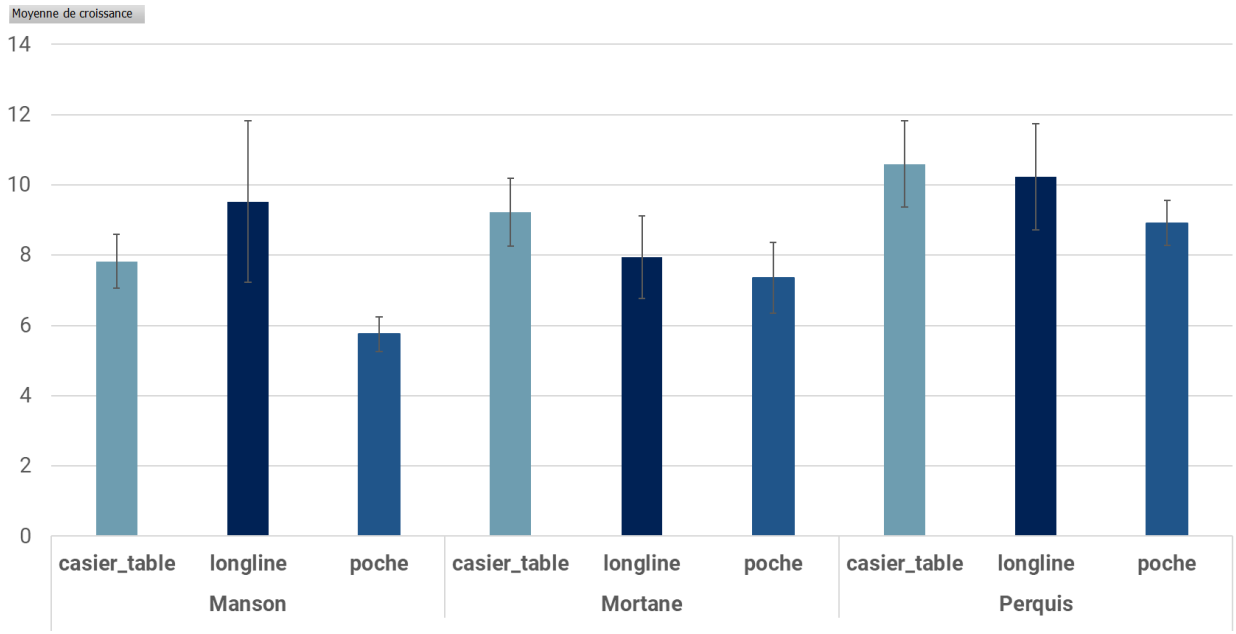


Figure 31 : Prise de poids des huîtres naturelles en finition 2020 suivant le système d'élevage et le parc étudiés

Contrairement aux résultats de 2019, l'analyse des données de prise de poids de 2020 a montré un fort impact du choix du parc sur les résultats :

- Le site de Perquis (Figure 6), plus au sud, permet d'obtenir des huîtres plus grosses à l'issue des 4 mois de test, quel que soit le système d'élevage employé (Figure 31).
- Le schéma de croissance est similaire entre Mortane et Perquis : il existe un gradient décroissant de prise de poids du casier sous table puis de la longline et enfin de la poche (Figure 31).
- Sur le parc de Manson (Figure 6), l'effet du système d'élevage est exacerbé et le gradient de croissance n'est pas le même que sur Mortane et Perquis : la prise de poids des huîtres en longline (+9,5 ±2,3 g) est nettement supérieure à celle en casiers sous table (+7,8 ±0,8 g) et en poche (+5,8 ±0,5 g) (Figure 31). Dans un environnement comme Manson, le système en longline est le plus approprié pour une meilleure prise de poids.

Enfin, cette 2ème année de test a confirmé que le choix de la densité n'a pas d'impact sur la prise de poids en casiers australiens.

Forme

Tout comme la croissance, l'année a également un effet sur la forme des huîtres. En effet, d'après les indices de longueur des huîtres naturelles de 2020 et 2019, ces dernières sont significativement plus rondes. Malgré des conditions météorologiques plus favorables au travail des huîtres en 2020, un captage de moule important a alourdi les casiers et donc limité leur mobilité et le travail des huîtres de 2020.

Test 2019 : Après 4 mois de finition, il s'avère que les huîtres élevées en casiers australiens sont légèrement plus rondes que celle en poche (IL de 2,4 en casiers contre 2,5 en poches). Le volume du casier ainsi que le système de clips lui conférant une mobilité ont permis un meilleur travail des huîtres dans le système australien.

Figure 32 : Huître charentaise après 4 mois de finition en casiers australiens (Test 2019)

Cette différence de forme est principalement observée à Manson ce qui peut s'expliquer par les conditions environnementales du parc. En effet, des courants plus forts sur ce site ont pu permettre une mobilité plus importante des casiers en longline et sous table et ainsi permettre un travail plus important des huîtres. On n'observe cependant pas de différence de forme entre les longlines et les casiers sous table.

Enfin une finition en casier à faible densité semble permettre d'obtenir des produits plus ronds.

Tests 2020 : Contrairement à 2019, la 2ème année de test n'a pas permis de confirmer l'intérêt du casier australien sur la forme des huîtres en finition
Le choix du parc ne s'est également pas distingué comme une variable influençant leur forme.

Concernant la densité, la tendance apparue en 2019 s'est confirmée avec les essais 2020. En effet, les résultats montrent un effet significatif du choix de la densité en casiers australiens : il est préconisé de privilégier une plus faible densité afin d'obtenir des huîtres plus rondes.

1.2. Remplissage et qualité de chair des huîtres

Qualité de chair des huîtres naturelles
La qualité de chair des huîtres en finition en 2019 et 2020 ne présente pas de différence significative : en moyenne 11,8 ±2,2 en 2019 et 11,6 ±2,2 en 2020. L'année n'ayant pas d'effet sur la qualité de chair des produits, les données de 2019 et 2020 sont traitées ensemble.

Les tests menés sur la phase de finition ont fait ressortir un impact hautement significatif du choix du système d'élevage sur la qualité de chair des huîtres naturelles : le casier australien permet d'obtenir des produits de meilleure qualité que la poche.

Figure 33 : Huître naturelle après 4 mois de finition en casier australien (test 2019)

Que les casiers soient disposés sous table ou en longline, la qualité de chair ne diffère pas.
Le choix du parc s'avère également être un facteur important dans l'obtention de produit de qualité. En outre, le parc de Mortane est celui permettant d'obtenir une meilleure qualité de chair : en moyenne 12,3 ±2,2 contre 11,4 ±2,0 à Perquis et Manson.
Enfin, la densité en casier n'a pas d'effet seule sur l'indice de qualité des huîtres naturelles. Cependant, sur le parc de Mortane, nous avons pu observer qu'en longline, la faible densité était à privilégier afin d'obtenir la meilleure qualité de chair des produits.

Lors de l'analyse des produits de finition au laboratoire, il s'est avéré que les huîtres issues d'un élevage en casiers australiens étaient plus difficiles à ouvrir. Cette observation est une conséquence d'un muscle abducteur des huîtres en casiers plus fort. Le volume ainsi que le travail régulier des casiers avec la marée ont pu améliorer ce muscle.

Enfin, en 2019 et 2020, l'indice de chambrage au *Polydora* des huîtres naturelles en finition n'est, en moyenne, pas différent que les produits soient issus d'un élevage en casiers ou en poche. On note cependant qu'en 2019, les individus en poche sur Manson et Mortane présentaient plus de chambrage que ceux en casiers sur les même parcs (IC = 0,13 et 0,2 en poche contre 0,08 et 0,03 en casiers).

Remplissage des huîtres naturelles

L'année de mise en finition n'influence pas significativement l'indice de remplissage des huîtres. Cependant, l'analyse met en évidence qu'à l'échelle des parcs, le remplissage est variable entre 2019 et 2020.

Test 2019 : Le choix du parc pour la finition a un impact fort sur le remplissage des huîtres. On observe notamment un gradient Nord/Sud avec un remplissage significativement plus important à Mortane (39,0 ±6%) qu'à Perquis (33,7 ±6%).
Suivant le parc, le remplissage des huîtres en poche et en casiers australiens est plus ou moins différent. Par exemple les huîtres en poche élevées sur Perquis présentent un remplissage bien inférieur à celles en casiers : 26,6 ±3,1% contre 35,3 ±4,8%. Sur les sites de Mortane et Manson, les huîtres naturelles élevées en systèmes australiens et en poches sur table ont un remplissage équivalent.
Quel que soit le site d'élevage, aucune différence de remplissage n'est constatée entre les casiers sous table et les longlines.

Figure 34 : Longlines installées à Mortane

Les deux densités étudiées n'ont pas impacté le remplissage des huîtres. Cependant, l'analyse a montré une interaction hautement significative de la densité et du choix du parc. Sur Mortane par exemple, il est préférable de privilégier la faible densité en longline alors que sur Perquis, pour le même système d'élevage la plus forte densité permet un meilleur remplissage.

Test 2020 : Tout comme en 2019, le choix du parc a un effet important sur le remplissage des huîtres naturelles mais le gradient est inversé. En 2020, Perquis présente les huîtres les plus remplies (38,1 ±7,8%) comparativement à Manson et Mortane (respectivement 34,4 ±6,9% et

33,8 ±6,1%). Ce gradient de parc est cependant le même que pour la croissance. En 2020, Perquis présente donc des huîtres plus grosses et plus remplies.

Tout comme ce qui est ressorti sur Perquis en 2019, les essais de finition 2020 ont mis en évidence un remplissage supérieur en casiers australiens, sur les trois parcs étudiés. Le système en longline est à privilégier pour obtenir des huîtres plus remplies : indice de remplissage moyen de 37,1 ±6,4% en longline contre 35,2 ±7,3% en casiers sou table et 32,6 ±7,6% en poches.

Enfin, durant les tests de 2020 la densité a tendance à influencer le remplissage des huîtres : la faible densité semble permettre un meilleur remplissage. Cette tendance ne s'est cependant pas traduite par une différence significative entre D1 et D2 soit car les deux densités choisies pour ce test sont trop proches (60 et 80 individus/casier), soit car le nombre de réplicas (un témoin et deux réplicas) ne permettent pas statistiquement de faire ressortir un écart significatif.

1.3. Mortalité associée

Les tests de finition menés dans le cadre de ce projet démontrent que suivant l'année la mortalité obtenue avec les différents systèmes d'élevage étudiés, varie. La même observation est faite sur les trois parcs principaux de l'étude. Les résultats des deux années de tests sont donc analysés séparément.

Mortalité 2019 : Le choix du système d'élevage a un impact fort sur la mortalité des huîtres en finition (Figure 35). En effet, il explique pour près de 65% les données de mortalités de ces essais 2019. Ainsi, les huîtres en finition en casiers australiens présentent une mortalité deux fois inférieure à celles des huîtres en poches sur table : en moyenne 7,5 ±5% en casiers contre 15,2 ±10% en poche (Figure 35).

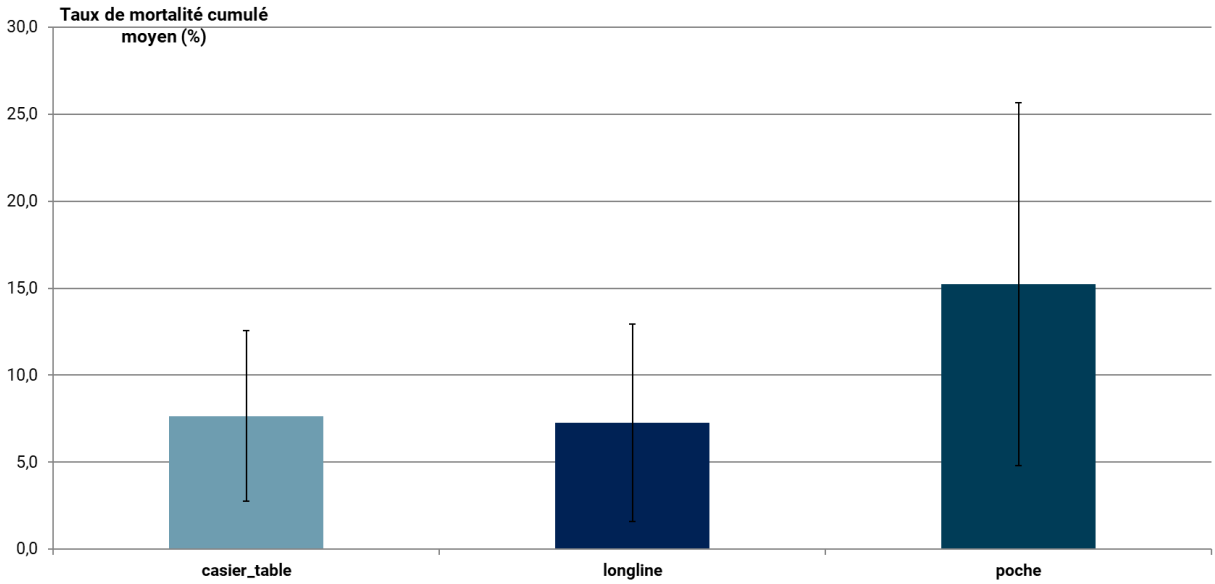


Figure 35 : Mortalités cumulées moyennes des huîtres naturelles en finition 2019, suivant les trois systèmes d'élevage étudiés

Quel que soit le parc (Mortane, Manson ou Perquis), des mortalités similaires sont observées avec une finition en longline ou en casiers sous table. Aucune différence de mortalité n'est observée entre les huîtres élevées en casiers à forte et à faible densité.

À noter qu'en 2019, le site de Perquis se démarque des deux autres parcs avec une mortalité équivalente quel que soit le système d'élevage choisi.

Mortalité 2020 : Tout comme en 2019, les essais de 2020 confirment que la poche sur table n'est pas le système d'élevage à privilégier afin d'obtenir les meilleures survies. Une finition en casiers australiens sous table permet de diminuer les mortalités : en moyenne 12,8 ±6% contre 16 ±8% (Figure 36). Cependant, contrairement aux résultats de 2019, la mortalité en longline ne se démarque pas de celle en poche.

Les essais de 2020 font ressortir l'impact fort du choix du parc sur les résultats de mortalité : les trois parcs présentent des résultats significativement différents (Figure 36). En casiers australiens, le site de Mortane se distingue de Manson et Perquis avec des mortalités plus faibles. De plus, les mortalités sur ce parc sont moins variables que sur les deux autres sites : il semble y avoir un effet fort de ce site et d'un facteur environnemental associé (tel que l'hydrodynamisme) permettant, quel que soit le système d'élevage choisi, d'avoir des résultats de mortalité constants. Concernant les deux autres parcs : ces derniers semblent faire exacerber les effets du système d'élevage sur les résultats de mortalités des huîtres naturelles. L'effet de facteurs non pris en compte dans le cadre de cette étude (quantité de nourriture et sa disponibilité, hydrodynamisme, …) expliquerait les différentes réponses données par les systèmes d'élevages utilisés au regard du parc sur lequel ils sont employés.

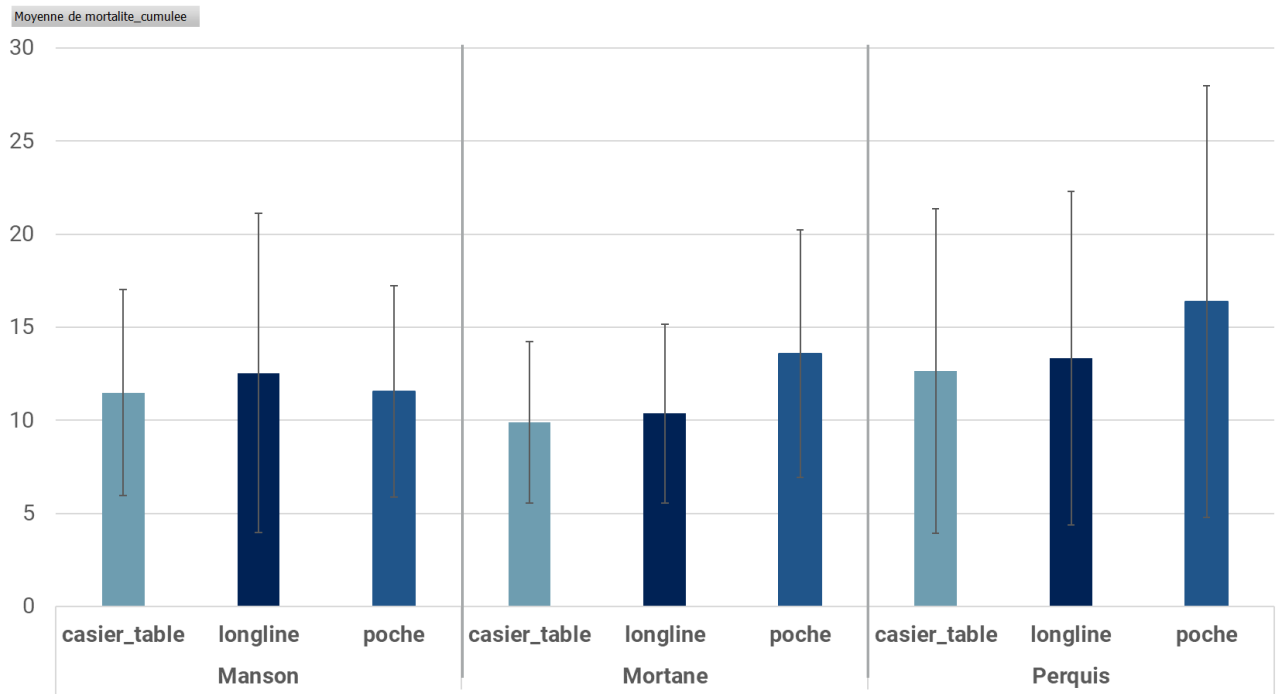


Figure 36 : Mortalités cumulées moyennes des huîtres naturelles en finition 2020, suivant le système d'élevage et le parc étudié

Enfin, la densité en casier impacte la mortalité des huîtres en finition : la faible densité (60 individus/casier) est à privilégier afin de diminuer le nombre d'huîtres mortes.

Tableau 7 : Synthèse des principaux résultats de la finition en casiers australiens d'huîtres naturelles

Croissance	- La prise de poids des huîtres de finition est stable en casiers australiens contrairement à l'hétérogénéité en poches - Que les casiers australiens soient sous table ou en longline, leur croissance est la même - Les densités sont sans effet sur la prise de poids en finition - L'impact des casiers australiens sur la croissance des huîtres naturelles varie selon l'année de finition
Remplissage	- Les deux années de tests ont montré un impact fort du choix du parc de finition sur le remplissage des huîtres naturelles. - Les casiers australiens permettent d'obtenir des produits plus remplis qu'en poches ostréicoles - L'effet variable de la densité mis en évidence en 2019, ne s'est pas confirmé en 2020. Seul une tendance ressort de la 2ème année de tests
Qualité de chair	- Les casiers australiens sont à privilégier afin d'obtenir des produits de meilleure qualité Que les casiers soient sous tables ou en longline, leurs performances restent les mêmes - Le travail des huîtres en casiers australiens renforce leur muscle abducteur - La densité en casier ne joue pas de rôle dans la qualité de chair
Forme	- Il semble préférable de privilégier les faibles densités pour obtenir des huîtres plus rondes - Le choix du parc ne semble pas impacter les résultats de forme des huîtres naturelles
Mortalité	- Les casiers australiens permettent d'avoir des mortalités plus faibles qu'en poches - Dans le cadre des densités choisies pour ces essais (60 et 80 individus/casier), aucune différence n'est mise en évidence mais une tendance à privilégier la faible densité est observé en 2020

2. Finition d'huîtres d'écloserie triploïde en casiers australiens

2.1. Croissance et forme des huîtres triploïdes

Croissance
L'analyse met en évidence une variation des résultats de croissance sur les trois parcs de l'expérimentation selon l'année de finition. Cette observation peut être due aux conditions météorologiques ou à l'apport en nourriture différente entre 2019 et 2020 modifiant ainsi le travail des huîtres en élevage.

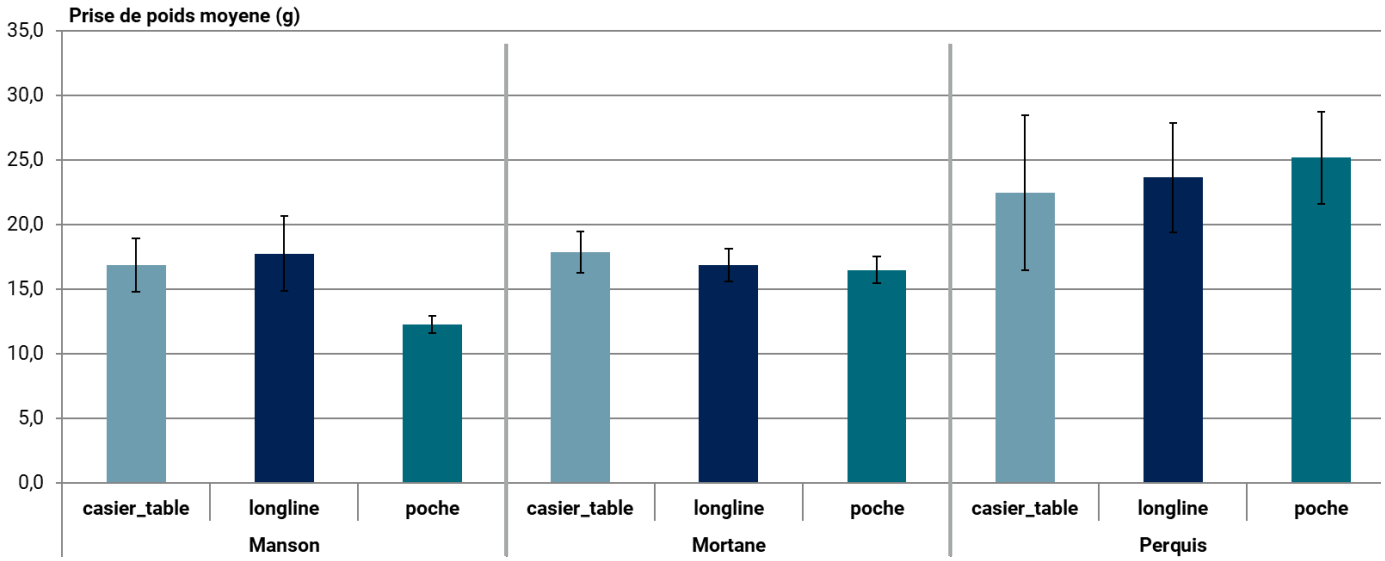


Figure 37 : Prise de poids moyenne des huîtres triploïdes en finition 2019 suivant le parc et le système d'élevage étudiés

Test 2019 : Quel que soit le système d'élevage choisi (longline, casiers sous table ou poches) il n'apparait pas de différence significative de prise de poids : en moyenne +19,3 ±4,3 g en casiers australiens contre +18 ±6,1 g. Le métabolisme des triploïdes (taux de croissance accrue) prend le dessus sur l'impact du système d'élevage sur la prise de poids des huîtres.
Cependant cette croissance s'avère être modulée par le parc de finition choisi. On observe notamment une prise de poids significativement supérieure à Perquis (+23,3 ±4,9 g) comparativement à Manson et Mortane (respectivement +16,8 ±2,9 g et +17,3 ±1,4 g) (Figure 37).

Figure 38 : Casiers sous table installés à Perquis

Les essais de finition 2019 permettent également d'observer une tendance quant à l'impact du choix de la densité sur la prise de poids des huîtres triploïdes en finition.

Test 2020 : Contrairement à 2019, le choix du système d'élevage a un impact fort sur la prise de poids des huîtres triploïdes. En effet, la tendance montre que les casiers australiens favorisent une meilleure croissance (en moyenne +19,4 ±2 g contre +17,4 ±2,1 g en poche). Les casiers sous table se démarquent significativement des deux autres systèmes d'élevage en permettant une prise de poids supérieure.

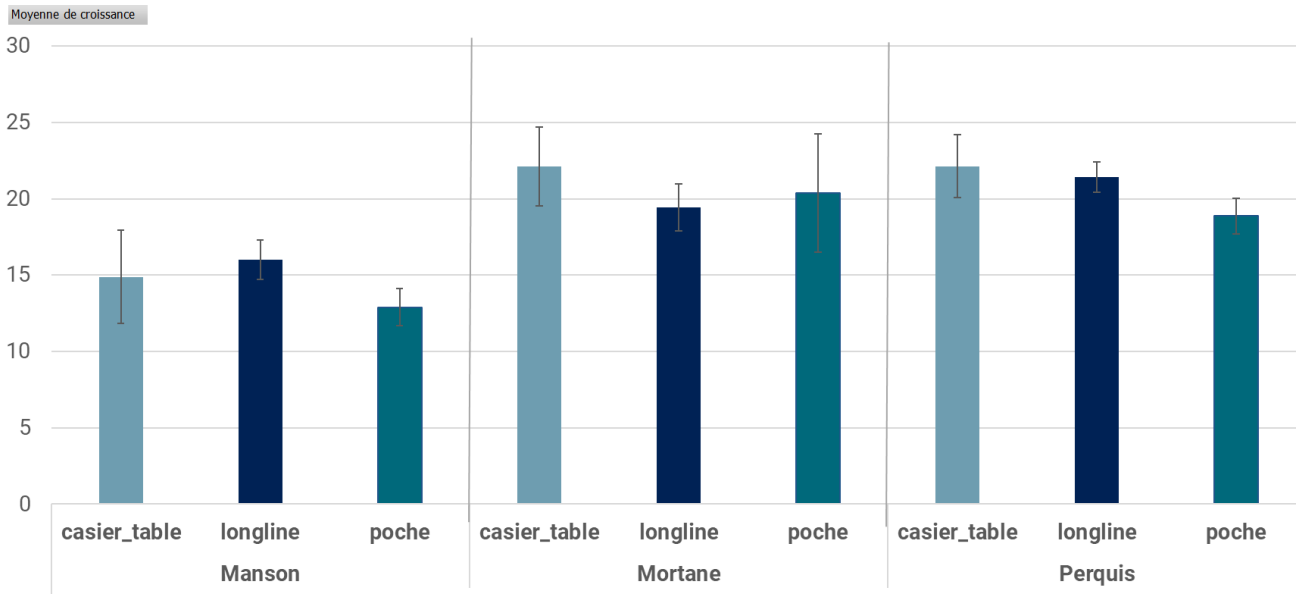


Figure 39 : Prise de poids moyenne des huîtres triploïdes en finition 2020, suivant le parc et le système d'élevage étudié

Tout comme en 2019, les essais de finition menés en 2020 mettent en évidence l'importance du choix du parc sur la prise de poids en finition des huîtres triploïdes. Le parc de Manson présente notamment une croissance significativement inférieure à celle sur Mortane et Perquis quel que soit le système d'élevage : en moyenne +14,6 ±1,9 g à Manson contre +20,6 ±2,7 g et +20,8 ±1,4 g respectivement à Mortane et Perquis (Figure 39).

La 2ème année de test de finition montre la même tendance qu'en 2019 : la densité en casiers semble influer sur la prise de poids des triploïdes suivant le parc où se déroule la finition, particulièrement pour les huîtres en casiers sous table.

Forme

Contrairement aux résultats des huîtres naturelles, les triploïdes en finition sont significativement plus rondes en 2020, quel que soit le système d'élevage. Les conditions météorologiques en 2020 ont favorisé un travail accru des huîtres notamment en casiers, en atteste les traces visibles sur la coquille des huîtres de 2020 (Figure 40) résultant d'un brassage important dans le casier.

En 2019 et 2020, le parc de Perquis a permis un travail des huîtres plus important qu'elles soient élevées en poches ou en casiers australiens. Les produits de Perquis sont donc plus ronds que sur Manson et Mortane.

Figure 40 : Trace de frottement des casiers sur les huîtres triploïdes (test 2020)

Globalement, la forme des triploïdes est influencée par l'année de finition et le parc choisi. On peut donc supposer que ce sont uniquement les conditions météorologiques de l'année et l'exposition des parcs (travail plus ou moins important des huîtres) qui influent sur la forme des huîtres en casier. En poche ostréicole, c'est surtout le nombre de retournement et de brassage fait par le professionnel qui influe sur la forme des huîtres.

2.2. Remplissage et qualité de chair des triploïdes

Remplissage
L'année ainsi que le parc sur lequel est mené le cycle de finition des triploïdes n'ont aucun impact sur leur remplissage des produits.

Les deux années de tests mettent en évidence une forte influence du système d'élevage sur l'indice de remplissage des huîtres en finition. Les casiers australiens permettent d'obtenir des produits significativement plus remplis que les poches ostréicoles : en moyenne 34 ±6,7% en casiers contre 31 ±7,4% en poches. Le système en longline est notamment à privilégier afin d'obtenir le meilleur remplissage.

Par ailleurs, une faible densité en casier permet d'assurer un remplissage supérieur des triploïdes en finition.

Figure 41 : Huître triploïde après 4 mois de finition en casiers australiens (test 2020)

Qualité de chair

La qualité de chair des produits triploïdes est meilleure en 2020.

De manière générale, les deux années de tests ont mis en évidence une qualité de chair supérieure en casiers australiens, particulièrement en longline. En outre, les huîtres triploïdes en finition en longline en 2019 et 2020 ont donné en moyenne des huîtres Spéciales contrairement aux poches qui n'ont donné que des huîtres Fines (IQ < 10,5).

Lors des tests 2019, l'importance du choix du parc pour la qualité de chair des produits triploïdes est observée notamment en casiers australiens. On trouve un gradient Nord/Sud avec un IQ significativement différent entre les trois sites étudiés : 11 ±0,8 à Mortane, 10 ±0,4 à Manson et 9,5 ±0,7 à Perquis.

Les densités utilisées pour ces essais : 60 et 80 individus/casier, n'ont pas permis de mettre en évidence une différence d'IQ entre les huîtres élevées à faible densité et celles élevées à forte densité.

Figure 42 : Deux triploïdes issues d'une finition en casiers australiens (tests 2020)

En 2020, l'impact du choix du parc pour la finition des triploïdes n'est pas autant marqué qu'en 2019. Perquis reste cependant le site présentant les plus faibles indices de qualité de chair, quel que soit le système d'élevage. On observe notamment que les performances en longline sont moins favorables que sur Mortane et Manson. L'exposition ainsi que la disponibilité en nourriture peuvent expliquer ces résultats sur Perquis.

Contrairement aux résultats de 2019, l'effet de la densité en casiers australiens sur la qualité de chair des triploïdes ne s'est pas confirmé lors des essais en 2020.

Lors de l'analyse des produits de finition au laboratoire, il s'est avéré que les huîtres issues d'un élevage en casiers australiens étaient plus difficiles à ouvrir. Cette observation est une conséquence d'un muscle abducteur des huîtres en casiers plus fort. Le volume ainsi que le travail régulier des casiers avec la marée ont pu améliorer ce muscle.

Enfin, comme pour les huîtres naturelles, les tests de 2019 et 2020 démontre que le chambrage des triploïdes en finition n'a pas été influencé par le système d'élevage.

2.3. Mortalité des huîtres triploïdes en finition

En 2019, une finition des triploïdes en longline permet d'obtenir moins de mortalité qu'avec les casiers sous table et les poches ostréicoles : en moyenne sur la phase de finition, 7 ±4% de mortalité en longline contre 8 ±4,4% et 11 ±2% respectivement en casiers sous table et en poches (Figure 43). Ce résultat est à moduler en fonction du site d'élevage. Sur Mortane par exemple, les casiers australiens sous table sont préférables à la longline puisque le système permet de limiter plus fortement les mortalités que les deux autres systèmes d'élevage. Mais d'une manière générale, les casiers australiens permettent de limiter la mortalité sur la phase de finition.

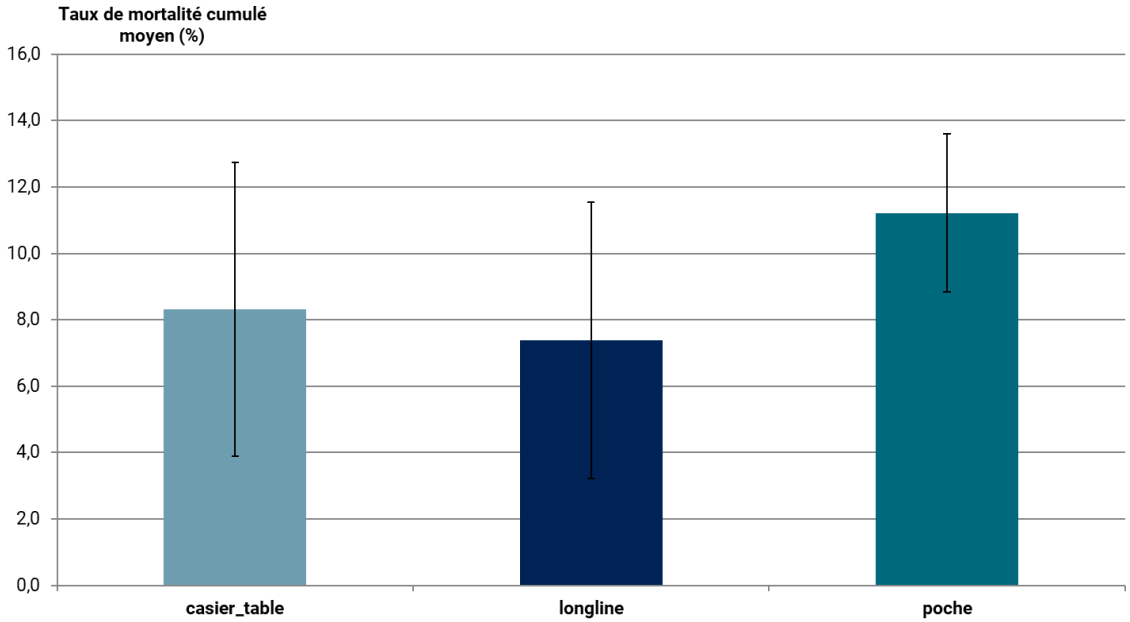


Figure 43 : Mortalités moyennes des huîtres triploïdes en finition 2019, suivant le système d'élevage étudié

En 2019, l'effet de la densité sur la mortalité des triploïdes en casiers australiens n'apparait pas nettement. Il semble qu'en longline, la densité ne soit pas un facteur impactant alors que si les casiers australiens sont disposés sous les tables, une faible densité est préférable. Cependant ces résultats sont fortement variables suivant le parc de finition. Afin de préciser cet effet, il faudrait choisir des densités plus marquées.

Malgré les différences de mortalité entre les deux années 2019 et 2020, les casiers australiens ont montré une meilleure survie (Figure 43 et 44) qu'en poches ostréicoles. Contrairement à 2019, la mortalité en longline et en casier sous table en 2020 ne diffère pas : 21,9 ±6% de mortalité en longline contre 20,9 ±9,4% en casiers sous table (Figure 44).
Le choix du parc de finition a un impact hautement significatif sur la mortalité en 2020 en casiers australiens. Cet effet est cependant plus important sur les huîtres en casiers sous table que celle en longline.
On observe également que Mortane présente les mortalités en casiers les plus faibles pourtant la mortalité en longline est la même que sur les deux autres parcs.

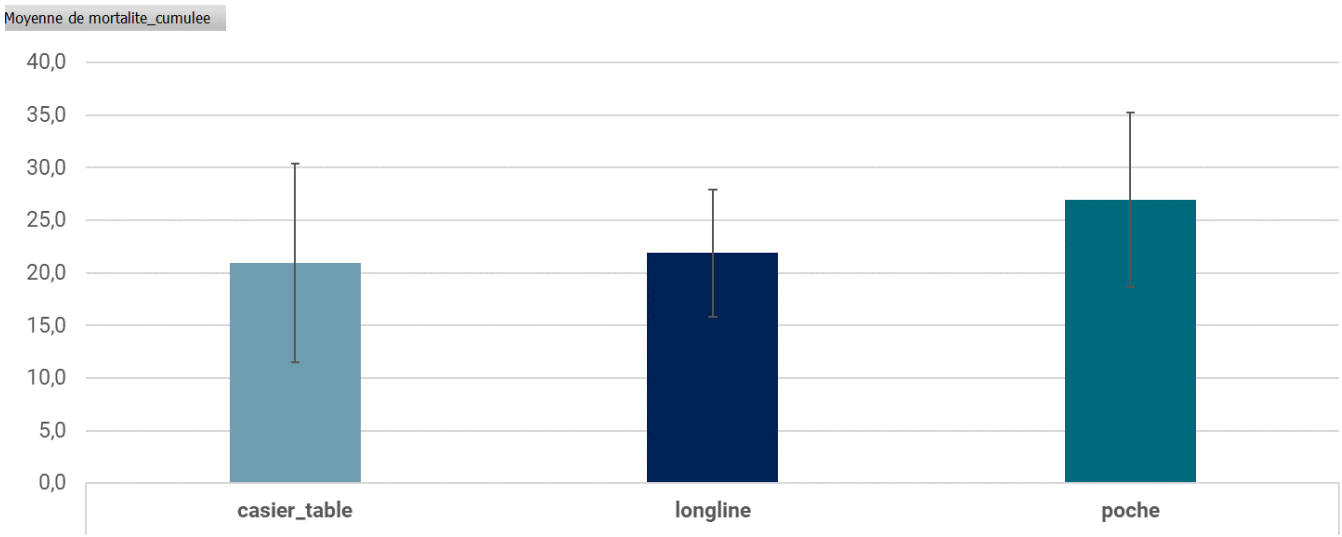


Figure 44 : Mortalités moyennes des huîtres triploïdes en finition 2020, suivant le système d'élevage étudié

Enfin les tests 2020 n'ont pas permis de conclure sur l'effet de la densité observé en 2019. On constate cependant que la mortalité en casiers australiens est plus fluctuante entre les parcs si la finition est menée à forte densité.

Tableau 8 : Synthèse des principaux résultats de la finition en casiers australiens d'huîtres triploïdes

Croissance	- En 2020 : meilleure prise de poids en casiers australiens particulièrement en casiers sous table En 2019, l'effet du système d'élevage n'est pas observé - Le choix du parc de finition est important - La densité en casier a tendance à influer sur la prise de poids des triploïdes surtout en casiers sous table
Remplissage	- Les casiers australiens permettent d'obtenir des huîtres plus remplies que la poche particulièrement les longline - Il est préférable de privilégier les faibles densités en casiers - Le choix du parc de finition n'a pas d'effet sur le remplissage des triploïdes en casiers australiens
Qualité de chair	- Les produits issus de casiers australiens, et particulièrement de longline, sont de meilleure qualité que ceux issus des poches ostréicoles Les deux années de tests ont permis d'obtenir majoritairement des huîtres Spéciales avec les longline et des huîtres Fines avec les poches - Le travail des huîtres en casiers australiens renforce leur muscle abducteur - Le choix du parc impacte la qualité de chair en casiers - L'effet de la densité mis en évidence en 2019, ne s'est pas confirmé en 2020
Forme	- Le choix du système d'élevage n'influence pas la forme des triploïdes en finition - La forme a varié en fonction des sites et des années, laissant penser que les conditions météorologiques influencent différemment le mouvement des casiers en fonction de l'exposition du parc sur lequel ils sont implantés
Mortalité	- Les casiers permettent de limiter la mortalité des triploïdes en phase de finition - Le choix du parc a un impact fort sur les mortalités. En 2020, l'effet bénéfique de la longline est supérieur à l'impact du parc

3. Test de flotteurs en 2020

Les flotteurs ont été utilisés lors de la phase de finition, durant 2,5 mois, d'août à octobre 2020 (Figure 45).
Plusieurs éléments sont ressortis sur le parc de Manson en 2020 :

- Il n'y a pas de différence de qualité entre 2019 et 2020 contrairement aux deux autres sites pour les huîtres naturelles.

- Concernant la croissance des huîtres naturelles : le système d'élevage en longline apparait comme nettement supérieur par rapport aux deux autres systèmes et contrairement aux deux autres parcs.

- Pour les huîtres triploïdes, la croissance et le remplissage en longline sur Manson se démarquent fortement des deux autres sites.

Figure 45 : Flotteurs testés lors des essais de finition 2020 sur le parc de Manson

Ces observations zootechniques peuvent être, soit le résultat de l'effet des flotteurs mis en place en 2020, soit la conséquence de facteurs environnementaux propres à Manson (hydrodynamisme, disponibilité en nourriture, orientation, …).
Pour les triploïdes, au vu de la variabilité des données en casiers et en poche, il semble que de manière générale, l'effet du parc prédomine sur l'effet du système d'élevage impactant fortement les données de croissance, de remplissage et de mortalité.
Concernant les huîtres naturelles, dans le cas de ce projet, les flotteurs ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les résultats zootechniques de la finition.

Les essais n'ont pas été réitérés mais il aurait été intéressant de voir si une 2ème année de test des flotteurs aurait confirmer ces observations.
Enfin la question de la durée et de la période d'utilisation des flotteurs a fait l'objet de discussions. En effet, les flotteurs semblent être plus bénéfiques pour les performances d'élevage en période printanière et/ou estivale, où les courants sont moins forts. Des essais printaniers d'élevage avec flotteurs vérifieraient ce retour d'expérience.

IV. Autres intérêts du casier australien pour l'ostréiculture charentaise

Lorsqu'un système d'élevage est étudié, différents facteurs sont à prendre en compte : la compatibilité du mode de production avec les possibilités techniques et environnementales du milieu d'élevage, les performances zootechniques de ce nouveau système, l'accès à la ressource trophique, l'impact du système d'élevage sur l'environnement et les obligations réglementaires de la zone. Les parties précédentes ont permis de mettre en évidence les performances zootechniques du système australien au regard des résultats obtenus avec le système traditionnel en poches. Cette partie IV présente les autres facteurs étudiés dans ce projet, à prendre en compte dans l'analyse de cette technique d'élevage australienne.

Figure 46 : Systèmes d'élevage en casiers australiens, sous table ou en longline

1. Effet des casiers australiens sur l'envasement des parcs

1.1. Dynamique sédimentaire sur zone sans élevage ostréicole (Témoin)

Au cours de la période d'étude, la variation naturelle de la hauteur de vase a été significativement différente entre les 3 sites expérimentaux au regard de la zone témoin définie (cf.I.2.2 page 17). En effet, à l'issu de 12 mois de suivi, le site de Manson a subi globalement une accumulation de sédiment de +1,5 cm, alors que le site de Mortane a connu une légère érosion de -0,3 cm (courbe violette Figure 47). La hauteur de vase sur le site de Perquis est restée quasiment stable, avec une variation de -0,05 cm au cours des 14 derniers mois (courbe violette Figure 47).

La teneur en eau des sédiments des zones témoins ont également été différentes entre chacun des parcs au cours de la période d'étude (courbe violette Figure 48). Les sites de Manson et Mortane présentaient un sédiment de fluidité relativement identique, avec 36 et 39 % de teneur en eau respectivement, alors que le site de Perquis se détache largement avec 57 % d'eau dans son sédiment. Ce résultat est en accord avec les observations des professionnels, mettant en évidence le caractère envasé de la zone sud, à l'embouchure de la Seudre.

Finalement, ces résultats et les observations menées sur le terrain, permettent de caractériser le substrat : les dépôts sédimentaires sur Perquis, visiblement plus vaseux que sur Mortane et Manson, s'avèrent moins résistants. À Manson et Mortane, la composition plus grossière des sédiments (mélange plus important de différentes classes de particules) entraine un phénomène « d'arrangement » : les petites particules viennent se placer dans le vide des grosses particules rendant ainsi le dépôt sédimentaire moins fluide et donc plus résistant (Oms, 2003).
Des analyses granulométriques sont en cours d'analyse au laboratoire EPOC de l'université de Bordeaux afin de valider ces observations et quantifier la part de chaque classe granulométrique.

Au vu de ces résultats et pour la suite des analyses, les comparaisons entre les modalités d'élevage seront réalisées à l'échelle de chaque site.

1.2. Analyse de l'évolution de la hauteur du sédiment suivant le système d'élevage

Les sites de Perquis et de Mortane montrent des dynamiques d'accrétion et d'érosion du sédiment identiques entre eux, avec des variations synchrones mais d'ordres de grandeur différents (Figure 47).
Les installations de suivi disposées sur ces deux parcs ne mettent pas en évidence d'effets significatifs du système d'élevage sur la hauteur de vase. En effet, la variation moyenne de la hauteur de vase a été quasiment identique, que ce soit sous les tables, avec ou sans dévaseurs, les longline australiennes ou sur la zone témoin sans élevage. Néanmoins, une tendance à un faible envasement est observée sous les tables à poches (+0,1 cm à Mortane et +0,4 cm à Perquis) et sous les longline (+0,2 cm à Mortane et +0,3 cm à Perquis).
Sur le site de Mortane, l'effet bénéfique des dévaseurs ne ressort qu'en terme de tendance, avec une diminution potentielle de -0,7 cm de la hauteur de vase.

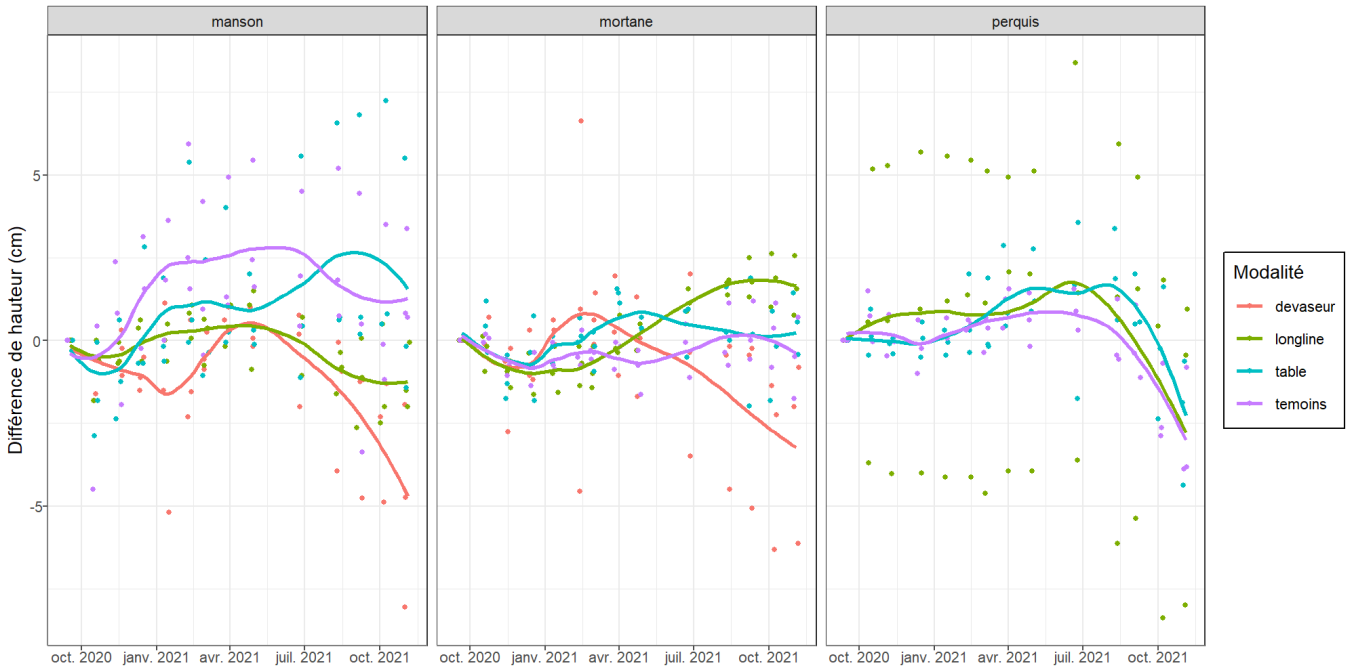


Figure 47 : Différence de hauteur du sédiment (cm) en fonction des modalités testées pour chaque site

Le site de Manson a montré une dynamique sédimentaire différente des autres sites, avec une accumulation plus précoce de sédiment en début d'année 2021, et une dispersion anticipée des particules dès le mois de juillet (modalité témoin Figure 47). À partir de ce mois, une phase d'érosion sédimentaire a été observée sur les zones témoins et de longline, mais surtout au niveau de la zone avec des dévaseurs, atteignant quasiment -5 cm de hauteur en novembre 2021 (Figure 47).
Ces résultats démontrent d'une perte significative de sédiment avec les dévaseurs et sous les longline comparativement à la zone témoin en début de période automnale.
Sur Manson, une tendance fortement marquée semble mettre en évidence l'effet bénéfique des longline sur la limitation de l'envasement (-0,3 cm de hauteur de vase) contrairement à celui sous les tables à poches sans dévaseurs (+1 cm).

1.3. Relation entre la hauteur des sédiments et leur teneur en eau

À travers la littérature, il apparait qu'une loi exponentielle reliant la résistance d'un dépôt sédimentaire à sa teneur en eau existe : plus la teneur en eau est forte, moins le sédiment est résistant (Oms, 2003). Nos suivis ont également permis de mettre en évidence des relations de corrélation entre la hauteur du sédiment et la teneur en eau de ce dernier :

- La relation est positive dans les zones témoins, traduisant le fait que lors du phénomène d'accrétion, ce sont des particules moins résistantes qui s'accumulent sur ces zones (Figure 48).
- À l'inverse, au niveau des dévaseurs, l'augmentation de la hauteur du substrat s'opère par l'accumulation d'un sédiment moins fluide, souvent caractéristique de particules grossières (Figure 48).

Ces relations ne sont pas significatives pour les modalités tables et longlines.

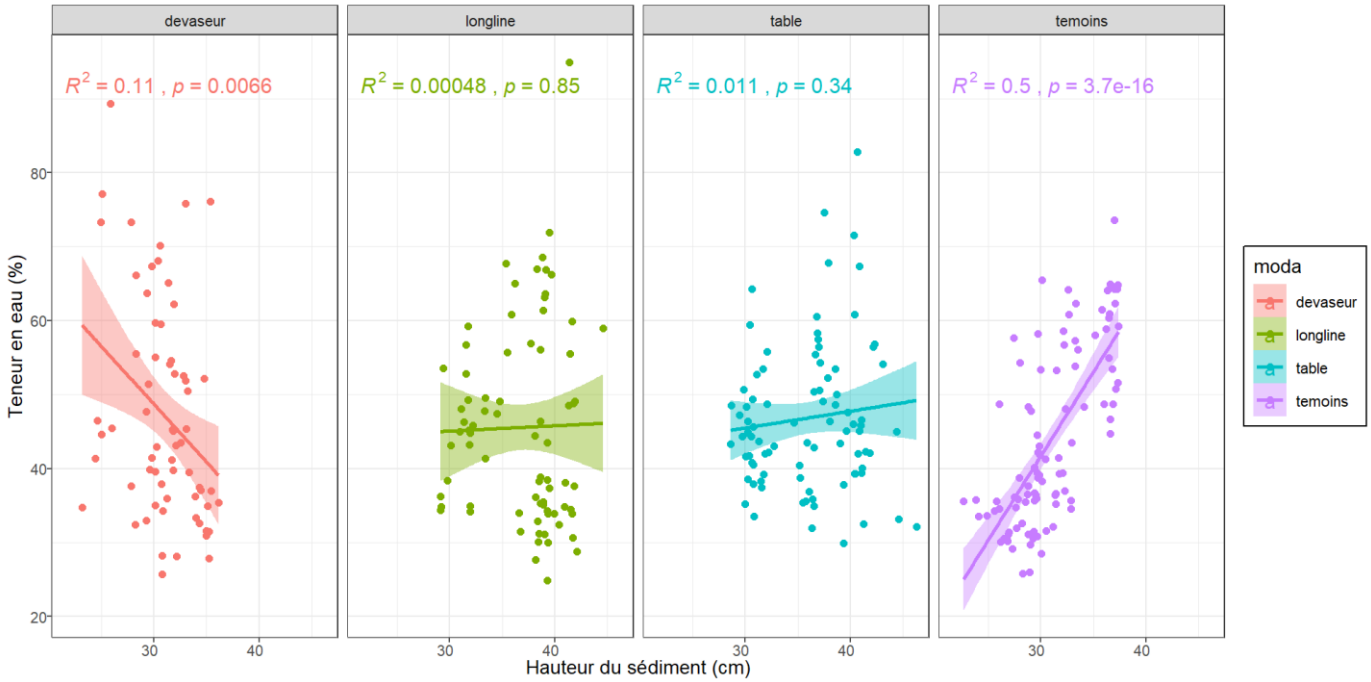


Figure 48 : Teneur en eau (%) en fonction de la hauteur de sédiment (cm) en fonction des modalités. Les statistiques paramétriques des régressions linéaires sont calculées pour chaque modalité.

1.4. Analyse de la teneur en eau des sédiments suivant le système d'élevage associé

Le sédiment du site de Perquis a contenu la même proportion d'eau (autour de 60%), qu'il soit disposé sur notre zone témoin, sous des tables à poches ou sous des longlines (Figure 49). Sur ce site, il n'y a donc pas de différence de fluidité du sédiment qu'il se trouve dans une zone sans activité ostréicole, sous des poches ostréicoles ou sous des longlines.

Du coté de Mortane, le sédiment sous les tables et les longlines était plus fluide et donc moins résistant (environ 80% de teneur en eau) que celui dans les zones témoin ou sous l'influence des dévaseurs (moins de 50% de teneur en eau).
Ces résultats corroborent l'hypothèse d'une accumulation préférentielle de vase sous les structures d'élevage (Figure 49). Les dépôts sédimentaires récents étant moins résistants.
Finalement, le site de Manson a subi des variations très importantes de la teneur en eau du sédiment au niveau du point de suivi sous les tables avec les dévaseurs (Figure 49). Ces variations coïncident avec les phases naturelles de nettoyage (période hivernale) et d'accrétion de sédiments (période estivale) observées sur le terrain.

Figure 49 : Teneur (%) du sédiment en fonction des modalités testées pour chaque site

En effet, durant la phase de nettoyage ou d'érosion, les dépôts sédimentaires supérieurs, moins résistants car plus récents, sont remis en suspension grâce aux laveurs et nettoyé par le courant laissant apparaitre en couche superficielle un sédiment plus résistant (teneur en eau moins forte en sortie d'hiver) (Figure 49). À l'inverse, en phase d'accrétion, la couche superficielle se trouve être peu résistante (teneur en eau forte en sortie d'été) car constituée de particules sédimentaires juste déposées (Figure 49).

Sur Manson, on observe également que les teneurs en eau moyennes des sédiments diffèrent significativement entre les poches sur table (40 %) et les longlines ou la zone témoin (36 % pour ces deux modalités). Les dépôts sédimentaires sous les structures australiennes sont plus

résistants que ceux sous les tables ostréicoles. Ces résultats, suggèrent un comportement des longlines similaire à celui des dévaseurs, mais de moins grande ampleur, permettant le nettoyage des sédiments.

De manière générale, les systèmes d'élevage (longlines ou poches sur tables) et les laveurs n'ont d'impacts que sur les sites où le sédiment est de nature plus grossière. En effet, les zones caractérisées par un substrat sableux et sablo-vaseux sont susceptibles de recevoir des particules fines à la surface au cours d'une année d'exploitation. Cette couche superficielle serait plus facilement mobilisable par la force des courants, d'autant plus sous l'action des dévaseurs.

2. Intérêts socio-économiques de cette nouvelle technique d'élevage

Du fait de leurs caractéristiques (cf. I.1. page 10), les huîtres élevées en casiers australiens sont brassées et donc travaillées au rythme des marées, indépendamment d'une intervention humaine. Le temps de travail ainsi que la main d'œuvre associée usuellement au brassage et retournement des poches ostréicoles semblent donc économisés.

2.1. Temps de travail et allègement des marées

Afin de confirmer ces hypothèses, les marées 2020 pour un même lot et un même parc ont ainsi été répertoriées par CAPENA d'une part (dans le cadre des essais à partir du naissain 2020) et par les professionnels, partenaires du projet, élevant sur longline d'autre part.
La Tableau 9 ci-dessous liste, pour l'année 2020, les actions réalisées par CAPENA ainsi que leur fréquence associée sur 1 parc et pour un lot de naissain mis en élevage au printemps. Suivant la surface du parc et le nombre de naissain, une action peut nécessiter moins d'une marée voire plusieurs marées.
Ainsi en 2020, on dénombre 6,5 actions réalisées sur les longlines contre 12,5 interventions sur les poches (Tableau 9). Cette différence s'explique, comme supposé précédemment, par l'absence de marées pour le travail des huîtres.

Tableau 9 : Interventions suivant le système d'élevage du CAPENA : casiers australiens ou poches ostréicoles. Élevage à partir d'un naissain T10 mis à l'eau en avril. 1 intervention peut durer entre 30 min et 1 marée entière

	Casiers en longline	Poches sur tables
Mise à l'eau	1	1
Dédoublage + changement de maille	2	2
Brassage + retournement	0	8
Réparations / surveillance lignes	2	0
Nettoyage fouling moules	1,5	1,5

En extrapolant à l'échelle d'un cycle de 3 ans à partir du naissain, on estime un gain moyen de 18 interventions avec l'utilisation des longlines pour un lot d'huîtres sur un parc par rapport au système en poches sur tables. Ce gain d'intervention multiplié par le nombre de parc peut permettre de réorganiser considérablement le travail en mer ou à terre de l'ostréiculteur et de ses ouvriers.

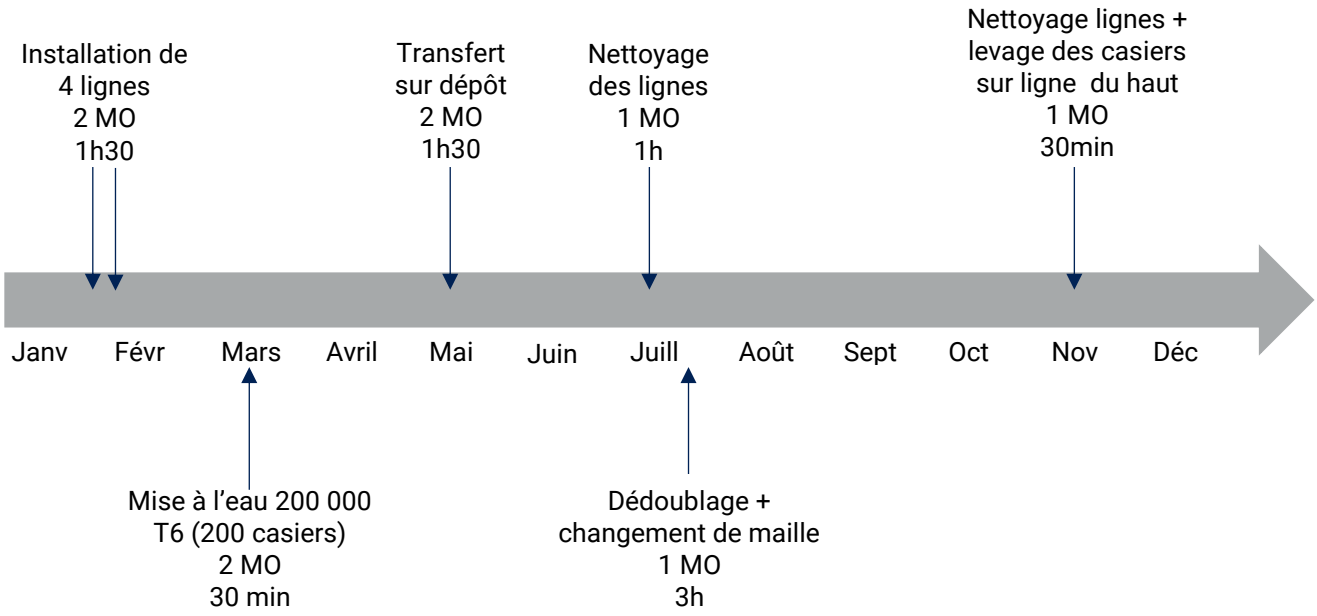


Figure 50 : Retour d'expérience d'un professionnel sur ses interventions 2020 sur son naissain élevé sur ses longlines d'un parc du bassin de Marennes-Oléron
1 flèche = 1 intervention sur le parc
MO = Main d'œuvre

Les retours des professionnels sur l'année 2020, ont permis de recueillir que ce soit pour un cycle à partir du naissain (Figure 50) ou à partir du demi-élevage (Figure 51), la chronologie d'interventions sur les longlines. En dehors des actions d'élevage classiques (mise à l'eau, dédoublage, criblage, transfert, …), les seules actions d'entretien sont celles réalisées en période de fouling pour nettoyer le captage de moules sur les structures (actions également réalisées sur les poches et tables ostréicoles).

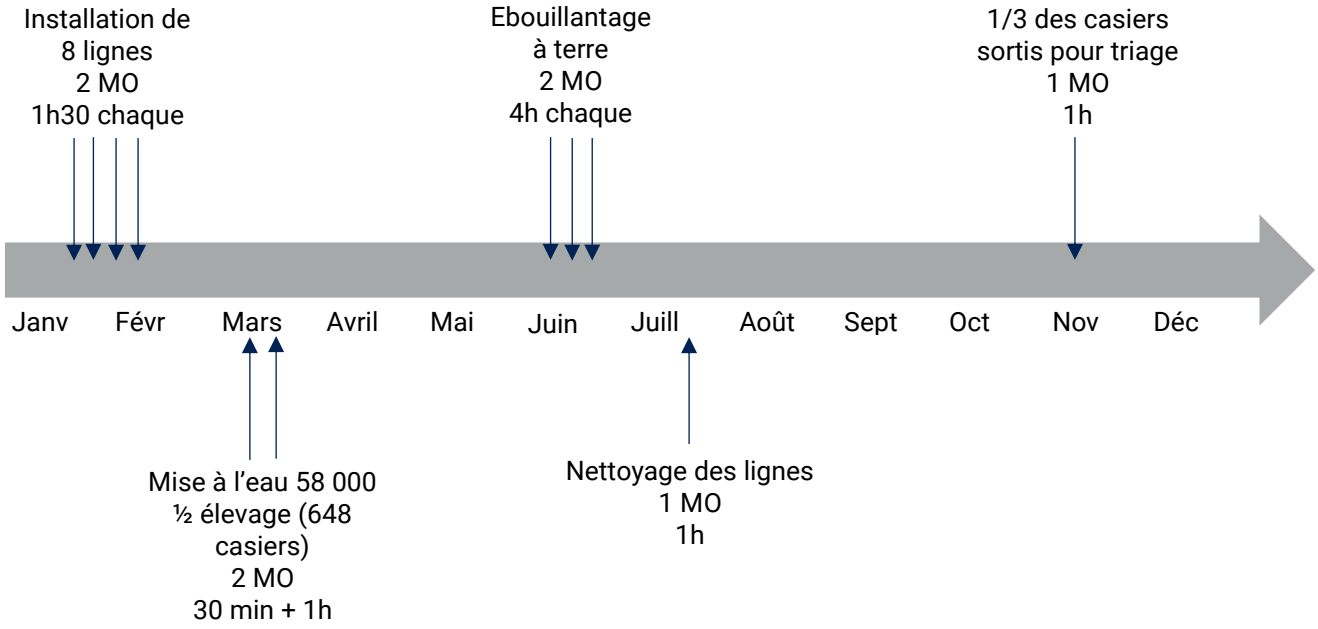


Figure 51 : Retour d'expérience d'un professionnel sur ses interventions 2020 menées sur du demi-élevage élevé en longline dans un parc du bassin de Marennes-Oléron
1 flèche = 1 intervention sur le parc
MO = Main d'œuvre

L'installation des systèmes en longline ressort comme étant l'action la plus chronophage pour un élevage en casiers australiens (Figure 50 et 51). Contrairement au système traditionnel en poche qui ne nécessite qu'un temps de chargement, les longlines nécessitent un temps de travail à terre conséquent afin de préparer les lignes, monter les casiers puis un temps de travail en mer pour l'installation de ces mêmes lignes.

Figure 52 : Installation des longlines à terre et en mer

Travail à terre : Si l'on prend l'exemple d'une longline de 35 m, composée de deux lignes (haute et basse) pouvant ainsi accueillir 48 casiers australiens, il faut compter approximativement 1h de préparation des lignes (mise en place des clips poteaux, découpe gaine, …) à deux personnes. Le montage des 48 casiers demande alors 2h30 à deux personnes.
Travail en mer : Une fois l'étape à terre faite, il faut compter deux marées pour finir d'installer la longline. En effet, afin d'assurer une bonne tension des lignes et un bon ancrage des pieux, la mise en place de la ligne et des pieux d'ancrages doit se faire sur une marée puis l'installation des pieux intermédiaire lors d'une 2nde marée.

L'installation d'une longline pour 48 casiers nécessite donc à deux personnes une demi-journée de travail à terre et deux marées contrairement au système en poches sur tables qui ne nécessite qu'une marée pour installer l'équivalent en tables. L'élevage en casiers sous table, peut donc représenter un intermédiaire puisqu'il permet de garder cet avantage des casiers et leur gain d'interventions, tout en diminuant le temps de préparation et d'installation.

Enfin, outre l'impact sur l'organisation du travail, le gain d'intervention permet également de réduire la pénibilité du travail en mer. En effet, le retournement et le brassage des poches représentent des actions répétées qui sollicitent physiquement les ostréiculteurs notamment au niveau du dos. L'absence de ces interventions permet aux professionnels d'alléger physiquement le travail en mer.

2.2. Impact économique des casiers australiens

Le gain de 6 sorties/parc/an pour le travail des huîtres obtenu grâce aux longlines a également un impact économique pour l'entreprise. En effet, en diminuant le nombre d'intervention en mer, le poste de dépenses liées aux marées : essence, entretien du bateau entre autres s'en trouve diminué.

Malgré l'économie faite sur le poste de dépenses liées aux marées, le coût à l'installation du système australien est significativement supérieur au système d'élevage traditionnel en poches sur table. Cette installation est dépendante de la réglementation en vigueur sur l'estran mis en place par les services de la Direction Départementale des Territoires de la Mer de Charente-Maritime (DDTM 17) et du CRC 17 (DDTM 17, 2015).
À l'heure actuelle, le Schéma des structures (DDTM 17, 2015) intègre comme élevage ostréicole surélevé seulement le système en poches sur tables ostréicoles. Cette réglementation oblige les ostréiculteurs à respecter 60 poches/are pour le demi-élevage et la finition sur parc. L'innovation australienne n'étant pas encore intégrée au Schéma des structures, plusieurs scénarios d'installation de cette technique pourront se présenter à la profession :

- 1er scénario : élevage en équivalence de densités
  En finition par exemple, d'après les densités pratiquées sur cette phase (130 à 180 individus/poche), le règlement du Schéma des structures correspond à un chargement de 7 800 à 10 000 individus/are.
  Si un professionnel souhaite réaliser une finition en casiers australiens à densité équivalente à la surface (7 800 à 10 000/are), en tenant compte des résultats obtenus concernant la densité (cf. III page 36 à 50), il devra donc installer 130 à 160 casiers/are.

- 2ème scénario : l'unité d'élevage à la surface reste la même
  Ainsi même avec le système d'élevage australien, les professionnels devront respecter 60 casiers/are.

- 3ème scénario : exploitation au maximum des capacités de surface
  Le professionnel installe les casiers australiens sur toute la surface que lui permet son parc, sans se soucier du nombre.

Au vu de la réglementation actuelle et des enjeux zootechniques de la profession pour maintenir une bonne croissance, des produits de qualité et une mortalité moindre dans le bassin, le 3ème scénario semble peu probable.

Figure 53 : Casiers australiens sous table

La densité préconisée en casiers (60 individus/casier en finition par exemple) étant plus faible que celle en poche, le 2ème scénario entrainera une diminution du cheptel sur les parcs. La productivité/are s'en trouvera alors diminuée.
Cependant, cette baisse du nombre d'individus en élevage entraine théoriquement une meilleure disponibilité en nourriture pour ces derniers. La diminution du cheptel à la surface pourrait donc permettre de meilleures performances zootechniques (croissance, qualité de chair, remplissage).
De plus, d'après les essais de finition (cf. III page 36 à 50), la qualité de chair en casiers australiens est supérieure à celle des huîtres en poche. Cet effet associé à l'hypothèse d'une meilleure disponibilité alimentaire conforte l'idée que malgré un nombre d'individus en élevage plus faible, la qualité des produits s'en trouve améliorée. Ce gain de qualité pourra permettre d'envisager une meilleure valorisation des huîtres issues d'un élevage en casiers australiens (prix de vente augmenté) et donc de pallier la baisse de productivité/are.
Ce 2ème scénario est conforté par le retour d'expérience des quelques professionnels charentais pratiquant cette technique et par les ostréiculteurs normands (communications personnelles).

Dans le cadre d'une intégration de cette innovation dans le Schéma des structures et dans l'hypothèse où l'un des deux premiers scénarios est choisi par la profession et les services de la DDTM 17, l'investissement initial varie (Tableau 10).

Tableau 10 : Comparaison du coût d'investissement à l'are suivant le système d'élevage (casiers australiens/poches) et le scénario d'implantation des casiers

	Scénario 1		Scénario 2	
Système traditionnel en poches sur tables	60 poches et élastiques/crochets 13 tables	600 € /are	60 poches et élastiques/crochets 13 tables	600 € /are
Système en longline *(sur 1 are, ligne de 10m de longueur)*	11 à 16 lignes 130 à 160 casiers (1 hauteur de ligne)	5 600 € à 7 000 € /are	4 à 5 lignes 40 à 60 casiers (1 hauteur de ligne)	1 750 € /are
Système en casiers sous table	16 à 20 tables 130 à 160 casiers	4 300 € à 5 400 € /are	7 tables 56 casiers	1 925 € /are

Les coûts d'installation estimés dans le Tableau 10 sont calculés à l'are ; ils représentent donc seulement des lignes de 10 m à une hauteur. Selon la configuration de son parc, un ostréiculteur pourra cependant choisir d'installer plusieurs hauteurs sur une ligne ou encore d'optimiser ses installations avec des lignes plus grandes. Ses décisions impacteront ainsi le coût d'installation. Par exemple, deux lignes de 50 m couteront moins chères à installer que 10 lignes de 10 m (moins de pieux d'ancrages).

La simulation des coûts/are à l'installation (Tableau 10) met bien évidence l'importance de l'investissement initial nécessaire en casiers australiens, quel que soit le scénario choisi.
Le système de casiers sous table s'avère plus coûteux que le système en longline.
Le 1er scénario (équivalence des densités à la surface) est le scénario le plus onéreux pour la profession. Il représente un investissement de près de 10 fois supérieur au système traditionnel sur poches.

Le 2ème scénario d'implantation du système australien permettrait donc aux professionnels d'investir raisonnablement dans l'innovation australienne (3 fois plus cher que le système traditionnel, Tableau 10) tout en valorisant un produit supérieur.

À noter : dans le cadre des financements régionaux, le FEAMPA peut apporter un soutien financier (à hauteur de 50% maximum) pour l'investissement dans les nouveaux systèmes d'élevage australiens.

V. Autres tests menés au cours de l'étude

1. Essai du FlipFarm dans le bassin de Marennes-Oléron

Les professionnels australiens et néo-zélandais ont développé il y a dix ans une nouvelle innovation zootechnique : le FlipFarm. Cette technique consiste à disposer sur une ligne des casiers australiens flottants en surface (Figure 54 et 55) pouvant être facilement retournés à l'aide d'un système de glissière disposé sur le côté des chalands (Figure 54).

Figure 54 : Système du Flip Farm mis en œuvre en Australie et Nouvelle-Zélande (Source : FlipFarm)

En Australie et en Nouvelle-Zélande, le système mis en place permet aux ostréiculteurs entre autres choses de faciliter le travail à la marée et de gagner du temps, d'avoir un meilleur contrôle du fouling et des casiers globalement plus propres.
À la suite de la visite des australiens et néo-zélandais sur les sites expérimentaux de l'étude en octobre 2019, un système de FlipFarm a été prêté à un professionnel participant au projet. La structure de quelques casiers a ainsi pu être testé sur le site de Manson (Figure 55) sur des huîtres de demi-élevage triploïdes et diploïdes de l'hiver à l'été 2020.

Figure 55 : Système du Flip Farm testé dans le bassin de Marennes-Oléron

Résultats :
Après moins d'un an de test, la mortalité dans les casiers du FlipFarm a été quasiment de 100%. Les huîtres sont blanchies et présente des trous sur la coquille (Figure 56).

Avec cette disposition, les casiers australiens se situent dans une zone de grande énergie du courant. Les huîtres ont donc été fortement sollicitées par le système, créant ainsi un travail excessif de la coquille ainsi qu'un stress important pour les individus en élevage.
L'entreprise FlipFarm a rencontré ce résultat au Québec lors de tests en conditions hydrodynamiques proches de celles du bassin de Marennes-Oléron. Le système est donc en cours de test afin d'ajuster la position des casiers par rapport à l'énergie des courants : disposition légèrement plus basse par rapport à la surface.

Figure 56 : Huîtres après quelques mois d'élevage en FlipFarm à Manson

Malgré ces résultats, le système de FlipFarm trouve son intérêt dans le retournement des casiers permettant de lutter contre le fouling sur ces derniers. En effet, malgré la saison du fouling, et sans action de nettoyage, les casiers sont restés propres.

À l'issu de ce test, des professionnels ont montré leur intérêt pour ce système flottant pour l'exploitation de leur claire. Un ostréiculteur a d'ores et déjà testé un à deux casiers flottants en marais et a obtenu de très bons résultats en matière de qualité de chair.
Le projet du CRC17 s'est focalisé sur les performances sur estran, la piste d'une utilisation de cette innovation zootechnique en marais reste à explorer.

2. Effet de la hauteur de la longline sur les résultats zootechniques

Au printemps 2021, un essai à partir d'huîtres charentaises de taille T12 (2,2 g) et d'huîtres triploïdes de taille T20 (11 g) a été mis en place avec le Lycée maritime et aquacole de La Rochelle sur le parc du Martrey, ile de Ré (Figure 6).

L'objectif de cet essai est d'observer la tenue du système en longline sur un site de l'ile de Ré mais également d'étudier l'impact de la hauteur des lignes sur la croissance et la mortalité des huîtres.
Afin de respecter le schéma des structures, la ligne la plus haute se situe à 1 m et celle du bas à 60 cm (Figure 57).

La densité en casier est de 400 individus/casier. Des poches témoins ont été confectionné à 250 individus/poche et disposé sur les tables ostréicoles du Martrey.

Figure 57 : Test de 2 hauteurs de ligne sur les longlines du Martrey, ile de Ré

2.1. Effet de la hauteur sur l'élevage de T12 charentais

Croissance et forme
Après 8 mois d'élevage en longline, aucune différence de croissance entre les huîtres élevées en poche et celles en longline n'est observée : en moyenne +13,8 ±5 g en casiers australiens et +11,8 ± 0,3 g en poches.
À la suite de la mise à l'eau des huîtres, une légère perte de poids (-0,1 ±0,6 g) a été relevée en casiers australiens. La mobilité des casiers sur un site battu tel que le Martrey a pu entrainer un travail accru dès la mise à l'eau provoquant des cassures de coquilles et donc une perte de poids générale.

À l'échelle des casiers, on constate un effet significatif de la hauteur des lignes sur la croissance des T12 charentais (Figure 58). En effet, durant les quatre 1ers mois d'élevage en longline, la hauteur la plus haute permet une meilleure croissance : +7,4 g contre +4,3 g (Figure 58). Cependant, à partir du mois de septembre, les courbes s'inversent et les casiers disposés en bas de ligne permettent d'obtenir une croissance significativement supérieure de près de +10 g aux huîtres élevées sur la ligne du haut (Figure 58).
Les casiers disposés sur la ligne la plus haute sont plus sujets aux conditions météorologiques automnales (coups de vent, fortes houles, …) entrainant une mobilité supérieure des casiers australiens et un éventuel stress pouvant impacter la prise de poids des individus. De plus, les huîtres sur la ligne supérieure restent plus longtemps émergées. Elles ont donc moins de temps de filtration pour se nourrir.
À l'inverse, les casiers disposés sur la ligne du bas, plus proche du fond, sont protégés des intempéries et peuvent concentrer leur énergie à la prise de poids.

Ainsi, afin d'optimiser la croissance des huîtres, il faudrait donc disposer les huîtres sur une hauteur plus haute afin qu'elles profitent au mieux de la pousse printanière. Puis à partir de

l'automne, il semble préférable de privilégier une hauteur de ligne plus basse pour « abriter » les huîtres afin que ces dernières puissent croitre.

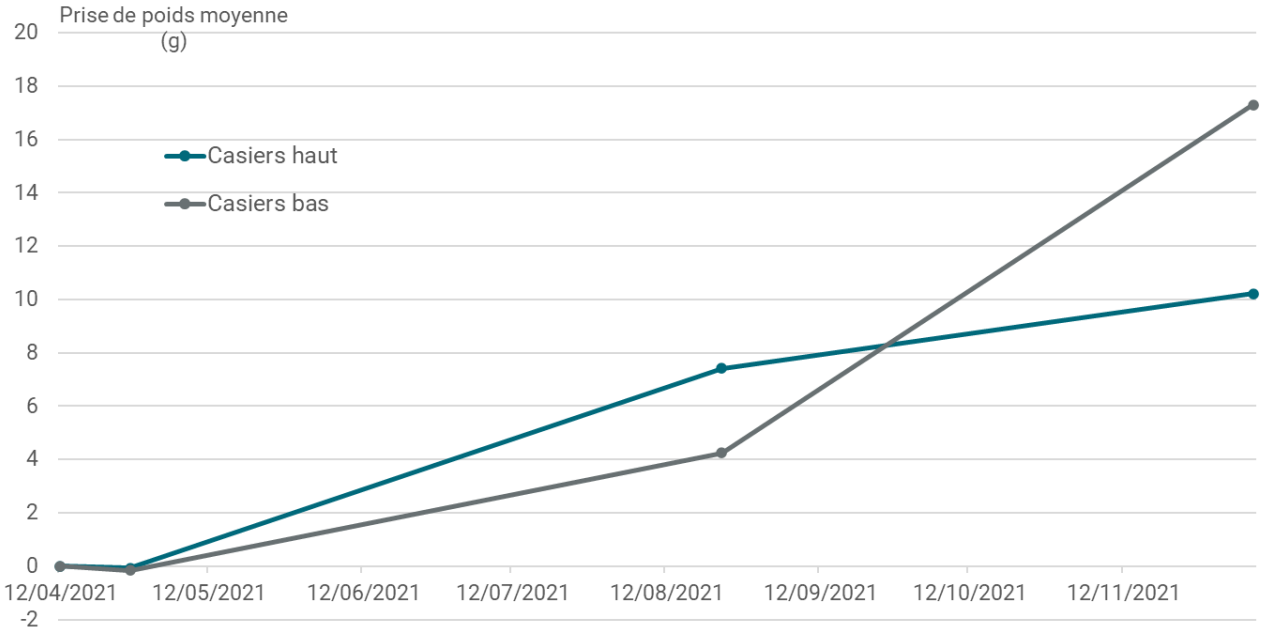


Figure 58 : Croissance du naissain charentais en longline suivant les deux hauteurs de lignes testées

Concernant la forme des huîtres, aucune différence significative d'indice de longueur n'est constatée entre les casiers australiens (IL = 2,28 ±0,01) et les poches ostréicoles (IL = 2,25).
De la même manière, la hauteur des lignes ne semble pas impacter la rondeur des huîtres durant ces 8 mois d'élevage. Au vu de l'effet des caractéristiques du parc suivant la saison sur la croissance, on aurait pu penser qu'il en aurait été de même pour la forme des huîtres. Cependant, l'effort d'échantillonnage employé n'a peut-être pas permis de préciser l'effet sur l'indice de longueur des huîtres.

Figure 59 : Longlines sur le site de l'ile de Ré

Mortalité
Malgré une forte augmentation de la mortalité des huîtres charentaises durant les 1ers mois d'élevage (Figure 60), on observe un effet du système d'élevage sur la survie de ces huîtres. En effet, la longline permet de limiter significativement la mortalité des huîtres au Martrey : après 8 mois d'élevage 29,9 ±0,2 % de mortalité moyenne en casiers australiens contre 43,6% de mortalité en poches sur table. (Figure 60).

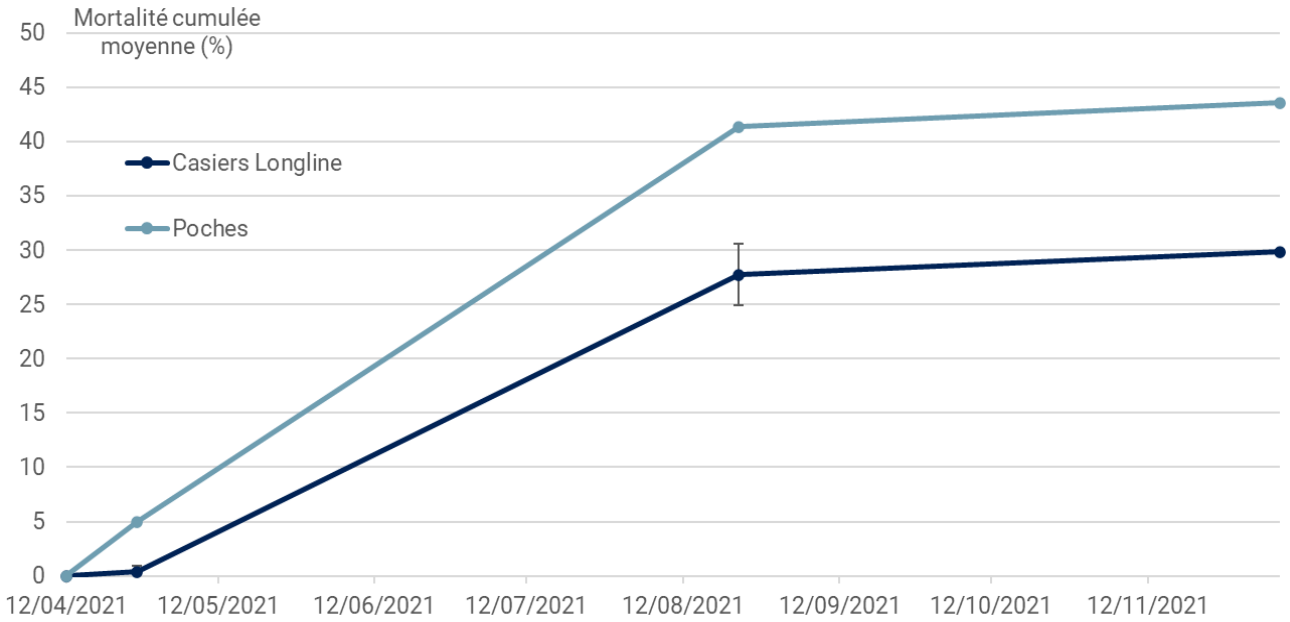


Figure 60 : Mortalité cumulée moyenne des huîtres charentaises au Martrey, suivant le système d'élevage : casiers australiens et poches ostréicoles

Ces essais confirment les résultats mis en évidence en 2018 en Normandie (Blin, 2018) : La hauteur des lignes n'a cependant aucun impact sur la survie des huîtres en casiers australiens.

2.2. Effet de la hauteur sur l'élevage de T20 triploïdes

Croissance et forme
Tout comme pour les T12 naturelles, aucune différence de croissance entre les huîtres élevées en poches et celles élevées en casiers australiens n'est relevée : +27,4 ±10,4 g en moyenne après 8 mois en longline contre +20 ±3,2 g en poches ostréicoles.
De plus, on constate également la même dynamique de croissance entre les huîtres élevées en casiers sur la ligne basse et celles élevées sur la ligne plus haute (Figure 61).
Concernant la forme des huîtres, le choix du système d'élevage ne semble pas avoir d'effet sur la forme des huîtres T20 : indice de longueur de 2,35 en casiers australiens et de 2,37 en poches.
Les 8 mois d'élevage n'ont pas mis en évidence d'effet de la hauteur des lignes sur la forme des T20 triploïdes. Un effort d'échantillonnage plus important aurait pu préciser l'impact de la hauteur de la longline sur la rondeur des huîtres.

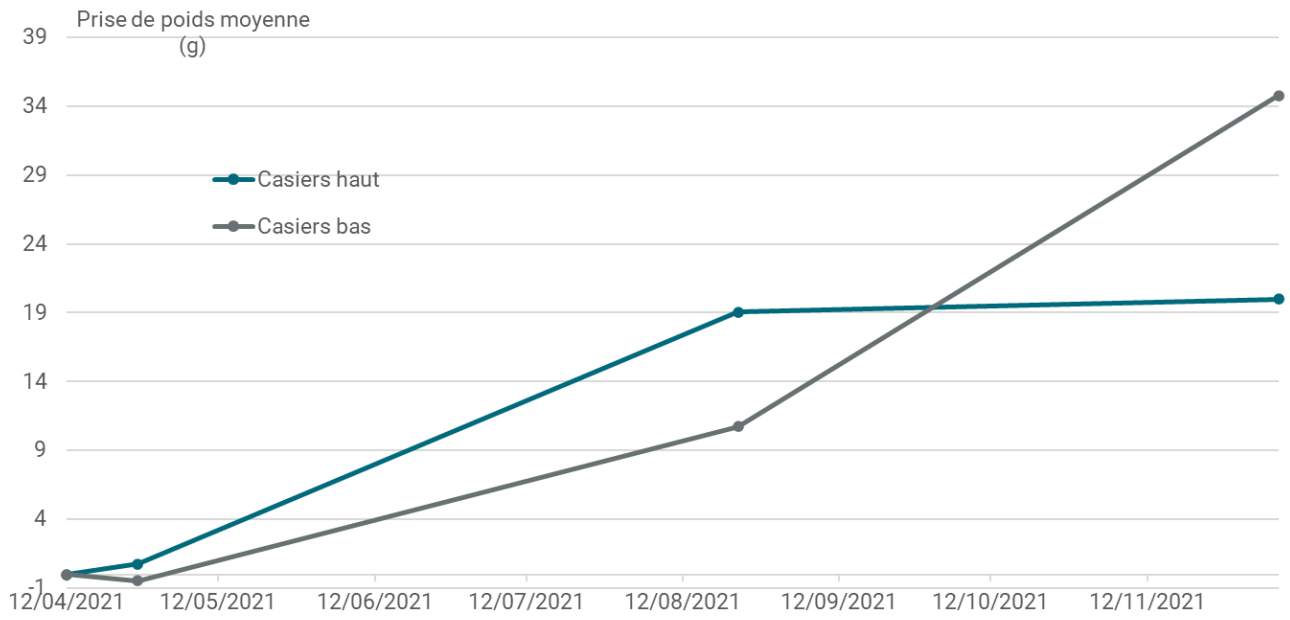


Figure 61 : Suivi de la croissance en longline des T20 triploïdes au Martrey, suivant la hauteur des lignes

Mortalité

Dès la mise à l'eau, les triploïdes en longline connaissent un pic de mortalité de 60,8 ±2,5% avant de se stabiliser durant la suite de l'élevage en casiers (Figure 62). La mise à l'eau des T20 en casier australien a provoqué un stress important chez les triploïdes dû aux mouvements des structures.

La mortalité est ainsi significativement inférieure en poches ostréicoles.

Tout comme ce qui avait été indiqué dans le cadre des essais du SMEL en Normandie (Blin, 2018), aucune différence de mortalité n'est observée entre les huîtres élevées sur la ligne du haut et celles sur la ligne du bas.

On ajoutera cependant que des dégâts ont été constatés en fin d'année 2021, avec notamment la ligne supérieure en partie arrachée et des casiers tombés.

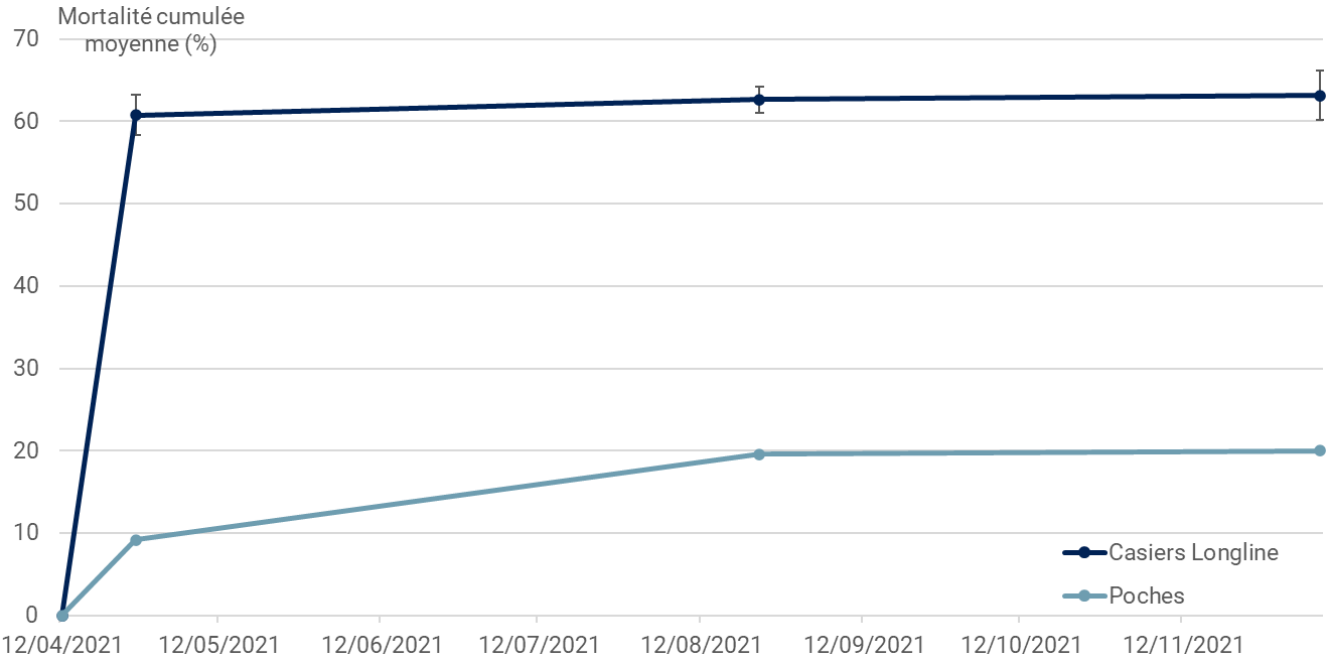


Figure 62 : Mortalité cumulée moyenne du T20 triploïdes élevés au Martrey, suivant le système d'élevage choisi : poches ou casiers australiens

Cette observation peut remettre en question la pertinence de l'implantation des longline sur le site du Martrey. En effet, ce site de la côte Sud de l'ile de Ré est très exposé, peut-être trop pour le système d'élevage australien.

D'une manière générale, ces 1ers résultats sur l'effet de la hauteur doivent être confirmés par des tests de plus grande ampleur. Ces derniers permettraient également de valider ou non la pertinence de ce parc pour l'implantation de longlines.

3. Lutte contre les bigorneaux perceurs

Lors des essais de finition menés en 2019, des bigorneaux perceurs ainsi que leur ponte ont été observés sur les pieux des longlines du site de Manson (Figure 63). Aucun individu n'a été observé dans les casiers.

Figure 63 : Bigorneaux perceurs et leur ponte fixés sur les pieux des longlines à Manson

Le système de tahitienne n'est à l'origine pas utilisé sur cette espèce de prédateur, cependant étant donné son fonctionnement, il nous a semblé pertinent de tester son efficacité sur le bigorneau perceur.

Résultats :
Durant toute l'année d'élevage qui a suivie l'installation des tahitiennes, aucun bigorneau n'a été observé au-dessus des tahitiennes ou dans les casiers australiens. Cependant, à l'issue d'un an « d'usage », le fouling s'est accumulé sur les franges des deux types de tahitiennes, alourdissant ces dernières et limitant ainsi leur mobilité. Des bigorneaux ont donc été observé au niveau des lignes (Figure 63) et dans certains casiers.

Les prototypes en corde semblent moins mobiles que les tahitiennes en plastique (Figure 63).

Les 1ères observations semblent montrer une certaine efficacité des tahitiennes normandes contre les bigorneaux perceurs. Cependant, en cas de fouling trop important ces systèmes préventifs sont inutiles sauf si un nettoyage est réalisé tous les ans.

4. Test d'un prototype de socle pour l'installation de longline sur substrat rocheux

À la suite des 1ers essais de 2019, plusieurs problématiques sont ressorties lors du 2ème COPIL (juillet 2020) : la présence de bigorneaux perceurs (cf.V.3 précédemment) et l'installation difficile du système de longline suivant le substrat du parc.

Dans le cadre du projet, l'installation de longlines en 2019 sur le site de la Casse n'a pu se faire en raison du substrat rocheux présent sur la moitié du parc rendant impossible l'enfoncement des pieux de la ligne.

Figure 64 : Installation de longline sur substrat rocheux

En 2020, le professionnel concessionnaire du site développe un système de pieds en ferraille afin d'insérer les poteaux de ligne dans le socle et de pouvoir les disposer sur son parc malgré le substrat rocheux.
Afin de planter l'ancrage de la ligne, au lieu d'un pieu, un pic en fer a été enfoncé dans le substrat rocheux (Figure 64).

Après deux ans d'utilisation, le système a bien vieilli et les lignes sont restées en place. Le socle s'est tassé dans le sédiment lui permettant de gagner en stabilité.

Outre la possibilité de positionner les longlines sur des parcs avec des substrats peu favorables, ce dispositif permet également d'envisager la possibilité de retirer plus facilement les lignes australiennes.

Conclusion

Le système d'élevage australien a fait son entrée dans les bassins ostréicoles français depuis quelques années, principalement en Normandie et peu à peu en Charente-Maritime et dans le Bassin d'Arcachon. Cette innovation zootechnique repose principalement sur des casiers volumineux attachés à une ligne ou une table par des clips lui conférant une mobilité liée au courant des marées. Cette caractéristique permet ainsi de diminuer le nombre d'interventions des ostréiculteurs sur site. Les actions de brassage et de retournement sont notamment supprimées permettant aux professionnels d'économiser du temps de travail à la marée, un nombre d'interventions par parc et ainsi de réorganiser leurs tâches.
L'absence d'intervention de brassage/retournement, entraine également une réduction de la pénibilité au travail pour les ostréiculteurs.

Ce projet a pour objectif principal de comparer les performances d'élevage de différents lots d'huitres élevées en casiers australiens par rapport à l'élevage traditionnel en poches surélevées. Les expérimentations se sont concentrées sur trois sites du bassin de Marennes-Oléron et se sont focalisées sur la première année d'élevage (à partir de naissain T10) et sur la phase de finition (calibre 5 à 4). Des expérimentations secondaires ont permis, entre autres, d'explorer l'effet de la hauteur des casiers australiens sur les performances d'élevage, ou l'influence de ces structures sur l'envasement des parcs. Les répercussions économiques de cette nouvelle technique d'élevage sur les entreprises ont également été étudiées. Finalement, ce projet a pour but d'apporter les premiers éléments de réponses pour permettre l'adaptation de cette nouvelle méthode dans le bassin de Marennes-Oléron.

En 1er lieu, les essais ont été concluant en matière de tenue du système d'élevage australien. À l'exception du site de l'ile de Ré sur lequel des dégâts liés aux intempéries ont été observés, l'implantation des longlines sur les trois autres parcs du bassin de Marennes-Oléron s'est révélée pertinente.

D'un point de vue zootechnique, les essais à partir du naissain (naturel ou triploïde) ont permis de mettre en évidence la forte influence du choix du système d'élevage (longlines, casiers australiens sous table ou poches) sur la mortalité en 1ère année. Pour un élevage à partir du naissain naturel charentais par exemple, l'élevage en longlines permet de limiter les mortalités en 1ère année.
À l'inverse, aucune influence significative du système d'élevage sur la croissance du naissain n'a été observé lors des deux années de tests. Cependant, les casiers australiens permettent d'obtenir en 1ère et 2ème année, un cheptel plus homogène en poids que la poche ostréicole. Pour les ostréiculteurs, cela peut faciliter les étapes de dédoublages, de criblages et de reconfection réalisées tout au long du cycle d'élevage.

Pour une spécialisation en finition, que ce soit à partir d'huîtres naturelles ou triploïdes, l'utilisation des casiers australiens permet d'obtenir des huîtres de meilleure qualité de chair, plus remplies mais également de limiter les mortalités en phase de finition.
Du fait de la mobilité des casiers australiens avec le courant, la forme a fortement varié en fonction des sites et des années, laissant ainsi penser que les conditions météorologiques influencent différemment le mouvement des casiers en fonction de l'exposition du parc sur lequel ils sont implantés.

La faible densité en casiers est souvent à privilégier pour optimiser les performances d'élevage. C'est notamment le cas pour assurer une croissance optimale du naissain naturel ou triploïde

en 1ère année d'élevage mais également pour obtenir des produits triploïdes de finition les plus remplis.
Que ce soit pour un élevage à partir du naissain ou pour une spécialisation en finition, l'influence du choix du parc sur les performances des huîtres est prédominante. L'expérience des professionnels au fur et à mesure de la pratique de cette nouvelle technique permettra d'affiner cet effet du choix du parc.

L'essai mené sur l'ile de Ré a également mis en évidence l'influence du choix de la hauteur de la ligne sur les performances d'élevage, privilégiant la ligne supérieure à la mise à l'eau et durant la pousse printanière. À partir de l'automne la ligne basse est à privilégier afin d'optimiser les résultats d'élevage.

Tableau 11 : Synthèse des principaux résultats zootechniques de l'étude des casiers australiens en Charente-Maritime (+ bien ; ++ favorable ; +++ très favorable ; / pas de distinction ; - non favorable)

	Naissain triploïde			Naissain naturel charentais		
	Croissance	Mortalité	Forme	Croissance	Mortalité	Forme
Longline	++	++	++	/	++	+
Casiers sous table	++	++	+	/	+	-
Poches surélevées	+	+	+	/	+	+

	Finition huîtres triploïdes					Finition huîtres naturelles				
	Prise de poids	Qualité de chair	Remplissage	Forme	Mortalité	Prise de poids	Qualité de chair	Remplissage	Forme	Mortalité
Longline	/	+++	+++	/	++	++	++	++	/	++
Casiers sous table	/	++	++	/	++	++	++	++	/	++
Poches surélevées	/	+	+	/	+	+	+	+	/	+

Outre les différents résultats zootechniques mis en évidence, l'étude a également permis de suivre l'effet de cette innovation australienne sur l'envasement. Le suivi mis en place durant deux ans sur Perquis, Manson et Mortane, n'a pas mis en évidence d'effet de la longline sur la hauteur du sédiment. En automne cependant, a été observé sur le site de Manson, une diminution significative des sédiments sous la longline, similaire à ce qui est observé au niveau des tables ostréicole équipées de dévaseurs. Le système d'élevage australiens semble avoir un effet bénéfique par rapport à l'élevage traditionnel en poches sur tables (sans laveurs).

Actuellement, une quinzaine de professionnels charentais élèvent une partie de leurs huîtres en casiers australiens (sous table ou en longline). Cette étude zootechnique permet d'apporter à la profession des éléments concrets quant aux performances d'élevage potentielles que cette technique peut apporter en Charente-Maritime.

Le système d'élevage australien n'étant pas encore intégré au Schéma des structures de Charente-Maritime (DDTM17, 2015), les résultats de cette étude pourront servir de point de départ dans l'éventualité d'une actualisation du règlement ostréicole.

Cette étude a permis de mettre en évidence de grandes orientations quant à la pratique d'élevage en casiers australiens comme par exemple une finition en longline pour améliorer le remplissage et la qualité de chair des produits ou encore , dans le cas d'un élevage en longline sur un parc assez exposé, privilégier une variation de hauteur à l'automne pour optimiser les résultats. Cependant, une étude sur l'ensemble d'un parc serait à projeter afin notamment d'estimer la densité dépendance (et pas seulement sur l'envasement) lorsque la profession décidera d'intégrer plus largement cette innovation à leurs pratiques.

Bibliographies

Adventure Education. Oyster Farming. Fact sheet. Plankton to plate: the story of edible oysters. 3p.

Bertran R, Le Clanche J.F, 2012. États des lieux de ma filière ostréicole. Bilan des recherches et des projets de sortie de crise. Réseau Aquacole, fiche n°5,4.

Blin J.L, Laisney N, Lefebvre V, Moal S, Petina Y.S, Delaunay Y.C, Moneuse N, 2018. Nouveau système d'élevage des huîtres : « poches australiennes ». Rapport d'étude SMEL, 40p.

Bulmer R, Kelly S, Jeffs A.G, 2012. Hanging basket oyster farming: assessing effects on seagrass using aerial photography. Aquaculture Environment Interactions Vol.2:285-292,2012. 8p.

Carpentier C, 2015. Evolution des systèmes d'élevage ostréicole traditionnels sur parcs : essais expérimentaux de systèmes d'élevage sur filière, dans le cadre d'une démarche participative des acteurs de la filière. CREAA, mémoire de fin d'étude option Elevage et Systèmes de Production. École d'ingénieur agronome VetagroSup. 56p.

Carpentier C, 2020. Étude de l'envasement du bassin ostréicole de Marennes-Oléron. Synthèse bibliographique et retour d'enquête. Rapport d'étude CREAA, 59p.

Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Charente-Maritime/Service des Activités Marines Unité Cultures Marines et Pêches, 2015. Volet réglementaire du Schéma des structures des cultures marines de Charente-Maritime. 177p.

Getchis T, 2017. Development of a Northeast Aquaculture Research Farm Network (NARF-Net). 22p.

Nell J.A, 2001. The History of oyster farming in Australia. Marine Fisheries Review, 12p.

Oms C, 2003. Localisation, nature et dynamique de l'interface eau-sédiment en réseau d'assainissement unitaire. Autre. École des Ponts ParisTech. Français. 157p.

Rubio A, 2010. Using an automated oyster grading machine for long-term monitoring of oyster performance. 2009 Science and Innovation Awards for Young People in Agriculture, Fisheries and Forestry. 32 p.

Sornin J.M, 1981. Processus sédimentaire et biodéposition liés à différents modes de conchyliculture (Baie de Cancale, Anse de l'Aiguillon et Bassin de Marennes-Oléron). Thèse, Institut des Sciences de la Nature de l'université de Nantes.

Wear R, Theil M, Bryars S, Tanner J, de Jong S, 2004. Environmental risk assessment of intertidal shellfish aquaculture in south Australia. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide. SARDI Publication No.RD04/0155.

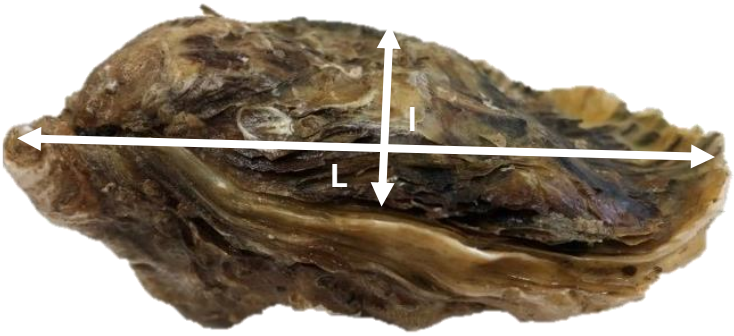
Annexes

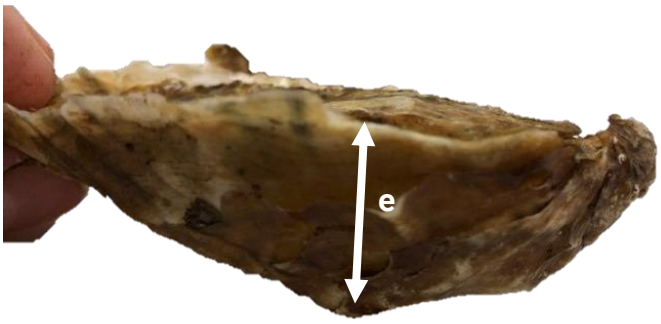
Table des matières

Annexe 1 : Formules et protocoles de mesure des indices de remplissage, de qualité de chair et de forme 73
Annexe 2 : Protocole des mesures mésotopgraphiques 74
Annexe 3 : Protocole des mesures de la teneur en eau du sédiment 75

Annexe 1 : Formules et protocoles de mesure des indices de remplissage, de qualité de chair et de forme

Indice de Forme : l'indice de longueur (IL) :
Les mesures de longueur, largeur et épaisseur d'au moins 30 huîtres sont réalisées à l'aide d'un pied à coulisse.





L'indice de longueur est alors calculé grâce à la formule ci-dessous :

$$\mathrm{IL} = \frac{\mathrm{L+e}}{\mathrm{l}}$$

Où L = Longueur (mm)
l = largeur (mm)
e = épaisseur (mm)

Indice de qualité de chair (IQ) et indice de remplissage (IR) :
Les mesures sont réalisées sur un échantillon d'au moins 30 huîtres. Afin de mesurer la qualité de chair d'un produit, chaque individu est pesé à l'aide d'une balance (précision 0,1g) puis ouvert. Pour chaque huîtres, la chair est retirée de la coquille afin de peser cette dernière (valve inférieure et supérieure). Le poids de chair humide est également pesé.

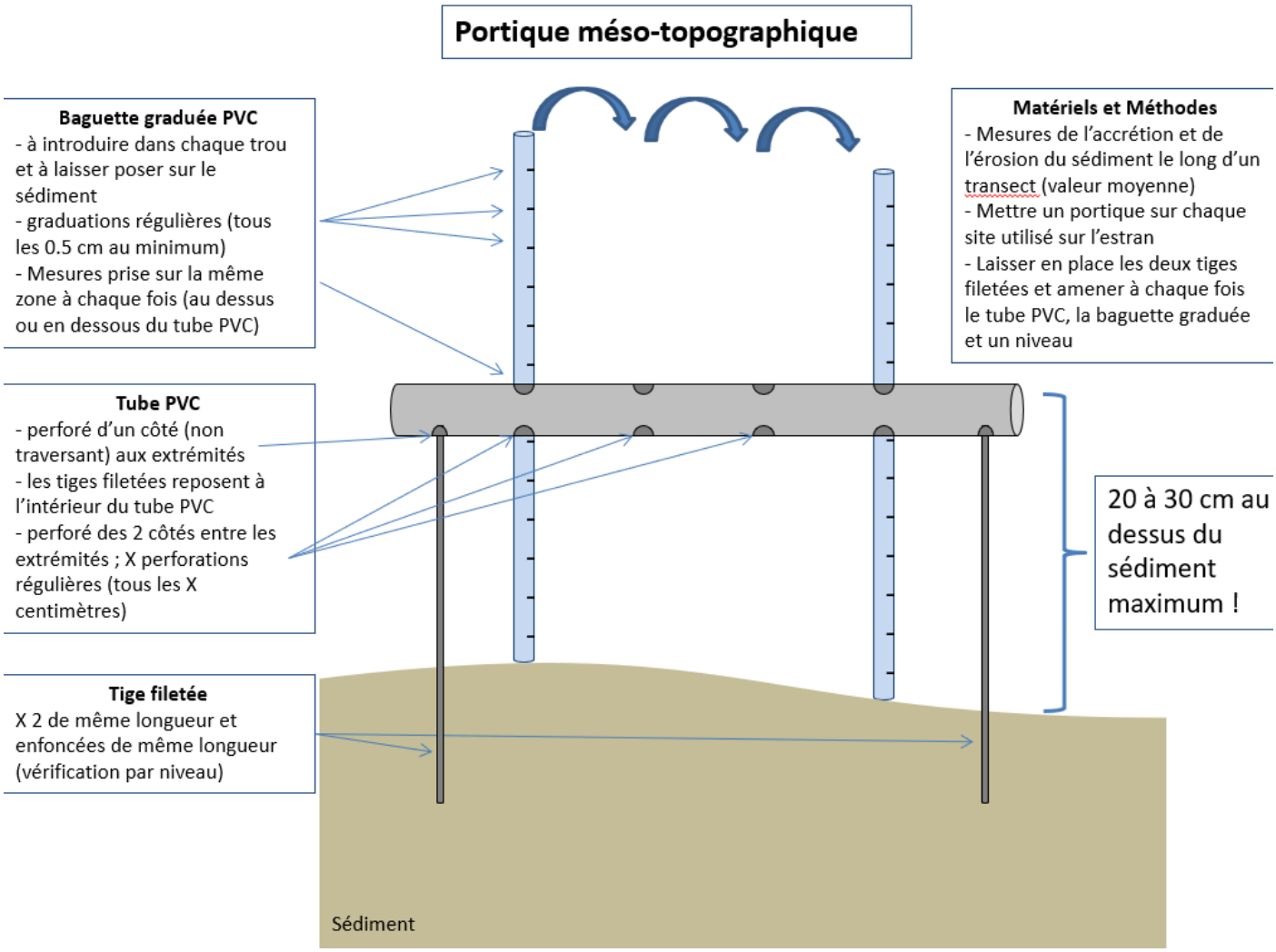
Les indices qualitatifs IR et IQ sont alors calculés grâce à la formule ci-dessous :

$$\mathrm{IQ} = \frac{\mathrm{Phumide}}{\mathrm{Ptotal}} \times 100 \quad \text{et} \quad IR = \frac{\mathrm{Phumide}}{\mathrm{Ptotal-Pcoquille}} \times 100$$

Où Phumide = Poids de la chair humide (g)
Pcoquille = Poids de la coquille vide (g)
Ptotal = Poids de l'huître (g)

Indice de chambrage (IC) :
Afin de caractériser la qualité de la coquille des huîtres, son indice de chambrage au ver Polydora est relevé.
L'infestation par ce ver est évaluée qualitativement par l'examen macroscopique des valves. Cinq classes d'infestation croissante sont définies :
0 : pas de galerie ou de chambre
1 : petites galeries. Pas de chambre
2 : pas plus de deux chambres et la surface infestée représente moins de 10% de la coquille
3 : plus de deux chambres ou surface d'infestation comprise entre 10 et 25% de la surface de la coquille
4 : Surface de la coquille totalement infestée

Annexe 2 : Protocole des mesures mésotopgraphiques



Source : CAPENA

Annexe 3 : Protocole des mesures de la teneur en eau du sédiment

Matériel nécessaire :

- Une étuve
- Une balance de précision 0,1 mg
- Une spatule
- Des récipients compatible avec un passage à l'étuve (aluminium, céramique, …) préalablement tarés

Mode opératoire :

La mesure de teneur en eau se déroule en trois phases :

1. Prélever un échantillon de sol et déterminer son Poids humide : (Ph)
2. Déterminer le Poids sec de l'échantillon : (Ps)
3. Calculer la teneur en eau (notée W) de l'échantillon en utilisant la formule appropriée :

• Phase 1 : Déterminer "Ph" le poids Humide

- Sur le terrain, prélever une quantité suffisante de sédiment
- Répartir une couche de sédiment épaisse d'environ 2 cm dans le contenant compatible à l'étuve.
- Noter le poids indiqué par la balance. C'est le poids humide (Ph).

• Phase 2 : Déterminer Ps

- Disposer les sédiments pesé dans l'étuve .
- Laisser les prélèvements à l'étuve 48h, à 60°.
- Peser le mélange et noter le poids sec indiqué. C'est le poids sec (Ps).

• Phase 3 : Déterminer W%

- Remplacer les valeurs de Ps et Ph dans la formule mathématique et déterminer la teneur en eau (W) du sol étudié :

$$[\ (Ph - Ps) : Ps\ ] \times 100 = \text{Teneur en eau (W)}$$

Cynthia Carpentier
Chargée de mission Aquaculture et Innovations
c.carpentier@cape-na.fr

CAPENA – Expertise et Application
Prise de Terdoux 17480 Le Château d'Oléron
T : 05 46 47 51 93