

Modèle de Vicsek

Soutenance finale de projet numérique

Antoine Royer & Alexis Peyroutet

L3 PCAME – Tarbes



1 Présentation et explication

- Présentation du modèle
- Explications sur le modèle

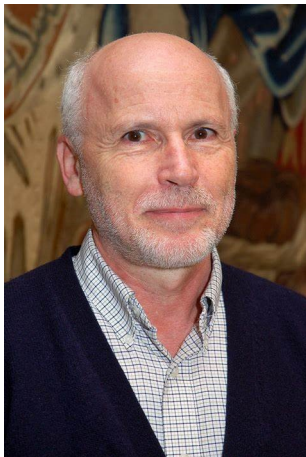
2 Méthode utilisée

- Classes et méthodes
- Créations et manipulations sur les agents

3 Résultats et interprétations physiques

- Premiers résultats et paramètres importants
- Résultats historiques de Vicsek
- Au-delà du modèle de Vicsek

Présentation du modèle



- Tamás Vicsek (74 ans) ;

Présentation du modèle



- Tamás Vicsek (74 ans) ;
- Création du modèle en 1995 ;

Présentation du modèle



Essaim d'oiseaux

- Tamás Vicsek (74 ans) ;
- Création du modèle en 1995 ;
- Etude des mouvements collectifs (systèmes auto-organisés) ;

Présentation du modèle

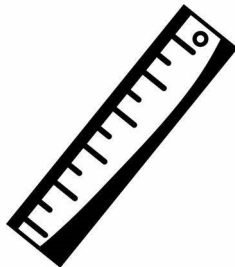


Migration des grues

- Tamás Vicsek (74 ans) ;
- Création du modèle en 1995 ;
- Etude des mouvements collectifs (systèmes auto-organisés) ;
- Aucun agent leader dans le modèle.

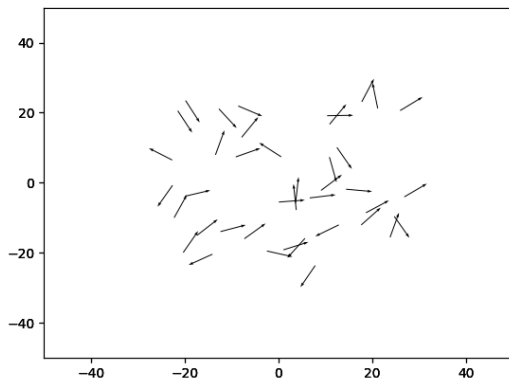
Les bases du modèle

Le modèle de Vicsek permet d'étudier un groupe d'agents qui se déplace dans un espace.



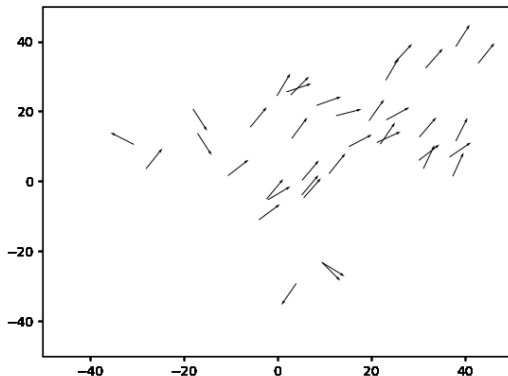
Les bases du modèle

Chacun des agents a une vitesse donnée (en norme et en direction) et va interagir avec ses voisins.



Les bases du modèle

Création d'un mouvement de groupe suite aux interactions entre les agents.



Les équations du modèle

$$\begin{cases} r_i(t + dt) = r_i(t) + v_i \Delta t \\ \Theta_i(t + dt) = \Theta_{j|r_i-r_j|<r} + \eta_i(t) \end{cases}$$

- r_i la position de chaque individu, v_i la vitesse ;

Les équations du modèle

$$\begin{cases} r_i(t + dt) = r_i(t) + v_i \Delta t \\ \Theta_i(t + dt) = \Theta_{j|r_i - r_j| < r} + \eta_i(t) \end{cases}$$

- r_i la position de chaque individu, v_i la vitesse ;
- i est l'indice de l'agent en question et t le temps ;

Les équations du modèle

$$\begin{cases} r_i(t + dt) = r_i(t) + v_i \Delta t \\ \Theta_i(t + dt) = \Theta_{j|r_i-r_j|<r} + \eta_i(t) \end{cases}$$

- r_i la position de chaque individu, v_i la vitesse ;
- i est l'indice de l'agent en question et t le temps ;
- η le bruit et Θ l'angle définissant la direction de sa vitesse.

Les équations du modèle

$$\begin{cases} r_i(t + dt) = r_i(t) + v_i \Delta t \\ \Theta_i(t + dt) = \Theta_{j|r_i-r_j|<r} + \eta_i(t) \end{cases}$$

- $\Theta_{j|r_i-r_j|<r}$ est la direction moyenne des vitesses des agents dans un cercle de rayon r ;

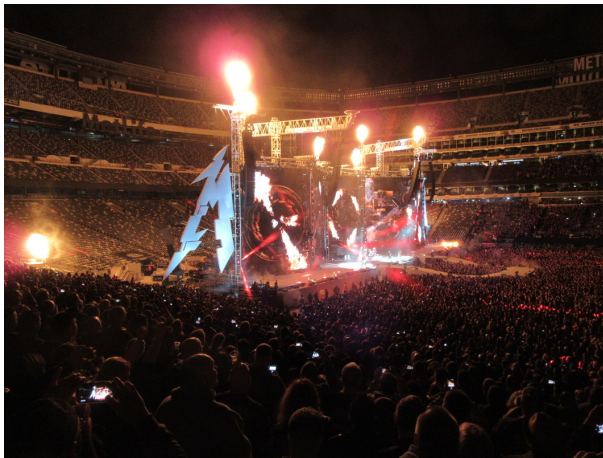
Les équations du modèle

$$\begin{cases} r_i(t + dt) = r_i(t) + v_i \Delta t \\ \Theta_i(t + dt) = \Theta_{j|r_i-r_j|<r} + \eta_i(t) \end{cases}$$

- $\Theta_{j|r_i-r_j|<r}$ est la direction moyenne des vitesses des agents dans un cercle de rayon r ;
- j représentera alors l'ensemble des voisins de i compris dans ce cercle.

Autres intérêts du modèle

Comportement des foules et construction de bâtiments



Autres intérêts du modèle

Domaine de la robotique



- 1 Présentation et explication
 - Présentation du modèle
 - Explications sur le modèle
- 2 Méthode utilisée
 - Classes et méthodes
 - Créations et manipulations sur les agents
- 3 Résultats et interprétations physiques
 - Premiers résultats et paramètres importants
 - Résultats historiques de Vicsek
 - Au-delà du modèle de Vicsek

Classes et méthodes

Programmation orientée objet \Rightarrow Deux classes composées de plusieurs méthodes

```
class Group:  
    """  
    Simule un groupe d'agents, permet de le faire évoluer et de l'afficher.
```

```
my_group = Group()  
my_group.run()
```

Création et manipulation d'agents

- Créations d'agents ;
- Choix des paramètres (bruit, vitesse, cône de vision ...) ;
- Evolution dans le temps grâce aux équations.

$$r_i(t + dt) = r_i(t) + v_i \Delta t$$

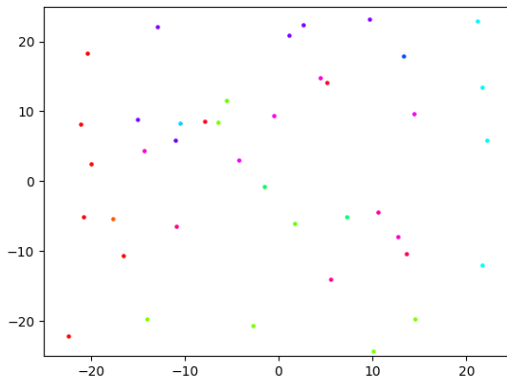
Création et manipulation de groupe

- Création de groupes ;
- Evolution dans le temps en fonction des voisins ;
- Calcul du paramètre d'alignement.

$$\Theta_i(t + dt) = \Theta_{j|r_i - r_j| < r} + \eta_i(t)$$

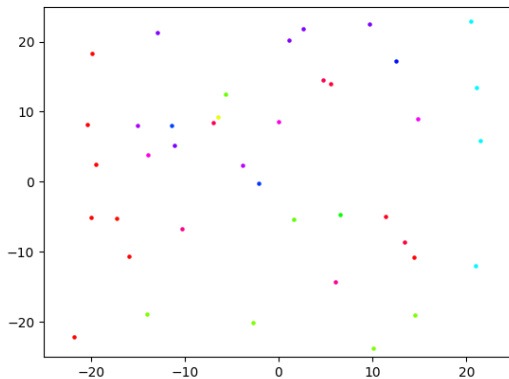
- 1 Présentation et explication
 - Présentation du modèle
 - Explications sur le modèle
- 2 Méthode utilisée
 - Classes et méthodes
 - Créations et manipulations sur les agents
- 3 Résultats et interprétations physiques
 - Premiers résultats et paramètres importants
 - Résultats historiques de Vicsek
 - Au-delà du modèle de Vicsek

Mouvements de groupe

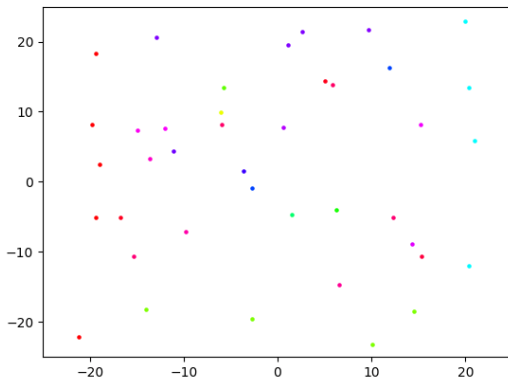


Images avec agents colorés pour indiquer leur direction

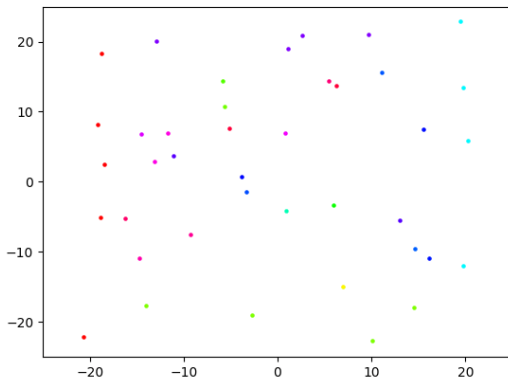
Mouvements de groupe



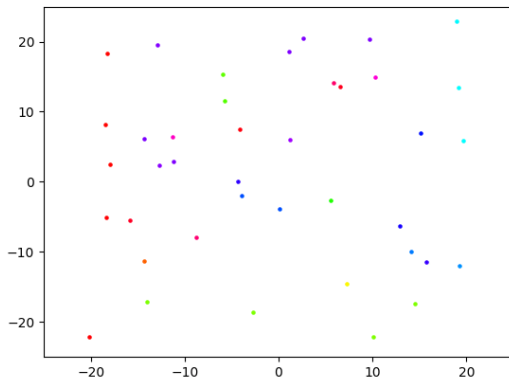
Mouvements de groupe



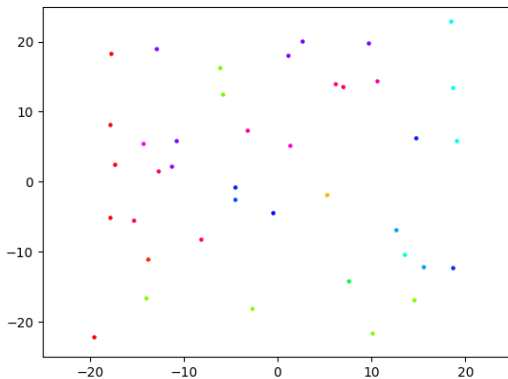
Mouvements de groupe



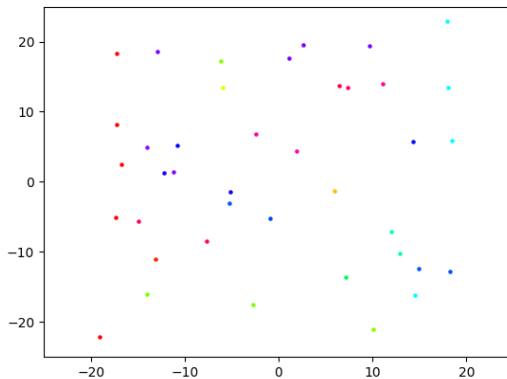
Mouvements de groupe



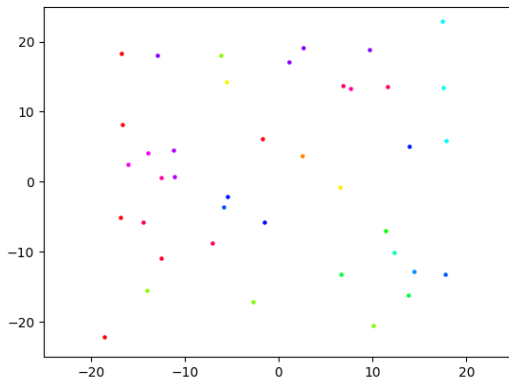
Mouvements de groupe



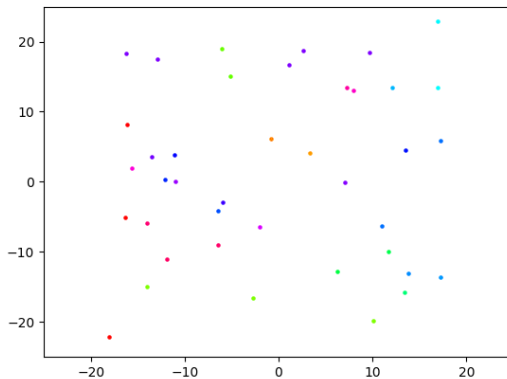
Mouvements de groupe



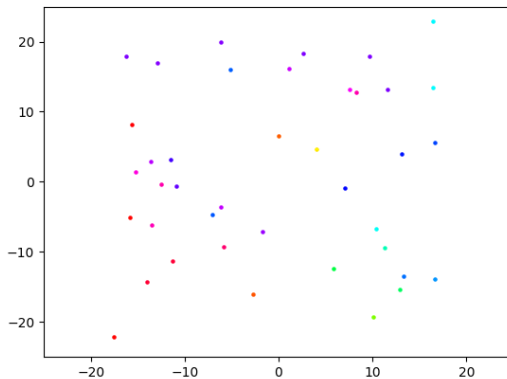
Mouvements de groupe



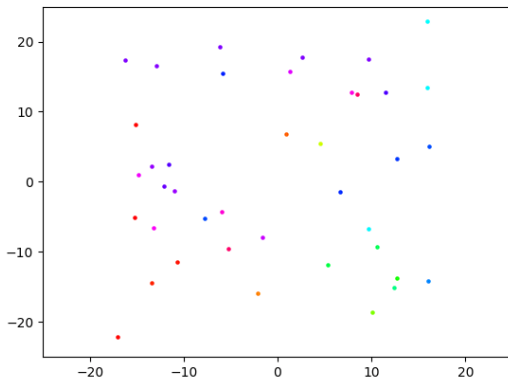
Mouvements de groupe



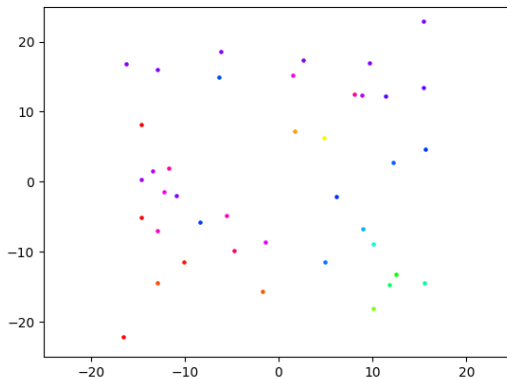
Mouvements de groupe



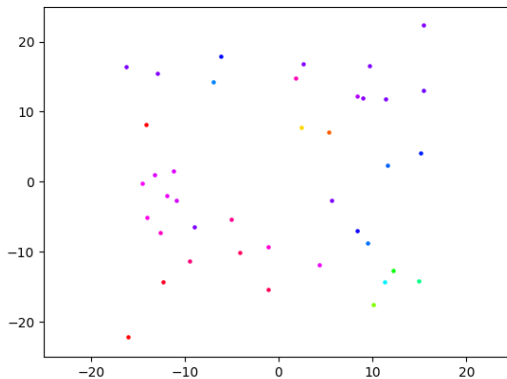
Mouvements de groupe



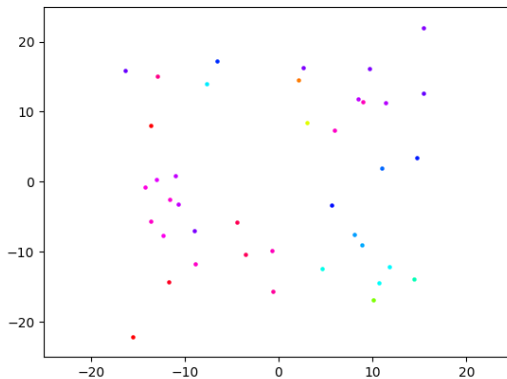
Mouvements de groupe



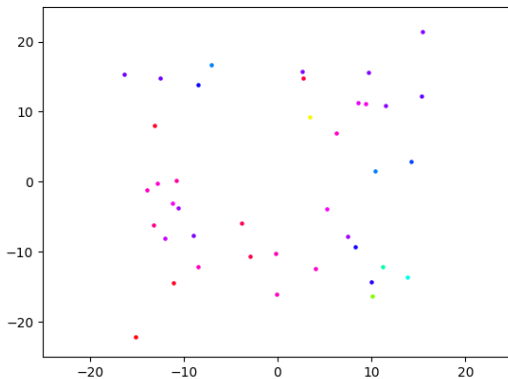
Mouvements de groupe



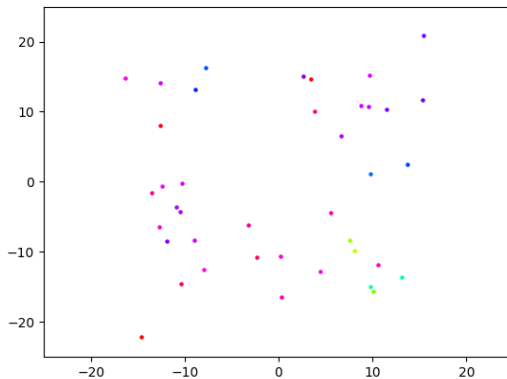
Mouvements de groupe



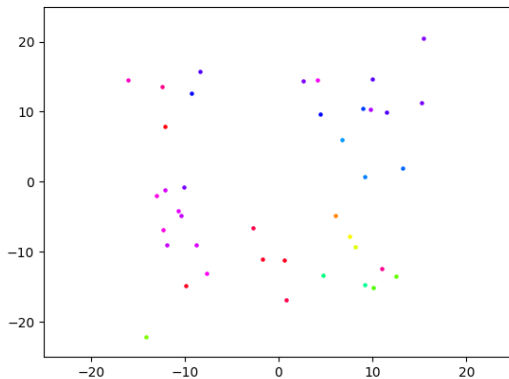
Mouvements de groupe



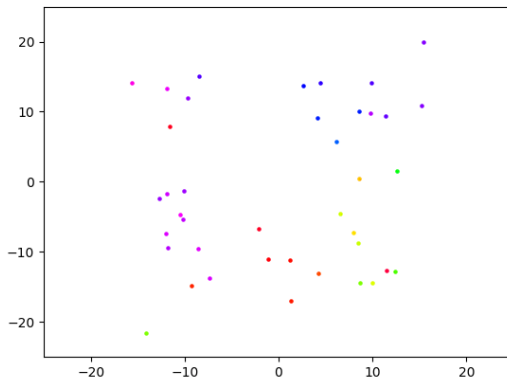
Mouvements de groupe



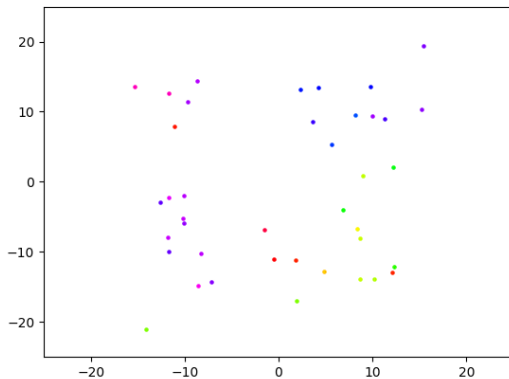
Mouvements de groupe



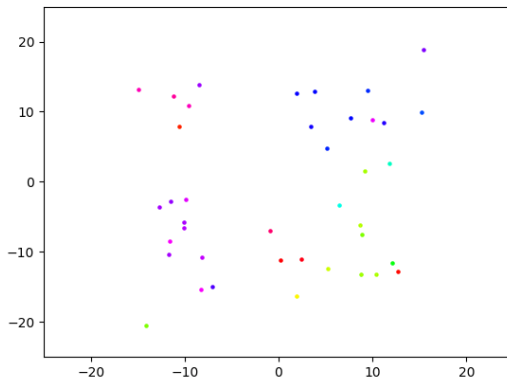
Mouvements de groupe



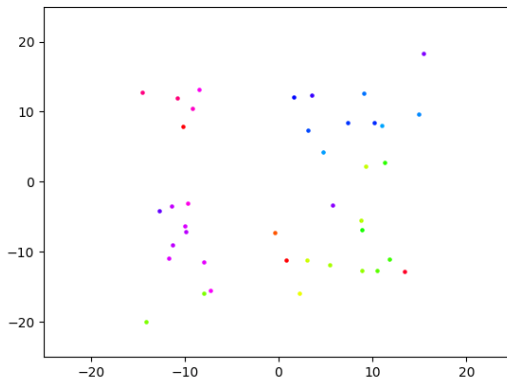
Mouvements de groupe



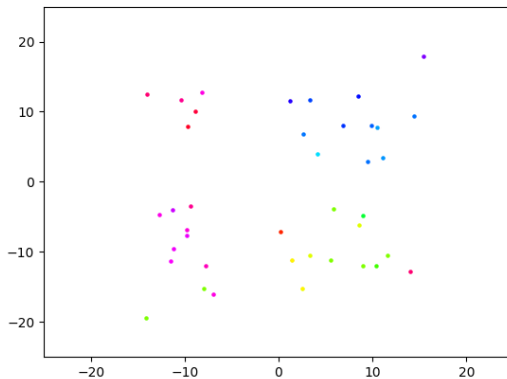
Mouvements de groupe



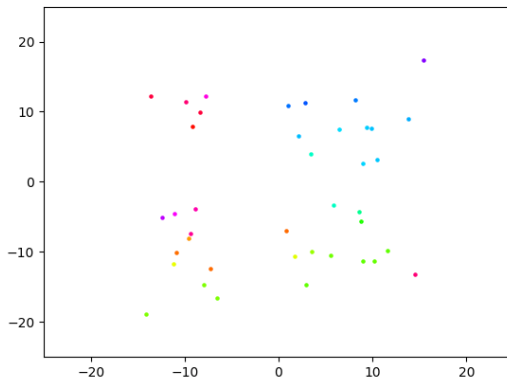
Mouvements de groupe



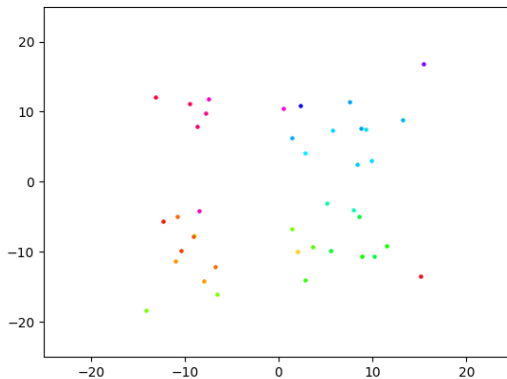
Mouvements de groupe



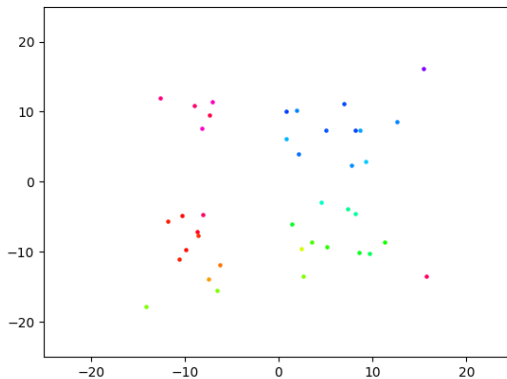
Mouvements de groupe



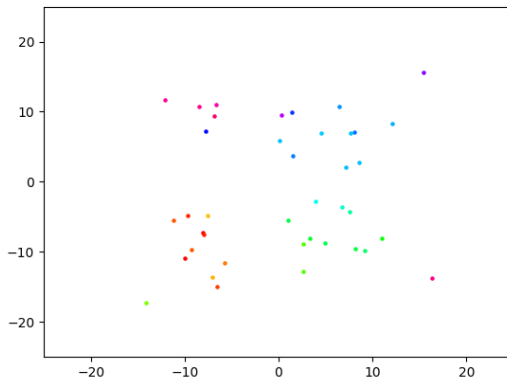
Mouvements de groupe



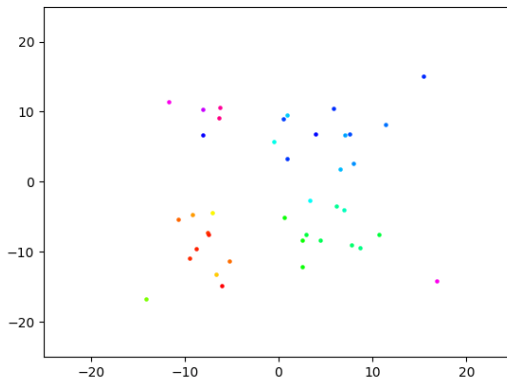
Mouvements de groupe



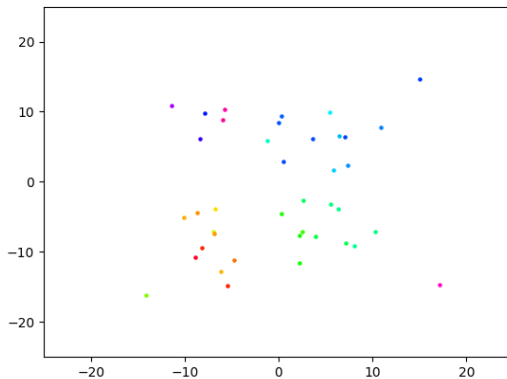
Mouvements de groupe



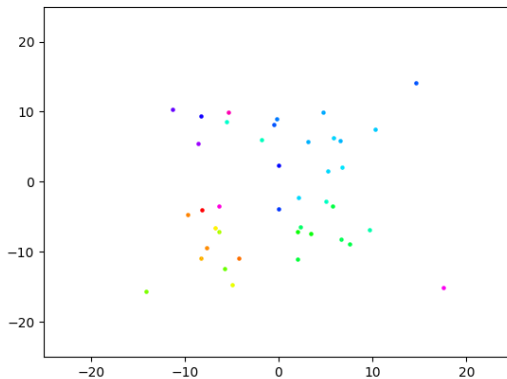
Mouvements de groupe



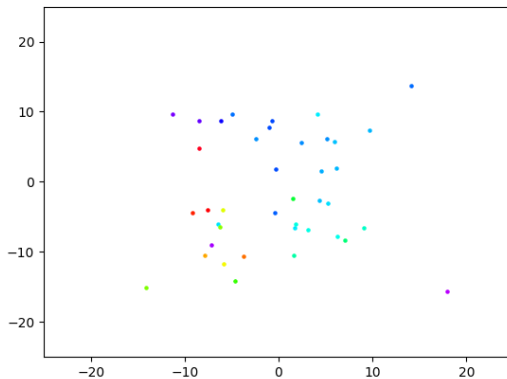
Mouvements de groupe



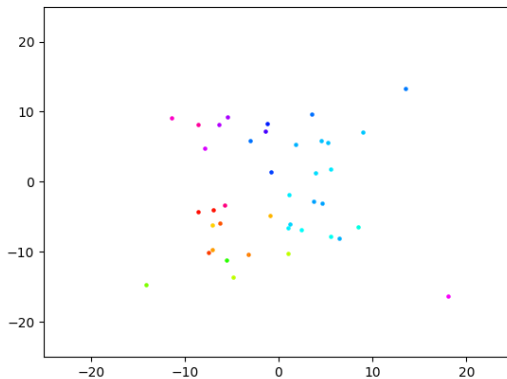
Mouvements de groupe



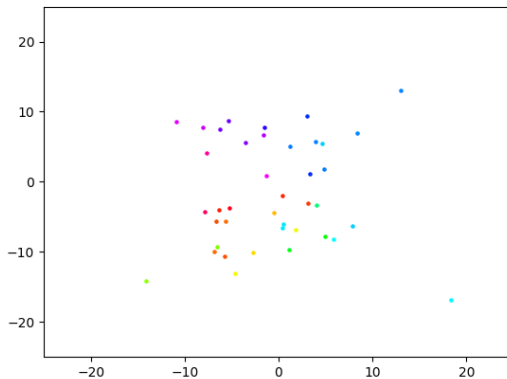
Mouvements de groupe



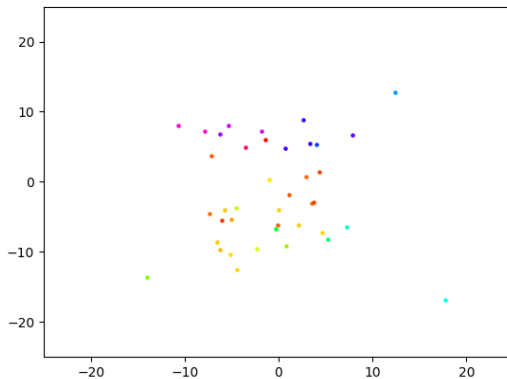
Mouvements de groupe



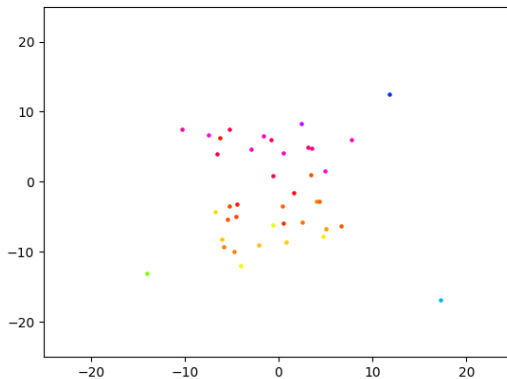
Mouvements de groupe



Mouvements de groupe

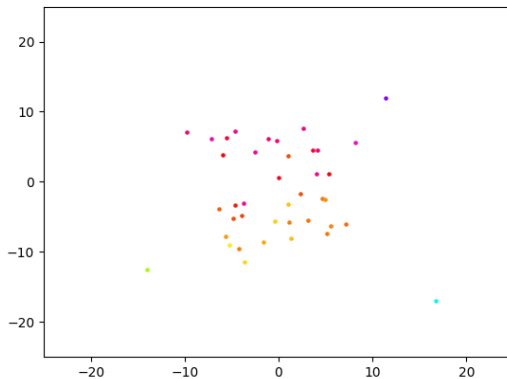


Mouvements de groupe

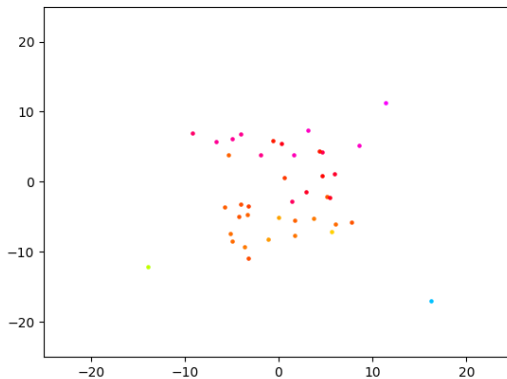




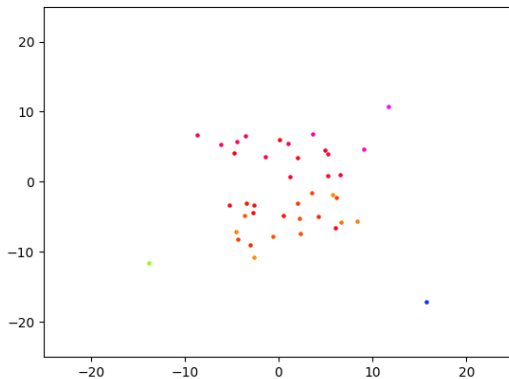
Mouvements de groupe



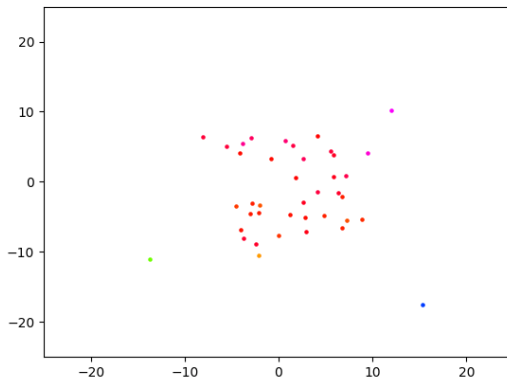
Mouvements de groupe



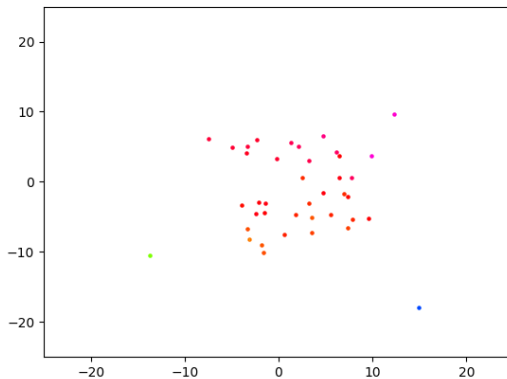
Mouvements de groupe



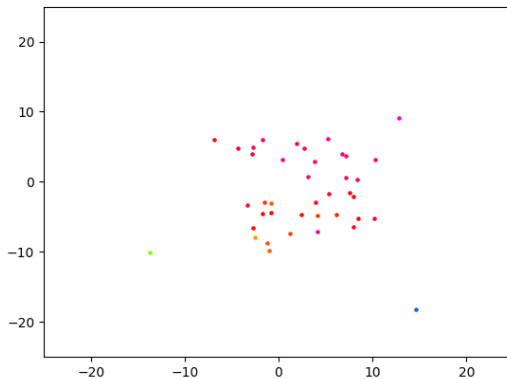
Mouvements de groupe



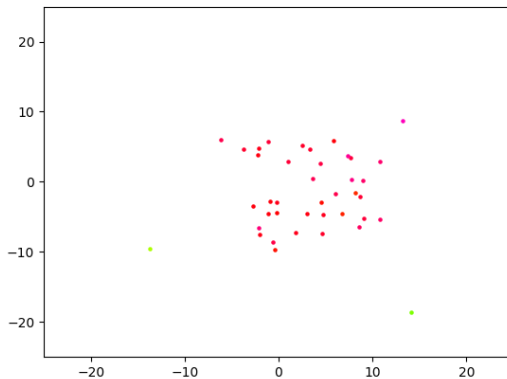
Mouvements de groupe



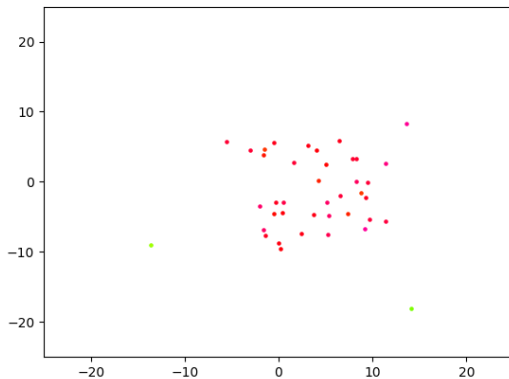
Mouvements de groupe



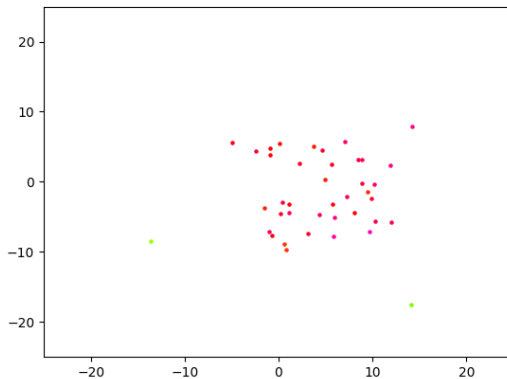
Mouvements de groupe



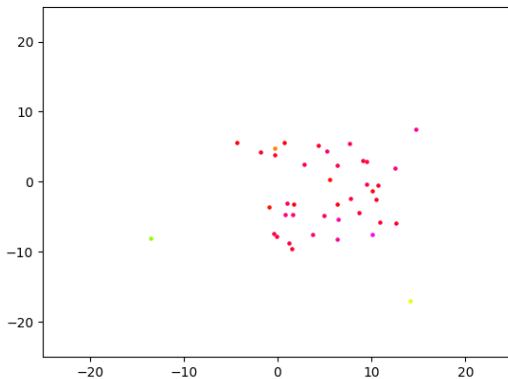
Mouvements de groupe



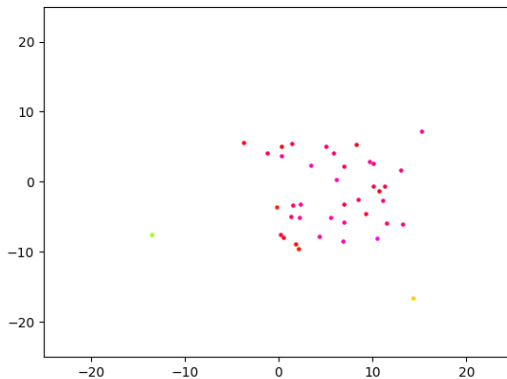
Mouvements de groupe



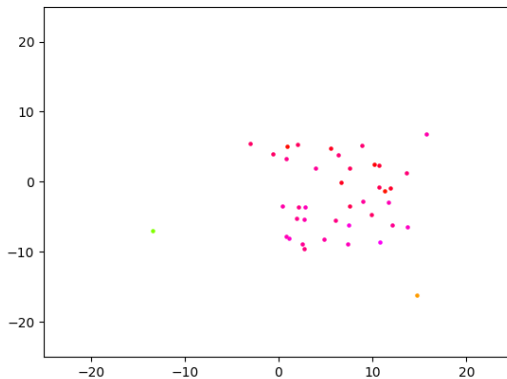
Mouvements de groupe



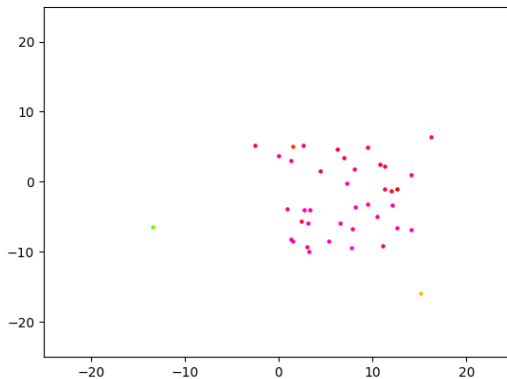
Mouvements de groupe



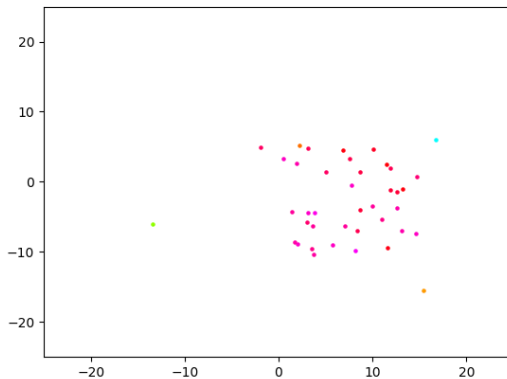
Mouvements de groupe



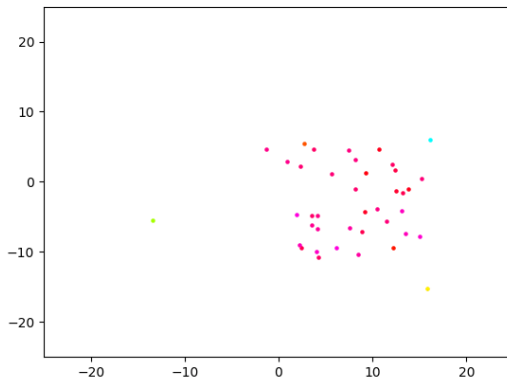
Mouvements de groupe



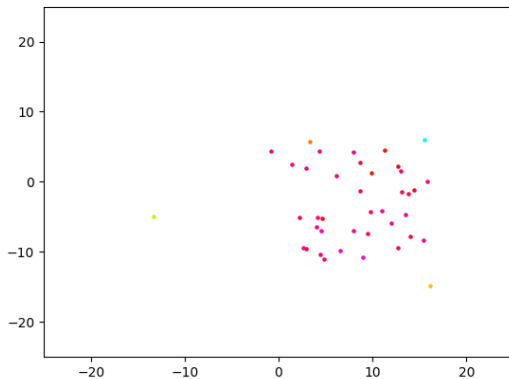
Mouvements de groupe



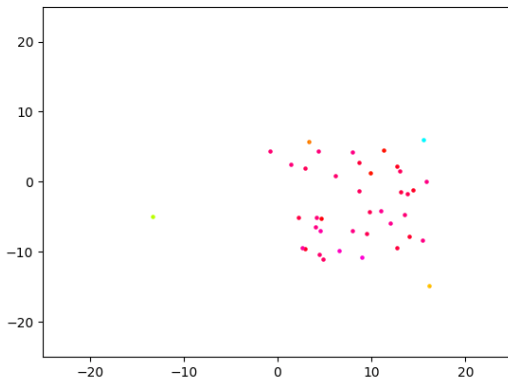
Mouvements de groupe



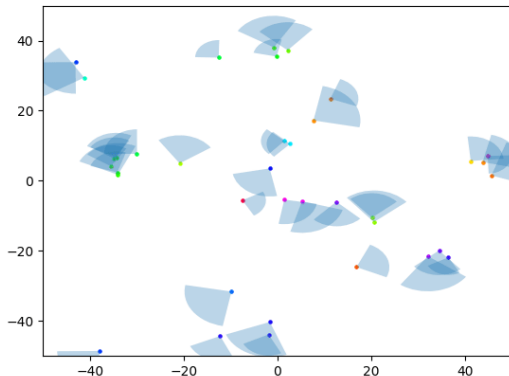
Mouvements de groupe



Mouvements de groupe

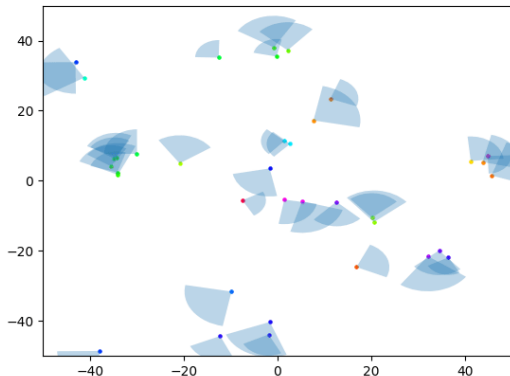


Cône de vision



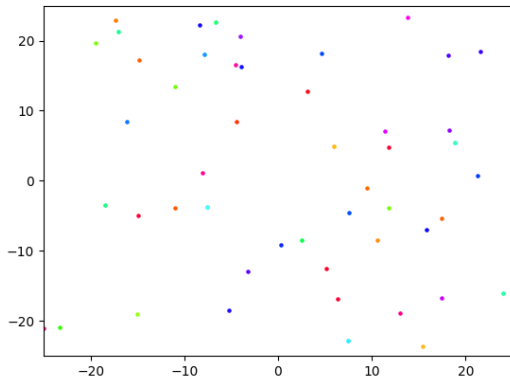
- Meilleure visualisation des voisins visibles par l'agent ;

Cône de vision



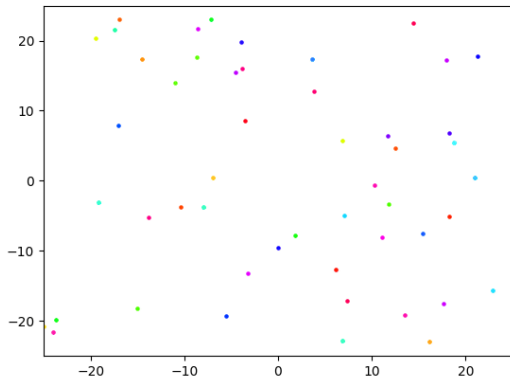
- Meilleure visualisation des voisins visibles par l'agent ;
- Images trop chargées pour observer correctement les mouvements de groupe.

Paramètre de bruit



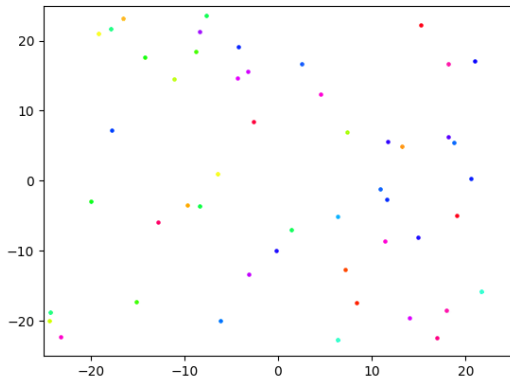
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



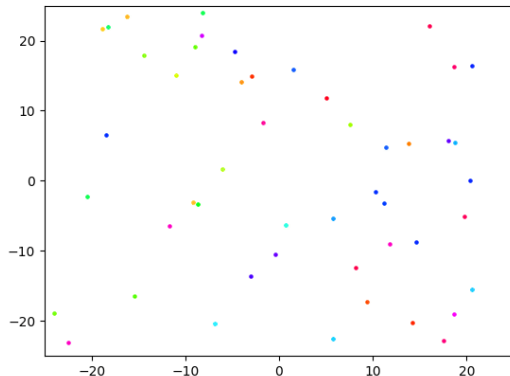
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



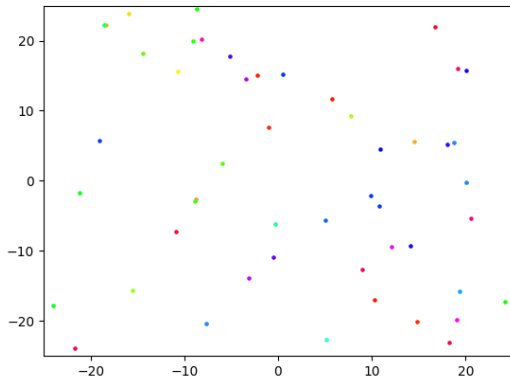
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



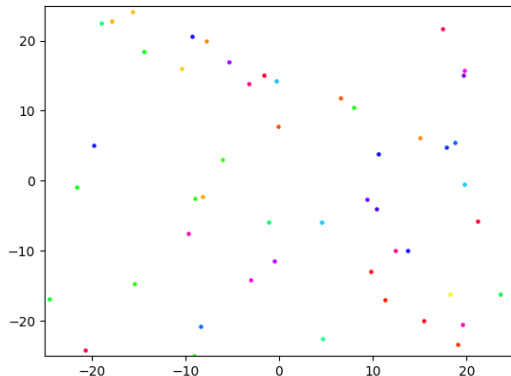
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



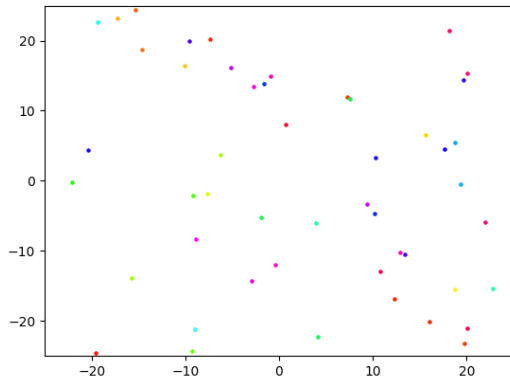
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



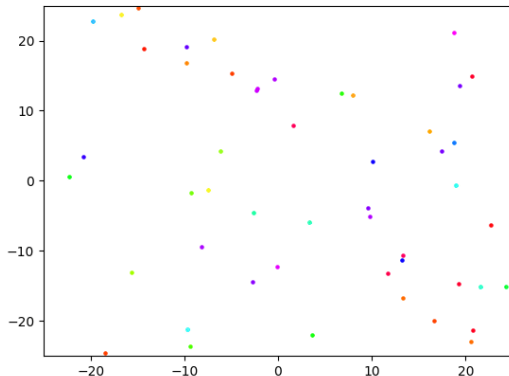
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



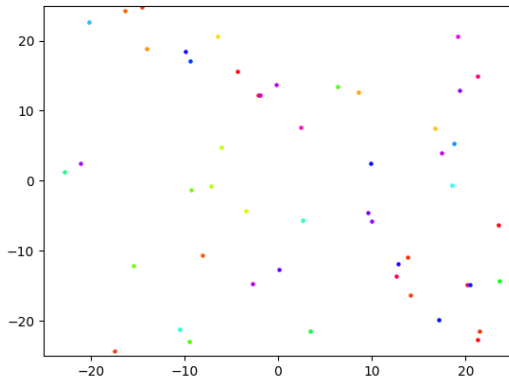
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



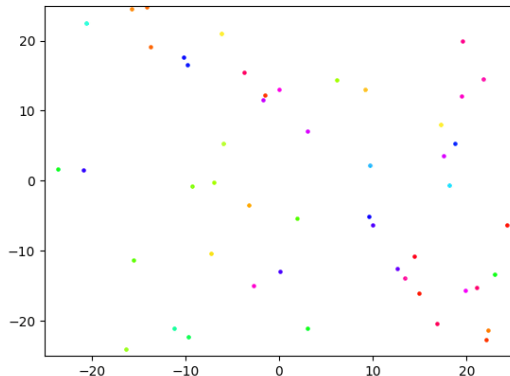
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



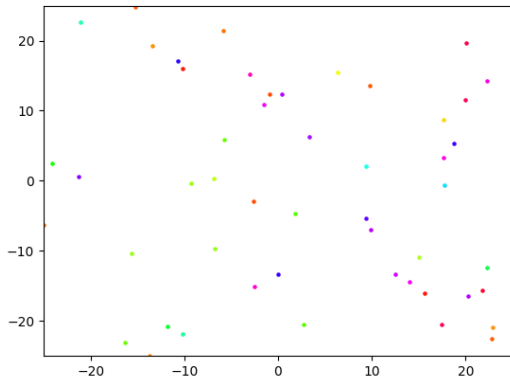
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



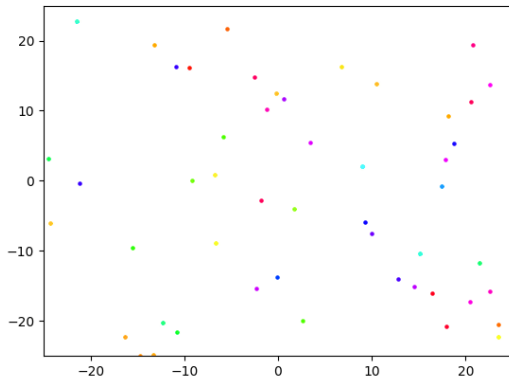
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



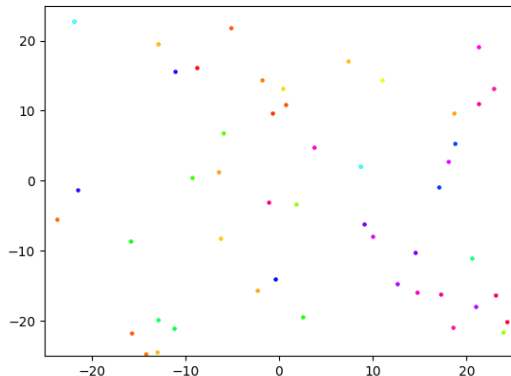
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



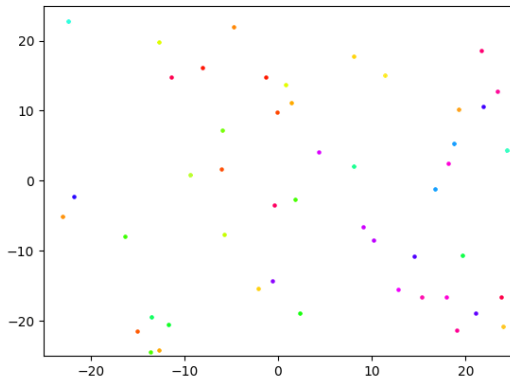
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



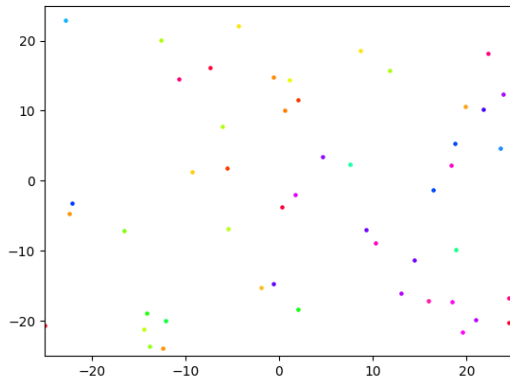
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



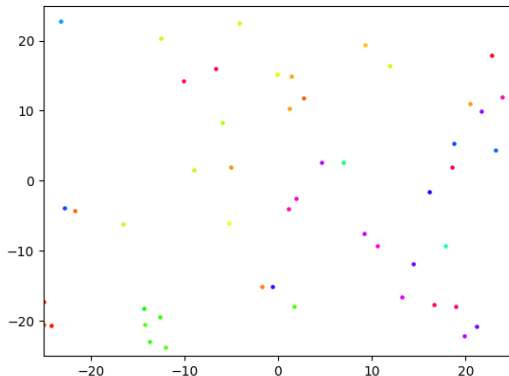
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



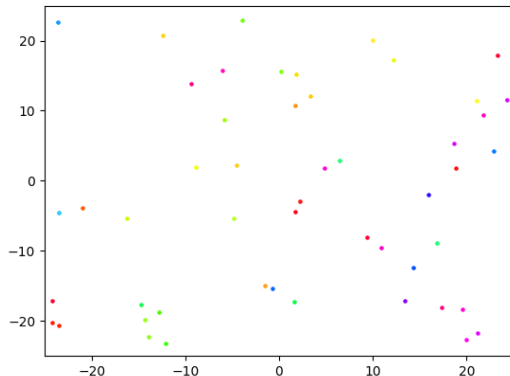
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



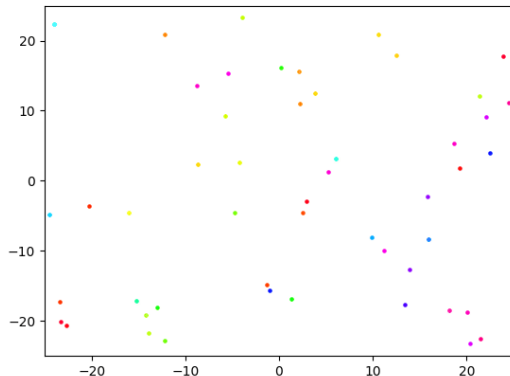
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



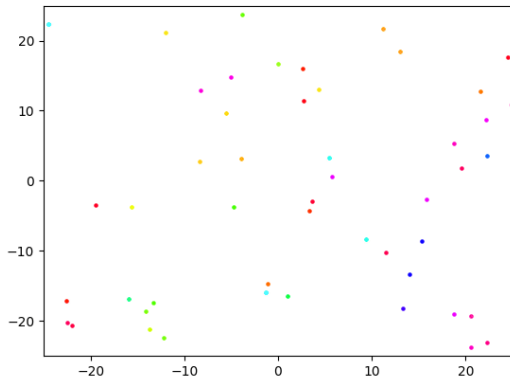
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



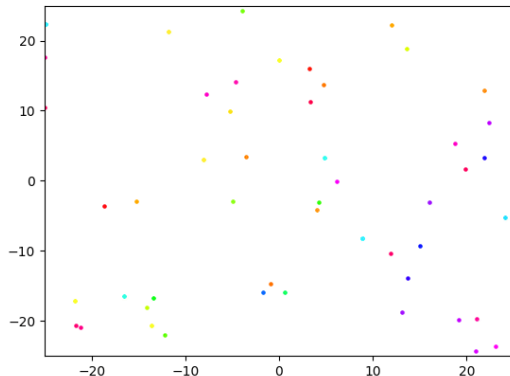
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



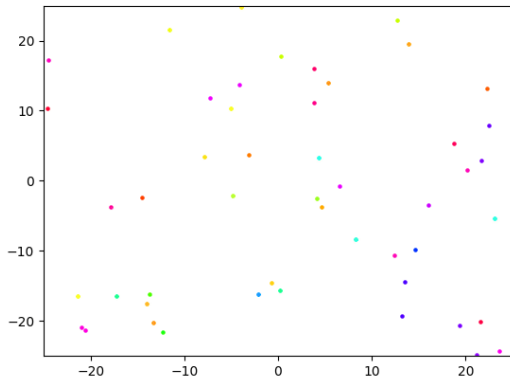
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



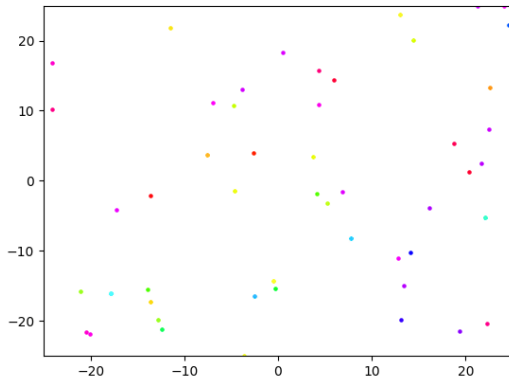
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



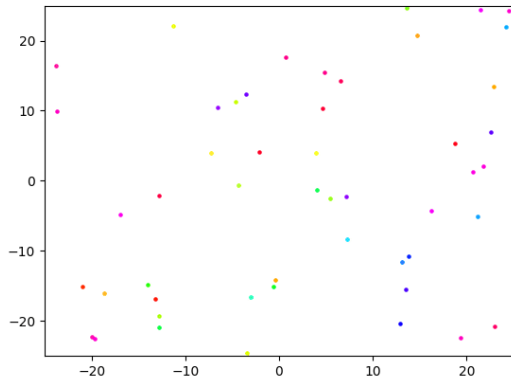
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



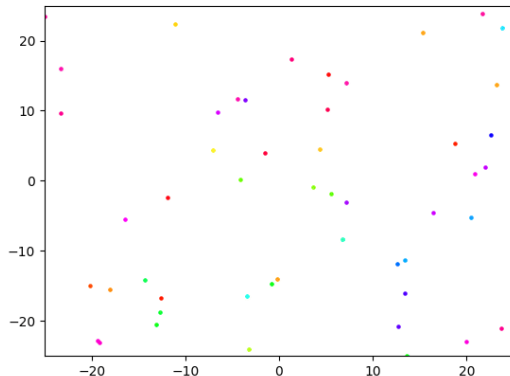
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



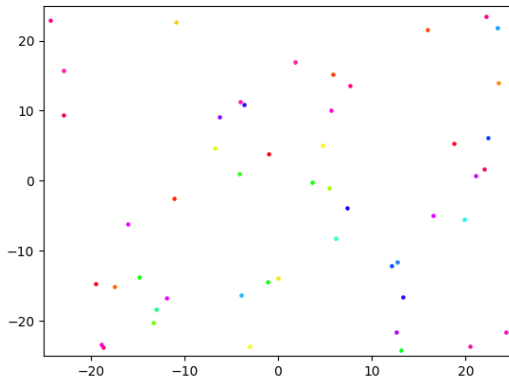
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



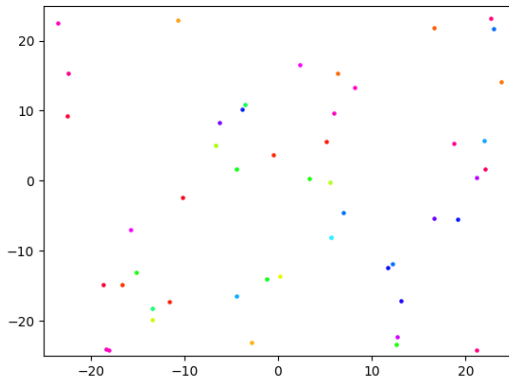
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



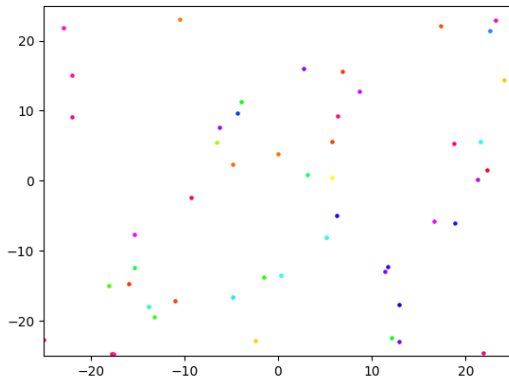
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



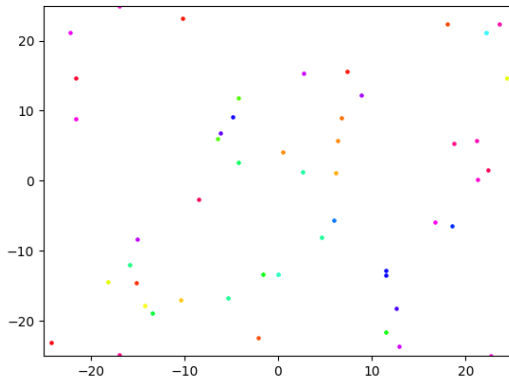
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



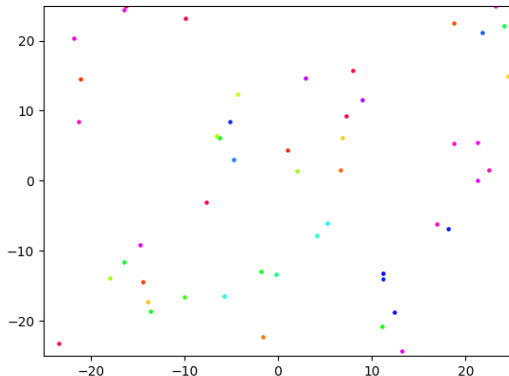
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



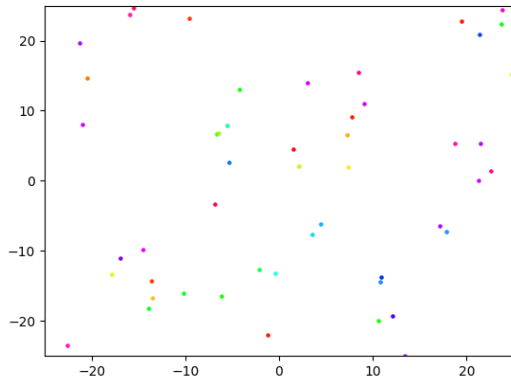
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



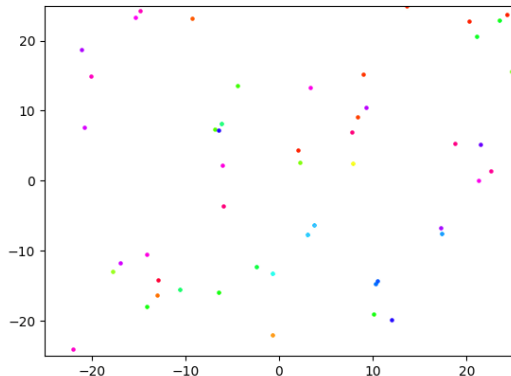
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



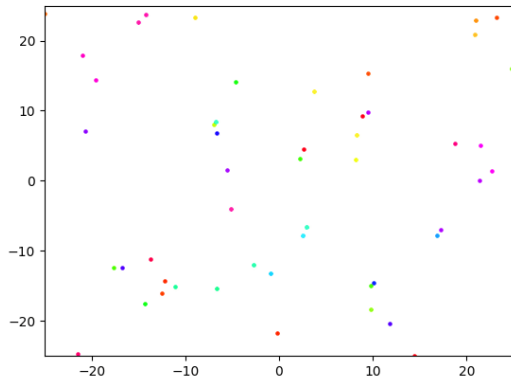
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



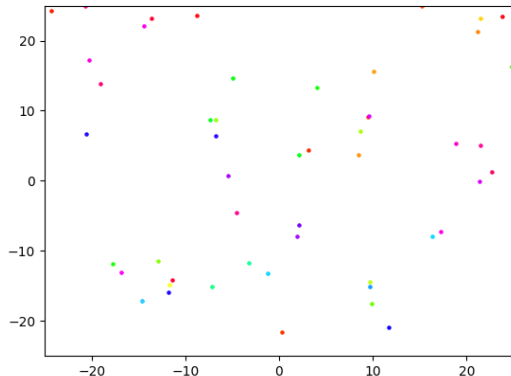
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



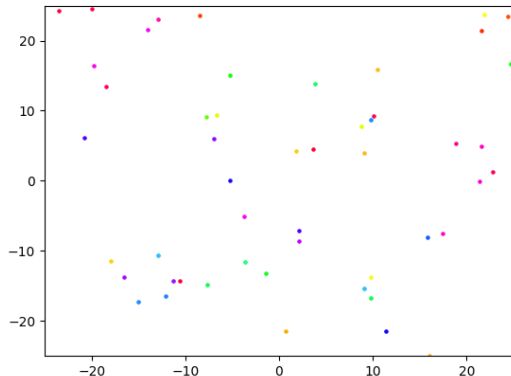
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



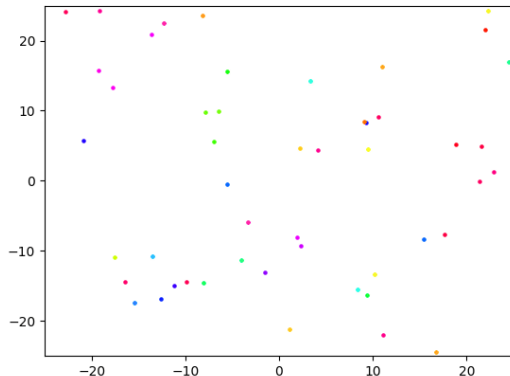
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



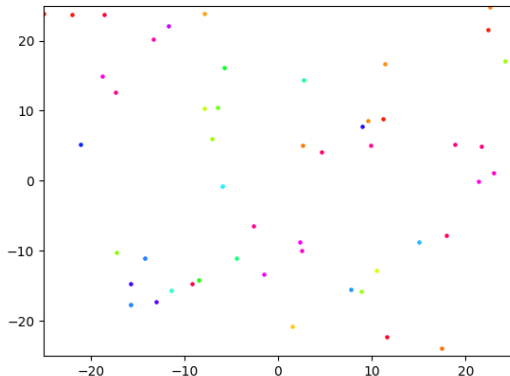
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



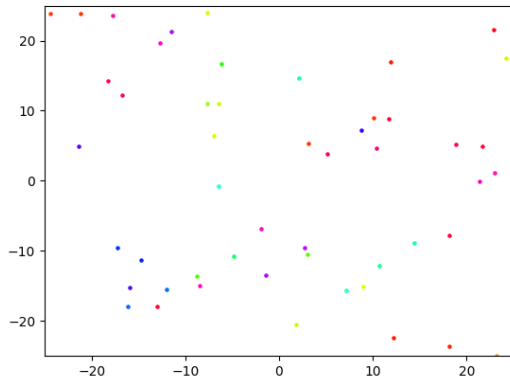
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



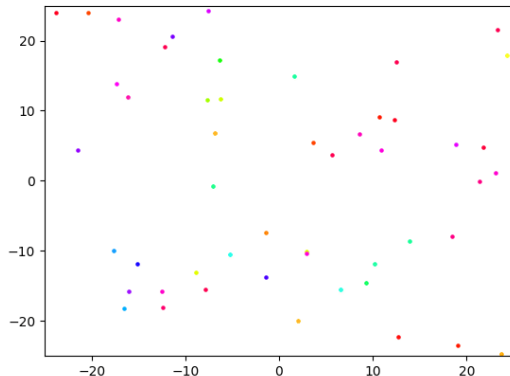
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



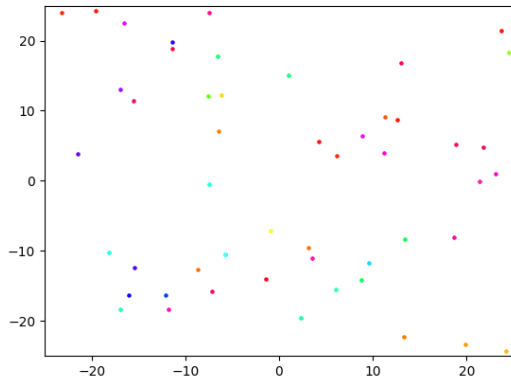
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



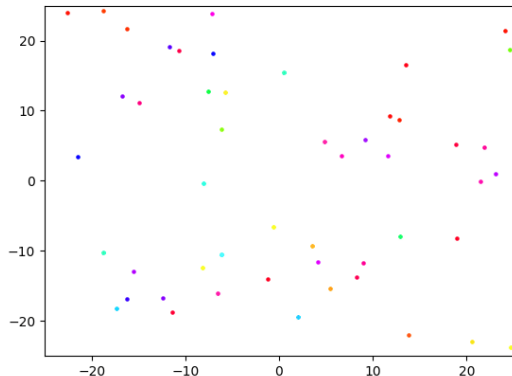
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



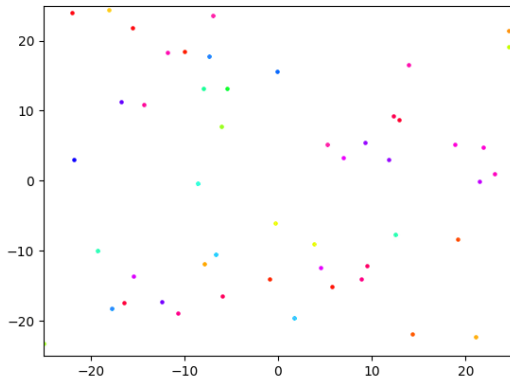
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



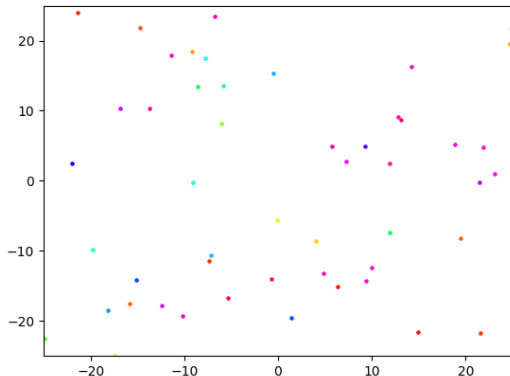
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



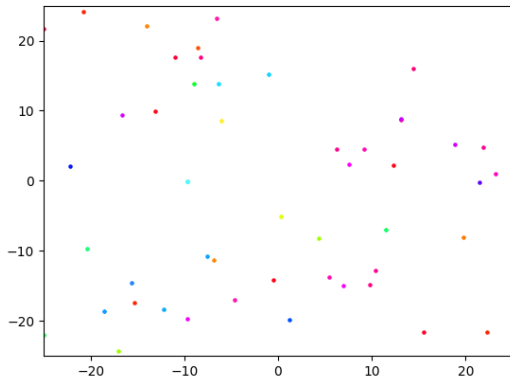
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



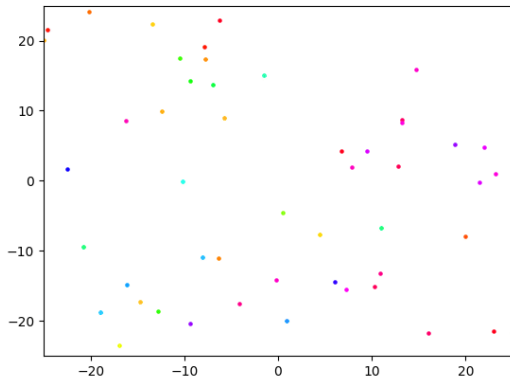
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



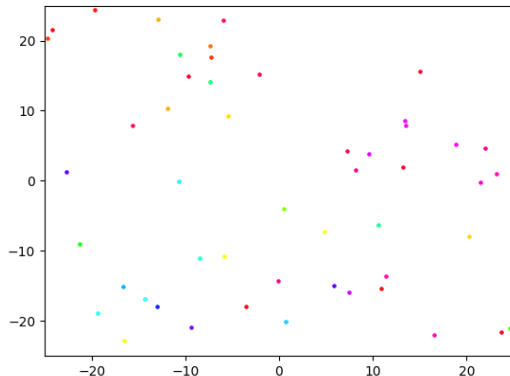
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



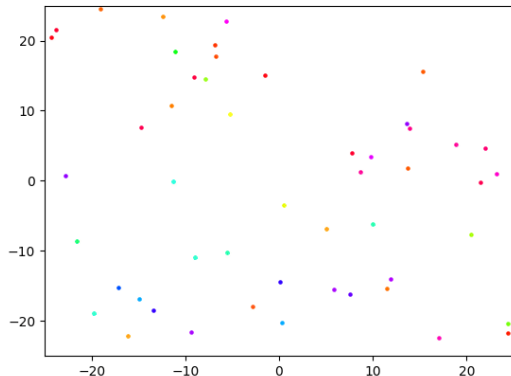
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



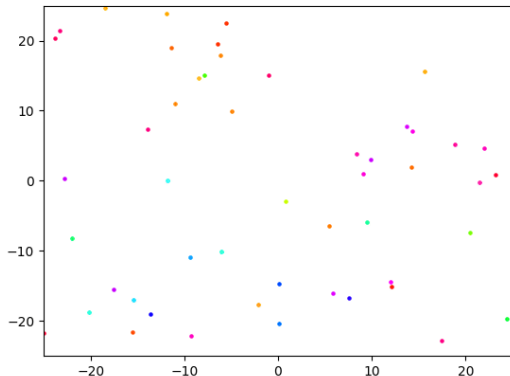
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



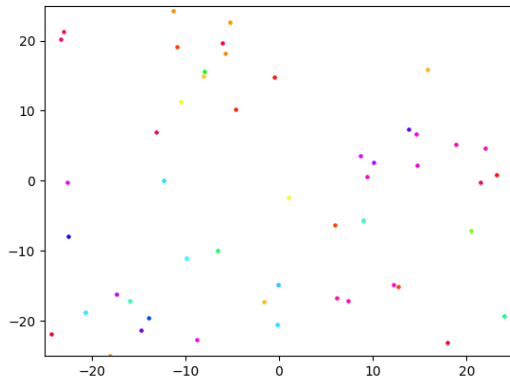
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



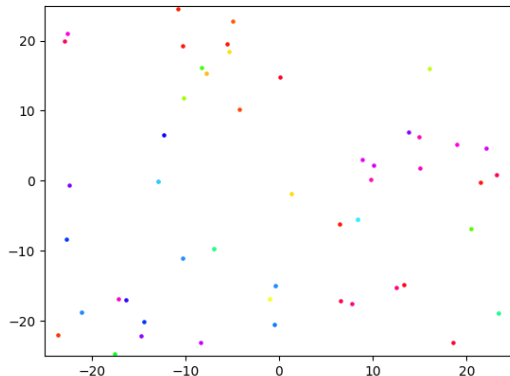
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



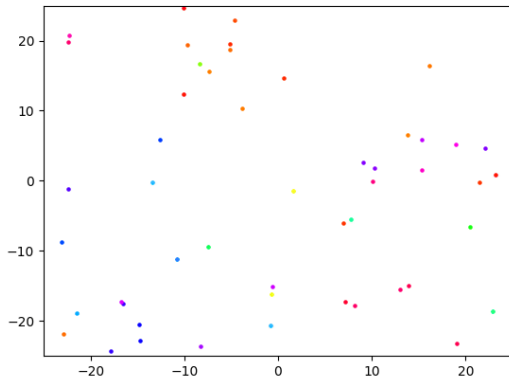
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



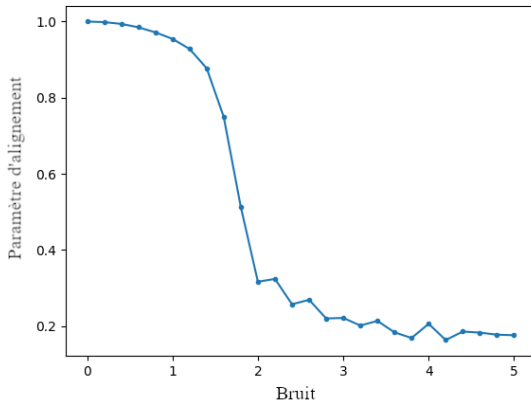
- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;

Paramètre de bruit



- Ce paramètre perturbe la communication entre les agents ;
- La cohésion du groupe est significativement réduite lorsque le bruit augmente.

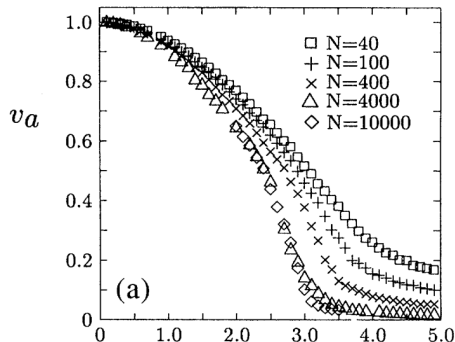
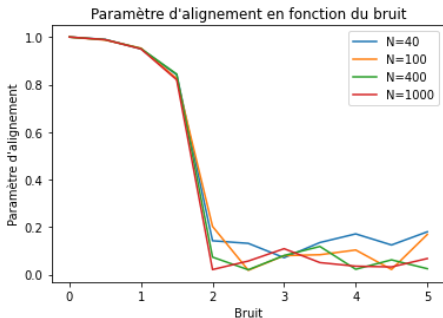
Paramètre d'alignement en fonction du bruit



40 agents

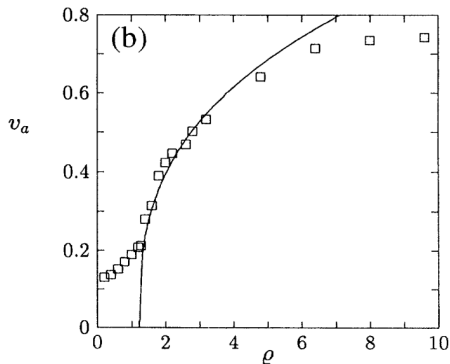
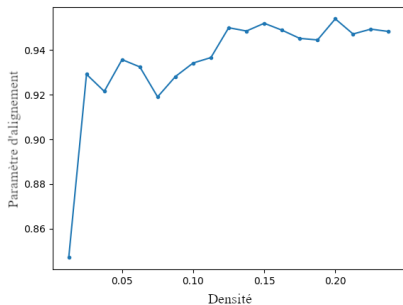
Densité fixe \rightarrow 4,15 agents par unité de surface

Paramètre d'alignement en fonction du bruit



À bruit égal, augmenter le nombre d'agent \Rightarrow alignement dégradé

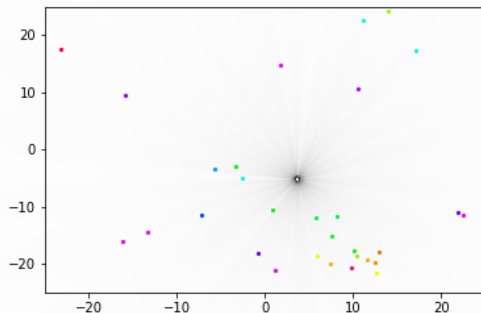
Paramètre d'alignement en fonction de la densité



Bruit fixé à 1

Densité plus forte → Meilleur alignement

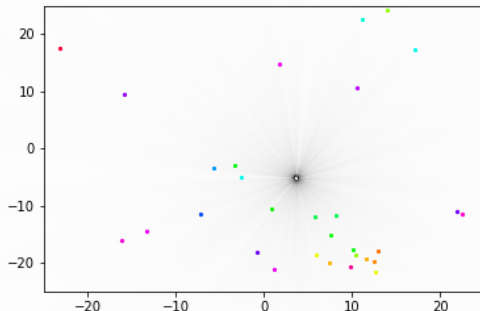
Création d'un agent leader



Un agent leader en noir

- Nouveau paramètre pour le type d'agent ;

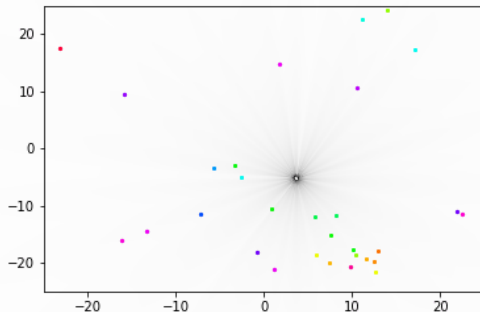
Création d'un agent leader



Un agent leader en noir

- Nouveau paramètre pour le type d'agent ;
- Influence plus importante sur les agents normaux ;

Création d'un agent leader



Un agent leader en noir

- Nouveau paramètre pour le type d'agent ;
- Influence plus importante sur les agents normaux ;
- Organisation en « triangle ou en arc de cercle » ;

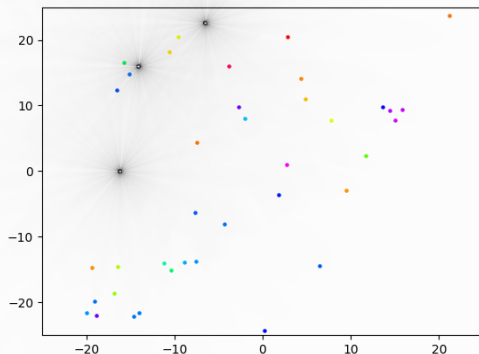
Création d'un agent leader



Migration des grues

- Nouveau paramètre pour le type d'agent ;
- Influence plus importante sur les agents normaux ;
- Organisation en « triangle ou en arc de cercle » ;
- Autre type de mouvement collectif.

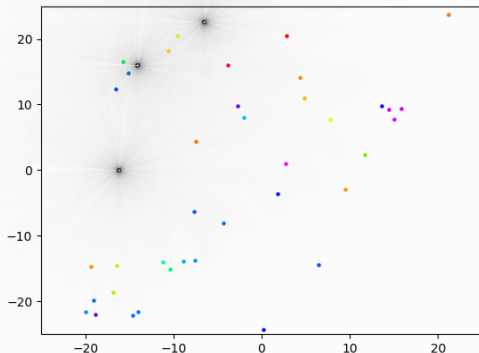
Mise en place d'une prédation



Trois prédateurs en noir

- Nouveau paramètre pour simuler la « peur des agents » ;

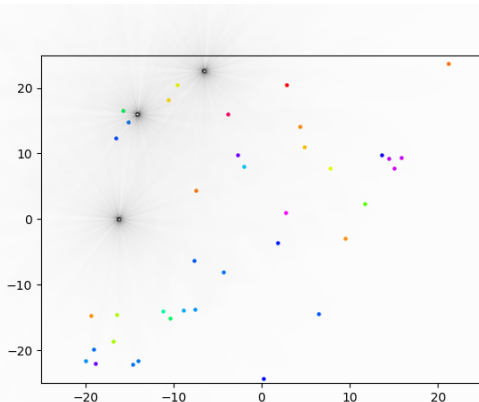
Mise en place d'une prédation



Trois prédateurs en noir

- Nouveau paramètre pour simuler la « peur des agents » ;
- Agents prennent la fuite dans le sens inverse de leur direction ;

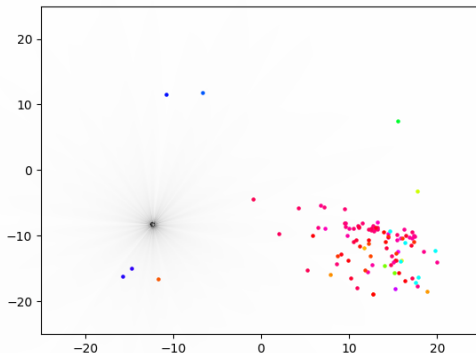
Mise en place d'une prédation



Trois prédateurs en noir

- Nouveau paramètre pour simuler la « peur des agents » ;
- Agents prennent la fuite dans le sens inverse de leur direction ;
- Mouvements de groupes moins observés avec plusieurs prédateurs ;

Mise en place d'une prédation



Un seul prédateur en noir

- Nouveau paramètre pour simuler la « peur des agents » ;
- Agents prennent la fuite dans le sens inverse de leur direction ;
- Mouvements de groupes moins observés avec plusieurs prédateurs ;
- Mouvements de groupes conservés avec un prédateur.

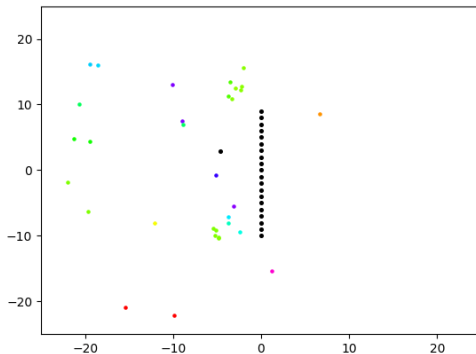
Système évolutif

Nous avons 4 groupes tests avec des paramètres différents.

bruit	sensibilité	pourcentage de survivants
0	0	39
0	1	79
1	0	30
1	1	86

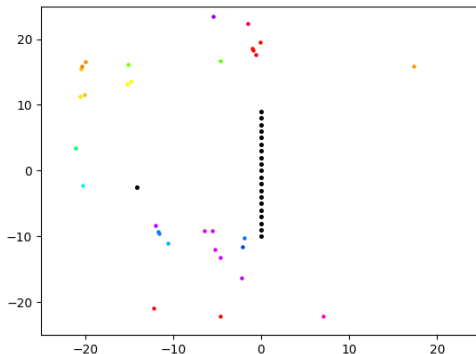
Bruit et sensibilité au maximum → Meilleure chance de survie.

Ajout d'obstacles



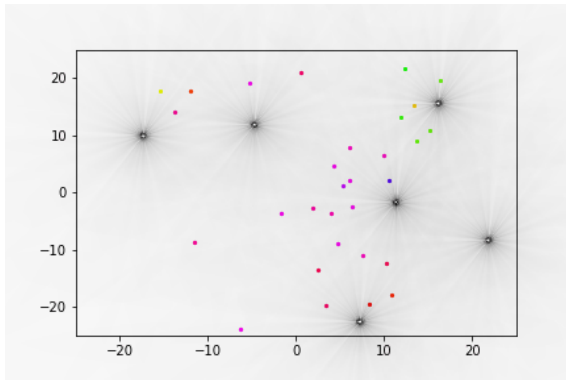
Nouveau type d'agent « mur »

Ajout d'obstacles



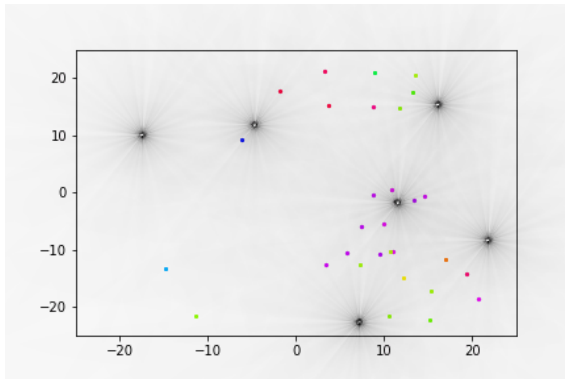
La majorité des agents fait demi-tour
Importance de la taille de l'obstacle

Ajout d'obstacles



Simulation de petits obstacles en noir

Ajout d'obstacles



Les agents contournent les obstacles

Conclusion

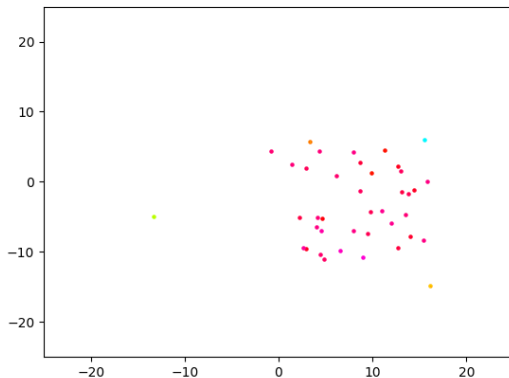
- Nous avons réussi à simuler le modèle de Vicsek numériquement ;

Conclusion

- Nous avons réussi à simuler le modèle de Vicsek numériquement ;
- Nous avons joué sur le fait que chaque agent est unique ;

Conclusion

- Nous avons réussi à simuler le modèle de Vicsek numériquement ;
- Nous avons joué sur le fait que chaque agent est unique ;
- Nous sommes allés au-delà du modèle avec la mise en place d'une prédation, la création d'agents leaders et de murs.



Merci pour votre écoute !
Avez-vous des questions ?