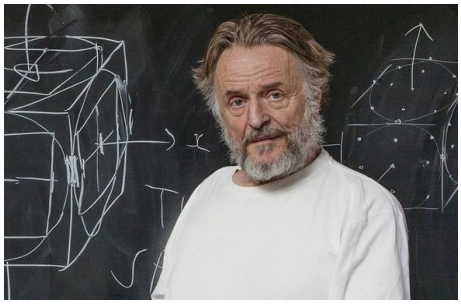
Jeu de la vie

Le **jeu de la vie** est un automate cellulaire : ensemble de cellules représenté par une grille qui peut évoluer au cours du temps.



En réponse à un problème de John von Neumann qui recherchait une machine capable d'auto-réplication, John Horton Conway, en 1970, a construit ce modèle mathématique basé sur un algorithme avec des règles basiques.

Aujourd'hui, les automates cellulaires, comme le **jeu de la vie,** sont utilisés dans des simulations informatiques : évolution des cellules vivantes dans un organisme, évolution de certaines populations...

Dans le cadre du projet, on utilisera les règles fixées à l'origine par J.H. Conway :

- l'espace de simulation sera une grille suffisamment grande (16 x 16 minimum)

- chaque case peut contenir au plus une cellule : 0 ou 1 cellule

- l'automate cellulaire évolue dans le temps par succession de générations. Les cellules naissent ou meurent en fonction de leur voisinage, à chaque génération

➢ Une cellule naît dans une case qui possède exactement 3 cellules voisines.

➢ Une cellule meurt si elle est isolée (sous-population) : < 2 cellules voisines.

➢ Une cellule meurt si elle est entourée de plus de trois cellules (sur-population).

➢ Une cellule survie donc que lorsqu'elle a 2 ou 3 cellules voisines (stabilité).

Évolution d'un jeu de la vie

Votre projet sera à rendre dans un seul fichier : **jeu_de_la_vie.py**

Il s'appuie sur le travail préparatoire : le module **grille.py**

Ce module renferme un certain nombre de fonctions que l'on pourra appeler en les important, tout comme une librairie, avec l'instruction :

```
from grille import *
```

Les deux fichiers devront être situés dans le même répertoire !

Rappel des fonctions : **creer_grille**
hauteur_grille
largeur_grille
creer_grille_aleatoire
afficher_grille
voisins_case
nb_cases_voisins_occup

Un autre module est aussi mis à votre disposition : **affichage_grille.py**
Il permet l'affichage de la grille du jeu de la vie dans une fenêtre graphique (*Voir la fonction **exemple()** dans ce module, pour connaître son utilisation).*

Génération suivante

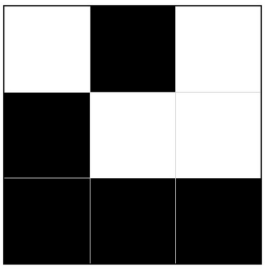
Réaliser la fonction `generation_suivante` qui, à partir d'une grille passée en paramètre, calcule la grille de la génération suivante et la renvoie.

La nouvelle génération est calculée à partir des critères de naissance ou de mort des cellules indiqués sur la page précédente.

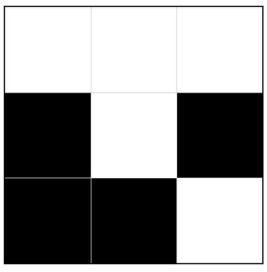
Dans le jeu de la vie, on considère que la nouvelle génération apparaît spontanément dans toutes les cases au même moment.

```
:examples:
>>> grille = [[0, 1, 0], [1, 0, 0], [1, 1, 1]]
>>> generation_suivante(grille)
[[0, 0, 0], [1, 0, 1], [1, 1, 0]]
>>> generation_suivante([[0, 0, 0], [1, 0, 1], [1, 1, 0]])
[[0, 0, 0], [1, 0, 0], [1, 1, 0]]
>>> generation_suivante([[0, 0, 0], [1, 0, 0], [1, 1, 0]])
[[0, 0, 0], [1, 1, 0], [1, 1, 0]]
```

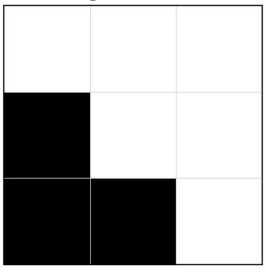
grille



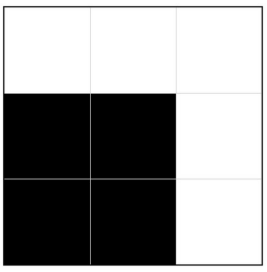
1ère génération



2ème génération



3ème génération



Évolution au fil de n générations

Réaliser une procédure `evolution_n_generations` qui prend en paramètre une **grille** et un entier naturel **n** et qui va afficher l'évolution de la **grille** au fil de **n** générations.

Afin de mieux visualiser l'évolution nous ferons une pause d'une seconde entre chaque génération.

La fonction `sleep` du module `time` vous permettra de faire une telle pause *(voir la documentation de cette fonction pour savoir comment l'utiliser)*.

Simulation de l'évolution d'une population de cellules

En utilisant la fonction précédente, **simuler** l'évolution d'une grande population de cellules :

- grille : 100 x 100 minimum
- peuplement aléatoire de la grille initiale
- nombre de générations : env. 1 000 *(réduire le temps de pause)*

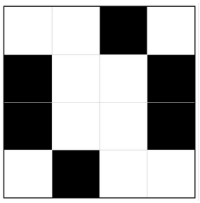
Etudier la survie de la population de cellules en fonction de la probabilité de peuplement de départ.

Pour aller plus loin : Motifs récurrents

Quelques motifs récurrents peuvent être obtenus à partir de grilles particulières.

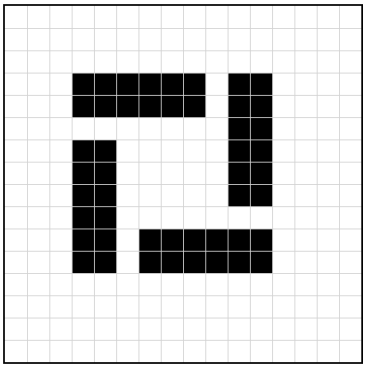
Par exemple, un oscillateur à deux états peut être obtenu avec cette grille :

```
oscillateur = [[0, 0, 1, 0], [1, 0, 0, 1], [1, 0, 0, 1], [0, 1, 0, 0]]
```



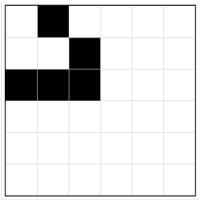
Certains oscillateurs donnent des formes particulières.

```
galaxie = [[0] * 15, [0] * 15, [0] * 15, [0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1,
0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0], [0,
0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1, 0,
0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
1, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
[0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1,
0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0], [0] * 15, [0] * 15, [0] * 15]
```

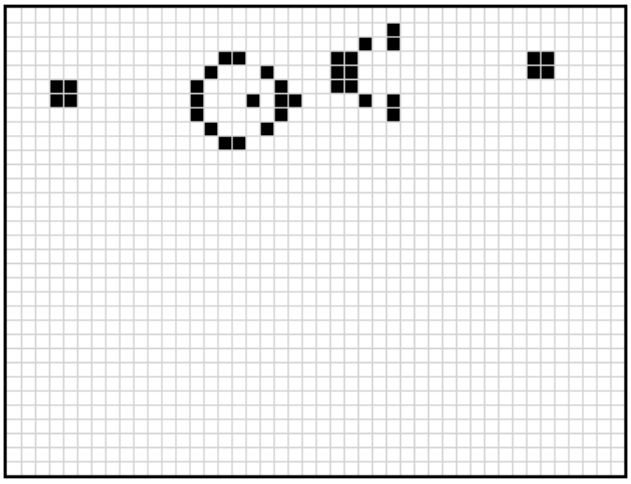


Un planeur est un motif qui se déplace jusqu'à disparaître de la grille. Voici une grille permettant d'obtenir un planeur qui se répète toutes les quatre générations en s'étant déplacé d'une case vers le bas et d'une case vers la droite à chaque génération :

```
planeur = [[0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0], [1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0] * 11, [0] * 11, [0] *
11, [0] * 11, [0] * 11, [0] * 11, [0] * 11, [0] * 11]
```



Des canons à planeurs sont des oscillateurs projetant des planeurs. Une grille plus grande est nécessaire pour visualiser le phénomène :



```
canons = [[0] * 44, [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1,
0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0,
0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0,
0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0] * 44, [0] * 44, [0] *
44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] *
44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] * 44, [0] *
44, [0] * 44]
```

Tester chacune de ces configurations.
Réaliser la collision d'un planeur sur une galaxie.

Approfondissements :

Simulation vie cellulaire, avec un lissage des pixels :
- https://www.youtube.com/watch?v=eaIgKXwzTQQ
- https://www.youtube.com/watch?v=2U1mMEJ6tX8

Motifs récurrents à grande échelle :
- https://www.youtube.com/watch?v=so7XunsVDOo
- https://www.youtube.com/watch?v=-FaqC4h5Ftg
- https://www.youtube.com/watch?v=Su1Uu4_wIak

D'autres automates cellulaires, en 3 D :
- https://www.youtube.com/watch?v=_W-n510Pca0