

Rapport de SMA



Évacuation d'urgence

Projet de 3ème année

Sommaire

Sommaire	2
Le projet	3
Les turtles	4
Les Paniqués	4
Les Calmes	4
Les Super-Calmes	4
Les Sauvés	5
Les différents Patches	5
Les patches “Bâtiment”	5
Les patches “Jardin”	5
Les patches “Mur”	6
Le patch “Porte”	6
Les données modulables	7
Les données observables	8
Résultats	9
1ère Observation	9
2ème Observation	9
3eme Observation	10
4ème Observation	10
5ème Observation	11
Conclusion	12

Le projet

Pour ce projet de Système Multi Agent, nous avons voulu reproduire l'évacuation d'urgence d'une grande salle très peuplée vers l'extérieur. Afin de rendre cette scène réaliste et permettre une interaction entre les individus, nous avons pensé créer 3 types de personnes différentes (3 turtles différentes) : les personnes Paniqués, les personnes Calmes et les personnes Super-Calmes.

Le but de cette modélisation est donc de pouvoir mesurer la performance de l'évacuation en fonction de la population présente dans la salle. Nous allons ainsi pouvoir modifier entre autre le nombre de personne présente dans la salle, mais aussi la proportion de la population étant Paniqué, Calme, ou Super-Calme. La performance de l'évacuation pourra être calculée grâce au temps d'évacuation du bâtiment, mais aussi grâce à la proportion de personne vivantes à la fin de la simulation.

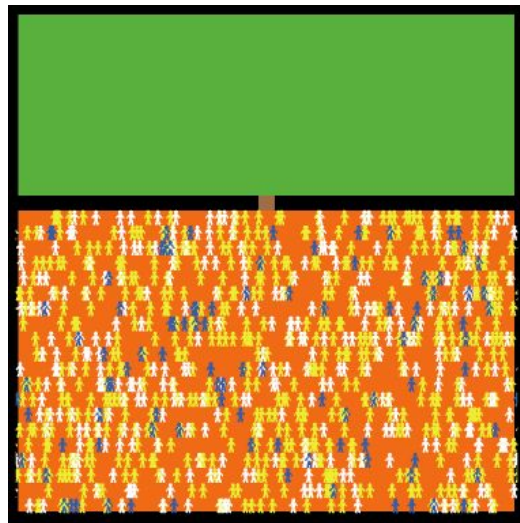


Figure 1 : Simulation évacuation d'urgence (état initial)

Les turtles



Les Paniqués

Les personnes paniqués sont représentées par des bonhommes jaunes. Ils représentent les personnes qui en situation d'urgence stress énormément, et extériorisent leur stress (en hurlant, ou en courant de façon désordonnée). Afin de modéliser ce comportement nous avons convenus de 2 comportements non modulables :

- Les personnes paniquées ont $\frac{1}{3}$ de réaliser un déplacement vers la porte, et une $\frac{2}{3}$ de réaliser un déplacement aléatoire (afin de modéliser les déplacements désordonnés).
- Lorsque une personne calme entre dans la zone d'influence d'une personne paniquée, la personne calme devient elle aussi paniquée (afin de modéliser la propagation de la panique).

Une personne paniquée peut en revanche se calmer toute seule, si cette dernière n'a rencontré personne dans son cercle d'influence pendant un certain temps.



Les Calmes

Les personnes calmes sont représentées par des bonhommes blancs. Ils représentent les personnes qui ne connaissent pas forcément bien les lieux, mais qui ne sont pas trop stressés par rapport à la situation non plus.

Ainsi leur comportement est représenté par des déplacements moyennement rapide :

- $\frac{1}{3}$ des déplacements réalisés sont vers la porte de sortie, et $\frac{2}{3}$ des déplacements réalisés sont réalisés de manière aléatoire (car ils ne connaissent pas bien le bâtiment).

Lorsqu'une personne calme ne rencontre personne pendant un certain temps (assez long), elle est défini comme ayant assez bien reconnu les lieux et devient ainsi d'elle même une personne Super-Calme.



Les Super-Calmes

Les personnes Super-Calmes sont donc les personnes connaissant parfaitement le lieux dans lequel elles se trouvent. Elles ne sont pas stressées par la situation et elles

inspirent confiance aux personnes se trouvant dans leur zone d'influence. Contrairement aux Paniqués, les Supers-Calmes ne crient pas, leur zone d'influence est donc plus faible.

Afin de remplir ces critères les personnes Super-Calmes suivent ces comportements :

- Les Super-Calmes se déplacent toujours en direction la porte de sortie (ils connaissent le bâtiment et évacuent parfaitement).
- Lorsqu'une personne Paniqué entre dans le champs d'influence d'une personne Super-Calme, la personne Paniqué est apaisée par sa présence (elles inspirent confiance aux personnes aux alentours) et devient ainsi une personne Calme.



Les Sauvés

Les personnes sauvés sont toutes les personnes ayant réussi à sortir du bâtiment. Une fois sorti du bâtiment nous avons souhaité qu'elles s'éparpillent dans le jardin afin de laisser la place de sortir aux autres personnes encore dans le bâtiment. Le but principal de leur déplacement est donc de s'éloigner le plus possible du bâtiment représenté par les patchs Murs.

Les différents Patchs



Les patchs "Bâtiment"

Les patchs bâtiment sont tous ceux de couleur orange. Ils représentent le bâtiment que les personnes tentent d'évacuer dans le plus grand calme possible. Sur ce type de patch le comportement des personnes dépend de leur statut : Paniqué, Calme ou Super-Calme.



Les patchs "Jardin"

Les patchs jardin sont tous ceux de couleur verte. Ils représentent la zone à atteindre, l'extérieur du bâtiment. Sur ce type de patch ne se trouvent que des personnes sauvées. Une fois cette zone atteinte, plus moyen de faire demi-tour pour eux. Leur déplacement ne dépend plus de leur statut initial : ils sont tous sauvés et réagissent aux mêmes règles de déplacement dictés plus haut (voir Les Sauvés).

■ Les patches “Mur”

Les patch murs sont ceux de couleur noire. Ils représentent une zone infranchissable, que ce soit pour les personnes dans le bâtiment ou celles à l’extérieur. Lorsqu’une personne s’approche de ce type de patch (+/- 1 patch de distance), elle recule aussitôt pour s’en éloigner avant de reprendre son comportement classique.

■ Le patch “Porte”

Le patch porte est de couleur marron. Il s’agit de la clé de voûte de cette simulation. C’est en effet sur ce patch que certaines règles s’appliquent et permettent le passage ou non des personnes qui souhaite le franchir.

Le premier point notable est que lorsqu’une personne passe sur ce patch, et donc passe la porte qui la sépare du jardin, son déplacement suivant immédiat est d’avancer très rapidement pour désengorger le passage et laisser la place aux suivants. A la suite de quoi, la personne devient sauvée et suit les règles correspondantes à son statut.

Le second point est le principe d’acceptation du passage. On a vu qu’une personne ne pouvait passer la porte que sous certaines conditions. Voyons à présent ces conditions. Le principe est le suivant : on regarde les voisins directs du patch de la porte et on fait la moyenne des vitesses des personnes présentes. Si cette moyenne est sous le seuil fixé (dans notre cas 0.5, la vitesse d’une personne calme), alors tout le monde peut passer sans problème ou accros. En revanche, si cette moyenne dépasse la limite fixée le résultat est tout autre. Chaque personne a alors :

- $\frac{1}{5}$ chance de mourir étouffée dans la foule qui la compresse trop fort
- $\frac{1}{5}$ chance de passer la porte (jamais une foule ne restera totalement bloquée devant une porte ouverte)
- $\frac{3}{5}$ chance de rester bloqué devant la porte à cause des trop forts mouvements de foule

On peut noter que le calcul de moyenne fonctionne car même si elle inclut les patches voisins présents dans la zone extérieure du bâtiment, il n’y a personne dessus grâce au comportement de désengorgement de la porte qui pousse les personnes sauvées à très vite s’écarter de la porte une fois franchi (d’une distance de 2 patches en l’occurrence).

Les données modulables

Afin de comparer différentes situations avec ce modèle nous avons choisi de pouvoir moduler plusieurs données :

- Le nombre de personnes présente dans le bâtiment (*Number-people*)
- La proportion de chacune des populations présente initialement dans la salle (*P-%*, *N-%*, *C-%*)
- La vitesse à laquelle se déplacent les différentes populations (*P-speed*, *N-speed*, *C-speed*)
- Le nombre de tour nécessaire pour qu'une personne Calme devienne Super-Calme (*Time-transformation*)

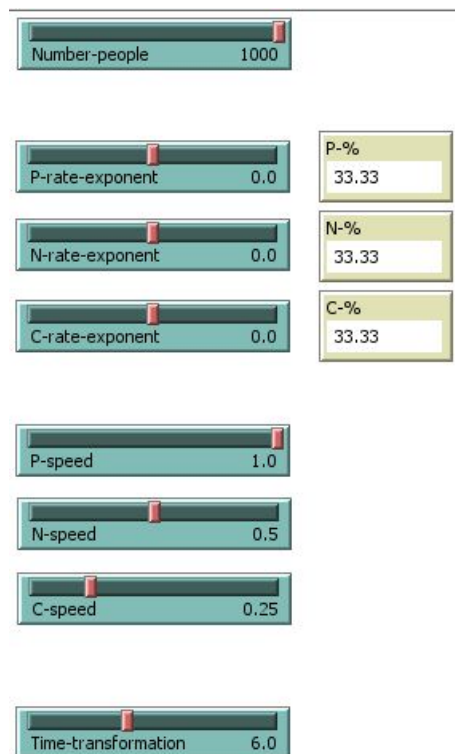


Figure 2 : Interface des données modifiables

Les données observables

Afin de pouvoir interpréter les résultats nous avons choisi d'afficher un certain nombre de données (temps réel ou données finales) :

- Un graphique est donc visible sur l'interface afin de suivre en temps réel la proportion et l'évolution de chaque population

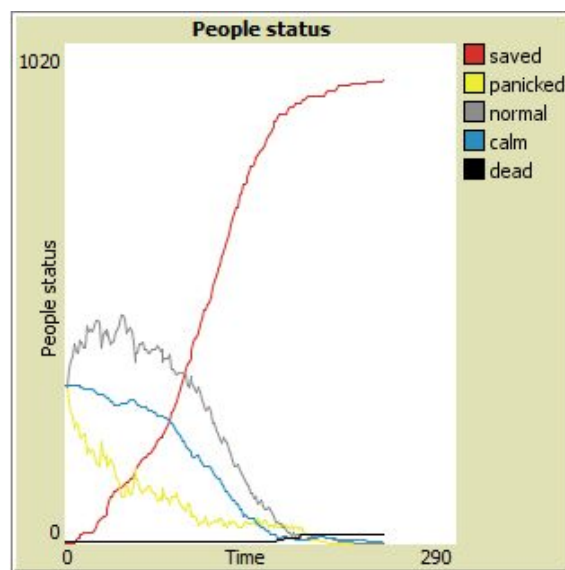


Figure 3 : Graphique de population dynamique

- A la fin de la modélisation nous affichons également dans un petit tableau le nombre de personne mortes pendant cette simulation, accompagné du pourcentage de personne survivante (ce qui équivaut à l'efficacité de l'évacuation), et le temps mis pour que tout le monde évacue le bâtiment (ou meurt).

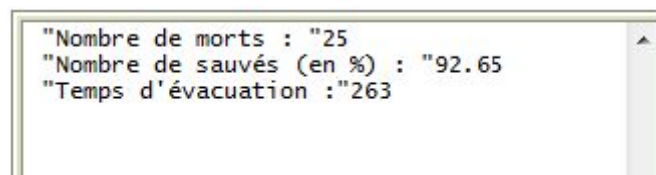


Figure 4 : Résultats de la simulation

Résultats

1ère Observation

Un des premiers résultats observables et flagrant dans cette simulation, est que peu importe la proportion de population que nous proposons au départ, le nombre de décès augmente seulement lorsque toutes les personnes Super-Calmes, ont réussi à sortir du bâtiment (hors personnes qui se calment naturellement avec le temps).

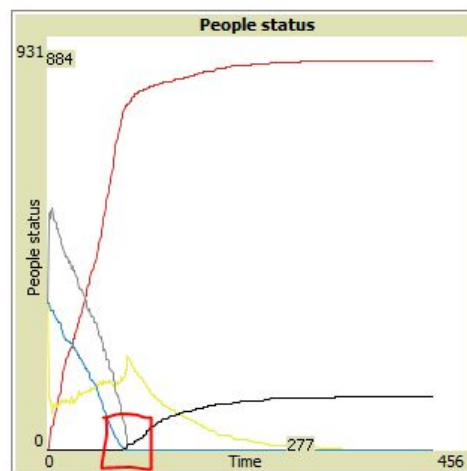


Figure 5 : Lien entre Personne Super-Calme et les décès

Cela peut s'expliquer grâce à notre fonction sur le patch porte qui définit le nombre de décès. En effet lorsque la vitesse moyenne autour de la porte dépasse la valeur de 0.5 (la vitesse des personnes calme), les personnes autour de la porte ont $\frac{1}{2}$ chance de décéder. Or avec les valeurs par défaut de vitesse, seul les personnes Super-Calme peuvent faire chuter la vitesse moyenne des personnes en dessous de 0.5 .

2ème Observation

Nous nous sommes par la suite demandé pour 500 personnes présentes dans la pièce, combien faudrait-il en proportion de personnes Super-Calme pour obtenir une efficacité de l'évacuation supérieur à 99% en moyenne.

Voici le résultat lorsque nous lançons la simulation avec une répartition égale pour chaque population :

```
"Nombre de morts : "28
"Nombre de sauvés (en %) : "94.4
"Temps d'évacuation"223
```

Figure 6 : Résultat d'une simulation avec 500 personnes à répartition égale

Comme les résultats dépendent aussi de la répartition de la population dans la bâtiment nous allons prendre une moyenne sur 10 simulation :
Résultat : **97.28%** d'efficacité.

Nous allons maintenant faire augmenter la proportion de personnes Super-Calmes jusqu'à obtenir une efficacité d'évacuation moyenne supérieure à 99%. On trouvera ainsi un nombre optimal de personne Super-Calme qu'il faudrait dans ce type d'événement.

Résultat : on obtient **99,24%** d'efficacité de moyenne pour 10 simulations effectuées avec environ 61.26% de personne Super-Calmes (19.37% de personnes Calmes et autant de Paniqués).

3eme Observation

Nous avons également souhaité observer si le nombre de décès était significativement différent lorsque l'on modifie la vitesse des 3 types de population et que nous les mettons égale (soit à 0.5 de vitesse chacune). Ainsi les personnes Super Calmes se déplaceront à la même vitesse que les personnes Paniquées par exemple.

Voici les résultats :

Pour rappel après 10 observations nous avons eu **97.28%** d'efficacité avec les valeurs par défaut.

Après 10 observations à 0.5 de vitesse pour chaque types de personnes : **99.6%**

On s'attendait évidemment à ce phénomène. Sans un léger défaut de modélisation, le résultat devrait même être de 100% (voir 5ème observation). En effet, le blocage devant la porte dépend de la vitesse moyenne des personnes qui s'en rapprochent. Hors la limite de la porte étant de 0.5 inclut (la vitesse de toutes les personnes dans ce test) elle n'est jamais bloquée dans cette situation et donc l'événement de mort ne peut jamais arriver.

4ème Observation

Par la suite nous avons voulu savoir si pour un pourcentage de population équivalent, et pour les valeurs de vitesse par défaut, le nombre de personne présente dans la salle influe sur le résultat. On peut ainsi essayer de faire la même simulation pour trois valeurs différentes : 100 personnes, 500 personnes puis 1000 personnes.

Résultat : **97.2%** pour l'évacuation de 100 personnes, **96.7%** pour l'évacuation de 500 personnes et **95,7%** pour l'évacuation de 1000 personnes.

Nous constatons donc que la population située dans la bâtiment n'a pas d'influence sur l'efficacité de l'évacuation. Cela peut s'expliquer par la fonction permettant de faire passer ou non les individus par la porte. En effet cette fonction utilise des probabilités indépendantes du nombre de personnes pour définir le décès ou non d'un individu (valeur arbitraire de $\frac{1}{2}$). Le nombre de décès n'est donc pas affecté par le nombre de personne dans le bâtiment.

5ème Observation

Nous devons tout de même constater une limite à notre simulation. En effet, lorsque nous lançons une simulation avec quasiment exclusivement que des personnes Super-Calmes, un ou deux morts sont constatés systématiquement (en fonction de la population de départ). Ce problème est un problème d'arrondi, puisque nous utilisons des pourcentages afin de répartir les populations. Nous pouvons par exemple constater que lorsque nous demandons 10 personnes Super-Calmes dans la salle seul 9 sont créés. La 10ème personne non créée est donc par défaut déjà décédée (car le nombre de mort se calcule par la différence entre le nombre de personne demandé pour la simulation avec le nombre de personnes toujours présentes dans la simulation). Il faudrait donc corriger cette erreur afin de pouvoir prédire le taux d'efficacité avec une meilleur précision.

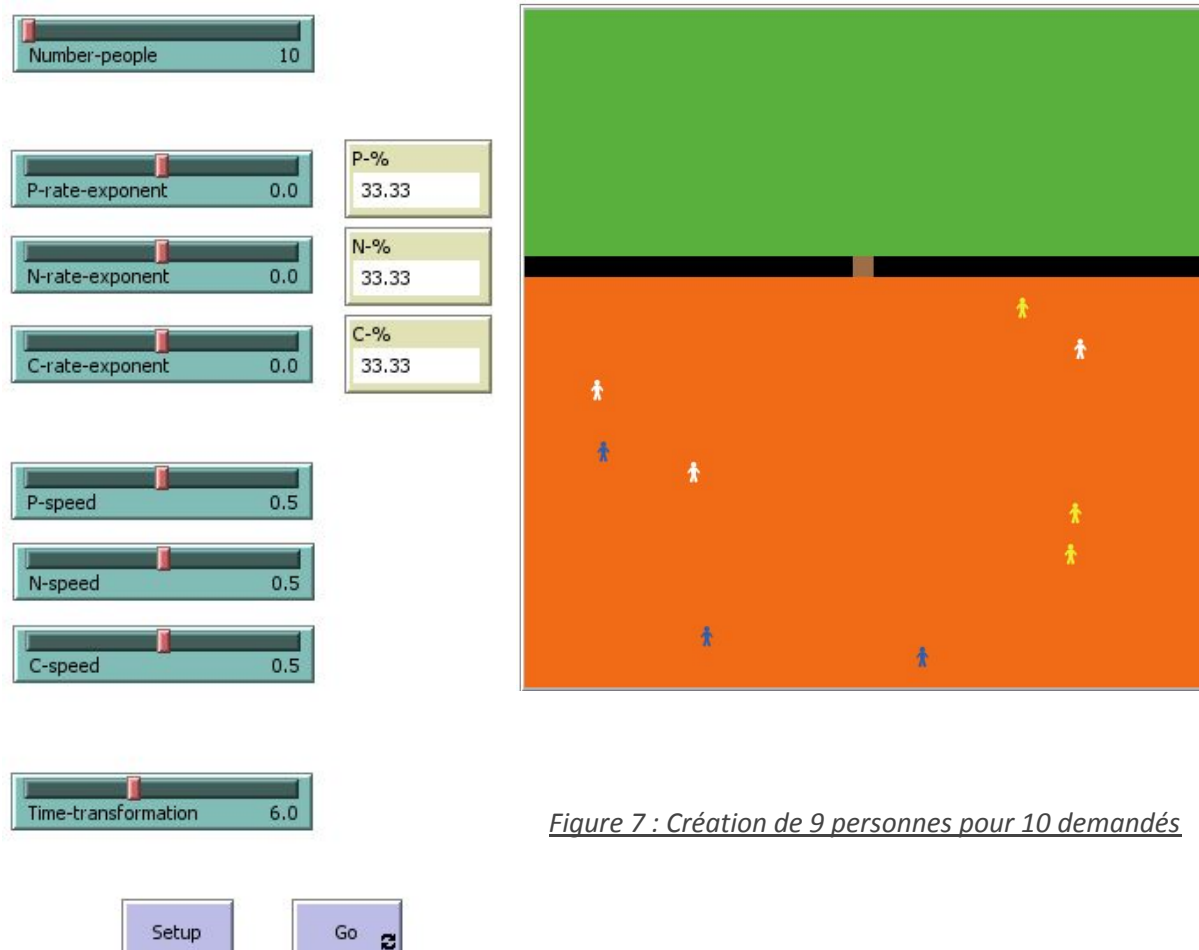


Figure 7 : Création de 9 personnes pour 10 demandés

Conclusion

En conclusion notre système d'évacuation d'urgence nous semble assez réaliste par rapport à la réalité. Le temps d'évacuation est court, le nombre de mort faible dans le cas d'une simulation d'évacuation classique où la plupart des gens arrivent à garder leur calme. En cas d'évacuation brutalement annoncée et de panique montante, le nombre de victimes augmente, ce qui n'a rien d'étonnant dans ce type de configuration où il n'y a qu'une porte pour tout le bâtiment.

On pourrait néanmoins perfectionner ce modèle en trouvant des valeurs plus réalistes. On pourrait ainsi par exemple modéliser de meilleurs déplacements et fixer des vitesses de déplacement plus juste. De plus des ajouts ou variantes pourraient être effectués : rajout de porte, taille de porte, limitation du nombre de personne sur un même patch, ...

Finalement, au-delà du simple intérêt pédagogique dans le cadre de ce projet, ce type de simulation pourrait très bien être utilisé dans la préparation de grandes réceptions afin de connaître par exemple le nombre de personne s'occupant de la sécurité (représentés alors par les personnes Super-Calme).