

Simulation Multi-Agents.

Modélisation de la prédation d'une population de vautours sur
une population de moutons (Adaptation du modèle proie-
prédateur)

Simulation Multi-Agents (HGACU03)

Master 2 : GAED parcours GMS

Faculté des ALLSH d'Aix Marseille Université

Table des matières

I.	Objet.....	3
II.	Entités, variables d'état et échelles	3
III.	Concepts de design :.....	4
a.	Adaptation	8
b.	Objectifs	8
c.	Apprendre.....	8
d.	Prévision.....	8
e.	Sensing	8
f.	Interaction.....	8
g.	Stochasticité	8
h.	Collectifs	9
i.	Observation	9
IV.	Initialisation.....	9
V.	Sous-modèles	9
VI.	Références	10

Le plan suivi est tiré du protocole ODD (Grimm, et al., 2010)

I. Objet

Tout d'abord, la question que je me suis posé était de savoir : « comment évoluerai une population de prédateurs non-chasseurs¹ sur un territoire libre de contraintes et peuplé d'une ou plusieurs populations de proies n'ayant pas de prédateurs directs ». Pour répondre à cette question, j'ai choisi d'utiliser l'exemple des vautours en tant que prédateurs non-chasseurs et des moutons en tant que proies. De plus, afin de faciliter la modélisation, j'ai choisi de ne pas modéliser les contraintes de déplacement et de disponibilité des ressources liées au territoire (relief, ensoleillement, ...). En effet, mon interrogation provient du fait que dans la réalité, les vautours sont en général des prédateurs nécrophages². Leur mode d'alimentation est donc différent de l'idée que l'on pourrait se faire d'un prédateur qui chassera ses proies pour les manger. Ici, le vautour colle bien avec ce que je veux modéliser.

II. Entités, variables d'état et échelles

Pour ce modèle basé sur le modèle proie-prédateur, j'ai choisi dans un premier temps de ne modéliser que deux entités. Comme dit précédemment, ces entités sont les vautours (prédateur) ainsi que les moutons (proies). Elles sont définies par plusieurs variables communes et spécifiques. En tant qu'animaux, les variables qui permettent de définir ces deux entités sont :

- le poids,
- la taille,
- l'âge,
- la durée de vie,
- la distance de vue,

A contrario, chacune des deux entités possède des variables qui bien que de même nature leurs sont propres. Pour le vautour ce sont :

- l'espèce,
- sexe,
- l'énergie,
- le mode de reproduction,
- l'âge minimal avant reproduction,
- la durée de gestation,
- le régime alimentaire,

Pour les moutons, les variables sont aussi :

- l'espèce,
- sexe,
- l'énergie,
- le mode de reproduction,
- l'âge minimal avant reproduction,
- la durée de gestation,
- le régime alimentaire,

¹ Ici je prends l'exemple des vautours qui sont des charognards

² Qui vit aux dépens de cadavres, se nourrit d'organismes morts. (CNRTL, 2012)

Dans un second temps, j'ai choisi de faire progresser le modèle selon des pas de temps qui représentent une heure. Cela nous permet entre autres d'observer la méthode de nourrissage du vautour mais aussi de déterminer les évolutions du modèle pour chaque jours, chaque semaines, etc... En ce qui concerne la configuration de la modélisation, la grille sera composée de pixels de 100m x 100m soit 10 000 m² soit 1ha par pixels. Le canevas sera composé de 450 x 450 pixels.

Pour ce qui est du déroulement de la modélisation, nous pouvons voir les diagrammes d'activité et de séquence :

Le mouton agit d'abords, se déplace se nourrit se reproduire puis c'est au tour du vautour qui va se déplacer puis se nourrir et se reproduire si possible

Les variables sont mises à jour selon des événements différents :

- des variables comme l'espèce, la distance de vue, la durée de vie ne sont jamais modifiées une fois initialisées, elles sont constantes
- l'énergie est mise à jour après que l'agent mange ou qu'il se reproduise
- des variables comme le nombre de moutons ou de vautours nés et morts sont mises à jour toutes les 24h

le temps est modélisé selon un continuum sur lequel peut se produire des processus continus et des événements discrets

le nourrissage est un processus qui se fait aléatoirement pour chaque animaux et de manière individuelle. Cela permet d'attribuer l'énergie immédiatement pour chacun des agents

III. Concepts de design :

Pour construire mon modèle, je me suis basé sur le modèle préexistant proie prédateur. La différence entre le modèle de base des proies prédateurs et mon modèle est cependant la suivante : au lieu de modéliser des prédateurs qui chassent tuent puis mangent directement leurs proies, j'ai pour but de modéliser une population de prédateurs qui recherche des cadavres de proies afin de les manger. Pour les proies, cela enlève la notion de risques et de fuite liée à la présence de prédateurs. Cette différence a été prise en compte par le fait de ne pas programmer les proies pour éviter les prédateurs mais pour tout simplement les ignorer vu que ces derniers ne représentent pas un risque pour les proies. Le modèle va utiliser un modèle spécialement développé en ce qui concerne le comportement des vautours ainsi qu'un autre modèle déjà développé précédemment pour la modélisation du comportement d'une population de mouton par rapport à des ressources naturelles. Les résultats qui sont susceptibles de varier de manière inattendue sont à la fois le comportement des prédateurs et des proies l'un par rapport à l'autre. En effet, il serait possible d'observer dans l'absolu une modification de la manière de se déplacer de l'une ou de l'autre population. Par exemple la population de vautours qui suit la population de moutons car elle sait que des cadavres et donc de la nourriture va en découler. A l'inverse, des variables comme les comportements de chasse et de reproduction ne subiront aucune modification.

Diagramme de classes

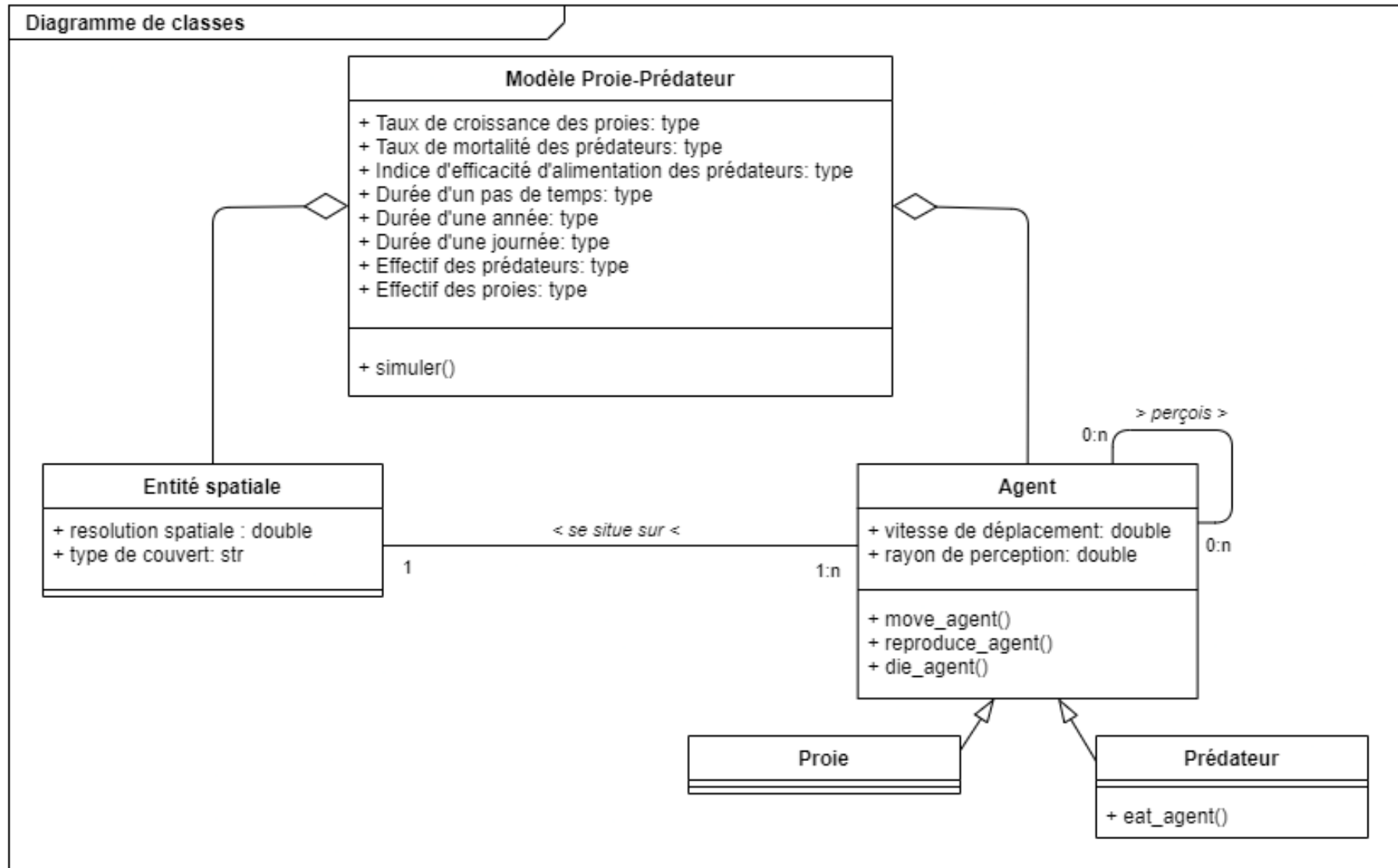


Figure 1: Diagramme de classes du modèle proie-prédateur vautour-moutons

Modèle proie-prédateur

Diagramme d'activité



Figure 2: Diagramme d'activité du Modèle proie-prédateur vautour-moutons

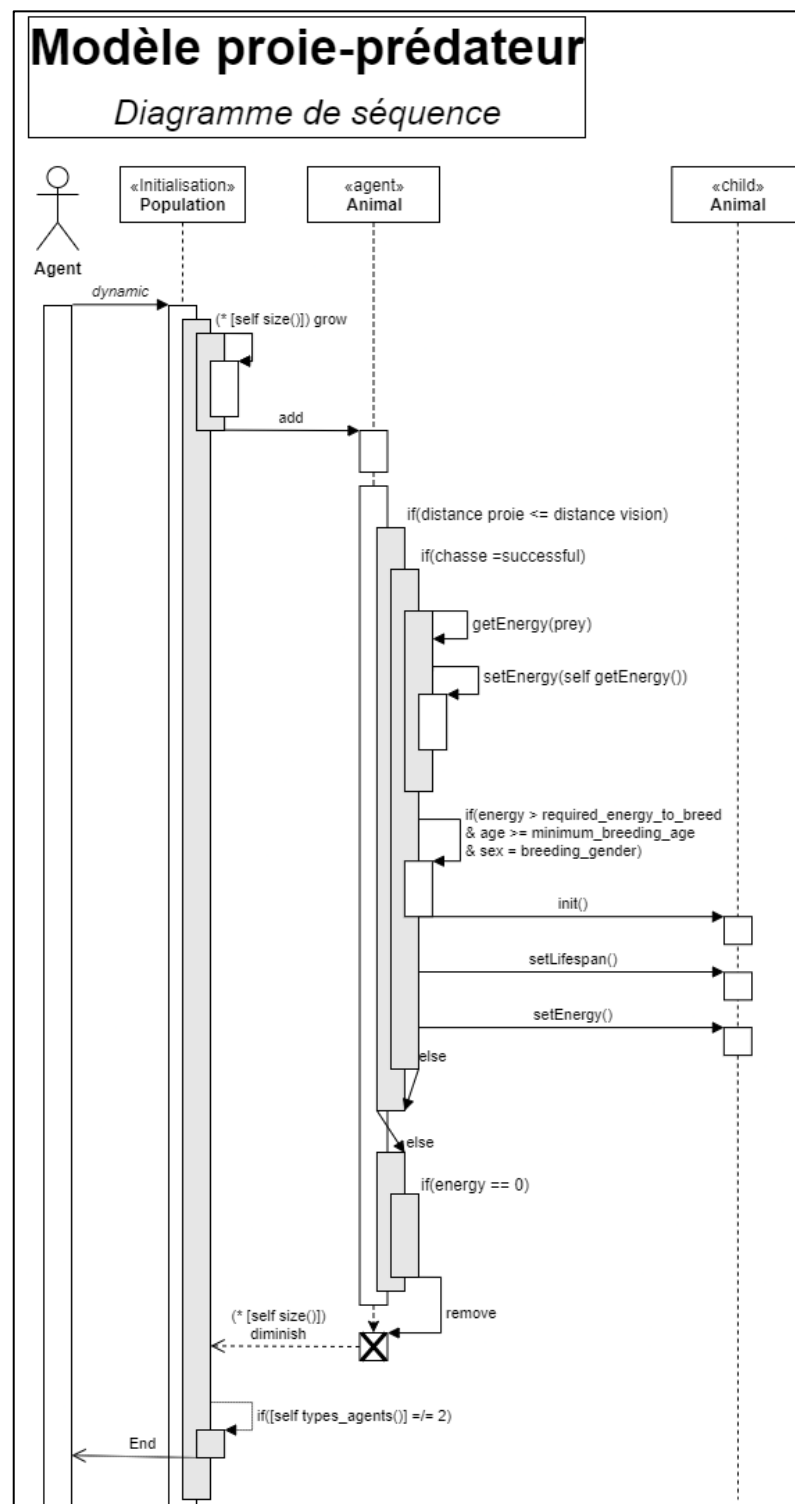
Comme nous pouvons le voir ci-dessus dans la Figure 2, mon modèle va d'abord initialiser les paramètres et variables utiles à la modélisation puis lancer la simulation. A noter d'ailleurs que la simulation ne s'arrêtera que dans le cas où l'un des deux types d'agents (proie ou prédateur) venait à disparaître. Par la suite, lors de l'exécution du modèle, je vais d'abord faire agir les proies, puis les prédateurs puis enfin faire un bilan par tick écoulé des événements. Nous pouvons voir tout d'abord que les actions des proies consistent à se déplacer, se nourrir et se reproduire. Les actions des prédateurs sont sensiblement similaires. Comme dit plus haut, la différence avec un prédateur plus classique se situe dans la particularité du vautour à être un charognard. Il n'aura donc pas besoin de chasser sa proie mais uniquement de la trouver et de vérifier si elle morte. Par la suite, le processus sera similaire à celui des proies. Se reproduire si l'énergie le permet, mourir si l'énergie est trop basse, ne rien faire en dernière option. Enfin, le bilan journalier qui arrive en dernier permet de mesurer l'évolution des variables tout au long de l'exécution (détaillé en i) et de vérifier s'il est toujours possible d'exécuter la simulation.

En complément du diagramme d'activités (Figure 2), le diagramme de séquence permet de montrer la modélisation dans une démarche plus proche du code que ne l'est le diagramme d'activité.

La Figure 3 nous montre donc la séquence d'étape qui s'exécutent à un instant T. Ici, nous pouvons voir que chaque fois que la population grossit, un animal est ajouté. Cet animal va ensuite vivre en effectuant plusieurs actions. Il va tout d'abord se déplacer aléatoirement puis regarder en permanence s'il repère des proies et vérifier si elles sont bien mortes si c'est le cas. Il va ensuite essayer de se nourrir ce qui lui fera gagner de l'énergie. Après cette étape, il aura 3 possibilités :

- Soit il a assez d'énergie et se reproduit
- Soit il n'a pas assez d'énergie et meurt,
- Soit il ne peut faire ni l'un ni l'autre et attend.

Dans le cas de la reproduction, cela génère une nouvelle entité qui va s'ajouter à la population. Enfin, comme avec le diagramme de classes, si le nombre de types d'agents tombe à 0, cela arrête la simulation.



a. Adaptation

Dans le cas de la modélisation du modèle proie prédateur vautours moutons, je n'ai pas cherché à faire s'adapter l'une ou l'autre entité selon les comportements de chacun. Cependant, quand les vautours voient un cadavre, ils se dirigent dessus pour aller s'en nourrir ou quand l'énergie d'un agent est suffisante, les agents se reproduisent. Ces mesures ne cherchent pas à augmenter le succès de l'objectif (je ne dis pas aux vautours de suivre en particulier les moutons les plus mal en points qui risqueraient le plus de mourir).

b. Objectifs

Comme dit précédemment, je n'ai pas cherché à faire en sorte que les proies ou les prédateurs cherchent la meilleure alternative possible à leurs situations pour augmenter leur succès. Je ne peux donc pas détailler sur quoi se basent ces décisions.

c. Apprendre

Ici, dans le cas de la modélisation de l'évolution du comportement d'une population de vautour prédatrice d'une population de moutons je n'ai pas pu observer de trait ou de comportements acquis par adaptation lors de la modélisation car je n'ai pas développé ni exécuté le modèle.

d. Prévision

Dans le cadre du modèle proie prédateur vautour moutons, des prévisions interviennent au moment de la recherche de nourriture où le vautour va se rapprocher de populations de moutons déjà existantes en prévision de la mort d'un individu de la population.

e. Sensing

Les variables environnementales sensées permettre d'effectuer les prévisions, détaillées précédemment, sont relatives à la distance à laquelle se trouve la proie, à la distance à laquelle le vautour peut voir et reconnaître de potentielle proie et d'autres variables comme le régime alimentaire du prédateur, ...

f. Interaction

Les interactions qui existent parmi les agents peuvent être de deux types :

- Directes,
- Indirectes.

Elles peuvent être directs dans les cas où le vautour, en tant que chasseur, va aller manger la proie pour se nourrir mais sans la chasser ou la pister auparavant. Cette notion d'opportunisme de la part d'un animal peut d'ailleurs se retrouver dans d'autres relations autre que le modèle proie-prédateur. Je pense notamment à la cohabitation entre les parasites dans l'écosystème. D'un autre côté, le fait que les prédateurs tout comme les proies soient en concurrence entre eux pour la ressource alimentaire représente une interaction indirecte. En effet ; chaque vautour doit trouver la même quantité de nourriture et chaque mouton doit aussi trouver la même quantité de ressources sur un même territoire. Enfin, le prédateur (ici le vautour qui est un nécrophage), ne va pas aller chasser et tuer sa proie pour la manger mais simplement attendre qu'elle meure d'elle-même.

g. Stochasticité

La stochasticité a sa place lors de la génération des ressources alimentaires pour les moutons mais aussi pour la répartition initiale des populations de vautours ainsi que de moutons. La

stochasticité n'est cependant pas utilisée pour faire se dérouler des événements à des fréquences répétées.

h. Collectifs

Au niveau organisationnel, les vautours, contrairement aux moutons, ne se déplacent pas en groupe. Les moutons quant à eux se déplacent effectivement en troupeau qui peut être considéré comme une organisation. Les vautours sont simplement un regroupement d'animaux de la même espèce qui partagent les mêmes propriétés et variables

i. Observation

Lors de la modélisation, les données qui m'intéresseront vont être celles concernant le nombre de naissances et de décès des vautours et des moutons ainsi que le nombre de vautours qui sont nés et se sont dispersés faute de nourriture. En effet, le fait d'avoir ces données à disposition pourrait me permettre de représenter les évolutions de populations selon certains paramètres en entrée afin de mieux comprendre si tel ou tel paramètre aurait une incidence ou non sur l'évolution de la population.

IV. Initialisation

La mise en place de la modélisation se fait d'abord par la génération du tapis de ressource qui va permettre aux moutons de se nourrir. Par la suite, le modèle prévoit de déclarer certaines variables utiles à l'exécution du modèle. L'état initial du modèle se finira par l'apparition d'entités de vautours et de moutons répartis aléatoirement sur le canevas et dont les traits et variables seront choisis. Ici, l'initialisation des variables pourrait consister à choisir un poids, une taille, un sexe, etc aléatoire par rapport à ce qu'il est possible de rencontrer pour les entités. Ce seuil de « ce qu'il est possible de rencontrer » sera issu de données basées sur recherches bibliographiques. A noter que ce modèle n'utilisera pas de processus qui vont varier selon la période de la simulation.

V. Sous-modèles

Pour ce modèle, il existe différents paramètres définis dès la partie Entités, variables d'état et échelles et à prendre en compte pour chaque agent. Ces paramètres peuvent être définis grâce à des données tirées de la littérature :

Ici pour les vautours, j'ai choisi de prendre comme paramètre :

- la durée de vie=Pas de donnée
- la distance de vue=« Exceptionnelle »
- l'espèce=*Gyps Fulvus*
- le mode de reproduction=Ovipare
- l'âge minimal avant reproduction= Pas de donnée
- la durée de gestation=48 à 55 jours
- le régime alimentaire=Nécrophage

(Oiseaux.net, 2021) ; (IUCN, 2017) ; (INPN, 2020)

Et pour les moutons, j'ai choisi de prendre comme paramètre :

- la durée de vie=10 à 12 ans
- la distance de vue=Pas de donnée
- l'espèce=*Ovis Aries*
- le mode de reproduction=Vivipare
- l'âge minimal avant reproduction=6 à 8mois pour les femelles, 4 à 6mois pour les mâles
- la durée de gestation=150 jours
- le régime alimentaire=Herbivore

(INPN, 2020)

VI. Références

- CNRTL. (2012). *Définition de Nécrophage*. Récupéré sur CNRTL: <https://www.cnrtl.fr/definition/n%C3%A9crophage>
- Grimm, V., Berger, U., DeAngelis, D. L., Polhill, J., Giske, J., & Railsback, S. F. (2010, 08 13). The ODD protocol: A review and first update. *Ecological Modelling*(221), pp. 2760-2768. doi:10.1016/j.ecolmodel.2010.08.019.
- INPN. (2020). *Ovis Aries, Linnaeus, 1758*. Récupéré sur INPN: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/199754
- INPN. (2020). *Vautour Fauve*. Récupéré sur INPN: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/2860
- IUCN. (2017). *Griffon Vulture*. Récupéré sur IUCN: <https://www.iucnredlist.org/species/22695219/118593677>
- Oiseaux.net. (2021, 01). *Vautour Fauve*. Récupéré sur oiseaux.net: <https://www.oiseaux.net/oiseaux/vautour.fauve.html>