



SAPEURS-POMPIERS DE LOIRE-ATLANTIQUE



RETEX N°2021-02
Feu à la cité radieuse de Rezé

RETOUR D'EXPÉRIENCE

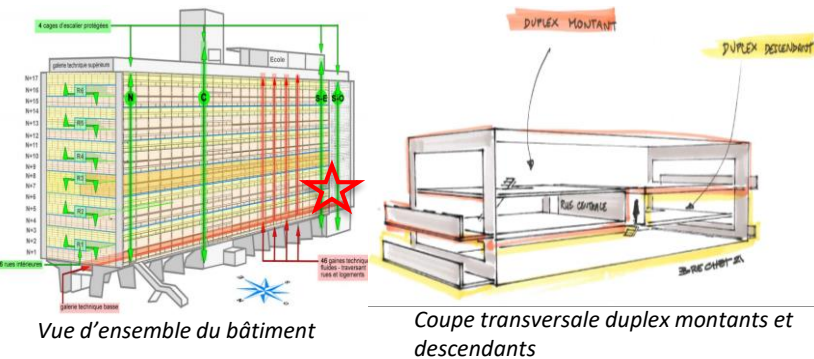
CONTEXTE DE L'INTERVENTION

► **Nature de l'intervention** : Incendie ERP avec locaux à sommeil – Maison radieuse de Rezé, allée Georges BENEZET sur la commune de Rezé (bâtiment construit par Le Corbusier et classé aux monuments historiques).

► L'alerte a été donnée le **8 octobre 2020 à 16h39**. Le feu se situe dans la loggia de l'appartement n°244 au niveau de la 2^{ème} rue de la maison radieuse de Rezé.



COMPREHENSION DU BATIMENT



► Bâtiment emblématique et historique de la ville de Rezé construit par Le Corbusier entre 1953 et 1955.

► IGH Z (usage mixte : habitation + école maternelle en toiture)

► Bâtiment constitué de 6 rues de 94 m de long, **non recoupées et non désenfumées (circulations)** totalisant 17 niveaux. Bâtiment sous avis défavorable.

► Alternance de duplex montants à l'est et de duplex descendants à l'ouest. 48 appartements par rue.

► 1 cage d'escalier au Nord, 1 cage d'escalier en partie centrale et 2 cages d'escalier au Sud. Présence de 3 ascenseurs en partie centrale.

SITUATION A L'ARRIVEE DES SECOURS

► Feu localisé au niveau d'un des balcons de l'appartement 244 (rue 2, niveau 5) avec début de propagation à l'intérieur de l'appartement. Balcon situé au R-1 d'un duplex descendant.

► Accueil des secours par le régisseur de la maison radieuse. Il indique qu'il n'a pas réussi à éteindre le feu et qu'il a fermé la porte d'entrée.

► Nombreux badauds au pied de l'immeuble.



MOYENS ALERTES



5 FPT / BEA / 2 VSAV / VPC / 1 CDC / 4 CDG / CEAR / VLI

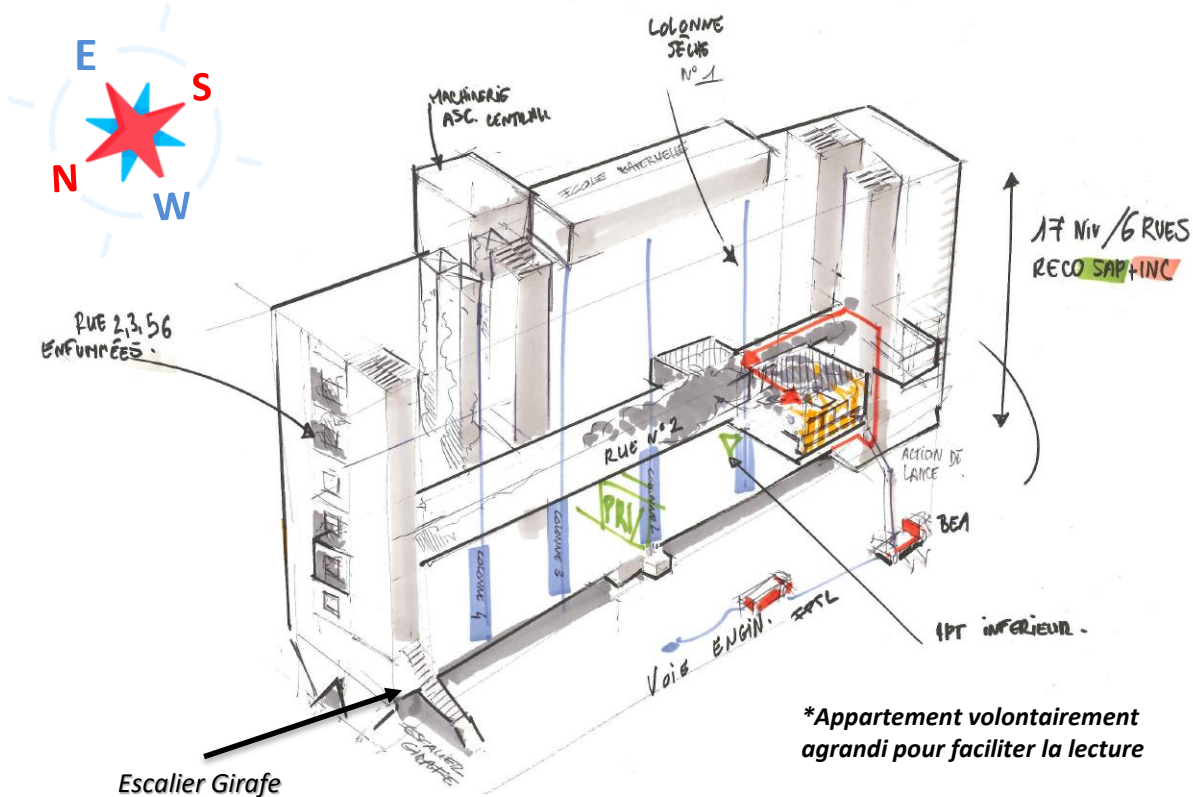
ACTIONS IMMEDIATES

- Coupure de la VMC par équipage VSAV.
- Mise en station du BEA et mise en place d'une protection de façade.
- Mise en place d'un PRV dans le hall d'accueil central.
- Etablissement d'une LDV 40 au niveau de la colonne sèche n°1 rue 1.
- Reconnaissance dans les étages.



Service
Préparation
Opérationnelle

RETOUR
D'EXPIÉRIENCE



**Appartement volontairement agrandi pour faciliter la lecture*

Prise en compte de la ZI et réactions immédiates



- ▶ Le VSAV 2 Rezé, arrivé en premier, confirme dans un premier message d'ambiance un feu d'appartement avéré.
- Les FPT et BEA Rezé se présentent au sud du bâtiment (allée Georges Bénézet), entrée privilégiée permettant d'accéder aux façades Ouest et Est du bâtiment. Les primo-intervenants observent un feu localisé au niveau d'un balcon avec un vent d'ouest qui pousse les fumées à l'intérieur de l'appartement.
- ▶ Le régisseur accueille les secours et leur indique qu'il a réalisé une levée doute, qu'il a vu le feu et qu'il a fermé la porte de l'appartement. Il ne sait pas s'il y a des victimes dans l'appartement.
- ▶ Le CA VSAV Rezé est missionné par le CA FPT Rezé pour aller couper la climatisation de l'immeuble accompagné du régisseur (action réflexe incombant au CA FPT2 sur la procédure interne du CIS et permettant de limiter les propagations verticales de l'incendie).
- ▶ Après une première reconnaissance cubique réalisée conjointement par les CA FPT et BEA, plusieurs actions simultanées sont lancées :
 - reconnaissances dans les étages supérieurs,
 - mise en place d'un PRV dans le hall d'entrée central,
 - établissement de moyens hydrauliques sur MEA et par les communications existantes.

Attaque du sinistre



- ▶ **Actions du MEA :** Le BEA Rezé se met en station au niveau de la voie échelle et se fait alimenté par le FPTL Gouzé. Le CA part initialement sur l'idée de faire une attaque d'atténuation. N'arrivant pas à joindre par radio le CA FPT1 Rezé, le MEA procède à une action de refroidissement en façade autour du balcon en feu.
- ▶ **Actions du FPT Rezé :** Le CA ordonne à ses 2 binômes d'établir 2 LDV sur la colonne sèche n°1

de la rue 1 (2 lignes de 4 tuyaux car les longueurs de cheminement sont assez longues => 3 niveaux à monter).

En ouvrant la trappe de la CS n°1, les intervenants observent un dégagement de fumée.

Pendant que les binômes établissent, le CA FPT décide de monter rue 2 pour reconnaître l'appartement sinistré. En ouvrant la porte, il vérifie l'absence de victimes et observe un plafond de fumée de couleur grisâtre qui a envahi l'ensemble de la pièce. Le flux de chaleur ressenti n'est pas important face à la porte d'entrée. Le CA FPT confie les missions suivantes à ses 2 binômes :

- B1 :** reconnaissance et extinction du feu dans le duplex descendant,
- B2 :** installation du Rideau Stop Fumée (RSF), coupure des énergies de l'appartement avant de devenir binôme de sécurité.

Le B1 est aidé par le B2 dans sa progression suite à des difficultés d'acheminement du tuyau dans l'escalier. Le B1 éteint le feu rapidement une fois qu'il a été localisé. Le flux de chaleur ressenti lors de la progression est important.

Reconnaissance dans les étages et prise en compte de la population



▶ Le chef de groupe est rapidement informé par le CA VSAV de la présence de fumée dans les gaines d'ascenseur. Des reconnaissances sont engagées dans les étages supérieurs.

▶ **FPT Rezé :** Lors de sa reconnaissance dans la rue 2, le CA FPT observe que les habitants évacuent par les ascenseurs ou l'escalier central. Ce flux de personnes unidirectionnel créé un attroupement en partie centrale de la rue.



De plus, au moment où les 2 binômes sont engagés dans l'appartement, le RSF tombe et provoque l'envahissement de la rue par les fumées. Le CA prend en compte une personne handicapée en train de gémir dans la rue et l'évacue vers l'escalier central à l'abri des fumées.

► **FPTL Gouzé** : Le CA et son équipage procèdent à des reconnaissances via l'escalier Sud-Ouest rue par rue :

- ❑ **rue 1** : absence de fumées dans la rue.
- ❑ **rue 2** : beaucoup de fumées au niveau du palier, le CA et son équipage décident de capeler.
- ❑ **rue 3** : présence de fumée. L'appartement n° 344 est reconnu (duplex descendant rue 3 situé à l'aplomb de l'appartement sinistré): aucune personne ne s'y trouve. L'équipage réalise ensuite du porte à porte dans les duplex de la rue. Au total, 16 personnes sont confinées dans leur appartement à l'abri des fumées.
- ❑ **rue 4** : absence de fumées dans la rue.
- ❑ **rues 5 et 6** : présence d'un peu de fumée.

► **BEA Rezé** : Durant les premières phases de la ventilation opérationnelle pour désenfumer la rue, le CA pénètre dans l'appartement 145 pour brancher un ventilateur électrique (duplex montant de la rue 1, à l'aplomb de l'appartement sinistré).



ÉLÉMENTS DÉFAVORABLES

- Dispositions constructives d'origine favorisant la propagation horizontale et verticale des fumées : rues non recoupées et gaines techniques verticales non étanches.
- Vent d'Ouest de 25 km/h facilitant la propagation des fumées dans l'appartement.
- Comportements de certains résidents inadaptés face aux dangers des fumées.
- Feu localisé dans un duplex descendant. Scénario aggravant pour les primo-intervenants (exposition directe au flux thermique convectif).
- Problématiques de transmissions radio (communications tactiques niveau ¾).

Il observe de la fumée, un DAFF qui sonne et constate la présence d'une assistante maternelle avec 2 nourrissons réfugiés sur le balcon de la façade Est du bâtiment. Les 3 personnes sont évacuées par le CA et l'équipier du BEA.

Actions de ventilation opérationnelle pour désenfumer les rues



► Le sinistre a entraîné l'enfumage de plusieurs rues (rues 2, 3, 5 et 6). Une fois le feu éteint et dans la perspective d'un retour à la normale le plus rapide possible, le chef de groupe demande la mise en place d'une VO pour désenfumer.

► Le CA FPT Rezé va proposer aux intervenants une autre technique consistant à positionner 2 ventilateurs :

- ❑ un ventilateur thermique face à la porte de l'escalier nord (en haut de l'escalier girafe),
- ❑ un ventilateur électrique au RDC de l'escalier Sud-Ouest.

La méthode repose sur une ventilation séquentielle, rue par rue, avec 4 sortants correspondants aux 4 fenêtres situées à proximité des ascenseurs en façade est.

Le désenfumage de la deuxième rue se fait au bout de 20 minutes. Le temps de désenfumage des autres rues est moins long car ces dernières sont moins chargées en fumées.



ÉLÉMENTS FAVORABLES

- Réalisation d'une manœuvre sur site le matin même. Bonne connaissance des spécificités du bâtiment pour la majorité des intervenants.
- Utilisation de la fiche opérationnelle réflexe réalisée par le CIS Rezé permettant une bonne coordination des primo-intervenants.
- Horaire et jour de la semaine : école maternelle fermée.
- Présence du régisseur sur place (actions déterminantes avant l'arrivée des secours).

MISE EN PERSPECTIVE ET ANALYSE DU SERVICE PRÉPARATION OPÉRATIONNELLE

Les spécificités bâtimentaires de la cité radieuse (longueur des rues, nombreuses gaines verticales peu voire pas recoupées, alarme d'évacuation peu voire pas audible, l'imbrication des appartements etc...) compliquent les actions de reconnaissance, d'extinction et de prise en compte de la population. Le retour à une situation normale peut également prendre du temps en cas de présence de fumées dans les rues ou les gaines techniques.

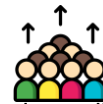
Suite à cette intervention, le Service Préparation Opérationnelle (SPO) du SDIS a souhaité orienter son analyse sur les points suivants :

- le comportement de la population face au risque Incendie à la cité radieuse (confinement ou évacuation ?),
- l'optimisation des techniques de ventilation opérationnelle pour désenfumer une rue,
- les problématiques récurrentes de transmissions radio sur le site.

Un recours à l'**Ingénierie Sécurité Incendie (ISI)** a permis au Service Préparation Opérationnelle de répondre aux deux premières questions => l'étude ISI sur la ventilation est à découvrir en totalité dans la deuxième partie de ce RETEX.



Comportement des résidents



► Le sinistre du 8 octobre 2020 met en avant des comportements inadaptés face au risque incendie (présence d'habitants dans des rues enfumées, attroupement au niveau des ascenseurs etc..). Suite à une analyse de risque exhaustive, 3 étudiants en Master 2 ISI (Aix-Marseille Université) se sont intéressés aux conditions d'enfumage et d'évacuation des rues lors d'un scénario de feu d'appartement (duplex descendant) dont la porte est restée ouverte. L'objectif principal de cette démarche a été de caractériser le risque incendie au sein du bâtiment. Une première approche quantitative par des modélisations FDS (Fire Dynamics Simulator) indique **un début d'envahissement des fumées dans la rue au bout de 4'11"**. Dans le cadre d'une rue non compartimentée, il est observé un panache de fumée stratifié homogène de part et d'autre de la rue au bout de 6'30" **soit un remplissage en 1'40"**. Dans ce scénario dimensionnant, le temps permettant aux habitants d'évacuer la rue dans des conditions de sécurité acceptable est très court (probablement inférieur au temps d'alarme).

► Il est donc primordial de sensibiliser les habitants au risque incendie et aux bons comportements à adopter dans le bâtiment. Le confinement dans les appartements est à privilégier dès lors qu'il y a présence de fumée dans la rue.

Désenfumage des rues



► Une analyse qualitative des stratégies de « ventilation opérationnelle pour désenfumer » une rue a également été réalisée par le biais de modélisations. Le nombre de ventilateurs à positionner et leur emplacement sont des questions récurrentes que se posent les sapeurs-pompiers de Rezé. À travers cette étude, 7 scénarios ont été modélisés.

► L'analyse et l'exploitation des résultats permettent de conclure que la ventilation en mode « relais » est peu efficace. De plus, la ventilation séquentielle rue par rue avec un positionnement des ventilateurs en bas de cage d'escalier est plus ou moins efficace en fonction du niveau de la rue à désenfumer. Le ratio « Débit volumique total / nombre de ventilateurs utilisés » amène à préconiser une ventilation rue par rue en utilisant 2 ventilateurs à positionner dans l'axe de la circulation au droit des portes palières des cages d'escalier qui font office d'entrants (Nord, Sud-Est et Sud-Ouest). Cette stratégie évite un déploiement de moyens trop importants pour des résultats à efficacité limitée (cf configuration G page 8).

Communications tactiques



► Durant cette intervention, le CA BEA et le Chef de groupe n'arrivent pas à joindre le CA FPT Rezé pour coordonner une attaque d'atténuation. Les intervenants sont régulièrement confrontés à des problématiques de communications tactiques sur ce site.

► Le déploiement des nouveaux équipements radios (émetteurs/récepteurs, micro-déportés et équipements de tête différenciés pour le conducteur, les binômes et le Chef d'agrès FPT) est programmé pour la fin de l'année 2021. Ces nouveaux matériels devront être testés sur ce site pour mesurer le niveau de couverture radio.

► En cas de problèmes persistants, il est important de demander en renfort l'officier SIC d'astreinte pour une reconnaissance sur les lieux et la mise en œuvre éventuelle d'un Relais Indépendant Portable (RIP).

CE QU'IL FAUT RETENIR



► **Systématiser des reconnaissances à l'aide de la caméra thermique** dans le duplex situé au dessus de l'appartement sinistré (focus sur les gaines techniques).

► Engager des **reconnaissances dans les duplex inférieurs et supérieurs** pour lever le doute sur la présence de personnes réfugiées. Systématiser les **reconnaissances dans toutes les rues** du bâtiment pour identifier la présence de fumée.

► Engager **l'équipe exploration longue durée** en cas de feu avéré pour faciliter les actions de mise en sécurité du personnel ou mener des actions de reconnaissances et d'extinction dans des environnements avec une ambiance thermique importante (cas d'un duplex descendant).

► Assurer un désenfumage des rues en positionnant **1 ventilateur à chaque extrémité de rue** (au droit des portes palières) avec un sortant identifié au niveau des ouvrants de la façade Est (à proximité des ascenseurs) et les entrants au niveau des fenêtres et hublots des cages d'escalier.

► Demander en renfort **l'engagement de l'OFFSIC** de permanence en cas de problèmes de communications tactiques sur le site.



Service
Préparation
Opérationnelle

RETOUR
D'EXPERIENCE

► **Comportements des habitants** : Programmer une campagne de sensibilisation IPCS pour acculturer les habitants de la cité radieuse au risque Incendie. **(Bureau des actions Citoyennes en lien avec le CIS Rezé)**

► **Caractérisation du danger de la cité radieuse** : Communiquer les conclusions du rapport Ingénierie de Sécurité Incendie à la commission sécurité incendie du Conseil syndical de la cité radieuse / Valider la doctrine d'évacuation. **(SPO et étudiants master 2 ISI)**

► **Communications tactiques** :

- Tester les nouveaux équipements radio (Emetteurs récepteurs / Micros déportés / Equipements de tête) sur le site.
 - Tester la qualité des communications tactiques avec la mise en place d'un RIP.
- (SPO - CIS Rezé - COMSIC)**

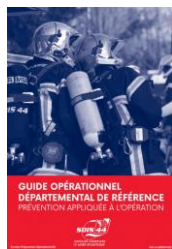
► **Ventilation Opérationnelle** :

- Réaliser un porté à connaissance des conclusions de l'étude ISI à l'attention des CIS de l'agglomération nantaise.
 - Réaliser une campagne de tests in-situ pour valider les conclusions de l'étude ISI sur le désenfumage des rues.
 - Lancer une phase de prospection de ventilateurs sur batterie.
- (SPO - CIS Rezé - BFOR GT Sud – Groupe Technique Incendie - GLOG)**

► **Engagements Opérationnels** :

- Réflexion sur le redimensionnement du départ type pour cet établissement.
- (SPO – CTA CODIS)**

DOCUMENTS RESSOURCES



[Accueil GED \(sdis44.fr\)](http://sdis44.fr)



- GDO exercice de Commandement et conduite des opérations
- GDO Incendie de structure
- GTO Ventilation Opérationnelle
- GODR Prévention Appliqué à l'Opération
- PER Cité Radieuse de Rezé
- Rapport Ingénierie Sécurité Incendie Cité Radieuse de Rezé
- Rapport d'évaluation des transmissions pour les interventions du risque courant – Communications tactiques

Rédaction	RETEX : Cne Sébastien CARDOU, Lt n Julien GIRAUD Etude ISI : Zakaria AYARI, Sébastien CARDOU, Ronan NICOLAS
Contribution	Intervenants : Cdt Frédéric PIETERS, Cne Vincent LE LANNIC, Lt n David DEROCHE, Lt n Ronan VINAY, Adj Mickaël MONDON, Adj Fabrice THIBAUD, A/C Anthony AMARO Dessin Opérationnel : Clément BRECHET, Lt n Baptiste HAMARD
Validation	Lcl Philippe VARLET , Chef du Groupement Opération Le 08/09/2020 Lieutenant-colonel Philippe VARLET



SAPEURS-POMPIERS
DE LOIRE-ATLANTIQUE



Pour mieux comprendre les écoulements de fumée, nous proposons d'avoir recours à la simulation numérique. Ceci permettra d'analyser le comportement des fumées dans la structure, dans des scénarios de ventilation opérationnelle définis. Le code FDS (Fire Dynamics Simulator) développé au NIST (National Institute of Standards and Technology) est largement reconnu et utilisé en modélisation des phénomènes d'incendie. Il s'agit d'un code à champs permettant une modélisation physique en trois dimensions des phénomènes liés au développement d'un feu et de ses effluents. À ce titre, ce code sera mis en œuvre dans la présente étude d'ingénierie Sécurité Incendie.



Exemple de profil 2D présentant les champs de vitesse générés par un ventilateur sur FDS

Principe de la VO pour désenfumer

Un Guide de Techniques Opérationnelles « Ventilation Opérationnelle », rédigé par la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion de Crise, précise les modalités de mise en œuvre des différentes techniques et tactiques de ventilation.

Les fluides gazeux sont mis en mouvement grâce à la réalisation d'un gradient de pression depuis le point d'entrée que l'on aura déterminé pour l'air frais (entrant) et le point de sortie des fumées (sortant). Le terme gradient de pression signifie que celui-ci varie (diminue dans le présent cas) progressivement tout au long du cheminement de l'air (veine d'air). Les fluides se déplacent spontanément des zones de haute pression vers les zones de plus basse pression.

Etat de l'art sur la modélisation d'un ventilateur sur FDS

FDS est un code de calcul CFD qui utilise un maillage orthogonal. Cela signifie que des simplifications doivent être faites. Les ventilateurs ont une géométrie ronde. Cette forme ne peut donc pas être modélisée dans FDS. Une autre difficulté est la modélisation de l'inclinaison du ventilateur. Les recherches de Karel Lambert montrent que Kerber (2006) a abordé ce problème en élevant le ventilateur dans des expériences et des simulations permettant ainsi d'éviter l'effet de sol. K.Lambert a découvert dans ses recherches qu'il n'est pas toujours nécessaire d'incliner le ventilateur pour obtenir un résultat optimal. Par conséquent, l'influence de la variation de hauteur d'un ventilateur non incliné est recherchée.

Le ventilateur modélisé dans FDS est une obstruction carrée. Le débit volumique qui traverse le ventilateur est prescrit via deux propriétés de surface. Le débit volumique imposé est extrait du domaine à l'arrière du ventilateur. Ce même débit volumique est soufflé à l'avant du ventilateur (surface dirigée vers la zone à désenfumer). Ce modèle de ventilateur a été choisi afin de limiter le temps de calcul.

Calibrage du ventilateur

Les FPT (Fourgon Pompe Tonne) et les MEA (Moyens Elévateurs Aérien) du SDIS 44 sont dotés de ventilateurs de puissances, de marques et d'énergies différentes.

Nous avons décidé de retenir le modèle de ventilateur le plus répandu : le NEO LEADER FAN EASY POW'AIR MT 236.

Ce ventilateur est doté des principales caractéristiques suivantes :

Débit à l'air libre => 51650 m³.h⁻¹

Débit VPP selon AMCA =>33660 m³.h⁻¹

Dimensions L x H x P => 550 x 560 x 490 mm



Selon Ronan Vinay, le débit à l'air libre, annoncé par le constructeur, intègre l'air entraîné par l'effet de soufflage du ventilateur. Cette donnée est à prendre avec beaucoup de précautions dans la mesure où le débit annoncé ne sera pas celui retrouvé sur intervention, car dépendant du contexte bâtiementaire et de l'environnement opérationnel.

Nous retenons donc le débit VPP selon l'AMCA (Air Movement and Control Association), organisme certifié américain. La méthodologie d'essais en laboratoires a été reprise par certaines universités (Université Le Havre entre autre) afin d'identifier les capacités et les performances aérodynamiques en terme de débit d'air, de pression, de densité de l'air et de vitesse de rotation.

Un domaine standard a été modélisé sur FDS. Celui-ci reprend les dimensions caractéristiques de largeur et de hauteur d'une rue de la cité radieuse (h= 2.25 m et l=2.75 m). La longueur du couloir est de 20 m. Le maillage utilisé est le même que celui préconisé dans l'étude de sensibilité (mailles de 0.25 m).

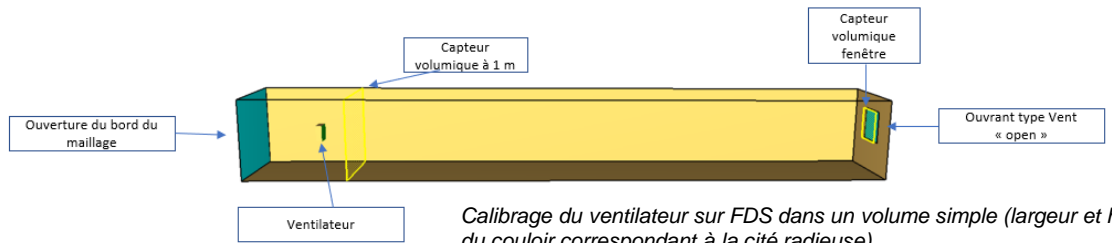
Service
Préparation
Opérationnelle

RETOUR
D'EXPERIENCE



Service
Préparation
Opérationnelle

RETOUR
D'EXPÉRIENCE



Calibrage du ventilateur sur FDS dans un volume simple (largeur et hauteur du couloir correspondant à la cité radieuse)

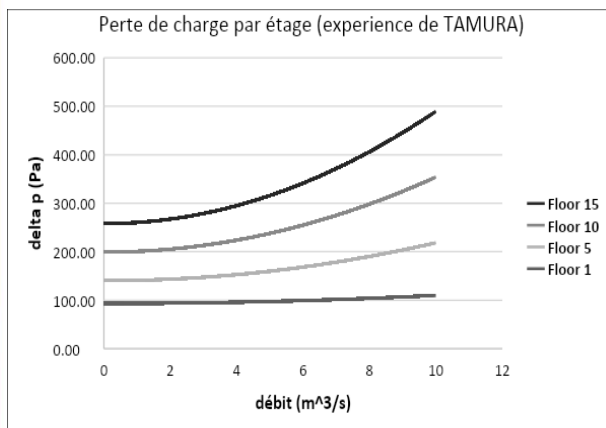
Plusieurs calculs ont été lancés permettant de déterminer le débit à prescrire au niveau du ventilateur pour atteindre le débit VPP AMCA (soit $9.35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) à 1 m et au niveau de l'ouvrant ainsi que la hauteur d'élévation du ventilateur.

Les résultats de ces modélisations ont permis de caractériser un ventilateur type :

- ▶ Hauteur du ventilateur $\Rightarrow 1 \text{ m}$
- ▶ Dimensions du ventilateur $L \times H \times P \Rightarrow 0.5 \times 0.5 \times 0.2 \text{ m}$
- ▶ 1 surface « extraction » sur la face arrière et 1 surface « débitante » sur la face avant avec un débit prescrit de $12,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Etude préliminaire des pertes de charge

L'étude préliminaire sur les pertes de charge dans les escaliers démontre la tendance ainsi que l'ordre de grandeur des résistances imposées par le réseau (cages d'escalier). Sur les graphiques, on observe que la capacité du ventilateur à fournir le débit demandé par le réseau est directement dépendante de l'altitude à laquelle ce dernier sera positionné.

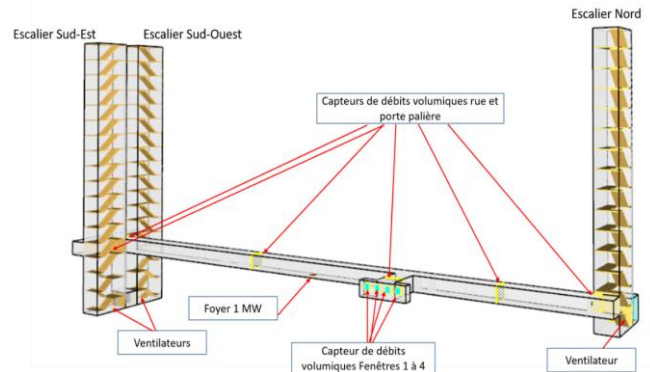


Courbes de pertes de Charges des escaliers de la cité radieuse en reprenant les travaux de G.Y. Achakji et G.T. Tamura « Pressure Drop Characteristics of Typical Stairshafts in High-Rise Buildings »

En l'absence de courbes de ventilateur, il nous est impossible de le confirmer physiquement. Néanmoins, il est tout à fait pertinent de considérer que le ventilateur fournissant un débit de $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ne pourra convenir pour les étages supérieurs.

En partant de ce postulat, nous avons imaginé 7 configurations de désenfumage différentes.

Présentation du modèle cité radieuse pour les scénarios de ventilation opérationnelle



Présentation du modèle pour les scénarios de ventilation opérationnelle (exemple pour la rue 1)

Le modèle présente les caractéristiques suivantes :

- ▶ Modèle constitué de 246 246 mailles de 0.25 m comprenant :
 - ❑ 3 cages d'escalier (Nord, Sud-Ouest et Sud-Est) avec extension du maillage au droit des portes d'entrées (conditions aux limites : celles proposées par défaut par FDS),
 - ❑ une rue (rue 1 ou rue 6 en fonction des modélisations).
- ▶ Temps de simulation de 240 secondes.
- ▶ Foyer de 1 MW activé de 0 à 60 secondes (combustible utilisé type PMMA avec un taux de HRR à 100%).
- ▶ Activation des ventilateurs de 60 à 240 secondes.
- ▶ Ouverture des portes palières des escaliers et des fenêtres (au nombre de 4 et de dimension de 0.88m X 0.88 m) de 60 à 240 secondes.
- ▶ Utilisation des amenées d'air des cages d'escaliers (5 hublots circulaires dans les escaliers SE et SO, fenêtre de l'escalier nord).
- ▶ Instrumentation utilisée pour l'exploitation des résultats : Capteurs de débits volumiques et Slice 2D « coefficient d'extinction ».

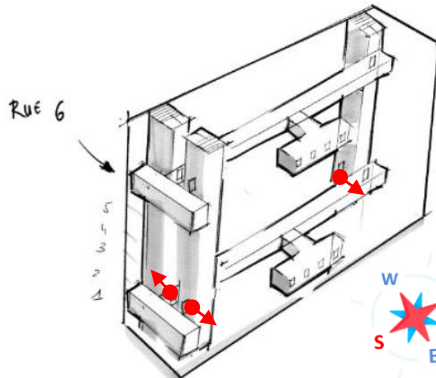


Service
Préparation
Opérationnelle

RETOUR
D'EXPÉRIENCE

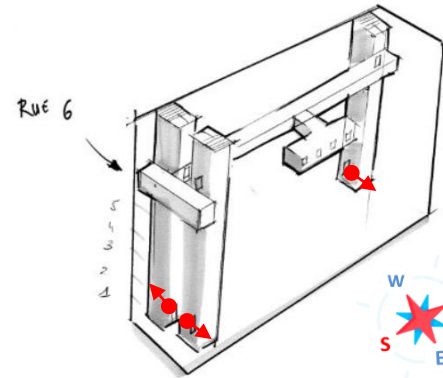
Configurations modélisées

Configuration A : DF RUE 1



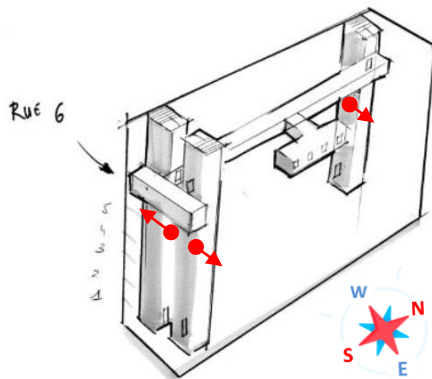
Désenfumage Rue 1 avec 3 ventilateurs en pied de cage d'escalier (Escalier Girafe, Escalier Sud Ouest et Escalier Sud Est)
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4

Configuration B : DF RUE 6



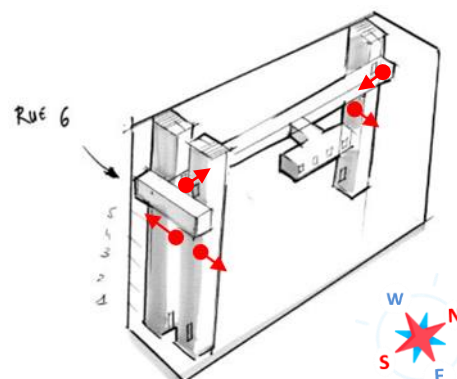
Désenfumage Rue 6 avec 3 ventilateurs en pied de cage d'escalier (Escalier Girafe, Escalier Sud Ouest et Escalier Sud Est)
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4

Configuration C : DF RUE 6



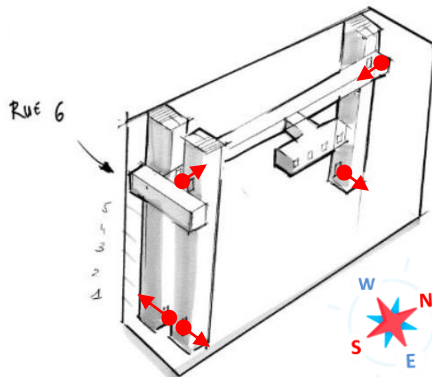
Désenfumage Rue 6 avec 3 ventilateurs sur les paliers de la rue 5 (Escalier Nord, Escalier Sud-Ouest et Escalier Sud-Est)
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4

Configuration D : DF RUE 6



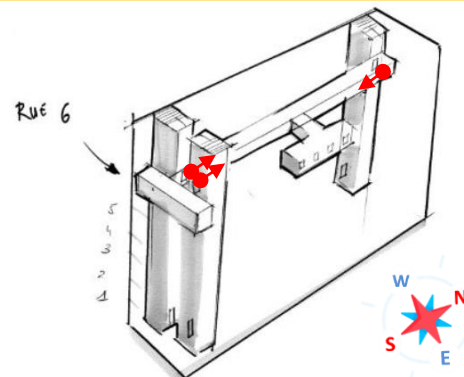
Désenfumage Rue 6 avec 3 ventilateurs sur les paliers de la rue 5 (Escalier Nord, Escalier Sud-Ouest et Escalier Sud-Est) et 2 ventilateurs dans la rue
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4

Configuration E : DF RUE 6



Désenfumage Rue 6 avec 3 ventilateurs en pied de cage d'escalier (Escalier Girafe, Escalier Sud-Ouest et Escalier Sud-Est) et 2 ventilateurs dans la rue
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4

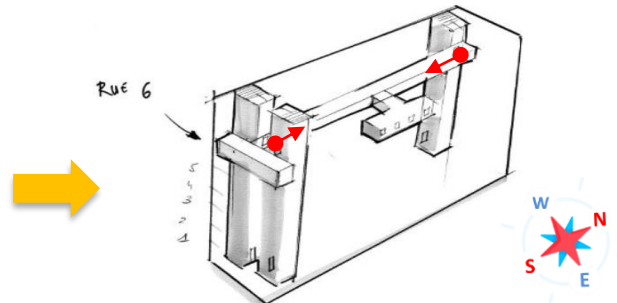
Configuration F : DF RUE 6



Désenfumage Rue 6 avec 3 ventilateurs dans la rue (1 côté escalier nord et 2 côté escaliers Sud-Ouest et Sud-Est)
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4

Configuration G : DF RUE 6

Désenfumage Rue 6 avec 2 ventilateurs dans la rue (1 côté escalier nord et 1 côté escalier sud)
Entrant rue : Portes palières
Sortant rue : Fenêtres 1 à 4





Service
Préparation
Opérationnelle

RETOUR
D'EXPÉRIENCE

Critères de performance

Deux critères de performance seront retenus pour évaluer l'efficacité du désenfumage de la rue :

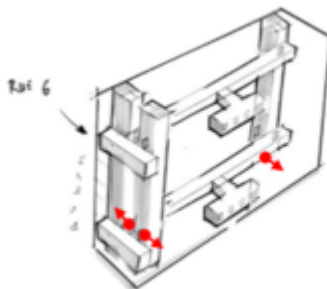
- ▶ **le débit volumique d'extraction de fumées** au niveau des ouvrants (les 4 fenêtres en partie centrale de la rue) ;
- ▶ **le Coefficient d'extinction** : Il traduit la présence de fumées dans la rue. Cette grandeur sert à estimer, de manière indirecte, la « hauteur libre de fumée » évoquée au § 8 de l'instruction technique 246. Ce coefficient est directement lié à la densité de suie (kg.m^{-3}) et à un coefficient massique dépendant de la nature du combustible.

Analyse et exploitation des résultats

Ci-dessous, les résultats des modélisations FDS relatives aux 7 scénarios retenus. Pour chaque scénario, nous faisons un relevé des indicateurs suivants :

- ▶ Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s.
- ▶ Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue (rue 1 pour 1 scénario, rue 6 pour 6 autres scénarios).
- ▶ Nombre de ventilateurs utilisés.
- ▶ Coupe 2D coefficient d'extinction à 80 s et 110 s.

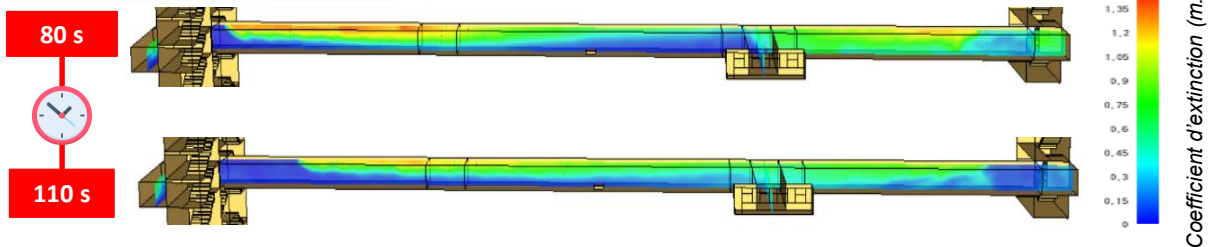
Configuration A



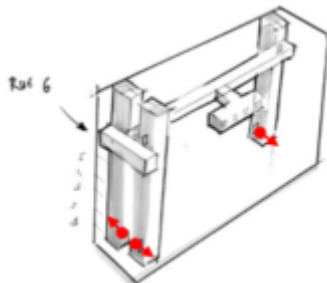
Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
 $4,6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **240 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **3**



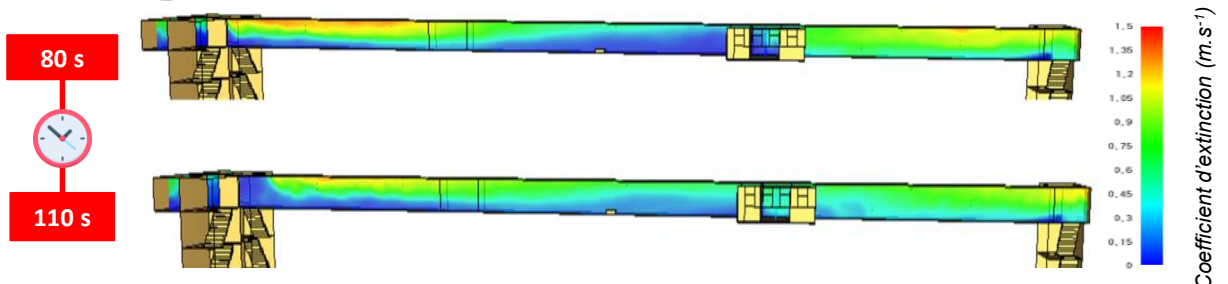
Configuration B



Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
 $3 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **au-delà des 240 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **3**

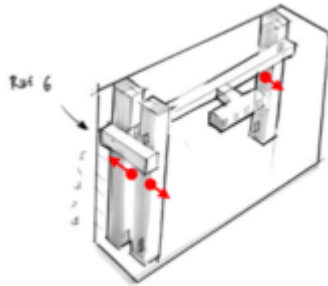




Service
Préparation
Opérationnelle

**RETOUR
D'EXPÉRIENCE**

Configuration C



Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
4,1 m³.s⁻¹

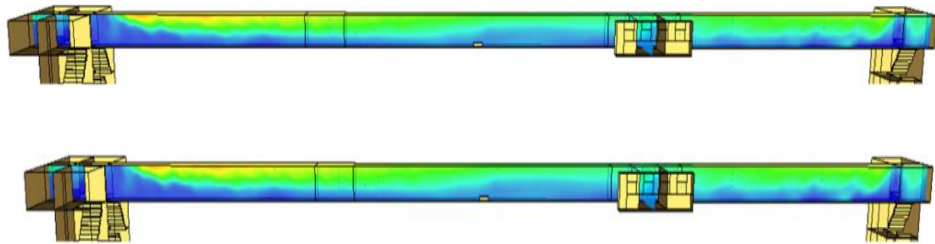
Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **au-delà des 240 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **3**

80 s

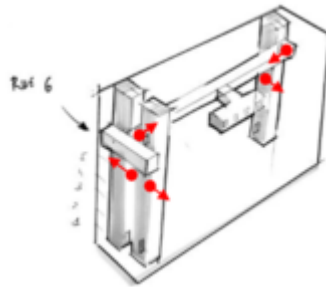


110 s



Coefficient d'extinction (m.s⁻¹)

Configuration D



Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
9,7 m³.s⁻¹

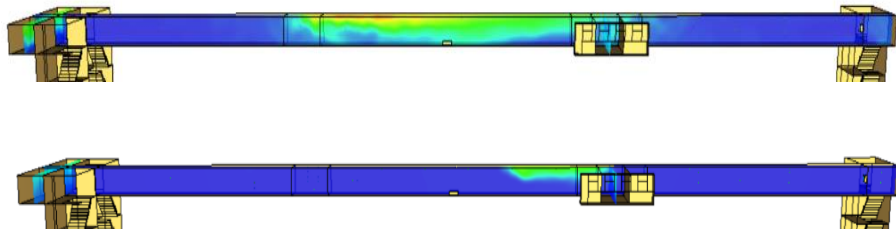
Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **126 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **5**

80 s

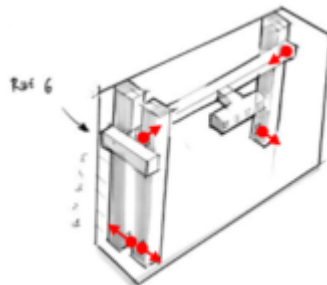


110 s



Coefficient d'extinction (m.s⁻¹)

Configuration E



Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
9,7 m³.s⁻¹

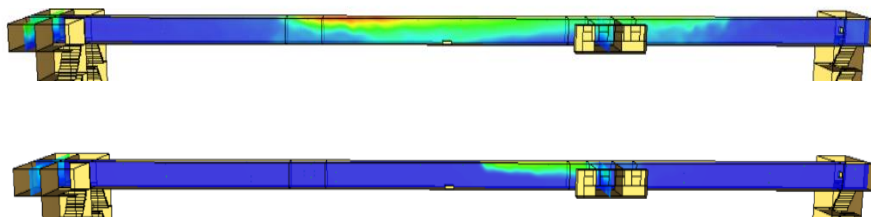
Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **128 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **5**

80 s



110 s



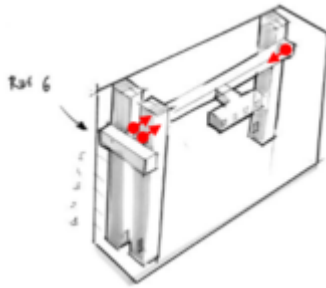
Coefficient d'extinction (m.s⁻¹)



Service
Préparation
Opérationnelle

**RETOUR
D'EXPÉRIENCE**

Configuration F



Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
11,8 m³.s⁻¹

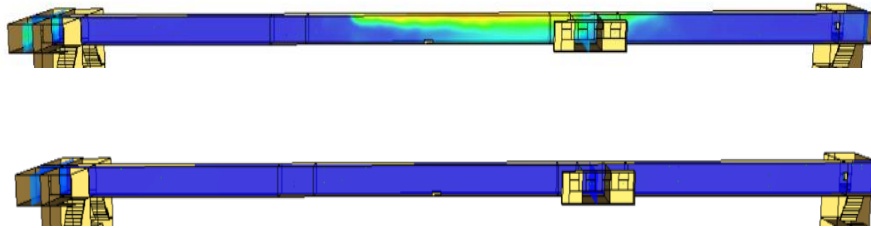
Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **100 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **3**

80 s

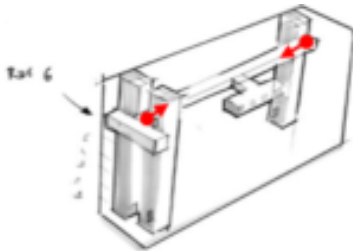


110 s



Coefficient d'extinction (m.s⁻¹)

Configuration G



Débit volumique moyen d'évacuation de fumée de 60 s à 240 s :
9,7 m³.s⁻¹

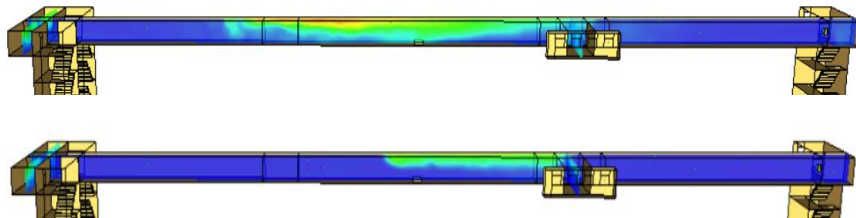
Temps à partir duquel nous n'observons plus de fumées dans la rue 1 : **137 s**

Nombre de ventilateurs utilisés : **2**

80 s



110 s

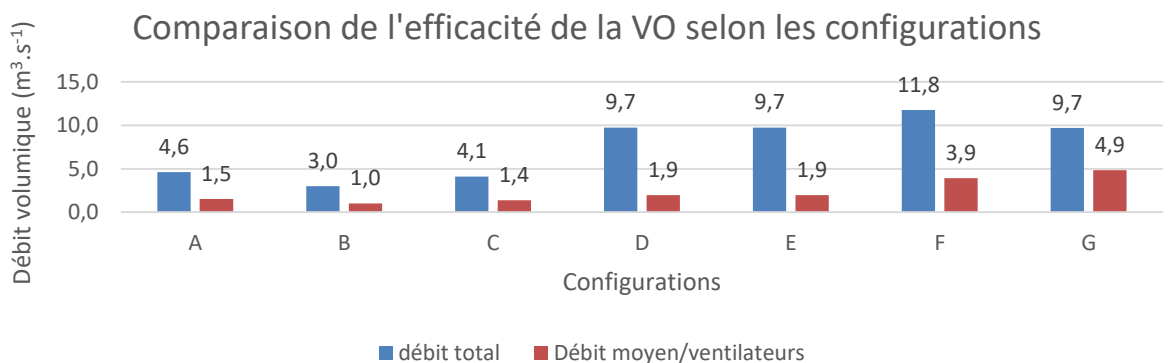


Coefficient d'extinction (m.s⁻¹)

Conclusions générales des modélisations

Pour comparer l'efficacité des différentes configurations de ventilation, nous avons calculé le ratio suivant :

$$\text{Débit volumique moyen par ventilateur} = \frac{\text{Débit volumique total des 4 fenêtres}}{\text{Nombre de ventilateurs utilisés}}$$



Concaténation des résultats sur les 7 configurations modélisées



Interprétation des résultats

L'interprétation du smokeview FDS et des données de sortie nous permettent de mettre en évidence les ordres de grandeur suivants :

- ▶ Une ventilation opérationnelle « pour désenfumer » la rue 1 avec 3 ventilateurs en pied de cage d'escalier (Configuration A) est plus efficace à hauteur de 35 % par rapport à la même configuration dans la rue 6 (configuration B) => effet des pertes de charge du réseau.
- ▶ On observe des résultats à peu près similaires sur les configurations A et C. Cela paraît cohérent, car les 3 ventilateurs sont placés au niveau R-3 par rapport à la rue à désenfumer.
- ▶ Les résultats sont égaux sur les configurations D et E, le rendement / ventilateur est faible ($1.9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ extrait). La ventilation en configuration « relais » n'apporte pas de gain d'efficacité, car on utilise plus de ventilateurs pour un débit d'extraction équivalent à la configuration G (seulement 2 ventilateurs dans la rue).
- ▶ Les configurations où les ventilateurs sont placés au droit des portes palières, dans l'axe de la rue, sont les plus performantes. Le rendement / ventilateur est meilleur avec 2 ventilateurs (25 % plus efficace que la configuration F utilisant 3 ventilateurs).

Mise en perspective de l'étude

Cette étude nous a permis de conclure que les ventilateurs classiques utilisés par les Services de secours sont adaptés pour désenfumer une rue de la cité radieuse.

Le ratio « Débit volumique total/nombre de ventilateurs utilisés » nous amène à préconiser une ventilation rue par rue en utilisant 2 ventilateurs à positionner dans l'axe de la circulation au droit des portes palières des cages d'escalier qui font office d'entrant (Nord, Sud-Est et Sud-Ouest). Cette stratégie évite un déploiement de moyens trop importants pour des résultats à efficacité limitée.

Les fenêtres situées à proximité de l'escalier central joueront le rôle de sortant.

Cette stratégie opérationnelle devra être confirmée par des tests in situ et instrumentés sans fumées.

- ⇒ *Un porté à connaissance des résultats de ces modélisations auprès des primo-intervenants est donc indispensable. Une programmation de tests terrain avec le CIS Rezé est à planifier dans les prochains mois.*

Cette stratégie présente néanmoins un inconvénient : le SDIS 44 utilise aujourd'hui essentiellement des ventilateurs thermiques. La bonne pratique est de positionner le ventilateur à l'extérieur du bâtiment, à proximité de l'ouvrant permettant l'amenée d'air, pour s'affranchir des problématiques de rejet de CO.

L'utilisation de ventilateurs électriques (avec batteries présentant des hauts niveaux d'autonomie) permettrait de s'affranchir de cette problématique.

- ⇒ *Il serait intéressant de se rapprocher du syndic de la cité radieuse pour évoquer avec eux les possibilités de mise à disposition de ce type de matériel.*

RETOUR D'EXPÉRIENCE

INTERVENTION POUR FEU A LA CITE RADIEUSE DE REZE

Document officiel du Service départemental d'incendie et de secours de Loire-Atlantique
Reproduction interdite sans l'autorisation expresse du Directeur départemental du SDIS 44



Service départemental d'incendie et de secours de Loire-Atlantique
ZAC de Gesvrine | 12, rue Arago BP 4309 | 44243 La Chapelle-sur-Erdre Cedex
📞 02 28 09 81 00 | 🌐 www.sdis44.fr | 📘 @SDIS44 officiel | 📺 @SDIS44