

TP1 : Le Village de Thierceville

Systèmes multi-agents

I) Implémentation de la simulation

I.1) Les lycanthropes

Question 1 : *Comment avez-vous fait pour que l'autre agent soit modifié ? Cela vous paraît-il compatible avec la définition d'agent que vous avez vue en cours ? Argumentez votre réponse.*

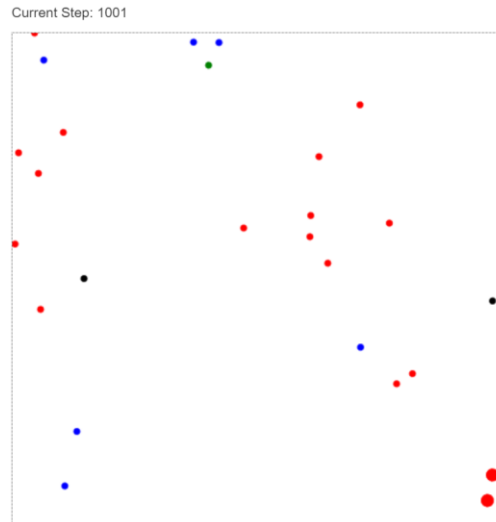
Pour pouvoir modifier un autre agent, j'ai défini une zone (disque) dans laquelle deux agents peuvent avoir des interactions entre eux. Ensuite, dans certains cas (contraintes sur l'état des agents), j'ai réalisé une interaction entre agents en modifiant directement l'état d'un des agents (ie la valeur des attributs d'une classe d'agents).

Cela me paraît compatible avec la définition que nous avons vue en cours. Nous avons vu que dans les systèmes multi-agents une interaction entre agents pouvait entraîner une conséquence dans l'environnement. Ici, l'interaction entre deux agents compétitifs provoque la modification de l'état d'un des agents. Ce ne sont que les attributs de l'agent qui sont modifiés, il reste un objet de la classe Villager.

I.2) Les apothicaires et les chasseurs

Question 2 : *Commentez le résultat de la simulation : Vers quoi le système converge-t-il ? En combien de cycles ? À votre avis, quel est l'impact de la présence de l'apothicaire ? Celui de la quantité d'agents de chaque espèce ? Justifiez votre réponse.*

Après 1 000 itérations, le système atteint une situation dans laquelle quasiment tous les villageois ont été attaqués par les loups garous. La présence de l'apothicaire et des deux chasseurs n'est pas du tout suffisante pour espérer empêcher cette situation. Ils sont trop peu nombreux ou ont une zone d'action (ie zone d'interaction avec les autres agents) trop réduite. Une autre solution pour rendre le système plus « juste » (dans la compétition) pour tous les agents pourrait être de diminuer le nombre d'agent loup garous au début de la simulation. On pourrait aussi permettre aux chasseurs de tuer des loups transformés dans un intervalle de distance plus large (et pas seulement à une distance précise donnée). En effet, les loups se transforment de manière ponctuelle à chaque tour, tout en se déplaçant. Cela rend la probabilité pour un chasseur de tuer un loup quasiment nulle. On pourrait également réduire la zone d'action des loup garous ou leur permettre de se transformer moins souvent.



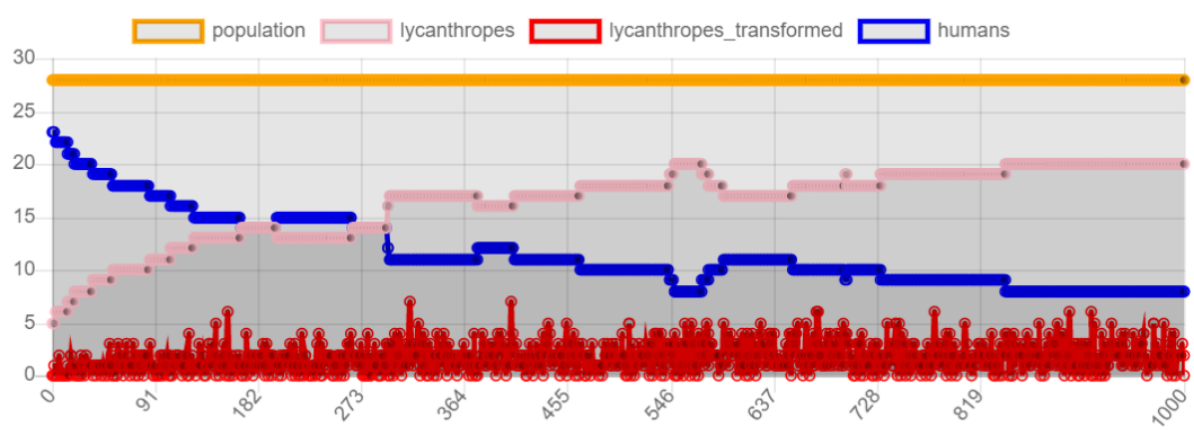
Etat du système après 1000 itérations

II) Expérimentations

II.1) Graphiques

Question 3 : *Enregistrez les courbes en cliquant avec le bouton droit sur la courbe, puis "Enregistrez l'image sous. . ." et comparez ces résultats à vos conjectures. Qu'en concluez-vous ?*

Après une simulation complète (atteignant 1000 tours), on obtient les courbes ci-dessous :



Courbes de la simulation initiale : 20 villageois, 5 loups-garous, 1 apothicaires, 2 chasseurs

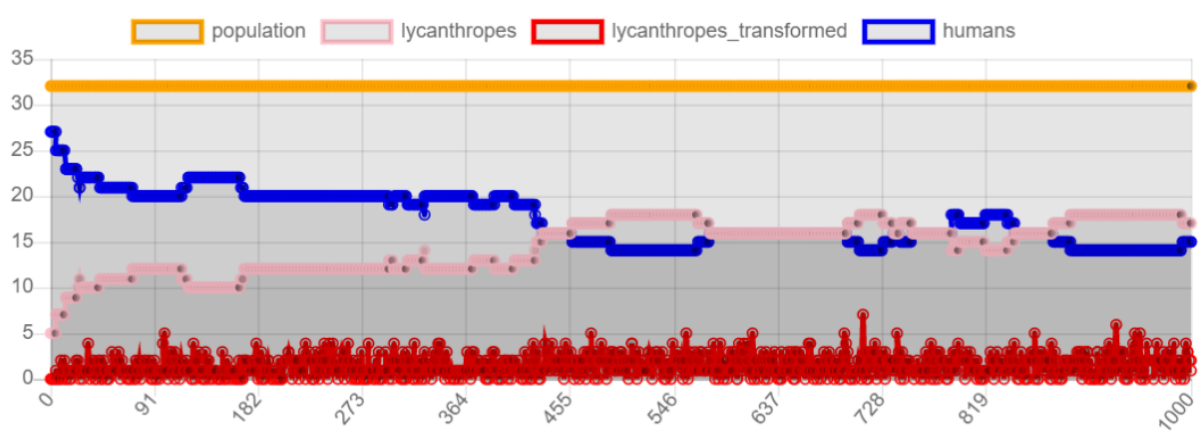
Premièrement, on remarque que la population totale n'a pas varié au cours de la simulation. Cela confirme bien que les chasseurs n'ont eu aucun effet sur la population de loups.

On remarque également que le basculement entre un nombre majoritaire d'humains et un nombre majoritaire de loups-garous a lieu assez rapidement dans la simulation. De plus, on voit bien que le nombre de loups-garous augmente dans le temps et que celui des humains diminue en même temps. On peut ainsi imaginer que le système va converger vers un système où tous les humains auront été transformés en loups-garous dans quelques itérations.

II.2) Variations de paramètres

Question 4 : Ajoutez aux paramètres le nombre de villageois sains, le nombre de lycanthropes, le nombre de chasseurs et le nombre d'apothicaires. Enregistrez les courbes qui vous paraissent pertinentes et commentez-les. Cela correspond-il à vos hypothèses ? Qu'en concluez-vous ?

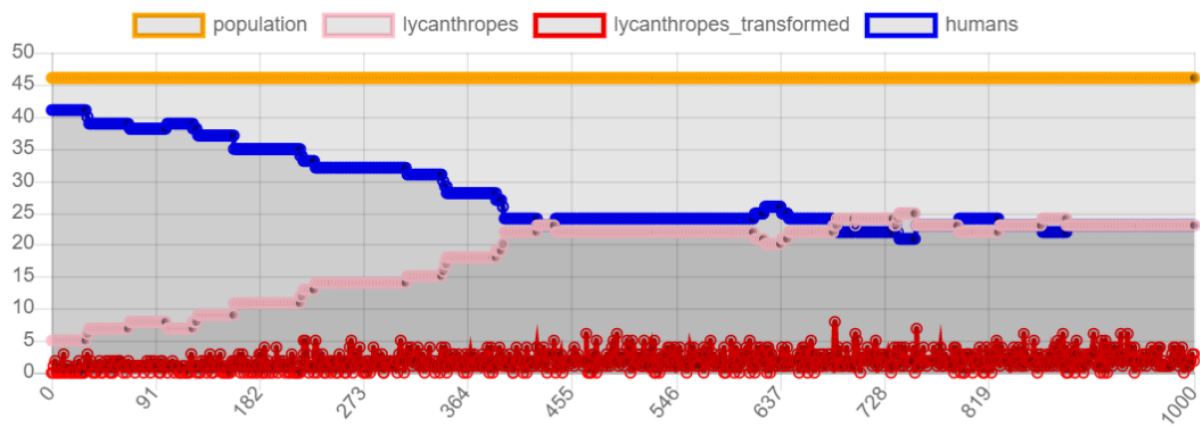
Précédemment, nous avons supposé que le nombre d'apothicaires était trop faible et qu'une augmentation de ce nombre pourrait permettre de rendre le jeu plus équilibré entre les humains et les loups-garous. Pour vérifier cette première hypothèse, on fait varier uniquement le nombre d'apothicaires : on choisit qu'il y ait autant d'apothicaires que de loups-garous. On obtient les graphes suivants à l'issue de la simulation. On remarque que le nombre d'humains et de loups-garous semblent se stabiliser après 450 tours et converger vers une même limite. Le jeu est donc à présent équilibré malgré le fait que les agents loups-garous et apothicaires n'aient pas exactement les mêmes comportements. En effet, contrairement aux apothicaires, les loups-garous ne peuvent interagir avec un villageois que lorsqu'ils sont transformés, mais leur zone d'interaction est supérieure à celle des apothicaires (30 unités de distance pour les apothicaires contre 40 pour les loups-garous). Les comportements des agents s'équilibrent bien malgré tout parce que leurs actions sont opposées (transformer les villageois en loups-garous ou inversement).



Courbes de la simulation initiale : 20 villageois, 5 loups-garous, 5 apothicaires, 2 chasseurs

Notre deuxième hypothèse était celle de la non influence des chasseurs sur la population de loups-garous. Pour tester cette hypothèse, on a choisi de ne faire varier que le nombre de chasseurs qui à présent égal au nombre de villageois (multiplication par 10 du nombre initial). A l'issue de la simulation (voir graphes ci-dessous), on remarque que le nombre total d'agents est resté constant. Cela confirme bien notre hypothèse, il est extrêmement rare que toutes les conditions soient réunies pour qu'un chasseur puisse tuer un loups-garous. En effet, il faut que le chasseur se trouve à une distance exacte de 40 unités de distance d'un loups-garous qui soient transformé à ce moment-là.

D'autre part, on obtient les mêmes tendances pour les courbes du nombre d'humains et du nombre de lycanthropes. Il faut tenir compte du fait qu'on ait ajouté 18 chasseurs qui sont également comptés dans le nombre d'humains. En ramenant le nombre d'humains à celui sans les chasseurs ajoutés, on obtient des résultats similaires à ceux de la simulation initiale (avec les paramètres de l'énoncé) : les courbes bleu et rose se rejoignent entre les tours 180 et 270.



Courbes de la simulation initiale : 20 villageois, 5 loups-garous, 1 apothicaires, 20 chasseurs

Question 5 : Sans faire les expériences associées, quels sont, selon vous, les paramètres qui auraient une influence sur le résultat de la simulation ? Argumentez ces hypothèses.

Les paramètres qui influencent la simulation sont :

- le nombre initial d'agents de chaque type,
- la zone d'interaction des agents entre eux,
- la probabilité de transformation des loups-garous,
- la durée de transformation des loups (ici on a choisi qu'ils se transformaient uniquement pour un tour).

II.3) Plan d'expérience

Question 6 : Formulez une hypothèse argumentée sur le résultat de cette expérience. Pour cela, créez une nouvelle fonction `run_batch()` après la fonction `run_single_server()`. Cette fonction créera d'abord un dictionnaire qui donnera pour chaque paramètre de la fonction `__init__()` du modèle Village une plage de valeur. Les valeurs de `n_villagers`, `n_werewolves`, `n_hunters`, respectivement à 50, 5 et 1. Le paramètre `n_clerics` variera lui dans `range(0, 6, 1)`. Une fois ce dictionnaire créé, instanciez un `Batchrunner`. Voici la signature de son constructeur : `BatchRunner(model, params_dict, model_reporter)`. Vous utiliserez le même `model_reporter` que pour le modèle individuel. Lancez le `batchrun` grâce à la méthode `BatchRunner.run_all()`. Ce `model_reporter` vous permettra de récupérer une `pandas.DataFrame` en utilisant la méthode `BatchRunner.get_model_vars_dataframe()`.

À présent, nous allons chercher à évaluer l'impact du nombre d'apothicaires dans un village avec 1 chasseur. Pour cela, nous modifions un peu la zone d'action du chasseur qui peut maintenant tuer un loup-garou qui se situe à une distance inférieure ou égale à 40 unités de distance (plus exactement à 40 unités de distance). En effet, comme les positions des agents sont des flottants, il était impossible que les chasseurs puissent tuer un loup-garou à une distance précise de 40 unités de distance, ce qui rendait ce rôle inutile dans le jeu.

On peut imaginer que si le nombre d'apothicaires est élevé au début de la simulation, alors le nombre d'humains sera élevé et le nombre de loups-garous sera faible à la fin de la simulation, en comparaison avec les autres simulations.

Le nombre de loups-garous transformés devrait également diminuer lorsque le nombre d'apothicaires est élevé au début de la simulation, puisque qu'il est proportionnel au nombre de loups-garous présents dans la simulation.

Question 7 : Comment interprétez-vous les résultats de cette expérience ? Qu'en concluez-vous ?

Nous récupérons les résultats des 6 simulations dans un fichier csv. Voici les données que nous avons récupérées :

n_village	n_lycanth	n_clerics	n_hunters	clerics	humans	hunters	lycanthropes	lycanthropes_transformed	population
50	5	0	1	0	1	1	46	8	47
50	5	1	1	1	4	1	49	3	53
50	5	2	1	2	6	1	42	6	48
50	5	3	1	3	9	1	39	4	48
50	5	4	1	4	18	1	34	4	52
50	5	5	1	5	28	1	26	2	54

Données obtenues à l'issu de l'expérience

En noir : paramètres des simulations

En bleu : états finaux des simulations

On extrait les informations les plus pertinentes pour réaliser notre analyse dans le tableau suivant :

n_clerics	humans	lycanthropes	lycanthropes_transformed	%lycanthropes_transformed	dead
0	1	46	8	0,17	9
1	4	49	3	0,06	4
2	6	42	6	0,14	10
3	9	39	4	0,10	11
4	18	34	4	0,12	8
5	28	26	2	0,08	7

Données obtenues à l'issu de l'expérience (résumées)

En noir : paramètres des simulations

En bleu : états finaux des simulations

En vert : calculs réalisés à posteriori

On remarque qu'au plus le nombre d'apothicaires est élevé, au plus le nombre d'humains est élevé et au plus le nombre de loups-garous est faible à la fin de la simulation.

On remarque également que la proportion de loups-garous transformés est bien proche de 10%.

Ces deux remarques correspondent aux hypothèses que nous avons faites à la question précédente.

Le système semble être le plus équilibré dans le cas où il y a 5 apothicaires au début de la simulation. En effet, à la fin de la simulation, on obtient autant d'humains que de loups-garous (environ 27~55/2 avec nb_villagers+nb_lycanthropes=55). De plus, très peu de loups-garous sont transformés, ce qui laisse présager que le système ne va varier que très peu durant les tours suivants si l'on prolonge la simulation. Le système atteindrait donc un équilibre lorsque qu'on l'initialise avec autant de loups-garous que d'apothicaires et 1 seul chasseur.

Question 8 (bonus) : *Supposons que l'on souhaite faire varier toutes les variables, sur toutes les valeurs permises par les slider ; quel problème voyez-vous ? Comment peut-on le résoudre ? Cherchez dans la documentation de mesa et implémentez votre solution.*

Si l'on souhaite faire varier toutes les valeurs des sliders possibles, on va avoir un nombre de combinaisons de simulations à réaliser beaucoup trop élevé. Une expérience comme celle-ci serait très coûteuse en calculs.

Une solution pourrait être de paralléliser les calculs. Pour ce faire, mesa propose une classe dédiée au multi-processing appelée `batchRunnerMP`. Nous pouvons donc remplacer notre instanciation de la classe `bactRunner` par celle de `batchRunnerMP`.