



# NOUVEAU SYSTEME D'ELEVAGE DES HUÎTRES « POCHES AUSTRALIENNES »



Crédit photo : SMEL



**Diffusion :** libre    ~~restreinte~~    interdite

**Version du document :** définitive

**Date de publication :** Juin 2018

**Nombre de page :** 40

**Bibliographie :** oui    ~~non~~

**Illustration(s) :** oui    ~~non~~

**Titre du rapport :**

**NOUVEAU SYSTEME D'ELEVAGE DES HUÎTRES  
« Poches Australiennes »**

**Auteur(s) principal (aux) :**

BLIN Jean-Louis

**Organisme(s) et adresse(s)**

SMEL Centre expérimental, Zone conchylicole, 50 560 BLAINVILLE / MER

**Autre(s) participant(s) :**

LAISNEY N., LEFEBVRE V., MOAL S., PETINAY S., DELAUNAY C.  
MONEUSE N. (SMEL)

DELISLE F. ; DELISLE M. (SCEA LES PARCS DELISLE)

**Décision du comité syndical du S.M.E.L. du :** 15 février 2017

**Remerciements :** Merci à Doriane et Gladys stagiaires au SMEL pour leur participation aux opérations de comptages.

**Mots clés :** Zootechnie, nouvelle technique, poches suspendues, poches australiennes, pratiques ostréicoles, huîtres

### Partenaire(s) financier(s) :

Cette étude, portée par la SCEA LES PARCS DELISLE en partenariat avec le SMEL, a été réalisée dans le cadre d'un financement « projet pilote » du conseil régional de Normandie (**Convention 2017 PCM 73**).



Autofinancements :



### Partenaire(s) opérationnel(s) :

L'étude est réalisée sur une concession expérimentale du CRC-NMdN spécialement dédiée à ce programme d'innovation zootechnique.



### Résumé :

Une évaluation zootechnique du système d'élevage dit « australien » a été menée dans le cadre d'un projet porté par la SCEA LES PARCS DELISLE dont l'objectif est de produire des huîtres spéciales sur la Côte Ouest Cotentin. N'étant pas répertorié dans le schéma des structures de la Manche, ce système d'élevage, qui n'avait jusqu'alors jamais fait l'objet d'évaluation technique, a été mis en place sur une concession expérimentale du CRC-NMdN et a fait l'objet d'une étude menée par le SMEL.

Ainsi, en comparaison avec un système classique d'élevage sur poche, le système australien (poches suspendues accrochées à des filins sur pieux verticaux) a été évalué en termes de survie et caractéristiques des huîtres adultes sur la dernière année d'élevage.

L'étude a montré que la zootechnique n'influçait pas la survie des huîtres et que le nouveau système permettait d'obtenir une qualité d'huître supérieure. Si les deux lots d'huîtres utilisés (captage et triploïde) ont présenté sur cette année de suivi des caractéristiques de croissance différentes en raison des conditions environnementales rencontrées, l'ensemble des critères mesurés ont montré l'apport positif du système australien sur la qualité des huîtres en termes de taux de remplissage et d'aspect général des huîtres.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	p 1
<b>OBJECTIF DU PROJET</b>	p 2
<b>MATERIEL ET METHODE</b>	p 3
1/ Méthode	p 3
2/ Origines des lots d’huîtres	p 3
3/ Densités d’élevage	p 3
4/ Localisation et descriptif du système testé	p 4
5/ Plan d’expérimentation	p 5
6/ indicateurs de suivi	p 6
7/ Aspects contextuels	p 8
<b>RESULTATS</b>	p 9
1/ Conditions initiales à la mise à l’eau	p 9
2/ Pourcentage de survie finale	p 10
3/ Croissance pondérale finale	p 12
4/ Rendement en élevage	p 14
5/ Longueur et largeur des huîtres	p 16
6/ Epaisseur des huîtres	p 18
7/ Indice de forme	p 20
8/ Poids frais de chair	p 22
9/ Indice de remplissage AFNOR	p 24
10/ Poids et indice de coquille	p 26
11/ Indice <i>Polydora</i>	p 28
12/ Résistance mécanique	p 30
13/ Aspect visuel	p 32
<b>DISCUSSION</b>	p 34
<b>CONCLUSION</b>	p 39
<b>Références</b>	
<b>ANNEXES</b>	

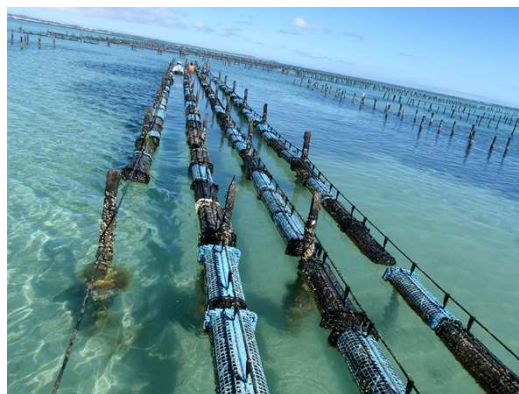


# Introduction

L'une des innovations zootechniques les plus marquantes de ces dernières années en ostréiculture concerne les poches d'élevage. L'innovation proposée par ces systèmes repose sur des supports d'élevage pouvant être balancés au gré des marées afin de limiter les temps de retournement manuel des poches, travail obligatoire pour obtenir de belles formes d'huîtres. De plus ces poches offrent un plus grand volume d'élevage comparé aux poches classiques fixées aux tables ce qui facilite le passage de l'eau de mer au sein des poches.

Dans la plupart des cas, les nouveaux styles de poches introduits en Normandie ont été adaptés aux tables existantes, même si dans certains cas, ces dernières doivent être modifiées. Ainsi d'une manière générale, ces propositions d'innovation sont en adéquation avec les critères réglementaires définis dans les schémas des structures départementaux.

A l'origine, en dehors des besoins de systèmes d'élevage adaptés à l'eau profonde (secteurs d'élevages méditerranéens ou filières sur les côtes Atlantiques), l'innovation en matière de support d'élevage sur estran découvrant vient d'Australie, avec notamment une implantation dans des baies de faible profondeur soumises aux marées, de pieux verticaux sur lesquels repose des filins horizontaux qui servent de point de fixation aux poches ou paniers suspendus (figure 1). Jusqu'à présent en Normandie, ces paniers ont seulement été testés en implantation sur tables classiques.



*Figure 1 : Système d'élevage australien<sup>1</sup>*

Cependant, courant 2016, l'entreprise basée à Blainville sur mer sur la côte Ouest Cotentin, a déposé une demande d'implantation du système complet afin de tester et valider la production d'huîtres commercialisables sur ce secteur ostréicole. Comme vu précédemment, le système complet dit système « australien » implique la mise en place de pieux verticaux qui servent de support aux poches d'élevage. Or, ce type de support n'est pas identifié dans le schéma des structures de la Manche. Par conséquent, les autorités de gestion du domaine public maritime ne disposant pas d'élément de référence, le CRC-Normandie –Mer du Nord (CRC-NMdN), a fait une demande de concession expérimentale afin de mettre en œuvre une étude sur les performances attendues de ce système. Cette étude est menée dans le cadre d'un financement régional « projet pilote » porté par la SCEA DES PARCS DELISLE en collaboration avec le SMEL, sollicité pour conduire ces investigations. Le présent rapport dresse le bilan de cette étude basée sur un cycle d'élevage conduit de mars 2017 à mars 2018.

<sup>1</sup> Battled Gulf Blooms Again, By Michael Osinski June 1, 2016, This article appears in June/July/August 2016: Issue No. 55 of Edible East End.

# Objectif du projet

---

Le projet porté par la SCEA DES PARCS DELISLE a pour objectif de produire des huîtres marchandes « spéciales » (indice de remplissage AFNOR > 10,5%) à l'issue de la dernière année d'élevage. L'écosystème de ce secteur étant plutôt propice à la production d'huîtres « fines », la maîtrise zootechnique de ce nouveau système est donc la condition sine qua none pour rentabiliser ce type de support qui nécessite un investissement plus important que le système classique.

Outre la production d'huîtres marchandes « spéciales », l'utilisation de ce système intégrant des poches suspendues, permet également d'optimiser le temps de travail nécessaire à l'obtention de belles formes d'huîtres, gage également d'une meilleure valorisation commerciale du produit. Ce système est donc également idéal pour un élevage à des niveaux bathymétriques assez profonds (accessibilité à partir de hauteur d'eau < 1 m).

Enfin, soucieux de privilégier la qualité plutôt que la quantité produite, les porteurs du projet mettent également l'accent sur les densités d'huîtres mises en élevage et s'inscrivent donc dans le cadre de pratiques vertueuses en termes de charges globale. Comme nous le verrons dans les chapitres suivants, ce point est complété également par un dimensionnement de l'élevage conditionné par l'encombrement nécessaire à la mise en place du système support pieu et dimension des poches.



*Figure 2 : Concession expérimentale à Gouville sur mer*

# Matériel et méthode

---

## 1- Méthode

Le principe du protocole de cette étude repose sur la mise en élevage pour un an de lots d'huîtres adultes avec le système australien en comparaison du système utilisé classiquement en ostréiculture, à savoir, poches classiques sans écarteur posées sur des tables.

A l'issue de cette année d'élevage, une évaluation de la productivité est effectuée (croissance, survie) ainsi que des mesures permettant de caractériser le plus finement possible en termes de morphologie et de qualité les huîtres obtenues.

## 2- Origine des lots d'huîtres

Pour réaliser cette évaluation zootechnique, deux lots d'huîtres adultes calibrées N°4 de 24 mois ont été choisis au sein des cycles de production du porteur de projet.

Ainsi, un lot de captage et un lot d'écloserie triploïde ont été identifiés. Ce choix repose sur la volonté de tester le système sur des huîtres de ploïdies différentes inculquant à celles-ci une physiologie et des performances de croissance et d'engraissement qui peuvent être distinctes. Il n'a pas été jugé nécessaire de tester un lot d'huîtres diploïdes d'écloserie considérant qu'avec le lot de captage (par défaut diploïde), les éléments de réponses étaient suffisants pour évaluer les niveaux de performances attendus.

## 3- Densités d'élevage

Il existe différentes dimensions de poches suspendues offrant des volumes d'élevage différents. Dans le cas présent, le porteur du projet a choisi d'utiliser des poches d'un volume de **25 litres**. Une première évaluation a permis de comparer les volumes d'élevage d'une poche classique et d'une poche suspendue. Cette évaluation initiale lui a permis de considérer que le volume d'une poche australienne de 25 litres correspondait environ à  $\frac{1}{4}$  du volume offert par une poche classique.

Vu l'encombrement au sol nécessaire à l'implantation du système australien (pieux + ligne de suspension des poches + taille des poches + taille des passages + écartement des doubles rangées de pieux), le nombre de poche australiennes pouvant être implantée sur une surface d'un hectare est de **12 852 poches**. Pour atteindre les objectifs de production, la densité d'élevage maximale appliquée avec ce nouveau système a été fixée à **60 individus / poche australienne**. A cette densité, les effectifs maximum pouvant être implantés sur un hectare avec le système australien représentent **771 120 huîtres**.

Pour l'élevage servant de **témoin** avec le système classique (poche sur table), les pratiques standard couramment appliquées préconisent une densité de **200 unités maximum par poche** classique (soit à raison de 6 000 poche /ha<sup>2</sup>, un équivalent de 1 200 000 huîtres /ha).

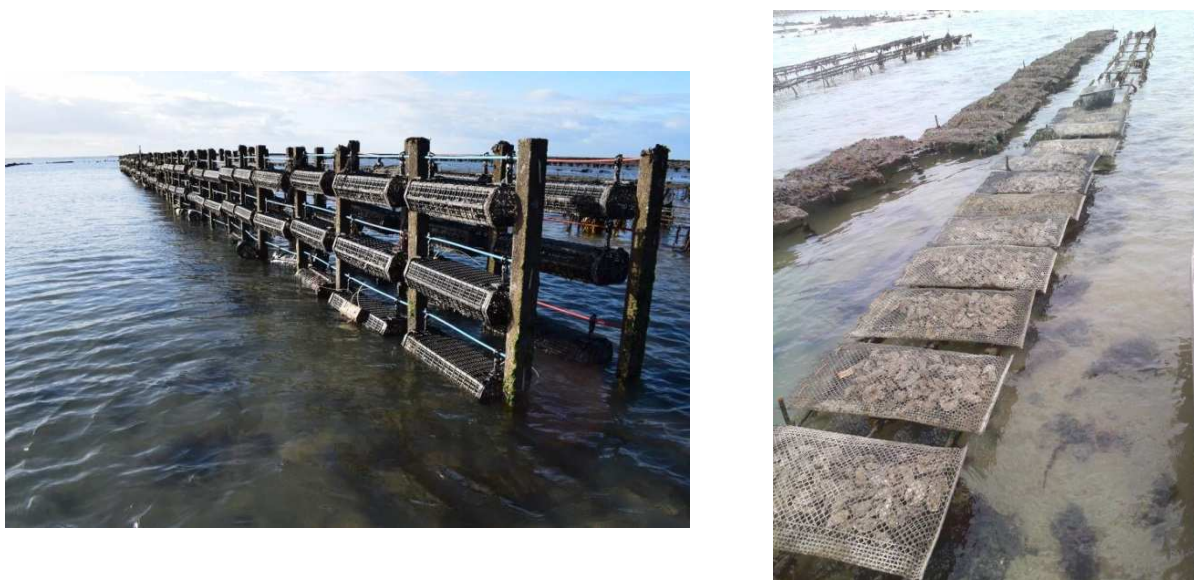
De manière à visualiser l'impact du facteur densité en condition standard en poche classique, il a été choisi de tester également des densités d'élevage favorables à la croissance et l'engraissement avec une charge de **120 huîtres par poche** classique (soit, à raison de 6 000 poches/ha, un équivalent de 720 000 huîtres/ha).

#### 4- Localisation et descriptif du système testé

L'élevage avec le système australien (Figure 3) a été implanté sur une concession expérimentale de 6 ares située aux « Chainées » sur le secteur de Gouville sur mer (Côte Ouest Cotentin) à une hauteur d'eau d'accès d'environ **1 m**. Constitué d'une double rangée de pieux d'une hauteur de **1,45 m** orientée E-W, le système comporte trois hauteurs de fixation des poches suspendues (40 cm, 80 cm et 1,20 m) ci-après désignées « **H** » pour Haut, « **M** » pour milieu et « **B** » pour Bas. Le niveau « **M** » correspond environ à la hauteur des tables utilisées comme témoin.

Outre les hauteurs d'élevage, l'**optimisation du mouvement de balancier** des poches suspendues au gré des marées est testée grâce à des **flotteurs** équipant une partie des poches australiennes. Il sera alors possible de mesurer si cette option zootechnique permet ou non d'atteindre les objectifs de productions et ce, pour chaque hauteur d'élevage testée.

Les tables témoin d'une hauteur de 70 cm sont installées sur une concession existante jouxtant la concession expérimentale (Figure 3), permettant ainsi de réaliser les tests dans des conditions environnementales totalement similaires.



*Figure 3 : Système d'élevage australien sur concession expérimentale à Gouville et table avec les poches témoin classiques*

<sup>2</sup> Nombre maximum de poches / ha autorisé par le schéma des structures de la Manche

## 5- Plan d'expérimentation

Les facteurs testés dans cette étude sont résumés dans le tableau ci-dessous. Pour chaque condition expérimentale, 3 poches répliqués sont installées ce qui représente par origine d'huîtres 18 poches australiennes et 6 poches classiques soit **48 poches au total (4 080 huîtres)**.

<u>Par origine d'huître</u>	Poches australiennes (25L)	Poches classiques
Nb de poches expérimentales	18	3 et 3
Densité par poche (nb ind./poche)	60	200 et 120
Nb d'huîtres total	1080	600 et 360
Hauteur d'élevage	haut, milieu, bas	Table
Nb poches par hauteur d'élevage	3 x haut - 3 x milieu - 3x bas	3 (table)
Optimisation du balancement	avec flotteur - sans flotteur	-

Conditions testées (nombre de biométries réalisées)

	Avec flotteur	Sans flotteur
Haut	1	1
Milieu	1	1
Bas	1	1

	standard
table	2

Les poches expérimentales ont été implantées de manière aléatoire sur chaque hauteur du système d'élevage australien selon la séquence indiquée ci-dessous (**Figure 4**).

Coté EST

HAUT	3n - A60 - H1f	C - A60 - H2f	C - A60 - H1	C - A60 - H3	3n - A60 - H2f	C - A60 - H2	3n - A60 - H3f	3n - A60 - H2	3n - A60 - H3	C - A60 - H1f	C - A60 - H3f	3n - A60 - H1
MILIEU	3n - A60 - M2f	C - A60 - M3f	3n - A60 - M1	C - A60 - M1	3n - A60 - M1f	C - A60 - M2	C - A60 - M2f	3n - A60 - M2	3n - A60 - M3	3n - A60 - M3f	C - A60 - M1f	C - A60 - M3
BAS	C - A60 - B3f	C - A60 - B2f	C - A60 - B3	3n - A60 - B2	3n - A60 - B2f	C - A60 - B2	3n - A60 - B3f	3n - A60 - B1	3n - A60 - B3	3n - A60 - B1f	C - A60 - B1f	C - A60 - B1
TABLES	C - T200 - 2	C - T120 - 2	C - T120 - 3	C - T200 - 1	C - T120 - 1	C - T200 - 3	3n - T200 - 2	3n - T200 - 3	3n - T200 - 1	3n - T120 - 2	3n - T120 - 3	3n - T120 - 1

Coté OUEST

	Origine	Type support	Densités	Hauteur d'élevage	Répliquat	Flotteur
Légende :	C : Captage	A : poches australiennes	60 ind/poche	H : haut	1 : 1 <sup>ier</sup>	F : avec flotteur
	3n : Triploïde	T : poches témoin classiques	120 ind/poche	M : milieu	2 : 2 <sup>nd</sup>	"-" : sans flotteur
			200 ind/poche	B : bas	3 : 3 <sup>ème</sup>	

Figure 4 : Schéma d'implantation des poches selon les conditions testées

## 6- Indicateurs de suivi

Pour chaque lot d'huître avant la mise à l'eau, une biométrie initiale est effectuée et un relevé des poids moyens de l'ensemble des poches mises en élevage est réalisé.

A l'issue de l'année d'élevage, un dénombrement et une pesée des huîtres vivantes sont effectués. Cela permet de calculer la survie et estimer les rendements en élevage (poids final par poche / poids initial).

Pour chaque condition expérimentale, un sous échantillonnage est effectué en prélevant 10 individus au sein de chaque poche réplikat ce qui constitue un échantillon de 30 individus par condition.

Sur ces échantillons, des mesures biométriques sont réalisées : longueur, largeur et épaisseur des coquilles, poids total individuel, poids des coquilles, poids frais de chair. Une évaluation visuelle de la contamination des coquilles par le vers *Polydora* est réalisée.

Ces mesures biométriques permettent de calculer les indices suivants :

**Indice de forme<sup>3</sup>** : Longueur + épaisseur / largeur sans unité

**Indice de remplissage AFNOR<sup>4</sup>** : poids frais de chair / poids total, exprimé en %.

**Rapport Coquille** : poids de coquille / poids total individuel, exprimé en %

**Indice Polydora<sup>5</sup>** :  $I_{Pol} = (0 \times p_0) + (0,25 \times p_1) + (0,50 \times p_2) + (0,75 \times p_3) + (1 \times p_4)$

---

<sup>3</sup> Chaque mensuration est prise au niveau du muscle adducteur conformément à la méthode de calcul indiquée dans le document « accord interprofessionnel – dénomination et classification Huîtres creuses ». Indice permettant de définir la notion « d'huître longue » lorsque la valeur d'indice est égale à 3.

<sup>4</sup> Selon cet indice, une catégorisation des huîtres est indiquée : non classées pour des indices inférieurs à 6,5%, « fines » pour des indices compris entre 6,5% et 10,5% et « spéciales » pour des indices supérieurs à 10,5%.

<sup>5</sup> Cet indice rend compte du degré d'infestation des coquilles par les annélides des genres *Polydora* et *Boccardia*. Il est calculé à partir de la somme des pourcentages pondérés d'huîtres dans chacune des 5 classes d'infestation, avec p représentant le pourcentage d'huîtres identifiées comme faisant partie des classes d'infestation *Polydora* 0,1,2,3 et 4.

Toutes les valves supérieures de chaque huître échantillonnée sont conservées et séchées. Leur poids et leur contamination par le vers *Polydora* sont estimés. Puis une mesure de compression mécanique est réalisée. Cette mesure permet le calcul d'un indice de compression (Blin *et al*, 2018) :

**Indice de compression mécanique (ICM)<sup>6</sup>:** *force de rupture de la valve supérieure / poids valve supérieure, exprimé en newton/gramme.*

Soucieux de mettre en relation les résultats de ces mesures et l'aspect général des huîtres produites, une évaluation visuelle de l'aspect général des huîtres produites selon les différents systèmes d'élevage est organisée. Cette évaluation est proposée au porteur du projet lui-même et à des ostréiculteurs « référents » représentant deux collèges : « experts » utilisateurs avérés de poches suspendues et « Classiques » travaillant de manière standard en poche à plat sur table. Ils évalueront selon leur propre sensibilité et leurs attentes en termes de qualité produit, toutes les huîtres échantillonnées à partir de prises de vue réalisées lors des biométries (Figure 5). Réalisée en « aveugle », une inspection visuelle individuelle est réalisée sur la base d'une notation sur 10 évaluant chaque huître de chaque condition d'élevage testée.

Ce critère subjectif a pour objectif d'évaluer l'impact des systèmes testés sur la qualité visuelle des produits selon des critères que les professionnels utilisent dans le cadre d'échanges commerciaux.



Figure 5 : Photos réalisées lors des biométries pour l'évaluation de l'aspect général des huîtres

L'analyse descriptive des résultats sera effectuée sur la base d'analyse de variance.

---

<sup>6</sup> Cet indice évalue la notion de dureté de la coquille des huîtres adultes (indice développé dans le cadre d'un programme sur l'affinage des huîtres)

## **7- Aspects contextuels**

Afin d'apporter des éléments de discussion des résultats obtenus, des valeurs de références issues des réseaux d'observations conduits par le SMEL sur le secteur concerné seront apportées.

En ce qui concerne les indicateurs du milieu qualifiant notamment les niveaux trophiques des masses d'eau, des **informations hydrobiologiques** seront issues du réseau **HYDRONOR** (séries historiques depuis 2000) disponibles pour la station de Blainville sur mer.

D'autre part, en ce qui concerne les **indicateurs de productivité ostréicole**, les informations seront issues du réseau **REMONOR** (séries historiques depuis 1998) et permettront d'apporter un éclairage sur les caractéristiques de productivité et de qualité des huîtres en élevage pour la période considérée. Les données de croissance pondérale, de taux de remplissage et de qualité comme le *Polydora* du lot d'huîtres adultes (18 mois origine Arcachon) mis en élevage à Blainville sur mer serviront de références dans le cadre de cette étude.

En collaboration avec le porteur du projet, les **aspects économiques** de la mise en œuvre d'un tel système seront abordés. Il s'agira entre autres de discuter de la pertinence de la stratégie définie dans ce projet au regard des attentes en termes de valorisation des produits obtenus.

Enfin en collaboration avec le porteur du projet, la DDTM50 et le CRC-NMdN, **l'adéquation réglementaire** de la mise en œuvre de ce type de système d'élevage sera discutée sur la base des résultats obtenus et des enjeux réglementaires régissant l'activité conchylicole sur le domaine public maritime du département.

# Résultats

## 1- Conditions initiales à la mise à l'eau

Une biométrie initiale avant la mise en poche des lots d'huîtres testés a été réalisée pour les caractériser à la mise à l'eau. Les poids moyens initiaux du lot de captage et du lot triploïde sont équivalents ( $p > 0,05$ ) avec des valeurs respectives de **58,4 g**  $\pm$  1,3 g et de **55,3 g**  $\pm$  3,6 g, le lot triploïde étant un peu plus hétérogène.

D'autre part, l'analyse des poids moyens d'huîtres de chaque poche expérimentale (figure 6) a montré qu'il n'y avait pas de différence significative pour chaque hauteur d'élevage testée ( $p = 0,36$  pour le lot de captage et  $p = 0,07$  pour le lot triploïde).

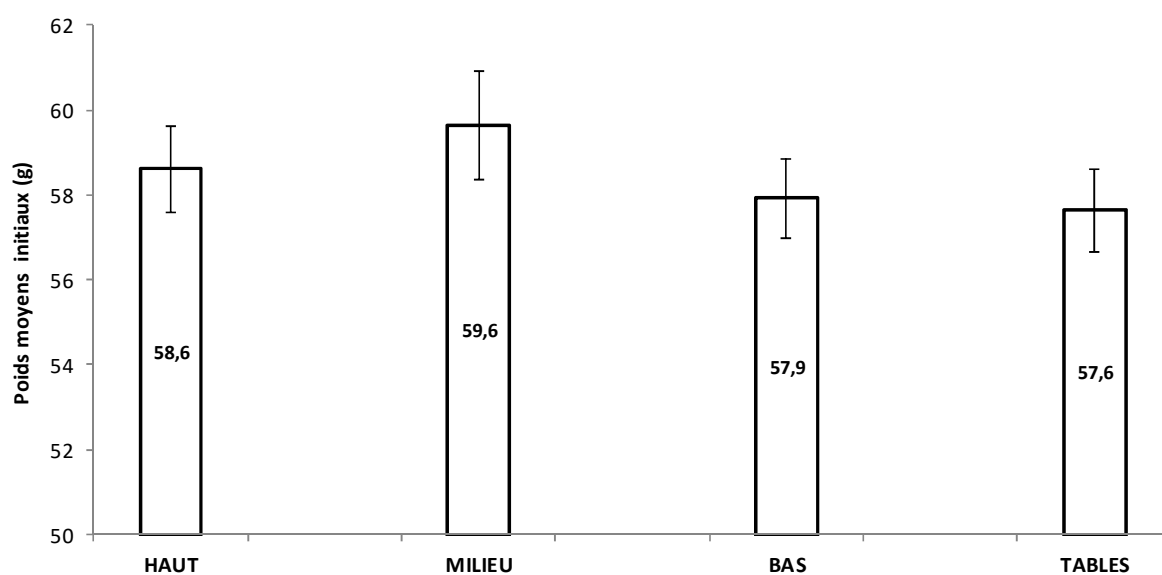


Figure 6 : Poids moyens initiaux des huîtres pour chaque hauteur d'élevage (I.C.95)

Une grande homogénéité des lots d'huîtres N° 4 a permis d'initier l'étude dans des conditions standardisées en termes de poids moyen.

## 2- Pourcentage de survie finale

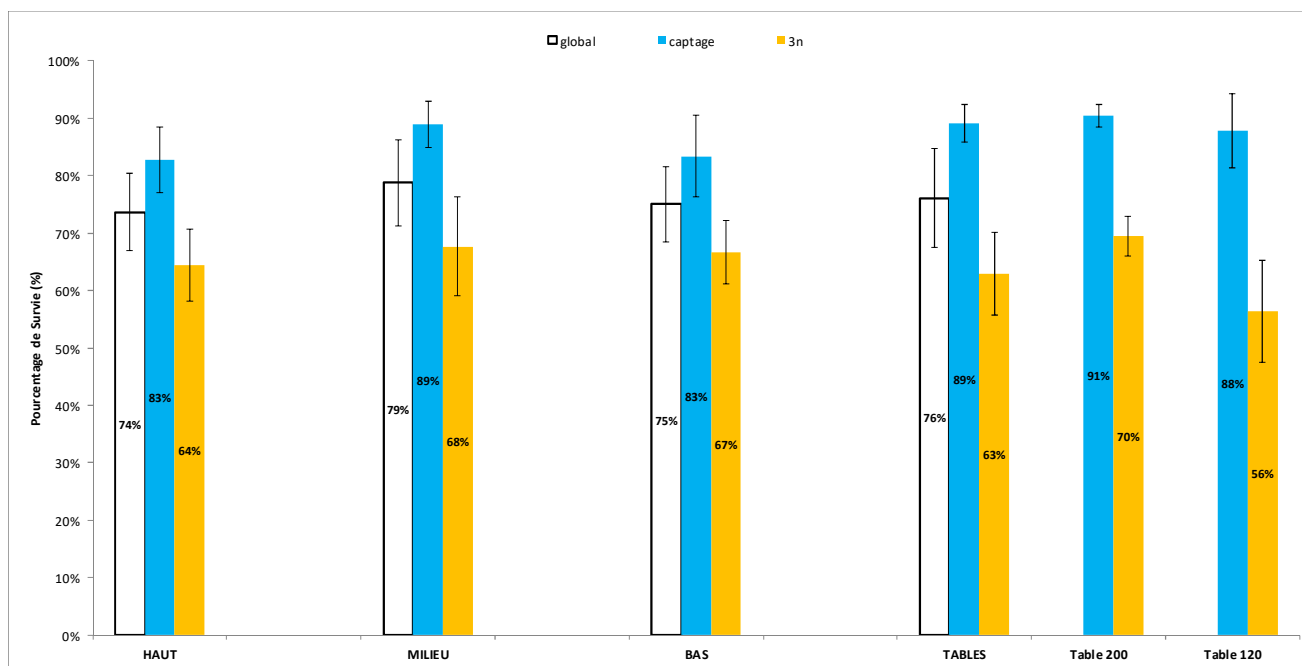


Figure 7 : Pourcentage de survie en fonction des hauteurs d'élevage (I.C.95)

Toutes origines et densités témoin confondues, les survies moyennes obtenues sur les niveaux d'élevage Haut, Milieu, Bas du système australien et sur les tables (figure 7) sont respectivement de **74 %**  $\pm$  7 %, **79 %**  $\pm$  8 %, **75 %**  $\pm$  7 % et **76 %**  $\pm$  9%. Aucune différence de survie n'est alors observée à ce niveau d'analyse ( $p = 0,80$ ).

### - *Survie en fonction de l'origine des huîtres*

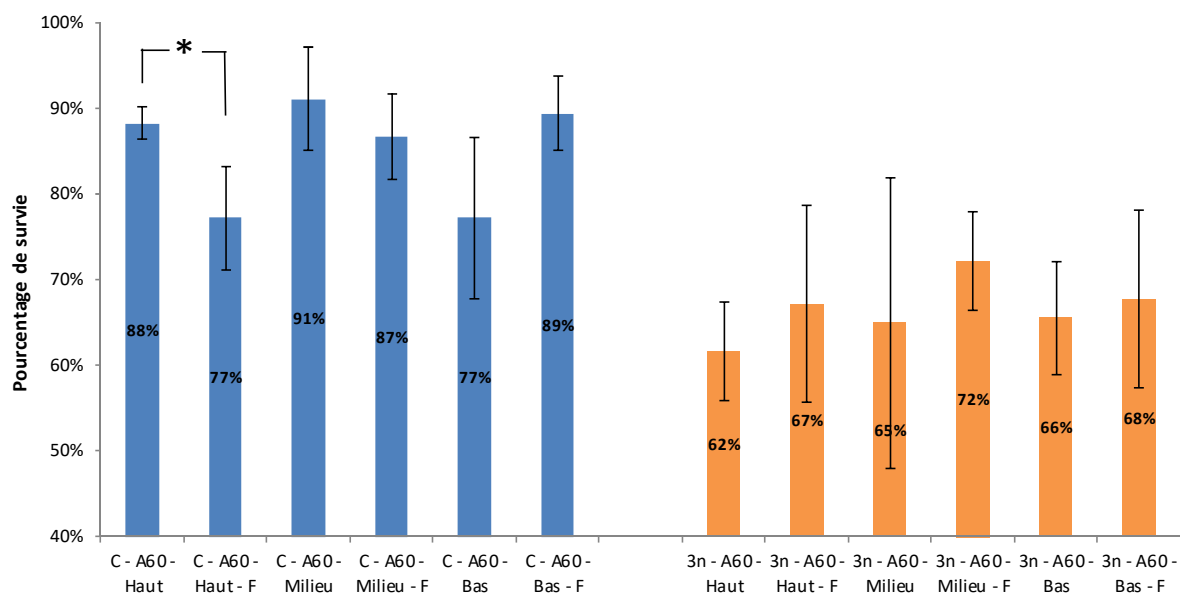
Cependant, une différence très significative de survie ( $p < 0,0001$ ) est observée entre les deux origines d'huîtres, quel que soit le système d'élevage utilisé. La survie moyenne des huîtres triploïdes est plus faible avec une moyenne de **66 %**  $\pm$  3 % contre **86 %**  $\pm$  3 % pour le lot de captage soit un **différentiel brut de 20% de gain de survie au profit du lot de captage**.

### - *Survie obtenue sur table témoin*

Sur table témoin, la survie du lot triploïde, toutes densités confondues, est de **63 %**  $\pm$  4 % contre **89 %**  $\pm$  2 % pour le lot de captage. Aucune différence significative n'est constatée en fonction des densités pour le lot de captage ( $p = 0,39$ ). Par contre, un différentiel plus marqué est observé en fonction des densités pour les huîtres triploïdes, avec une survie moyenne obtenue à la densité de 120 individus / poche qui est inférieure et presque significative comparée à celle obtenue à densité 200 individus / poche ( $p = 0,05$ ).

### - *Survie obtenue avec le système australien*

Avec le système australien (poches avec et sans flotteur), la survie globale des huîtres triploïdes est de **67 %** +/- 3 % contre **85 %** +/- 3 % pour le lot de captage. Aucune différence de survie n'est constatée en fonction des hauteurs d'élevage ni pour le lot triploïde ( $p = 0,71$ ) ni pour le lot de captage ( $p = 0,20$ ).



**Figure 8 : Pourcentage de survie du lot de captage (bleu) et triploïde (orange) en fonction des hauteurs d'élevage et de la présence de flotteurs (I.C.95)**

L'analyse de la survie par niveau d'élevage en fonction de la présence ou non de flotteurs sur les poches suspendues (**figure 8**), montre qu'aucun effet de la présence de flotteurs n'apparaît avec le lot triploïde ( $p > 0,40$ ).

Par contre, avec les huîtres de captage du niveau Haut d'élevage, la survie des huîtres élevées en poches munies de flotteurs est significativement inférieure ( $p = 0,02$ ) à celle des huîtres en poche sans flotteur, avec respectivement des valeurs de **77 %** +/- 6 % contre **88 %** +/- 2 % soit un différentiel de 10 % de gain de survie. Pour le niveau Milieu d'élevage, la survie moyenne en poche sans flotteur apparaît meilleure mais n'est pas significative ( $p = 0,32$ ). Pour le niveau Bas d'élevage, la tendance est inversée avec une meilleure survie des huîtres dans les poches avec flotteurs mais cette différence n'est pas significative non plus ( $p = 0,08$ ) en raison d'une plus grande variation de survie dans les poches sans flotteur.

### 3- Croissance pondérale finale

Le premier résultat très clairement observable concerne la différence de croissance obtenue en fonction de l'origine des lots d'huîtres étudiés. En effet, les huîtres triploïdes présentent globalement une croissance très largement supérieure à celle des huîtres de captage ( $p < 0,0001$ ). Malgré des poids moyens initiaux équivalents, le poids moyen des huîtres triploïdes, tout système zootechnique confondu, atteint **114 g  $\pm$  3 g** contre **74 g  $\pm$  2 g**. Globalement, les lots d'huîtres de calibre N°4 à la mise à l'eau passent au calibre **N°3 pour les huîtres de captage** et calibre **N°2 pour les huîtres triploïdes** au bout d'un an d'élevage.

Au sein de chaque origine d'huîtres, des différences de croissance pondérale apparaissent en fonction des conditions testées (figure 9).

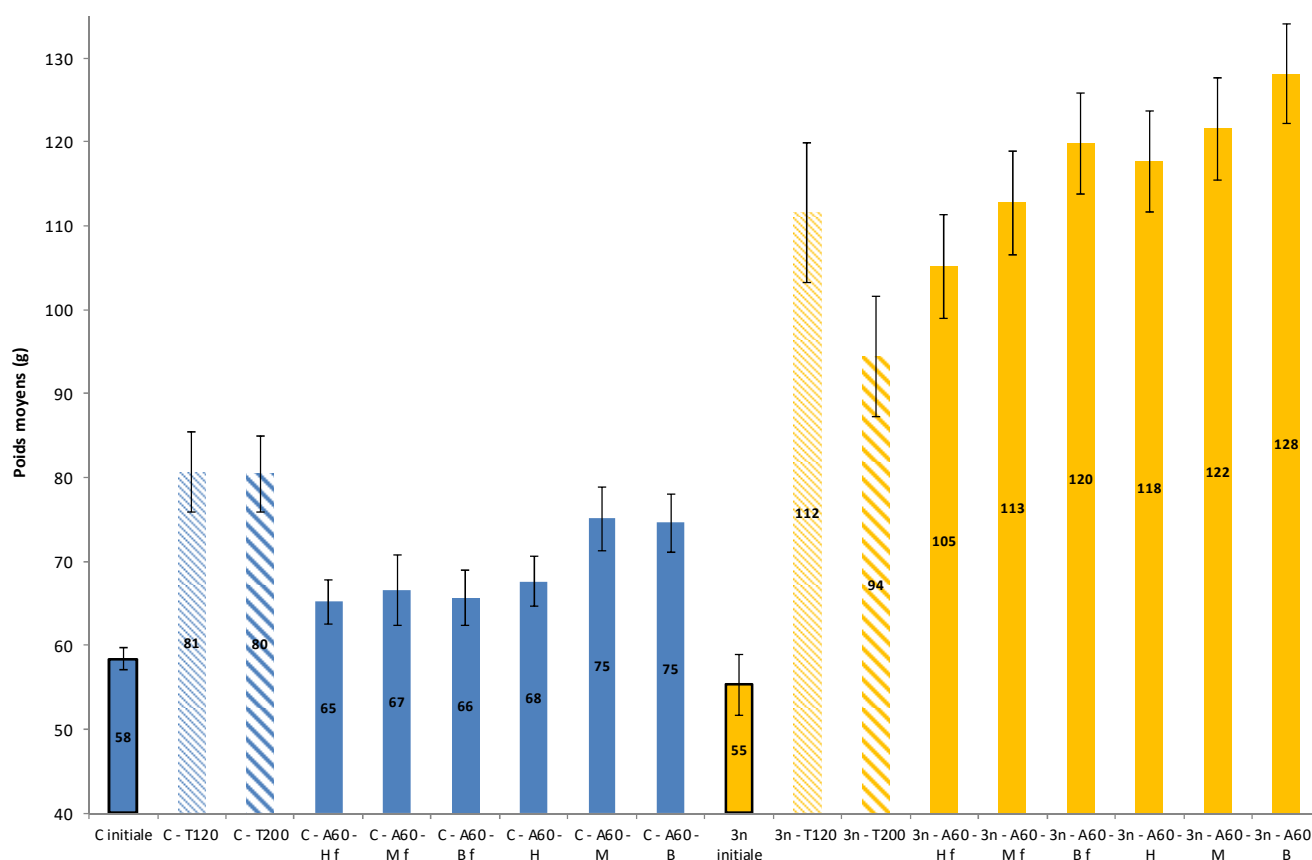


Figure 9 : Poids moyens initiaux et finaux des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

Dans le cas de l'origine captage, les huîtres élevées sur table en poches classiques ont un poids moyen final d'environ **80 g**  $\pm$  5 g quelle que soit la densité d'élevage ( $p > 0,05$ ). Elles présentent un poids moyen significativement supérieur à celui des huîtres élevées dans le système australien ( $p < 0,001$ ).

Au sein de ce système d'élevage, les poids moyens observés vont d'environ **65 g**  $\pm$  3 g à **68 g**  $\pm$  3 g et sont équivalents ( $p = 0,85$ ) quelle que soit la hauteur d'élevage pour les poches avec flotteur et pour les poches sans flotteur du niveau haut. La croissance pondérale est significativement meilleure au sein des poches sans flotteur sur les niveaux Milieu et Bas avec un poids moyen final de **75 g**  $\pm$  4 g.

Le poids moyen des huîtres triploïdes en poches classiques chargées à 120 individus / poche (**112 g**  $\pm$  8 g) est significativement supérieur à celui des huîtres mises à une densité de 200 individus / poche et dont la valeur atteint **94 g**  $\pm$  7 g ( $p = 0,0033$ ).

Les huîtres élevées en poches australiennes à toutes hauteurs d'élevage confondues et avec ou sans flotteur, ont un poids moyen qui est significativement supérieur à celui des huîtres élevées sur table à une densité de 200 individus / poche ( $p < 0,0001$ ) mais équivalent à celui des huîtres élevées sur table à une densité de 120 individus / poche ( $p = 0,12$ ). Dans ce dernier cas, seules les huîtres élevées en poche australienne au niveau bas et sans flotteur présentent un poids moyen significativement supérieur avec une valeur moyenne de **128 g**  $\pm$  6 g ( $p = 0,0024$ ).

Avec le système australien, un gradient croissant de bas en haut est observable. Avec flotteur, le poids moyen des huîtres élevées sur le niveau Bas est de **120 g**  $\pm$  6 g, et est significativement supérieur ( $p = 0,0013$ ) au poids moyen des huîtres du niveau Haut dont la valeur est de **105 g**  $\pm$  6 g. De même, sans flotteur, le poids moyen des huîtres élevées sur le niveau Bas (**128 g**  $\pm$  6 g) est significativement supérieur ( $p = 0,018$ ) à celui des huîtres élevées sur le niveau Haut dont le poids moyen est de **118 g**  $\pm$  6 g.

La présence de flotteur sur les poches suspendues limite de manière significative la croissance pondérale des huîtres ( $p = 0,0002$ ) et particulièrement pour les huîtres élevées sur le niveau haut. D'une manière générale, les huîtres élevées en poches avec flotteur présentent des poids moyens inférieurs à ceux des huîtres élevées en poches sans flotteur.

#### 4- Rendement en élevage

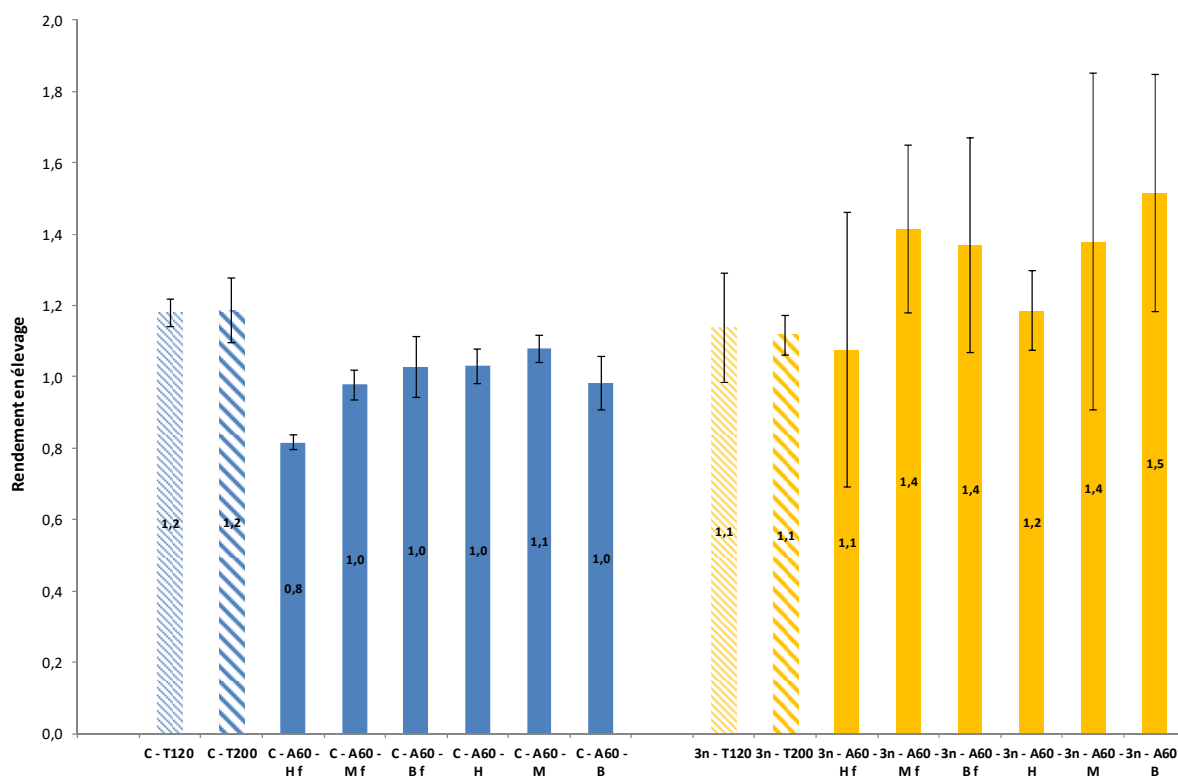


Figure 10 : Rendement des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

L'intégration de la survie et de la croissance pondérale permet de calculer le rendement en élevage des lots d'huîtres étudiés (figure 10).

Pour les huîtres élevées sur table témoin, les rendements obtenus sont similaires ( $p < 0,05$ ) quelle que soit l'origine des huîtres.

Pour le lot de captage, la croissance et la survie étant du même ordre quelle que soit la densité d'élevage, aucune différence de rendement n'est observée.

Pour le lot triploïde, le déficit de croissance des huîtres élevées à forte densité a été compensé par une meilleure survie, ce qui se traduit par un rendement en élevage qui est similaire à celui des huîtres élevées à faible densité qui ont eu une survie plus faible mais une meilleure croissance.

Ainsi, pour le lot de captage, le rendement des huîtres élevées dans le système témoin est supérieur à ceux observés avec le système australien. Le rendement moyen des poches témoin est de **1,2**. Celui observé en poches suspendues avec flotteur sur le niveau Haut dans le système australien est le plus faible avec un rendement de **0,8** soit une perte de biomasse globale. Pour les autres niveaux d'élevage, le rendement reste faible avec des valeurs allant de **1,0** à **1,1**.

Pour les huîtres triploïdes, le rendement en élevage obtenu sur table est de **1,1** quelle que soit la densité d'élevage, valeur qui est identique au rendement moyen obtenu avec le système australien dans les poches suspendues munies de flotteurs sur le niveau Haut d'élevage.

Un rendement supérieur est observé avec les poches suspendues munies de flotteur pour les niveaux Milieu et Bas d'élevage avec une valeur de **1,4**.

Sans flotteur, les rendements obtenus dans les poches suspendues sur les niveaux Milieu et Bas sont également de **1,4** et sont là aussi supérieur à celui obtenus sur le niveau Haut d'élevage pour lequel un rendement de **1,2** a été mesuré.

## 5- Longueur et largeur des huîtres

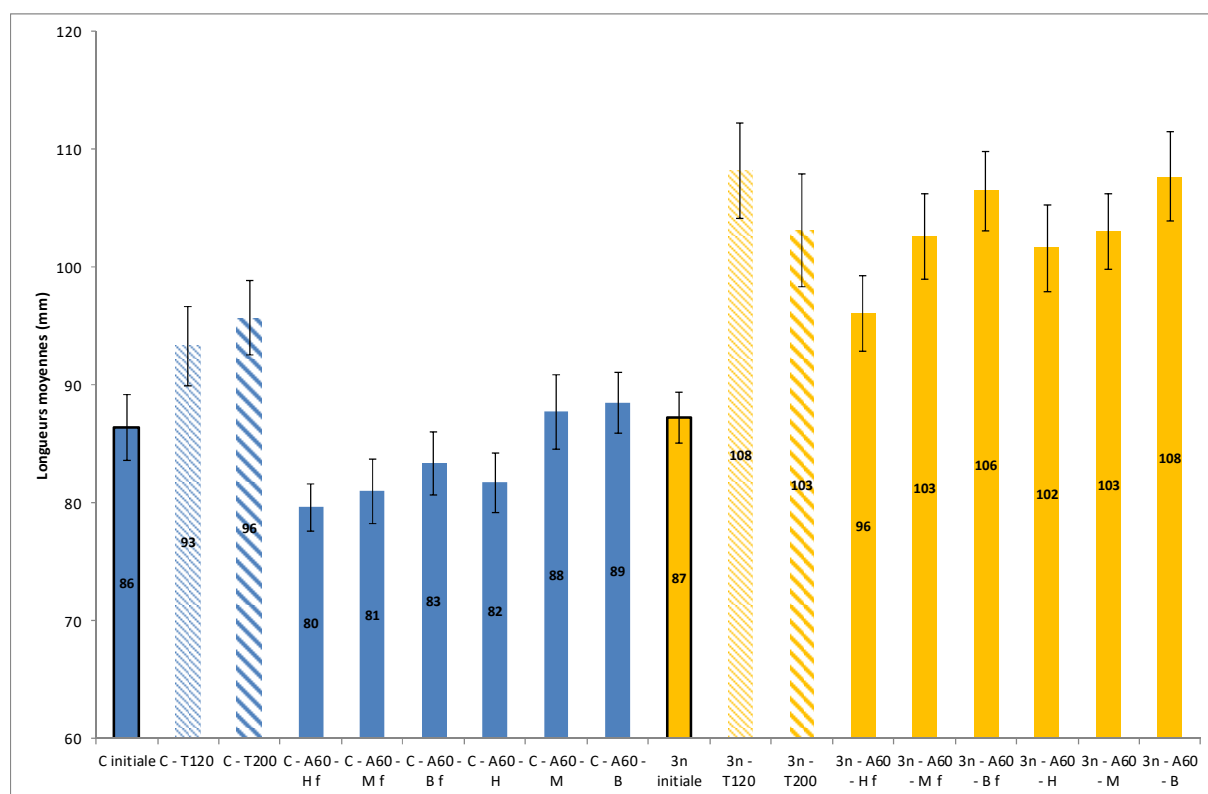


Figure 11 : Longueur des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

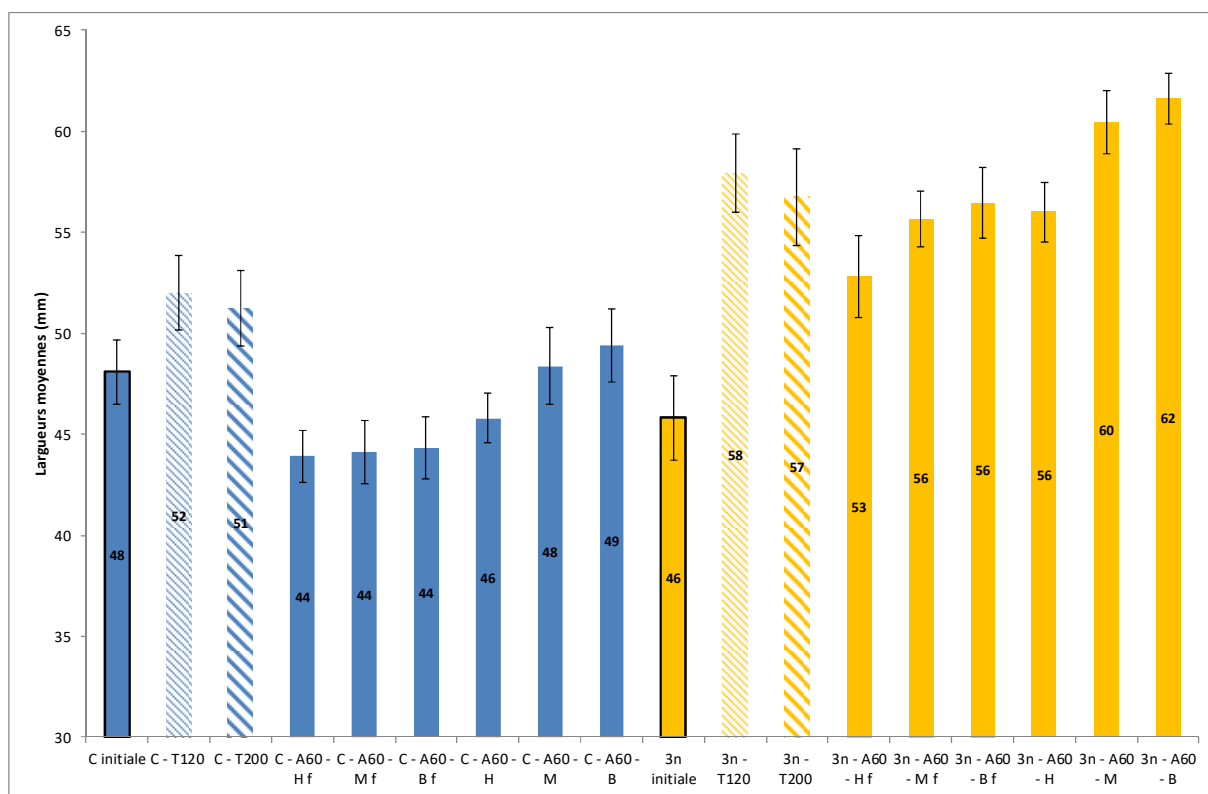


Figure 12 : Largeur des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

La croissance en coquille des huîtres de captage a été globalement plus faible que celle des huîtres triploïdes après un an d'élevage (figure 11 et 12).

Pour les **huîtres de captage**, si la croissance de la coquille en longueur et largeur des huîtres élevées sur table témoin est significative et sans différence notable en fonction de la densité d'élevage, il est remarquable qu'en poches suspendues, ces indicateurs morphologiques sont inférieurs aux valeurs des témoins et même aux valeurs initiales de la mise à l'eau. Ainsi, les longueurs et largeurs moyennes de coquilles des huîtres dans le système australien sont, dans le meilleur des cas en poches suspendues sans flotteur des niveaux Milieu et Bas d'élevage, équivalentes à la mesure initiale de mise à l'eau ( $p > 0,05$ ). Cependant, dans les poches sans flotteur du niveau Haut d'élevage et pour toutes les poches suspendues munies de flotteurs pour tous les niveaux d'élevage, les valeurs moyennes sont significativement inférieures aux valeurs des témoins et aux valeurs moyennes initiales ( $p < 0,05$ ). Ce qui représente une diminution de 3 à 6 mm en longueur et 2 à 4 mm en largeur.

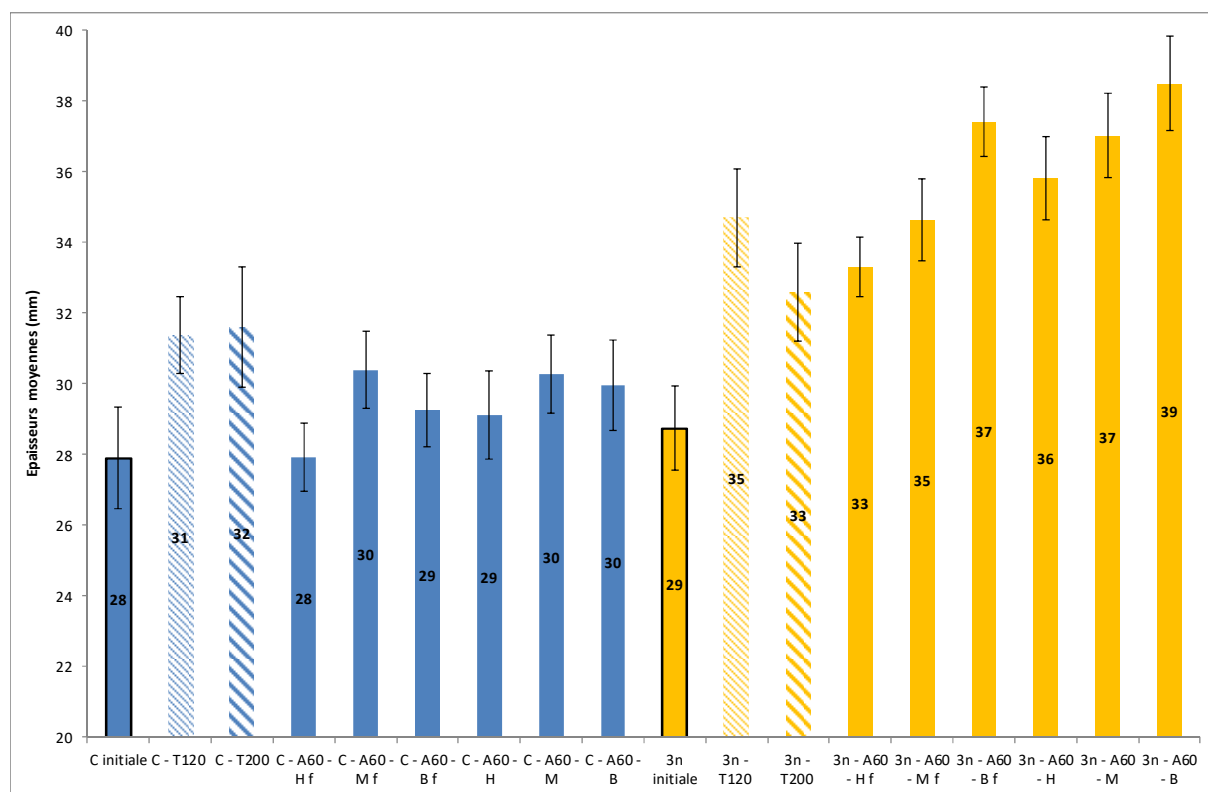
Au sein du système australien, la longueur moyenne de coquille des huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteur sur niveau Haut est significativement inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des huîtres du niveau Bas (**79,6 mm**  $\pm$  2 mm contre **83,4 mm**  $\pm$  2,7 mm). Il en est de même entre le niveau Haut et les niveaux Milieu et Bas pour les poches sans flotteur (**81,7 mm**  $\pm$  2,5 mm contre **87,8 mm**  $\pm$  3,2 mm et **88,5 mm**  $\pm$  2,6 mm).

Pour les **huîtres triploïdes**, la croissance en coquille a été significative par rapport à la taille initiale pour tous les supports d'élevage. Il n'y a pas de différence significative ( $p = 0,12$ ) de croissance en coquille pour les huîtres sur table témoin, quelle que soit la densité d'élevage (**108,2 mm**  $\pm$  4 mm à 120 individus / poche et **103,2 mm**  $\pm$  5 mm à 200 individus / poche).

Les longueurs et largeurs moyennes des huîtres en poches suspendues munies de flotteurs sur le niveau Haut sont significativement inférieures ( $p < 0,0001$ ) à celles de l'ensemble des supports d'élevage testés avec des valeurs respectives de (**96 mm**  $\pm$  3 mm et **53 mm**  $\pm$  2 mm).

D'une manière générale, la croissance en coquille relevée sur le niveau Bas en poches suspendues est meilleure que celle observée sur les autres niveaux, avec ou sans flotteur (longueurs moyennes de **107 mm**  $\pm$  3 mm avec flotteurs et **108 mm**  $\pm$  4 mm sans flotteur).

## 6- Epaisseur des huîtres



**Figure 13 : Epaisseur de coquille des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)**

Cette dimension de la coquille discrimine là encore les deux origines d'huîtres testées. Les huîtres triploïdes présentent un gain en épaisseur supérieur à celui des huîtres de captage (figure 13).

Dans le cas du **lot de captage**, les huîtres élevées sur table témoin ont une épaisseur moyenne similaire, avec des valeurs respectives de **31 mm**  $\pm$  1 mm et **32 mm**  $\pm$  2 mm.

Ces épaisseurs moyennes sont supérieures à celles des huîtres élevées en poches australiennes. Mais contrairement à la longueur et la largeur de coquille, les huîtres élevées dans ce système présentent un gain d'épaisseur par rapport à la mesure initiale, exception faite des huîtres en poches suspendues munies de flotteur du niveau Haut pour lesquelles cette dimensions est restée celle du début d'élevage (**28 mm**  $\pm$  1 mm). Dans les poches suspendues sans flotteur, l'épaisseur des huîtres élevées sur le niveau Haut du système australien est également significativement inférieure ( $p = 0,04$ ) à celle des huîtres élevées sur table.

Dans les autres cas, il n'existe que peu de différence selon les hauteurs d'élevage et la présence ou non de flotteurs.

Avec le lot d'huîtres triploïdes élevées sur table, l'épaisseur des huîtres a évolué après un an d'élevage puisque les valeurs obtenues sont supérieures à la mesure initiale. Par contre, une différence apparait en fonction de la densité d'élevage. En effet, à 200 individus / poche, l'épaisseur des huîtres (**32,6 mm**  $\pm$  1 mm) est significativement inférieure ( $p < 0,05$ ) à celle des huîtres mises en élevage à 120 individus / poche (**34,7 mm**  $\pm$  1 mm). Ainsi, sur table et à forte densité, l'épaisseur des huîtres est la plus faible comparée à celles des huîtres élevées dans les autres conditions, exception faite de celle des huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteur qui présentent une valeur moyenne similaire : **33,3 mm**  $\pm$  0,8 mm.

Avec le système australien, un gradient croissant d'épaisseur du Haut vers le Bas est visible. Dans les poches suspendues munies de flotteurs, l'épaisseur des huîtres du niveau Bas est très significativement supérieure à celle des huîtres des autres niveaux d'élevage ( $p < 0,001$ ) avec une valeur de **37,4 mm**  $\pm$  1 mm. Dans les poches sans flotteur, l'épaisseur des huîtres à ce niveau d'élevage Bas est de **38,5 mm**  $\pm$  1,3 mm.

Dans les poches sans flotteur du niveau Milieu, l'épaisseur des huîtres (**37 mm**  $\pm$  1,2 mm) est significativement supérieure ( $p < 0,05$ ) à celles des huîtres du même niveau mais en poches munies de flotteurs (**34, mm**  $\pm$  1,2 mm).

## 7- Indice de forme

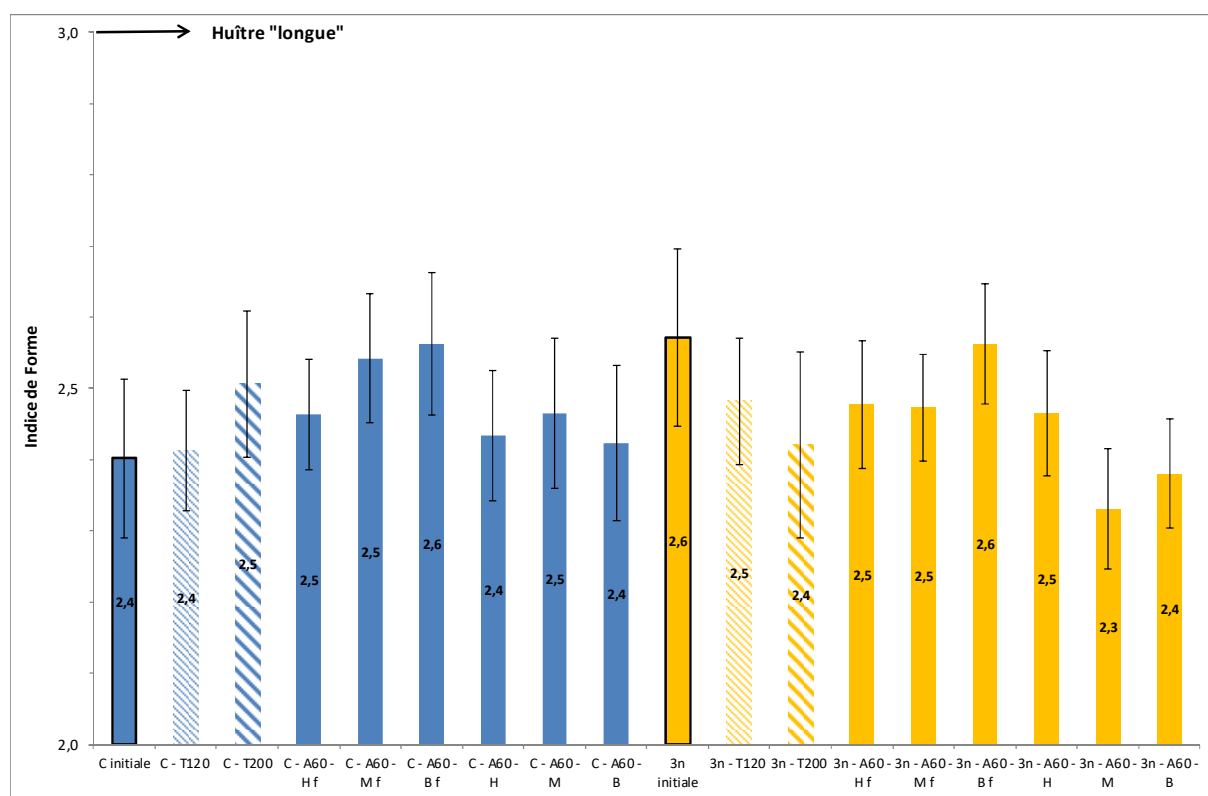


Figure 14 : Indice de forme des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

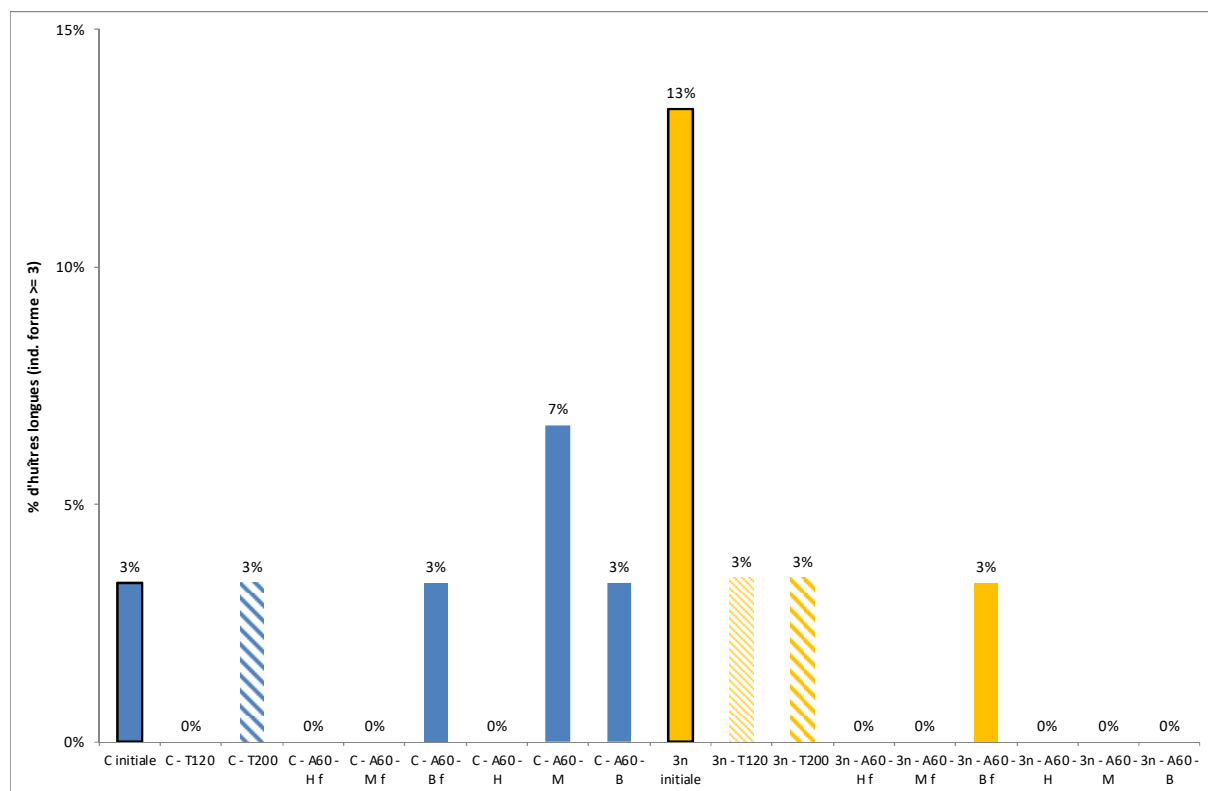


Figure 15 : Proportion d'huîtres classées « Longues » des lots de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées

La forme des huîtres étudiées est restée équilibrée comme le montrent les indices moyens de forme (**figure 13**). Aucun résultat n'atteint en moyenne la valeur seuil qualifiant les huîtres « longues » et les résultats sont assez homogènes avec peu de variation entre les conditions d'élevage.

Pour le lot de captage, les huîtres en poches suspendues sans flotteur conservent un indice de forme de **2,4** qui est similaire à celui mesuré sur le lot à la mise à l'eau tout comme les huîtres élevées sur table à faible densité ( $p > 0,05$ ).

La valeur moyenne des indices de formes des huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteur est quant à elle, légèrement supérieure et proche de la valeur moyenne des huîtres élevées sur table à forte densité (de **2,5 à 2,6**). Dans ce cas, un léger gradient croissant apparaît en fonction de la hauteur d'élevage allant de la valeur la plus faible pour le niveau Haut d'élevage à des valeurs plus fortes pour les niveaux Milieu et Bas du système australien. Dans ce cas, ces fortes valeurs sont significativement supérieures à la valeur initiale et à la valeur obtenue sur table à faible densité ( $p < 0,05$ ).

Au sein des échantillons mesurés, une très faible proportion d'huîtres atteint un indice de 3, classifiant les huîtres comme étant « longues ». Sur table à faible densité et en poches suspendues munies de flotteurs sur niveaux Haut et Milieu ainsi que sans flotteur sur niveau Haut, aucune huître longue n'est observée. Dans les autres cas, cette proportion est de 3%, un maximum de 7% étant observé en poches suspendues sans flotteur au niveau Milieu.

Pour les huîtres triploïdes, exception faite des huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteur sur le niveau Bas (2,6), l'ensemble des valeurs moyennes est plus faible que la valeur moyenne initiale (2,6) allant 2,3 et 2,4 pour les huîtres en poches suspendues sans flotteur des niveaux Milieu et Bas à 2,5 pour les huîtres des autres niveaux. Les résultats sont globalement assez homogènes car très peu de différence significative n'est relevée sur cet indice.

De manière plus marquée qu'avec le lot de captage, au sein du lot d'huîtres triploïdes, très peu d'individus sont classés comme huître « longue ». Notons que, quel que soit le système d'élevage, cette proportion a fortement chuté en fin de cycle d'un an, passant de 13% à la mise à l'eau à 3% maximum dans les poches sur table et en poches suspendues munies de flotteur du niveau Bas.

## 8- Poids frais de chair

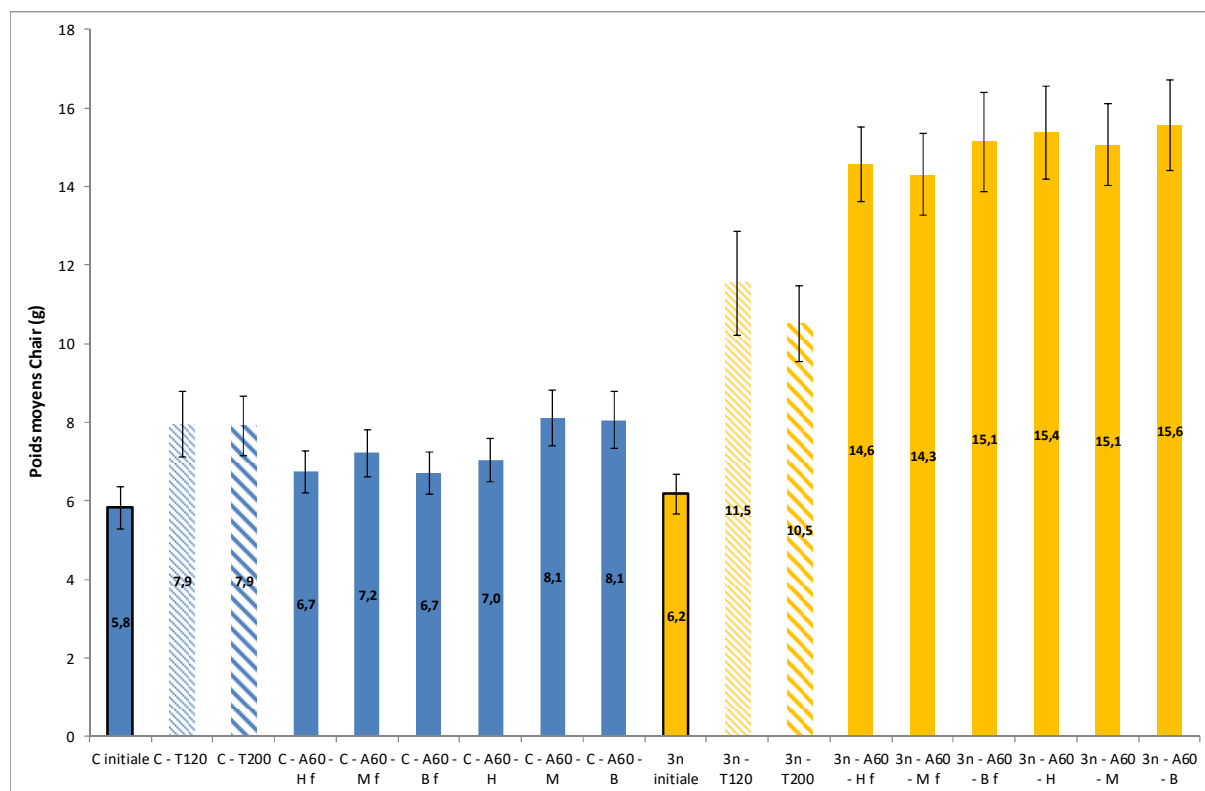


Figure 16 : Poids frais de chair des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

Comme pour les autres indicateurs biométriques précédemment cités, le poids frais de chair des huîtres triploïdes est très significativement supérieur ( $p < 0,01$ ) à celui des huîtres de captage après un an d'élevage. Bien que les poids de chair finaux soient pour les deux lots, significativement supérieurs à ceux mesurés à la mise à l'eau (équivalents :  $p = 0,37$ ), la croissance en chair des triploïdes est plus importante que celle des huîtres de captage.

De plus, dans ce contexte, la comparaison entre le système australien et le système classique sur table présente des différences notables.

**Les huîtres de captage** élevées en poches suspendues munies de flotteurs et quel que soit le niveau d'élevage, ainsi que celles élevées en poches suspendues sans flotteur du niveau Haut d'élevage, ont un poids de chair semblable ( $p > 0,05$ ) et significativement inférieur ( $p < 0,01$ ) à celui des huîtres élevées sur table quelle que soit la densité d'élevage (**6,7 g**  $\pm$  0,5 g à **7,2 g**  $\pm$  0,6 g contre **7,9 g**  $\pm$  0,8 g). Même si ces valeurs montrent une croissance significative en poids de chair depuis la mise à l'eau (**5,8 g**  $\pm$  0,5 g), elles restent malgré tout plus faibles ( $p < 0,05$ ) que celles obtenues en poches suspendues sans flotteur au niveau Milieu et Bas du système australien (**8,1 g**  $\pm$  0,7 g). Ces deux derniers cas présentent des résultats similaires à ceux obtenus sur table témoin quelle que soit la densité d'élevage ( $p > 0,05$ ).

**Pour les huîtres triploïdes**, d'une manière générale, toutes les huîtres élevées dans le système australien présentent des poids frais de chair très significativement ( $p < 0,0001$ ) supérieurs à ceux des huîtres élevées sur table témoin. Avec des valeurs comprises entre **14,3 g**  $\pm$  1 g et **15,6 g**  $\pm$  1,1 g, les poids de chair de ces huîtres ne sont pas significativement différents en fonction de la zootechnie appliquée.

Sur table, le poids moyen de chair des huîtres élevées à forte densité (**10,5 g**  $\pm$  1 g) est inférieur à celui des huîtres élevées à faible densité (**11,5 g**  $\pm$  1,3 g) mais cette tendance n'est pas significative ( $p = 0,23$ ).

## 9- Indice de remplissage AFNOR

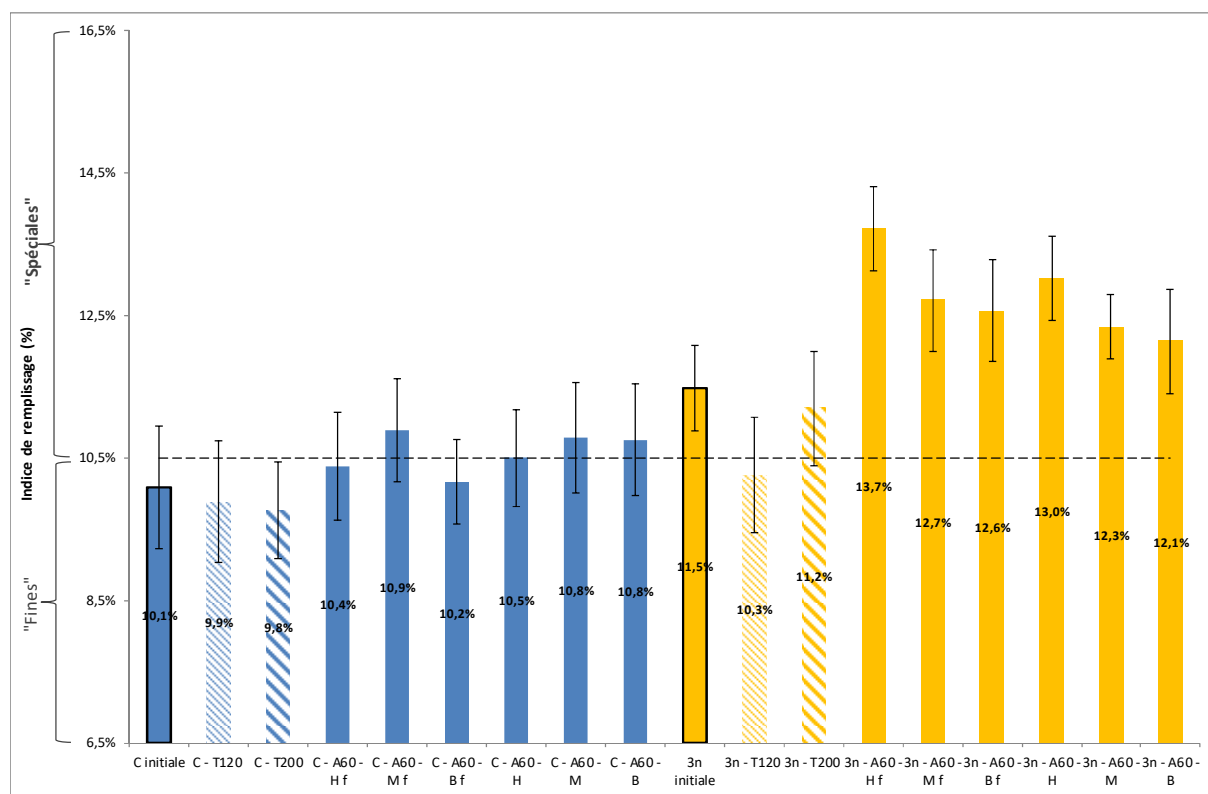


Figure 17 : Indice AFNOR des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

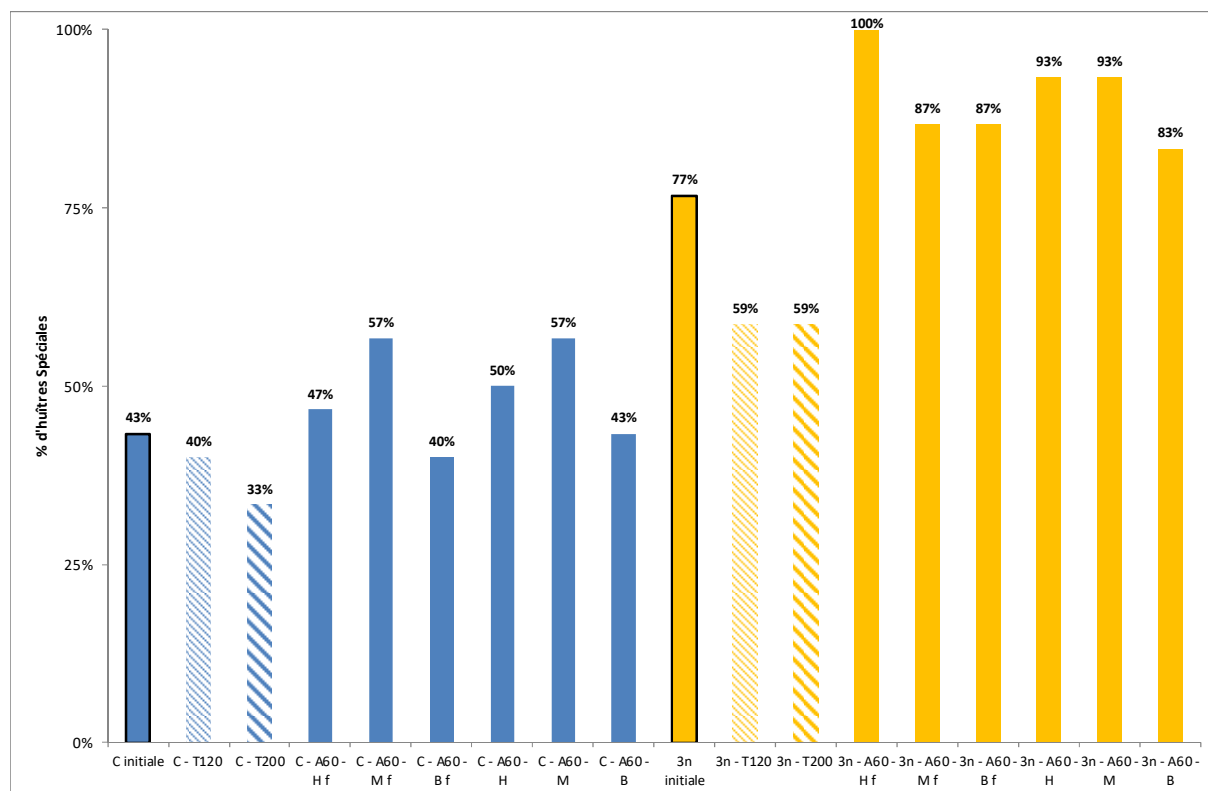


Figure 18 : proportion d'huîtres « spéciales » de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées

A la mise à l'eau les deux lots d'huîtres étudiés présentaient des taux de remplissage en chair différents ( $p = 0,01$ ), les triploïdes ayant un indice de chair moyen significativement supérieur les classant dans la catégorie « spéciale » alors que les huîtres de captage étaient en moyenne classées comme « fines ».

Ainsi, pour **le lot de captage**, l'indice de remplissage des huîtres élevées sur table a très légèrement diminué en moyenne mais de manière non significative ( $p > 0,05$ ). Cependant la proportion d'huîtres « spéciales » au sein de ces poches a chuté, passant de **43 %** à la mise à l'eau à respectivement **40 %** à faible densité et **33 %** à forte densité.

Les huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteur au niveau Haut et Bas du système australien ont également un indice de remplissage moyen sous le seuil de classification en « spéciale » avec des valeurs respectives de **10,4 %**  $\pm$  0,8 % et **10,2 %**  $\pm$  0,6 %. Les proportions d'huîtres « spéciales » au sein de ces poches sont respectivement **47 %** et **40 %**.

Dans les autres cas de poches suspendues, le seuil de classification en « spéciale » est atteint. En poches suspendues sans flotteur au niveau Haut d'élevage, l'indice de remplissage moyen est de **10,5 %**  $\pm$  0,7 % avec une proportion d'huîtres « spéciales » au sein des poches de **50 %**. L'indice de remplissage moyen le plus élevé est observé pour les huîtres en poches suspendues munies de flotteur sur le niveau Milieu, atteignant **10,9 %**  $\pm$  0,7 % avec une proportion d'huîtres « spéciales » au sein des poches de **57 %**. Seul ce cas présente un indice de remplissage significativement supérieur ( $p < 0,05$ ) à celui des huîtres élevées sur table témoin à forte densité d'élevage (**9,8 %**  $\pm$  0,7 %).

Avec **le lot triploïde**, les huîtres initialement classées comme « spéciales » avec un indice moyen de **11,5 %**  $\pm$  0,6 % sont déclassées en « fines » lorsqu'elles sont élevées sur table à faible densité, leur indice de remplissage moyen chutant significativement ( $p = 0,02$ ) à **10,4 %**  $\pm$  0,8 % avec une proportion d'huîtres « spéciales » au sein des poches de **59 %** contre **77 %** à la mise à l'eau. L'indice moyen reste stable pour les huîtres élevées sur table témoin à forte charge avec une valeur de **11,2 %**  $\pm$  0,8 % mais avec une proportion d'huîtres « spéciales » en fort recul au sein des poches : **59 %**.

Avec le système australien, les huîtres triploïdes restent non seulement classées en « spéciales », leurs indices de remplissage ayant globalement augmenté par rapport à la mise à l'eau, mais elles présentent des indices de remplissage qui sont dans tous les cas significativement supérieurs ( $p < 0,05$ ) aux indices des huîtres élevées sur table témoin. La valeur moyenne la plus élevée (**13,7 %**  $\pm$  0,6 %) est observée pour les huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteurs sur le niveau Haut d'élevage, **100 %** des huîtres au sein des poches étant classées comme « spéciales ». La valeur la plus faible (**12,1 %**  $\pm$  0,7 %) est observée pour les huîtres en poches suspendues sans flotteur sur le niveau Bas d'élevage avec une proportion d'huîtres « spéciales » au sein des poches de **83 %**. Pour les autres cas, cette proportion est comprise entre **87 %** et **93 %**.

Pour chaque niveau d'élevage, il n'y a pas de différence significative d'indice de remplissage des huîtres élevées en poches suspendues, qu'elles soient munies ou non de flotteur ( $p > 0,10$ ).

Les indices moyens obtenus sur le niveau Haut sont significativement supérieurs ( $p < 0,01$ ) à ceux obtenus sur les autres niveaux d'élevage (pas de différence entre Milieu et Bas  $p = 0,59$ ).

## 10- Poids et indice de coquille

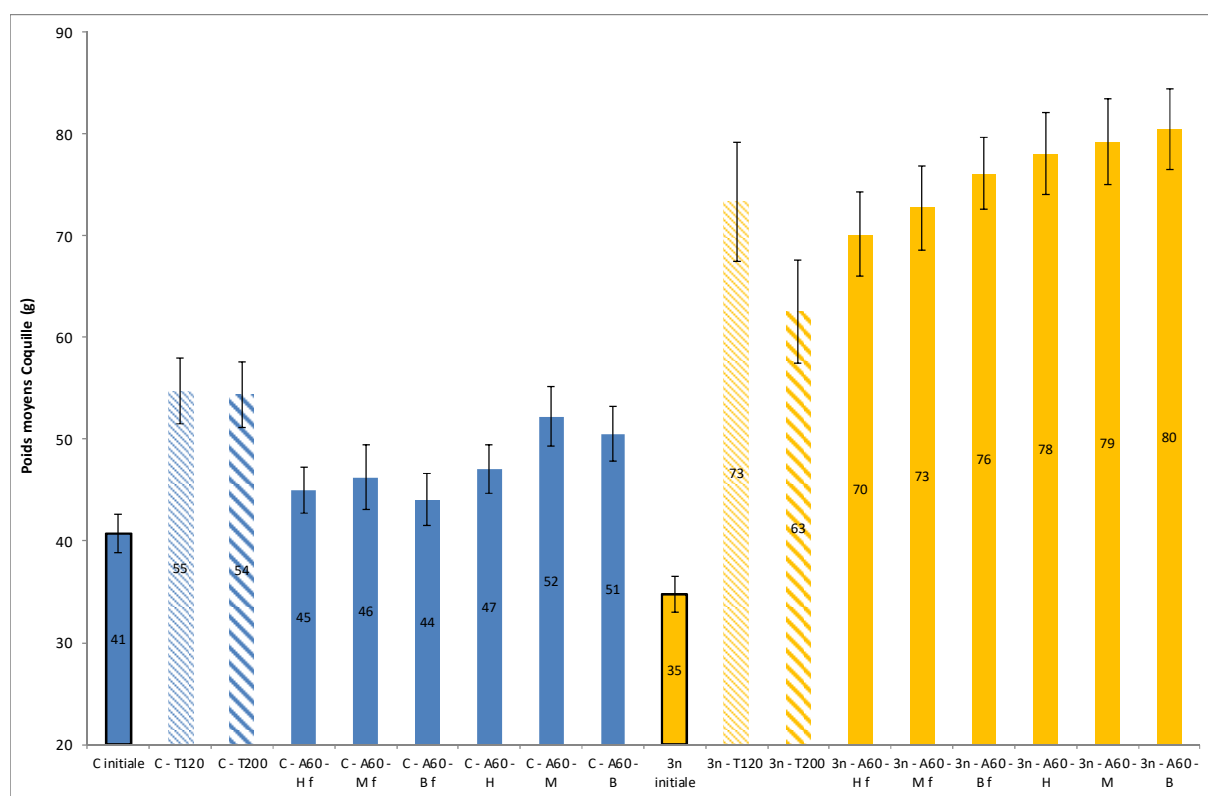


Figure 19 : Poids de coquille des lots d'huîtres de capture (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

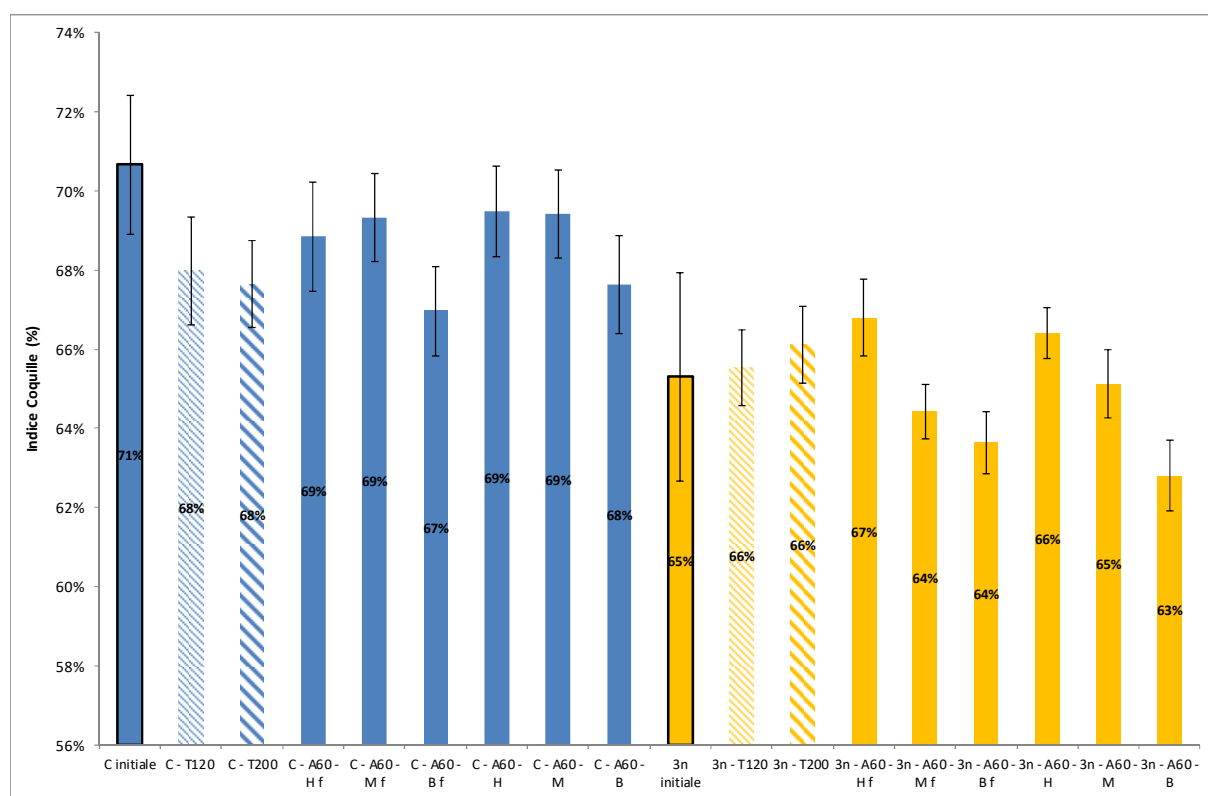


Figure 20 : Indice de coquille des lots d'huîtres de capture (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

Les poids moyens initiaux de coquille des huîtres étudiées étaient significativement différents à la mise à l'eau, avec des valeurs **41 g**  $\pm$  2 g (**71 %** du poids total) pour les huîtres de captage et **35 g**  $\pm$  2 g (**65 %** du poids total) pour les triploïdes. Au cours de l'élevage, la croissance en coquille a été significative ( $p < 0,01$ ) pour les deux lots d'huîtres étudiés.

Pour **les huîtres de captage** élevées sur table témoin, les poids moyens de coquille sont équivalents ( $p > 0,05$ ) avec une valeur d'environ **54-55 g**  $\pm$  3,3 g, le poids de coquille représentant **68 %** du poids total.

Quel que soit le niveau d'élevage en poches suspendues munies de flotteurs et sur le niveau Haut sans flotteur, les poids moyens de coquille des huîtres sont significativement inférieurs avec des valeurs comprises entre **44 g**  $\pm$  3 g et **47 g**  $\pm$  2 g, soit un indice de coquille compris entre **67 %** et **69 %**. Sans flotteur pour les niveaux Milieu et Bas, les poids moyens de coquille des huîtres atteignent respectivement **52 g**  $\pm$  3 g et **51 g**  $\pm$  3 g soit un indice de coquille de **69 %** et **68 %**.

Pour **les huîtres triploïdes** élevées sur table témoin, le poids de coquille est significativement supérieur ( $p < 0,05$ ) à faible densité qu'à forte densité avec des valeurs respectivement de **73 g**  $\pm$  6 g et **63 g**  $\pm$  5 g, mais ces moyennes représentent la même proportion de coquille par rapport au poids total avec une valeur de **66 %**.

En poches suspendues un gradient croissant de poids de coquille est observé, la valeur la plus faible concernant les huîtres élevées en poches suspendues avec flotteurs sur le niveau Haut (**70 g**  $\pm$  4 g), la valeur la plus forte concernant les huîtres élevées en poches suspendues sans flotteur sur le niveau Bas (**80 g**  $\pm$  4 g). Ce gradient croissant du niveau Haut vers le Bas est donc observé avec les poches suspendues munies ou non de flotteurs. Les valeurs les plus fortes sont cependant obtenues avec les poches sans flotteur pour lesquelles aucune différence significative en fonction de la hauteur d'élevage n'est constatée ( $p > 0,05$ ). Avec flotteurs, le poids moyen de coquille des huîtres du niveau Haut est significativement inférieur à celui des huîtres du niveau Bas ( $p = 0,04$ ).

Dans tous les cas, les poids moyens de coquilles obtenus avec le système australien ne sont pas significativement différents de ceux des huîtres élevées sur table à faible densité.

Ainsi, les indices moyens de coquille des huîtres des niveaux Haut d'élevage avec ou sans flotteur et niveau Milieu sans flotteur sont similaires entre eux avec des valeurs comprise entre **65 %** et **67 %**. Dans ce cas, ces indices moyens ne diffèrent pas non plus de ceux des huîtres élevées sur table quelle que soit la densité d'élevage (**66 %**). Les indices de coquille les plus faibles sont observés en poches suspendues munies de flotteur aux niveaux Milieu et Bas d'élevage (**64 %**) et sans flotteur niveau Bas (**63 %**).

## 11- Indice Polydora

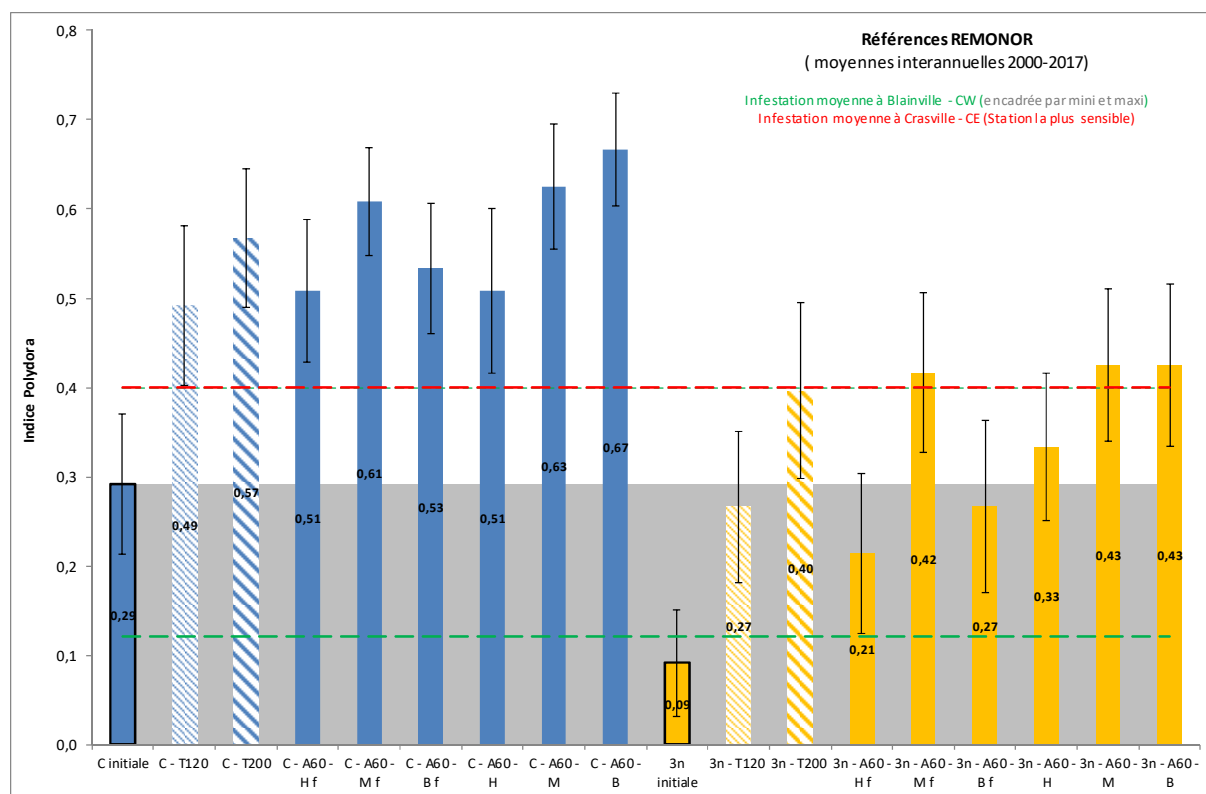


Figure 21 : Indice Polydora de la coquille des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

A la mise à l'eau, l'infestation des coquilles par le vers *Polydora* des huîtres de captage était significativement plus forte ( $p < 0,01$ ) que celle des huîtres triploïdes avec des valeurs respectives de **0,29 +/- 0,08** et **0,09 +/- 0,06**

D'une manière générale pour les deux origines d'huîtres étudiées, le niveau d'infestation est en hausse après un an d'élevage et ce, quelle que soit la zootechnie appliquée.

Pour **les huîtres de captage**, l'indice *Polydora* mesuré sur les huîtres élevées sur tables témoin est similaire quelle que soit la densité d'élevage et est également similaire ( $p = 0,28$ ) à ceux mesurés sur les huîtres élevées en poches suspendues, exception faite de celles sans flotteur du niveau Bas avec lesquelles les huîtres présentent un indice supérieur ( $p < 0,05$ ).

Dans le cas des poches suspendues sans flotteur, l'indice *Polydora* des huîtres élevées sur le niveau Bas et Milieu est significativement supérieur ( $p < 0,05$ ) à celui des huîtres élevées sur le niveau Haut.

Les huîtres élevées en poches suspendues ne présentent pas de différence significative d'infestation ( $p > 0,05$ ) lorsqu'elles sont élevées en poche munies ou non de flotteurs exception faite de celles du niveau Bas.

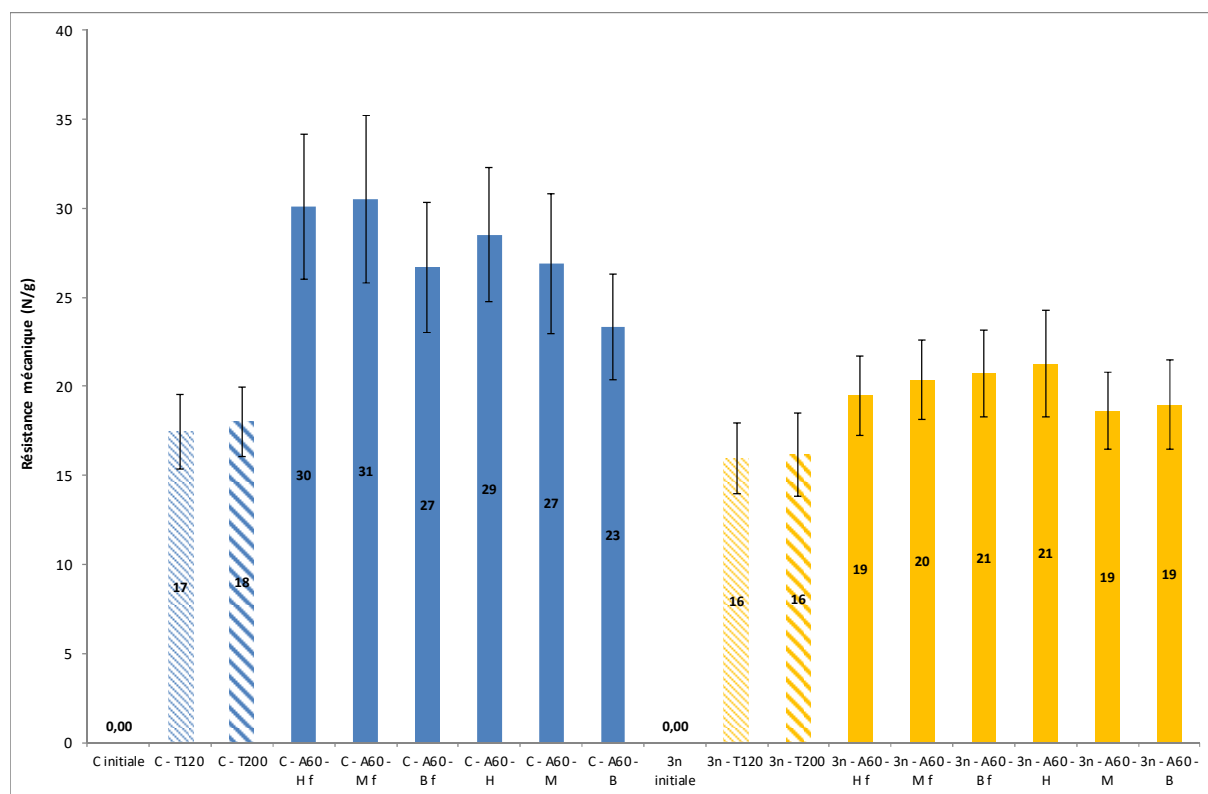
Pour **les huîtres triploïdes**, l'indice *Polydora* des huîtres élevées sur table témoin à faible densité est similaire ( $p > 0,05$ ) à ceux observées sur les huîtres élevées en poches suspendues munies de flotteurs sur les niveaux Haut et Bas.

Les indices les plus forts sont observés sur les huîtres élevées sur table témoin à forte densité et sur celles élevées en poches suspendues munies de flotteurs du niveau Milieu et sans flotteur des niveaux Milieu et Bas.

L'indice moyen des huîtres élevées en poches suspendues sans flotteur sur le niveau Milieu présente un indice moyen intermédiaire.

Une différence d'infestation en fonction de la présence de flotteurs sur les poches suspendues n'est observée que dans le cas des huîtres élevées sur le niveau Bas, pour lesquelles l'indice moyen est significativement supérieur ( $p < 0,05$ ).

## 12- Résistance mécanique de la coquille



**Figure 22 : Résistance mécanique de la coquille des lots d'huîtres de captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)**

La dureté de la coquille des huîtres testée via la mesure de résistance mécanique de la valve supérieure varie selon les options zootechniques étudiées.

Les résistances mécaniques moyennes obtenues en poches suspendues sont globalement supérieures à celles obtenues en poches témoin sur table, quelle que soit l'origine des lots d'huîtres et quelle que soit la densité d'élevage en poche sur table.

Pour **les huîtres de captage**, les résistances mécaniques moyennes des coquilles des huîtres élevées sur tables sont similaires ( $p = 0,44$ ) quelle que soit la densité d'élevage, avec des valeurs moyennes respectivement de **17 N/g**  $\pm 2$  N/g et **18 N/g**  $\pm 2$  N/g.

En poches suspendues, les résistances relevées sont significativement supérieures ( $p < 0,01$ ) avec **23 N/g**  $\pm 3$  N/g pour la valeur la plus faible et **30 - 31 N/g**  $\pm 5$  N/g pour les valeurs les plus élevées. La première est obtenue en poches suspendues sans flotteur sur le niveau Bas d'élevage, les suivantes en poches suspendues munies de flotteurs sur les niveaux Haut et Milieu d'élevage.

Ainsi par rapport à l'élevage témoin sur table, l'augmentation de la résistance mécanique des coquilles est au minimum de **+ 35 %** (+ 6 N/g) et **+ 82 %** soit (+ 14 N/g) dans le meilleur des cas avec le système australien.

Pour **les huîtres triploïdes**, les résistances mécaniques moyennes des coquilles des huîtres élevées sur tables sont elles aussi identiques ( $p = 0,44$ ) quelle que soit la densité d'élevage, avec une moyenne de **16 N/g**  $\pm 2$  N/g.

Ces valeurs témoin sont significativement inférieures ( $p = 0,002$ ) à celles mesurées sur les huîtres élevées en poches suspendues exception faite de celles obtenues en poches suspendues sans flotteur sur le niveau Milieu ( $p = 0,06$ ) avec une résistance moyenne de **18,6 N/g**  $\pm 2$  N/g.

Dans les autres cas, avec le système australien, les duretés moyennes de coquilles des huîtres élevées en poches suspendues munies ou non de flotteur ne présentent pas de différence significative entre elles ( $p > 0,05$ ). La résistance mécanique moyenne mesurée va de **19 N/g**  $\pm 2$  N/g pour les valeurs les plus faibles, à **21 N/g**  $\pm 2$  N/g pour les valeurs les plus élevées, soit des valeurs inférieures à celles mesurées sur les huîtres de captage.

L'augmentation de résistance mécanique obtenue avec le système australien par rapport aux valeurs témoin sur tables est d'au minimum **+ 19 %** (+ 3 N/g) et **+ 31 %** soit (+ 5 N/g) dans le meilleur des cas.

### 13- Aspect visuel

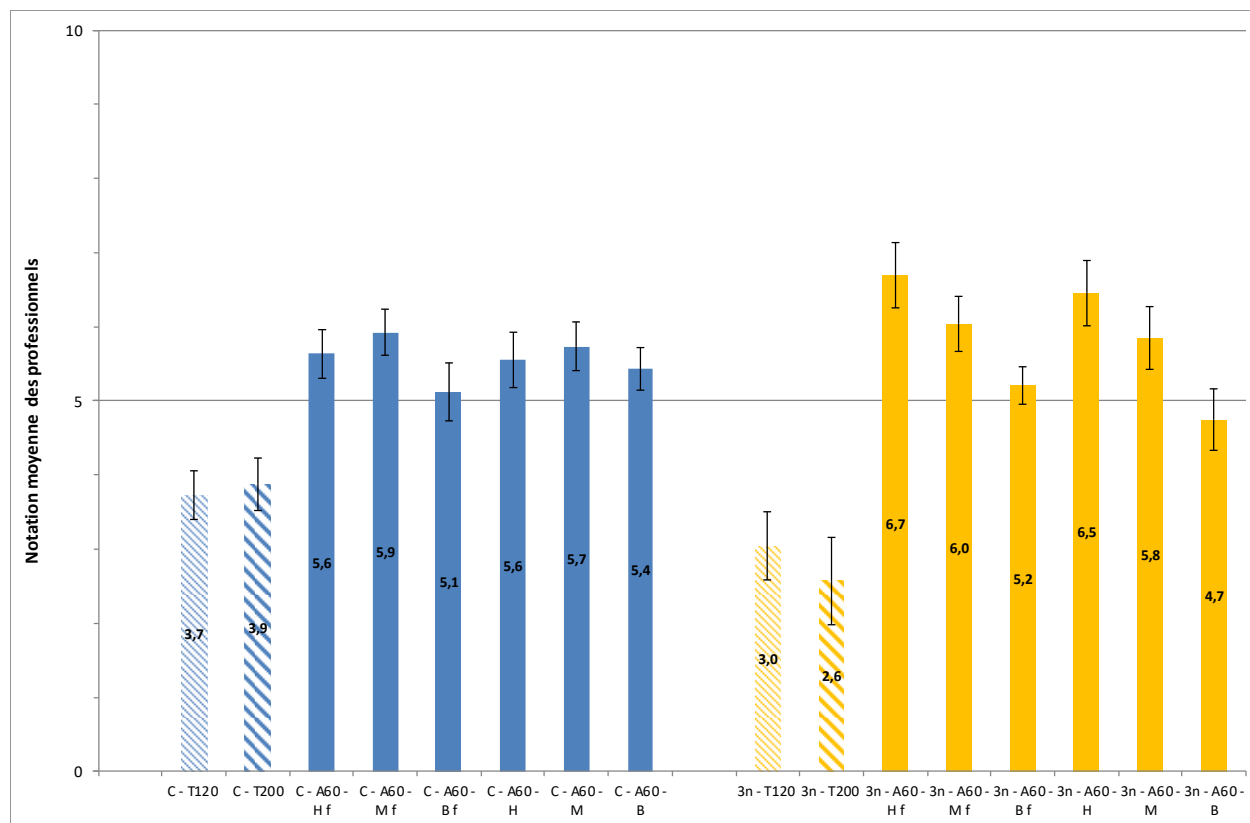


Figure 23 : Moyenne globale de la notation des professionnels concernant l'aspect visuel des lots d'huîtres

captage (bleu) et triploïdes (orange) en fonction des conditions testées (I.C. 95)

La notation en aveugle de l'aspect visuel donne un **très net avantage aux huîtres élevées en poches australiennes** quel que soit le collège d'expert retenu pour évaluer l'aspect visuel général des huîtres en fonction des systèmes d'élevage (figure 23).

En effet, pour le lot de captage comme pour le lot triploïde, les notes moyennes des huîtres élevées en poches suspendues sont très nettement supérieures à celles attribuées aux huîtres élevées en poches classiques ( $p < 0,0001$ ).

Pour **le lot de captage**, très peu de différence apparaît en fonction des hauteurs d'élevage, même si la note attribuée aux huîtres élevées sur les niveaux Bas est inférieure à celles attribuées aux huîtres des autres niveaux d'élevage (différence significative pour les poches sans flotteur entre le niveau Bas et les deux autres niveaux :  $p < 0,05$ ).

Pour **le lot triploïde**, l'aspect des huîtres élevées en poches suspendues sur le niveau Haut est jugé meilleur. Ainsi, la notation des professionnels fait très nettement apparaître une préférence en termes d'aspect pour les huîtres élevées dans le système australien avec un gradient croissant de préférence allant du niveau Bas au niveau Haut, que les poches soient munies de flotteurs ou non.

Dans le détail, il est intéressant de noter que la notation du professionnel du collège « expert » et celle du porteur de projet révèlent très clairement des différences d'aspect en fonction des hauteurs d'élevage pour le lot triploïde. Cette tendance ne se retrouve pas avec dans la notation du professionnel du collège « classique » (annexe 5 et 6). La notation du collège « expert » est beaucoup plus sévère en raison des attentes très strictes d'un professionnel grand utilisateur de poches suspendues en production.

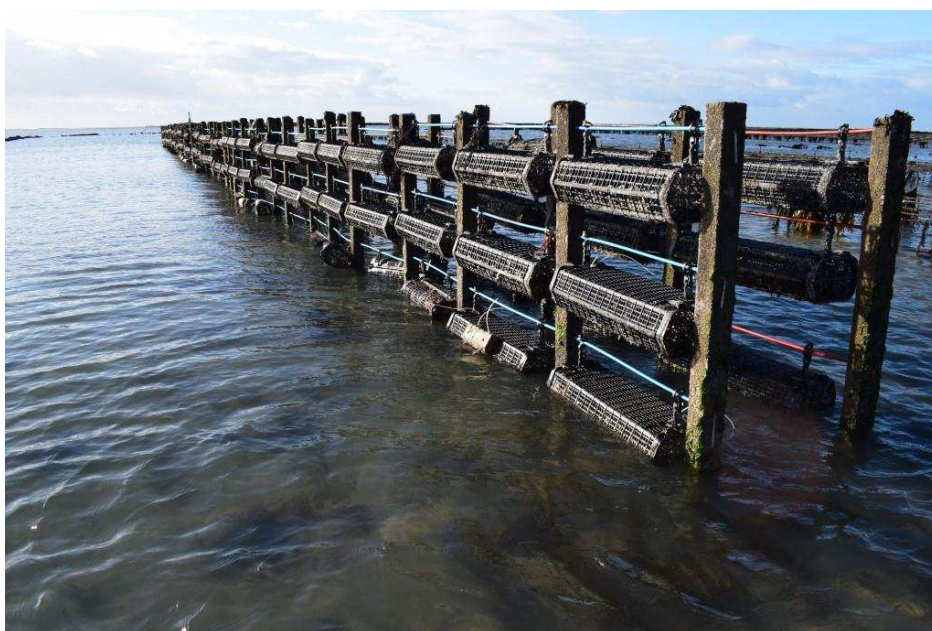
Très éclairant, cet exercice montre indéniablement l'apport de cette nouvelle zootechnie sur l'aspect des huîtres par rapport au standard classique.

# Discussion

---

## - Tenue du système d'élevage australien

Ce premier point est important car l'hiver 2017-2018 a été caractérisé par de nombreuses périodes tempétueuses, souvent en vives eaux. Le littoral de la côte Ouest Cotentin a donc été particulièrement touché par ces tempêtes. Comme le montre la figure 24, aucun dégât n'a été constaté au printemps 2018 lors du relevage des poches d'élevage. Aucun panier suspendu ne s'est décroché des supports horizontaux et tous les pieux verticaux sont restés tels qu'à l'installation.



*Figure 24 : Système d'élevage en fin de cycle d'élevage (mars 2018)*

Ces observations valident donc la pertinence de l'implantation d'un tel système sur une côte aussi exposée que cette côte Ouest Cotentin.

## - « Travail » des huîtres

L'un des avantages des poches suspendues concerne l'économie de main d'œuvre nécessaire au travail des huîtres. En effet, le niveau bathymétrique des parcs d'élevage étudié étant très bas, aucun retournement des poches témoin n'a été effectué. Par conséquent, en poche classique, de nombreuses huîtres maillées ont été observées à l'issue du cycle d'élevage (Figure 25) contrairement aux huîtres élevées en poches suspendues qui ne présentent aucune croissance de coquille à travers la maille (Figure 26). **Cela indique clairement qu'elles ont subi un mouvement régulier au sein des poches suspendues.**



*Figure 25 : Huîtres « maillées » en poches classiques*



*Figure 26 : Huîtres en poches australiennes*

## - Caractérisation du cycle 2017-2018

Les conditions météorologiques qui ont sévi fin 2016 et début 2017 ont particulièrement influencé l'environnement littoral sur la durée de la présente étude.

Tout d'abord, le déficit avéré des précipitations de l'hiver 2016 a eu comme conséquence un déficit notable en sels nutritifs sur la Côte Ouest Cotentin (Blin *et al*, 2017) au cours du premier trimestre 2017 (Annexe 1 - graphique 1). La conséquence de ce déficit s'est matérialisée par un bloom printanier 2017 particulièrement faible (Pétinay *et al*, 2018) notamment sur le secteur ostréicole de Blainville sur mer (Annexe 1 – graphique 2).

Avec de telles conditions trophiques, les résultats issus du réseau de suivi ostréicole REMONOR (Laisney *et al*, *in press*), montrent clairement que la période de mars 2017 à mars 2018 a été une année de faible croissance des huîtres (Annexe 2 -graphique 1) avec notamment une croissance faible au printemps, moyenne en été, très faible en automne et nulle au cours de l'hiver 2018. Les résultats 2017 sont donc très largement inférieurs à la moyenne interannuelle de la station.

D'autre part, ce déficit trophique a également eu un impact sur l'indice de remplissage AFNOR. L'indice moyen mesuré en décembre 2017 est légèrement inférieur à la moyenne interannuelle et atteint à peine la valeur seuil de la qualification « spéciale » (Annexe 2 – graphique 2).

Enfin, concernant l'infestation par le vers *Polydora*, les valeurs observées dans le cadre du réseau REMONOR en 2017 indiquent une forte augmentation de cet indicateur par rapport aux quatre dernières années (Annexe 2 – graphique 3).

En résumé, l'étude zootechnique menée de mars 2017 à mars 2018 s'est déroulée dans des **conditions trophiques faibles**, ce qui permet d'envisager que les résultats obtenus sur les principaux paramètres liés à la croissance et l'engraissement ont été limités.

## - Bilan du suivi

En termes de survie, il a été montré que le système d'élevage en lui-même n'avait pas d'influence, et ce, quelle que soit la ploïdie des huîtres. Les seules différences qui ont pu être constatées relèvent plutôt des caractéristiques des lots d'huîtres, attestant d'une fragilité plus importante du lot d'huîtres triploïdes adultes utilisé dans cette expérience.

Dans les conditions du milieu d'élevage précédemment décrites, il est très clair que les deux lots d'huîtres ne se sont pas comportés de la même manière. Ainsi, dans un contexte globalement non favorable, les résultats obtenus ici permettent de distinguer un lot « poussant » d'un lot « non poussant ».

Dans le cas du lot de captage considéré comme « non poussant » dans les conditions environnementales de ce cycle d'élevage, le facteur densité d'élevage n'a même pas permis d'améliorer la croissance comme le montrent les résultats obtenus en poche classique. A très faible densité en poches suspendues, seules les huîtres des niveaux Bas et milieu sans flotteur présentent des croissances se rapprochant de celles observées avec le système classique sur table. Les résultats des mesures morphologiques (longueur, largeur, épaisseur) montrent très nettement que **les huîtres de captage** dans le système à balancier, ont été **fortement travaillées** notamment sur le niveau « Haut » du système. Notons qu'en plus de certaines tendances observables entre les niveaux d'élevage, le niveau « Haut » semble particulièrement soumis au balancement. Dans ce cas, même s'il n'est pas toujours possible d'obtenir des différences significatives, la présence de **flotteur** sur les paniers **exacerbe les mouvements**. Cela a certes induit une **plus faible croissance en coquille** en comparaison du système classique, mais a très nettement **favorisé le durcissement** de celle-ci. Finalement, la **prise de poids en chair** ayant été **au moins équivalente** à celle des huîtres en poche sur table, l'intégration de tous ces facteurs a permis **d'améliorer sensiblement le taux de remplissage** illustré par l'indice AFNOR. **Les valeurs moyennes d'indice ainsi que les proportions d'huîtres spéciales au sein de chaque groupe ont été supérieures** à celles obtenues sur table. Cependant, les proportions d'huîtres spéciales restent malgré tout insuffisantes pour présenter des lots homogènes de catégorie « spéciale » à la vente.

Dans le cas du **lot triploïde**, qui a été nettement plus « poussant », **l'ensemble des critères de croissance et de qualité ont été très nettement améliorés** avec le système australien. A l'issue de ce cycle d'élevage, toutes les huîtres élevées avec ce système présentent des **taux de remplissage significativement plus élevés** avec des valeurs moyennes importantes de l'ordre de 12,5%, qualifiant ces lots en « spéciale ». De plus, ces résultats sont associés à des **proportions d'huîtres spéciales au sein des groupes qui vont de 80% à 100%** ; ce qui est très nettement supérieur à ce qui est obtenu avec le système classique sur table quelle que soit la densité d'élevage. La croissance totale pondérale et linéaire ainsi que la croissance en chair ont été meilleures en poches suspendues.

Ainsi, en regroupant l'ensemble des données disponibles dans cette étude, il a été possible d'évaluer que près de 57% de la variabilité de l'indice AFNOR sont expliqués par le poids de chair et tout particulièrement avec les huîtres triploïdes. (Annexe 3).

Associée à cette croissance globale, la croissance en coquille a elle aussi été significative. Les critères attestant d'un **travail régulier des huîtres** ont été positifs, qu'il s'agisse des indicateurs de formes ou de dureté de coquille. En ce qui concerne la dureté de coquille, les valeurs obtenues ont été légèrement plus faibles que celles obtenues avec le lot de captage qui a peu poussé. Ainsi, la relation entre dureté de coquille et l'indice de dureté illustré par la résistance mécanique a été étudiée. Dans les conditions expérimentales mises en œuvre pour cette étude, il apparaît que 30% de la variabilité de dureté de coquille est expliquée par la variation de longueur des coquilles (Annexe 4). Vu ce niveau de corrélation, il peut être considéré que **malgré cette forte croissance** dans le système australien, les huîtres en poches suspendues ont subi un **durcissement de coquille significatif** en comparaison des huîtres élevées sur table.

D'une manière globale en termes de qualité des coquilles (*Polydora*), le système australien **n'a pas induit de différence significative** malgré un contexte d'infestation dans le milieu à la hausse au cours de ce cycle 2017-2018.

Enfin, selon l'évaluation en aveugle de l'aspect des huîtres issues de cette expérimentation, il est très nettement montré que le système australien testé ici permet **d'obtenir une qualité d'huître supérieure et nettement identifiable selon le regard des professionnels** (Annexe 5 et 6). Ce regard est très clairement en adéquation avec les autres indicateurs mesurés démontrant ainsi tout l'intérêt de la zootechnie testée dans cette étude.

# Conclusion

---

La zootechnie testée ici repose sur l'utilisation de poches d'élevage chargées à de faibles densités et dont le mouvement de balancement permet de travailler les huîtres sans intervention humaine. L'utilisation de ce type de poches sur tables classiques ou modifiées, est en nette augmentation dans le milieu professionnel et a fait ses preuves en termes de qualité d'huîtres produites.

Dans le cas de la présente étude, le système « complet » sur support pieux, qui n'avait jusqu'à présent pas fait l'objet d'évaluation expérimentale, a également donné satisfaction en comparaison avec une zootechnie classique. La tenue du système face aux éléments en cas de tempête a été très concluante et pour la plupart des critères évalués, le système australien permet d'obtenir, sans manipulation humaine, une qualité d'huître supérieure. La survie des huîtres adultes n'a pas été impactée par cette zootechnie et l'objectif principal de ce projet a été atteint puisque le taux de remplissage des huîtres produites a été amélioré. D'une manière générale, la qualité « visuelle » des huîtres obtenues avec ce système est avérée et nettement identifiable.

D'un point de vue purement zootechnique, des variations dues aux hauteurs d'élevage ont pu être relevées mais restent logiques par rapport aux variations de durée d'exondation que ces hauteurs induisent. L'apport du balancement des poches sur l'aspect général des huîtres est incontestable. Le niveau « Haut » d'élevage semble plus exposé aux mouvements des masses d'eaux au cours des cycles de marée, et d'autant plus, si les poches sont munies de flotteurs. Cela nécessitera certainement quelques calages en fonction des caractéristiques des secteurs d'implantation.

Ainsi, l'étude réalisée ici a permis de valider l'apport de ce système pour des élevages implantés sur des concessions « profondes » difficilement accessibles. Cette zootechnie permet d'optimiser les taux de remplissage dans un secteur ostréicole qui n'est pas favorable à la production d'huîtres « spéciale », y compris dans des conditions environnementales défavorables. Au regard de ces résultats, ces données montrent également que l'optimisation du taux de chair, évalué par l'indice AFNOR, repose sur un couplage alliant l'optimisation du poids de chair, notamment en appliquant des densités d'élevages favorisant la prise de nourriture individuelle des huîtres en poche, et une maîtrise de la croissance globale de la coquille.

Enfin, vu l'encombrement au sol nécessaire à l'implantation de ce système et selon le cahier des charges mis en œuvre dans cette étude, ces résultats positifs sont obtenus dans des conditions de biomasses en élevages qui sont vertueuses par rapport au schéma des structures en vigueur dans le département de la Manche.

Cette étude zootechnique apporte des éléments concrets qui alimentent les approches économiques de l'utilisation d'un tel système et permettent d'éclairer la profession et les services de l'état dans le cadre de la régularisation réglementaire nécessaire à l'intégration de ce nouveau système aux schémas des structures départementaux.

# Références

---

Blin *et al*, 2018 : Parcours zootechniques pour pratiquer l'affinage des huîtres en Normandie, rapport opérationnel, 40 p, <http://www.smel.fr/2018/06/12/affinage-des-huitres-en-normandie/>

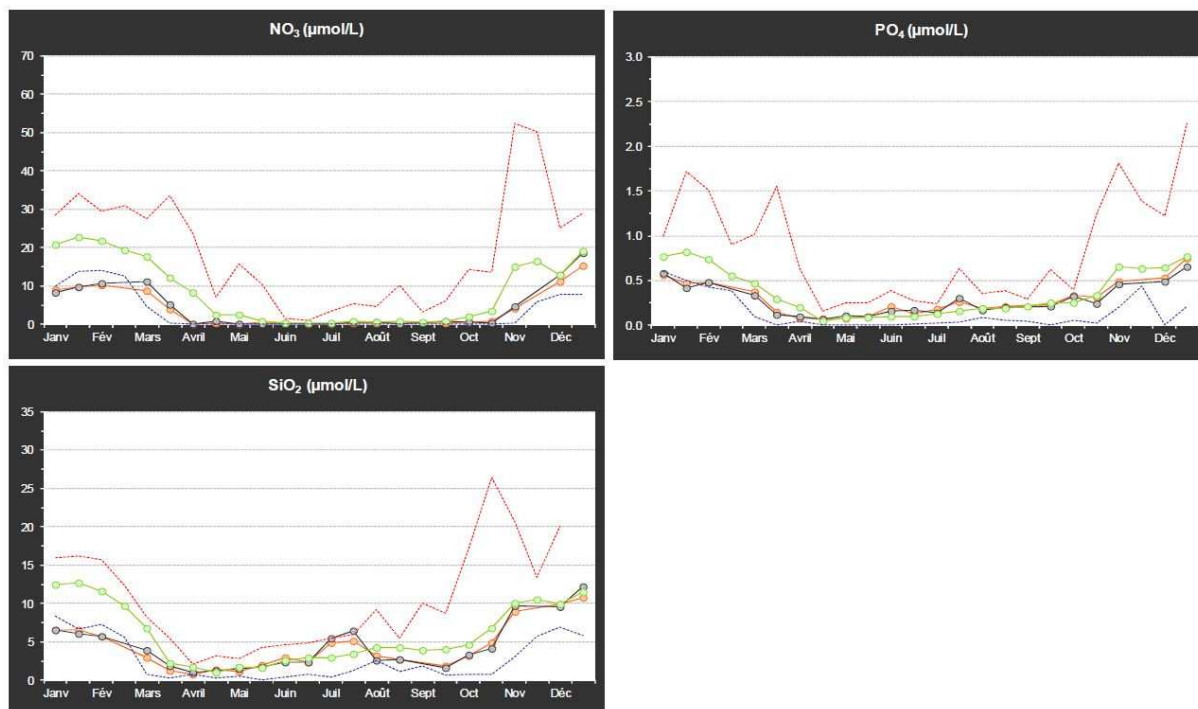
Blin *et al*, 2017 : Réseau HYDRONOR, Année 2016, Suivi hydro-biologique des bassins conchyliques de la Manche, 39p, <http://www.smel.fr/2017/05/05/suivi-hydronor-2016/>

Laisney *et al*, 2018 : résultats finaux 2017 in press, <http://www.smel.fr/remonor/>

Pétinay *et al*, 2018 : Réseau HYDRONOR, Année 2017, Suivi hydro-biologique des bassins conchyliques de la Manche, 39p, <http://www.smel.fr/2018/04/03/bilan-hydronor-2017-peu-delements-nutritifs-pour-les-bivalves-en-elevage-sur-la-cote-ouest/>

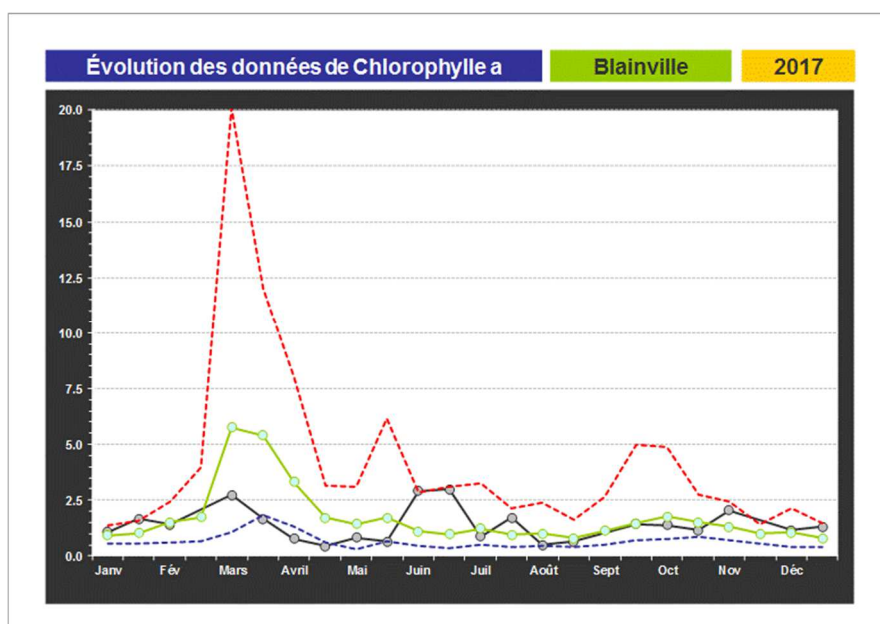
# ANNEXE - 1

Données issues du réseau HYDRONOR – Station Blainville sur mer – Côte Ouest Cotentin



**Graphique 1 : Concentrations en sels nutritifs (NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> et SiO<sub>2</sub>) (trait noir) au cours de l'année 2017**

(Traits verts : moyennes interannuelles ; traits rouges : maximales ; Traits bleus : minimales)

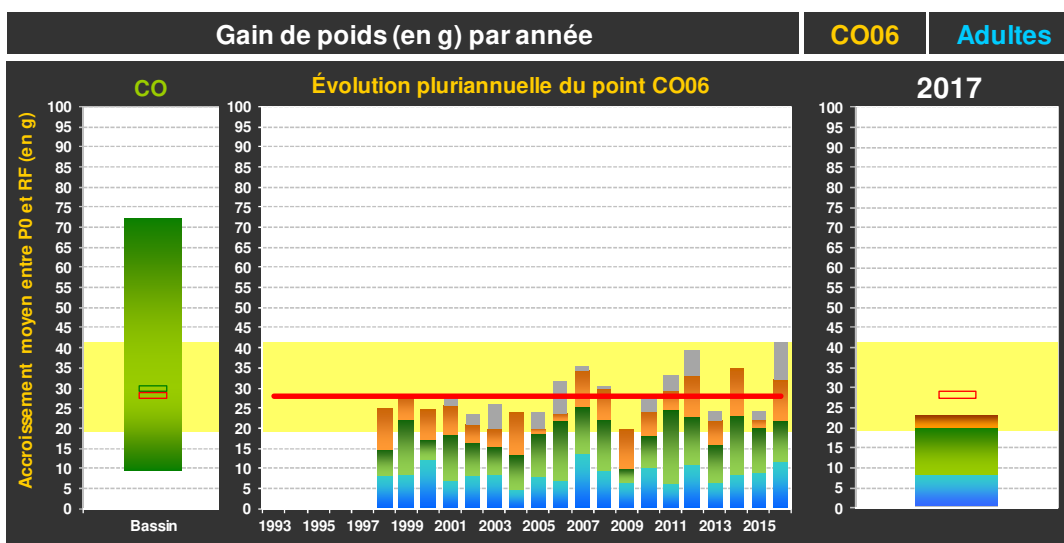


**Graphique 2 : Concentration en chlorophylle a (trait noir) au cours de l'année 2017**

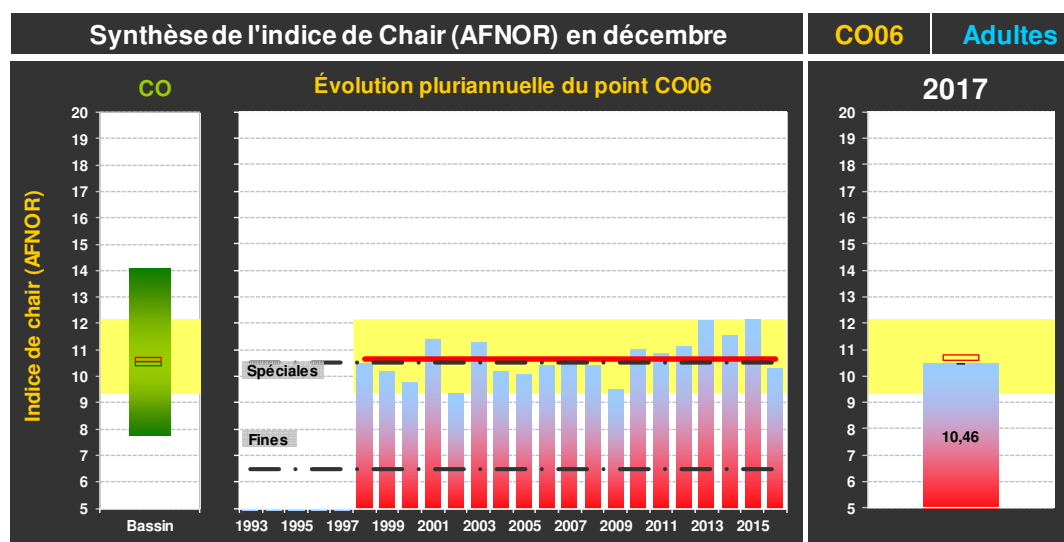
(Trait vert moyenne interannuelle ; trait rouge : maximale ; Trait bleu : minimale)

## ANNEXE - 2

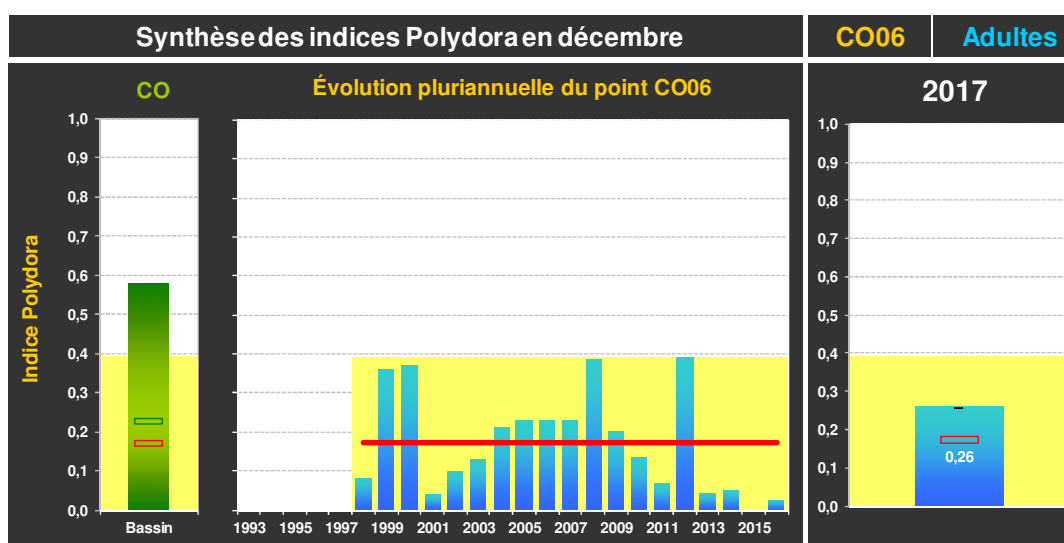
Données issues du réseau REMONOR – Station Blainville sur mer – Côte Ouest Cotentin



Graphique 1 : Croissance pondérale saisonnière



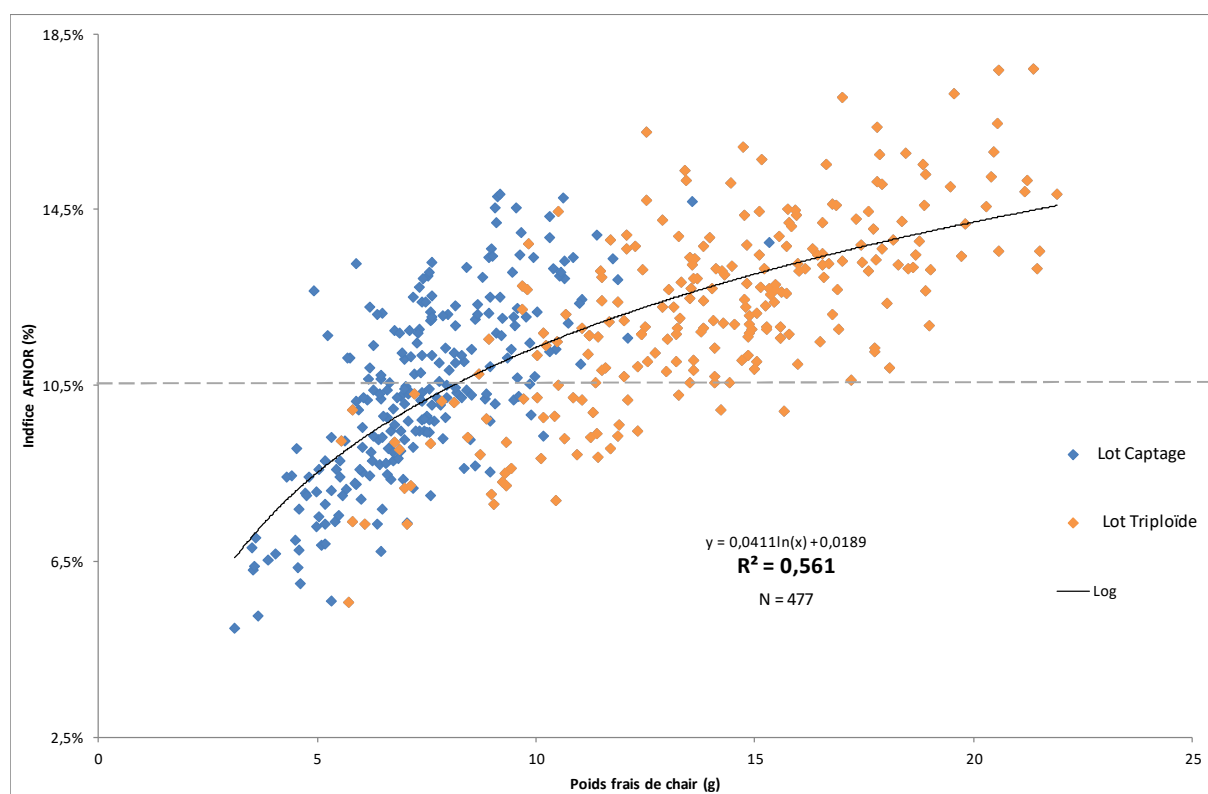
Graphique 2 : Indice de remplissage AFNOR observé en décembre



Graphique 3 : Indice Polydora observé en décembre

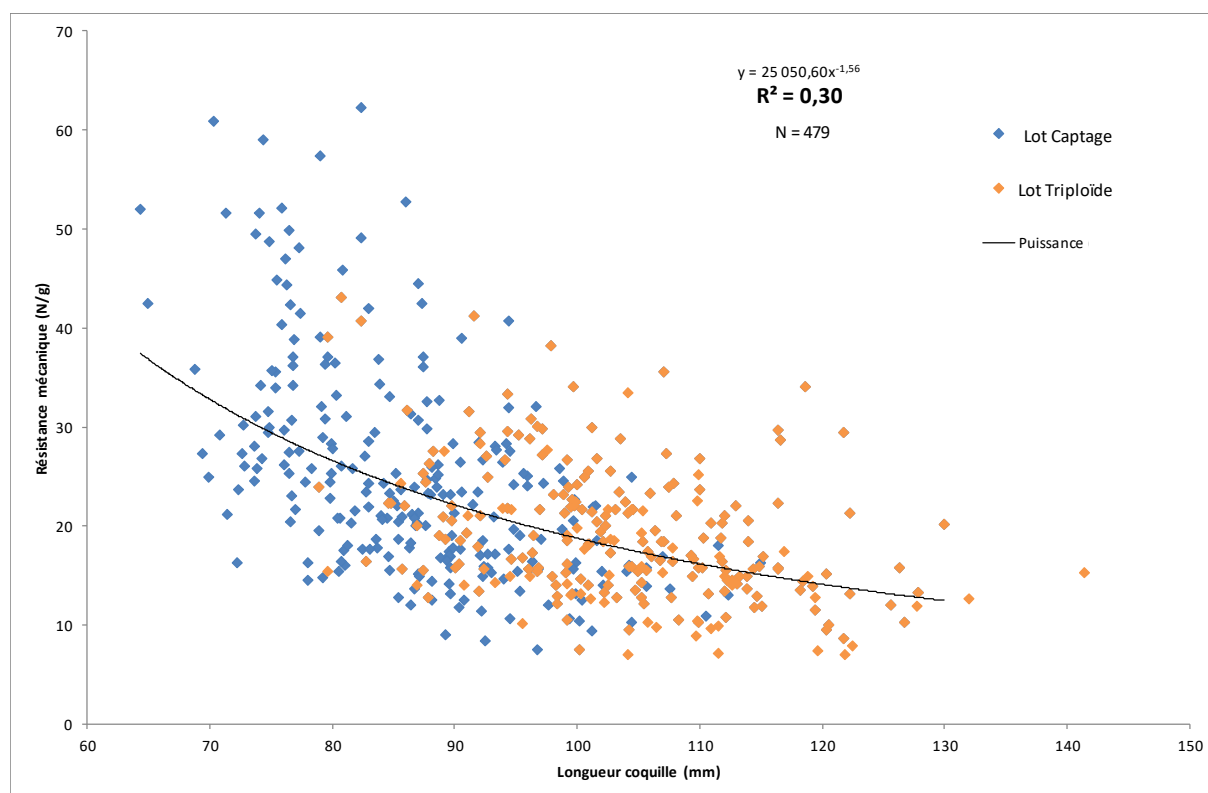
## ANNEXE - 3

### Courbe de tendance entre le poids frais de chair et l'indice AFNOR



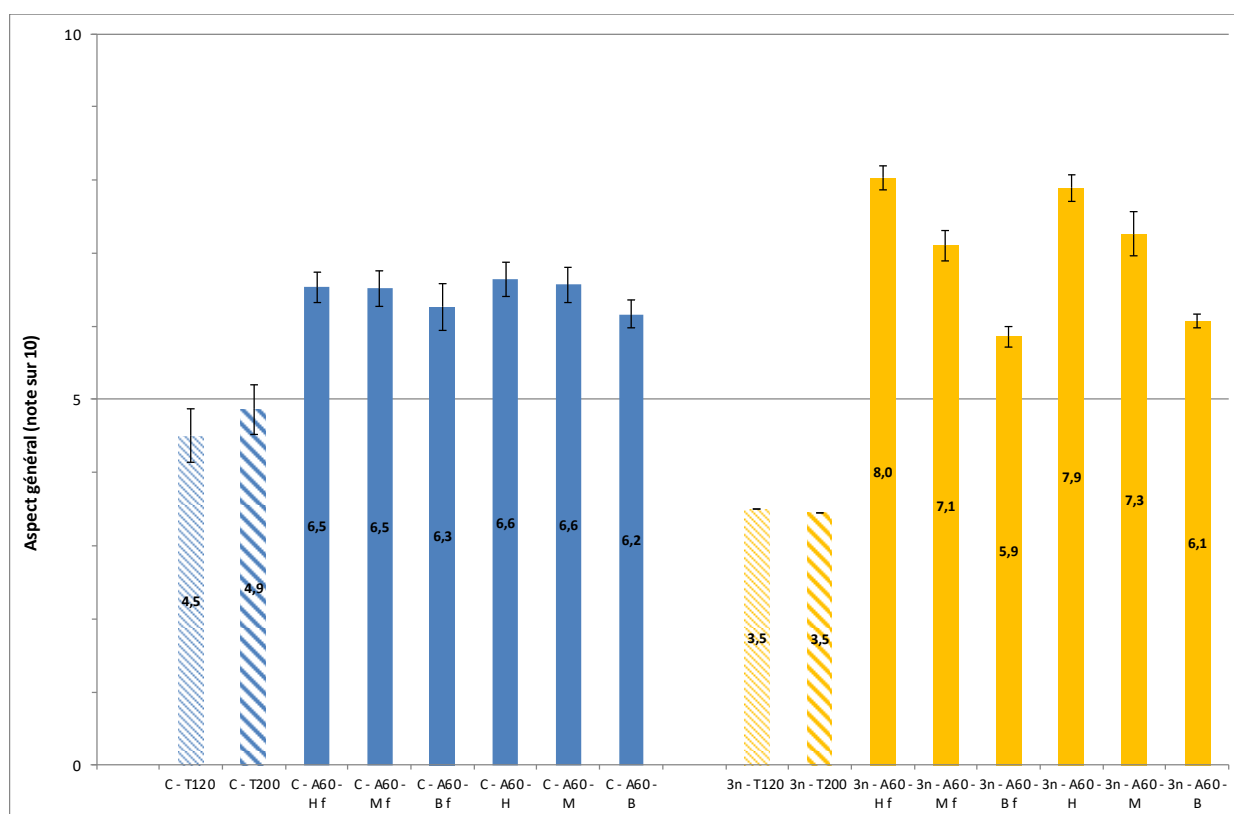
## ANNEXE - 4

### Courbe de tendance entre la longueur de coquille et la résistance mécanique

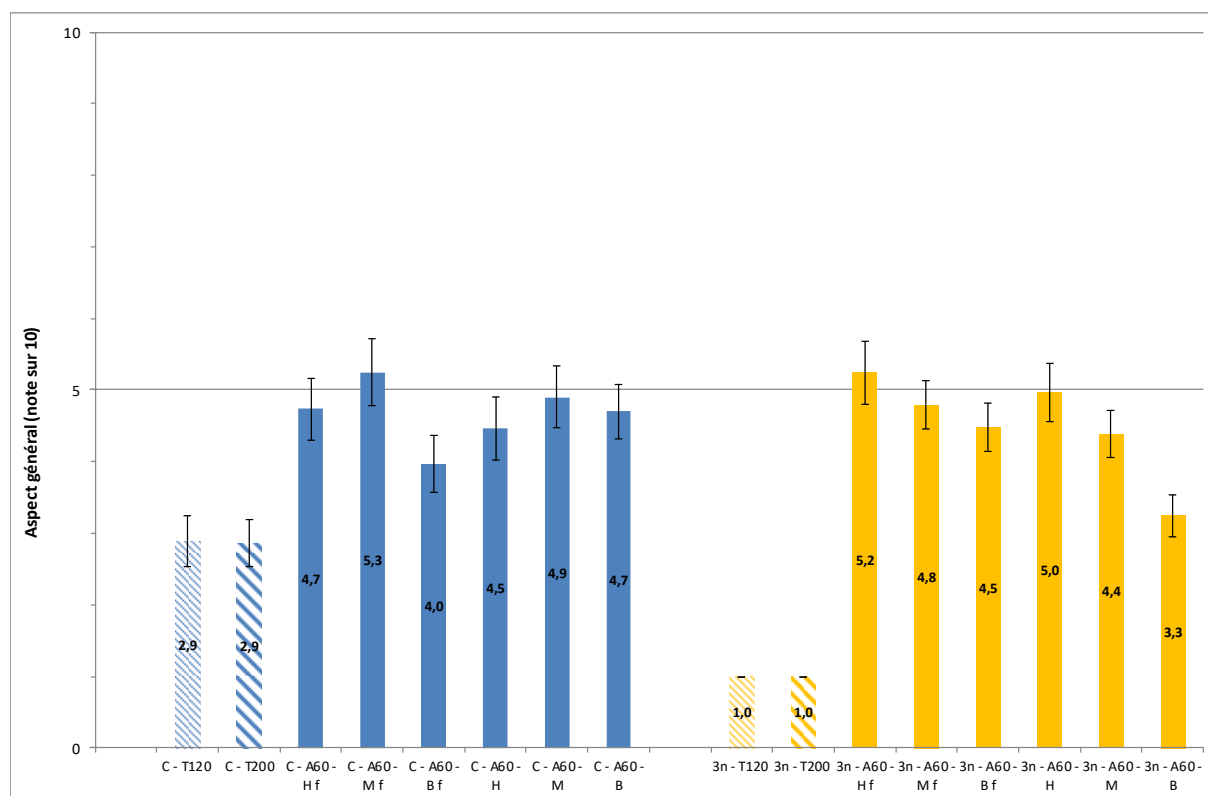


## ANNEXE - 5

### Notation de l'aspect du porteur de projet



### Notation de l'aspect du collège « expert »



ANNEXE - 6

Notation de l'aspect du collège « classique »

