

Exemple de processus de décision markovien

Espèce en voie de disparition

Walter Abeles

Université de Montréal

2022 / 11 / 17



Contexte du problème

Autrefois présent dans toute la péninsule et jusque dans le Nord-Est des États-Unis, le caribou montagnard est aujourd'hui confiné dans le parc national de la Gaspésie.

Un organisme de protection des animaux souhaite établir une stratégie pour préserver cette espèce, pour cela elle fait appelle à notre compagnie.

Modélisation du problème

Nous pouvons modéliser le problème comme un processus de décision markovien séquentiel. Les états et actions possibles sont les suivant :

Etats

- Etat d'augmentation de l'espèce
- Etat stable
- Etat de déclin de l'espèce

Actions

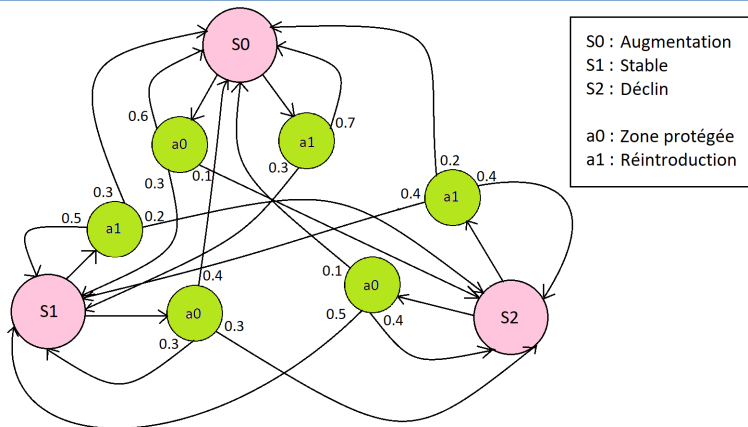
- Instauration d'une zone protégée
- Réintroduction de spécimens

Problème stochastique

Il s'agit d'un problème stochastique car les facteurs déterminants l'évolution d'une espèce sont nombreux (alimentation, environnement, climat, etc...). Nous sommes donc dans l'obligation de prendre en compte l'aspect incertain des transitions d'un état à un autre.

La reproduction et la mortalité des individus est aussi incertaines, néanmoins pour simplifier le problème nous choisissons d'implémenter des "récompences" fixes à chaque étapes pour cet exemple.

Modélisation du problème



Ces probabilités ont été choisies de manière arbitraires (en réalité elles devraient se baser sur les résultats obtenues en étudiant l'espèce depuis des années)

Données du problème

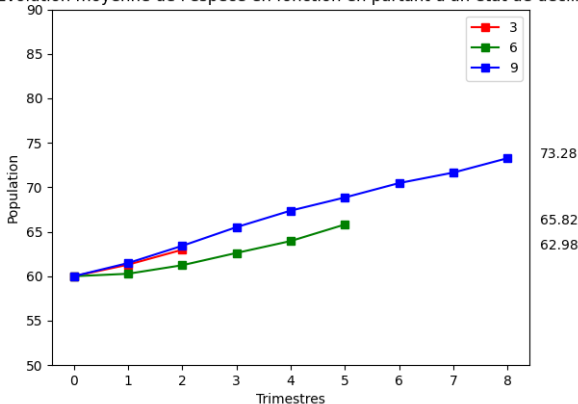
- Etats = $\{0 : \text{"Augmentation"}, 1 : \text{"Stable"}, 2 : \text{"Déclin"}\}$
- Actions = $\{0 : \text{"Zones protégées"}, 1 : \text{"Réintroduction de spécimens"}\}$
- Matrice de transitions pour $a_0 = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 \end{pmatrix}$
- Matrice de transitions pour $a_1 = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.3 & 0.0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 \end{pmatrix}$
- Récompense = $[4, 1, -3]$

Résultats obtenus

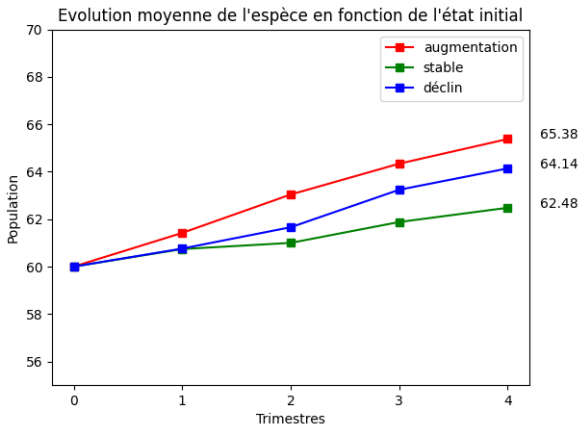
- 1 Moyenne des résultats obtenues en partant de l'état de déclin
- 2 Moyenne des résultats obtenues en fonction de l'état initial pour une durée donnée

Moyenne des résultats obtenues en partant de l'état de déclin

Evolution moyenne de l'espèce en fonction en partant d'un état de déclin



Moyenne des résultats obtenues en fonction de l'état initial pour une durée donnée



Meilleure stratégie : il faut mettre en zone protégée lorsque la population augmente ou décline et réintroduire des espèces lorsqu'elle est stable.

On observe que le résultat dépend évidemment du nombre d'itération mais qu'il varie en fonction des probabilités.
De plus il est intéressant de voir que l'état initial a une incidence réelle sur le résultat final.

- Caribou de la Gaspésie - Nature Québec, Marianne Caouette
- Powell, “A unified framework for stochastic optimization”
Fichier