

CHANGEMENTS A LONG TERME DANS LES ECO-SYSTEMES : LE BESOIN D'UN SUIVI BIOLOGIQUE DU MILIEU LITTORAL

Denis BINET
Programme CLIMAPECHE
Antenne ORSTOM
IFREMER B.P. 1049
44037 NANTES

Mots-clés : suivi biologique, changements à long-terme, évolution d'un éco-système, stations côtières.

LONG-TERM CHANGES IN ECOSYSTEMS : THE NEED FOR COASTAL BIOLOGICAL MONITORING

Key-words : monitoring, ecosystems, coastal stations, long-term changes.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 31171, ex 1 M

ABSTRACT

Marine ecosystems alter under the impact of climatic variations and human activities. Very little is known however about this evolution which has considerable significance for fisheries and other means of exploitation of the ocean resources, particularly if the predicted global warming actually takes place in the next few decades. These changes can be analysed at a fairly moderate sampling cost, by carefully selecting physical and biological parameters to monitor coastal stations. Long-term data sets could later be used to test hypotheses and models.

Changements climatiques et écologiques

L'évolution du climat est un sujet à la mode, mais il semble que ce ne soit pas sans raisons graves. L'amplitude des fluctuations climatiques des derniers siècles : optimum médiéval, petit âge glaciaire (1), risque d'être dépassée par le réchauffement qui se produit depuis le 19^e siècle (2). Si l'effet de serre dû à l'accumulation de divers gaz est responsable de cette tendance (3), elle n'est pas prête de s'inverser, même si l'on observe des années froides, voire des décennies où la tendance est opposée. Faute de pouvoir en empêcher les conséquences il faut essayer de les comprendre et si possible les prévoir.

La tâche des écologistes marins est, en ce domaine, primordiale. Nous savons que les peuplements qui existent aujourd'hui sont le résultat d'un équilibre avec le milieu qui n'a rien d'immuable. A la limite boréale de leur aire de répartition, certaines espèces sont à la merci d'une série d'hiver rigoureux ; pendant ce temps, les éléments d'une faune froide verront leur aire de répartition s'étendre vers le sud. Au contraire, un réchauffement graduel des périodes hivernales produira vraisemblablement des effets inverses. En réalité, rien n'est aussi simple.

Un lien non univoque

D'une part, la température n'est pas toujours directement responsable de ces changements (il est rare que des valeurs létales soient atteintes). Le facteur thermique est le plus souvent un indicateur de multiples processus : circulation, ensoleillement, stratification, calendrier planctonique, etc.

D'autre part, la coïncidence entre une gamme de température et un état donné de l'écosystème n'est pas un lien fonctionnel, impliquant la réversibilité. Si le système dépasse certains seuils et atteint un nouvel état d'équilibre, il n'est pas évident qu'il revienne au premier état si le paramètre perturbateur, la température par exemple, retrouve sa valeur initiale. On peut, sans doute, assimiler à une fonction linéaire la relation entre la température et une fonction physiologique simple. Il est malheureusement probable que, vu le nombre et la complexité

des relations au sein d'un écosystème, la fonction linéaire soit incapable d'exprimer une relation entre des paramètres ou des processus éloignés.

Une carence de données

Les études de physiologie se font à une échelle spatio-temporelle élémentaire, les études d'interaction entre espèces menées dans les microcosmes se situent à un niveau supérieur. Ces recherches permettent d'analyser flux de matière et d'énergie, comportements et équilibres interspécifiques à des niveaux simples ou peu intégrés. Pour autant qu'on les comprenne, les propriétés des écosystèmes représentent une émergence bien plus complexe que la seule intégration de ces flux ou comportements élémentaires. On sait peu de choses sur l'évolution de ces systèmes pendant des laps de temps supérieurs à l'année.

La dynamique temporelle des systèmes vivants peut-elle se comprendre autrement que par un échantillonnage répétitif ? Le cycle biologique des espèces à durée de vie brève (plancton) ou longue (poissons), sous la plupart des latitudes, suit l'alternance des saisons. La qualité des saisons détermine les périodes d'efflorescence ou de récession. Tout accident au cycle saisonnier a des conséquences sur l'abondance des espèces ; a fortiori si cet accident s'inscrit dans une tendance climatique.

Afin de prévoir quels changements écologiques succéderont à ceux de l'environnement physique, il faudrait disposer rapidement d'états de référence, puis, observer l'influence de la variabilité climatique sur le milieu vivant. Les deux façons d'y arriver sont de se livrer soit à des observations répétitives à partir de points fixes (4), soit à la surveillance synoptique d'une vaste région (5). La première option permet de diminuer l'intervalle de temps entre observations, au dépens de la représentativité spatiale. La seconde option inverse l'ordre des priorités. Un échantillonnage idéal devrait combiner les deux stratégies.

En fait, si l'objectif poursuivi est d'étudier la variabilité temporelle, la première méthode, récoltes en un point fixe, avec un pas de temps resserré, est la plus appropriée. Le déplacement des masses d'eau, en ce point fixe, se chargera d'étendre la représentativité spatiale de l'échantillonnage.

Des recherches récentes

Des études sur la variabilité à long terme du milieu pélagique commencent à apparaître dans la littérature scientifique. On y trouve, pour les mers européennes, nombre de travaux basés sur le Continuous Plankton Recorder, autour des îles britanniques (5, 6, 7, 8), mais aussi des études ponctuelles sur la Manche (9), la Mer du Nord (10, 11), la mer de Norvège (12), la Baltique (13, 14), l'Adriatique (15). En ce qui concerne le benthos côtier, les recherches, réalisées dans le cadre du projet européen COST 647 (16), portent aussi, essentiellement sur l'Europe du Nord.

En France, le naufrage de l'« Amoco Cadiz » a motivé la poursuite d'une surveillance du benthos pendant une dizaine d'années (17) ; les programmes liés au déterminisme du recrutement ont également suscité un échantillonnage pluriannuel. Mais, quelle que soit la durée de ces observations, le principe pourrait en être remis en cause au terme de tel ou tel programme. C'est vraisemblablement à Villefranche/mer (18) que des observations permanentes sont réalisées sur le plancton de la baie avec le plus de régularité et d'ancienneté, indépendamment des contingences des programmes successifs.

Des objections

Les travaux signalés montrent que les Français commencent seulement à s'intéresser à ce courant scientifique, qui devrait pourtant avoir une ampleur à la mesure de la variété de nos faciès littoraux. Pourquoi ce retard ? D'abord parce

qu'aujourd'hui il n'existe que très peu de séries longues. Et, si aussi peu de séries sont disponibles, c'est vraisemblablement parce que l'échantillonnage répétitif paraît un travail routinier, dénué d'intérêt parce qu'il ne fait pas appel aux facultés créatives du chercheur. Si le système de financement de la recherche encourage ce comportement, c'est parce qu'il procède du même état d'esprit.

Une autre critique est d'ordre statistique : quelle est la représentativité d'un échantillonnage aussi sommaire, qui représente néanmoins un effort important sur le long terme. Quel niveau d'inférence en attendre (19) ? Il est tentant d'y répondre de façon empirique : les récoltes de plancton prises chaque semaine au large d'Eddystone ont mis en évidence le cycle dit « de Russell » (9) ; sa réalité est attestée par des observations indépendantes (climat, pêches), personne ne prétend qu'il s'agisse d'un artefact.

Enfin, dernière objection, les changements que l'on veut surveiller se produisent lentement. Il existe bien d'autres priorités immédiates, plus aiguës. Et, ce que personne n'ose formuler, notre propre espérance de vie est courte par rapport au déroulement de ces phénomènes ; la prochaine génération de chercheurs tirera plus de bénéfice de ces observations que nous mêmes !

Pour quelles raisons la France est-elle absente de ce courant scientifique ? D'abord parce qu'aujourd'hui il n'y existe pas, ou peu, de séries longues. Et, si aussi peu de séries sont disponibles, c'est vraisemblablement parce que l'échantillonnage répétitif paraît un travail routinier, dénué d'intérêt parce qu'il ne fait pas appel aux facultés créatives du chercheur. Si le système de financement de la recherche encourage ce comportement, c'est parce qu'il procède du même état d'esprit.

Une autre critique est d'ordre statistique : quelle est la représentativité d'un échantillonnage aussi sommaire, qui représente néanmoins un effort important sur le long terme. Quel niveau d'inférence en attendre (19) ? Il est tentant de répondre de façon empirique : les récoltes de plancton prises chaque semaine au large d'Eddystone ont mis en évidence le cycle dit « de Russell » (9) ; sa réalité est attestée par des observations indépendantes (climat, pêches), personne ne prétend qu'il s'agisse d'un artefact.

Enfin, dernière objection, les changements que l'on veut surveiller se produisent lentement. Il existe bien d'autres priorités immédiates, plus aiguës. Et, ce que personne n'ose formuler, notre propre espérance de vie est courte par rapport au déroulement de ces phénomènes ; la prochaine génération de chercheurs tirera plus de bénéfice de ces observations que nous mêmes !

Une veille écologique

Et pourtant, les changements climatiques qui se profilent à l'horizon des prochaines décennies représentent pour nous un défi et un enjeu.

Un défi, parce que nous avons peut-être, là, l'occasion de comprendre la dynamique à long-terme des écosystèmes marins. Dire qu'il s'agit d'un enjeu est encore plus évident, si l'on songe à la quantité de ressources vivantes tirées des mers, à leur vulnérabilité aux facteurs climatiques (20, 21, 22, 23, 24), au rôle des océans dans l'ensemble des activités humaines et à leur fonction dans les processus biogéochimiques planétaires. Il importe de comprendre si les changements que nous observons sont d'origines anthropiques (exploitation, pollution) ou « naturels » (climatiques).

Ne conviendrait-il pas d'établir, sans tarder, des états de référence ? Puis, ne pourrait-on, par un échantillonnage léger, mais permanent, établir une veille écologique, en certains points de nos côtes ? Il n'est pas utiles de multiplier les stations si leur position est bien choisie. Sans doute suffirait-il de deux stations en Manche (est et ouest), deux ou trois dans le golfe de Gascogne, autant en Méditerranée. Les modalités exactes de cet échantillonnage seraient à déterminer par chaque laboratoire, en

fonction de ses spécificités (hydrologie, plancton, benthos, halieutique), à partir d'un canevas commun.

L'emplacement des stations sera choisi en fonction des connaissances de chaque laboratoire, de façon à concilier accessibilité et représentativité. On choisira de préférence une station de référence déjà visitée. La sortie ne doit pas excéder une demie journée. On peut même envisager des prélèvements à partir d'ouvrages portuaires, s'ils ne sont pas soumis à des influences trop ponctuelles.

La fréquence des prélèvements peut dépendre des possibilités du laboratoire et du cycle étudié (échantillonner plus souvent au printemps qu'en hiver, par exemple). D'une façon générale, la périodicité des observations pélagiques pourrait être hebdomadaire, celle des relevés benthiques serait sensiblement mensuelle.

Il faudrait éviter de multiplier les paramètres observés qui rendraient la charge trop lourde et entraîneraient, à terme, l'arrêt des mesures. La simplicité de l'échantillonnage est, à la mer, un garant de réussite ; c'est aussi un gage de reproductibilité. Le développement d'une instrumentation automatique à la mer (capteurs) et au laboratoire (reconnaissance de formes) peut, dans un avenir proche, rendre les opérations de routine moins contraignantes et donner un nouvel attrait à la surveillance.

La température et la salinité seront mesurées à quelques profondeurs. Les sels nutritifs peuvent être dosés, la transparence estimée.

Le phytoplancton sera récolté s'il est possible d'effectuer un comptage (ne serait-ce qu'une distinction diatomépéridiniens), la chlorophylle filtrée par les laboratoires équipés de fluorimètres. On ne fera ces mesures qu'à un ou deux niveaux, les plus représentatifs de la colonne d'eau.

Le microzooplancton sera échantillonné par les laboratoires capables de le mesurer rapidement (compteur de particules).

Le mesozooplancton peut être recueilli au filet WP2, en traits verticaux fond-surface. Aucune spécialisation n'est nécessaire pour en mesurer le volume ou la biomasse. Les échantillons peuvent être ensuite adressés à des spécialistes pour une analyse taxonomique. On s'intéressera particulièrement aux larves d'espèces d'intérêt commercial (méroplancton, ichthyoplancton), aux espèces jugées « indicatrices » de conditions écologiques particulières. Quelle que soit l'analyse effectuée, on conservera un échantillon pour d'éventuels examens ultérieurs.

Le benthos du système littoral (par exemple : zone intertidale, dans les mers à marées, étage infralittoral en Méditerranée), pourrait aussi faire l'objet d'une surveillance (mensuelle, trimestrielle ?). On peut supposer que la plus grande longévité des espèces, liée à une certaine stratégie de reproduction, est un filtre à la variabilité haute fréquence du milieu pélagique.

Des moyens légers pour des objectifs ambitieux

Il existe en France un certain nombre de « veilles » ou de « suivis » aux objectifs précis, différents de celui-ci. Le RNO surveille la salubrité des plages (polluants, bactéries) ; la DERO (IFREMER) donne l'alerte en cas de développement de péridiniens toxiques, EDF fait suivre l'impact de ses centrales sur le milieu, la Météorologie nationale recueille des données pour alimenter ses modèles de prévision.

La veille écologique que nous voudrions mettre en place précéderait des mêmes méthodes : surveillance et collecte de données en routine ; elle pourrait même utiliser certaines stations de ces réseaux. Les objectifs, plus ambitieux et - il ne faut pas le cacher - plus difficiles à atteindre, sont,

- à court terme : améliorer notre connaissance des cycles annuels, en différentes régions côtières,
- à moyen terme : profiter des anomalies climatiques de chaque année pour démêler l'influence de paramètres hydro-météorologiques, ordinairement corrélés,
- à long terme : comprendre, sous l'influence de quelles variables (anthropiques ou climatiques) et de quelles façons se

font les évolutions des écosystèmes, les modéliser. Dissocier la responsabilité de la pollution et des changements « naturels ». Pour l'haliéutique, c'est l'une des clés des études sur le recrutement, sur les remplacements d'espèces.

Votre avis ?

Les laboratoires maritimes relèvent d'Instituts différents. Récemment, ils se sont vus reconnaître un rôle d'observatoire du milieu côtier par l'INSU. N'est-ce pas dans ces structures décentralisées, responsables, que devrait se mettre en place ce suivi (18) ?

Que pensez-vous de ces suggestions ? Estimez-vous utiles, voire nécessaire, ce type d'échantillonnage ? Quels laboratoires se livrent déjà à ce genre d'observations, quels scientifiques seraient prêts à en effectuer ? Faut-il rechercher des collaborations européennes ? Une standardisation des méthodes ? Il serait très fructueux de partager informations et opinions.

Paul NIVAL (Professeur à Paris 6) me suggère de recueillir vos commentaires afin de préparer une action dans ce sens. Vous pourriez me faire part de votre intérêt pour ce thème et de vos connaissances dans ce domaine en m'écrivant à l'adresse ci-dessus.

Références

1. LAMB H.H., (1985). Climatic history and the future. Princeton University press, Princeton, New Jersey, 835 p.
2. JONES P.D., WIGLEY T.M.L. and WRIGHT P.B., (1986). Global temperature variations between 1861 and 1984. *Nature* 322, 430-434.
3. ROYER J.-F., (1988). Le climat du XXI^e siècle. La Recherche suppl. 201, 42-50.
4. WOLFE D.A., CHAMP M.A., FLEMER D.A. and MEARNES A.J., (1987). Long-term biological data sets : their role in research, monitoring and management of estuarine and coastal marine systems. *Estuaries* 10, 181-193.
5. COLEBROOK J.M., (1978). Continuous plankton records : zooplankton and environment, North-East Atlantic and North Sea, 1948-1975. *Oceanol. Acta* 1, 9-23.
6. COLEBROOK J.M., (1982). Continuous plankton records : phytoplankton, zooplankton and environment, North-East Atlantic and North Sea, 1958-1980. *Oceanol. Acta* 5, 473-480.
7. ROBINSON G.A. and HUNT H.G., (1986). Continuous plankton records : annual fluctuations of the plankton in the Western English Channel, 1958-1983. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 66, 791-802.
8. GIESKES W.W.C. and KRAAY G.W., (1977). Continuous plankton records : changes in the plankton of the North Sea and its eutrophic Southern Bight from 1948 to 1975. *Neth. J. Sea Res.* 11, 334-364.
9. SOUTHWARD A.J. (1980). The Western English Channel - an inconstant ecosystem ? *Nature* 285, 361-366.
10. CADEE G.C., (1986). Recurrent and changing seasonal patterns in phytoplankton of the westernmost inlet of the Dutch Wadden Sea from 1969 to 1985. *Mar. Biol.* 93, 281-289.
11. ROFF J.C., MIDDLEBROOK K. and EVANS F., (1988). Long-term variability in North Sea zooplankton off the Northumberland coast : Productivity of small copepods and analysis of trophic interactions. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 68, 143-164.
12. WIBORG K.F., (1978). Variations in zooplankton volumes at the permanent oceanographic stations along the Norwegian coast and at weathership station M in the Norwegian Sea during the years 1949-1972. *Fiskeridir. Skr. (Havunders.)*, 16, 465-487.
13. VUORINEN I. and RANTA E., (1987). Dynamics of marine mesozooplankton at Seili, northern Baltic Sea, in 1967-1975. *Ophelia* 28, 31-48.

14. SMETACEK V., (1985). The annual cycle of Kiel Bight plankton : a long-term analysis. *Estuaries* 8, 145-157.
15. VUCETIC T., (1971). Long-term zooplankton standing crop fluctuations in the central Adriatic region. *Thalassia Jugoslavica* 7, 419-428.
16. HEIP C., KEEGAN B.F. and LEWIS J.R. (eds), (1987). Long-term changes in coastal benthic communities. Proceedings of a symposium, held in Brussels, Belgium, Dec. 9-12, 1985. *Developments in Hydrobiology* 38. *Hydrobiologia* 142, 340 p.
17. IBANEZ F. and DAUVIN J.C., (1988). Long-term changes (1977 to 1987) in a muddy fine sand *Abra alba* - *Melinna palmata* community from the Western English Channel : multivariate time-series analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 49-81.
18. NIVAL P., (1988). Les études à long terme de l'écosystème pélagique côtier, importance des stations marines : exemple de Villefranche sur mer. *Journées de l'Environnement, CNRS-PIREN*, 30 nov. - 1^{er} déc. 1988, Paris.
19. LIVINGSTON R.J., (1987). Field sampling in Estuaries : the relationship of scale to variability. *Estuaries* 10, 194-207.
20. CUSHING D.H., (1982). *Climate and Fisheries*. London : Academic Press, 373 p.
21. F.A.O., (1983). Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. San José, Costa Rica, 18-19 April 1983. F.A.O. Fisheries Report 291, 1224 p.
22. BINET D., LEROY C., LITTAYE-MARIETTE A. et LA VILLEMARQUE J. de (1989). Etat d'avancement du programme « Climapêche ». 17 p. dactylogr., annexes.
23. WYATT T and LARRANETA M.G. (eds), (1988). Long-term changes in marine fish populations. Proceedings of a symposium held in Vigo, Espana, 18-21 Nov. 1986, 554 p.
24. SOUTHWARD A.J., BOALCH G.T. and MADDOCK L., (1988). Fluctuations in the herring and pilchard fisheries of Devon and Cornwall linked to change in climate since the 16th century. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 68, 423-445.

