

Demandeur : asecos GmbH
Numéro de projet : MSL21-01
Numéro de rapport : MSL21-01-4-1_FR

Test de la performance d'un appareil mobile d'air secondaire pour la purification de l'air intérieur : PURIFIAIR.620, asecos GmbH

Le présent rapport contient 16 pages y compris les Annexes A, B et C

Aix-la-Chapelle, le 13/12/2021
Complété le 10/01/2022



Dipl.-Ing. Bernd Konrath



Dipl.-Ing. Tim Hillmann

Table des matières

1	Introduction	3
2	Description de l'appareil soumis aux tests	3
3	Détermination du débit	4
4	Détermination de la décroissance des particules	5
	4.1 Réduction de la concentration des particules d'aérosol (efficacité du filtre) en laboratoire.....	5
	4.2 Réduction de la concentration des particules dans la pièce de vie	6
5	Propagation de l'air filtré dans la pièce.....	8
6	Dispositifs de mesure utilisés	9
7	Documents utilisés	10

Annexes

Annexe A – Dessins techniques du purificateur d'air	1 page
Annexe B – Résultats de la réduction des aérosols d'essai DEHS dans la salle de classe	3 pages
Annexe C – Résultats de l'analyse de la propagation de l'air filtré	2 pages

1 Introduction

La société asecos GmbH, Sécurité et protection de l'environnement, située Weiherfeldsiedlung 16-18 à 63584 Gründau (Allemagne), produit et commercialise entre autres divers systèmes mobiles d'air secondaire pour la purification de l'air intérieur (purificateurs d'air mobiles).

L'appareil représenté ici et désigné par PURIFIAIR.620 est un filtre à air intérieur mobile muni d'un filtre de la classe E11 et d'un filtre HEPA (**H**igh **E**fficient **P**articulate **A**ir) de la classe H14.

L'I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH, Institut à l'Université des Sciences Appliquées d'Aix-la-Chapelle, fut chargé le 21/10/2021 par asecos GmbH de déterminer les paramètres fonctionnels du PURIFIAIR.620. L'offre n° M/7016.0/08.21 du 9/10/2021 sert de base pour la commande des tests.

La détermination des paramètres comprend les critères suivants :

- Détermination du débit conformément à la norme DIN EN 12599
- Contrôle de la capacité de réduction des particules dans la pièce conformément à la recommandation d'experts VDI EE 4300 Blatt 14 de l'Association des Ingénieurs Allemands (VDI)
- Répartition de l'air filtré dans la pièce



Figure 1.1: asecos PURIFIAIR.620

2 Description de l'appareil soumis aux tests

Le PURIFIAIR.620 d'asecos est un appareil mobile d'air secondaire pour la purification de l'air intérieur. Il est muni de deux zones d'aspiration de l'air (à droite et à gauche) qui peuvent être équipées de différents filtres.

Les configurations de filtres suivantes ont été soumises à l'étude :

- Le premier filtre est un filtre HEPA de la classe H14 conformément à la norme EN 1822; le deuxième filtre, situé dans l'autre zone d'aspiration du PURIFIAIR.620, est un filtre de la classe E11.

À l'avant et sur le couvercle de l'appareil se trouve le panneau de commande, qui permet de régler les niveaux de performance du ventilateur.

Les dimensions de l'appareil soumis aux tests sont reprises au Tableau 2.1 :

Tableau 2.1: données de base du PURIFIAIR.620

Données de base du PURIFIAIR.620, asecos GmbH	
Longueur x Hauteur x Largeur [mm]	400 x 682 x 400 mm
Numéro de plan du fabricant	LR.066.040.040.H3 PURIFI AIR.620

Tableau 2.2: Éléments filtrants du PURIFIAIR.620

Filtres du PURIFIAIR.620, asecos GmbH	
Filtre 1	H14 avec préfiltre G4, N° d'art.: EP.L.33974
Filtre 2	E11

Pour les essais, deux modèles identiques avec numéros de série A2101-341699-0821-4 et A2101-341701-0821-9 furent mis à la disposition du laboratoire de l'I.F.I.

En outre, le PURIFIAIR.620 dispose d'un capteur intégré qui recense la concentration des PM1.0 dans la pièce.

3 Détermination du débit

Afin de déterminer le débit vraiment transporté, on appliqua la méthode de compensation conformément à la norme DIN EN 12599. Pour ce faire, le filtre fut relié de manière hermétique au niveau de l'aspiration à une chambre d'amenée d'air, elle-même raccordée à un ventilateur au moyen d'un conduit. La capacité de transport de l'air du ventilateur ainsi raccordé fut mesurée au moyen d'une veine de mesure de débit. Avec cette méthode de mesure, le ventilateur est réglé de manière à ce que, aux différents niveaux du PURIFIAIR.620, la différence de pression dans la chambre d'amenée d'air par rapport à la pièce où le purificateur d'air est installé soit de 0 Pascal. Ainsi le ventilateur supplémentaire transporte exactement autant d'air que le ventilateur du filtre mobile, à ceci près que le ventilateur d'amenée d'air est nécessaire pour compenser les pertes de pression de l'appareil de mesure de débit. Le Tableau 3.1 présente les résultats de la mesure de débit à différents niveaux du purificateur d'air.

Tableau 3.1: Résultats de la mesure de débit avec un filtre H14 et un filtre E11

Résultats de la mesure de débit du PURIFIAIR.620 avec un filtre H14 et un filtre E11		
Position de l'appareil	Niveau 2	Niveau 4
Valeur du débit cible [m ³ /h]	305	600
Valeur du débit réelle [m ³ /h]	308	586

Lors de la détermination du débit, il apparaît que le débit transporté est pratiquement identique au débit cible. Les données du fabricant sont ainsi confirmées.

4 Détermination de la décroissance des particules

4.1 Réduction de la concentration des particules d'aérosol (efficacité du filtre) en laboratoire

Afin de déterminer l'efficacité du purificateur d'air intérieur PURIFIAIR.620 d'asecos, on mesura le nombre de particules d'aérosol de 0,3 et 0,5 μm dans un laboratoire pratiquement hermétique. Pour simplifier, tous les aérosols (mélange hétérogène de fines particules solides ou liquides en suspension dans un milieu gazeux) sont désignés par « particules » dans ce qui suit.

Avant de commencer les mesures, une quantité 10 à 20 fois la concentration ambiante naturelle en aérosols fut libérée dans la pièce au moyen d'un générateur d'aérosols et d'un aérosol d'essai DEHS. En raison de la dimension petite de la pièce, un seul endroit dans le laboratoire fut choisi pour compter la concentration en aérosols. Le comptage eu lieu pendant une (1) minute chaque fois à intervalle d'une (1) minute, et ce sur une durée d'env. 60 minutes ; l'endroit choisi était à une hauteur $H = 1100$ mm et à une distance de 1 m du purificateur d'air.

L'essai fut réalisé avec la combinaison des filtres H14 et E11 au niveau 4 de l'appareil, ce qui correspond à un renouvellement de l'air de 6 x par heure dans le laboratoire.

Les résultats des mesures sont présentés au Diagramme 4.1.

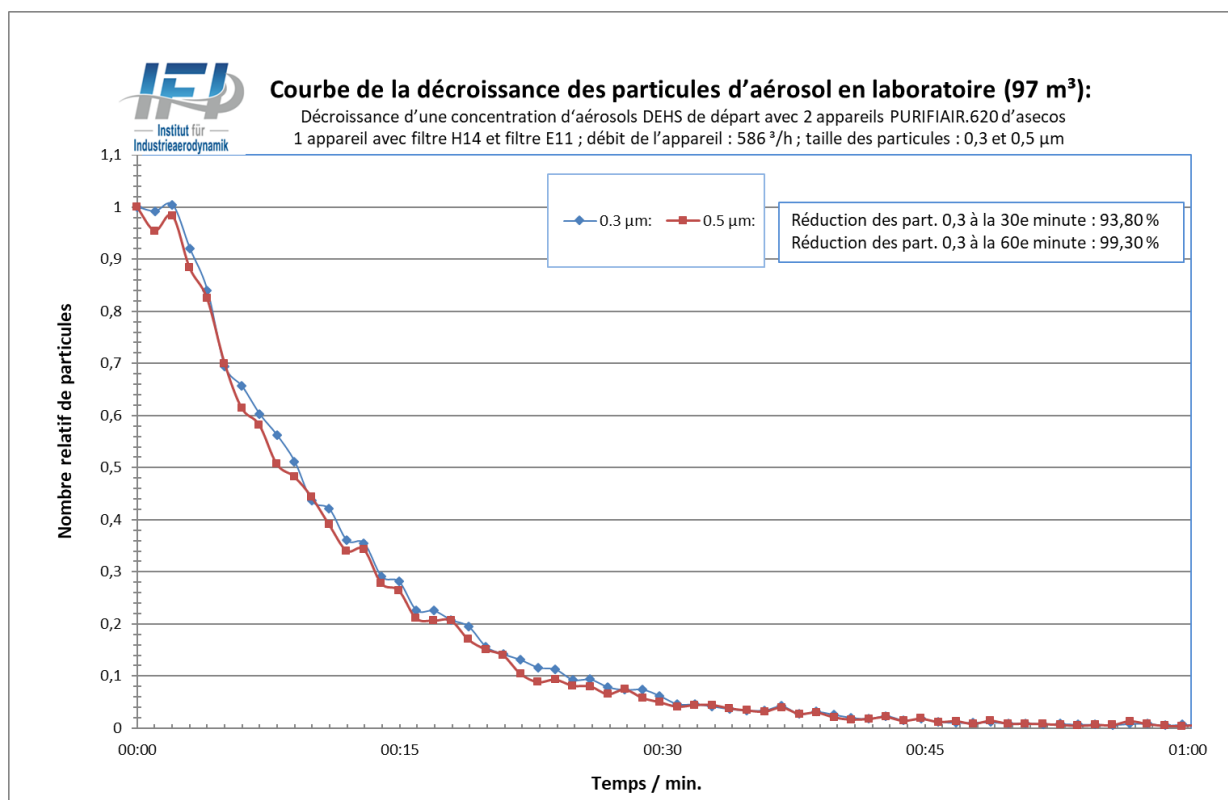


Diagramme 4.1 : Évolution de la concentration des particules dans le temps en laboratoire

Tableau 4.1: Résultats du test de la réduction des aérosols dans le laboratoire de 97 m³

Résultats des tests de la décroissance des aérosols dans le laboratoire de 97 m ³ : asecos PURIFIAIR.620 avec filtres H14 et E11		
Emplacement de l'appareil / lieu de mesure	Réduction de l'aérosol DEHS	Réduction %
Emplacement de l'appareil : 0,5 m du mur gauche du laboratoire Lieu de mesure : au milieu	après 15 minutes	71,86
	après 30 minutes	93,80
	après 45 minutes	98,21
	après 60 minutes	99,30

L'étude en laboratoire montre qu'après seulement 30 minutes 90% des particules sont filtrées de la pièce, ce qui indique une efficacité élevée du PURIFIAIR.620.

4.2 Réduction de la concentration des particules dans la pièce de vie

Afin de déterminer l'efficacité du purificateur d'air PURIFIAIR.620 dans une pièce de vie réelle, on mesura l'évolution des particules dans le temps dans une salle de classe.

La salle de classe utilisée pour les tests fut meublée de 10 tables et chaises. Afin de simuler la charge thermique de l'homme (100 Watt au repos), on posa des « mannequins thermiques » sur les chaises. L'ameublement de la pièce fut complété par des armoires et un « tableau » mobile fut placé au mur frontal de la pièce, à l'endroit où se donnent les exposés.

La mesure de l'efficacité dans une pièce fut effectuée selon la recommandation d'experts VDI EE 4300 Blatt 14 dans une pièce d'une largeur de 6,7 m, d'une longueur de 10,1 m et d'un volume d'env. 238 m³, ce qui correspond à la taille d'une salle de classe classique.

Avant de commencer les mesures, une quantité 10 à 20 fois la concentration ambiante naturelle en aérosols fut libérée dans la pièce au moyen d'un générateur d'aérosols et d'un aérosol d'essai DEHS. La concentration en aérosols fut comptée à 5 endroits différents au total pendant 1 minute chaque fois à intervalle d'1 minute, et ce sur une durée de 45 minutes à une hauteur H = 1100 mm.

En raison de la taille de la pièce et des consignes du fabricant, le test de la réduction de la concentration des particules fut réalisé avec deux purificateurs d'air PURIFIAIR.620.

En accord avec le demandeur, un appareil fut placé au milieu du mur de droite et le deuxième appareil fut mis au milieu du mur frontal, à l'endroit où se tiennent les exposés.

La Figure 4.1 et la Figure 4.2 montrent respectivement l'emplacement des purificateurs d'air et des points de mesure dans la pièce.



Figure 4.1: PURIFIAIR.620 d'asecos dans la salle de classe afin de déterminer la réduction des concentrations de l'aérosol d'essai DEHS conformément à la VDI EE 4300 Blatt 14

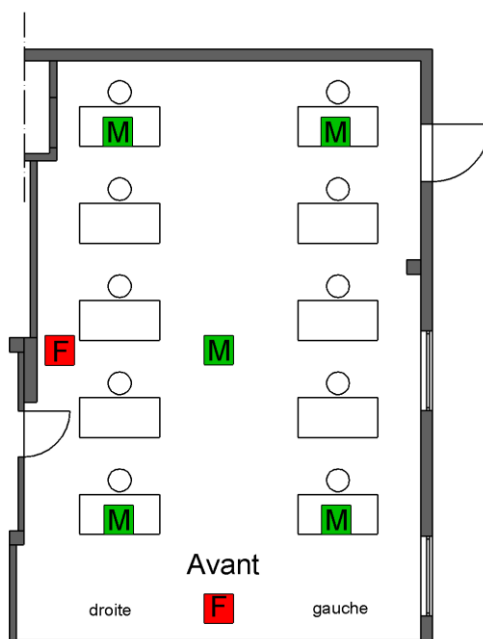


Figure 4.2: Lieux de mesure (M) et emplacements des filtres mobiles (F)

L'étude fut réalisée avec un élément filtrant H14 et un élément filtrant E11 au niveau 4 de l'appareil. Le débit total au niveau 4 était de $2 \times 586 \text{ m}^3/\text{h}$ (total env. $1172 \text{ m}^3/\text{h}$), ce qui correspond à un renouvellement d'air d'environ 5 fois par heure dans la salle de classe.

Les tests ont pu démontrer, à chacun des endroits étudiés dans la pièce, une réduction de la concentration en aérosols de départ d'au moins 90% en l'espace de 30 minutes, ce qui correspond à la VDI 4300 EE Blatt 14.

Le Tableau 4.2 ci-dessous présente les résultats de la réduction des aérosols pour les différents points de mesure dans la pièce.

Les courbes de l'évolution de la concentration pour chaque point de mesure sont présentées aux diagrammes en Annexe B 1 à Annexe B 5.

Tableau 4.2: Résultats des tests de la décroissance des aérosols aux différents lieux de mesure dans la salle de classe

Résultats des tests de la décroissance des aérosols selon VDI EE 4300 Blatt 14:		
2 appareils PURIFIAIR.620 asecos avec filtres H14 et E11		
Emplacement de l'appareil	Lieu de mesure des aérosols à hauteur de tête d'une personne assise (1100 mm)	Réduction de la concentration de l'aérosol d'essai après 30 minutes [%]
Appareil 1: au milieu du mur de droite Appareil 2: au milieu du mur frontal	Au milieu de la salle de classe	93,0
	À gauche à l'avant (zone professeur)	90,3
	À droite à l'avant (zone professeur)	92,2
	À gauche à l'arrière (zone élèves)	92,6
	À droite à l'arrière (zone élèves)	91,0

Le purificateur d'air intérieur mobile PURIFIAIR.620 d'asecos remplit donc, avec l'emploi de deux appareils au niveau 4, les consignes de la VDI EE 4300 Blatt 14 relatives à la réduction des particules d'aérosol pour la configuration de la pièce étudiée, c'est-à-dire une réduction de 90% en 30 minutes.

5 Propagation de l'air filtré dans la pièce

Un des critères décisifs de l'efficacité du filtre à aérosols est la répartition de l'air filtré et donc purifié dans la pièce. Y a-t-il par exemple des zones dans la pièce qui ne sont pas alimentées en air filtré et où donc n'a lieu aucun renouvellement d'air ? Afin de répondre à cette question, la propagation de l'air filtré fut étudiée au moyen d'un gaz traceur. Pour ce faire, l'air qui sort du filtre est mélangé à un gaz qui est détectable via un appareil de mesures à différents endroits de la pièce (gaz traceur). Pour l'étude qui nous concerne, on utilisa du propane, qui fut mesuré à l'aide d'un détecteur à ionisation de flamme FID à 14 endroits de la pièce. La Figure 5.1 et la Figure 5.2 montrent le dispositif d'essai et les différents points de mesure dans la pièce, qui est la même que celle utilisée pour la détermination de la décroissance des particules dans le temps.



Figure 5.1: Dispositif d'essai

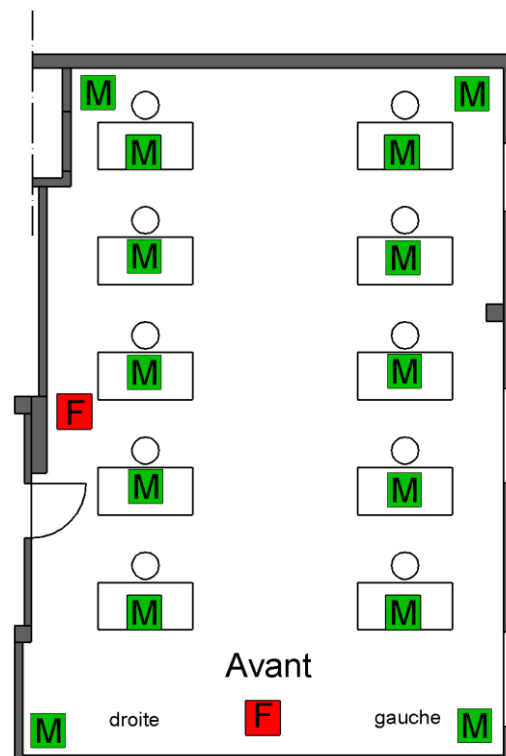


Figure 5.2: Position des points de mesure dans la salle de classe

On mesura la concentration de gaz à une hauteur de 1,1 m, ce qui correspond à la hauteur de tête d'une personne assise. Les essais furent effectués avec 2 appareils réglés chacun au niveau 4 et muni chacun d'un élément filtrant H14 et E11 (débit 586 m³/h). La concentration de gaz fut choisie de telle manière à ce qu'une concentration de propane de 1200 ppm (parties par million) soit présente à la sortie d'air du filtre. Le dégagement du propane fut réglé de manière à ce que, pour un volume de pièce de 238 m³ et une pénétration complète du gaz dans de la pièce, une concentration théorique de 50 ppm soit atteinte.

Les diagrammes en Annexe C 1 à Annexe C 4 présentent dans une vue de dessus de la pièce les résultats des mesures à une hauteur de 1,1 m à différents moments après l'introduction du gaz traceur.

Les zones présentant une haute concentration en ppm sont alimentées très tôt et très rapidement en air filtré. Il s'agit naturellement des zones qui sont très proches du purificateur d'air. On peut également observer qu'après déjà 7,5 minutes une grande partie de la pièce est complètement alimentée en air filtré. Après 10 minutes, la pièce est complètement alimentée en air filtré. Pour l'emplacement choisi des purificateurs d'air mobiles, il n'y a donc pas de zones dans la pièce qui ne soient pas touchées par l'air filtré.

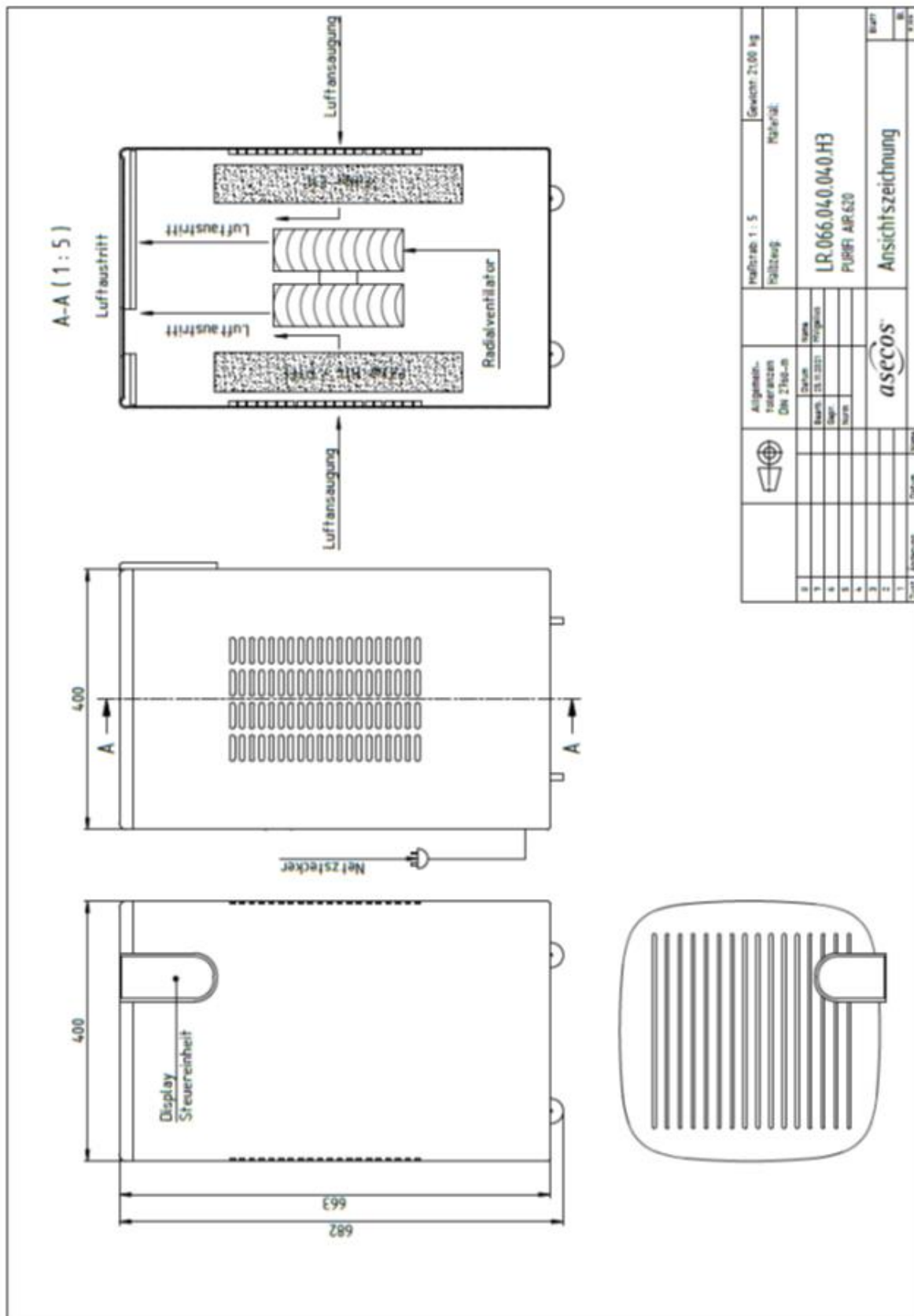
6 Dispositifs de mesure utilisés

Pression différentielle :	Transmetteur de pression différentielle Setra MR1SD
Générateur d'aérosols :	PALAS AGF 2.0
Aérosol d'essai :	DEHS (Bis(2-ethylhexyl) sebacate); CAS 122-62-3, Fa. Sigma-Aldrich/ Merck KGaA
Appareil de mesure de particules :	Trotec PC220
Détecteur à ionisation de flamme (FID) :	SK-Elektronik Thermo-FID PT-84TE
Anémomètre de calcul de débit :	Anémomètre à hélice 27106T

7 Documents utilisés

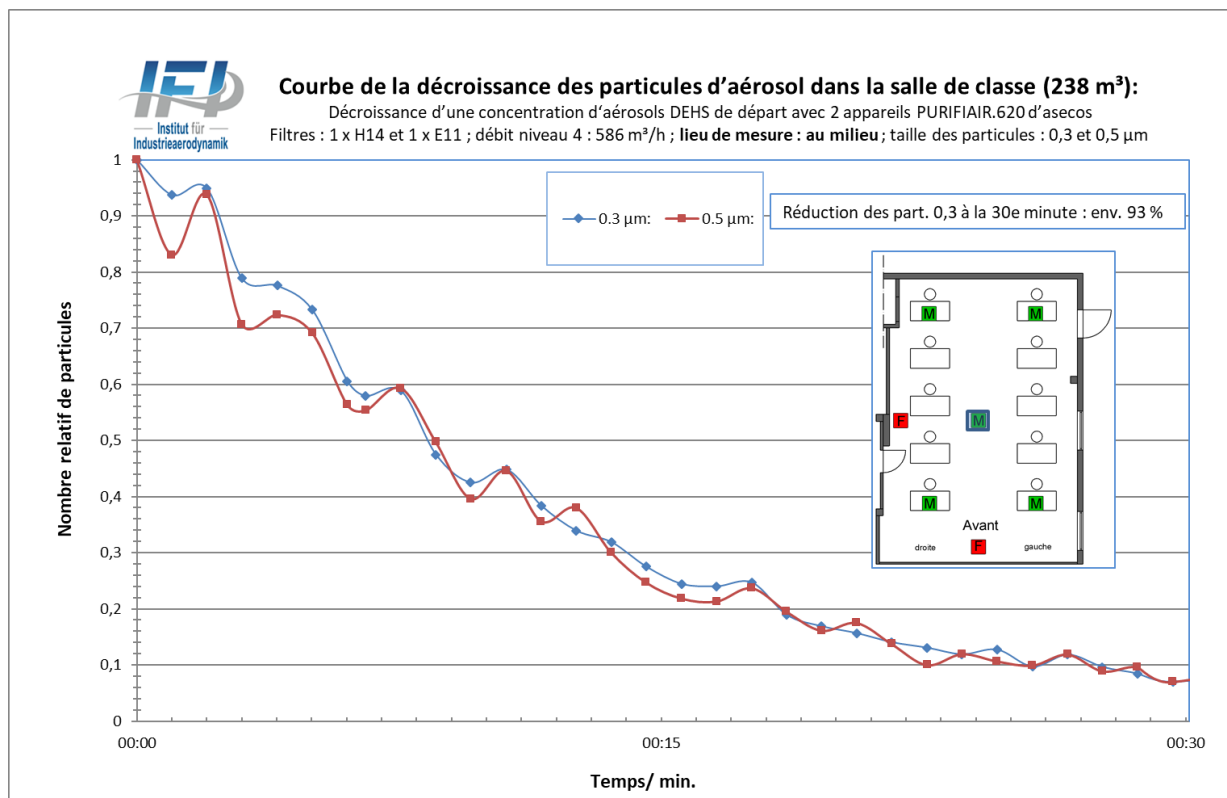
- [1] VDI EE 4300, Blatt 14 : Mesure des polluants de l'air intérieur – Exigences pour purificateurs d'air mobiles pour la réduction de la transmission de maladies infectieuses par aérosols
- [2] DIN EN 12599:2013-01 : Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen
*DIN EN 12599:2013-01 : Ventilation des bâtiments – Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de conditionnement d'air et de ventilation ;
Version allemande EN 12599:2012*
- [3] DIN 1946, partie 2, Janvier 1994 : Conditionnement d'air – exigences techniques pour la santé

Annexe A : Dessins techniques de l'appareil mobile d'air secondaire pour la purification de l'air

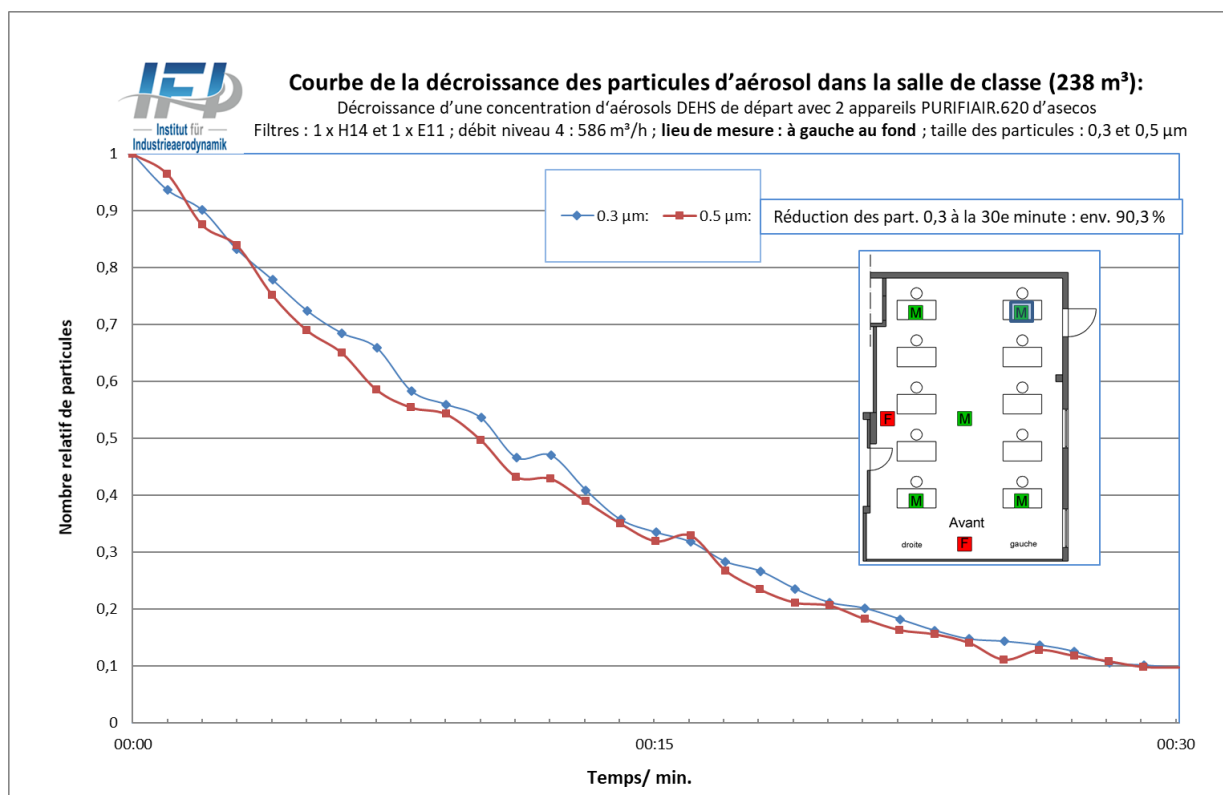


Annexe A 1: Documentation technique (projection)

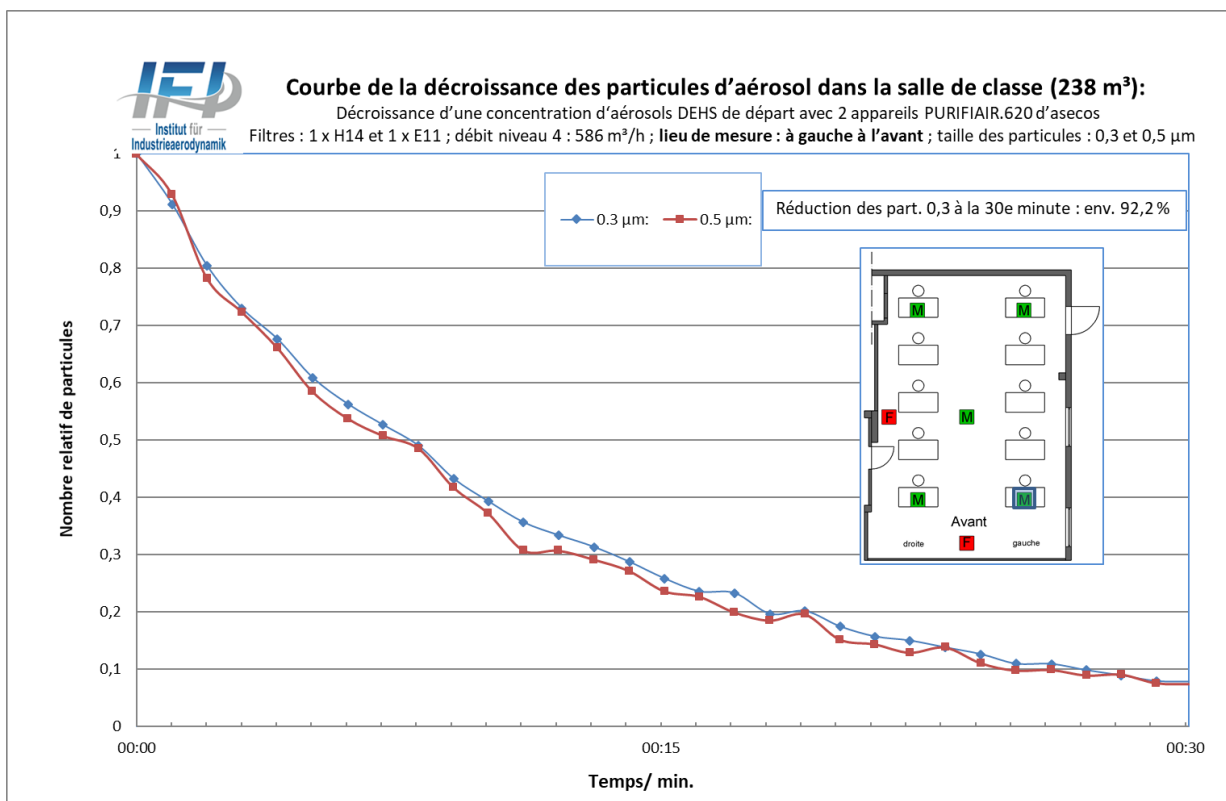
Annexe B : Résultats de la réduction des aérosols d'essai DEHS dans la salle de classe



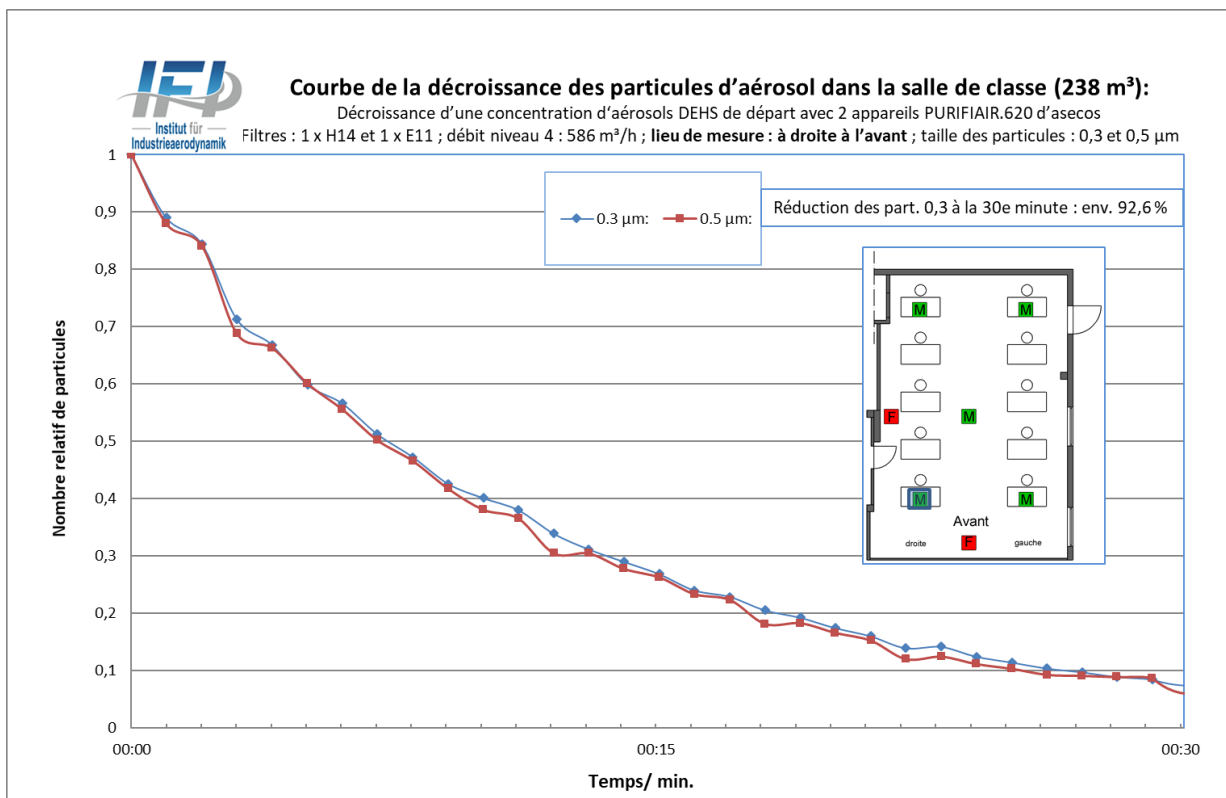
Annexe B 1: Évolution de la réduction de la concentration des aérosols ; position de mesure : au milieu de la salle de classe



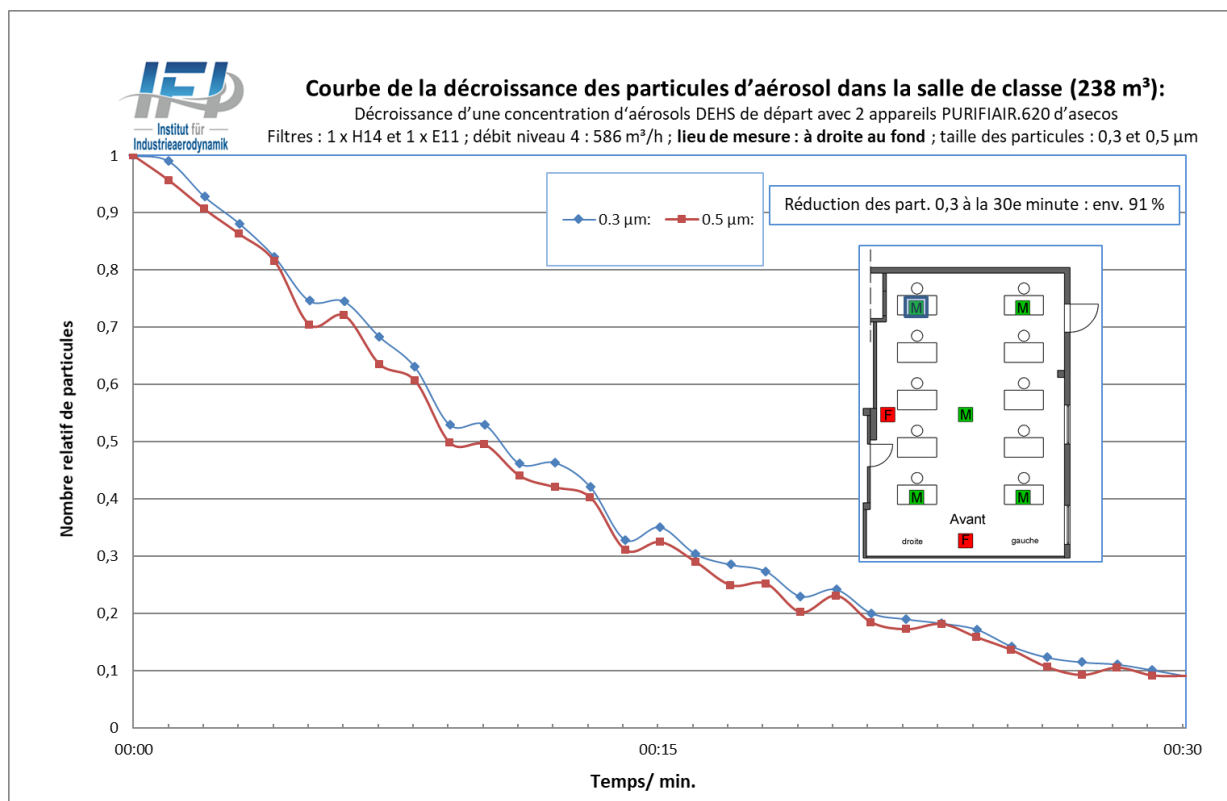
Annexe B 2: Évolution de la réduction de la concentration des aérosols ; position de mesure : à gauche au fond de la classe



Annexe B 3: Évolution de la réduction de la concentration des aérosols ; position de mesure : à gauche à l'avant de la classe

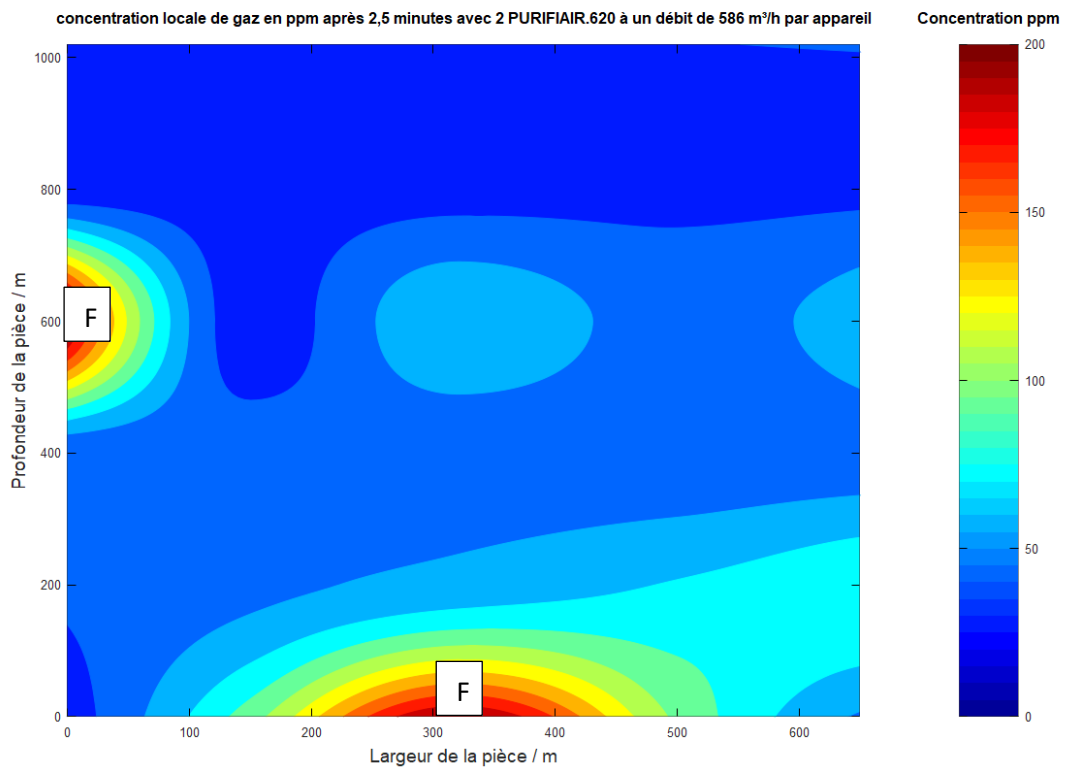


Annexe B 4: Évolution de la réduction de la concentration des aérosols ; position de mesure : à droite à l'avant de la classe

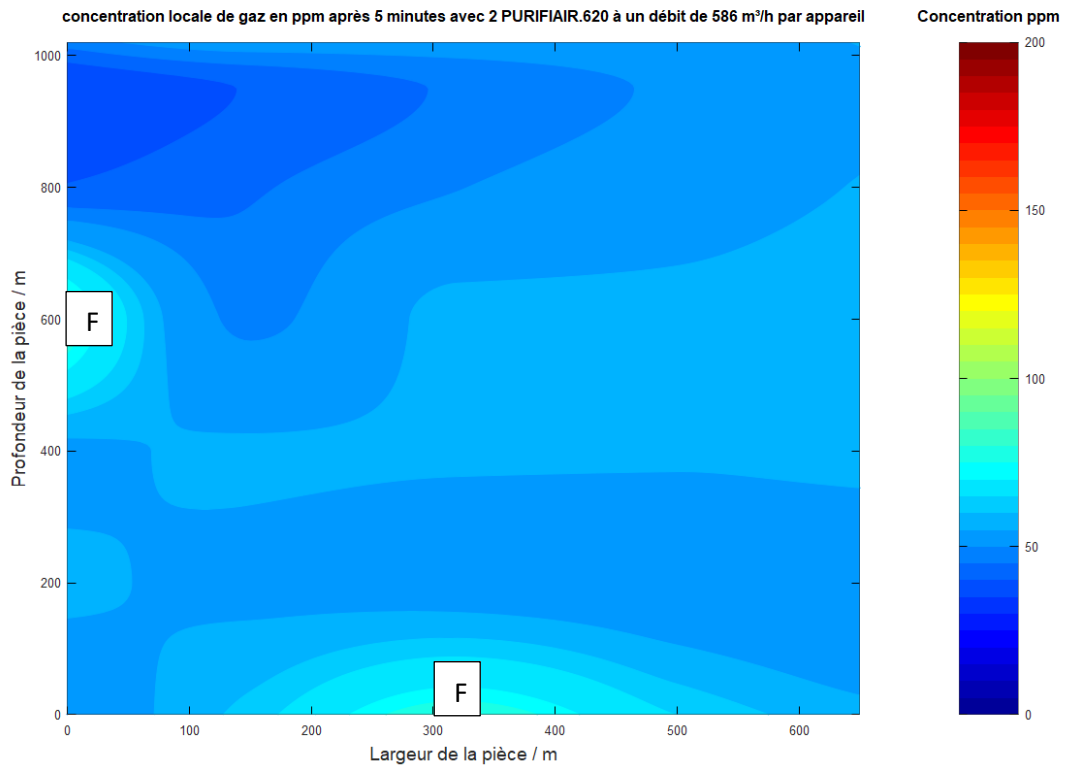


Annexe B 5: Évolution de la réduction de la concentration des aérosols ; position de mesure : à droite au fond de la classe

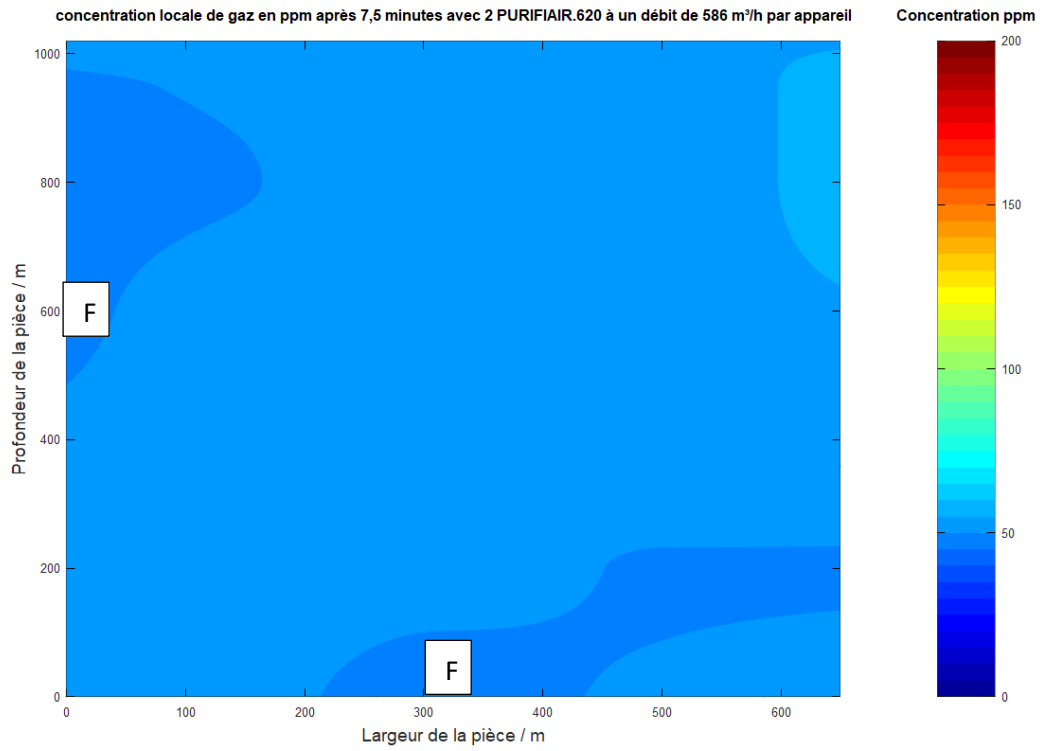
Annexe C : Résultats de l'analyse de la propagation de l'air filtré



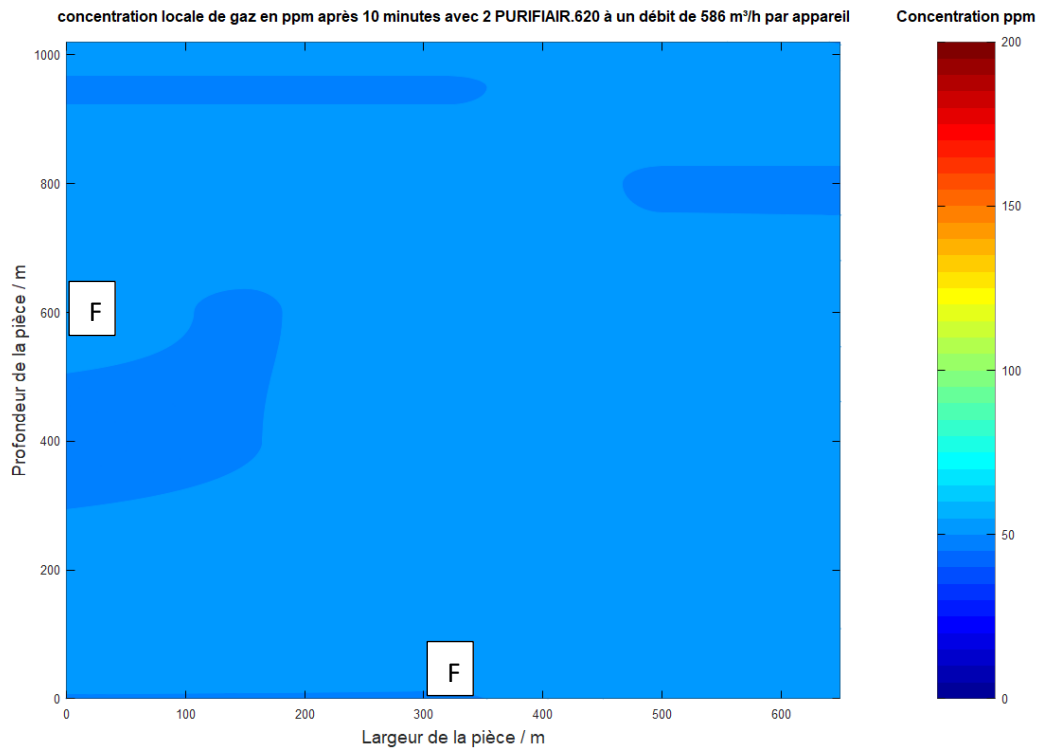
Annexe C 1: concentration locale de gaz après 2,5 minutes



Annexe C 2: concentration locale de gaz après 5 minutes



Annexe C 3: concentration locale de gaz après 7,5 minutes



Annexe C 4: concentration locale de gaz après 10 minutes