Livrable 4 : surveillances RESPIRE
Année 2018

Janvier 2019

Table des matières

I. Le réseau de surveillance RESPIRE 3
1. Présentation du réseau 3
2. Historique 5
3. Objectifs 2018 5
II. Evolution du dispositif de surveillance jusqu'en 2018 6
1. Stratégie temporelle 6
2. Stratégie spatiale 6
3. Bancarisation des données 11
III. Récapitulatif des résultats de 2015 à 2018 12
1. Post-larves et juvéniles de poissons 12
2. Faune vagile 15
3. Faune et Flore Fixée 17
IV. Optimisation du réseau 17
1. Réflexion sur la caractérisation des individus observés 17
2. Typologie AVANT/APRES 18
3. Structuration des populations 21
4. Seuils de références 22
V. Perspectives 23
1. Réseau de sites de référence 23
2. Grille qualité 23
VI. Conclusions 24

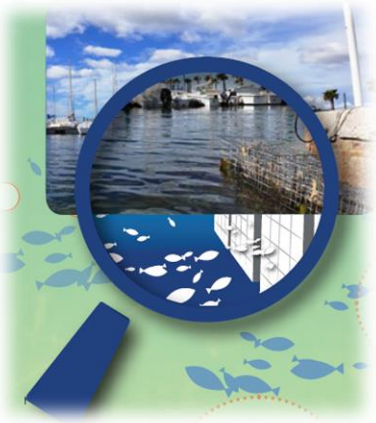
Le présent rapport ***« Livrable 4 : surveillances RESPIRE – Année 2018 »***, intervient après quatre années de suivis. Il fait suite aux trois premiers livrables et vise à :

- **Présenter** les données de recrutement larvaire en 2018.
- **Faire évoluer** la stratégie temporelle et spatiale du dispositif
- **Initier une grille de qualité** des données selon une typologie provisoire et une structuration des populations associées.

I. Le réseau de surveillance RESPIRE

1. *Présentation du réseau*

S'appuyant sur la Directive Cadre européenne « Stratégie pour le milieu marin » (DCSMM), et sa volonté d'atteindre le « bon état écologique » de l'ensemble des eaux marines, **l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse** (AERMC) a initié, en collaboration avec Ecocean, le **réseau de surveillance RESPIRE**. Déployé dans le but de décrire l'évolution spatio-temporelle de l'arrivée des post-larves de poissons sur les côtes de la Méditerranée, ce réseau a été mis en place en 2014, et les premiers suivis ont débuté en mars 2015. Ces suivis ont d'abord été réalisé sur 23 sites, répartis sur toute la côte méditerranéenne française, en Corse et au Maroc, puis sur 19 sites essentiellement identifiés dans des ports de plaisance (reconnus dans la littérature comme des zones de nurseries). Les comptages s'effectuent aujourd'hui sur des unités d'observation standardisées identifiées comme nurseries artificielles, sur des zones à l'interface entre le milieu ouvert et les zones de nurserie (les digues et les enrochements en sortie de port) et sur des zones naturelles à proximité.



Le réseau RESPIRE ne vise pas l'évaluation exhaustive des assemblages de jeunes poissons mais, à l'image d'autres dispositifs de surveillance, permet d'avoir une représentation la plus pertinente possible d'éléments biologiques, les post-larves et juvéniles de l'année, dont l'écologie reste peu connue et fait actuellement l'objet de nouvelles recherches plus approfondies.

Les objectifs du réseau de surveillance RESPIRE ont évolué au cours du temps. Néanmoins les principaux restent de :

- **Acquérir des données** permettant de caractériser le cycle de vie des jeunes poissons pour, *in fine,* se projeter sur la dynamique de population des espèces adultes en zone côtière,
- Disposer de **supports de connaissance et de recherche**, ainsi que des documents de référence sur l'état du recrutement larvaire sur la côte méditerranéenne,
- **Répondre aux exigences de la DCSMM** sur la définition des seuils de référence pour l'évaluation du bon état écologique des masses d'eau ou des typologies correspondantes.

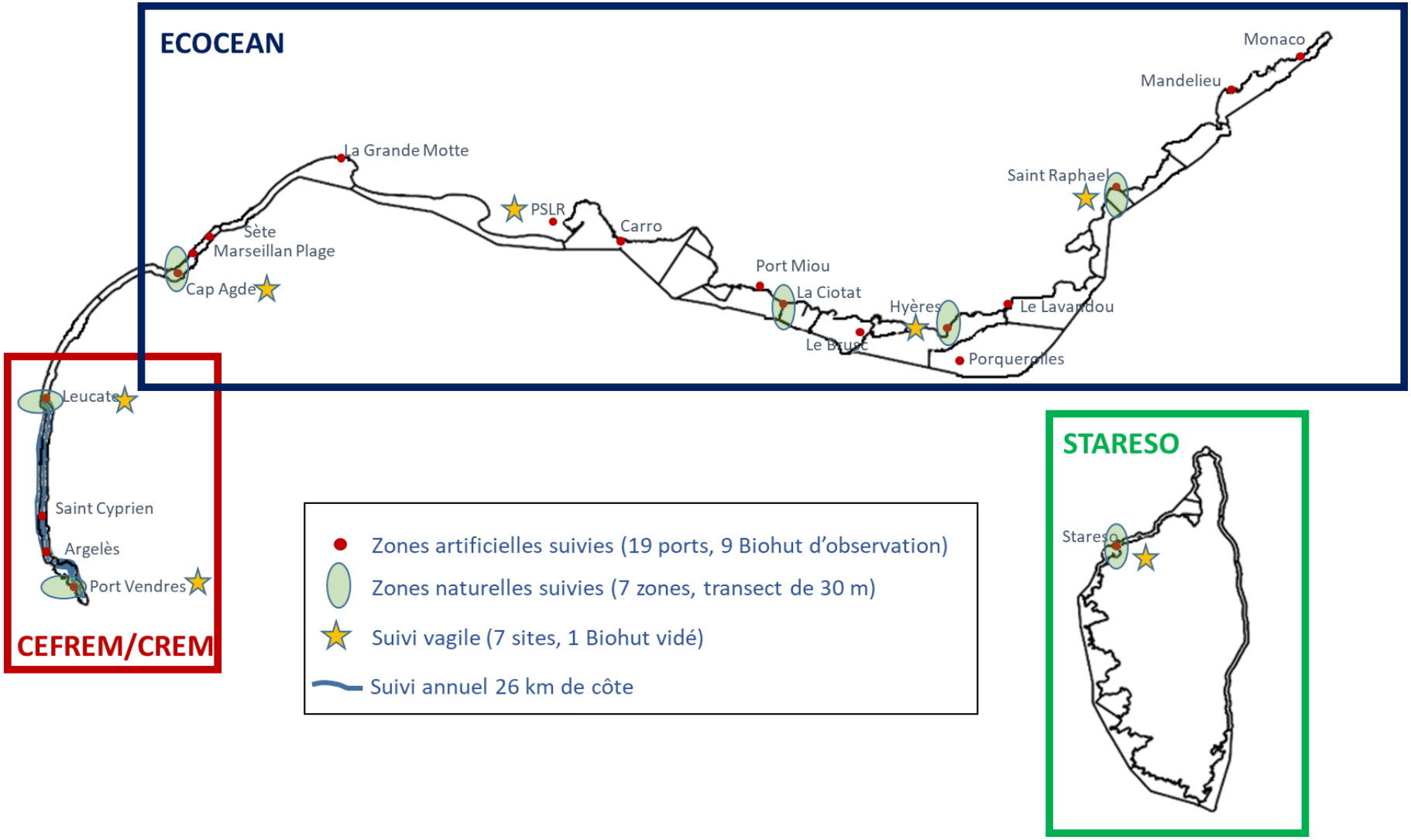


Figure 1 : sites de surveillance du réseau RESPIRE en 2018

2. *Historique*

- En 2014, tous les sites du réseau de surveillance (23 sites) ainsi que les différentes parties prenantes du projet (partenaires scientifiques, collectivités, gestionnaires de ports, entreprises…) ont été identifiés, permettant un démarrage du réseau et des suivis en 2015.
- De 2015 à 2016, les premiers suivis ont eu lieu trois fois par an, en mars, juin et septembre (suivi basse fréquence), et sur certains sites de tests, 2 fois par mois sur 12 mois (suivi haute fréquence). Les suivis sont essentiellement réalisés sur des unités d'observation standardisées installées dans des zones artificialisées (ponton ou quai de zone portuaire). Ces deux années ont permis de tester et d'évaluer la pertinence des protocoles mis en œuvre, de présenter les premiers résultats et d'apprécier les meilleurs systèmes de bancarisation et d'analyse des données.
- En 2017, un premier ajustement du suivi a été effectué avec la modification des mois de surveillance, en mars, juin et octobre, et la suppression de sites n'apportant soit pas suffisamment d'informations, soit des informations trop semblables à celles obtenues dans un site très proche. Le nombre de sites suivis est alors passé à 20.
  Des suivis complémentaires ont été ajoutés au réseau cette année-là : un suivi de la faune vagile (poissons cryptiques et invertébrés) dans 4 sites : Port-Vendres, Cap d'Agde, Port-St-Louis-du-Rhône et Hyères, et un suivi de zones naturelles sur 5 sites : Port-Vendres, Cap d'Agde, La Ciotat, Hyères et Saint-Raphaël. Ces deux suivis ont permis de compléter la liste des espèces relevées dans le réseau, apportant ainsi des informations complémentaires sur les populations de poissons sur une surface plus étendue.
- En 2018, un autre site de suivi a été supprimé, passant le nombre de sites à 19. Les suivis complémentaires ayant permis de mieux définir la structuration des populations de poissons ont été maintenus. Le suivi de la faune vagile a été réalisé sur 7 sites : Port-Vendres, Leucate, Cap d'Agde, Port-St-Louis-du-Rhône, Hyères, Saint-Raphaël et la Stareso, et le suivi des zones naturelles sur 7 sites également : Port-Vendres, Leucate, Cap d'Agde, La Ciotat, Hyères, Saint-Raphaël et la Stareso.

3. *Objectifs 2018*

L'année 2018 constitue la 4ème année de surveillance. A ce stade, un grand nombre de questionnements ont été soulevés auxquels une partie des réponses ont pu être apportées. Après notamment une validation de la stratégie temporelle, une intégration des données complémentaires dans le jeu d'analyse du réseau, et l'opérationnalité des suivis éprouvée, l'année 2018 dresse les objectifs suivants :

- Présenter et comparer les données de surveillance de 2018 au regard des données acquises au cours de ces quatre dernières années.
- Intégrer les données des suivis complémentaires afin de compléter les connaissances sur la structuration des populations de poissons.
- Proposer une première typologie de situation sur la façade méditerranéenne sur laquelle s'appuyer pour l'élaboration de grilles de qualité du recrutement larvaire à la côte.
- Evaluer la pertinence de cette typologie avec des tests sur les assemblages des communautés de poissons obtenus.

Précisons que l'élaboration de cette typologie demande une analyse poussée sur la structuration des populations, qui sera consolidée au bout d'une cycle complet de surveillance (5 années de suivis, terminées à la fin de 2019). Cette typologie permettra alors d'optimiser le nombre de sites de suivi, au regard des similarités obtenues entre chacun des sites et du caractère représentatif des sites de référence choisis.

- Interpréter et consolider les analyses réalisées sur les seuils de référence grâce à l'acquisition de nouvelles données et à l'évolution du dispositif de surveillance.

II. Evolution du dispositif de surveillance jusqu'en 2018

Le déploiement du dispositif RESPIRE a débuté en 2015. Comme tout nouveau réseau, les choix qui ont prévalu à son lancement ont été effectués sur la base des informations disponibles et d'opportunité quant à la localisation des stations de suivis et aux protocoles connus pour le suivi de ce compartiment biologique. Les années passées ont ainsi permis d'acquérir de nombreuses informations. Ces informations ont été exploitées et interprétées pour définir des termes d'évolution du réseau, tant sur la base de sa stratégie spatiale que temporelle, que des grilles d'interprétations ou des choix d'indicateurs de pression.

1. *Stratégie temporelle*

- La fréquence actuelle d'acquisition des données est annuelle. Cette fréquence reste la meilleure façon de suivre l'arrivée des post-larves à la côte, car les flux larvaires ont une variabilité annuelle très forte. Il est ainsi prouvé que certaines espèces ont des pics de recrutement de fréquence connue, comme pour le *Diplodus sargus* qui « renouvelle » sa population tous les 10 ans. En 2017, le réseau a ainsi permis d'identifier un pic de recrutement de cette espèce (alors qu'en 2018, très peu d'individus ont été dénombrés). En réduisant la fréquence de surveillance, il aurait donc été possible de passer à côté de cet évènement crucial pour la survie de l'espèce.
- Les observations sont ensuite réalisées à trois périodes dans l'année. Au début, elles avaient été fixées en mars, en juin et en septembre, mais les résultats obtenus sur les trois premières années de suivis ont permis de proposer un décalage du suivi de septembre à octobre pour mieux appréhender l'arrivée tardive de certaines post-larves.

2. *Stratégie spatiale*

a. Les échelle de suivi

Initialement, les suivis n'étaient réalisés que dans les zones artificielles sur des unités d'observation standardisées (UOS). Ce choix permettait alors de répondre rapidement aux exigences d'opérationnalité et de reproductivité nécessaire au démarrage du réseau. Les protocoles étaient connus (continuité du programme NAPPEX), certains sites déjà équipés ou facilement équitables, et l'efficacité du dispositif de comptage avait été validé. Le protocole était alors comparable d'un site à l'autre, point essentiel pour éditer les premiers seuils et les échelles de recrutement.
Néanmoins, en élargissant les observations à des sites situés à l'interface entre la zone artificialisée et le milieu naturel, de nouvelles données ont été acquises, permettant de consolider les connaissances sur le recrutement de certaines espèces à la côte.
L'unité d'évaluation a donc évolué, en passant, sur certains sites, au suivi :

- A l'intérieur de zones artificielles, identifiées par la littérature comme des nurseries à poissons
- A l'interface entre le milieu artificiel et le milieu naturel (enrochement, digue.)
- Sur des zones naturelles (petits fonds côtiers), références d'un milieu non anthropisé et non/peu impacté par les activités humaines.

Figure 2 : Disposition des suivis

En 2018, le protocole d'acquisition des données a été modifié pour le suivi de la digue (zone interface) et le suivi des zones naturelles a été réalisé sur 7 sites : Port-Vendres, Leucate, Cap d'Agde, La Ciotat, Hyères, Saint-Raphaël et la Stareso.

Ce choix d'élargir l'échelle des suivis amène à densifier les observations sur certains ports et, à l'inverse, à arrêter le suivi sur d'autres afin de garder une économie financière générale constante.
Un des objectifs de 2019 sera donc de valider les zones de suivi élargies, afin de définitivement supprimer des sites « doublons » situés à proximité.

b. Les protocoles

- **Les suivis sur les zones artificielles : relevés sur des unités d'observation standardisées (sous les pontons ou sur les quais)** réalisés par un plongeur immergé en apnée, entre 0 et 1 mètre de profondeur, positionné à 1 m de distance du Biohut et réalisant le comptage sur sa tranche (pour les Biohut ponton) ou sur sa face (pour les Biohut quai). Tous les individus situés jusqu'à 1 mètre de part et d'autre du Biohut sont pris en compte. Le comptage commence quelques minutes après l'immersion du plongeur, afin de limiter les perturbations et permettre à certains individus de revenir. Durant 3 minutes, le plongeur relève la diversité spécifique (espèces, famille, classe trophique…), l'abondance et la taille (classe de taille définie). Pour ces comptages, seuls les individus <100mm considérés comme des recrues de l'année sont pris en compte.

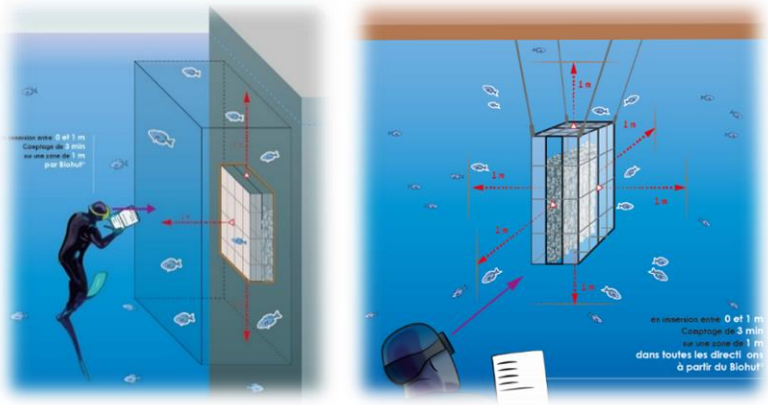


Figure 3: Protocoles de suivi des unités d'observation standardisées ponton et quai

- **<u>Les suivis sur les interfaces : relevés sur les digues ou les enrochements</u>** réalisés dans les mêmes conditions de profondeur, le long d'un transect de 30 mètres, positionné sur une zone représentative du site, au plus près des roches de la digue. Les paramètres relevés sont les mêmes que sur les unités standardisées, et les mêmes précautions sont prises à la mise à l'eau. Ce suivi a été ajusté en 2018. Entre 2015 et 2017, les suivis étaient réalisés en point fixe. Désormais, le suivi par transect est appliqué car il répond mieux aux exigences du terrain.

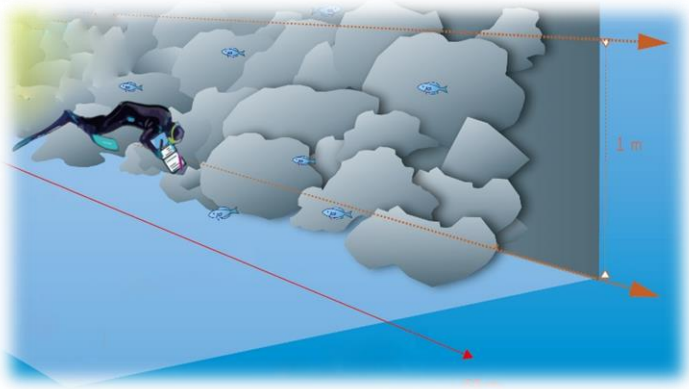


Figure 4: Protocoles de suivi des digues

Ces deux premiers protocoles utilisés sont issus des programmes NAPPEX (Bouchoucha *et al*., 2016) et GIREL (Mercader et al., 2017). Ils permettent d'obtenir rapidement les principales caractéristiques du peuplement, mais également de disposer de données comparables entre différents sites.

- **<u>Les suivis de zones naturelles</u>** consistent à effectuer un transect de 60 mètres sur une zone de petits fonds côtiers rocheux, préalablement déterminée à partir de photos aériennes. Les transects se font par un plongeur immergé en apnée, entre 0 et 1 mètre de profondeur, et sur un mètre de large. Durant le suivi, le plongeur avance lentement en suivant la côte et relève la diversité spécifique (espèces, famille, classe trophique…), l'abondance et la taille (classe de taille définie). Pour ces comptages, seuls les individus <100mm considérés comme des recrues de l'année sont pris en compte.

- **<u>Les suivis de faune vagile et des poissons cryptiques</u>** sont réalisés à l'intérieur des zones artificielles sur une unité d'observation standardisée. Ils consistent à sortir une UOS de l'eau, préalablement entourée d'une housse spécialement conçue pour empêcher la fuite des animaux. Les coquilles d'huîtres sont ensuite vidées et triées afin de récolter tous les individus, qui sont

déterminés et mesurés avant d'être remis à l'eau (Figure 5). Ce suivi permet de consolider les données du recrutement de poissons, grâce aux suivis des poissons cryptiques, impossibles à dénombrer en apnée. Des espèces comme l'anguille verte, l'anguille argentée, le mérou brun, les gobies et les blennies sont ainsi recensées et étudiées.

Figure 5 : suivi de la faune vagile. En haut à gauche, mesure d'un crabe verruqueux ; en bas à gauche, bivalves recensés en juin ; à droite, tri des individus cachés dans les coquilles

c. Récapitulatif de l'évolution du réseau

En reprenant les différents objectifs visés depuis 2014, la mise en place des protocoles d'acquisition des données et les résultats obtenus, le réseau de surveillance affine ses actions et valorise ses nouvelles compétences. La frise ci-dessous permet de récapituler les actions principales de ces dernières années et de celle à venir.

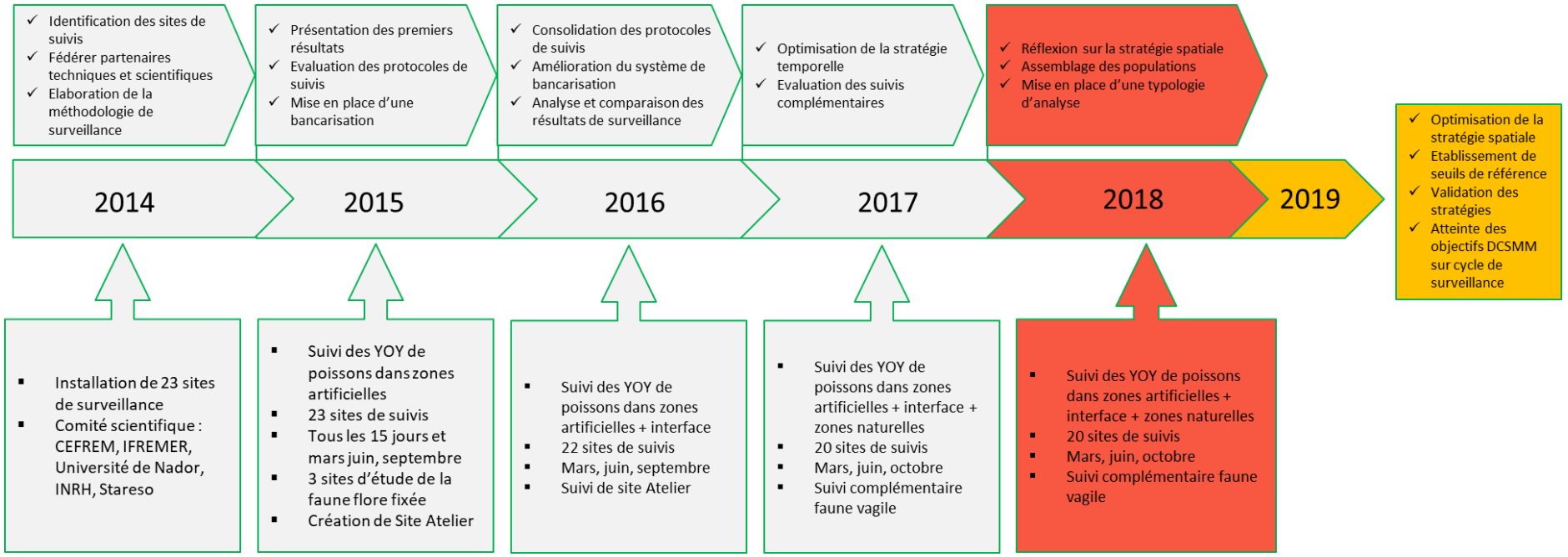


Figure 6 : Frise chronologique de l'évolution du réseau RESPIRE jusqu'en 2018

3. *Bancarisation des données*

a. Diffusion de la donnée dans Medtrix

En 2018, un travail sur la diffusion de la donnée sur Medtrix a été réalisé en collaboration avec l'entreprise Andromède Océanologie, gestionnaire de la plateforme Medtrix. Ce travail s'intégrait dans une refonte totale de la plateforme, et une clarification générale des données présentées.

Jusqu'à présent, les données d'observation présentées sur Medtrix concernaient uniquement les valeurs d'abondance et de richesse totale comptabilisées sur les UOS, pour chaque mois de suivi. Les données étaient représentées sous 2 formes différentes (rond pour l'abondance et carré pour la richesse), suivant un gradient de couleur déterminant une valeur plus ou moins élevée.

Compte tenu des différentes modifications effectuées ces dernières années, notamment au niveau des échelle de suivi, il nous semblait important de pouvoir présenter l'intégralité des données relevées dans RESPIRE sur la plateforme. Dans la nouvelle version, encore en cours de finalisation, les données seront donc toujours présentées par mois de suivi, mais concerneront aussi bien les UOS, que les zones d'interface et les zones naturelles. De plus, pour faciliter la lecture des informations sur la carte, nous avons choisi de ne plus présenter les valeurs d'abondance et de richesse, mais d'utiliser l'indice de Shannon, qui est un indice écologique combinant ces deux valeurs. Le résultat obtenu permet toujours de classifier les différentes zones étudiées les unes par rapport aux autres selon un gradient de couleur. Enfin, les rapports téléchargeables des différents suivis seront toujours disponibles pour toute personne intéressée, mais seront rangés dans un onglet facilement identifiable pour permettre de les trouver plus aisément (ce problème avait été soulevé plusieurs fois par différentes personnes).

b. Base de données interne

Compte tenu de l'accumulation des données RESPIRE au cours des années et de la nécessité de pouvoir facilement consulter mais également stocker ces informations, une base de données, interne à Ecocean, a été développée en 2018.

Ce travail permet également d'intégrer les données de RESPIRE dans des analyses plus globales sur la biodiversité dans les espaces anthropisés.

III. Récapitulatif des résultats de 2015 à 2018

1. *Post-larves et juvéniles de poissons*

Les trois premiers livrables de RESPIRE se sont appliqués à présenter les répartitions spatiales et temporelles des espèces de post-larves et de juvéniles observés sur les sites de surveillance. Au cours des quatre dernières années, 19073 individus (hors Athérines) de 73 espèces appartenant à 21 familles différentes ont pu être observés sur les différentes zones suivies (Tableau 1).

Les principaux résultats des différentes analyses effectuées jusqu'à présent ont notamment permis de démontrer :

- L'existence d'une variabilité spatiale marquée entre tous les ports, mais également entre les deux grandes régions PACA et Occitanie,
- Un décalage temporel entre les régions PACA et Occitanie, avec, pour les espèces des saisons « chaudes » une arrivée précoce en PACA, et pour les espèces des saisons « froides », une arrivée plus précoce en Occitanie (probablement dû à la température de l'eau),
- Une forte variabilité interannuelle dans le recrutement larvaire intraspécifique (pour le sar commun *Diplodus sargus* par exemple, 2016 et 2017 ont été des « bonnes années », alors que 2018 a été une mauvaise année). Ceci montre aussi qu'une année considérée comme mauvaise (ex : 2018) peut s'avérer être une bonne année pour certaines espèces (ex : sar à museau pointu, saupe). Une analyse par espèce pourra être envisagée, en regroupant par exemple les espèces d'intérêt halieutique, d'intérêt patrimonial (ex : liste UICN),
- La bonne représentativité des espèces observées sur toute la façade puisque parmi les 51 familles et les 218 espèces vivant en zones côtières en Méditerranée française (Louisy, 2015), les observations effectuées dans le cadre du réseau RESPIRE représentent donc plus de 40% des familles et un tiers (33.5%) des espèces présentes, observées au stade juvénile.

L'introduction du suivi en zone naturelle depuis 2017 montre que les observations faites dans les ports ou à proximité (digue) sont du même ordre de grandeur ou supérieures.

Etant donné que l'objectif du rapport de 2019 sera de reprendre la majorité de ces analyses pour conclure sur le cycle complet de surveillance (de 5 années), nous ne présenterons dans ce rapport de fin d'année 2018 que les données générales appuyant nos conclusions précédentes. Ces données sont présentées dans la figure 7 ci-dessous et la liste d'espèces associées, dans le tableau 1 suivant.

ports

	2015	2016	2017	2018
nb ports suivis	23	23	22	20
période(s) de suivi	mars-juin-sept	mars-juin-sept	mars-juin-oct	mars-juin-oct
abondance totale*	2168	1920	1361	669
abondance moyenne (nb ind/Bh)*	3.89 +/-9.4	3.26 +/- 6.9	2.54 +/-6	1.52 +/-3.9
richesse totale	29	38	38	33
richesse moyenne (nb sp/Bh)	0.85 +/-0.9	0.81 +/-1	1.73 +/-0.9	1.62 +/-0.9

digues

	2015	2016	2017	2018
nb digues suivis	22	21	21	20
période(s) de suivi	mars-juin-sept	mars-juin-sept	mars-juin-oct	mars-juin-oct
abondance totale*	2678	2656	3333	2573
abondance moyenne (nb ind/30m)*	24.56 +/-34.1	22.65 +/-31.5	30.46 +/-68	88.59 +/-135.5
abondance moyenne (nb ind/m)*	0.82	0.76	1.02	2.95
richesse totale	21	39	39	34
richesse moyenne (nb sp/30m)	1.99 +/-1.5	2.72 +/-1.9	1.78 +/-1.5	4.17 +/-2.3

zones naturelles

	2015	2016	2017	2018
nb ports suivis	X	X	5	5
période(s) de suivi	X	X	mars-juin-oct	mars-juin-oct
abondance totale*	X	X	1066	649
abondance moyenne (nb ind/60m)*	X	X	88.83 +/-77	72.1 +/-50.3
abondance moyenne (nb ind/m)*	X	X	1.48	1.20
richesse totale	X	X	23	24
richesse moyenne (nb sp/60m)	X	X	6.08 +/-2.6	7.33 +/-2.8

Figure 7: Synthèse des résultats de suivis des post-larves et juvéniles de poissons entre 2015 et 2018.
** les données d'abondance exprimées excluent les athérines, qui ont tendance à former de très gros bancs assez mobiles, difficiles à inféoder à un habitat particulier.*

Tableau 1: liste et abondance des espèces de poissons observées par an et par type d'habitat. UOS : unité d'observation standardisée ; I=interface, ZN=Zone Naturelle.

liste d'espèces	2015		2016		2017			2018		
	I	UOS	I	UOS	I	UOS	ZN	I	UOS	ZN
Aidablennius sphynx										2
Anguilla anguilla		13		8					1	
Apogon imberbis			4							
Blenniidae sp	17	259	121	262	38	157	6	15	42	9
Boops boops						2			2	
Centrolophus niger				1						
Chelon labrosus			41	1	50	53		88		
Chromis chromis	85	59	82	98	29	29	3	390	42	44
Coris julis	35	2	14	7	10	8	1		1	5
Ctenolabrus rupestris			17	11		5				
Dicentrarchus labrax	23	24	21	17	7	1		18	28	17
Dicentrarchus punctatus					1					
Diplodus annularis	16	110	97	189	7	42		34	22	
Diplodus cervinus cervinus		1*			1*		8			
Diplodus puntazzo	115	255	36	83	36	106	44	55	236	47
Diplodus sargus sargus	193	83	418	267	512	325	247	50	24	9
Diplodus sp					10			4		
Diplodus vulgaris	714	41	329	17	87	6	167	110		9
*Epinephelus marginatus***		4		2		9				
Gaidropsarus sp				1						
Gambusia sp		4								
Gobiidae sp	5	2	47	1	6	8	9	26	5	
Gobius bucchichi					2					
Gobius cobitis					2					
Gobius niger			3					2		
Gobius paganellus			6							
Hippocampus hippocampus								1		
Labridae sp	3		34	13	3	3	11	3	3	16
Labrus merula			1		1					
Labrus viridis									1	
Lithognathus mormyrus			1							
Mugil cephalus								1	6	
Mugilidae sp	270	533	176	486	445	194	50	312	29	52
Mullidae sp	35		41		28	10	7	1		3
Mullus surmuletus								1		2
*Mycteroperca rubra***		6	1							
Nerophis ophidion		1								
NI	1			1	500	8	4	1		1
Oblada melanura	285	46	280	46	52	14	13	17	14	8
Octopus vulgaris							1			
Pagellus acarne	9	3		4	16	93				5
Pagellus erythrinus										5
Pagellus sp	43	41	52	1	2	24	110	186		43
Parablennius gattorugine									11	2
Parablennius pilicornis				2	7			1	8	
Parablennius sanguinolentus					5			2	1	
Salaria pavo			8			3		4	43	
Sarpa salpa	739	633	719	332	1375	211	287	1145	91	342
Scorpaena porcus						1				
Scorpaena sp		1		2		2			1	
Serranus cabrilla			3	1	1			4	1	1
Serranus scriba			3	5	2	5			2	
Serranus sp	9	1				1				
Sparidae sp					20		16	1		2
Sparus aurata			1						1	
Sphyraena sp	3	1	1							
Spicara maena				1						
Spondyliosoma cantharus		2								
Symphodus cinereus		4	2	8	2	1		5	14	6
Symphodus mediterraneus				1						
Symphodus melops			1			1				
Symphodus ocellatus	2		16	9	7	1	8	1		
Symphodus roissali		1	10	28	13	10	3	11	3	
Symphodus rostratus			3						1	
Symphodus sp	76	33	16	4	10	12	66	63	16	11
Symphodus tinca			4	2	15	2	1	4	1	
Syngnathus sp		3		1	1	2	1			
Syngnathus typhle						1				
Thalassoma pavo		2	34	1	5	3	2	4	7	13
Tripterygion delaisi			8	4	16	2		10	3	
Tripterygion melanurus			2	2		1			2	
Tripterygion sp					5	2	1			
Tripterygion tripteronotus			3	1	5			3	7	

2. *Faune vagile*

Depuis 2017, un suivi de la faune vagile est effectué dans différents ports du réseau, pour apporter des informations complémentaires au suivi visuel. Ainsi, 44 espèces différentes ont pu être comptabilisées en 2 ans, montrant, comme pour les poissons, une variabilité annuelle très importante (Figure 8 et tableau 2 associé).

	ports			
	2015	**2016**	**2017**	**2018**
nb ports suivis	X	X	4	8
période(s) de suivi	X	X	mars-juin-sept	juin
abondance totale	X	X	1835	408
abondance moyenne (nb ind/Bh)	X	X	129.27 +/-136	51 +/- 30
richesse totale	X	X	35	24
richesse moyenne (nb sp/Bh)	X	X	8.27 +/-2	5.62 +/-3

Figure 8: synthèse des résultats des suivis de faune vagile entre 2017 et 2018

Le protocole mis en place pour réaliser ce suivi permet également de recenser des espèces de poissons cryptiques et benthiques, particulièrement difficiles à observer lors du suivi visuel classique. C'est le cas par exemple du mérou brun *Epinephelus marginatus,* actuellement sous moratoire en France, et de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*, espèce en danger critique d'extinction, classée sur la liste rouge de l'IUCN. Pour ces deux espèces, l'utilisation du suivi vagile a permis de recenser de 2 à 4 fois plus d'individus juvéniles (Figure 9). De plus, le suivi vagile permet de mesurer avec une plus grande précision les individus (leur comportement cryptique nous empêche en effet la plupart du temps de voir l'individu en entier en suivi visuel), mais également d'observer un plus grand nombre de petits individus. Ces informations sont primordiales car peu de recensement de jeunes stades de ces espèces sont effectués au niveau de la façade.

	suivi visuel	**suivi vagile**
Anguilla anguilla	22	87
Epinephelus marginatus	2	4

Figure 9: comparaison des effectifs recensés à l'aide du suivi vagile et à l'aide du suivi visuel, pour tous les comptages effectués sur des UOS par Ecocean.

En plus de l'information complémentaire apportée pour les poissons, le suivi vagile pourrait également être un indicateur de l'état de santé du milieu, en étudiant l'évolution au cours du temps des communautés, ainsi que l'apparition éventuelle d'espèces invasives ou exotiques, ou la présence d'espèces indicatrices. En effet, les invertébrés se déplacent peu, et semblent utiliser les UOS comme habitat pour leur cycle de vie complet. L'utilisation non temporaire de l'habitat rend donc ce groupe tout à fait intéressant pour suivre sur le long terme l'évolution de la qualité du milieu et ainsi étudier ce compartiment biologique comme nouveau proxy à l'évaluation du lien état/pression d'une région.
La liste d'espèces a été remise à deux benthologues pour analyser les potentiels indicateurs s'y trouvant. Les données seront présentées dans le rapport de fin d'année 2019

Tableau 2: liste et abondance des espèces de faune vagile observées par an dans les UOS

liste d'espèces	2017	2018
	UOS	UOS
Acanthocardia sp	97	
Alpheus macrocheles	4	23
Anguilla anguilla	20	8
Annelide sp	50	100
Arenicola sp	21	4
Athanas nitescens	20	13
Bivalve sp	7	
Blenniidae sp	17	
Bonellia viridis	151	
Brachyura sp	1	12
Callista chione	2	
Cerastoderma edule	2	
Discocelis tigrina	5	1
Donax sp	2	
Epinephelus marginatus		1
Eriphia verrucosa	11	34
Flabellina sp	1	
Gammarus sp	57	3
Gobius cobitis		11
Gobius niger		1
Gobius sp	16	1
Herbstia condyliata		1
Hesione pantherina	27	
Leodice torquata		12
Limaria hians	431	
Lysmata seticaudata	3	7
Macropodia sp	4	1
Malacostraca sp	1	
Mimachlamys varia	382	
Ophiurida sp		1
Ostreidae sp	5	
Pachygrapsus marmoratus	91	19
Palaemon serratus		42
Palaemon sp	403	75
Parablennius gattorugine		1
Parablennius sp	7	
Pisidia sp	27	12
Polycera hedgpethi	1	
Polychaeta sp	4	
Prostheceraeus moseleyi	1	
Pseudoceros maximus	5	
Salaria pavo	55	24
Thysanozoon brocchii	8	
Tripterygion delaisi		1

3. *Faune et Flore Fixée*

La faune et la flore fixées ont été étudiées spécifiquement entre 2015 et 2016 et sont suivis de façon plus succincte depuis 2017. Les espèces majoritaires et les pourcentages de recouvrement des grands groupes sont relevés sur chacune des zones de suivi (zone A, B et C et zone d'interface) :

- Algues
- Bryozoaires
- Tuniciers
- Annélides
- Bivalves
- Spongiaires
- Cnidaires

Ce relevé d'informations complémentaires nous a permis, dans un premier temps, d'évaluer la corrélation existante entre le recrutement ichtyologique à la côte et le développement de cette faune, puis, de suivre l'arrivée ou non d'espèces invasives dans les zones de suivis.
En 2016, nous avons établi que le recouvrement de la faune et de la flore fixées n'influençait pas l'installation des post-larves sur les UOS. Ce constat a été présenté dans le **Livrable 2 : Lancement des surveillances RESPIRE 2015-2016**.
Aujourd'hui, nous avons relevé 61 espèces sur les UOS et aucune n'a, à l'heure actuelle, de caractère invasif établi (le port étant pourtant un hot spot de dissémination), mis à part le bryozoaire spaghetti (*Amathia verticillata*) qui se développe l'été dans la majorité des ports de Méditerranée, et qui disparait dès que la température des eaux diminue.

Les suivis de la faune et de la flore fixées ont rempli leurs objectifs et ont permis au réseau RESPIRE de vérifier des fonctionnalités des sites de surveillance. Ils sortent aujourd'hui du cadre propre de la surveillance du recrutement ichtyologique et c'est pourquoi, ils ne seront pas reconduits sur les prochains suivis.

IV. Optimisation du réseau

1. *Réflexion sur la caractérisation des individus observés*

Depuis 4 ans, le suivi des post-larves et juvéniles de poissons a permis d'affiner les connaissances relatives au comportement et à la biologie des principales espèces observées. Grâce à cela, un travail a pu être effectué, en marge du réseau RESPIRE, avec différents spécialistes des jeunes stades de poissons, sur les classes de taille des poissons de moins d'un an et les terminologies à utiliser pour ce compartiment biologique.

Ce travail, encore en cours de finalisation, a permis de mieux définir les différents stades de développement des jeunes individus de poissons (Tableau 3), et de définir, pour les principales espèces observées (une trentaine d'espèces pour l'instant), des classes de taille correspondantes. Cet exercice, nécessitant une bonne connaissance des espèces, est non négligeable car il permet d'affiner les analyses sur les tout premiers stades de vie de poissons. En effet, jusqu'à maintenant, une taille moyenne était utilisée pour définir les très jeunes poissons, récemment arrivés à la côte, mais cette taille n'était pas forcément adaptée à toutes les espèces et pouvait « fausser » les analyses.

Les classes de taille définies ont pu être d'ores et déjà utilisées pour les analyses RESPIRE, notamment pour l'évaluation des assemblages d'espèces et les typologies de suivi à déterminer.

Tableau 3: Amélioration des définitions des différents stades de développement des poissons

Stades de développement	Critères d'identification
POST-LARVE (ou larve compétente)	Dernier stade larvaire. Stade auquel le poisson retourne vers le littoral. [illegible] thigmotrope.
JUVENILE	Individu qui n'est pas encore capable de se reproduire. [illegible] stades ont été défini :
• **STADE I**	Juvénile qui vient de s'installer. Individu [illegible] transparent, qui ressemble à la post-larve. Métamorphose non terminée. [illegible] encore très importante.
• **STADE II**	Individu pigmenté [illegible] se nourrir. Individu très dépendant et [illegible] à son habitat. Subit encore une [illegible] mortalité.
• **STADE III**	[illegible] plus grands/plus larges (pour [illegible]), individu moins dépendant de son habitat et prêt à quitter la nurserie à [illegible] stade. A atteint la taille refuge à la fin du stade. Mortalité [illegible]
• **STADE IV**	Sub-adulte. [illegible] robe fixée, n'a plus besoin de l'habitat en tant que nurserie et ressemble à l'adulte [illegible] déjà intégré la population adulte.
ADULTE	Individu qui est capable de se reproduire (a atteint ou a dépassé sa taille de 1ère maturité sexuelle).

NB : Travail en cours non diffusé

Réflexion en cours – Groupe de travail
Stades de vie des poissons

2. *Typologie AVANT/APRES*

Afin de faire évoluer le réseau sur les sites de suivis à conserver, il convient de définir une typologie de situation naturelle. Cette typologie a d'abord été définie grâce à un découpage du littoral basé sur des critères physiques, hydrologiques et hydrodynamiques (figure 10).

Un découpage du littoral a provisoirement été proposé, avec les types suivants :

- Le type « littoral de la Corse »
- Le type « frontière Italienne – Les Embiez »
- Le type « Rhône et région marseillaise »
- Le type « littoral sableux d'Occitanie »
- Le type « lagunaire »
- Le type « littoral rocheux catalan »

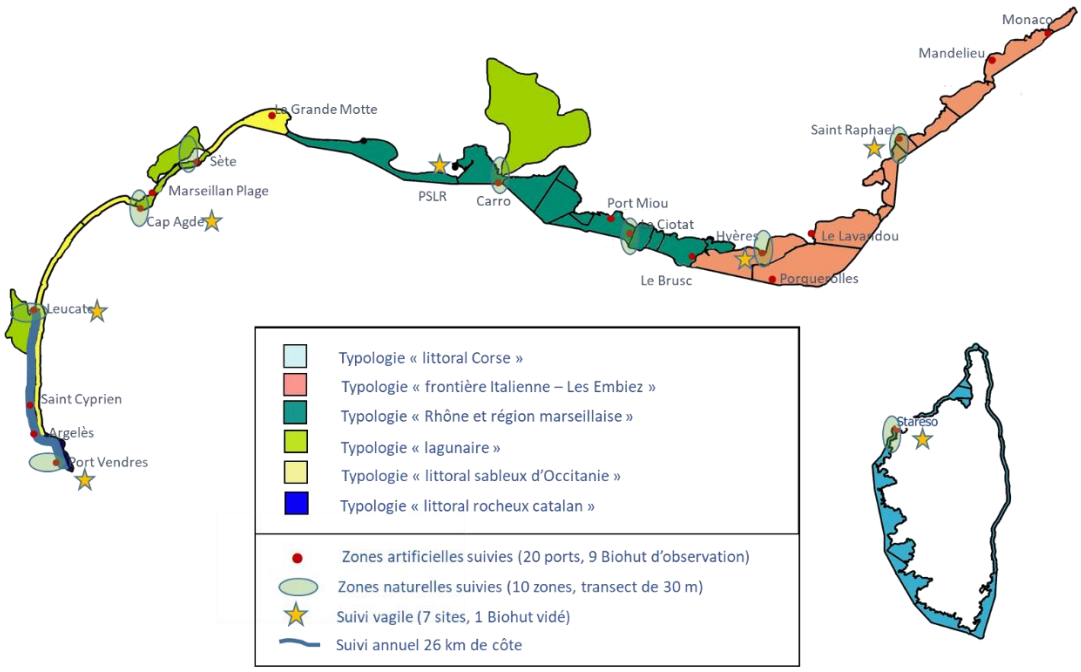


Figure 10 : Découpage provisoire du littoral selon les suivis de 2018

La typologie proposée a été testée avec les données RESPIRE. En se basant uniquement sur les stades I et II définis dans le paragraphe précédent (pour ne se concentrer que sur les jeunes stades, arrivés récemment à côte), il a été possible d'établir des dendrogrammes de répartition, c'est-à-dire une analyse permettant de regrouper les sites en fonction de l'abondance des espèces observées dans chacun d'entre eux. L'objectif de cette analyse exploratoire est de voir si les sites se regroupent toujours de la même façon, indiquant que la ressemblance entre eux est très marquée. Dans le cas contraire, cela peut signifier que d'autres facteurs entrent en ligne de compte et masquent le signal.

Dans les analyses réalisées en 2018 (l'ensemble des analyses sont présentées en ANNEXES), le regroupement des sites n'est pas constant, excepté pour Marseillan et Sète. Plusieurs explications, qui seront testées en 2019, peuvent expliquer cette variabilité :

- La forte variabilité interannuelle, qui provoque des variations très importantes en termes d'abondances observées pour chaque espèce, chaque année ;
- Le nombre d'espèces utilisées pour les analyses. Comme cela a été mentionné, nous ne nous sommes basés que sur les stades I et II, et cela réduit notre jeu de données à seulement 11 espèces. Le développement du travail sur les classes de taille permettra en 2019 d'ajouter un plus grand nombre d'espèces dans l'analyse ;
- Le regroupement des données « interface » et « UOS ». Les méthodes d'observation étant différentes sur ces deux types d'habitats, il est possible qu'il faille standardiser les données avant l'analyse.

Néanmoins, nous avons choisi de présenter un des clusters dont les regroupements nous semblent pertinents, pour expliquer le travail qui sera mené en 2019.

Sur ce dendrogramme (Figure 11), la typologie basée sur les données 2018 est globalement respectée même si quelques stations se retrouvent associées à des ports géographiquement éloignés (figure 10 vs figure 12). La Corse est bien séparée comme cela a déjà été montré dans les suivis de post-larves réalisés dans le cadre du projet européen Life+ SUBLIMO. Nous retrouvons également la côte rocheuse catalane bien individualisée. Ce sont ensuite, d'une part les ports des lagunes qui se discriminent, et d'autres part les ports de la côte sableuse d'Occitanie. Les trois autres groupes respectent en partie la typologie proposée, ils intègrent néanmoins des ports assez distants géographiquement : Mandelieu (MAN), Agde (AGD) et Hyères (HYE). Cela nécessite donc de poursuivre les investigations afin de vérifier si ces ports présentent toujours les mêmes associations. Reste le site de Port Saint Louis du Rhône qui semble être un cas à part. Là aussi, nous devons poursuivre les investigations.

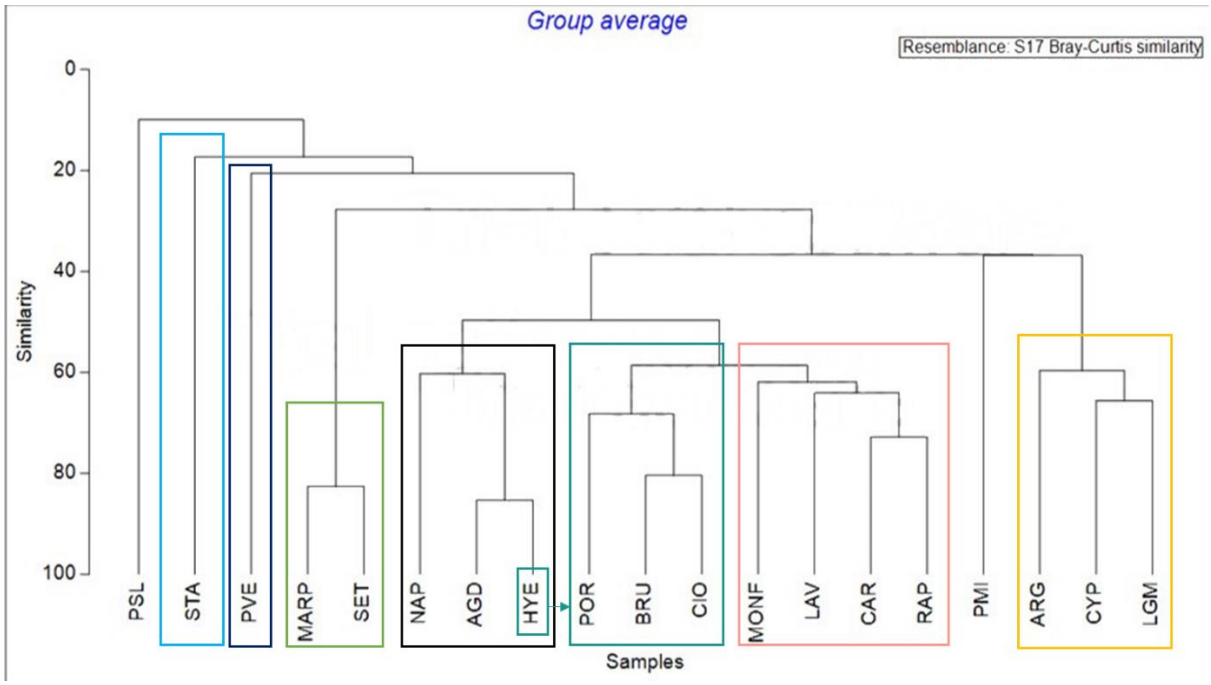


Figure 11: dendrogramme des différents sites étudiés, regroupés en fonction de la similarité des abondances d'espèces observées sur chacun d'entre eux. PSL=Port-Saint-Louis-du-Rhône, STA=Stareso, PVE=Port-Vendres, MARP=Marseillan-plage, SET=Sète, NAP=Mandelieu la Napoule, AGD=Cap d'Agde, HYE=Hyères, POR=Porquerolles, BRU=Le Brusc, CIO=La Ciotat, MONF=Monaco Fontvieille, LAV=Lavandou, CAR=Carro, RAP=St Raphael, PMI=Port-Miou, ARG=Argelès, CYP=St Cyprien et LGM=La Grande Motte.

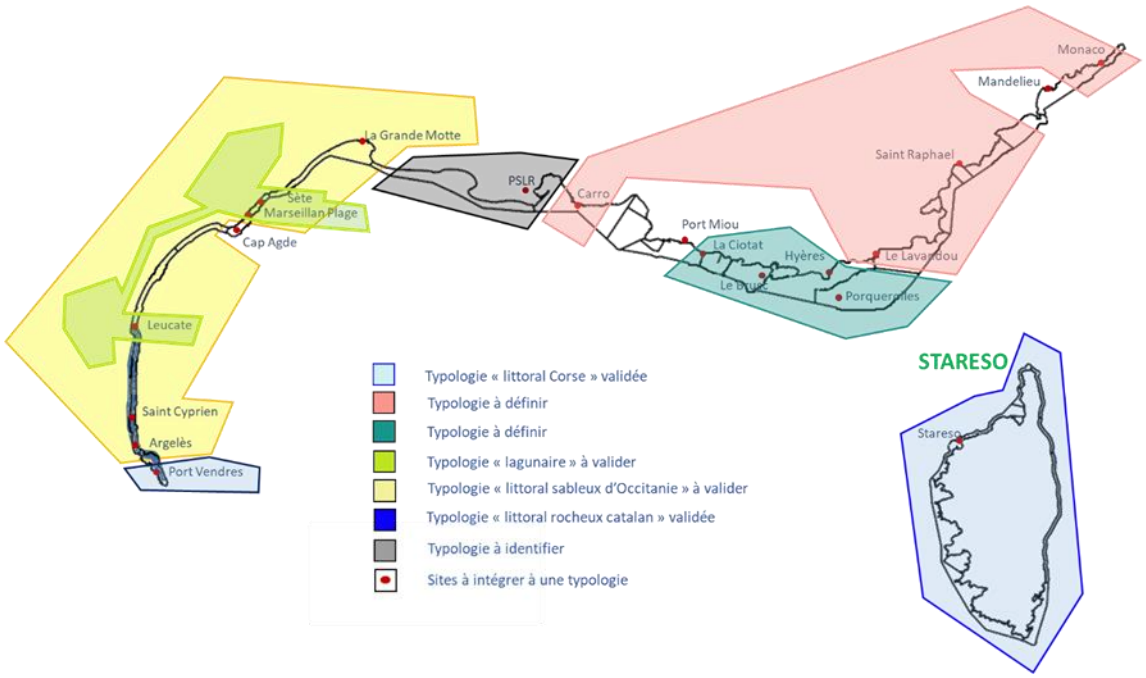


Figure 12 : Nouvelle typologie associée

Comme expliqué précédemment, d'autres proxys devront être testés en 2019 afin d'établir des regroupements pertinents. Une étude particulière sera notamment menée sur les environnements proches des sites (biocénoses particulières à proximité, topologie, caractéristiques du fond marin,etc.).

3. *Structuration des populations*

En se basant sur les groupes obtenus à l'aide du cluster du paragraphe précédent, une analyse multi-dimensionnelle a été réalisée pour étudier les communautés d'espèces de chaque groupe ou sites, et voir dans quelle mesure ces communautés diffèrent (Figure 13).

Le résultat montre que certains sites sont bien différents des autres, comme Port-St-Louis-du-Rhône, caractérisé par une faible abondance d'espèces, ou Port-Vendres, principalement marqué par la présence de *Diplodus puntazzo* ou encore Stareso, qui présente de fortes abondances de castagnoles (*Chromis chromis*) ou d'oblades (*Oblada melanura*). A l'opposé, les autres sites se distinguent très peu les uns des autres (les cercles se chevauchent).

L'autre élément intéressant de ce graphique est de regarder, pour chaque site, à quel point les symboles représentant les années sont proches ou non, signifiant des années similaires ou non. On remarque notamment pour ACL (Argelès, St Cyprien, La Grande Motte), que 2015-2016-2018 sont situées à proximité les unes des autres mais que 2017 est complètement déconnectée. Ceci est encore plus flagrant pour Port-Miou qui présente trois années complètement différentes les unes des autres. Cela renforce l'hypothèse de l'influence marquée de la variabilité interannuelle. Etant donné que chaque espèce peut avoir un niveau de succès du recrutement très différent d'une année à l'autre indépendamment du taux de recrutement global (plurispécifique), une analyse à la fois des dendrogrammes et des MDS devra être réalisée indépendamment par année. L'amélioration de ce travail permettra d'atteindre, en 2019, une structuration de populations mieux définie.

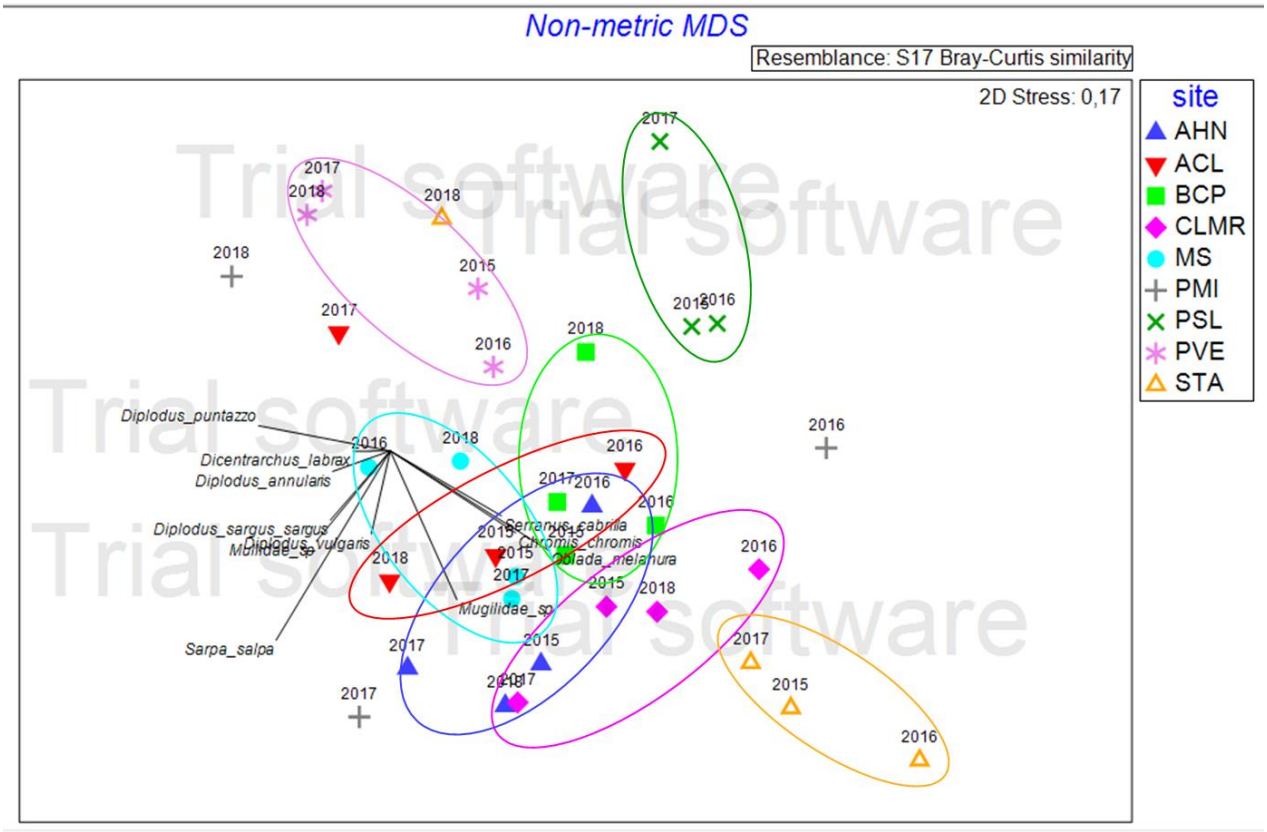


Figure 13: résultat de la nMDS (non-parametric Multi Dimensional Scaling), réalisée sur les abondances de chaque espèce par groupe de site et par année. AHN=Agde, Hyères, Mandelieu la Napoule ; ACL=Argelès, St Cyprien, La Grande Motte ; BCP=Le Brusc, La Ciotat, Porquerolles, CLMR=Carro, Le Lavandou, Monaco, St Raphael ; MS=Marseillan, Sète ; PMI=Port-Miou ; PSL=Port-St-Louis-du-Rhône ; PVE=Port-Vendres ; StA=Starero

4. *Seuils de références*

Aujourd'hui, les grilles de qualité sont établies sur la base des abondances et des diversités relevées sur l'ensemble des sites de surveillance (figure 14). Dès lors que les différentes typologies seront établies, il sera possible de définir des seuils de référence adaptés à chacune d'entre elles.

On note que 2018 a été une année vraiment très particulière, puisque les seuils pour chaque classe sont vraiment très bas par rapport aux autres années.

Mars					
	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
2015	14	52	108	174	301
2016	16	54	83	128	142
2017	9	42	98	158	362
2018	1	2	6	25	50
moyenne	**10**	**38**	**74**	**121**	**214**

Juin					
	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
2015	35	66	109	166	281
2016	32	54	103	186	276
2017	15	32	111	316	523
2018	1	3	6	13	37
moyenne	**20.75**	**39**	**82**	**170**	**279**

Septembre					
	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
2015	17	36	70	85	229
2016	17	32	70	122	153
2017	-	-	-	-	-
2018					
moyenne	**17**	**34**	**70**	**104**	**191**

Otobre					
	Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-
2017	6	10	32	66	158
2018	4	7	18	31	75
moyenne	**6**	**10**	**32**	**66**	**158**

Figure 14 : seuils établis pour les UOS, entre 2015 et 2018. Les athérines et les blennies ont été retirées des analyses.

V. Perspectives

1. *Réseau de sites de référence*

Afin de faire évoluer la typologie sur la base des données de recrutement, il convient de présenter un assemblage de post-larves distinct à chaque type et une référence propre. Les assemblages s'appuieront sur des analyses statistiques (méthode des MDS) utilisant 5 années de suivis. La référence devra correspondre à l'assemblage qui n'est pas soumis à des pressions. Par pression, on entend les pressions affectant la présence et le développement des post-larves au regard d'un milieu naturel pristine, à savoir des zones non urbanisées et sans apports contaminants. Pour ce faire il convient de définir un réseau de sites de référence qui permettra de suivre les post larves dans ces secteurs sans pressions et de caler les valeurs de référence (seuil très bon état / bon état) pour les assemblages. Les sites de suivis pressentis sont les suivants :

- **Port-Vendres** : site représentatif de la côte rocheuse catalane
- **Argelès** : site représentatif de la côte sableuse d'Occitanie, dont les zones naturelles sont peu impactées.
- **Etang de Leucate ou Sète :** afin de cibler un écosystème lagunaire, écosystème important en Méditerranée française.
- **Les Saintes-Marie-de-la-Mer** : Site supplémentaire en 2019, représentatif de la région Rhône et de la région Marseillaise, avec une influence directe du Rhône.
- **La Ciotat** : site déjà suivi en 2018, situé dans le Parc National des Calanques.
- **Porquerolles** : site caractéristique d'une zone très faiblement aménagée, au cœur du premier Parc National français.
- **Saint Raphaël** : site caractéristique de la côte rocheuse à l'extrême Est de la côte méditerranéenne française.
- Et enfin, à proximité du site de **Calvi à la Stareso**, pour sa caractéristique de référence de la surveillance en Corse. Les données seront intégrées au grand projet StareCapMed financé par l'AERMC sur la zone.

2. *Grille qualité*

Chaque type doit ensuite disposer de sa grille de qualité. Chaque grille de qualité s'appuie sur une valeur de référence issue des sites de référence et sur une répartition en classe de qualité. Les classes de qualité seront définies :

- Par un gradient de lien état/pressions si ce dernier existe et s'il est identifié
- Par une répartition en quartile du jeu de données existant pour chaque type identifié.

Or, en densifiant les suivis réalisés sur des zones de référence (comme le suivi des zones naturelles), les grilles de qualité pourront davantage définir la référence du bon état et ainsi évaluer un gradient état/pressions des autres sites surveillés en zones artificialisées.
Par définition, les grilles peuvent évoluer au cours du temps par amélioration du jeu de données ou par une meilleure compréhension des liens état/pressions.
A ce niveau, le suivi de la faune vagile peut apporter des informations enrichissantes. En effet, par ce suivi, il est plus facile d'identifier des espèces indicatrices de l'état de milieu. Par définition, les espèces vagiles se déplacent moins que les poissons. Elles restent donc plus longtemps dans l'UOS ce qui permet de relever facilement les informations.

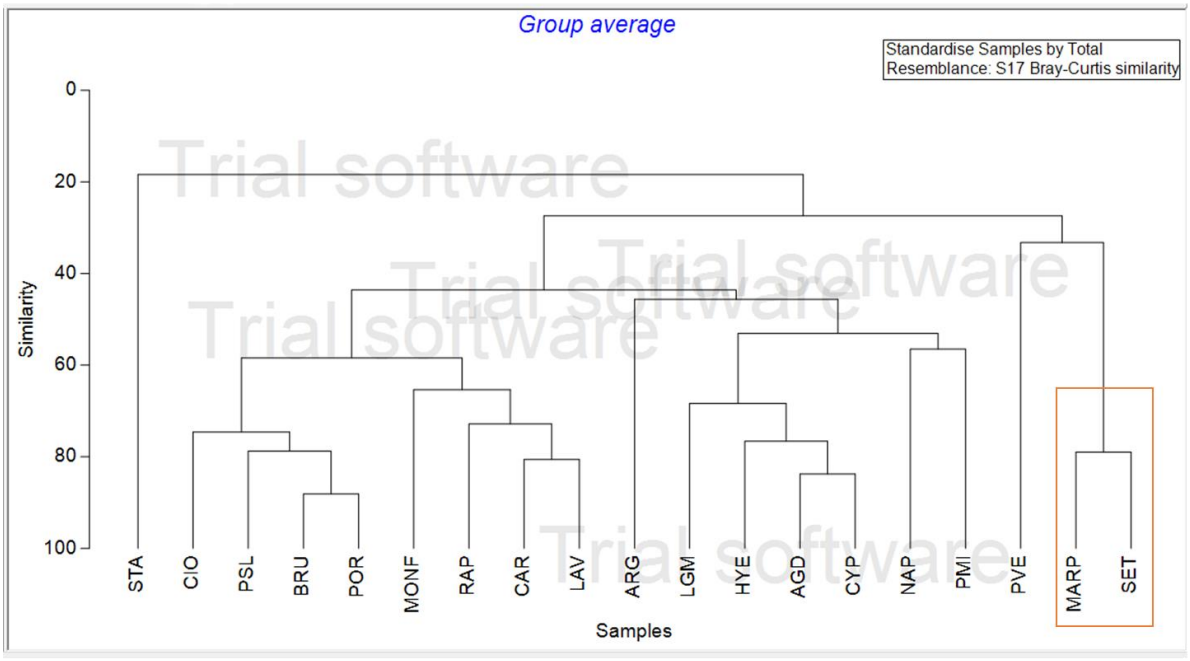
VI. Conclusions

A l'image des autres années de surveillance, le réseau évolue cette année encore, avec des nouveaux objectifs et des nouveaux protocoles à mettre en place pour les atteindre.

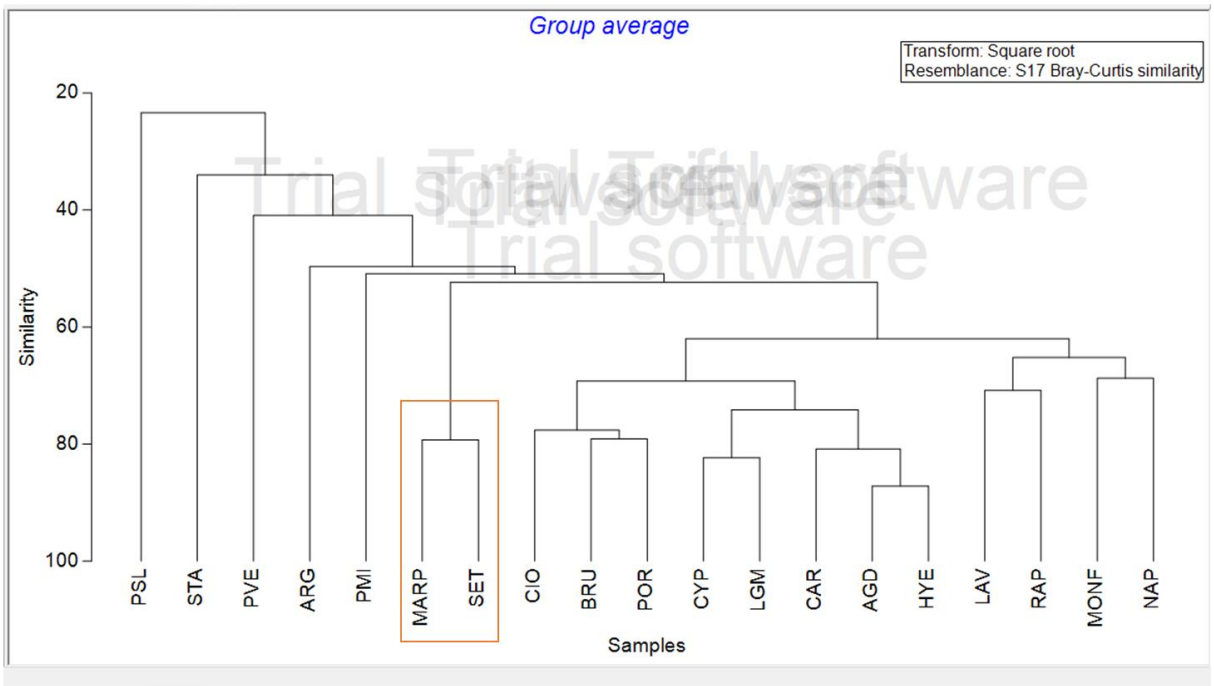
- Déjà proposée en 2017 et validée en 2018, la stratégie temporelle se base sur une fréquence annuelle et une périodicité de 3 suivis par an, en mars, en juin et en octobre. Cette stratégie, apportant des résultats représentatifs du flux de recrutement larvaire sur la façade, est confirmée sur la période allant de 2019 à 2021.
- La stratégie spatiale continue d'évoluer pour tendre vers une optimisation finale du réseau. Les échelles de suivi se déploient de la zone artificielle (suivi sur les UOS) vers la zone naturelle (transect sur petits fonds côtiers), améliorant ainsi le degré de connaissance sur les assemblages des populations de poissons arrivant à la côte.
  Les protocoles de suivi évoluent également, afin de rester comparables d'une zone de suivi à une autre.
- En plus de sa surveillance principale sur l'arrivée des poissons à la côte, le réseau a étudié des compartiments biologiques complémentaires :
  - Le suivi vagile permet d'apporter une information complémentaire sur les assemblages des populations de poissons grâce à un protocole de suivi permettant de relever les espèces cryptiques à fort intérêt patrimonial notamment (anguilles, mérou…), difficilement observables en suivi visuel, mais constitue également un proxy intéressant pour l'établissement du lien état/pressions dans les zones artificielles.
    - Le suivi de la faune et de flore fixées a rendu ses conclusions en termes de nombre et de qualité d'espèces (61 espèces relevées à caractère non invasif), et ne semble pas présenter de corrélation entre le développement de ce compartiment et le recrutement de poissons à la côte. A ce titre, ce suivi ne sera pas reconduit entre 2019 et 2021.
- La bancarisation des données ainsi que leur diffusion ont été modifiées en 2018, grâce à un travail en interne d'ECOCEAN et le travail de modélisation d'Andromède Océanologie sur sa plateforme Medtrix.
- Les données acquises ces 4 dernières années alimentent le cycle de surveillance notamment grâce au relevé des 73 espèces de poissons appartenant à 21 familles. Ce chiffre correspond à plus d'un tiers des espèces décrites en Méditerranée, qui sont observées dans le réseau, au stade de juvéniles (d'après liste d'espèces du Louisy, 2015). Ce constat démontre une excellente représentativité du réseau RESPIRE.
- Ces différentes observations permettent aux scientifiques de disposer de nouveaux supports de connaissances permettant de faire évoluer les sujets de recherche. Ainsi, un travail de groupe a été mené en début d'année 2019 pour identifier les classes de tailles d'une vingtaine d'espèces définissant leur stade de vie (de l'arrivée à la côte à la reconquête du milieu, en passant par l'installation et l'acclimatation des post-larves sur les nurseries).
  Grâce à ces travaux, une structuration plus fine des populations a pu être proposée, permettant de faire évoluer la définition des typologies de suivi et des seuils de références de la qualité du recrutement à la côte.
  A ce stade, un des prochains grands défis du réseau sera de monter un réseau de site de références pour améliorer la grille de qualité des seuils de référence proposés.

ANNEXES

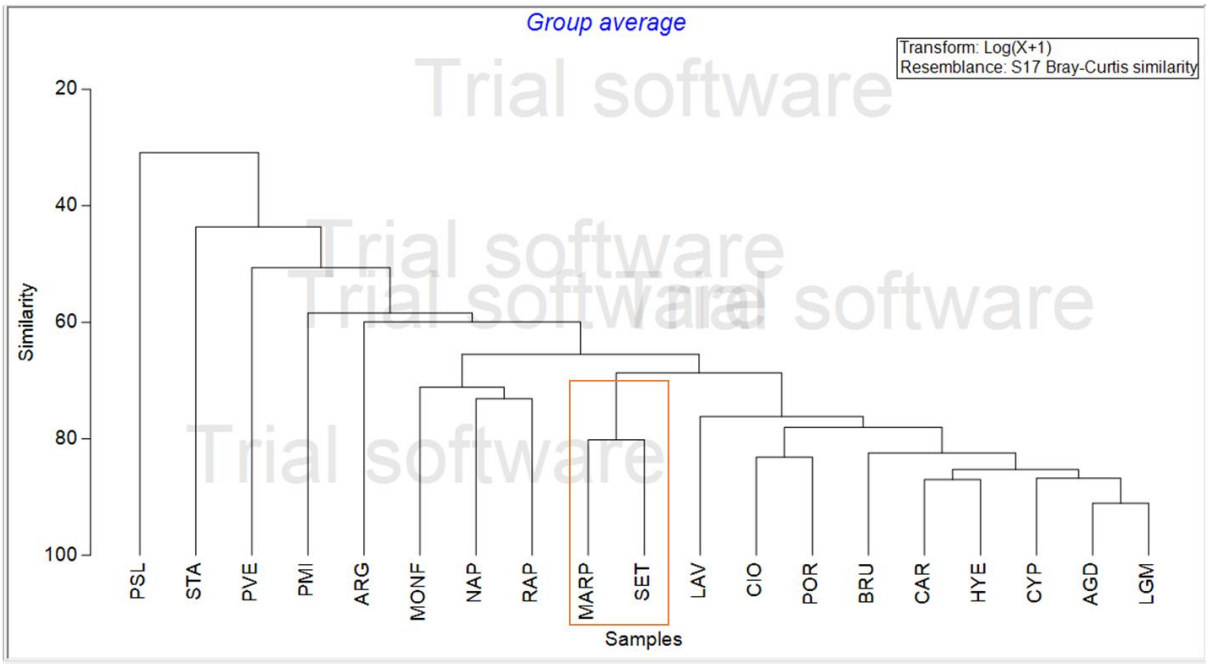
POISSONS – abondance totale (données standardisées), digue et port cumulés, toutes années cumulées



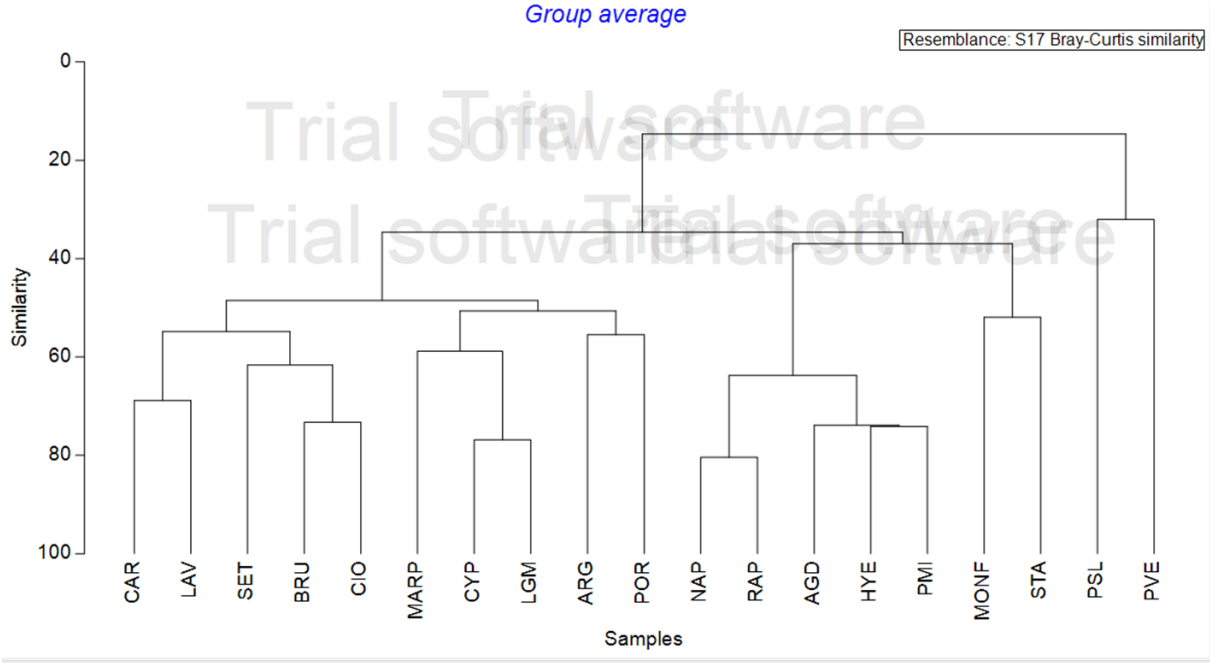
POISSONS – abondance totale (données transformées – racines carrées), digue et port cumulés, toutes années cumulées



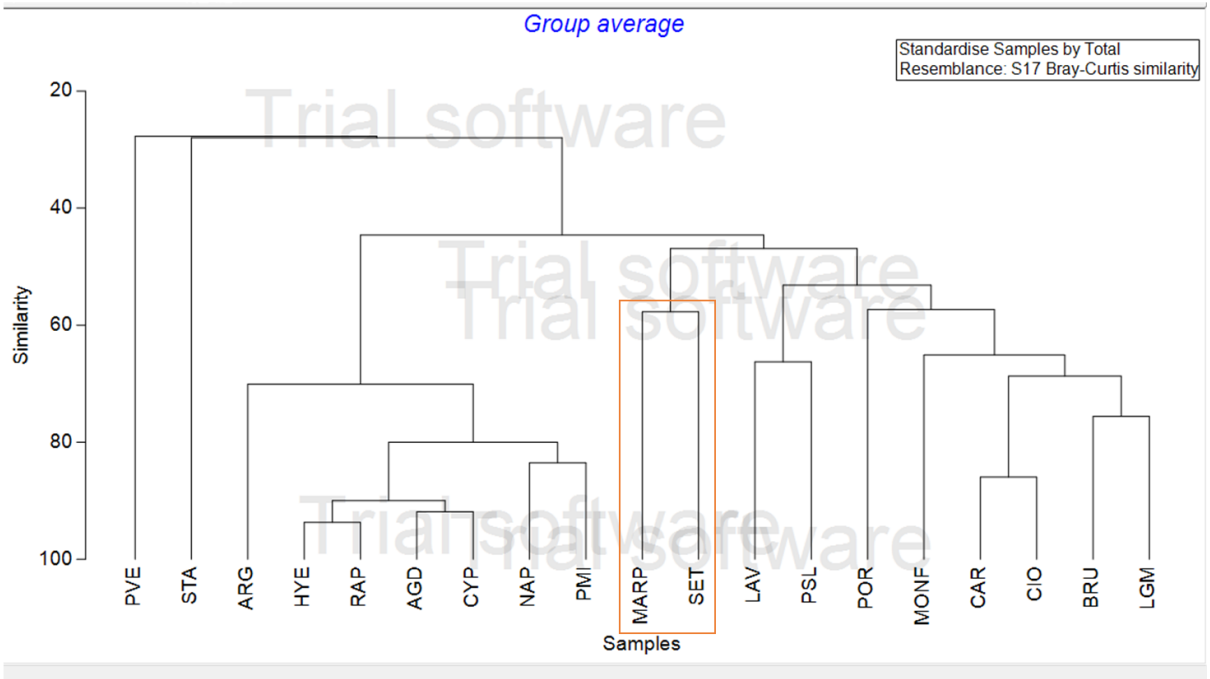
POISSONS – abondance totale (données transformées – log x+1), digue et port cumulés, toutes années cumulées



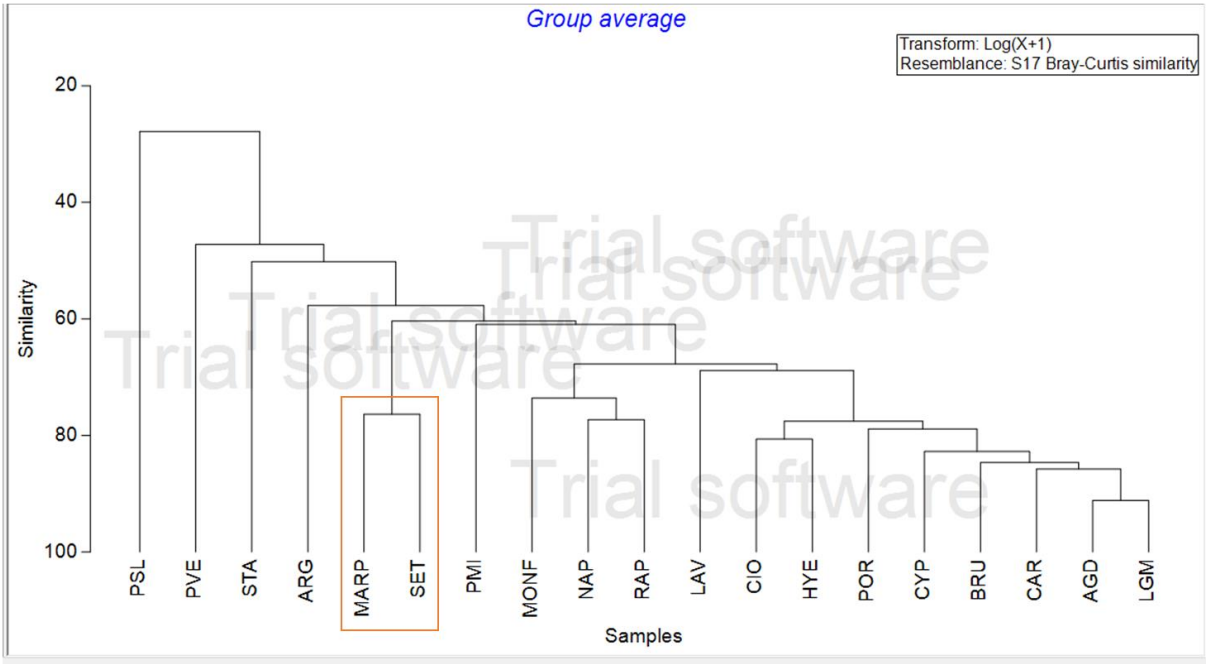
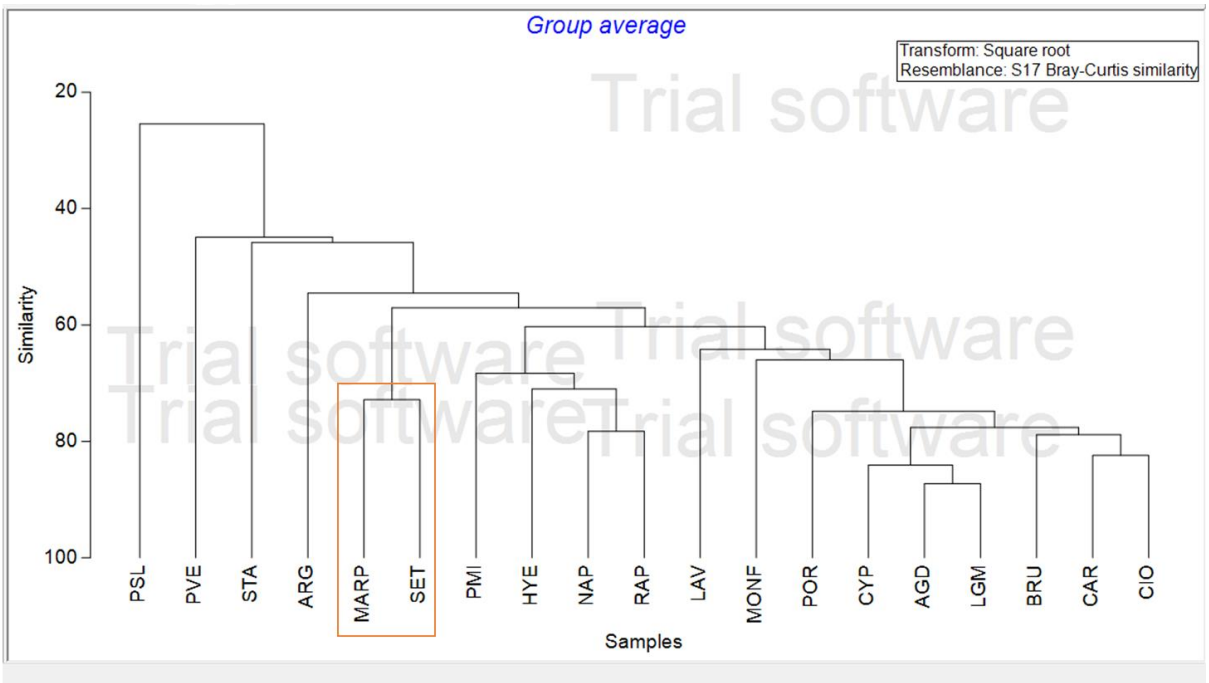
POISSONS – abondance moyenne sans transformation, digue et port cumulés, toutes années cumulées



POISSONS – abondance moyenne (données standardisées), digue et port cumulés, toutes années cumulées



POISSONS – abondance moyenne (données transformées en log), digue et port cumulés, toutes années cumulées



POISSONS – abondance moyenne (données transformées en racine carrée), digue et port cumulés, toutes années cumulées