

Modélisation informatique du transport des organismes marins

Mariem Jelassi

encadrée par

Christophe Lett , Philippe Verley, Slimane Ben Miled & Timothée Brochier



Plan

- 1 Spécification des besoins
 - Concepts biologiques
 - Problématique
 - Solutions et objectifs
- 2 Le Modèle
 - Description du modèle
 - Conception de l'outil
- 3 Résultats
- 4 Conclusion
- 5 Perspectives

- 1 Spécification des besoins
 - Concepts biologiques
 - Problématique
 - Solutions et objectifs
- 2 Le Modèle
 - Description du modèle
 - Conception de l'outil
- 3 Résultats
- 4 Conclusion
- 5 Perspectives

Concepts Biologiques

- Cycle de vie d'un poisson:

œuf → **larve** → **recruté** → **adulte**

- Ichtyoplancton : Les œufs et les larves de poisson qui se laissent transporter passivement par les masses d'eau.

Concepts Biologiques

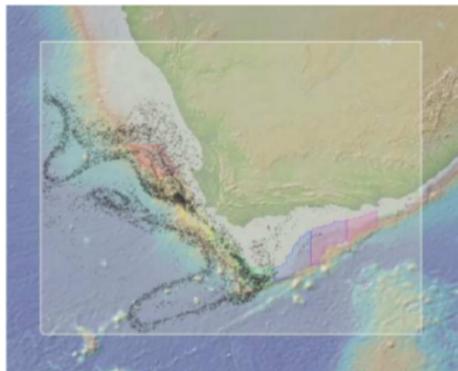
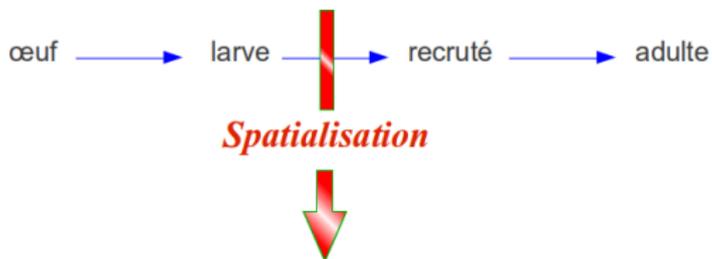
- Cycle de vie d'un poisson:

œuf → **larve** → **recruté** → **adulte**

- Ichtyoplancton : Les œufs et les larves de poisson qui se laissent transporter passivement par les masses d'eau.

Concepts Biologiques

- Transport larvaire (Ichthyop)



Ichthyop

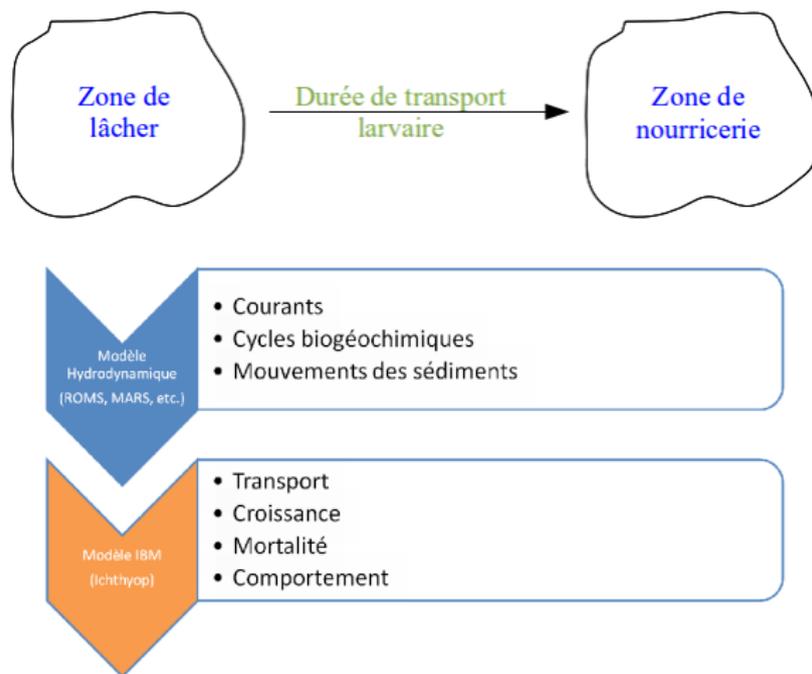
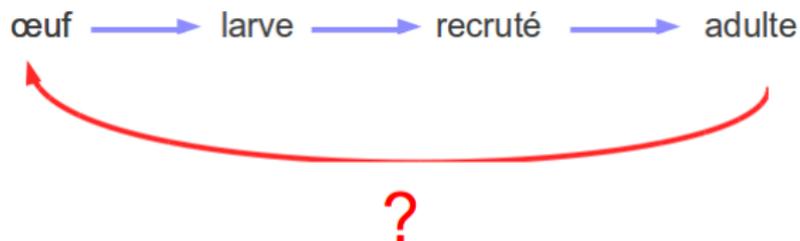


Figure: Transport larvaire (Ichthyop)

- 1 Spécification des besoins
 - Concepts biologiques
 - **Problématique**
 - Solutions et objectifs
- 2 Le Modèle
 - Description du modèle
 - Conception de l'outil
- 3 Résultats
- 4 Conclusion
- 5 Perspectives

Problématique

- Modéliser le transport de l'ichtyoplancton au fil des générations.



- 1 Spécification des besoins
 - Concepts biologiques
 - Problématique
 - Solutions et objectifs
- 2 Le Modèle
 - Description du modèle
 - Conception de l'outil
- 3 Résultats
- 4 Conclusion
- 5 Perspectives

Evol

- Afin d'obtenir des patrons spatio-temporels de ponte, un outil capable de prévoir le déplacement d'ichthyoplancton sur plusieurs générations a été élaboré par Brochier et al. (2009).
- Principe: une ponte uniformément répartie dans le temps et dans l'espace, puis on observe des patterns de ponte qui émergent au fil des générations.
- Objectif : Ajouter l'approche du modèle Evol à Ichthyop.

- 1 Spécification des besoins
 - Concepts biologiques
 - Problématique
 - Solutions et objectifs
- 2 Le Modèle
 - Description du modèle
 - Conception de l'outil
- 3 Résultats
- 4 Conclusion
- 5 Perspectives

Stratégies de reproduction

Homing géographique

Placer la progéniture à l'endroit de la naissance ou aléatoirement, suivant une loi uniforme, dans un rayon α .

Homing environnemental

Placer la progéniture dans une cellule ayant les mêmes caractéristiques environnementales que le lieu de naissance ou aléatoirement dans une cellule ayant des caractéristiques proches de celles-ci, suivant une loi uniforme, avec un certain écart α .

Opportunisme

Placer la progéniture dans une cellule ayant les caractéristiques optimales de l'espèce, des caractéristiques proches de celles-ci, suivant une loi uniforme, avec un certain écart α .

Stratégies de reproduction

Homing géographique

Placer la progéniture à l'endroit de la naissance ou aléatoirement, suivant une loi uniforme, dans un rayon α .

Homing environnemental

Placer la progéniture dans une cellule ayant les mêmes caractéristiques environnementales que le lieu de naissance ou aléatoirement dans une cellule ayant des caractéristiques proches de celles-ci, suivant une loi uniforme, avec un certain écart α .

Opportunisme

Placer la progéniture dans une cellule ayant les caractéristiques optimales de l'espèce, des caractéristiques proches de celles-ci, suivant une loi uniforme, avec un certain écart α .

Stratégies de reproduction

Homing géographique

Placer la progéniture à l'endroit de la naissance ou aléatoirement, suivant une loi uniforme, dans un rayon α .

Homing environnemental

Placer la progéniture dans une cellule ayant les mêmes caractéristiques environnementales que le lieu de naissance ou aléatoirement dans une cellule ayant des caractéristiques proches de celles-ci, suivant une loi uniforme, avec un certain écart α .

Opportunisme

Placer la progéniture dans une cellule ayant les caractéristiques optimales de l'espèce, des caractéristiques proches de celles-ci, suivant une loi uniforme, avec un certain écart α .

Variables du modèle

- Longitude
- Latitude
- Profondeur
- Température
- Salinité

Stratégies de reproduction

Homing géographique

- Les coordonnées de ponte sont :
 - Coordonnées horizontales de ponte = coordonnées de naissance + mH avec mH une variable aléatoire de loi $U(-\alpha_H, \alpha_H)$
 - Profondeur de ponte = profondeur de naissance + mV avec mV une variable aléatoire de loi $U(-\alpha_V, \alpha_V)$

Stratégies de reproduction

Homing environnemental - Opportunisme

- Les coordonnées de ponte sont celles d'une cellule tirée aléatoirement ayant :
 - Température = température de naissance (optimale) + mT avec mT une variable aléatoire de loi U $(-\alpha_{TNaissance}, \alpha_{TNaissance})$ (U(- $\alpha_{TOptimale}$, $\alpha_{TOptimale}$)).
 - Salinité = salinité de naissance (optimale) + mS avec mS une variable aléatoire de loi U $(-\alpha_{SNaissance}, \alpha_{SNaissance})$ (U(- $\alpha_{SOptimale}$, $\alpha_{SOptimale}$)).

- 1 Spécification des besoins
 - Concepts biologiques
 - Problématique
 - Solutions et objectifs
- 2 Le Modèle
 - Description du modèle
 - Conception de l'outil
- 3 Résultats
- 4 Conclusion
- 5 Perspectives

IchthyopEvol

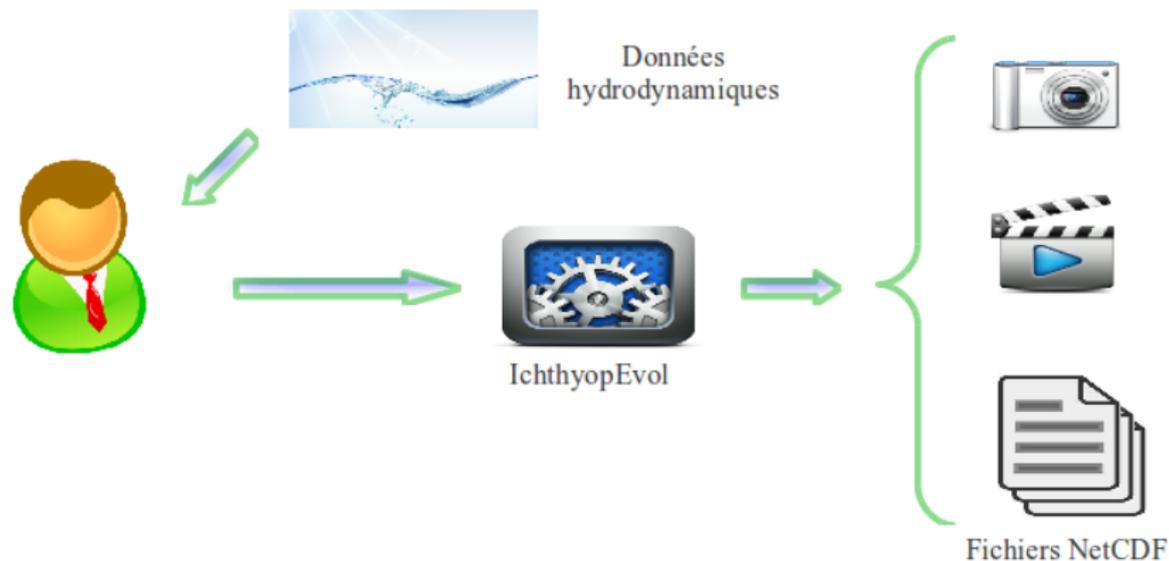


Figure: IchthyopEvol

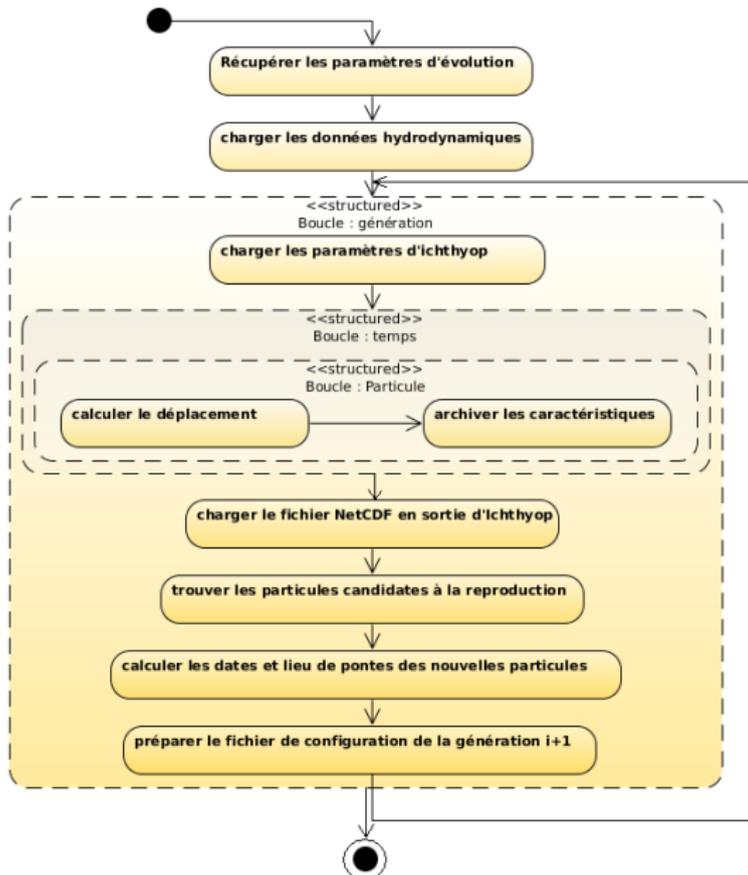
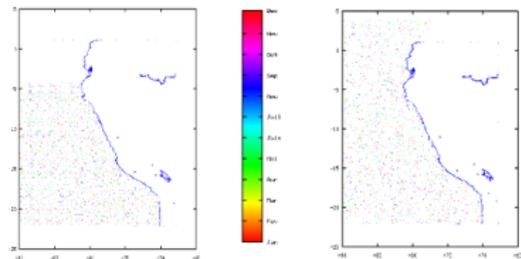
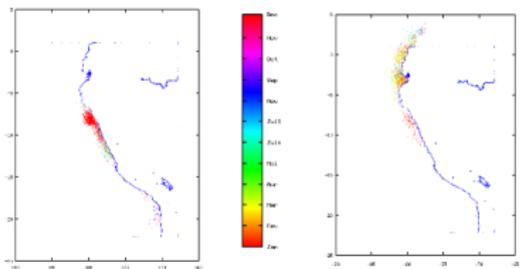


Figure: diagramme d'activités



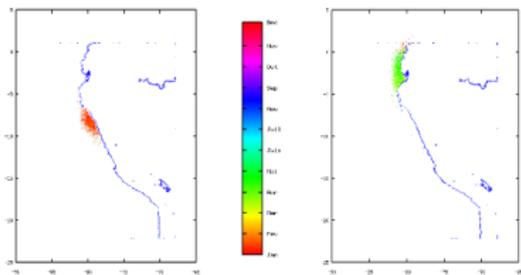
(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)

patron spatio-temporel de ponte obtenu avec IchthyopEvol aux générations (a,b) 1, (c,d) 10 et (e,f) 100 en faisant le lâcher initial jusqu'à 4°S comme Brochier et al. [2] (colonne de gauche) et en faisant le lâcher initial jusqu'à 4°N (colonne de droite)

Discussion

- Reproduire le même résultat que Brochier et al. (2009) sur une population d'anchois au Pérou (colonne de gauche) avec une zone de ponte située entre 6 et 12°S et une période de ponte entre décembre et février. Dans le second cas (la colonne de droite) nous obtenons un patron de ponte émergent plus au nord (entre 4°S et 2°N) et à une période plus tardive (mars à mai).

Conclusion

- Développer un modèle utilisant une approche algorithmique évolutionnaire de dynamique des organismes planctoniques marins en se basant sur les principes d'Evol
- Implémenter ce modèle sous forme de plug-in dans l'outil générique déjà distribué Ichthyop
- Valider l'implémentation du modèle par une application-test appliquée à une population d'anchois au Pérou , en reproduisant le résultat obtenu par Brochier et al. (2009).

Conclusion

- Développer un modèle utilisant une approche algorithmique évolutionnaire de dynamique des organismes planctoniques marins en se basant sur les principes d'Evol
- Implémenter ce modèle sous forme de plug-in dans l'outil générique déjà distribué Ichthyop
- Valider l'implémentation du modèle par une application-test appliquée à une population d'anchois au Pérou , en reproduisant le résultat obtenu par Brochier et al. (2009).

Conclusion

- Développer un modèle utilisant une approche algorithmique évolutionnaire de dynamique des organismes planctoniques marins en se basant sur les principes d'Evol
- Implémenter ce modèle sous forme de plug-in dans l'outil générique déjà distribué Ichthyop
- Valider l'implémentation du modèle par une application-test appliquée à une population d'anchois au Pérou , en reproduisant le résultat obtenu par Brochier et al. (2009).

Perspectives

- Compléter la phase de validation de l'implémentation du modèle en réalisant des simulations identiques à celles réalisées par Lett et al. [1] en Afrique du Sud, ainsi que par Brochier et al. [2] au Chili et au Maroc.
- Etudier une nouvelle problématique, celle de la structuration spatio-temporelle de la ponte d'espèces de petits poissons pélagiques dans la zone d'upwelling de Malabar (Inde).

Perspectives

- Compléter la phase de validation de l'implémentation du modèle en réalisant des simulations identiques à celles réalisées par Lett et al. [1] en Afrique du Sud, ainsi que par Brochier et al. [2] au Chili et au Maroc.
- Etudier une nouvelle problématique, celle de la structuration spatio-temporelle de la ponte d'espèces de petits poissons pélagiques dans la zone d'upwelling de Malabar (Inde).

Bibliographie

-  [1] Lett C, Rose KA, Megrey B, 2009. Biophysical models. In: Checkley DM, Alheit J, Oozeki Y, Roy C *Climate change and small pelagic fish*. Cambridge University Press, pp 88-111
-  [2] Brochier T, Colas F, Lett C, Echevin V, Cubillos LA, Tam J, Chlaida M, Mullon C, Fréon P, 2009. *Small pelagic fish reproductive strategies in upwelling systems: a natal homing evolutionary model to study environmental constraints*. *Progress in Oceanography* 83:261-269