



BULOCCLIM

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET REPRODUCTION DES BUCCINS
IMPACT SUR LA PÊCHERIE DE L'OUEST COTENTIN

Programme 2012-2014

Alexandrine BRUTEL-PHILIP

Laurence HEGRON-MACE

Véronique LEGRAND

Karine GRANGERE

Kristell KELLNER

Diffusion : libre restreinte interdite

Version du document : définitive

Bibliographie : oui non

Illustration(s) : oui non

Titre et sous titre du rapport

BULOCLIM
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET REPRODUCTION DES BUCCINS (*Buccinum undatum*)
IMPACT SUR LA PÊCHERIE DE L'OUEST COTENTIN

Auteur(s) principal(aux) :

PHILIP BRUTEL Alexandrine, HEGRON MACE Laurence

Organisme(s) et adresse(s)

Synergie Mer Et Littoral
S.M.E.L
Zone conchylicole
50 560 BLAINVILLE / MER

Autre(s) participant(s)

BASUYAUX Olivier, BESSON Mélanie, BLIN Jean-Louis, COLSOUL Bérenger, GAUQUELIN Thibaut, GRANGERE Karine (BOREA), KELLNER Kristell (BOREA), LAISNEY Naïda, LEGRAND Véronique (CRPBN), LESOIF Jean-Louis, NOUAR Bastien, PETINAY Stéphanie, PIEN Sébastien, RICHARD Olivier (SMEL).

REFERENCE A LA DECISION DU COMITE SYNDICAL DU SMEL

Résumé : Le buccin commun, *Buccinum undatum*, est un mollusque gastéropode répandu le long des côtes de l'Atlantique nord et particulièrement celles de la Manche en France. Une importante pêche locale dépend de cette ressource. Près de 70% de la production française sont issus de l'ouest Cotentin. L'exploitation croissante dans les années 80 et 90 des bulots de notre région a fait chuter les rendements de pêche dans les années 2000. Des mesures restrictives successives ont été établies, fixant entre autres, un tri à bord et limitant le nombre de jours de pêche (220 jours avec interruption en janvier). L'état des lieux de la pêcherie du Cotentin réalisé au cours de cette étude via plusieurs sources d'informations (auto-échantillonnage des pêcheurs et suivi scientifique) a révélé une gestion durable dans les conditions environnementales actuelles. Cependant, dans la mesure où la zone de pêche est en limite sud de la répartition géographique de l'espèce, l'évolution climatique pourrait impactée la pêcherie par ces variations de température. Dans ce contexte, l'objectif était de préciser l'impact de la température sur la biologie de l'espèce et en particulier sur l'étape clé de la reproduction. Les premiers éléments d'une étude de la maturité sexuelle des buccins sur 4 zones géographiques (Ecosse, Irlande, Cotentin et Vendée) présentant des températures différentes, ont mis en évidence une variation de la taille des individus lors de la première maturation sexuelle, taille à 1^{ère} maturation sexuelle entre 45 et 48 mm pour les bulots de Vendée, 53-58 mm dans le Cotentin, ≥70mm en Irlande et ≥100 mm en Ecosse. Un suivi des pontes réalisées en conditions contrôlées de température a montré une variation du nombre de pontes, de l'étalement de ces pontes et des éclosions, nombre de pontes moindre en température chaude. La variation de l'efficacité des pontes doit être confortée. Des analyses isotopiques ont révélé des différences de réseaux trophiques d'un site à l'autre. Toutes ces informations vont être intégrées dans les programmes de modélisation d'impact des changements climatiques sur la répartition des espèces et seront complétées par de nouvelles approches expérimentales. Ces modèles seront utiles à la profession et permettront aux pêcheurs d'adapter rapidement leurs pratiques de pêche à de futures conditions environnementales. A ce jour, dans les gammes de températures étudiées (scénarios fournis par des experts sur le climat G.I.E.C.), les conséquences sur la reproduction des buccins ne peuvent être ignorées, les recherches doivent être approfondies et la décroissance des stocks doit être surveillée.

Mots clés : *Buccinum undatum* – Ouest Cotentin – rendements de pêche – changements climatiques – cycle de reproduction – température – ponte – analyse isotopique

Abstract: The common whelk, *Buccinum undatum*, is a neogastropod mollusc widely dispersed along the north Atlantic coasts, especially the coast of the English Channel in France. An important local fishery depends on this marine resource and almost 70% of national whelk production comes from the west Cotentin region. Since the year 2000, increases in the exploitation of whelks in this area have led to drastic decreases in fishing yields (80s 90s). In this context, successive restrictive measures were adopted, such as a sorting board and a limitation on the number of fishing days (220 days with interruption in January). Through the analysis of the west Cotentin fishery via several sources of information (self-sampling and scientific monitoring), it was determined that management of this fishery under the current circumstances is sustainable. However, considering that the fishing area is at the southern limit of the whelk repartition area, the whelk fishery may be highly impacted by temperature variations caused by global climate change. The aim of this study was to investigate the impact of temperature on the biology of *B. undatum*, specifically reproductive biology. The initial findings of the study concerning the sexual maturity of whelks in 4 geographic areas (Shetland isles, Ireland, West Cotentin and Vendée), with different temperatures correlated with some differences in the size-at-maturity (first size-at-maturity at 45-48 mm for whelks from Vendée, 53-58 mm in Cotentin, ≥70mm Ireland and ≥100 mm Scotland). Additionally, spawning was observed under controlled temperature conditions showing the impact of temperature variations on the number of individuals spawned, the duration of spawning and on hatching, if fewer are spawned in warm water. These results highlight the need to consider the effects of changing global temperature on whelk reproduction. Finally, isotopic analysis showed some differences in the trophic niche of these different populations (Shetland isles, Ireland, West Cotentin and Vendée). All biological information will later be integrated into predictive models to investigate the impact of global climate change on the distribution of the common whelk and will be complemented by new experimental approaches. These models should permit fishermen to adapt accordingly. In the future, the effects of temperature on the reproduction of whelks must be reinforced in the temperature ranges provided by climate experts of the G.I.E.C. and decreases in stocks should be carefully monitored.

Keywords : *Buccinum undatum* – West Cotentin – fishing yields – climate changes – reproductive cycle – temperature – spawning – isotopic analysis

TABLE DES MATIERES

Résumé	IV
Liste des tableaux	IX
Liste des figures	XI
Liste des annexes	XIII

Introduction générale

1. Introduction	3
1.1. Généralités	3
1.2. Le climat : l'incertitude associée aux changements	4
2. La Manche	6
2.1. La Manche : cas d'étude	6
2.2. Le buccin : modèle biologique	6
2.2.1. Morphologie	7
2.2.2. Reproduction	7
3. Les objectifs de cette étude	10

Chapitre 1 : Caractérisation de la pêcherie du buccin de l'ouest Cotentin

1. Introduction : Etat des lieux de la pêcherie du buccin	13
1.1. Caractéristiques de la flottille de pêche du bulot en 2012	14
1.1.1. Evolution entre 2008 et 2012 : Mise en place du plan de gestion 2007-2012	14
1.1.2. Répartition de la flottille par secteur de pêche	14
1.2. Mesures de gestion de la pêcherie	15
1.2.1. Conditions particulières d'obtention de licence	15
1.2.2. Mesures biologiques	15
1.2.3. Mesures de limitations de l'effort de pêche	15
1.3. Techniques de pêche	16
2. Matériel et méthodes	16
2.1. Suivi scientifique de gisement	17
2.2. Suivi professionnel par auto-échantillonnage	18
2.3. Méthodologie et traitement des données échantillonnées	18
2.3.1. Captures par unité d'effort de pêche	19
2.3.2. Profil des structures de taille des buccins capturés	19
3. Résultats	19
3.1. Suivi scientifique de gisement	19

3.2. Suivi professionnel par auto-échantillonnage	21
4. Discussion conclusion	22
Chapitre 2 : Impact de la température sur la reproduction du buccin	25
Introduction	27
A) Impacts de la température sur la reproduction : gaméto-génèse, ponte et développement	
Intra capsulaire	27
1. Matériel et méthodes	27
1.1. Etude <i>in situ</i>	27
1.1.1. Echantillonnage sur différents sites	27
1.1.2. Analyses biométriques et relation taille-poids	28
1.1.3. Histologie de la gonade	29
1.2. Etude en conditions contrôlées	29
Conception de la structure de stabulation et matériel biologique	29
Suivi des Embryons et développement intra capsulaire	32
2. Résultats	32
2.1. Structure des populations étudiées	32
2.1.1. Relation taille-poids	32
2.1.2. Sex-ratio	33
2.2. Comparaison de la maturité sexuelle des buccins suivant les différentes zones géographiques	34
2.3. Cinétique des pontes en fonction de la température	37
2.4. Relation taille de l'individu et taille des capsules	39
2.5. Suivi des embryons et développement intra capsulaire	39
3. Discussion conclusion	40
B) Impacts de la température sur la reproduction : Suivi des juvéniles	44
1. Matériel et méthodes	44
1.1 La stabulation des juvéniles	44
1.2 Protocole expérimental et matériel biologique	45
2. Résultats	46
2.1 Croissance des juvéniles des 4 grammes de températures	46
3. Discussion conclusion	48
C) Impacts de la température sur la reproduction : maturation des géniteurs	51
1. Matériel et méthodes	51
1.1 Conception des structures de stabulation	51
1.2 Protocole expérimental et matériel biologique	53
1.3 Histologie de la gonade	54

2. Résultats	54
3. Discussion Conclusion	56
<i>Chapitre 3 : Signature isotopique et écologie trophique</i>	57
1. Introduction	59
2. Matériel et méthode	59
2.1 Principe	59
2.2 Signature de fractionnement	60
2.3 Matériel biologique	61
2.4 Protocole expérimental	62
3. Résultats	63
4. Discussion conclusion	64
<i>Conclusion générale</i>	67
Annexes	71
Bibliographie	83
<i>Bilan de communication</i>	87
<i>Bilan financier</i>	91

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Production et utilisation des produits de pêche de capture et de la production aquacole (FAO 2010).

Tableau 2 : Evolution du nombre de navires et de leurs caractéristiques entre 2007 et 2014.

Tableau 3 : Répartition des navires et leurs caractéristiques sur les 3 secteurs.

Tableau 4 : Méthode de sélection des casiers et filières à bord des navires.

Tableau 5 : Variation du pourcentage d'espèces associées en fonction de la localisation.

Tableau 6 : Récapitulatif des différents stades de la gamétogénèse.

Tableau 7 : Tailles minimale et maximale des buccins sur les 4 sites.

Tableau 8 : Degrés cumulés par température et par an du développement intra capsulaire.

x

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : Evolution des captures par pêche en milieu marin dans le monde depuis 1950 (FAO 2010).
- Figure 2** : Buccin s'alimentant de crabe vert. SMEL 2013.
- Figure 3** : Anatomie de l'appareil reproducteur chez le bulot (*Buccinum undatum*).
- Figure 4** : Photos de ponte et éclosion chez le buccin.
- Figure 5** : Aspect histologique de la gamétogenèse mâle et femelle chez *Buccinum undatum*.
- Figure 6** : Evolution des rendements de pêche de 1995 à 2004(CRPMBN et DDAM 2005).
- Figure 7** : Longueurs des navires sur les 3 secteurs.
- Figure 8** : Schéma d'un bulotier avec des casiers gréés en filière, posés sur le fond.
- Figure 9** : Casiers à bulots fixés à une plaque de ciment qui fait office de lest.
- Figure 10** : Cartographie des zones d'échantillonnage.
- Figure 11** : Evolution des structures de taille entre 2007 à 2013 des zones 1 et 2 confondues.
- Figure 12** : Evolution des Captures par unité d'effort de 2007 à 2013 des zones 1 et 2 confondues.
- Figure 13** : Caractérisation des espèces associées entre 2007 à 2013 des zones 1 et 2 confondues.
- Figure 14** : Evolution des Captures par unité d'effort de 2009 à 2012 des zones 1 et 2 confondues.
- Figure 15** : Mesure de la largeur minimale et de la hauteur chez le buccin.
- Figure 16** : Schéma illustrant les différentes étapes de réalisation des coupes histologiques.
- Figure 17** : Schéma de la structure expérimentale – Accueil des géniteurs.
- Figure 18** : Schéma des 2 bacs de lots de buccins de tailles différentes.
- Figure 19** : Tailles moyennes des buccins échantillonnés des différents sites en février 2013.
- Figure 20** : Graphiques des relations taille-poids dans les 4 sites de février 2013.
- Figure 21** : Sex-ratios des différents sites de février 2013.
- Figure 22** : Les différents stades de maturité sexuelle des buccins des sites de février 2013.
- Figure 23** : Stades de maturité sexuelle des deux sexes séparés en fonction des classes de taille (buccins des sites de février 2013).
- Figure 24** : Evolution par jour des pontes dans les différentes structures en fonction de la température.
- Figure 25** : Bilan de pontes par mois dans les différentes structures en fonction de la température.
- Figure 26** : Taille des capsules de ponte en fonction de la taille des femelles.
- Figure 27** : Embryon 1 cellule, 2 cellules et 4 cellules en microscopie électronique à balayage. Structure S2 Jour 2.
- Figure 28** : A : Embryon 4 cellules – B : Pré-véligère – C : Pedi-véligère – D : Pré-éclosion – E : Pré-éclosion – F : Juvéniles en cours d'éclosion. (Clichés Laurence Hégron Macé, Alexandrine Philip (SMEL) et Kristel Kellner (BOREA)).

Figure 29 : Les différences de taille en fonction des différents sites.

Figure 30 : Schéma du dispositif de collecte et stabulation des juvéniles.

Figure 31 : Dispositif de stabulation des juvéniles en aquarium.

Figure 32 : Croissance moyenne des juvéniles par température et par mois.

Figure 33 : Croissance moyenne des juvéniles par mois.

Figure 34 : Croissance moyenne des juvéniles par prélèvement – 2 différentes conditions expérimentales – Températures de développement identiques.

Figure 35 : Schéma des différentes structures expérimentales en fonction des salles (limites de gamétopénèse).

Figure 36 : Evolution de la gamétopénèse en température fixe sur une période de 3 mois.

Figure 37 : Stabulation des juvéniles destinés à la signature isotopique.

Figure 38 : Schéma de découpe du pied

Figure 39 : Résultats comparatifs des différents rapports isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des buccins récoltés sur les 4 différentes zones géographiques.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Maxima de température de surface de la mer représentés pour deux périodes.

Annexe 2 : Figure représentative de l'effet de serre.

Annexe 3 : Dérèglement : une inconnue.

Annexe 4 : Résumé des principaux événements liés au cycle de reproduction chez *Buccinum undatum*; Havre-Saint-Pierre, golfe du Saint-Laurent.

Annexe 5 : test d' Anova entre les années 2009 à 2012.

Annexe 6: test d' Anova de mars à juin 2009 à 2012.

Annexe 7 : Relevé des températures extrait de la base de données hydronor (réalisée par le SMEL).

Annexe 8 : Carte du point de prélèvement des buccins écossais servant aux données de maturité.

Annexe 9 : Carte du point de prélèvement des buccins irlandais servant aux données de maturité.

Annexe 10 : Carte du point de prélèvement des buccins bretons servant aux données de maturité.

Annexe 11 : Photo : Salle climatisée accueillant la structure de stabulation.

Annexe 12 : Photo : Vue aérienne des ravitaillements en eau.

Annexe 13 : Carte du point de prélèvement des buccins du cotentin destinés aux différentes structures S1, S2, S3 et S4.

Annexe 14 : Analyse statistique avec statview.

Annexe 15 : Tableau des relations taille-poids dans les 4 sites de février 2013.

Annexe 16 : Plan du Smel et répartition des 3 salles expérimentales nécessaire à la détermination du 0 biologique

INTRODUCTION GÉNÉRALE





1. INTRODUCTION

1.1. Généralités

Force est de constater que notre planète connaît un essor démographique sans précédent. Les Nations Unies prévoient une population d'environ 10 milliards d'individus en 2050. Le pôle alimentaire reste de ce fait primordial.

Les protéines, figurant parmi les cinq éléments nutritifs essentiels à la vie, peuvent être issues de ressources terrestres ou marines. L'exploitation de ces ressources liée à la trop forte pression des pratiques humaines peut entraîner la déplétion des stocks et une mise en danger des écosystèmes.

La pêche n'a cessé de croître depuis 1950 pour atteindre sa capacité maximale de capture d'environ 90 millions de tonnes fin des années 90 (FAO 2010) comme l'illustre la figure 1.

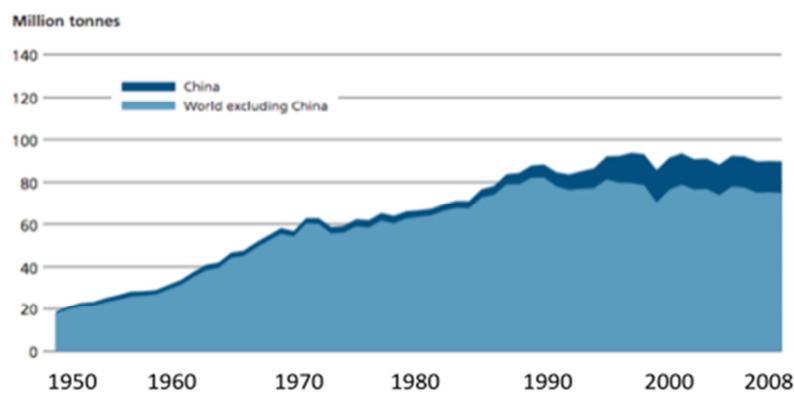


Figure 1 : Evolution des captures par pêche en milieu marin dans le monde depuis 1950 (FAO 2010).

Tableau 1 : Production et utilisation des produits de pêche de capture et de la production aquacole (FAO 2010).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	(Million tonnes)					
PRODUCTION						
Capture						
Inland	9.8	10.0	10.2	10.4	11.2	11.5
Marine	80.2	80.4	79.5	79.2	77.4	78.9
Total capture	90.0	90.3	89.7	89.6	88.6	90.4
Aquaculture						
Inland	31.3	33.4	36.0	38.1	41.7	44.3
Marine	16.0	16.6	16.9	17.6	18.1	19.3
Total aquaculture	47.3	49.9	52.9	55.7	59.9	63.6
TOTAL WORLD FISHERIES	137.3	140.2	142.6	145.3	148.5	154.0
UTILIZATION						
Human consumption	114.3	117.3	119.7	123.6	128.3	130.8
Non-food uses	23.0	23.0	22.9	21.8	20.2	23.2
Population (billions)	6.6	6.7	6.7	6.8	6.9	7.0
Per capita food fish supply (kg)	17.4	17.6	17.8	18.1	18.6	18.8



La consommation humaine des produits issus de la pêche et de l'aquaculture illustrée dans le tableau 1, atteint en 2010, 128,3 millions de tonnes (FAO 2010)).

Partant de ce constat, il est nécessaire de connaître nos ressources et les moyens techniques mis en œuvre pour les exploiter tout en les protégeant. Anticiper les changements peut permettre de répondre rapidement à notre préoccupation première : s'alimenter...

En environnement marin, la pêche est une des plus importantes activités humaines. Et malgré la nécessité de cette dernière, elle reste très controversée, notamment par les dégâts qu'elle peut produire, de la diminution de la ressource (le thon rouge par exemple) jusqu'à la dégradation de certains écosystèmes marins par les moyens invasifs qu'elle emploie ou peut employer (Larkin, 1996). De plus, la pêche a longtemps été considérée et exploitée comme si chacun de ses stocks étaient indépendants. Cette gestion traditionnelle, mettant en péril les ressources, ne permet pas une exploitation durable. Une approche écosystémique s'impose, replaçant l'Homme intégralement dans son écosystème (Curtin et Prellezzo, 2010) : une prise de conscience collective.

La convention OSPAR¹, principal mécanisme inséré dans les obligations et les engagements universels en matière de protection et de gestion de la mer, pour l'Atlantique nord-est met l'accent en 2010 sur la modification de la structure et du fonctionnement des écosystèmes marins. La mise en place de la DCSMM² par l'Union Européenne en 2008 permet d'établir "un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin". Les mesures prises touchent directement le secteur de la pêche. En effet, la convention OSPAR donne comme approche « *essentiellement permettre une exploitation durable des ressources naturelles tout en maintenant la qualité, la structure et le fonctionnement des écosystèmes marins* », la DCSMM instaurant elle, « *le bon état écologique* ».

Parallèlement à la forte pression de pêche se pose la question de l'impact des changements climatiques.

1.2. Le climat : l'incertitude associée aux changements

Les civilisations anciennes ont subit les aléas climatiques inéluctablement. Nos sociétés modernes semblaient quant à elles, penser qu'elles avaient un fort pouvoir sur le contrôle du climat (A. Bourque, 2000). Les dernières décennies accompagnées d'importantes catastrophes naturelles tendent à prouver le contraire. Dans son rapport spécial de 2012 sur la gestion des risques d'événements extrêmes et de catastrophes pour progresser

¹ Unification de la Convention d'OSlo et de celle de PARis en 1992

² Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin



dans l'adaptation climatique, le G.I.E.C³ a indiqué que des changements dans les phénomènes naturels extrêmes avaient été observés depuis 1950. Dans certaines régions du globe, toujours selon ce rapport, la fréquence et l'intensité des précipitations, des sécheresses et des périodes de chaleur ont vraisemblablement augmenté, ce qui induira à termes des changements climatiques dans différents endroits du globe. Plusieurs phénomènes liés aux variations du Gulf Stream ont été reportés. En octobre 2011, une déviation de 200 km vers le Nord par rapport à la trajectoire moyenne habituelle a été constatée par les données satellitaires du niveau de la mer et des températures de surface (Modis Ocean Group Nasa du satellite Terra). Les données récoltées par les bouées des profondeurs (rattachées à des casiers de homards) identifient quant à elles, des hausses anormales de la température des eaux entre octobre et décembre 2011. Cette hausse a perduré plusieurs semaines, formant de larges méandres dans l'océan (annexe 1). Les raisons de cette dérive restent inconnues, mais de nombreuses hypothèses sur ses conséquences sur le climat mondial s'affrontent. Le WHOI⁴ suggère que les anomalies de températures atmosphériques enregistrées dans le nord-est des Etats Unis en hiver 2011 seraient imputables à la dérive du Gulf Stream de l'automne 2011. Le temps de réponse aux anomalies des océans est plus lent que celui de l'atmosphère. Les conséquences des variations de ce courant chaud pourraient affecter le climat mondial, mais à l'inverse, cette dérive peut-elle être liée au dérèglement climatique global ? L'océan atlantique nord-est est une zone halieutique dense, toutes ces modifications liées aux paramètres physico-chimiques et plus précisément la température, sont susceptibles d'avoir des impacts sur les espèces évoluant dans ces eaux. Sachant que l'efficacité et la productivité de notre société peuvent être perturbées par les variations climatiques naturelles, il paraît important d'étudier les différents impacts pour se préparer et mettre en œuvre des stratégies d'adaptation face à une nouvelle réalité climatique en anticipant les changements.

Mais les résultats de ces changements restent inconnus, l'effet de serre (annexe 2) va-t-il s'aggraver, quelle sera l'évolution des températures en des points précis, à terre, du globe (annexe 3), quelles seront les variations, en terme de températures, des mers et des océans ? Qu'adviendra-t-il du Gulf Stream ? Quels en seront les impacts environnementaux ?

Toutes ces questions posées, il devient évident que la connaissance de la biologie des espèces est primordiale. Elle permettra de valider la pertinence des mesures déjà mises en application, mais également aux pêcheurs, de continuer à exister en faisant évoluer leurs pratiques de façon à pérenniser la ressource de même que leur activité.

³ Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

⁴ Woods Hole Oceanographic Institution



2. LA MANCHE

2.1. La Manche : cas d'étude

Dans la Manche et l'atlantique nord-est, de nombreuses espèces de poissons, mollusques et crustacés font l'objet d'une exploitation commerciale très importante.

La zone de pêche bas-normande englobe 12 milles marins et 470 km de côtes. Elle compte environ 550 navires et 2 200 marins. Sur les 48910 tonnes débarquées, 85 % des espèces sont inféodées à la bande côtière et gérées par le CRPBN⁵ principalement par la délivrance de licences de pêche.

Les données de la production halieutique bas-normande, sont fournies par la Direction Régionale des Affaires Maritimes. Ces chiffres sont pour la pêche de capture en 2006 de :

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| - bulots 10 000 t | - raies 1 100 t |
| - pétoncles et amandes 8 000 t | - maquereaux 800 t |
| - céphalopodes 7 800 t | - tourteaux 700 t |
| - moules 5 600 t | - cabillauds 600 t |
| - coquilles St Jacques 5 200 t | - bars 600 t |
| - squales 4 000 t | - étrilles 200 t |
| - rougets 2 500 t | - homards 80 t |
| - poissons plats 1 700 t | - crevettes 30 t |

Le Buccin, *Buccinum undatum* est une des espèces phares exploitées commercialement dans le Cotentin. Ces populations subissent les effets de cette exploitation d'où la mise en place de réglementations strictes, passant par des interdictions de capture à certaines périodes, une diminution du nombre de licences de pêche ou encore une réduction des quotas...

2.2. Le buccin : modèle biologique (figure 2)

Buccinum undatum (L.)

Classe : Gastéropode

Ordre : Néogastropode

Famille : Buccinidés



Figure 2 : Buccin s'alimentant de crabe vert. SMEL 2013.

⁵ Comité régional des pêches de Basse Normandie



Le buccin est un mollusque gastéropode gonochorique. Sa longévité est d'environ 10 ans, il peut dépasser 11 cm. Cet animal benthique, carnivore, prédateur opportuniste et nécrophage (Himmelmann et Hamel, 1993) se nourrit de polychètes, mollusques et échinodermes (Hamel, 1989, Fahy, 2001, Morel et Bassy, 2004). Il est ubiquiste, sédentaire et vit la plupart du temps enfoui à l'âge adulte (Hamel, 1989), mais devient très réactif en présence de nourriture (observation personnelle). Sa répartition géographique est large, des eaux arctiques aux zones tempérées froides des côtes atlantiques nord (Golikov, 1968) sur fond vaso-sableux. Le buccin, *Buccinum undatum* est une espèce d'eau froide, présente abondamment en Ecosse, en Irlande, au Canada et dans le nord de la France. Il est rencontré dans la zone infralittorale jusqu'à 200 m de profondeur et plus occasionnellement entre 400 m et 1400 m (Mercier et Hamel, 2008). Il approche en France la limite sud de sa distribution avec une plus faible densité dans le Golf de Gascogne. Sa répartition a été étudiée en Manche et dans le Golfe normand-breton par Holme en 1966.

2.2.1. Morphologie

Cette espèce présente une coquille spiralée, robuste, protégeant la masse viscérale, à ouverture allongée et fermée par un opercule, lors du repli de l'animal (Quero, 1998). Son pied musculeux est recouvert de mucus protecteur. Deux tentacules extensibles prolongent la tête avec en leur base, un œil. Le proboscis, la bouche rétractable de l'animal, n'est visible que lors de la prise alimentaire. Le manteau permet la formation de la coquille. Cette paroi membraneuse délimite la cavité palléale contenant 4 organes :

- L'osphadie : un récepteur sensoriel, analyste physico-chimique de l'eau.
- La cténidie : un organe respiratoire retenant l'oxygène dissous.
- La glande à mucus permettant l'enrobage des particules solides.
- Le siphon : une expansion avant gauche du manteau, canalisant l'eau vers l'intérieur.

2.2.2. Reproduction

Les deux sexes sont facilement identifiables (figure 3). La fécondation est interne, suite à l'accouplement. Chez le mâle, un sillon cilié conduit les spermatozoïdes jusqu'au côté droit de la tête où se trouve le pénis pouvant mesurer jusqu'à 75% de la longueur de l'individu. La femelle possède un sillon palléal riche en équipement glandulaire où les œufs se recouvrent d'une membrane riche en albumine. Les œufs, contenus dans des capsules chitineuses, forment lors de la ponte, des amas ou grappes (figure 4A), fixés

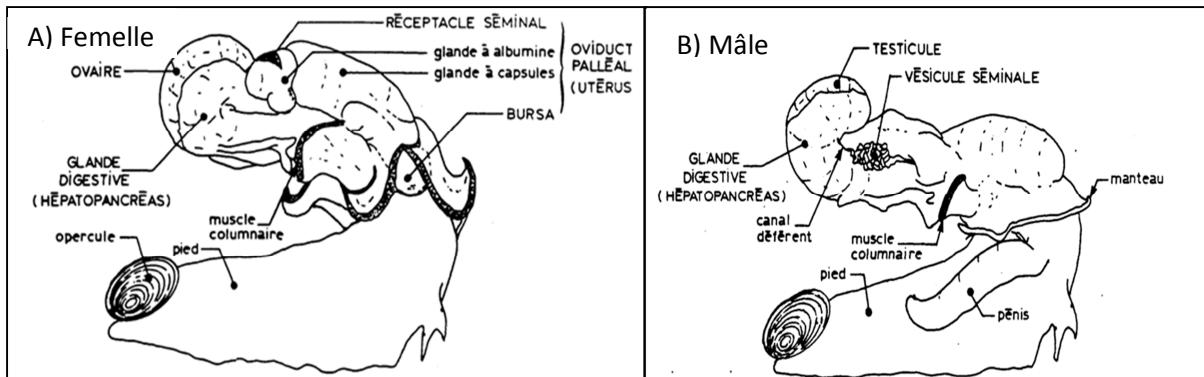


Figure 3 : Anatomie de l'appareil reproducteur chez le bulot (*Buccinum undatum*).

sur les substrats benthiques durs. 15000 capsules peuvent s'agglomérer entre elles. Chaque capsule renferme 50 à 2000 œufs (Quero, 1998) se développant grâce au vitellus

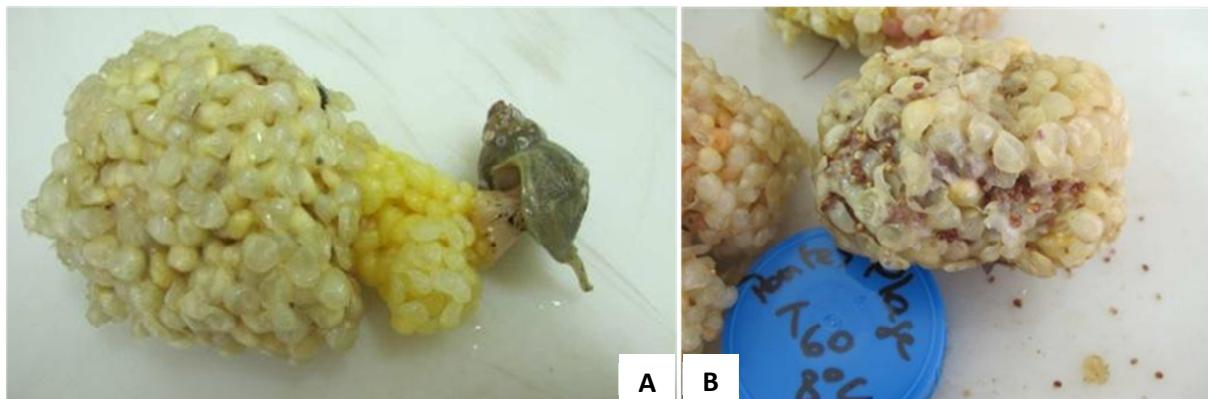


Figure 4 : Photos de ponte et éclosion chez le buccin A) ponte sur un amas de capsules préexistantes - B) éclosion.

accumulé lors de la maturation de l'ovocyte et aux œufs nourriciers dégénérants ou ingérés par les embryons (adelphophagie). Seule une vingtaine d'œufs éclosent au bout de 3 à 8 mois donnant naissances à de petits juvéniles (figure 4B) (Santarelli-Chaurand 1985; Martel et al. 1986) restant à proximité du lieu de ponte. Selon les conditions environnementales, la maturité sexuelle est atteinte, pour les 2 sexes, à des âges et des tailles variables. Au Canada, la maturité est atteinte, chez les mâles, à 65 mm et 5 à 6 ans et chez les femelles, à plus de 70 mm et environ 7 ans. Elle est atteinte, en France, autour de la quatrième année (Véron et Huet, 1983) pour une taille de 45-50 mm. Les cycles biologiques des buccins canadiens et européens sont inversés. En Europe, la reproduction du buccin commence en novembre, alors qu'au Canada, elle débute en juin (annexe 4). Les gonades mâle et femelle sont de forme identique et localisées à l'extrémité périphérique de la masse viscérale. Leur volume augmente avec l'avancement de leur maturité sexuelle et du stade de reproduction des individus. Les différents stades



de reproduction mâles et femelles illustrés sur la figure 5 ont été précisément décrits chez le buccin et ont fait l'objet d'une publication (Heude Berthelin et al., 2011).

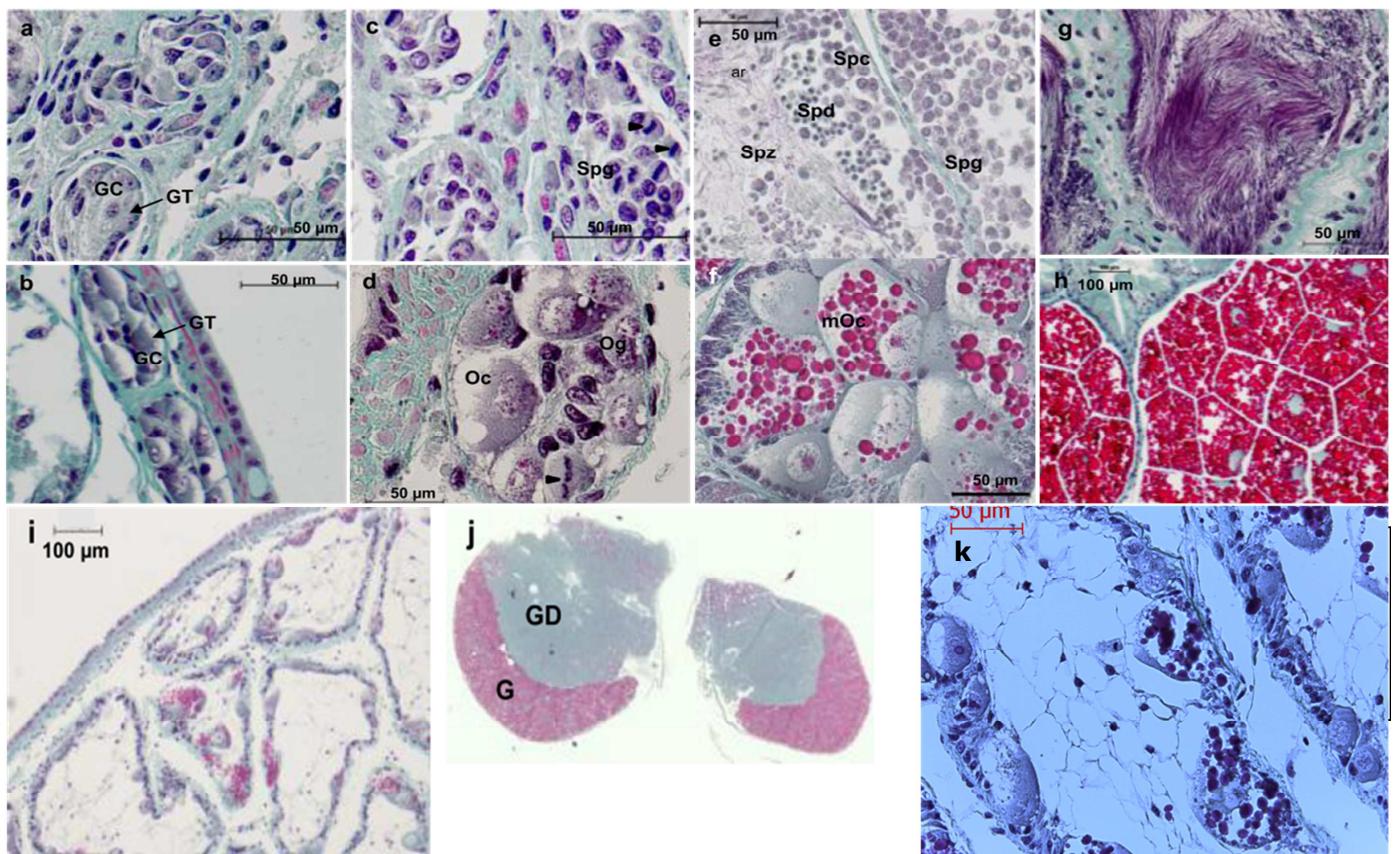


Figure 5: Aspect histologique de la gaméto-génèse mâle et femelle chez *Buccinum undatum*, a, b: phase de repos sexuel (stade 0) mâle et femelle, respectivement, c, d: réinitiation de la gaméto-génèse (stade I) mâle et femelle respectivement, e et f: maturation (stade II) mâle et femelle, respectivement, g, h: maturité des gonades (stade III). i: gonade vide après la ponte (stade IIIb); j: localisation de la gonade sur la section transversale ; k : lyse des gamètes non émis (stade 0b) GT: tubule gonadique; GC: cellule germinal, Spg: spermatogonies; Spc: spermatocytes, SPD: spermatide; SPZ: spermatozoïdes; OG: oogonies; Oc: ovocytes I; MOC: maturation ovocytes I; flèche: stade de métaphase. Clichés K Kellner et C Heude Berthelin)

Le **stade 0** est un stade de repos sexuel sans signe de reprise de gaméto-génèse. Les tubules gonadiques apparaissent presque vides, ne contenant que des gones souches et des cellules somatiques. Le **stade I** se caractérise par la prolifération des gones visualisable facilement sous la forme de figures métaphasiques (plaques équatoriales) ou anaphasiques caractéristiques des mitoses goniales. Au **stade II**, des réserves vitellines se stockent dans les ovocytes (granulations lipidiques éosinophiles dans le cytoplasme); chez les mâles, tous les types de cellules germinales, des spermatogonies aux spermatozoïdes sont présents, peu abondants. Au **stade III**, la gonade contient majoritairement des gamètes mûrs, ovocytes chargés de vitellus ou spermatozoïdes. Le **stade IIIb** : un stade post-ponte, observé pour des animaux qui viennent juste de



pondre ou d'émettre leurs gamètes et dont la gonade n'est pas encore restructurée. Le **stade 0b**, rajouté au cours de cette étude, indique un stade de lyse des gamètes non émis.

3. LES OBJECTIFS DE CETTE ETUDE

Un éventuel réchauffement des masses d'eau, même s'il est encore incertain serait susceptible d'impacter la répartition de cette espèce et par conséquent, la pêcherie qui lui est attenante. Dans le but de protéger l'économie du secteur, il apparaît donc important d'appréhender ces changements et leurs impacts. La région Basse-Normandie avec le soutien du conseil général de la Manche et de l'Union européenne, forts de leurs ressources liées à la pêche et notamment celle du buccin, soutient depuis 2009 le programme BULOCLIM portant sur l'impact d'un changement climatique sur la reproduction du buccin et la pêcherie dans l'ouest Cotentin dans le but de pérenniser l'activité des pêcheurs.

Les objectifs de ce programme BULOCLIM étaient donc :

- d'évaluer la pertinence des modifications des pratiques, mises en place ces dernières années sur la pêcherie du Cotentin en suivant l'évolution des rendements de pêche dans la zone d'intérêt, indicateur de l'évolution des stocks.
- d'acquérir des données biologiques sur la reproduction du buccin, en corrélation avec la température avec plusieurs études mises en place :
 - o Un suivi de croissance et de reproduction sur différents sites sélectionnés pour leurs positions géographiques et conditions abiotiques (température).
 - o La détermination d'une éventuelle sensibilité de l'espèce, au niveau de sa reproduction, de la croissance des juvéniles et de la maturation des géniteurs, à une variation des températures larges ou dans la gamme des évolutions estimées par le GIEC dans les cinquante années à venir.

A terme, l'objectif est d'intégrer ces informations biologiques dans des scenarii prédictifs, permettant d'envisager les conséquences des variations climatiques sur la répartition géographique de l'espèce dans les années à venir. Deux étapes se succèderont au cours de ce projet BULOCLIM. La première, résultat du travail de cette étude au SMEL, permettra l'obtention d'une base de données biologiques concernant la reproduction de ce gastéropode: l'âge de la première maturité et la chronologie du développement des pontes et des juvéniles en fonction de la température. La seconde, quant à elle, sera de modéliser l'impact des changements climatiques sur les stocks de bulots pêchés dans l'ouest Cotentin, grâce à l'intégration de ces données biologiques dans des modèles de prédiction climatique et de répartition de l'espèce. Ce travail sera effectué *à posteriori* en collaboration avec l'équipe du Dr Beaugrand à Wimereux.

CHAPITRE 1

CARACTERISATION DE LA PÊCHERIE DU BUCCIN DE L'UEST COTENTIN





1. INTRODUCTION : ETAT DES LIEUX DE LA PÊCHERIE DU BUCCIN

Le buccin, *Buccinum undatum*, est une des espèces phares du Cotentin. La nature des fonds, riches en dépôts de sédiments de sables coquilliers et sables vaseux alliée au régime des courants particuliers sont propices au développement de ce gastéropode. S'il est sur tout le secteur, la deuxième valeur lucrative derrière la coquille Saint Jacques, il constitue la première richesse de pêche dans l'ouest Cotentin. Entre Granville et Carteret, il représente le tiers du chiffre d'affaire de l'ensemble des débarques en Baie de Granville soit en 2012, 5,4 millions d'euros sur les 18 millions d'euros des débarquements totaux¹. 50 à 70% de la production nationale (13500 tonnes)² est issue de Basse Normandie. L'activité économique liée à la capture des bulots s'est progressivement développée depuis les années 1970. C'est une pêche traditionnelle qui reste vulnérable. L'encadrement de cette pêche et les règles d'exploitation ne cessent d'évoluer depuis le milieu des années 80. La surexploitation des buccins des années 90 a entraîné une nette chute de la production de 1995 à 2000, comme le montre la figure 6.

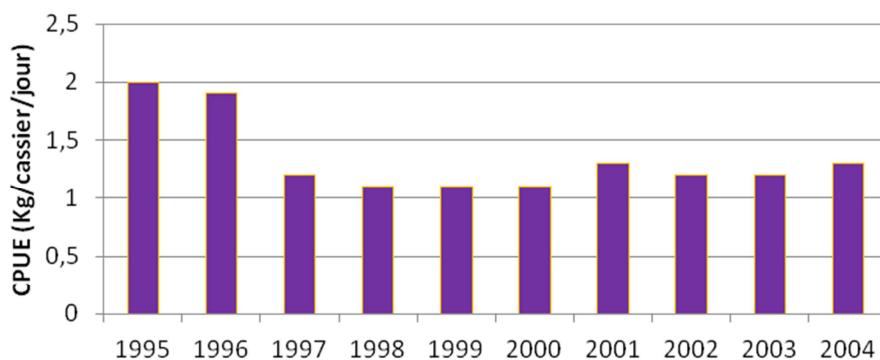


Figure 6 : Evolution des rendements de pêche de 1995 à 2004(CRPMBN et DDAM 2005)³.

En 2012, toutes ces règles se déclinent en mesures de gestion biologiques qui visent la protection de l'espèce et en une limitation de l'effort de pêche qui prévoit un ensemble de mesures cumulées par l'accès limité à la ressource (licences de pêche), et des règles d'exploitation visant la diminution de la pression de pêche (mesures de gestion halieutique).

¹ France Agrimer 2012

² France Agrimer 2012

³ Comité Régional des Pêches Maritimes de Basse Normandie et Direction Départementale des Affaires Maritimes



1.1. Caractéristiques de la flottille de pêche du bulot en 2012

1.1.1. Evolution entre 2008 et 2014 : Mise en place du plan de gestion 2007-2014

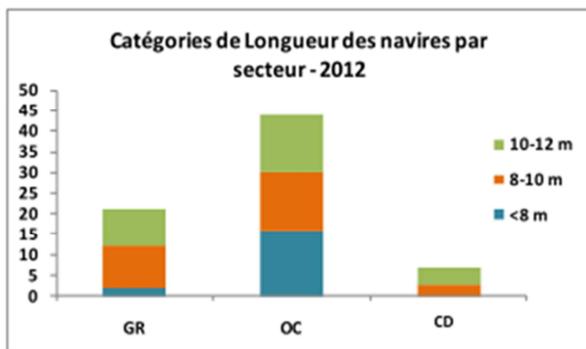
La flottille est homogène et composée de 74 navires de moins de 12 m (nombre en diminution de 7,5% depuis la décision de 2008). Les bateaux ont entre 15 et 20 ans. La longueur et la puissance moyenne de ces navires sont stables (9.30 m et moins de 120 kw). La motorisation globale diminue (tableau 2).

Le secteur emploie 200 marins (diminution de 12 % des effectifs embarqués).

Tableau 2 : Evolution du nombre de navires et de leurs caractéristiques entre 2007 et 2014.

	Nombre navires	Longueur moy	Puissance moy Kw	Age navire	Nb Marins	Puissance totale en Kw
2007	82					
2008	80	9.26	117	15	228	9097
2012	74	9.31	118	16	200	8464
2014	72					

1.1.2. Répartition de la flottille par secteur de pêche



La majorité des unités de pêche se situe en zone centre (Figure 7), mais leur taille et puissance moyenne sont moindres que dans les ports de Granville et Carteret (tableau 3), principaux centres d'activités du bulot.

Figure 7 : Nombre et longueurs des navires sur les 3 secteurs.

Tableau 3 : Répartition des navires et leurs caractéristiques sur les 3 secteurs.

2013	Nombre navires	Longueur moy	Puissance moy	Nb Marins
Granville	21	10.1	125	55
Ouest Cotentin	41	8.7	118	119
Carteret Dielette	11	10.7	119	26
Total	73	9.83	120.7	200



1.2. Mesures de gestion de la pêcherie

Les mesures de gestion se sont mises en place progressivement à partir du milieu des années 80. Une limitation des accès à la pêche est finalisée grâce à une licence obligatoire spécifique « bulot ». Des conditions particulières sont exigées pour obtenir cette licence.

1.2.1. Conditions particulières d'obtention de licence

La sélection s'opère sur une pêche effective (1985, 1994) justifiée par l'antériorité de pêche (déclaration de pêche sur fiches du CRPMBN). Le contingent de licences augmente de 65 à plus de 85 en 1997 pour se stabiliser à 82 licences. A partir de 2002, il est exigé au futur pêcheur un minimum de formation, d'expérience et de savoir-faire. Un plan de diminution du nombre d'accès à la « ressource bulot » est mis en place en 2008. La diminution de 10 licences en 5 ans est effective en 2012, 74 licences attribuées pour 72 navires actifs correspondant à environ 65 équivalents pleine activité.

1.2.2. Mesures biologiques

La taille réglementaire est de 45 mm en 1983 (taille professionnelle). Elle a été officialisée en France et à Jersey en 1995 puis par l'Union Européenne en 2001. L'amélioration du tri à bord depuis 2009 consiste à augmenter la taille effective de capture (équivalent à la hauteur de 48 mm) grâce à l'augmentation de l'écartement des barrettes des grilles de tri de 19 mm à 22 mm. Jusqu'en 2003 l'écartement des barrettes à 19 mm ne garantissait pas une taille réglementaire supérieure à 45 mm à 100%. Aujourd'hui, la part de sous taille (moins de 45 mm) est quasiment nulle et la capture de buccins de moins de 48 mm correspond à environ 5% des effectifs. Cependant l'incidence de cette décision n'est pas moindre puisque 20% de la pêche autorisée est remise en mer au cours du tri (soit près de 2000 tonnes).

Une période de repos biologique est observée depuis 2007. L'arrêt de la pêche en janvier est reconduit chaque année. Cette décision alternative correspond à une période tenant compte du cycle biologique du buccin (fin d'accouplement, ponte et incubation des œufs jusqu'à éclosion) et de l'offre du marché très réduite à cette époque de l'année. Cette période de repos permet aux adultes de s'accoupler, de respecter le temps de ponte, (impact de 700 tonnes potentiel non pêché).

1.2.3. Mesures de limitation de l'effort de pêche

Un Quota journalier a été mis en place initialement pour raisons commerciales. Le quota biologique est en place depuis 2004 : quota journalier de 300 Kg par homme plafonné à



900 Kg jour par navire. Cette mesure a permis une baisse de la production potentielle d'environ 1000 tonnes annuelles.

Le nombre de jours de pêche est de 5 jours par semaine, fermeture le WE, les jours fériés et en janvier. La pêche est autorisée à raison de 220 jours de mer par an depuis 2007. Ce nombre, plus proche de 200 est dû aux nombreux congés d'été des armements. Cette limitation de l'effort de pêche a permis au fil du temps de préserver une biomasse de buccins de 4000 à 5000 tonnes.

Le nombre de casiers autorisés est limité à 240 par homme et plafonné à 720 par navire depuis 2007, afin de limiter la pêche si le quota journalier n'est pas atteint.

1.3. Techniques de pêche (illustrées par la figure 8)

Le buccin est pêché à l'aide de casiers (figure 9) en polyéthylène dense ajourés et appâtés avec des roussettes, des tourteaux, des crabes verts, des araignées ou encore des appâts artificiels. 40 à 60 casiers sont gréés en filière, environ 12 filières par bulotiers. C'est un engin dit dormant ayant peu d'impacts sur l'environnement.



Figure 8 : Schéma d'un bulotier avec des casiers gréés en filière, posés sur le fond.



Figure 9 : Casiers à bulots fixés à une plaque de ciment qui fait office de lest (cliché appsl).

2. MATERIEL ET METHODES

Les informations relatives à l'état du stock ont été fournies par deux types de suivi de gisement :

- Un suivi scientifique de gisement.
- Un suivi professionnel de gisement.

2.1. Suivi scientifique de gisement

Des séries de 4 embarquements par zones ont été réalisées par le SMEL et le CRPMBN à bord de navires de pêche professionnelle entre les mois d'avril et août des années 2007 à 2013. Seules les données recueillies sur les zones 1 et 2 (figure 10) seront retenues, faute d'échantillonnage complet sur la zone 3. Le plan d'échantillonnage est basé principalement sur les zones de pêche fréquentées et la capacité d'accueil des navires. Afin de caractériser les captures sur le stock de l'ouest Cotentin, une synthèse de ces zones de pêche a été effectuée pour couvrir au mieux le gisement. Trois grandes zones ont été définies, choisies selon l'historique de la pêcherie locale assurée, à l'époque, par 3 Comités Locaux (figure 10). Ce choix est renforcé par des considérations d'activité des navires et non lié à la biologie de l'espèce.

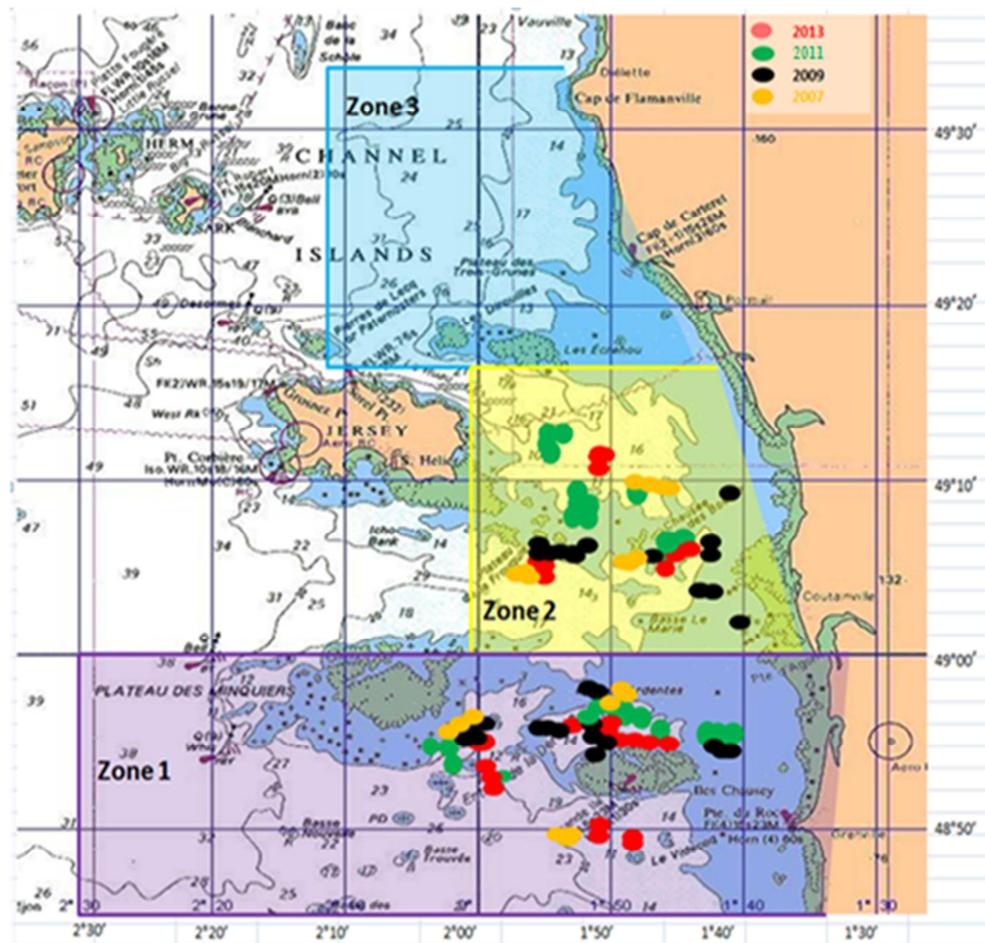


Figure 10 : Cartographie des zones d'échantillonnage.

Trois casiers par filière sont échantillonnés sur 4 filières. Les différents casiers et filières sont sélectionnés au préalable selon une stratégie définie par leurs nombres à bord des navires, comme l'explique le tableau 4. Les 2 casiers situés aux extrémités de chaque filière sont exclus, leurs contenus étant généralement inférieurs aux autres casiers.

**Tableau 4 : Méthode de sélection des casiers et filières à bord des navires.**

Navire	Nombre de casiers par filière	Nombre de casiers retenus A	Taille échantillon B	K=A/B	Casier 1	Casier 2	Casier 3
Navire 1	60	56	3	18	n	n+18	n+(2x18)
Navire 2	50	46	3	15	n	n+15	n+(2x15)
Navire 3	40	36	3	12	n	n+12	n+(2x12)

Les informations sont immédiatement récoltées :

- A bord, concernant la température, la profondeur, la nature du fond, la présence d'espèces associées, le nombre de filières mises à l'eau et le nombre de filières relevées, le nombre de casiers par filière, le regroupement ou non des filières dans un même secteur et le poids total de la pêche.
- Au laboratoire, avec les mesures biométriques des buccins, la hauteur, la largeur, le poids vif et le poids des espèces associées : nasses, balanes et crépidules.

2.2. Suivi professionnel par auto échantillonnage

Ce suivi est réalisé chaque année, de février à décembre, par des pêcheurs sur la base du volontariat avec un engagement annuel. L'année 2013, en cours, a été exclue. Les données proviennent, depuis 2009, de 2 sources d'informations afin de valider les résultats obtenus :

- Des données d'auto-échantillonnage recueillies sur 2 filières au choix par jour, du premier au dernier casier, avec le poids total de la filière. Le poids est estimé en grêle mais non pesé précisément.
- Des données « pêche » récoltées quotidiennement sur la totalité de la pêche : Le poids total de la pêche est estimé, toujours en nombre de grêle, avec le nombre de filières mises à l'eau, le nombre de filières relevées et le nombre de casiers.

2.3. Méthodologie et Traitement des données échantillonnées

Toutes ces informations, issues des suivis scientifique et d'auto-échantillonnage, sont, à réception, répertoriées dans une base de données Excel afin d'être traitées. Les indicateurs utilisés pour caractériser la pêcherie du buccin sont :

- Les débarquements exprimés en tonne (t) de poids vif,
- L'effort de pêche en nombre de casiers levés,
- Les captures par unité d'effort standardisées (CPUE) en kilogramme de poids vif par casier levé (kg/casier),
- La taille moyenne (mm) des buccins,
- La proportion (%) de bulots sous-tailles (< 45 mm).

La significativité des résultats a été soumise à des tests statistiques d'analyses de variances ANOVA.



2.3.1. Captures par unité d'effort de pêche (CPUE)

Une unité d'effort définie, l'indice d'abondance de stock le plus immédiat correspond à la capture par unité d'effort pour une période donnée, (Laurec et Le Guen, 1981).

La CPUE est égale à la quantité en Kg de buccins par casier et par 24h.

2.3.2. Profil des structures de taille des buccins capturés

4 525, 11 011, 11 111 et 11 980 bulots ont été récoltés respectivement pour les années 2007, 2009, 2011 et 2013 et répartis dans chaque classe de taille, grâce aux données issues du suivi scientifique de gisement. Des histogrammes ont été réalisés mettant en évidence la structure de taille des buccins capturés.

3. RESULTATS

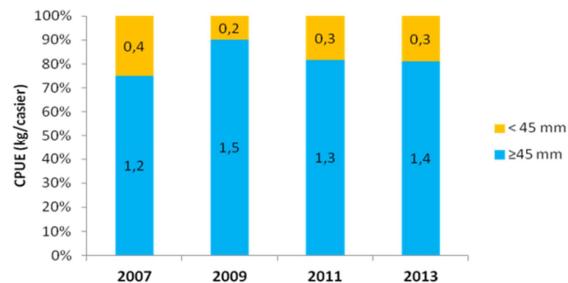
3.1. Suivi scientifique de gisement



Figure 11 : Evolution des structures de taille entre 2007 à 2013 des zones 1 et 2 confondues.



La figure 11 met en évidence une nette augmentation du nombre de petits buccins des classes de taille 7/8 mm à 25/26 mm au cours des années 2007 à 2013. Cette augmentation est très marquée pour les tailles 15/16, 17/18 et 20/21 mm pour lesquelles elle passe de 1.9% en 2007 à 7.2% en 2013 (les 3 classes de taille confondues). Il est de plus constaté, qu'excepté pour l'année 2009, il existe un équilibre entre le nombre de bulots en sous-taille et le nombre de bulots commercialisables.



La proportion de buccins de petite taille a diminué de 33% du poids d'un casier à 13% entre 2007 et 2009. Elle est stable depuis 2011, autour de 22% du poids d'un casier, comme l'illustre la figure 12.

Figure 12 : Evolution des Captures par unité d'effort de 2007 à 2013 des zones 1 et 2 confondues.

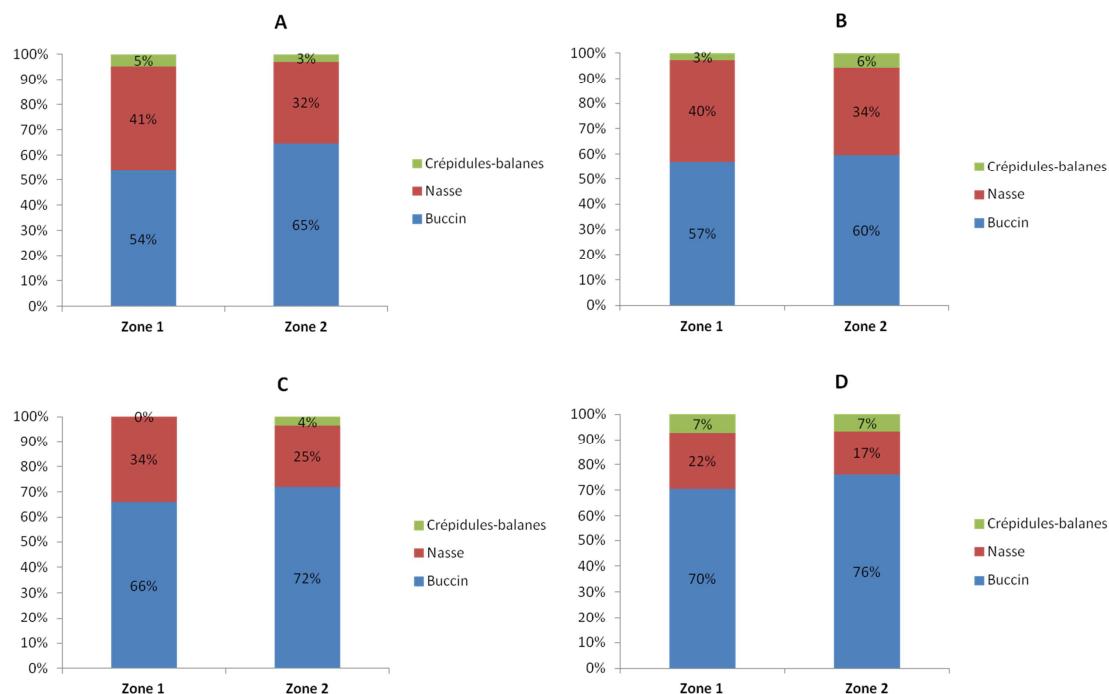


Figure 13 : Caractérisation des espèces associées entre 2007 à 2013 des zones 1 et 2 confondues.

A) année 2007- B) année 2009- C) année 2011- D) année 2013.

La figure 13 montre que le pourcentage des captures d'espèces associées diminue au cours du temps quelle que soit la zone 1 ou 2. 46% du poids du casier issu de la zone 1, était en 2007 constitué de nasses, balanes et crépidules, contre 29% en 2013. Dans la zone 2, il est passé de 33% à 24%.



Tableau 5 : Variation du pourcentage d'espèces associées en fonction de la localisation.

	Côte	Large
casier brut	100%	100%
Buccin	72%	78%
Nasse	22%	17%
Balanes et crépidules	6%	5%

Comme l'illustre le tableau 5, le pourcentage d'espèces associées piégées dans les casiers augmente avec la proximité des côtes. 28% de nasses, balanes et crépidules sont capturées en même temps que les buccins vers les côtes contre 22% lorsque les filières sont placées au large.

3.2. Suivi professionnel par auto échantillonnage

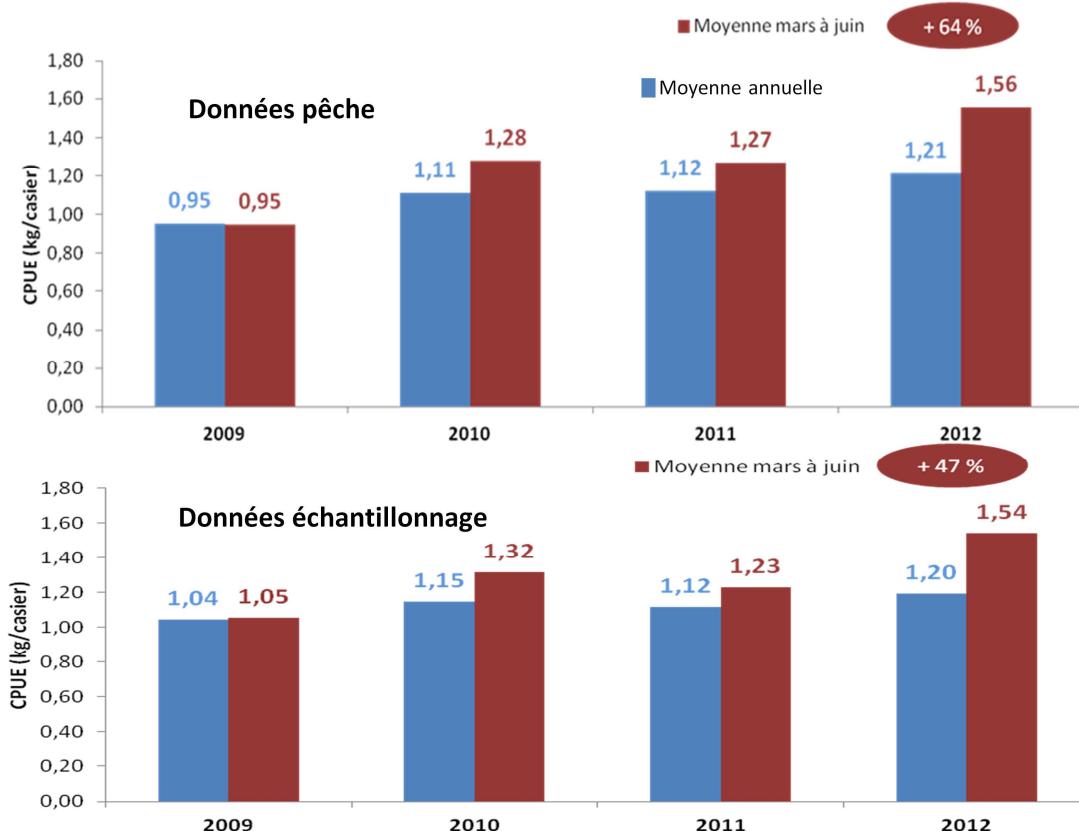


Figure 14 : Evolution des Captures par unité d'effort de 2009 à 2012 des zones 1 et 2 confondues.

La figure 14 montre une légère augmentation, de 0.95 à 1.21 kg/casier (soit 27%), des moyennes annuelles des captures par unité d'effort entre 2009 et 2012. L'analyse de test statistique ANOVA (annexe 5) montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les rendements par casier quelles que soient les années de 2009 à 2012, que les valeurs soient issues des données pêche ou des données d'auto échantillonnage. Cependant, en



analysant l'évolution des CPUE de mars à juin entre 2009 et 2012, une augmentation statistiquement significative (annexe 6) est notée : de 0.95 kg/casier en 2009 à 1.56 kg/casier en 2012 pour les données pêche et de 1.05 kg/casier en 2009 à 1.54 kg/casier en 2012.

4. DISCUSSION CONCLUSION

Le buccin est une espèce benthique sédentaire. Les femelles pondent leurs œufs encapsulés en les fixant au substrat et le développement larvaire se poursuit sur le site de ponte. L'absence de phase larvaire pélagique permettant une dispersion des jeunes rend, de ce fait, le buccin vulnérable à une surexploitation locale. Dans l'objectif de limiter ce risque, une taille minimale réglementaire de 45 mm est officielle depuis 2001 en Europe. En termes de source de données, la période concernée par la présente étude s'étale de 2007 à 2012. Ainsi, entre 2007 et 2009, l'écartement de la grille de tri à bord était de 19 mm, ce qui permet d'expliquer très certainement la diminution de l'effectif de la population des individus de petite taille et par conséquent, la diminution des rendements depuis la fin des années 90 par un amenuisement du recrutement et par ricochet du stock. Ce phénomène a été rendu possible par l'extraction dans le milieu de buccins immatures. La mise en place progressive à partir de 2009, d'une grille de tri dont l'écartement des barres est de 22 mm a permis la remise à l'eau d'un plus grand nombre d'animaux immatures. Il est important de maintenir une taille minimale réglementaire et de continuer à réduire, voire éliminer, le nombre de buccins de taille non réglementaire dans les débarquements afin de permettre une conservation du stock. La mise en place de mesures protectrices vis-à-vis de la ressource et les facteurs environnementaux expliquent le recrutement plus important depuis 2009. Les classes de petite taille sont donc plus représentées et la répartition au sein de ces classes plus uniforme. Les pêcheurs constatent également des pontes plus importantes. Ces trois phénomènes sont imputés d'un part à la première mesure (grille de tri à 22 mm) avec la possibilité donnée à de jeunes animaux (qui auraient été capturés avant ces prises de mesures) de pondre, et d'autre part, à la diminution de la période de pêche soumise à une interdiction de capture au mois de janvier. Cette fermeture **intitulée repos biologique** permet aux buccins d'avoir une reproduction plus abondante. Plus particulièrement, la période de ponte est ainsi respectée, évitant aux jeunes femelles de taille limite (45 à 48 mm), une capture et une remise à l'eau éventuelle, susceptible de les stresser, mettant ainsi en péril leur capacité reproductrice. Mais ce bon recrutement pourrait également être dû aux températures fraîches de ces dernières années qui ont refroidi les masses d'eau de nos côtes (annexe 7).



La stabilisation de l'indicateur principal : la CPUE et la capture presque nulle de buccins en sous-taille lors des débarquements, est perceptible depuis 2009 quelle que soit la zone où l'effort de pêche a été soutenu. Ceci suggère que l'état des stocks s'est maintenu au cours des dernières années et que ce niveau d'exploitation est probablement soutenable dans les conditions environnementales actuelles. L'augmentation des CPUE entre les mois de mars à juin peut être expliquée par cette fermeture en janvier également. C'est de plus la période de pêche idéale pour les buccins qui privilégient les eaux froides et ne s'enfouissent pas dans les sédiments à cette période. La baisse de l'effort antérieure à l'application de ces mesures a théoriquement favorisé cette stabilisation des indicateurs. Pour assurer à long terme la conservation de cette ressource, il est nécessaire de conserver cet indicateur, les données disponibles sur le buccin ne permettant pas d'évaluer la biomasse exploitable des différents stocks. En effet, la nature de l'engin de pêche, engin dormant, rend difficile le plan d'échantillonnage qui ne reflète pas exactement la biomasse présente sur le fond mais seulement les individus qui montent dans les casiers. Le résultat de l'application de ces mesures a été constaté dans d'autres régions du globe. La proportion des buccins de taille inférieure à la taille minimale légale dans les débarquements de 2011 était inférieure à 6 % presque partout au Canada selon l'Évaluation des stocks de buccin des eaux côtières du Québec établi par le secrétariat canadien de consultation scientifique lors de données issues du document de recherche 2012/058.

D'autre part, la diminution du nombre de nasses lors des captures peut être expliquée par sa biologie. Cette espèce vit dans des zones moins profondes que les buccins et n'entre donc pas en compétition territoriale ni trophique au large des côtes. Cependant la diminution de leurs captures entre les années 2007 et 2013 peut s'expliquer par la perforation des casiers qui permettent leur échappement. En ce qui concerne ces espèces associées, de plus grandes connaissances sur leurs biologies permettraient de valider ces résultats et de définir des zones de pêche privilégiées.

La présente étude a souligné une diminution de la production suivie de sa stabilisation suite à la mise en place de mesures de gestion positives. La production officielle débarquée en 2008 est enregistrée à 6250 tonnes⁴ pour une valeur de 9560 K€, elle se stabilise autour de 6300 tonnes en 2011 dans l'ouest Cotentin. Il est clair que dans les conditions environnementales actuelles, cette pêcherie est actuellement gérée d'une façon durable.

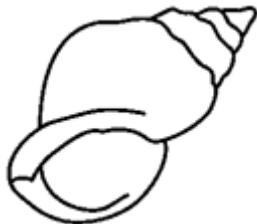
Cependant, cette pêche pourrait être mise en danger par des changements de conditions, notamment des changements climatiques. Connaître les impacts d'une variation de la température sur la reproduction permettrait d'anticiper ces changements et d'adapter notre gestion.

⁴ source Ifremer, SIH 2008



CHAPITRE 2

IMPACT DE LA TEMPERATURE SUR LA REPRODUCTION DU BUCCIN





INTRODUCTION

La reproduction permet via tout un ensemble de processus, de perpétuer une espèce créant ainsi de nouveaux individus grâce à un brassage génétique. Elle est le point crucial, le plus sensible au cours du temps, du cycle d'une espèce.

Cette reproduction est soumise à différents contrôles, internes ou externes. Ainsi, les facteurs environnementaux, physiques, biologiques, chimiques... peuvent avoir un impact sur la réussite de reproduction.

Dans une perspective de changements climatiques, il apparaît important d'évaluer l'effet de la température sur les différentes étapes de la reproduction afin d'anticiper l'impact des changements climatiques sur les stocks de buccins et par conséquent sur la pêcherie de cette espèce. Dans le but d'apporter quelques éléments de réponse, plusieurs études ont été conduites en parallèle dans ce chapitre:

- *In situ* : Un suivi du statut des reproducteurs dans différentes zones géographiques, sélectionnées pour présenter une température de l'eau supérieure ou inférieure à celle du Cotentin. Ce statut est évalué par une approche histologique selon une classification préalablement établie (Heude Berthelin *et al.*, 2011).
- En conditions contrôlées : en observant les cinétiques de ponte selon la température et le développement intra-capsulaire.
- En conditions contrôlées : en observant la croissance des juvéniles selon la température et l'évolution de croissance dans une température donnée.
- En conditions contrôlées : en observant la maturation des géniteurs dans une gamme large de température.

A) IMPACTS DE LA TEMPERATURE SUR LA REPRODUCTION : GAMETOGENESE, PONTE ET DEVELOPPEMENT INTRA-CAPSULAIRE

1 MATERIELS ET METHODES

1.1. Etude *in situ*

1.1.1. Echantillonnage sur différents sites

Les échantillons de buccins ont été recueillis sur 4 sites différents :

- En Ecosse – Point froid : Scalloway - (annexe 8).
- En Irlande – Point froid : Wexford/Wikklow – (annexe 9).
- En Cotentin – Point de référence : Sud-ouest des Nattes –Profondeur 12m.



- A Oléron – Point chaud : Baie de Bourgneuf Oléron - secteur Pierre Moine - profondeur 17 m (annexe 10).

Dans le cadre de ce programme l'échantillonnage a du être réalisé sur 3 périodes, correspondant en Normandie au début du cycle de reproduction (février), au milieu de la gamétogenèse (juin) et à la maturité sexuelle (novembre) sur la base du suivi réalisé en 2008 (Heude Berthelin et al., 2011). Environ 10 kg de buccins, demandés non triés, ont été récoltés par site à l'aide de casiers appâtés par des pêcheurs locaux. Ils ont été répartis en différentes classes de taille. La disparité de leurs tailles selon les sites n'a pas permis de traiter les mêmes classes de taille sur chaque site.

1.1.2. Analyses biométriques et relation taille-poids

Les buccins récoltés ont été analysés dès leur arrivée au laboratoire. L'âge des animaux a été estimé pour information avec le comptage des stries présentes sur l'opercule. Une strie operculaire est formée chaque année (Santarelli et Gros, 1985).



Figure 15 : Mesure de la largeur minimale et de la hauteur chez le buccin.

Les échantillons demandés non triés, récoltés de manière aléatoire sur les gisements des 4 sites sélectionnés ont permis de reconstituer la gamme de taille des buccins capturés. Les différents organismes présents sur la coquille de chaque individu (*Crepidula fomicata* et *Balanus balanoides*) ont été éliminés. Chaque buccin a été pesé et mesuré à l'aide une balance électronique de type Sartorius (précision au milligramme) et d'un pied à coulisse électronique de type TESA (précision de 0.01 mm). La taille, la hauteur et la largeur (figure 15) de l'individu, le poids, le poids de chair, le poids de la masse viscérale (gonade et glande digestive), le sexe (s'il a pu être déterminé visuellement), le poids et la taille du pénis, la taille de la glande coquillière, ainsi que la couleur et la texture de la gonade ont été observés et notifiés dans un fichier Excel. Les courbes Taille-Poids ont été tracées et ont permis d'établir les courbes de tendance de type :



$$W = a \cdot L^b$$

R^2 = Le coefficient de corrélation associé,
W = poids,
L = longueur,
a = constante,
b = coefficient d'allométrie.

La relation Taille-Poids permet de déterminer une homogénéité de la croissance des buccins.

1.1.3. Histologie de la gonade

Des coupes histologiques des gonades ont été réalisées selon le protocole décrit par Heude Berthelin *et al.*, 2011 et illustré sur la figure 16. Les lames ont ensuite été observées au microscope afin de définir les stades de maturité sexuelle (Référence tableau 6) selon les descriptions indiquées en introduction.

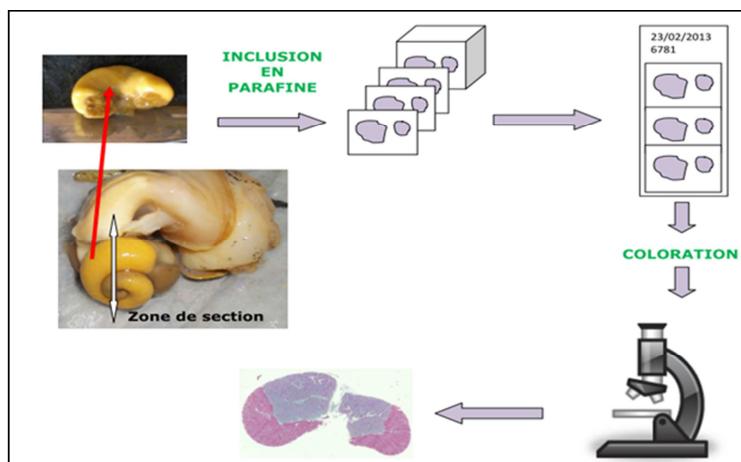


Figure 16 : Schéma illustrant les différentes étapes de réalisation des coupes histologiques.

Tableau 6 : Récapitulatif des différents stades de la gamétopénèse.

Stade 0	Phase de repos sexuel
Stade I	Ré-initiation de la gamétopénèse
Stade II	Maturation
Stade III	Maturité des gonades

1.2. Etude en conditions contrôlées

Conception de la structure de stabulation et matériel biologique

L'expérience a été réalisée sur deux années consécutives, du 05/10/2012 au 02/05/2013 et du 16/11/2013 au 20/06/2014 dans une salle climatisée (annexe 11) accueillant une



structure de stabulation en circuit semi-ouvert contenant 4 unités indépendantes elles-mêmes composées :

- D'un plateau de 250 L tapissé de sédiment (sable grossier provenant de l'estran) accueillant les géniteurs acclimatés et recouvert d'un filet anti-fuite.
- D'un bac de réserve de 500 L thermo-régulé.

Les détails de la structure d'élevage sont présentés dans la figure 17.

Un seul paramètre a été modifié : la température. Chacune des 4 unités a été soumise à une température différente : une température de référence variant en suivant celle du milieu (température moyenne prise au large, suivi Hydronor¹) et 3 températures variant autour de cette valeur de référence de -1°C, +1°C et +3°C. Les réserves ont été chauffées à l'aide de 4 résistances de 300 watts chacune contrôlées quotidiennement par sonde manuelle (température et salinité) et consignées dans un registre. Les bassins ont été soumis à une photopériode artificielle L14 : 10D, la période lumineuse de 14 heures étant réalisée à l'aide de néon recouvert de film plastique noir maintenant une pénombre. Ils ont été alimentés en eau de mer provenant successivement (en fonction de la salinité du forage) du gravitaire (provenance Cabanor/Blainville sur Mer ou d'Agon Coutainville) filtrée par un filtre à particules 200 µm et du forage provenant des puits situés en bordure de dune filtrée naturellement par les dunes de sable (annexe 12).

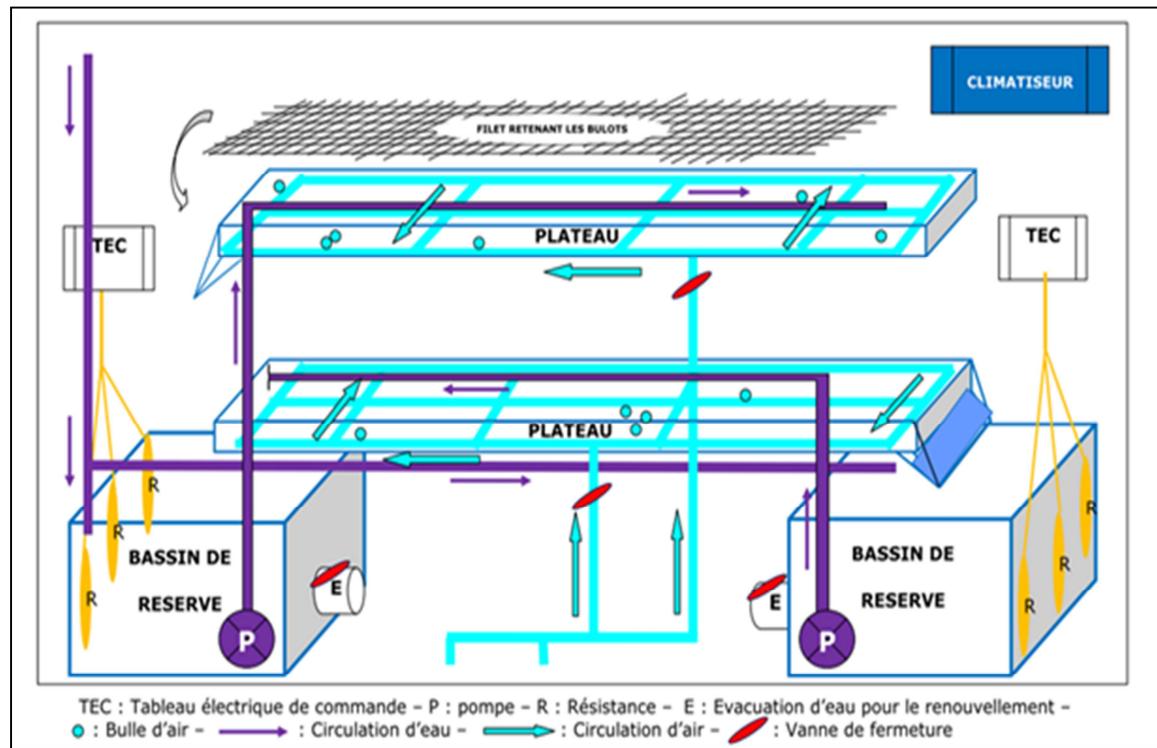


Figure 17 : Schéma de la structure expérimentale – Accueil des géniteurs.

¹ Suivi hydro biologique réalisé par le SMEL depuis 2000



Pendant toute l'expérimentation les plateaux ont été alimentés en flux lent à partir des réserves à l'aide d'une pompe elles-mêmes soumises à un renouvellement quotidien en eau de mer de 16%. Les plateaux étaient aérés par de l'air surpressé à 200 grammes produit par deux surpresseurs, aérés en continue par des rampes placées dans le fond. Des lots de buccins pêchés dans le secteur de la Catheue (annexe 13) à une profondeur de 12 m par un pêcheur local², ont été répartis dans les différentes structures au début de chaque expérience. Des lots de buccins de Noirmoutier, après séparation en 2 bacs de 2 classes de taille distinctes (taille > 55 mm et taille < 47 mm) (figure 18) ont été répartis dans les 4 structures et donc soumis aux mêmes conditions expérimentales. Tous ces animaux ont été alimentés une fois par semaine avec des crabes verts *Carcinum maenas*. Ces crabes verts ont été pêchés à Kilkeel³ en Irlande du Nord. Ils ont été livrés au SMEL et placés dans un bac extérieur de 800 litres rempli au tiers par de l'eau de mer du forage, aérée à l'aide de bulleurs, soumis à une photopériode naturelle et un renouvellement journalier de 100 %, sans alimentation.

Les buccins ont été observés, des premiers accouplements jusqu'à la dernière ponte. Dans chaque structure, les pontes ont été répertoriées au fur et à mesure de leurs émissions pour établir une cinétique des pontes en fonction de la température. Ces pontes ont fait l'objet d'un suivi particulier. Un nombre de capsules par éponge pour chaque structure et la taille moyenne des capsules en fonction de la taille des animaux pour les buccins de Noirmoutier ont été observés.

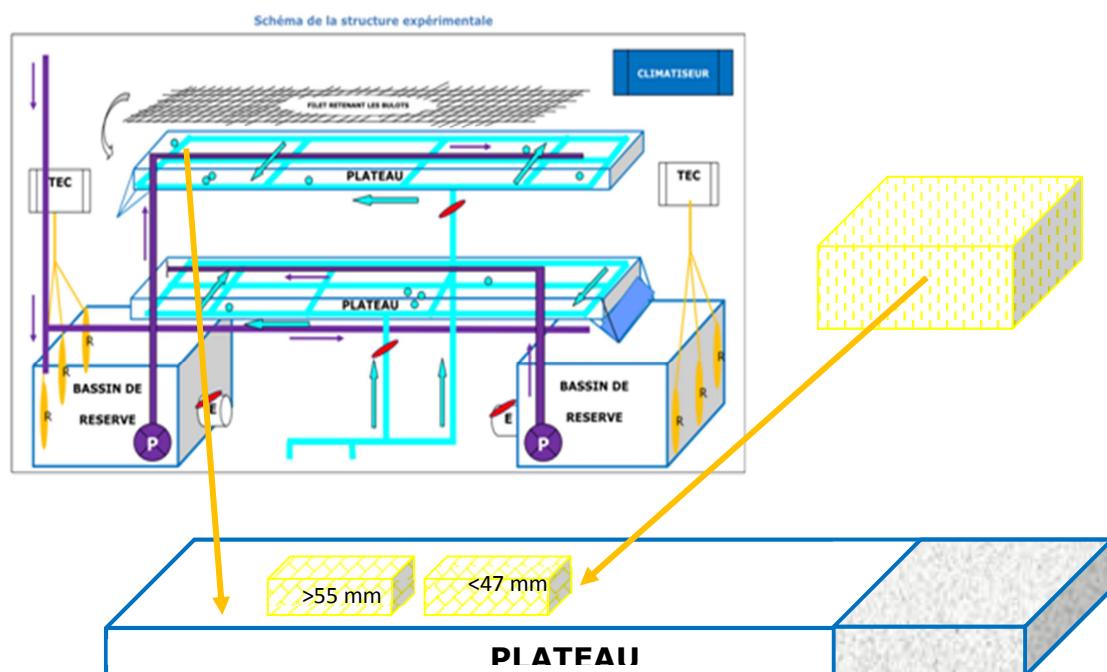


Figure 18 : Schéma des 2 bacs de lots de buccins de tailles différentes.

² Didier Guénon

³ par Jérôme de la société « A fond de cale »



Suivi des Embryons et développement intra capsulaire

Le prélèvement des embryons n'a été effectué qu'au sein de la structure S2 (température de référence + 1°C). Ce choix a été conditionné d'une part, par l'arrivée de la première ponte dans cette structure et d'autre part dans l'objectif de préserver les juvéniles en vue du suivi de leur croissance en fonction de la température. Des groupes de 10 capsules ont été prélevés, le premier jour de la ponte, et aux jours 2, 4, 6, 8, 9, 10, 16, 20, 22 et 30. Ces prélèvements ont été divisés en 2 ; la moitié fixée dans l'alcool à 70°, pour observation ultérieure des embryons en microscopie optique, l'autre moitié est fixée dans un tampon contenant du glutaraldéhyde (Glutaraldéhyde 1% dans un tampon cacodylate 0,3 M, pH 7,4 additionné de sucre 0,25 M) pendant 24 h pour des clichés en microscopie à balayage. Les échantillons sont ensuite rincés dans du tampon cacodylate 0,4M pH 7,4 contenant du sucre 0,25 M. Les capsules sont alors ouvertes sous stéréomicroscope et les embryons sont isolés des œufs nourriciers par pipettage. Ceux-ci sont déshydratés (bains progressifs d'alcool) et desséchés par la méthode de contournement du point critique avant d'être métallisés et observés au MEB JEOL 6400F. La préparation et l'observation des embryons ont été réalisées sur la plateforme CMaBio de l'Université de Caen-Basse Normandie (SFR ICORE).

2. RESULTATS

2.1. Structure des populations étudiées

2.1.1. Relation Taille-poids

Les caractéristiques des échantillons des différents sites ont été répertoriées dans le tableau 7. Les tailles s'échelonnaient entre 26.33 mm et 125.84 mm. L'analyse des tailles des buccins échantillonnés a révélé des différences⁴ statistiquement significatives entre les différentes zones géographiques vues sur la figure 19. Les bulots écossais et irlandais étaient plus grands respectivement que ceux du Cotentin ou d'Oléron (annexe 14).

Tableau 7 : Tailles moyenne des buccins sur les 4 sites.

Sites	Effectif	Taille moyenne en mm	Ecart type	Intervalle de confiance ($\alpha=0.05$)
Irlande	650	65.89	12.72	0.98
Oléron	1170	52.50	6.20	0.36
Cotentin	1363	55.68	3.59	0.20
Ecosse	355	88.80	19.37	2.01

⁴ Test ANOVA annexe 14

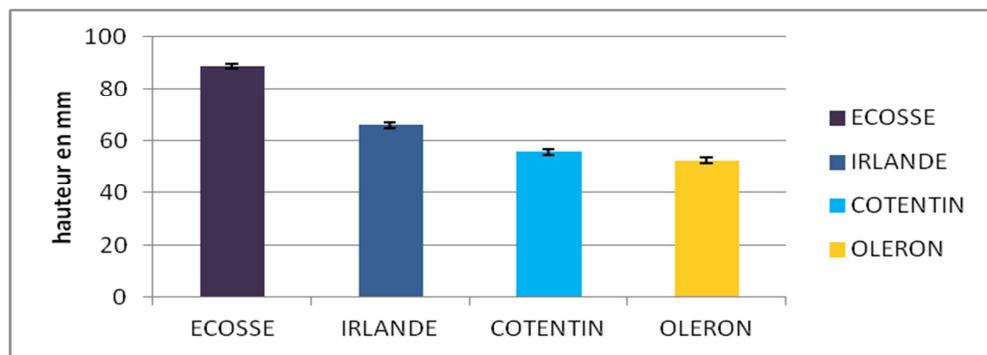


Figure 19 : Tailles moyennes des buccins échantillonnés des différents sites.

La représentation poids/hauteur dans les 4 sites (figure 20) a permis de déterminer les valeurs de a et b pour chaque site, elles sont reportées dans le tableau de l'annexe 15. Les valeurs de a variaient entre 0.0001 et 0.0005 selon le site. Le calcul de b (coefficients d'allométrie) révèle une croissance isométrique du buccin sur 3 sites, Ecosse, Oléron et Irlande avec un $b \approx 3$. En revanche, sur le Cotentin, la croissance des bulots était très légèrement minorante (le poids croissait plus lentement que la hauteur).

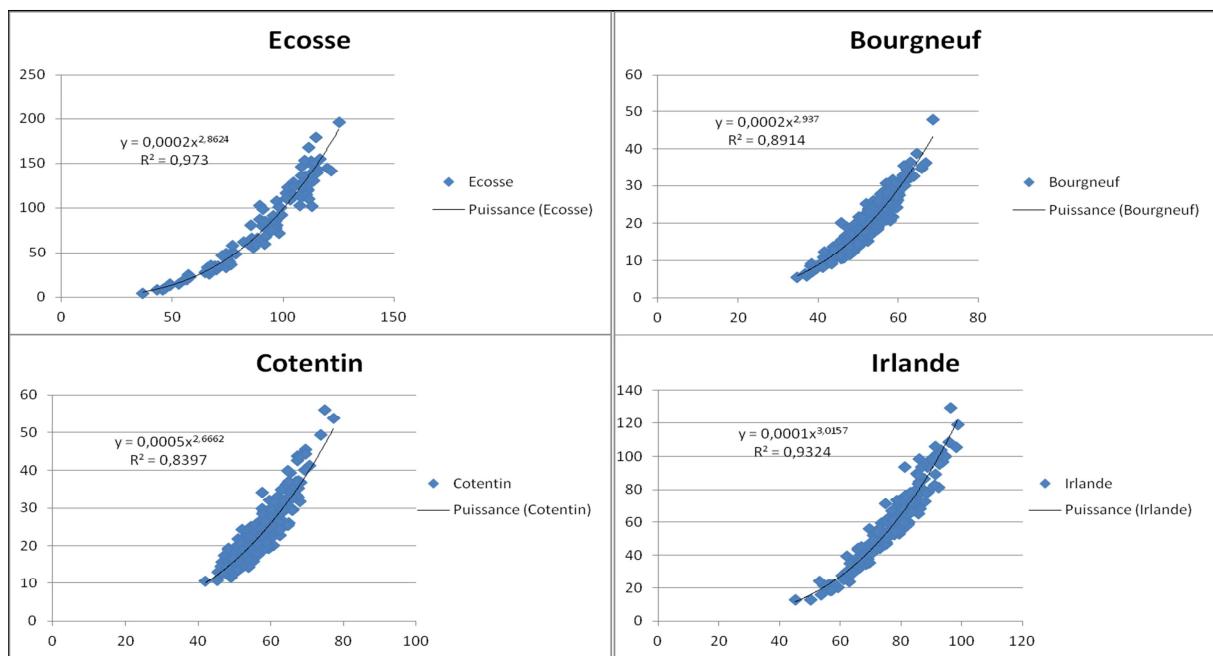


Figure 20 : Graphiques des relations taille-poids dans les 4 sites de février 2013.

2.1.2. Sex-ratio

Le sexe des animaux a été déterminé d'après les données d'observation (présence du pénis) et d'après les données histologiques sur les différents sites. Comme le montre la figure 21, un test statistique de type χ^2 a montré que dans tous les sites, pour les



tailles permettant une détermination de l'ensemble des individus (classes de taille confondues), les résultats ne sont pas en contradiction avec un sex-ratio équilibré.

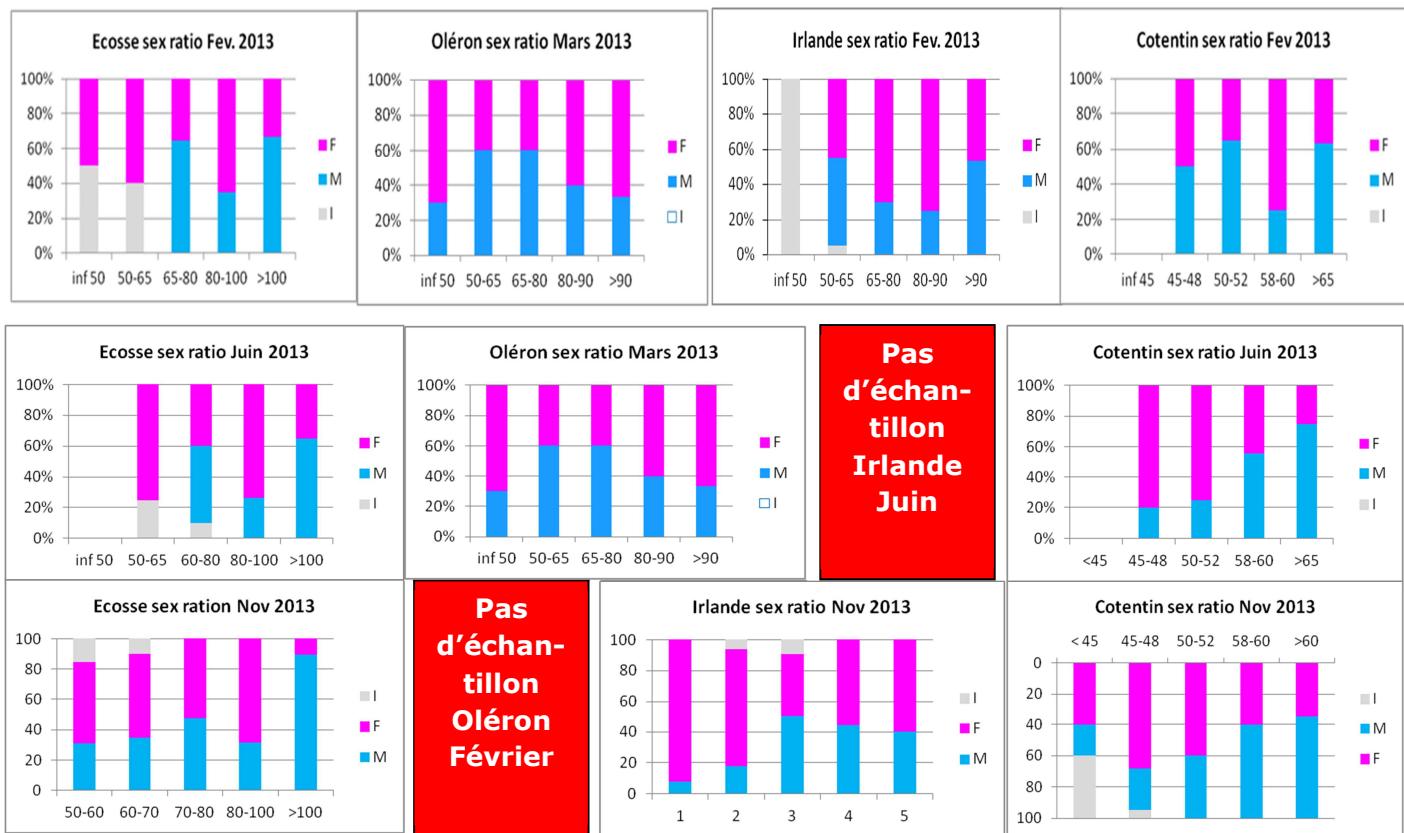


Figure 21 : Sex-ratios des différents sites

2.2. Comparaison de la maturité sexuelle des buccins suivant les différentes zones géographiques

Suivant la localisation des prélèvements, des différences de stade ont pu être observées comme l'illustre la figure 22. Sur tous les sites, la gamétogenèse progresse de février (1^{er} prélèvement) à novembre. Le pourcentage d'individus matures évolue sur tous les sites en fonction de la taille, les plus petits animaux ne présentant pas ou peu de maturité sexuelle. La taille pour laquelle 50% des animaux observés sont matures varie également en fonction des sites. En Ecosse, elle se situe au dessus de 100 mm ; en Irlande, c'est entre 65 et 70 mm que 50% d'animaux matures sont observés; dans le Cotentin, ce pourcentage est obtenu pour une taille comprise entre 52 et 58 mm et dans la baie de Bourneuf, autour de 45 mm.

Des différences d'aspect de la gonade présentant ou non des gamètes résiduels non émis ont pu être observées en début de gamétogenèse entre les différents sites (graphiques de la figure 23). Un focus est fait sur le début de gamétogenèse (février 2013).

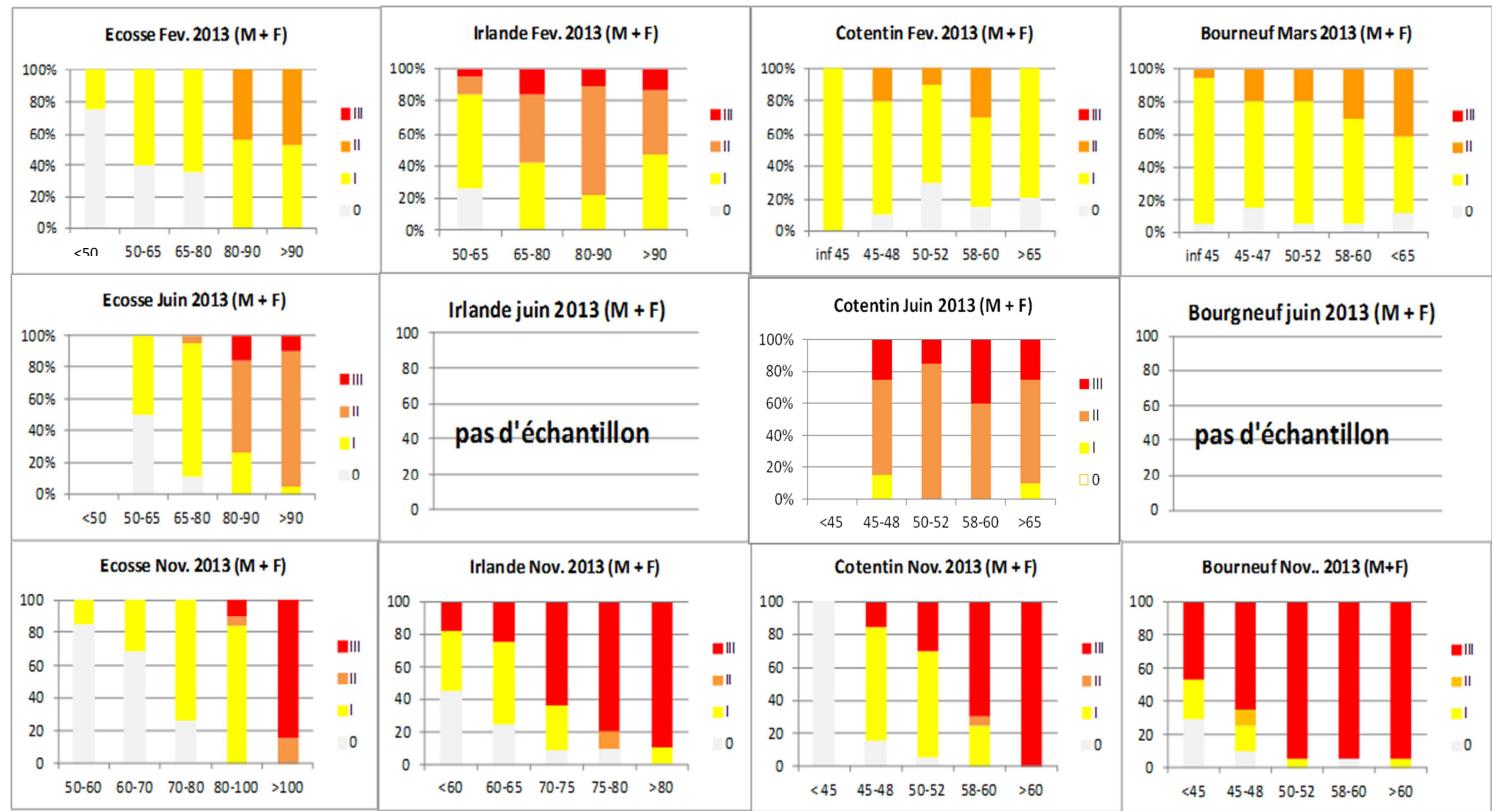


Figure 22 : Les différents stades de maturité sexuelle des buccins des différents sites.

En Ecosse, pour les petites classes de taille, inférieures à 65 mm, seules les femelles étaient représentées. Pour les classes supérieures à 65 mm, mâles et femelles étaient globalement au même niveau de gaméto-génèse stade 0, I et II, des stades III n'étaient observés que chez les femelles pour la classe >100 mm (18%). Les lyses de gamètes non émis étaient observées aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

A Oléron, 12 à 25% des femelles présentaient à toute taille des gonades présentant des gamètes non émis en cours de lyse. Les femelles atteignaient 50% de stade II dès la taille 50-52, stade quasiment jamais atteint chez les mâles (majoritairement en stade I).

Dans le Cotentin, les lyses de gamètes non émis ont été observées aussi bien chez les mâles que chez les femelles, phénomène pouvant concerter jusqu'à 100% des femelles (>65 mm, n=7).

En Irlande, aucune lyse n'a été observée quels que soient le sexe et la classe de taille. Des femelles de stade III ont été observées alors qu'aucun des mâles ne présentait ce stade. Les femelles étaient majoritairement en stade II et les mâles majoritairement en stade I.

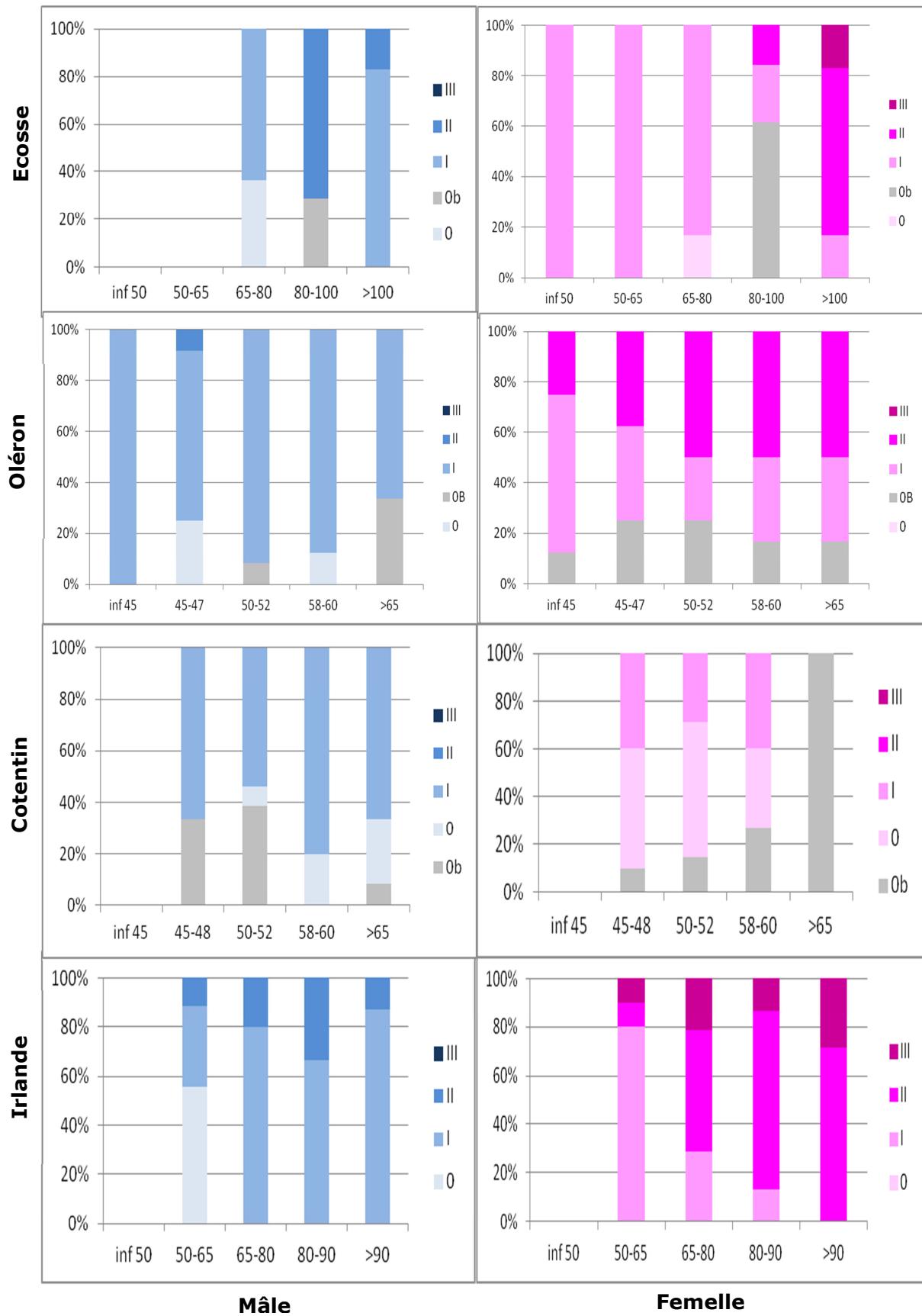


Figure 23 : Stades de maturité sexuelle des deux sexes séparés en fonction des classes de taille (buccins des sites de février 2013).



2.3. Cinétique des pontes en fonction de la température

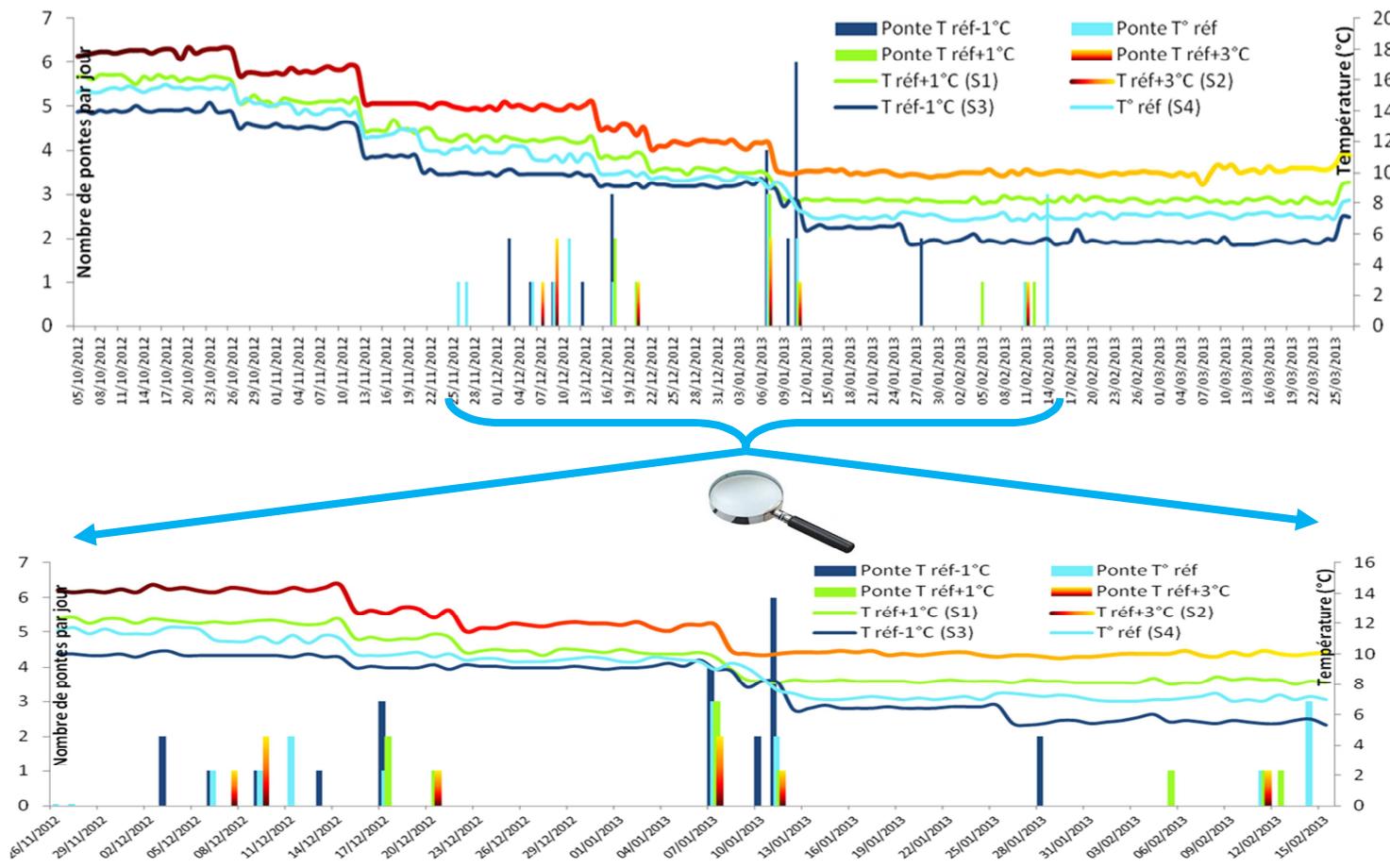


Figure 24 : Evolution par jour des pontes dans les différentes structures en fonction de la température.

Les pontes ont coïncidé avec la baisse des températures. Elles ont été émises entre 14,4°C et 5,4°C en 2012/2013 et entre 13,1°C et 5,9°C en 2013/2014, toutes structures confondues. Le zoom établit sur l'évolution des pontes au cours de l'expérience réalisée en 2012/2013 a permis, comme le montre la figure 24, de mettre en évidence l'étalement des pontes, dans le temps, dans chaque structure en fonction de la température. Le temps écoulé entre la première et la dernière ponte était de 66 jours pour les températures de référence et celle température de référence + 1°C. Une similarité du profil de ponte a pu être constatée entre 2012/13 et 2013/14.

Le bilan des pontes illustré figure 25, sur les 2 périodes d'expérimentation a mis en évidence une corrélation du nombre de pontes avec la température. Le nombre de pontes était plus important dans les températures basses. Dans nos conditions expérimentales, il a été également constaté qu'une variation de la courbe de température modifiait le nombre de « degrés cumulés » nécessaire au temps de développement intra capsulaire. En effet, dans nos limites de températures d'étude, suivant le milieu et variables au cours du temps, le nombre de « degrés cumulés » était réduit en températures basses (tableau 8). Ces « degrés cumulés » et le temps de développement intra capsulaire était



$\approx 100j \pm 10$. Il a été étudié en 2012/13 sur un temps global de pontes, c'est-à-dire de la 1^{ère} ponte à la 1^{ère} éclosion par température (aucune éclosion observée dans la structure la plus chaude ($T_{Ref}+3^{\circ}C$)). En 2013/14, les degrés cumulés et développement intra capsulaire ont été contrôlés dans chaque température sur 80 capsules en moyenne suivies précisément et extraites d'environ 3 éponges prises au hasard.

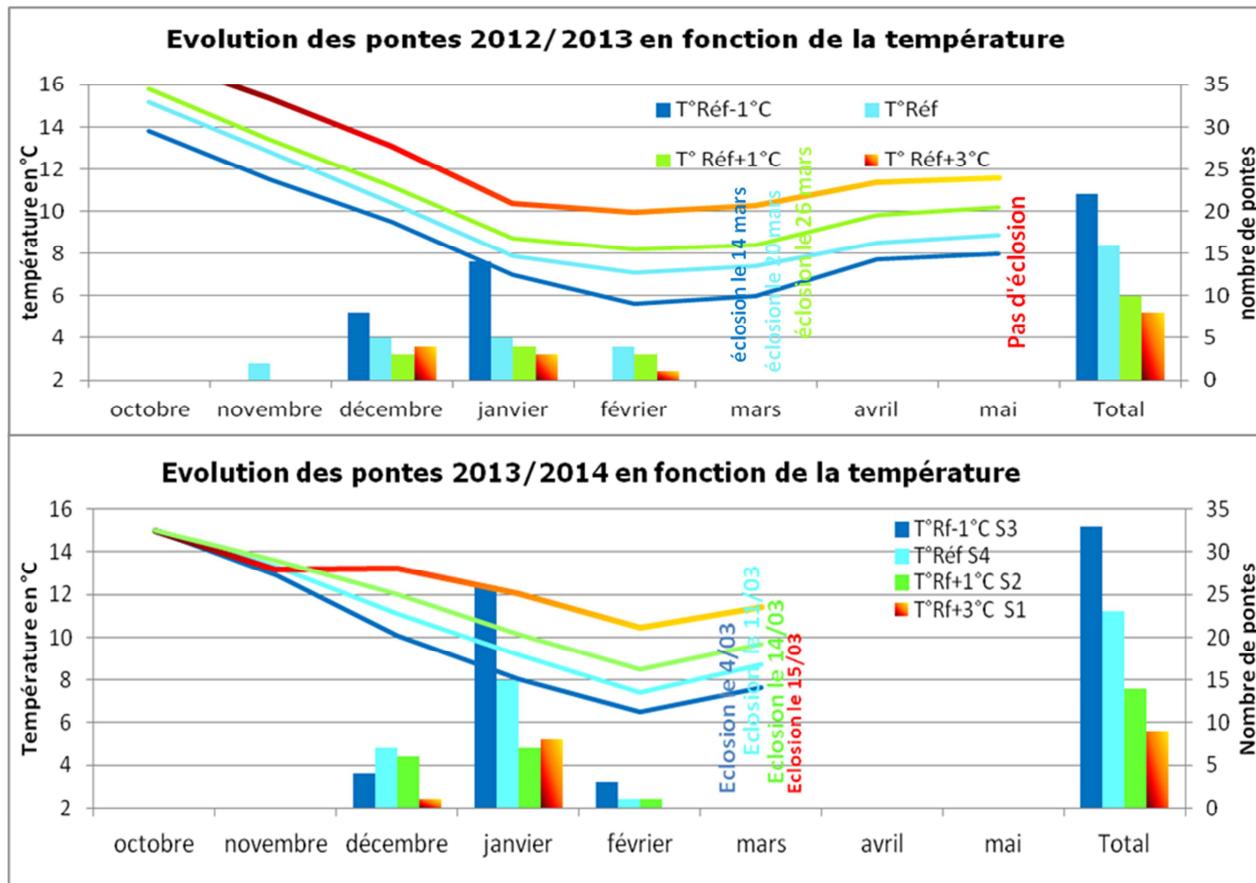


Figure 25 : Bilan des pontes par mois dans les différentes structures en fonction de la température.

Tableau 8 : Degrés cumulés par température du développement intra capsulaire sur les 2 expérimentations et temps de développement intra capsulaire.

Période	2012/2013		2013/2014	
	Nombre de degrés cumulés	Nombre de jours	Nombre de degrés cumulés	Nombre de jours
T Ref - 1°C	697	98	783	100
T Ref	852	104	882	98
T Ref + 1°C	986	109	1001	101
T Ref + 3°C	Pas d'éclosion		1025	90



2.4. Relation taille de l'individu et taille des capsules

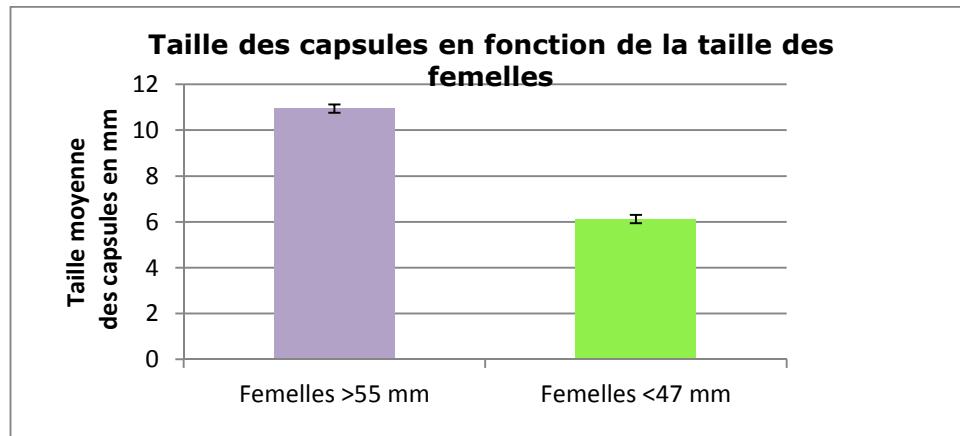


Figure 26 : Taille des capsules de ponte en fonction de la taille des femelles.

La figure 26 a mis en évidence un lien direct entre la taille des capsules et la taille des individus. La taille moyenne des capsules issues des individus de taille supérieure à 55 mm est de 10.94 ± 0.19 mm contre 6.12 ± 0.18 mm pour des buccins ne dépassant pas 47 mm.

2.5. Suivi des embryons et développement intra capsulaire

Le développement intra capsulaire, dans ces conditions expérimentales, a duré entre 90 et 109 jours comme le montre le tableau 8. Les 7 stades de développement ontogénique ont été observés ; œuf fécondé, trophophore, pré-véligère, véligère, pédivéligère, pré-éclosion et post-éclosion, ainsi que de nombreux stades intermédiaires illustrés figure 27 et 28.

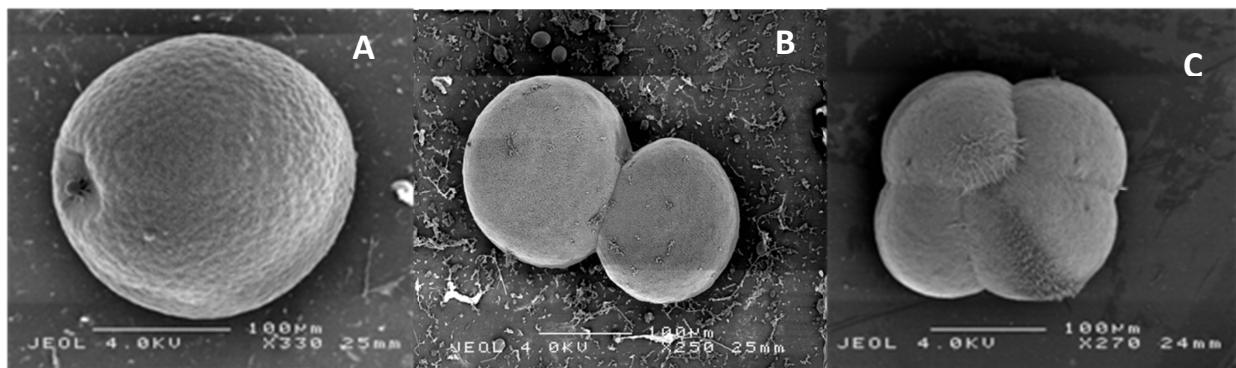


Figure 27 : Embryon 1cellule(A), 2 cellules(B) et 4 cellules(C) en microscopie électronique à balayage. Structure S2 Jour 2. Cliché de l'Université de Caen BN KKellner et D Goux.

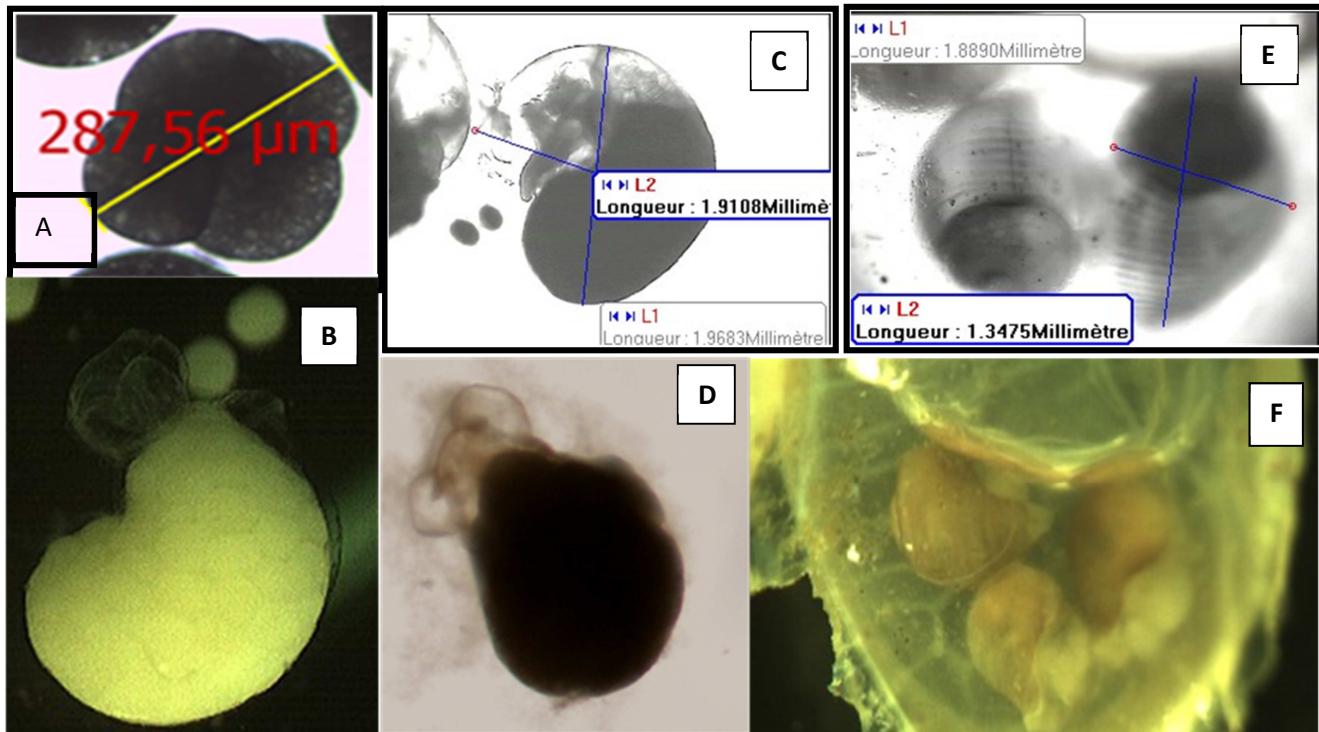


Figure 28 : A : Embryon 4 cellules – B : Pré-véligère (consommation d’œufs nourriciers – C : Pédi-véligère – D : Véligère – E : Pré-éclosion – F : Juvéniles en cours d’éclosion. (Clichés Laurence Hégron Macé, Alexandrine Philip (SMEL) et Kristel Kellner (BOREA)).

3. DISCUSSION CONCLUSION

Cette étude s'appuie sur plusieurs approches, une approche *in situ*, visant à caractériser la reproduction d'animaux sur des sites soumis à des conditions de températures différentes et des approches expérimentales, visant à caractériser les conditions de ponte et le développement intra-capsulaire dans des systèmes contrôlés présentant différentes températures.

Le suivi réalisé *in situ* a permis d'appréhender un peu plus le déroulement de la gamétogenèse et le moment de la ponte en fonction de la température. Cet objectif a conditionné le choix des sites, en conservant comme température de référence la zone concernée : l'ouest Cotentin, 2 sites dits « froids », l'Ecosse et l'Irlande et un site dit « chaud », Oléron ont été sélectionnés.

Les classes de taille échantillonnées ne reflétaient pas l'intégralité des classes de taille présentes dans le milieu naturel des différents sites. Deux raisons peuvent l'expliquer, d'une part la nature de l'engin de pêche, et d'autre part, l'incertitude quant au tri des casiers lors des prélèvements pour certains sites. L'engin de pêche, le casier, est un engin dormant, rendant difficile le plan d'échantillonnage, seuls les individus entrant dans les casiers sont échantillonnés. Quant au tri, les échantillons avaient été demandés non



triés et des individus en sous-taille ont bien été échantillonnés, donc pêchés mais en trop faible quantité pour être représentatifs des populations. En Ecosse, la taille réglementaire des captures est de 75 mm, en Irlande, si celle-ci est fixée à 45 mm, la largeur doit être supérieure à 25 mm, d'où une capture d'individus en général de taille supérieure à 50 mm, en France, la taille minimale de capture est de 45 mm et 22 mm pour la largeur, or, au sein des échantillons, quelques buccins étaient de tailles inférieures à ces limites. La période de pêche serait également susceptible de biaiser ces résultats, les CPUE sont en effet plus importantes dans le Cotentin en février suite à l'interruption de pêche en janvier ainsi que de mars à juin (période de pêche favorable) et sont susceptibles d'entraîner la prise d'individus plus gros aux dépends des plus petits.

Une différence de taille moyenne entre les sites a été constatée et illustrée figure 29. Les buccins irlandais et écossais étaient nettement plus grands et lourds que ceux du Cotentin et d'Oléron.



Figure 29 : Les différences de taille en fonction des différents sites.

Ce phénomène pourrait traduire le fait que ces gastéropodes ont une durée de vie plus longue en eaux froides, ce qui devra être vérifié par la lecture des stries operculaires. Des différences sensibles de taille entre des animaux pêchés sur des secteurs différents, même voisins, ont été rapportées par Véron et Huet en 1983 ou lors des évaluations des stocks au Canada, dès 1997. Aucune différence notable de croissance entre les mâles et les femelles n'a été constatée au cours de notre étude, observation faite également par Véron et Huet en 1983. La relation taille-poids était équilibrée quel que soit le site d'étude, cependant, elle était légèrement minorante dans le Cotentin, cela pourrait être à relier à la compétition trophique avec d'autres espèces devenues envahissantes comme les nasses, très présentes dans le Cotentin. Mais la biologie des nasses est très peu connue et c'est une étude sur la signature isotopique de cette espèce qui pourrait permettre de valider cette hypothèse.



Les sexes sont séparés chez le buccin. Le rapport des sexes est généralement équilibré (Mensink et al. 1996). Ces données se confirment sur nos échantillons du Cotentin et d'Oléron (différence statistique non significative). Cependant, même équilibré, ce sexe-ratio évolue au cours de la gamétogenèse et varie suivant la taille des animaux. Un sexe-ratio en faveur des femelles en période de maturité pourrait être relié à un besoin accru de nourriture augmentant leur fréquence dans les casiers appâtés (Rochette R. et al., 1999). Cette différence entre mâle et femelle s'estomperait après la ponte, un nombre plus important de mâles a même été constaté dans les classes de grandes tailles. Cela pourrait être expliqué par la fixation des grandes femelles occupées à pondre.

La maturité sexuelle du buccin a été étudiée en 1998, afin de compléter les informations de Gendron (1992). En février, aucun des échantillons de buccins n'avait atteint 50% de maturité sexuelle, quel que soit le site, ce qui est logique compte tenu du cycle de reproduction de cette espèce près des côtes du Cotentin (Heude Berthelin et al, 2011). Cependant, des variations des stades de maturité ont été observées entre les sites. Les sites froids présentaient des stades de gamétogenèse plus avancés (présence de stade III). Toutefois, ces stades III pourraient aussi être reliés à des animaux n'ayant pas pondu au cours de la gamétogenèse précédente (et non encore en lyse, si la ponte est plus tardive). La taille moyenne à laquelle 50 % des buccins sont sexuellement matures varie selon la localisation géographique. Il existe des décalages de maturité imputables à la différence de température des sites étudiés. En effet, la maturité sexuelle est directement liée aux paramètres environnementaux, comme la température (Shelmerdine et al. 2007).

Des différences ont aussi été mises en évidence au sein d'un même site suivant le sexe de l'individu et entre les différentes classes de taille. La différence des stades de maturité entre mâles et femelles d'un même site peut être reliée à la définition des stades de maturité dont les limites ne sont pas concordantes entre les deux sexes. Les informations acquises par l'analyse des prélèvements aux différentes périodes ont permis un suivi de maturité pour ces différents sites et de déterminer la période de maturité et de ponte pour chaque site. La maturité sexuelle (plus de 50% des animaux en stade III) semblerait acquise entre juillet et novembre. En novembre, quel que soit le site, des stades III sur plus de 50% des individus ont été observés. Cependant d'importantes variations dans la taille des animaux à maturité sexuelle ont été mises en évidence selon les sites. Les animaux avaient atteint leur maturité sexuelle en novembre dans les grandes classes de taille, individus supérieurs à 100 mm en Ecosse, supérieurs à 70 mm en Irlande, entre 52 et 58 mm pour les buccins du Cotentin et dès 45-48 mm pour ceux d'Oléron. Cette différence entre les classes de taille avait déjà été observée pour le site du Cotentin, (Heude Berthelin et al. 2011).



En février, en Ecosse, 2 mâles de grande taille présentaient des gonades complètement inactives, associées à la présence de parasites dans les tubules gonadiques et dans la glande digestive. Ces 2 cas présentaient par ailleurs une atrophie du pénis. L'atrophie des gonades pourrait être le résultat d'un processus de castration parasitaire (Hamel 1989), et qui pourrait être causée par certains trématodes (Kdie 1969). Ce type de parasites a été décrit dans le Cotentin (Hégron-Macé L et Kellner K, observations personnelles).

De plus, certains résultats de notre étude réalisée au sein des structures expérimentales, pourraient corroborer ce phénomène où des différences de cinétique de ponte ont été observées. La conception d'une structure de stabulation pour cette espèce a été réalisée pour la première fois afin d'acclimater des géniteurs, issus du milieu naturel, sexuellement matures et d'observer leurs pontes tout en faisant varier la température. Ces variations de température ont été choisies suivant une logique d'une nouvelle « réalité climatique ». La stabulation des buccins est complexe, leur survie étant très délicate après la pêche. Ni la profondeur ni les mouvements d'eau n'ont été recréés. S'il est nécessaire d'approcher au mieux les conditions naturelles, les paramètres doivent cependant être le plus possible contrôlés. De nombreuses mortalités ont eu lieu en début d'acclimatation, pouvant être reliées à des différences de salinité, de pression... Des mortalités massives ont été constatées sur les juvéniles suite à une infestation par des prédateurs (*Harmothoe antilopes*, *Lepidonotus squamatus*, *Syllidae*, *Hediste diversicolor*, *Ophryotrocha puerilis siberti*) en 2012/2013. Ce phénomène a entraîné une surmortalité des adultes pouvant être reliée à la multiplication bactérienne résultante de la mortalité des juvéniles. Des décalages de pontes ont été observés selon la température, paramètre déterminant au cours de la reproduction, la maturité sexuelle étant directement liée aux paramètres environnementaux (Shelmerdine *et al.* 2007).

Le suivi des embryons a permis de mettre en évidence les différents stades ontogéniques, œuf fécondé, trochophore, pré-véligère, véligère, pédi-véligère, pré-éclosion et juvéniles éclos. Ce développement intra-capsulaire, dans ces conditions expérimentales, était de 98 à 109 jours en 2012/2013 et 90 à 101 jours de 2013/2014. Une question se pose : existe-t-il une relation entre la température et la durée de développement intra-capsulaire ? Il serait souhaitable de réitérer cette étude en ayant un écart de température plus important afin d'observer l'existence d'un lien éventuel entre la température et la durée du développement intra-capsulaire. L'écart trop restreint étudié en premier lieu, choisi en fonction d'une potentielle évolution climatique, allié à de possibles artéfacts de manipulation n'ont pas permis d'infirmer ou confirmer cette hypothèse.



B) IMPACT DE LA TEMPERATURE SUR LA REPRODUCTION : SUIVI DES JUVENILES

La biologie du buccin et sa reproduction sont de mieux en mieux documentées mais la croissance des juvéniles sur le plan biologique du terme et non halieutique l'est beaucoup moins. Certaines études et observations ont montré qu'à l'issue de la première année, les juvéniles atteindraient une taille d'environ 20 mm (Santarelli 1985). Afin de compléter ces données et toujours dans le cadre d'une évolution climatique, une approche expérimentale a été conduite pour définir une éventuelle corrélation entre la température et la croissance des juvéniles de buccins.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. La stabulation des juvéniles

L'expérience a été réalisée à partir du 27 février 2014 et faisait suite à celle suivant l'évolution des pontes. Après observation du contenu des capsules, toutes les pontes non utilisées et contenant des embryons au stade pré-hatching ont été collectées et rassemblées dans un premier temps, dans des dispositifs spécialement élaborés pour leur permettre de se développer sans se disperser dans la structure.

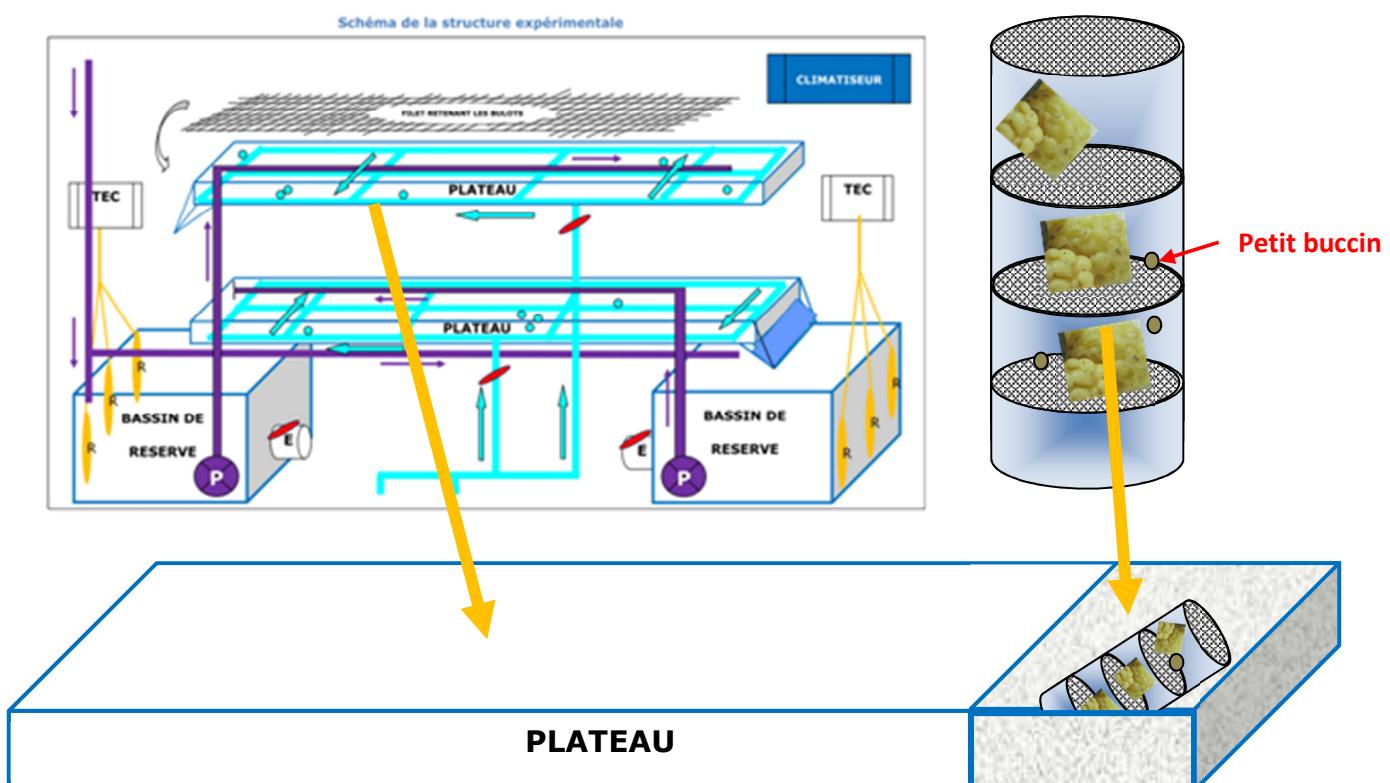


Figure 30 : Schéma du dispositif de collecte et stabulation des juvéniles.



Ces dispositifs ont été réalisés dans des tubes PVC 100 coupés en tronçons sur lesquels des tamis (taille des mailles 1 mm) ont été collés. Ces tronçons ont été mis bout à bout et maintenus par des élastiques afin de pouvoir collecter les petits buccins et empêcher leur fuite. Les détails de ces dispositifs établis dans chaque plateau de la structure de stabulation des géniteurs (suivi cinétique des pontes) sont présentés dans la figure 30. Tous les paramètres physico-chimiques de cette structure de stabulation ont été conservés, seul le sédiment n'a pas été réintroduit au sein des petits dispositifs de stabulation des juvéniles.

Dans un deuxième temps, pour des raisons pratiques, les juvéniles ont été placés dans des aquariums de 5 litres, sans sédiment, eux-mêmes disposés dans de grands bacs de 300 litres, alimentés en eau de mer thermo régulée et aérée figure 31.

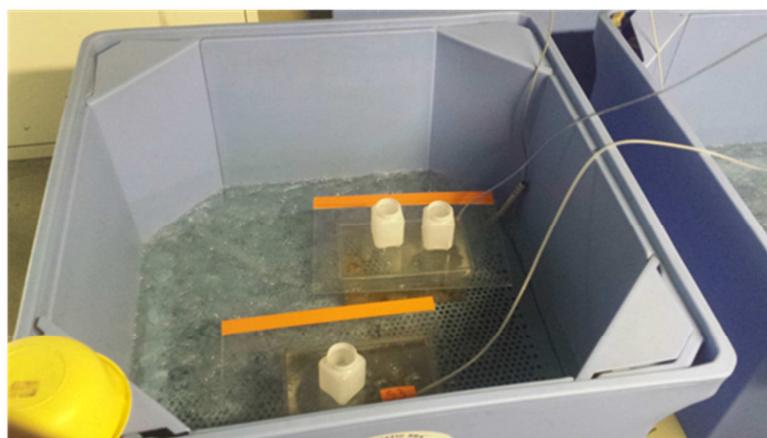


Figure 31 : Dispositif de stabulation des juvéniles en aquarium.

Les juvéniles ont été alimentés tout le long de l'étude par des crabes verts *Carcinum maenas*. Ces crabes verts ont été pêchés à Kilkeel en Irlande.

1.2. Protocole expérimental et Matériel Biologique

Les juvéniles utilisés sont issus des pontes résultantes de l'étude du suivi de la cinétique des pontes. La croissance des 4 groupes de juvéniles a donc été observée dans les mêmes gammes de températures que celles de cette précédente étude : celle de référence suivant celle du Cotentin (Tref), inférieure de 1°C à la référence (Tref-1), supérieure de 1°C à la référence (Tref+1) et supérieure de 3°C (Tref+3).

Entre 44 et 55 jours après les premières éclosions, tous les 30 jours environ, et sur une période de 4 mois, un échantillon aléatoire de 30 individus par température (si le nombre d'individus le permettait) a été extrait et mesuré à l'aide d'un pied à coulisse TWN-CAL TESA. Les buccins ont été remis dans leurs aquariums respectifs dès la fin des prises de



mesure. Les températures de prélèvement ont été consignées avec les biométries dans un tableau Excel pour analyses.

Parallèlement à ce suivi de croissance en fonction de ces 4 températures, un suivi de l'évolution de croissance des jeunes buccins a été effectué dans la gamme de température inférieure de 1°C à la température de référence. Ce choix a été imposé par un nombre plus important de pontes et par conséquent un nombre accru de juvéniles. Un lot de buccins laissés libres sur le sable de la structure S3 (Tref – 1°C) a été mesuré en parallèle au lot de buccin évoluant en aquarium.

2. RESULTATS

2.1. Croissance des juvéniles des 4 gammes de températures

Au cours des 4 premiers prélèvements, aucune différence statistiquement significative de croissance des juvéniles en fonction de la température n'a pu être décelée comme l'illustre la figure 32.

Sur le graphique, figure 33, dans la température de référence, comme dans Tref+3, un arrêt de croissance a été noté sur le dernier prélèvement, malgré une croissance plus rapide sur les 2 premiers mois montrée par une taille moyenne légèrement supérieure des juvéniles de ces 2 lots. En revanche, la croissance des 2 autres groupes (Tref + 1°C et Tref – 1°C) est restée linéaire sur ces 4 premiers prélèvements. Cette linéarité de croissance des juvéniles issus de la température la plus basse (Tref – 1°C) a été constatée sur les 8 premiers prélèvements. La taille des individus a quintuplé au cours de cette période, pour atteindre une moyenne de 15.03 mm 8.5 mois post éclosion.

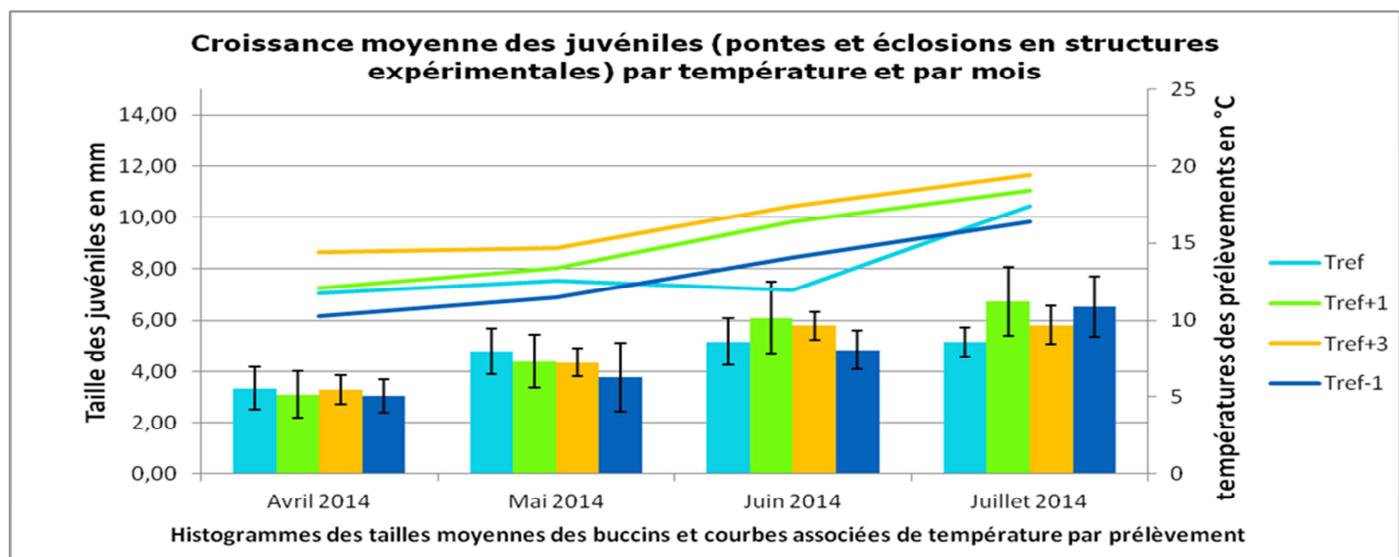


Figure 32 : Croissance moyenne des juvéniles par température et par mois.

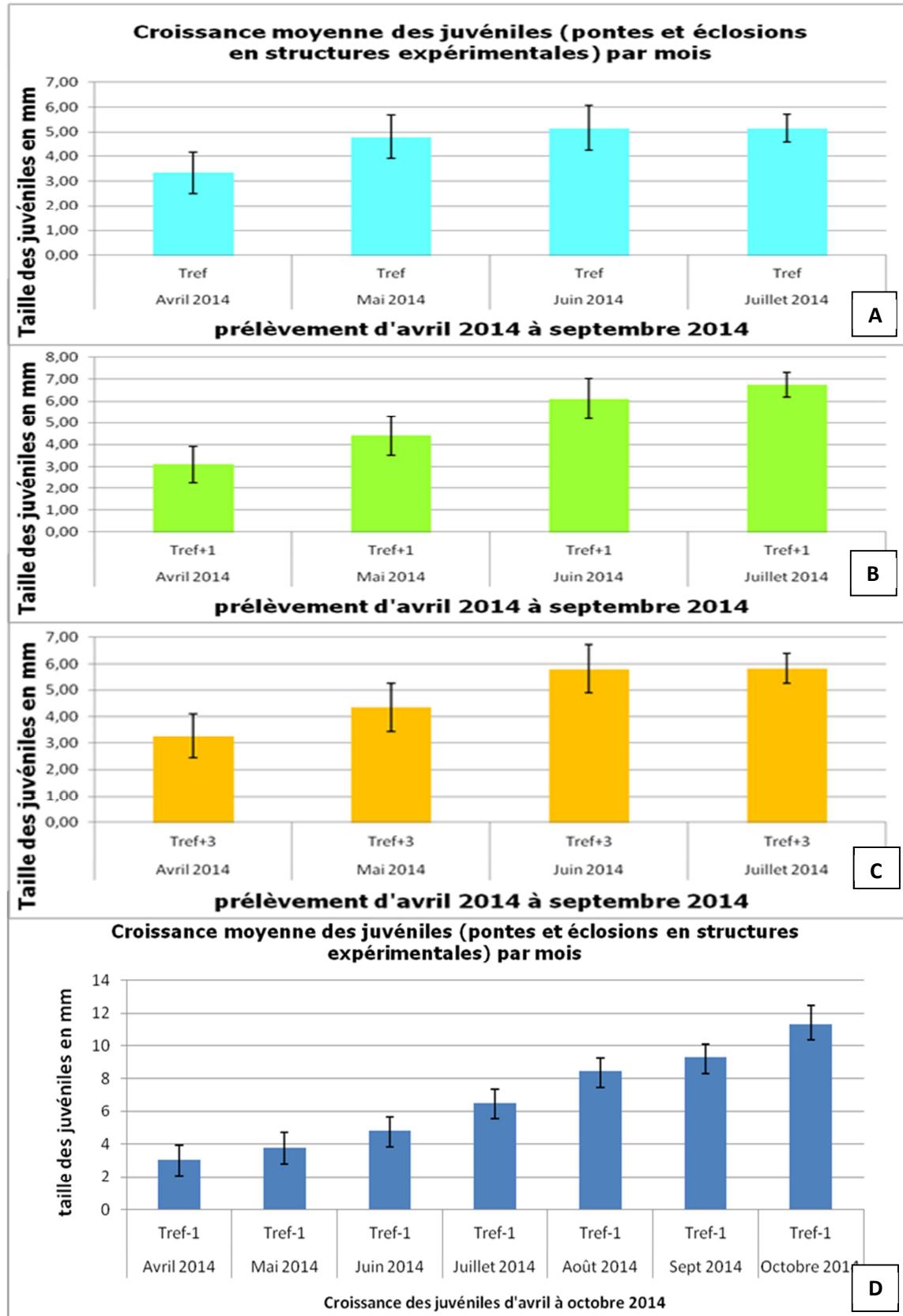
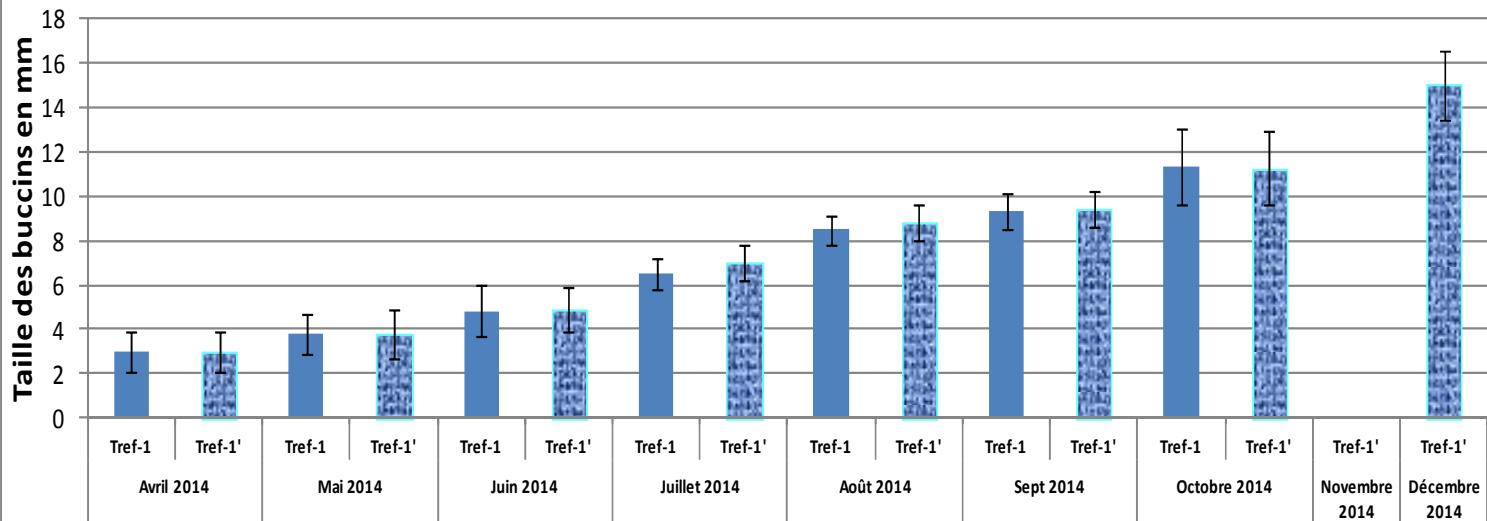


Figure 33 : Croissance moyenne des juvéniles par mois.

A :Tref – B :Tref+1 – C :Tref+3 – D :Tref-1



Evolution de croissance des juvéniles par prélèvement dans 2 conditions expérimentales différentes



Tref-1 = Juvéniles dans aquarium sans sédiment -
Tref-1' = Juvéniles dans structure avec sédiment
(prélèvements d'avril et mai identiques (pas d'animal en aquarium))

Figure 34 : Croissance moyenne des juvéniles par prélèvement

- 2 conditions expérimentales différentes
- Températures de développement identiques.

Aucune différence statistiquement significative n'a été constatée sur la croissance des jeunes buccins qu'ils soient issus d'une condition expérimentale contenant du sédiment ou non comme le montre la figure 34. Le prélèvement Tref-1 était identique à celui Tref-1' en avril comme en mai, les juvéniles de buccins étant encore tous dans les structures de stabulation de la chambre froide.

3. DISCUSSION CONCLUSION

Cette étude s'appuie sur une approche purement expérimentale et a pour objectif d'apporter des éléments de réponses sur une éventuelle corrélation entre la température



et la croissance des jeunes buccins. Si cette étude permet d'appréhender un peu plus la croissance des juvéniles et l'efficacité des pontes, elle ne reflète qu'une tendance de ce que serait la réalité dans un contexte d'évolution climatique.

Cette expérimentation a été réalisée avec des juvéniles issus des pontes des 4 structures soumises à des températures différentes du SMEL et a permis le suivi de la croissance des jeunes buccins dans les mêmes gammes de température que leur conception.

Le nombre initial limité d'individus n'a pu permettre qu'une étude de courte durée, surtout dans les 3 températures les plus chaudes. Seule la température la plus basse, inférieure de 1°C à la température de référence, a permis, du fait d'un nombre suffisant de pontes, l'obtention d'un cheptel de juvéniles conséquent et donc d'une réelle prise aléatoire d'une trentaine d'individus pour biométrie et ce, sur toute la période considérée. Dans les autres températures, le nombre de buccins pour les prélevements de juin et juillet 2014 était inférieur à 30, tous les animaux, sans prise aléatoire, étaient mesurés.

Les mortalités de l'intégralité des buccins des températures les plus chaudes aux termes des 5 premiers mois pourraient être imputées à ce nombre initial trop restreint d'individus ou encore à la fragilité de ces jeunes animaux qui supporteraient mal les manipulations, telles la sortie et la remise à l'eau entraînant leur mort prématurée.

De même, la multiplicité des manipulateurs (pour des raisons de planning) est à prendre en compte dans l'induction de biais d'erreurs que cela soit dans les mesures mensuelles ou encore dans les manipulations de maintenances.

Les différents matériels utilisés doivent également être pris en compte dans d'éventuels artéfacts d'expérimentation ; même si les paramètres physico-chimiques ont été en théorie identiques, il se peut que les différences de matériaux des bacs des ETC ou des aquariums, le contact pur du matériau ou encore la luminosité qu'ils laissent transparaître..., aient eu un impact sur les résultats de l'évolution de croissance obtenus chez les juvéniles élevés dans ces différentes gammes de température.

La difficulté de contrôler la fuite des bulots tout en leur permettant leur épanouissement a du être résolue par le déplacement de ceux-ci et donc d'un changement de protocole expérimental en cours de manipulation pouvant biaiser également la croissance de ces derniers par un stress supplémentaire tant au niveau de la manipulation des juvéniles proprement dite (surmortalité des individus suivant cette phase) qu'au niveau de leur évolution dans ce nouveau dispositif.

L'alimentation pourrait également perturber la croissance des jeunes bulots. En effet, les crabes verts sont livrés en masse au SMEL et non alimentés durant toute leur captivité,



même s'ils sont donnés *ad libitum* aux jeunes animaux, leur masse grasse diminuant au fil du temps, leurs qualités nutritives pourraient diminuer et impacter la croissance des individus en captivité.

La sensibilité des jeunes animaux pourraient de plus varier suivant la gamme de température dans laquelle ils évoluent et accroître ainsi leur fragilité face aux différents éléments cités ci-dessus pouvant alors apparaître comme des agressions plus ou moins marquées, entraînant là encore des surmortalités.

Ce nombre trop réduit d'échantillons n'a pas permis de confirmer l'arrêt de croissance des juvéniles des 2 gammes de température Tref+3 et Tref. De plus, la variation trop brutale de température de Tref due à la multiplicité des manipulateurs associée à des problèmes techniques pourrait avoir eu un impact sur cet arrêt de croissance, comme sur la mortalité des individus de ce lot au cours du mois suivant.

Tous ces éléments pris en compte, cette étude a mis en évidence une croissance linéaire et sur une durée plus importante, des juvéniles issus des pontes de la structure la plus froide, développement intra-capsulaire et croissance inclus. Il semblerait que l'efficacité des pontes soit supérieure dans des gammes de températures plus froides.

En conditions contrôlées et sur une période courte, la présence ou non de sédiment n'a pas eu d'impact sur la croissance des jeunes individus, aucune différence de croissance n'ayant été constatée entre les juvéniles évoluant librement sur le sable de la structure expérimentale et ceux évoluant dans l'aquarium.

Environ 8 mois et demi après éclosion, la taille moyenne des juvéniles est de 15.03 mm soit plus de 5 fois la taille d'éclosion. Ces résultats légèrement inférieurs à ceux évoqués par Santarelli en 1985 pourraient être expliqués par tous les biais d'erreur évoqués au cours de cette discussion et devraient être plus parlants aux termes de la première année de vie des juvéniles. Mais il est évident que des conditions expérimentales sont éloignées des conditions réelles et par conséquent sont susceptibles de freiner également la croissance des juvéniles en captivité.

Dans un contexte d'évolution climatique, il semblerait qu'un réchauffement des masses d'eau aurait un impact plus défavorable sur l'efficacité des pontes et par conséquent sur la pérennité de la pêcherie de l'ouest Cotentin.

Il est cependant nécessaire de réitérer cette expérience avec un nombre plus important de juvéniles dans chacune des gammes de températures et même en élargissant les écarts entre ces différentes gammes afin de confirmer ou d'infirmier cette hypothèse.



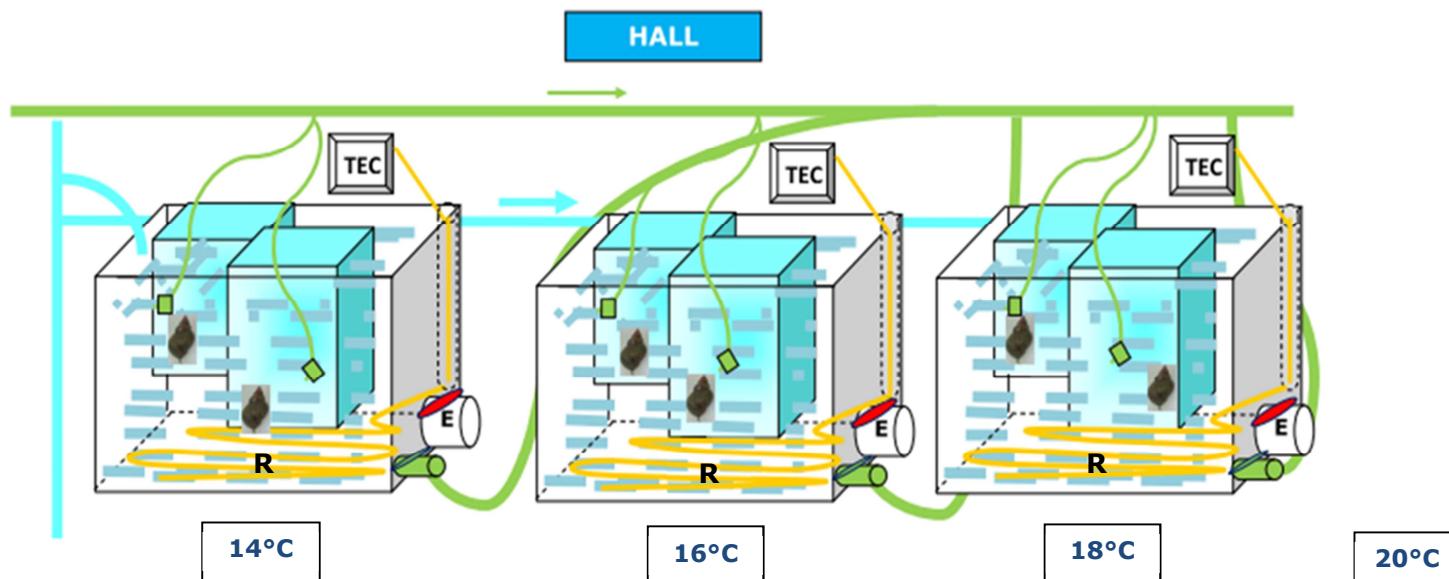
C) IMPACTS DE LA TEMPERATURE SUR LA REPRODUCTION : MATURATION DES GENITEURS

Dans le but de déterminer des limites de gaméto-génèse et même plus largement de contrôler le cycle de reproduction des géniteurs, une expérimentation a été mise en place au SMEL sur des géniteurs dans une large gamme de température de 0°C à 20°C.

1. MATERIELS ET METHODES

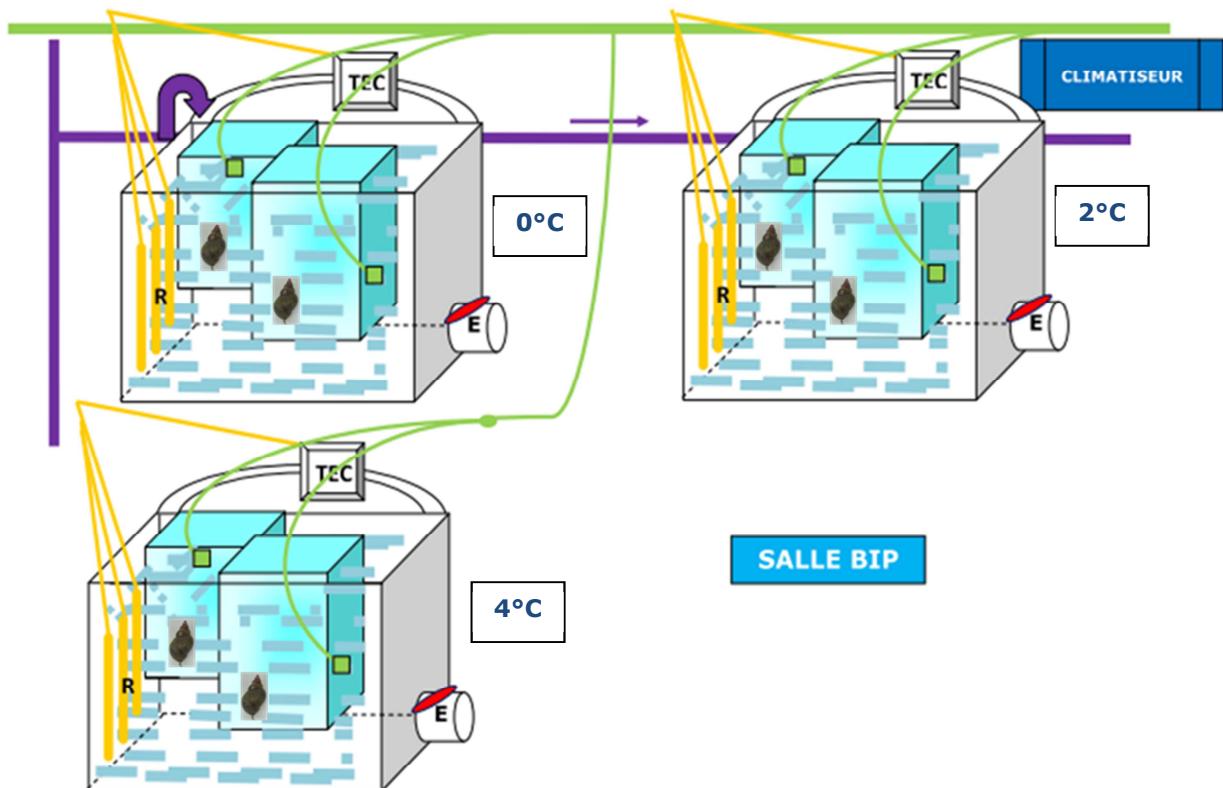
1.1. Conception des structures de stabulation

L'expérience a été réalisée sur 98 jours, du 25/03/2014 au 01/07/2014 et mise en place au SMEL, dans 2 salles (BIP (bipède) et ETC⁵) et le hall du bâtiment principal (annexe 16). Chacune de ces salles a reçu le même dispositif de stabulation des géniteurs, des bacs contenant 35 litres d'eau de mer provenant (en fonction de la salinité du forage) du gravitaire (Cabanor/Blainville sur Mer ou d'Agon Coutainville) filtrée par un filtre à particules 200 µm ou du forage des puits situés en bordure de dune, filtrée naturellement par les dunes de sable. Dans chacune des salles, choisies en fonction du paramètre unique modifié : **la température**.

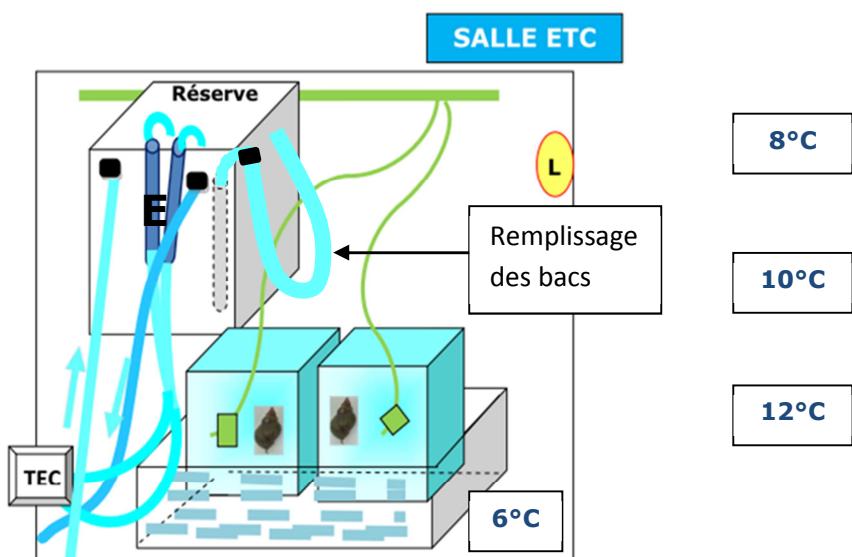


TEC : Tableau électrique de commande – R : Echangeur – E : Evacuation d'eau pour le renouvellement – : Vanne de fermeture
 : Dispersion d'air – : Circulation d'eau

⁵ ETC : Enceinte Thermo Contrôlée



TEC : Tableau électrique de commande – R : Résistance – E : Evacuation d'eau pour le renouvellement – : Vanne de fermeture
 : Dispersion d'air – : Circulation d'eau



TEC : Tableau électrique de commande, avec jeu d'électrovanne – E : Echangeur – L : Lampe
 : Dispersion d'air – : Circulation d'eau

Figure 35 : Schéma des différentes structures expérimentales en fonction des salles (Limites de gamétopénèse).



La structure globale de stabulation (arrivée d'eau, arrivée d'air, éclairage, régulation d'eau...) a été adaptée, toujours, cependant selon le même modèle. Elles comprennent des bains-maris, thermo-régulés, contenant 2 bacs (de géniteurs) chacun aérés en continu par des sucres alimentés en air surpressé à 200 grammes de deux surpresseurs. Tous les bacs sont recouverts d'un couvercle anti-fuite.

Les détails des structures établies dans chaque salle sont présentés dans la figure 35.

Pendant toute l'expérimentation, les bains-maris ont été alimentés en flux lent à partir d'un filet d'eau à l'aide d'une arrivée d'eau de mer ouverte en permanence dans la salle BIP et le hall, les bains-maris des ETC quant à eux ont été remplis initialement avec de l'eau douce (tout contact avec les buccins étant impossible). Les bacs sont eux-mêmes soumis à un renouvellement quotidien en eau de mer de 50 à 100%.

1.2. Protocole expérimental et Matériel Biologique

Un seul paramètre a été modifié : la température. Chacun des 11 bains-marie a été soumis à une température différente de 0°C à 20°C (un échantillon tous les 2°C). Les bains-marie ont été régulés à l'aide de climatiseurs, d'échangeurs et/ou thermoplongeurs. La température a été contrôlée d'une part, quotidiennement par une sonde manuelle (avec la salinité) consignée dans un registre et d'autre part, à l'aide de sondes autonomes dont les données ont été saisies à intervalles réguliers uniquement dans les tous premiers temps pour une vérification supplémentaire.

Des lots de buccins ont été pêchés dans le secteur de la Catheue à une profondeur de 12 m par un pêcheur local. Ils ont été triés manuellement strictement afin d'avoir une taille obligatoirement supérieure à 60 mm et donc supposés adultes.

Tableau 9 : Stades de maturité des échantillons.

échantillons	taille (mm)	poids (g)	sexé	stade de maturité	remarques
1	65,38	38,35	femelle	2	
2	76,42	59,12	mâle	2	
3	64,54	43,48	femelle	2	
4	63,52	34,69	mâle	2	
5	64,6	32,26	mâle	1	
6	61,69	34,27	femelle	2	
7	65,81	37,63	mâle	0	pénis atrophié
8	67,79	43,77	mâle	2	
9	63,76	37,45	mâle	2	
10	66,47	38,74	mâle	1	
11	64,28	38,6	mâle	2	
12	71,18	47,2	femelle	2	
13	66,67	42,16	femelle	2	
14	67,46	47,66	femelle	2	
15	67,81	46,33	mâle	2	



Avant la répartition en bac, 15 géniteurs sélectionnés de manière aléatoire ont été sacrifiés le 26/03/2014 afin de déterminer le stade de maturité de leurs gonades, détermination visuelle, stades reportés dans le tableau 9. Les géniteurs ont ensuite été répartis par lot de 50 dans chacun des 22 bacs.

Les animaux ont été alimentés *ad libitum* avec des crabes verts *Carcinum maenas*. Ces crabes verts ont été pêchés à Kilkeel en Irlande du Nord et placés dans un bac extérieur de 800 litres rempli au tiers par de l'eau de mer du forage, aérée à l'aide de bulleurs, soumis à une photopériode naturelle et un renouvellement journalier de 100 %, sans alimentation.

Suite à cette expérimentation, les buccins survivants des températures fixes 0°C, 2°C et 4°C, ceux des températures 6°C et 8°C et ceux des températures 10°C, 12°C et 14°C ont été stabilisés respectivement dans 3 températures fixes 2°C (moy=2.04°C), 8°C (moy=6.7°C) et 14°C. Ils seront soumis à une reprise du dynamisme des températures près d'un an après l'interruption de ce dernier, jusqu'au 04/03/2015 pour observation d'une reprise éventuelle de gamétogenèse.

1.3. Histologie de la gonade

Le 03 et 04 avril, les gonades de 34 animaux ont été prélevées pour confirmer l'état de maturité, détermination histologique, toujours selon le protocole décrit par Heude Berthelin *et al.*, 2011. Les lames ont ensuite été observées au microscope afin de définir les stades de maturité sexuelle selon les descriptions indiquées en introduction du chapitre 2.

Après acclimatation à leurs nouvelles températures, les animaux ont été mis en stabulation et les individus morts retirés quotidiennement. Pour les températures de 14°C, 16°C, 18°C, suite à de fortes mortalités, les gonades de 20 animaux ont été prélevées respectivement les 19/05/2014, 28/04/2014 et 13/05/2014 et 14 buccins pour 20°C le 14/04/2014. Le 01/07/2014, 20 animaux de chaque température théorique restante (0°C, 2°C, 4°C, 6°C, 8°C, 10°C et 12°C) ont été sacrifiés. L'état de maturité de leurs gonades a été observé au microscope.

2. RESULTATS

Les résultats sont présentés en figure 36. Ils montrent que quelle que soit la période de prélèvement, les mâles sont majoritairement en stade 0 ou I et les femelles en Stade IIb, ce stade correspondant à la présence d'ovocytes non émis au cours de la ponte



précédente et en cours de lyse. En juillet, à 8°C et 12°C, la gaméto-génèse des mâles a légèrement progressé (majoritairement en stade I avec présence de quelques stades II à 12°C. Les femelles qui n'ont plus d'ovocytes résiduels sont en stade II voire III de maturité, mais elles ne représentent que 15 à 20% du nombre total de femelles. .

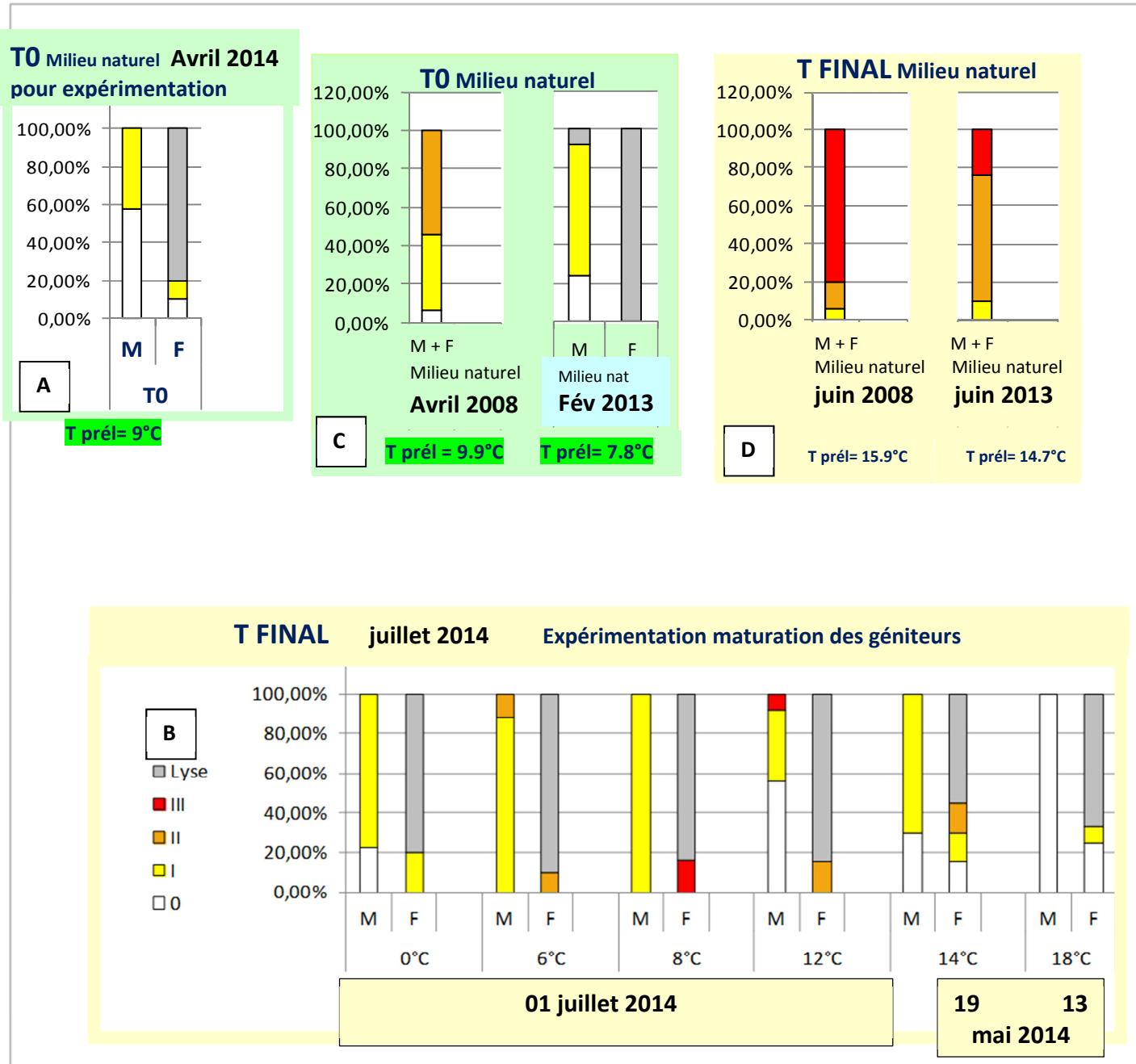


Figure 36 : Evolution de la gaméto-génèse en température fixe sur une période théorique de 3 mois.

A : T0 expérience 2014 – B : T final expérimentation – C : T0 2008-2013 – D : T final 2008-2013

T0 : Temps initial - T FINAL : Fin d'expérimentation

A l'issue de cette expérience, les buccins survivants des températures fixes 0, 2 et 4°C, ceux de 6 et 8°C et ceux de 10, 12 et 14°C ont été regroupés respectivement dans 3



températures fixes, 2, 8 et 14°C (les individus stabilisés à 14°C n'ont pas survécu). La reprise d'une dynamique de températures devrait permettre d'observer la réversibilité éventuelle de l'arrêt de l'évolution de la gaméto-génèse.

3. DISCUSSION CONCLUSION

Cette étude s'appuie sur une approche purement expérimentale et avait pour objectif de déterminer les limites de la gaméto-génèse. Elle a été réalisée sur des individus adultes de plus de 60 mm exclusivement, dans des températures fixes tous les 2 degrés de 0°C à 20°C. La difficulté liée à l'acclimatation très rapide des individus, aux conditions de leur stabulation ainsi que le témoin inexploitable (détermination des gonades visuelle seulement) doivent être pris en compte quant à l'interprétation des résultats. La durée de l'étude initialement prévue à 85 jours a été raccourcie dans plusieurs gammes de températures, les buccins n'ayant pas survécu en nombre suffisant au-delà de 45 jours à 14°C, 25 à 16°C, 40 à 18°C et 11 à 20°C. Effectivement, de forts taux de mortalité ont été constatés au cours de cette expérimentation dans ces bacs de températures chaudes où les animaux étaient stabilisés. L'absence de sédiment leur permettant un enfouissement dans le milieu naturel pourrait en être la cause de même que ces températures non idéales pour cette espèce d'eau froide. Le développement bactérien accru par les mortalités pourrait avoir amplifié ce phénomène morbide.

Quelle que soit la température et dans ces conditions expérimentales la gaméto-génèse semblerait avoir été stoppée dans toutes les gammes de température, malgré la légère évolution de gaméto-génèse notée chez les mâles et femelles des températures 8°C et 12°C. Les différences constatées et mises en évidence au cours de cette étude par rapport aux témoins de 2008 et 2013, semble montrer qu'une fixité des températures bloque la gaméto-génèse.

Ce blocage de la gaméto-génèse par une fixité des températures pourrait toutefois être réversible et sera mis en évidence si tel est le cas par la poursuite de cette expérimentation.

Cette étude a permis de mettre en évidence un lien direct entre la gaméto-génèse et la température et à une nécessité du dynamisme de cette dernière. Le cycle de gaméto-génèse naturel du buccin *Buccinum undatum*, en Europe occidentale, nécessite une remontée des températures (post ponte) puis une diminution de celle-ci pour obtenir des animaux à maturité sexuelle, en stade III, dit « prêt à pondre ».

Une question peut être posée maintenant, le cycle naturel du buccin peut-il être raccourci ?

CHAPITRE 3

SIGNATURE ISOTOPIQUE ET ECOLOGIE TROPHIQUE





1. INTRODUCTION

La survie et les capacités reproductives de tous les organismes vivants autotrophes et hétérotrophes sont conditionnés par un besoin vital : l'assimilation de matière et d'énergie (Stearns, 1992). De plus, il existe au sein d'un écosystème, une relation trophique entre les individus, des interactions prédateurs-proies (Linderman, 1942, Hyslop, 1980).

Toujours dans le cadre de changements climatiques, et partant de l'hypothèse qu'il peut exister des modifications de certains paramètres, telles la température, la salinité... dont l'évolution locale est actuellement non maîtrisée, il est imaginable de reconnaître que ces variations pourraient entraîner le déplacement d'espèces susceptibles de nourrir les populations de buccins. Cet animal carnivore est opportuniste, nécrophage et se nourrit de polychètes, mollusques et échinodermes. Quelles seraient les conséquences de ces modifications, les populations de buccins seraient-elles en mesure « d'évoluer » ? Si leur niche trophique s'amenuisait et si elles étaient capables de se nourrir différemment, quelles seraient les conséquences sur la pérennité de l'espèce et donc la reproduction ? Dans ce chapitre, toujours dans l'optique d'apporter des éléments de réponses sur les différences biologiques de populations de buccins évoluant dans différentes gammes de températures (admissibles dans une nouvelle réalité climatique), une étude de la variation des signatures isotopiques du carbone et de l'azote chez les buccins provenant de différents sites présentant des conditions environnementales contrastées a été mise en œuvre. Leurs régimes alimentaires varient-ils au niveau des différentes zones géographiques sélectionnées ?

Deux signatures de fractionnement ont été réalisées. En 2013, une signature de fractionnement sur des animaux adultes, suivie en 2014 de la réalisation d'une signature isotopique du carbone et de l'azote sur des juvéniles de buccins. Parallèlement à ces 2 expériences, une signature isotopique a été effectuée sur les lots d'animaux issus des 4 zones géographiques sélectionnées, la Baie de Bourgneuf, l'Ouest Cotentin, L'Irlande et les Iles Shetland.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1- Principe

Cette approche est basée sur l'augmentation d'un rapport constant ou la similarité de la composition isotopique d'un consommateur par rapport à sa source alimentaire. La signature isotopique du réseau trophique reflète celle de l'individu auquel il appartient.



Cette constante d'enrichissement, aussi appelée «fractionnement» varie selon l'isotope étudié (Tieszen et al., 1983). Elle dépend des 3 entités : producteur primaire, consommateur et son régime alimentaire et du tissu analysé (Tieszen et al., 1983). L'assimilation sélective des composants alimentaires associée à la discrimination isotopique dépendante des tissus est le reflet du fractionnement (Tieszen et al., 1983).

2.2- Signature de Fractionnement

Structure de stabulation:

La structure de stabulation est composée :

- D'un bac de 300 litres, alimenté en eau de mer thermo-régulée et aérée.
- D'un aquarium de 5 litres, hébergeant les juvéniles, immergé dans le bac de 300 litres, comme le montre la figure 37.



Figure 37 : Stabulation des juvéniles destinés à la signature isotopique.

Les contrôles des paramètres physico-chimiques ont été effectués quotidiennement hors week-end et consignés dans des registres.

- _ Température moyenne suivant celle de la température de référence - 1°C notée Tref-1 (Expériences des 2 chapitres précédents)
- _ Salinité moyenne : 32.4 ‰ (variation de 30.4‰ à 35.8‰)
- _ Taux de renouvellement journalier en eau de mer : 100 %
- _ Photopériode naturelle, lumière faible.



L'aération est effectuée à l'aide d'air surpressé à 200 grammes produit par deux surpresseurs. Le bac de 300 litres a été alimenté par de l'eau de mer en provenance du forage ou de la Cabanor, servant au renouvellement quotidien.

Ces jeunes buccins ont été alimentés 1 fois par semaine avec des crabes verts *Carcinum maenas* pêchés à Kilkeel¹ en Irlande du Nord. Ces crabes ont été livrés au SMEL placés dans un bac extérieur de 800 litres rempli au tiers par de l'eau de mer du forage, aérée à l'aide de bulleurs, soumis à une photopériode naturelle et à un renouvellement journalier de 100 %, sans alimentation. Les crabes verts sacrifiés ont été donnés frais aux bulots chaque semaine. Un échantillon de la chair de ces crabes a été collecté dans des sachets pour signature isotopique également.

2.3- Matériels biologique :

La première expérience sur la signature isotopique des animaux adultes a été réalisée du 11/04/2013 au 02/07/2013. 151 bulots *Buccinum undatum* pêchés² dans l'ouest Cotentin, secteur de la Catheue ont été placés dans la structure de stabulation en circuit semi-fermé. Ces animaux adultes ont été stabulés dans une structure identique mais au sein de paniers plus volumineux que les petits aquariums et nourris de la même façon que les juvéniles (paragraphe précédent).

Parallèlement, un échantillon aléatoire d'animaux des différentes zones géographiques a été prélevé afin de définir leurs signatures isotopiques.

La deuxième expérience portant sur la signature isotopique des juvéniles a été réalisée du 09 janvier 2014 au 29 juillet 2014. Des pontes ont été récoltées sur l'estran et ont été stockées dans des paniers placés dans un bac de réserve d'eau de mer dont les paramètres étaient les suivants :

- _ Température moyenne suivant celle de la température de référence – 1°C notée Tref-1
- _ Salinité moyenne : 32.4 %o
- _ Taux de renouvellement journalier en eau de mer : 100 %
- _ Photopériode naturelle, lumière faible.

A l'éclosion des pontes, les juvéniles ont été placés dans un aquarium comme décrit et illustré figure 37.

¹ par Jérôme de la société « A fond de cale »

² Par Didier GUENON



2.4- Protocole expérimental :

Pour l'utilisation des ratios isotopiques du carbone et de l'azote en tant que traceurs, le muscle, intégrateur de la nourriture assimilée sur le moyen à long terme dans beaucoup de taxons, est utilisé. Ce temps d'assimilation reste pourtant relatif par rapport à la longévité de l'espèce considérée (Tieszen *et al.* 1983, Pinngar et Polunin 1999, Dalerum *et al.* 2005, Herzka 2005, Stowasser *et al.* 2006). Chez les buccins, le muscle est effectivement susceptible d'apporter une information sur le régime alimentaire à plus long terme, malgré la difficulté de son statut de détritivore. Le muscle est généralement le tissu de référence dans les études par approche isotopique de la structure et du fonctionnement de réseaux trophiques considérés dans leur ensemble (Hobson et Welch 1992, Pinngar et Polunin 1999).

Préparation des échantillons :

Pour les adultes de la première expérience (à intervalles réguliers, environ tous les 30 jours), comme pour l'échantillon aléatoire des animaux des différentes zones géographiques, les pieds ont été retirés, débarrassés de l'opercule, pesés et congelés immédiatement (figure 38). Pour les juvéniles, les petits buccins ont été sacrifiés, décoquillés et pesés régulièrement comme noté dans le tableau 10, puis congelés. Quelque soit le type d'échantillons, pieds d'adultes ou juvéniles, ils ont été broyés manuellement à l'aide d'azote liquide puis mécaniquement pour produire une poudre fine et homogène. Les échantillons ont ensuite été passés au dessicateur où ils ont été lyophilisés au minimum 48h. Des micropesées de 900 à 1200 µg ont ensuite été réalisées et encapsulées dans des microcapsules en aluminium.

L'analyse des isotopes stables du carbone et de l'azote a été réalisée par un analyseur élémentaire couplé à un spectromètre de masse.

Un échantillon de chair de crabe servant de nourriture aux buccins a également été sacrifié, pesé, broyé, lyophilisé, micropesé et encapsulé afin d'en obtenir la signature isotopique.

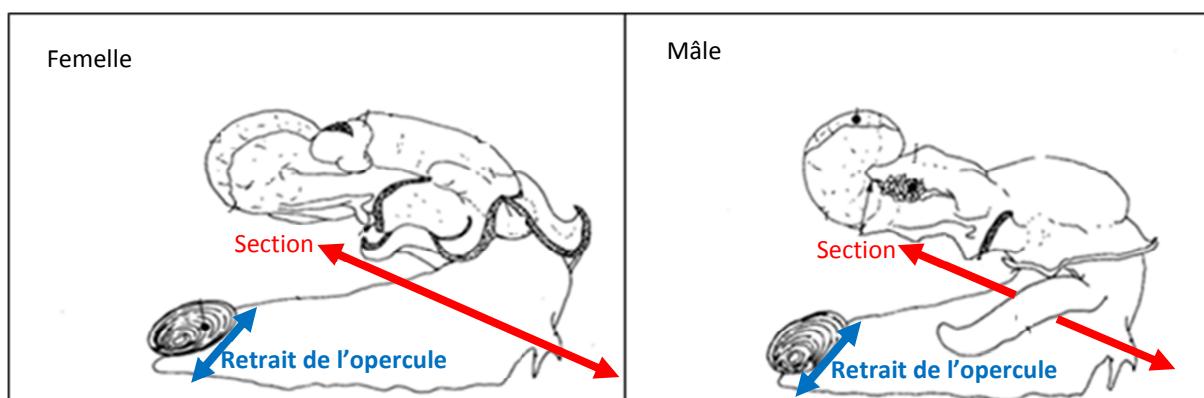


Figure 38 : schéma de découpe du pied

**Tableau 10 : Dates de prélèvement des échantillons, poids coquillé et décoquillé.**

Dates	Poids coquillé (mg)	Poids décoquillé (mg)
03/04/2014	non pesé	160,36
14/04/2014	380	178,91
24/04/2014	400	170
05/05/2014	456	170
15/05/2014	530	220
26/05/2014	600	190
05/06/2014	395,82	162,3
18/06/2014	450	140
26/06/2014	401,57	145
09/07/2014	610,71	188,48
17/07/2014	Echantillon détérioré	
29/07/2014	452,18	134
29/07/2014	échantillon de crabe non pesé	Poids de chair de crabe 431 mg

3. RESULTATS :

Aucune variation des ratios isotopiques de l'azote et du carbone $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ sur les animaux adultes stabulés au cours de la première expérience n'a été décelée.

Les résultats de l'expérience réitérée sur les juvéniles sont attendus.

La figure 41 illustre les résultats comparatifs des différents rapports isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des buccins récoltés sur les 4 différentes zones géographiques.

Les buccins du Cotentin et les buccins irlandais ont présenté des rapports isotopiques voisins $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$. Ces rapports isotopiques sont différents des 2 populations de la Baie de Bourgneuf qui présentent un enrichissement en azote de leurs protéines tissulaires.

Le rapport isotopique de l'azote est identique chez les buccins écossais et du Cotentin, proches de celui des individus provenant d'Irlande mais varie chez des buccins évoluant dans la Baie d'Oléron. En revanche, le rapport isotopique du carbone $\delta^{13}\text{C}$ est identique chez les animaux écossais et de la Baie d'Oléron mais très différent de celui des buccins évoluant en Ecosse où le long de nos côtes.

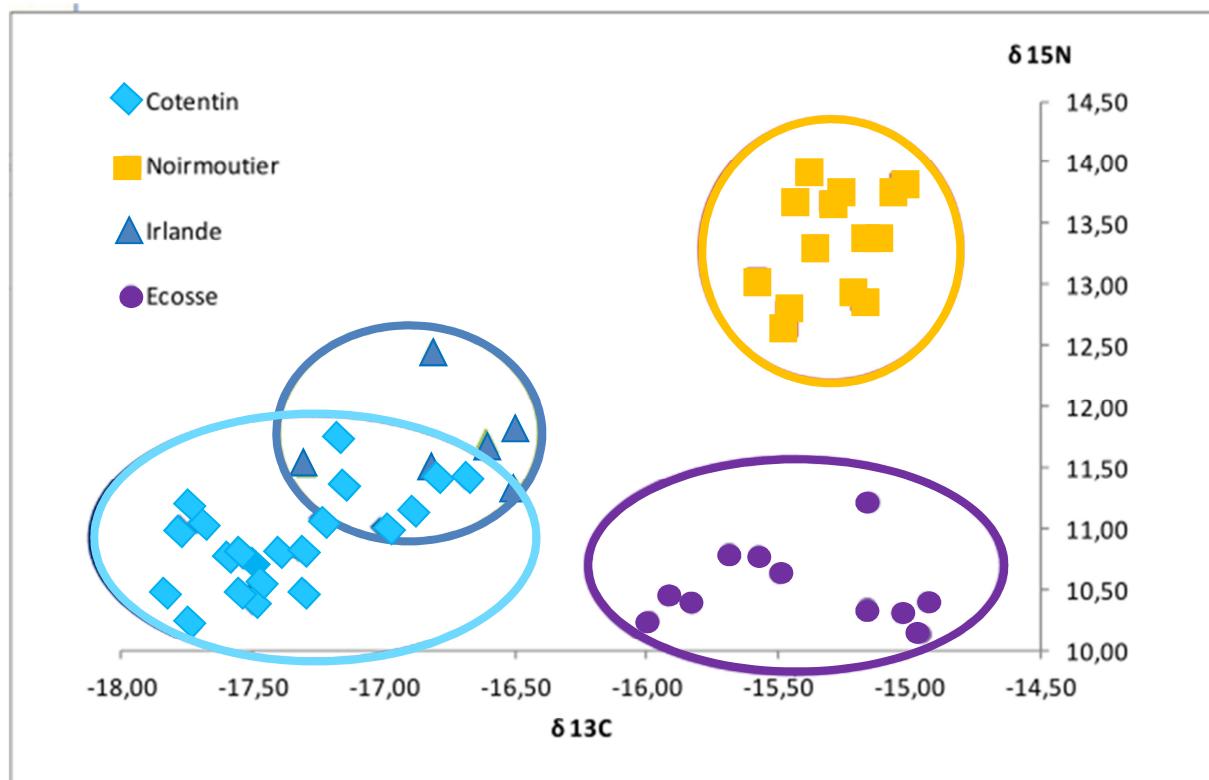


Figure 39 : Résultats comparatifs des différents rapports isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des buccins récoltés sur les 4 différentes zones géographiques.

4. DISCUSSION CONCLUSION :

Cette approche exploratoire conduite au cours de ce projet avait pour objectif d'apporter les premiers éléments de réponses sur l'écologie trophique du buccin et notamment les différences ou similitudes des différentes populations des 4 zones géographiques étudiées, la Baie de Bourgneuf, l'Ouest Cotentin, le sud-est de l'Irlande et les îles Shetland en Ecosse. Cette étude a été divisée en 2 parties distinctes, une étude de fractionnement avec une source d'alimentation connue et maîtrisée d'une part, et d'autre part, la comparaison des signatures isotopiques des 4 populations issues des 4 zones géographiques sélectionnées.

Aucune variation des rapports isotopiques du carbone et de l'azote $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ n'a été constatée lors de la réalisation de la signature isotopique de fractionnement sur les buccins adultes stabilisés lors de la première expérimentation. Le renouvellement tissulaire trop lent ne semblerait pas avoir permis une variation des ratios isotopiques, d'où l'intérêt de réitérer cette expérience sur des juvéniles dont le renouvellement tissulaire est légèrement plus rapide. Les derniers échantillons destinés à cette étude ont été transférés à la faculté de Caen fin juillet 2014 et sont en cours d'analyse.

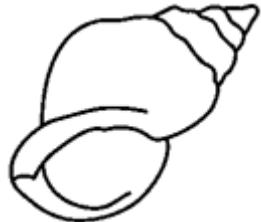


Les rapports isotopiques du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$) ont été utilisés comme indicateurs respectifs des zones d'alimentation et des niveaux trophiques des 4 populations de buccins prises en compte. Il ressort de cette étude des variations entre ces différentes populations avec cependant une niche trophique qui semblerait proche des 2 populations irlandaises et du Cotentin.

Dans la poursuite de ce projet, une étude isotopique plus approfondie sera mise en place afin de voir l'éventuel lien entre l'écologie trophique du buccin et sa reproduction.



CONCLUSION GÉNÉRALE





CONCLUSION

La pêche du buccin, *Buccinum undatum*, a un fort impact économique dans l'ouest Cotentin. Les débarquements de bulots ont représenté 5,45 millions d'euros sur les 17,04 millions totaux des débarques de Granville en 2014, bilan 2014 *Dossier de presse du Port de Granville, CCI Centre et Sud Manche*.

Suite aux importantes chutes de rendements de la fin des années 90, de nombreuses mesures, en accord avec la profession, ont été mises en place successivement : une diminution du nombre de licences de pêche, une réduction des quotas, une diminution de la flottille, mais aussi une interdiction de pêche en janvier pour repos biologique et une taille minimale de capture, garantie par un tri à bord efficace. L'état des lieux de la pêcherie réalisé grâce à des suivis de gisements scientifiques et professionnels réguliers ont permis l'acquisition de séries historiques des rendements de pêche. Cet état des lieux a permis de préciser l'état actuel des populations de buccins et mis en avant l'efficacité des mesures appliquées depuis 2004. Aucune incohérence dans la gestion n'ayant été soulevée, **cette étude a montré la bonne gestion de la pêcherie du buccin de l'ouest Cotentin.**

Cette gestion participative intégrée dans une politique proactive est pertinente dans les conditions environnementales actuelles. Cependant les conditions climatiques changent, s'aggravant avec l'anthropisation, et modifient les écosystèmes marins. Les caractéristiques biologiques du buccin, et en particulier sa reproduction, le rendent vulnérable face à ces changements. Espèce d'eau froide, son cycle de reproduction est sensible aux variations de température (Shelmerdine *et al.* 2007). **Les résultats de l'étude réalisée en conditions contrôlées associés aux données issues des différentes zones géographiques ont confirmé cette spécificité biologique.** En effet, ces résultats ont montré des variations de taille en fonction des sites géographiques avec des **différences de taille à la première maturité sexuelle. La taille des animaux sexuellement matures se situe entre 45 et 48 mm en Vendée, entre 53 et 58 mm dans le Cotentin, ≥70 mm en Irlande et ≥100 mm en Ecosse.** Cette étude a mis en évidence également des différences de stades de maturité au sein d'une même classe de taille et entre les sexes. De même, l'étude réalisée en conditions contrôlées a révélé des **décalages de pontes**, des **variations du nombre de pontes** en fonction des températures (nombre diminué en température chaude) comme une meilleure efficacité des pontes en température froide.

Ces résultats sur le cycle de maturité sexuelle ont été complétés par des expérimentations visant à déterminer les limites de gaméto-génèse. Elles ont permis de montrer la nécessité d'une dynamique des températures afin d'activer la gaméto-génèse



qui semblerait se bloquer en température fixe dans ces conditions expérimentales. La réversibilité de ce phénomène sera étudiée au cours du programme BESTCLIM. Le suivi des pontes sera reconduit une nouvelle fois en 2015/2016 pour permettre de confirmer ou d'infirmer la meilleure efficacité des pontes en zones froides, c'est-à-dire un nombre de juvéniles (viables) plus important.

Le cycle de reproduction du buccin s'avère complexe. Il semblerait que la gaméto-génèse se passe en températures montantes et l'accouplement comme la ponte en cinétique de températures descendantes. Les pontes sont émises juste avant la période la plus froide de l'année. L'influence de l'estivation sur la gaméto-génèse reste à démontrer.

L'impact des changements climatiques sur la ressource pourrait perturber également la niche trophique de celle-ci. Une étude comparative des signatures isotopiques des buccins, issus des 4 zones géographiques (conditions environnementales contrastées) a été mise en œuvre au cours de cette étude. Cette approche exploratoire a mis en évidence des niches trophiques définies suivant les différentes zones géographiques. Ces premiers résultats seront complétés par les expérimentations du programme BESTCLIM.

Grâce aux résultats acquis dans le cadre du programme BULOCLIM réalisé dans les gammes de températures prévues par le G.I.E.C., et mettant en évidence un lien fort entre la température et la reproduction, il est plus envisageable de visualiser l'avenir et d'anticiper une nouvelle gestion. BULOCLIM, notamment grâce à l'acquisition des données biologiques qui a **pour ultime objectif la modélisation de l'impact d'un changement climatique, en particulier de la température, sur la reproduction de ce gastéropode permettra ainsi d'anticiper l'évolution des populations de buccins.** Effectivement, toutes ces données transmises prochainement à l'équipe du Docteur BEAUGRAND de Wimereux permettront l'élaboration d'un modèle de projection. Ce modèle permettra d'anticiper les changements climatiques globaux, dans une approche écosystémique, en préservant nos ressources et notre activité économique.

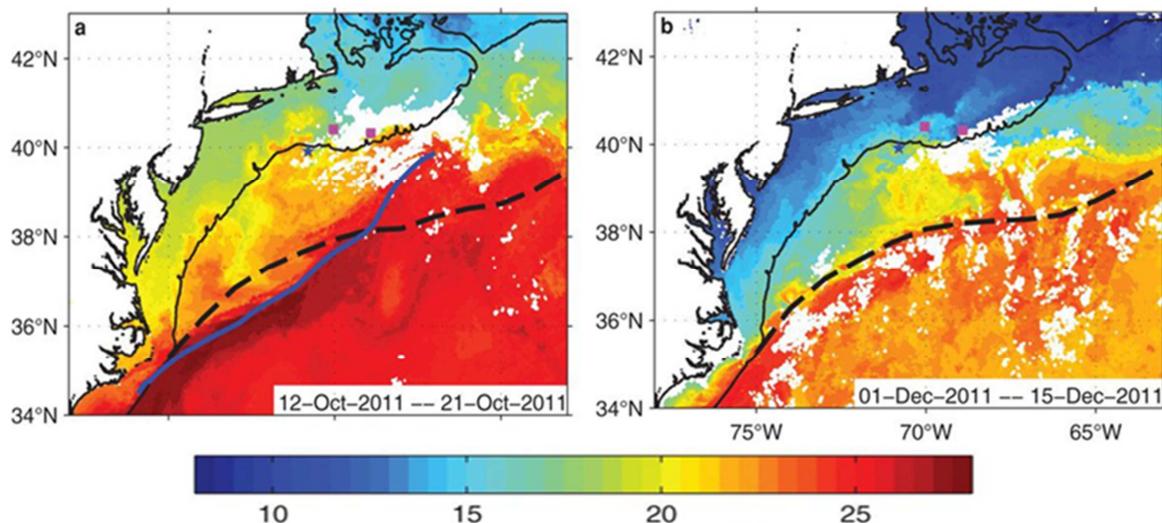
La gestion d'une espèce animale, quelle qu'elle soit, se doit d'être fondée sur la connaissance biologique de celle-ci et l'élargissement de ce projet permettrait de définir les fondamentaux d'une pêche future pérenne.

ANNEXES

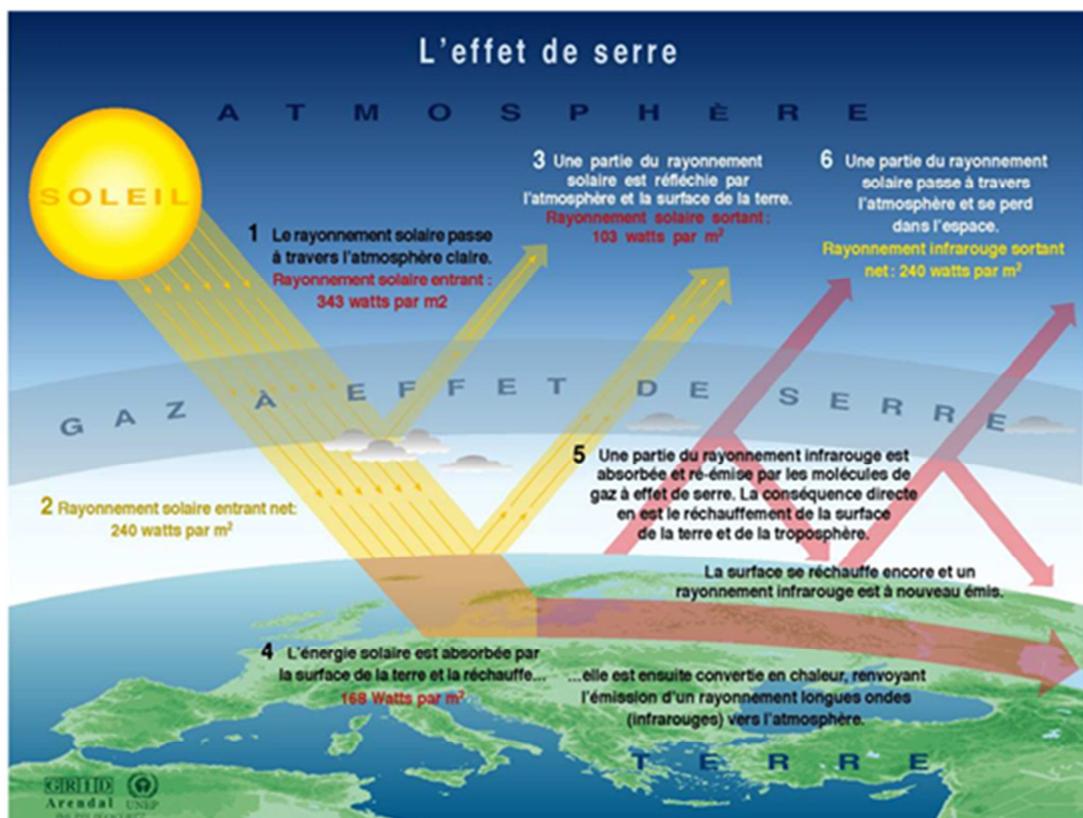


Annexe 1 : Maxima de température de surface de la mer représentés pour deux périodes. (a) entre le 12 et le 21 octobre 2011 et (b) entre le 1^{er} et le 15 décembre. Sur la figure (Glen Gawarkiewicz *et al.*, *Scientific Reports*)

(a), la ligne tiretée définit la trajectoire moyenne du Gulf Stream durant cette période, la ligne bleue indique la trajectoire observée en septembre 2011. La figure montre que le centre du courant, à 39° N : 68° W a dévié vers le nord. Sur la figure (b), la ligne tiretée suit la trajectoire moyenne du Gulf Stream durant cette période. La ligne en trait plein présente en (a) et (b) la limite du plateau continental. On observe de larges méandres sur la figure (b).



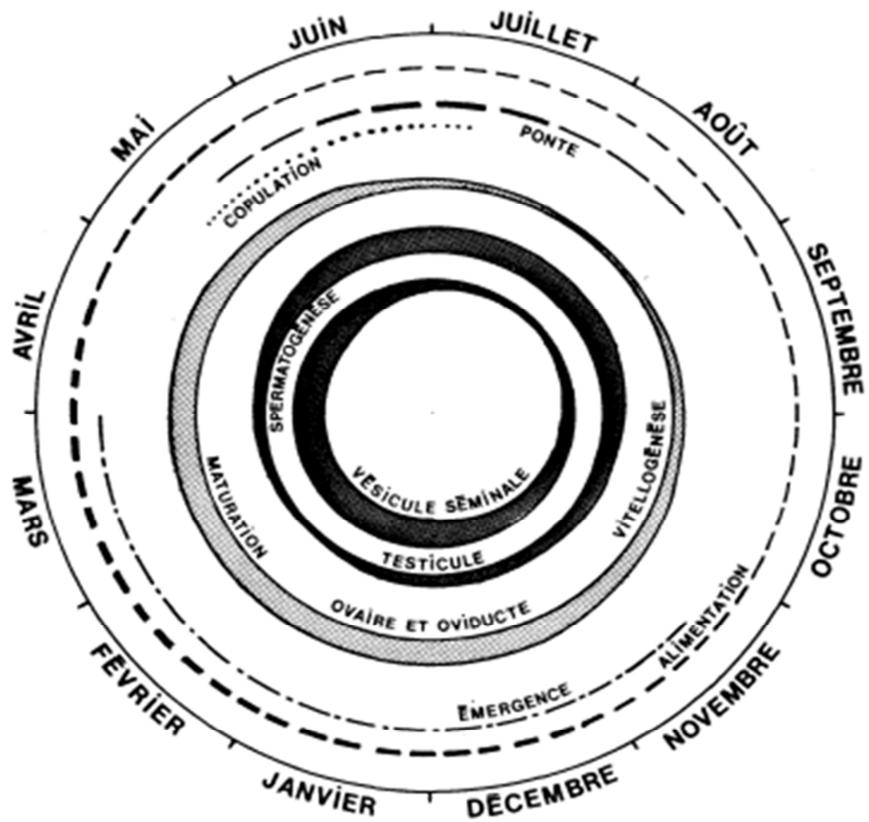
Annexe 2 : Figure représentative de l'effet de serre (source Okanagan University).



Annexe 3 : Dérèglement : une inconnue (source Okanagan University).



Annexe 4 : Résumé des principaux événements liés au cycle de reproduction chez *Buccinum undatum*; Havre-Saint-Pierre, golfe du Saint-Laurent.



Annexe 5 : test d' Anova entre les années 2009 à 2012.

Données échantillonnage	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,13131763	3	0,04377254	0,72849345	0,54105123	2,838745406
A l'intérieur des groupes	2,40345565	40	0,06008639			
Total	2,53477328	43				

Données pêche	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,38149465	3	0,12716488	2,2684279	0,09529227	2,83874541
A l'intérieur des groupes	2,24234383	40	0,0560586			
Total	2,62383848	43				

Annexe 6 : test d' Anova de mars à juin 2009 à 2012.

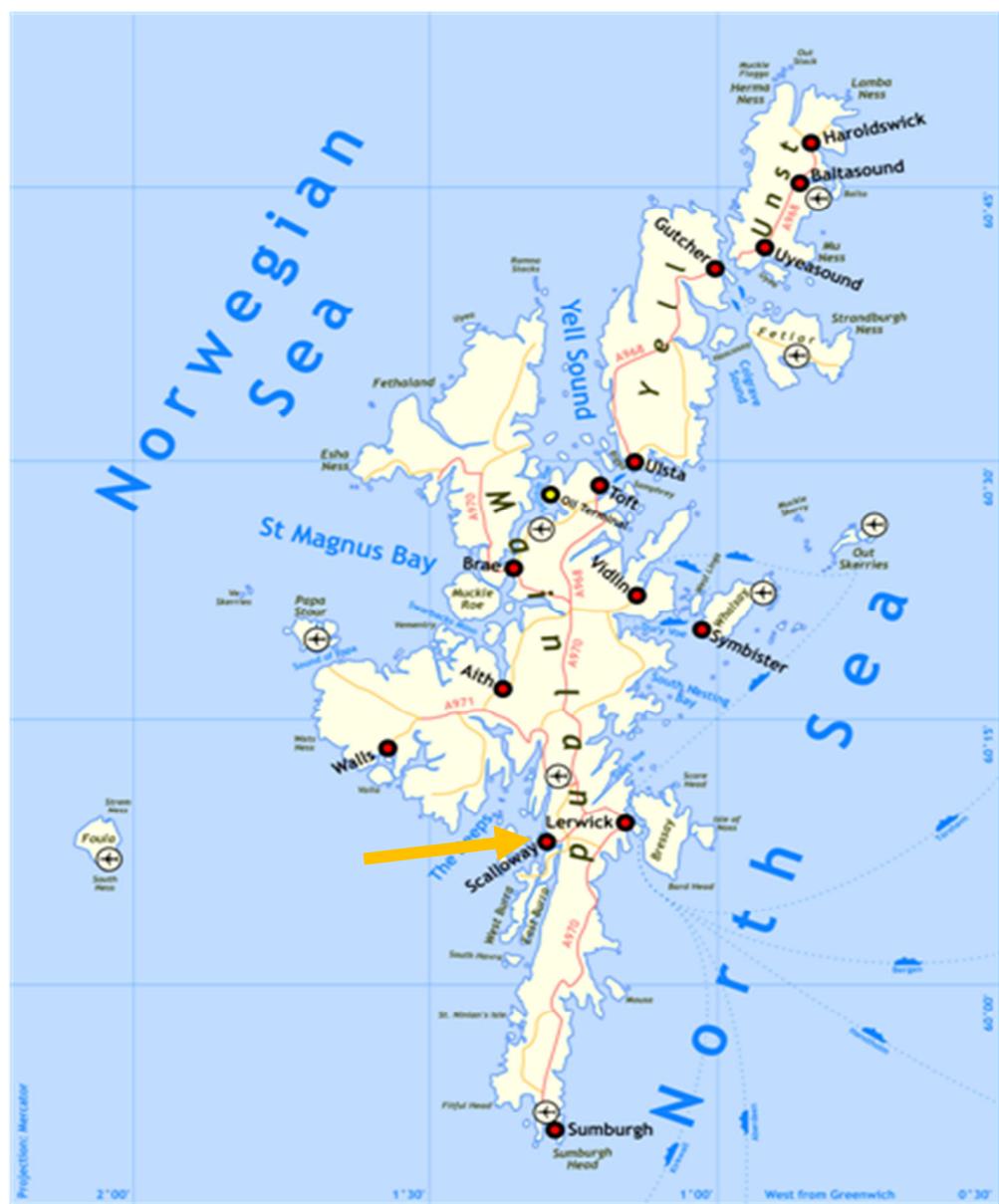
Données échantillonnage	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,49888848	3	0,16629616	19,2469998	7,0264E-05	3,49029482
A l'intérieur des groupes	0,1036813	12	0,00864011			
Total	0,60256978	15				

Données pêche	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,49888848	3	0,16629616	19,2469998	7,0264E-05	3,49029482
A l'intérieur des groupes	0,1036813	12	0,00864011			
Total	0,60256978	15				

Annexe 7 : Relevé des températures extrait de la base de données hydronor (réalisée par le SMEL).

CW	Large_CW-S	Catheue	2007	1	2	22/01/07	9,98
CW	Large_CW-S	Catheue	2007	2	3	05/02/07	9,16
CW	Large_CW-S	Catheue	2007	2	4	20/02/07	9,16
CW	Large_CW-S	Catheue	2007	3	5	05/03/07	9,78
CW	Large_CW-S	Catheue	2007	3	6	21/03/07	9,07
							9,43
CW	Large_CW-S	Catheue	2008	1	2	25/01/08	9,15
CW	Large_CW-S	Catheue	2008	2	3	11/02/08	8,66
CW	Large_CW-S	Catheue	2008	2	4	21/02/08	8,46
CW	Large_CW-S	Catheue	2008	3	6	27/03/08	8,32
							8,65
CW	Large_CW-S	Catheue	2009	1	1	14/01/09	6,99
CW	Large_CW-S	Catheue	2009	2	4	26/02/09	7,20
CW	Large_CW-S	Catheue	2009	3	5	12/03/09	8,00
CW	Large_CW-S	Catheue	2009	3	6	31/03/09	9,42
							7,90
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	1	1	05/01/10	6,80
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	1	2	18/01/10	6,15
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	2	3	04/02/10	6,55
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	2	4	17/02/10	6,07
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	3	5	02/03/10	6,99
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	3	6	18/03/10	6,88
CW	Large_CW-S	Catheue	2010	3	6	30/03/10	8,16
							6,80
CW	Large_CW-S	Catheue	2011	1	2	21/01/11	7,77
CW	Large_CW-S	Catheue	2011	2	3	08/02/11	7,45
CW	Large_CW-S	Catheue	2011	2	4	21/02/11	7,94
CW	Large_CW-S	Catheue	2011	3	5	07/03/11	7,60
CW	Large_CW-S	Catheue	2011	3	6	22/03/11	8,74
							7,90
CW	Large_CW-S	Catheue	2012	1	1	11/01/12	10,07
CW	Large_CW-S	Catheue	2012	1	2	25/01/12	9,63
CW	Large_CW-S	Catheue	2012	2	3	10/02/12	7,20
CW	Large_CW-S	Catheue	2012	2	4	22/02/12	7,42
CW	Large_CW-S	Catheue	2012	3	5	13/03/12	8,60
CW	Large_CW-S	Catheue	2012	3	6	23/03/12	9,19
							8,69
CW	Large_CW-S	Catheue	2013	1	2	16/01/13	8,23
CW	Large_CW-S	Catheue	2013	2	3	13/02/13	7,62
CW	Large_CW-S	Catheue	2013	2	4	28/02/13	6,51
CW	Large_CW-S	Catheue	2013	3	6	28/03/13	6,92
							7,320

Annexe 8 : Carte du point de prélèvement des buccins écossais servant aux données de maturité.



Annexe 9 : Carte du point de prélèvement des buccins irlandais servant aux données de maturité.



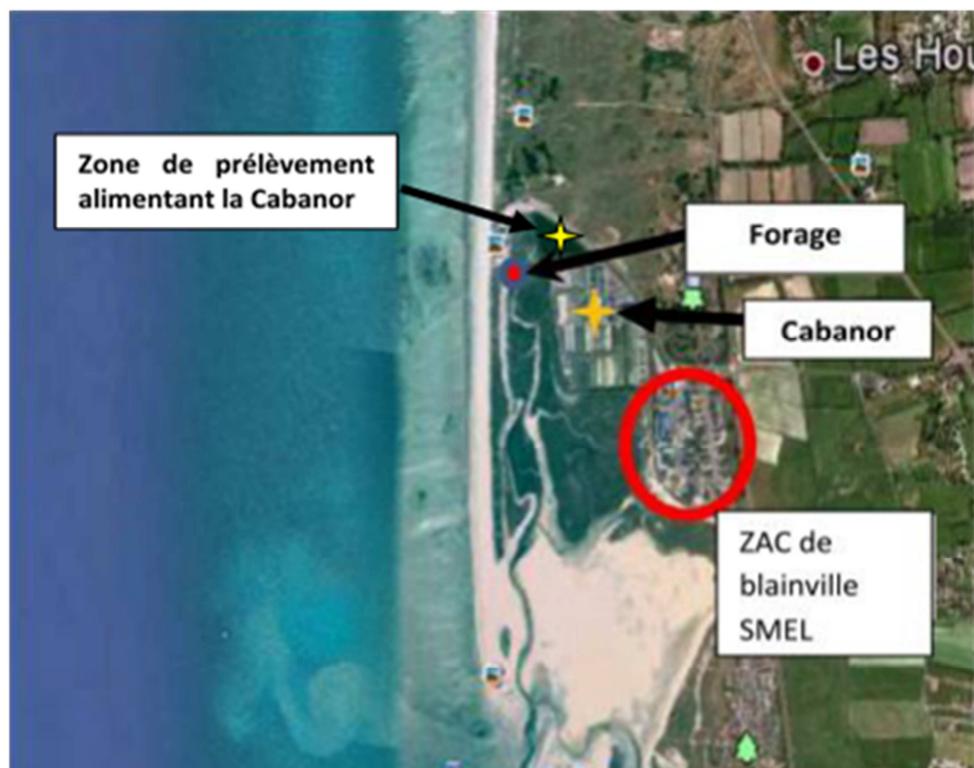
Annexe 10 : Carte du point de prélèvement des buccins bretons servant aux données de maturité.



Annexe 11 : Photo : Salle climatisée accueillant la structure de stabulation.



Annexe 12 : Photo : Vue aérienne des ravitaillements en eau.



Annexe 13 : Carte du point de prélèvement des buccins du cotentin destinés aux différentes structures S1, S2, S3 et S4.



Annexe 14 : Analyse statistique avec statview.

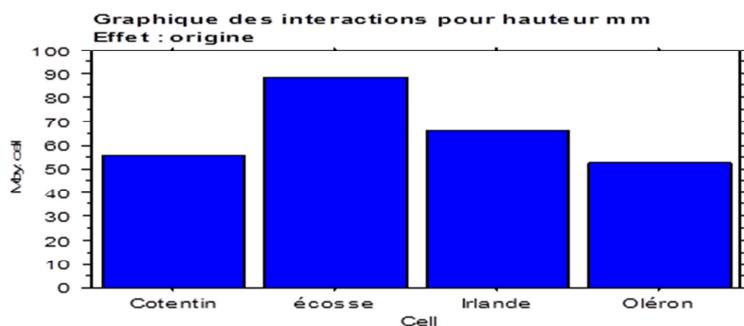
Tableau ANOVA pour hauteur mm

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
origine	3	23785.225	7928.408	742.435	<.0001	2227.305	1.000
poids grammes	1	182890.674	182890.674	17126.314	<.0001	17126.314	1.000
origine * poids grammes	3	13987.162	4662.387	436.597	<.0001	1309.791	1.000
Résidu	3533	37728.652	10.679				

Tableau de moyennes pour hauteur mm

Effet : origine

	Nombre	Moyenne	Dév. Std.	Err. Std.
Cotentin	1364	55.675	5.791	.157
écosse	355	88.799	19.425	1.031
Irlande	651	65.890	12.730	.499
Oléron	1171	52.467	6.207	.181



Test PLSD de Fisher pour hauteur mm

Effet : origine

Niveau de significativité : 5 %

	Diff. moy.	Diff. crit.	Valeur p	
Cotentin, écosse	-33.123	.382	<.0001	S
Cotentin, Irlande	-10.215	.305	<.0001	S
Cotentin, Oléron	3.208	.255	<.0001	S
écosse, Irlande	22.909	.423	<.0001	S
écosse, Oléron	36.332	.388	<.0001	S
Irlande, Oléron	13.423	.313	<.0001	S

Test F pour hauteur mm

Variable "groupe" : origine

Ratio théorique = 1

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
Cotentin, écosse	.089	1363	354	.089	<.0001
Cotentin, Irlande	.207	1363	650	.207	<.0001
Cotentin, Oléron	.870	1363	1170	.870	.0138
écosse, Irlande	2.328	354	650	2.328	<.0001
écosse, Oléron	9.793	354	1170	9.793	<.0001
Irlande, Oléron	4.206	650	1170	4.206	<.0001

Info. du groupe pour hauteur mm

Variable "groupe" : origine

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
Cotentin	1364	55.675	33.536	5.791	.157
écosse	355	88.799	377.314	19.425	1.031
Irlande	651	65.890	162.049	12.730	.499
Oléron	1171	52.467	38.529	6.207	.181

Test F pour poids grammes

Variable "groupe" : origine

Ratio théorique = 1

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
Cotentin, écosse	.025	1363	354	.025	<.0001
Cotentin, Irlande	.104	1363	650	.104	<.0001
Cotentin, Oléron	.725	1363	1170	.725	<.0001
écosse, Irlande	4.193	354	650	4.193	<.0001
écosse, Oléron	29.295	354	1170	29.295	<.0001
Irlande, Oléron	6.986	650	1170	6.986	<.0001

Info. du groupe pour poids grammes

Variable "groupe" : origine

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
Cotentin	1364	22.410	51.096	7.148	.194
écosse	355	78.141	2063.261	46.423	2.411
Irlande	651	38.450	492.025	22.182	.869
Oléron	1171	20.033	70.430	8.392	.245

Annexe 15 : Tableau des relations taille-poids dans les 4 sites de février 2013.

site	Effectif	Relation Taille-Poids	Coefficient de corrélation associé
Ecosse	112	$W=0.0002L^{2.86}$	$R^2=0.973$
Bourgneuf	503	$W=0.0002L^{2.94}$	$R^2=0.891$
Cotentin	596	$W=0.0005L^{2.67}$	$R^2=0.839$
Irlande	185	$W=0.0001L^{3.02}$	$R^2=0.932$

BIBLIOGRAPHIE

- Bell, M.C., et Walkers, P. (1998). Size at maturity in common whelks *Buccinum undatum* L. in England and Wales. ICES, CM 1998/CC: 9. 14.
- Bourque, A. (2000). Les changements climatiques en cours et à venir.
- Caddee, G.C., Boon, J.P., Fischer, C.V., Mensink, B.P. et Ten Hallers-Tjabbes, C.C. 1995. Why the whelk (*Buccinum undatum*) has become extinct in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands J. Sea Res.* 34 (4) : 337-339.
- Curtin, R., Prellezo, R. (2010). Understanding marine ecosystem based management: a literature review. *Mar Policy*, 34: 821-830.
- Dalerum, F., Angerbjörn, A. (2005). Resolving temporal variation in vertebrate diets using naturally occurring stable isotopes. *Oecologia*, 144: 647-658.
- Fahy, E. (2001). Conflict between two inshore fisheries: For whelk (*Buccinum undatum*) and brown crab (*Cancer pagurus*), in the southwest Irish Sea. *Hydrobiol.*, 465 : 73-83.
- Gendron, L. (1992). Determination of the size at sexual maturity of the Waved Whelk *Buccinum undatum* Linnaeus, 1758, in the Gulf of St. Lawrence, as a basis for the establishment of a minimum catchable size. *J. Shellfish Res*, 11(1): 1-7.
- Golikov, A.N. (1968). Distribution and variability of long-lived benthic animals as indicators of currents and hydrological conditions. *Sarsia*, 34: 199-208.
- Hamel, J.R. (1989). Régime alimentaire et comportements d'alimentation et de reproduction du gastéropode *Buccinum undatum* L. dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Thèse (M.Sc.) Université Laval, Québec. 39 p.
- Herzka SZ (2005) Assessing connectivity of estuarine fishes based on stable isotope ratio analysis. *Estuar Coastal Shelf Sci* 64: 58-69.
- Heude-Berthelin, C., Hégron-Macé, L., Legrand, V., Jouaux, A., Adeline, B., Mathieu, M., and Kellner, K. (2011). Growth and reproduction of the common whelk *Buccinum undatum* in west Cotentin (Channel), France.
- Himmelman, J.H., Hamel, J.R. (1993). Diet, behavior and reproduction of the whelk *Buccinum undatum* in the northern Gulf of St Lawrence, eastern Canada. *Mar. Biol.*, 116, 167-178.
- Hobson, K.A., Welch, H.E. (1992). Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using ^{13}C and ^{15}N analysis. *Mar Ecol Prog Ser*, 84: 9-18.
- Holme N.A. (1966). The bottom fauna of the English Channel, J. Mar. Biol. Assac. UK, 46, 401-423.
- Hyslop, E. J. (1980), Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429
- Kdie, M. (1969). On the endoparasites of *Buccinum undatum* L. with special reference to the trernatodes. *Ophelia*, 6: 251-279.
- Larkin, P.A. (1996). Concepts and issues in marine ecosystem management. *Rev Fish Biol Fisher*, 6: 139-164.

Laurec, A., Le Guen, J.C. (1981). Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1 : Concepts et Modèles. CNEX/Centre Océanologique de Bretagne. Brest, 30-31.

Lindeman RL (1942) The trophic-dynamic aspect of ecology. Ecology 23: 399-418

Martel, A., Larrivée, H. D., Klein, K. R., Himmelman, J. H. (1986). Reproductive cycle and seasonal feeding activity of the neogastropod *Buccinum undatum*.

Martel, A., Larrivée, H.D., Himmelman, J.D. (1986). Behaviour and timing of copulation and egg-laying in the neogasteropod *Buccinum undatum*. J Exp. Mar. Biol. Ecol, 96: 1-13.

Mercier A., Hamel J.F., 2008, Nature and role of newly described symbiotic associations between a sea anemone and gastropods at bathyal depths in the NW Atlantic. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 358, 57-69.

Mensink, B.P., Ten Hallers-Tjabbes, C.C., Kraalt, J., Freriks, I.L. et Boon, J.P. (1996). Assessment of imposex in the common whelk, *Buccinum undatum* (L.) from the Eastern Scheldt, The Netherlands. Mar. Environ. Res, 41(4): 315-325.

Morel, G.M., et Bossy, S.F. (2004). Assessment of the whelk (*Buccinum undatum* L.) population around the Island of Jersey, Channel Isles. Fish. Res, 68(1-3): 283-291.

Pinnegar, J.K., Polunin, N.V.C. (1999). Differential fractionation of ^{13}C and ^{15}N among fish tissues: implications for the study of trophic interactions. Funct Ecol, 13: 225-231.

Quero, J.C., Vayne, J.J. (1998). Gastéropode. Les fruits de la mer et plantes marines des pêches françaises, Delachaux et Niestlè, Paris, pp63-66, pp76-77.

Rochette, R., Tetreault, F., Himmelman, J.H. (1999). Aggregation of whelks, *Buccinum undatum*, near feeding predators: the role of reproductive requirements.

Santarelli, L., Gros, P. (1985). Age and growth of the whelk *Buccinum undatum* L. (Gastropoda: Prosobranchia) using stable isotopes of the shell and operculum striae. Oceanol. Acta 8, 221-229.

Santarelli-Chaurand, L. (1985). Les pêches de buccin (*Buccinum undatum* L.: Gastropoda) du golfe Normano-Breton : éléments de gestion de la ressource. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille.

Shelmerdine, R.L., Adamson, J., Laurenson, C.H., Leslie, B. (2007). Size variation in populations of the common whelk, *Buccinum undatum*, over large and small spatial scales: Potential implications for micro-management within fishery. Fish. Res, 86, 201-206.

Smith, K.E., Thatje, S., Helgoland, M. (2012). Research Nurse egg consumption and intracapsular development in the common whelk *Buccinum undatum* (Linnaeus 1758).

Stowasser G, Pierce GJ, Moffat CF, Collins MA, Forsythe JW (2006) Experimental study on the effect of diet on fatty acid and stable isotope profiles of the squid *Lolliguncula brevis*. J Exp Mar Biol Ecol 333: 97-114.

Veron, G., Huet, J. (1983). La pêche du buccin sur la côte ouest-Cotentin. Eléments de biologie.

Tieszen, L.L., Boutton, T.W., Tesdahl, K.G., Slade, N.A. (1983). Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for ^{13}C analysis of diet. *Oecologia*, 57: 32-37.

The state of world fisheries and aquaculture. (2010). Rome, FAO, 2010, 197 p.

Dossier de presse du Port de Granville, CCI Centre et Sud Manche, bilan 2013

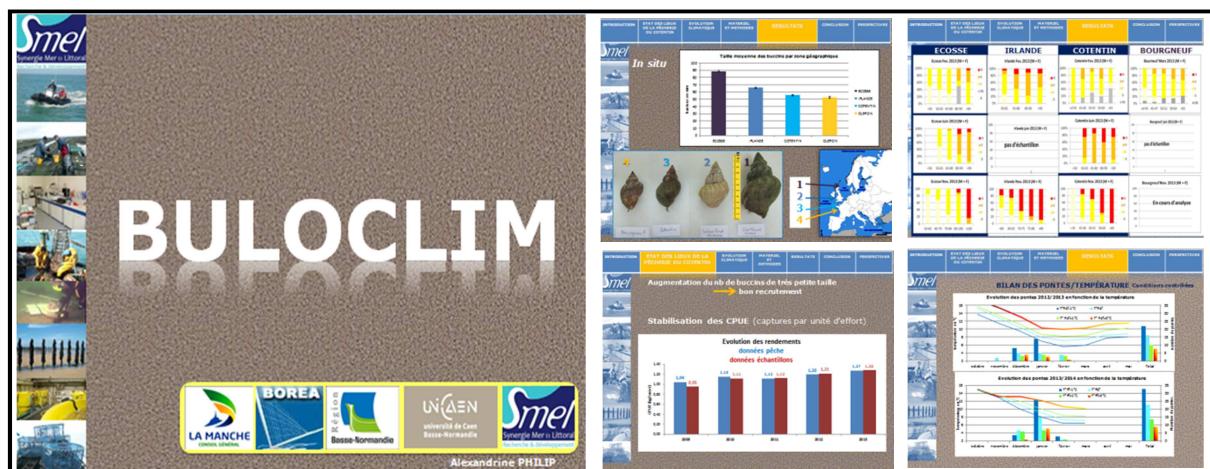
BILAN DE COMMUNICATION

PROJET BULOCLIM

AVRIL 2013 – DECEMBRE 2014

COMITES SYNDICAUX DU SMEL

- ⇒ Présentation des premiers résultats du projet BULOCLIM



Le 21 février 2014

- ⇒ Présentations des résultats de BULOCLIM et ouverture sur le nouveau projet BESTCLIM

Le 05 novembre 2014

ECHANGES AVEC LA PROFESSION ORGANISES PAR LE CRPBN

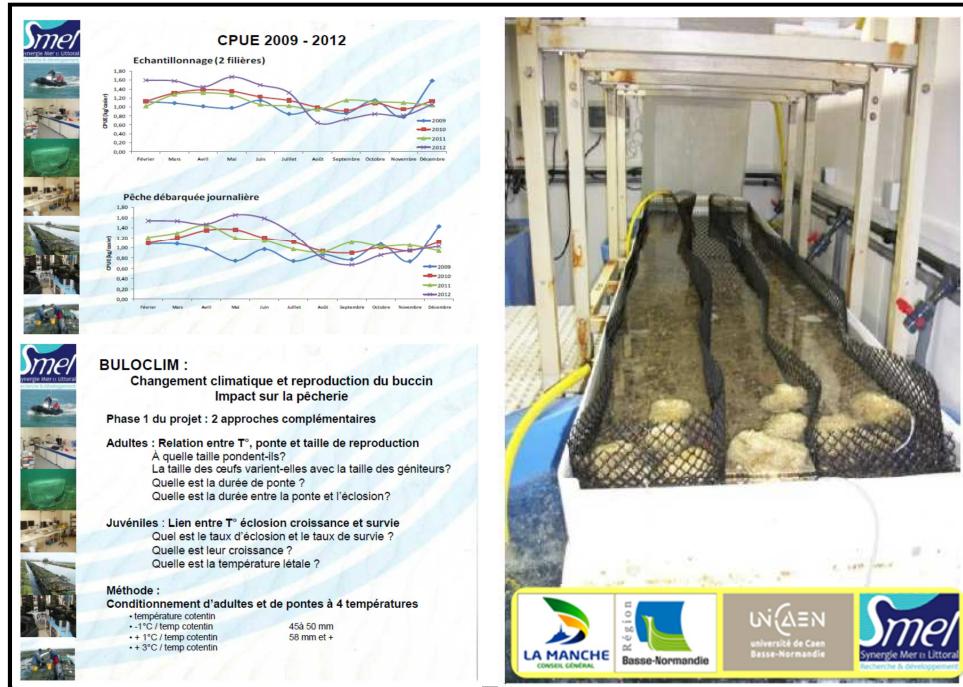
- ⇒ Réunion à Granville avec les pêcheurs professionnels. Présentation des premiers résultats à 6 mois et directives : Etat de la ressource – bilan des résultats de la campagne d'observation 2007-2013, bilan des auto-échantillonnages 2009-2013 (SMEL).

Le 07 février 2014

COMITE REGIONAL DES PÊCHES MARITIMES ET DES ELEVAGES MARINS DE BASSE NORMANDIE

En vue de la phase 2 du projet BULOCLIM avril 2013 – décembre 2014, réunion de la commission bulots :

- ⇒ Résultats des suivis volontaires de captures 2009-2012 – Bilan pêche de l'année et de décembre – **BULOCLIM : Etat d'avancement du programme** – IGP nouvelles propositions



Le 22 janvier 2013

UNIVERSITE DE CAEN BASSE NORMANDIE – REUNION DE PILOTAGE

- ⇒ **Point intermédiaire sur le projet BULOCLIM et recentrage du projet**

Le 08 juillet 2014

- ⇒ **Mis en commun des données récupérées**

Le 10 octobre 2014

- ⇒ **Point final sur le projet et ouverture sur BESTCLIM grâce aux éléments soulevés par BULOCLIM**

Le 09 décembre 2014

WEB

⇒ Article « le projet BULOCCLIM »



Publié le 23 janvier 2015 | Actualités, Pêche |

Le projet BULOCCLIM

Anticiper une nouvelle réalité climatique, réagir vite pour pérenniser l'activité professionnelle des pêcheurs : plusieurs études...

Le projet BULOCCLIM

les :

bulot climat gestion reproduction température

Publié le 23 janvier 2015

⇒ Dossier « BULOCCLIM »

Publication le 30 juin 2015

BILAN FINANCIER



