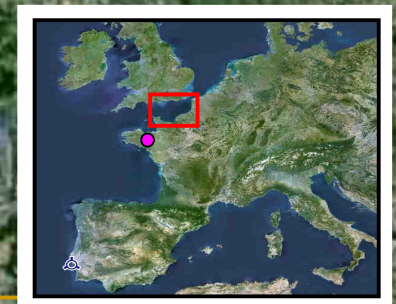


Modélisation des effets de la dispersion larvaire, de la dégradation d'habitat et de la pêche sur la population de sole de la Manche Est

- Agrocampus Ouest, Rennes, France



Problématique

- Effets sur la population
 - De la dégradation d'habitat
 - De la contamination
 - De la pêche

➔ Modèle de population

Problématique

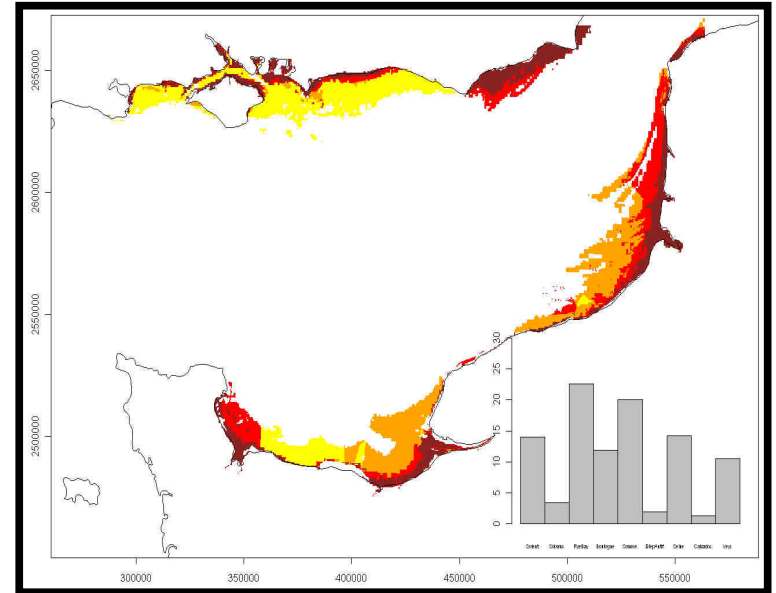
- Effets sur la population
 - De la dégradation d'habitat
 - De la contamination
 - De la pêche

➔ Modèle de population

- Apports de la modélisation des nurseries
 - Influence de l'approvisionnement en larves?
 - vs faibles densités de juvéniles en estuaire de Seine
 - Fluctuations interannuelles différentes selon les secteurs

➔ Modèle hydrodynamique

- Couplage & spatialisation



Plan

- Modélisation à l'échelle de la population
 - Problématique
 - Modèle de population
 - Dispersion larvaire
 - Spatialisation
 - Avancement
- Perspectives

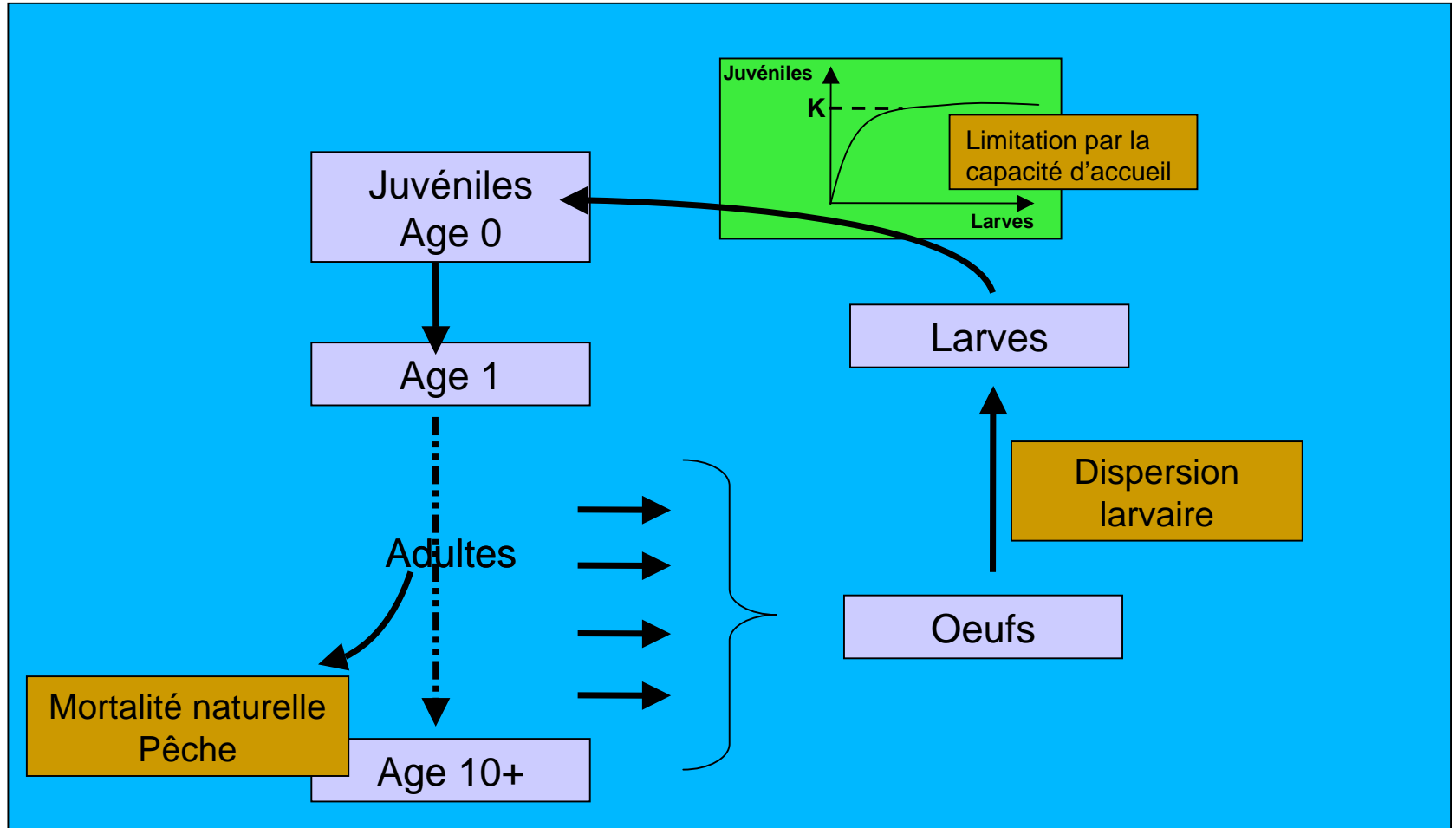
Plan

- Modélisation à l'échelle de la population
 - Problématique
 - Modèle de population
 - Dispersion larvaire
 - Spatialisation
 - Avancement

- Perspectives

Modèle de population

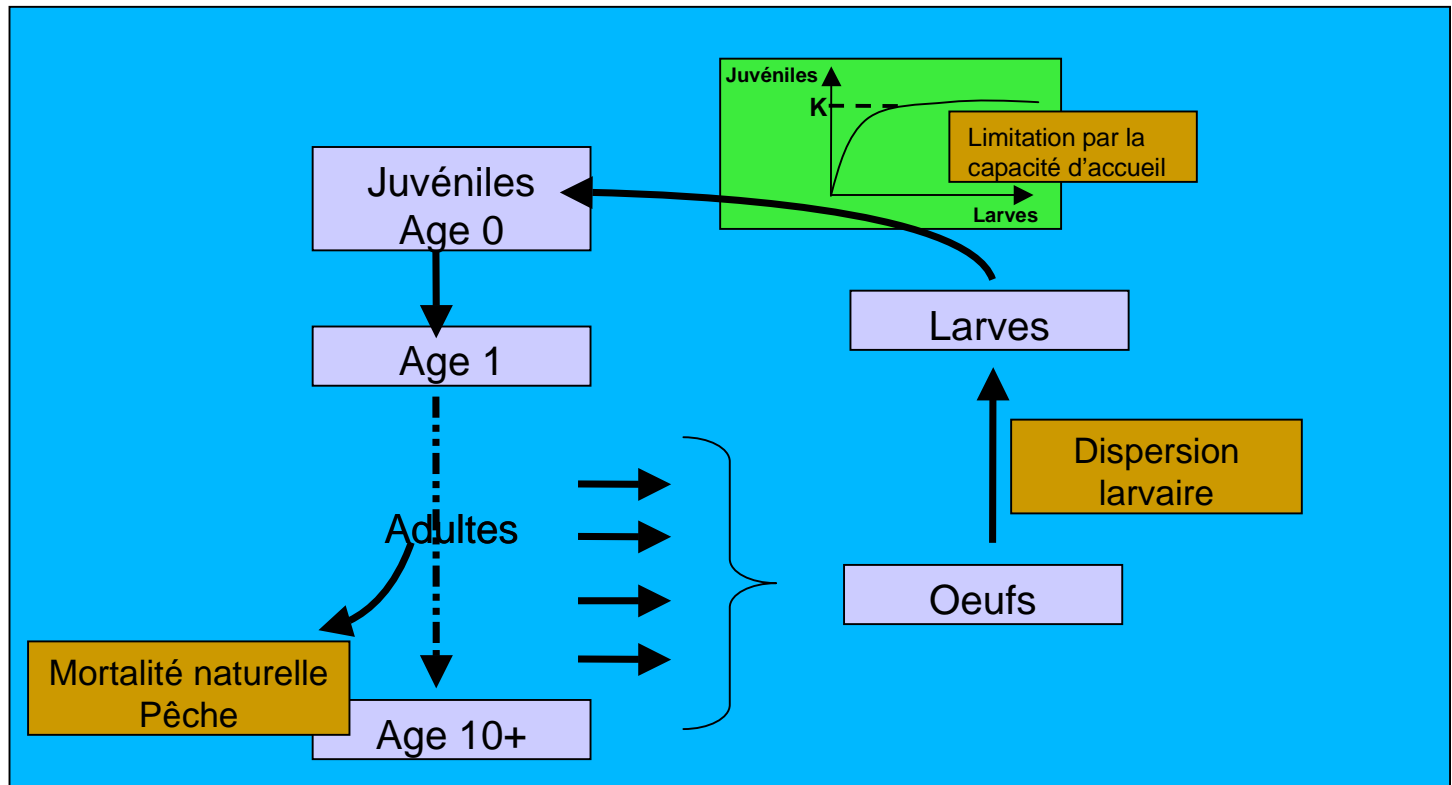
- Statistical catch-at-age analysis



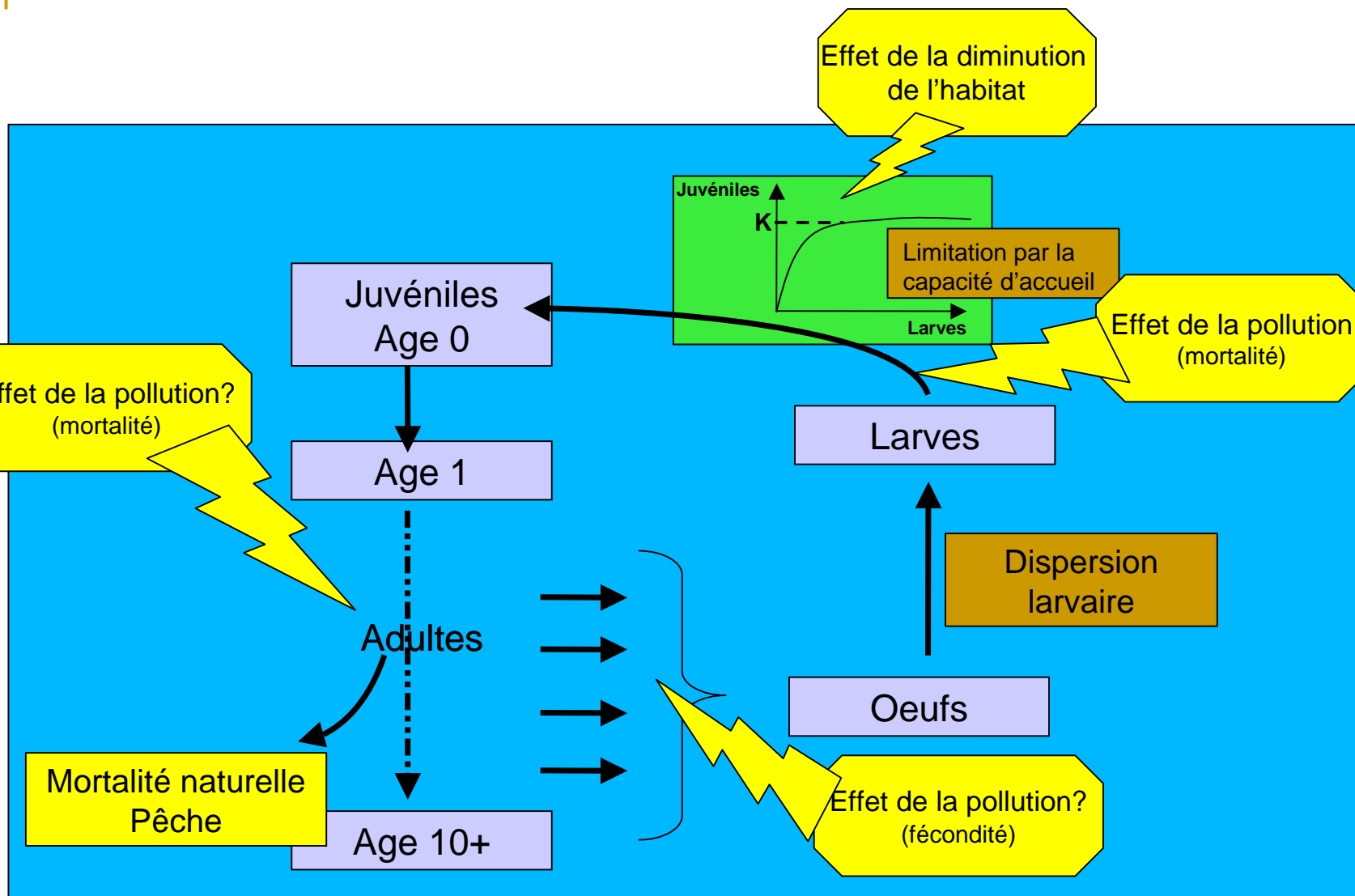
Modèle de population

- Statistical catch-at-age analysis

- Equation dynamique : $N_{a+1,t+1} = N_{a,t} \cdot \exp(-M_a - F_{a,t})$
- Equ. d'observation des IA : $IA_{a,t} \sim \log N(q * N_{a,t}, \sigma_{ia})$
- Equ. d'observation des Captures : $C_{obsa,t} \sim \log N(Capt_{a,t}, \sigma_{capt})$



Modèle de population

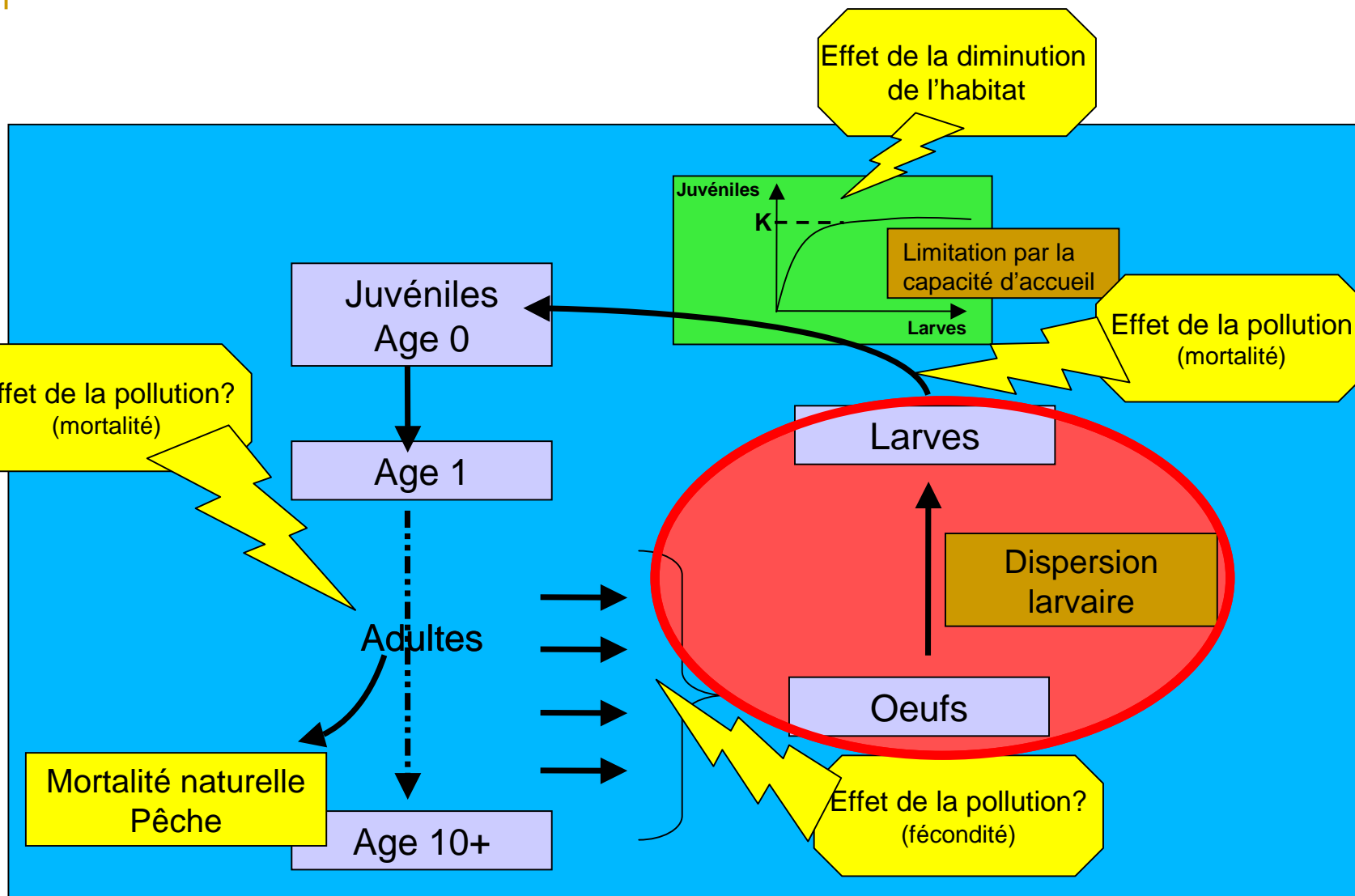


Plan

- Modélisation à l'échelle de la population
 - Problématique
 - Modèle de population
 - Dispersion larvaire
 - Spatialisation
 - Avancement

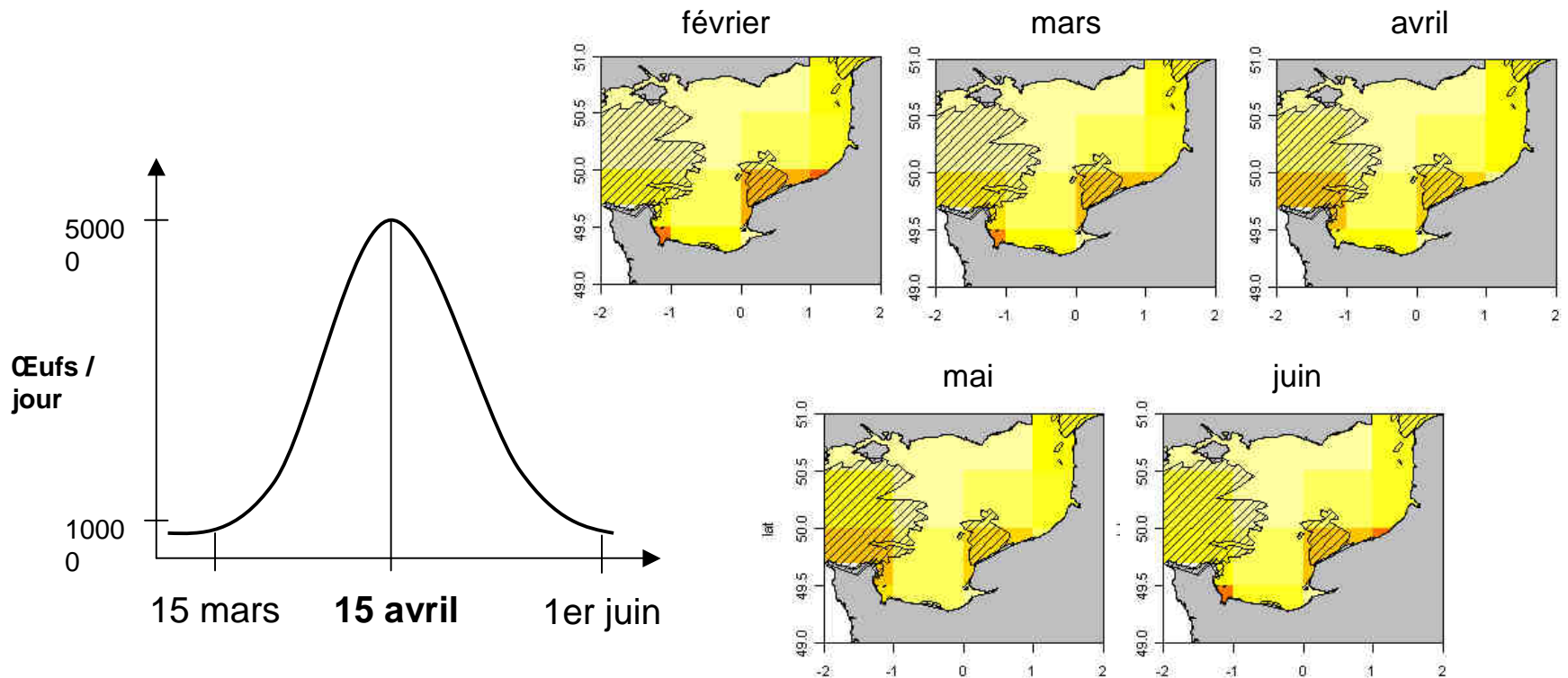
- Perspectives

Modèle de population



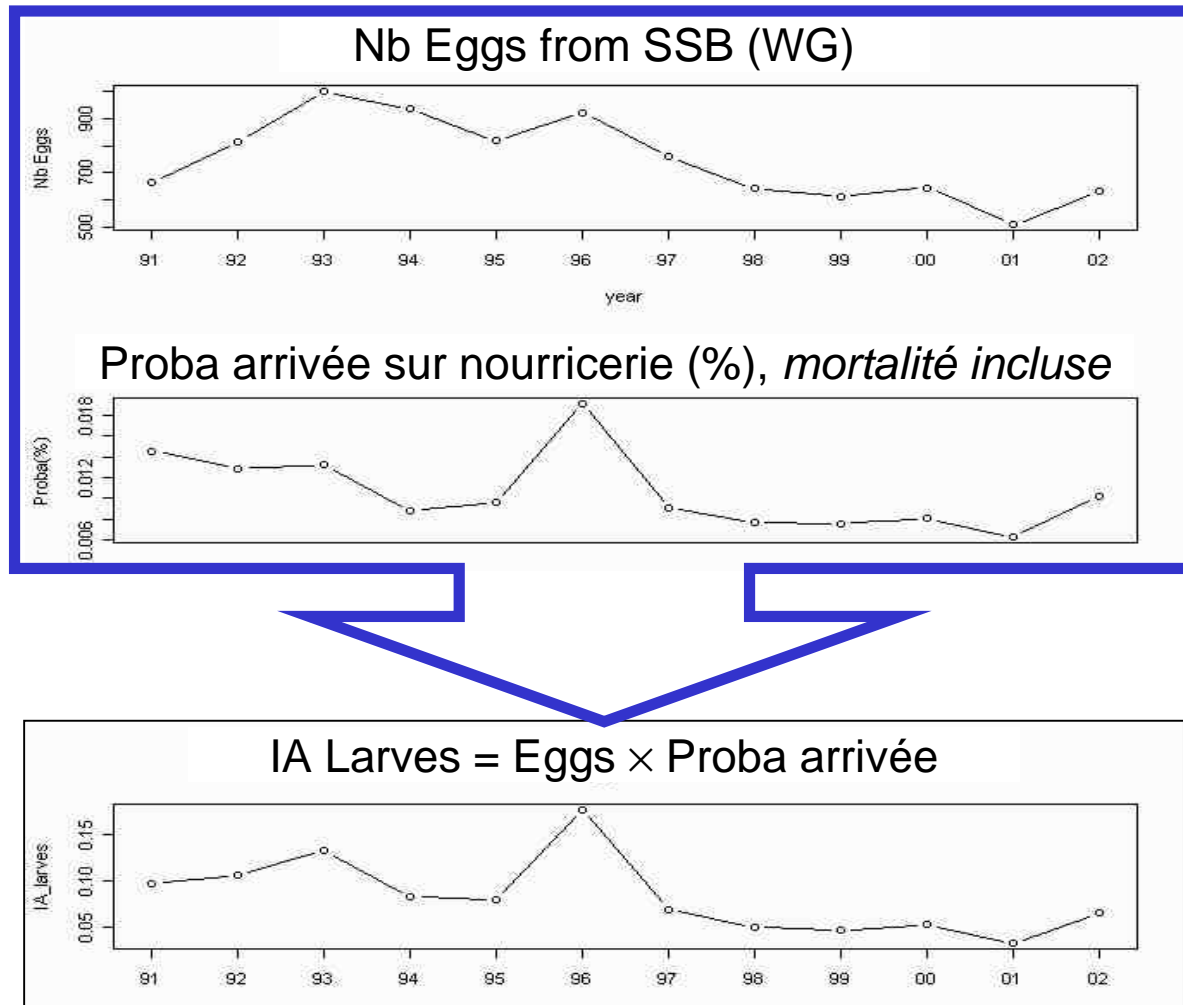
Dispersion larvaire

- Variabilité de la ponte
 - Temporelle : Pic de ponte ~ température
 - Spatiale : Captures ~ carrés CIEM



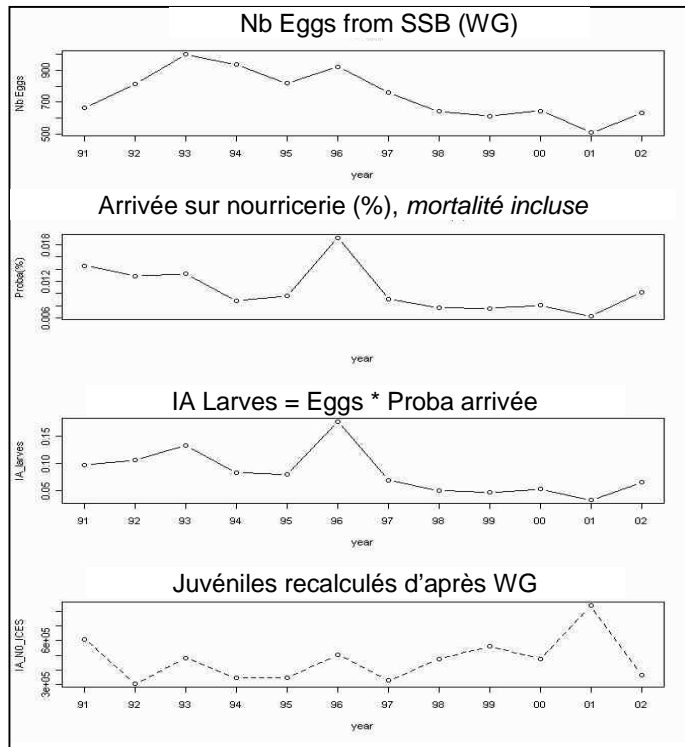
Dispersion larvaire : résultats

- Attention : Ponte non spatialisée

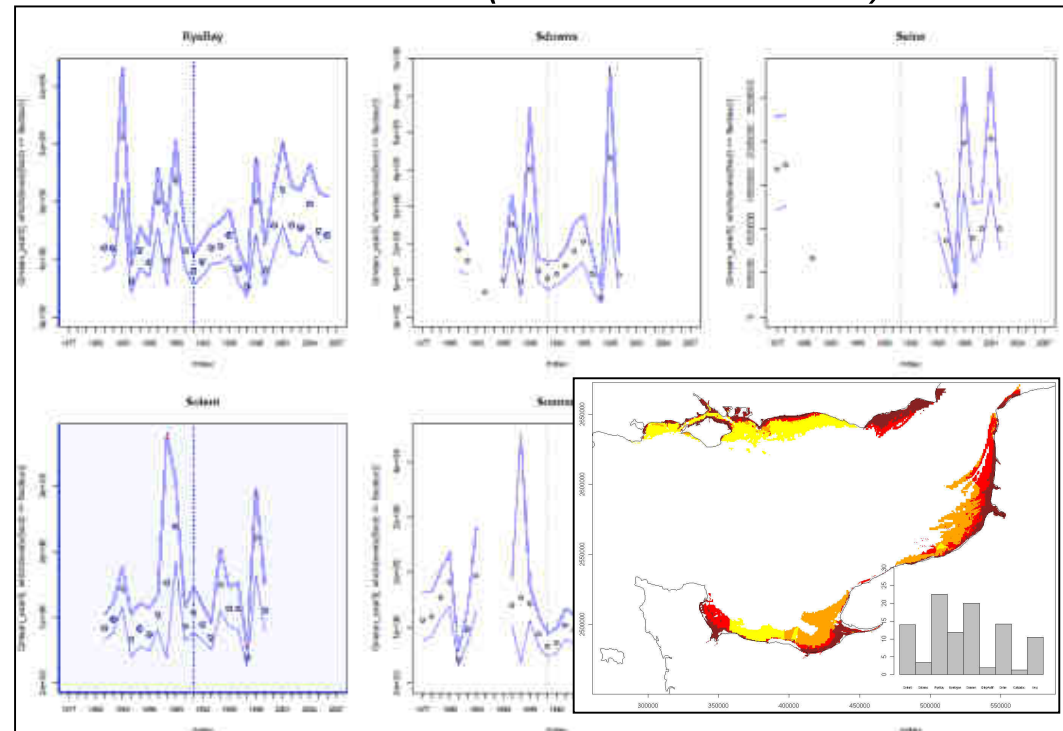


Dispersion larvaire : résultats

- Comparer avec IA Juvéniles
- Objectif : comparaison par nurserie



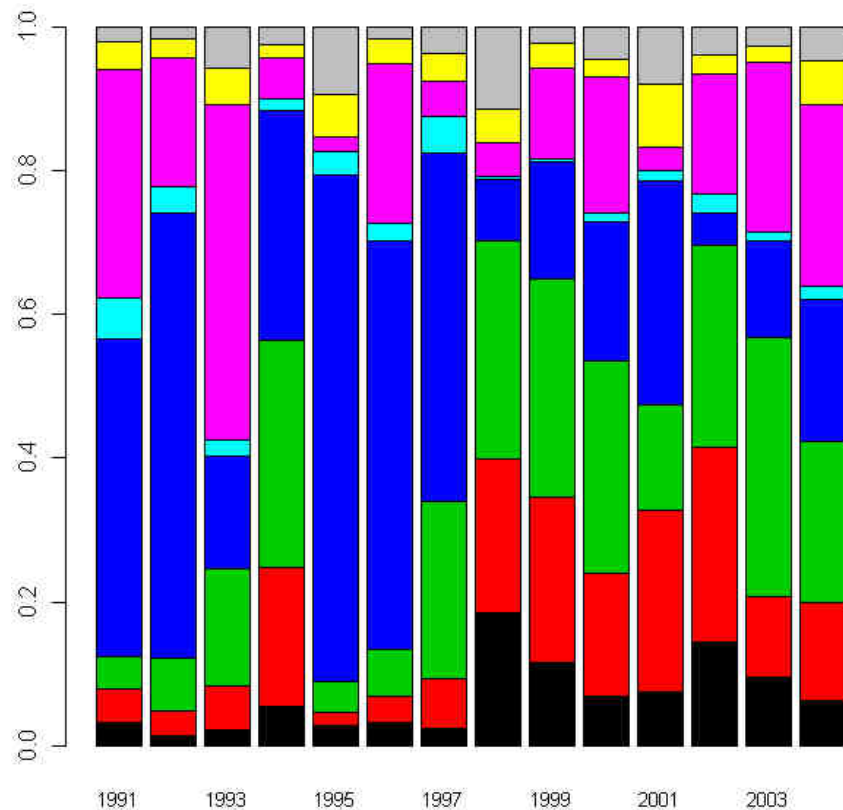
IA Juvéniles (modèle d'habitat)



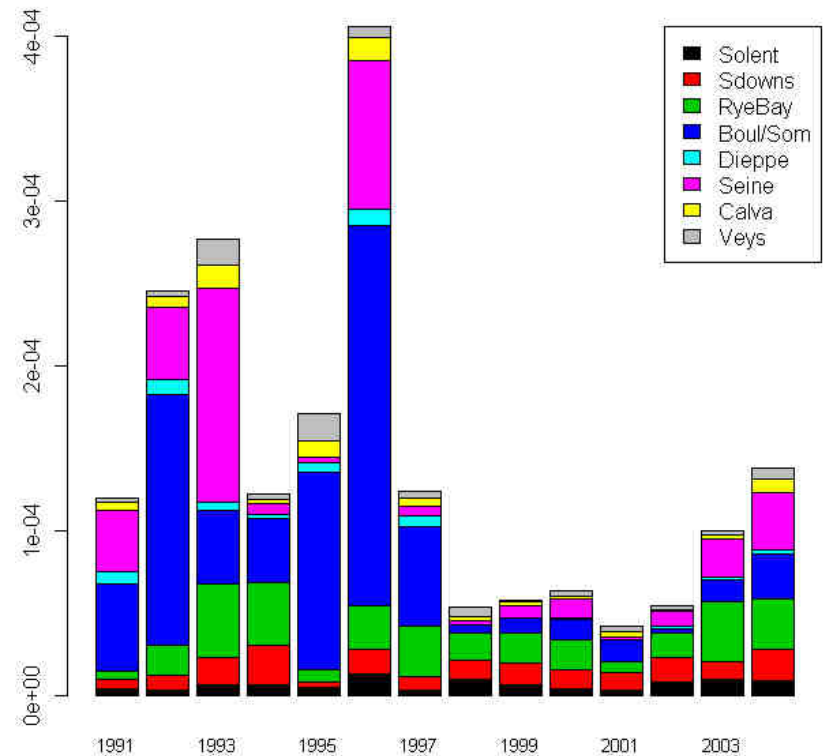
Dispersion larvaire : résultats

- Comparer avec IA Juvéniles
- Objectif : comparaison par nourricerie

Clé de répartition des larves



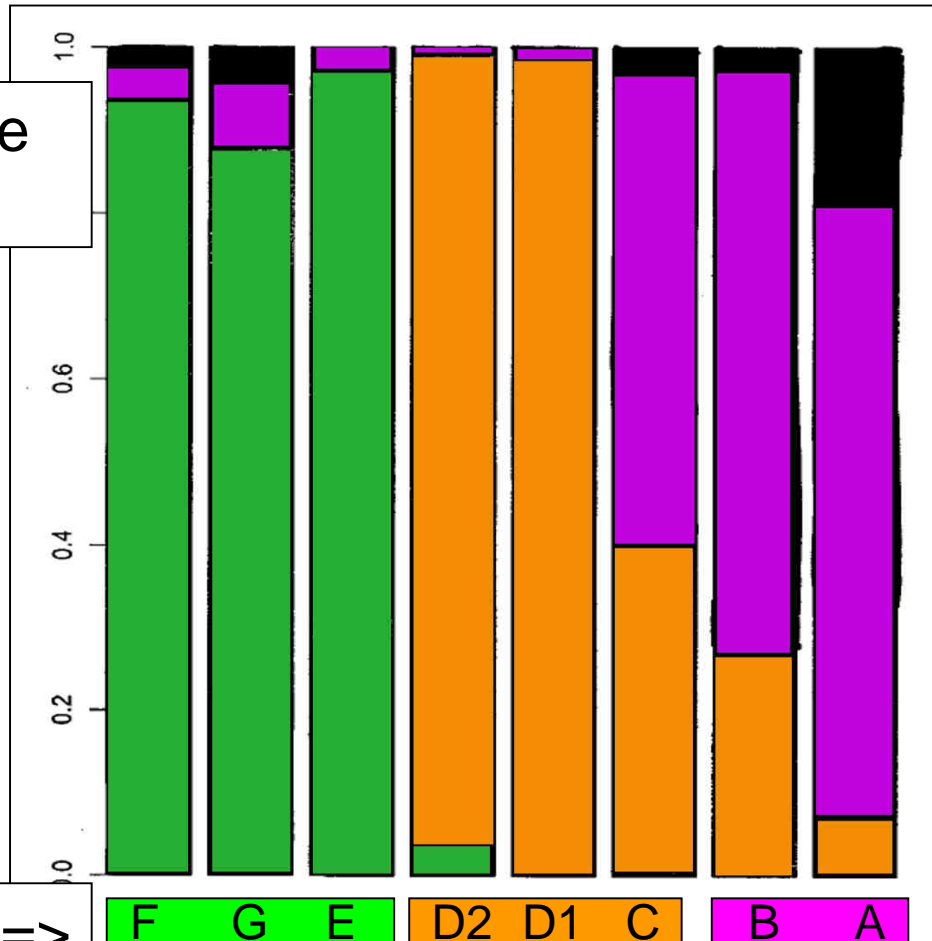
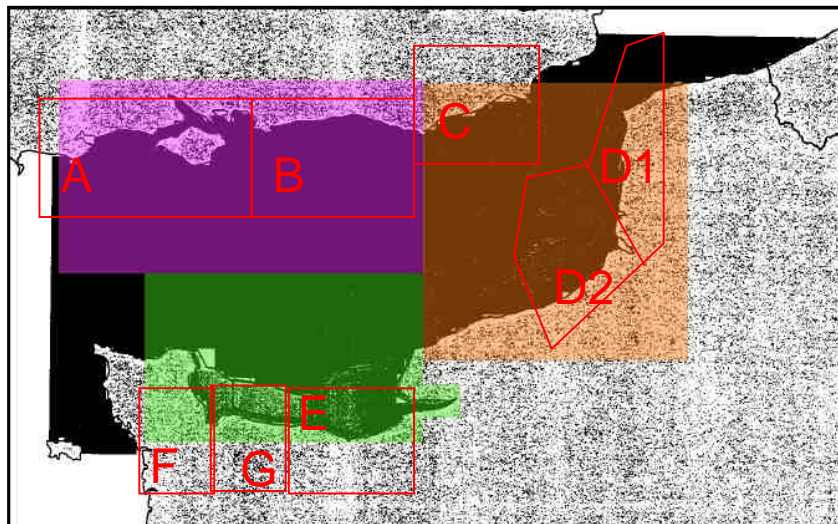
Ordre de grandeur des arrivées de larves



Dispersion larvaire : résultats

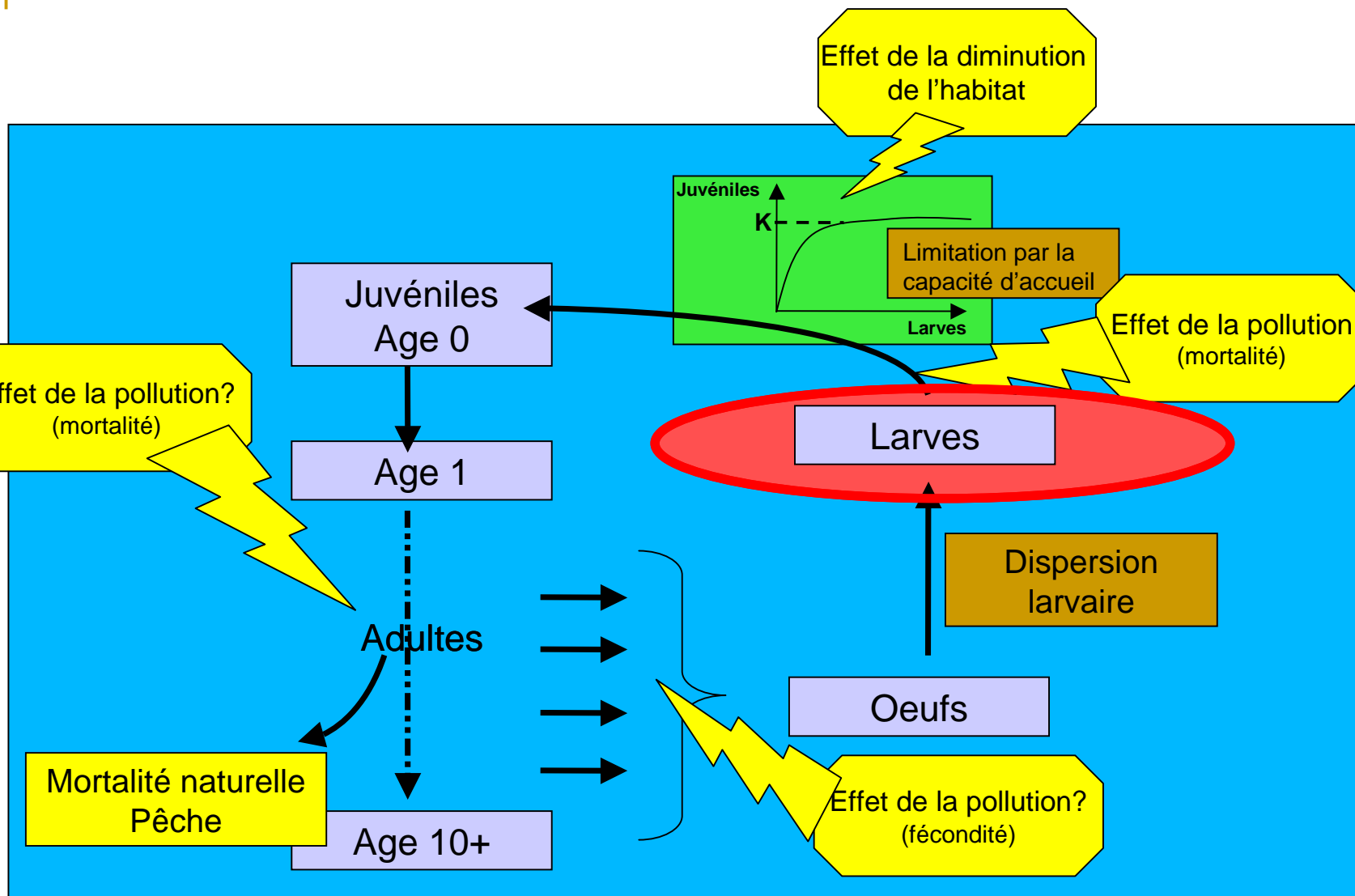
- Spatialisation des adultes
 - Répartition départ / arrivée des larves
 - Faible dispersion des adultes

Couleur de la zone d'origine =>



Zone d'arrivée =>

Modèle de population

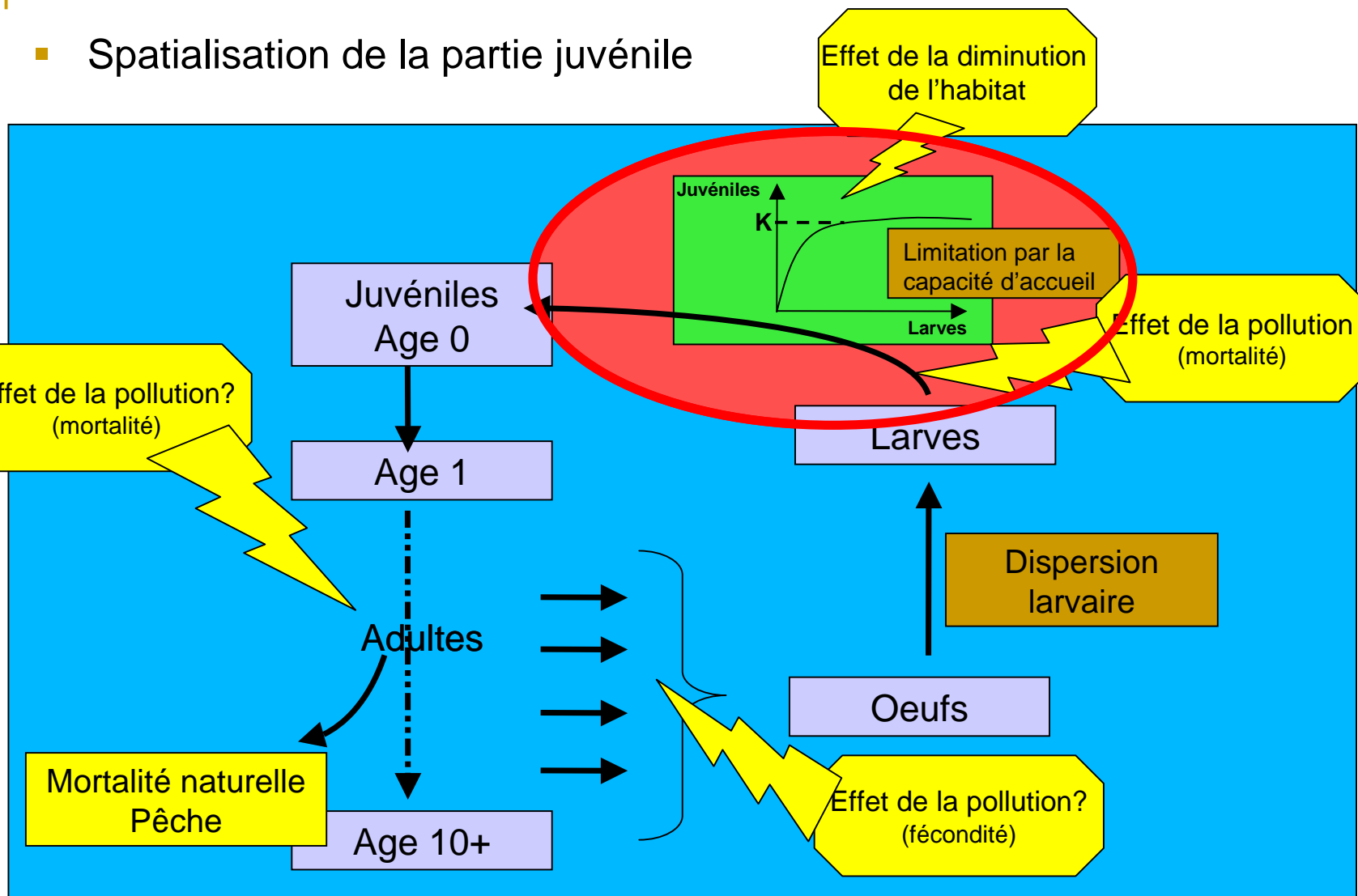


Plan

- Modélisation à l'échelle de la population
 - Problématique
 - Modèle de population
 - Dispersion larvaire
 - **Spatialisation**
 - Avancement
- Perspectives

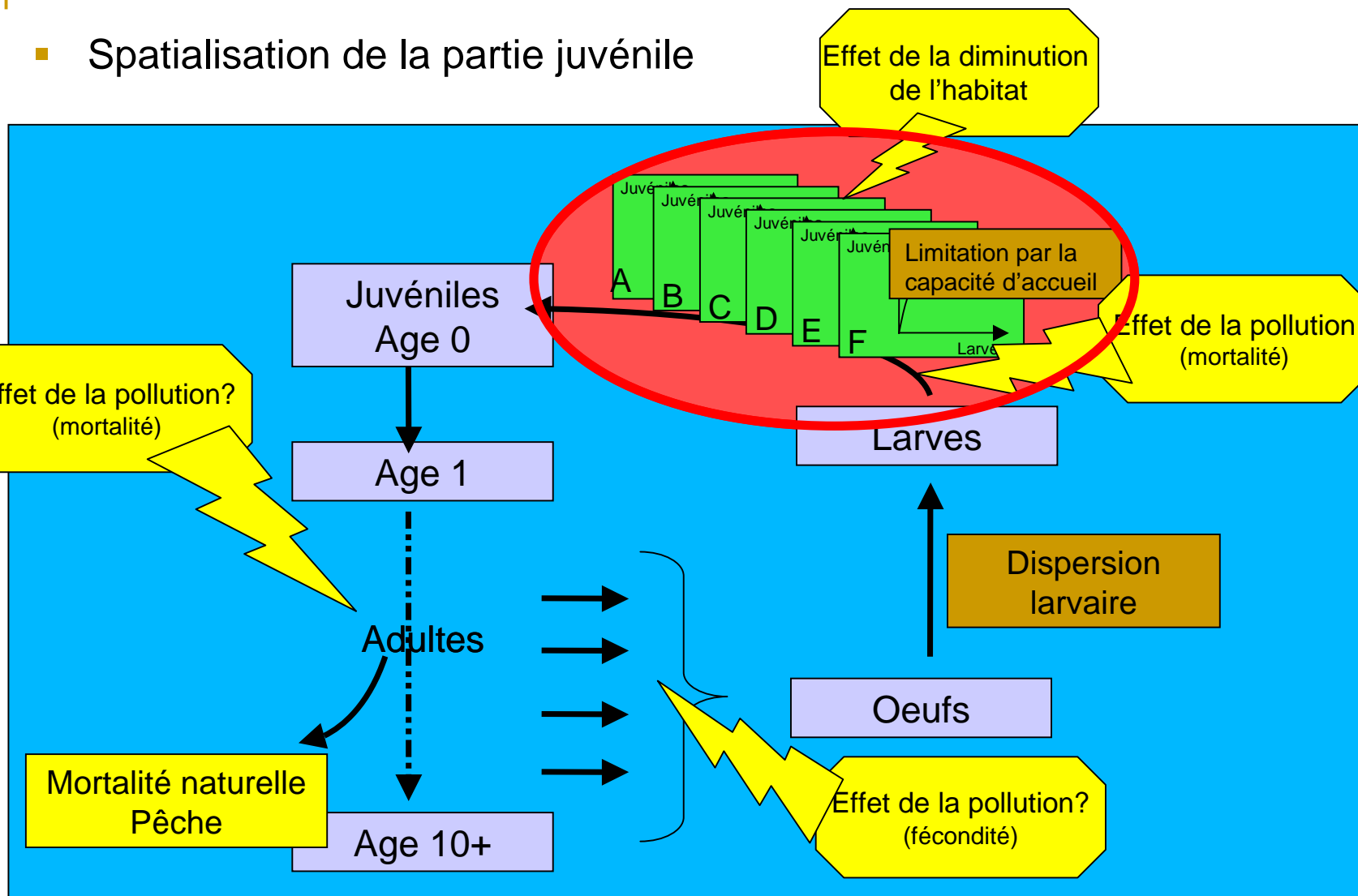
Modèle de population

- Spatialisation de la partie juvénile



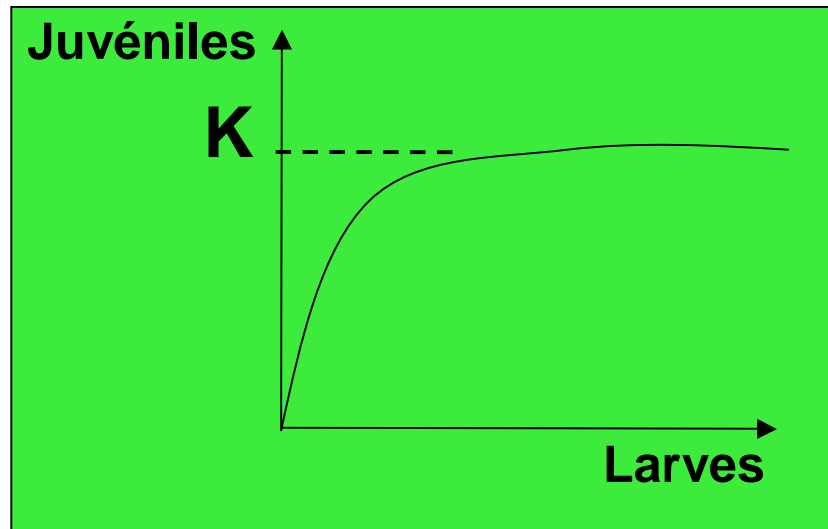
Modèle de population

- Spatialisation de la partie juvénile



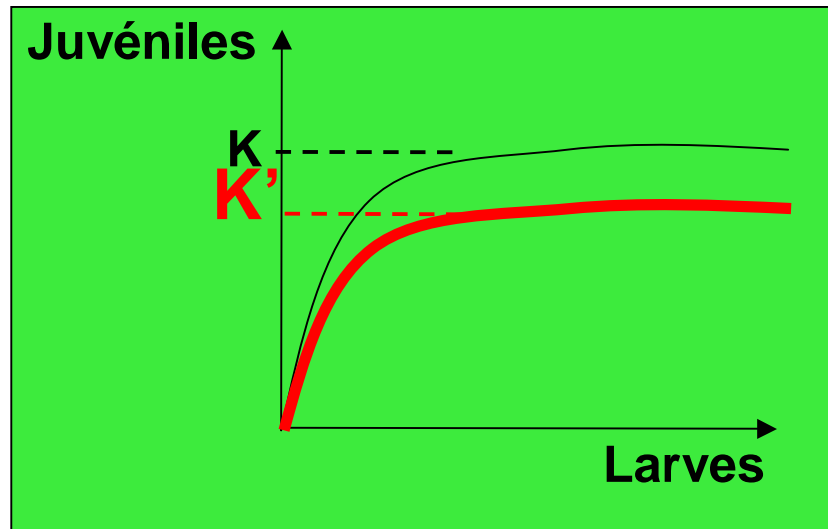
Relation Stock - recrutement

- Capacité d'accueil (K)
 - Surface
 - Facteurs physiques (bathymétrie, sédiments)



Relation Stock - recrutement

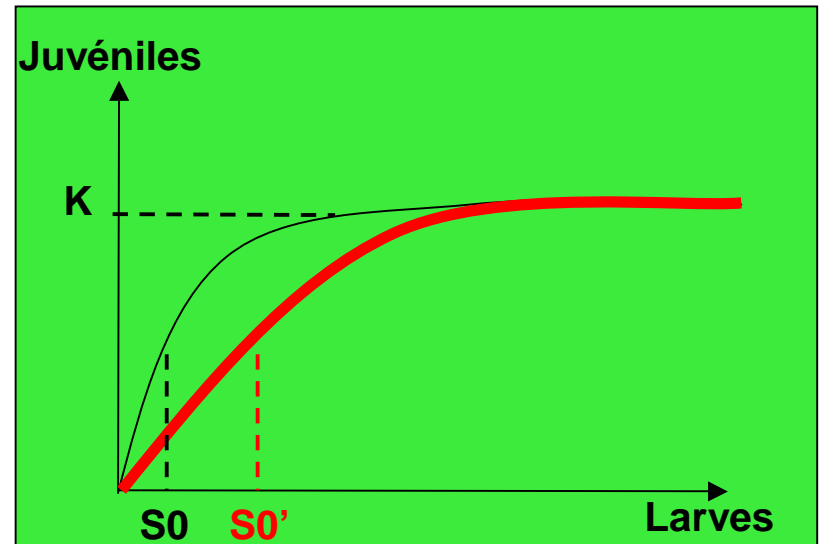
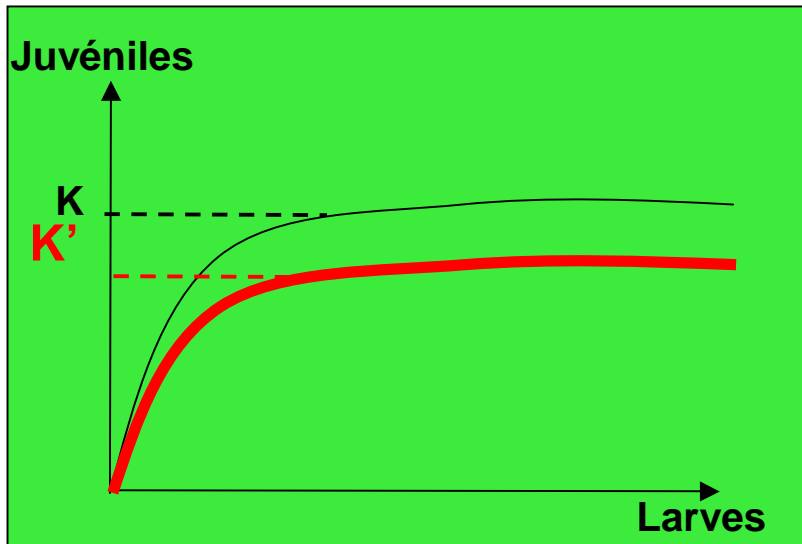
- Capacité d'accueil (K)
 - Surface
 - Facteurs physiques (bathymétrie, sédiments)



Relation Stock - recrutement

- Capacité d'accueil (K)
 - Surface
 - Facteurs physiques (bathymétrie, sédiments)
- Effet de la contamination ?
 - Selon secteur

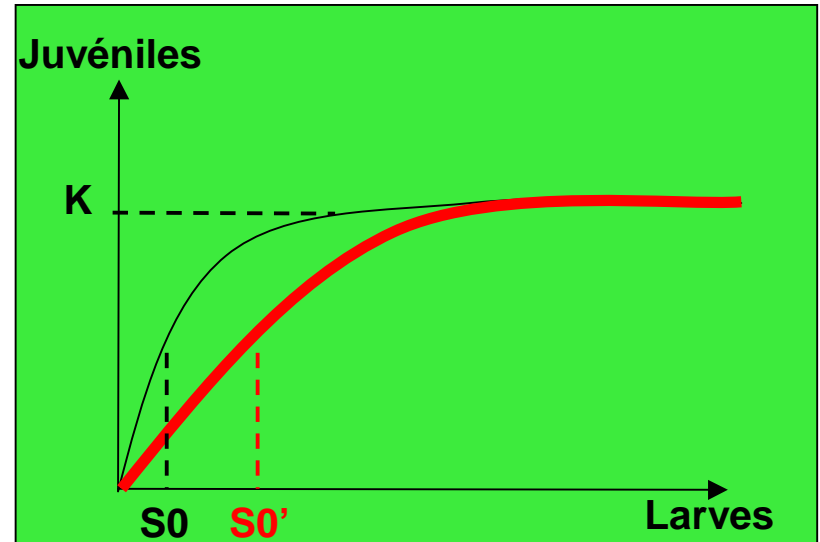
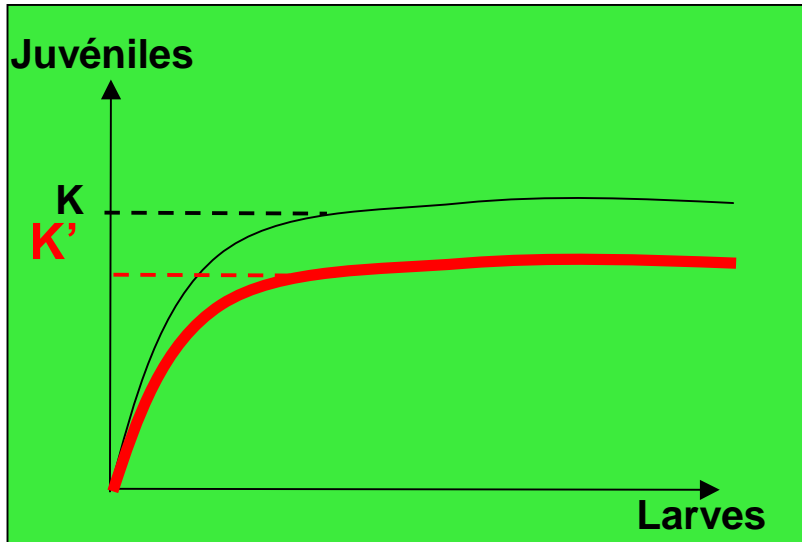
Effet de la **pollution**



Relation Stock - recrutement

- Capacité d'accueil (K)
 - Surface
 - Facteurs physiques (bathymétrie, sédiments)
- Effet de la contamination ?
 - Selon secteur

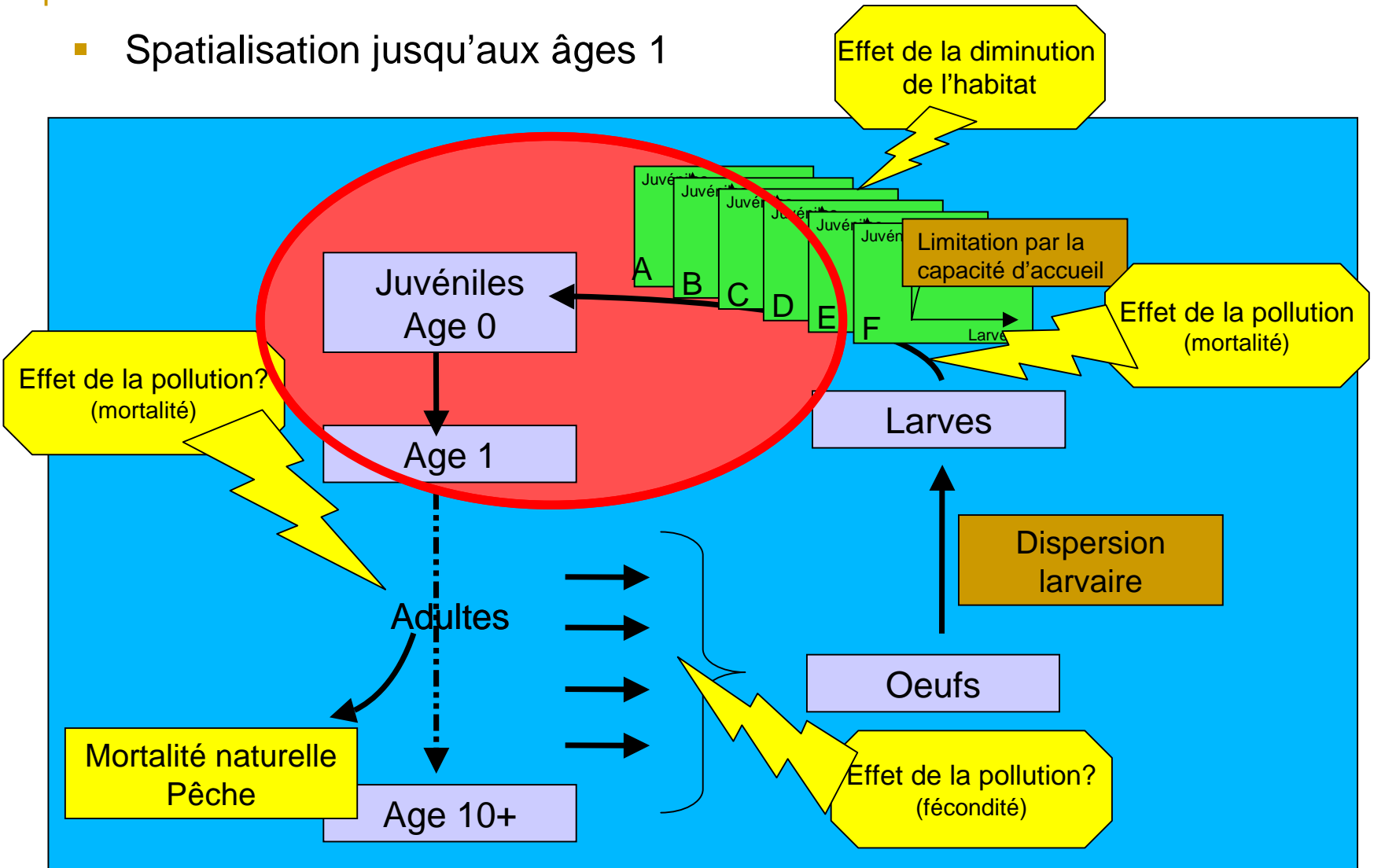
Effet de la **pollution**



- Problèmes
 - Estimations de S_0 et K très corrélées
 - Relation S-R : Beverton-Holt, Ricker, Hockey-stick ?

Modèle de population

- Spatialisation jusqu'aux âges 1

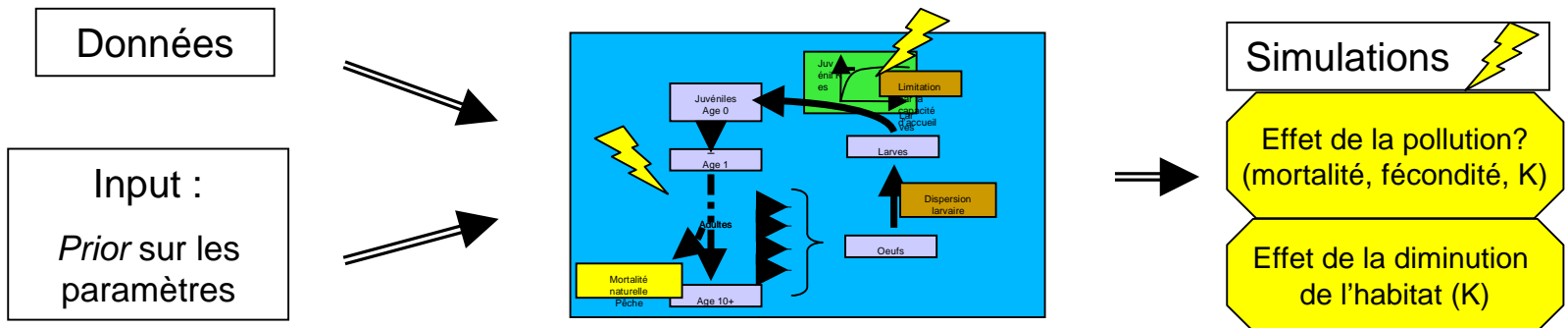


Plan

- Modélisation à l'échelle de la population
 - Problématique
 - Modèle de population
 - Dispersion larvaire
 - Spatialisation
 - Avancement
- Perspectives

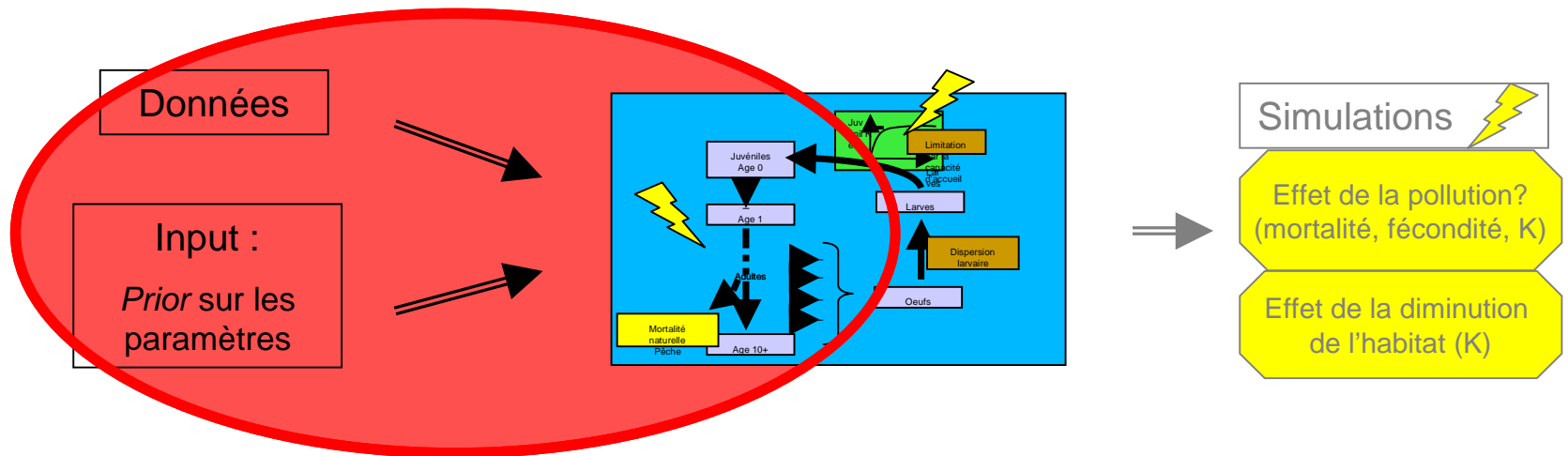
Modèle de population

- 2 étapes
 - Calibrage du modèle par estimation bayésienne
 - Simulations de scenarios



Avancement

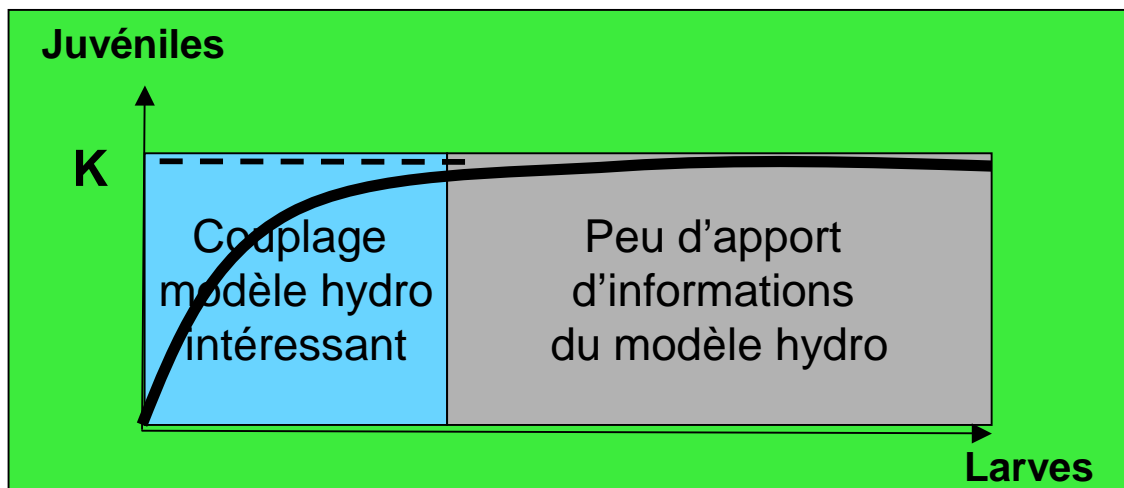
- 2 étapes
 - Calibrage du modèle par estimation bayésienne
 - Simulations de scenarios



Avancement

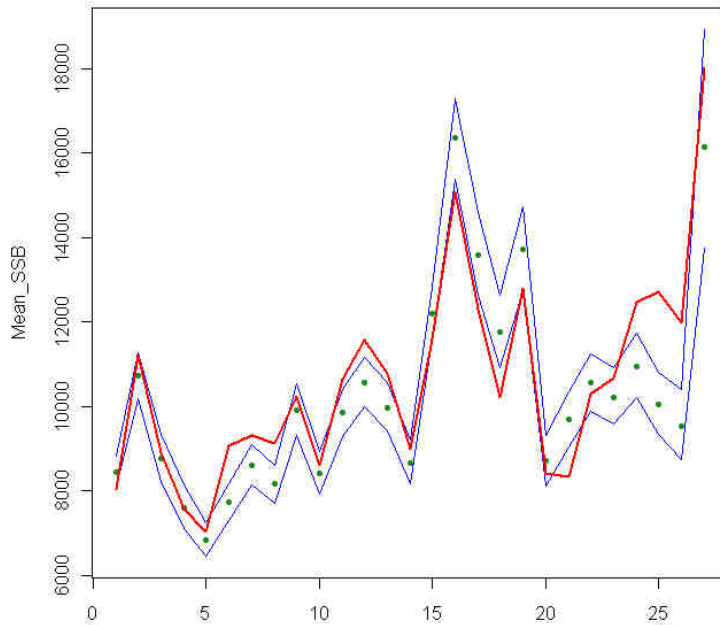
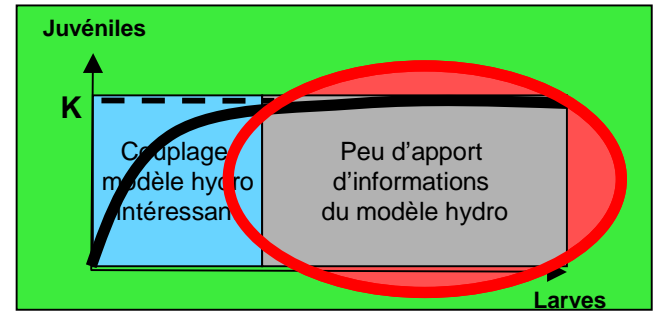
■ Population simulée

- sur la base des soles du VIId du WG
 - Clé âge – poids
 - Mortalités $F = S(\text{âge}) * E(\text{année})$
 - K sur juvéniles donnant SSB du même ordre
- 3 secteurs de nourricerie
 - Relations Stock-recrutement différentes
- Clé de répartition des larves constante
 - Proportionnelle aux K
 - Disproportionnée

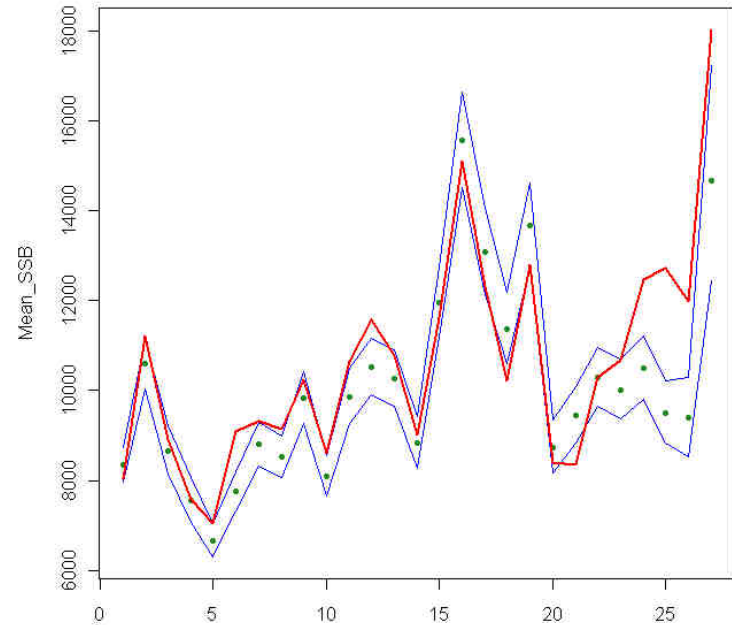


Avancement

- Population simulée
 - sur la base des soles du VIId du WG
 - 3 secteurs de nourricerie
 - Clé de répartition des larves constante
- Résultats préliminaires
 - Variations de la SSB



Modèle spatialisé



Modèle non spatialisé

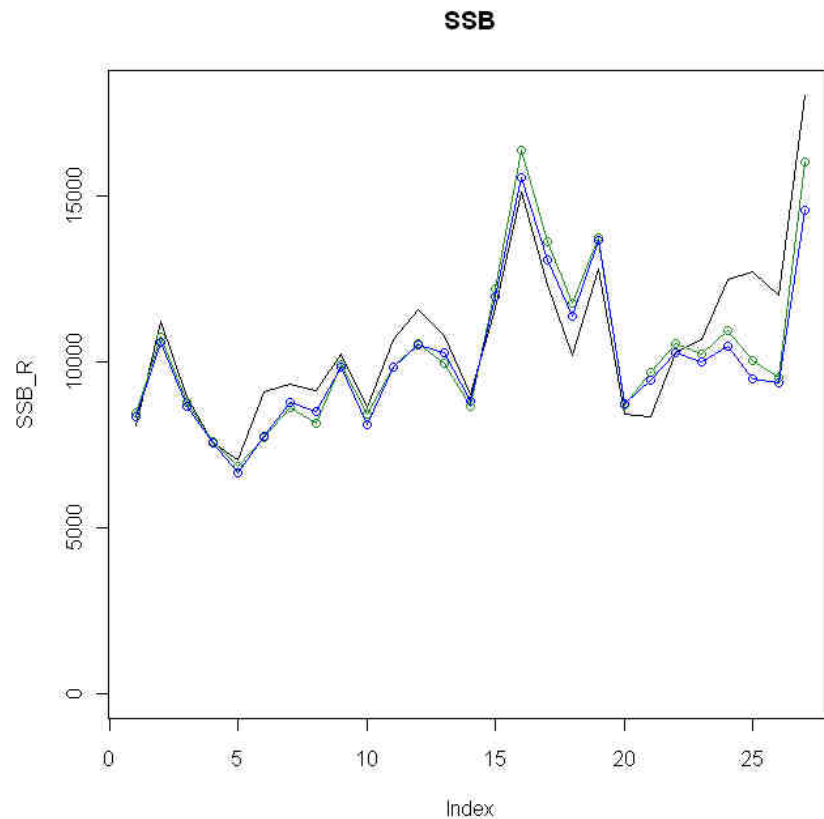
Avancement

- Population simulée
 - sur la base des soles du VIId du WG
 - 3 secteurs de nourricerie
 - Clé de répartition des larves constante
- Résultats préliminaires
 - Variations de la SSB

Noir : simulation

Bleu : non spatialisé

Vert : Spatialisé



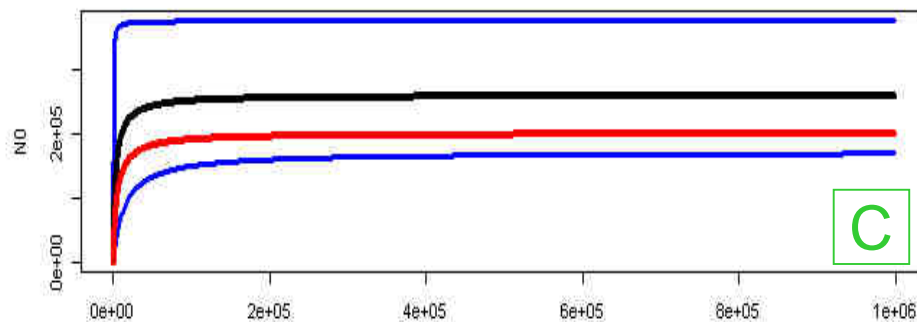
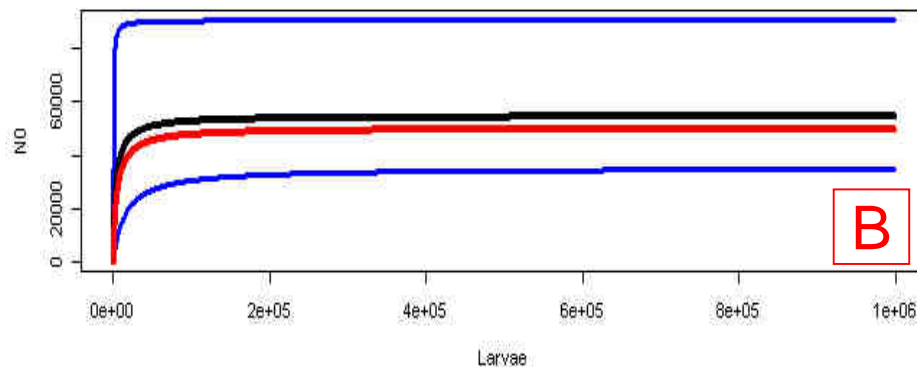
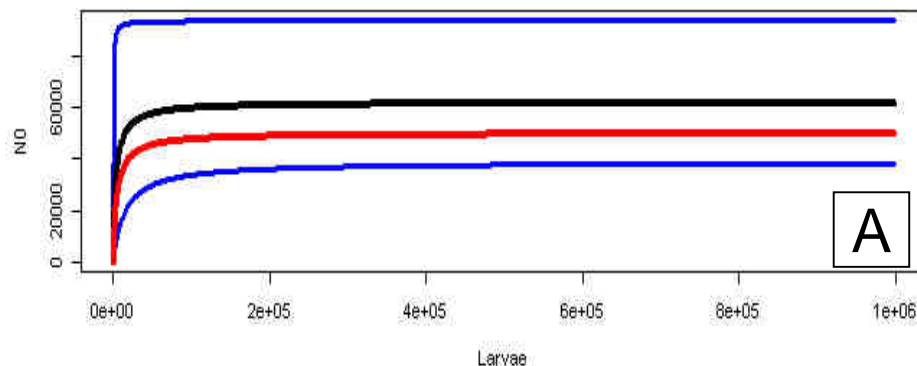
Avancement

- Population simulée
 - sur la base des soles du VIIId du WG
 - 3 secteurs de nurricerie
 - Clé de répartition des larves constante
 - Résultats préliminaires
 - Variations de la SSB
- ➔ Intérêt modèle spatialisé
- ➔ Sortir les relations Stock-recrutement spatialisées
 - ➔ Tests sur effets contamination

Rouge : simulation

Noir : médiane ajustée

Bleu : enveloppe à 90%

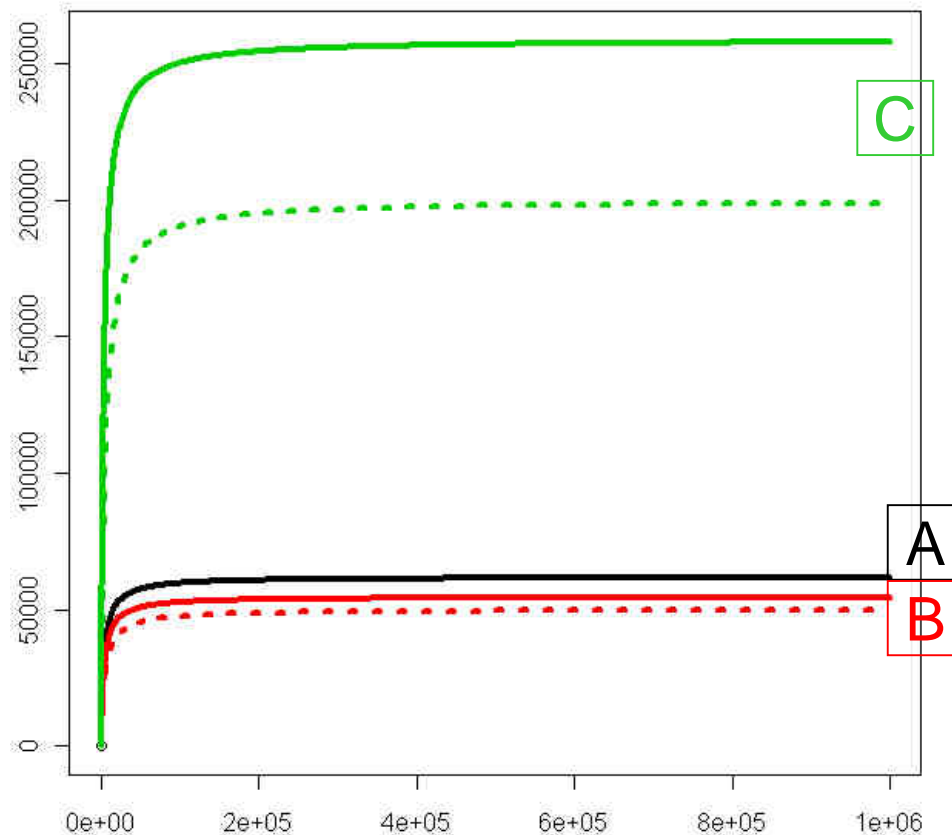


Avancement

- Population simulée
 - sur la base des soles du VIId du WG
 - 3 secteurs de nourricerie
 - Clé de répartition des larves constante
- Résultats préliminaires
 - Variations de la SSB
- ➔ Intérêt modèle spatialisé
 - ➔ Sortir les relations Stock-recrutement spatialisées
 - ➔ Tests sur effets contamination

Pointillé : simulation

Continu : médiane ajustée



Avancement

- Population simulée
 - sur la base des soles du VIId du WG
 - 3 secteurs de nourricerie
 - Clé de répartition des larves constante

- Résultats préliminaires
 - Variations de la SSB
 - Variations de la biomasse d'Age 0

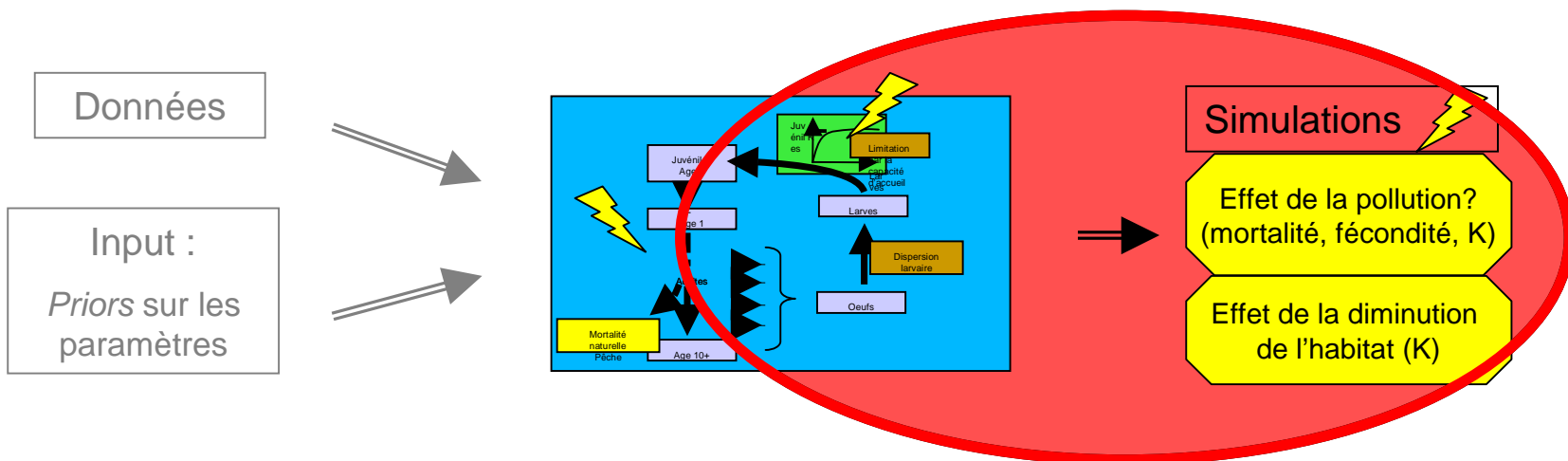
- ➔ Résultats prometteurs
 - ➔ Ajustement sur données incomplètes en bonne voie
 - ➔ Nécessité de travailler sur l'intégration de l'expertise (priors)
 - ➔ Dernières années mal ajustées : hyperprior sur F (shrinkage), Fterm fixé ?

Plan

- Modélisation à l'échelle de la population
 - Problématique
 - Modèle de population
 - Dispersion larvaire
 - Spatialisation
 - Avancement
- Perspectives

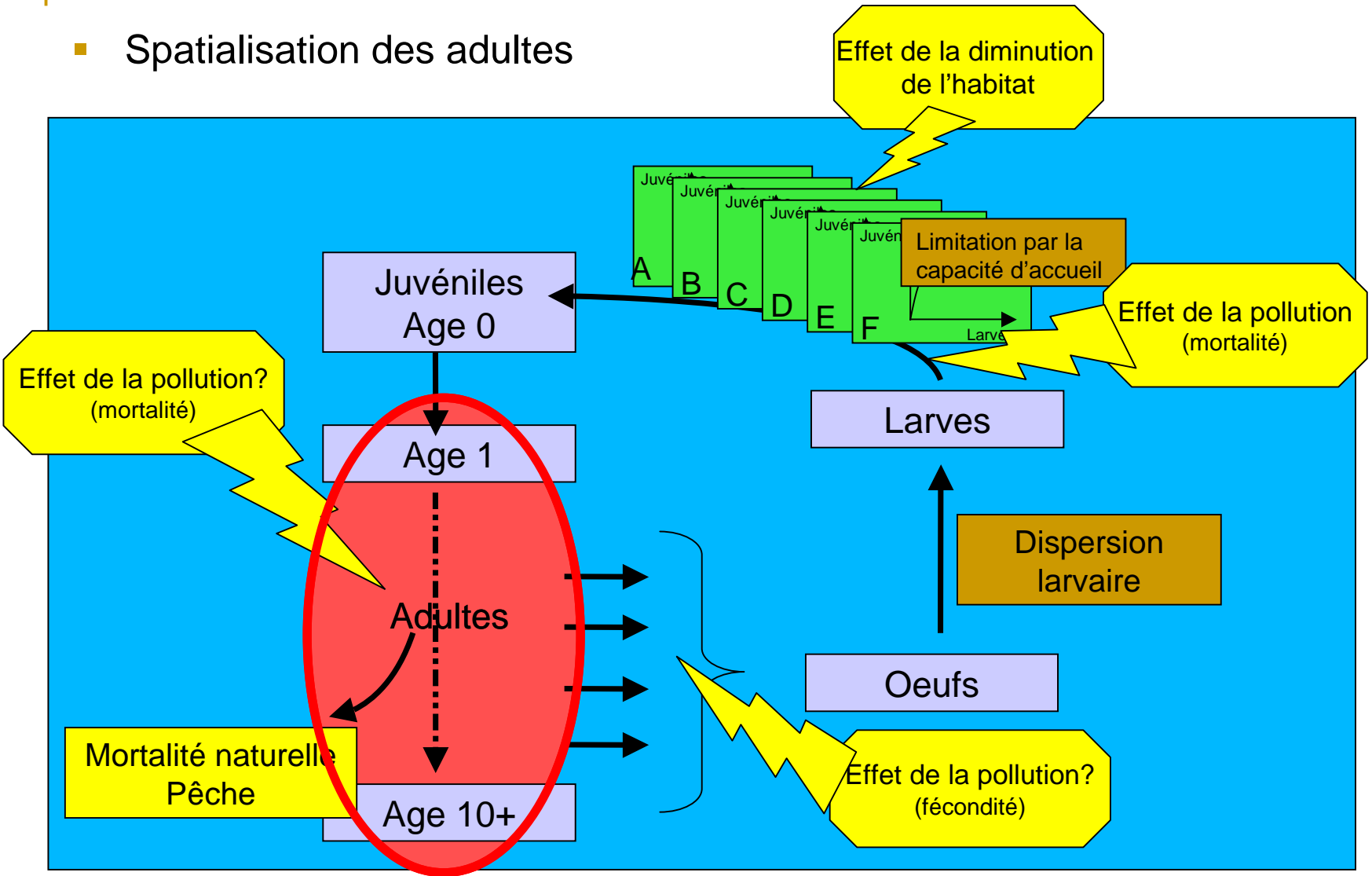
Perspectives

- 2 étapes
 - Modèle bayésien spatialisé sur les adultes
 - Simulations à partir des valeurs ajustées



Modèle de population

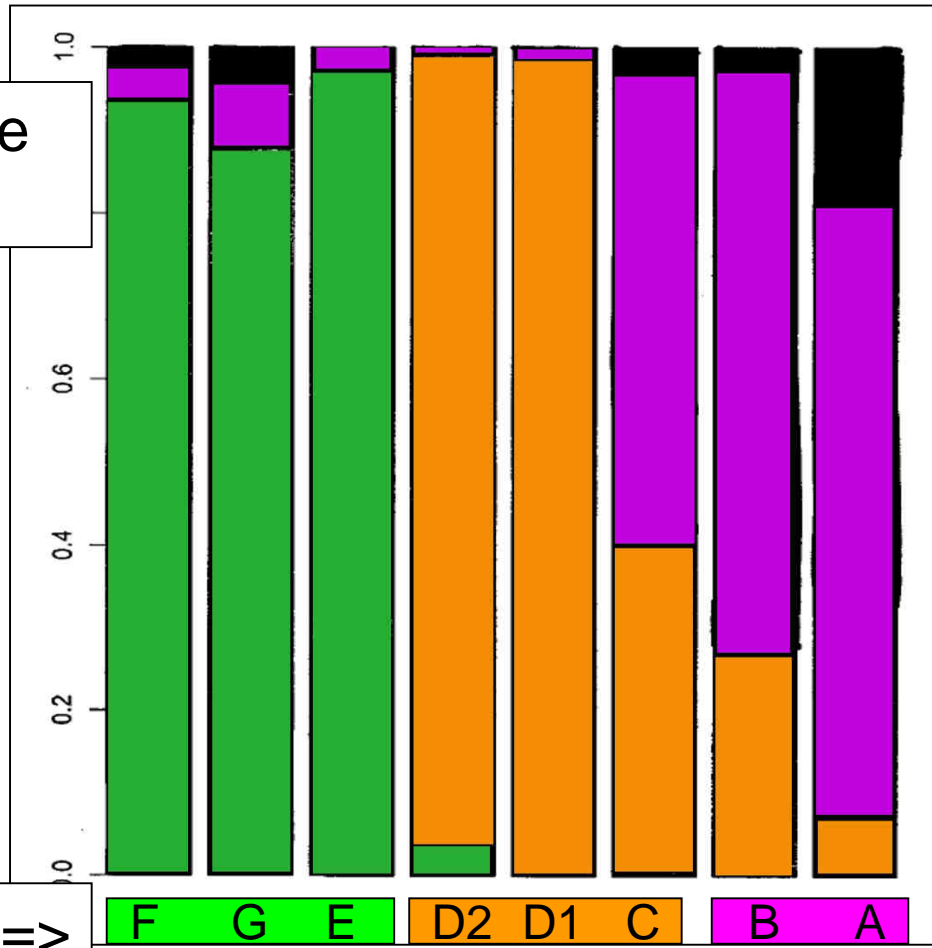
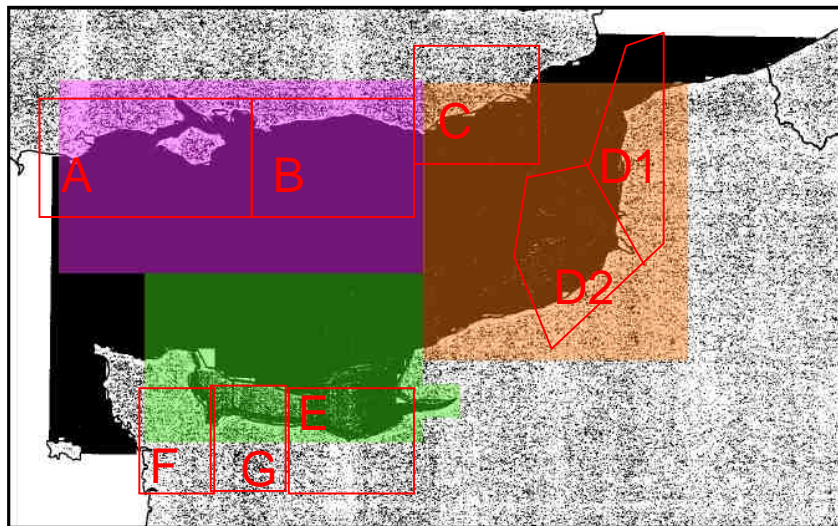
- Spatialisation des adultes



Perspective

- Spatialisation des adultes
 - Répartition départ / arrivée des larves
 - **Faible dispersion des adultes**

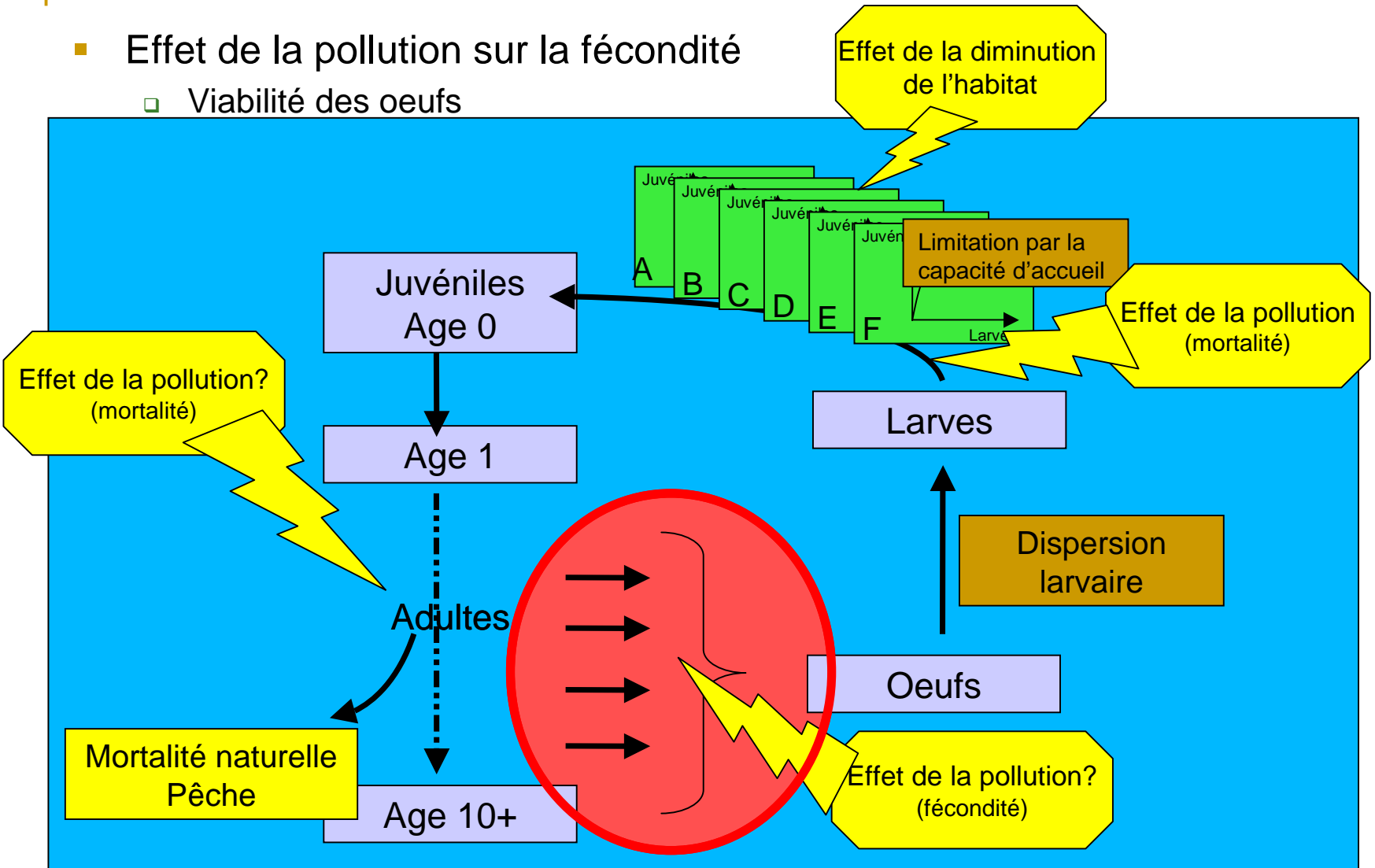
Couleur de la zone d'origine =>



Zone d'arrivée =>

Modèle de population

- Effet de la pollution sur la fécondité
 - Viabilité des oeufs

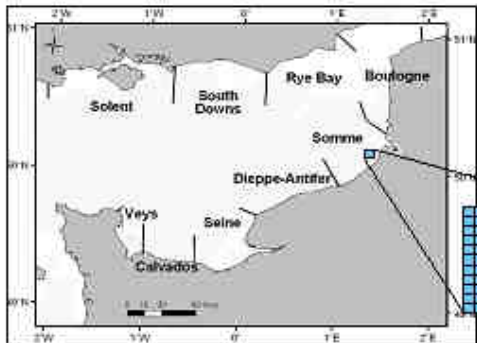
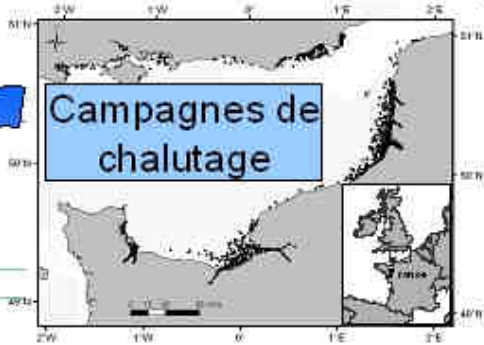
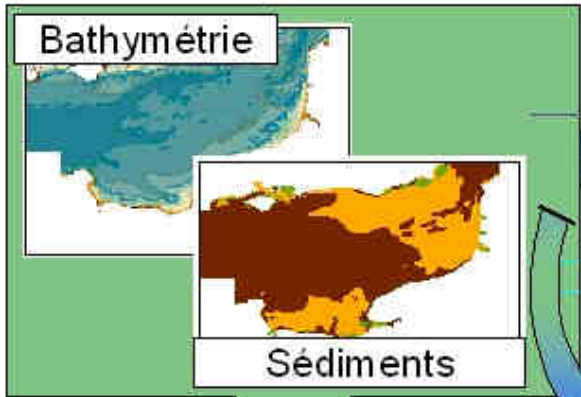


Merci de votre attention

Plan

Effet de la dégradation d'habitat

Couplage modèle statistique / SIG



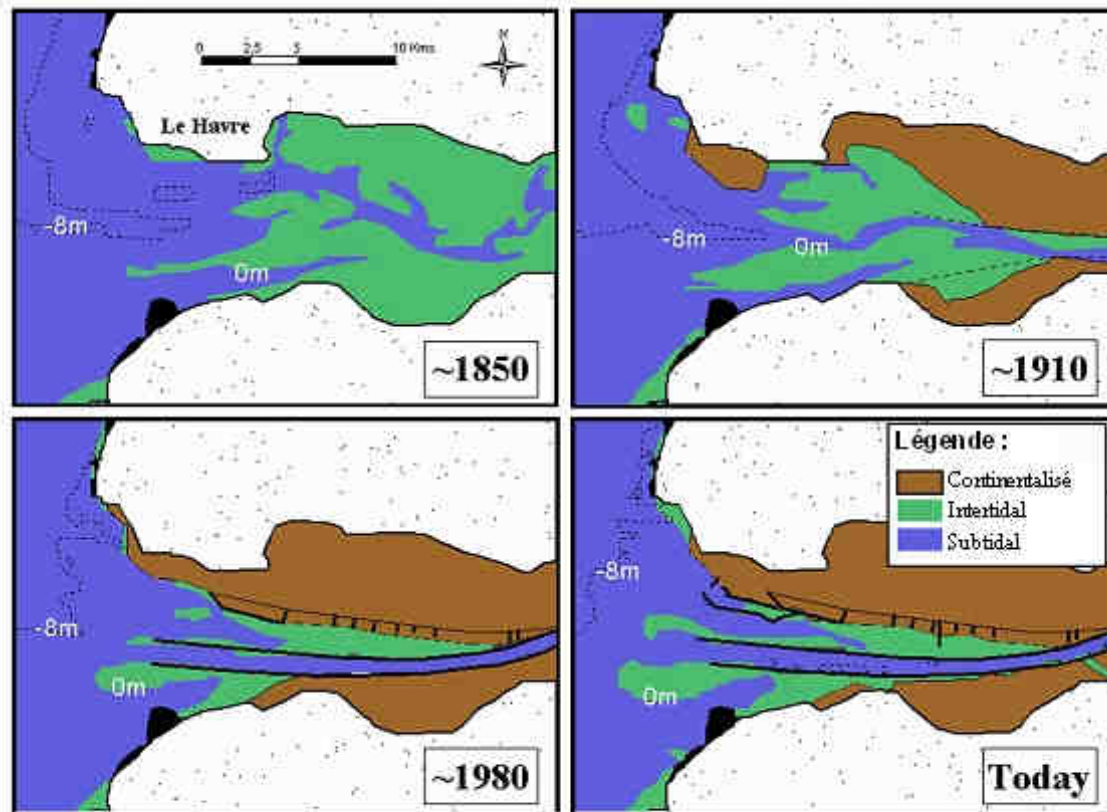
Modèle statistique :
Densités de juvéniles ~
Bathymétrie + Sédiment

Densité de juvéniles

Surface × Densité

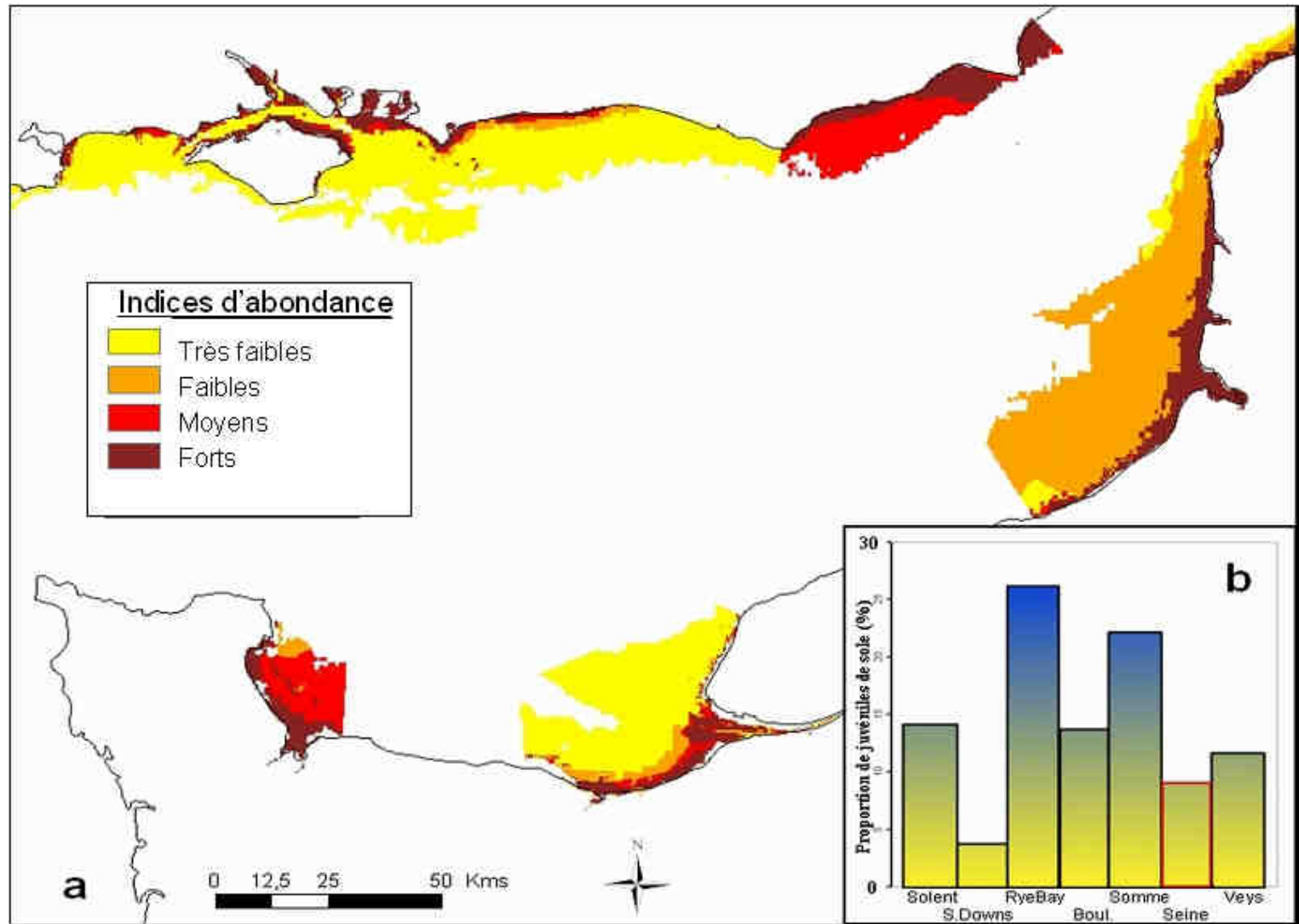
Cartes de nurseries
Nombre de poissons : Indices d'abondance
Contribution au stock de juvéniles

Effet de la dégradation d'habitat



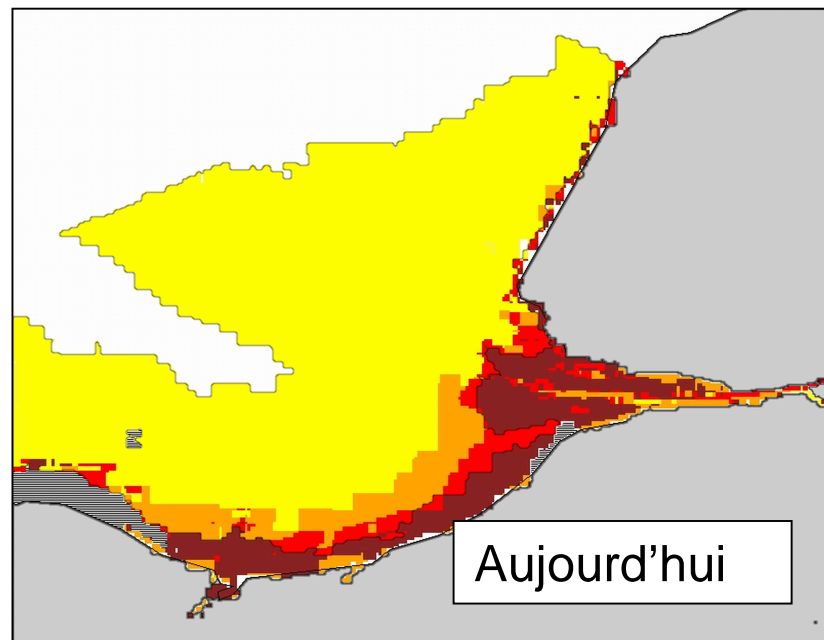
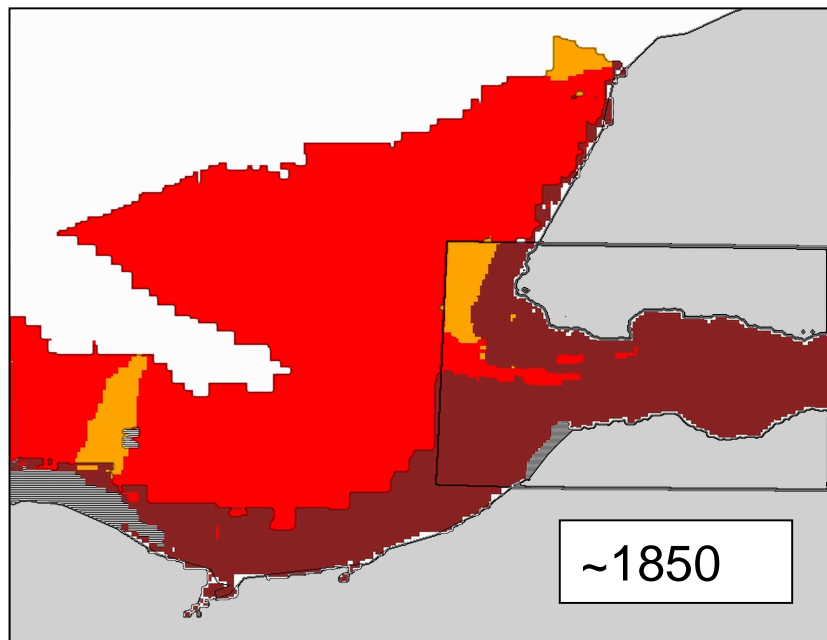
Évolution historique de la
morphologie de
l'estuaire de la Seine

Effet de la dégradation d'habitat



Effet de la dégradation d'habitat

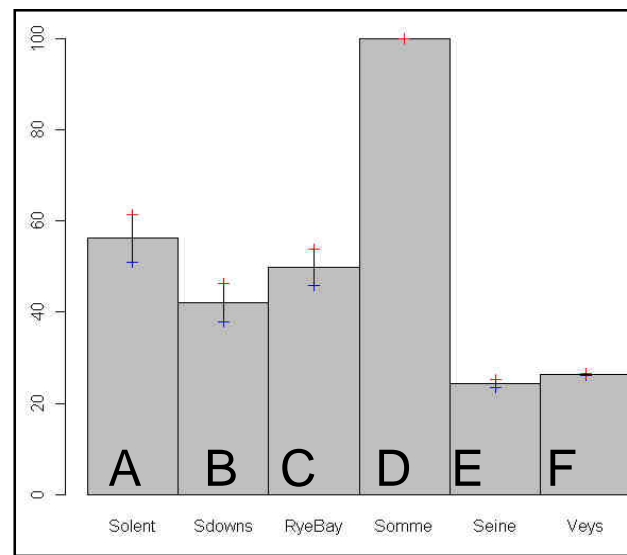
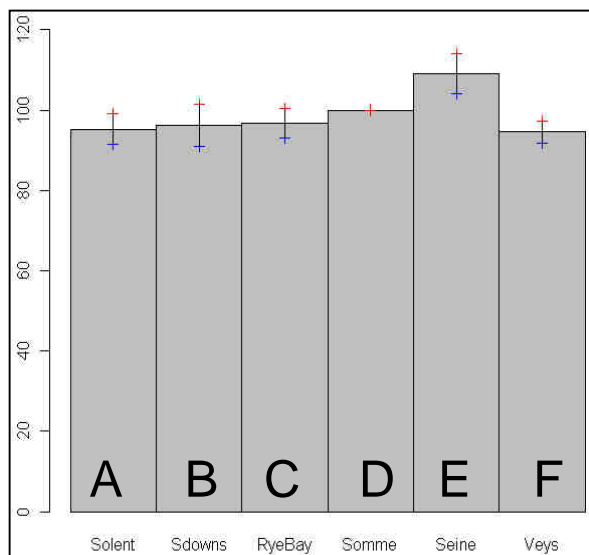
- La Seine de 1850 à aujourd'hui
 - Perte de juvéniles de 40% en estuaire intérieur de Seine
 - Dégradation d'habitat : perte de 25% de la population totale de juvéniles de sole en Manche Est entre 1850 et aujourd'hui.



Dispersion larvaire

- Importance de la distribution des œufs
- ➔ Spatialisation de la partie adulte du modèle de population
 - ➔ Répartition des géniteurs au moment de la ponte

Nombre de larves /
surface nourricerie



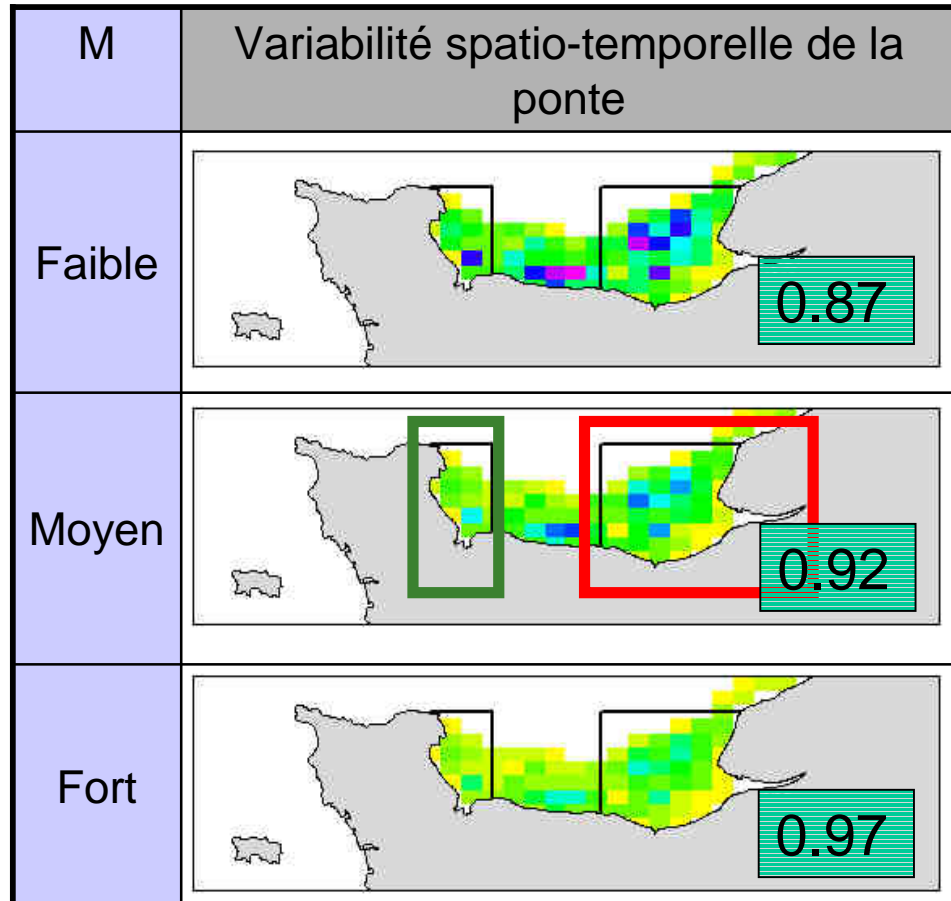
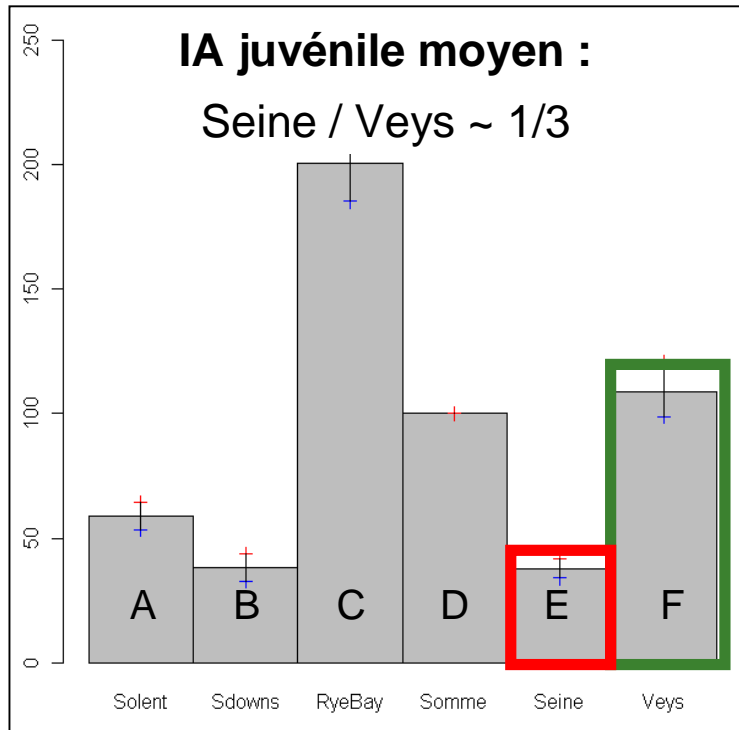
Variabilité : Temporelle

Temporelle et spatiale

Dispersion larvaire

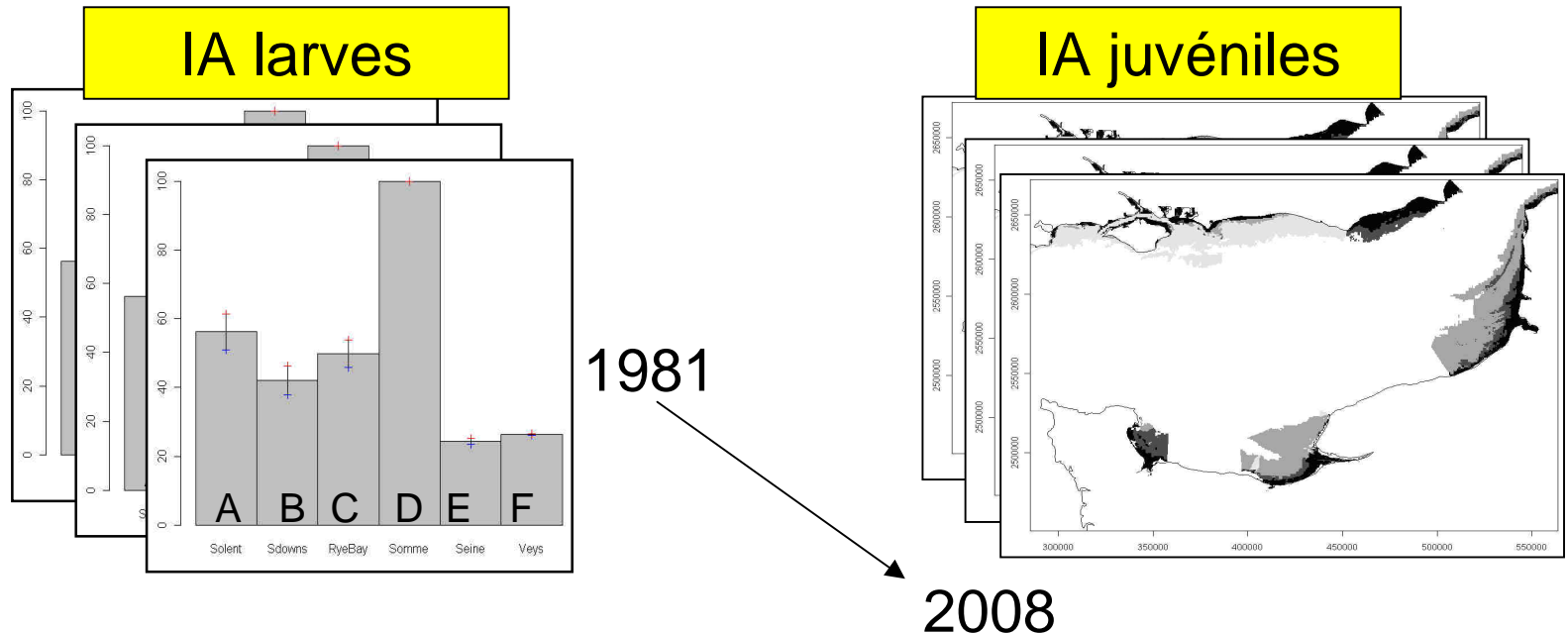
- Exemple de résultats (année 1981)
 - Pas de problème d'approvisionnement en Seine

Densités moyennes :
Seine / Veys



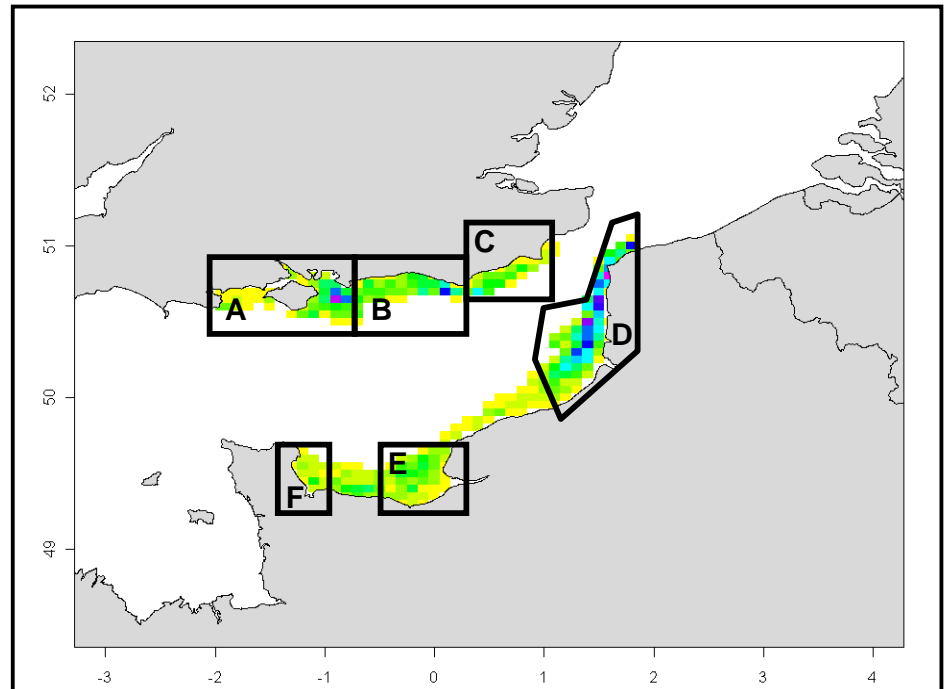
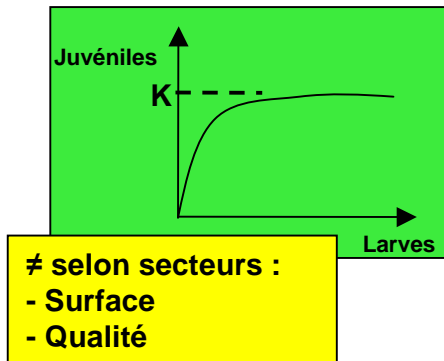
Dispersion larvaire

- Évaluation des IA de larves entre 1981 et 2008
- Comparaison série temporelle IA juvéniles
 - ➔ Validation de la pertinence des résultats du modèle hydro



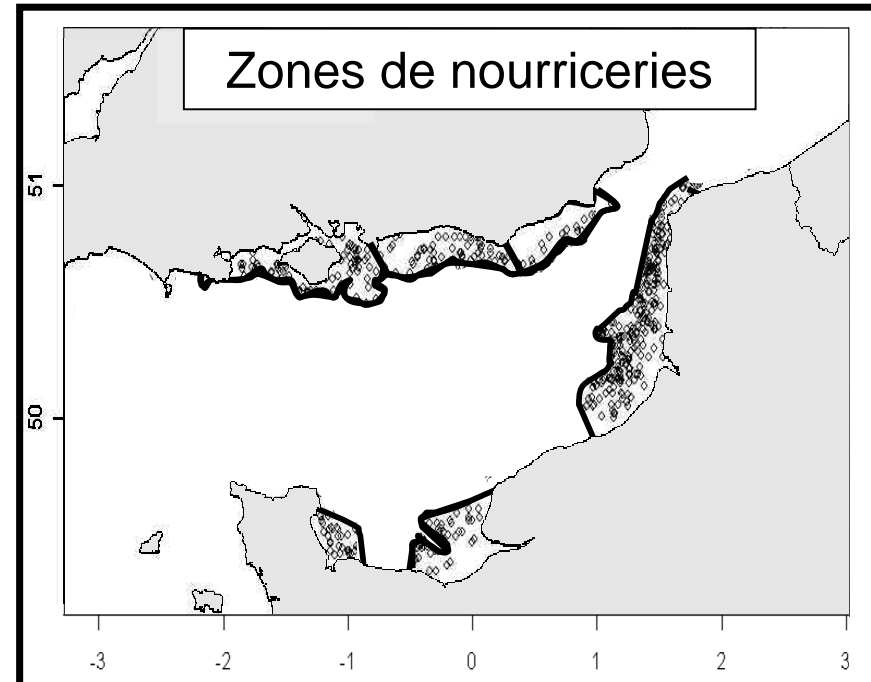
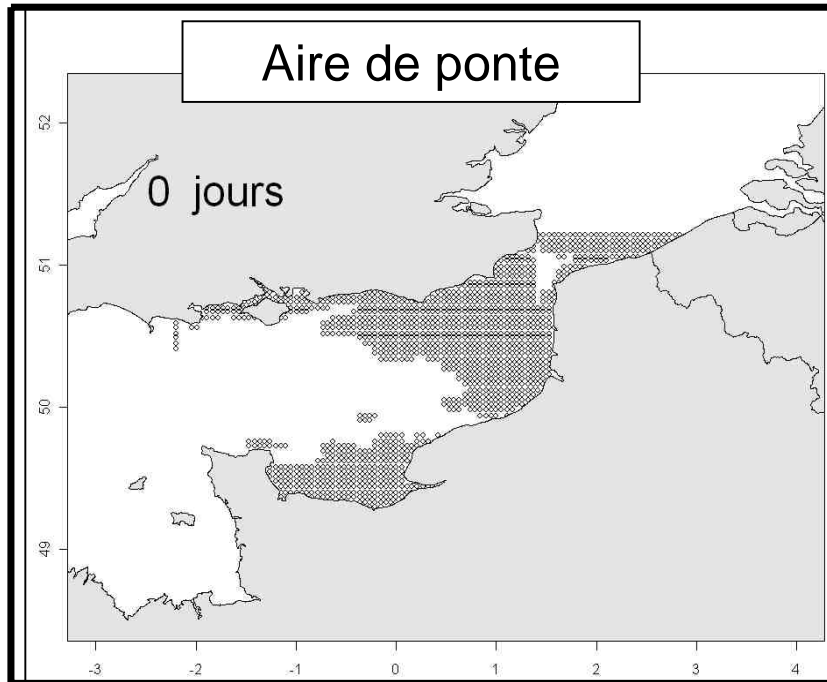
Dispersion larvaire

- Évaluation des IA de larves entre 1981 et 2008
- Comparaison série temporelle IA juvéniles
 - ➔ Validation de la pertinence des résultats du modèle hydro
 - ➔ Validation de l'approvisionnement de la Baie de Seine
 - ➔ Forme de la relation : Juvéniles ~ Larves
 - ➔ Une différente pour chaque secteur



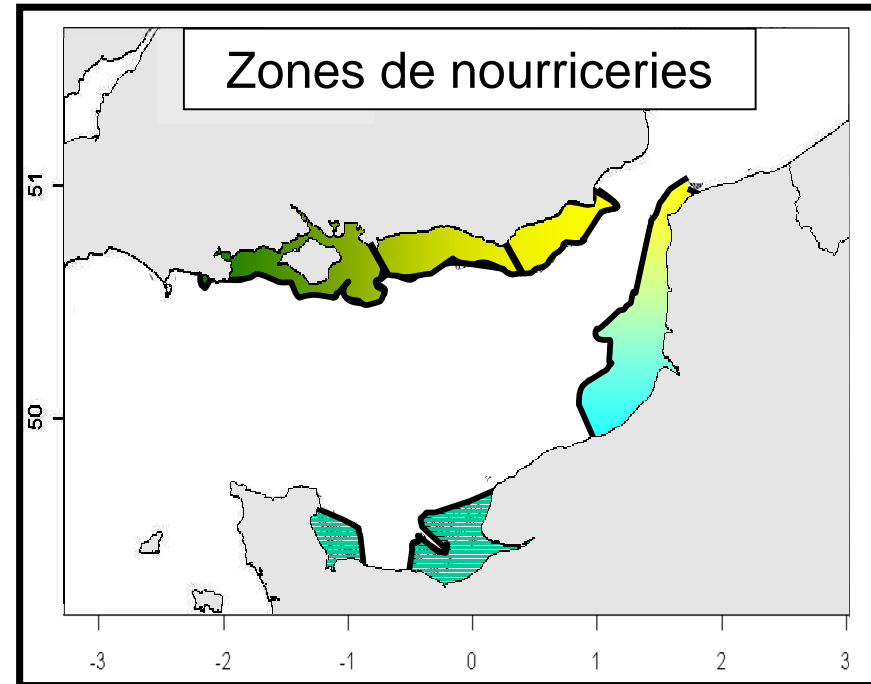
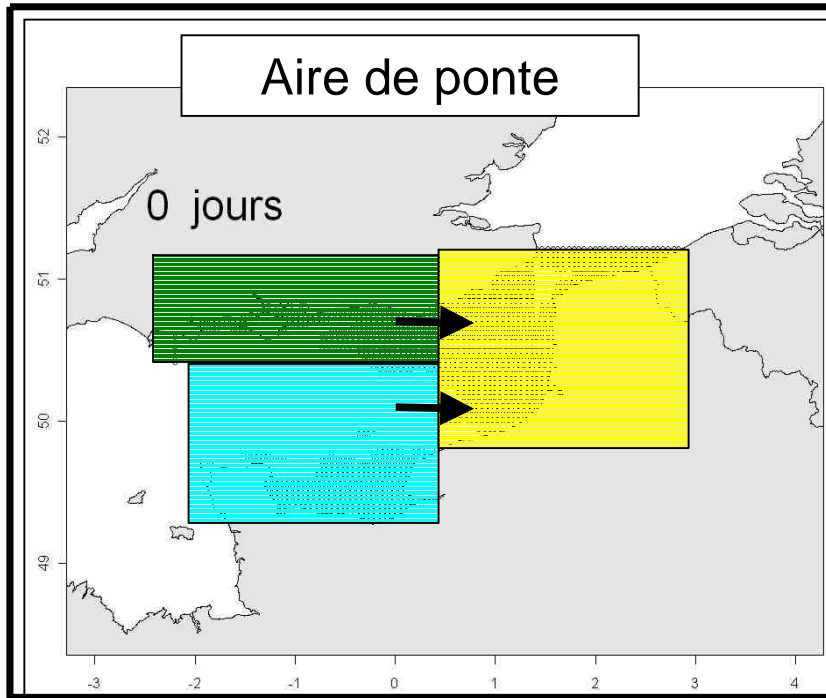
Spatialisation

- Spatialisation de la partie adulte?



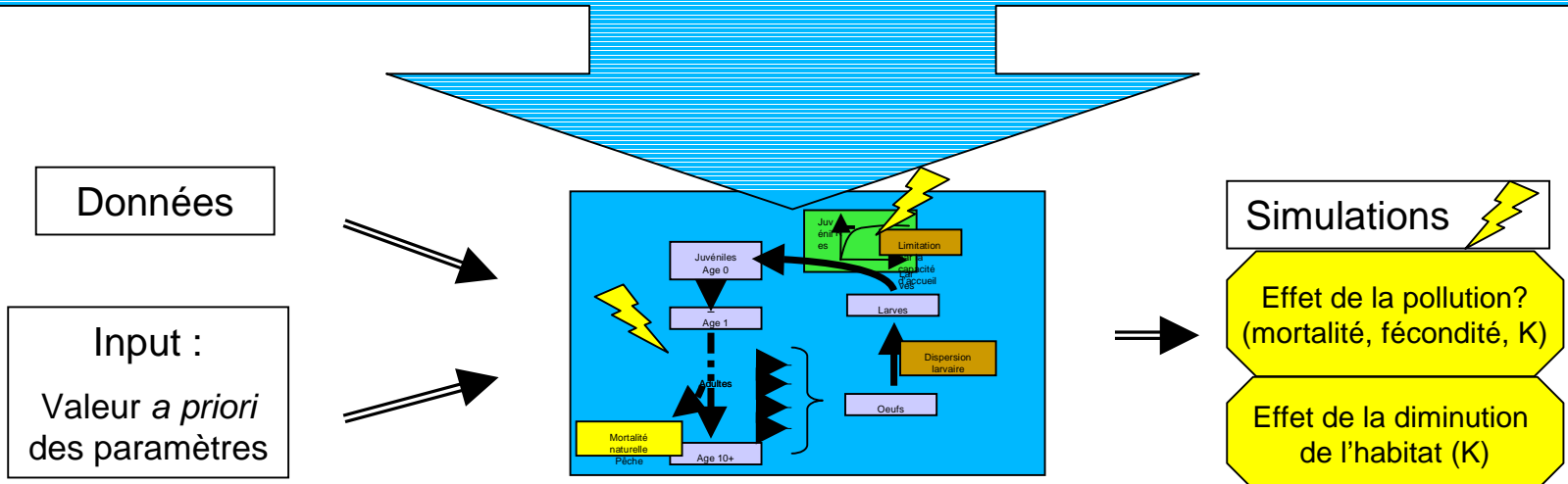
Spatialisation

- Spatialisation de la partie adulte?
 - ➔ 3 sous-modèles de population avec migrations
 - ➔ Sachant migrations adultes faibles



Approches possibles

- Ajustement des paramètres
 - Intégration des données
 - ➔ Quelle est la crédibilité des hypothèses relativement aux données
 - ➔ Comparaison de modèles en terme d'ajustement
- Analyse de sensibilité du modèle à sa structure
 - Pas de contraintes d'ajustement aux données
 - Nécessité de donner une valeur aux paramètres
 - Problème de validation par les données
 - ➔ Comment le modèle réagit à différentes hypothèses sur les paramètres?

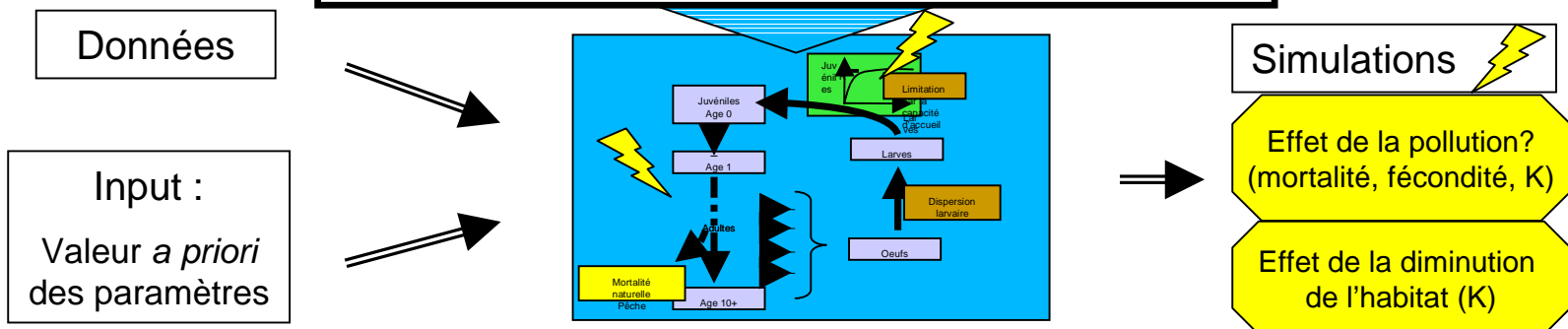


Approches possibles

- Ajustement des paramètres
 - Intégration des données
 - ➔ Quelle est la crédibilité des hypothèses relativement aux données
 - ➔ Comparaison de modèles en terme d'ajustement
- Analyse de sensibilité des paramètres
 - Pas de contraintes d'ajustement aux données
 - Nécessité de donner une valeur aux paramètres
 - Problème de validation par les données
 - ➔ Comment le modèle réagit à différentes hypothèses sur les paramètres?

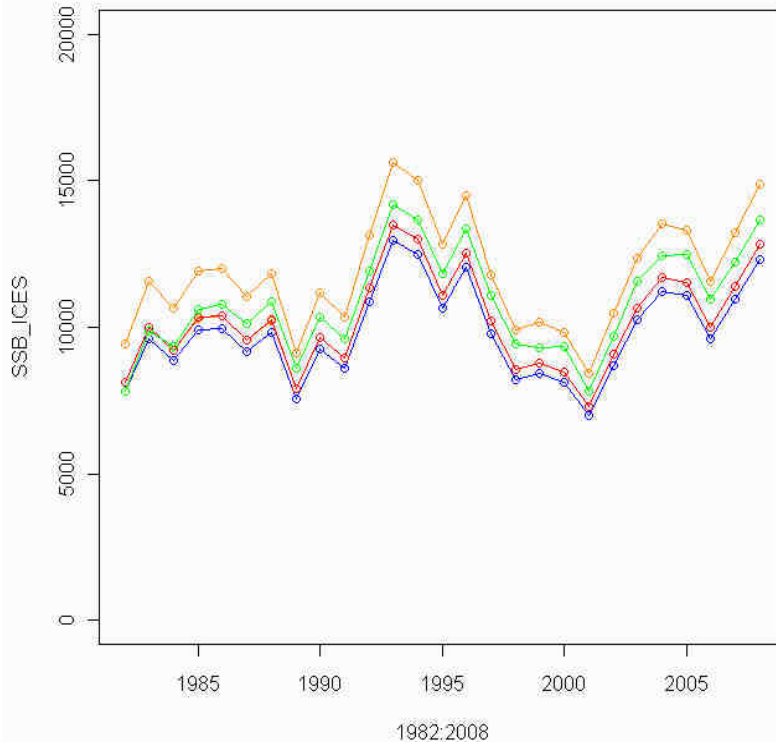
Déterminé selon :

➔ Difficulté à réaliser l'ajustement



Avancement

- Simulations hors spatialisation
 - Perte d'habitat
 - Diminution de la pêche



Comparaison des SSB moyennes sur les 5 dernières années :
HabitatGain ~ estimation 1850 (modèle d'habitat)

"HabitatGain: 0 //multiF: 1 // meanSSB: 10899.02" (**bleu**), **REF = 1**
"HabitatGain: **0.04** //multiF: 1 //meanSSB: 11352.3" (**rouge**), **+0.04**
"HabitatGain: **0.2** //multiF: 1 //meanSSB: 13132.47" (**orange**), **+0.20**
"HabitatGain: 0 //multiF: **0.9** //meanSSB: 12214.91" (**vert**), **+0.12**

Hors cadre

"HabitatGain: 0 //multiF: **0** //meanSSB: 62315.78", **+5.72**
"HabitatGain: **0.2** //multiF: **0** //meanSSB: 75079.25", **+6.89**