



**HAL**  
open science

# Les récifs artificiels, un outil évolutif pour l'aménagement du milieu marin : approche géographique en France métropolitaine

Jessica Salaün, Sylvain Pioch, Jean-Claude Dauvin

## ► To cite this version:

Jessica Salaün, Sylvain Pioch, Jean-Claude Dauvin. Les récifs artificiels, un outil évolutif pour l'aménagement du milieu marin : approche géographique en France métropolitaine. *Norois*, 2022, pp.7 - 29. 10.4000/noroi.12029 . hal-03876908

**HAL Id: hal-03876908**

**<https://normandie-univ.hal.science/hal-03876908>**

Submitted on 29 Nov 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## LES RÉCIFS ARTIFICIELS, UN OUTIL ÉVOLUTIF POUR L'AMÉNAGEMENT DU MILIEU MARIN : APPROCHE GÉOGRAPHIQUE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

[Jessica Salaün](#), [Sylvain Pioch](#), [Jean-Claude Dauvin](#)

Presses universitaires de Rennes | « [Norois](#) »

2022/2 n° 263 | pages 7 à 29

ISSN 0029-182X

ISBN 9782753593060

DOI 10.4000/norois.12029

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<https://www.cairn.info/revue-norois-2022-2-page-7.htm>  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour Presses universitaires de Rennes.

© Presses universitaires de Rennes. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.



**Norois**

Environnement, aménagement, société

263 | 2022

**Aménagements et risques littoraux, agriculture de proximité**

---

## Les récifs artificiels, un outil évolutif pour l'aménagement du milieu marin : approche géographique en France métropolitaine

*Artificial reef, an evolving marine environment management tool: geographical approach in mainland France*

Jessica Salaün, Sylvain Pioch et Jean-Claude Dauvin

---



### Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/norois/12029>

DOI : 10.4000/norois.12029

ISSN : 1760-8546

### Éditeur

Presses universitaires de Rennes

### Édition imprimée

Date de publication : 6 décembre 2022

Pagination : 7-29

ISBN : 978-2-7535-9306-0

ISSN : 0029-182X

Distribution électronique Cairn



### Référence électronique

Jessica Salaün, Sylvain Pioch et Jean-Claude Dauvin, « Les récifs artificiels, un outil évolutif pour l'aménagement du milieu marin : approche géographique en France métropolitaine », *Norois* [En ligne], 263 | 2022, mis en ligne le 03 janvier 2025, consulté le 24 novembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/norois/12029> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/norois.12029>

---

Tous droits réservés



www.pur-editions.fr



Revue en ligne : <https://journals.openedition.org/norois/>



## Les récifs artificiels, un outil évolutif pour l'aménagement du milieu marin : approche géographique en France métropolitaine

*Artificial reef, an evolving marine environment management tool: geographical approach in mainland France*

Jessica SALAÜN<sup>a</sup>, Sylvain PIOCH<sup>b</sup> et Jean-Claude DAUVIN<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Auteure correspondante, Atlantique Landes Récifs, 1 rue du Pitey, ZA des deux pins, 40130 Capbreton, Université Paul Valéry, Montpellier 3, Laboratoire d'Aménagement et de Géographie de Montpellier EA LAGAM, F34000, Montpellier, France, Normandie Univ., UNICAEN, CNRS, UMR 6143 M2C, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France (jess.salaun18@gmail.com)

<sup>b</sup> Université Paul Valéry, Montpellier 3, Laboratoire d'Aménagement et de Géographie de Montpellier EA LAGAM, F34000, Montpellier, France

<sup>c</sup> Normandie Univ., UNICAEN, CNRS, UMR 6143 M2C, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France

**Résumé :** Parmi les outils d'aménagement côtier destinés à la gestion des milieux marins, les récifs artificiels (RA), dont le Japon a initié et généralisé l'utilisation pour le développement des ressources halieutiques dès le XVII<sup>e</sup>, ont été implantés en France métropolitaine pour la première fois en 1968. Depuis, une cinquantaine de projets d'aménagement côtier a vu le jour, dans des contextes territoriaux, environnementaux et socio-économiques, très différents. Fort de ces cinquante années d'expérience, il est proposé une revue des caractéristiques des RA par une approche géographique de leur déploiement en France métropolitaine. D'un point de vue chronologique, trois périodes d'immersion se distinguent : une période propédeutique d'expérimentation des RA, suivie d'une période de multiplication des sites de RA et enfin d'une période d'innovation de l'outil et des usages, poussée par une pression socio-environnementale de protection de la nature. D'un point de vue spatial, ces implantations sont très hétérogènes d'une façade maritime à l'autre, avec une diversité forte en Méditerranée et moindre en Manche. Ces variations peuvent s'expliquer par des rapports culturels à l'environnement divergents, notamment dans les modes de gestion des zones de pêche (telles que les prud'homies en Méditerranée), ou des différences morpho-géologiques des côtes (présence de substrats durs naturels ou d'épaves) et des différences dans les orientations des pêcheries (pêche côtière, hauturière, mono-spécifique, état des stocks des espèces d'intérêt halieutique). D'un point de vue sociogéographique, les immersions de RA ont été initiées pour 70 % des cas par des pêcheurs et cofinancées dans 72 % des cas par les collectivités territoriales à l'échelle régionale. Malgré une absence de planification à l'échelle nationale, les sites de RA en France ont réussi à voir le jour en s'appuyant sur les acteurs territoriaux et locaux. Enfin, cette étude montre comment les RA, en tant qu'outil d'aménagement, créent une dynamique territoriale d'échanges entre les acteurs locaux afin d'assurer une gestion durable et pérenne du territoire marin côtier.

**Abstract:** Among the coastal development tools intended worldwide for the management of marine environments, artificial reefs (ARs), whose use was initiated in Japan in the 17<sup>th</sup> century, were first implemented in mainland France in 1968. Since then, about fifty coastal development projects have been carried out, in very different territorial, environmental and socio-economic contexts. Based on these fifty years of experience, we propose a review of the characteristics of the ARs through a geographical approach of their deployment in metropolitan France. From a chronological point of view, three periods of immersion can be distinguished: an experimental period of experimentation with AR, followed by a period of multiplication of AR sites and finally a period of innovation of this tool and its uses, driven by socio-environmental pressure for nature protection. From a spatial point of view, these sites are very heterogeneous from one



coastline to another, with a high degree of diversity in the Mediterranean and less in the Channel. These variations can be explained by divergent cultural relationships with the environment, notably in the management methods of the fishing areas (such as the *prud'homies* in the Mediterranean), or morpho-geological differences of the coasts (presence of natural hard substrates or wrecks) and differences in the orientations of the fisheries (inshore, offshore, monospecific, state of the stocks, species of fishery interest). From a socio-geographic point of view, 70% of the AR dives were initiated by fishermen and 72% of them were co-financed by the local authorities at the regional level. Despite the lack of planning on a national scale, the AR sites in France have been successfully deployed, managed and helped by territorial and local stakeholders. Finally, this study shows how ARs, as a planning tool, created a territorial dynamic of exchanges between local stakeholders in order to ensure a sustainable management of the coastal marine territory.

**Mots clés :** aménagement territorial – acteurs locaux – gestion des ressources – restauration écologique

**Keywords:** *land use planning – stakeholder – resource management – ecological restoration*

Cette recherche est financée par l'Association National de la Recherche et de la Technologie et l'association Atlantique Landes Récifs. Nous souhaitons remercier tous les acteurs interrogés pour le temps qu'ils nous ont accordés ainsi que les relecteurs pour leurs remarques.

## INTRODUCTION

La géographie s'intéresse à la relation de l'Homme avec son environnement, à son interaction sur la ressource par des actions d'aménagement du territoire (Veyret, 1994). En mer, l'érosion de la biodiversité, couplée à une raréfaction mondiale des ressources halieutiques est sans précédent (IPBES, 2018). Face à cette crise, deux actions principales sont engagées au niveau mondial à travers des actions proactives de gestion des usages (aires marines protégées, quotas, baisse des pressions anthropiques) et réactive avec des actions de réparation de l'environnement (restauration écologique, ingénierie écologique). Sur les bandes côtières, l'utilisation de Récifs Artificiels (RA) disposés sur les fonds marins est une action réactive destinée à promouvoir un environnement propice à certains écosystèmes, ou à développer la productivité halieutique. En France, les RA ont fait l'objet de peu de travaux de géographes contemporains (Doumenge, 1972; Pioch, 2008; Querellou *et al.*, 1981; Rey-Valette *et al.*, 2000; Simard, 1991) contrairement aux nombreux travaux en écologie et océanographie (Astruch *et al.*, 2016; Charbonnel *et al.*, 2001; Claudet, 2006; Cresson, 2013; Koeck, 2012; Ody, 1987; Riera, 2020; Tessier, 2013) et seulement deux études des perceptions des acteurs par le biais d'enquêtes (Heyraud, 2007; Tessier, 2013).

Dans un contexte de gestion territorialisée de l'environnement marin côtier, il est proposé ici une revue des caractéristiques sociogéographiques ayant orienté l'implantation des récifs artificiels en France, ainsi qu'une étude exploratoire de leurs utilisations

comme outil de gestion du milieu marin. Celles-ci sont basées sur un corpus bibliographique de références et des enquêtes menées sur le terrain auprès des différents acteurs-usagers des RA en France métropolitaine. Après une définition et une revue des catégories d'objectifs des RA, il sera montré l'influence du contexte socio-économique sur les différentes périodes d'immersion de RA en France. Puis, il sera mis en évidence l'influence des stratégies régionales d'aménagement du territoire sur le nombre d'immersions de RA, le long des côtes françaises métropolitaines. Enfin, il sera tenté de souligner les bénéfices de ces projets en révélant un rôle social original de cet outil d'aménagement côtier.

## MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

Afin de dresser un état de situation sociogéographique des immersions de RA en France métropolitaine, nous nous sommes appuyés sur un corpus bibliographique composé de :

– Rapports de suivis et études d'impacts : ALR, 2017; Astruch *et al.*, 2016; Aubert *et al.*, 2020; Auzas et Maurouard, 2015; Bernard *et al.*, 1999; Blouet *et al.*, 2012, 2014; Bodilis *et al.*, 2008; Bornens *et al.*, 2004, 2006; Bouchoucha, 2020; Charbonnel *et al.*, 1999, 2001; Charbonnel et Bachet, 2011; Chery *et al.*, 2012; Chevallier et Leroy, 2017, 2019; Conseil Général Alpes Maritimes, 2014; Créocéan, 2008, 2014; Créocéan et Oeil d'Andromède, 2003, 2007; Créocéan et P2A, 2006; Daniel *et al.*, 2014; Dubreuil, 2013; Dubreuil *et al.*, 2014; Duval et Duclerc, 1985;



Foucart, 2003; Francour *et al.*, 2016; Guichard, 1999; Jouvenel et Bachet, 1998; Laborde, 2010; Le Direach *et al.*, 2014, 2017; Lenfant *et al.*, 2007; Mouchel, 2015; Pelaprat *et al.*, 2010; SINAY et IVAMER, 2013; Tazua, 2004;

– Documents réglementaires : DDTM 11, 2002; DDTM 34, 2008; DDTM 76, 2008; Préfecture maritime de l'Atlantique, 2005;

– Articles scientifiques et thèses de doctorat : Allemand *et al.*, 2000; Baine, 2001; Barnabé *et al.*, 2000; Becker *et al.*, 2017, 2018; Bortone, 2006; Castege *et al.*, 2016; Claudet, 2006; Claudet et Pelletier, 2004; Cresson, 2013; Cresson *et al.*, 2019; Fabi *et al.*, 2011; Jensen *et al.*, 2000; Koeck, 2012; Lopez de Oliveira, 2016; Ody, 1987; Pastor, 2008; Pioch, 2007, 2008; Riera, 2020; Tessier, 2013; Tessier *et al.*, 2015; Vivier *et al.*, 2021;

– Documents de synthèse : Cépralmar, 2015, 2017; DIRM, 2012; Lacroix, 1999; Lacroix *et al.*, 2002; Véron *et al.*, 2008.

Les données ont été complétées par des entretiens semi-directifs auprès de 134 acteurs représentants de la société civile (organismes de pêcheurs professionnels, pêcheurs de loisirs, plongeurs, plaisanciers, associations environnementales, bureaux d'études, etc.), des collectivités territoriales (communes, syndicats mixtes, départements et Régions) et de l'État (établissement public, services déconcentrés) répartis sur les trois façades maritimes. Ces entretiens ont été menés sur une période de 18 mois, entre juillet 2019 et décembre 2020. Ils ont permis de compléter le recensement des caractéristiques sociales, historiques et géographiques des sites de RA, synthétisées dans le tableau 1.

## LES RÉCIFS ARTIFICIELS, UN OUTIL D'AMÉNAGEMENT CÔTIER POUR LA GESTION DU MILIEU MARIN

D'après Fabi *et al.* (2015), les RA sont des structures volontairement immergées par l'homme dans le but de protéger, produire (augmenter ou régénérer) ou concentrer les ressources marines (figure 1). Ils sont employés dans de nombreux pays comme le Japon, les États-Unis, l'Australie et en Europe, l'Italie, la France ou encore le Portugal. En France, trois principaux objectifs sont établis par la commu-

nauté scientifique (Susperregui et Soulier, 2009) : production, protection et récréatif.

Pour Seaman (2000), l'enjeu des RA de production est d'augmenter et diversifier la ressource halieutique en vue d'une exploitation par la pêche. Les RA ont également un effet d'attraction et de concentration des poissons, similaires au Dispositif de Concentration de Poissons (DCP), tout comme les épaves ou les bouées d'après Lacroix *et al.* (2002). Malgré leur utilisation à travers le monde et depuis des décennies, des controverses persistent toujours autour de l'utilisation et de l'efficacité de cet outil à produire de la ressource halieutique. La difficulté d'évaluer l'efficacité des RA de production réside dans l'incapacité à se départir de leur effet d'attraction pour distinguer la part de production de biomasse du RA de la part « importée » depuis le milieu naturel (agrégation). Récemment, en utilisant des analyses statistiques sur des séries de données temporelles d'observation des RA, ou à l'aide d'analyses isotopiques de contenus stomacaux, les scientifiques ont réussi à apporter certaines preuves quant à un effet positif sur la production nette, générées par des RA (Cresson *et al.*, 2019; Roa-Ureta *et al.*, 2019). Ces études, bien que publiées dans des revues de références, sont encore trop récentes pour statuer définitivement cette controverse entre production et attraction. Si les RA peuvent constituer un outil efficace de production, une des conditions nécessaires est le respect d'un équilibre entre les prélèvements et le renouvellement de la ressource, en mettant en place un plan de gestion basé sur des suivi-évaluations réguliers, afin d'exercer une exploitation raisonnée (Lacroix *et al.*, 2002). Notons également que les RA de production sont principalement immergés dans un objectif de soutien à la pêche côtière (Fabi *et al.*, 2011).

Dans plusieurs pays d'Europe, comme l'Espagne, l'Italie et la France, les RA répondent également à un objectif de protection physique contre le chalutage illégal de la bande côtière (Jensen *et al.*, 2000). L'outil est alors détourné de sa fonction d'habitat pour servir d'obstacle à une pratique de pêche aux arts traînants déjà réglementée et illégale dans la limite des trois milles marins (environ 5 km), mais perdurant par manque de contrôle et de moyens de surveillance. L'intérêt écologique de ces « gendarmes immergés » a toutefois été constaté, notamment en protégeant des habitats sensibles,



Site	Côte	Concessionnaire	Gestionnaire	Objectif	1 <sup>re</sup> immersion	Autres immersions	Fin de la concession	Type de récifs artificiels	Volume (m <sup>3</sup> )	Référence
Arcachon	Atlantique	Scaph-pro		Éco-fonctionnel et protection	2000		2005	21 Modules de types Oursins, Croix, Igloo et Hâte		Scaph-pro comm.pers.
Capbreton	Atlantique	MACS	ALR	Production et protection	1999	2015	2021	Buses Bonna, 1 Typi et 1 Babel	830	ALR comm. Pers.
Croisic	Atlantique	COREPEM		Expérimentation de production et protection	2003		Domaine public	Amas chaotique de RA cubique, récifs cubiques de protection et 1 module	276	Foucart, 2003
Ile d'yeu-La Meule	Atlantique	COREPEM		Expérimentation de production et protection	2003		Domaine public	Amas chaotique de RA cubique, récifs cubiques de protection et 1 module	216	Foucart, 2003
Ile d'yeu-Les Corbeaux	Atlantique	COREPEM		Expérimentation de production et protection	2003		Domaine public	Amas chaotique de RA cubique, récifs cubiques de protection et 1 module	348	Foucart, 2003
Messanges /Azur /Moliets et Maa	Atlantique	MACS	ALR	Production et protection	2002	2015	2021	Bonna buses, 1 Typi et 1 Babel	630	ALR comm. Pers.
Mimizan	Atlantique	ADREMACA	ADREMACA	Protection	1989	2019	2021	50 pneus et bonna buses		Tessier et al., 2015
Oléron	Atlantique	GDPMEM17	CREAA	Expérimentation de production	2018	2019	2023	22 Cubic reefs, 2 Typi, 2 Babel, 2 CREAA	5742	CREAA comm.pers.
Vieux Boucaul/Soustons	Atlantique	MACS	ALR	Production et protection	2001	2015		Bonna buses, 1 Typi et 1 Babel	630	ALR comm. Pers.
Cherbourg	Manche	PNA	PNA	Compensation et expérimentation scientifique	2015		Domaine portuaire	12 blocs	97,2	Mouchel, 2015
Étretat	Manche	CCI Fécamp Bolbec	CCI Fécamp Bolbec	Production	2008		2038	169 récifs cubiques et 1 module	450	CCI comm.pers
Dinard	Manche	MINHN		Expérimentation scientifique	2020			Récifs 3D		MNHN comm.pers
Bernière	Manche	Université de Caen		Expérimentation scientifique	2015	2020		3 blocs		Université de Caen comm.pers.
Ajaccio	Méditerranée	OEC	OEC		2017			1 croix, 1 pochon et 1 bio-concrétionné		OEC comm.pers
Bastia	Méditerranée	OEC	OEC	Production expérimentation	2008			Bloc en béton	250	Tessier et al., 2015
Monaco	Méditerranée	AMPN	AMPN	Expérimentation et protection	1977	1992, 2017		3 thalame, 300 rochers, 3 1 par-paings et une épave	>21	Pary, 2005
Le Grau-du-Roi	Méditerranée	Syndicat Mixte de la conservation de la camargue gardoise	Syndicat Mixte de la conservation de la camargue gardoise	Production et protection	1999			109 buses, 25 lots de 20 sablas		Tessier et al., 2015
Agde 1	Méditerranée	Cépralmar		Production et protection	1985			4 Bonnas, 9 lots de 14 Comins		Tessier et al., 2015



Agde 2	Méditerranée	Ville d'Agde	Ville d'Agde	2009	2038	299 buses, 10 paniers en métal et 2 eco-reefs	Tessier et al., 2015
Canet-en-Roussillon	Méditerranée	Cépralmar	Cépralmar	1985	1985	6 lots de 14 Comins et 8 Bonnas	Tessier et al., 2015
Gruissan 1	Méditerranée	Cépralmar	Cépralmar	1985	2032	22 bonnas, 22 lots de 14 comins	Tessier et al., 2015
Gruissan 2 tranche 1	Méditerranée	Ville de Gruissan	Ville de Gruissan	2002	2032	4 lots de Dalots et poteaux électriques, 18 lots de telegraph poles, 24 escaliers, 2 amas chaotiques lots et 8 paniers en métal	Tessier et al., 2015
Gruissan 2 tranche 2	Méditerranée	Ville de Gruissan	Ville de Gruissan	2005	2032	4 lots de Dalots et poteaux électriques, 18 lots de telegraph poles, 24 escaliers, 2 amas chaotiques et 8 paniers en métal	Tessier et al., 2015
La Grande Motte	Méditerranée	Syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines dans le golfe d'Agues-Mortes	Syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines dans le golfe d'Agues-Mortes	1999	2036	109 buses, 25 lots de 20 sablas	Tessier et al., 2015
Leucate-Barcarès	Méditerranée	SIVOM Leucate	SIVOM Leucate	2004	2034	60 buses, 36 amas chaotiques avec des buses, 72 dalots et plate-forme en béton	Tessier et al., 2015
Marseillan	Méditerranée	Ville de Marseillan	Ville de Marseillan	1992	2027	105 buses	Tessier et al., 2015
Palavas-les-Flots	Méditerranée	Compagnie Générale Transatlantique	Compagnie Générale Transatlantique	1968	1968	15 buses, 7 pneus, 100 épave de voitures et 50 rochers	Tessier et al., 2015
Palavas-est	Méditerranée	Syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines dans le golfe d'Agues-Mortes	Syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines dans le golfe d'Agues-Mortes	1999	2036	109 buses, 25 lots de 20 sablas	Tessier et al., 2015
Palavas-ouest	Méditerranée	Syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines dans le golfe d'Agues-Mortes	Syndicat mixte pour le développement de la pêche et la protection des zones marines dans le golfe d'Agues-Mortes	1999	2036	109 buses, 25 lots de 20 sablas	Tessier et al., 2015
Port-la-Nouvelle	Méditerranée	Cépralmar	Cépralmar	1980	1985	56 Comin, 4 Bonnas, buses pneus	Tessier et al., 2015
St-Cyprien	Méditerranée	Cépralmar	Cépralmar	1985	Domaine public	9 bonnas et 7 lots de Comins	Tessier et al., 2015
Válrás 1	Méditerranée	Ville de Válrás plage	Ville de Válrás plage	2006	2036	34 buses, 9 paniers en métal, 3 paniers en métal	Tessier et al., 2015
Válrás 2	Méditerranée	Ville de Válrás plage	Ville de Válrás plage	2006	2036	34 buses, 9 paniers en métal, 3 paniers en métal	Tessier et al., 2015

Beauduc	Méditerranée	Office régionale de la mer		Protection	1988	2014		409 modules searock de 1,56 m <sup>3</sup>	638	Pary, 2005
Beaulieu	Méditerranée	CD 06	CD 06	Production et éco-fonctionnel	1980	1991		36 modules de parpaings, 729 cubis, 11 Bonnas et 2 Thalamsés	2 959	Pary, 2005
Cagnes-sur-Mer	Méditerranée	CD 06	CD 06	Production et éco-fonctionnel	2009			6 lots de 7 piles of 3 domes de béton, 6 lots de 3 piles of 2 domes de béton, 35 piles plateforme perforée, 30 plaques de béton avec bandeaux de corde	850	Tessier <i>et al.</i> , 2015
Cap Couronne	Méditerranée	PMCB	PMCB	Production et protection	1996	2004	2033	6 Kheops, 87 bonna et 91 Fakirs	1 205,4	Tessier <i>et al.</i> , 2015
Carry-le-Rouet	Méditerranée	PMCB	PMCB	Production et protection	1983	2000	2033	27 alvéolaires, 9 alvéolaires pyramidale, 36 rochers, 20 sea-rocks, 12 tripodes et 40 Negri	1 093,28	Tessier <i>et al.</i> , 2015
Cortiou	Méditerranée	PNC	PNC	Éco-fonctionnel	2017			36 Fractal, Rague et RA connect		Seaboost comm pers
Ensues-la-Rendonne	Méditerranée	PMCB	PMCB	Production et protection	1985	1990	2033	5 Bonna, 112 cubics, 17 rochers et 36 sea-rocks	960,8	Tessier <i>et al.</i> , 2015
La Ciotat	Méditerranée	Ville de La ciotat		Production et protection	1986	1989		190 cubics, 125 cadres, 3 Bonna et 30 searocks	1 141	Pary, 2005
Marseille	Méditerranée	Ville de Marseille	Ville de Marseille	Production et éco-fonctionnel	2007			168 lots de 6 cubics, 78 Chicanes, 18 paniers en métal, 30 lots de rochers, 18 filières, 18 fakirs	27 300	Astruch <i>et al.</i> , 2016, Tessier <i>et al.</i> , 2015
Marseille 2	Méditerranée	Amis du MSM	Amis du MSM	Récréatif	2020			10 sculptures		Amis du MSM comm pers.
Niolon-le-Rove	Méditerranée	PMCB	PMCB	Production	1985	1989	2033	1 bonna et 83 cubics	178	Tessier <i>et al.</i> , 2015
Port-Cros	Méditerranée	PN PC	PN PC	Expérimentation	1985	1997		35 cubics	35 m <sup>3</sup>	Charbonnel <i>et al.</i> , 2001, Pary, 2005,
Roquebrune	Méditerranée	CD 06	CD 06	Production et éco-fonctionnel	1983	1991	2032	6 modules de parpaings, 1290 cubics, 15 Bonnas et 3 Thalamsés	4 338	Pary, 2005
Sausset-les-Pins	Méditerranée	PMCB	PMCB	Production et protection	1985	1990	2033	5 Bonna, 255 cubics, 30 blocs et 44 sea-rocks	1 111	Tessier <i>et al.</i> , 2015
Toulon	Méditerranée	CCI Var		Expérimentation éco-fonctionnelle	2014			18 récifs 3D		Bouchoucha, 2020
Vallauris/Golfe-Juan	Méditerranée	CD 06	CD 06	Production et éco-fonctionnel	1980	1990	2032	20 000 pneus, 47 modules en parpaings, 1097 cubics, 14 Bonnas, 3 Thalamsés et 2 épaves	8 094	Tessier <i>et al.</i> , 2015

Tableau 1 : Synthèse des caractéristiques des récifs artificiels en France métropolitaine  
French artificial reefs characteristics



comme les herbiers de posidonie, de l'impact des chalutages illégaux dans les petits fonds côtiers (Allemand *et al.*, 2000).

En parallèle de ces usages prépondérants, les RA sont également employés pour créer des sites destinés à la plongée de loisir avec un impact non négligeable sur le milieu marin (Seaman, 2019). C'est une activité en forte croissance depuis les années 1990 notamment aux États-Unis mais également à présent en Europe (Ditton *et al.*, 2002). En créant de nouveaux sites de plongée, les RA participent à la réduction de l'intensité de la fréquentation des sites naturels et à leur préservation (Kirkbride-Smith, 2014). En dehors de l'aspect purement récréatif, les RA sont également intégrés à des plans de gestion ou de conservation de divers habitats ou espèces, comme les récifs coralliens naturels, les nurseries pour juvéniles ou la création de continuité écologique pour la trame bleue.

Une quatrième catégorie est apparue plus récemment dans les années 2000 avec l'utilisation des RA à vocation écologique (Seaman et Jensen, 2000). Il est proposé de ne pas nommer cette quatrième catégorie « objectif de restauration » comme cela a été suggéré dans certains ouvrages (Cépralmar, 2015 ; Vivier *et al.*, 2021). En effet, ce terme nous

apparaît restrictif car il ne prend pas en compte les RA qui ont pour vocation de créer un nouvel habitat. Nous proposons alors la nomenclature d'objectif « éco-fonctionnel » qui intègre ces deux notions. Les RA sont alors immergés afin de restaurer certaines fonctionnalités du milieu dégradées par des impacts anthropiques ou de créer une zone privilégiée pour le développement des zones potentielles de reproduction (frayère), de croissance (nursérie) ou d'alimentation d'espèces (nourricerie) (figure 1).

L'utilisation des RA pour la restauration est encore controversée, car ce n'est pas l'habitat dégradé en tant que tel qui est restauré, mais ses fonctionnalités écologiques. Les projets de restauration du milieu contribuent prioritairement à une mise en place de mesures de gestion et de réglementation des usages, en amont de toute tentative de restauration. Cependant, certains RA, étant perçus favorablement par les pêcheurs professionnels (Tessier, 2013), peuvent également servir d'outil transactionnel pour faciliter l'acceptation de mesure de gestion sur l'espace marin, à l'instar des phases de négociations lors de la création ou l'extension d'aire marine protégée ou des zones de protection forte (Pioch, 2008).

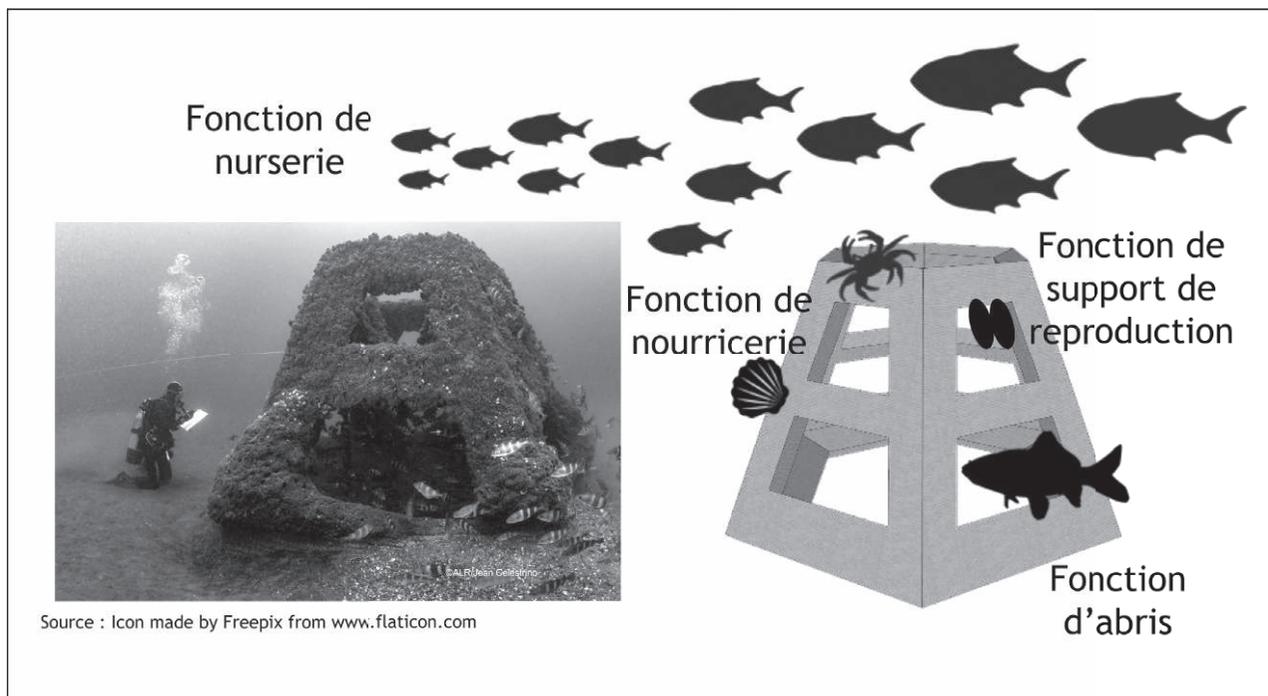


Figure 1 : Aspect et fonctions écologiques des récifs artificiels  
*Illustration of the fourth artificial reefs functionalities that are shelter, nursery, breeding ground and support for egg laying*

Ainsi, les RA sont des outils d'aménagement des fonds marins côtiers destinés à la gestion de l'environnement marin, par le développement de quatre fonctions écologiques et de quatre catégories d'objectif d'usage. Ils se sont récemment diversifiés en mettant en avant un nouvel objectif lié au maintien du fonctionnement global du milieu en restaurant ou créant un habitat propice au développement des fonctions écologiques sans vocation d'usage direct d'exploitation économique (pêche et loisirs) (Piermont *et al.*, 2016).

### INITIATIVES D'IMMERSION DE RÉCIFS ARTIFICIELS RYTHMÉES PAR LES CONTEXTES SOCIO-ÉCONOMIQUES

En France, les périodes d'immersion de RA se sont succédées depuis 1968. Il a été choisi de distinguer

trois périodes en fonction des catégories d'objectifs de ces outils et du nombre d'immersions menées (figure 2A et 2B).

La première période décrite entre 1968 et 1990 est une période d'expérimentation des RA, véritable test sur leur efficacité halieutique, dénommée « période d'expérimentation ». S'en est suivi une période de déploiement intensif entre 1990 et 2010, avec une multiplication du nombre total de sites, passant de 18 à 41 : « période de multiplication ». Puis, après une période d'essoufflement, nous assistons actuellement à un renouveau des projets d'aménagement en RA ainsi qu'une diversification de leurs usages : « période de diversification ». En 2021, nous pouvons dénombrer un total de 49 sites de RA répartis sur l'ensemble des trois façades métropolitaines.

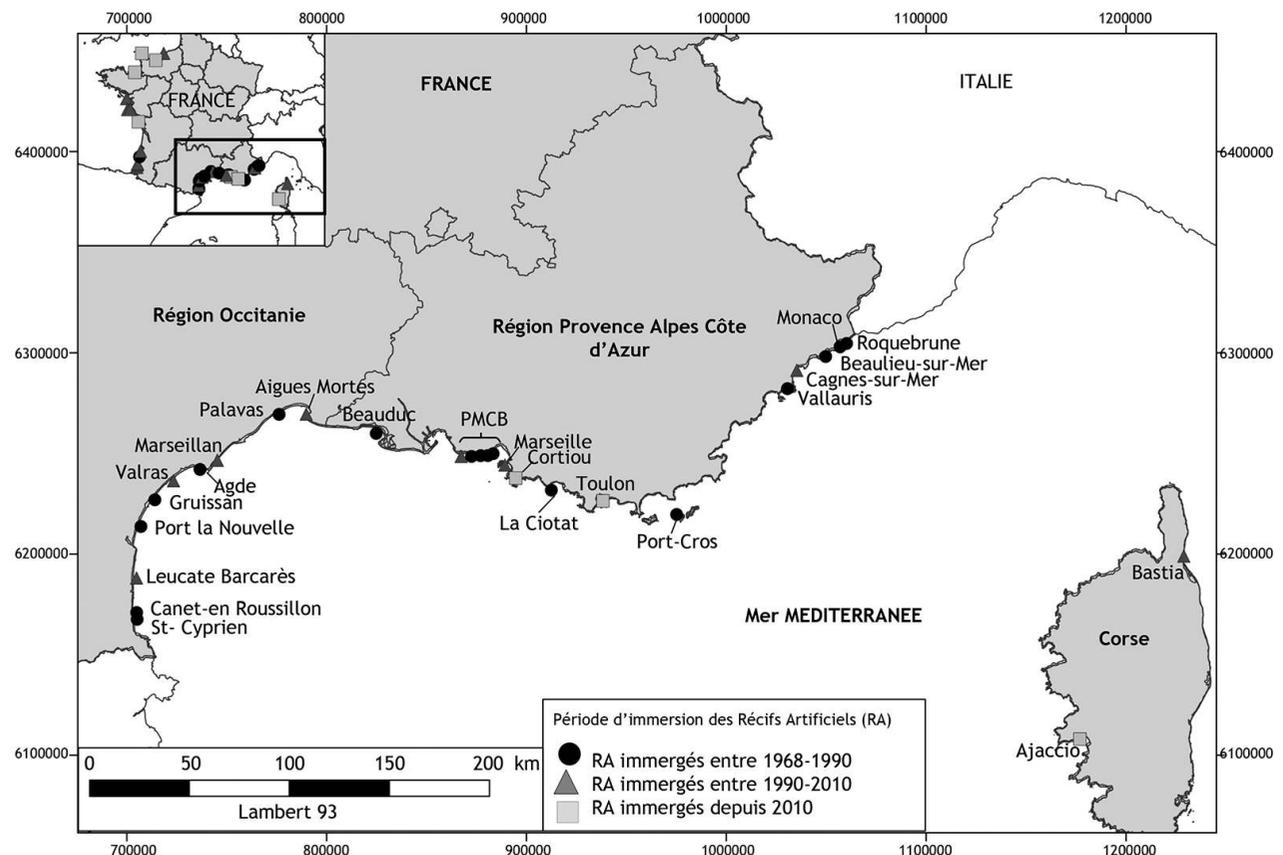


Figure 2A : Périodes d'immersion de récifs artificiels en France sur la façade méditerranéenne  
 Location map of French artificial reefs during the three implemented periods on the Mediterranean coastline

Périodes distinguées en fonction des catégories d'objectifs des sites (expérimentation 1968-1990, multiplication 1990-2010 et diversification 2010-actuel) ainsi que du nombre d'immersions sur la façade méditerranéenne / Different periods: Experimental period (1968–1990), Multiplication period (1990–2010) and Diversification period (2010 to present day).

## Période d'expérimentation des récifs artificiels (1968-1990)

Dans les années 1960 en Méditerranée, les métiers de la pêche sont déjà sous tension. Le contexte économique est notamment caractérisé par une augmentation de la flottille des chalutiers engendrant une augmentation des espèces pélagiques débarquées, ainsi qu'une baisse de leur prix au débarquement (Meuriot et Drémière, 1986). Pour les pêches côtières, l'abondance des poissons démersaux et benthiques est relativement faible mais leur prix au débarquement stagne (Meuriot et Drémière, 1986).

De ce contexte socio-économique naît une volonté politique d'encadrer les différentes activités de pêches, pour limiter les conflits et pérenniser les

ressources naturelles exploitées. Une des mesures, notamment mise en place, est l'« interdiction de l'usage des arts traînants dans les trois milles nautiques » (Meuriot et Drémière, 1986), prise par l'arrêté du 2 juin 1964. Cette mesure vise à protéger les activités de petite pêche artisanale pratiquées dans la zone côtière. À l'instar des mesures de réglementation, les RA sont apparus comme une solution pour réguler la lutte contre les chalutages illégaux mais également soutenir l'activité de pêche côtière (Véron *et al.*, 2008). Pour atteindre cet objectif, deux fonctions des RA sont mobilisées (Cépralmar, 2015 ; Véron *et al.*, 2008) : les fonctions biologique et physique. La fonction biologique est liée à leur capacité d'augmenter (sous certaines conditions rappelées en supra) la biomasse des espèces de la bande côtière par « effet récif », c'est-à-dire l'agrégation puis la

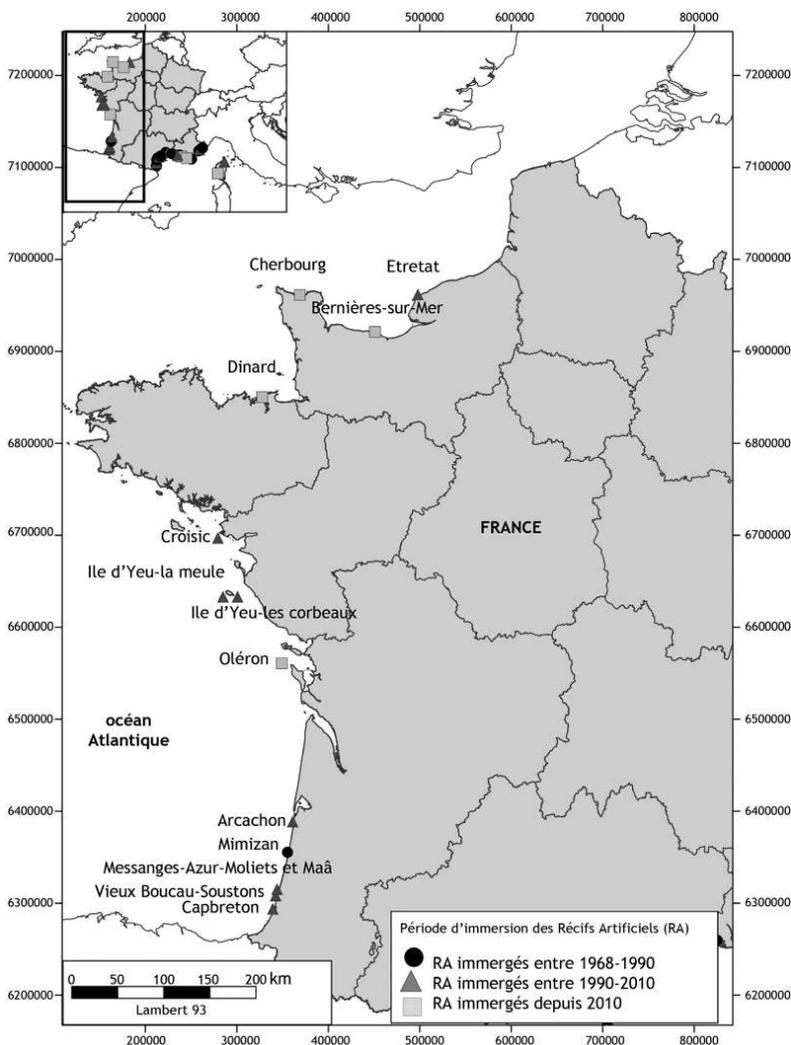


Figure 2B : Périodes d'immersion de récifs artificiels en France sur la façade atlantique/Manche

*Location map of French artificial reefs during the three implemented periods on the Atlantic coastline*

Périodes distinguées en fonction des catégories d'objectifs des sites (expérimentation 1968-1990, multiplication 1990-2010 et diversification 2010-actuel) ainsi que du nombre d'immersions sur la façade atlantique/Manche / *Different periods: Experimental period (1968–1990), Multiplication period (1990–2010) and Diversification period (2010 to present day).*

production, de la faune liée à la présence d'abris et de nourriture. La seconde fonction, physique, des RA est la protection d'une zone naturelle surexposée aux chalutiers illégaux, engendrant une augmentation de l'abondance, de la biomasse et/ou de la taille moyenne des individus (Claudet et Pelletier, 2004).

Historiquement, inspiré par les travaux de François Doumenge (1972) sur les programmes d'immersion de RA japonais, en 1968 la France immerge pour la première fois des RA au large de Palavas-les-Flots (figure 2a). S'ensuit la mise en place d'une politique organisée de soutien à la pêche, avec de véritables programmes d'immersion dès les années 1980 (Lacroix *et al.*, 2002 ; Tessier *et al.*, 2015). Trois grandes zones bénéficient, sur la façade méditerranéenne de cette politique :

- les côtes d'Occitanie, coordonné par le Centre d'Études et de PRomotion des Activités Lagunaires et MARitimes (Cépralmar), ce programme immerge 14 446 m<sup>3</sup> de RA répartis sur cinq sites : Saint-Cyprien, Canet-en-Roussillon, Port-la-nouvelle, Gruissan et Agde,

- le Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB), quatre concessions de RA de production et de protection sont déployées (4 736 m<sup>3</sup>) et gérées par une association regroupant différentes collectivités locales et les organismes de pêcheurs professionnels.

- la Côte d'Azur, les services départementaux initient un programme d'immersion de RA de 16 240 m<sup>3</sup> sur également trois zones distinctes : Roquebrune, Beaulieu-sur-Mer et Vallauris.

En parallèle, deux autres sites ont vu le jour dans les Bouches du Rhône, à la Ciotat et au large de Beauduc, ainsi qu'un site expérimental sur la façade Atlantique situé à Mimizan (figure 2b, tableau 1).

Les matériaux utilisés comme RA ont évolué au cours de cette période. Les premières immersions ont été réalisées avec des épaves de voitures et des déchets de chantiers issus des stations littorales en pleine construction (Palavas-les-Flots) ou des pneus usés (Mimizan, Vallauris). En parallèle des véritables modules de RA conçus sur la base de plans importés du Japon sont fabriqués par la société de fourniture d'éléments préfabriqués béton Bona-Sabla, avec les modèles appelés « Bona » ou « Comin », utilisés dans les sites réalisés entre 1985 et 1990 en Languedoc Roussillon et Provence-Alpes Côte d'Azur (PACA). Les premiers résultats des sui-

vis biologiques et physiques des RA engendrent des réflexions sur leur agencement et leur volume pour optimiser leurs effets lors de futures immersions (Bombace, 1989 ; Ody, 1987).

### **Période de multiplication des immersions de RA (1990-2010)**

Dans les années 1990-2000, le secteur de la pêche fait face à une crise plus marquée, avec une forte baisse des captures. Cette évolution à la baisse des captures confirme un phénomène de pleine exploitation ou de surexploitation des stocks de poissons (FAO, 1998). Cette fois-ci, la demande de soutien des organisations des pêcheurs est plus forte (Camilleri et Féral, 1996). Il faut agir vite. Celles-ci se tournent principalement vers les politiques, notamment les élus des communes, des collectivités territoriales avec des financements faisant appel à l'instrument financier de la Politique Commune des Pêches (PCP) et de la Politique Maritime Intégrée (PMI), le FEAMP au niveau européen. L'immersion de RA apparaît directement comme une action de soutien aux pêcheurs professionnels comme de loisirs.

D'autres types de RA sont alors immergés en recherchant une optimisation des coûts grâce à l'emploi de buses, d'escaliers en béton, de poteaux EDF déclassés et nettoyés, ou de parpaing et autres blocs de roches constituant des amas chaotiques. Les volumes sont plus importants et de nouveaux systèmes viennent corriger des retours d'expériences indiquant un affouillement important lors de la pose sur fonds sableux, avec l'emploi de tapis anti-affouillement ou l'ajout de filières pour complexifier les RA existants, augmentant le volume dans la colonne d'eau. Régionalement, l'un ou l'autre des objectifs, précédemment cités, est préféré. Ainsi en Occitanie, c'est la fonction de protection, notamment contre le chalutage illégal dans la bande des trois milles qui est favorisée. En PACA, où le plateau continental est trop étroit pour être exploité par les arts traînants, c'est l'objectif de production qui est privilégié (Barnabé *et al.*, 2000 ; Ody, 1987). Sur les autres façades maritimes, le choix entre ces deux fonctions est moins flagrant et celles-ci sont généralement utilisées conjointement sur un même site (Bornens *et al.*, 2004 ; Guichard, 1999).



Au total, entre 1990 et 2010, vingt nouveaux sites sont créés, répartis sur les trois façades maritimes portant à 94 000 m<sup>3</sup> le volume total des immersions françaises (figure 2 ; tableau 1). Les plus emblématiques sont les récifs du PRADO, immergés dans la rade de Marseille en 2007. Avec 27 000 m<sup>3</sup> et de nombreux nouveaux types de modules appelés « Fakir », « Chicanes » ou « filières » ils marquent un tournant dans la créativité et l'utilisation des RA (figure 3).

Ce projet d'immersion de grande envergure, couplé à une mise en réserve du site demandée et validée par les pêcheurs professionnels, réunit tous les acteurs du territoire : pêcheurs professionnels et plaisanciers, scientifiques, État, collectivités et associations (Bernard *et al.*, 1999). Grâce à une concertation menée bien en amont de l'immersion,

le projet verra le jour dans un climat social apaisé. C'est dans ce cadre favorable que la disposition, les formes, les matériaux des RA ont été plus profondément étudiés avec des études poussées sur le fonctionnement écologique du milieu naturel existant. Pour la première fois, les RA vont être utilisés pour réhabiliter des fonds dégradés par les activités anthropiques (Ville de Marseille, 2014). Leur objectif est alors double : socio-économique (soutien à la pêche artisanale et à l'origine développement des activités de loisirs) et biologique (restauration, réhabilitation des fonctionnalités écologiques du milieu). C'est ainsi que les RA deviennent des « outils de gestion à la fois des ressources marines et des usages entre les différentes activités maritimes » (Bernard *et al.*, 1999).

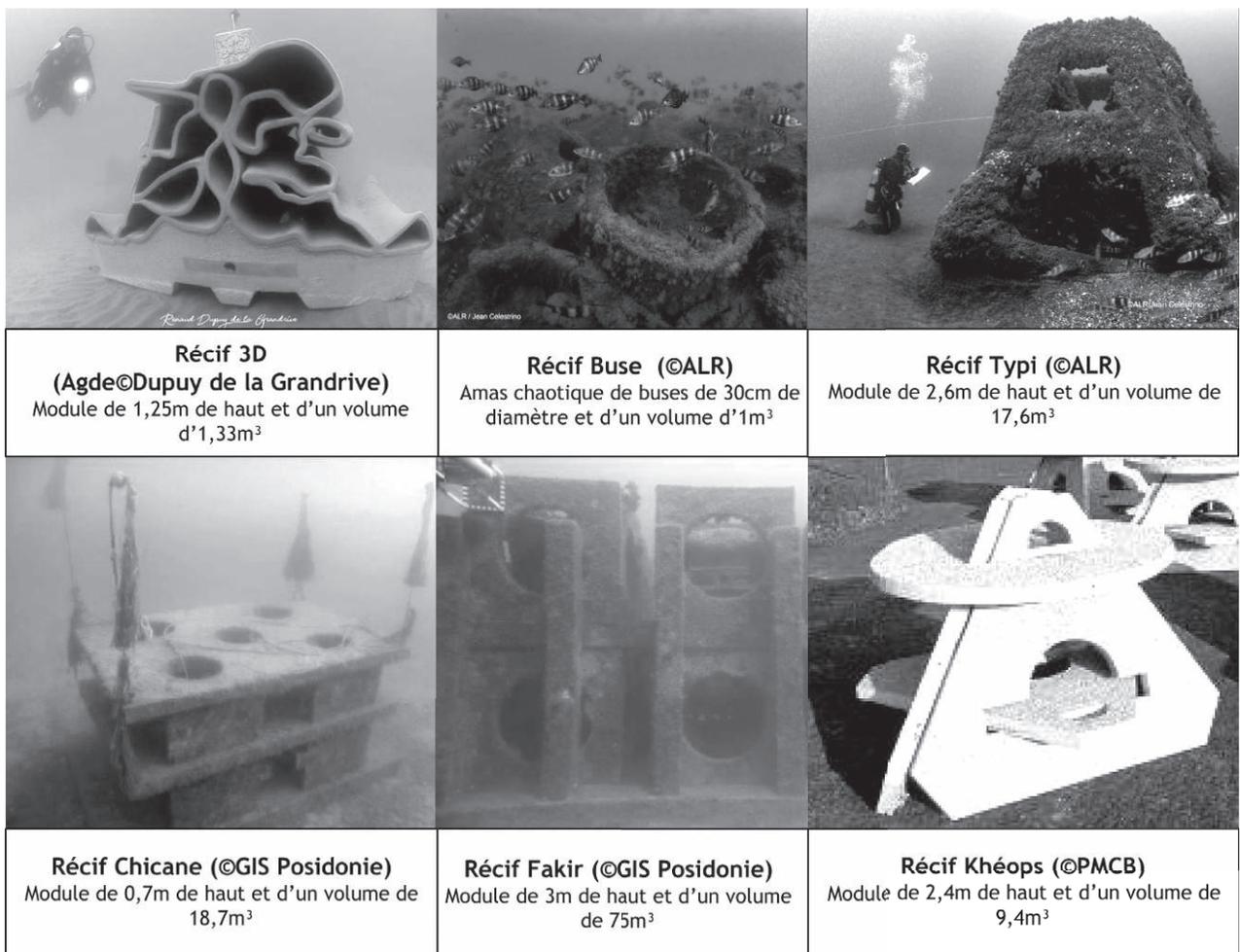


Figure 3 : Exemples de modules de récifs artificiels immergés sur les côtes françaises  
Examples of submerged artificial reef modules on the French coast showing their variety of shapes

## Période de diversification des objectifs (2010 à nos jours) : un nouvel essor d'immersion vers la reconquête de la diversité

Après la mise en place des récifs PRADO, les projets d'immersion se font plus rares. D'une part par manque de financement européen, mais aussi par une volonté de l'État d'encadrer les nouvelles demandes d'immersion, au vu des connaissances écologiques acquises sur leur fonctionnement, qui poussent les services instructeurs à ne plus considérer les immersions de RA comme expérimentales (DIRM, 2012). Cependant, les préoccupations environnementales liées à l'érosion de la biodiversité, avec des chiffres alarmants faisant état d'une dégradation rapide des masses d'eau côtières, incitent les organismes en charge de l'eau (Agences de l'eau), de la gestion de l'environnement (OFB) et les opérateurs portuaires ainsi que les collectivités territoriales à réorienter les objectifs alloués à l'immersion de RA.

Pour répondre à ces nouvelles injonctions sociales, liées à la réparation des dégradations des écosystèmes par les activités humaines, les matériaux et les formes des RA évoluent. Avec l'utilisation de l'impression 3D, les RA peuvent mimer des formes jusque-là inaccessibles avec des moules en béton (figure 3). Cette technologie permet entre autres de créer des cavités de différentes tailles et dans différentes orientations qu'un système de moule classique rend complexe ou impossible (tableau 1). Pour compléter ces nouvelles approches, des études sont réalisées sur l'influence des matériaux et la complexité des RA sur leur efficacité biologique (Hayek *et al.*, 2020 ; Riera *et al.*, 2018).

Auparavant centrés sur l'objectif de soutien à la pêche artisanale, les RA sont maintenant utilisés comme outils de « restauration écologique », de « compensation environnementale », de « corridor écologique » ou de « dépollution ». Ils sont mis en place dans un objectif de recherche expérimentale et utilisés comme champ d'observation de la vie marine. Ces nouvelles implantations se localisent principalement en zones portuaires (Cortiou, Toulon, Cherbourg, Marseille).

Avec le développement de l'ingénierie écologique, les RA deviennent de plus en plus multi-usages : récifs de loisir ou écotouristique, récifs musées ou

récifs pédagogiques. En outre, les retours d'expérience de leur utilisation en tant qu'habitat pour des espèces cibles, permet d'investir ces connaissances pour le développement d'infrastructures maritimes optimisées, grâce à une approche d'éco-conception permettant de développer des fonctions biologiques et techniques pour des ports, des mouillages, des fondations d'éoliennes off-shore, des câbles ou des pipelines (Lacroix et Pioch, 2011 ; Pioch *et al.*, 2018 ; Pioch et Léocadie, 2017).

La distinction de trois périodes dans la chronologie des immersions de RA en France a permis de retracer le contexte et les enjeux de ces immersions, montrant comment ceux-ci sont devenus de véritables outils de gestion du milieu marin. Au cours de ces périodes, la hiérarchisation des choix opérationnels et leur mise en application différenciée se révèlent au travers de la distribution spatiale qui témoigne d'un jeu complexe de décisions partagées aux échelles locales régionales et nationales.

## ENJEUX SOCIO-POLITIQUE ET STRATÉGIES HALIEUTIQUES AUX ÉCHELLES LOCALE, TERRITORIALE ET NATIONALE GUIDANT LA DISTRIBUTION SPATIALE DES RÉCIFS ARTIFICIELS

La répartition du nombre de sites d'implantation de récifs artificiels entre les façades maritimes française est très hétérogène. Quand la Méditerranée compte une trentaine de sites de RA en 2020, la Bretagne Nord et la Manche en dénombrent seulement quatre et le Golfe de Gascogne neuf. Cette distribution spatiale peut s'expliquer par les différentes stratégies et enjeux socio-politiques déployées aux différentes échelles décisionnelles dans un objectif de planification des réponses aux pressions et de gestion des usages, en regard des enjeux et des dynamiques territoriales (Trouillet, 2004 ; De Cacqueray, 2011).

### À l'échelle locale, des stratégies halieutiques et des natures des côtes différentes sur les trois façades maritimes

Les principales différences entre les trois façades ayant eu une influence sur la répartition des sites de RA portent sur les stratégies halieutiques et les



morphologies des côtes. Nous allons les passer en revue par façade.

En Méditerranée, les pêcheries ont la spécificité d'être organisées en prud'homies, qui régulent entre autres les zones de pêches (Camilleri et Féral, 1996). Celles-ci gèrent une zone géographique précise dans laquelle elles instaurent des mesures de gestion de la ressource (Pary, 2005). Actuellement, trente-trois prud'homies sont dénombrées, donc autant de zones de pêches réglementées. Face aux crises, notamment celle de la baisse de la ressource, chaque prud'homie a sollicité sa commune pour bénéficier d'un soutien économique : les RA sont ainsi apparus comme une réponse concrète aux craintes des pêcheurs côtiers. C'est ainsi que de nombreuses communes ont porté des projets de RA.

En Manche et en Bretagne Nord, de manière générale, la pêche s'est orientée vers une pêcherie mono-spécifique ciblant des produits comme la coquille St Jacques, la sole ou les crustacés (Leblond *et al.*, 2014). De plus, la Manche est un cimetière de navires remplissant un rôle de RA involontaire. En Bretagne, la côte rocheuse offre un large spectre de récifs naturels remplissant déjà les fonctionnalités écologiques recherchées dans les RA. Les pêcheries sont quant à elles mixtes orientées aussi bien vers des pêches au large que vers des pêches côtières. À l'inverse de la Méditerranée, le besoin en RA est donc peu exprimé par le secteur de la pêche sur cette façade.

Du côté du Golfe de Gascogne, l'économie locale est principalement tournée vers l'ostréiculture avec deux importants bassins d'élevage que sont Marennes-Oléron et Arcachon (Dumartin, 2018). Le sud du Golfe est, quant à lui, caractérisé par une

bande côtière sableuse où la pêche au filet est privilégiée que ce soit par les professionnels comme les pêcheurs amateurs. En effet, la pêche du bord est très répandue sur la côte aquitaine et la raréfaction de la ressource impacte également ce secteur. C'est donc dans le sud du Golfe de Gascogne que s'est fait ressentir le besoin en RA afin de dynamiser la ressource.

Mis à part les paramètres abiotiques et écologiques qui vont conditionner le lieu précis d'implantation des RA (bathymétrie, courant, connectivité avec des milieux naturels, etc.), il est intéressant de constater que les spécificités du secteur économique de la pêche et de morphologie des côtes à l'échelle locale participent à créer des disparités entre les façades sur le besoin en RA. C'est alors la réponse politique à l'échelle régionale puis nationale qui va permettre d'expliquer l'hétérogénéité des implantations entre les trois façades (tableau 2).

### Un accompagnement régional des projets de récifs artificiels prépondérant

Bien que les projets de RA soient principalement portés par les communes ou intercommunalités (51 %) en réponse à un besoin local, ces dernières ont fait appel à un soutien régional pour le financement et l'opérationnalité des projets.

En effet, à partir des années 1980, avec les lois Deferre de décentralisation, la compétence d'accompagnement économique des pêches est confiée aux régions par l'État. Chaque région se doit alors d'assurer un soutien aux flottilles de pêche côtière. À cette époque, il est important de rappeler que les

	Organisation des pêcheries locales	Types de pêches	Nature des côtes	Nombre de sites de RA en 2021
<b>Manche</b>	Comités départementaux des pêches	Caseyeur / drague à coquilles / chalutier	Falaise /rocheuse	4
<b>Atlantique</b>	Comités départementaux des pêches	Chalutier / fileyeur	Rocheuse / sableuse	9
<b>Méditerranée</b>	Prud'homies / Comités départementaux des pêches	Chalutier / fileyeur	Sableuse / Plateau continental étroit en PACA	36

Tableau 2 : Spécificités géographiques et stratégies de pêches des façades maritimes en France métropolitaine participant à créer des différences de besoin en récifs artificiels

*Geographical specificities and fishing strategies of the maritime façades in mainland France explaining the differences in the number of artificial reefs deployed on each of them*



métiers de la pêche sont sous tension : les régions sont donc à la recherche d'outils pour soutenir ce secteur et mieux s'implanter dans un paysage où prédomine l'État. Il s'agissait par conséquent d'enjeux de politique territoriale et d'aide à une filière économique régionale culturellement importante pour les régions possédant une façade maritime identitaire.

À ce titre, et pour marquer leur engagement, certaines régions vont créer des organes satellites, dédiés au développement de la pêche et des cultures marines à l'exemple du Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche (SMIDAP) en Région Pays de la Loire ou du CEPALMAR en Languedoc-Roussillon (Pary et Thorin, 2006). Ces organismes, au plus près des acteurs de terrain, peuvent alors accompagner des porteurs de projets de RA en vue d'améliorer la gestion de la ressource ou de résoudre des conflits d'usages (Cépralmar, 2015). Ce sont également ces organismes qui vont apporter un soutien technique et scientifique dans la mise en place des RA et de leurs suivis.

D'autres régions initient et portent elle-même des programmes de RA. C'est le cas notamment pour le Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB), né d'une volonté des collectivités territoriales de créer des zones protégées et d'instaurer une gestion du milieu marin dans un objectif de protection et gestion de la ressource halieutique (Charbonnel et Bachet, 2011).

Enfin, depuis 2014, les régions assurent également la gestion des fonds communautaires destinés à la pêche. Elles peuvent alors attribuer des fonds européens pour des projets d'immersion de RA. De par leurs compétences et leur volonté, les régions ont ainsi participé financièrement à l'immersion de près de 72 % des sites de récifs artificiels en France métropolitaine.

Dès lors, les régions ont su s'imposer en tant qu'acteur d'accompagnement de la filière pêche dans un rôle de financeur et fédérateur au niveau territorial. Elles sont devenues un acteur majeur de la politique maritime et récurrent dans l'impulsion, le financement et la planification des projets d'aménagement côtier sur les trois façades. De par leurs stratégies politiques, elles ont permis de concrétiser (dans 72 % des cas) ou freiner les besoins locaux en RA. C'est donc bien l'alliance d'un besoin local,

lié à une stratégie économique de pêche, et d'une politique engagée à l'échelle régionale qui explique la répartition géographique des implantations de RA en France. Cette différence spatiale peut également s'expliquer par une absence de politique volontariste à l'échelle nationale.

### **Absence de politique volontariste nationale d'immersion de récifs artificiels**

L'origine des immersions de RA dans les années 1980 est la mise en place d'un programme régional d'expérimentation de RA en Languedoc Roussillon (Pary, 2005). Cette expérimentation s'est inspirée des programmes du Japon, pays leader d'immersion de RA et qui s'est tourné massivement vers des techniques de stimulation de la production de ressource halieutique (Lee *et al.*, 2018 ; Seaman, 2019). Bien que le programme soit conduit régionalement par le Cépralmar, le suivi est assuré par l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER), qui a notamment comme mission de favoriser le développement socio-économique du milieu maritime à l'échelle nationale, conférant à l'expérimentation un enjeu à caractère national. Les résultats de ces suivis mettent en évidence des difficultés d'évaluer les bénéfices réels de ces structures pour la pêche (Duval et Duclerc, 1985 ; Véron *et al.*, 2008). Ces conclusions mitigées, ainsi que le refus de l'IFREMER de mener de plus amples investigations sur les bénéfices des RA, sont alors un véritable frein à un possible déploiement sous forme de stratégie nationale (Lefevre *et al.*, 1984 ; Lacroix, 1999 ; Véron *et al.*, 2008). Dès lors, l'État a choisi de ne pas s'engager politiquement dans les immersions de RA laissant la décision se porter à l'échelle régionale. Toutefois, l'IFREMER, a continué d'assurer une veille bibliographique sur les RA et l'institut a assuré un rôle consultatif en tant qu'expert du milieu marin auprès des services de l'État et des autres acteurs du territoire lors de sollicitations sur de nouveaux projets de RA.

Cette absence de stratégie nationale d'immersion de RA conforte la position prépondérante des régions dans la planification et l'accompagnement de nouveaux projets. Toutefois, ceux-ci n'auraient pu être montés sans la mobilisation des acteurs locaux. Nous allons poursuivre notre revue en nous intéressant aux caractéristiques sociales des RA.



## MOBILISATION DES ACTEURS LOCAUX VERS UNE DYNAMIQUE TERRITORIALE : EXEMPLE DES PROJETS DE RÉCIFS ARTIFICIELS DE PRODUCTION

L'examen des caractéristiques historiques puis géographiques des sites a mis en évidence le rôle de certains acteurs comme les régions, les communes ou les organismes de pêcheurs dans la réalisation de projets de RA. Dans cette partie, seront caractérisés plus finement le rôle et les relations des acteurs des RA durant les phases de développement d'un projet selon la loi de Maîtrise d'Ouvrage Publique (Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée) : la phase de conception et réalisation (études de faisabilité, d'avant-projet, fabrication et mise en place) et la phase d'exploitation (usages pendant la durée de vie de l'ouvrage dans son environnement).

Pour mieux appréhender les relations entre les acteurs des RA, ceux-ci ont été classés en trois catégories selon les trois échelles précédemment

utilisées (Meur-Ferec, 2006) : l'État représentant de l'échelle nationale, les collectivités territoriales représentant de l'échelle territoriale et la société civile représentante de l'échelle locale (figure 4).

### Les acteurs au sein des projets de récifs artificiels : rôles différenciés de la société civile, des collectivités territoriales et de l'État

Bien que certains acteurs soient totalement opposés aux RA pour des raisons écologiques de modification de la nature des habitats, d'artificialisations du trait de côte ou des raisons politiques liés aux conflits qu'engendrerait leur usage, ces derniers ont une certaine popularité auprès de l'ensemble des catégories d'acteurs. Cet engouement général amène à une mobilisation et au passage à l'action. Les rôles de chacun des acteurs dans la réalisation de projet de RA sont alors dépendants de la catégorie à laquelle ils se rapportent.

Ainsi, les acteurs représentant de l'État ont principalement un rôle d'instruction des demandes

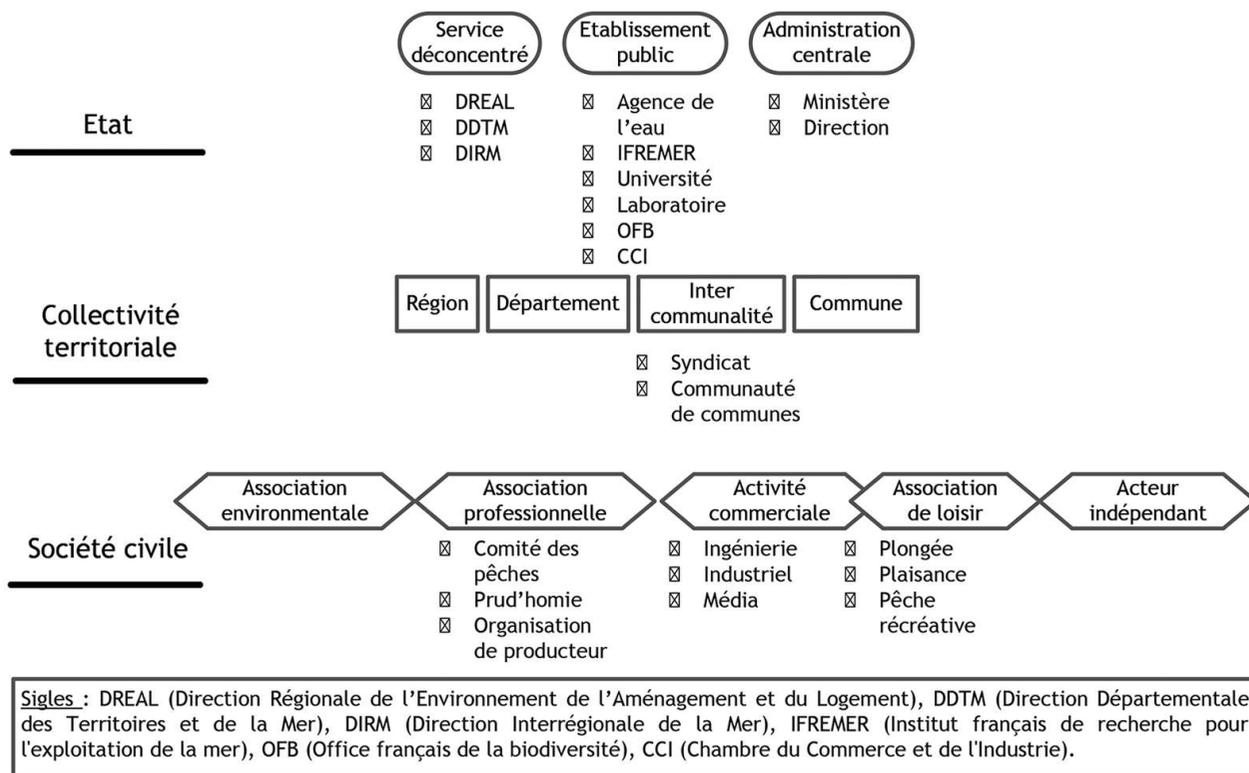


Figure 4 : Classification des acteurs impliqués dans des projets de récifs artificiels  
 Classification of stakeholders involved in artificial reefs projects in France. They are grouped by level from the local to the international level



et maître d'ouvrage), d'une autre part la faible implication des acteurs de l'État occupant les rôles d'inspecteur et d'expert.

### Renforcement des relations entre les collectivités territoriales et la société civile

Historiquement, le lien entre les collectivités territoriales et les communautés des pêcheurs est fort. Face aux différentes crises du secteur de la pêche, les communes ont été les interlocutrices privilégiées des organisations des pêcheurs.

Pendant la phase de conception et réalisation, les collectivités territoriales ont identifié des besoins techniques, financiers et scientifiques pour la mise en œuvre des projets de RA et se sont rapprochées de différents acteurs (figure 6). L'Europe, les établissements publics, les régions et les départements ont été sollicités pour participer au financement des projets. Les services décentralisés de l'État ont encadré réglementairement les projets et ont concédé une portion de territoire pour l'implantation de RA. La communauté scientifique (Instituts de recherche, Laboratoires, Universités) a été impliquée dans la

définition des enjeux écologiques des projets et dans la mise en place de protocoles de suivis. Les bureaux d'études en ingénierie et environnementaux, voire des laboratoires universitaires ont été sollicités pour des prestations techniques de mise œuvre et de suivi biologique des RA. Enfin la société civile plus généralement, a pu être consultée donnant leur avis sur les projets. Les communautés de plongeurs, par exemple, ont pu exprimer leur intérêt pour ces structures en tant que site potentiel de plongée. C'est ainsi que les collectivités territoriales ont pu nouer des relations avec les autres acteurs des RA.

Sont mis en place pendant la phase de gestion des RA des actions de surveillance de leur bon fonctionnement, ainsi que des suivis environnementaux et socio-économiques (dans le but de justifier leur utilité). De fait, cette phase nécessite la participation de bureaux d'études ou des laboratoires universitaires dans la continuité de leur implication dans la phase de construction du projet de RA (figure 6). Les usagers du milieu marin sont également mobilisés à travers des actions de sciences participatives, de surveillances bénévoles ou de sensibilisation. Les pêcheurs professionnels, quant à eux, bien que

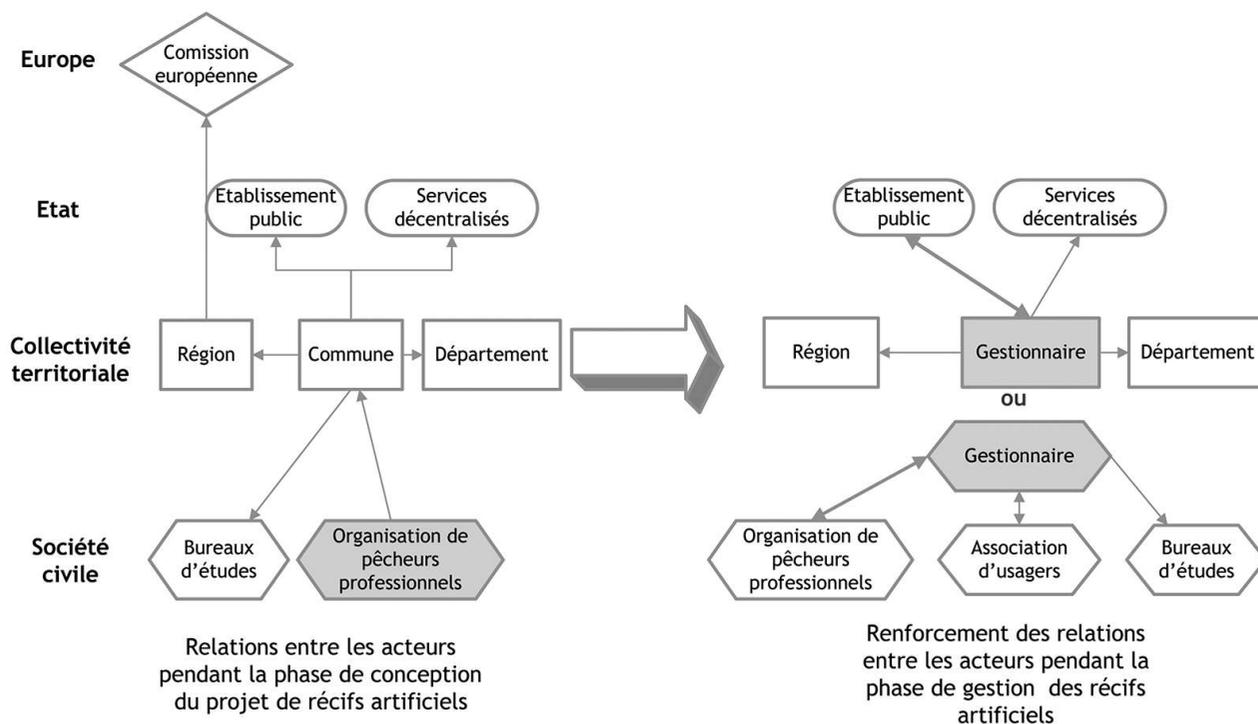


Figure 6 : Évolution des interactions entre les acteurs du territoire liée à l'immersion de récifs artificiels  
Evolution of stakeholder network around artificial reefs project

souvent à l'initiative des projets de RA, n'ont pas de rôle de gestionnaire des sites mais ils peuvent continuer à être impliqués dans la phase de gestion à travers la mise en place de pêches scientifiques par exemple. De même, les collectivités territoriales restent mobilisées dans leur rôle de financeur et fédérateur des actions locales, en centralisant les interactions avec les autres acteurs issus aussi bien de la société civile que de l'État. Enfin, les services de l'État sont sollicités pour la mise en place du cadre juridique des réglementations des usages et continuent d'être informés des résultats des suivis réglementaires effectués sur les RA.

Cet examen de la dynamique des relations entre les acteurs des RA amène un éclairage nouveau sur les apports des bénéfices générés par ceux-ci. En effet, les projets de RA ont permis de former un réseau de collaboration et d'échanges entre les différentes strates de gestion du territoire. Ces relations entre acteurs, bien qu'existantes sur d'autres thématiques, ont été renforcées avec les projets de RA. Ainsi, ces projets à vocation de soutien de la pêche artisanale sont également de véritables vecteurs de cohésion des acteurs issus de la société civile, des collectivités territoriales et de l'État dans un souci de gestion du domaine marin.

## MISE EN PERSPECTIVE DES CARACTÉRISTIQUES SOCIOGÉOGRAPHIQUES DES RÉCIFS ARTIFICIELS EN FRANCE

### Vers une diversification des utilisations des récifs artificiels à l'échelle internationale

La chronologie des immersions en France montre clairement un regain d'intérêt ces dernières années pour les RA en tant qu'outil d'aménagement (dernières immersions en 2017, 2018 et 2020). À l'avenir, les côtes françaises devront faire face à une augmentation des activités maritimes et des installations côtières qui auront un impact sur les écosystèmes marins : la biodiversité souffrira des effets cumulés des activités humaines, telles que les émissaires, les mouillages, la plongée sous-marine, la pêche, les extractions de granulats, les dépôts de sédiment de dragage portuaire ou l'implantation d'éoliennes (Pioch *et al.*, 2018; Pioch *et al.*, 2019). Les RA apparaissent sous un nouveau jour et leurs immersions sont envisagées afin de restaurer et sou-

tenir les fonctionnalités de l'écosystème dégradé en fournissant un habitat supplémentaire pour la faune benthique, et plus généralement la faune marine. Cet outil a un potentiel d'utilisations futures dans des objectifs de restauration écologique, mais également d'atténuation des effets dus au changement climatique. Ce constat est renforcé à l'international par la proclamation des Nations-Unies de la « décennie pour la restauration des écosystèmes » pour les années 2021-2030 (Assemblée Générale des Nations-Unies, 2019). Les projets de RA, en tant que principaux outils employés pour la restauration écologique, avec le bouturage de corail et la transplantation d'herbiers (Chipeaux *et al.*, 2016), vont mécaniquement se multiplier dans les années futures.

Toutefois, l'utilisation de RA dans un objectif de production de ressource halieutique à des fins de consommation reste la plus prépondérante, notamment sur le continent asiatique où les habitudes alimentaires font une large place aux produits de la mer. Des pays comme le Japon, la Corée du Sud, le Vietnam ou la Chine se sont tournés massivement vers des techniques de stimulation de la capacité de production de la mer, avec le « marine ranching » et les RA (Lee *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2019). Par la mise en place de grands programmes d'immersion de RA afin de conserver une économie locale et de subvenir aux besoins nutritionnels des populations, le Japon est encore considéré, par de nombreux auteurs, comme leader mondial (Pioch, 2008; Seaman, 2019; Seaman et Jensen, 2000). Mais cette place de leader d'ingénierie de la mer est en train d'être remise en question par le géant chinois qui a immergé depuis 20 ans plus de 60 millions de m<sup>3</sup> de RA (Yang, 2016). La créativité des chercheurs chinois est d'ailleurs intéressante, car ils diversifient l'usage des RA (orienté principalement sur la production halieutique), en les employant comme supports de culture marine pour le concombre de mer (Xu *et al.*, 2017) ou l'exploitation d'algues laminaires, comme le kelp par exemple (Wu *et al.*, 2016).

### Des stratégies nationales plus marquées nécessitant toutefois une implication d'acteurs locaux

En France, contrairement à certains pays voisins, comme le Portugal et l'Italie, le rôle de l'État dans



les immersions de RA apparaît comme secondaire, ce qui est peu courant dans les projets de ce type. En effet, ces immersions étant complexes et coûteuses, les gouvernements interviennent pour initier puis financer des projets de RA sous forme de programmes d'immersion de grande envergure comme cela a été le cas au Japon, en Chine ou en Australie par exemple (McAfee *et al.*, 2021 ; Pioch, 2008 ; Seaman et Jensen, 2000 ; Zhou *et al.*, 2019). Il est intéressant de noter, qu'aux États-Unis, les programmes de RA sont menés à une échelle plus territoriale avec des programmes menés par les gouvernements locaux (Chong *et al.*, 2021). Pour autant, l'absence de stratégie à une échelle nationale n'empêche pas le développement de projets à l'initiative d'acteurs locaux, comme c'est le cas en France. Il a également été montré que la participation de multiples acteurs, notamment locaux, dès la phase de conception mais également pendant la phase de gestion apparaît comme un facteur permettant l'aboutissement puis l'opérationnalité des projets de RA (Fabi *et al.*, 2011 ; Ramos *et al.*, 2011 ; Zhou *et al.*, 2019). Ainsi, l'initiation de projet de RA par des acteurs locaux participe à soutenir son développement, au même titre que les programmes nationaux.

### **Les récifs artificiels comme vecteur de cohésion des acteurs autour de la gestion du milieu marin**

Les projets de RA en France apparaissent comme un vecteur de cohésion des acteurs issus de la société civile, des collectivités territoriales et de l'État dans un objectif d'établir une gestion intégrée du territoire marin. Pourtant, dans la définition des catégories d'objectif et d'usage de cet outil employé en France, les enjeux sociaux ne sont pas mentionnés explicitement. À l'échelle mondiale, les bénéfices sociaux sont régulièrement évoqués en se référant à l'objectif économique, que ce soit pour des RA destinés à la plongée de loisir ou à vocation de commercialisation de ressource halieutique (Keller *et al.*, 2017 ; Spieler *et al.*, 2001). Bien qu'il soit nommé comme une finalités dans le guide international des RA (Fabi *et al.*, 2015), l'enjeu de gestion des activités côtières et de réduction des conflits entre usagers restent un aspect peu étudié (Lee *et al.*, 2018). Il serait alors intéressant d'appro-

fondir les recherches sur l'intérêt et les apports des RA pour mener à bien une gestion intégrée de la bande côtière.

### **CONCLUSION**

Depuis les premières expérimentations en 1968, plus de 49 sites de RA ont vu le jour en France métropolitaine. Une revue de leurs immersions a permis de mettre en lumière trois contextes socio-économiques influençant leurs implantations. Les crises économiques survenant dans le secteur de la pêche ont fortement favorisé l'expérimentation puis la multiplication des immersions de RA jusqu'en 2010. La période actuelle, quant à elle, est sous l'influence de la prise de conscience collective du besoin de restaurer les milieux naturels dégradés par les activités humaines et de gérer les usages dans le respect de l'environnement.

Cependant, les sites de RA ne sont pas également répartis le long des côtes françaises. La différence de morphologie des côtes ainsi que les stratégies régionales d'accompagnement et de gestion de la ressource marine ont eu une influence sur l'aboutissement de projets d'immersion. Contrairement au Japon, pionnier des RA à vocation halieutiques ou de nombreux pays européens, les RA français sont issus d'une véritable volonté territoriale. Il n'y a pas eu de programmes nationaux d'immersion, laissant à chaque territoire la possibilité de passer à l'action selon leurs enjeux. Les régions sont alors devenues des acteurs majeurs et récurrents et sont encore fortement impliquées dans les immersions de RA. Elles ont peu à peu acquis des compétences leur permettant de prendre part à la gestion et la valorisation écologique du territoire maritime du territoire.

D'autres acteurs que la Région s'impliquent à travers différents rôles. Les acteurs de la société civile, et plus précisément les organisations de pêcheurs, sont à l'origine de 70 % des immersions de RA en France. Les besoins pour la mise en place de RA sont principalement d'ordre financier, administratif et technique. Pour répondre à ces besoins, des acteurs représentants de l'État, des collectivités territoriales et de la société civile comprenant les usagers ont été mobilisés. Malgré quelques oppositions politiques et des inquiétudes concernant l'artificialisation du milieu et la création d'un nouveau substrat, les RA intéressent de nombreux acteurs. Les

sites de RA, pour voir le jour, ont fédéré les acteurs locaux autour de leur implantation en initiant une dynamique de gestion du territoire maritime. Ces échanges entre les différents acteurs perdurent lorsqu'une gestion du site de RA est mise en place. L'ensemble des acteurs, des usagers aux administrations territoriales est alors impliqué dans la gestion d'un bien commun qu'est l'environnement marin.

Les RA, quel que soit l'objectif pour lequel ils sont mis en place, répondent à des attentes sociétales concrètes d'implication des acteurs locaux dans la gestion du milieu marin. Ils jouent alors un rôle original de fédérateur des acteurs autour d'un objectif commun qui serait la gestion du milieu marin. Le mécanisme de mobilisation des acteurs pourrait être alors analysé sous l'angle de la théorie de la traduction décrit par Callon, (1986) et utilisée pour comprendre l'action collective et définir les interactions entre des acteurs allant jusqu'à former un réseau.

## Bibliographie

- ALLEMAND D., DEBERNARDI E., SEAMAN W., 2000. Artificial reefs in the principality of Monaco: Protection and enhancement of coastal zones, in: Jensen, A.C., Collins, K.J., Lockwood, A.P.M. (Eds.), *Artificial Reefs in European Seas*. Springer Netherlands, Dordrecht, p. 151-166. DOI : 10.1007/978-94-011-4215-1\_9.
- ALR, 2017. Rapport d'activités 1999-2017, 57 p.
- Assemblée Générale des Nations-Unies, 2019. United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021-2030), 7 p.
- ASTRUCH P., ROUANET E., LE DIRÉACH G., 2016. *Suivi du peuplement de poissons des récifs artificiels de la baie du Prado (2008-2015)*, Rapport technique, Ville de Marseille et GIS Posidonie, 82 p.
- AUBERT F., SAURIAU P.G., JOURDE J., 2020. *Suivi post-immersion prévu dans le cadre du projet RECIF 17*, Rapport technique, Cohabys et Université de La Rochelle 33 p.
- AUZAS M., MAUROUARD J., 2015. *Immersion des récifs*, WP 5 – Action 5.2. Rapport technique, EMCC, 22 p.
- BAINE M., 2001. Artificial reefs: A review of their design, application, management and performance, *Ocean & Coastal Management*, 44, p. 241-259.
- BARNABÉ G., CHARBONNEL E., MARINARO J.-Y., ODY D., FRANCOUR P., 2000. Artificial reefs in France: Analysis, assessments and prospects, in: *Artificial Reefs in European Seas*, Klumer Academics Publishers, p. 167-184.
- BECKER A., TAYLOR M.D., FOLPP H., LOWRY M.B., 2018. Managing the development of artificial reef systems: The need for quantitative goals, *Fish and Fisheries*, 19, p. 740-752.
- BECKER A., TAYLOR M.D., LOWRY M.B., 2017. Monitoring of reef associated and pelagic fish communities on Australia's first purpose built offshore artificial reef, *ICES Journal of Marine Science*, 74, p. 277-285.
- BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., 1999. *Valorisation de la rade Sud de Marseille-Aménagement en récifs artificiels de la baie du Prado*, Rapport technique, Ville de Marseille – GIS Posidonie, 132 p.
- BLOUET S., CHERE E., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., DALIAS N., TESSIER A., FOULQUIÉ M., LENFANT P., 2014. Bilan de 30 ans d'immersions de récifs artificiels sur la côte agathoise (Méditerranée, France), Congrès sur les récifs artificiels : des matériaux à l'écosystème, ESITC Caen, 27-28-29 janvier 2014.
- BLOUET S., CHÉRE E., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., FOULQUIÉ M., DALIAS N., LENFANT P., TESSIER A., 2012. *Suivi scientifique des récifs artificiels au large de la commune d'Agde, Année 3*, Rapport technique, ADENA et CEFREM, 144 p.
- BODILIS P., DOMBROWSKI E., SEYTRÉ C., GRILLON P., MOULIN A., FRANCOUR P., 2008. Suivi des peuplements ichtyologiques des récifs artificiels de la zone marine protégée (Alpes-Maritimes), Rapport technique, Galathea Ecomer, 170 p.
- BOMBACE G., 1989. Artificial reefs in the Mediterranean Sea, *Bulletin of Marine Science*, p. 1023-1032.
- BORNENS P., GROSDÉMANGE D., DELORT E., PAGOT J.P., BIZIEN R., BOUGIO Y., 2004. *Suivi écologique après une année d'immersion des récifs artificiels de l'Île d'Yeu et du Croisic*, Rapport technique, In Vivo, 99 p.
- BORNENS P., GROSDÉMANGE D., TREBUCHON M., BIZIEN R., DONFUT E., BOUGANT S., ROSE B., BOUGIO Y., 2006. *Suivi écologique après trois années d'immersion des récifs artificiels de l'Île d'Yeu et du Croisic campagne de juin-juillet*, Rapport technique, In Vivo, 50 p.
- BORTONE S.A., 2006. A perspective of artificial reef research: the past, present, and future, *Bulletin of Marine Science*, 78, p. 1-8.
- BOUCHOUCHA M., 2020. Dans la rade de Toulon, un écosystème artificiel pour sauver les poissons, *The conversation*, 9 p.
- CALLON M., 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles St-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de St. Brieuc, *L'Année Sociologique*, 36, p. 169-208.
- CAMILLERI G., FÉRAL F., 1996. *Les politiques publiques de gestion des pêches en Méditerranée France/Espagne*, Rapport technique, Université de Perpignan et Ifremer, 266 p.
- CASTEGE I., MILON E., FOURNEAU G., TAUZIA A., 2016. First results of fauna community structure and dynamics on two artificial reefs in the south of the Bay of Biscay (France), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 179, p. 172-180.
- Cépralmar, 2017. Boîte à outils permettant de constituer un suivi scientifique standardisé des récifs artificiels en Languedoc-Roussillon, 84 p.
- Cépralmar, 2015. Guide pratique d'aide à l'élaboration, l'exploitation et la gestion des récifs artificiels en Languedoc-Roussillon, 121 p.
- CHARBONNEL E., BACHET F., 2011. Note sur le bilan des immersions de récifs artificiels réalisées depuis 27 ans dans le Parc Marin de la Côte Bleue, note technique, PMCB, 3 p.
- CHARBONNEL E., ODY D., LE DIREAC'H L., RUITTON S., 2001. Effet de la complexification de l'architecture des récifs arti-



- ficiels du Parc national de Port-Cros (Méditerranée, France) sur les peuplements ichtyologiques, Scientific reports of Port-Cros national park, 18, p. 163-217.
- CHARBONNEL E., SERRE C., GIS Posidonie, 1999. Suivi des peuplements ichtyologiques des récifs artificiels de la zone marine protégée de Vallauris-golfe-juan (Alpes-Maritimes). Comparaison entre les périodes 1987/1989 et 1997/1998, Rapport technique, Conseil Général des Alpes-Maritimes et GIS Posidonies, 97 p.
- CHERY A., DONNAY A., LEJEUNE P., 2012. *Étude d'impact préalable à l'installation de récifs artificiels, Ajaccio*, Rapport technique, Stareso, 33 p.
- CHEVALLIER F., LEROY F., 2019. Extension du port de Cherbourg en grande rade, Suivi environnemental du récif artificiel, Rapport technique, SINAY, 34 p.
- CHEVALLIER F., LEROY F., 2017. Extension du port de Cherbourg en grande rade, Suivi environnemental du récif artificiel, Rapport technique, SINAY, 26 p.
- CHIPEAUX A., PINAULT M., PASCAL N., PIOCH S., 2016. Analyse comparée à l'échelle mondiale des techniques d'ingénierie écologiques adaptées à la restauration des récifs coralliens, *Revue d'Écologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*, 71 (2), p. 99-110.
- CHONG L., MILLE K., ABEELS H., BLANCO V., CAMP E., 2021. *Artificial Reefs and People: How We Create Them and How They Affect Us*, EDIS, 6 p. DOI : 10.32473/edis-fa231-2021.
- CLAUDET J., 2006. Aires marines protégées et récifs artificiels : méthodes d'évaluation, protocoles expérimentaux et indicateurs. Thèse de doctorat, Université de Perpignan, 266 p.
- CLAUDET J., PELLETIER D., 2004. Marine protected areas and artificial reefs: A review of the interactions between management and scientific studies, *Aquatic Living Resources*, 17(2), p. 129-138.
- Conseil Général Alpes Maritimes, 2014. Dossier de renouvellement de la zone marine protégée de Vallauris-Golfe Juan, Rapport technique, 44 p.
- Créocéan, 2014. *Projet de récifs artificiels à titre expérimental au large de l'île d'Oléron*, Demande de concession d'occupation du DPM en dehors des ports, Créocéan, 38 p.
- Créocéan, 2008. Suivi scientifique des récifs artificiels immergés au large de Gruissan 2003-2007, Rapport de synthèse, 65 p.
- Créocéan et Oeil d'Andromède, 2007. Suivi scientifique des récifs artificiels immergés au large de Gruissan, Rapport technique, 65 p.
- Créocéan et Oeil d'Andromède, 2003. Impact des récifs artificiels sur le milieu marin et la pêche professionnelle dans le golfe d'Aigues-Mortes, Rapport technique, 54 p.
- Créocéan et P2A, 2006. Suivi scientifique des récifs artificiels immergés au large de Gruissan, Rapport technique, Créocéan, tranche 2, 27 p.
- CRESSON P., 2013. Fonctionnement trophique des récifs artificiels de la baie du Prado (Marseille, France) : Origine et devenir de la matière organique. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, 284 p.
- CRESSON P., LE DIREACH L., ROUANET E., GOBERVILLE E., ASTRUCH P., OURGAUD M., HARMELIN-VIVIEN M., 2019. Functional traits unravel temporal changes in fish biomass production on artificial reefs, *Marine Environmental Research*, 145, p. 137-146.
- DANIEL B., LEBON L., SERRE C., 2014. Enlèvement à titre expérimental de 2500 pneumatiques immergés dans le site Natura 2000 FR9301573 « Baie et cap d'Antibes - Iles de Lérins », Rapport technique, Agence des aires marines protégées, 52 p.
- DDTM 11, 2002. Convention de concession de Gruissan.
- DDTM 34, 2008. Convention de concession d'Agde.
- DDTM 76, 2008. Convention de concession d'Étretat.
- DE CACQUERAY M., 2011. La planification des espaces maritimes en France métropolitaine : un enjeu majeur pour la mise en œuvre de la Gestion Intégrée de la Mer et du Littoral. Thèse de doctorat en Géographie, Université de Bretagne occidentale, 555 p.
- DIRM, 2012. *Document stratégique pour l'implantation des récifs artificiels*, Rapport technique, Régions Languedoc Roussillon et Provence Alpes Côte d'Azur, 102 p.
- DITTON R.B., OSBURN H.R., BAKER T.L., THAILING C.E., 2002. Demographics, attitudes, and reef management preferences of sport divers in offshore Texas waters, *ICES Journal of Marine Science*, 59 (suppl), S186-S191.
- DOUMENGE F., 1972. Dix ans d'évolution des politiques et économies de pêche : Politiques et économies de pêche 1957-1966, *Persée-Portail des revues scientifiques en SHS*, p. 343-343.
- DUBREUIL J., 2013. *Suivi scientifique des récifs artificiels d'Étretat*, Rapport technique, In Vivo, 50 p.
- DUBREUIL J., GROSDÉMANGE D., TREBAUL E., 2014. *Suivi scientifique des récifs artificiels d'Étretat*, Rapport technique, In Vivo, 85 p.
- DUMARTIN S., 2018. La façade Sud-Atlantique : un vivier de 50 000 emplois maritimes entre terre et mer, *Insee Analyses*, 59, 4 p.
- DUVAL C., DUCLERC J., 1985. Les récifs artificiels en Languedoc-Roussillon. Étude halieutique : méthodologie et premiers résultats. Rapport technique, Ifremer, 140 p.
- FABI G., SCARCELLA G., SPAGNOLO A., BORTONE S.A., CHARBONNEL E., GOUTAYER J.J., HADDAD N., LÖK A., TROMMELEN M., 2015. Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea, *General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews* (96), 84 p.
- FABI G., SPAGNOLO A., BELLAN-SANTINI D., CHARBONNEL E., ÇIÇEK B.A., GARCÍA J.J.G., JENSEN A.C., KALLIANIOTIS A., SANTOS M.N. dos, 2011. Overview on artificial reefs in Europe, *Brazilian Journal of Oceanography*, 59 (spe1), p. 155-166.
- FAO, 1998. *Evolution des ressources, de la production, de l'utilisation et du commerce des produits de la mer*. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, consulté le 2 septembre 2021 [en ligne] sur <https://www.fao.org>.
- FOUCART M., 2003. Programme de gestion de la bande côtière en pays de la Loire: immersion expérimentale de récifs artificiels, Rapport technique, COREPEM et SMIDAP, 36 p.
- FRANCOUR P., ELLUL M., FRICANO C., COTTALORDA J.M., 2016. *Les récifs artificiels immergés au large de la digue de Font-*

- vieille, Rapport technique, Principauté de Monaco et Ecomer, 35 p.
- GUICHARD S., 1999. Etude préliminaire à l'implantation de récifs artificiels sur la côte landaise (Capbreton, Vieux-Boucau, Moliets), Rapport technique, Biosub, 31 p.
- HAYEK M., SALGUES M., HABOUZIT F., BAYLE S., SOUCHE J.-C., DE WEERDT K., PIOCH S., 2020. In vitro and in situ tests to evaluate the bacterial colonization of cementitious materials in the marine environment, *Cement and Concrete Composites*, 113, 103748.
- HEYRAUD V. 2007. Les acteurs des récifs artificiels en Languedoc-Roussillon, proposition d'une structuration dans une perspective de gestion intégrée des zones côtières, Master, Université Montpellier, 153 p.
- IPBES, 2018. *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*, by MONTANARELLA L., SCHOLLES R., and BRAINICH A. (eds.), Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 744 p.
- JENSEN A., COLLINS K., SMITH P., 2000. The Poole Bay artificial reef project, in: *Artificial Reefs in European Seas*, Springer, p. 263-287.
- JOUVENEL J.-Y. et BACHET F., 1998. Aménagement de la bande côtière de la Côte Bleue, secteur de Caro / Cap Couronne : Programme de suivi des peuplements ichthyologiques de la réserve du Cap Couronne, bilan à deux ans, Rapport technique, PMCB, 58 p.
- KELLER K., STEFFE A.S., LOWRY M.B., MURPHY J.J., SMITH J.A., SUTHERS I.M., 2017. Estimating the recreational harvest of fish from a nearshore designed artificial reef using a pragmatic approach, *Fisheries Research*, 187, p. 158-167.
- KIRKBRIDE-SMITH A.E., 2014. The economic, social and conservation benefits of recreation-orientated artificial reefs. Thèse de doctorat, University of Hull, 330 p.
- KOECK B., 2012. Rôle des récifs artificiels dans l'écologie des poissons : application aux récifs artificiels de Leucate –Le Barcarès (Golfe du Lion, Mer Méditerranée). Thèse de doctorat, Université de Perpignan, 314 p.
- LABORDE A., 2010. Suivi scientifique des récifs artificiels Capbreton Soustons/Vieux-Boucau Messanges/Azur/Moliets 2010, Rapport technique, ALR, 63 p.
- LACROIX D., 1999. Rapport de synthèse sur le 7<sup>e</sup> congrès international sur les récifs artificiels et les habitats marins, San Remo, Italie, 7-11/10 1999, Rapport technique, Ifremer, 60 p.
- LACROIX D. et PIOCH S., 2011. The multi-use in wind farm projects: more conflicts or a win-win opportunity?, *Aquatic Living Resources*, 24 (2), p. 129-135. DOI : 10.1051/alr/2011135.
- LACROIX D., CHARBONNEL E., DAO J., VÉRON G., LAGARDÈRE J., MELLON C., COVÈS D., BUESTEL D., 2002. *Les récifs artificiels. Aménagement du littoral marin et repeuplement*, Rapport technique, Ifremer, 148 p.
- LE DIREACH L., ASTRUCH P., BONHOMME P., ROUANET E., 2014. Opération récifs Prado : Suivi scientifique, biologique et technique dans la zone d'immersion (suivi obligatoire), Rapport technique, GIS Posidonie, 59 p.
- LE DIREACH L., CHARBONNEL E., BACHET F., 2017. *Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap-Couronne : bilan 1995-2016*, Rapport technique, PMCB et GIS Posidonie, 79 p.
- LEBLOND E., DAURES F., LEONARDI S., DEMANECHÉ S., MERRIEN C., BERTHOU P., ROSTIAUX E., MACHER C., LESPAGNOL P., LE GRAND C., BLOND S.L., 2014. *Synthèse des flottilles de pêche 2012. Flotte de Mer du Nord - Manche – Atlantique*, Rapport technique, Ifremer, 299 p.
- LEE M.O., OTAKE S., KIM J.K., 2018. Transition of artificial reefs (ARs) research and its prospects, *Ocean & Coastal Management*, 154, p. 55-65.
- LEFEVRE J.-R., MELLON-DUVAL C., RAGAZZI M., DUCLERC J., 1984. *Récifs artificiels : analyse bibliographique*, Rapport technique, Ifremer, 270 p.
- LENFANT P., DALIAS N., PASTOR J., LARENIE L., ASTRUCH P., 2007. *Suivi des récifs artificiels de Leucate et Le Barcarès, Année 2 : Été 2006 – Automne 2006*, Rapport technique, 68 p.
- LOPEZ DE OLIVEIRA M., 2016. The role of artificial reefs to promote biodiversity and sustainability of the ecotourism in Cape Verde: ecological, biological and management aspects. Thèse de doctorat, Faro University, 237 p.
- McAFEE D., REINHOLD S.-L., ALLEWAY H.K., CONNELL S.D., 2021. Environmental solutions fast-tracked: Reversing public scepticism to public engagement, *Biological Conservation*, 253, 108899.
- MEUR-FEREC C., 2006. De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : Un itinéraire de géographe. HDR, Université de Nantes, 248 p.
- MEURIOT E. et DRÉMIÈRE P.-Y., 1986. *Les systèmes de licences de pêche : Le cas de la Méditerranée Française*, Rapports économiques et juridiques de l'Ifremer (2), p. 1-102.
- MOUCHEL V., 2015. *Fabrication des récifs artificiels*, Rapport technique, TPC, 39 p.
- ODY D., 1987. Les peuplements ichthyologiques des récifs artificiels de Provence (France, Méditerranée nord-occidentale). Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, 187 p.
- PARY B., 2005. 1990-2005 : une période de mutation pour la pêche en Languedoc-Roussillon, Rapport technique, Cépralmar, 58 p.
- PARY B. et Thorin S., 2006. Bilan des immersions des récifs artificiels de 1999 et 2006 dans la baie d'Aigues-Mortes, Dossier de communication, 52 p.
- PASTOR J., 2008. Rôle des enrochements côtiers artificiels dans la connectivité des populations, cas du sar commun (*Diplodus sargus*, Linné, 1758) en Méditerranée nord-occidentale. Thèse de doctorat, Université de Perpignan, 179 p.
- PELAPRAT C., CHERY A., LEJEUNE P., 2010. Suivi scientifique des récifs artificiels implantés en Corse – Année 2 (Plaine orientale – Biguglia), Rapport technique, 22 p.
- PIERMONT L., THIEVENT P., ROUVIÈRE L., GUINGAND A., PASCAL N., 2016. *Biodiversité marine : Usages et dépendances*, Rapport technique, Biodiv'2050, 28 p.
- PIOCH S., 2007. Les Récifs Artificiels et le Repeuplement au Japon, Rapport technique, Ifremer, 67 p.
- PIOCH S., 2008. Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières? Essai de



- méthodologie d'aménagement en récifs artificiels adaptés à la pêche artisanale côtière. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier III, 280 p.
- PIOCH S., DE MONBRISON D., SIMARD F., 2019. *Artificial reefs in France: state of the art and last innovative projects*, International Conference on Fisheries Engineering, Sept. 21st-24th, Nagasaki, Japan.
- PIOCH S., LÉOCADIE A., 2017. *Overview on Eco-moorings facilities: Commented bibliography*, Technical report, International Coral Reef Initiative (ICRI), 19 p.
- PIOCH S., RELINI G., SOUCHE J.C., STIVE M., DE MONBRISON D., NASSIF S., SIMARD F., ALLEMAND D., SAUSSOL P., SPIELER R., 2018. Enhancing eco-engineering of coastal infrastructure with eco-design: Moving from mitigation to integration, *Ecological Engineering*, 120, p. 574-584.
- Préfecture maritime de l'Atlantique, 2005. Arrêté n° 2002/04.
- QUERRELOU J., DAO J., DUCLERC J., REVECHE C., 1981. Les récifs artificiels marins : gadget ou moyen d'aménagement à ne pas négliger?, *La pêche Maritime*, 1238, p. 280-288.
- RAMOS J., OLIVEIRA M.T., SANTOS M.N., 2011. Stakeholder perceptions of decision-making process on marine biodiversity conservation on Sal island (Cape Verde), *Brazilian Journal of Oceanography*, 59, p. 95-105.
- REY-VALETTE H., CILLAURREN E., DAVID G., 2000. Évaluation pluridisciplinaire de la durabilité des pêcheries artisanales autour des dispositifs de concentration de poissons, *Aquatic Living Resources*, 13, p. 241-252. DOI : 10.1016/S0990-7440(00)01060-3.
- RIERA E., 2020. Vers une construction raisonnée d'une nouvelle génération de récifs artificiels : Analyses comparatives des facteurs intrinsèques favorisant leur colonisation de la micro à la macro-échelle. Thèse de doctorat, Université Côte d'Azur, 193 p.
- RIERA E., LAMY D., GOULARD C., FRANCOUR P., HUBAS C., 2018. Biofilm monitoring as a tool to assess the efficiency of artificial reefs as substrates: Toward 3D printed reefs, *Ecological Engineering*, 120, p. 230-237.
- ROA-URETA R.H., SANTOS M.N., LEITÃO F., 2019. Modelling long-term fisheries data to resolve the attraction versus production dilemma of artificial reefs, *Ecological Modelling*, 407 (C), 1-1.
- SEAMAN W., 2019. Artificial Reefs, in: COCHRAN J.K., BOKUNIEWICZ H.J., YAGER P.L. (Eds.), *Encyclopedia of Ocean Sciences* (Third Edition), Academic Press, Oxford, p. 662-670. DOI : 10.1016/B978-0-12-409548-9.11617-3.
- SEAMAN W. (Ed.), 2000. Artificial reef evaluation: With application to natural marine habitats, CRC Press, 265 p.
- SEAMAN W. et JENSEN A., 2000. Purposes and practices of artificial reef evaluation, in: *Artificial Reef Evaluation: With Application to Natural Marine Habitats*, CRC Press, 19 p. DOI : 10.1201/9781420036633.ch1.
- SIMARD F., 1991. Contribution française à la connaissance de l'halieutique japonaise, *Îles Archipel*, 14, p. 501-509.
- SINAY et IVAMER, 2013. Étude de définition et de faisabilité de mesures compensatoires à la réduction de secteurs de pêche de plaisance dans la grande rade de Cherbourg, Rapport technique, 134 p.
- SPIELER R.E., GILLIAM D.S., SHERMAN R.L., 2001. Artificial substrate and coral reef restoration: What do we need to know to know what we need, *Bulletin of Marine Science*, 69 (2), p. 1013-1030.
- SUSPERREGUI N. et SOULIER L., 2009. État des connaissances sur les récifs artificiels dans le monde : typologie, objectifs, gestion et suivis, Rapport de synthèse, 127 p.
- TAUZIA A., 2004. *Assemblée générale ordinaire*, Compte-rendu, Adremca, 4 p.
- TESSIER A., 2013. Caractérisation des récifs artificiels du Golfe du Lion : De l'écologie aux usagers. Thèse de doctorat, Université de Perpignan, 300 p.
- TESSIER A., FRANCOUR P., CHARBONNEL E., DALIAS N., BODILIS P., SEAMAN W., LENFANT P., 2015. Assessment of French artificial reefs: Due to limitations of research, trends may be misleading, *Hydrobiologia*, 753 (1), p. 1-29.
- TROUILLET B., 2004. La « mer côtière » d'Iroise à Finistère. Étude géographique d'ensembles territoriaux en construction. Thèse de doctorat, Université de Nantes, 294 p.
- VÉRON G., DENIS J., THOUARD E., THÉBAUD O., GÉRARD A., 2008. *Les récifs artificiels, état des connaissances et recommandations*, Rapport scientifique, Ifremer, 25 p.
- VEYRET Y., 1994. Géographie, environnement, écologie (Geography, environment, ecology), *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 71, p. 426-435. DOI : 10.3406/bagf.1994.1767.
- Ville de Marseille, 2014. *Synthèse opération RECIFS PRADO*, Rapport technique, 24 p.
- VIVIER B., DAUVIN J.-C., NAVON M., RUSIG A.-M., MUSSIO I., ORVAIN F., BOUTOUIL M., CLAQUIN P., 2021. Marine artificial reefs, a meta-analysis of their design, objectives and effectiveness, *Global Ecology and Conservation*, 27, e01538.
- WU Z., ZHANG X., LOZANO-MONTES H.M., LONERAGAN N.R., 2016. Trophic flows, kelp culture and fisheries in the marine ecosystem of an artificial reef zone in the Yellow, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 182, p. 86-97. DOI : 10.1016/j.ecss.2016.08.021.
- XU Q., ZHANG L., ZHANG T., ZHANG X., YANG H., 2017. Functional groupings and food web of an artificial reef used for sea cucumber aquaculture in northern China, *Journal of Sea Research*, 119, p. 1-7. DOI : 10.1016/j.seares.2016.10.005.
- YANG H., 2016. Construction of marine ranching in China, *Reviews and prospects*, 40, p. 1133-1140. DOI : 10.11964/jfc.20160510386.
- YANG X., LIN C., SONG X., XU M., YANG H., 2019. Effects of artificial reefs on the meiofaunal community and benthic environment – A case study in Bohai Sea, China, *Marine Pollution Bulletin*, 140, p. 179-187. DOI : 10.1016/j.marpolbul.2018.12.031.
- ZHOU X., ZHAO X., ZHANG S., LIN J., 2019. Marine Ranching Construction and Management in East China Sea: Programs for Sustainable Fishery and Aquaculture, *Water*, 11, 1237. DOI : 10.3390/w11061237.

