

LE ZOOPLANCTON DE LA SEINE : CONNAISSANCES ACQUISES ET PERSPECTIVES

Contributeurs : Micky Tackx⁽¹⁾, Frédéric Azémar⁽¹⁾, Julien Ovaert⁽¹⁾, Claudine Sossou⁽¹⁾, Sami Souissi⁽²⁾

Equipes impliquées :

¹Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement (EcoLab) - UMR CNRS-UPS-INPT 5245 ECOLAB – Université de Toulouse 3

²Laboratoire d’Océanologie et de Géosciences (LOG) - UMR CNRS-U. Lille-ULCO 8187 LOG- Université de Lille

Résumé :

I. Contexte général

Le zooplancton occupe une position clef à la base des réseaux trophiques pélagiques aquatiques. Dans les milieux estuariens, plusieurs études ont montré que le zooplancton est un compartiment essentiel dans le fonctionnement global de l'écosystème. Dans les estuaires à fort régime hydrodynamique comme la Seine, la présence d'un fort gradient de salinité mais aussi d'un bouchon vaseux, a joué un rôle fondamental dans la sélection d'espèces typiquement estuariennes et la structuration des communautés du zooplancton sur un continuum marin-aval (gradient de salinité)-amont (eau douce). En plus des forçages naturels, comme les fluctuations climatiques et l'hydrodynamisme, l'empreinte de l'activité humaine sur le compartiment zooplanctonique n'est pas négligeable. Par conséquent, comprendre la diversité mais également le fonctionnement de ce compartiment dans un continuum aval-amont de l'estuaire de la Seine est primordial. Le défi est d'intégrer ces connaissances dans une démarche d'évaluation de l'état de santé de l'écosystème estuarien mais également dans une démarche prospective visant à anticiper les impacts des modifications futures (changement climatique, aménagements et restauration écologique) sur les flux biogéochimiques et la productivité globale de l'estuaire. Mais avant de relever ce défi, il est indispensable de combler certaines lacunes dans nos connaissances sur ce compartiment et notamment dans le secteur amont de l'estuaire.

II. La composition et l'abondance de la communauté zooplanctonique en Seine.

Ce que nous savons

Le zooplancton de la zone de gradient de salinité (Caudebec - Honfleur) a été assez intensivement étudié *in situ* et en laboratoire (Mouny, 1998, Mouny et Dauvin, 2002, Devreker et al., 2008, Souissi et al. 2014 ; 2016).

Grace à ces études, nous disposons actuellement de modèle niches des deux espèces dominantes dans le tronçon aval de la Seine (*Eurytemora affinis* et *Acartia* spp.) (Dur et Souissi, 2018).

Par contre, les études sur le zooplancton en amont, dans la partie d'eau douce de la Seine datent de Mouny et Dauvin (2002) qui ont échantillonné le zooplancton mensuellement pendant l'année 1996 entre Quillebouef et l'embouchure de la Seine. Leurs données illustrent bien les transitions de populations d'eau douce (cladocères et copépodes cyclopidés comme *Acanthocyclops robustus*), d'eau douce avec des copépodes calanoides (*Eurytemora affinis*, *Acartia* spp.) et d'eau saumâtre-marine (avec le calanoïde *Temora longicornis*, *Oicopleura* et des larves de balanes). Un suivi intensif de la population d'*E. affinis* au niveau du Pont de Normandie a montré que la communauté des copépodes (dominée par *E. affinis*) représente en quelque sorte une continuité entre Honfleur et Duclair, surtout si on considère les jeunes stades (nauplii).

Dans le cadre des programmes de recherche du GIP Seine-Aval 4, , les échantillonnages réalisés conjointement en 2008 et 2009 dans le cadre des projets ZOOSEINE et BIODISEINE entre Honfleur et La Bouille ont confirmé la présence de populations de zooplancton diversifiées en eau douce, en amont de Duclair.

Pour un inventaire plus complet du zooplancton en eau douce de la Seine, il faut remonter à l'étude Akopian et al. (2002), qui ont inventorié le zooplancton de la Marne et son réservoir jusqu'en aval de la Seine entre 1995 et 1997. Cette étude a démontré l'abondance de petites espèces (Rotifères, Protozoaires) en amont de ce tronçon, et de micro crustacées (nauplii et copépodes de copépodes essentiellement) plus vers l'aval. Les larves planctoniques de *Dreissena* (Mollusque, Bivalve) étaient également abondantes, surtout en amont de la confluence Marne-Seine.

Ce que nous aimerions savoir

L'expérience du suivi à long-terme du zooplancton dans l'estuaire de l'Escaut (projet OMES, ECOBE, Université d'Anvers) incluant plusieurs stations dans le secteur amont a montré que le copépode *E. affinis* est devenu dominant en eau douce suite au dépassement de valeurs seuils en qualité de l'eau (> 3 mg/L O₂ et < 1 mg/L N-NH₄ ; Chambord et al., 2016). Cette évolution a également mené à une baisse de la diversité zooplanctonique, avec une très forte diminution en abondance des copépodes cyclopidés. En Seine, se pose donc la question quelle est la composition et la diversité de la communauté zooplanctonique actuelle en amont de Caudebec sachant que, depuis quelques années, que les conditions du milieu correspondent aux seuils de tolérance d'*E. affinis* (Garnier et al., 2018) et sont donc favorables à son développement. Nous disposons ainsi d'un modèle biologique important dans le fonctionnement du réseau trophique pélagique de l'estuaire et ayant un fort potentiel de devenir un indicateur intégrateur de l'amélioration globale de la qualité de l'eau et l'état de santé des secteurs amont et aval de l'estuaire.

Le rôle trophique du zooplancton

Ce que nous savons

Malgré l'abondance de matière non-phytoplanctonique dans les matières en suspension (MES) estuariens, il a été démontré que des copépodes comme *E. affinis* peuvent se nourrir de façon sélective de phytoplancton (Tackx et al., 1995, 2003). Faisant le lien entre la production primaire phytoplanctonique et les consommateurs supérieurs (suprabenthos, larves de poissons), le zooplancton peut représenter un 'bottle neck' dans le déroulement de la chaîne herbivore, si l'obtention de la nourriture 'sélectionnée' est limitée par sa disponibilité. Des mesures de broutage d'*E. affinis* par dosage du contenu intestinal en pigments menées en Escaut ont permis d'illustrer une relation à saturation entre l'ingestion et la concentration en

phytoplancton, qui est limitée par des concentrations en MES élevées (entre 250 et 500 mg/L). Des mesures en Seine (projet SENTINELLES) indiquent des taux d'ingestion plus faibles pour *E. affinis* que mesurés dans l'Escaut sous des conditions en MES et environnementales comparables.

Ce que nous aimerions savoir

Afin de pouvoir intégrer correctement le rôle du zooplancton dans un bilan de fonctionnement biogéochimique de la Seine, il sera nécessaire d'améliorer nos connaissances de l'interaction des facteurs environnementaux – et notamment de la MES (concentration, composition) et zooplancton (broutage, nutrition sur d'autres ressources, développement). La composition des MES à un site/moment donné résultent de plusieurs processus naturels et anthropogéniques. Par conséquent, il est important de connaître plus précisément les paramètres de modèles représentant leur influence sur le fonctionnement trophique pélagique. Les différences de conditions le long du continuum aval-amont, y compris la prédation par les niveaux trophiques supérieurs sur le zooplancton devront être prises en compte.

L'exposé montrera comment le projet SENTINELLES a commencé à répondre à ces questionnements et a introduit le projet multidisciplinaire SARTRE.

Nom des projets de recherche supports :

SENTINELLES : Fonctionnement des écosystèmes de l'embouchure de l'estuaire de la Seine à travers une étude interdisciplinaire ciblant le zooplancton et le macro-zoobenthos (<https://www.seine-aval.fr/projet/sentinelles/>)

SARTRE : Seine Amont : Réseaux Trophiques Estuariens. (<https://www.seineaval.fr/projet/SARTRE/>).

Références

- Akopian M., Garnier J. & Pourriot R., 2002. Cinétique du zooplancton dans un continuum aquatique: de la Marne et son réservoir à l'estuaire de la Seine. C.R. Biologie 325: 807-818.
- Chambord S., Maris, T., Colas, F., Van Engeland, T., Sossou, A.C., Azémar, F., Le Coz, M., Cox, T., Buisson, L., Souissi, S., Meire P. & Tackx, M., 2016. Mesozooplankton affinities in a recovering freshwater estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 177: 47-59.
- Devreker D, Souissi S, Molinero JC & Nkibuto F., 2008. Trade-offs of the copepod *Eurytemora affinis* in mega-tidal estuaries. Insights from high frequency sampling in the Seine Estuary. Journal of Plankton Research, 30: 1329-1342.
- Dur, G & Souissi, S. 2018. Ontogenetic optimal temperature and salinity envelopes of the copepod *Eurytemora affinis* in the Seine estuary (France). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 200: 311-323.
- Garnier J. (coord.), Barles S., Billen G., Bognon S., Romero E., Le Gendre R., Silvestre M., Ramarson A., Thieu V., Théry S., Castaings J, Riou. P., 2018. Projet RESET : « Rôle de l'Estuaire de Seine dans l'Ecologie Territoriale de la Normandie : cycles des nutriments et systèmes hydro-agro-alimentaires », Rapport de recherche du programme Seine-Aval 5, 73 p. + annexes.

- Souissi, A., Souissi S. & Hansen, B.W., 2014. Physiological improvement in the copepod *Eurytemora affinis* through thermal and multi-generational selection. <https://doi.org.inee.bib.cnrs.fr/10.1111/are.12675>
- Souissi A., Souissi, S. & Hwang, J.H., 2016. Evaluation of the copepod *Eurytemora affinis* life history response to temperature and salinity increases. *Zoological studies*, 4: 1-9
- Mouny P., 1998. Structure spatio-temporelle du zooplancton et du suprabenthos de l'estuaire de la Seine. Dynamique et rôle des principales espèces dans la chaîne trophique pélagique, Museum d'histoire naturelle. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie. Thèse de doctorat
- Mouny P. & Dauvin J.C., 2002. Environmental control of mesozooplankton community structure in the Seine estuary (English Channel). *Oceanologica Acta* 25, 13–22.
- Tackx, M. L. M., Irigoien, X., Daro, N., Castel, J., Zu, L., Zhang X & Nijs, J., 1995. Copepod feeding in the Westerschelde and the Gironde. *Hydrobiologia*, 311: 71- 83.
- Tackx, M. L. M., P. J. M. Herman, S. Gasparini, X. Irigoien, R. Billiones & M. H. Daro, 2003. Selective feeding of *Eurytemora affinis* (Copepoda, calanoida) in temperate estuaries: model and field observations. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 56: 305 –311.