

*Comparaison morphologique des Thais lapillus
en mode battu et en mode abrité et discussion
des facteurs écologiques impliqués*

Master EFCE 1^{ère} année

Leslie BLANCHET, Léna BARASCOU, Lorrie CARASSINI, Pauline CLIN et Célia BERNARD

02 DECEMBRE 2016

La nucelle, *Nucella lapillus*, est un gastéropode de la famille des Muricidae très courant sur les côtes rocheuses de l'Atlantique et de la Manche. Il s'agit d'une espèce prédatrice zoophage et perceuse se nourrissant essentiellement de ce qui est le plus abondant sur l'estran : les moules, les balanes et les patelles. Cependant, la nucelle est prédatée notamment par les crabes, les échinodermes et certains oiseaux marins (tournepierres, huitriers pies...). Ainsi, elle joue un rôle essentiel dans la chaîne trophique.

Ce mollusque est reconnaissable par sa coquille épaisse et conique dont la surface est marquée par une succession de lignes spiralées. Cependant, sa hauteur (celle de la coquille), sa largeur et celle du péristome sont variables selon l'habitat et les facteurs écologiques auxquels elle doit faire face. La forme des coquilles peut être modifiée selon le mode plus ou moins abrité du biotope. La forme de certains coquillages varierait donc en fonction des paramètres abiotiques du milieu de vie. Le mode d'exposition de la côte ou son degré de confinement pourrait donc rendre compte de cette variabilité morphologique des coquilles. [1]

L'objectif de ce rapport est de comparer la morphologie de *Thais lapillus* selon son habitat et les facteurs écologiques.

L'estran de Penvins, dans le Morbihan, constitue notre site d'étude et présente deux environnements distincts par leur exposition au vent : du côté des vents dominants nous parlerons du mode battu, à l'inverse nous parlerons du mode abrité.

Par ailleurs, la nucelle est un prosobranch commun de la zone intertidale (de mi marée à basse mer). Elle s'adapte très bien à la dynamique des marées et des vagues. Peu migratrice et n'ayant pas de phase pélagique, elle constitue des populations locales. Les jeunes se logent dans les fissures et les balanes vides, et vivent sur les hauts niveaux. Les adultes (âgés de trois ans et plus) se situent plus vers le bas où ils déposent leur ponte. De plus, ces populations sont influencées par l'abondance de proies et de prédateurs. Il faut donc prendre en compte les espèces en relation avec les *Thais*. (Gérard Hommay, 1982)

Ces différentes conditions de vie nous amènent à nous questionner sur les variations morphologiques des *Thais* le long de l'estran. Pour cela nous testons les hypothèses biologiques suivantes : (1) la géomorphologie de l'estran influence les traits d'histoire de vie de l'espèce (2) la densité de proies sur l'estran a une influence positive sur la croissance des *Thais* (3) les pressions de sélection liée à la compétition modifient leur développement.

Pour tester ces hypothèses, plusieurs prédictions sont effectuées : (1) la hauteur de *Thais*/la taille de son péristome est plus élevée en mode battu (2) les *Thais* ont une taille plus importante lorsqu'il y a un pourcentage élevé de moules (3) la taille de *Thais* diminue quand le nombre de Littorine augmente.

Matériels et méthodes :

- Matériel biologique :

Les nuelles sont prélevées sur l'ensemble du rocher de la pointe de Penvins en mode battu et en mode abrité endroit du prélèvement.



© 2004 - R. B. P. P. P. P.

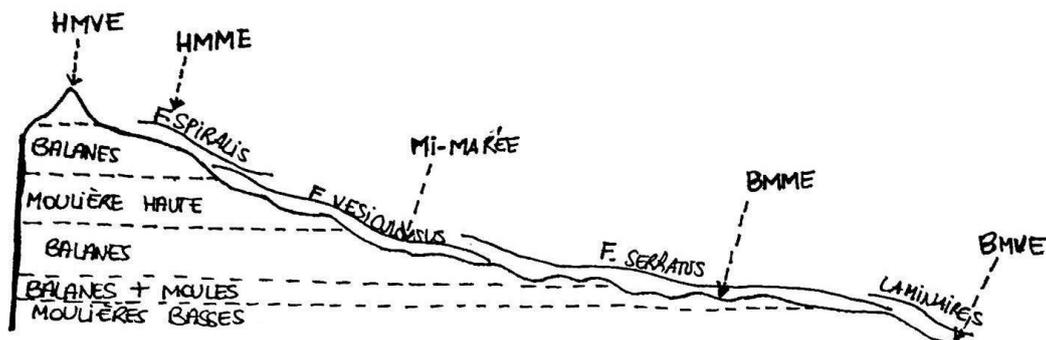
Figure 1: *Thaïs lapillus*

- Milieu de l'étude :

Penvins est un village de la commune de Sarzeau dans le Morbihan et est situé près de la côte bordant l'océan Atlantique. La pointe de Penvins s'étend sur 800 m pour aboutir sur un estran. Les prélèvements sont effectués le long de l'estran en mode battu et abrité dont les profils topographiques diffèrent sur les deux zones.

a) *Le mode battu*

Une pente régulière est observée où sont distinguées deux ceintures, de balanes et de moules. *Thaïs* occupe l'estran depuis la première ceinture de moules jusqu'à la seconde où elle colonise ses proies. Les conditions abiotiques et biotiques diffèrent de haut en bas de l'estran. Différents niveaux successifs traduisant la zonation biologique de l'espèce peuvent être distingués.



BMVE : Basse marée vives eaux , BMME : Basse marée moyennes eaux , HMME : Haute marée moyennes eaux , HMVE : Haute marée vives eaux

Figure 2 : Zonation végétale et faunistique, en mode battu, sur la pointe de Penvins. HMVE : Haute marée vives eaux, HMME : Haute marée moyennes eaux, BMME : Basse marée moyennes eaux, BMVE : Basse marée vives eaux

b) *Le mode abrité*

En zone abrité, l'abondance d'algues est plus importante. Cependant, les populations de balanes sont clairsemées et les moules peu nombreuses. Les mêmes prédateurs sont observés entre les deux zones.

c) *Exemple de profil topographique du site*

Les premières mesures se font à partir du niveau 0, soit le point de Basse Marée Vives Eaux (BMVE). Ensuite, en montant le long du transect, des mesures d'altitudes sont effectuées à chaque changement de dénivelé.

- Expérimentation :

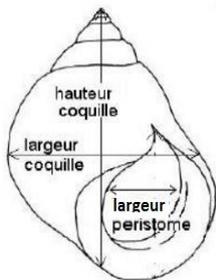
a) *Prélèvements*

Chaque groupe est dispersé sur l'estran tous les 20 mètres par rapport au chenal sauf le premier se trouvant à 10 mètres. Nous avons fait un transect de 50 mètres de long en faisant des stations tous les 5 mètres. A chaque station, trois quadrats sont lancés de manière aléatoire. Seules les nuelles vivantes sont prélevées et conservées dans des sacs plastiques dans le but de les identifier par la suite.

Les espèces *Littorina littorea*, *Littorina saxatilis*, *Littorina obtusata*, *Gibbula cinerea*, *Gibbula sp*, *Monodonta lineata*, *Nassarius reticulatus*, *Ocenebra erunacea* et *Patella sp* sont comptabilisées sans être prélevées.

Enfin, l'estran étant escarpé, un décimètre permet de mesurer les différences d'altitudes entre le haut et le bas du transect mais également de définir le point de la marée-basse.

b) *Mesures*



Des mesures biométriques (Fig.3) sont effectuées sur les nuelles. Pour chaque individu, nous mesurons la hauteur et la largeur de la coquille ainsi que la largeur du péristome à l'aide d'un pied à coulis (précision 10 mm).

Figure 3 : mesures faites sur l'espèce *Thais lapillus* prélevée sur l'estran de Penvins dans le Morbihan.

- Analyse statistique des résultats : les analyses statistiques sont effectuées à l'aide du logiciel statistique R.

Tout d'abord, un test de corrélation (Pearson ou Spearman) entre la hauteur du Thaïs et la taille de son péristome est effectué afin d'enlever une de ces deux variables pour effectuer tous les tests suivants, si ces modalités sont corrélées.

Hypothèse 1 : Pour analyser la largeur de péristome de Thaïs en fonction de la station et de la distance au chenal à la fois en mode battu et abrité, des tests de comparaison de moyenne sont réalisés avec des données indépendantes (test t ou test de Wilcoxon). De plus, une analyse d'allométrie entre la hauteur de la coquille et la largeur du péristome est effectuée dans les deux modes.

Hypothèse 2 : Pour analyser cette hypothèse, on utilise une régression linéaire avec un LM pour mesurer l'interaction entre le pourcentage de moules et la largeur du péristome, dans les deux modes.

Hypothèse 3 : Quant à cette hypothèse, une régression linéaire est également réalisée à partir d'un LM entre le nombre de *Littorina littorea* et *Littorina saxatilis* et la largeur du péristome des Thaïs, dans les deux modes.

Résultats :

La hauteur/largeur de la coquille, la largeur de la coquille/la largeur du péristome et la hauteur/largeur du péristome sont corrélées deux à deux.

Tableau 1 : Coefficients de corrélation entre les traits morphologiques de *Thaïs* dans les deux modes. Les données représentent le taux de corrélation r (> 0 corrélation forte), *** elles sont très significatives ($p << 0,001$).

	Mode abrité	Mode battu
Largeur/Hauteur	$r=0,85$ ***	$r=0,9$ ***
Largeur/Largeur du péristome	$r=0,69$ ***	$r=0,77$ ***
Largeur du péristome/Hauteur	$r=0,72$ ***	$r=0,79$ ***

Les corrélations obtenues en mode abrité et battu sont très significatives. De plus, la corrélation est d'autant plus forte que le r est positif.

Hypothèse 1 : Impact de la géomorphologie de l'estran sur la morphologie de *Thaïs*

Il a été analysé, dans un premier temps, la taille du péristome selon la station et la distance au chenal à la fois en mode abrité et battu (Fig.5).

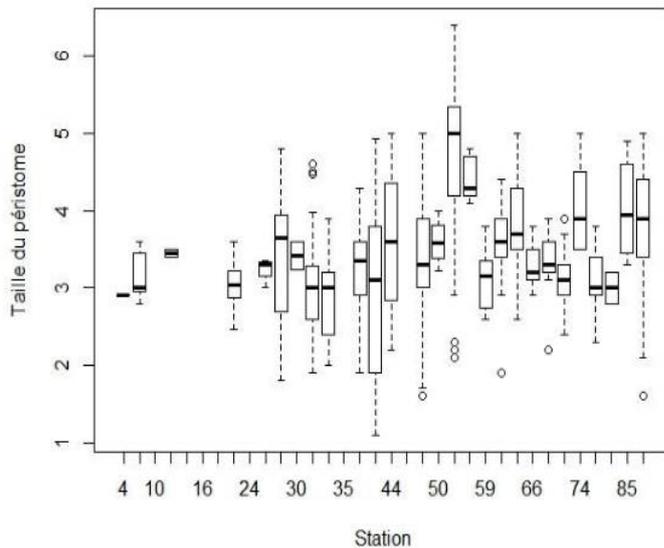
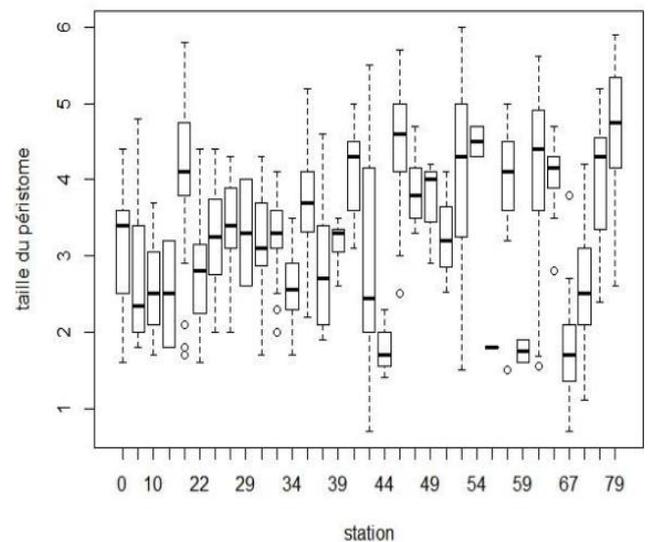


Figure A

Figure B



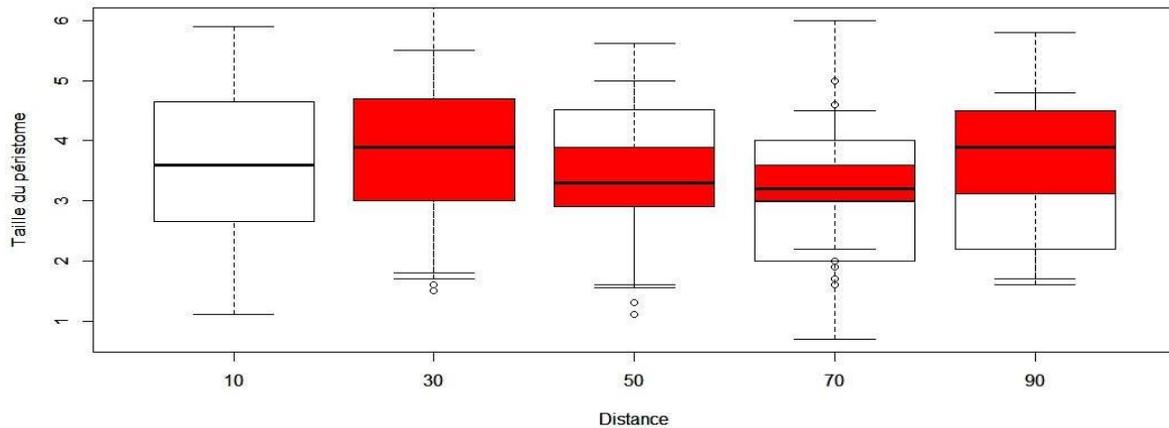


Figure 4 : Mesures globales sur la taille des péristomes. A. Mesures de la taille du péristome en fonction de la station, en mode abrité. B. Mesures de la taille du péristome en fonction de la station en mode abrité. C. Mesures de la taille du péristome selon la distance au chenal en mode abrité (en blanc) et battu (en rouge). Les données sont exprimées en moyenne \pm e.s. p -value < 0.001

On observe que la taille du péristome augmente significativement lorsque l'on se rapproche de la station avec une p -value de $8.82e-7$.

De plus, plus on se rapproche du chenal, plus la taille du péristome augmente.

Dans un second temps, il est observé une allométrie pour le côté battu, en effet, après les différents calculs, nous obtenons un résultat de 11,92 que l'on compare à 1,96, ce résultat est largement supérieur ce qui nous permet de rejeter l'isométrie. De plus, cette allométrie est majorante de part sa valeur coefficient directeur a (1,38) supérieur à 1.

Quant au côté abrité, avec les mêmes calculs on obtient un résultat de 0.0175 que l'on compare également à 1,96, ce résultat est inférieur ce qui ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse de l'isométrie.

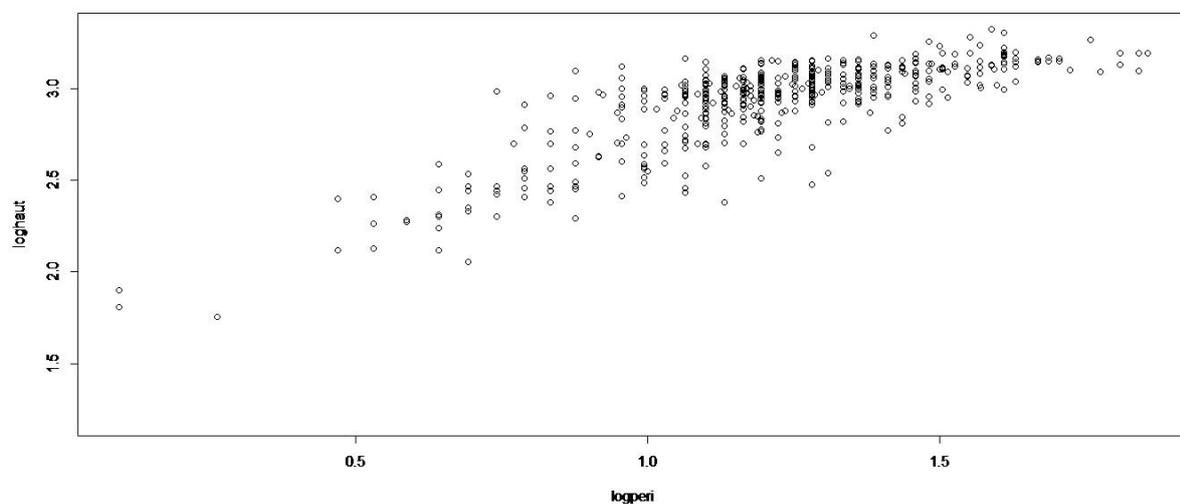


Figure 5 : Droite d'isométrie représentant la hauteur des individus en fonction de la taille du péristome, en mode abrité

La droite d'isométrie entre la taille du péristome et la hauteur de Thaïs a été tracée dans le mode abrité (Fig.6)

Il s'agit d'une droite d'isométrie. Ainsi, la largeur du péristome et la hauteur de la coquille croissent à la même vitesse en mode abrité.

Pour le mode battu nous avons obtenu la droite d'allométrie suivante :

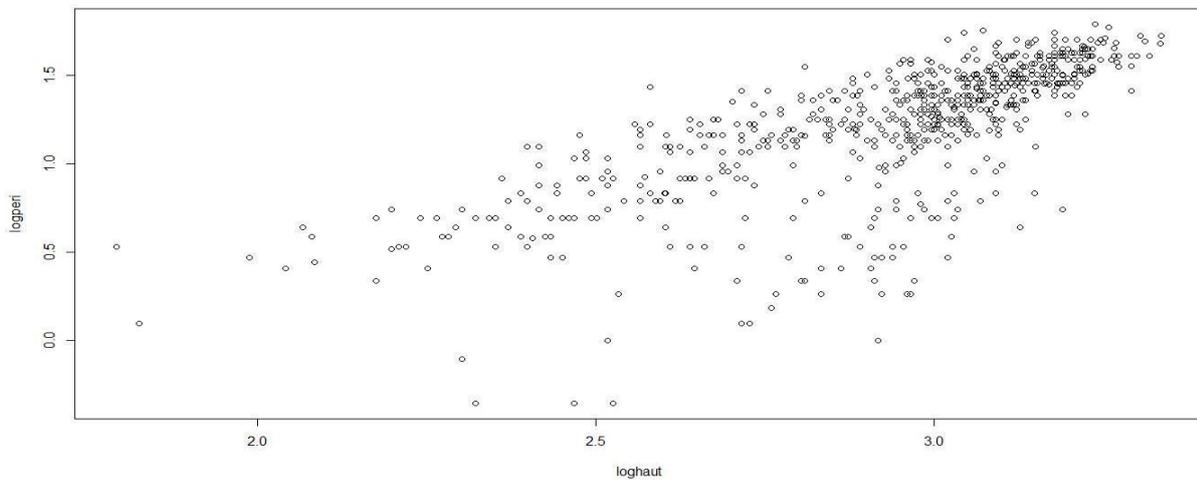


Figure 6 : Représentation de la droite d'allométrie entre la taille du péristome et la hauteur du Thaïs en mode battu

Cette droite montre que la largeur du péristome croît plus vite que la hauteur de la coquille.

Hypothèse 2 : Impact de la densité de proies sur la croissance de Thaïs

Nous avons commencé par analyser la taille des péristomes avec le pourcentage de recouvrement des moules.

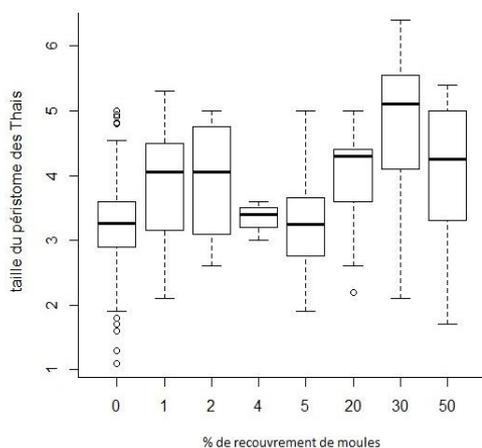


Figure 8 : Taille du péristome en fonction du pourcentage de recouvrement de moules, en mode abrité. $p < 0.05$

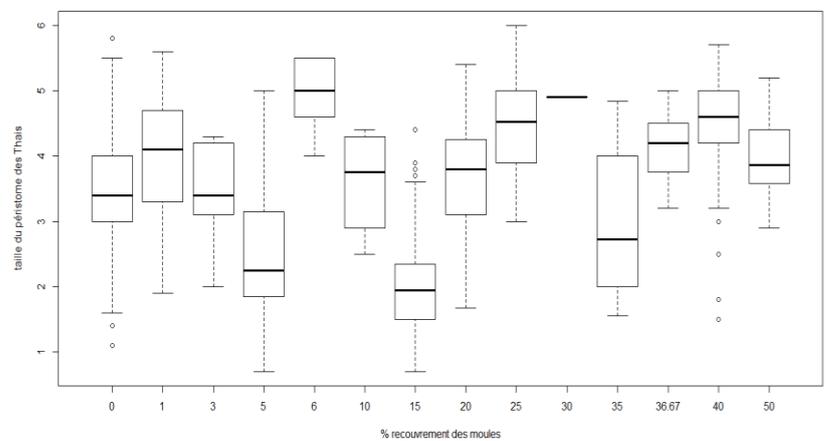


Figure 7 : Taille du péristome en fonction du pourcentage de recouvrement de moules, en mode battu. $p < 0.05$ ($p\text{-value} = 1.953 \cdot 10^{-14}$)

Ce graphique (Fig.8) montre que la largeur du péristome varie significativement en fonction du pourcentage de moules en mode abrité. Ainsi, plus le pourcentage de moules est important, plus la taille du péristome augmente.

En mode battu, la taille du péristome varie également significativement en fonction du pourcentage de recouvrement de moules.

Hypothèse 3 : Impact du nombre de Littorines sur la taille de Thais

Nous observons une différence de taille significative de la taille du péristome des Thais en fonction du nombre de Littorine (mode abrité, anova : pour les Littorines, DF=1, F-value=13,22, p-value < 0,001, pour l'interaction Littorines/station, DF=11, F-value= 2,90, p-value < 0,01. En mode battu, anova : pour les Littorines, DF=1, F-value=13,16, p-value < 0,001, pour l'interaction Littorines/station : DF=21, F-value=1,67, p-value*).

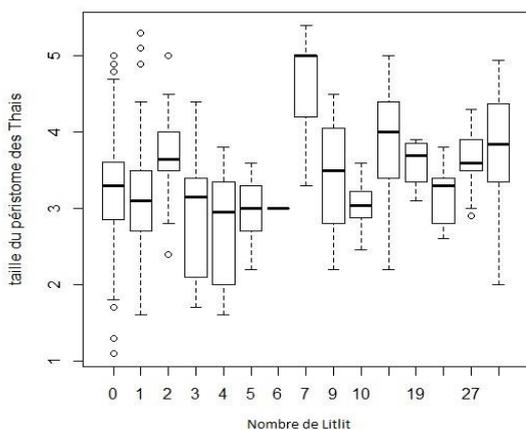


Figure 10 : Figure : Taille du péristome en fonction du nombre de *Littorina littorea*, en mode abrité : p-value<0.05 (0.009)

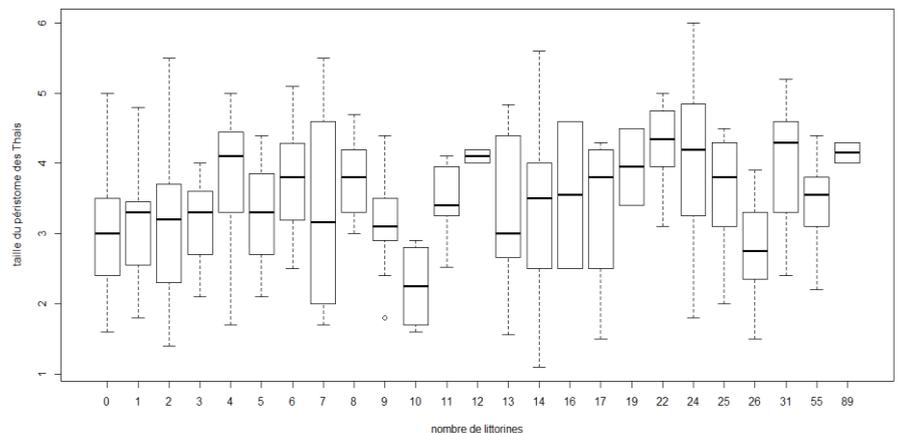


Figure 11 : Figure : taille du péristome en fonction du nombre de *Littorina littorea* en mode battu : p-value<0.05 (7.055*10⁻⁵)

En mode abrité, il semble que la largeur du péristome des Thais soit plus élevée à partir d'un nombre assez important de Littorines (à partir de 7).

Ce n'est pas le cas avec l'espèce *Littorina Saxatilis*.

Idem Litsax : significatif p-value<0.05 (p-value=0.03805)

Discussion

Hypothèse 1 : Impact de la géomorphologie de l'estran sur la morphologie de Thaïs

Il y a une forte corrélation entre la hauteur de la coquille et le diamètre du péristome.

D'après nos résultats, avec l'allométrie du côté battu, on observe que cette allométrie est majorante donc que la taille d'ouverture du péristome croît plus vite que la longueur et la largeur de thaïs. Il faut savoir que l'ouverture du péristome permet au pied de sortir de la coquille. En milieu abrité, le bord de la coquille étant très épais, empêche de laisser la place pour la sortie du pied alors qu'il en est ainsi pour la coquille d'un nucelle de milieu battu.

Ce que l'on peut interpréter de façon écologique, c'est que la population de nuelles des milieux battus développe un pied plus puissant pour pouvoir résister le mieux possible à la force des vagues qui s'exerce directement sur le rocher. Ce dernier n'amortit pas cette dynamique, c'est pourquoi les individus développent des caractères morphologiques différents. C'est donc une population sélectionnée par le facteur physique de la dynamique des vagues qui se développe.

Hypothèse 2 : Impact de la densité de proies sur la croissance de Thaïs

Les thaïs ont des préférences alimentaires, les balanes aux moules. D'après nos observations, les balanes sont davantage présentes en haut de la zone battue car les individus ont une meilleure résistance aux agressions abiotiques. De plus, prédatées par les crabes et les Thaïs, les moules y sont peu présentes.

L'installation des moules se fait, quant à elle, au niveau des surfaces rocheuses aux endroits où la houle est élevée, que l'on appelle le mode battu. Ce mode représente des conditions moins accessibles pour un prédateur comme thaïs, qui pour subsister sur ces surfaces, devra développer des caractères morphologiques particuliers comme une augmentation de la largeur de son péristome. Si elles se trouvent dans un environnement plus abrité, elles vont avoir des conditions plus favorables de développement mais vont être plus soumises à la prédation car les prédateurs pourront plus facilement gérer des conditions plus favorables.

Chez la nucelle, le type de proie et le temps de ravitaillement affectent la croissance des individus. Il existe un ralentissement de la croissance lorsque le temps d'alimentation est réduit. La force des vagues sur la côte exposée diminue également la croissance, de part la réduction de l'efficacité mais aussi du temps d'alimentation. L'action des vagues peut influencer

l'optimal foraging en prolongeant le temps nécessaire à manipuler la proie. Les vagues empêchent l'inspection, les phases d'ingestion et ainsi diminuent l'efficacité du prédateur.

Le type de proie a un effet significatif sur les taux de croissance. Les moules conduisent à une croissance plus rapide. On observe un taux de croissance plus grand au niveau du mode battu où il a beaucoup de moules. Mais comme dit précédemment, les nuelles grandissent moins sur le côté exposé aux vagues et mieux sur le côté abrité.

La disparité des résultats conduisant une variation dans la croissance entre les deux modes n'est pas explicable en termes de variation du type de proie disponible.

L'abondance ou la répartition verticale de certaines espèces prédatées varie selon le mode battu ou abrité. Dans ce premier mode, il existe deux ceintures de moules que l'on n'observe guère en milieu abrité, ainsi que la zone de balanes qui est plus étendue. Cela induit une présence plus abondante de *Thaïs*, du fait d'un nombre important de moules ce qui signifie beaucoup de ressources disponibles dans ces endroits.

Hypothèse 3 : Impact du nombre de *Littorines* sur la taille de *Thaïs*

Bibliographie :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Tributyl%C3%A9tain>

[1] <http://www.mer-littoral.org/14/nucella-lapillus.php>

<http://svt.ac-rouen.fr/biologie/nucelle/nucelle.htm>

[2] http://blogperso.univ-rennes1.fr/frederic.ysnel/public/Cours_LBO_POP_2012_partie_1.pdf

[3] <http://archimer.ifremer.fr/doc/00315/42578/41948.pdf>

[4] http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/upload/doc/LB/GT28_GC54_ATLANTIQUE_imposex_2015.pdf

[5] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3267715/>

→ évolution des traits adaptatifs (étude sur nucelle et escargot)

[6] http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mec.13703/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase_site_license=LICENSE_DENIED_NO_CUSTOMER

→ dispersion d'un autre type d'escargot marin avec génétique (SNPs)

[7] http://www.persee.fr/doc/arsci_0399-1237_2000_num_24_1_988

[8] http://www.persee.fr/doc/arsci_0399-1237_2000_num_24_1_988

[9] <http://doris.ffessm.fr/Especes/Nucella-lapillus-Pourpre-petite-pierre-1359>

[10] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tributyl%C3%A9tain>

Résumé/abstract (250 mots max) :