



GitHubs des deux collaborateurs: [GSafaSU](#) & [cwilson-su](#)

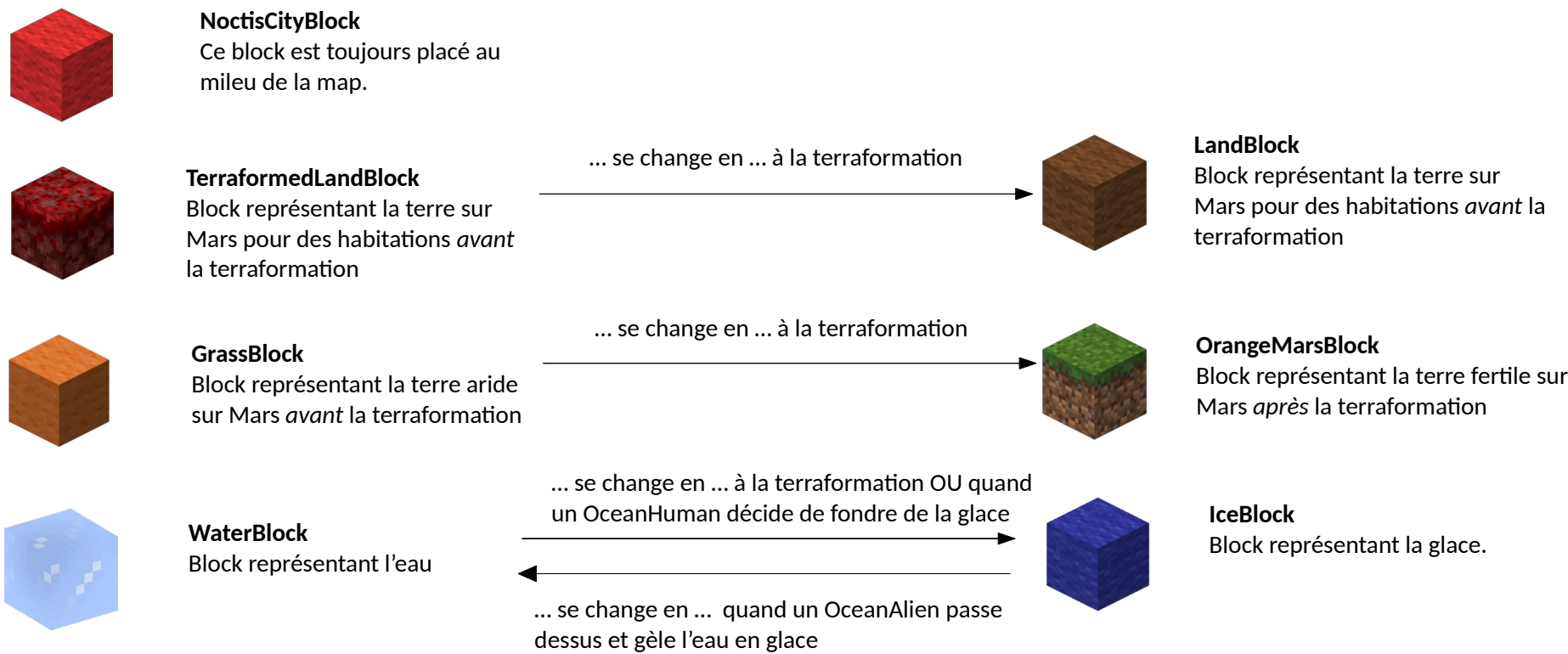
Année 2324. Venir sur Mars a été une grande étape, mais l'effort commence maintenant pour rendre la planète rouge en un paradis habitable. Nous démarrerons cette aventure avec le petit dôme de Noctis City aux coordonnées stratégiques au cœur de Mars, a partir de laquelle nous déploirons nos humains. Certains d'entre eux seront élus pour aider au développement de l'écosystème, mais la planète n'est pas aussi accueillante. Ils devront non seulement se méfier des tempêtes de sable et des épidémies, mais aussi faire attention aux martiens qui sont près a tout pour défendre leur précieux territoire.

ENVIRONMENT

Map

- Grille générée au 'Start' avec Perlin Noise
- $26 \leq taille \leq 100$  fixé par le User au lancement
- avec des zones de glace(IceBlock), des zones de terre fertile(OrangeMarsBlock) et des zones d'habitation/de terre normale(LandBlock).

Blocks



**Noctis City** (inspiré de la caractéristique géologique martienne réelle NOCTIS LANDING/NOCTIS LABYRINTHUS)

- Centre de la grille
- prend ¼ de la grille
- Reconnaissable grace au blocks complètement rouges (*NoctisBlock*)
- Transformation visuel à la terraformation: Batiment 'Dome City' pre-terraformation et 'Burj-Khalifa' post-terraformation.
- Lieu d'apparition des humains au début de la simulation.
- Les aliens ne peuvent pas aller dans Noctis City.
- Des arbres ne peuvent pas être plantés et des Océans ne peuvent pas etre creusés a Noctis City.

Variables a long terme: Oxygène et Température

- oxygen et temperature sont des float tq  $\{ oxygen \in \mathbb{R} \mid oxygen \in \llbracket 0;100 \rrbracket \}$  et  $\{ temperature \in \mathbb{R} \mid temperature \in \llbracket 0;100 \rrbracket \}$

≥Effets de la simulation sur ces variables:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| - Plantage d'un arbre               | $\Rightarrow (oxygen+=2) \ \& \ (temperature+=4)$ |
| - Fonte d'un IceBlock en WaterBlock | $\Rightarrow (oxygen+=4) \ \& \ (temperature+=2)$ |
| - Gele d'un WaterBlock a IceBlock   | $\Rightarrow (oxygen-=2) \ \& \ (temperature-=1)$ |
| - Mise a feu d'un arbre             | $\Rightarrow (oxygen-=1) \ \& \ (temperature-=2)$ |
| - Extinction du feu d'un arbre      | $\Rightarrow (oxygen+=1) \ \& \ (temperature+=3)$ |

>Effets de ces variables sur la simulation:

-Si  $((oxygen=max=100) \& (temperature=max=100)) \Rightarrow MarsTerraformed \Rightarrow$  les humains chassent les aliens pour les tuer.

>Progress Bars

- La valeur en temps réel de ces variables est indiqué par des Progress Bars.

La Progress Bar **oxygène** est centrée en haut de l'écran en **rouge** et celle de **température** est alignée a droite de l'écran en **bleu**.

Arbres

- Les arbres sont tous plantés par les humains, plus précisément les ForestHumans

- 2 couleurs d'arbres : Rose ( $oxygen \in \llbracket 0;50 \rrbracket$ ) et Vert ( $oxygen \in [50;100]$ )

- Plantage d'un arbre  $\Rightarrow (oxygen+=2) \& (temperature+=4)$



Feu

Seuls les arbres peuvent prendre feu dans cette simulation.

On reconnait qu'en arbre est en feu grace a des flammes bleu ou orange sur l'arbre.



>Apparence: Le feu est bleu quand ( $oxygen \in \llbracket 0;50 \rrbracket$ ) et orange quand ( $oxygen \in [50;100]$ )

>Comment un arbre rentre-t-il en feu? C'est un ForestAlien qui met en arbre en feu quand il en trouve un.

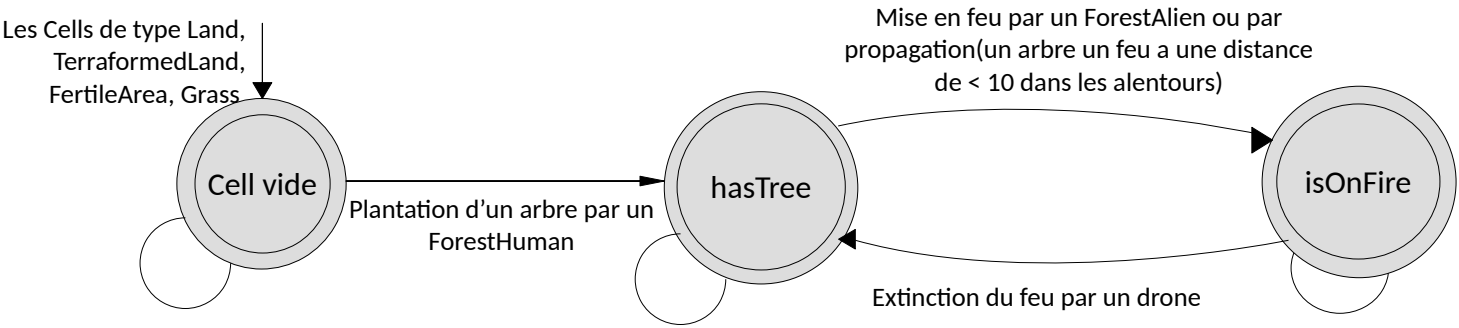
>Comment un feu s'éteint-t-il? C'est un drone qui l'éteint quand il survole une case avec un arbre en feu.

>Propagation de feu: Grace a une fonction récursive, un arbre en feu met les autres arbres en feu également dans un rayon de 10 unités autour de lui. Ainsi, quand la densité des arbres est élevé dans une région, le feu se propage facilement.

- Mise a feu d'un arbre  $\Rightarrow (oxygen-=1) \& (temperature-=2)$

- Extinction du feu d'un arbre  $\Rightarrow (oxygen+=1) \& (temperature+=3)$

La gestion des arbres et des feu est résumé par cet automate:



Automate 1

Glaces et Océans

- Les OceanHumans changent un IceBlock(glace) en WaterBlock(Eau)  $\Rightarrow (oxygen+=4) \& (temperature+=2)$  car ils veulent rendre la planète la plus habitable possible.

- A l'opposé, quand un OceanAlien passe sur un WaterBlock,  $\Rightarrow (oxygen-=2) \& (temperature-=1)$  car ils veulent reduire le rytme de terraformation de leur planète.

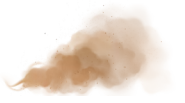
Évènement aléatoire: Tempête de sable

- durée:  $26 \leq durée\ aléatoire \leq 100$

- cet événement se produit aléatoirement toutes les 30 a 60 secondes.

>Que cela influence la simulation? Un humain est choisi aléatoirement pour etre infecté. Il va propager son virus avec la méthode SEIR définie dans la section 'Agent'.

- le virus continue a se propager meme quand la tempête est passée.



Système jour-nuit

- Un cycle jour/nuit dure 1 minute dans cette simulation.

- La majorité des activités dans cette simlation sont indépendantes du système jour-nuit sauf la reproduction des humains qui se fait uniquement la nuit. C'est pour limiter une hausse exponentielle des humains.

Point de Bascule: Terraformation

Coté environment, a la terraformation, il y a que une transformation visuelle. C'est le comportement de certains agents qui change.

UI

- Progress Bars oxygène(rouge) et température(bleu)

- Caméra rotative a 360° avec un Zoom (limité).

- Affichage des données importants en bas à gauche (grace au meme canvas des Progress Bars)

- Main menu avec des boutons pour faciliter l'entrée de la taille de la grille souhaitée par le User et pour commencer la simulation et quitter l'application

**AGENTS**

2 types d'agents principaux: Humains et Aliens

**Les humains :**

- les proies de notre jeu.
- facilement reconnaissable grâce à leurs couleurs.
- répartis en 3 sous-catégories :



Human

Représenté par un astronaute rouge



ForestHuman

Représenté par un astronaute vert



OceanHuman

Représenté par un astronaute bleu

**Les Aliens :**

- les prédateurs de notre jeu
- se distingue assez facilement grâce à leur couleur sombre
- aussi répartis en 3 sous-catégories :



KillerAlien

Représenté par un Venom



ForestAlien

Représenté par un EnderDragon



OceanAlien

Représenté par un EnderMan

**Agent secondaire : Drone**

- Agents qui interagissent uniquement avec l'environnement
- sont ni des proies ni des prédateurs. (peut être considéré comme des services de secours tels que les pompiers)



Drone

**Système d'apparition :**Humain

Le nombre d'humains dépend de la taille de la grille. (eg. grille taille 50, → 30 humains au départ)

Apparaissent au centre de la grille dans NoctisCity.

Le type d'humains qui va apparaître est choisi selon la probabilité : 34%

Human, 33% ForestHuman & 33% OceanHuman

Alien

Le nombre d'alien au départ dépend également de la taille de la grille. (eg. grille de taille 50 → 9 aliens au départ)

Apparaissent de façon aléatoire sur la grille sauf sur NoctisCity.

Le type d'aliens qui va apparaître est choisi selon la probabilité suivante : 50%

KillerAlien, 35% ForestAlien & 15% OceanAlien

Drone: Le nombre de drone qui apparaît au lancement du jeu est de 2 peu importe la taille de la grille. Ils apparaissent de façon aléatoire sur la map.

**Mouvement des agents :**Humain

- se déplacent de façon aléatoire sur la grille.
- peuvent se déplacer sur les 8 cases qui les entoure.
- font une rotation en fonction de la direction de leurs déplacements
- n'ont pas la capacité de se déplacer sur l'eau et la glace.

Alien

- ont le même système de déplacement que les humains
- n'ont pas l'autorisation de se déplacer dans NoctisCity mais ils ont le droit de se déplacer sur l'eau et la glace.

Drone : Les drones ont le même système de déplacement que les humains et les aliens. Leur particularité est qu'ils n'ont aucune restriction sur leur déplacement.

**Système de reproduction :**Humain

se reproduisent lorsqu'au minimum 2 humains sont présent sur la même case, qu'ils fassent nuit et que parmi ces humains il y ait au moins 2 qui ont la capacité de se reproduire.

peut se reproduire avec n'importe quel type d'humain. (la probabilité du choix du type d'humain crée est la même que lors de l'apparition.)

à la capacité de se reproduire que lorsqu'il a effectué 300 déplacements. Après la reproduction, le compteur est remis à zéro et l'humain doit de nouveau effectuer 300 déplacements pour pouvoir se reproduire à nouveau.

Alien

C'est que les KillerAlien qui ont la capacité de se reproduire.

exactement le même principe que chez les humains sauf qu'il n'y aura que des KillerAlien qui seront créés.

Toutefois, contrairement aux humains, ils peuvent se reproduire le jour.

**Système de chasse :**

Les KillerAlien ont la capacité de voir si il y a un humain sur les 8 cases autour d'eux. S'il y a un humain, le KillerAlien se dirige vers lui, sinon il se déplace de façon aléatoire. Si un KillerAlien se trouve sur la même case qu'un humain, il va tuer cet humain. A noter qu'il n'y a que les KillerAlien qui peuvent tuer les humains.

**Système de fuite :**

Les humains ont la capacité de voir si il y a un KillerAlien sur les 24 cases autour d'eux. S'il y a un KillerAlien, l'humain se dirige vers la direction opposée (en faisant attention aux bordures) sinon il se déplace de façon random. A noter que les humains se déplacent plus lentement que les Aliens.



Gestion des arbres et des incendies : Référence à Automate 1

Les drones et les ForestHumans n'ont volontairement pas de système "intelligent" pour se déplacer vers des arbres ou du feu plus rapidement, car sinon, les feux sont mis et éteints trop vite.

Gestion des océans : - Un OceanHuman fond un IceBlock en WaterBlock quand il y en a sur les 4 cases directement autour de lui avec une probabilité de 15%  
- Un OceanAlien gele un WaterBlock en IceBlock mais uniquement avant la terraformation

Gestion de la durée de vie :

- Les KillerAlien ont une durée de vie choisie aléatoirement entre 30 et 200 secondes, et les humains entre 30 et 300.
- Les autres agents quand à eux sont invincible.

Système pour éviter une extinction d'une des espèces :

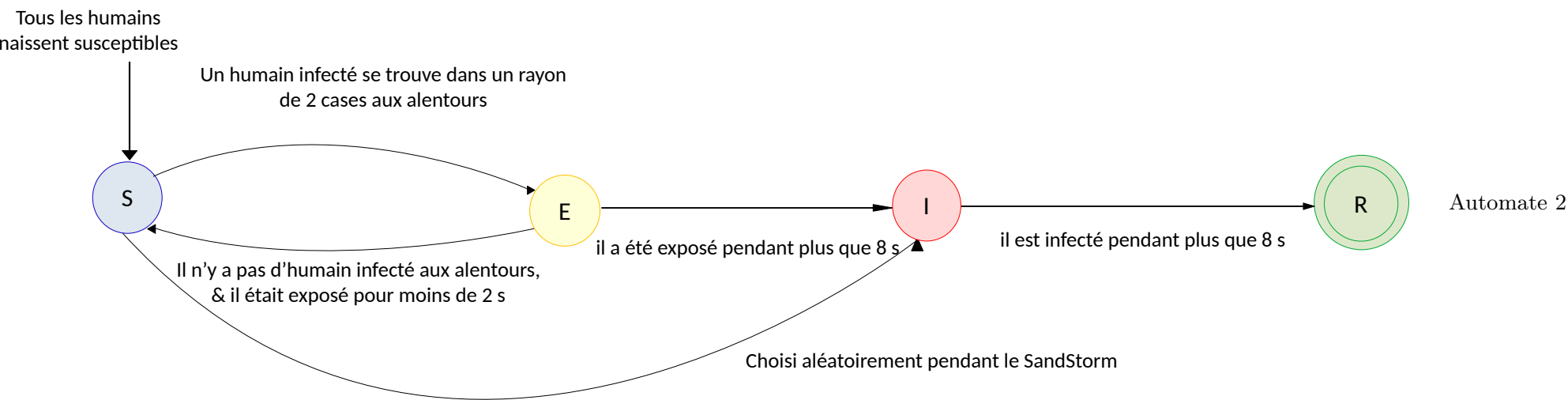
- Si la population d'humain ou de KillerAlien descend en dessous d'un certain seuil alors une nouvel vague d'humain ou de KillerAlien sera générer pour éviter l'extinction de la population.

Point de bascule : Terraformation

- Dans la partie Agent, il y a un comportement adaptatif des humains a la terraformation: les roles se renversent et ils chassent les KillerAliens.
- Les aliens pensent toujours pouvoir tuer les humains et donc ils se dirigent toujours vers les humains. (ce qui est en leur désavantage)

Système SEIR(Susceptible-Exposed-Infected-Recovered)

- Version étendue de SIR avec l'état 'Exposed' en plus



(Note: Les flèches de transitivité ont été ignorés pour tous les états de cet automate parce que les états sont très dynamique pendant la simulation)

Selon le schéma, un humain est immusé a vie après une infection au virus (un peu comme la varicelle). Les humains infecté sont marqué par un *InfectedHumanPrefab* rose(violet) dans la simulation. Quand un humain est guéri, il ne redevient pas forcément ce qu'il était avant. Il devient un des 3 types d'humains au hasard.(Le prefab change en accordance)



InfectedHumanPrefab

Comportement adaptatif

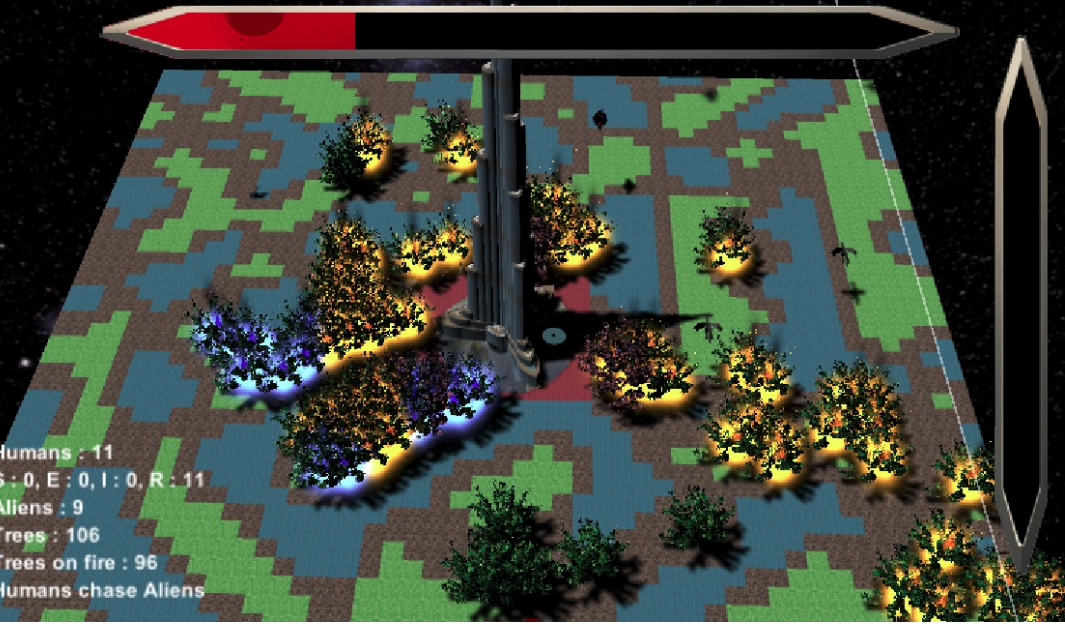
Un humain à l'état infecté ne plante pas d'arbre ni ne creuse d'océan. Il continue toutefois a bouger et a reproduire.

CAPTURES D'ÉCRAN

Pre-terraformation:

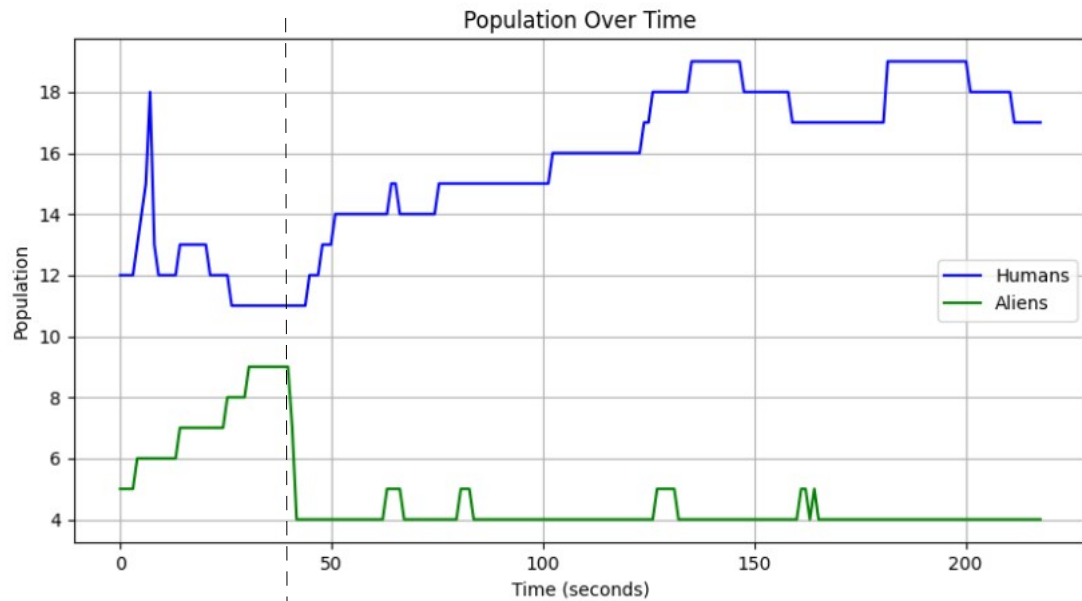


Post-terraformation:



**GRAPHES**

Point de bascule :  
Terraformation



Avant le point de bascule: Les humains sont vulnérables face aux aliens

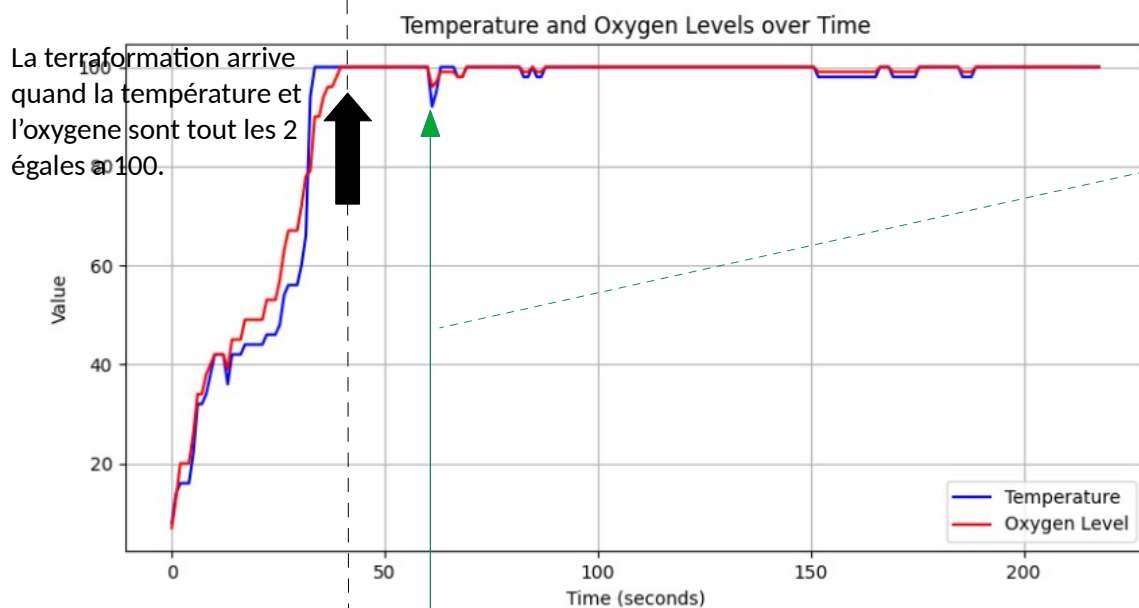
-la population d'humains ont une tendance a baisser malgré les petits pics de reproduction. Ils baissent a cause des KillerAliens qui les tuent et de lifetime.

-la population d'aliens a tendance a augmenter car meme si ils ont un lifetime limité comme les humains, ils arrivent a se reproduire. De plus, ils sont invulnérables face aux humains.

Après le point de bascule: Les aliens sont vulnérables face aux humains (les roles s'inversent)

- la population d'humain a tendance a augmenter très clairement

- la population d'aliens chute drastiquement



La terraformation arrive quand la température et l'oxygene sont tout les 2 égaux a 100.

On voit que quand il y a plus d'arbres en feu, la température et l'oxygene baissent. Toutefois, ils reaugmentent rapidement car d'autres arbres sont plantés

Malgré le fait que le nombre d'arbre en feu augmente, la température et l'oxygène continuent a augmenter. Cela est du au fait que le nombre d'arbres est supérieur au nombre d'abres en feu. De plus, la température et l'oxygene augmente aussi grace a aux fontes de glaces par les OceanHumans

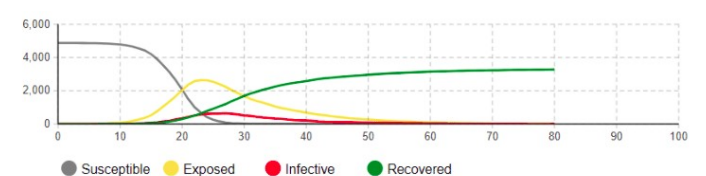
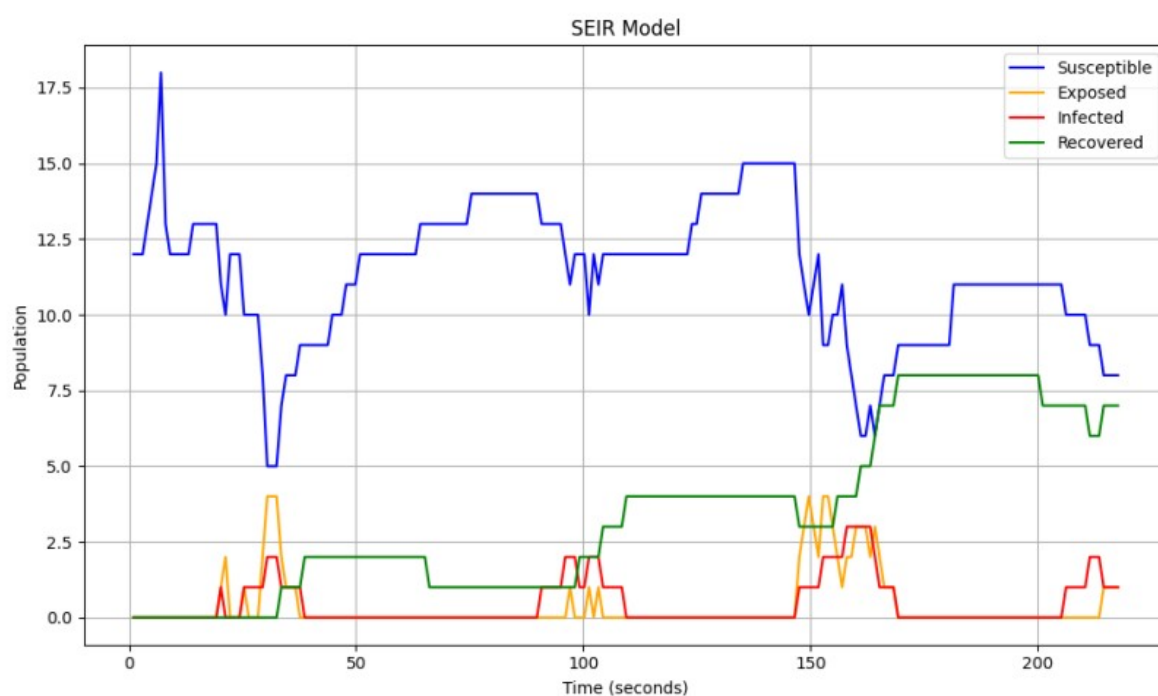
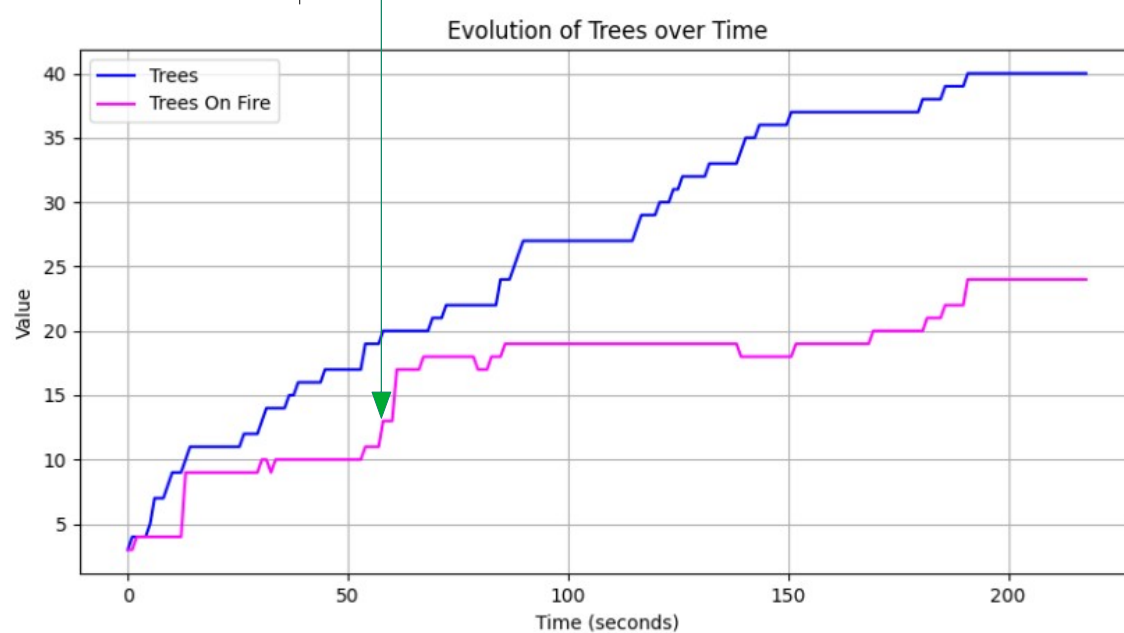


Figure tiré de l'article "SEIR model with unreported infected population and dynamic parameters for the spread of COVID-19" par Ziren Chen, Harold A. lay Jr et al.

Si on découpe ce graph a chaque fois que les humains susceptibles commencent a baisser, on voit clairement un cycle qui se répète et qui est similaire a un vrai système SEIR de propagation épidémique.