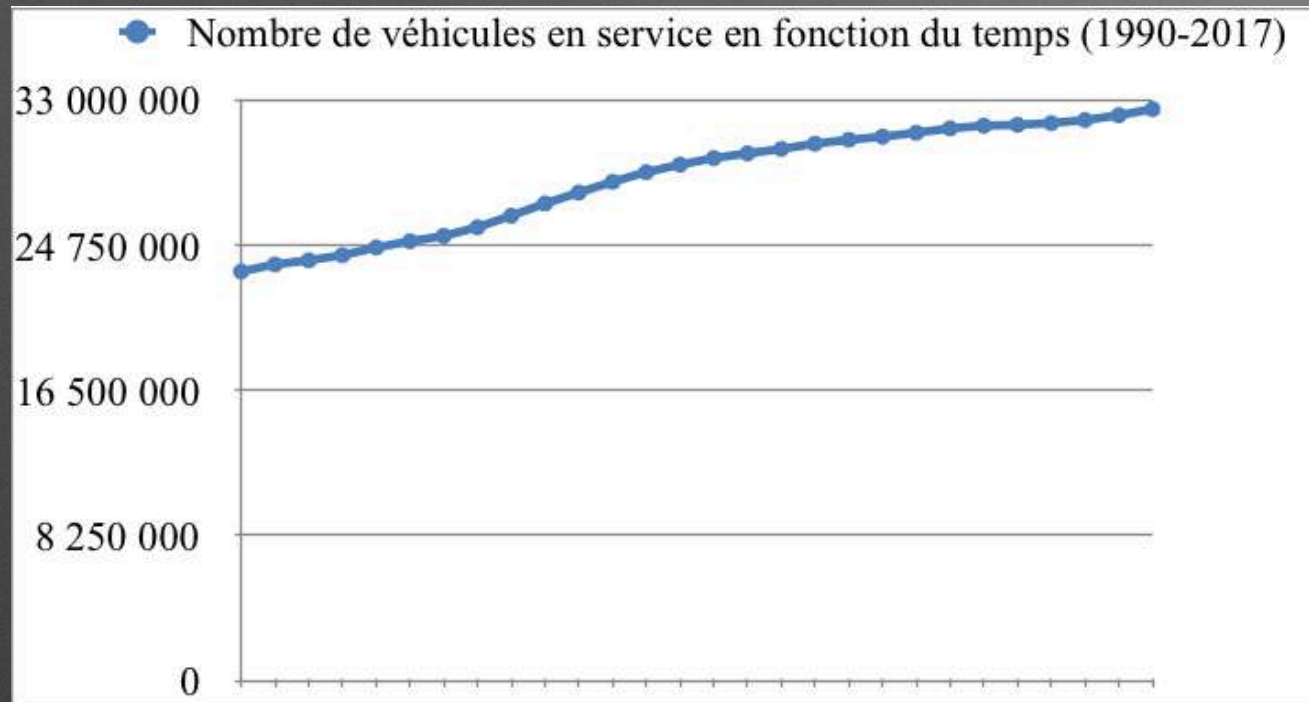


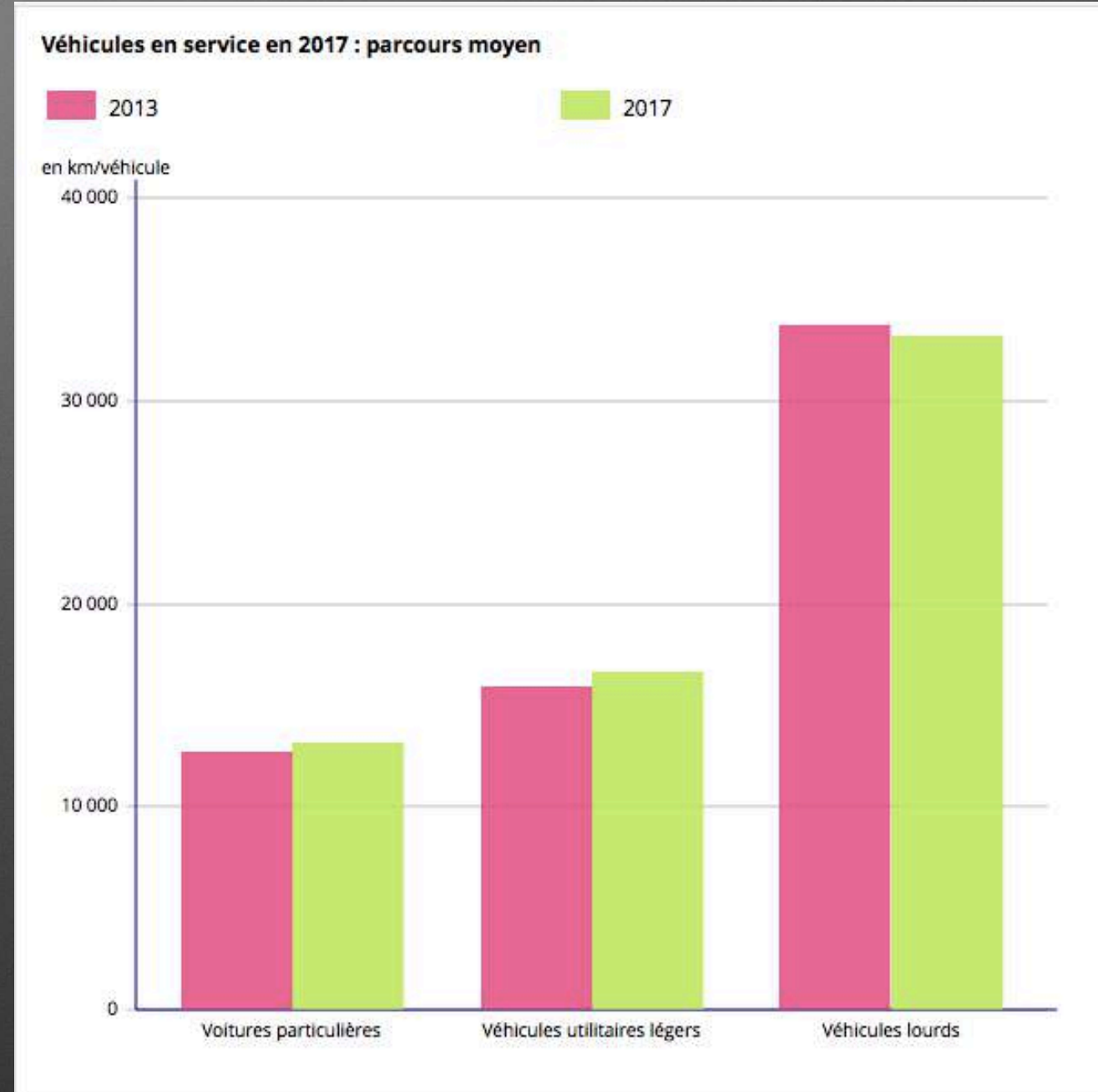
Modélisation et simulation du trafic routier

Travaux d'Initiative Personnelle Encadrés
GODARD Loan
N° d'inscription : 11921

Le trafic en quelques chiffres



- 33 millions de véhicules en service en 2017.
- 13 000 km parcouru par an par particulier.



Les conséquences du trafic routier

Prix moyens mensuels de vente au détail en métropole - Gazole (1 litre)

avril 2019 : 1,47 euros

en euros

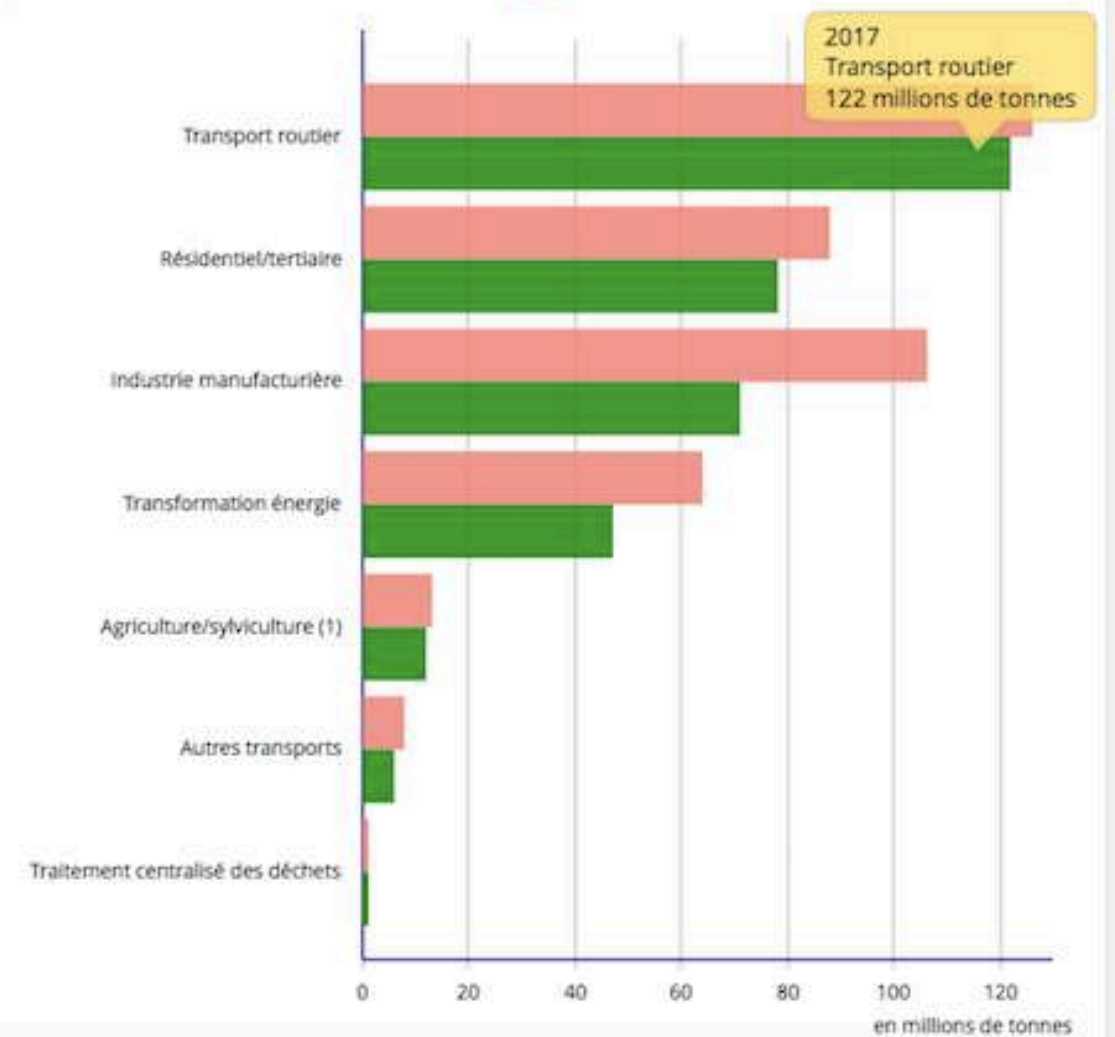


Émissions de CO2 par activité en 2000 et 2017

Émissions de CO2 par activité en 2000 et 2017

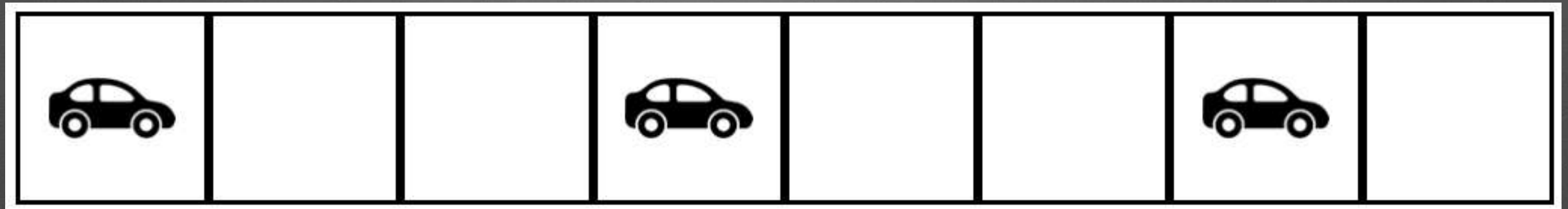
2000

2017

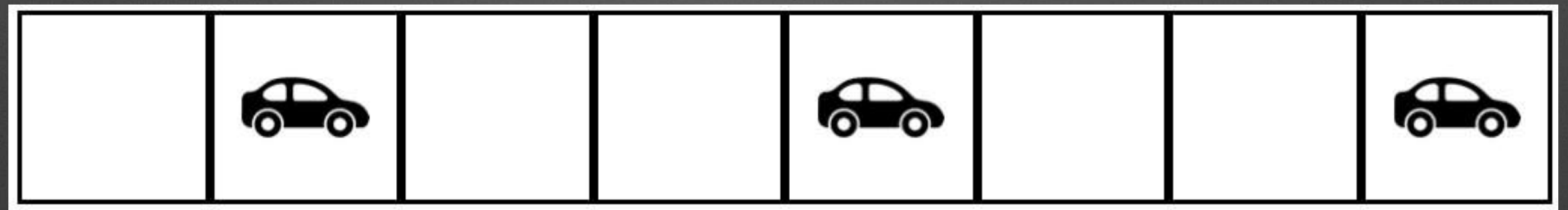


L'automate cellulaire pour modéliser le trafic

$t=i$



$t=i+1$



Règle de l'automate:

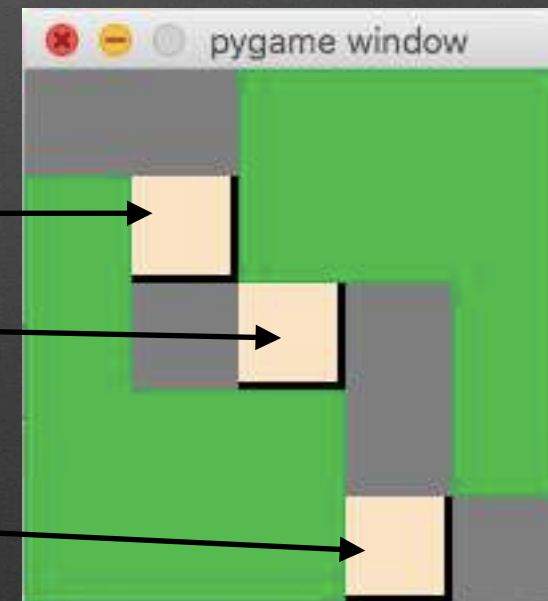
1. La voiture accélère si elle n'a pas encore atteint la vitesse maximale.
2. La voiture décélère si la distance avec la voiture suivante ne suffit pas.
3. La voiture freine avec une probabilité de p
4. La voiture change de voie avec une probabilité p'
5. Les véhicules avancent

Premier modèle

On représente la carte dans une matrice :

- Les entiers positifs non nuls représentent la route
- Les entiers négatifs non nuls représentent les voitures
- Les zéros représentent le « décor »

```
([[1, 2, 0, 0, 0],  
 [0, -1, 0, 0, 0],  
 [0, 4, -2, 6, 0],  
 [0, 0, 0, 7, 0],  
 [0, 0, 0, -3, 9]])
```



Ce modèle n'est pas fonctionnel

Deuxième modèle

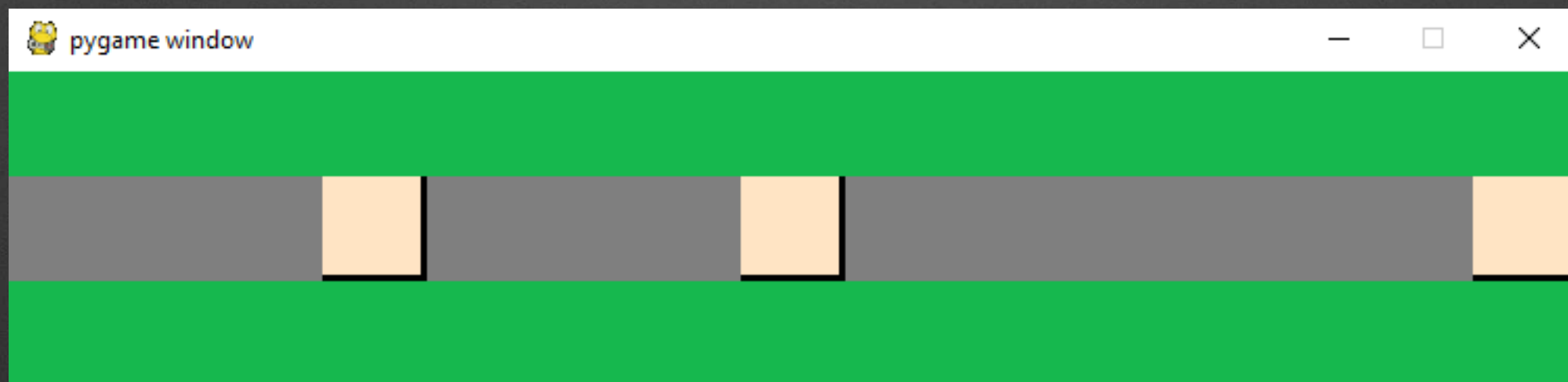
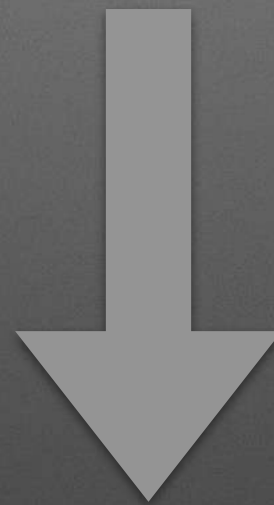
Simulation d'une ligne droite à une ou plusieurs voies de circulation dans une matrice

- Le 0 représente la route
- Le 1 représente une voitures
- Le 2 représente le décor
- Le 4 représente un feu vert
- Le 5 représente un feu rouge

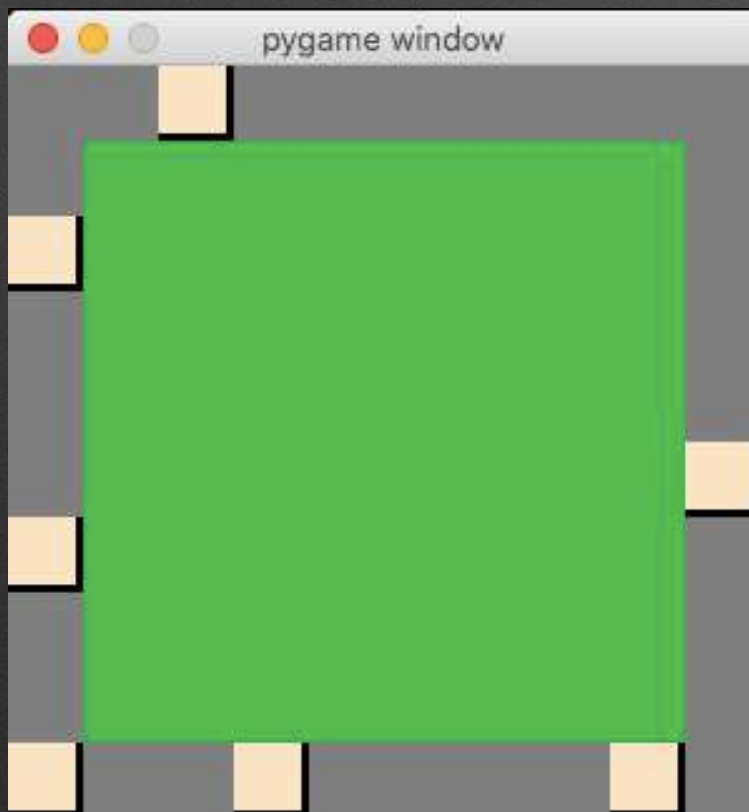
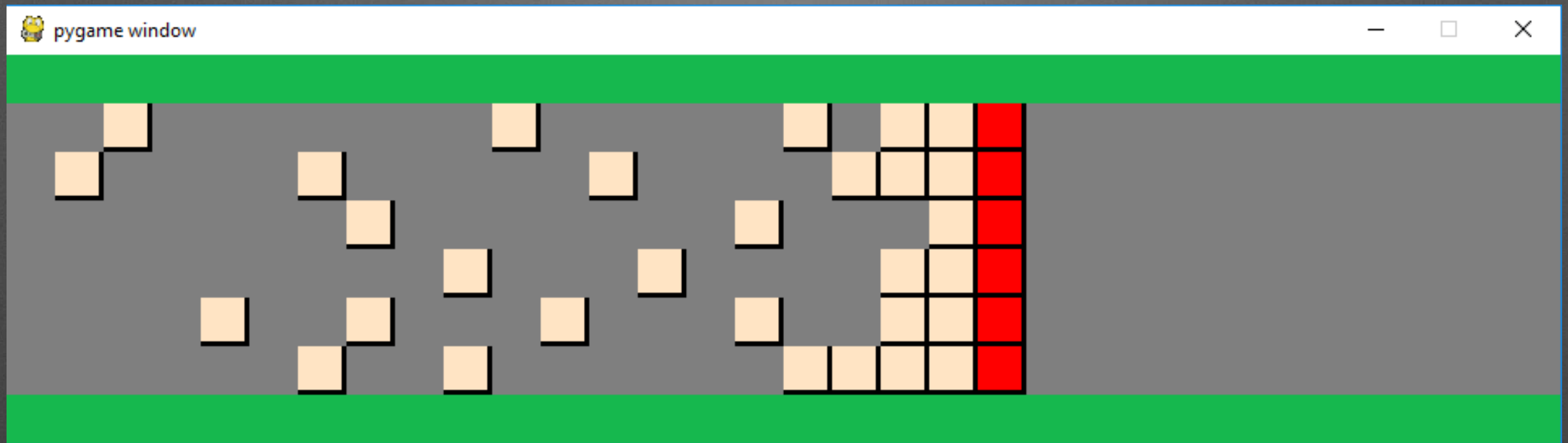
```
Carte=array( [[2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2],  
              [0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1],  
              [2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2]])
```


Affichage graphique

```
Carte=array([[2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2],  
            [0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1],  
            [2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2]])
```



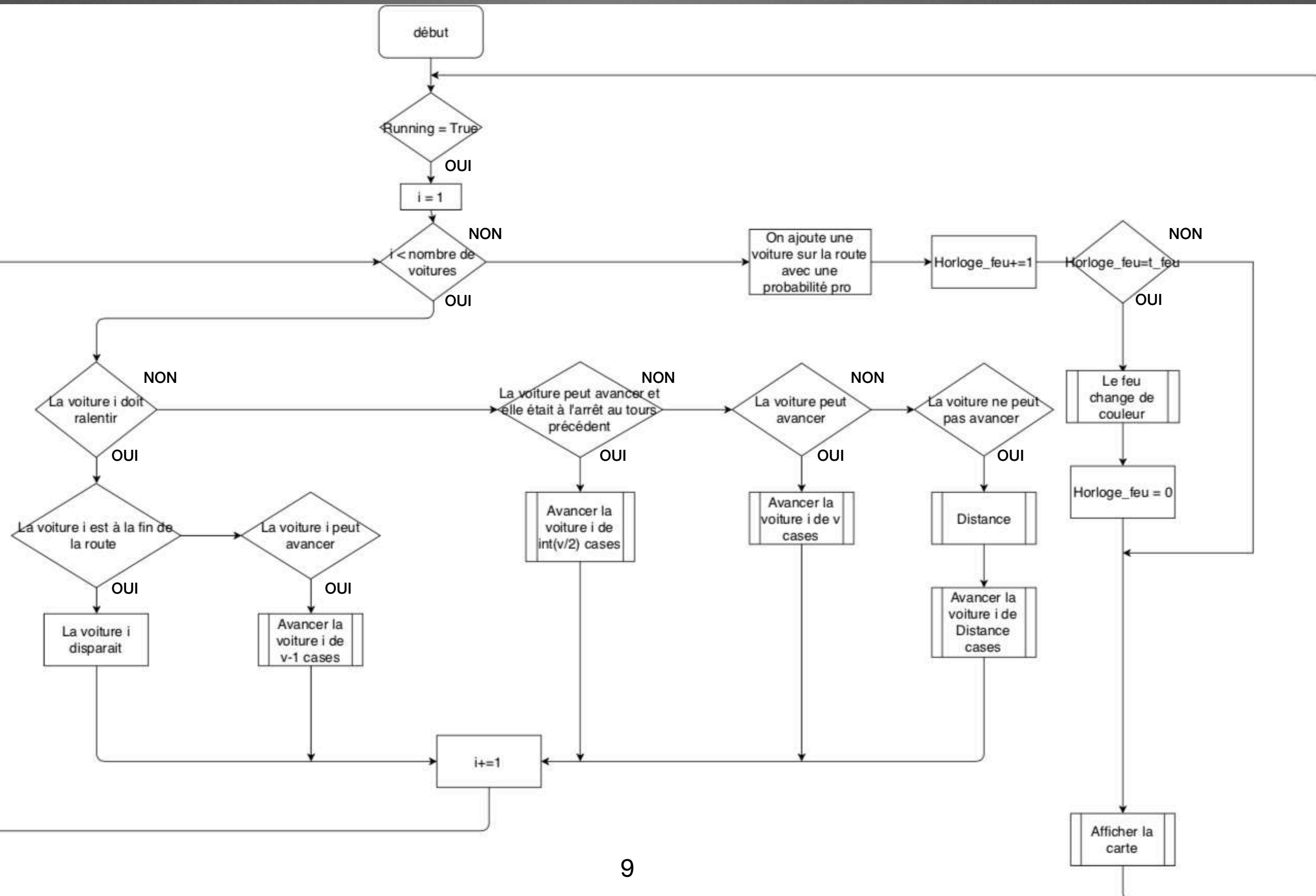
Affichage graphique

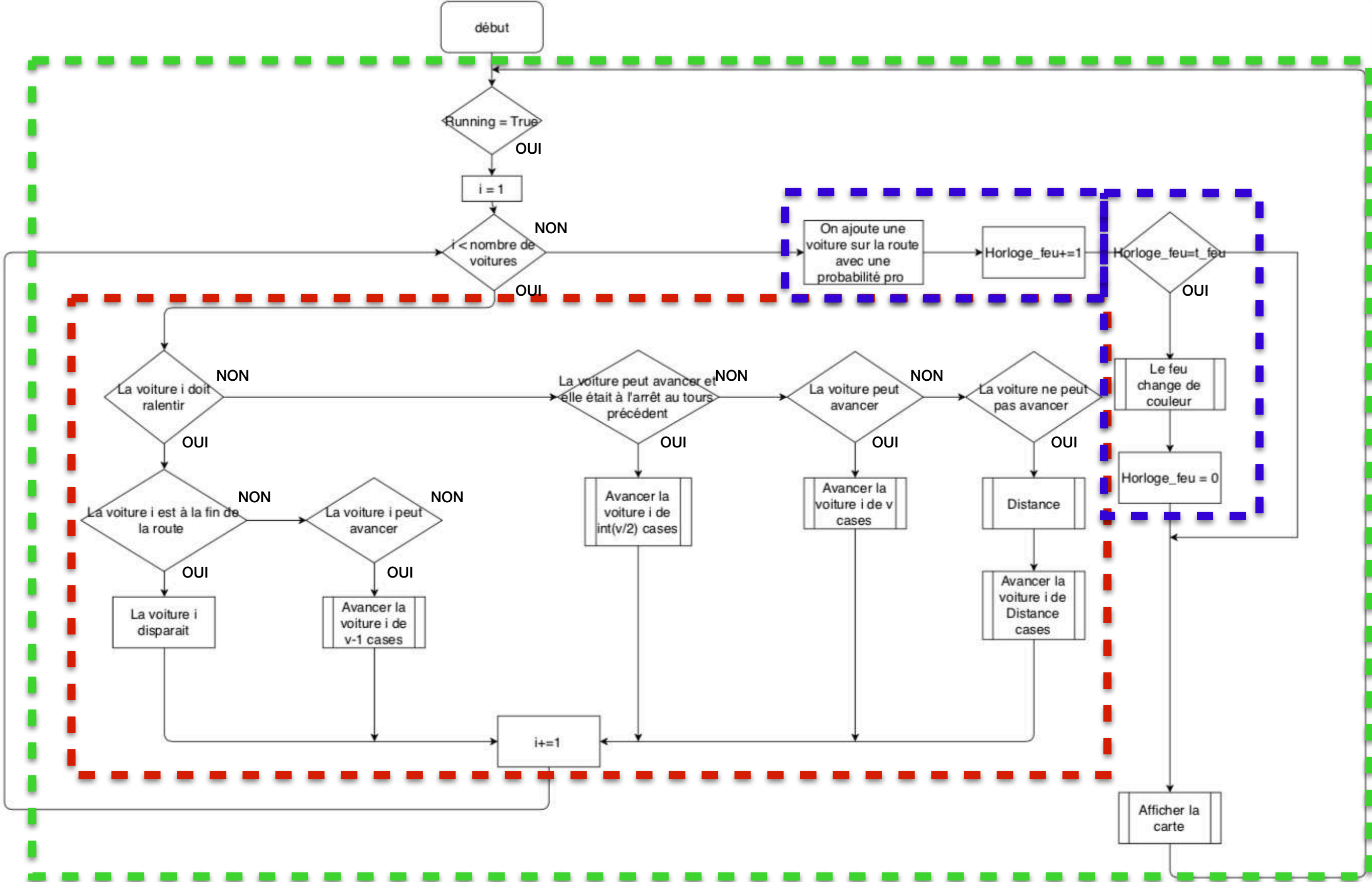


Cette boucle est en réalité une ligne droite où les voitures qui arrivent à la fin reviennent au début. On l'a « plié » pour afficher une boucle


L'algorithme

Algorithme simplifié de la fonction CirculationUneVoie





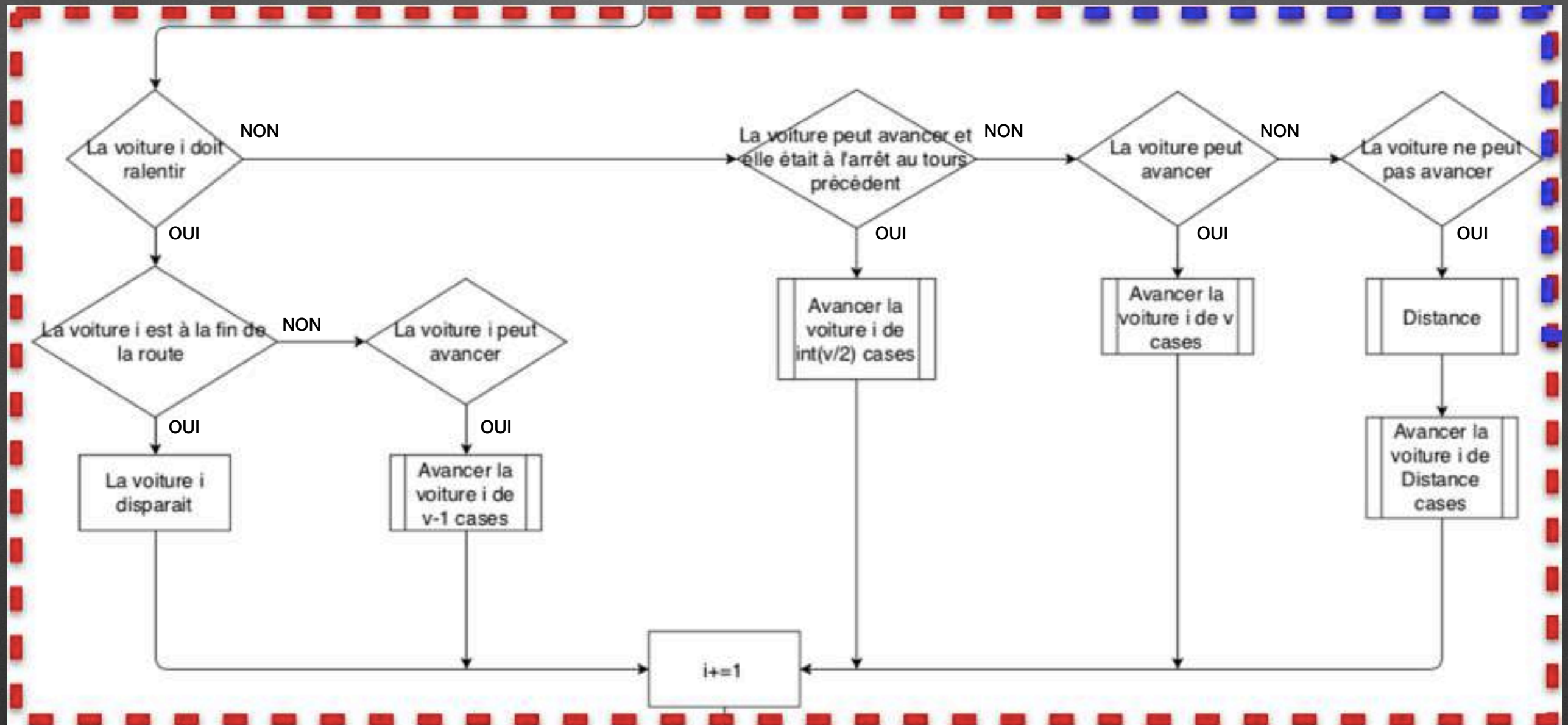
 Boucle infinie

 Mise en circulation des voitures

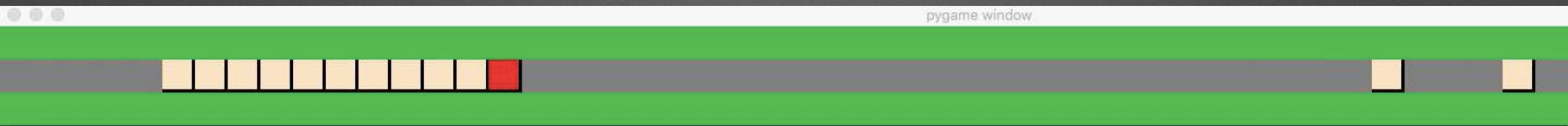
 Gestion du feu tricolore

L'algorithme

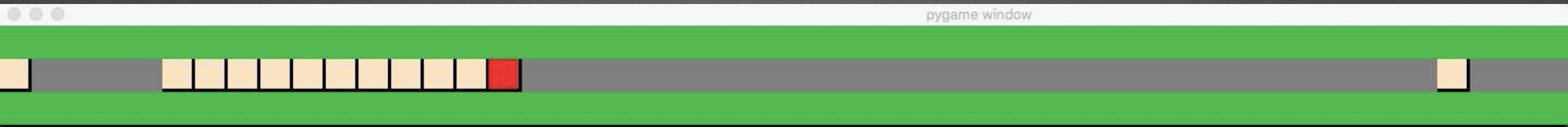
Algorithme simplifié de la fonction CirculationUneVoie



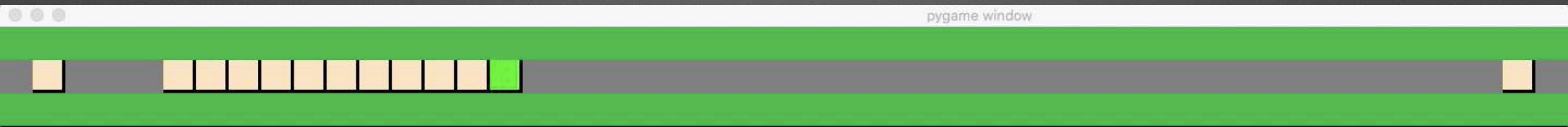
Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



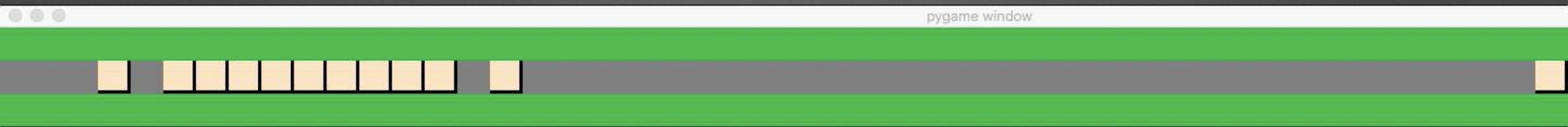
Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



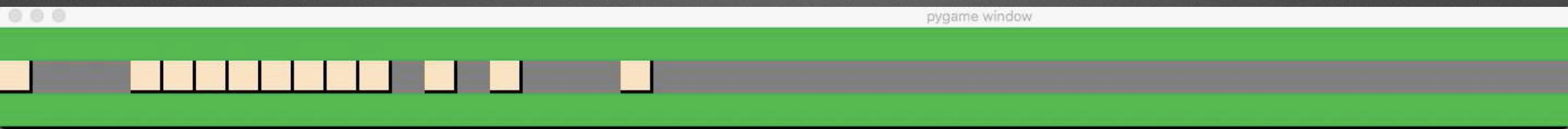
Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



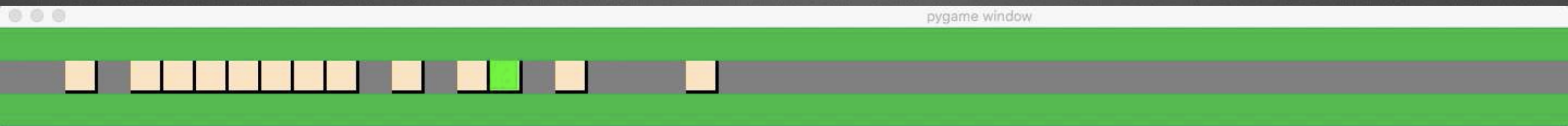
Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)

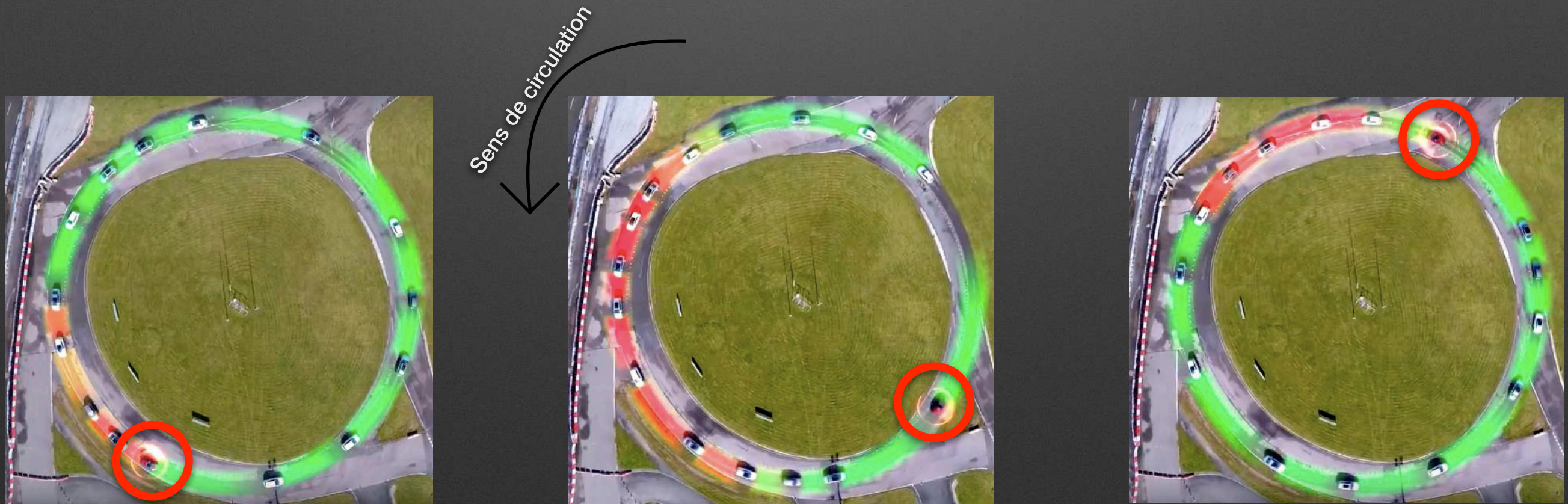


Circulationunevoie_hori(CarteUneVoie,2,1,0.4,15,0.1)



Les embouteillages fantômes

- Des embouteillages se forment parfois sans raisons apparentes
- Une voiture freine brusquement
- Ce qui peut entraîner l'arrêt des voitures la précédant
- Le bouchon se propage de proche en proche
- On observe alors un bouchon en « accordéon »



Simulation numérique de cette expérience

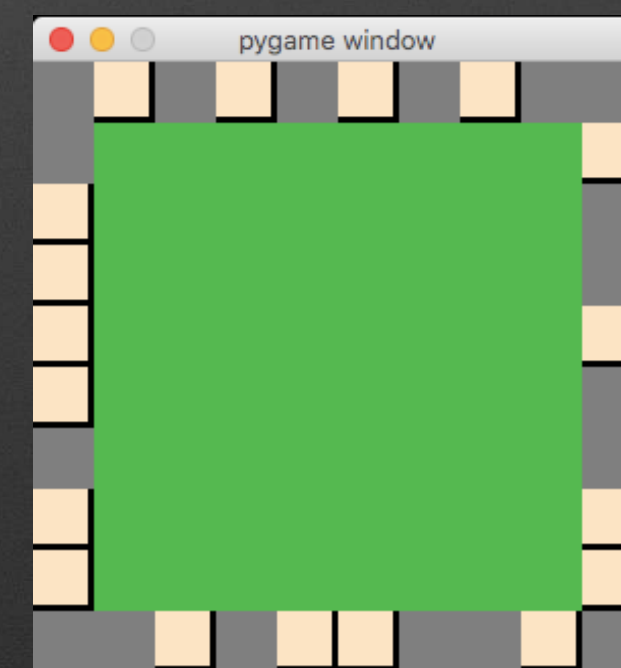
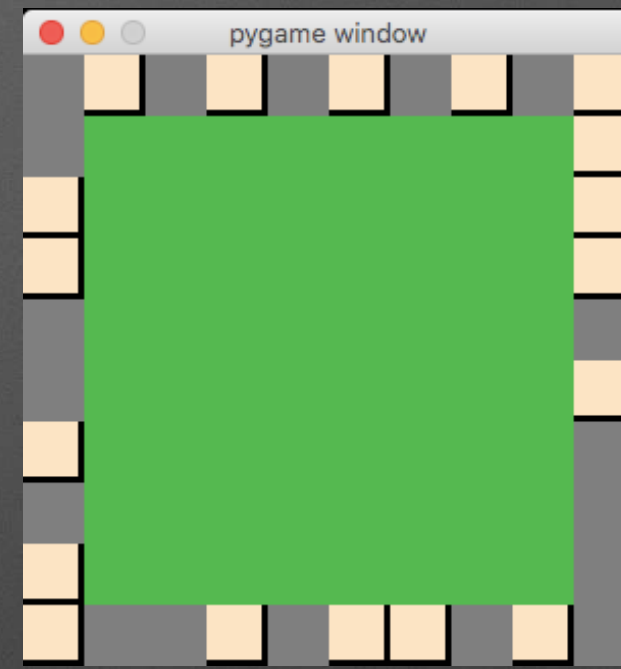
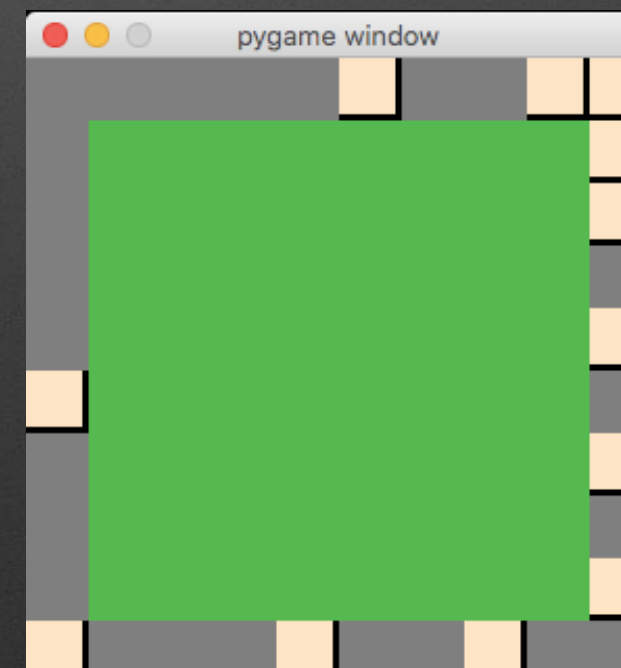
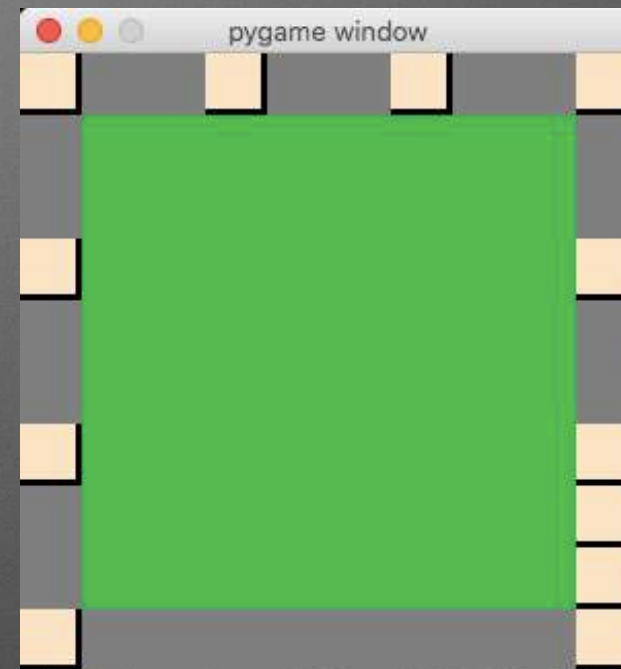
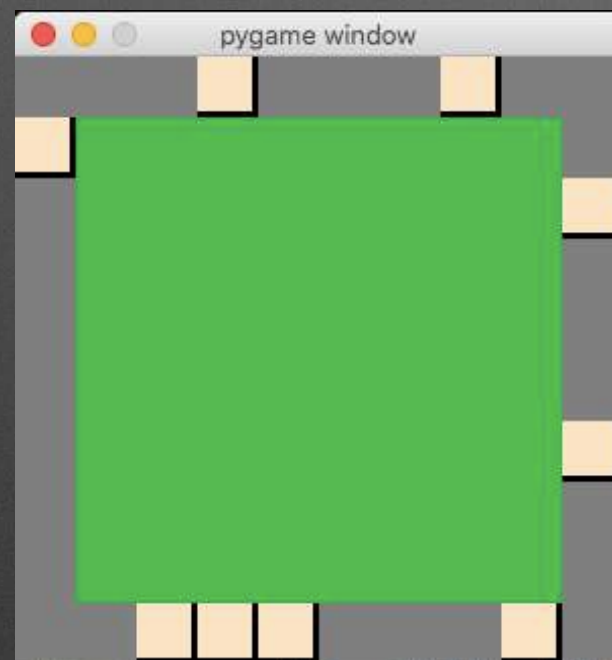
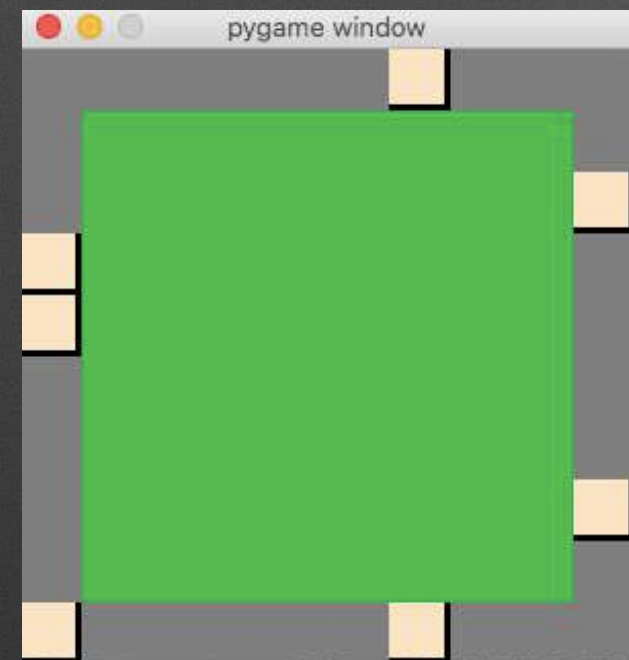
experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

7 voitures

9 voitures

12 voitures

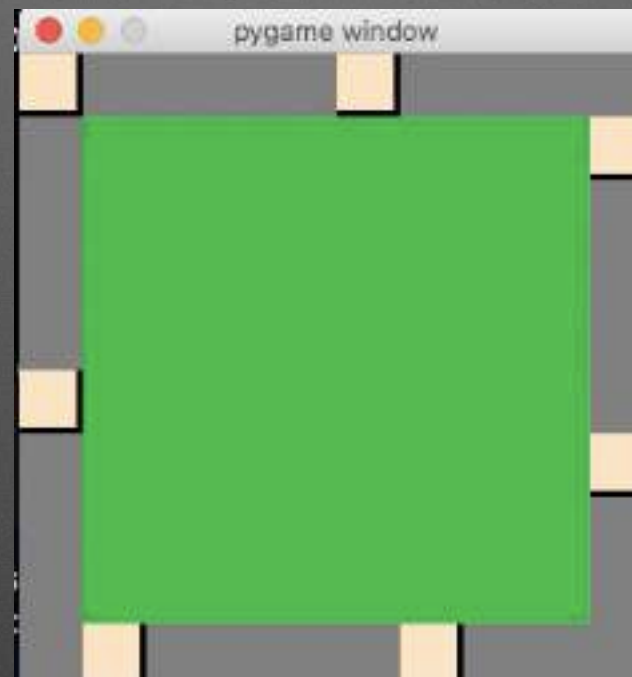
18 voitures



Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

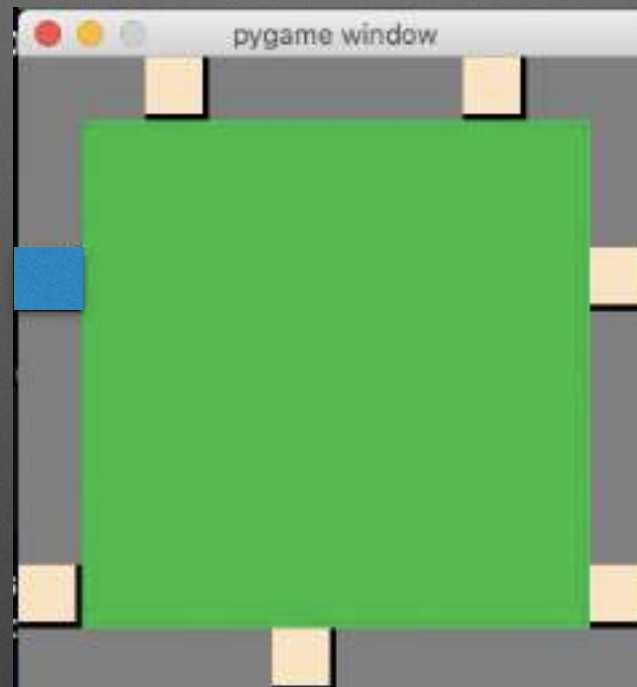


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

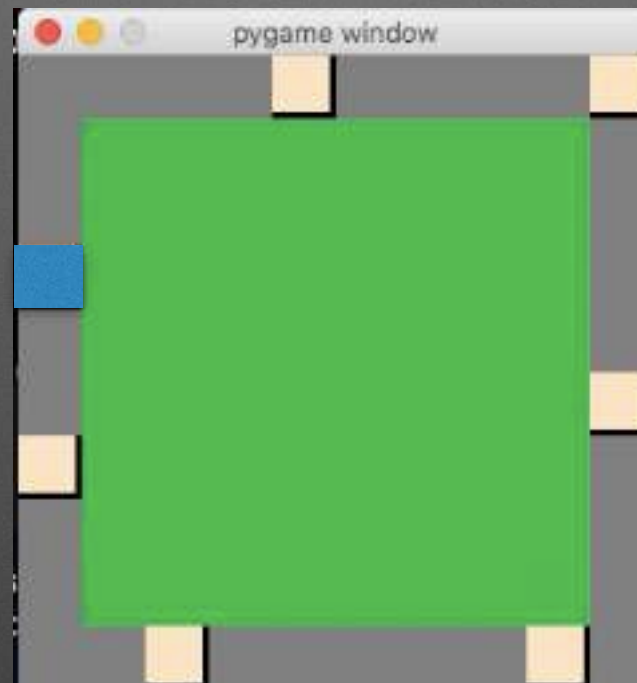


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

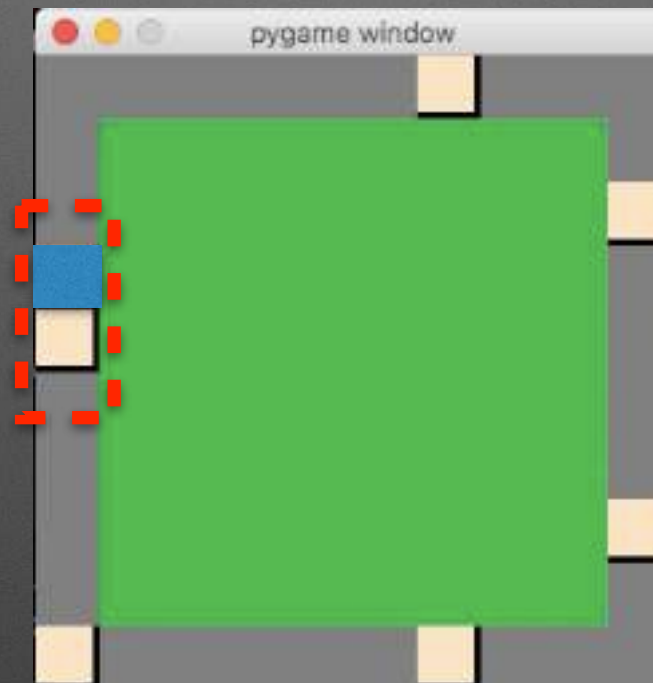


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

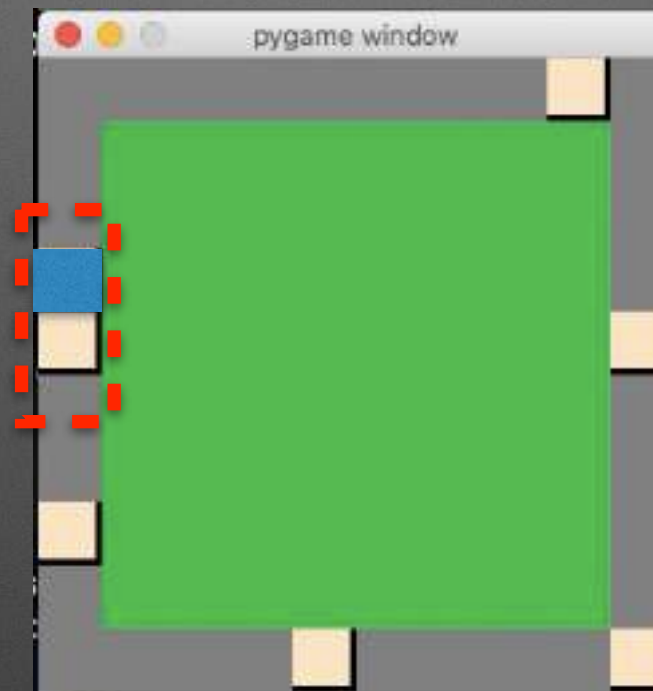


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

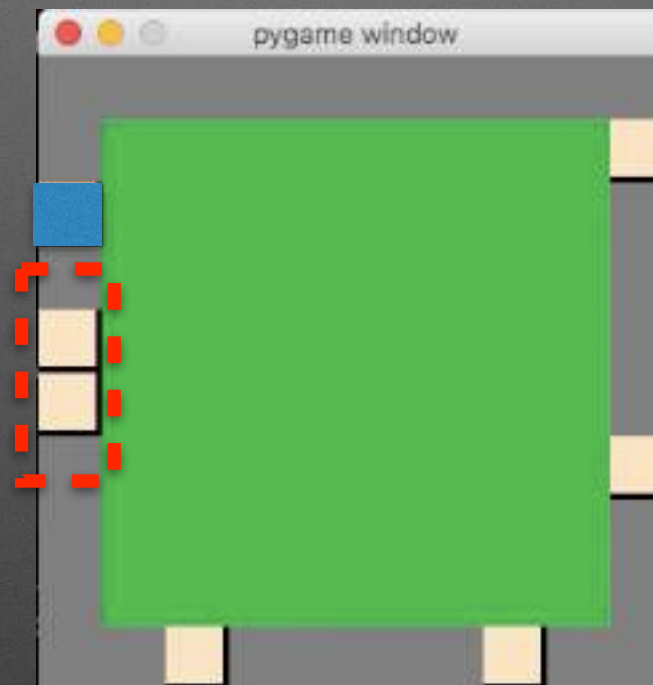


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

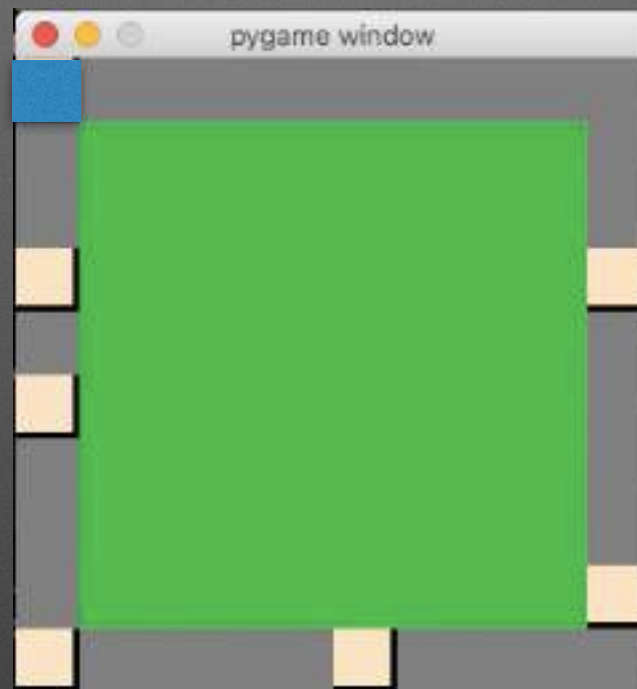


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

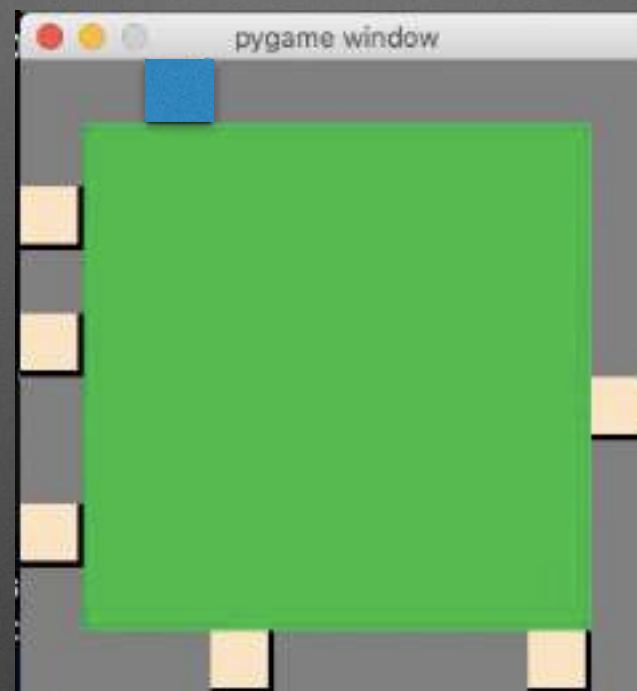


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

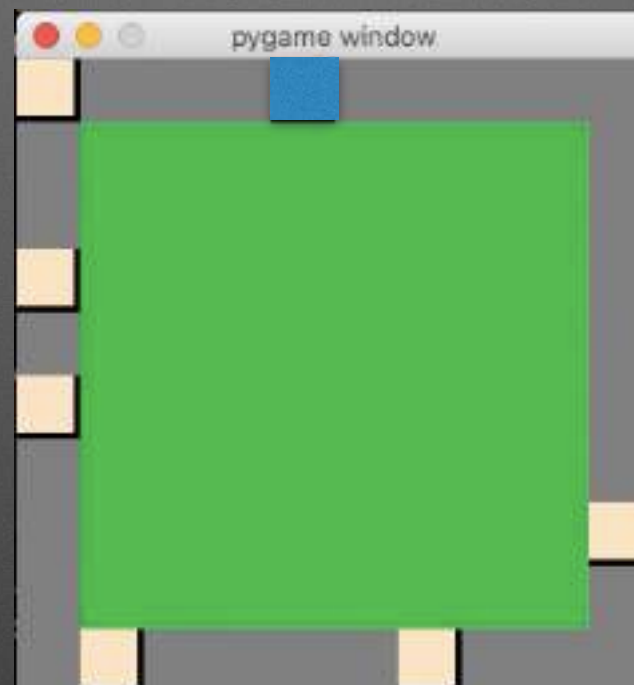


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

7 voitures



Voiture qui freine

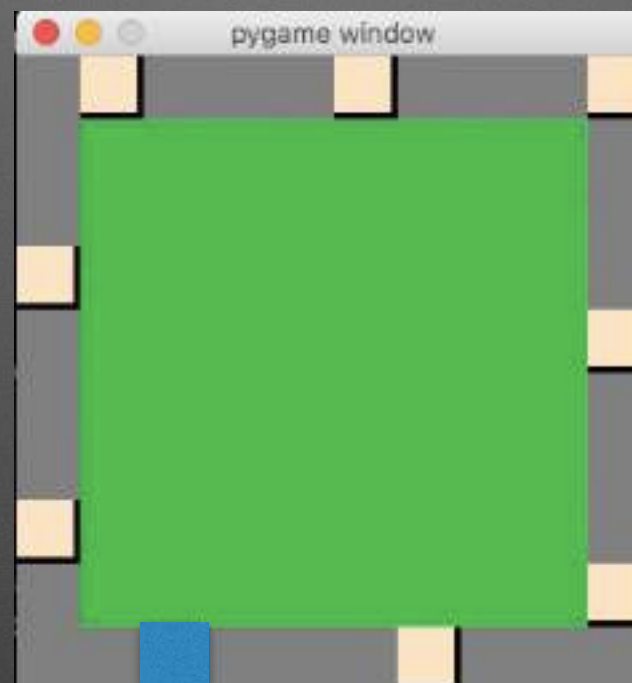


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

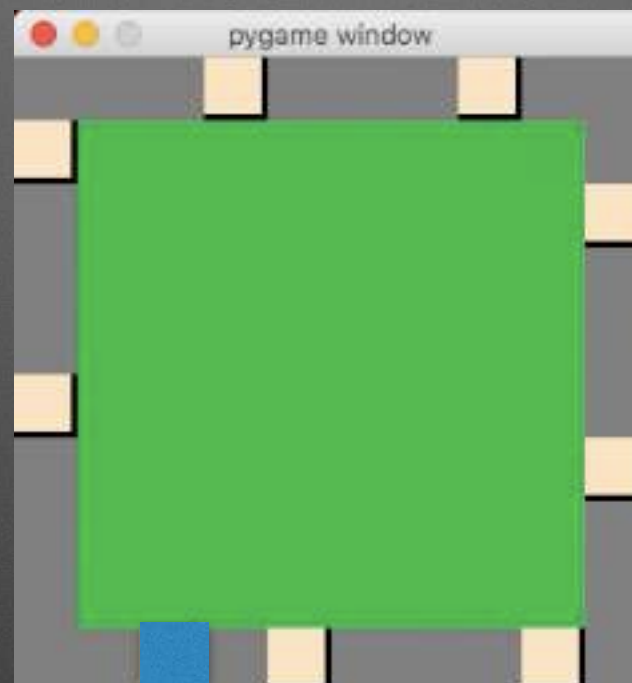


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

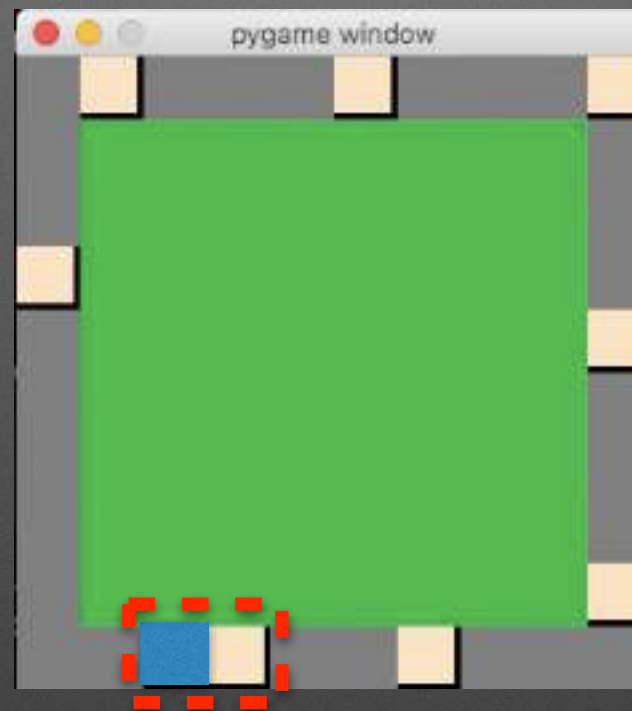


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

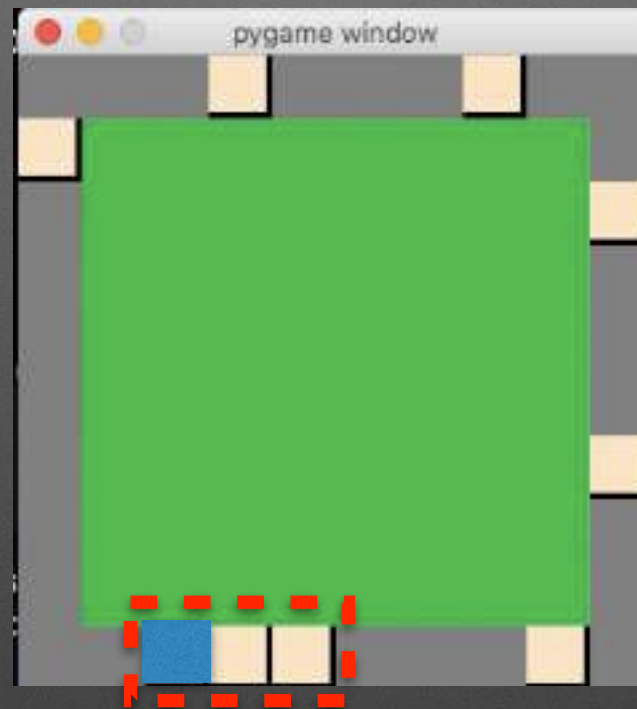


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

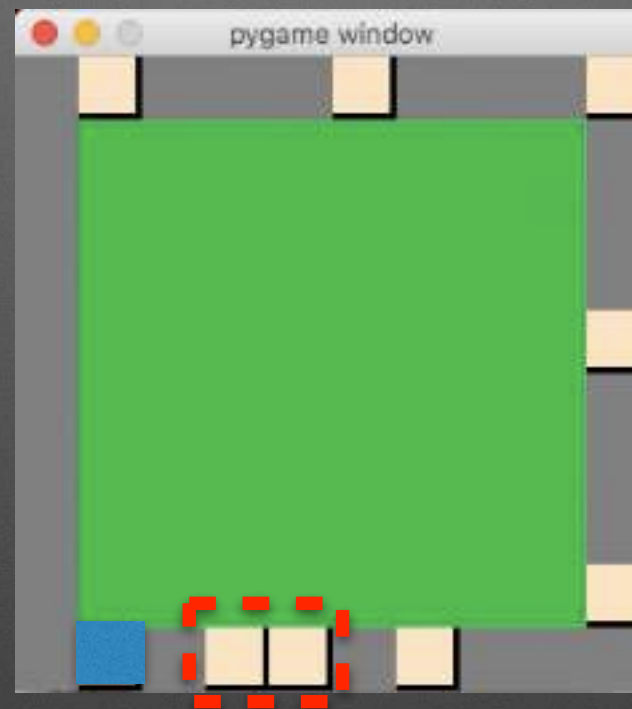


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

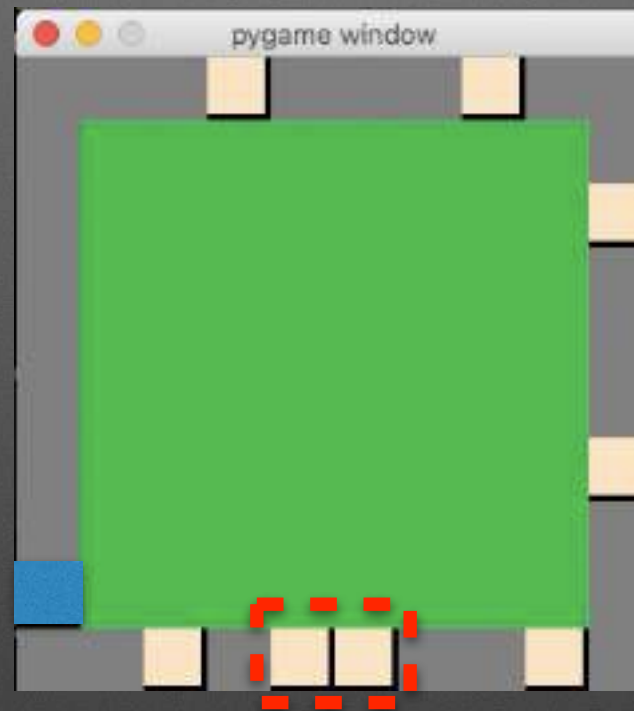


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

9 voitures



Voiture qui freine

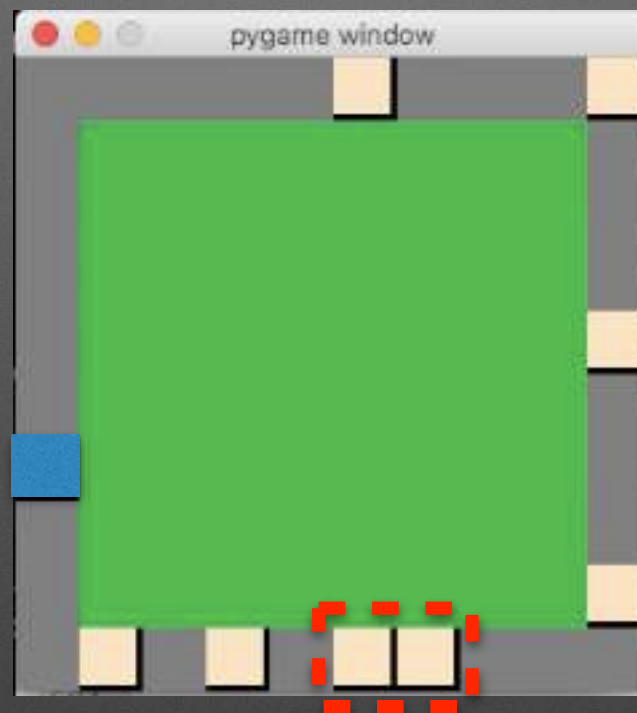


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

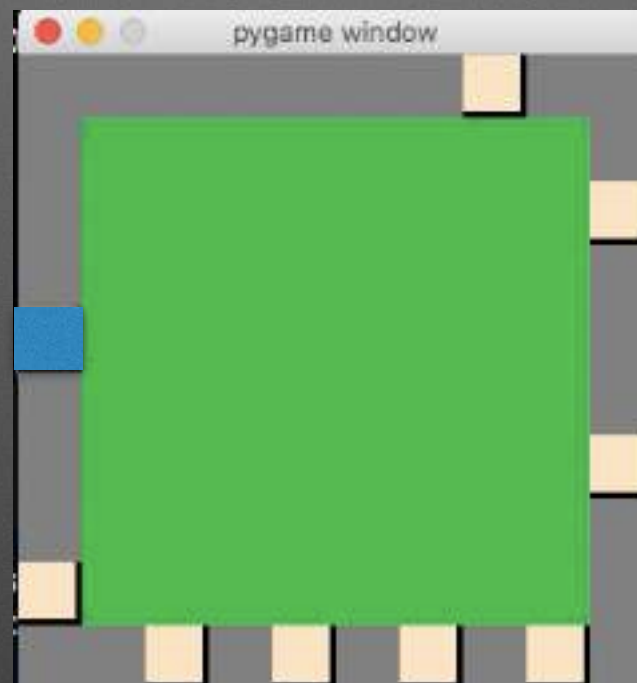


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

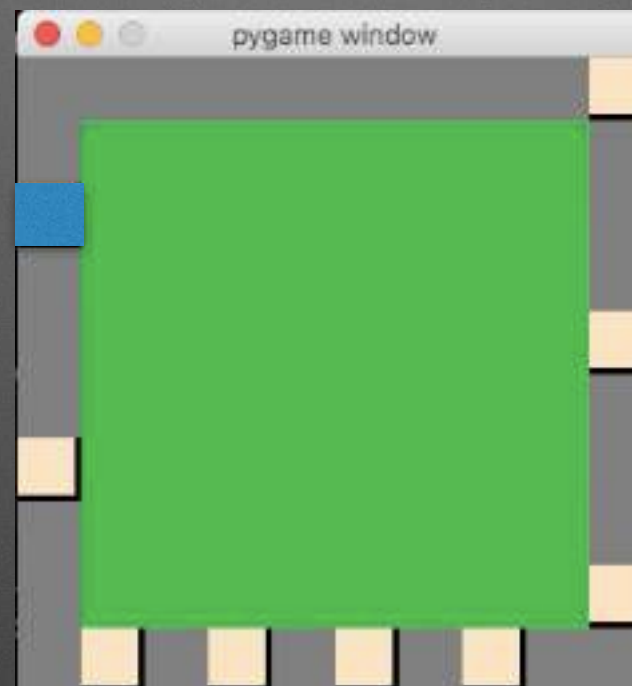


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

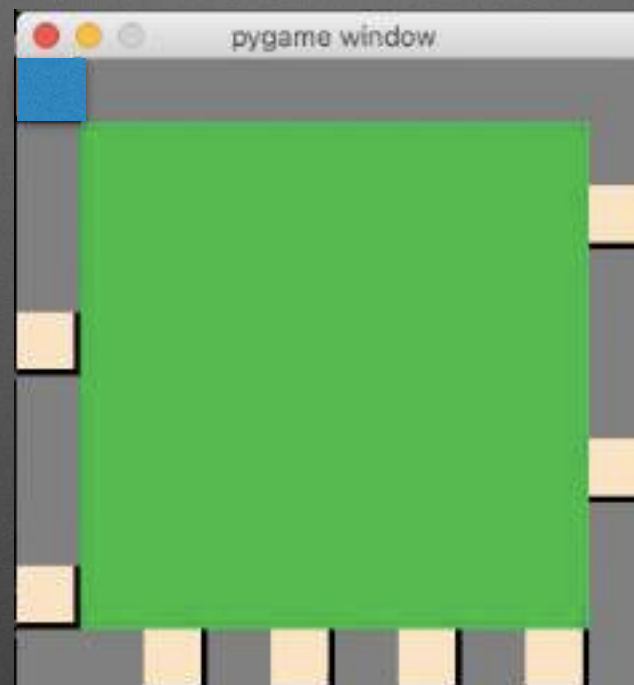


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

9 voitures



Voiture qui freine

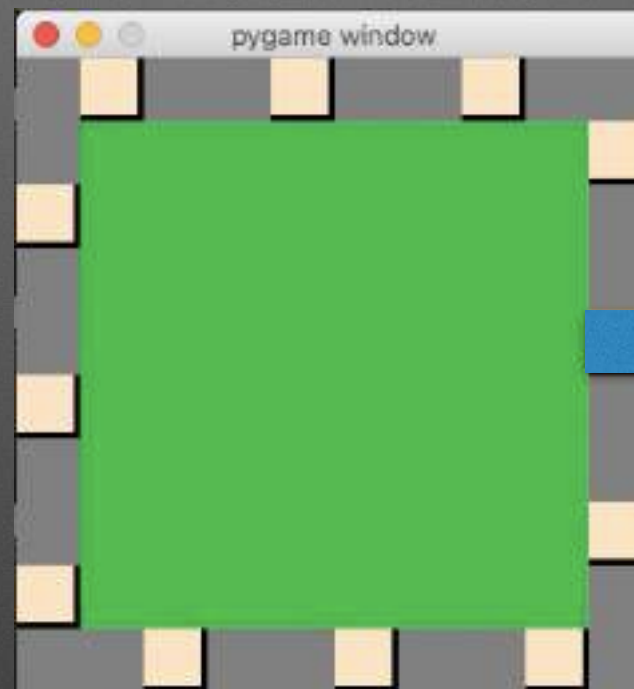


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

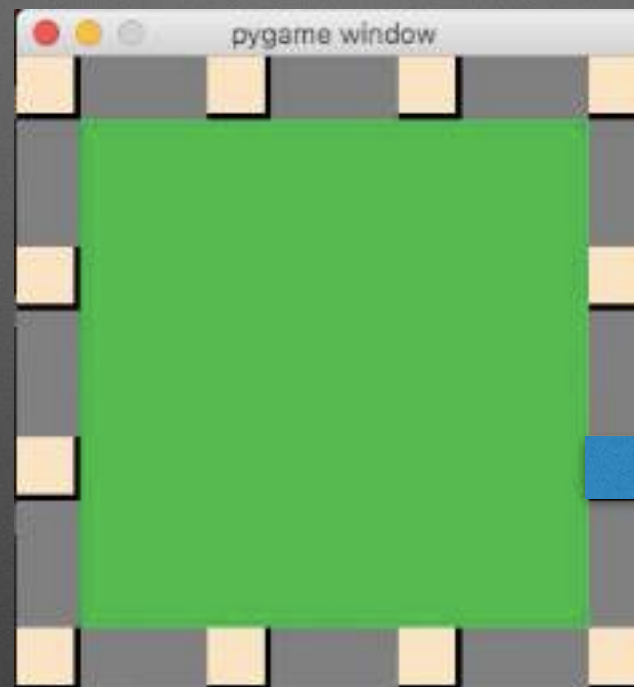


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

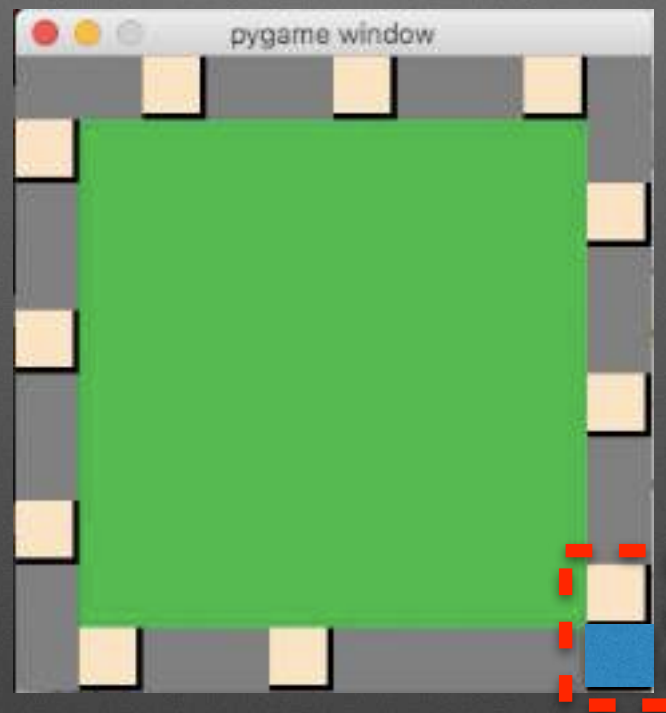


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

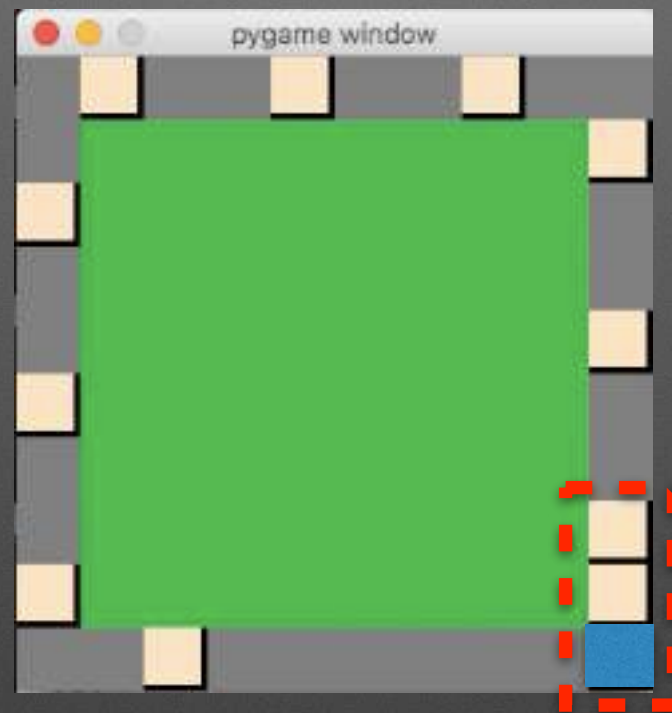


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

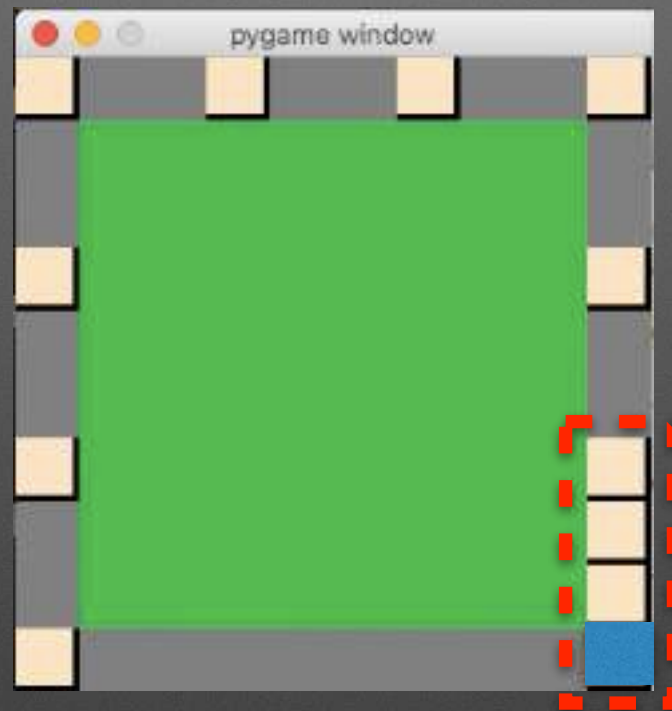


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

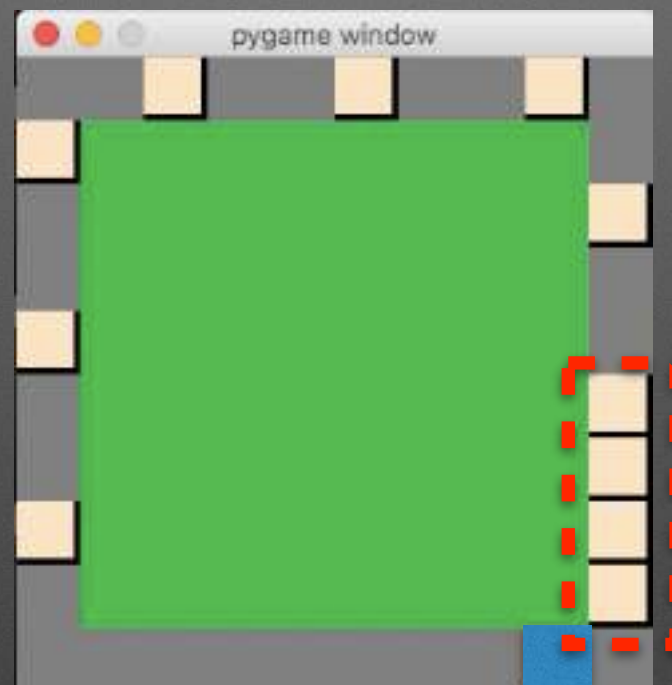


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1,CarteFantôme2,CarteFantôme3,CarteFantôme4],0,3,2,10,40)`

12 voitures



Voiture qui freine

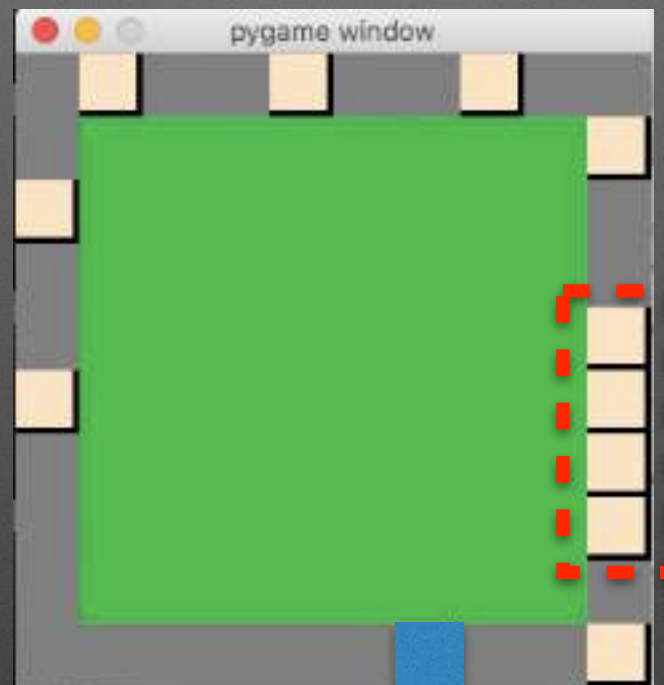


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

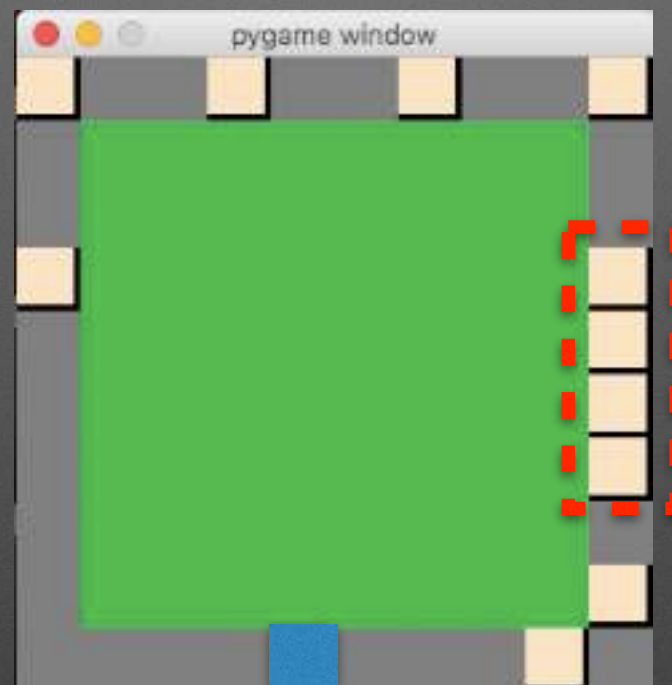


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

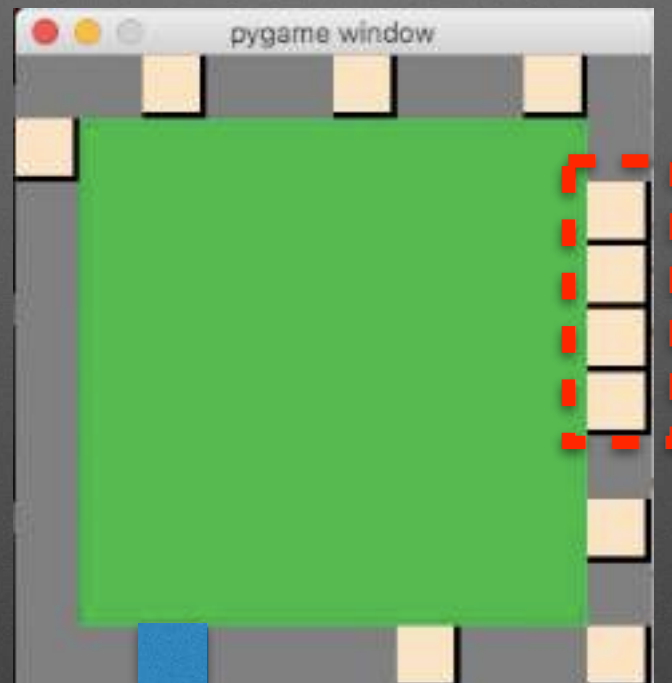


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

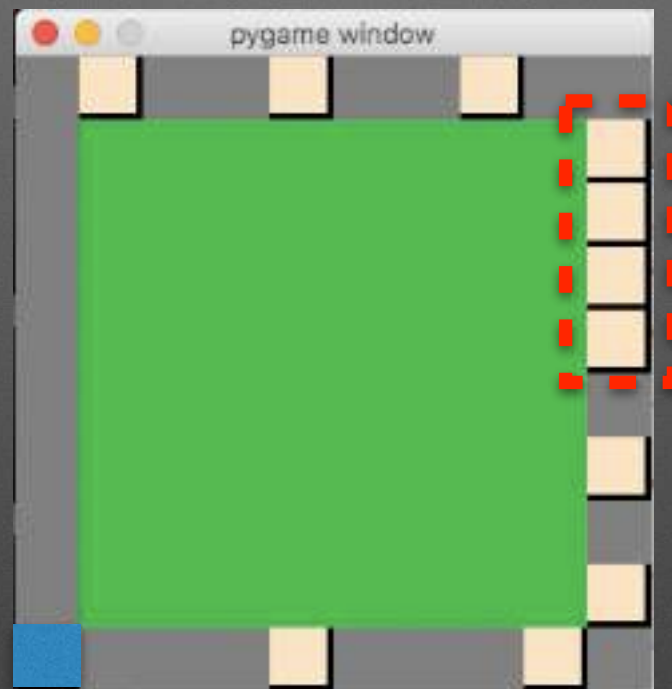


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

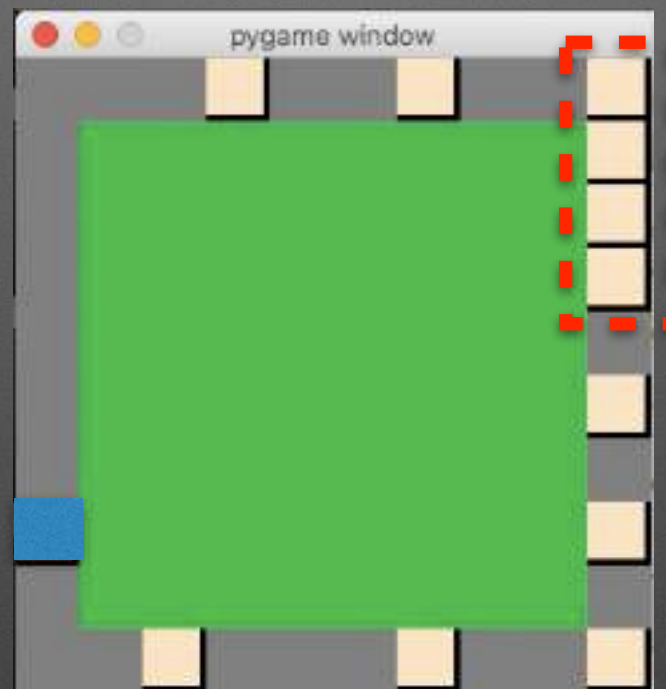


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

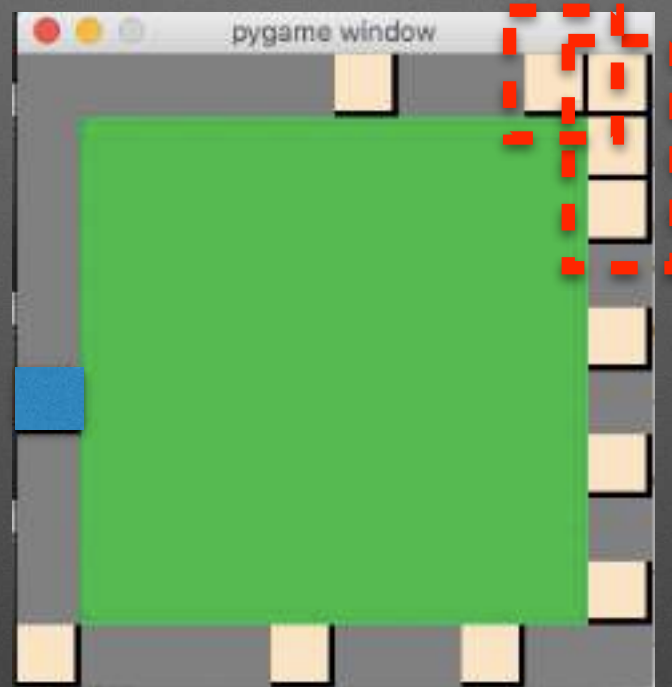


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

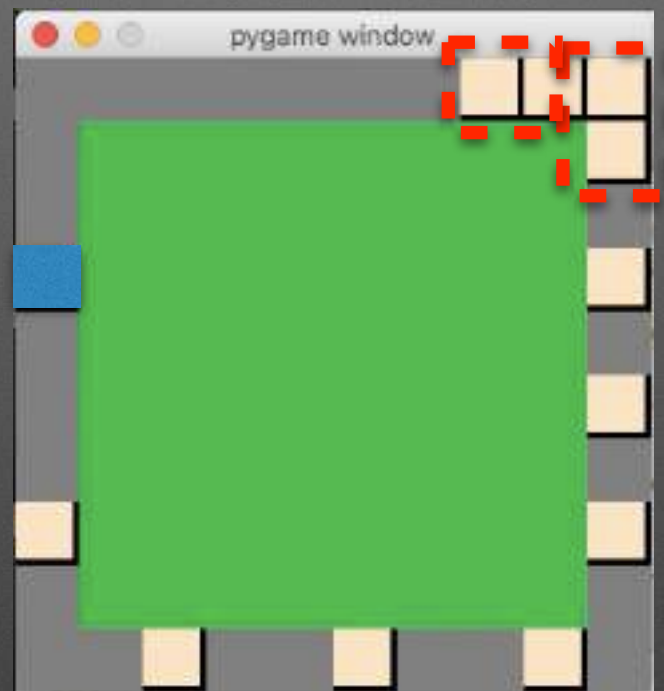


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

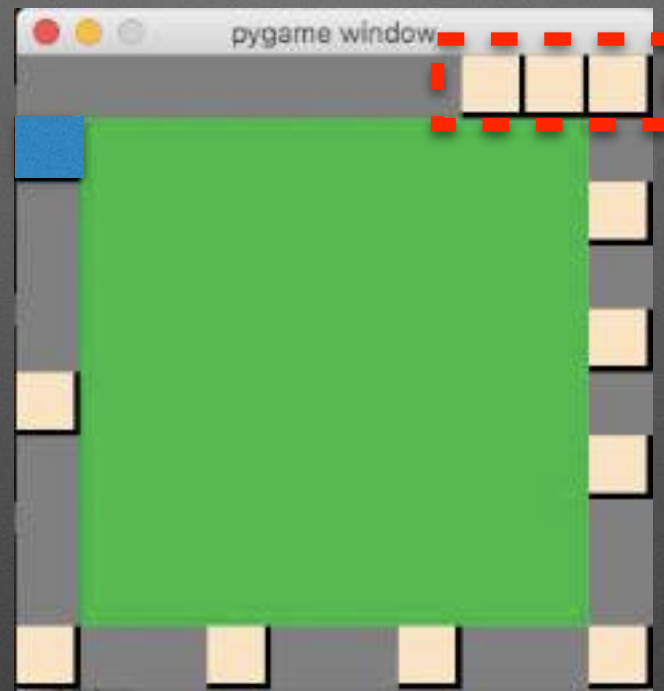


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

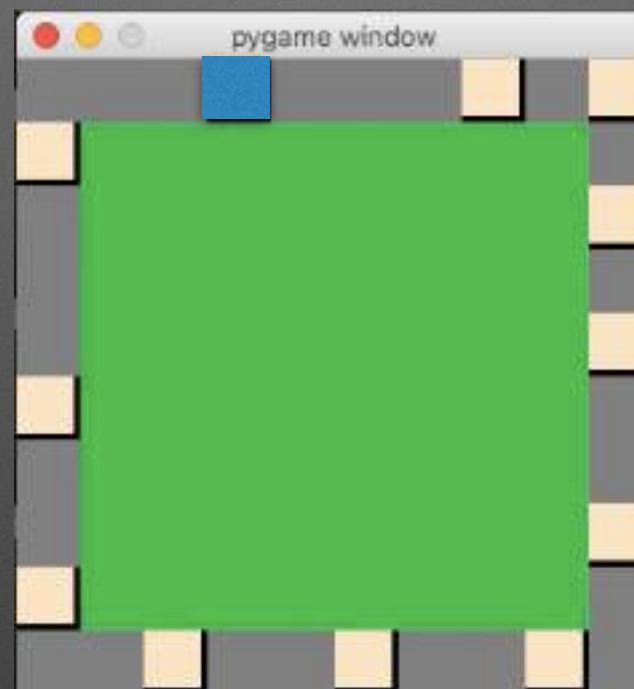


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

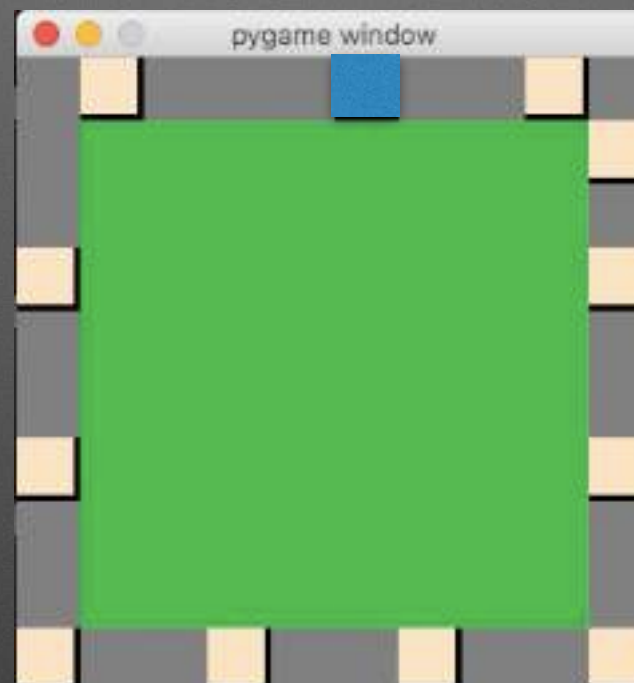


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

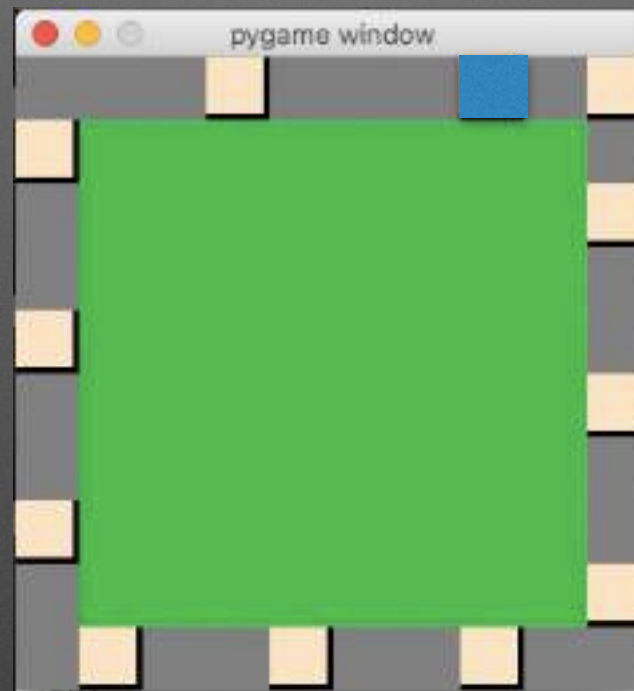


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

12 voitures



Voiture qui freine

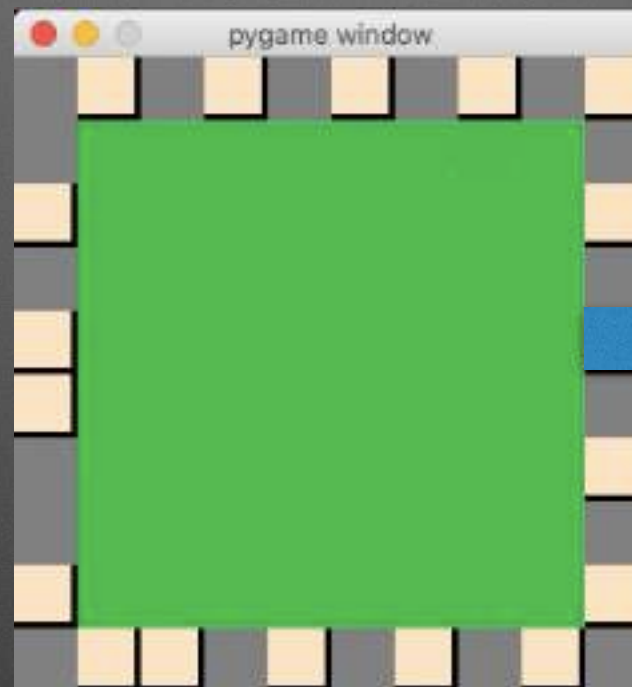


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

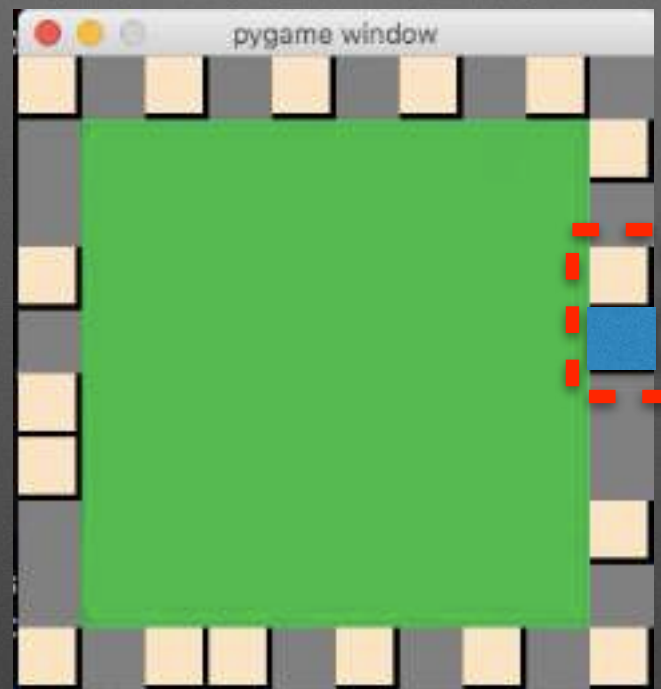


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

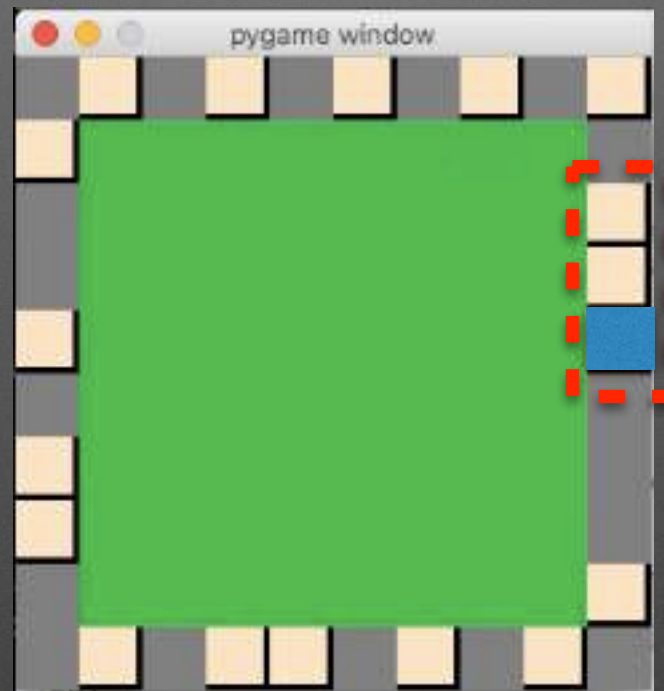


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

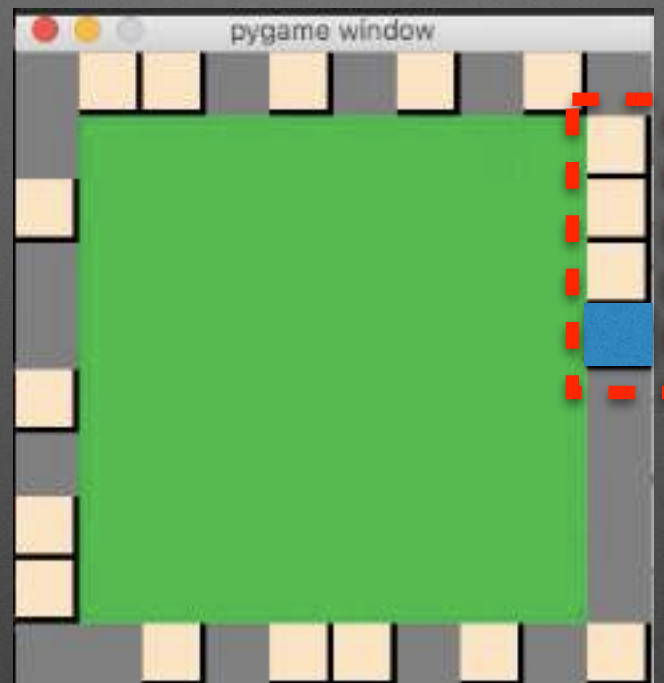


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

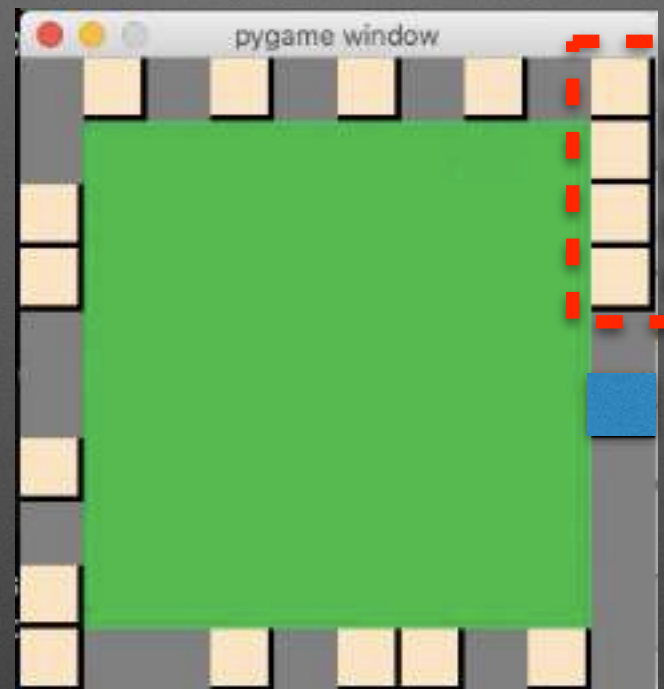


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

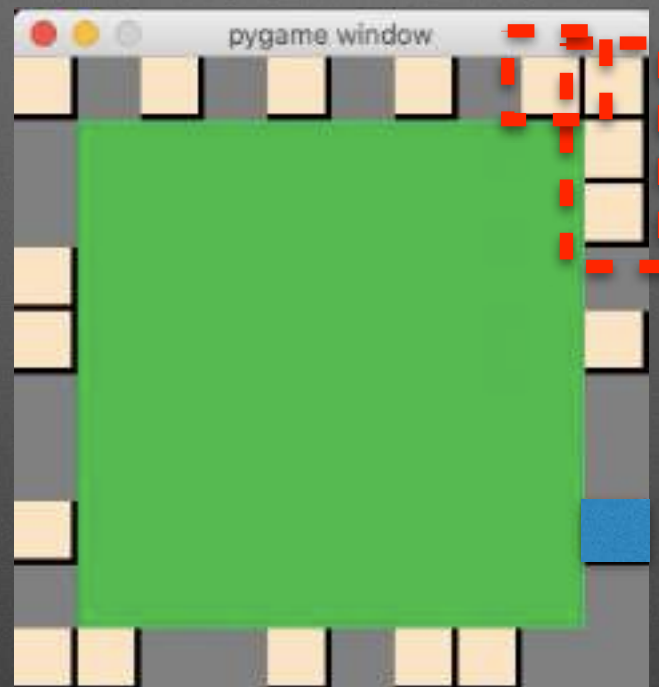


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

18 voitures



Voiture qui freine

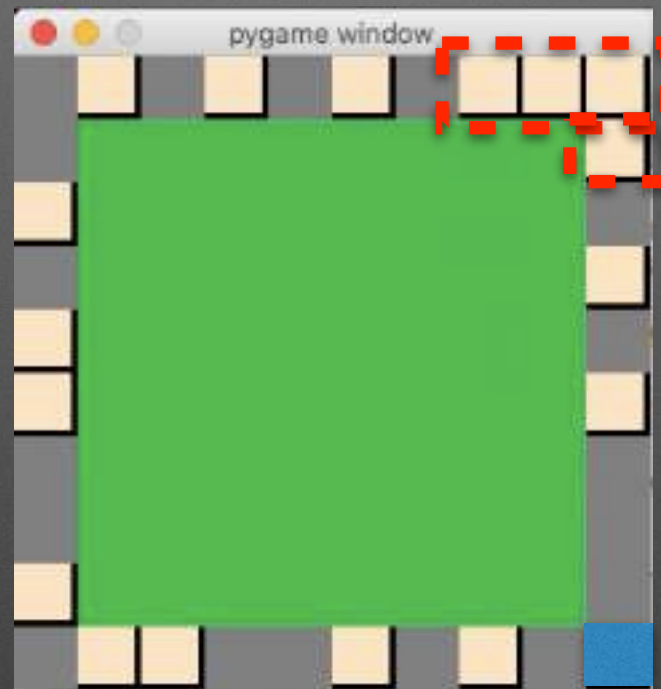


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

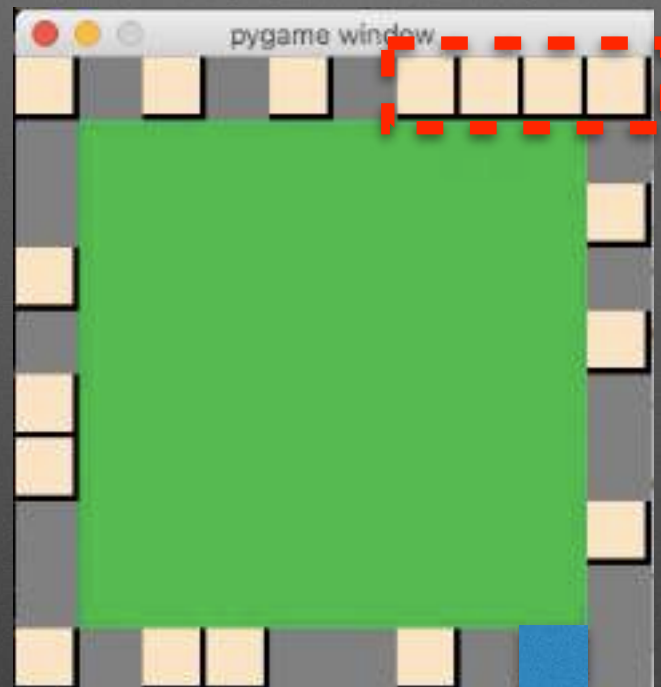


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

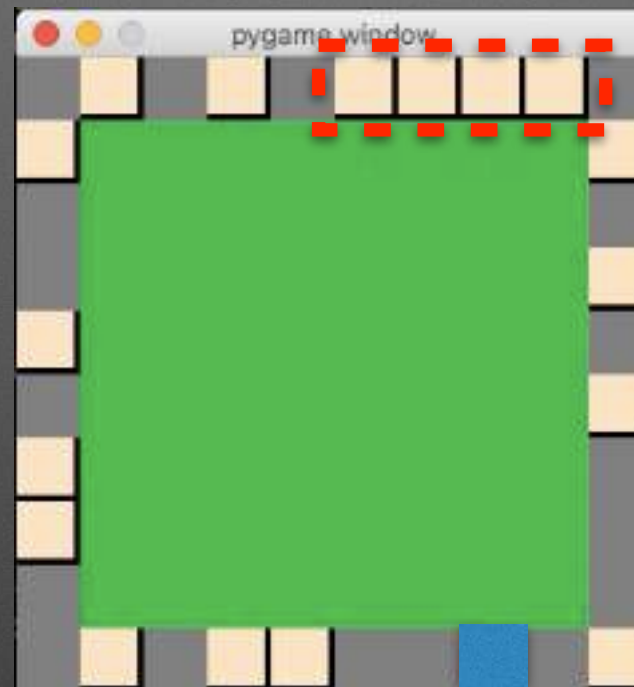


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

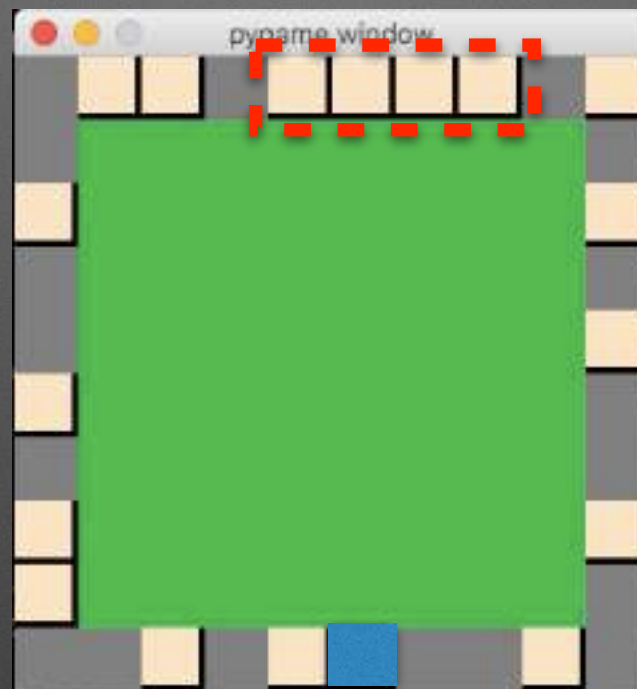


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

18 voitures



Voiture qui freine

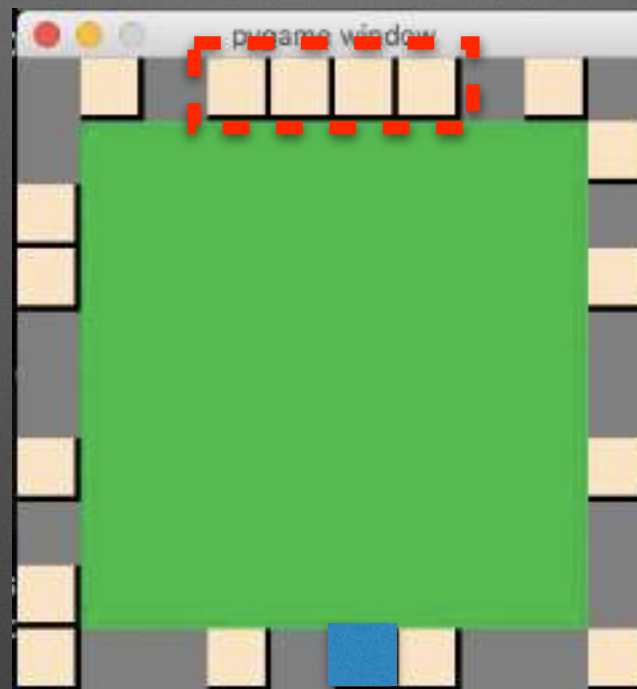


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

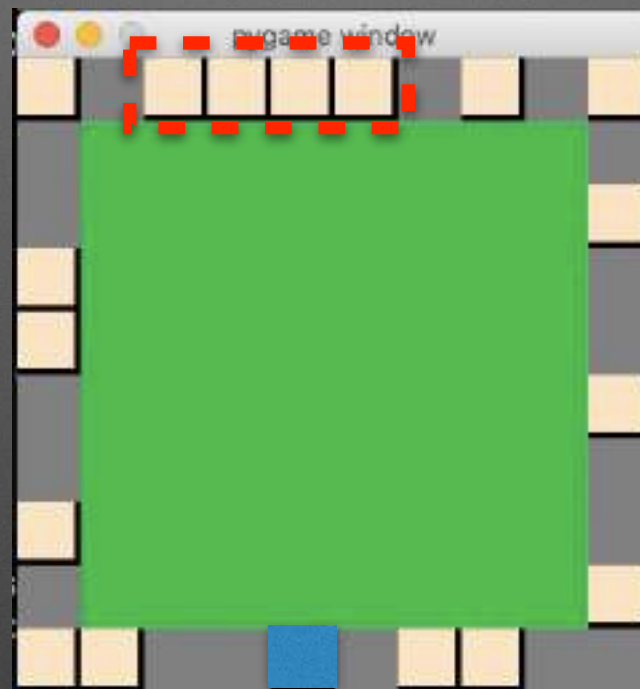


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

18 voitures



Voiture qui freine

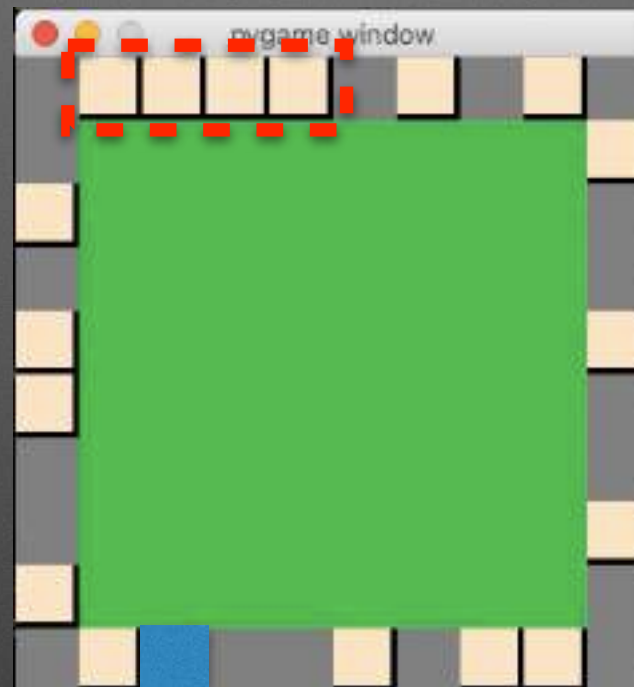


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

18 voitures



Voiture qui freine

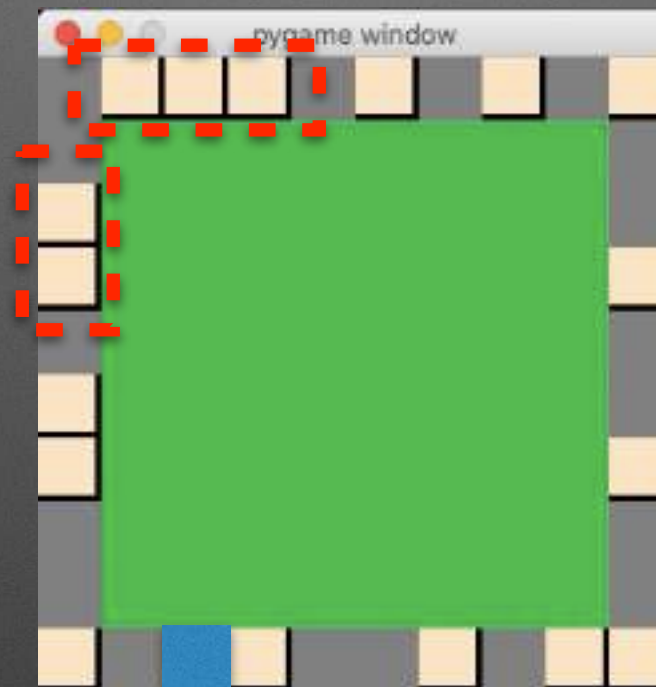


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)

18 voitures



Voiture qui freine

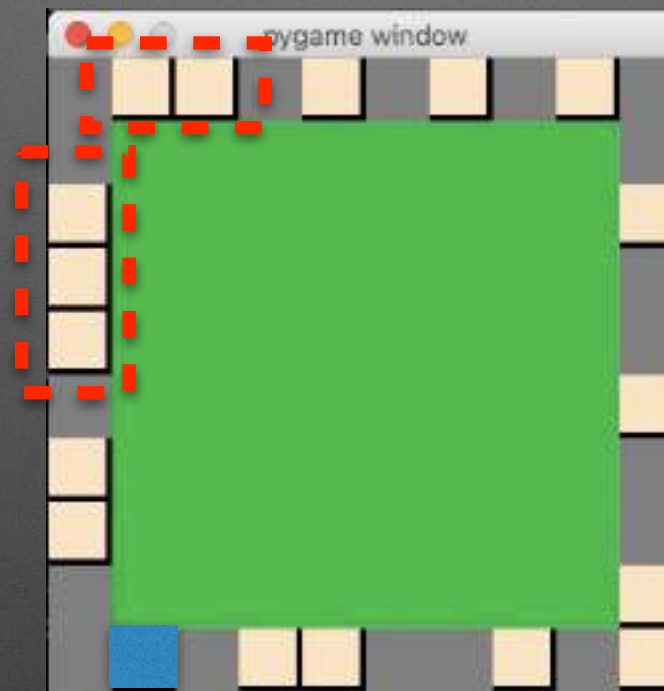


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

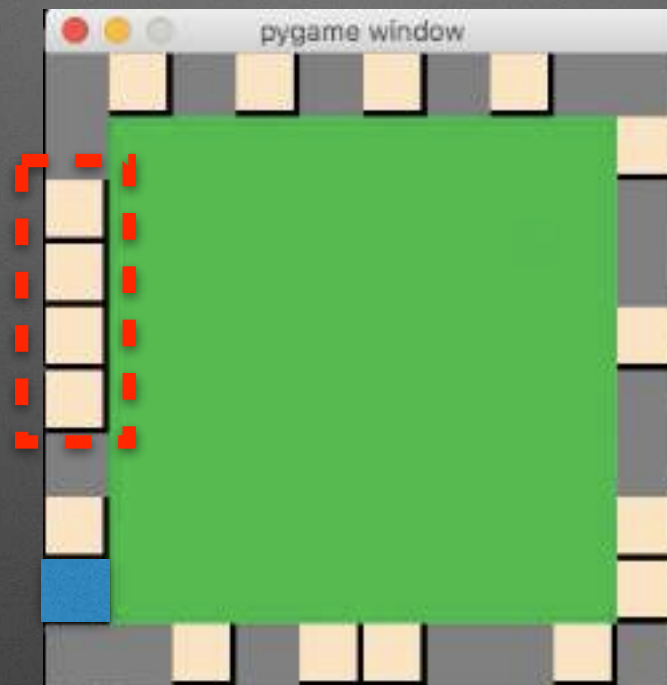


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

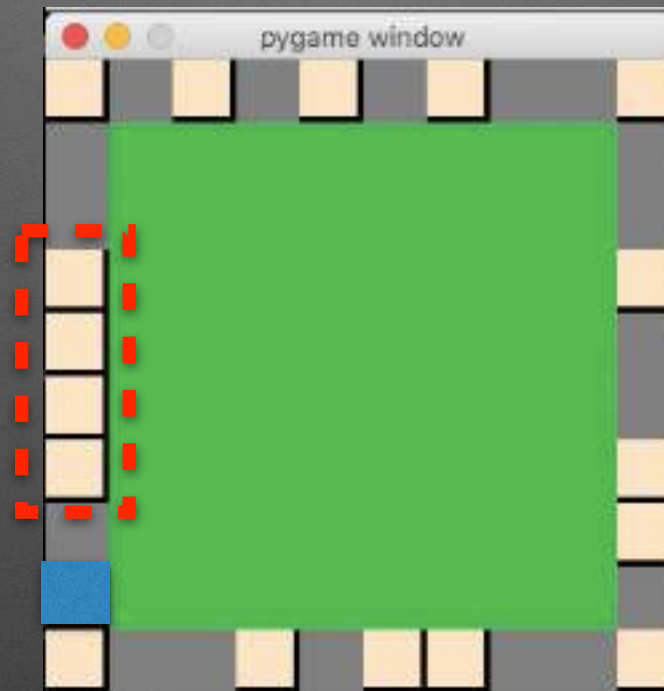


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

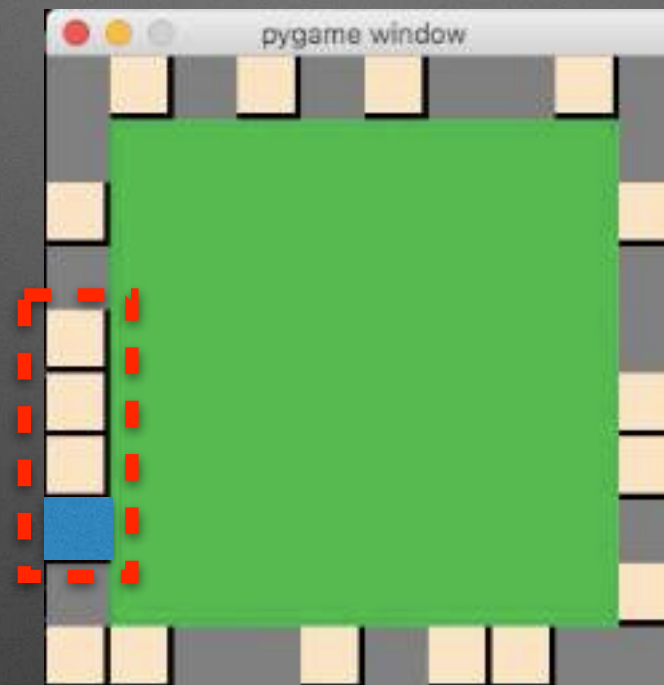


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

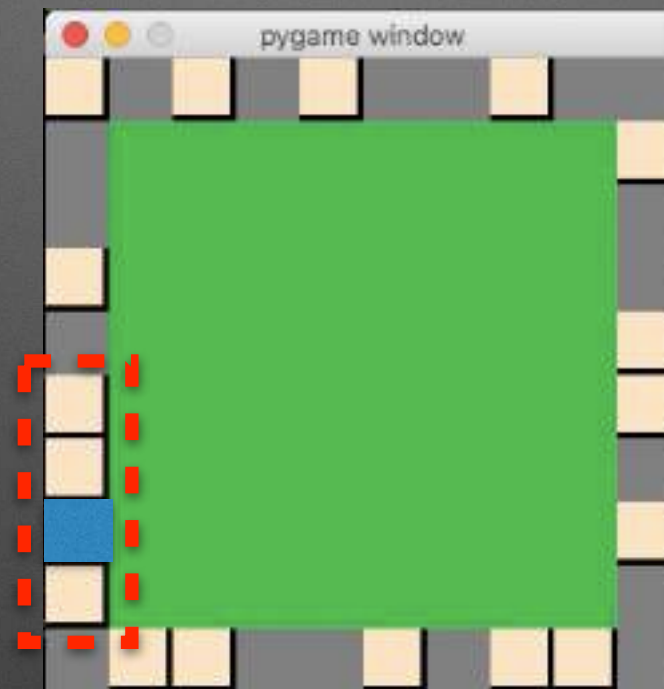


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



Voiture qui freine

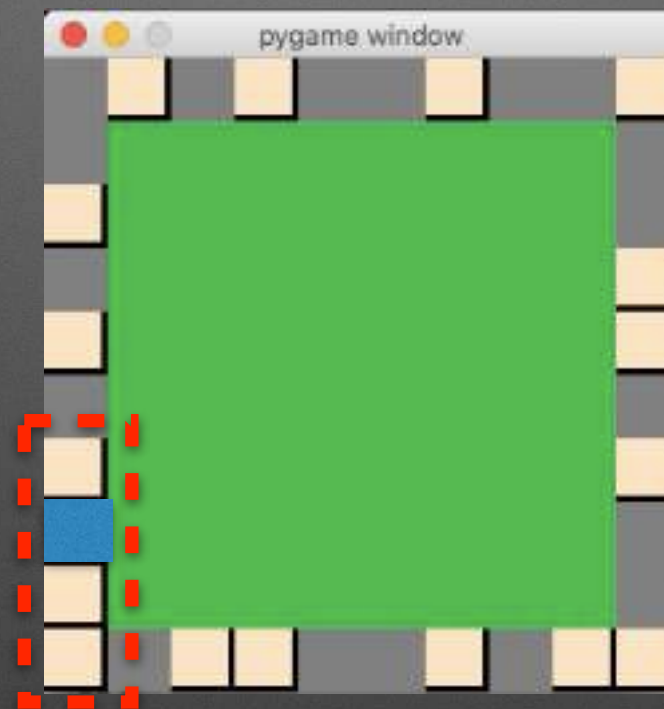


Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

`experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)`

18 voitures



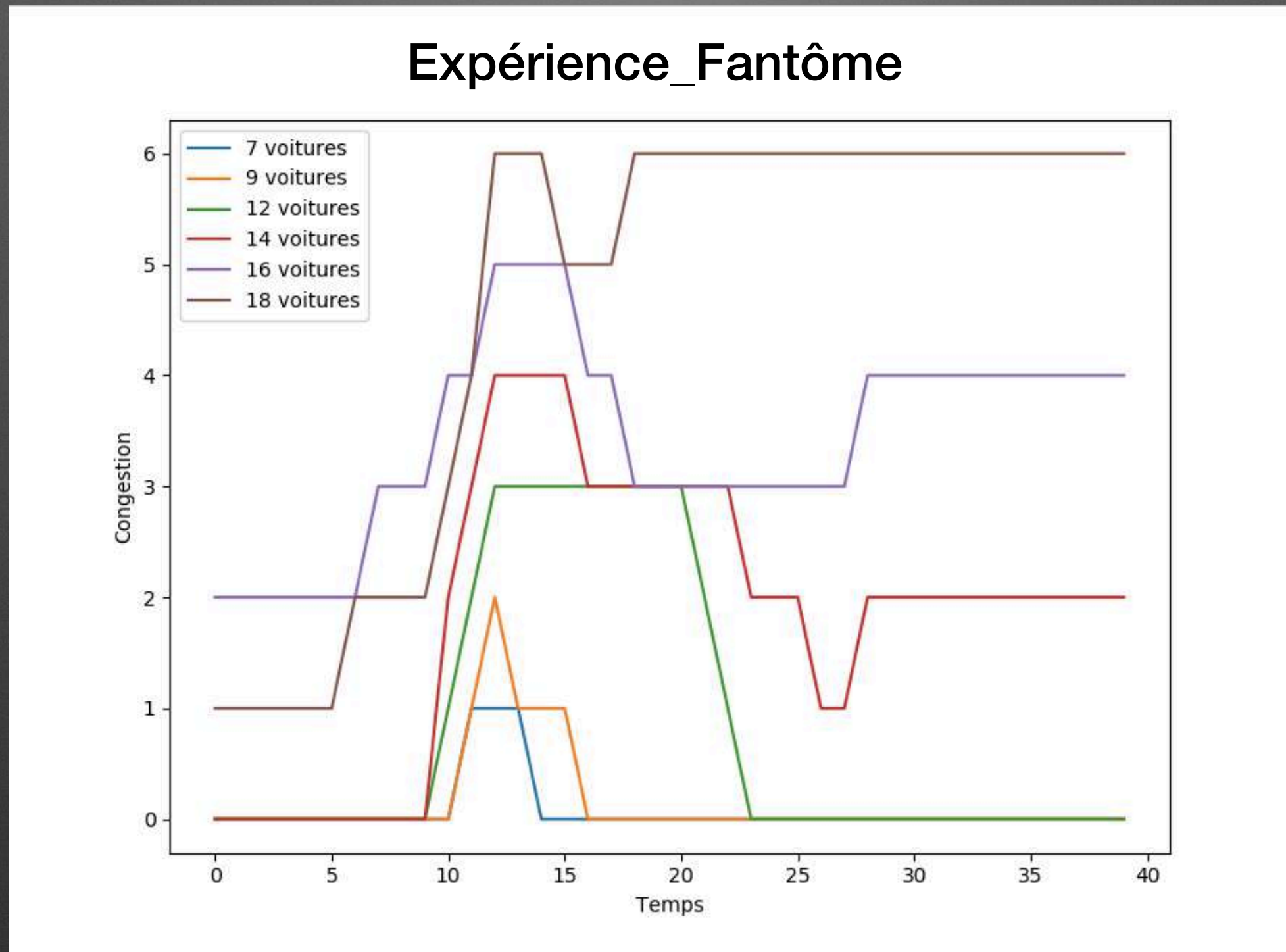
Voiture qui freine



Propagation du bouchon

Simulation numérique de cette expérience

experience_Fantome([CarteFantôme1, CarteFantôme2, CarteFantôme3, CarteFantôme4], 0, 3, 2, 10, 40)



Longueur de la route : 36 cases

$$18/36 = 0,5$$

Le diagramme fondamental du trafic routier

La stratégie:

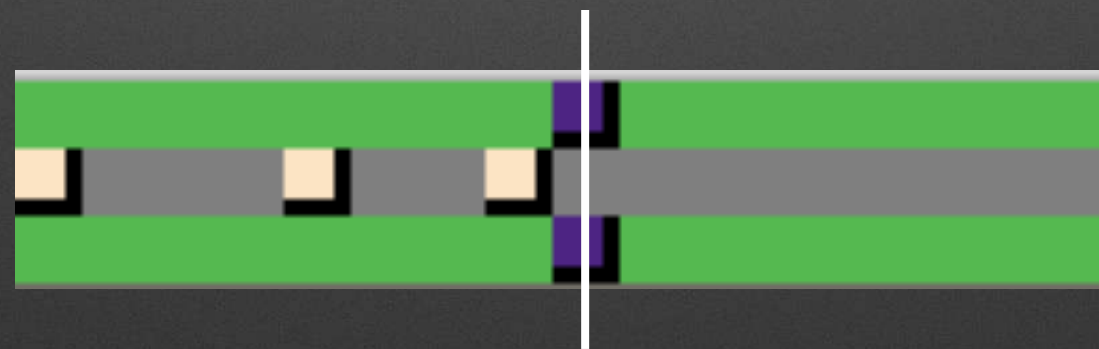
- On souhaite tracer le débit (veh/h) en fonction de la densité (veh/km).
- On pose $1h = 120$ tours, $1km = 30$ cases.
- On génère toutes les heures une carte avec un nombre aléatoire de voitures, positionnées aléatoirement sur la route.
- On mesure le débit pendant une heure et on mesure la moyenne de la densité pendant cette heure
- On répète cette opération plusieurs fois et on trace le graphe

Le diagramme fondamental du trafic routier

On prend une route de 300 cases et on effectue l'expérience pour une vitesse maximal :

$$v = 4 \text{ cases/temps}$$

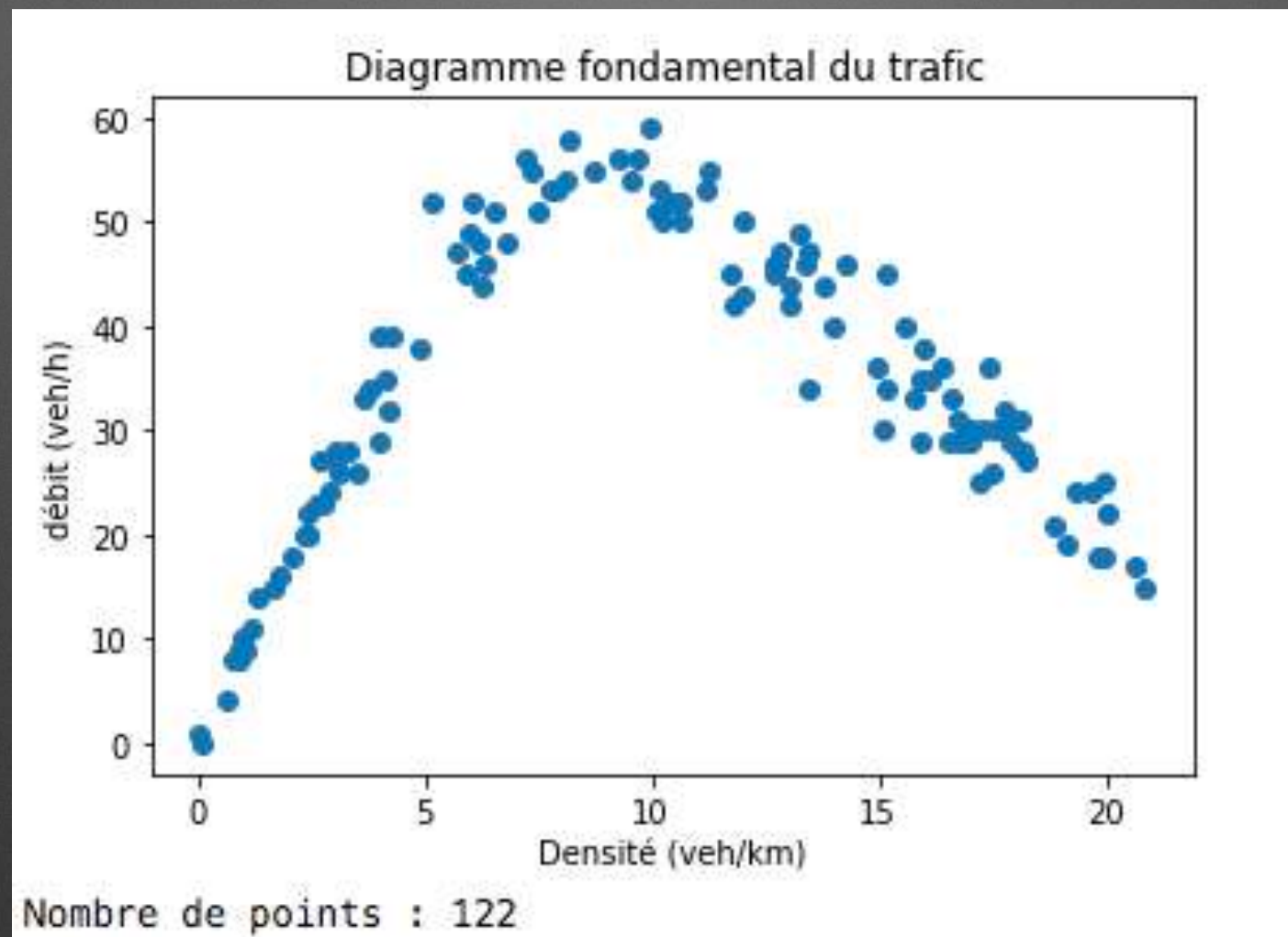
On mesurera le débit à la case 150.



Point de mesure du débit

Le diagramme fondamental du trafic routier

Diagramme_fonda(CarteFonda,1,4,0.1,0,150)

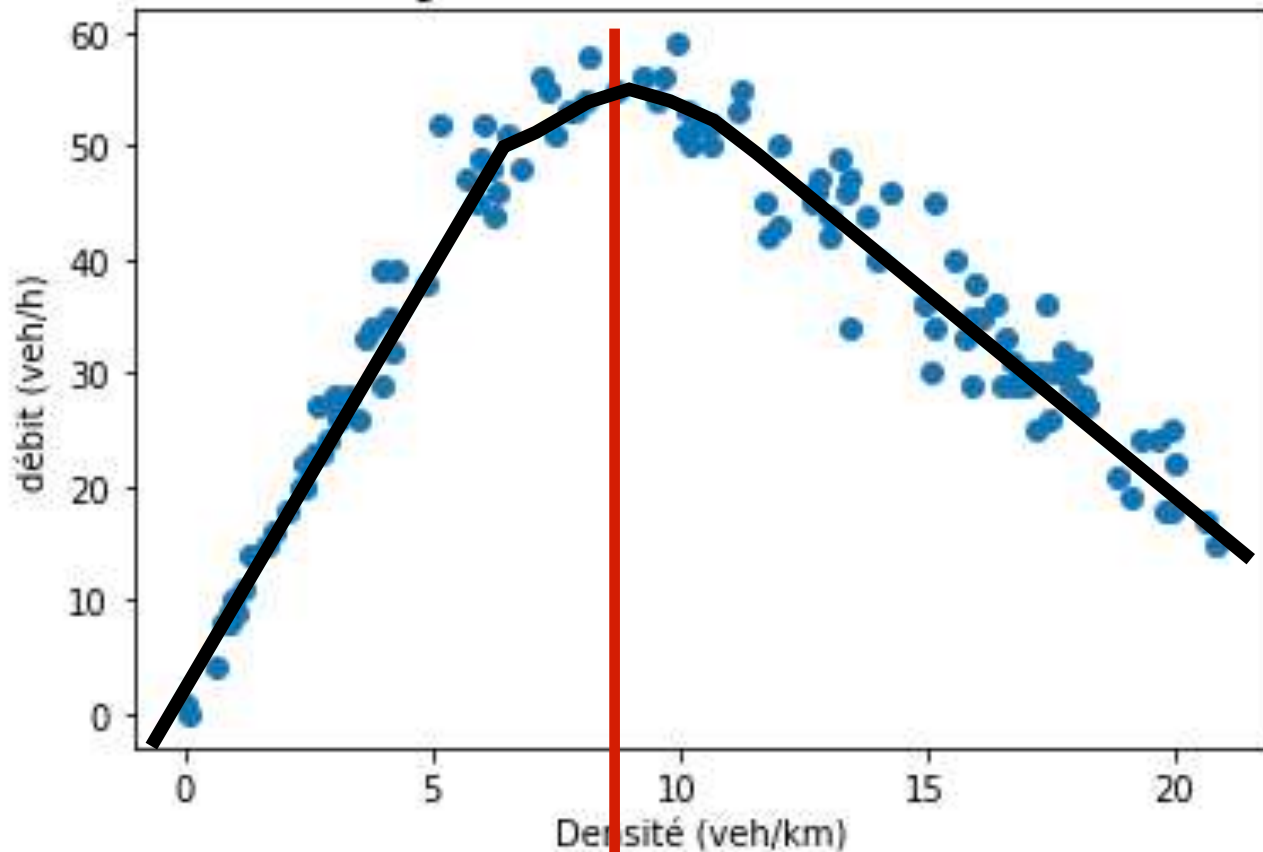


Longueur de la route : 300 cases
Vitesse max = 4 cases/temps

Le diagramme fondamental du trafic routier

Diagramme_fonda(CarteFonda,1,2,0.1,0,150)

Diagramme fondamental du trafic



Nombre de points : 122

Densité critique : $k_c = 9veh/km$

Soit 9 véhicules pour 30 cases

Débit maximum : $q_m = 55veh/h$

Soit une vitesse moyenne de :

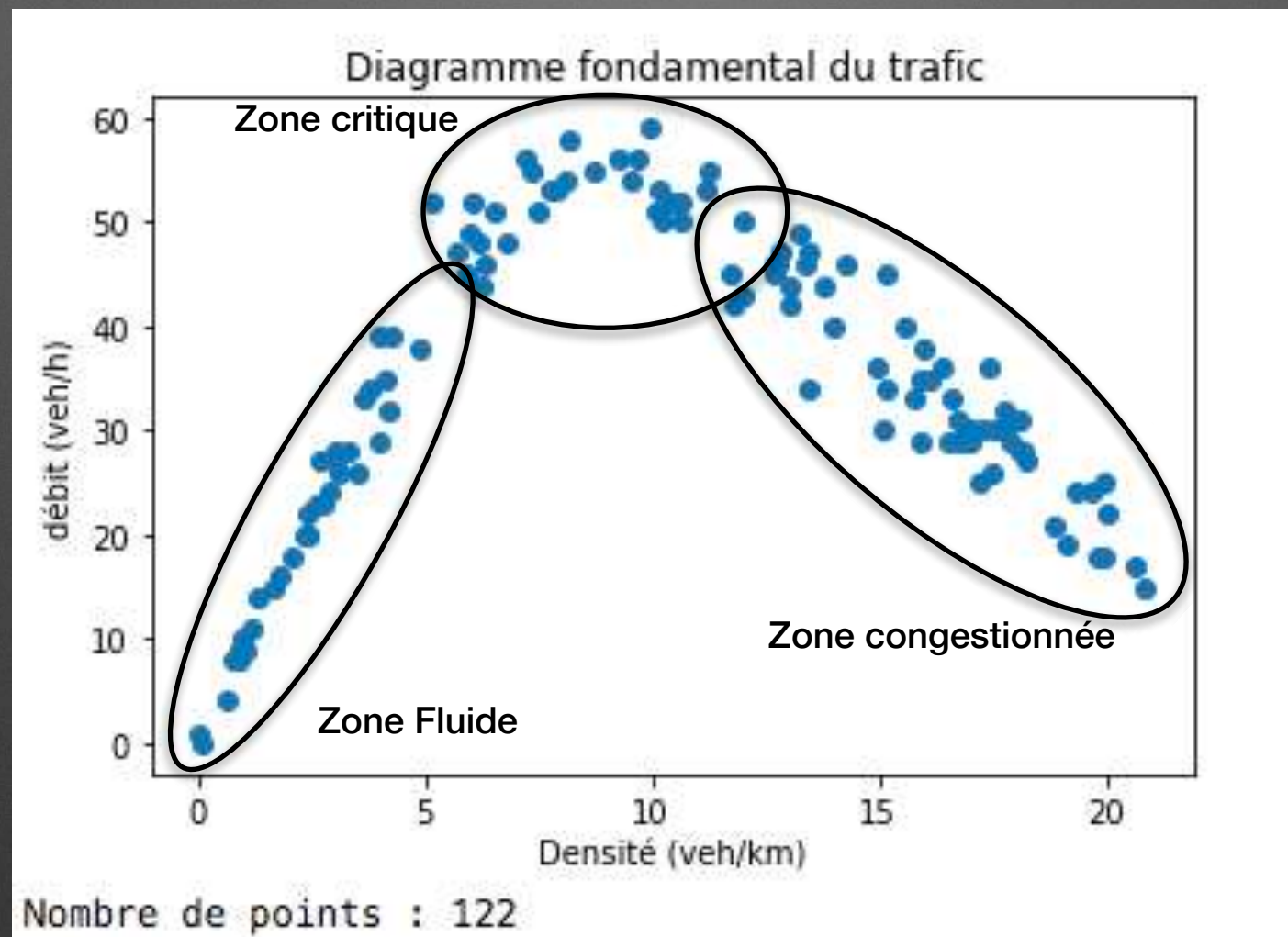
$$v_m = \frac{q_m}{k_c} = 2cases/temps$$

Longueur de la route : 300 cases

Vitesse max = 2 cases/temps

Le diagramme fondamental du trafic routier

Diagramme_fonda(CarteFonda,1,2,0.1,0,150)

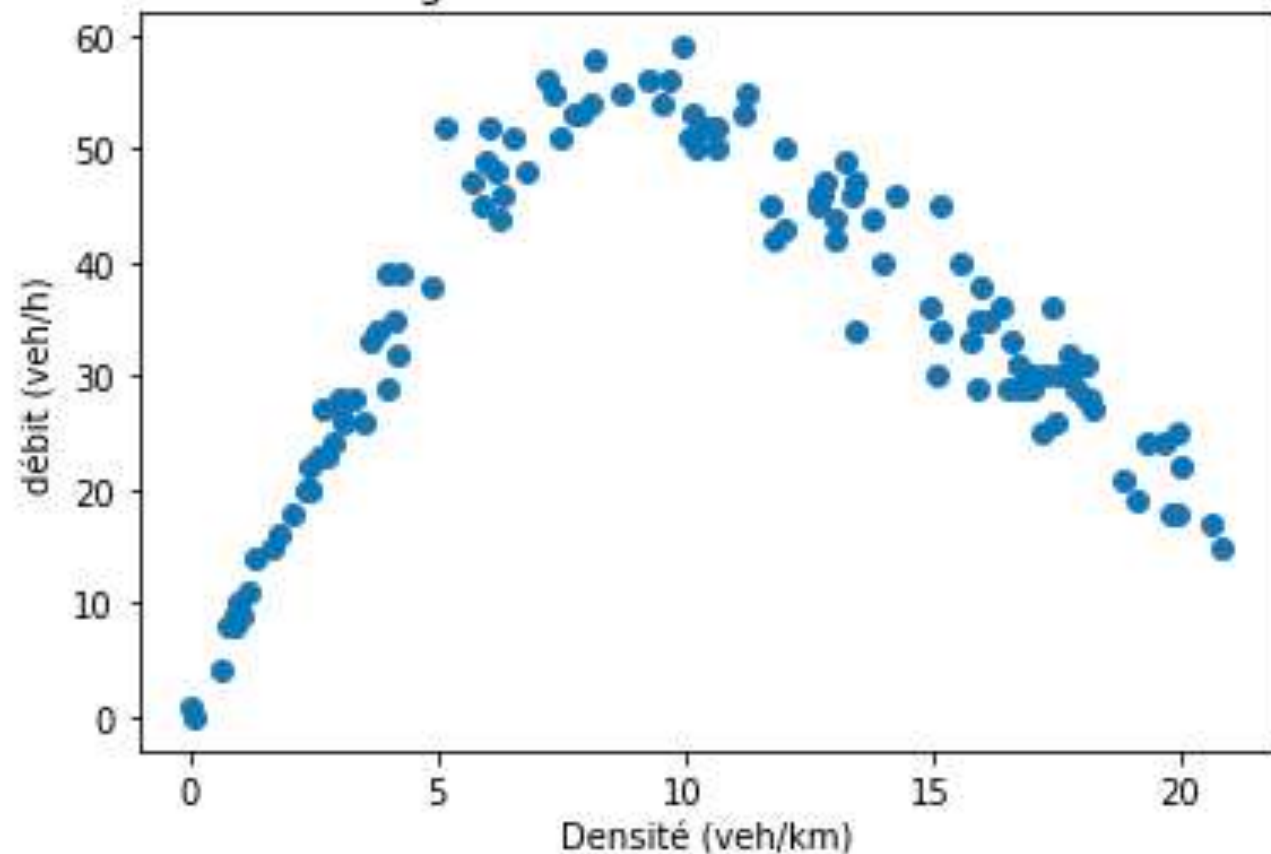


Longueur de la route : 300 cases
Vitesse max = 4 cases/temps

Le diagramme fondamental du trafic routier

Diagramme_fonda(CarteFonda,1,2,0.1,0,150)

Diagramme fondamental du trafic



Nombre de points : 122

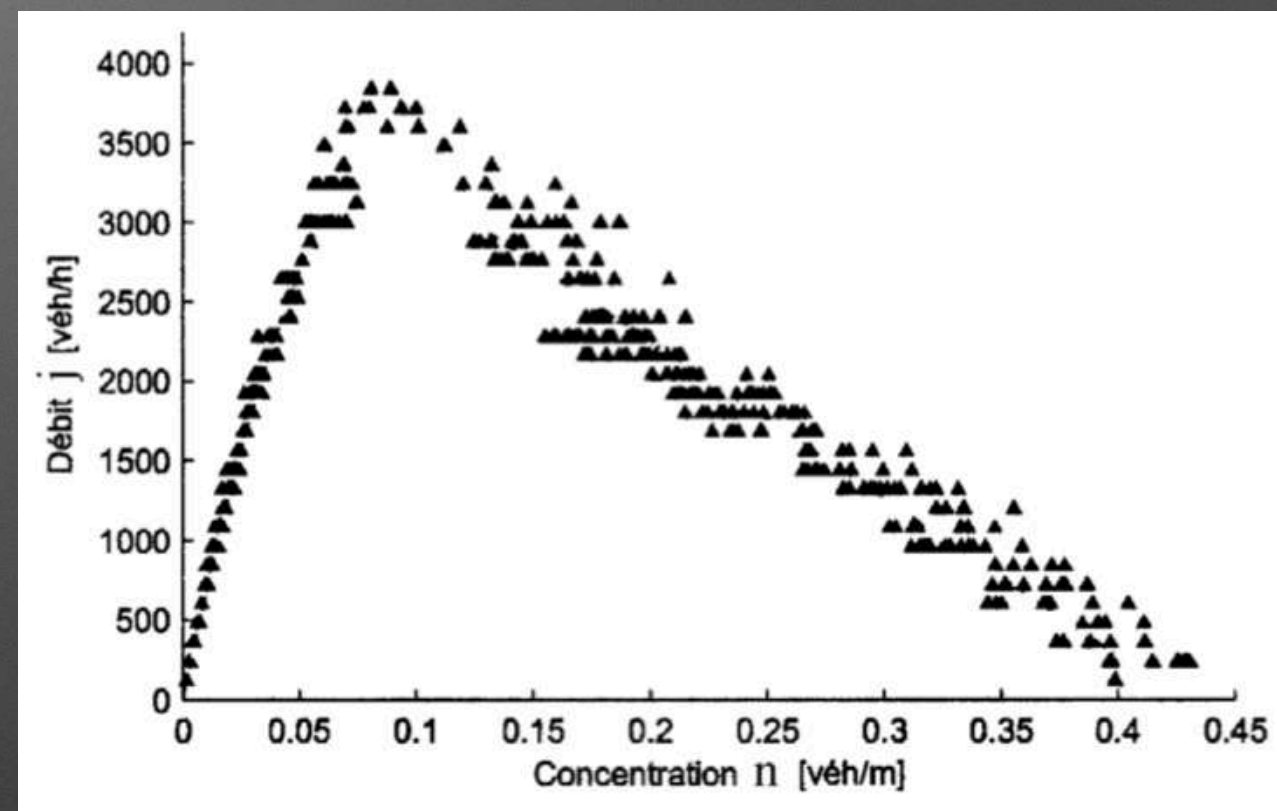
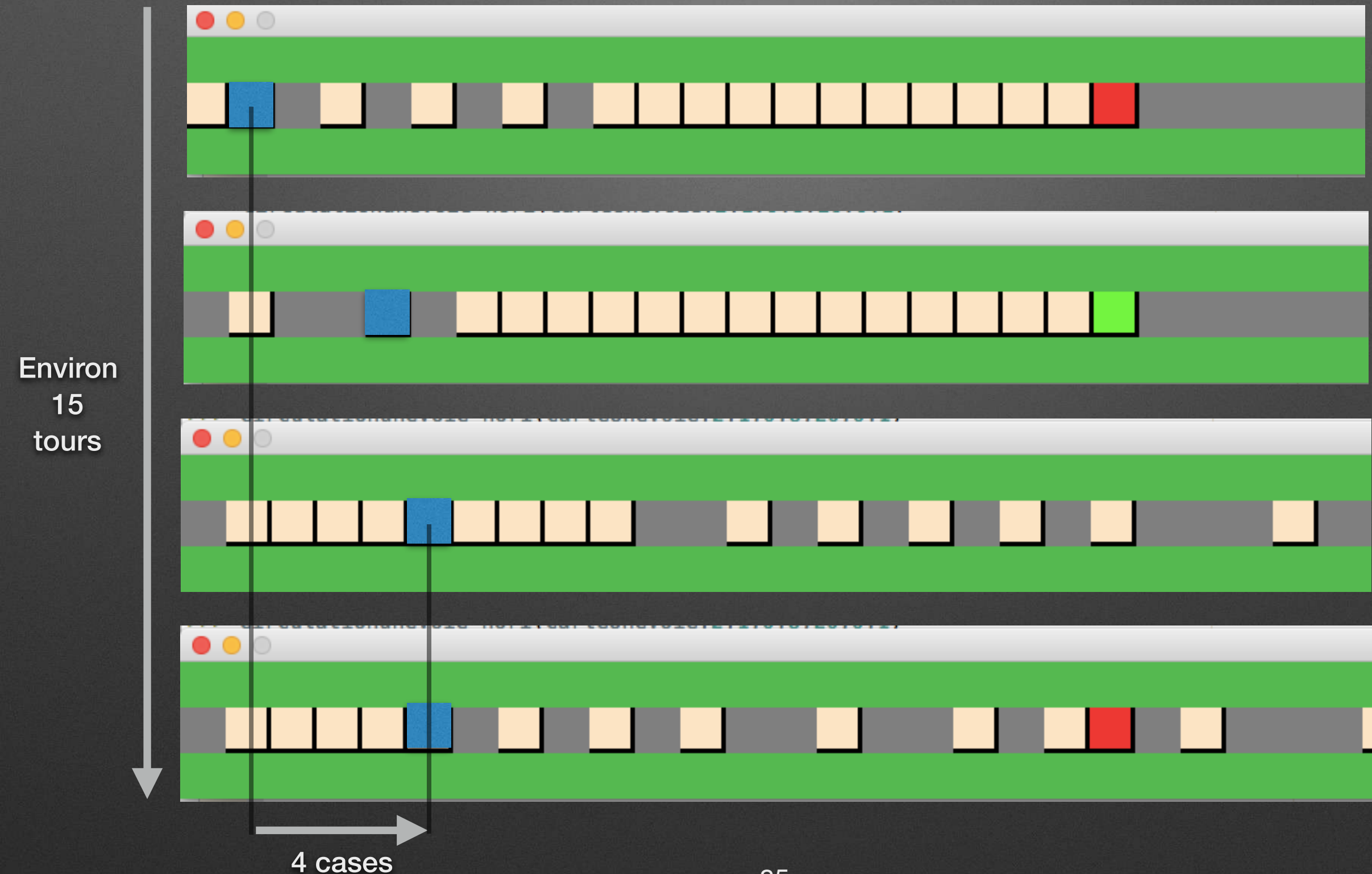


Diagramme proposé dans le sujet de physique PSI du concours Centrale-Supélec en 2005

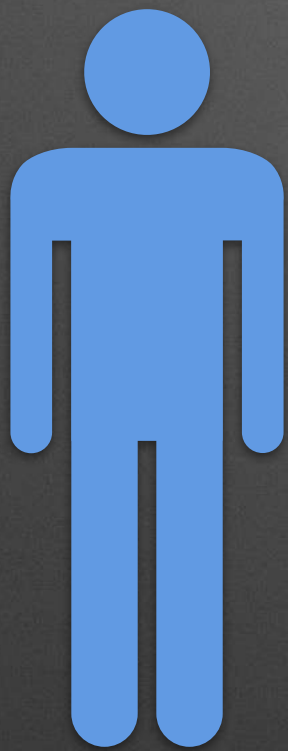
Relevé expérimental réalisé en ville où la vitesse max est de 50 km/h, sur une route à une voie et sans obstacle

D'après la thèse de Mr Leclercq

La frustration causée par le feu tricolore



Comment rendre le trafic plus fluide ?



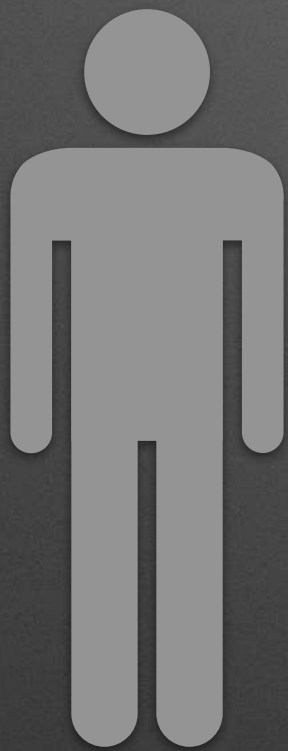
La voiture autonome



Avoir une conduite plus adaptée : respecter les distances de sécurités, être attentif au feu rouge, ne pas freiner brusquement...

Signaler le passe du feu rouge au vert en passant par le feu orange

Comment rendre le trafic plus fluide ?



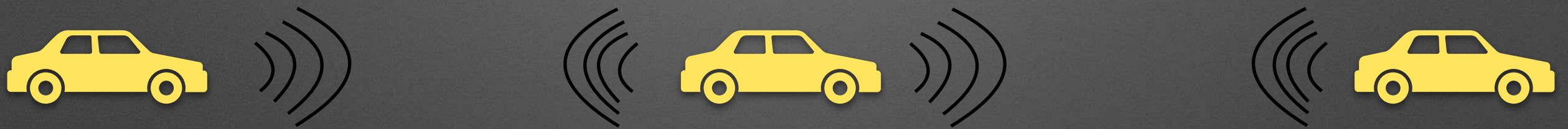
La voiture autonome



Avoir une conduite plus adaptée : respecter les distances de sécurité, être attentif au feu rouge, ne pas freiner brusquement...

Signaler le passage du feu rouge au vert en passant par le feu orange

La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation



La voiture semi-autonome permet de conserver les distances de sécurité, et ainsi éviter la formation d'embouteillages fantôme.

La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

Voitures
autonomes



Voitures
classiques



La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

Voitures
autonomes



Voitures
classiques



La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

Voitures
autonomes



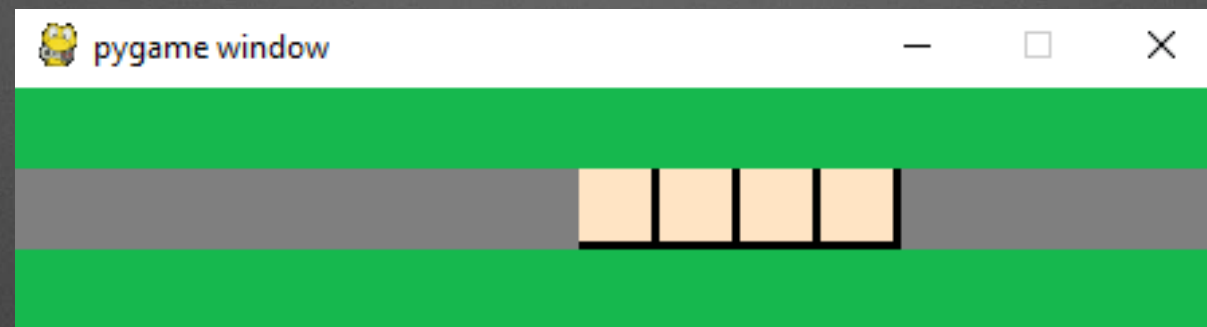
Voitures
classiques



La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

Voitures
autonomes



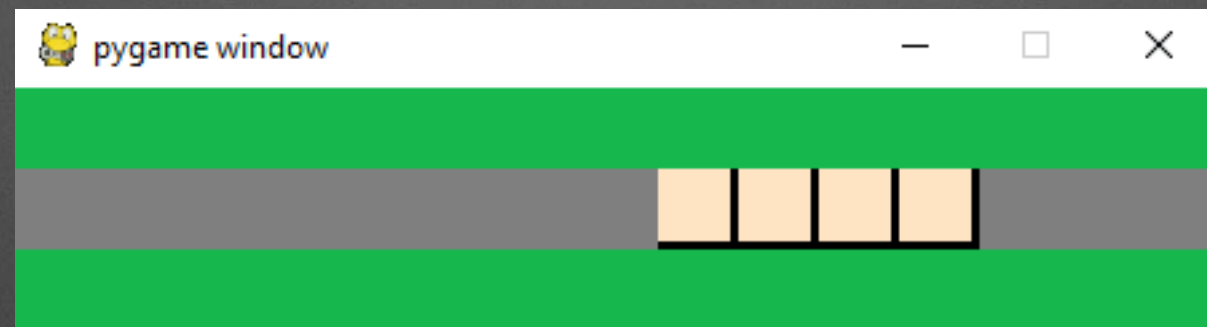
Voitures
classiques



La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

Voitures
autonomes



Voitures
classiques



La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

Voitures
autonomes



Voitures
classiques



La voiture (semi-)autonome pour fluidifier la circulation

Si les voitures démarraient simultanément au feu, le trafic serait plus fluide.

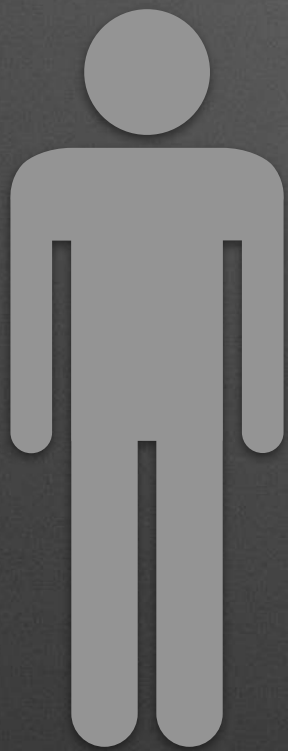
Voitures
autonomes



Voitures
classiques



Comment rendre le trafic plus fluide ?



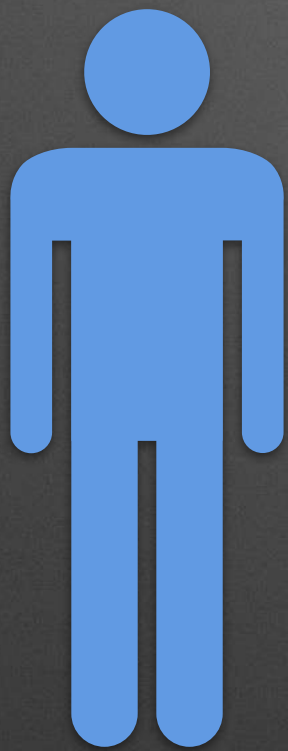
La voiture autonome



Avoir une conduite plus adaptée : respecter les distances de sécurités, être attentif au feu rouge, ne pas freiner brusquement...

Signaler le passe du feu rouge au vert en passant par le feu orange

Comment rendre le trafic plus fluide ?



La voiture autonome



Avoir une conduite plus adaptée : respecter les distances de sécurités, être attentif au feu rouge, ne pas freiner brusquement...

Signaler le passe du feu rouge au vert en passant par le feu orange