



# Etat des ressources biologiques : *Hediste diversicolor*, une espèce clé des vasières estuariennes

## Problématique

*Hediste diversicolor* (*Nereis diversicolor* ou gravette ; Müller, 1775) est une annélide polychète de l'ordre des phyllocidés et de la famille des néréidés. C'est un animal à corps mou, mesurant entre 6 et 12 cm. Il vit enfoui dans les sédiments vaseux ou sablo-vaseux, à quelques dizaines de centimètres sous la surface, dans des zones d'eaux marines ou saumâtres peu profondes. Cette espèce présente une large distribution géographique (du nord-ouest de l'Europe à la Méditerranée), affectionne particulièrement les vasières estuariennes et est un élément clé du fonctionnement de l'écosystème estuarien [Ruellet, 2010].

Cet animal est principalement prédateur et nécrophage (ces proies sont des organismes vermiformes, des petits crustacés, des mollusques, etc.), mais il peut également être suspensivore ou déposivore. C'est la proie privilégiée d'un grand nombre de prédateurs épibenthiques (crabes, poissons), mais également d'oiseaux.

*H. diversicolor* vit dans des galeries qui augmentent l'interface eau-sédiment, permettant ainsi l'oxygénation du sédiment. L'activité de bioturbation de ces organismes agit sur le cycle des contaminants chimiques et permet une redistribution sédimentaire : la matière organique située en profondeur peut être remontée en surface (dans la zone oxygénée) et dégradée ; et les sels nutritifs peuvent être remis en suspension dans la colonne d'eau.

Sa présence tout au long de l'année en quantité assez importante, sa facilité à être échantillonnée, identifiée et maintenue en laboratoire, sa résistance aux facteurs environnementaux (naturels : variations de salinité, de température et périodes d'hypoxie ; et chimiques) et ses bonnes capacités de bioaccumulation font d'*H. diversicolor* une espèce intéressante pour le suivi de la qualité du milieu. Ainsi, plusieurs niveaux d'organisations biologiques (du niveau individuel au niveau populationnel) ont été étudiés chez cette espèce, afin d'évaluer les effets de la contamination chimique sur les organismes vivant dans les vasières de l'estuaire de la Seine et, de ce fait, exposés à une contamination métallique et organique [Amiard-Triquet & Rainbow, 2009 ; Poisson *et al.*, 2011]



*Hediste diversicolor* (C. Amiard-Triquet)



# Hediste diversicolor, une espèce clé des vasières estuariennes

## Situation

### De faibles biomasses et densités

Dans l'estuaire de la Seine, *H. diversicolor* est retrouvée au niveau des vasières intertidales de l'embouchure. Les densités observées dans la vasière nord (située en rive droite, au pied du pont de Normandie) sont de l'ordre de quelques centaines d'individus par m<sup>2</sup> et sont négativement corrélées à la salinité, l'altitude et la granulométrie. Sur les vingt dernières années, une baisse de la densité de la population d'*H. diversicolor* est observée, malgré de fortes variations interannuelles liées aux fluctuations de facteurs abiotiques, dont le débit de la Seine [Bessineton, 2009 ; Indicateur 1]. Ces valeurs sont parmi les plus faibles du nord de l'Europe et du Maroc [Tableau 1].

Site	Année	Densité (ind.m <sup>-2</sup> )	Biomasse (g.m <sup>-2</sup> )
Ythan (RU)	1975	208-961	4,22-11,49
Norfolk (RU)	1998	392	10,26
Suède	1985 (juvéniles)	800-60000	0,3-2,8
Belgique	1979	5000-17000	13-39
Pays-Bas	1985	3200	-
Authie (FR)	2008	672-3580	3,9-32,6
<b>Seine (FR)</b>	<b>2008</b>	<b>80-920</b>	<b>0,6-3,4</b>
Loire (FR)	1990	1700	16
Loire (FR)	2003	300-2600	4,6-9,6
Espagne	1995	1886	4,6
Espagne	2002	1060	8,57
Portugal	1998	433-15927	40,14-99,96
Portugal	1999	43-718	15,9-74,2
Bou Regreg (Maroc)	1993	620	15,35
Souss (Maroc)	2006	507-4627	14,16-75,52

**Tableau 1 : Densité et biomasses de population d'*Hediste diversicolor* dans différents pays européens et au maroc [in Mouneyrac et al. , 2009]**

Une comparaison des populations d'*H. diversicolor* de l'estuaire de la Seine avec celles de l'estuaire de l'Authie (secteur peu impacté par la contamination chimique, situé dans la Somme) montre une biomasse systématiquement plus faible en Seine, quelque soit la période de l'année. Bien que les densités soient identiques sur les deux sites en février 2002, entre août 2002 et novembre 2004, elles sont nettement supérieures dans l'estuaire de l'Authie par rapport à l'estuaire de la Seine, site pour lequel les densités diminuent durant cette période. Cette diminution de densité de population et de biomasse peut avoir des conséquences sur toute la communauté des vasières estuariennes, que ce soit par la baisse de la ressource trophique ou par la réduction de l'oxygénation du sédiment en lien avec une moindre activité de bioturbation [Gillet *et al.*, 2008 ; Mouneyrac *et al.*, 2009].

La structure de la population de l'estuaire de la Seine est relativement simple avec seulement une, voire deux cohortes par an (une cohorte étant un ensemble d'individus de la même génération, donc plus ou moins du même âge). Entre février 2002 et novembre 2004 six cohortes ont ainsi été recensées et la durée de vie moyenne d'une cohorte est de six à onze mois. En comparaison, l'estuaire de l'Authie présente une structure de population plus complexe, avec deux à trois cohortes par an, pour une durée de vie moyenne de treize mois [Gillet *et al.*, 2008 ; Mouneyrac *et al.*, 2009].

Bien qu'il soit délicat de relier ces différences de biomasse, de densité et de structure de population à un paramètre particulier, le niveau de contamination chimique de l'estuaire de la Seine reste une hypothèse privilégiée pour expliquer les moindres performances biologiques observées chez *H. diversicolor*.

## Un faible niveau de fécondité

*H. diversicolor* est une espèce gonochorique (sexes séparés) à fécondation externe. Cette espèce est très féconde et l'effort de reproduction est important : durant la période de reproduction, 70 % de l'énergie est allouée à la production et à la maturation des gamètes [Grémare et Olive, 1986]. Le sex-ratio des populations est largement en faveur des femelles (80 % en moyenne). Le nombre moyen d'ovocytes matures par femelle permet d'estimer la fécondité globale d'une population. Dans l'estuaire de la Seine, il est compris entre  $2270 \pm 575$  et  $7913 \pm 342$ , valeurs plus faibles que celles observées pour l'estuaire de l'Authie

[Figure 1A]. Cependant, la quantité de produits génitaux étant liée au volume corporel, une pondération de la fécondité globale peut être faite par la masse des femelles. La fécondité relative ainsi obtenue varie entre  $18 \pm 5$  et  $76 \pm 8$  ovocytes.  $\text{mg}^{-1}$  pour la population de l'estuaire de la Seine. Ces résultats sont équivalents ou supérieurs à ceux obtenus pour les femelles de l'Authie, significativement plus grosses que celles de la Seine (respectivement 516mg et 120mg) et matures pour des tailles supérieures [Figure 1B ; Figure 2 ; Durou et al., 2008]. Cette moindre fécondité globale et la masse réduite des individus prélevés dans l'estuaire de la Seine pourraient expliquer les faibles densités et biomasses observées dans cette population.

La période de reproduction d'*H. diversicolor* a également été étudiée et couvre une plus courte période en Seine (mai) qu'en Authie (février - mai). Cette réduction de la période de reproduction pourrait être à l'origine de la structure de population plus simple observée dans l'estuaire de la Seine [Mouneyrac et al., 2009].

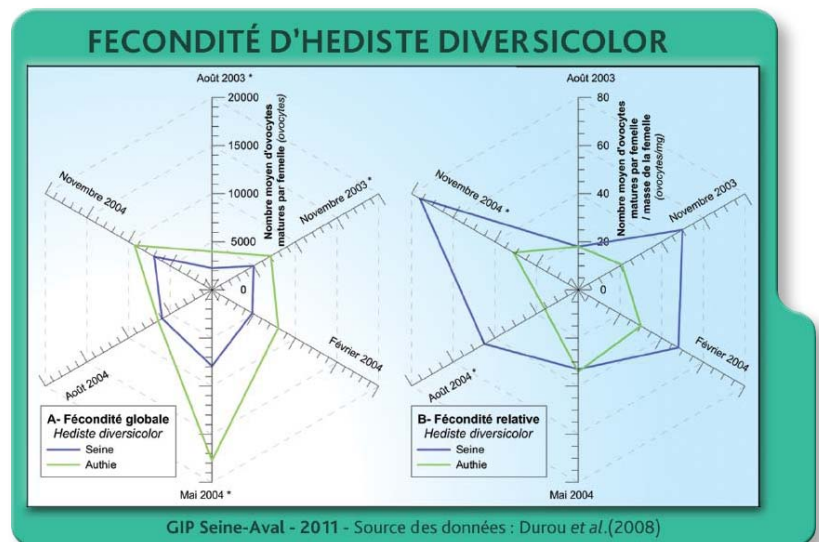
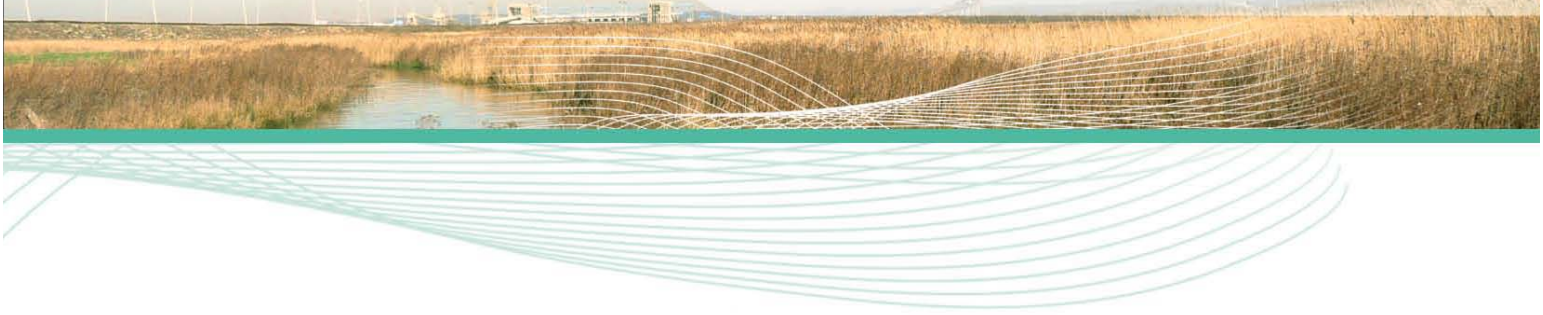


Figure 1 : Production d'ovocytes chez *Hediste diversicolor* dans l'estuaire de la Seine et de l'Authie. (A) Fécondité globale, (B) Fécondité relative. \* : différences significatives entre les sites.

La reproduction d'*H. diversicolor* est influencée par divers paramètres environnementaux, tels la température de l'eau ou la photopériode. Ces facteurs ne montrant pas de différences importantes entre les deux sites étudiés, la pression chimique exercée sur les vasières de l'estuaire de la Seine joue certainement un rôle dans les impacts observés sur la reproduction de cette espèce, par un effet néfaste direct sur sa physiologie, ou indirectement en affectant ses ressources alimentaires [Bessineton, 2009 ; Debenay, 2009 ; Durou, 2006 ; Durou et Mouneyrac, 2007].

## Des réserves énergétiques mobilisées pour lutter contre la contamination chimique

Les variations des concentrations en réserves énergétiques dans les tissus des organismes sont le résultat de cycles d'accumulation (en conditions favorables : disponibilité en nourriture, absence de stress, etc.) et de mobilisation de ces réserves (pour différents processus physiologiques comme la reproduction et le développement ou pour faire



face à des variations de facteurs environnementaux (température, niveau d'oxygénation, salinité, etc.) et/ou de stress chimique). Pour que les réserves énergétiques puissent être utilisées comme biomarqueur de pollution, il faut que les variations liées à la contamination soient supérieures aux variations naturelles, ce qui implique de bonnes connaissances du modèle biologique et des variations naturelles.

Pour étudier les variations temporelles des réserves énergétiques d'*H. diversicolor* dans l'estuaire de la Seine, les concentrations en glycogène et en lipides ont été mesurées à différentes périodes de l'année (février, avril, juillet et septembre 2002). Les concentrations en glycogène varient entre  $4,5 \pm 1,2$  mg.g<sup>-1</sup> en septembre et  $9,5 \pm 2,0$  mg.g<sup>-1</sup> en juillet. Pour ce qui est des concentrations en lipides, elles varient de  $4,0 \pm 2,2$  mg.g<sup>-1</sup> en avril à  $6,5 \pm 2,7$  mg.g<sup>-1</sup> en juillet [Durou, 2006].

En comparaison avec les individus prélevés dans l'estuaire de l'Authie, ceux de la Seine présentent des concentrations systématiquement plus faibles en glycogène, lipides et protéines [Figure 2]. Cependant, les individus de la Seine étant plus petits et les concentrations en réserves énergétiques étant liées à la masse des organismes, une normalisation des réserves énergétiques par la taille des individus a été réalisée et ne révèle pas de différences inter-site. Ceci va dans le sens, non pas d'une moindre réserve énergétique des populations de la Seine, mais d'une utilisation différente de ces réserves. Dans l'estuaire de l'Authie (site moins contaminé), ces réserves seraient utilisées pour le développement et la croissance des individus ; alors que dans l'estuaire de la Seine, une part plus importante de ces réserves serait allouée à la lutte contre les effets de la contamination chimique et à la reproduction. Cette différence d'allocation de l'énergie expliquerait les tailles réduites des individus et la fécondité relative égale ou plus importante dans l'estuaire de la Seine [Durou et al., 2008 ; Mouneyrac et al., 2009].

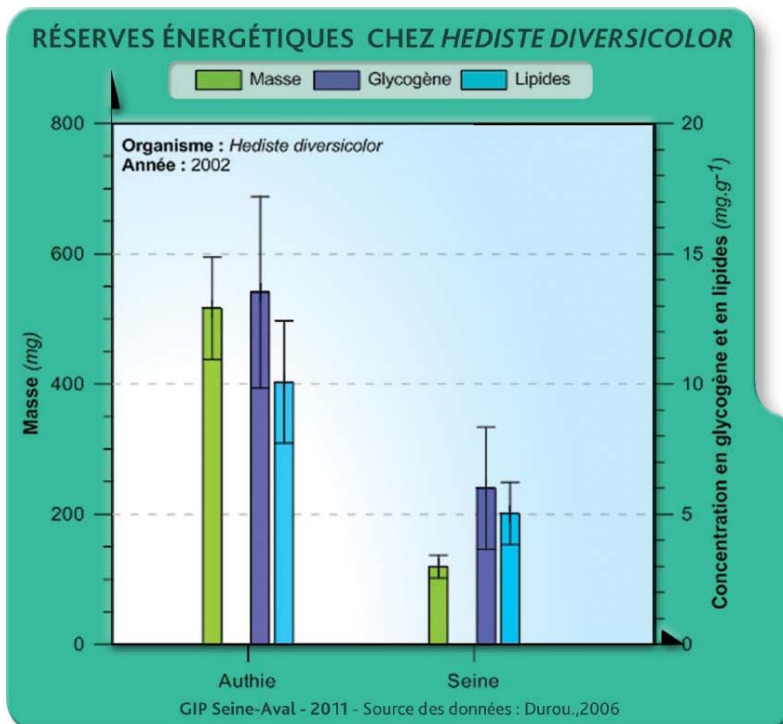


Figure 2 : Masse et concentration en glycogène et en lipides des spécimens d'*Hediste diversicolor* collectés sur les sites de l'Authie et de la Seine au cours de l'année 2002

## Une population qui s'adapte ?

L'exposition chronique à la contamination chimique pose également la question de l'adaptation de l'espèce et de la mise en place de mécanismes de tolérance. Des tests menés en laboratoire ont montré que des vers de l'estuaire de la Seine auraient acquis une tolérance au zinc. En effet, des individus prélevés dans l'estuaire de la Seine soumis à une exposition au zinc ( $178 \mu\text{M}$ ) sont moins sensibles que les individus prélevés dans l'estuaire de l'Authie ; tous les individus issus de l'estuaire de la Seine ont survécu après 21 jours d'exposition, alors que 50% des individus de l'estuaire de l'Authie sont morts après 16 jours d'exposition. Ce phénomène de tolérance aux métaux observé en Seine, l'est également dans d'autres estuaires [Mouneyrac et al., 2009].

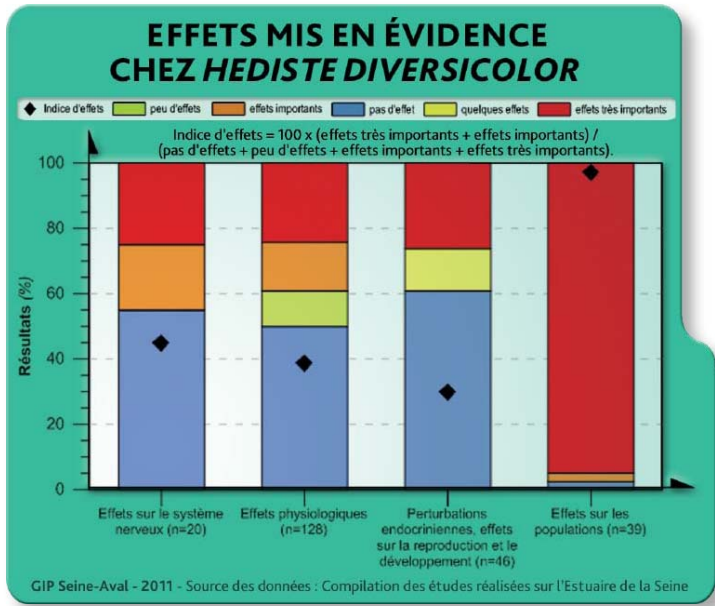


# Hediste diversicolor, une espèce clé des vasières estuariennes

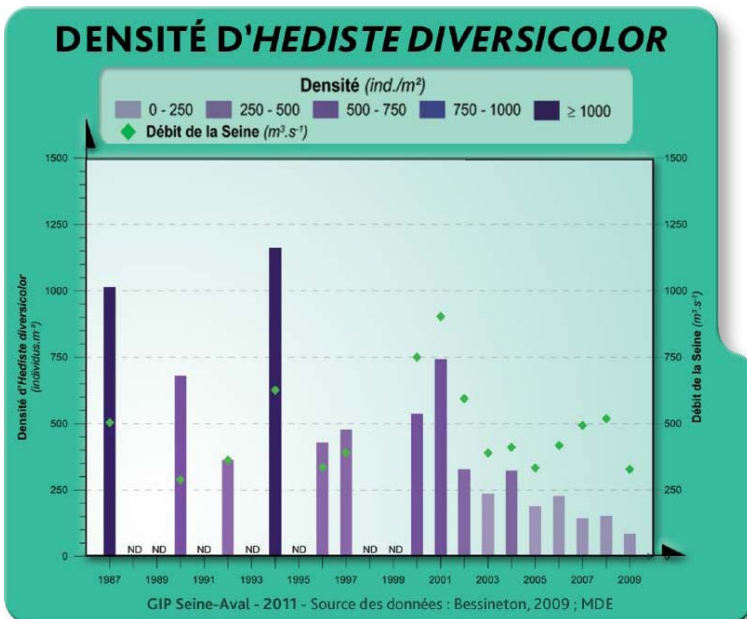
## L'essentiel

*Hediste diversicolor* est une espèce caractéristique des vasières estuariennes et joue un rôle clé dans le réseau trophique de ces milieux. Elle est retrouvée dans les vasières intertidales de la zone mésohaline de l'estuaire de la Seine. Les densités de la population présentent une tendance à la baisse depuis une vingtaine d'années, malgré de fortes variations interannuelles en lien avec le débit de la Seine [Indicateur 1].

Cette espèce subit la forte pression chimique exercée par la Seine et la question des effets sur les organismes et la population vivant à l'embouchure de l'estuaire a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques [Indicateur 2]. Sont ainsi observées des modifications dans l'allocation de l'énergie qui provoquent une cascade d'effets sur tous les processus métaboliques des organismes. Chez les individus prélevés dans l'estuaire de la Seine, une partie des réserves énergétiques serait mobilisée pour lutter contre les effets de la contamination



Indicateur 2 : Effets mis en évidence sur *Hediste diversicolor* lors d'études in situ réalisées dans l'estuaire de la Seine.



Indicateur 1 : Densité moyenne d'*Hediste diversicolor* dans les vasières intertidales de l'embouchure de la Seine

chimique, au détriment de leur croissance. Ce déficit de croissance se répercute sur la biomasse totale de la population, sur la fécondité globale, et donc sur le nombre de juvéniles et la densité de la population d'*H. diversicolor*.

Au vu de l'importance de cette espèce pour le bon fonctionnement de l'écosystème estuarien (contribution à l'oxygénation du sédiment, source de nourriture importante pour ses prédateurs, etc.), et bien que des phénomènes de tolérance puissent se mettre en place, des questions se posent sur la répercussion de ces perturbations de la population d'*H. diversicolor* sur diverses fonctions environnementales exercées par les vasières estuariennes.



# Hediste diversicolor, une espèce clé des vasières estuariennes

## Sources et méthodes

### Tableau 1

Les densités et les biomasses des populations d'*Hediste diversicolor* sont compilées pour divers estuaires, de 1975 à 2008.

[Source des données : in Mouneyrac et al., 2009]

### Figure 1

La production d'ovocytes chez *Hediste diversicolor* dans l'estuaire de la Seine et de l'Authie est représentée sur ces graphiques. La figure A représente la fécondité globale (nombre d'ovocytes matures par femelles) et la figure B représente la fécondité relative (nombre d'ovocytes matures par femelles divisé par la masse de la femelle). Les différences significatives entre les sites sont calculées grâce au test de Student.

[Source des données : Durou et al., 2008]

### Figure 2

La masse moyenne et les concentrations moyennes en glycogène et en lipides sont représentées pour des spécimens d'*Hediste diversicolor* collectés dans les estuaires de la Seine et de l'Authie au cours de

l'année 2002 (moyenne des mois de février, avril, juillet et septembre 2002 ; à chaque période de l'année échantillonnée, 20 individus ont été étudiés).

[Source des données : Durou, 2006]

### Indicateur 1

Les densités annuelles d'*Hediste diversicolor* (individus/m<sup>2</sup>) sont des moyennes des mesures réalisées à l'automne dans les vasières intertidales à l'embouchure de la Seine (rive droite).

[Source des données : Bessineton, 2009 ; MDE]

### Indicateur 2

A partir d'une compilation des études *in situ* s'intéressant aux effets de la contamination sur *Hediste diversicolor* (7 références, 238 résultats), les niveaux d'effets ont été représentés en fonction du type d'effets (sur le système nerveux, sur reproduction, etc.).

Un indice d'effets a également été calculé. Il varie de 0 (pas d'effets) à 100 (effets très importants).

[Source des données : Poisson et al., 2011]

## Références Bibliographiques

- Amiard-Triquet C. & Rainbow P.S. (Ed), 2009. Environmental Assessment of Estuarine Ecosystems : A Case Study. CRC Press – Taylor & Francis Group, Boca Raton, 355p.
- Bessineton C., 2009. Historical records of the *Nereis diversicolor* population in the Seine estuary. in Amiard-Triquet C. and Rainbow P. S. (Ed.), Environmental Assessment of Estuarine Ecosystems : A Case Study. CRC Press - Taylor & Francis Group, Boca Raton, p183-197.
- Debenay J.P., 2009. Foraminifera. in Amiard-Triquet C. and Rainbow P. S. (Ed.), Environmental Assessment of Estuarine Ecosystems : A Case Study. CRC Press - Taylor & Francis Group, Boca Raton, p255-280.
- Durou C., 2006. Recherche d'indicateurs de l'état physiologique de l'annélide polychète endogée *Nereis diversicolor* en relation avec la qualité du milieu. Thèse - Université de Nantes, Faculté des sciences pharmaceutiques, 236p.
- Durou C., Mouneyrac C., 2007. Linking steroid hormone levels to sexual maturity index and energy reserves in *Nereis diversicolor* from clean and polluted estuaries. General and Comparative Endocrinology, 150, p106-113.
- Durou C., Mouneyrac C., Amiard-Triquet C., 2008. Environmental quality assessment in estuarine ecosystems: Use of biometric measurements and fecundity of the ragworm *Nereis diversicolor* (Polychaeta, Nereididae). Water Research, 42, p2157-2165.
- Gillet P., Mouloud M., Durou C., Deutsch B., 2008. Response of *Nereis diversicolor* population (Polychaeta, Nereididae) to the pollution impact – Authie and Seine estuaries (France). Estuarine Coastal and Shelf Science, 76, p201-210.
- Grémare A., Olive P.J.W., 1986. A preliminary study of fecundity and reproductive effort in two polychaetous annelids with contrasting reproductive strategies. International journal of invertebrate reproduction and development, 9, p1-16.
- Mouneyrac C., Durou C., Gillet P., Hummel H., Amiard-Triquet C., 2009. Linking energy metabolism, reproduction, abundance, and structure of *Nereis diversicolor* populations. In: Amiard-Triquet C. & Rainbow P.S. (Ed), Environmental Assessment of Estuarine Ecosystems : A Case Study. CRC Press – Taylor & Francis Group, Boca Raton, p159-181.
- Poisson E., Fisson C., Amiard-Triquet C., Burgeot T., Couteau J., Dur G., Durand F., Forget-Leray J., Letendre J., Souissi S., Xuereb B., 2011. Effets de la contamination chimique. Des organismes en danger ? Fascicule Seine-Aval 2.7, 68p., ISBN 2-84834-059-2.
- Ruellet T., 2010. SIG « habitats fonctionnels de l'estuaire de la seine » - Expertise sur les invertébrés aquatiques. GEMEL, Rapport d'expertise pour le GIP Seine-Aval, 167p.

Cette fiche thématique s'intègre dans le système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine. Elle est éditée par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval  
12 avenue Aristide Briand  
76000 Rouen  
[www.seine-aval.fr](http://www.seine-aval.fr)

Conception, rédaction :  
GIP Seine-Aval  
Président :  
Nicolas Mayer-Rossignol  
Directeur :  
Loïc Guézennec  
Contact :  
[gipsa@seine-aval.fr](mailto:gipsa@seine-aval.fr)  
Infographie :  
Quai 24, Le Havre  
Crédits photos :  
GIP Seine-Aval  
Tirage : 1000 exemplaires  
Impression réalisée sur papier  
écobalisé

Le GIP Seine-Aval est financé par :

