

**NIVEAUX D'IMPOSEX  
DANS L'ABER WRAC'H  
ET SES ENVIRONS  
AU MOIS DE SEPTEMBRE 2005**

**Suivi environnemental lié aux travaux  
d'aménagement du port de l'Aber Wrac'h à  
Landéda**

**(octobre 2005)**

**Martial HUET & Yves-Marie PAULET**

LEMAR, UMR CNRS 6539  
Institut Universitaire Européen de la Mer  
Université de Bretagne Occidentale  
Place Copernic  
29280 PLOUZANE

## Introduction

Le tributylétain (TBT) est un poison dont la principale source de diffusion dans l'environnement marin est son utilisation en tant que procédé actif dans les peintures antisalissures. De nombreuses espèces végétales et animales sont sensibles à ce puissant toxique, à des doses infinitésimales. En effet, la faune et la flore marine sont perturbées de façon sensible alors que le seuil actuel de détection analytique (0,3 nanogramme par litre) n'est pas atteint. Parmi les réponses biologiques mesurables, la plus sensible est la masculinisation des femelles de certaines espèces de gastéropodes marins : l'imposex. Ce phénomène est un bioindicateur spécifique puisque son intensité est proportionnelle à celle de la pollution par le TBT.

L'utilisation de peintures antisalissures à base de cet organostannique débute dans les années 1960. Leur efficacité est rapidement constatée et leur usage se généralise. Dès le début des années 80 certaines perturbations environnementales sont constatées. C'est dans le bassin d'Arcachon, qu'His & Robert (1980) montrent que le faible recrutement de naissain d'huître serait lié à une forte mortalité larvaire occasionnée par le TBT. En 1981, Alzieu *et al.* mettent en évidence la responsabilité du TBT dans le phénomène de chambrage de la coquille des huîtres. Ces découvertes permettent de sensibiliser les pouvoirs publics. La France est ainsi le premier pays à se doter d'une législation restreignant l'usage du TBT dans les peintures marines antisalissures, en 1982. Il est alors interdit de recouvrir les carènes de navires de moins de 25 mètres avec de telles peintures. Depuis le 13 septembre 2003, cette législation est renforcée. Il est désormais strictement interdit d'utiliser des peintures marines antisalissures contenant du TBT quelle que soit la longueur de l'embarcation. Cette loi ne concerne cependant pas les navires de la marine nationale.

De par sa nature hydrofuge, le TBT est un composé peu soluble dans l'eau de mer. Il est donc majoritairement présent dans les tissus vivants et dans les sédiments. Dans les chairs animales ou dans les tissus végétaux, il existe un équilibre entre la bioconcentration et la détoxification à une concentration propre à chaque espèce. La dégradation de l'organostannique dans la vase est très lente voire quasi nulle en profondeur, sous la couche de bioturbation. Le TBT peut ainsi être considéré comme un marqueur permettant de dater la fraction d'une carotte sédimentaire correspondant aux années où le toxique a été diffusé dans l'environnement. Lors d'opérations de dragage de sédiments contaminés par le TBT, il existe un risque de diffusion du poison d'autant plus marqué que les concentrations sont maximales dans la fraction fine, celle qui est remise en suspension.

Dans le cadre des travaux portuaires de l'Aber Wrac'h, à Landéda, des opérations de dragages sont prévues. Les analyses qui ont été effectuées sur zone mettent en évidence une contamination des vases par le TBT. Le risque d'une perturbation environnementale de l'aber consécutivement aux opérations de dragage est donc avéré. Afin de mesurer un éventuel dysfonctionnement écologique consécutif au chantier d'agrandissement du port de Landéda, un suivi environnemental a été décidé. Le LEMAR (Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin, Unité Mixte CNRS/Université, IUEM) a été chargé du suivi temporel des niveaux d'imposex. Dans le présent rapport, nous exposons les valeurs des analyses préliminaires au début des travaux et dressons certaines conclusions en fonction des résultats obtenus.

## Matériels et méthodes

L'espèce bioindicatrice choisie est *Nucella lapillus* (Figure 1). Les raisons de ce choix sont la forte sensibilité de l'espèce au tributylétain et son omniprésence sur les côtes bretonnes. Le nom commun peut être pourpre ou bigorneau de chien. Ce gastéropode marin vit sur les estrans rocheux au niveau de mi-marée. Chez l'adulte, la hauteur de la coquille varie entre 2 et 3 centimètres. Ce bigorneau perceur est un prédateur qui se nourrit principalement de moules et de balanes.



**Figure 1 : *Nucella lapillus*. (Grossissement X 1,5) (Photo : A. Lemerrier)**

La collecte des individus a été effectuée à la main durant la basse mer les 19 et 20 septembre 2005. Un réseau de 5 stations d'échantillonnages est établi tel que présenté dans la figure 2. Les 4 points de prélèvements de l'Aber Wrac'h sont répartis de part et d'autre d'une ligne allant du port vers le large. Il s'agit, en suivant l'ordre précité, de la Roche aux Moines, Enez Terc'h (ou île aux américains), l'île Cézon et la petite île Wrac'h. Une cinquième station dite de référence est localisée à l'extérieur de l'aber. Le Roc'h Avel a été choisi pour sa proximité de l'Aber Wrac'h sans être soumis à l'influence des eaux de celui-ci. En effet, il est situé à l'ouest et donc à l'opposé de la direction des courants résiduels dans la région. Cette station permettra d'évaluer l'évolution temporelle de la contamination des eaux par le TBT

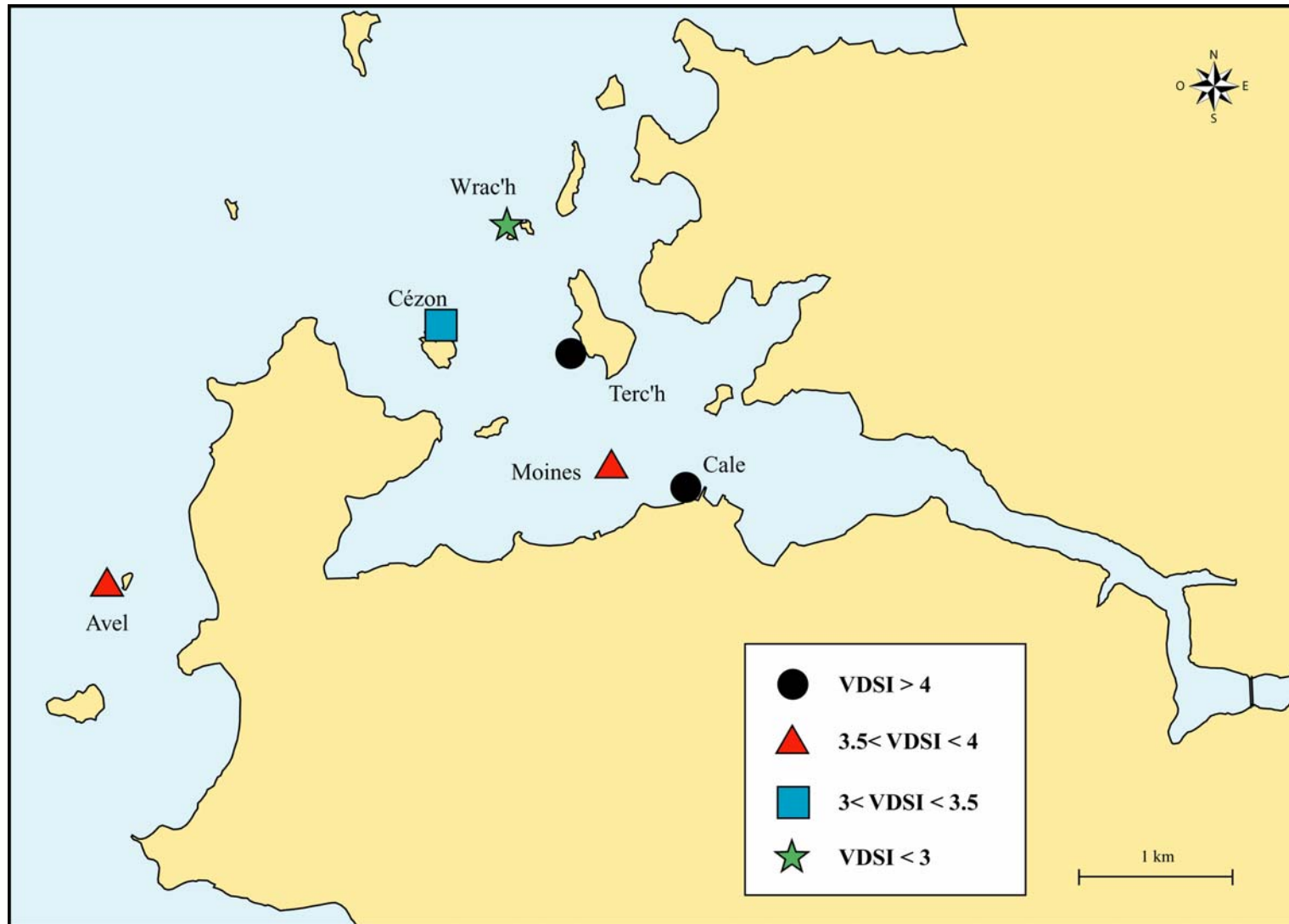


Figure 2 : Intensité de l'imposex aux différentes stations d'échantillonnages

dans la région des abers indépendamment des travaux du port de Landéda. Un échantillon supplémentaire a été collecté au niveau de la cale de la SNSM afin de mieux appréhender le taux de contamination du port. Ce point de prélèvement ne peut pas constituer une station d'échantillonnage puisqu'il sera recouvert par du béton au cours des travaux d'aménagement portuaire. Il sera éventuellement ré-échantillonné juste avant qu'il ne soit plus possible d'y effectuer des prélèvements. Le plan d'échantillonnage est établi en fonction de la vitesse de réaction des organismes étudiés. Aussi, il est planifié de mener des analyses postérieures, 2, 6 et 18 mois après les travaux.

Les échantillons sont constitués d'une quarantaine d'individus. Les individus de *N. lapillus* sont maintenus vivants au laboratoire dans des bacs où l'eau de mer circule avec un rythme de 2 marées de durées égales par jour. Ils sont analysés au plus tard, 72 heures après l'échantillonnage.

L'analyse de l'imposex requiert de briser la coquille des individus dans un étau afin d'accéder au corps des animaux. Une incision longitudinale du plafond de la cavité palléale est pratiquée chez les femelles afin d'observer la zone allant de la papille génitale à la tête. C'est à cet endroit qu'a lieu le développement des organes mâles chez la femelle (Fig. 3). Différents stades d'évolution sont définis par Gibbs *et al.* (1987) et Oelmann *et al.* (1991), sur une échelle de *Vas Deferens Sequence* (VDS) allant de 0 (absence de toute trace d'imposex) à 6. Au stade de VDS 1, une ébauche de pénis est visible derrière le tentacule oculaire droit. Lorsque le conduit, qui relie le pénis à la prostate chez le mâle, appelé *vas deferens*, apparaît au niveau de la papille génitale, le stade 2 est atteint. Au stade suivant, une deuxième portion du *vas deferens* émerge dans la continuité du conduit pénien. Au stade 4, les deux portions du conduit mâle ont fusionné. Si le *vas deferens* prolifère au point d'obstruer la papille génitale, la femelle a atteint le stade 5 ; elle est stérilisée. Au stade 6, la stérilité de la femelle est confirmée par la présence de capsules avortées au sein de la glande du même nom. La moyenne des différents stades de VDS observés dans un échantillon fournit un premier indice : le VDSI (*VDS Index*). Au cours de cette évolution de l'imposex, le pénis des femelles s'allonge progressivement. La longueur pénienne est donc mesurée à l'aide d'un micromètre qui est inséré dans l'optique de la loupe binoculaire utilisée. Il est alors possible de calculer un deuxième indice : le RPSI (*Relative Penis Size Index*), comme suit :

$$\text{RPSI} = \frac{(\text{longueur moyenne du pénis des femelles})^3}{(\text{longueur moyenne du pénis des mâles})^3} \times 100$$

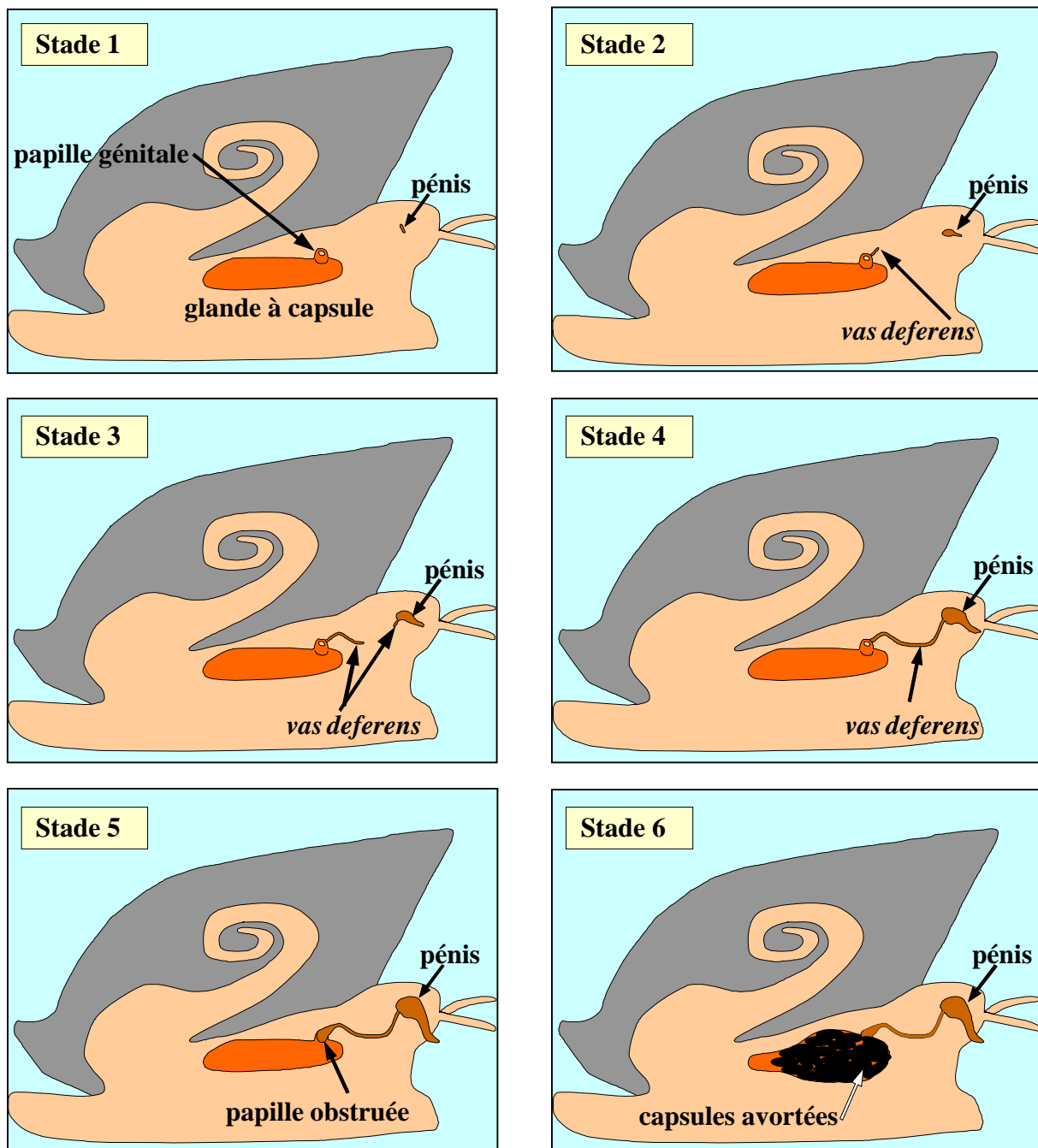


Figure 3 : Schéma des différents stades de VDS chez *Nucella lapillus*.

Les individus parasités ou touchés par le syndrome de Dumpton (cf Gibbs, 1993 ; Gibbs *et al.*, 1987 ; Huet, 1996 ; Huet *et al.*, 1996a & b, 2004) sont écartés du calcul des indices sauf dans le cas de parasitisme en ce qui concerne le VDSI.

## Résultats

Les valeurs des indices mesurés aux différentes stations sont présentées dans le tableau 1 et la figure 2.

**Tableau 1 : Indices d'imposex aux points d'échantillonnages de septembre 2005**

<b>Station</b>	<b>RPSI</b>	<b>VDSI</b>	<b>Stérilité femelle (%)</b>
<b>Roche aux Moines</b>	<b>8</b>	<b>3,86</b>	<b>0,00</b>
<b>Enez Terc'h</b>	<b>17</b>	<b>4,13</b>	<b>12,5</b>
<b>Ile de Cézon</b>	<b>6</b>	<b>3,33</b>	<b>0,00</b>
<b>Petite île Wrac'h</b>	<b>4</b>	<b>1,75</b>	<b>0,00</b>
<b>Roc'h Avel</b>	<b>8</b>	<b>3,67</b>	<b>0,00</b>
<b>Cale du port de Landéda</b>	<b>25</b>	<b>4,43</b>	<b>35,7</b>

Plus d'un tiers des femelles prélevées à la cale du port de l'Aber Wrac'h est stérilisé par une prolifération du vas deferens autour de la papille génitale (stades de VDS 5 et 6). Un autre cas de stérilisation due à la contamination par le tributylétain est observé au sud de l'île Terc'h. Les indices diminuent au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'extérieur de l'aber. La plus faible perturbation est mesurée à l'ouest des petites îles Wrac'h où le stade de VDS maximal observé est le stade 3. Alors que la Roche aux Moines est plus proche du port que l'île Terc'h, les indices d'imposex y sont moins élevés et on n'y constate aucune trace de stérilisation.

## Discussion

La pollution par le Tributylétain engendrée dans la zone portuaire brestoise permet de mettre en évidence des courants résiduels vers le nord-ouest en Bretagne occidentale (Huet *et al.*, 1996). De la même manière, le TBT peut constituer un marqueur de la masse d'eau et révèle le phénomène de « fleuve côtier » (Brylinski *et al.*, 1991) allant du Havre vers le nord de la France (Huet *et al.*, 2003). Dans l'aber, la plus faible contamination mesurée à la Roche aux Moines par rapport à celle de l'île Terc'h semble indiquer une sortie des eaux de l'aber par le nord.

Selon Oelmann *et al.* (1996), la stérilisation des femelles de *Nucella lapillus* intervient au delà de concentrations en TBT dans l'eau de mer supérieures à 5 ng TBT/l. Les concentrations en TBT dans les eaux de l'aber sont donc supérieures à cette valeur critique. Attendu la présence de parcs à huître dans la zone où des cas de stérilisation des femelles de *N. lapillus* sont répertoriés, il serait surprenant qu'aucun phénomène de chambrage des coquilles ne soit présent (Alzieu *et al.*, 1981). De la même façon, en se référant aux seuils d'altération de la reproduction définis par His et Robert (1980), la dégradation environnementale constatée interdit fort probablement tout captage de naissain d'huître dans l'aber.

Depuis 2003, 7 sites répartis le long des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantiques sont suivis dans le cadre du RNO (Réseau National d'Observation). On recense une pollution actuelle dans l'aber comparable à celle de la rade de Brest et nettement supérieure à celle des 6 autres sites (Fig. 4). Etant donné le trafic portuaire de l'aber, il n'existe aucune raison autre que l'usage frauduleux du TBT sur les embarcations présentes sur zone pour expliquer de tels niveaux de contamination. La responsabilité des plaisanciers qui se procurent et utilisent illégalement le TBT est engagée. En effet, leurs bateaux ne dépassent pas les 25 mètres de longueur et la date de réfection de leurs carènes est postérieure à 1982, année de l'interdiction de telles pratiques.

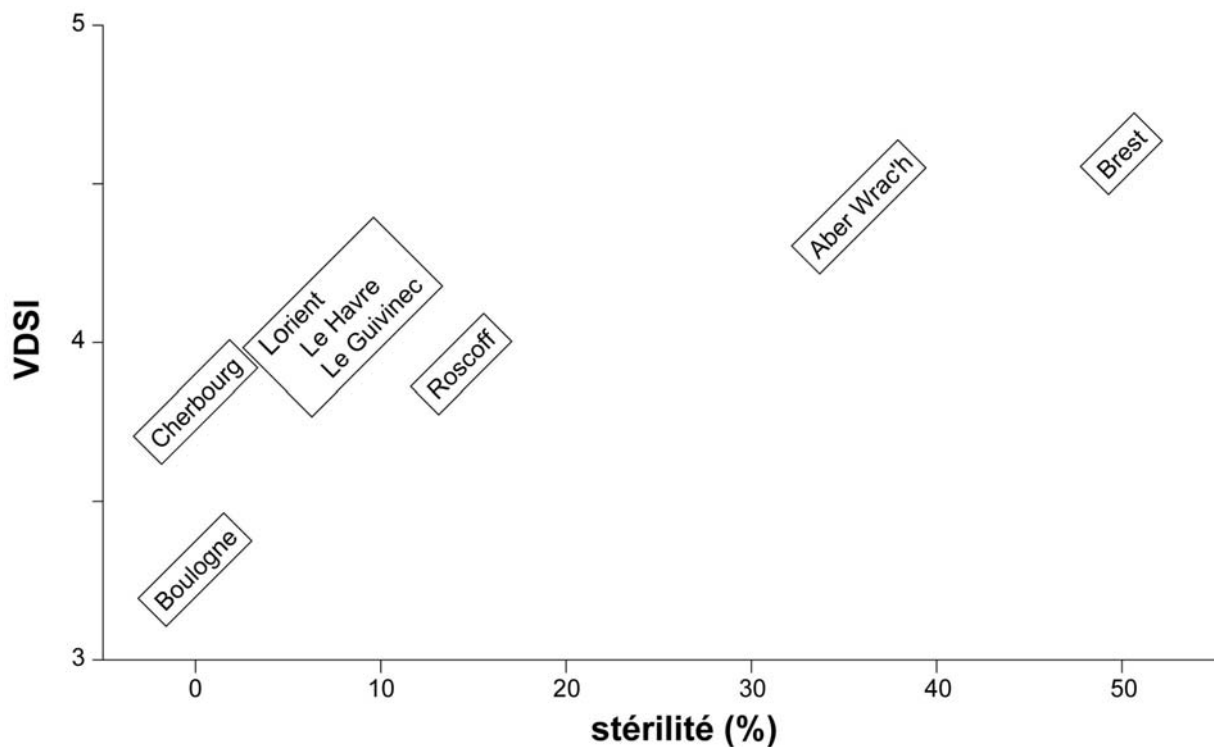


Figure 4 : Comparaison des niveaux d'imposex maximaux dans les sites RNO en 2005 et dans l'Aber Wrac'h

Cette pollution chronique des plus dommageables pour l'environnement se concentre dans la faune, la flore et les vases de l'aber. En ce qui concerne les sédiments, la concentration maximale se situe dans la fraction fine, celle qui sera sujette principalement à la remise en suspension. La perturbation subie par l'ensemble de l'écosystème, déjà conséquente, ne peut qu'être accrue durant les opérations de dragage des sédiments contaminés. Les activités conchylicoles sont donc directement menacées. Les résultats présents montrent également que la contamination s'étend au delà des abords immédiats du port de Landéda lui-même. En effet, un cas de stérilisation due au TBT est enregistrée sur l'île Terc'h.

## **Conclusion**

Les niveaux de pollution mesurés à l'aide de l'imposex dans l'Aber Wrac'h sont extrêmement élevés. La réponse biologique observée révèle une présence générale du tributylétain sur le site et des concentrations probablement fortes dans les vases fines. Une mise en danger supplémentaire de l'ensemble de la faune et de la flore de l'aber est évidente lors des prochaines opérations de dragages. Aussi, il apparaît nécessaire de préconiser toute mesure visant à réduire la remise en suspension de sédiments lors des travaux de désenvasement autour du port de Landéda.

Si cette soustraction d'un stock avéré de biocide contenu dans les sédiments contaminés peut constituer une opération salubre pour l'aber, il ne faudrait pas que les conséquences soient inverses. Il serait, en effet, préjudiciable que cette entreprise ne soit en fait l'occasion d'une redilution dans la colonne d'eau d'un toxique fortement adsorbé sur les particules sédimentaires jusqu'alors. Ce « déstockage » de poison doit être effectif jusqu'au bout, à savoir que ni son extraction, ni son stockage ne doivent constituer une nouvelle source de contamination de l'écosystème. Parallèlement aux précautions préconisées pour les dragages, une technique de stockage sûre est ainsi nécessaire.

Les niveaux de pollution rencontrés sont élevés, bien plus qu'attendu en considérant les sources de contamination potentielles. Une fraude massive concernant l'usage du tributylétain dans l'Aber Wrac'h est quasi évidente. L'environnement est ainsi mis en danger. Ce danger est accru par les travaux portuaires prévus. En conséquence, le présent rapport sera transmis également aux autorités concernées.

## **Remerciements**

Merci à Monique Briand et Robert Marc pour l'élaboration des figures sur le logiciel « Illustrator » et à Alain Lemerrier pour la photographie de la figure 1.

## Bibliographie

- Alzieu C, Héral M, Thibaud Y, Dardignac MJ, Feuillet M (1981) Influence des peintures antisalissures à base d'organostanniques sur la calcification de la coquille de l'huître *Crassostrea gigas*. Rev Trav Pêches Marit 45: 101-116
- Brylinski J.-M., Lagadeuc Y., Gentilhomme V., Dupont J.-P., Lafite R., Dupeuble P.-A., Huault M.-F., Auger Y., Puskaric E., Wartel M., Cabioch L., 1991. Le « fleuve côtier » : un phénomène hydrologique important en Manche orientale. Exemple du Pas-de-Calais. Océan. Acta vol. sp. n°11 : 197-203.
- Gibbs P.E., 1993. A male genital defect in the dog-whelk, *Nucella lapillus* (Neogastropoda), favouring survival in a TBT-polluted area. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 73: 667-678.
- Gibbs P.E., Bryan G.W., Pascoe P.L. & Burt G.R., 1987. The use of the dog-whelk, *Nucella lapillus*, as an indicator of tributyltin (TBT) contamination. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 67 : 507-523.
- His E, Robert R (1980) Action d'un sel organo-métallique, l'acétate de tributyle-étain, sur les œufs et les larves D de *Crassostrea gigas* (Thunberg). Int Coun Explor Sea Comm Meet (Mariculture Comm.) 27: 1-10
- Huet M., 1996. Estimation de la pollution par le tributylétain (TBT) en Bretagne Occidentale à l'aide du bioindicateur imposex chez *Nucella lapillus* (L.). Thèse de Doctorat. Université de Brest : 109 p.
- Huet M., Michel P., Averty B. & Paulet Y.-M., 2003. La pollution par les organostanniques le long des côtes françaises, de la Manche et de l'Atlantique. Rapport final du contrat universitaire IFREMER N°20035440453 (novembre 2003) : 132 p.
- Huet M., Paulet Y.M. & Glémarec M., 1996a. Tributyltin (TBT) pollution in the coastal waters of West Brittany as indicated by imposex in *Nucella lapillus*. Mar. Environ. Res., 41(2) : 157-167.
- Huet M., Paulet Y.-M. & Le Pennec M., 1996b. Survival of *Nucella lapillus* in a tributyltin-polluted area in west Brittany: a further example of a male genital defect (Dumpton Syndrome) favouring survival. Mar. Biol., 125 : 543-549.
- Oehlmann J., Stroben E. & Fioroni P., 1991. The morphological expression of imposex in *Nucella lapillus* (Linnaeus) (Gastropoda: Muricidae). J. Moll. Stud., 57 : 375-390.
- Oehlmann J., Schulte-Oehlmann U., Stroben E., Bauer B., Bettin C., Fioroni P. & Markert B., 1996. Androgenic effects of organotin compounds in molluscs. In Umweltbundesamt (ed): Endocrinally active chemicals in the environment, Berlin : 111-118.