

Actions de connaissance et de gestion du crabe bleu (*Callinectes sapidus*)

Modélisation de la dispersion larvaire et de la connectivité en Méditerranée



C. Barrier¹, T. La Piana², M. Garrido³, N. Barrier⁴, C. Lett⁴, V. Pasqualini¹, E. Durieux¹

¹ UMR SPE 6134, Université de Corse Pasquale Paoli, Corte

² Université du Littoral-Côte d'Opale, Boulogne-sur-Mer

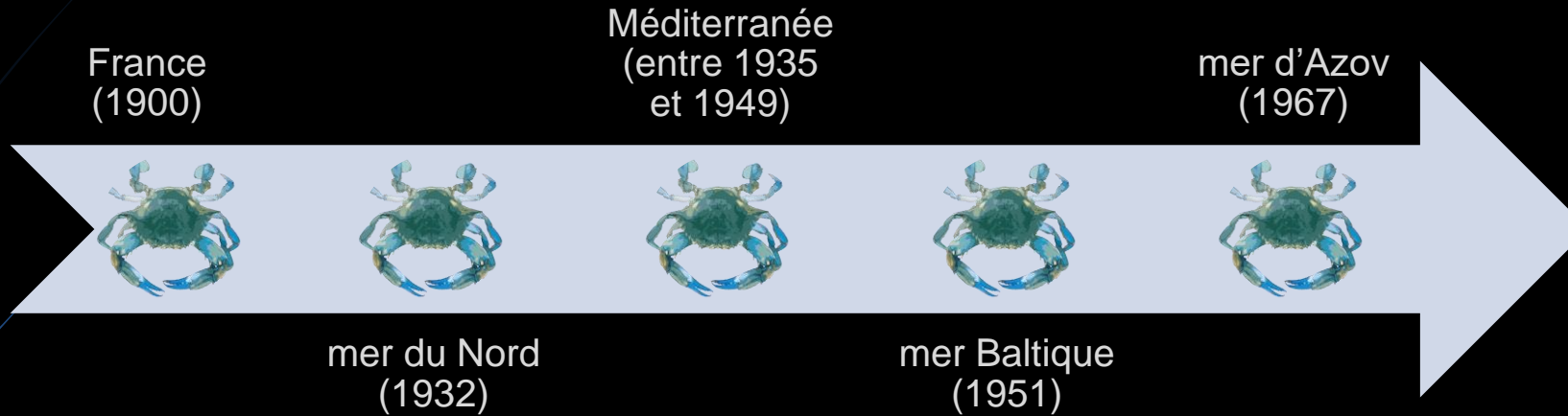
³ Office de l'Environnement de la Corse (OEC), Corte

⁴ MARBEC, Université de Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Sète, France

1. Contexte



Une invasion ancienne...



Chronologie des « premiers » signalements de C.sapidus hors de son aire d'origine (Veyssière et al., 2022).

... et une explosion démographique ces dernières décennies en Méditerranée !

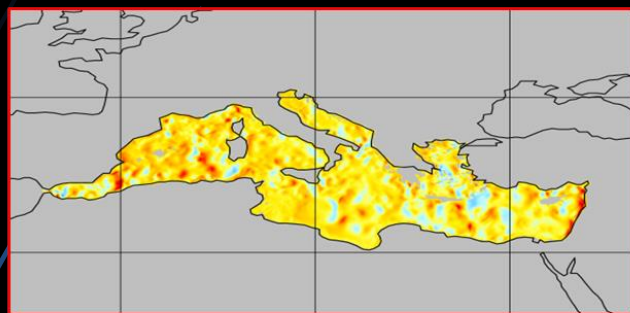
- espèce opportuniste et vorace
- provoque le déclin démographique d'autres espèces (crabe vert, Clavero et al., 2022)
- possibles transferts de pathogènes ? (Marangi et al., 2022)
- future ressource pour les pêcheries ? (Piras et al., 2019)



2. Questions et méthodes (1)



Questionnement scientifique : comment intégrer l'information sur une large échelle spatiale et temporelle pour mieux comprendre la dynamique de dispersion de *C.sapidus* ?



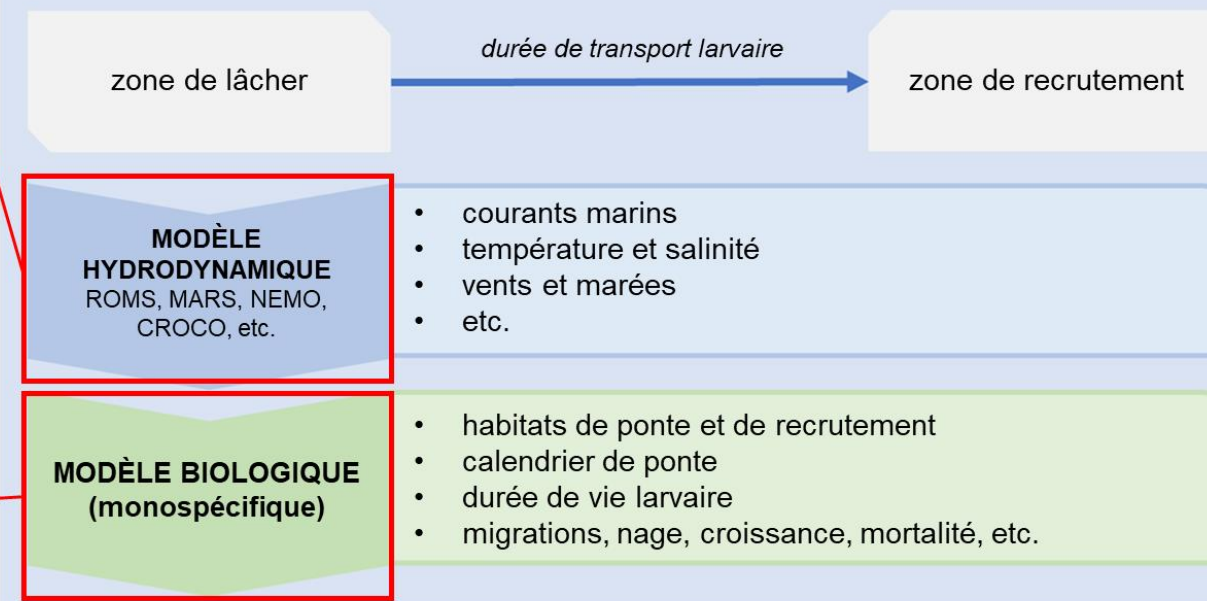
Mediterranean Sea Physics Reanalysis (5km)



L'APPROCHE DE MODÉLISATION BIOPHYSIQUE

ICHTHYOP (Lett et al., 2008) outil de transport lagrangien.

Programme qui suit le déplacement de particules modélisant les phases larvaires pélagiques du modèle le long des courants (modèle physique) en lui ajoutant un/des comportement(s) spécifique(s) (modèle biologique).



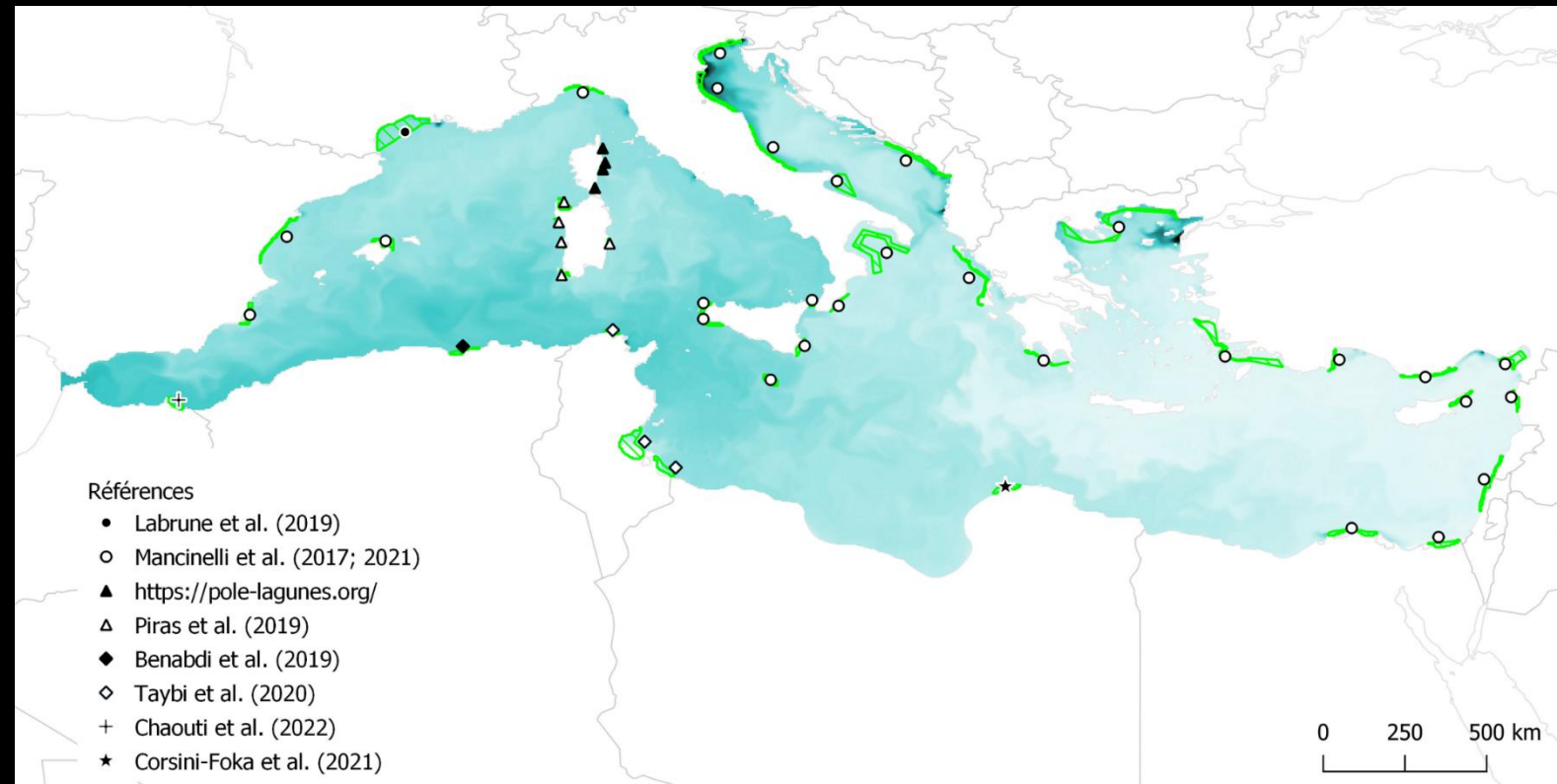
3. Questions et méthodes (1)



Questionnement scientifique : comment intégrer l'information sur une large échelle spatiale et temporelle pour mieux comprendre la dynamique de dispersion de *C.sapidus* ?

EXPERTISES/BIBLIOGRAPHIE :

- paramétrage des zones de lâcher et de recrutement
- paramétrage de la biologie et comportements spécifiques



4. Questions et méthodes (1)



Questionnement scientifique : comment intégrer l'information sur une large échelle spatiale et temporelle pour mieux comprendre la dynamique de dispersion de *C.sapidus* ?

EXPERTISES/BIBLIOGRAPHIE :

- paramétrage des zones de lâcher et de recrutement
- **paramétrage de la biologie et comportements spécifiques**

paramètre		valeur	référence/commentaire
modèles hydrodynamiques		MEDSEA (résolution 5km)/MARS3D (menor résolution 1,2km)	Escudier et al. (2020) Lazure et al. (2008)
nombre de part. par lâcher		2 millions	
période temporelle étudiée		2010 à 2019	
dates des lâchers		le 5 ^{ème} , 15 ^{ème} , 25 ^{ème} jour de chaque mois	
scénarios saisonniers		printemps (avril, mai, juin) et été (juillet, août, septembre)	périodes « efficaces » (Criales et al., 2019) et Veyssièrre et al., (2022)
durée de vie larvaire		40 jours	Criales et al. (2019) : 2 saisons (aire d'origine) "summer" et "winter" et 2 PLD*, dépendantes de la T°. En Méditerranée : 2 saisons, printemps et été, et 1 PLD*
profondeur de lâcher des particules		35m	Aguilar et al. (2005)
flottabilité des particules		0.9g/cm ³	Epifanio (1995)
nage horizontale		non	Forward (1986)
migration verticale	age minimum	30j	
	profondeur de jour	30m	Costlow (1967) et Ospina-Alvarez et al. (2018)
	profondeur de nuit	1m	

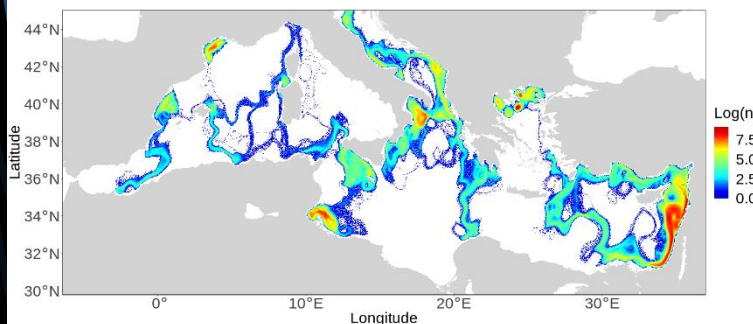
5. Résultats (1)



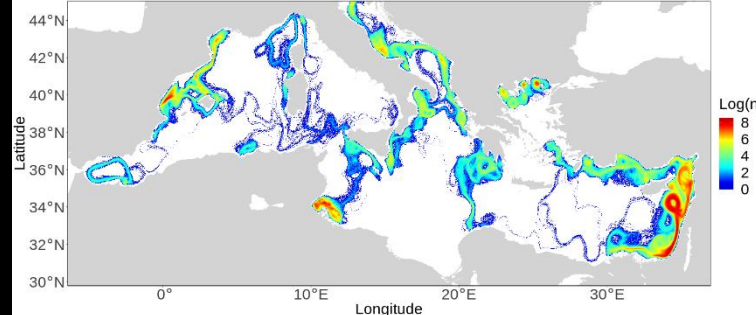
La modélisation peut-elle permettre de consolider les observations/études de terrain ?
Exemple : The arrival of the American blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda: Brachyura: Portunidae), in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea), par Labrune et al. (2019).

■ exemple pour deux années récentes (2017 et 2018)

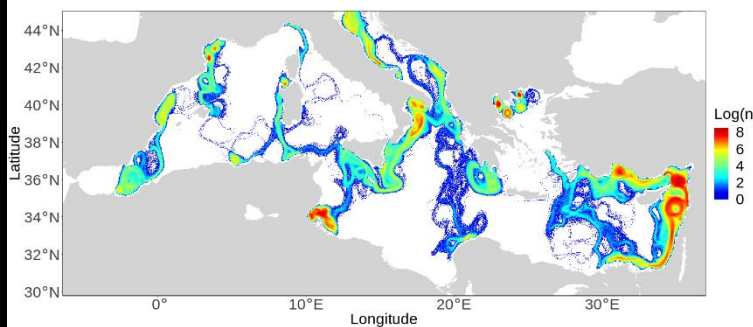
printemps 2017



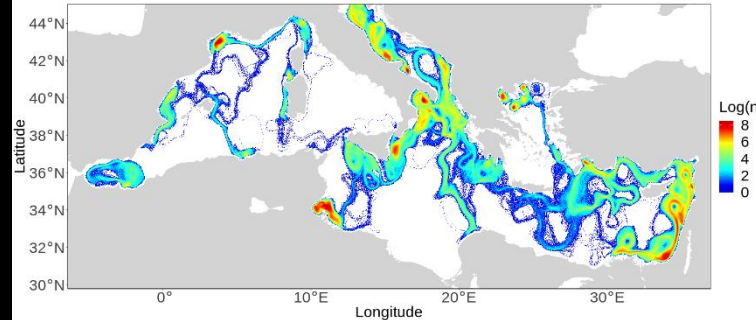
printemps 2018



été 2017



été 2018



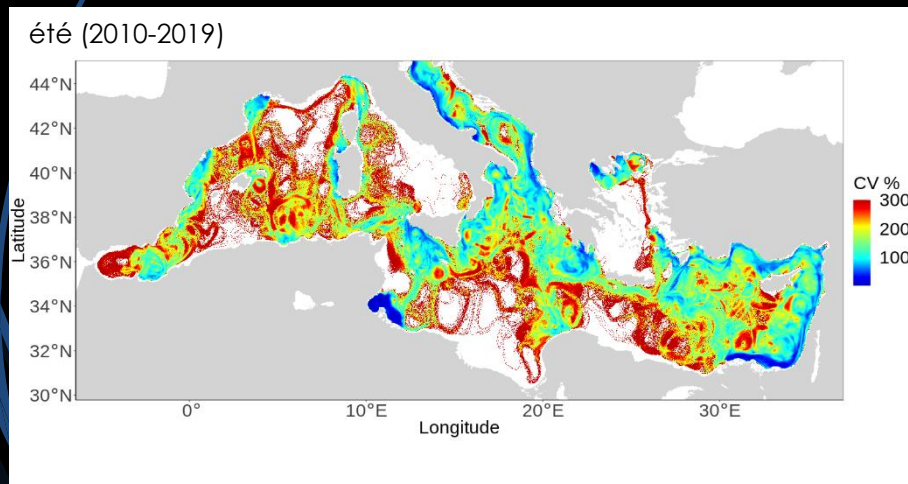
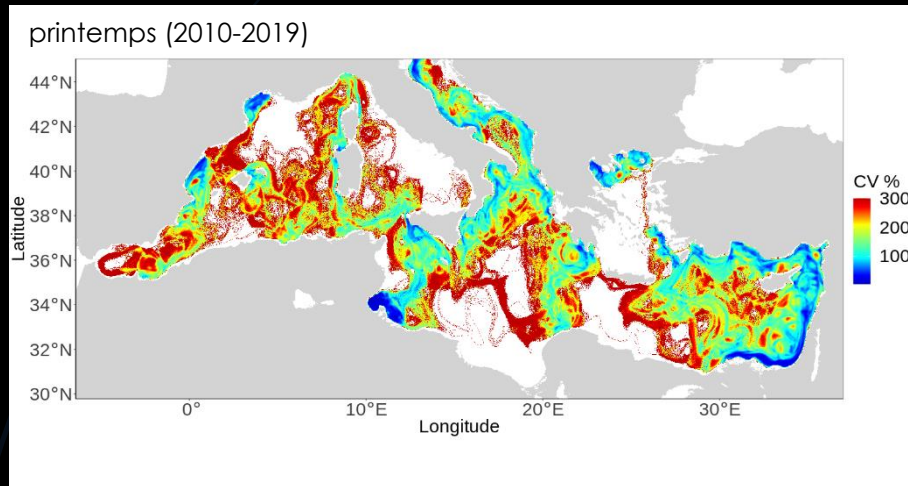
- mise en évidence des trajectoires les plus empruntées menant à une connectivité
- mise en évidence de secteurs de rétention/autorecrutement potentiels (dans le golfe du Lion, le delta de l'Ebre ou encore le golfe de Gabès et Bahiret el Bibane en Tunisie)
- variabilité saisonnière qui semble faible
- chenaux qui lient l'ensemble Tunisie, Sicile, Sardaigne, Corse et Ligurie par exemple, ou encore le Maroc, les Baléares, l'Espagne et le golfe du Lion.

➔ résultats à renforcer avec les matrices de connectivité

6. Résultats (1)



Comment mettre en évidence les différences interannuelles et saisonnières des densités de trajectoires sur une large période temporelle (2010-2019) ?



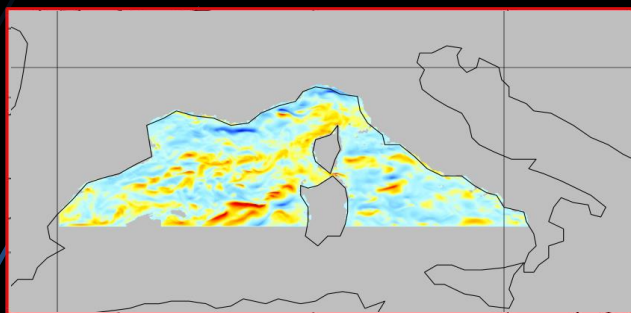
- chenaux avec CV* faible → régulièrement empruntés sur les 10 années d'étude
- mise en évidence des zones de rétention
- CV > 100 % → écart-type très éloigné de la moyenne → variation interannuelle importante
- plus le CV est faible, plus il est proche de la moyenne → faible variabilité interannuelle
- variabilité saisonnière relativement peu marquée

CV* : coefficient de variation

8. Questions et méthodes (2)



Est-ce qu'affiner la résolution du modèle hydrodynamique permet de mieux rendre compte des phénomènes de connectivité ?



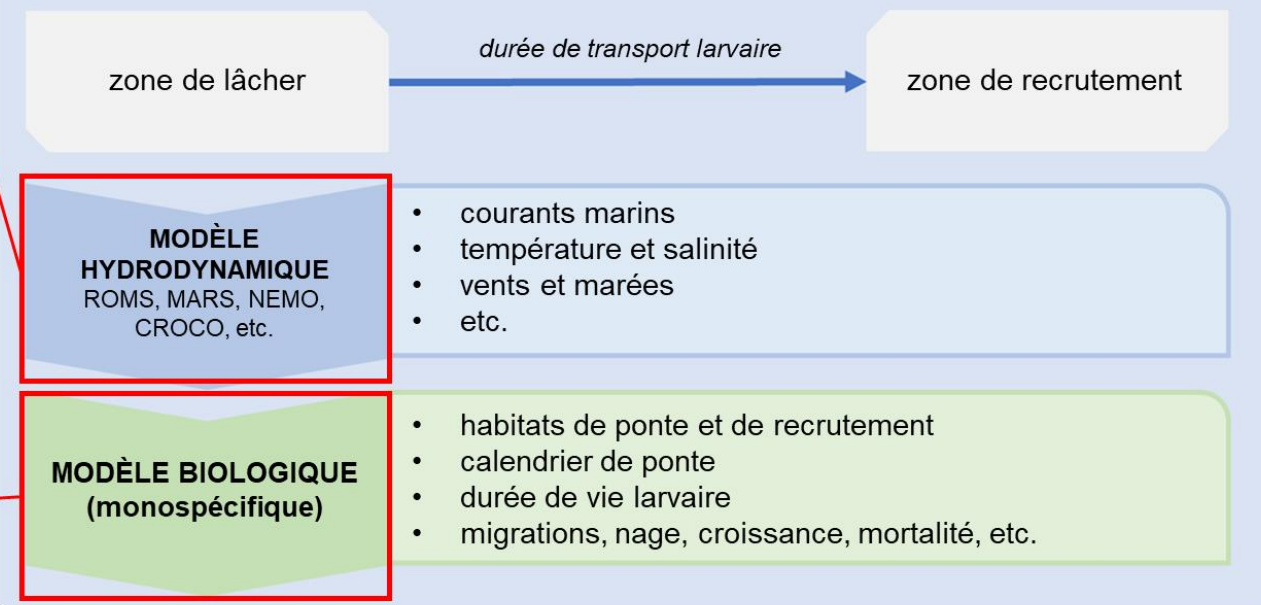
MARS3D (1,2km)



L'APPROCHE DE MODÉLISATION BIOPHYSIQUE

ICHTHYOP (Lett et al., 2008) outil de transport lagrangien.

Programme qui suit le déplacement de particules modélisant les phases larvaires pélagiques du modèle le long des courants (modèle physique) en lui ajoutant un/des comportement(s) spécifique(s) (modèle biologique).



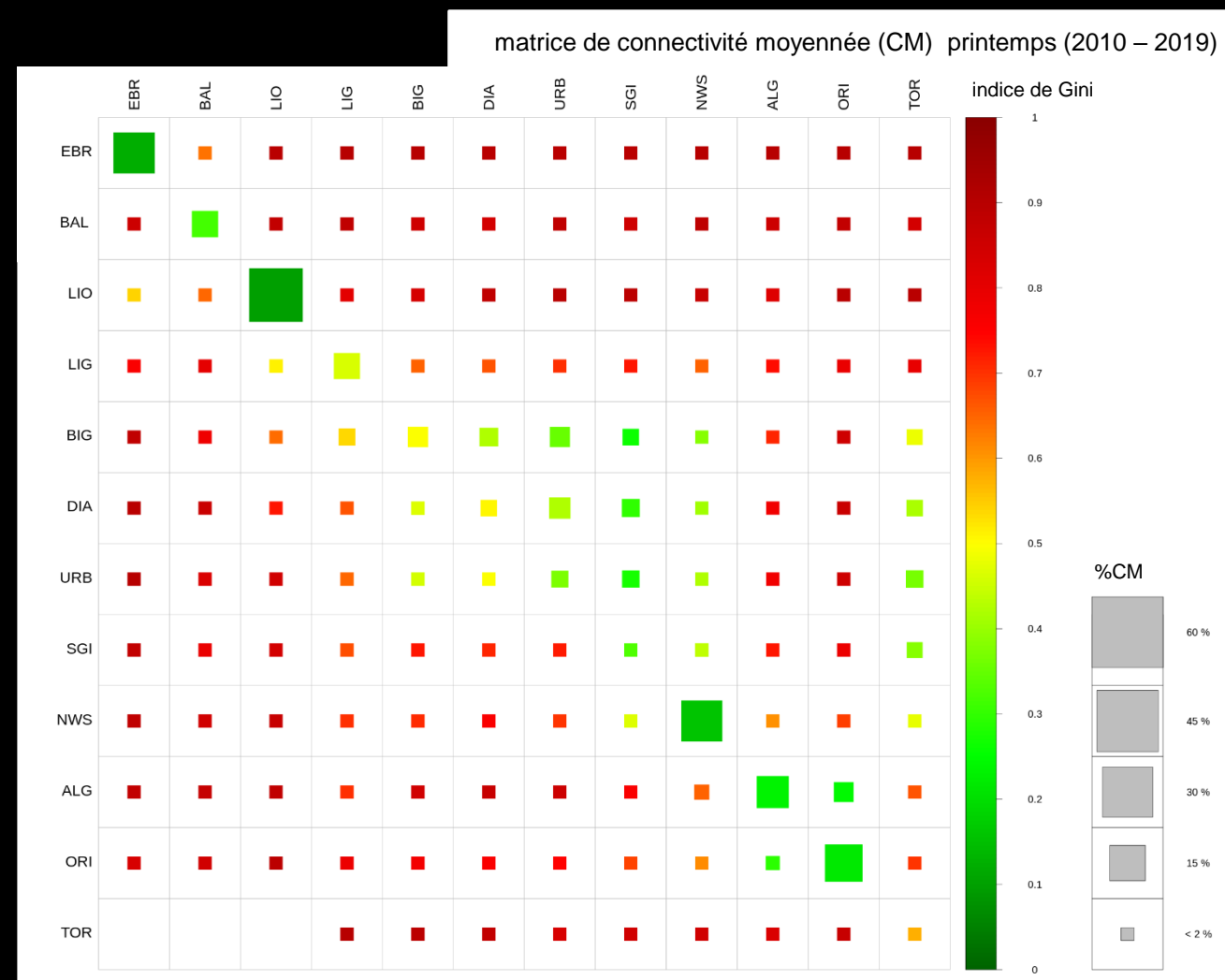
9. Résultats (2)



- matrice de connectivité restreinte aux zones de la Méditerranée NO, avec un modèle MARS3D de résolution 1,2km
- autorecruement sur la diagonale qui vient confirmer la matrice à 5km de résolution : autorecruement important dans le delta de l'Ebre, le Golfe du Lion, le nord-ouest de la Sardaigne, Alghero et Oristano.
- l'autorecruement en Corse semble plus faible mais assez constant dans le temps
- partout ailleurs (sauf entre le delta de l'Ebre, les Baléares, le golfe du Lion et Tortoli) les évènements de connectivité sont rares sur 10 ans et d'intensité plus faible

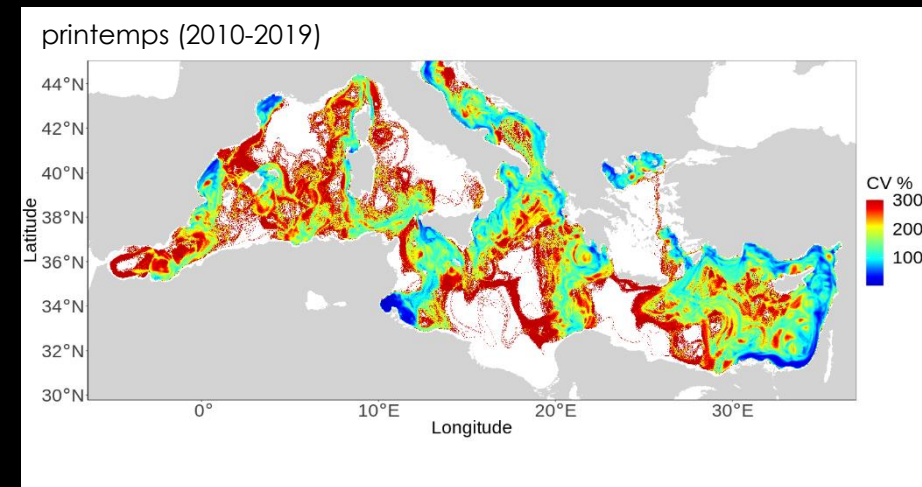
➔ le modèle de résolution 1,2 km permet de préciser certaines relations de connectivité

*la variabilité saisonnière semblant faible, seul le résultat pour la ponte de printemps est présenté ici afin d'illustrer les phénomènes de connectivité.



10. Discussions et perspectives

- Cette approche de modélisation permet de mettre en évidence les **chenaux empruntés régulièrement** par les larves de *C.sapidus* sur une période temporelle de 10 ans.
- Les **zones de rétention/autorecrutement** identifiées correspondent aux zones de forte présence du crabe signalées.
- Des **zones d'échanges récurrents (par exemple entre la Tunisie, la Sicile, la Sardaigne et la Corse)**, sur 10 ans, ont été identifiés.
- Les bassins est et ouest de la Méditerranée semblent communiquer.
- L'utilisation de modèles hydrodynamiques plus fins permet de mettre en évidence des processus de moindre importance/rares (mais qui peuvent avoir un effet significatif dans la dynamique d'invasion d'une espèce opportuniste comme le crabe bleu).
- Nécessité de préciser encore le modèle biologique (périodes de ponte, quantité de larves pondues, conditions de mortalité etc.) pour améliorer les scénarios des modèles de dispersion larvaire.



11. Références bibliographiques



Aguilar, Robert, et al. "The timing and route of movement and migration of post-copulatory female blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, from the upper Chesapeake Bay." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 319.1-2 (2005): 117-128.

Benabdi, Mouloud, Alae Eddine Belmahi, and Samir Grimes. "First record of the Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda: Brachyura: Portunidae) in Algerian coastal waters (southwestern Mediterranean)." *BioInvasions Records* 8.1 (2019): 119-122.

Chaouti, Abdellatif, et al. "The invasive Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 expands its distributional range southward to Atlantic African shores: first records along the Atlantic coast of Morocco." *BioInvasions Records* 11.1 (2022): 227-237.

Clavero, Miguel, et al. "Severe, rapid and widespread impacts of an Atlantic blue crab invasion." *Marine Pollution Bulletin* 176 (2022): 113479.

Corsini-Foka, Maria, et al. "Invasive portunid crabs in Libyan waters: First record of the Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 and range expansion of the swimming blue crab *Portunus segnis* (Forskål, 1775)." (2021).

Criales, María M., et al. "Blue crab larval dispersal highlights population connectivity and implications for fishery management." *Marine Ecology Progress Series* 625 (2019): 53-70.

Epifanio, C. E. "Transport of blue crab (*Callinectes sapidus*) larvae in the waters off mid-Atlantic states." *Bulletin of Marine Science* 57.3 (1995): 713-725.

Escudier, R., Clementi, E., Omar, M., Cipollone, A., Pistoia, J., Aydogdu, A., Drudi, M., Grandi, A., Lyubartsev, V., Lecci, R., Cretí, S., Masina, S., Coppini, G., & Pinardi, N. (2020). Mediterranean Sea Physical Reanalysis (CMEMS MED-Currents) (Version 1) Data set. Copernicus Monitoring Environment Marine Service (CMEMS).

Labrune, Céline, et al. "The arrival of the American blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda: Brachyura: Portunidae), in the Gulf of lions (Mediterranean Sea)." *BioInvasions Records* (2019).

Lett, Christophe, et al. "A Lagrangian tool for modelling ichthyoplankton dynamics." *Environmental Modelling & Software* 23.9 (2008): 1210-1214.

Mancinelli, Giorgio, et al. "The Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* in southern European coastal waters: Distribution, impact and prospective invasion management strategies." *Marine pollution bulletin* 119.1 (2017): 5-11.

Mancinelli, Giorgio, Roberta Bardelli, and Argyro Zenetos. "A global occurrence database of the Atlantic blue crab *Callinectes sapidus*." *Scientific Data* 8.1 (2021): 111.

Marangi, Marianna, et al. "Occurrence of the protozoan parasites *Toxoplasma gondii* and *Cyclospora cayetanensis* in the invasive Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* from the Lesina Lagoon (SE Italy)." *Marine Pollution Bulletin* 176 (2022): 113428.

Piras, Pierluigi, Giuseppe Esposito, and Domenico Meloni. "On the occurrence of the blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) in Sardinian coastal habitats (Italy): a present threat or a future resource for the regional fishery sector?" *BioInvasions Record* 8.1 (2019).

Taybi, Abdelkhaleq Fouzi, and Youness Mabrouki. "The American blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) is rapidly expanding through the Mediterranean coast of Morocco." *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences* 36.2 (2020): 267-271.

Veyssiere D., Garrido M., Massé C., Noël P., Romans P., 2022. Etat des connaissances sur le Crabe bleu, *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896). Focus sur la Méditerranée et la Corse. Rapp. Office de l'Environnement de la Corse, 49 p.

MERCI POUR
VOTRE ATTENTION !

