

# ETUDE DE LA VARIABILITE DES PARAGNATHES CHEZ QUATRE POPULATIONS DE *HEDISTE DIVERSICOLOR* (ANNELIDE POLYCHETE) DU LITTORAL D'EL JADIDA, MAROC

Y. Elyadari<sup>1</sup>, A. Rouhi<sup>2</sup>, J. Sif<sup>1</sup>, H. Baba<sup>1</sup> et J. Chaouite<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Équipe de Physiologie et d'Écotoxicologie « *EPE* ».

<sup>2</sup>Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF), Beni Mellal, Maroc.

<sup>3</sup>Équipe d'Etude et d'Analyse Environnementales « *EEAE* ». Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, El Jadida, Maroc.  
[sif.jamila16@yahoo.com](mailto:sif.jamila16@yahoo.com)

(Received July 2017 – Accepted July 2019)

## RÉSUMÉ

**Elyadari, Y. Rouhi, A. Sif, J. Baba H. et Chaouite, J. 2019. Etude de la variabilité des paragnathes chez quatre populations de *hediste diversicolor* (annélide polychète) du littoral d'El Jadida, Maroc. *Journal Scientifique Libanais*. 20(2): 193-205.**

*Hediste diversicolor* (Annélide Polychète) est assez fréquent dans des écosystèmes à caractéristiques très variées comme dans le littoral d'El Jadida (Maroc) : l'estuaire Oum Rbiaa, les deux lagunes Sidi Moussa et Oualidia et dans le port de pêche. Dans le but de révéler une éventuelle variabilité morphologique populationnelle entre ces quatre sites, nous avons dénombré chez une cinquantaine d'individus de chaque population d'une part les paragnathes et d'autre part les sétigères. Par ailleurs, la distribution des paragnathes en position I est également étudiée. Les résultats obtenus montrent une nette ressemblance entre la population de l'estuaire d'Oum Rbiaa et celle du port de pêche d'une part et entre la lagune Oualidia et de Sidi moussa d'autre part. Le premier groupe se caractérise par un nombre faible de paragnathes et une diversité moindre. Alors que le deuxième groupe est caractérisé par un nombre élevé de paragnathes et une diversité élevée. Cette diversité semble être liée à une différence des conditions physico-chimiques des milieux de vie des vers, tels que : la salinité de l'eau et la granulométrie du sédiment.

**Mots-clés:** *Hediste diversicolor*, variabilité morphologique, paragnathes, sétigères, Polychète.

### ABSTRACT

**Elyadari, Y. Rouhi, A. Sif1, J. Baba H. and Chaouite, J. 2019. Study of the variability of Paragnaths in four populations of Hedist Diversicolor (polychaete annelid) of the coast of El Jadida, Morocco. Lebanese Science Journal. 20(2): 193-205.**

*Hediste diversicolor (polychaete annelida) is quite common in ecosystems with varied characteristics such as in coastline of El Jadida (Morocco): the estuary of Oum Rbiaa, the two lagoons Sidi Moussa and Oualidia and in the fishing port. In order to reveal a possible morphological populational variability between these four sites, we have counted among a group of 50 individuals from each population the paragnaths and the chaetigerous. In addition, the distribution of paragnaths in position I is also studied. The results obtained show a clear resemblance between the population of the estuary of Oum Rbiaa and the fishing port on one hand and between the lagoon Oualidia and Sidi Moussa on the other hand. The first group is characterized by a low number of paragnaths and a lower diversity, while second group is characterized by a high number of paragnaths and high diversity. This diversity appears to be related to a difference of the physico-chemical conditions of living environments of Worms, such as: salinity of water and particle size of sediment.*

**Key words:** *Hediste diversicolor*, morphological variability, paragnaths, chaetigerous, Polychaete.

### INTRODUCTION

*Hediste diversicolor* est une espèce de la classe des Polychètes et de la famille des Néréides. Elle est décrite pour la première fois par O.F. Müller en 1775 sous le nom de genre *Nereis* puis pour la deuxième fois sous le nom de genre *Hediste* par Malmgren en 1867 (Marty, 1997). Elle est caractérisée par une répartition géographique étendue. Sa présence est signalée depuis les côtes marocaines jusqu'aux côtes finlandaises (Smith, 1955 ; Chambers & Milne, 1975 ; Olive & Garwood, 1981 ; Gillet, 1986 ; Arias & Drake, 1995 ; Marty, 1997 ; Fidalgo Costa *et al.*, 1998 ; Sif *et al.*, 2012). *Hediste diversicolor* est une espèce caractérisée par une haute tolérance physiologique aux variations extrêmes de plusieurs paramètres environnementaux comme la température, la salinité et l'oxygène (Dales, 1951; Kristensen, 1983 ; Bartels-Hardege & Zeeck, 1990 ; Scaps, 2002). Elle vit dans le compartiment sédimentaire (vaseux ou sablo-vaseux) des eaux marines ou saumâtres peu profondes (Scaps, 2002).

Tout le long de la côte atlantique de la ville d'El Jadida, la Polychète *Hediste diversicolor* est assez abondante (Sif *et al.*, 2012). Elle occupe des écosystèmes à

caractéristiques physico-chimiques très variés. En effet, dans la région d'El Jadida qui est représentative de ces différents écosystèmes, cette espèce occupe les estuaires, la vase des ports et celle des lagunes et a fait l'objet, comme pour d'autres Polychètes, d'études écotoxicologiques et biologiques (Sif *et al.*, 2005 ; Rouhi *et al.*, 2008 ; Rouhi *et al.*, 2013).

Comme les autres Nereidiens, la trompe de *Hediste diversicolor* est terminée par deux mâchoires et porte des petites dents cornées appelées paragnathes. L'étude de la variation de leur nombre et de leur distribution furent étudiées par plusieurs auteurs (Smith, 1958; Muus, 1967; Cognetti-Varriale, 1973; Gillet, 1986). Cependant, aucune étude de ce genre n'a été effectuée au niveau du littoral d'El Jadida ; ce qui donne au présent travail une certaine originalité.

Dans le but de révéler une éventuelle variabilité morphologique chez les populations de *Hediste diversicolor*, quatre sites ont été choisis: Estuaire Oum Rbiaa, port de pêche de la ville, lagune d'Oualidia et lagune de Sidi Moussa. Le présent travail est donc basé sur l'étude de marqueurs phénotypiques tels le nombre de sétigères, le nombre des paragnathes ainsi que la position exacte de ces denticules cornées au sein des différents secteurs de la trompe des animaux.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Sites d'étude et échantillonnage

La collecte des animaux a été effectuée à l'aide d'une bêche, à marée basse, au niveau de quatre sites géographiquement distincts et dont les caractéristiques écologiques et hydrologiques sont différentes (Fig. 1). Ci-dessous la succession des sites du nord vers le sud:

\* Le site EOR: situé dans l'estuaire de l'oued Oum Rbiaa (33°17'8.84"N ; 8°20'10.32"O).

\* Le site PEJ: situé au port de pêche de la ville d'El Jadida (33°15'29.13"N ; 8°30'3.05"O).

\* Le site LSM: situé au niveau de la lagune de Sidi Moussa (32°59'20.39"N ; 8°44'2.26"O).

\* Le site LOW: situé au niveau de la lagune d'Oualidia (32°44'58.96"N ; 9°1'12.69"O).



**Figure 1. Position des 4 sites de prélèvement des échantillons de *H. diversicolor*.**

Les spécimens ainsi échantillonnés (une cinquantaine par site) sont transportés au laboratoire dans des récipients couverts par des ulves humidifiées. Arrivés au laboratoire, les vers sont rincés à l'eau de mer puis relaxés par une solution de chlorure de magnésium. Cette dernière solution empêche toute contraction de l'animal en facilitant la dévagination de sa trompe. Les Polychètes sont ensuite fixés et stockés dans une solution de formol à 8 %. Pour chaque spécimen et après dévagination de la trompe, l'observation se fait sous la loupe binoculaire afin d'identifier les différents secteurs au niveau de la trompe (Secteurs I, II, II', III, IV, IV', VI, VI', VII et VII'). Le comptage du nombre de paragnathes est déterminé au niveau de chacun des secteurs de la trompe. La répartition de ces paragnathes au sein du secteur I est également étudiée chez tous les vers des différents sites prospectés. De même, le nombre de sétigères est également noté.

### Traitements statistiques des données

Le nombre de paragnathes et le nombre de sétigères des animaux issus des différents sites prospectés sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart type. La différence inter-sites a été évaluée en utilisant l'analyse de variance (ANOVA), exprimée à travers le paramètre de Fisher ( $F$  : rapport carrés moyens groupes / carrés moyens erreurs) et par le degré de signification  $p$  (Probabilité d'être hors de l'intervalle de confiance). Cette analyse a été complétée par le test de Newman-Keuls. L'analyse en composantes principales (ACP) basée sur le calcul du coefficient de Spearman a été également utilisée afin d'exprimer l'importance de chacun des groupes étudiés et une éventuelle distinction de nouvelles populations.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 et les figures 2 et 3 représentent les valeurs moyennes des paragnathes aux différents secteurs de la trompe ainsi que le nombre total chez les individus du Polychète *Hediste diversicolor* issues des différents sites étudiés (Fig. 2). L'analyse de variance (Anova) nous a permis de constater qu'il existe une différence hautement significative ( $p < 0,0001$ ) entre les vers des quatre sites notamment au niveau des secteurs I, II, II', III, IV et IV' ainsi que le nombre total de paragnathes (Tableau 1). Au niveau du secteur VI', la différence est significative ( $p < 0,05$ ). Cependant les secteurs VI, VII-VIII des trompes des animaux ainsi que le nombre de sétigères ne montrent aucune différence significative. La comparaison du nombre de paragnathes des différents secteurs des Polychètes des sites prises deux à deux et effectuée par le test de Newman-Keuls montre que pour:

\* Le secteur I : Le nombre de paragnathes est similaire entre les deux sites EOR et PEJ d'une part et entre les deux sites lagunaires LSM et LOW d'autre part.

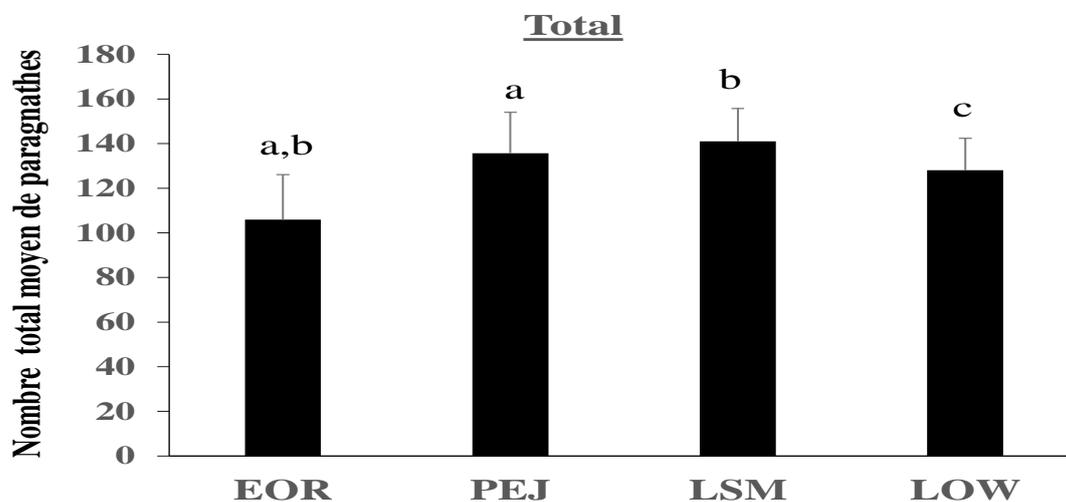
\* Les secteurs II et II' : La seule variation est notée entre EOR et PEJ pour le secteur II et entre EOR et les deux sites PEJ et LSM pour le secteur II' (Fig. 3).

\* Les secteurs III, IV, IV' et le nombre total de paragnathes : Les résultats montrent que le nombre de paragnathes dans ces secteurs et le nombre total de paragnathes des animaux du site EOR est le plus faible et diffère significativement de celui des vers des trois autres sites étudiés (Fig. 2). De même, chez les animaux provenant des deux lagunes, le nombre total de paragnathes est également différent.

**Tableau 1. Valeurs moyennes ( $\pm$  écart type) du nombre de paragnathes des différents secteurs et du nombre de sétigères pour les animaux des quatre sites étudiés.**

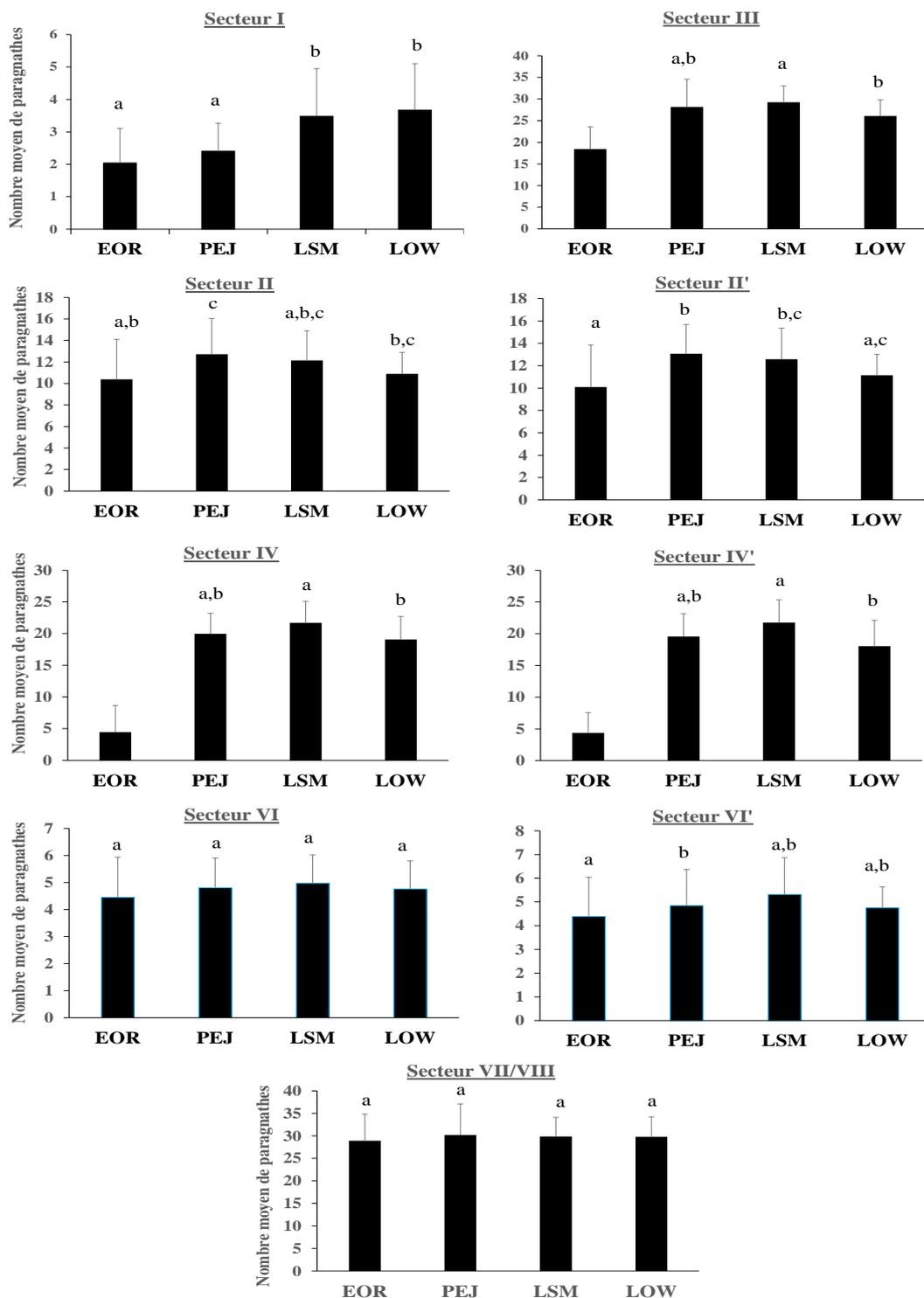
Groupes		I***	II***	III***	IV'***	IV***	VI'*	VI	VII-VIII	Total***	Nombre de parapodes	
Estuaire Oum Rabia (EOR)	Moyenne	2,04	10,09	10,38	18,43	4,38	4,45	4,38	4,45	28,91	105,91	83,24
	$\pm$ écart-type	1,06	3,77	3,72	5,14	3,17	4,20	1,65	1,49	5,92	20,13	14,77
Port-El Jadida (PEJ)	Moyenne	2,40	13,07	12,71	28,18	19,56	19,96	4,84	4,80	30,18	135,69	84,50
	$\pm$ écart-type	0,86	2,61	3,33	6,40	3,60	3,24	1,52	1,10	6,92	18,38	13,38
Lagune Sidi Moussa (LSM)	Moyenne	3,49	12,57	12,14	29,26	21,74	21,69	5,31	4,97	29,86	141,03	91,23
	$\pm$ écart-type	1,46	2,79	2,73	3,74	3,60	3,41	1,55	1,04	4,24	14,75	10,63
Lagune Oualidia (LOW)	Moyenne	3,67	11,15	10,89	26,09	18,04	19,07	4,76	4,76	29,78	128,11	90,68
	$\pm$ écart-type	1,43	1,85	2,00	3,69	4,05	3,65	0,88	1,04	4,45	14,33	7,95

(\*)  $P < 0,05$  ; (\*\*\*)  $P < 0,001$ .



**Figure 2. Variation du nombre moyen total de paragnathes de la Polychète *Hediste diversicolor* issue des différents sites prospectés.**

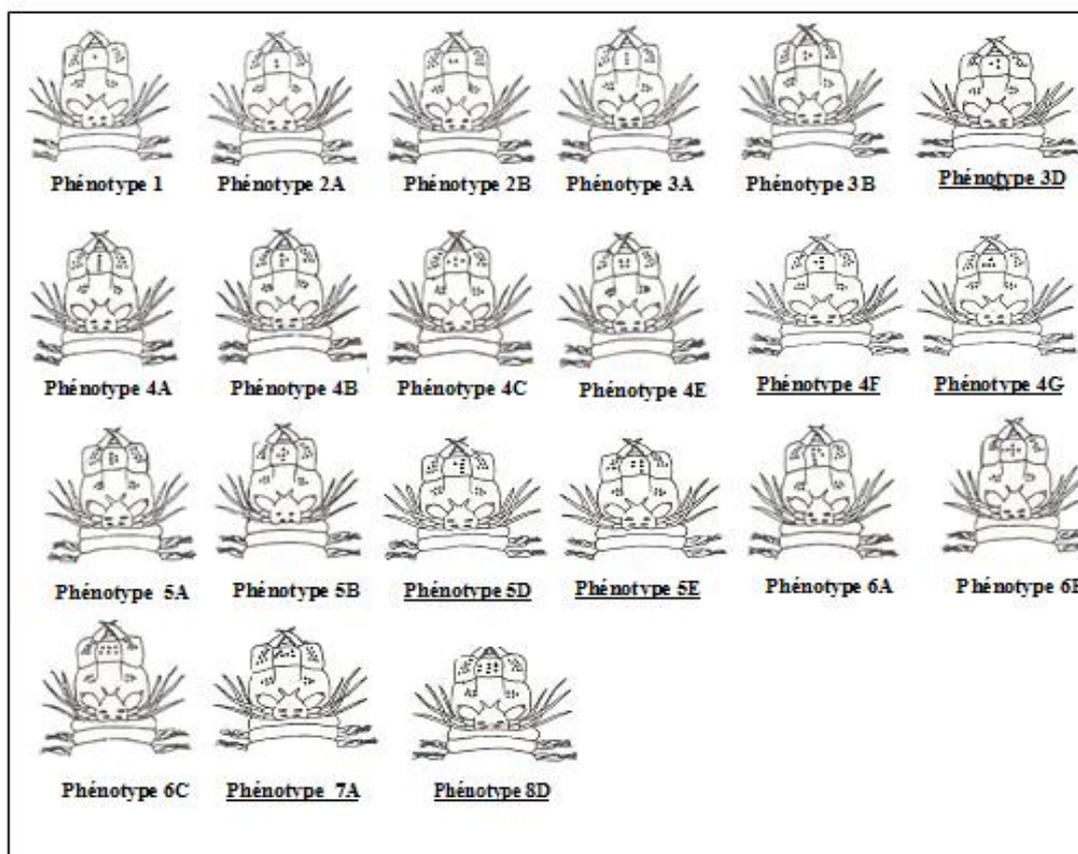
(Pour chaque groupe, les sites avec la même lettre ne sont pas statistiquement différents ( $P < 0,05$ )).



**Figure 3.** Variation du nombre moyen de paragnathes de la Polychète *Hediste diversicolor* issue des différents sites prospectés.

(Pour chaque groupe, les sites avec la même lettre ne sont pas statistiquement différents ( $P < 0,05$ )).

Plusieurs auteurs se sont basés dans leurs études sur les variations intraspécifiques et/ou entre les espèces du même genre, au niveau du secteur I. Dans la présente étude, les premiers résultats qui méritent d'être soulignés pour les quatre populations étudiées sont représentés dans la figure 4. Ils montrent l'existence d'une grande diversité de la disposition des paragnathes au niveau du secteur I de la trompe des animaux.



**Figure 4. Différents types de répartition des paragnathes du secteur I chez *Hediste diversicolor* des populations étudiées.**

Dans la figure 4 sont rapportées l'ensemble des formes phénotypiques nouvellement identifiées (formes soulignées) ; comparées à celles présentes dans l'estuaire de Bou Regreg (Gillet, 1986). En effet, ces nouvelles formes phénotypiques sont au nombre de 7: 3D, 4F, 4G, 5D, 5E, 7A et 8D (Fig. 4). Cependant, les formes phénotypiques 3C, 4D, 5C et 6D n'ont pas été rencontrées.

Nous avons noté chez les Polychètes des différents sites prospectées la présence de 1 à 8 paragnathes qui diffèrent d'un site à l'autre (Tableau 2). Il est à noter une dominance des phénotypes de 1 à 5 paragnathes avec une absence totale du phénotype 0. En effet, pour les vers des sites EOR et PEJ, les phénotypes sont essentiellement de 1 à 5 et de 1 à 4 paragnathes, respectivement. Cependant, pour les animaux issus des deux sites lagunaires LSM et LOW, se sont respectivement les phénotypes de 2 à 7 et de 2 à 8 paragnathes qui ont été observés.

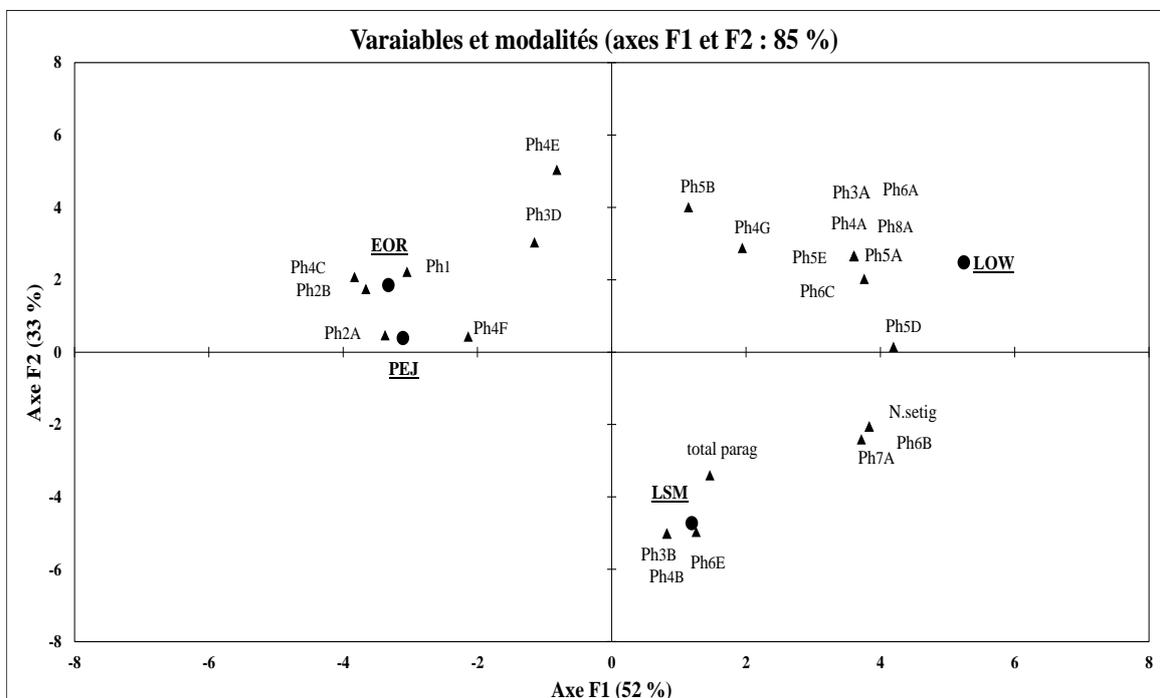
**Tableau 2. Abondance de *Hediste diversicolor* en fonction du nombre de paragnathes du secteur I.**

Nombre de paragnathes	1	2	3	4	5	6	7	8	Total (individus)
Estuaire Oum Rabia (EOR)	18	15	9	4	1	0	0	0	47
Port d'El Jadida (PEJ)	5	23	11	6	0	0	0	0	45
Lagune Sidi Moussa (LSM)	0	10	12	6	1	5	1	0	35
Lagune Oualidia (LOW)	0	8	19	8	5	4	1	1	46
<b>Total (individus)</b>	23	56	51	24	7	9	2	1	173

Les résultats exposés dans le tableau 3 et la figure 5 sont issus d'un ACP comportant quatre variables (sites) et vingt-quatre modalités (caractères phénotypiques). Les deux premiers axes F1 et F2 présentent respectivement 52 % et 33 % de l'information, soit un total de 85 % de la variabilité totale (Tableau 3). Cette représentation permet de distinguer deux groupes opposés, rassemblant deux types de populations (Figure 5) : population du site de l'estuaire Oum Rabia (EOR) et celle du port de pêche de la ville (PEJ) d'une part et les populations des lagunes de Sidi Moussa (LSM) et de Oualidia (LOW) d'autre part. Cette dernière est aussi distinguée des autres par le nombre élevé de paragnathes totales.

**Tableau 3. Taux de participation de chaque axe factoriel dans l'établissement des plans de projection. Fn représente les axes factoriels de l'ACP.**

Axes factoriels	F1	F2	F3
Valeur propre	12,40	8,02	3,57
(%) Variabilité	51,69	33,42	14,89
% Cumulé	51,69	85,11	100,00



**Figure 5. Représentation en composantes principales (ACP) des variables (sites) et des modalités (caractères phénotypiques).**

(Ex : Ph2A : Phénotype à deux paragnathes en position I de type A).

L'étude des caractéristiques morphologiques des spécimens de *H. diversicolor* des quatre populations étudiées nous a permis de déduire que la population du site EOR présente le nombre de paragnathes le plus bas. Leur distribution en position I ainsi que le nombre faible de sétigères soulignent une grande ressemblance avec la population du port de pêche de la ville (PEJ). Pour les populations des sites LSM et LOW, le nombre de métamères et le nombre total de paragnathes sont plus élevés, avec une distribution des petites dents cornées en position I sensiblement identique. Cela suppose une similarité entre les populations des deux sites.

Plusieurs travaux ont étudié chez *H. diversicolor* la relation des paragnathes avec les conditions physico-chimiques du milieu de vie. La corrélation entre la salinité et le nombre total de paragnathes a été recherchée par Barnes (1978), Cognetti-Varriale (1973), Gillet (1986) et Baba et al. (2018). Ces auteurs ont signalé l'augmentation du nombre de paragnathes lorsque la salinité décroît. Cette augmentation implique tous les secteurs de la trompe des animaux, sans exception. La variation inter-population chez *H. diversicolor* a été également signalée pour 14 biotopes européens d'eaux saumâtres (Maltagliati et al., 2006). Selon ces auteurs, aucune corrélation entre le nombre de paragnathes et la distance entre sites n'a été relevée. Ils ont en déduit que l'adaptation des populations à différents régimes et modes alimentaires dominants agirait sur le

nombre et le modèle de répartition des paragnathes. Les trois populations étudiées (LSM, LOW et PEJ) dans le présent travail ne sortent pas de ce constat, elles se situent dans la moyenne des populations Italiennes (Maltagliati *et al.*, 2006), à l'exception du site estuarien (EOR) où la population enregistre des valeurs très faibles en nombre de paragnathes.

De même, l'étude du nombre et de la distribution des paragnathes dans le secteur I chez cette espèce des eaux saumâtres de Livroune a montré que les phénotypes à nombre élevé de paragnathes se trouvent dans la partie amont (salinité faible) (Cognetti-Varriale, 1973). L'étude par Gillet (1986) dans l'estuaire de Bou Regreg au Maroc (Côte Atlantique) a montré que les populations issues des sites proches de l'embouchure sont caractérisées par la présence des phénotypes à 1, 2, 3 ou 4 paragnathes ; cependant, les phénotypes à 5 ou 6 paragnathes se trouvent chez les individus des sites de l'amont. Ces données concordent avec les résultats obtenus dans la présente étude. En effet, *H. diversicolor* de l'estuaire d'Oum Rbiaa (EOR) et du port de pêche de la ville d'El Jadida (PEJ) est caractérisé par un nombre plus ou moins faible de paragnathes et des phénotypes à 1, 2, 3 et 4 et à 1, 2, 3, 4 et 5 paragnathes respectivement. Ces deux sites étant caractérisés par une salinité proche de celle de l'eau de mer. Le site EOR se situe à l'embouchure de l'oued (à environ 3 Km de la mer) tandis que le site PEJ se sépare de l'eau de mer franche juste par une digue portuaire ouverte. A l'inverse, les populations des systèmes lagunaires se localisent dans des endroits éloignés des passes et dont les influences continentales sont dominantes. L'émergence des eaux souterraines plus ou moins douces rend le milieu moins salé. Chez les individus issus de ces lagunes, le nombre de paragnathes est élevé dans tous les secteurs, avec des phénotypes de 1 à 8 paragnathes en position I.

La salinité n'étant pas le seul facteur qui influence le nombre de paragnathes. Gillet (1986) a également observé une relation forte de la granulométrie du sédiment (médiane du sédiment). L'auteur a noté l'augmentation du nombre de paragnathes en fonction de l'élévation du grain sédimentaire. Cette situation est expliquée par l'importance de l'activité de broyage des sédiments grossiers par rapport à celle des individus vivant dans des sédiments fins. Il est donc intéressant de compléter les résultats obtenus par l'étude de l'effet de la granulométrie sur le nombre de paragnathes.

## REFERENCES

- Arias, A.M. et Drake, P. 1995. Distribution and production of the Polychaete *Nereis diversicolor* in a shallow coastal lagoon in the bay of Cadiz (SW Spain). *Cahier de biologie Marine*, 36: 201-210.
- Baba, H., Rouhi, A. et Sif, J. 2018. Etude de l'effet de la salinité et de la granulométrie sur la variabilité du nombre de paragnathes chez *Hediste diversicolor* (Annélide Polychète) de l'estuaire d'Oum Rabiâ (Maroc). *Smetox Journal*, 1: 37-40.
- Barnes, R.S.K. 1978. Variation in paragnath number of *Nereis diversicolor* in relation to sediment type and salinity regime. *Estuarine Coastal Marine Sciences*, 275-283.

- Bartels-Hardege, H.D. et Zeeck, E. 1990. Reproductive behaviour of *Nereis diversicolor* (Annelida: Polychaeta). *Marine biology*, 106: 409-412.
- Chambers, M.R. et Milne, H. 1975. Life cycle and production of *Nereis diversicolor* O. F. Müller in the Ythan estuary, Scotland. *Estuarine. Coastal and Shelf Science*, 3: 133-144.
- Cognetti-Varriale, A.M. 1973. Caractéristiques morphologiques et écologiques d'une population de *Nereis diversicolor* des eaux saumâtres de Livourne. *Cahier de Biologie Marine*, XIV: 1-10.
- Dalles, R.P. 1951. The reproduction and larval development of *Nereis diversicolor*. O.F. Müller. *J Mar. Biol. Ass. U.K* :321-360.
- Fidalgo Costa, P., Sarda, R. et Cancela da fonsesca, L .1998. Life cycle, Growth and production of the Polychaete *Nereis diversicolor* O. F. Müller in three lagoonal estuarine systems of the southwestern portuguese coast (Odeceixe, Aljezur and Carrapeteira). *Ecologie*, 29(4): 523-533.
- Gillet, P. 1986. Variations de la distribution des paragnathes chez *Nereis diversicolor* dans l'estuaire du Bou Regreg (Maroc). *Cahier de Biologie Marine*, 28: 481-490.
- Kristensen, E. 1983. Ventilation and oxygen uptake by three species of *Nereis* (Annelida: Polychaeta). Effects of hypoxia. *Marine Ecology Progress Series*, 12: 289-297.
- Marty, R. 1997. Biologie de reproduction et de développement de deux espèces d'annélides polychètes *Nereis diversicolor* (O.F. Muller) et *Perinereis cultrifera* Grube. Thèse Doc. Rennes. Univ. Rennes, 173p.
- Marty, R., Brenot, S., Retière, C. et Desrosiers, G. 1997. Premier cas d'adelphophagie étudié chez les Néréides (Annélides Polychètes) : signification écologique de ce comportement développé par *Nereis diversicolor* (O.F Muller). *Journal Canadien de Zoologie*, 75(10): 1575-1584.
- Muus, B.J. 1967. The fauna of Danish estuaries and lagons. *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri Havundersgelser*, 5: 1-316.
- Olive, P.J.W. et Garwood, P.R. 1981. Gametogenic cycle and population structure of *Nereis (Hediste) diversicolor* and *Nereis (Nereis) pelagica* from Northern-East England. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 61: 193-213.
- Rouhi, A., Sif, J., Gillet, P. and Deutch, B. 2008. Reproduction and population dynamics of *Perinereis cultrifera* (Polychaeta: Nereididae) of the Atlantic coast, El Jadida, Morocco. *Cahier de Biologie*, 49: 151-160.
- Rouhi,A., Sif, J. et Chemaa, A. 2013. The evaluation of metal pollution on the littoral d'El Jadida city (Morocco, Atlantic Ocean): using *Arenicola grubii* (Polychaeta: Nereididae) as biological indicator. *Cahier de Biologie Marine*, 54: 53-56.
- Scaps, P. 2002. A review of the biology, ecology and potential use of the ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Muller) (Annelida: Polychaeta). *Hydrobiologia*, 470: 203-218.

- Sif, J., Ferssiwi, A., Talib, N., Rouhi, A. et Merzouki, M. 2005. Etude et suivi des éléments-traces au niveau de la lagune de Oualidia. *Rapport Scientifique, Programme Lagmar, Maroc*, 1: 63-66.
- Sif, J., Rouhi, A., Gillet, P. et Moncef, M. 2012. Diversité et écologie des Annélides Polychètes du littoral atlantique de la région d'El Jadida (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 34(2): 95-106.
- Smith, R.I. 1955. On the distribution of *Nereis diversicolor* in relation to salinity in the vicinity of Tvärmine, Finland and the Isefjord Denmark. *Biological Bulletin*. 108: 326-345.
- Smith, R.I. 1958. On reproductive pattern as a specific characteristic among Nereid polychaetes. *Systematic Zoology*. 7: 60-73.