

V2.0.0 JUILLET 2022

---

## Documentation FARC

---



# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Utilisation de l'outil</b>	<b>2</b>
2.1	Utilisation du calculateur mono-événementiel . . . . .	2
2.2	Utilisation du calculateur multi-événementiel . . . . .	3
2.2.1	Paramètres généraux . . . . .	3
2.2.2	Pièces . . . . .	4
2.2.3	Personnes . . . . .	5
2.2.4	Emplois du temps . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Calculs</b>	<b>8</b>
3.1	Méthode de calcul du FARC Expert . . . . .	8
3.1.1	Méthode de calcul du FARC Expert . . . . .	8
3.1.2	Exemple d'application . . . . .	8
3.1.3	Remarque sur la somme de statistiques d'ordre . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Présentation des résultats</b>	<b>13</b>
4.1	Calculateur mono-événementiel FARC . . . . .	13
4.1.1	Résultats généraux . . . . .	13
4.1.2	Scénarios alternatifs . . . . .	13
4.1.3	Données d'entrée . . . . .	14
4.1.4	Recommandations, reproduction du résultat et impression du rapport . . . . .	15
4.2	Calculateur multi-événementiel FARC . . . . .	16
4.2.1	Résultats généraux . . . . .	16
4.2.2	Résultats détaillés . . . . .	16
4.2.3	Données d'entrée et scénarios alternatifs . . . . .	17
4.2.4	Reproduction du résultat et impression du rapport . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Code</b>	<b>19</b>
5.1	Diagramme de classes du FARC multi-événementiel . . . . .	19

# 1 Introduction

L'outil de simulation qui est présenté dans ces pages est un outil permettant à l'échelle d'un bâtiment et à partir de la liste des personnes, de leur emploi du temps et des pièces constituant l'environnement de simulation, d'évaluer le risque de transmission d'un virus (en l'occurrence le SARS-COV-2) par voie aérienne. Il permet, en supposant chaque personne contaminante tour à tour, d'efficacement cibler les parcours les plus à risque et les pièces dans lesquelles se déroule l'essentiel des contaminations et de comparer différentes stratégies de lutte contre la transmission du virus, notamment en utilisant des bio-ventilateurs FLOW-R. Cet outil, se basant sur un modèle théorique mis au point par le CERN dans l'article "Modelling airborne transmission of SARS-CoV-2 using CARA: risk assessment for enclosed spaces" se veut de l'étendre au calcul sur plusieurs événements distincts.

Cette documentation portera à la fois sur les modifications effectuées sur le modèle mono-événementiel CARA initial et sur l'outil complètement nouveau de diagnostic complexe FARC Expert.

Il faut cependant noter que les calculs effectués n'ont pas été validés par les autorités compétentes, le FARC ne peut être considéré comme un outil complètement efficace et fiable.

Le calculateur a été écrit en Python côté serveur en utilisant le framework Tornado, qui présente l'avantage de gérer les requêtes asynchrones, et utilise les langages classiques de la programmation web côté client : HTML, CSS, JavaScript associés au générateur de templates Jinja qui permet de générer des pages HTML à partir de Python.

Nous tenons à remercier les équipes du CERN pour leur excellent travail sur l'outil CARA sur lequel se base cet outil notamment Andre Henriques, Luis Aleixo, Marco Andreini, Gabriella Az-zopardi, James Devine, Philip Elson, Nicolas Mounet, Markus Kongstein Rognlien, Nicola Tarocco, ainsi que tous les autres contributeurs à travers le monde.

Cet outil a été développé au sein de Flow-R et Ingenica LLI, en collaboration avec IMT Atlantique par Olivier Perraud, Serge Lebrun, Vincent Kozlik, Dr. Valérie Héquet, Fatima Afilal, Simon Moro et Robin Armingaud.

## 2 Utilisation de l'outil

### 2.1 Utilisation du calculateur mono-événementiel

Calculateur FARC

Flow-R

Calculateur d'air sale

Nom de la simulation:

Ma simulation

Numéro du local:

Ma pièce

Données du virus:

Variant: SARS-CoV-2 (Variant Omicron)

Données du local:

☒ Volume du local:

100

☐ Surface au sol:

40

☐ Hauteur de plafond:

2,5

Chauffage/ Air conditionné en cours d'utilisation:

☐ Non ☒ Oui

Position géographique:

Nantes, Loire-Atlantique, Pay...

Humidité:

0,3

Température:

20

Données de ventilation:

Type de ventilation:

☐ Pas de ventilation ☒ Mécanique ☐ Naturelle

☒ Débit d'air neuf

100

☐ Changements d'air par heure

1.0

Bioventilation:

☒ Non ☐ Oui

1000

Masques faciaux:

Port du masque ?

☐ Oui ☒ Non

Type de masque (utilisé aussi pour les scénarios alternatifs)

☒ Chirurgie / type I

☐ FFP2 ou similaire

Données sur l'événement:

Nombre total d'occupants: 10

Nombre de personnes infectées: 1

Personnes exposées:

Type d'activité: Travailleur de bureau

Ratio de port du masque: 0,7

Type d'expiration:

Respirer : 8

Parler : 2

Crier : 0

Niveau d'activité: Assis

Présence:

Début: 08:30

Fin: 17:30

Personnes infectées:

Activité: Travailleur de bureau

Ratio de port du masque: 0,7

Type d'expiration:

Respirer : 8

Parler : 2

Crier : 0

Niveau d'activité: Assis

Présence:

Début: 08:30

Fin: 17:30

Mois de l'événement

Janvier

Pauses dans l'activité:

☐ Pauses séparées pour les personnes infectées et exposées

Heure du déjeuner: ☐ Non ☒ Oui

Début: 12:30

Fin: 13:30

Pauses café: ☒ Pas de pause ☐ 2 ☐ 4

Durée (minutes): 5

Les pauses café sont réparties uniformément tout au long de la journée.

Générer un rapport

L'interface du calculateur FARC mono-événementiel se présente sous la forme d'un formulaire. Les paramètres à renseigner concernent des paramètres généraux (localisation, période de l'année, présence de pauses...) la configuration de la pièce dans laquelle se déroule l'événement (ventilation, volume, température ...) et des informations sur les personnes (activité, nombre, port du masque...). Pour avoir plus de renseignements sur les paramètres à entrer, la section mode d'emploi du site du

FARC peut vous être utile.

Les modifications par rapport au calculateur de base CARA sont :

- Ajout de la possibilité de modifier la valeur de l'humidité. Cette valeur entre 0 et 1 correspond au taux d'humidité dans l'air. Elle joue notamment sur la durée de vie du virus.
- Ajout de la possibilité de modifier la valeur de la température intérieure. Cette valeur exprimée en degrés Celsius impacte notamment la durée de vie du virus et les échanges d'air avec l'extérieur quand les fenêtres sont ouvertes.
- Ajout d'un paramètre de Bio-Ventilation plus général remplaçant les filtres HEPA. Incrémentation de la valeur du débit d'air neuf par heure de  $100\text{ m}^3$
- Ajout de la possibilité de choisir le type de masque pour les scénarios alternatifs
- Distinction entre les personnes contaminées et les personnes saines
- Ajout d'une option "ratio de port du masque", taux entre 0 et 1 modifiant l'efficacité du masque
- Possibilité de personnaliser les activités des personnes en changeant les ratios de temps passé à respirer/parler/crier et en modifiant le niveau d'activité physique.
- Traduction automatique en fonction de la langue préférée du navigateur ou en fonction de la langue sélectionnée en haut de la page
- Système d'authentification en passant par le site Flow-R

## 2.2 Utilisation du calculateur multi-événementiel

Le calculateur multi-événementiel se base sur le modèle simple et demande donc en entrée les mêmes paramètres généraux (mois de l'année, situation géographique,...), une liste des pièces et une liste des personnes avec leur emploi du temps pour pouvoir scinder la journée en petits événements uniques. Il est possible de naviguer facilement entre les différents écrans grâce aux flèches sur les côtés ou la barre de progression en bas.

### 2.2.1 Paramètres généraux

#### Options générales

The screenshot shows a web form titled "Options générales". It contains the following sections and fields:

- Nom de la simulation:** A text input field with the placeholder "Ma simulation".
- Description de la simulation:** A large text area for a detailed description.
- Données du virus:** A section with a virus icon. It includes a "Variant:" label and a dropdown menu currently showing "SARS-CoV-2 (Variant Omicron)".
- Position :** A section with a "Position géographique:" label and a dropdown menu showing "Nantes, Loire-Atlantique, Pays de la Loire, FRA".
- Mois de l'événement** A dropdown menu currently showing "Janvier".

Figure 2.1: Options générales

La page des options générales demande donc de renseigner un nom pour la simulation, une description optionnelle, les données du virus, la position géographique de la simulation et le mois de l'année.

### 2.2.2 Pièces

Il est nécessaire d'entrer tout d'abord toutes les pièces qui font partie de la simulation. Si aucune personne ne fréquente une pièce dans le bâtiment il n'est pas obligatoire de la renseigner.

Les paramètres à rentrer pour chaque pièce sont similaires au calculateur mono-événementiel :

- Nom du local (n'impacte pas la simulation, peut comporter les lettres et des chiffres)
- Volume du local en  $m^3$ , valeur ne devant pas être inférieure à 0
- Présence de chauffage ou air conditionné : change la valeur par défaut de l'humidité
- Humidité, taux de 0 à 1 influençant le temps de demi-vie du virus dans l'air
- Température, en °C en influençant le temps de demi-vie du virus dans l'air et le flux d'air avec l'extérieur quand les fenêtres sont ouvertes
- Le type de ventilation, entre aucune ventilation, une ventilation mécanique ou une ventilation naturelle
- En cas de ventilation mécanique, le débit de ventilation, soit directement avec un débit d'air neuf en  $m^3$  positif, soit avec un nombre de changements d'air par heure en  $h^{-1}$ .
- En cas de ventilation naturelle, le type de fenêtre entre fenêtre battante ou fenêtre coulissante, le nombre de fenêtres, leurs dimensions en  $m$ , leur fréquence d'ouverture en  $min^{-1}$ , et leur durée d'ouverture en  $min$

Il est possible d'ajouter une pièce en cliquant sur le bouton "Ajouter une pièce" qui dupliquera le formulaire et augmentera automatiquement dans les paramètres l'identifiant unique permettant d'identifier chaque pièce dans le code. Il n'est pas possible de supprimer une pièce lorsqu'il y en a qu'une dans la simulation.

Même si ces paramètres sont amenés à changer au cours de la journée (la température quand on ouvre les fenêtres par exemple), on fait l'hypothèse que les paramètres restent inchangés, il faut donc indiquer une valeur moyenne.

**Pièces**

**Pièce 0**

Nom du local:

Volume du local:

Chauffage/ Air conditionné en cours d'utilisation. ☐ Non ☒ Oui

Humidité:

Température:

Type de ventilation: ☐ Pas de ventilation ☒ Mécanique ☐ Naturelle

☒ Débit d'air neuf

☐ Changements d'air par heure

Bioventilation: ☒ Non ☐ Oui

Figure 2.2: Formulaire pour les pièces

### 2.2.3 Personnes

Le formulaire pour entrer les données sur les personnes fonctionne de la même manière que le formulaire pour les pièces de la simulation : les paramètres à entrer sont le nom de la personne/du groupe de personnes, et le nombre de personnes dans le groupe, un entier supérieur ou égal à 1. Augmenter le paramètre "Nombre" permet de simuler un groupe de personnes partageant exactement le même emploi du temps. Cela permet de réduire le temps de calcul et de faciliter l'entrée des données.

Pour entrer une nouvelle personne, il faut cliquer sur le bouton "Ajouter une personne". Comme pour les pièces, il n'est pas possible de supprimer une personne (ou un groupe de personnes) lorsqu'elle est seule dans la simulation.

Pour ajouter un événement à l'emploi du temps d'une personne il suffit de cliquer sur le bouton "Ajouter un événement" pour afficher une fenêtre comportant le formulaire correspondant.

**FARC Expert Flow-R**

## Personnes

Personne 0

Nom :  Nombre:

Emploi du temps:

6am	
6:30am	
7am	
7:30am	
8am	
8:30am	
9am	
9:30am	
10am	
10:30am	
11am	
11:30am	
12pm	
12:30pm	
1pm	

Figure 2.3: Formulaire pour les personnes

### 2.2.4 Emplois du temps

Un emploi du temps est composé d'une série d'événements qui ne peuvent pas être simultanés. Les paramètres à entrer sont :

- Une description optionnelle
  - La situation de l'évènement : un choix dans une liste défilante comportant la liste des pièces entrées précédemment. Même si il est possible de revenir en arrière pour modifier la liste des pièces, cela pourrait provoquer des bugs, il est donc recommandé de compléter le formulaire de la liste des pièces avant.
  - Le type d'activité : un choix dans une liste déroulante d'activités par défaut qui change automatiquement le type d'expiration et le niveau d'activité.
  - Le type d'expiration : il s'agit de la répartition du temps passé à respirer, parler ou crier. Par exemple avec *Respirer* = 2, *Parler* = 1 et *Crier* = 0, la personne passe 1/3 du temps à parler et 2/3 du temps à respirer. A noter qu'il est nécessaire d'avoir au moins une de ces valeurs supérieure à 0 pour pouvoir calculer une proportion. Ce paramètre joue seulement quand la personne sera supposée contaminante dans la simulation.
  - Le niveau d'activité : un choix dans une liste défilante allant de "Assis" à "Exercice soutenu". Ce paramètre est important pour les personnes infectées et les personnes saines puisqu'il modifie le débit respiratoire.
  - L'heure de début et l'heure de fin de l'évènement. Il n'est pas recommandé de descendre sous 15 min de durée car cela risque de créer des erreurs de calcul comme les valeurs seraient très faibles, d'augmenter le temps de génération des résultats et cela n'aurait pas beaucoup d'intérêt comme le montre cette étude.
  - Le port du masque
  - Le ratio de port du masque, un taux entre 0 et 1 modifiant l'efficacité des masques
  - Le type de masque, un choix entre les masques chirurgicaux et les masques FFP2
- Il est possible de supprimer un évènement. Il n'est pas possible de le modifier ou de consulter ses paramètres.



Nouvel évènement

Description de l'évènement (optionel)

Localisation de l'évènement :

0-Pièce

Type d'activité:

Travailleur de bureau

Type d'expiration: ?

Respirer :

8

Parler :

2

Crier :

0

Niveau d'activité:

Assis

Début: 08:30

Fin: 17:30

Masques faciaux: ?

Port du masque ?

☐ Oui
☒ Non

Ratio de port du masque:

0,7

Type de masque (utilisé aussi pour les scénarios alternatifs)

☒ Chirurgie / type I
☐ FFP2 ou similaire

Fermer

Sauvegarder

Figure 2.4: Formulaire pour les évènements

# 3 Calculs

## 3.1 Méthode de calcul du FARC Expert

### 3.1.1 Méthode de calcul du FARC Expert

Le modèle du FARC Expert se base sur le modèle mono-événementiel et va scinder la journée en petits événements pour ensuite calculer des résultats globaux. Les personnes sont supposées contaminante tour à tour. Voici les étapes suivies :

- Une personne est considérée contaminante.
- La journée est découpée en petits événements : à chaque fois qu'une personne change d'activité dans son emploi du temps, on regarde la potentielle nouvelle répartition des personnes dans le bâtiment et on commence un nouvel événement.
- Pour chaque pièce, on regarde si la personne infectée est déjà passée dans cette pièce (et par conséquent a laissé des gouttelettes en suspension) ou est actuellement dans cette pièce.
- Si des personnes saines sont aussi présentes, on mémorise la quantité de virus absorbée. On ajoute cette même quantité au compteur de la pièce pour la retenir comme lieu de contamination.
- On continue ainsi pour chaque petit événement jusqu'à la fin de la journée.
- On détermine pour chaque personne une probabilité d'être infectée et on en déduit le nombre de nouveaux cas attendus.
- On itère le même processus pour chaque personne.
- On en déduit pour chaque pièce une quantité moyenne et maximale de virus qui y a été absorbée et un nombre moyen et maximal de nouveaux cas attendus.
- On propose dans les pièces où la quantité maximale ou moyenne de virus est absorbée est la plus élevée de placer des bioventilateurs (d'un débit de la valeur maximale entre  $500\text{ m}^3$  à  $5 * Volume$ ) et on effectue de nouvelles simulations.

### 3.1.2 Exemple d'application

Prenons un cas d'application avec un bâtiment comportant 3 pièces : un open-space, une salle de réunion et une salle de pause, occupées par 6 personnes.

Emploi du temps de la personne n°1 :

Pièce	Début	Fin
Open space	8h	11h
Salle de réunion	11h	12h30
Open space	12h30	17h

Emploi du temps de la personne n°2 :

Pièce	Début	Fin
Open space	8h	12h
Salle de pause	12h	14h
Open space	14h	17h

On considère pour simplifier les personnes 3 et 4 de 8h à 17h dans l'open space, la personne 5 de 8h à 17h dans la salle de pause et la personne 6 de 8h à 17h dans la salle de réunion.

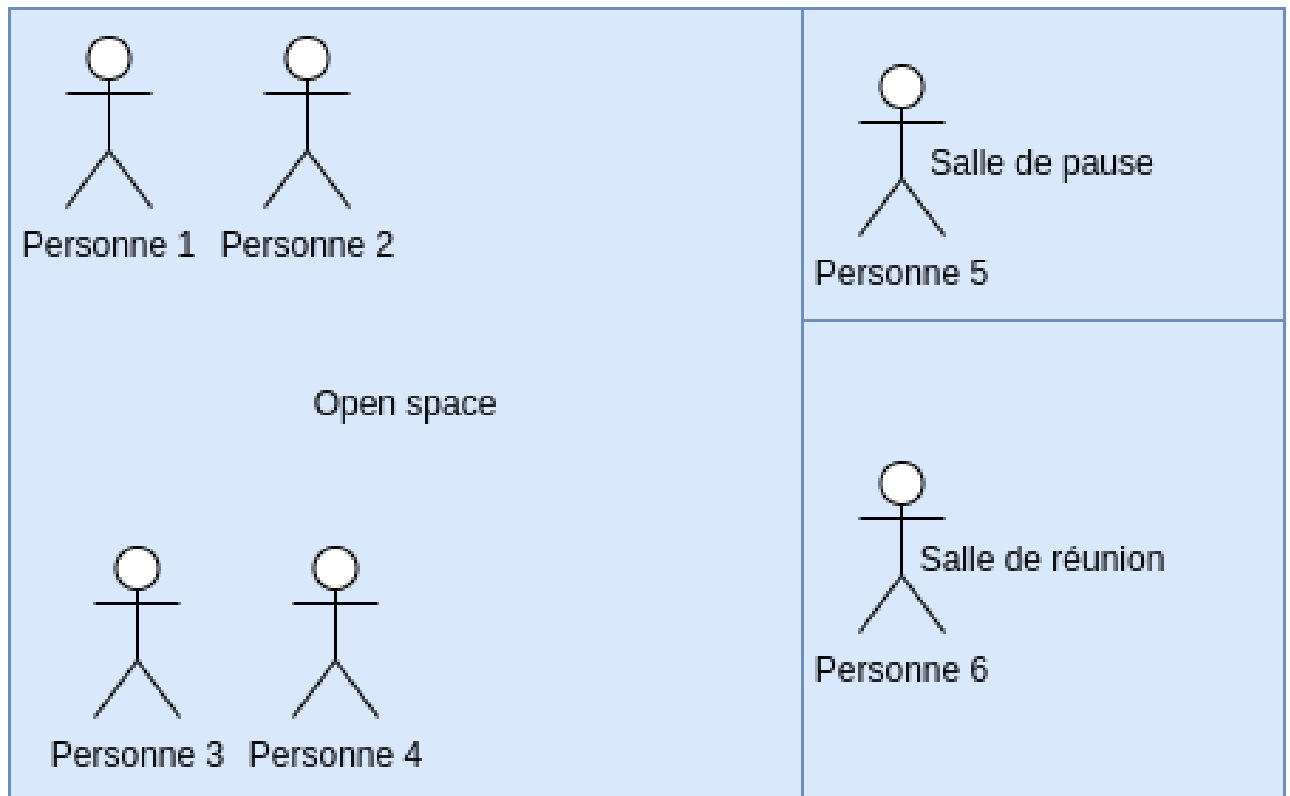


Figure 3.1: Situation initiale

Les moments où une personne change d'activité sont : 8h, 11h, 12h, 12h30, 14h et 17h. On découpe donc la journée en 5 événements.

- On suppose la personne 1 infectée.
- De 8h à 11h, les personnes 2, 3 et 4 sont en présence de la personne infectée dans l'open space et leur dose de virus absorbé augmente ainsi que la dose de virus transmise dans l'open space.
- De 11h à 12h, la personne n°1 va en salle de réunion et c'est au tour de la personne n°6 et de la salle de réunion de voir leur "compteur" augmenter. Cependant, comme la personne n°1 a laissé des gouttelettes en respirant en suspension dans l'open space, les personnes 2, 3, 4 continuent d'être exposées.
- De 12h à 12h30, la personne 2 va en salle de pause et n'est plus exposée. Les personnes 3, 4 et 6 sont toujours dans des pièces où des gouttelettes sont en suspension.

- De 12h30 à 14h, la personne 1 est retournée dans l'open space et la concentration de virus dans l'air augmente à nouveau. La concentration dans la salle de réunion se met à baisser mais la personne 6 est toujours exposée.
- De 14h à 17h, la personne 2 retourne dans l'open space et est à nouveau exposée au virus. Les personnes 3,4 et 6 continuent d'augmenter leur dose de virus absorbé, l'open space et la salle de réunion continuent de voir leur indicateur de quantité de virus transmis augmenter.
- A l'issue de la journée, seule la personne 5 qui est restée dans une pièce où la personne infectée n'est pas passée n'a jamais été exposée.
- On obtient à la fin de la journée pour chaque personne une dose de virus absorbée qui permet d'en déduire une probabilité d'être contaminé à son tour.
- On continue en supposant la personne 2 infectée puis la personne 3 etc.

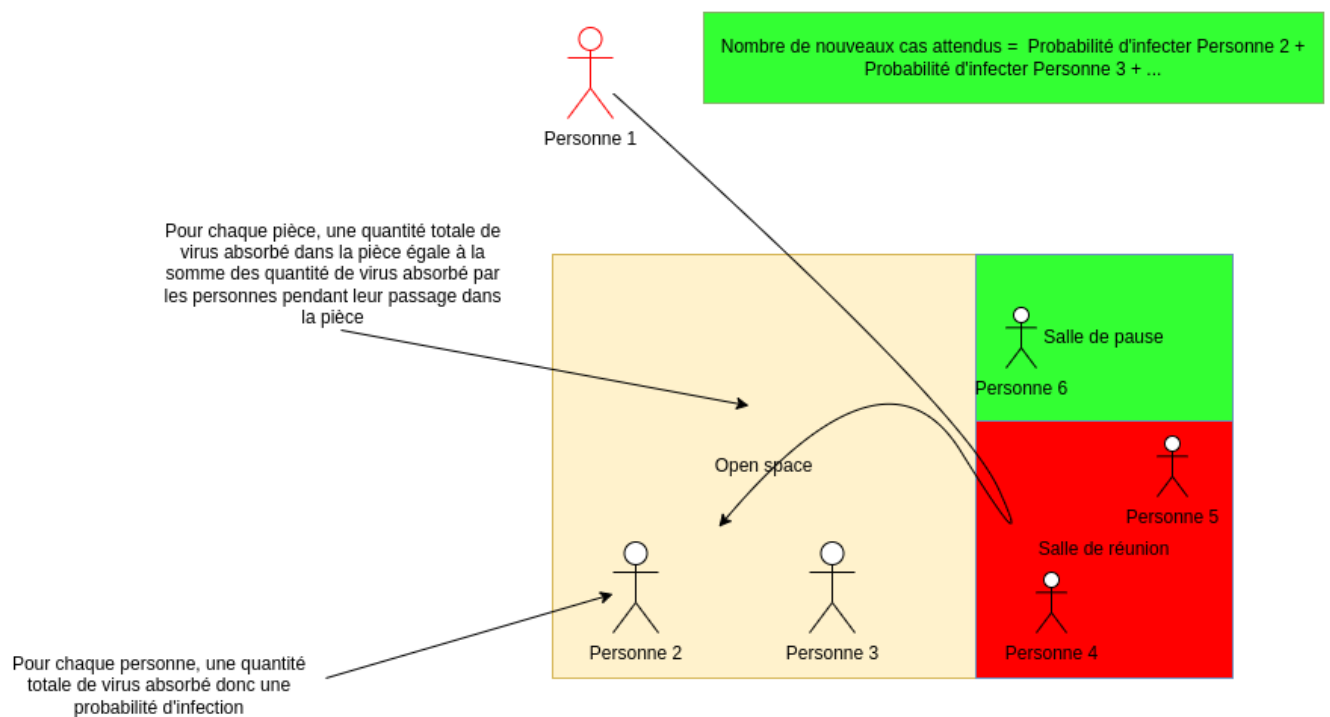


Figure 3.2: Résultats

### 3.1.3 Remarque sur la somme de statistiques d'ordre

Le modèle développé par le CERN utilise la méthode de Monte-Carlo pour effectuer ses calculs. De nombreux paramètres comme le diamètre des particules, les taux d'expiration, l'efficacité des masques suivent des distributions aléatoires dont les paramètres dépendent des données d'entrée. Ces grandeurs sont donc tirés un grand nombre de fois (60 000 fois pour la v2.0) et conservés sous la forme de tableaux de valeurs. Toutes les grandeurs calculées à partir de ces valeurs comme la concentration de virus dans l'air ou la quantité de virus absorbée par une personne, sont donc ensuite également conservées sous forme de tableaux de valeurs. La valeur finale de concentration par exemple affichée est une moyenne effectuée sur le tableau de valeurs correspondant.

Il est tentant dans un soucis de gain de complexité spatiale et temporelle de ne pas utiliser des tableaux de valeurs dans nos calculs et de directement moyenner chaque paramètre pour ne pas à avoir à effectuer

des opérations sur 60 000 valeurs. Cependant, cela equivaut à affirmer que  $E(g(X)) = g(E(X))$ , avec  $g$  une fonction de la variable aléatoire  $X$ , ce qui est faux quand la fonction  $g$  n'est pas linéaire.

La quantité de virus absorbée est ensuite sommée d'un évènement à l'autre dans le modèle multi-évènementiel. On rencontre alors un problème : la somme des tableaux de valeurs converge vers une loi normale d'après le théorème central-limite et ne suit plus la loi de probabilité que devrait suivre la quantité de virus si on n'avait pas effectué de somme. La solution proposée est alors de trier par ordre croissant les différents tableaux de valeurs et de rentrer dans le domaine des statistiques d'ordre.

Prenons pour exemple une loi uniforme entre 0 et 1. On a donc autant de chance de tirer n'importe quel réel entre 0 et 1. On tire 100 réels de cette distribution et on conserve ces valeurs dans un tableau de taille 100, par exemple :

[0.5342, 0.8763, 0.1232, 0.05602, ...]

On recommence cette opération 100 fois et on conserve donc 100 tableaux. On effectue enfin la somme de ces 100 tableaux et on obtient un tableau somme de taille 100, par exemple :

[76.87909, 3.8664, 65.762, 55.0012, ...]

D'après le théorème central-limite, la loi suivie par la somme des 100 variables aléatoires suivant une loi uniforme tend vers la loi normale. Effectivement, en traçant l'histogramme :

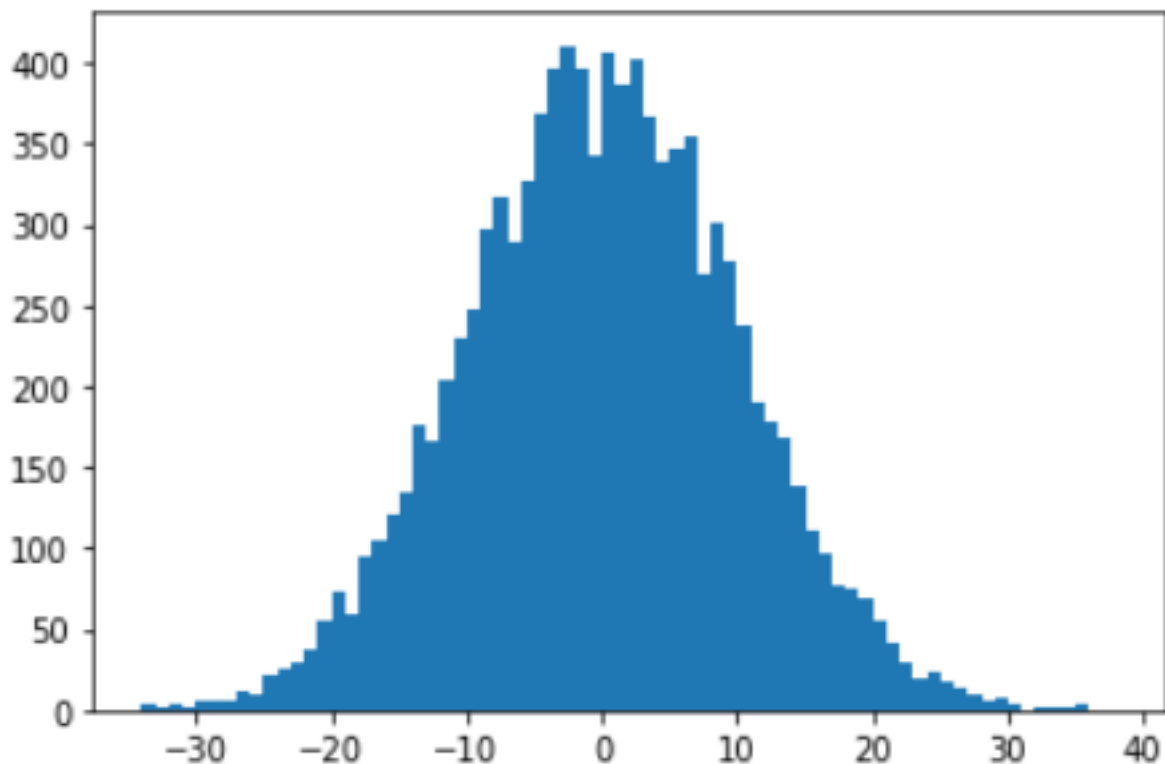


Figure 3.3: Histogramme d'un tirage de taille 100 d'une somme de variables aléatoires suivant toutes une loi uniforme entre 0 et 1

Maintenant, si au lieu de simplement tirer des valeurs entre 0 et 1, on les trie par ordre croissant, par exemple :

[0.05602, 0.1232, 0.5342, 0.8763, ...]

Alors, intuitivement, la  $i^{eme}$  valeur sera autour de  $\frac{i}{100}$  (comme on a autant de chance de tirer n'importe quelle valeur entre 0 et 1, les valeurs triées vont tendre à être uniformément réparties entre 0 et 1).

Donc pour la somme de 100 tableaux, la  $i^{eme}$  valeur sera autour de  $100 * \frac{i}{100}$ . On retrouve une loi uniforme entre 0 et 100.

Plus le nombre de tableaux et la taille des tableaux seront grands et plus on tendra donc vers le comportement d'une loi uniforme.

Si on trace l'histogramme :

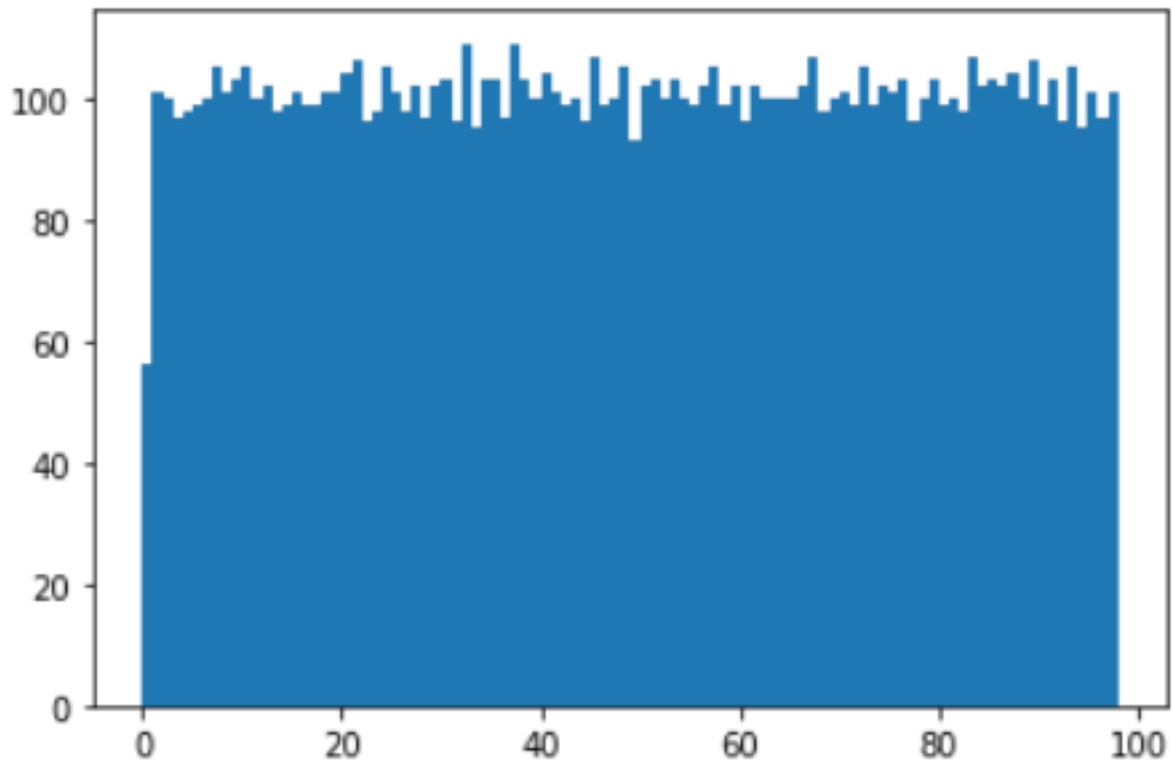


Figure 3.4: Histogramme d'un tirage de taille 100 d'une somme de variables aléatoires ordonnées suivant toutes une loi uniforme entre 0 et 1

C'est ce principe qui est ensuite appliqué à la somme des quantités de virus absorbées.

# 4 Présentation des résultats

## 4.1 Calculateur mono-événementiel FARC

### 4.1.1 Résultats généraux

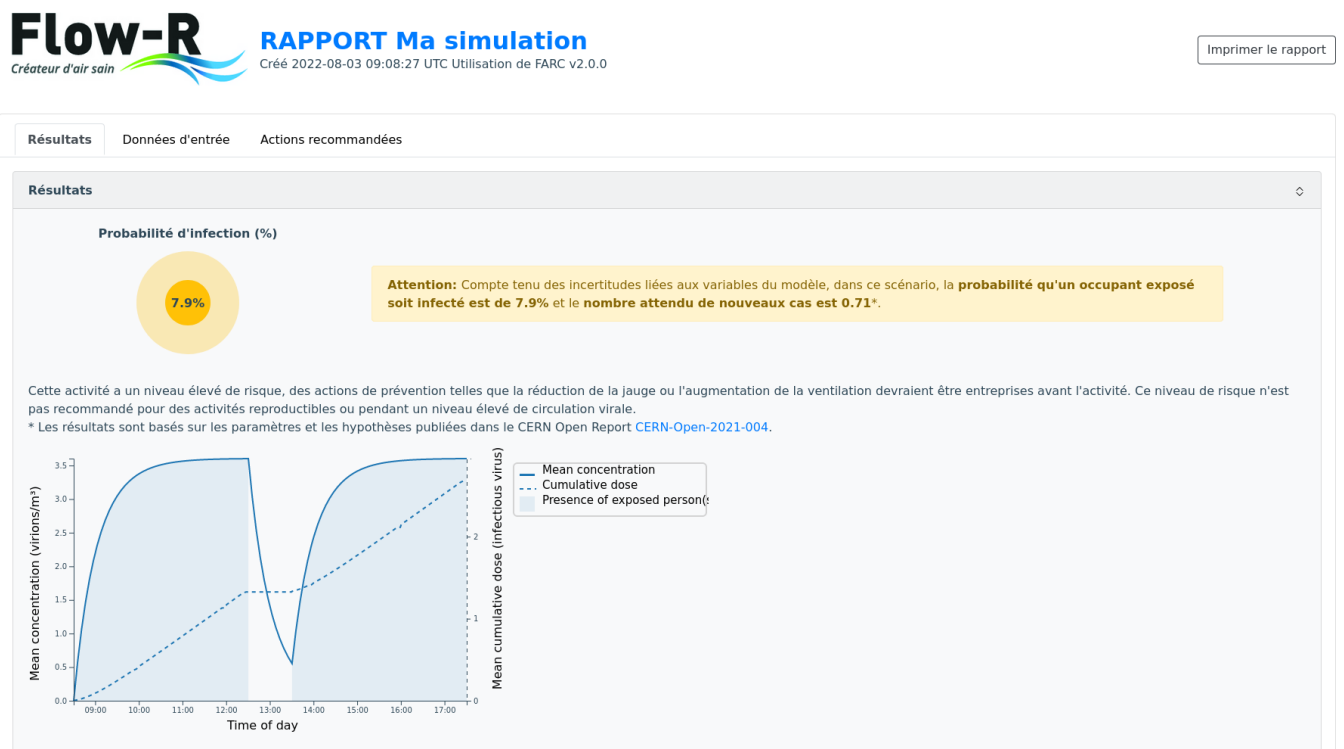


Figure 4.1: Page principale du rapport

Le rapport du calculateur mono-événementiel FARC comprend une probabilité d'infection par personne et un nombre attendu de nouveaux cas pour l'évènement. Le barème couleur est :

- Vert : probabilité d'infection inférieure à 2%
- Jaune : probabilité d'infection inférieure à 10% et supérieure à 2%
- Rouge : probabilité d'infection supérieure à 10% ou nombre de nouveaux cas attendus supérieur à 1

### 4.1.2 Scénarios alternatifs

Le calculateur calcule toujours 4 scénarios alternatifs :

- Sans masque ni bio-ventilation
- Avec masque mais sans bio-ventilation

- Avec bio-ventilation mais sans masque
- Avec bio-ventilation et avec masque



Figure 4.2: Scenarios alternatifs

Pour chaque scénario, les évolutions de la concentration de virus dans l'air, de la quantité cumulée de virus absorbée par les personnes saines et de la probabilité d'infection sont présentées dans des graphiques interactifs. Ces graphiques ne sont pas traduits car ils sont générés dans le code JavaScript.

### 4.1.3 Données d'entrée

Les données entrées sont résumées dans l'onglet correspondant



<b>Simulation:</b>
Nom de la simulation: Ma simulation Numéro de chambre: Ma pièce
<b>Données d'entrée:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Variant du virus: SARS-CoV-2 (Variant Omicron)</li> <li>Volume du local: 100.0 m<sup>3</sup></li> <li>Local chauffé ou climatisé: Oui</li> <li>Position géographique: Nantes, Loire-Atlantique, Pays de la Loire, FRA</li> </ul>
<b>Données de ventilation:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilation mécanique: Oui <ul style="list-style-type: none"> <li>Débit d'air neuf: 100.0 m<sup>3</sup> / heure</li> </ul> </li> <li>Ventilation naturelle: Non</li> <li>Bioventilation: Non</li> </ul>
<b>Données sur l'événement:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de participants et de personnes infectées: 10 présent, dont 1 est infecté.</li> <li>Occupant exposés: <ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'activité: Travailleur de bureau</li> <li>Type d'expiration: respirant: 8.0, parlant: 2.0, criant: 0.0</li> <li>Niveau d'activité: Assis</li> <li>Proportion de port (lorsque les masques sont portés): 70.0%</li> <li>Temps d'activité: <ul style="list-style-type: none"> <li>Heure de début: 08:30</li> <li>Heure de fin: 17:30</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Occupants infectés: <ul style="list-style-type: none"> <li>Type d'activité: Travailleur de bureau</li> <li>Type d'expiration: respirant: 8.0, parlant: 2.0, criant: 0.0</li> <li>Niveau d'activité: Assis</li> <li>Proportion de port (lorsque les masques sont portés): 70.0%</li> <li>Temps d'activité des occupants infectés: <ul style="list-style-type: none"> <li>Heure de début: 08:30</li> <li>Heure de fin: 17:30</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Événement pour le mois de Janvier</li> </ul>
<b>Données de pauses:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Heure du déjeuner: Oui <ul style="list-style-type: none"> <li>Heure de début: 12:30</li> <li>Heure de fin: 13:30</li> </ul> </li> <li>Pauses café: 0</li> </ul> <p><i>Les pauses prises par les personnes exposées et infectées sont les mêmes.</i></p>
<b>Port du masque:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Masques portés ? Non</li> </ul>

Figure 4.3: Données d'entrée

#### 4.1.4 Recommandations, reproduction du résultat et impression du rapport

L'onglet actions recommandées permet de retrouver le barème appliqué. Une estimation donnée par le FARC ne pourra jamais remplacer l'appréciation d'un expert. L'outil FARC est surtout utile pour comparer l'efficacité de différents moyens de prévention.

<b>Actions recommandées</b>
<p>Veillez vous assurer que ce scénario est conforme aux réglementations nationales/locales actuelles liées au Covid et aux règles internes de votre organisation.</p> <div> <div>Les événements avec une <b>P(I) inférieure à 2%</b> peuvent se dérouler sans d'autres mesures de prévention.</div> <div>Les événements avec une <b>P(I) entre 2% et 10%</b> ne doivent pas être effectué régulièrement ou pendant un niveau élevé de circulation virale. Des mesures de prévention pour minimiser le risque avant l'évènement sont recommandées.</div> <div>Les événements avec une <b>P (I) dépassant 10% ou un nombre de nouveaux cas attendus qui dépasse 1</b> ne devraient pas avoir lieu tant que des mesures supplémentaires n'ont pas été mises en place et qu'une réduction des risques ait été effectuée.</div> </div>

Figure 4.4: Actions recommandées

Il est possible de reproduire un résultat via l'URL du titre du rapport ou le QR code en bas de page des résultats. Celui-ci redirige vers un formulaire pré-rempli. Il est également possible d'imprimer un rapport pour le diffuser via le bouton en haut à droite ou via le raccourci CTRL+P.

## 4.2 Calculateur multi-événementiel FARC

### 4.2.1 Résultats généraux

Les résultats généraux affichent à gauche des statistiques concernant le risque moyen et à droite des statistiques concernant le risque maximal. On a supposé dans le calcul chaque personne contaminante tour à tour et on affiche ici le nombre moyen de nouveaux cas engendrés par une contamination ainsi que le nombre maximal de nouveaux cas attendus qui correspond donc à la personne qui a le plus contaminé d'autres personnes lorsqu'on l'a supposée contaminante. Associé à ça, on affiche les pièces où la quantité moyenne de virus transmise a été la plus élevée sur tous les cas de figure de personne contaminante et, à droite, les pièces où la quantité maximale de virus transmise a été la plus élevée. On affiche ensuite les mêmes résultats calculés dans des scénarios alternatifs où on a placé des bioventilateurs dans les pièces à risque pour comparer avec le scénario de base. Le barème de couleurs pour les nouveaux cas attendus est le suivant :

- Vert : Nombre de nouveaux cas attendus inférieur à 0,5
- Jaune : Nombre de nouveaux cas attendus inférieur à 1 et supérieur à 0,5
- Rouge : Nombre de nouveaux cas attendus supérieur à 1

Le barème de couleurs pour les pièces est le suivant :

- Vert : Nombre de virus infectieux transmis dans la pièce inférieur à 10
- Jaune : Nombre de virus infectieux transmis dans la pièce inférieur à 25 et supérieur à 10
- Rouge : Nombre de virus infectieux transmis dans la pièce supérieur à 25 (une personne absorbant 25 virus infectieux a une probabilité d'être contaminée d'environ 10%)



Figure 4.5: Résultats généraux du FARC multi-événementiel

### 4.2.2 Résultats détaillés

Il est possible de déployer les cellules sous les résultats généraux pour obtenir les résultats détaillés pour chaque scénario. On obtient pour chaque personne la quantité de nouveaux cas que l'on peut

attendre si celle-ci est contaminante, ainsi que pour chaque pièce la quantité moyenne et maximale de virus qui y sont transmises

Résultats détaillés - Scénario de base			
Résultats par pièce			CSV
Pièce	Quantité moyenne de virus transmise	Quantité maximale de virus transmise	
6-Salle de réunion	11.9	12.2	
5-Local social	4.8	9.8	
4-Open space	0.9	3.2	
0-Bureau DME	0.3	1.1	
1-Bureau VKO	0.0	0.0	
2-Bureau GDU	0.0	0.0	
3-Bureau ATU	0.0	0.0	
7-Bureau SLE	0.0	0.0	
Résultats par personne			CSV
Personnes infectées		Nouveaux cas attendus	
VKO 0		0.8	
DME 1		0.6	
Dessinateur, CA ou process sur projet avec réunion 2		0.7	
Dessinateur, CA ou process sans réunion projet 3		0.8	
ATU 4		0.5	
SLE 5		0.6	

Figure 4.6: Résultats détaillés du scénario de base

### 4.2.3 Données d'entrée et scénarios alternatifs

Comme pour le calculateur mono-événementiel, il est possible de retrouver dans l'onglet correspondant les données d'entrée.

On peut également retrouver la proposition alternative de bioventilation qui correspond à placer dans les pièces les plus à risque un appareil Flow-R avec un débit égal à la valeur maximale entre 5 fois le volume de la pièce par heure et  $500 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Options générales :

- Nom de la simulation : Ma simulation
- Variant du virus : SARS-CoV-2 (Variant Omicron)
- Situation géographique : Nantes, Loire-Atlantique, Pays de la Loire, FRA
- Mois de l'année : Janvier
- Description :

Données d'entrée pour le scénario de base

0-Pièce

Id	0
Nom	Pièce
Volume du local	100.0
Température	20.0
Chauffage central ou climatisation	1
Humidité	0.3
Type de ventilation	Ventilation mécanique
Débit d'air neuf	100.0
Bioventilation	0

Données d'entrée sur les personnes du scénario de base

0-Personne (Nombre : 1)

Emploi du temps :

Début	Fin	Situation	Type de masque	Ratio du masque	Activité	Niveau d'activité	Respirer	Parler	Crier
08:30	17:30	0-Pièce	Pas de masque	Ø	Travailleur de bureau	Assis	8.0	2.0	0.0

Proposition de ventilation alternative 1 - Risque moyen :

Identifiant de la pièce	Nom du local	Débit de bioventilation précédent	Nouveau débit de bioventilation
0	Pièce	0	500

Proposition de ventilation alternative 2 - Risque maximal :

Identifiant de la pièce	Nom du local	Débit de bioventilation précédent	Nouveau débit de bioventilation
0	Pièce	0	500

Figure 4.7: Données d'entrée

#### 4.2.4 Reproduction du résultat et impression du rapport

A l'image du calculateur mono-événementiel, il est possible de retrouver un lien dans le titre du rapport ou dans le QR code en bas de la page des résultats menant à un formulaire pré-rempli correspondant à la simulation. A noter que la génération d'URL est différente que celle du calculateur-mono-événementiel : afin de ne pas générer une URL trop longue, les informations sur la simulation sont stockées dans une base de données et un hash unique leur est attribué. Le rapport est imprimable via le bouton en haut à gauche de la page ou via le raccourci CTRL+P.

# 5 Code

## 5.1 Diagramme de classes du FARC multi-évènementiel

De nombreuses classes issu du modèle développé par le CERN sont réutilisées. Nous spécifierons uniquement les classes exclusives au FARC multi-évènementiel dans la page suivante.

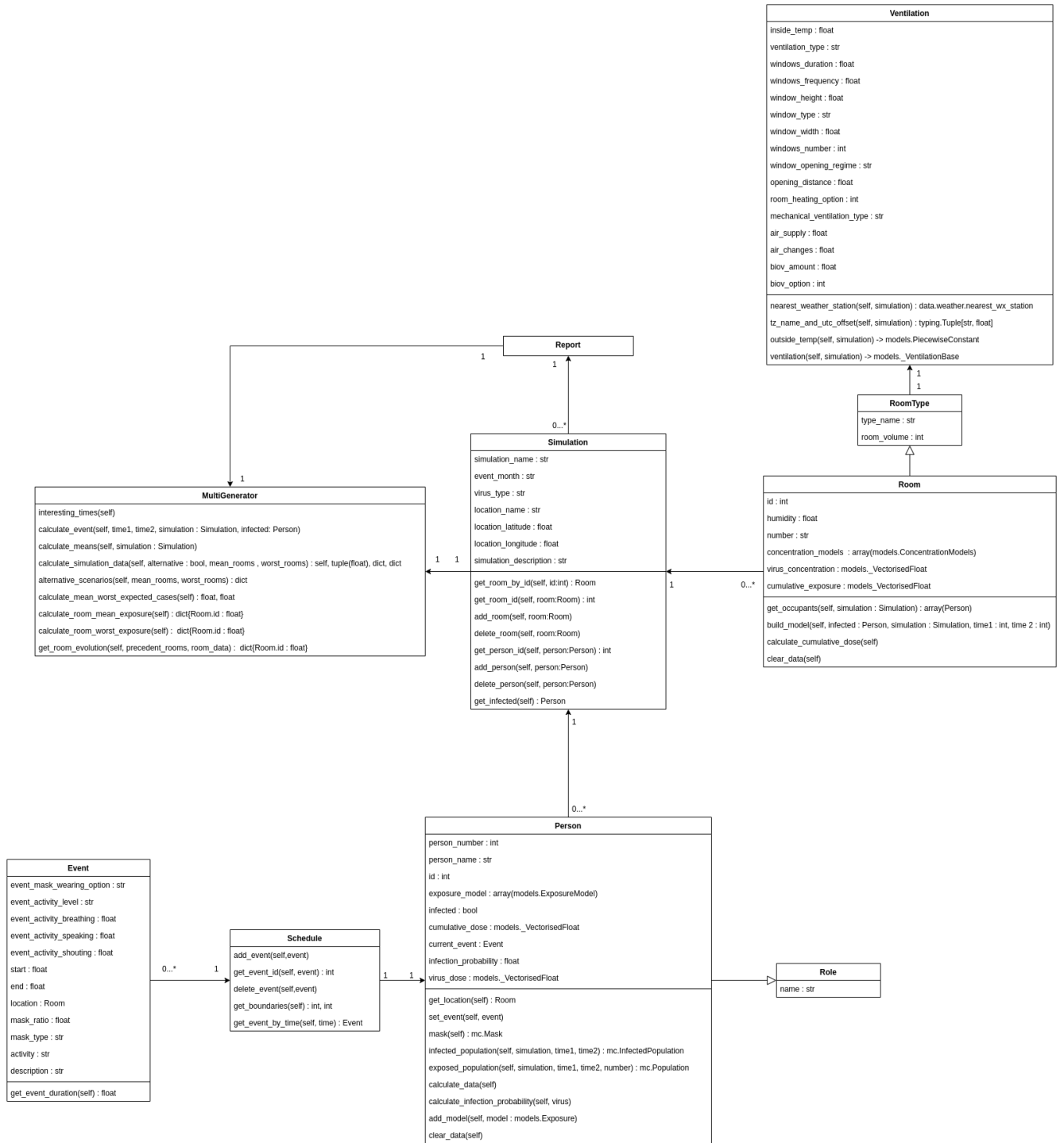


Figure 5.1: Diagramme de classe