

CARAC

TÉRIS

TIQUES ET

MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

ÉTAT

ÉCOLO

GIQUE

CARACTÉRISTIQUES ET ÉTAT ÉCOLOGIQUE

MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

JUIN 2012

ÉTAT BIOLOGIQUE

Description des différents biotopes

Distribution des biotopes principaux de la colonne d'eau

Martin Huret,
Isabelle Gailhard-Rocher (Ifremer, Brest).
Avec la participation de
Julie Gatti,
Pierre Garreau
et Francis Gohin (Ifremer, Brest).



La notion d'habitat inclut conjointement les caractéristiques abiotiques (le biotope) et biotiques du milieu.

Les biotopes pélagiques se caractérisent par une grande variabilité spatio-temporelle des conditions hydrologiques de la colonne d'eau, par la diversité des populations pélagiques qu'ils hébergent – phytoplanctoniques, zooplanctoniques, ichtyologiques – et surtout, par la dynamique de ces populations qui peuvent changer d'habitat au cours de l'année ou du stade de leur cycle de vie – larves, juvéniles, adultes, période d'alimentation, de reproduction, etc. –, notamment pour les espèces ichtyologiques.

Les études ayant trait à la classification des habitats marins portent essentiellement sur les habitats benthiques [1] [2] [3]. De nombreuses études se sont également intéressées à la cartographie des habitats d'espèces vulnérables ou d'intérêt, notamment dans un cadre réglementaire – liste des habitats élémentaires de la directive Habitats. Seules deux typologies proposent des classifications permettant de recenser l'ensemble des habitats marins : la classification CMECS aux États-Unis [4] et la classification EUNIS en Europe [5]. Dans cette dernière typologie, la discrimination des habitats pélagiques est basée sur des critères physiques et hydrodynamiques. Cette classification, bien qu'elle constitue un standard européen et offre l'avantage d'être exhaustive grâce à sa structure

hiérarchique, demeure d'utilisation complexe et peut se révéler inadaptée à certaines zones géographiques.

D'autres approches, moins génériques, s'intéressent au lien entre communautés ou espèces pélagiques et habitats, et tentent de prédire au mieux la distribution spatio-temporelle des populations, en particulier à l'aide de la modélisation [6] [7]. Elles se focalisent sur des espèces cibles, le plus souvent ichtyologiques, et sur des stades précis de leur cycle de vie : période de ponte, nourriceries, etc. [8].

Cette synthèse tente de conserver une approche générique, et se limite donc à la classification des biotopes. Par conséquent, nous sommes amenés à définir des frontières entre ces biotopes. Néanmoins, celles-ci conservent un caractère relatif et dépendront en particulier de l'échelle spatio-temporelle sur laquelle la classification est réalisée. Elles pourront être adaptées en fonction des facteurs environnementaux déterminants pour une espèce d'intérêt donnée, notamment dans un contexte de définition d'habitats. L'approche adoptée ici rejoint celle de la classification EUNIS, avec des critères quantifiables, en se basant sur des variables forçantes à l'échelle des biocénoses. L'objectif est de classer les masses d'eau sur la base de critères physiques, reconnus importants pour les espèces pélagiques et l'écosystème en général, et ainsi de construire une cartographie de « paysages hydrologiques », favorables au développement de différentes communautés pélagiques.

1. MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES PAYSAGES HYDROLOGIQUES

1.1. MÉTRIQUES HYDROLOGIQUES D'INTÉRÊT POUR LES COMMUNAUTÉS PÉLAGIQUES

Outre la température, qui joue un rôle direct sur la production primaire et l'ensemble du réseau trophique, d'autres caractéristiques telles que la stratification de la colonne d'eau ou la salinité, reflétant l'influence des panaches, ont un impact fort sur la distribution des communautés pélagiques.

Les indices hydrodynamiques, développés dans des études antérieures et sélectionnés ici, sont les suivants :

- salinité de surface (SS) : indice « panaches fluviaux » ;
- température de surface (SST, °C) ;
- indices de stratification de la colonne d'eau : déficit d'énergie potentielle, qui représente l'énergie nécessaire pour homogénéiser – en température, en salinité ou en densité – la colonne d'eau.

- $PHI = \frac{1}{H_0 + \xi} \int_{-H_0}^{\xi} (\bar{\rho} - \rho_z) g z dz$ (kg.m⁻¹.s⁻²), en kg.m⁻¹.s⁻², avec $\bar{\rho} = \frac{1}{H_0 + \xi} \int_{-H_0}^{\xi} \rho dz$ la masse volumique moyenne sur la colonne d'eau, ρ_z la masse volumique à la profondeur z , H_0 la profondeur maximale (fixée ici à 100 m), et ξ la hauteur de la surface libre [9].

Autres indices :

- la turbidité peut également jouer un rôle sur la distribution spatiale des populations pélagiques. Elle a été prise en compte dans l'analyse, au même titre que les indices physiques ;
- en outre, en référence aux espèces ichtyologiques, il peut être judicieux d'élargir la notion de biotope en prenant en compte le plancton, constituant l'alimentation de certaines populations ichtyologiques, et donc structurant leur distribution. C'est pourquoi le paramètre chlorophylle *a* (*chl_a*) a été intégré dans cette étude, en l'absence de données suffisamment synoptiques pour le zooplancton ;
- les indices sélectionnés sont représentatifs de la couche de surface, saisonnièrement stratifiée, ou de la couche euphotique de par les indices turbidité et *chl_a*. Les biotopes discriminés dans cette étude sont donc ramenés à une description en deux dimensions. Les couches mésopélagiques et bathypélagiques constitueront des habitats distincts, non analysés ici, mais présentant une variabilité spatio-temporelle bien moins importante que l'habitat de surface.

1.2. DONNÉES DISPONIBLES

Afin de décrire les propriétés physiques influant sur la répartition spatiale des populations, des mesures *in situ* de salinité et de température sur toute la colonne d'eau sont utilisées pour le paramètre « salinité de surface » et pour le calcul du déficit d'énergie potentielle.

En Méditerranée, la climatologie MEDAR Group [10] rassemble l'ensemble des mesures *in situ* collectées lors des campagnes océanographiques depuis plus d'un siècle. Des estimations par interpolation verticale permettent d'obtenir des moyennes mensuelles sur toute la colonne d'eau – à intervalles irréguliers. La résolution spatiale pour l'ensemble de la Méditerranée est de 0,2°, mais une résolution plus fine, de 0,05°, est disponible sur une zone plus restreinte autour du golfe du Lion, utilisée pour l'analyse. Cette zone ne couvre pas la totalité de la sous-région marine, mais elle offre des résultats plus pertinents.

Concernant les trois autres paramètres, des estimations des moyennes mensuelles, de 2003 à 2010, de la température de surface et des concentrations en matières en suspension inorganiques et en *chl_a* dans la couche de surface sont disponibles grâce aux images satellitaires. La résolution spatiale de ces données est de 0,044° en longitude et en latitude (voir la contribution thématique « Répartition spatio-temporelle de la chlorophylle *a* »). Les données de type climatologique mensuelles utilisées ici ne permettent pas de capturer la variabilité spatio-temporelle associée aux structures hydrodynamiques à méso-échelle, qui caractérisent l'hydrodynamique de la Méditerranée. Ces structures transitoires, telles que les tourbillons, les zones de front et les upwellings, peuvent pourtant expliquer la distribution spatio-temporelle de certaines populations.

En outre, d'autres indices proposés dans les études antérieures, complémentaires du déficit d'énergie potentielle et décrivant de manière intégrée les caractéristiques de la colonne d'eau, n'ont pas été intégrés dans cette analyse ;

il s'agit de la profondeur de la couche de mélange et du gradient vertical maximum de température. Ces indices se sont révélés pertinents pour l'identification de paysages hydrologiques dans les autres sous-régions marines de la DCSMM, mais calculés à partir des données MEDAR Group [10], ils n'ont pas permis d'identifier des structures hydrologiques pertinentes au regard des connaissances de l'hydrodynamique de cette région. En revanche, la température de surface, qui a été mise de côté pour l'analyse conjointe sur la Manche, les mers celtiques et le golfe de Gascogne, et ce, afin d'éviter la trop forte stratification latitudinale qu'elle induirait sur la classification des habitats, a été prise en compte sur la zone Méditerranée, bien plus limitée spatialement. De même, la *chl_a*, qui ne répond pas à l'objectif de cette étude d'identification de « paysages physiques », a été incluse, au même titre que les autres indices physiques, dans l'analyse. L'ajout de ces deux variables a en effet permis de discriminer certaines structures hydrologiques jouant un rôle important dans l'hydrodynamique et la répartition des populations pélagiques dans cette région.

1.3. ANALYSE STATISTIQUE

Les données décrites ci-avant permettent de disposer de tables mensuelles présentant les cinq paramètres physiques sélectionnés – SS, PHI, SST, MES et *chl_a* –, calculés sur toute la zone géographique, à une résolution commune de 0,05°. Sur la base d'une étude similaire ayant pour objectif d'identifier des « paysages hydrologiques » en domaine côtier dans le golfe de Gascogne [11] [12], une méthode de comparaison multitableau (analyse factorielle multiple) est utilisée afin d'identifier des groupes d'individus présentant une variabilité des conditions hydrologiques similaire au cours de l'année [13].

2. DISTRIBUTION DES PAYSAGES HYDROLOGIQUES IDENTIFIÉS

L'analyse statistique permet d'identifier dix groupes présentant une variabilité annuelle des conditions hydrologiques similaires. Leur distribution spatiale est illustrée en figure 1. La figure 2 décrit la variabilité temporelle de la médiane des indices hydrologiques ayant permis de discriminer ces paysages hydrologiques. La superficie et le volume des groupes dans la sous-région marine sont présentés dans le tableau 1. Le tableau 2 résume les principales caractéristiques des dix paysages hydrologiques identifiés.

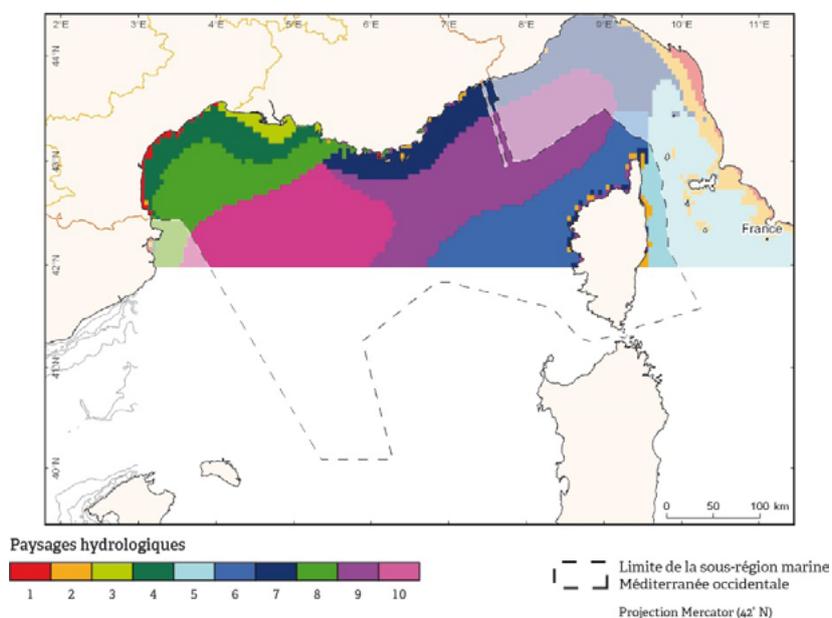


Figure 1 : Distribution spatiale des paysages hydrologiques identifiés par l'analyse factorielle multiple (Sources : MEDATLAS 2002, climatologie golfe du Lion, SHOM, IGN, ESRI, 2011).

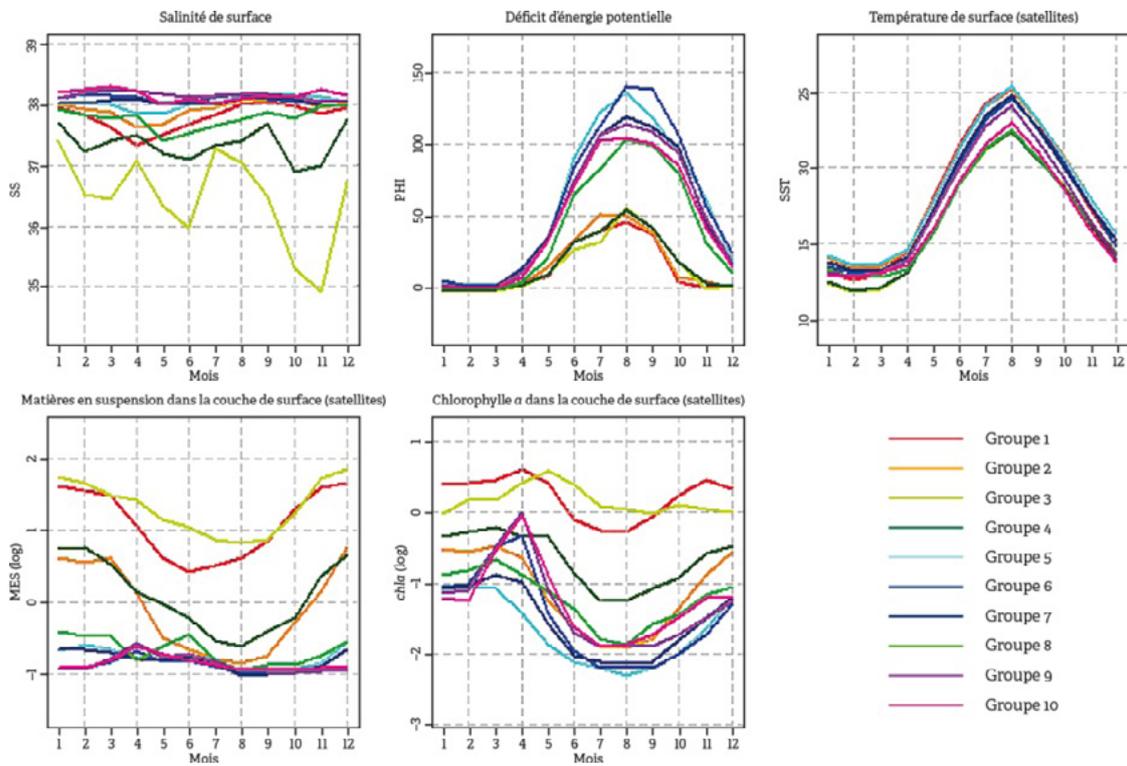


Figure 2 : Variabilité saisonnière des médianes des paramètres introduits dans l'analyse (Sources : MEDATLAS 2002, climatologie golfe du Lion, SHOM, IGN, ESRI, 2011).

Groupe	Superficie (en km ²)	Volume ($\times 10^9$ m ³)
1	2 176	218
2	1 632	90
3	4 624	336
4	16 593	1 031
5	10 065	1 040
6	39 714	3 999
7	20 401	2 048
8	30 738	2 973
9	60 659	6 066
10	50 323	5 032

Tableau 1 : Superficie et volume des paysages hydrologiques dans la sous-région marine.

Groupe	Caractéristiques des paysages hydrologiques
1	Biotope très côtier, très peu représenté dans la sous-région marine, principalement présent le long de la côte italienne en face de Libourne. Habitat très peu profond, caractérisé par une faible dessalure uniquement au printemps, les températures de surface les plus importantes et des valeurs fortement élevées de <i>chla</i> et MES.
2	Biotope très côtier proche du groupe 1, et également très peu présent dans la sous-région marine. Cet habitat présente des caractéristiques similaires au groupe 1, avec une dessalure au printemps moins marquée et des valeurs importantes en MES en hiver, mais moins élevées que dans le premier groupe.
3	Biotope du panache du Rhône dans le golfe du Lion, avec des dessalures importantes au printemps mais surtout en automne, des MES élevées tout l'hiver, et des concentrations en <i>chla</i> élevées en moyenne, avec un pic en mai. Malgré la présence d'un panache et d'une stratification haline, la stratification de la colonne d'eau dans cette zone est facilement rompue sous l'influence du mistral.
4	Biotope du plateau du golfe du Lion, zone de dilution du panache, présentant des dessalures relatives, peu stratifié et également moins riche en MES et <i>chla</i> que le panache (groupe 3) lui-même.
5	Biotope au large de la côte est de la Corse, donc peu représenté à l'intérieur de la sous-région marine. Habitat très stratifié et fortement oligotrophe.
6	Biotope du large, à l'ouest de la Corse. Proche du groupe 5, il est également très fortement stratifié, jusque tard dans la saison, et oligotrophe malgré la présence d'un léger bloom au printemps.
7	Biotope sous influence du courant Nord Méditerranéen, issu de la convergence des groupes 5 et 6. Ce groupe est présent le long de la Côte d'Azur pour ce qui concerne la sous-région marine, il est relativement chaud et peu productif en phytoplancton et se distingue des groupes 5 et 6 par une stratification saisonnière moins marquée.
8	Proche du groupe 7, ce biotope au large du golfe du Lion présente de faibles dessalures – sous l'influence conjuguée des eaux d'origine atlantique et des eaux du panache du golfe du Lion – et des températures de surface plus élevées en hiver et plus froides en été que le groupe 7.
9	Ce biotope, avec le groupe 10, constitue la zone centrale de convection hivernale, tous les deux caractérisés par une stratification relativement forte en été et un bloom élevé au printemps. Le biotope 9, moins soumis au forçage des vents pendant l'été, présente des températures légèrement plus élevées et une stratification plus forte l'été que le groupe voisin 10.
10	Ce groupe très proche du groupe 9 se distingue par des températures moins élevées et une stratification légèrement plus faible l'été, sous l'influence du mistral et de la tramontane.

Tableau 2 : Caractéristiques des paysages hydrologiques.

3. CONCLUSION

Les paysages hydrologiques identifiés dans cette étude représentent des zones géographiques homogènes au plan des indices hydrologiques sélectionnés et contribuent fortement à la structuration des biocénoses. Ces structures hydrologiques homogènes peuvent constituer des entités géographiques favorables au développement de certaines communautés pélagiques dans la zone euphotique, mais aussi démersales et benthiques.

La typologie présentée dans cette étude pourra servir de base à la structuration d'entités homogènes au sein desquelles il sera par la suite possible de qualifier l'état écologique demandé par la DCSMM. Pour ce deuxième exercice, la description des principales communautés ou espèces typiques associées aux paysages pourrait être un élément pertinent. Ce complément pourra s'appuyer sur certaines contributions de l'évaluation initiale, notamment celles relatives à la description des caractéristiques biologiques des communautés associées aux habitats pélagiques. Un tel travail à l'échelle annuelle, sur toute la zone concernée et pour l'ensemble des espèces pélagiques clefs d'une région donnée, nécessite de disposer d'une description des distributions des espèces pélagiques dominantes, à des échelles temporelles et spatiales fines, ainsi qu'à plusieurs périodes de leur cycle de vie en ce qui concerne les poissons. La structuration spatiale développée pourra aussi être utilisée en complément de la structure biosédimentaire, pour une même approche sur les communautés benthodémersales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Foster-Smith B., Connor D., Davies J., 2007. *MESH Guide to Habitat Mapping*, MESH Project, 2007. JNCC, Peterborough. <http://www.searchmesh.net/default.aspx?page=1900>
- [2] Connor D.W., Gilliland P.M., Golding N, Robinson P., Todd D., Verling E., 2006. *UKSeaMap: the mapping of seabed and water column features of UK seas*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough. JNCC. <http://jncc.defra.gov.uk/page-2117>
- [3] Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMHM), 2008.
- [4] Coastal and Marine Ecological Classification Standard: Version 3.1 (Working Draft). FGDC Document Number XX, 2010.
- [5] Davies C., Moss D., Hill M., 2004. Eunis habitat classification revised 2004, 310 p.
- [6] Planque B., Loots C., Petitgas P., Lindstrom U. et Vaz S., 2011. Understanding what controls the spatial distribution of fish populations using a multi-model approach. *Fish. Oceanogr.* 20:1, 1-17.
- [7] Planque B., Bellier E., Lazure P., 2007. Modelling potential spawning habitat of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. *Fish Oceanogr.* 16:1, 16-30.
- [8] Lehodey P., Senina I. et Murtugudde R., 2008. A spatial ecosystem and populations dynamics model (SEAPODYM) – Modeling of tuna and tuna-like populations. *Prog. Oceanogr.* 78:304-318.
- [9] Huret M., Struski C., Léger F., Petitgas P., Lazure P. et Sourisseau M., 2009. Modélisation couplée physique-biogéochimie du golfe de Gascogne sur la période 1971-2007. R.INT.DOP/EMH/ 2009-01.
- [10] Saulquin B., Gohin F. et Garello R., 2011. Regional Objective Analysis for Merging High-Resolution MERIS, MODIS/Aqua, and SeaWiFS Chlorophyll-a Data From 1998 to 2008 on the European Atlantic Shelf, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, 49, 143-154.
- [11] Planque B., Lazure P., Jegou A.M., 2004. Detecting hydrological landscapes over the Bay of Biscay continental shelf in spring. *Clim Res* 28:41-52.
- [12] Planque B., Lazure P., Jegou A.M., 2006. Typology of hydrological structures modelled and observed over the Bay of Biscay shelf. *Scientia Marina* 70S1: 43-50.
- [13] Gailhard-Rocher I., Huret M., Lazure P., Vandermeirsch F., Gohin F., 2011. Identification de « paysages hydrologiques » dans les eaux marines sous juridiction française. Rapport interne Ifremer (en préparation).