

Module 2.4 Modélisation orientée-individu et multi-agent

Activité 4 : Modèle NetLogo « Coopération »

Le modèle « Coopération » représente une population de vaches se nourrissant d'herbe sur un territoire de taille fixe. Les vaches sont ainsi en compétition pour une ressource limitée. Les vaches qui parviennent mieux à se nourrir se reproduisent davantage et assurent la survie de leur descendance dans cet environnement compétitif.

Ce modèle comprend deux types de vaches, avares et altruistes, qui exploitent la ressource selon des stratégies différentes. Ce modèle permet ainsi d'explorer l'évolution temporelle des deux stratégies en compétition l'une avec l'autre dans la population de vaches.

À chaque itération du modèle, chaque vache se déplace dans le territoire, mange une unité d'herbe dans la parcelle où elle se situe, et se reproduit. Les vaches avares mangent l'herbe sans égard à sa hauteur. D'un autre côté, les vaches altruistes mangent seulement l'herbe dont la hauteur est supérieure à un seuil prédéfini. Ce seuil de hauteur détermine le taux de croissance de l'herbe. En deçà du seuil, le taux de croissance de l'herbe est beaucoup plus faible.

Ainsi, les vaches altruistes réduisent leur consommation personnelle et permettent à la population globale du territoire de se nourrir. Par ailleurs, cette stratégie a pour conséquence une diminution de la reproduction des vaches altruistes. Les vaches avares, quant à elles, mangent l'herbe peu importe sa hauteur. Cette stratégie promeut la reproduction immédiate des vaches avares, mais réduit la capacité de régénération de la ressource et, par le fait même, la reproduction future de la population globale.

Consignes

Suivez les consignes suivantes et répondez aux questions 1 à 4. Si vous voulez des indications sur les réponses, vous pouvez contacter votre chargé d'encadrement.

- Ouvrez le logiciel NetLogo.
- Ouvrez le modèle « Coopération » offert dans la bibliothèque de modèles : menu *File > Models Library > Sample Models > Social Science > Cooperation >*; puis appuyez sur *Open*.
- Choisissez d'abord l'onglet *Info* et lisez les sections « What is it? », « How it works? », « How to use it? ».
- Revenez à l'onglet *Interface*. Il y a six curseurs associés à des paramètres de base du modèle (coin supérieur gauche) et cinq curseurs associés à des paramètres avancés (coin inférieur droit). Les paramètres de base sont :
 - *initial-cows* : nombre initial de vaches.
 - *cooperative-probability* : probabilité qu'une vache soit de type altruiste.
 - *stride-length* : distance sur laquelle les vaches se déplacent à chaque itération.

- *metabolism* : valeur de l'énergie perdue par une vache à chaque itération. Lorsque l'énergie d'une vache tombe sous la valeur 0, celle-ci meurt. Initialement l'énergie totale d'une vache est fixée à 50. Ceci implique qu'une vache peut survivre pendant $50/\text{metabolism}$ itérations sans se nourrir avant de mourir.
- *reproduction-threshold* : seuil énergétique à partir duquel une vache se reproduit. Tant qu'une vache n'a pas accumulé suffisamment d'énergie en se nourrissant, elle ne peut pas se reproduire.
- *reproduction-cost* : valeur de l'énergie perdue par une vache chaque fois qu'elle se reproduit.

Les paramètres avancés sont :

- *grass-energy* : valeur de l'énergie conférée à une vache par unité d'herbe dont elle se nourrit.
- *low-high-threshold* : seuil de hauteur de l'herbe. Si la hauteur de l'herbe dans une parcelle est inférieure à ce seuil, sa probabilité de croissance est donnée par *low-growth-chance*. Si la hauteur de l'herbe est supérieure à ce seuil, sa probabilité de croissance est donnée par *high-growth-chance*.
- *low-growth-chance* : probabilité de croissance de l'herbe (en pourcentage) lorsque sa hauteur est inférieure à *low-high-threshold*.
- *high-growth-chance* : probabilité de croissance de l'herbe (en pourcentage) lorsque sa hauteur est supérieure à *low-high-threshold*.
- *max-grass-height* : hauteur maximale pouvant atteindre l'herbe.

- Laissez les curseurs en place aux valeurs par défaut. Appuyez d'abord sur *set-up* puis sur *go*. Laissez la simulation évoluer jusqu'à ce que les populations atteignent un état stationnaire. Un état est stationnaire lorsqu'il ne change pas de façon significative entre deux itérations.

Question 1

a) Qu'observez-vous?

Tant que le territoire n'est pas entièrement couvert de vaches, la population de vaches altruistes croît plus rapidement que la population de vaches avares. En effet, les vaches sont espacées sur le territoire ce qui permet aux vaches altruistes de s'entraider entre elles, en laissant de l'herbe qui sera mangée par d'autres vaches altruistes. L'herbe y pousse plus vite parce qu'elle n'est pas mangée entièrement. Lorsque l'espace et les ressources commencent à manquer, les vaches avares qui se retrouvent près des vaches altruistes ont un avantage compétitif sur celles-ci en mangeant la nourriture qu'elles ont laissée. Les vaches avares dominent le territoire et mènent à l'extinction des vaches altruistes.

b) Quelle population croît initialement?

Les vaches altruistes

c) Quelle population s'éteint?

Les vaches altruistes.

- Diminuez la distance de déplacement des vaches en réduisant la valeur de *stride-length*.

Question 2

- a) Quel est l'effet sur les populations de vaches avares et altruistes?
Les vaches altruistes dominent et la population de vaches avares est très faible, pouvant même disparaître pour *stride-length* très faible.
- b) Expliquez pourquoi la stratégie altruiste est avantageuse dans cette situation?
Le déplacement limité des vaches fait en sorte que des groupements de vaches de même type se forment sur le territoire. Les vaches avares mangent localement toute la ressource disponible mais ne peuvent se déplacer suffisamment loin pour accumuler de l'énergie avant de mourir.

- Variez les valeurs de *low-growth-chance* et de *high-growth-chance*.

Question 3

- a) Quel est l'effet sur les populations de vaches d'augmenter *low-growth-rate* à la même valeur que *high-growth-chance*? Pourquoi?
Les vaches avares dominent rapidement le territoire, et les vaches altruistes disparaissent car l'herbe croît sur les parcelles dévorées par les vaches avares aussi vite que sur les parcelles où l'herbe a été partiellement mangée par les vaches altruistes. Ceci accroît l'avantage compétitif des vaches avares sur les vaches altruistes.
- b) Quel est l'effet sur les populations de vaches de diminuer *high-growth-rate* à la même valeur que *low-growth-chance*? Pourquoi?
Comme en a, la population de vaches avares domine et celle de vaches altruistes s'éteint. Cependant, il en prend plus de temps, car plus d'itérations sont nécessairement pour accumuler assez d'énergie pour se reproduire puisque l'herbe croît moins vite.

- Diminuez la valeur de *grass-energy*.

Question 4

a) Quel est l'effet sur les populations de vaches?

Dans ce scénario, chaque unité d'herbe confère moins d'énergie. Les vaches doivent donc déplacer sur une plus grande distance pour accumuler autant d'énergie qu'avant pour se reproduire. Ce scénario est semblable à celui de la question 2 où les vaches se déplacent sur une plus faible distance. Les vaches coopératives ne disparaissent pas. Elles peuvent dominer ou osciller avec les vaches avares.

b) Quelle conséquence environnementale peut-on déduire de ce scénario?

Avec des ressources limitées, la stratégie altruiste est avantageuse.

Références

- Wilensky, U. (1997). *NetLogo cooperation model*. Evanston, IL: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern Institute on Complex Systems, Northwestern University. Repéré à <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Cooperation>
- Wilensky, U. (1999). *NetLogo*. Evanston, IL: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern Institute on Complex Systems, Northwestern University. Repéré à <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>