

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/262173565>

Approche biogéographique de la mobilité des littoraux L'exemple des phanérogames marines de Bretagne

Conference Paper · January 2006

CITATIONS

0

READS

39

2 authors:



Jérôme Fournier

French National Centre for Scientific Research

198 PUBLICATIONS 676 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Vincent Dubreuil

Université de Rennes 2

387 PUBLICATIONS 783 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Chausey archipelago mapping survey [View project](#)



Climate risks and vulnerability in urban areas of tropical countries from the geography of climate perspective: Comparative analysis of Santos (Brazil), Maputo (Mozambique) and Brisbane (Australia) [View project](#)

Approche biogéographique de la mobilité des littoraux

L'exemple des phanérogames marines de Bretagne

Jérôme Fournier et Vincent Dubreuil

Résumé : Ce travail consiste en l'étude de la distribution spatio-temporelle d'une phytocénose benthique médiolittorale fondée sur l'analyse diachronique de données aéroportées. Les variations spatiales considérables qui ont pu être mises en évidence à la suite du travail de cartographie de l'enveloppe de l'herbier à *Nanozostera noltii* s'expliquent essentiellement par la variabilité climatique locale. Ce résultat confirme l'influence des périodes de gel sur la cinématique de cette phanérogame marine.

Mots-clés : Variabilité climatique – Bioclimatologie – Evolution spatio-temporelle – Phanérogame marine – Bretagne

Introduction

Les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique abritent deux espèces de phanérogames marines de la famille des *Zosteraceae* : *Zostera* (*Zostera*) *marina* L. médio- et surtout infralittorale et *Nanozostera noltii* Horneman exclusivement médiolittorale et faisant l'objet de cette étude. Les herbiers de *N. noltii* ne se développent que dans des secteurs très localisés en raison d'exigences écologiques strictes. Ils s'installent sur les estrans sablo-vaseux, dans un contexte hydrodynamique peu énergétique (courants < 1,5 m/s) et tolèrent des salinités comprises entre 18 à 32 ‰. On rencontre cette espèce le plus souvent dans les baies abritées et les estuaires. *N. noltii* est particulièrement abondante entre le niveau des pleines mers moyennes de vives-eaux et celui des basses mers moyennes de mortes-eaux. La présence de cette plante confère aux milieux qui les abritent une forte productivité qui favorise le développement de nombreuses espèces animales d'intérêt économique élevé comme la coque commune (*Cerastoderma edule*) ou la palourde européenne (*Tapis decussatus*). Cette plante est généralement considérée comme annuelle, car ses feuilles s'arrêtent de croître en septembre/octobre et disparaissent en hiver. La reproduction sexuée n'étant pas très efficace, ce sont surtout les rhizomes pérennes qui permettent la conservation de l'herbier ; rhizomes à partir desquels des feuilles poussent rapidement au printemps (0,2 cm/j en hiver à 0,8-0,9 cm/j max. en été). Le domaine biogéographique de *N. noltii* s'étend du sud de la Norvège (boréal) au nord de la Mauritanie (sub-tropical). On l'observe également en Méditerranée, en Mer Noire et dans la Caspienne. Sur les côtes Manche-Atlantique, ces plantes s'observent des rivages du Cotentin jusqu'au

bassin d'Arcachon, où ils constituent les herbiers les plus vastes avec ceux du golfe du Morbihan (Dauvin, 1997).

Changements globaux et perturbations locales

Particulièrement sensibles, les zostères ont frôlé l'extinction sur l'ensemble de leur aire de répartition (Atlantique et Pacifique Nord) pendant les années 1930. L'explication de ce phénomène extrêmement brutal n'a toujours pas été résolue et plusieurs théories se confrontent encore (den Hartog, 1987 ; Short *et al.*, 1988). Plusieurs auteurs pensent que la cause réelle est très probablement le résultat d'une conjonction de variations climatiques à méga-échelle spatio-temporelle et de perturbations locales de l'environnement (Glémarec, 1979 ; Short et Neckles, 1999). Pour une grande partie de l'Europe de l'ouest, une corrélation entre cette extinction et une forte réduction de l'insolation pendant la période de croissance, au printemps, durant deux années consécutives a été mise en évidence. Dans le même temps, une élévation de la température moyenne de la mer de 1 à 3°C, au Danemark notamment, a été mesurée. En outre, ce phénomène ne semble pas avoir affecté les autres biocénoses, ce qui souligne la vulnérabilité des herbiers aux facteurs lumière et température (Southward *et al.*, 1975).

Plusieurs autres paramètres peuvent considérablement modifier l'herbier et expliquer certaines variations spatio-temporelles. L'érosion superficielle du sédiment, en hiver, par les tempêtes et le broutage des oies marines (*Branta bernicla*), bien que compensée par la sédimentation des mois d'été, peut être si importante que la récupération de l'herbier, qui dépend dans ce cas d'un éventuel recrutement lié à une métapopulation proximale, peut prendre de 5 à 10 années voire plus (Philippart et Dijkema, 1995). *N. noltii* semble toutefois assez tolérante vis-à-vis des variations annuelles ou temporaires de la sédimentation (Vermaat et Verhagen, 1996). L'augmentation significative des MES (Matière en suspension) peut contribuer à dégrader l'herbier en recouvrant les feuilles d'une fine pellicule de sédiment fin empêchant la photosynthèse. L'explosion démographique de certains animaux comme *Arenicola marina*, ver typique des vases, peut avoir pour conséquence de faire disparaître localement l'herbier (Philippart, 1994) tout comme la concurrence avec certaines plantes ou algues comme cela semble être le cas dans le golfe du Morbihan (*Spartina sp.*) et le bassin d'Arcachon (*Gigartina sp.*). Enfin, la plupart des activités anthropiques, comme la pêche à pied, sont, elles aussi, génératrices de perturbations.

Contextes hydrodynamique et morpho-sédimentologique

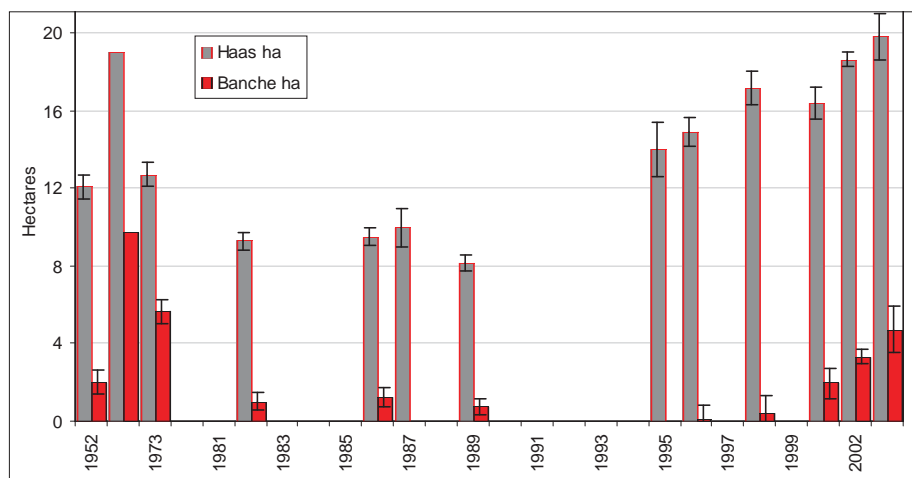
L'estuaire de l'Arguenon se présente comme un entonnoir ouvert au nord, prolongé au sud par la vallée du fleuve côtier Arguenon. La pénétration aisée d'eau marine dans le cours aval de cette rivière, dont le débit moyen est faible (4,80 m³/s), facilite l'échange d'énergie et de matière entre les domaines marins et continentaux. La dynamique sédimentaire de cet estuaire est essentiellement influencée par la propagation des courants de marée dont la circulation est rendue complexe en raison de la morphologie littorale (Bonnot-Courtois *et al.*, 1989). Les pointes rocheuses et l'archipel situés au large ne laissent entrer que les houles de nord-

ouest qui, même par grand coefficient de marée, sont toujours de faible amplitude. Les installations conchylicoles qui barrent la quasi-totalité de l'entrée de l'estuaire freinent la propagation des agents dynamiques ce qui peut expliquer la tendance à l'envasement de l'estuaire, notamment dans sa partie orientale, où les herbiers sont présents. L'installation de ces concessions conchylicoles en 1961 a donc modifié l'environnement hydrodynamique de l'estuaire et la distribution des sédiments mais ne semble pas avoir été défavorable à la présence de la phytocénose. Celle-ci se situe à l'ouest de la presqu'île de Saint-Jacut de la Mer en bas de deux plages, les Haas et la Banche. Cet herbier est l'un des plus étendus des côtes de la Bretagne septentrionale mais reste de dimension très modeste par rapport à ceux du golfe du Morbihan ou du bassin d'Arcachon.

Cinématique de l'herbier

Afin de mieux comprendre sa cinématique, l'herbier a fait l'objet d'une cartographie à l'aide de photographies aériennes de 13 missions aéroportées sur la période 1952-2003 (Fergusson *et al.*, 1993 ; Robbins et Bell, 1994). Au début de cette série, en 1952 et jusqu'en 1961, les herbiers semblent en bon état. En 1973, des signes d'affaiblissements sont déjà visibles et l'herbier, plus fragmenté, voit sa superficie se réduire. La carte de l'année 1986 montre un herbier en réel déclin ; il semble alors disparaître. A l'opposé, les années 1989 à 2003 montrent une restauration surprenante puisque l'herbier dépasse la superficie de 1952.

Evolution spatio temporelle des herbiers de *N. noltii* de la plage des Haas et de la Banche (estuaire de l'Arguenon) 1952-2003



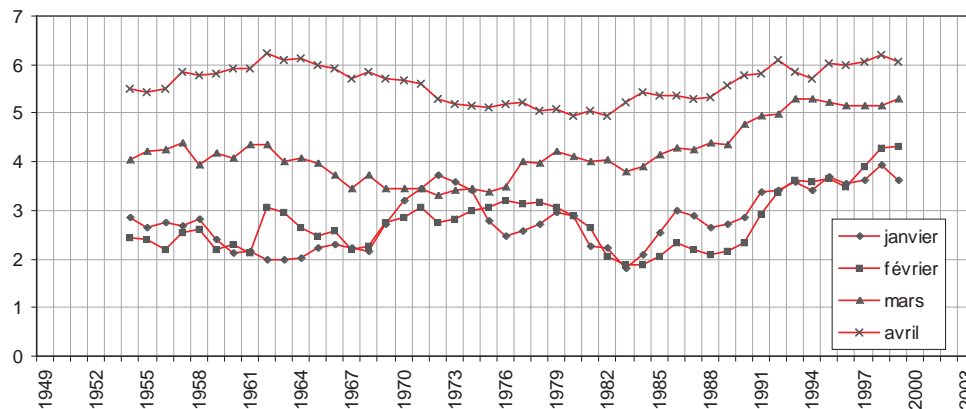
Impact de la variabilité climatique

C'est lors des périodes d'émergence que *N. noltii* est soumise aux variations de température. Dans le bassin d'Arcachon, Auby (1991) a observé lors de l'hiver 1985 (minima à $-12,4^{\circ}\text{C}$), sur la slikke, le gel de la couche supérieure du sédiment et des zostères qui l'occupaient. Toutefois, Le Campion (1970 in Auby, 1991) a mis en évidence le rôle d'écran thermique joué par l'herbier. Cette propriété assure au système racinaire des conditions thermiques plus stables et la pérennité de l'herbier. De même, *N. noltii* est adaptée à supporter ces conditions thermiques fluctuantes,

Lutova et Feldman (1981) ont démontré que la thermostabilité des fonctions cellulaires et des protéines est continuellement plus élevée chez *N. noltii* que chez *Z. marina*.

Pour étudier le lien entre l'extension spatiale de *N. noltii* et le climat, nous avons utilisé les données de la station la plus proche, celle de Dinard-Pleurtuit. Il s'agit d'une station du réseau principal de Météo-France : la première année complète est celle de 1949. La station est située à environ 8 km à l'est de l'estran étudié, en position un peu plus intérieure que le site d'observation : nous avons préféré la série de Dinard à celle de Cancale, cette dernière étant certes plus « littorale » mais plus éloignée et interrompue depuis quelques années. L'observation des moyennes annuelles des températures minimales et maximales montre que, dans la région de Dinard, la tendance au réchauffement est bien perceptible depuis une vingtaine d'années. Précisons que cette station est suffisamment éloignée des agglomérations pour que l'effet d'extension urbaine ne puisse expliquer cette tendance au réchauffement observé ici, comme ailleurs en Bretagne (Mounier *et al.*, 1998 ; Regnaud et Dubreuil, 1998) ou en France (Moisselin *et al.*, 2002 ; Bessemoulin *et al.*, 2003 ; IPCC, 2001). On peut souligner que les 5 années les plus chaudes (avec une moyenne annuelle supérieure à 12°C) sont toutes postérieures à 1990, 2002 étant l'année la plus chaude à Dinard (12,34°C) suivie de près par 1999 (12,28°C) et 2003 (12,27°C). Pour les températures minimales (Tn), celles qui semblent les plus à mêmes d'expliquer l'extension spatiale des zostères, la tendance est nette également avec, depuis 1986 plus aucune année dont les Tn sont inférieures à 7°C et même 8°C depuis 1996.

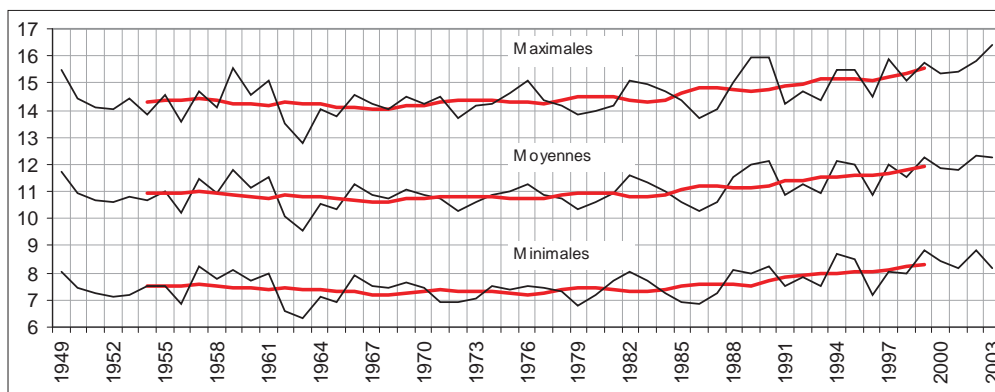
Moyennes des températures minimales mensuelles à Dinard-Pleurtuit
(moyenne mobile 10 ans)



Dans le détail, il convient de préciser les périodes les plus sensibles du point de vue climatique pour la phénologie de *N. noltii*. Le cycle biologique de la plante indique que le début de l'année et notamment les mois de janvier à avril sont les plus susceptibles d'affecter son développement si des périodes froides surviennent. A Dinard, les mois les plus froids ont été janvier 1963 (Tn= -3,4°C et record absolu de -13,7°C), février 1956 (Tn=-3°C), février 1986 et janvier 1985 (deuxième valeur la plus basse enregistrée -13,3°C). Les courbes des mois de janvier et février montrent ces deux périodes d'hiver plus froids des années 1950-60 et des années 1980. Cette dernière séquence d'hivers rudes semble pouvoir être mise en relation avec la phase de rétractation de l'herbier (Crisp, 1964). *A contrario*, la série récente,

sans hivers très froids, correspond bien à une extension de l'herbier. La croissance de l'herbier pourrait être favorisée par des printemps de plus en plus cléments : c'est ce que montrent les courbes des minima pour les mois de mars et avril qui indiquent une tendance à la hausse depuis le milieu des années 80. On peut d'ailleurs remarquer qu'en 1961 l'importante extension spatiale de l'herbier coïncide avec une série de printemps particulièrement doux. Pour mettre en évidence le lien entre l'extension spatiale de l'herbier de zostères et les températures, nous avons calculé les corrélations entre cette surface et les températures minimales, maximales et moyennes mensuelles pour les mois de janvier à mai. La série est composée de 13 valeurs. Les résultats confirment l'importance des conditions thermiques de mars et avril pour le développement des zostères : les mois de janvier, mai et secondairement février présentent des corrélations significativement plus faibles. Un mois de mars aux températures maximales élevées est le plus propice pour le développement des zostères. Elles semblent également fortement dépendantes des températures minimales (et secondairement les maximales) d'avril, ce mois apparaissant globalement comme le mois décisif.

Températures moyennes annuelles (°C.) à Dinard-Pleurtuit
(en rouge : les moyennes mobiles sur 10 ans)



	janvier	février	mars	avril	mai
Minimales	0.25	0.41	0.41	0.61	0.19
Maximales	0.31	0.46	0.60	0.54	-0.14
Moyennes	0.28	0.45	0.53	0.60	-0.04
Degrés jours	0.55	0.43	0.52	0.49	-0.10
Cumul Degrés jours	0.55	0.53	0.64	0.68	0.47

(en rouge, coefficients de corrélations significatifs avec une marge d'erreur de 5%)

Corrélations entre l'extension spatiale de l'herbier de zostères et les températures de Dinard-Pleurtuit

Pour montrer l'influence des conditions thermiques pour la croissance des plantes et cultures, on utilise aussi fréquemment la méthode des degrés jours : elle consiste à cumuler sur une période donnée l'écart positif entre la température moyenne journalière et un seuil thermique (en général 10°C) en dessous duquel la plante ralentit ou stoppe sa croissance. Nous avons donc réalisé ce calcul pour les 5 premiers mois des 13 années d'observation de l'herbier et, pour chaque année, cumulé à partir du mois de janvier jusqu'aux mois de février, mars, avril et mai. Les chiffres cumulés sur les mois de mars et avril confirment que cet herbier apparaît bien conditionné par les conditions de températures de printemps.

Conclusion

La détermination rigoureuse des paramètres environnementaux responsables des variations spatio-temporelles des herbiers médiolittoraux de phanérogames marines n'est pas aisée tant les facteurs de perturbations, anthropiques et/ou naturels, sont nombreux. Localement parfois, ces facteurs ne semblent pas expliquer certaines variations brutales des herbiers de *N. noltii* contrairement aux fluctuations climatiques et notamment aux températures. Il semble possible de mettre en évidence l'impact privilégié des printemps froids sur la cinématique des phytocénoses médiolittorales à *N. noltii*, et donc la variabilité climatique, contrairement aux variations climatiques à méga-échelle qui semblent affecter prioritairement l'espèce infralittorale *Z. marina*.

Références bibliographiques

- AUBY I., 1991. *Contribution à l'étude des herbiers de Zostera noltii dans le bassin d'Arcachon : dynamique, production et dégradation, macrofaune associée*. Doctorat de biologie, Université de Bordeaux I. 162 p.
- BESSEMOULIN P., CERON J.-P., MOISSELIN J.-M., 2003. Nouvelles connaissances sur l'évolution du climat. *Publications de l'Association internationale de Climatologie*. 15, p. 31-38.
- BONNOT-COURTOIS C., VAUCOURT C., LAFOND L.R., LE VOT M., 1989. Géomorphologie et sédimentation comparées dans la baie de Lancieux et l'estuaire de l'Arguenon (Côtes du Nord). *Bulletin du Centre de Géomorphologie de Caen*. 36, p. 93-96.
- CRISP D.J., 1964. The effects of the severe winter of 1962-1963 on marine life in Britain. *Journal of Animal Ecology*. 33, p. 165-210.
- DAUVIN J.C., 1997. *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord*. Synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle. 359 p.
- DEN HARTOG C., 1987. "Wasting disease" and other dynamic phenomena in *Zostera* beds. *Aquatic Botany*. 27, p. 3-14.
- FERGUSON R.L., WOOD L.L., GRAHAM D.B., 1993. Monitoring spatial change in sea-grass habitat with aerial photography. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 59, p. 1033-1038.
- GLÉMAREC M., 1979. Les fluctuations temporelles des peuplements benthiques liées aux fluctuations climatiques. *Oceanologica Acta*. 2, 3, p. 365-371.
- IPCC, 2001. *Climate change 2001 : the scientific basis. Third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. 881p.
- LUTOVA M.I., FELDMAN N.L., 1981. Genotypic temperature adaptations of cellular functions and proteins in two *Zostera* species. *Oecologia*. 89, p. 92-95.
- MOISSELIN J.-M., SCHNEIDER M., CANELLAS C., MESTRE O., 2002. Les changements climatiques en France au XX^e siècle. *La Météorologie*. 38, p. 45-56.
- MOUNIER J., DUBREUIL V., LEJEUNE C., 1998. Variabilité interannuelle et variations actuelles du climat dans le domaine océanique. In « *Studi in onore di Mario Pinna* ». *Memorie della società geografica italiana*. LV, p.121-131.
- PHILIPPART C.J.M., DIJKEMA K.S., 1995. Wax and wane of *Zostera noltii* Hornem. In the Dutch Wadden Sea. *Aquatic Botany*. 49, p. 255-268.
- PHILIPPART C.J.M., 1994. Interactions between *Arenicola marina* and *Zostera noltii* on a tidal flat in the Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 111, p. 251-257.

- REGNAULD H., DUBREUIL V., 1998. L'élévation récente du niveau marin dans l'ouest français : signification climatique et conséquences morphologiques. *Annales de géographie*. 600, p.117-138.
- ROBBINS B.D., BELL S.S., 1994. Quantifying temporal change in seagrass areal coverage: the use of GIS and low resolution aerial photography. *Aquatic Botany*. 58, p. 259-267.
- SHORT F.T., IBELINGS B.W., DEN HARTOG C., 1988. Comparison of a current eelgrass disease to the wasting disease in the 1930s. *Aquatic Botany*. 30, p. 295-304.
- SHORT F.T., NECKLES H., 1999. The effects of global climate change on seagrasses. *Aquatic Botany*. 63, p. 169-196.
- SOUTHWARD A.J., BUTLER E.I., PENNYCUICK L., 1975. Recent cyclic changes in climate and in abundance of marine life. *Nature*. 253, p. 710-715.
- VERMAAT J.E., VERHAGEN F.C.A., 1996. Seasonal variation in the intertidal seagrass *Zostera noltii* Hornem. : coupling demographic and physiological patterns. *Aquatic Botany*. 52, p. 259-281.

Remerciements

L'auteur souhaite associer à ce travail le Pr Cornelis Den Hartog (*Laboratory of Aquatic Ecology, University of Nijmegen, The Netherlands*) et le Dr Jacques-Edouard Levasseur (*Laboratoire de Botanique, Université de Rennes 1, France*) pour leurs suggestions ou la mise à disposition de données et d'observations