

Exemple de simulation de pêche avec ISIS-Fish 3.1.3

*Par PREUSS Bastien et ROCKLIN Delphine, Ifremer Brest, STH.
Décembre 2008.*

Afin de prendre en main le logiciel ISIS-Fish, et comprendre l'importance et le fonctionnement de chaque paramètre, nous avons mis en scène une pêche imaginaire. L'objectif était de modéliser la dynamique de population d'une espèce de poisson ciblée par 2 métiers : le filet et la palangre.

Le dossier correspondant est « Test param.zip ».

La population cible

Notre espèce est un poisson d'une taille moyenne de 25/30 cm. Il est ciblé par la pêche à partir d'une taille de 10 cm et atteint un maximum de 40 cm. Cette espèce est inféodée à une zone de vie assez large sur la côte ouest de Sumatra, jusqu'à la limite nord de la côte (Znon_repro). Par contre, lors de la période de reproduction, en juin et juillet, les individus ayant des tailles supérieures à 20 cm vont se reproduire dans une zone située plus au nord (Zrepro), zone qui a 5 mailles en commun avec la zone de vie.

La population est structurée en 3 classes de taille. Les individus de la classe 0 sont trop jeunes pour se reproduire et on estime que 70% des individus de la classe 1 et 80% des individus de la classe 2 se reproduisent. Les reproducteurs partent début juin de la zone de vie vers la zone de reproduction. La totalité des individus des classes 1 et 2 reviennent dans la zone de vie à la fin de la saison de reproduction.

Les recrutements se font selon une relation stock-œufs. Les facteurs entrant en compte dans cette relation sont : les groupes considérés, les zones (même si dans notre cas il n'y en a qu'une), le nombre d'individus dans chaque groupe, le poids moyen de ces individus, le taux de reproduction des individus de chaque groupe et la proportion de reproducteurs.

L'équation de reproduction est donc la suivante :

```
double tot=0 ;
for (Zone zr : zoneRepro) {
  tot = 0 ;

  for (PopulationGroup gr : groups) {

    tot += N.getValue(gr, zr) * gr.getMeanWeight() * gr.getReproductionRate() * prepro ;
  }
  result.setValue(zr,tot) ;
}
return 0 ;
```

La pêche

Notre zone d'étude se situe dans le nord de l'île de Sumatra. Il n'y a qu'un port, et la flottille se compose de 30 petits bateaux de 7m de longueur en moyenne. L'équipage se limite à 2 pêcheurs, ayant un salaire fixe de 200€/mois et qui se partagent les gains restants selon 70% pour le patron pêcheur et 30% pour le matelot.

Deux métiers sont exercés par les pêcheurs de ce port : la pêche à la palangre et la pêche au filet, ciblant tous les deux l'espèce considérée.

Le filet est généralement plus utilisé que la palangre, sauf au mois de juin, premier mois de la période de reproduction, où la palangre devient l'engin le plus pratiqué. Avant même d'instaurer une règle de gestion, les pêcheurs se limitent eux-mêmes à ne pêcher qu'un mois sur 2 pendant la période de reproduction (juin-juillet).

Les paramètres du modèle

La zone

La zone considérée est limitée ainsi :

Latitude min : 0.0

Lat. max : 8.0

Longitude min : 93.0

Long max : 99.0

La résolution spatiale de la maille est de 0.5 de latitude et longitude.

2 zones ont été créées :

Znon_repro1 : zone de vie de l'espèce. Elle comprend toute la zone située à l'ouest de l'île de Sumatra, jusqu'à la limite nord des terres.

Z_repro1 : zone de reproduction de l'espèce. Elle se situe au nord de la zone de vie de l'espèce.

Le seul port créé est situé sur la pointe nord-ouest de l'île.

L'espèce

La population de cette espèce est structurée en taille, selon 3 groupes : 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm.

La croissance des individus suit une loi de Von Bertalanffy avec :

$L_{inf} = 100.0;$

$K = 0.0010;$

$T_0 = -1.0;$

$(L_{inf} * (1.0 - \text{Math.exp}((-K * ((\text{age} - T_0) * 12.0))))$

Les caractéristiques de chaque groupe sont les suivantes :

Groupe 0 (10-20 cm) :

Poids principal : 0,05 kg

Prix : 10€ / kg

Taux de mortalité naturelle : 3 (dans les 2 zones)

Taux de reproduction : 0

Groupe 1 (10-20 cm) :

Poids principal : 0,3 kg

Prix : 10€ / kg

Taux de mortalité naturelle : 0,5 (dans les 2 zones)

Taux de reproduction : 5 000 œufs par kg de poisson

Groupe 2 (10-20 cm) :

Poids principal : 0,7 kg

Prix : 10€ / kg

Taux de mortalité naturelle : 0,5 (dans les 2 zones)

Taux de reproduction : 5 000 œufs par kg de poisson

Seulement 0,1% des œufs émis seront disponibles dans les zones de recrutement (correspondance entre les zones d'apparition et les zones de recrutement).

De janvier à mai, les poissons sont dans la zone de vie. Les changements de groupes de taille sont non spatialisés, et 10% des individus passent chaque mois d'un groupe de taille considéré au groupe de taille supérieur.

Au cours de la période de reproduction, en juin et juillet, la moitié des individus voient leur taille augmenter, leur permettant de passer dans la classe de taille supérieure.

De plus, durant cette période, 30% des individus matures se reproduisent effectivement en juin, et les 70% restants en juillet.

Enfin, l'espèce retrouve sa zone de vie d'août à décembre. Comme précédemment, seuls 10% des individus passent dans la classe de taille supérieure chaque mois

Concernant la capturabilité de chaque groupe de taille : les individus du groupe 0, de petite taille, sont moins capturables que les autres individus. De plus, l'espèce est plus capturable lors de la saison de reproduction que le reste de l'année.

La capturabilité du groupe 0 a été estimée à $5e-06$ toute l'année. Pour les groupes 1 et 2, elle est de $1e-04$ pendant la période de reproduction et de $5e-05$ le reste de l'année.

Le nombre de mois estimés entre la reproduction et le recrutement est de 10. Le recrutement s'étale sur 3 mois, considérant que 20% des individus recrutent le premier mois, 60% le deuxième et les 20% restants le dernier mois.

Les migrations sont inexistantes de janvier à mai.

En juin, 70% des individus de la classe 1 et 80% des individus de la classe 2 migrent de la zone de vie vers la zone de reproduction. En août, 100% des individus des deux classes considérées retournent vers la zone de vie.

Le facteur de sélectivité des deux engins, filet et palangre, est de 0,7.

Toute l'année, sauf en juin, l'espèce considérée est la principale capturée par le filet. En juin, elle est surtout ciblée par la pêche à la palangre.

Les journées de pêche durent 12h et le temps minimal entre 2 voyages est de 12 heures (mais paramètre non pris en compte dans les équations).

Les navires sont des plates de 7m de long, naviguant à une vitesse très rapide (valeur irréaliste dans le modèle pour contrer certains soucis de modélisation). La durée maximale d'un trajet est de 4h et ne peuvent pas dépasser une distance de 60 miles du bord de côte et le coût du trajet en fuel est estimé à 50€. Le type de marée considéré est la journée.

Une trentaine de plates évoluent dans la zone de pêche. Les coûts fixes annuels sont estimés à 8000€.

Les caractéristiques d'efforts de chaque métier sont les suivantes :

Fileyeur : il pratique 2 opérations de pêche par jour, durant chacune 2h, et 2 engins sont calés par opération.

Le coût unitaire de la pêche est de 100€ et le salaire fixe de chacun des marins est de 200 €. Le coût d'alimentation de l'équipage est de 10€ par jour, et le marin reçoit 30% de la part équipage.

Les coûts de réparation du matériel sont estimés à 10€ par jour et ceux de débarquement à 3€. Il n'y a pas de frais supplémentaires.

Palangre : les caractéristiques sont les mêmes que pour les fileyeurs, sauf le coût unitaire de la pêche, qui est plus faible, estimé à 80€ de même que le coût de réparation des engins, estimé ici à 5 € par jour.

Enfin, 100% des navires suivent la même stratégie de pêche.

Tous les mois de l'année, les pêcheurs ont 3 jours minimum d'inactivité, sauf en juillet, où ils ont 15 jours de congés.

De janvier à mai puis de août à décembre, les bateaux passent 70% de leurs temps à pratiquer la pêche au filet et 30% du temps restant à la palangre.

En juin, la pêche à la palangre est prépondérante. 80% du temps des pêcheurs est dédié à cette pêche, et ne calent des filets que dans 20% de leur temps. En juillet, on observe un comportement inverse (80% de filet et 20% de palangre).

Simulation - Résultats

On considère qu'il y a 200 000 individus dans chaque groupe. On simule la dynamique de la population de l'espèce sur 20 ans.

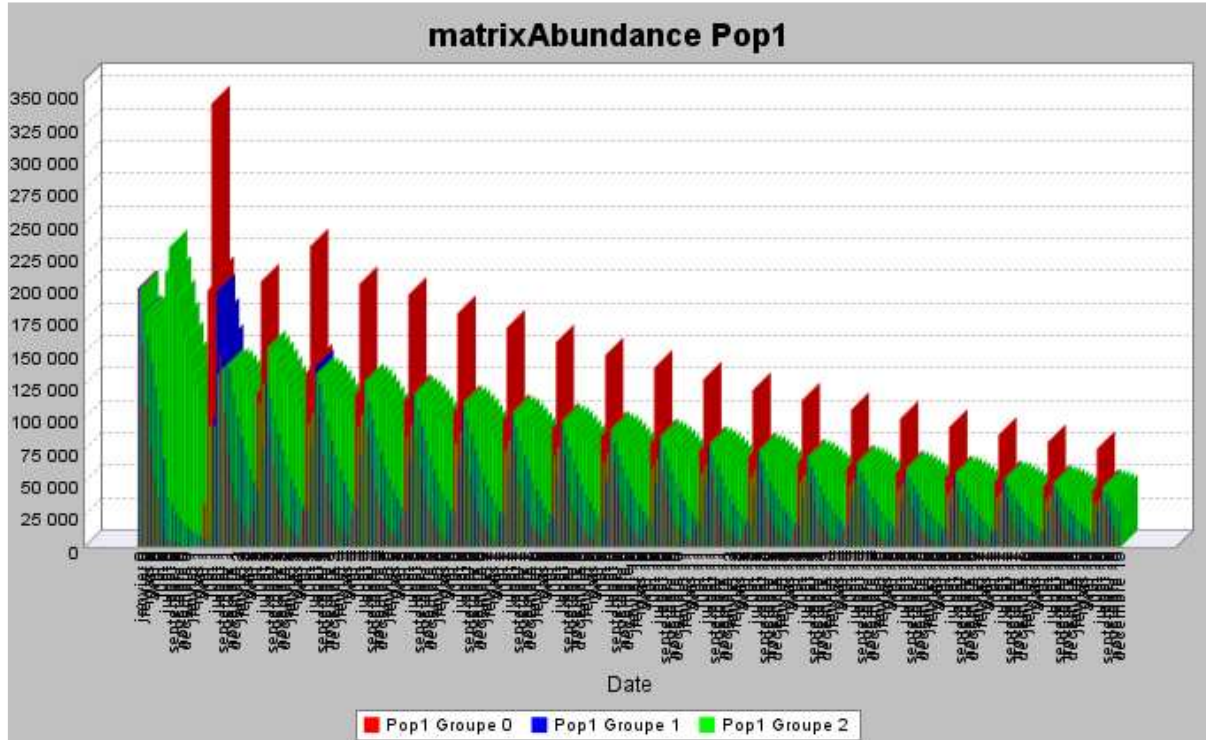


Figure 1 : Simulation de l'abondance des 3 groupes de taille de l'espèce considérée dans l'état actuel des activités de pêche, sans réglementation, sur 20 ans.

Les abondances des 3 groupes de taille de l'espèce diminuent fortement au cours du temps, passant par exemple pour les plus gros individus (groupe 2) de 200 000 individus au début de l'analyse, à moins de 50 000 individus 20 ans plus tard (Fig. 1).

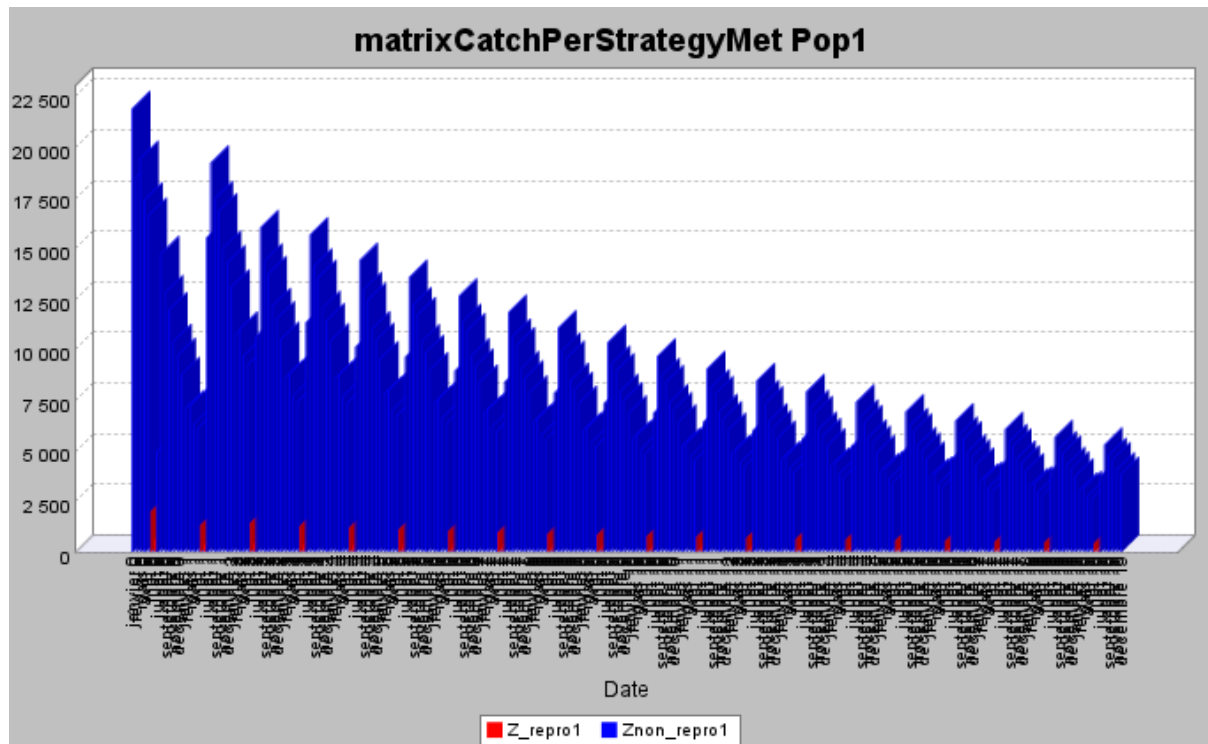


Figure 2: Simulation des captures des fileyeurs dans l'état initial des activités de pêche, sans réglementation, sur 20 ans.

De la même manière, les captures des fileyeurs diminuent également rapidement au cours de la simulation sur 20 ans, passant de plus de 20 000 individus capturés en début de la première année, à environ 5 000 individus (Fig. 2).

Différentes mesures de gestion peuvent alors être simulées afin de limiter le déclin de la population de l'espèce considérée et maintenir la population voire la faire accroître.

Logiquement, nous pouvons tester la fermeture de la pêche lors de la période de reproduction (juin et juillet), aussi bien pour le filet que pour la palangre.

Nous obtenons les abondances et captures suivantes (Fig. 3 et 4), pour une simulation sur 20 ans.

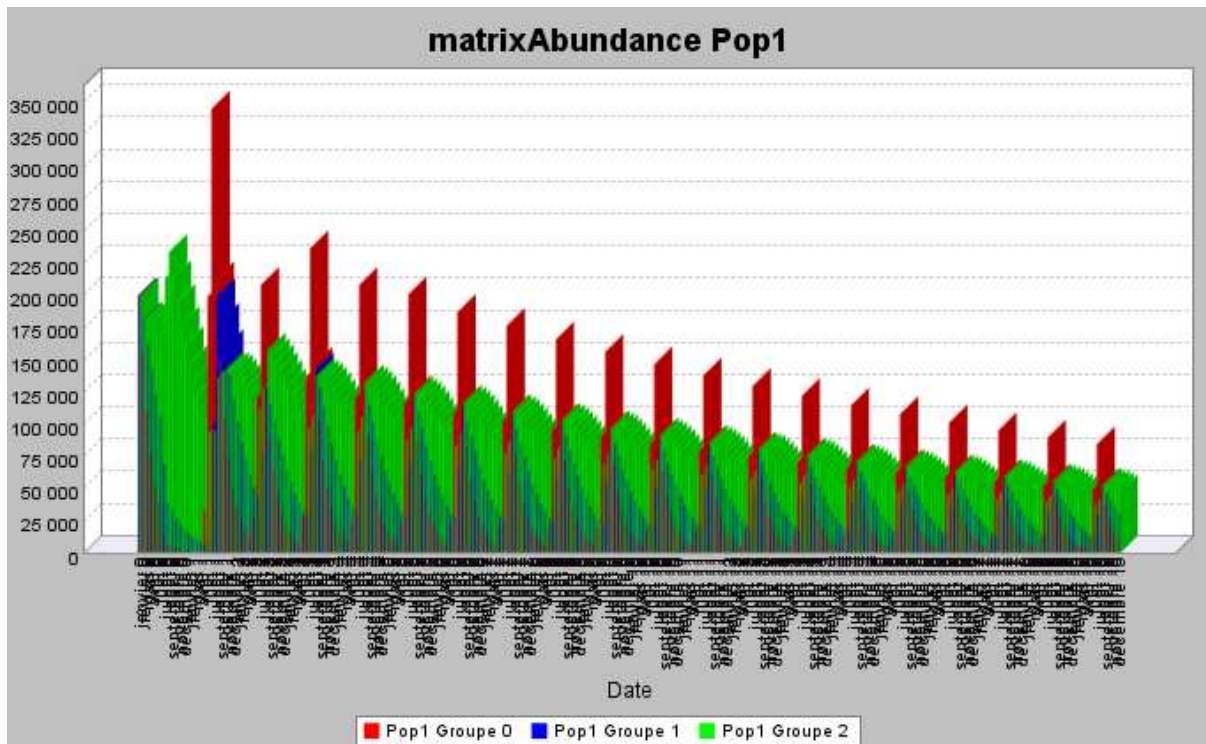


Figure 3 : Evolution des abondances de l'espèce considérée au cours d'une simulation sur 20 ans, avec une fermeture de la pêche lors de la saison de reproduction (juin et juillet).

Il semble alors que ce type de réglementation ne permet pas de maintenir la population de l'espèce considérée, ni même de faire augmenter ses abondances. La fermeture de la pêche pendant la période de reproduction ne semble pas efficace (Fig. 3).

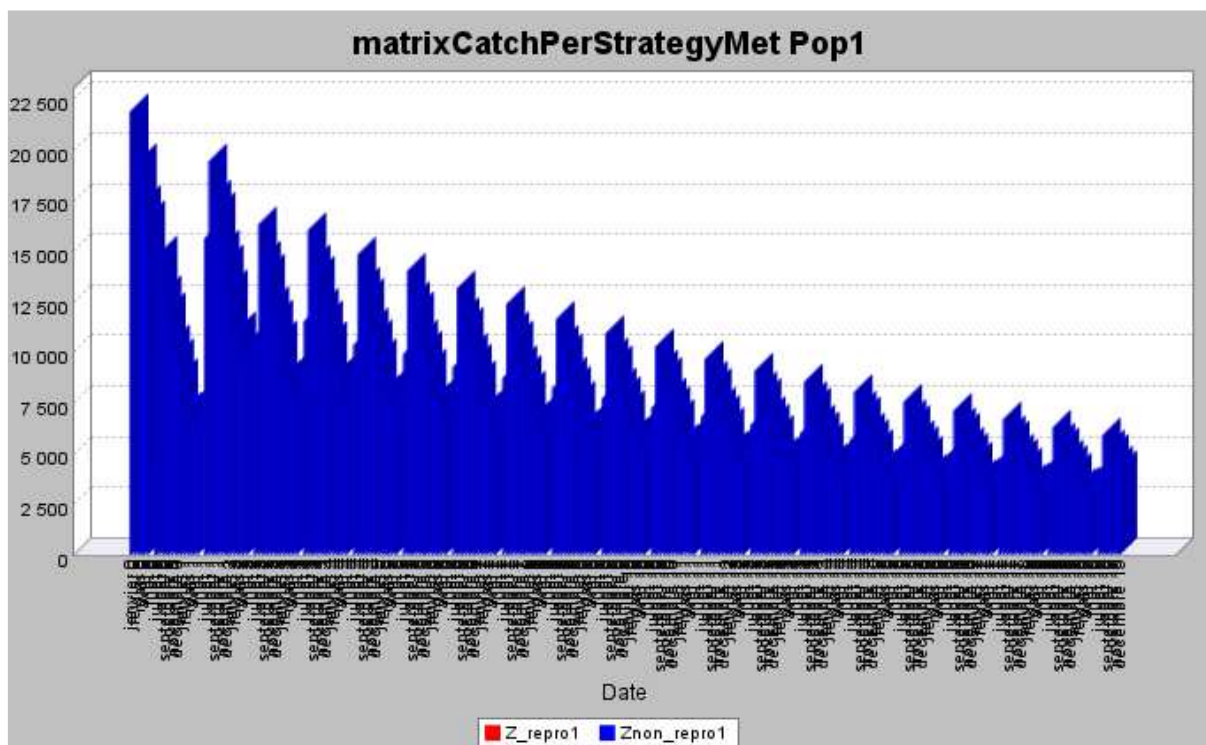


Figure 4 : Evolution des captures des fileyeurs au cours d'une simulation sur 20 ans, en considérant une fermeture de la pêche lors de la période de reproduction (juin et juillet).

De même, cette fermeture n'offre aucun avantage aux fileyeurs, leurs captures diminuant d'années en années (Fig. 4).

Après avoir testé plusieurs types de mesures de gestion, nous remarquons que l'interdiction de la pêche au filet pendant 3 mois de l'année (octobre à décembre) dans la zone de vie, permet de faire augmenter l'abondance de l'espèce (Fig. 5).

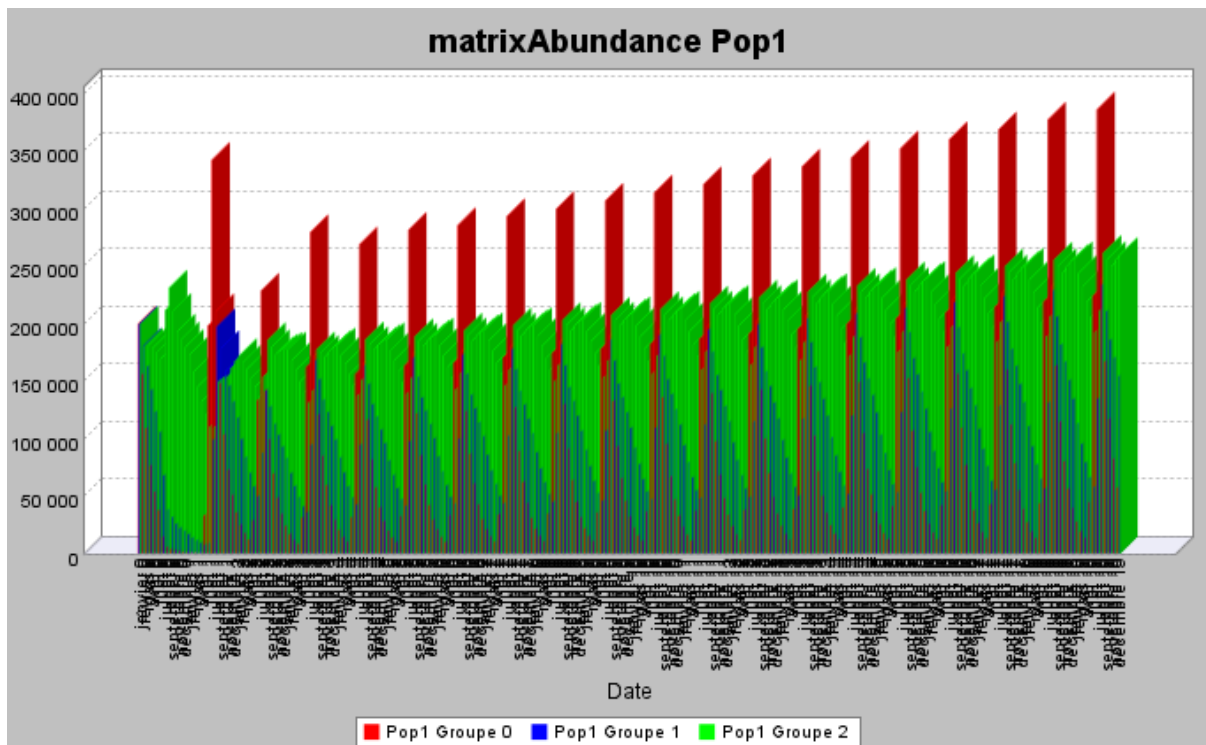


Figure 5 : Evolution des abondances des 3 groupes de taille de l'espèce considérée sur 20 ans après fermeture de la pêche au filet en octobre-novembre et décembre.

On observe également que les captures des fileyeurs, après une diminution importante la deuxième année de pêche, augmentent finalement par la suite, avec un minimum de 17 500 individus au début de chaque année, ce qui est nettement supérieur aux captures observées dans le cas d'une absence de mesure de gestion (Fig. 6).

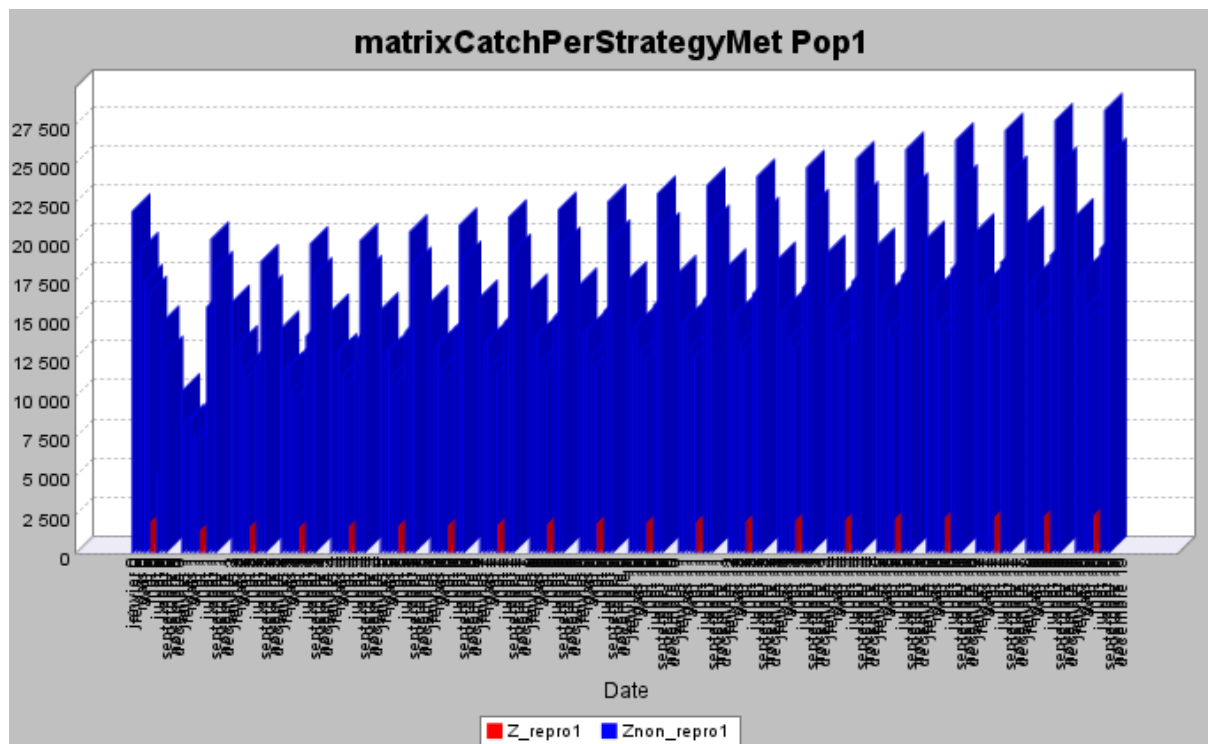


Figure 6 : Evolution des captures des fileyeurs après fermeture de la pêche au filet de octobre à décembre (simulation sur 20 ans).

Parmi les différentes mesures de gestion testées, celle qui pourrait sembler la plus logique, à savoir protéger les individus lors des périodes de reproduction, n'est pas celle qui permet de restaurer la population surexploitée. Par contre une fermeture partielle de la pêche au filet pendant 3 mois de l'année permet d'obtenir une augmentation des abondances et des captures.

Par contre, il est important de souligner qu'ici, nous n'avons pas tenu compte de l'impact pécuniaire d'une telle réglementation. Nous avons uniquement créé un modèle imaginaire simple permettant de mettre en évidence l'importance de certains paramètres, et le fonctionnement général d'ISIS-Fish.