

Le livre du podcast avec de
nombreuses illustrations



Sven Rentschler

Malentendus dans la technique de ventilation et la purification de l'air



CONSEIL+ PLANIFICATION

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe Tous

droits réservés.

ISBN : 978-3-922420-74-3

Cet ouvrage, y compris l'ensemble de son contenu, est protégé par le droit d'auteur. Il ne peut être reproduit, en tout ou en partie, sous quelque forme que ce soit et par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique (photocopie, enregistrement ou tout autre moyen utilisant des systèmes existants ou futurs), sans l'autorisation écrite préalable de l'éditeur.

L'éditeur et l'auteur ne garantissent pas l'actualité, l'exactitude, l'exhaustivité et la qualité des informations fournies. Des erreurs d'impression et des informations erronées ne peuvent être totalement exclues.

1ère édition 2023

Auteur : Sven Rentschler, Rentschler REVEN GmbH, Ludwigstr. 16-18, 74372 Sersheim Photos, crédits photos :

Rentschler REVEN GmbH

Mise en page, couverture, dessins, illustrations : Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com Rédaction : Eva

Schwarz, technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

Impression : Esser bookSolutions GmbH, Göttingen

Éditeur : cci Dialog GmbH, Poststr. 3, 76137 Karlsruhe

Vous trouverez le programme complet de nos titres et une sélection exclusive d'ouvrages spécialisés sur cci-dialog.de.
cci Buch est une marque déposée de cci Dialog GmbH.

Avis sur le podcast

Le podcast a rencontré un tel succès qu'il était tout naturel d'en faire un livre. Voici quelques commentaires qui parlent d'eux-mêmes :



« ... le podcast sur le thème des courants d'air m'a donné envie d'en savoir plus... »

« ... je tiens à vous féliciter pour l'intéressant podcast
« Idées reçues sur la ventilation et la purification de l'air »
et vous remercier pour ces informations... »

« ... Merci beaucoup pour ce podcast vraiment
serait la bienvenue . Je suis chef de projet dans
ans et j'ai pu en tirer beaucoup pour la pratique et d'autres projets.
Je serais ravi de pouvoir construire votre prochaine cuisine avec
construire votre prochaine cuisine... »

« ... Je tiens à vous féliciter pour ce podcast. Le sujet est très compréhensible, même pour des personnes comme moi qui ne sont pas très familiarisées avec le domaine... »

« ... En tant qu'auditeur attentif de votre podcast, je souhaite profiter de l'occasion pour commander l'ouvrage spécialisé annoncé pour 2023. J'espère que d'autres épisodes seront consacrés au thème de l'air, notre denrée la plus précieuse... »

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Gabriele Wiedemann et Eva Schwarz. Je travaille avec ces deux prestataires depuis de nombreuses années et notre collaboration est toujours fructueuse. Il y a plus de dix ans, cette collaboration a donné naissance à un catalogue de produits pour notre entreprise, REVEN GmbH, qui traitait des mêmes thèmes que ce livre. Nous avons également réalisé d'autres projets avec cette équipe, comme la mise en place réussie du site Internet de notre entreprise. L'expérience que nous avons acquise lors de ces projets a largement contribué à la rédaction de cet ouvrage.

Les illustrations de Mme Wiedemann et les corrections apportées au texte par Mme Schwarz s'appuient sur leur longue expérience commune et constituent la base d'une compréhension sans précédent du sujet. La collaboration pour la réalisation de cet ouvrage a été agréable et simple et a abouti à un résultat que je n'aurais pas pu obtenir seul avec une telle qualité.

Je tiens également à remercier tout particulièrement nos associés du groupe SCHAKO, qui ont soutenu dès le début le projet d'écriture d'un livre et ont su reconnaître l'opportunité de mettre en avant la devise de notre groupe « Pure competence in air. ».

Je remercie également mes collègues Holger Reul, Sascha Kess et Vitali Lai pour toutes les discussions stimulantes sur les thèmes de la ventilation et de la purification de l'air au cours des dernières années, qui m'ont beaucoup inspiré pour cet ouvrage.

Je serais ravi de pouvoir poursuivre et approfondir les thèmes et réflexions abordés dans cet ouvrage. Vous pouvez me contacter via LinkedIn. Je me réjouis d'ores et déjà de nos échanges.

Avant-propos

Avec le début de la pandémie en 2020, une bonne ventilation est devenue l'un des sujets les plus importants en Allemagne. Partout dans le pays, des discussions ont eu lieu sur la qualité de l'air intérieur. La question de la ventilation adéquate des salles de classe a fait l'objet de débats passionnés. On a souvent constaté avec étonnement que de nombreux bureaux ne disposaient pas d'un système de ventilation permettant d'alimenter les locaux en air frais. Les fabricants de purificateurs d'air compacts ont soudainement vu poindre une ruée vers l'or. Dans tout le pays, des discussions controversées ont eu lieu sur la manière de mesurer et d'évaluer la pollution de l'air intérieur. Des campagnes ont même été lancées pour promouvoir l'air pur comme l'aliment le plus important.

D'où vient cet engagement soudain et si véhément ? Bon nombre de ces arguments et questions m'accompagnent depuis le début de ma carrière. J'ai rejoint notre entreprise, REVEN GmbH, en 1995.

REVEN signifie REntschler VEntilation. La ventilation est précisément le domaine dans lequel la société REVEN GmbH est active depuis des générations et auquel je me consacre moi-même depuis des décennies, d'abord en tant que directeur technique, puis en tant que directeur général. Les purificateurs d'air et les produits de ventilation de la société REVEN GmbH sont utilisés pour garantir un air pur dans les locaux à usage commercial. Il s'agit par exemple de halls de production dans l'industrie alimentaire, d'installations dans la construction mécanique ainsi que de grandes cuisines et cantines. Ces locaux de production ont tous un point commun : l'air ambiant ou l'air des halls est souvent très pollué et vicié. Mesurer et analyser le degré de pollution dans ces zones, filtrer et purifier l'air : telles sont les tâches auxquelles nous nous consacrons depuis des décennies chez REVEN GmbH.

Depuis le début de la crise du coronavirus en 2020, ces tâches liées à la purification de l'air ne concernent plus seulement le secteur industriel, mais sont devenues un sujet d'actualité dans l'ensemble de la société.

Allemagne. Au cours des discussions parfois très animées, j'ai remarqué que les tâches à accomplir dans les secteurs commercial et privé se ressemblaient de plus en plus. Cependant, en raison de l'augmentation soudaine et rapide de la demande, certains fabricants n'ont plus été très précis quant aux performances des purificateurs d'air ambiant. Beaucoup de choses ont été affirmées et encore plus promises. L'effet de ventilation, la performance des filtres et l'efficacité de nombreuses solutions sont difficiles à comprendre, surtout pour les profanes, et ont donné lieu à des malentendus dans le débat. Ces malentendus, par exemple en ce qui concerne la propreté de l'air et la purification adéquate de l'air ambiant dans les salles de classe, sont similaires à ceux qui se sont cristallisés depuis des décennies dans l'industrie sous forme de demi-vérités.

Cet ouvrage vise à donner un aperçu des malentendus et des demi-vérités qui entourent le thème de la ventilation et à en expliquer l'origine, tant dans le domaine privé qu'industriel.

Je n'aborderai pas ces différents thèmes de manière trop scientifique, mais plutôt à partir des expériences que j'ai acquises depuis 1995 dans le cadre de mon activité professionnelle et de ma pratique chez REVEN GmbH. Dès mes études d'ingénierie mécanique à l'université de Stuttgart, j'ai pu me familiariser avec les tâches importantes d'une gestion réussie de la technologie et de l'innovation. J'ai ainsi acquis de précieuses connaissances en matière de développement de produits innovants et d'échange de connaissances entre la recherche et la pratique.

À travers cet ouvrage, je souhaite encourager cet échange et l'approfondir dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air afin de dissiper certains malentendus.

« Dans notre environnement pollué, l'air devient peu à peu visible. »

(Norman Kingsley Mailer (1923-- -2007), écrivain américain)

Table des matières

Remerciements	3
Avant-propos	4
1. Comment aspirer quelque chose ?	9
1.1. Malentendus concernant la mesure de la pollution atmosphérique	12
1.2. Souffler peut aider à détecter et à aspirer !	22
2. Comment filtrer quelque chose ?	27
2.1. La confusion entre filtration et séparation	29
2.2. Les cyclones peuvent aider à purifier l'air !	35
3. Comment éliminer les vapeurs et les odeurs ?	47
3.1. La confusion entre vapeurs et aérosols	50
3.2. Les appareils de mesure FID peuvent aider à analyser la pollution de l'air !	57
4. Comment neutraliser les virus et les odeurs ?	65
4.1. Le malentendu concernant les rayons UV-C	68
4.2. Le rayonnement UV-C peut-il éliminer les aérosols ?	77
5. Comment rendre les flux d'air visibles ?	87

5.1. Le malentendu dû aux images colorées illustrant les flux d'air	90
5.2. Les simulations CFD rendent les courants d'air visibles !	95
 6. Comment mesurer la pollution atmosphérique ?	105
6.1. Le malentendu concernant la qualité de l'air intérieur	114
6.2. Les mesures de particules rendent la pollution atmosphérique visible !	126
 Conclusion	132

1. Comment peut-on aspirer quelque chose ?



Comment peut-on simplement aspirer quelque chose ? En principe, c'est une question simple à laquelle tous les collègues spécialisés dans la technique de ventilation pourraient répondre immédiatement ! Mais une aspiration efficace est-elle vraiment aussi simple et triviale qu'on pourrait le penser à première vue ?

Exemple pratique : l'aspirateur

Prenons un exemple simple que nous connaissons tous : passer l'aspirateur, que ce soit dans notre voiture ou dans le salon. Lorsque nous passons l'aspirateur, nous voulons aspirer les saletés, comme les miettes de pain sur le tapis. Plus nous approchons la buse de l'aspirateur des miettes sur le tapis, plus celles-ci sont aspirées facilement et rapidement. Nous obtenons le meilleur résultat en plaçant la buse de l'aspirateur directement au-dessus de la saleté. En un clin d'œil, les miettes ont disparu dans l'aspirateur.

Voilà la réponse à la question « comment bien aspirer quelque chose » ! Il faut le capturer à 100 %. Ce n'est qu'alors qu'il peut être entièrement aspiré. Dans notre exemple, nous avons dû placer la buse de l'aspirateur directement au-dessus des miettes de pain sur le tapis afin de bien les aspirer et de les éliminer complètement.

La bonne position d'aspiration

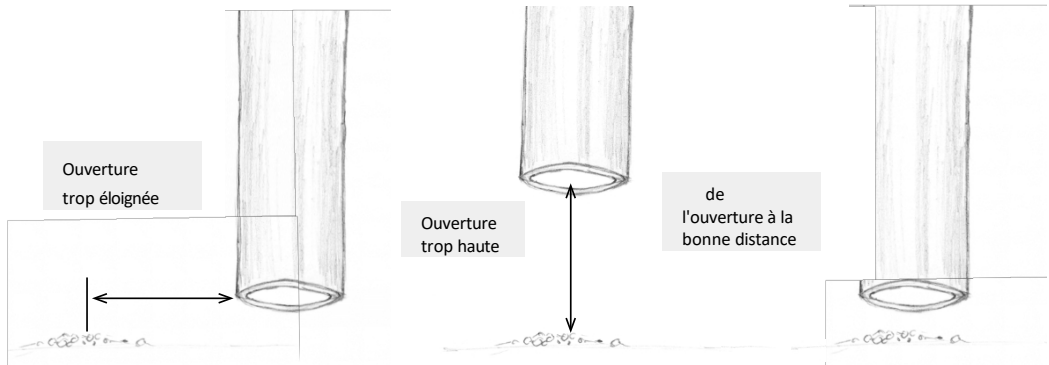


Illustration 1

Ce principe de base doit être appliqué dans la technique de ventilation partout où l'air vicié et pollué doit être entièrement aspiré : dans les salles de classe où l'air contaminé par des virus doit être éliminé, dans les ateliers de soudage où les fumées de soudage doivent être captées, dans les cuisines où les vapeurs de cuisson doivent être aspirées et dans la construction mécanique, où les réfrigérants et lubrifiants vaporisés doivent être captés sur les machines-outils modernes. Dans tous ces exemples, les vapeurs, les gaz, l'air contaminé par des virus et les aérosols doivent être captés et aspirés sous différentes formes.

Il convient ici de prêter une attention particulière à l'ordre des opérations :

d'abord capter, puis aspirer !

1.1. Malentendus concernant la détection des polluants atmosphériques

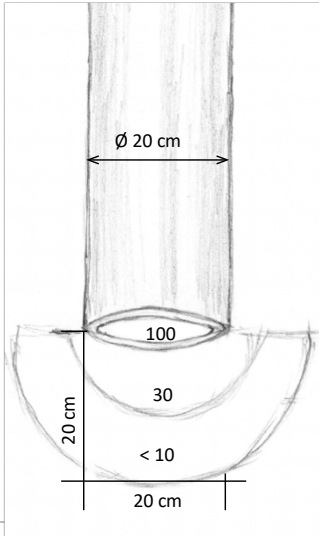
Comme nous l'avons appris dans notre exemple au début, les miettes de pain sur notre tapis ne peuvent être aspirées rapidement et facilement avec l'aspirateur que si nous plaçons la buse directement au-dessus des miettes ! Il en va de même pour la ventilation dans les cuisines. Il est important de respecter la bonne distance lors de l'aspiration. Peu importe qu'il s'agisse d'un grand système de ventilation dans une cantine d'usine ou de notre cuisine privée à la maison. Notre hotte design à la maison est également soumise au même principe décrit ci-dessous pour capter et aspirer les vapeurs de cuisine.

Idée fausse

Rapport entre la puissance d'aspiration et la distance du tuyau d'aspiration

La puissance d'aspiration directement à l'ouverture d'un dispositif d'aspiration est de 100 %. Cela vaut également pour la buse de notre aspirateur ! Ici aussi, la puissance d'aspiration maximale est atteinte directement à l'ouverture de la buse. Plus nous nous éloignons de l'ouverture de la buse, plus la puissance d'aspiration diminue. Ce qui est très souvent sous-estimé, c'est la mesure dans laquelle la puissance d'aspiration diminue. Avec un tuyau d'aspiration d'un diamètre de vingt centimètres, la puissance d'aspiration n'est plus que de 10 % de la puissance d'aspiration initiale à une distance de vingt centimètres de l'ouverture.

Puissance d'aspiration par rapport à la distance



100 % Puissance d'aspiration directement à l'entrée du tuyau

La puissance d'aspiration diminue fortement à mesure que la distance par rapport à l'entrée du tuyau d'aspiration augmente.

La puissance d'aspiration n'est que d'environ 10 % lorsque la distance entre le tuyau d'aspiration et le diamètre du tuyau (ici 20 cm) est identique.

Illustration 2

Si la distance entre un tuyau d'aspiration et la saleté est égale au diamètre du tuyau, la puissance d'aspiration n'est plus que d'environ 10 %.

Cette règle s'applique à tous les types de dispositifs d'aspiration, qu'il s'agisse d'un aspirateur ou d'une hotte de cuisine à domicile, d'un système de ventilation dans un atelier de soudage industriel ou d'un grand plafond ventilé dans la cantine d'une usine. Si la distance entre le dispositif d'aspiration et l'endroit où les polluants libérés doivent être captés est trop grande, la puissance d'aspiration est nulle. Dans la plupart des cas, c'est déjà le cas à des distances de trente à cinquante centimètres !

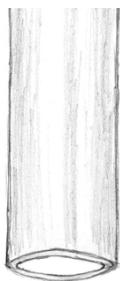
Idée fausse

Efficacité accrue grâce à des plaques à buses optimisées pour le flux

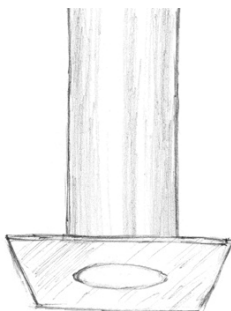
Il existe également souvent des malentendus en matière d'efficacité. Dans de nombreux cas, on pense que les plaques à buses optimisées pour le flux contribuent à une utilisation plus efficace de la force d'aspiration. Dans ce cas, une plaque supplémentaire est placée autour du tuyau d'aspiration. Le tuyau est centré dans une ouverture de la plaque et la transition entre la plaque et le tuyau d'aspiration est formée en une buse d'entrée sur un rayon. Cette buse d'entrée est censée optimiser le flux d'air dans la zone d'aspiration et ainsi assurer une aspiration plus efficace. Toutefois, si l'on compare un tuyau d'aspiration avec une plaque à buses optimisée pour le flux à un tuyau d'aspiration classique avec une plaque sans buse d'entrée, on ne constate que de faibles avantages.

Plaques à buses

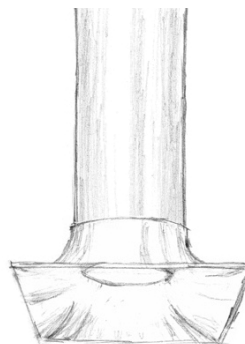
Les plaques à buses sont utiles pour « guider » le flux d'air, mais n'ont qu'un effet négligeable sur la puissance d'aspiration.



Tube d'aspiration
sans plaque à
buses



Tube d'aspiration avec
plaque bridée



Tube
d'aspiration
avec plaque à
buses

Illustration 3

Expérience – Éteindre une flamme de bougie en aspirant

Prenons l'exemple d'une bougie pour illustrer ce phénomène. Avez-vous déjà essayé d'éteindre une bougie en aspirant l'air ? Je ne peux que vous déconseiller d'essayer ! Dans le cadre de conférences sur ce sujet, je réalise régulièrement cette expérience devant un public et je me brûle presque les lèvres à chaque fois, car je dois approcher très près de la bougie, c'est-à-dire ma bouche, pour obtenir un effet sur la flamme. Cependant, éteindre la flamme en aspirant ne fonctionne généralement pas !

Cet exemple simple montre clairement à quel point l'effet d'aspiration est limité et à quel point la proximité du point d'aspiration est importante lorsque nous voulons saisir et aspirer quelque chose.

Idée fausse

La distance par rapport à l'ouverture d'aspiration du purificateur d'air n'est pas si importante

Cette idée fausse conduit souvent à des erreurs dans la pratique : dans les purificateurs d'air des écoles, les appareils de ventilation des installations de soudage, les hottes de cuisine au-dessus des appareils de cuisson et les séparateurs d'aérosols des machines-outils, les ouvertures d'aspiration sont souvent beaucoup trop éloignées du point d'émission.

Avec l'aspirateur, nous pouvons résoudre rapidement ce problème en dirigeant la buse d'aspiration vers la saleté. Malheureusement, cela n'est pas possible avec les hottes de cuisine fixes. Dans ce cas, les vapeurs de cuisson doivent parvenir jusqu'à la zone d'aspiration de la hotte, sinon elles ne sont tout simplement pas captées et ne peuvent donc pas être aspirées.

Simulation CFD

La capture et l'aspiration des flux d'air et des polluants qu'ils contiennent peuvent être simulées, visualisées et analysées en détail à l'aide de solutions logicielles appropriées. Pour cela, on utilise la simulation numérique des flux, également appelée simulation CFD. CFD est l'abréviation de Computational Fluid Dynamics (dynamique des fluides computationnelle). Ce procédé de simulation permet de visualiser les flux d'air les plus divers et d'évaluer l'efficacité de l'aspiration.

Notre expérience en interne

Dans notre entreprise, nous avons notamment étudié l'efficacité de la capture et de l'aspiration des hottes de cuisine conventionnelles. Les premières simulations numériques de flux ont été réalisées dans nos locaux dès 1996. L'analyse des simulations, encore assez simples à l'époque, et le calcul des résultats prenaient souvent plusieurs jours.

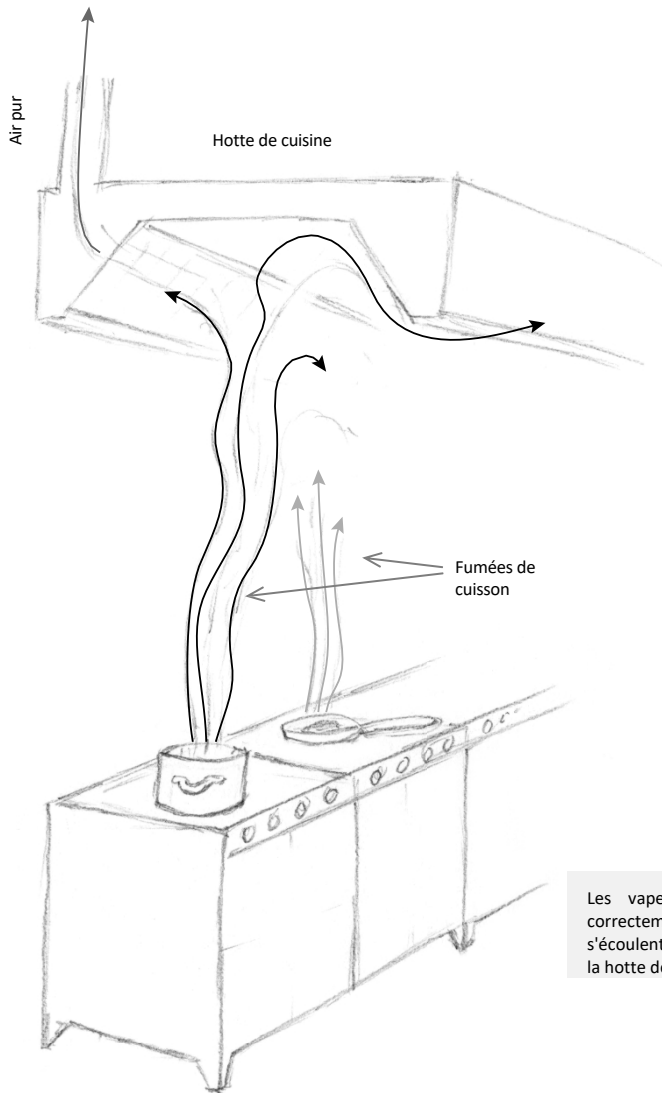
Depuis, cette technologie a évolué à pas de géant et les résultats sont désormais disponibles en une fraction du temps. Ils sont aujourd'hui beaucoup plus précis et pertinents, même pour des composants très complexes tels que les ventilateurs.

Grâce à cette évolution, il est désormais possible d'analyser et de visualiser les flux d'air non seulement pour des composants individuels, mais aussi pour des pièces entières !

Importance pour la ventilation de cuisine

Cette analyse est particulièrement importante pour les dispositifs d'aspiration situés loin de la source d'émission, comme une hotte de cuisine installée à une grande distance de la surface de cuisson. La hotte de cuisine ne peut capter que les vapeurs de cuisson qui parviennent directement dans sa zone de captage. Qu'est-ce que cela signifie concrètement ? Les vapeurs provenant des casseroles doivent s'écouler directement vers la zone d'aspiration et de filtration de la hotte de cuisine lorsqu'elles montent.

Ventilation de cuisine



Les vapeurs de cuisson ne sont correctement aspirées que si elles s'écoulent dans la zone de captage de la hotte de cuisine.

Illustration 4

Importance pour la purification de l'air dans les salles de classe

Si l'air d'une salle de classe doit être purifié en continu pendant les cours, il doit pouvoir circuler librement vers les purificateurs d'air installés dans la pièce afin d'y être capté et purifié. Souvent, une fenêtre entrouverte suffit à dévier le flux d'air de telle sorte qu'il n'est plus capté et purifié de manière suffisante.

Une mauvaise conception de l'apport d'air frais peut avoir un effet aussi défavorable sur l'aspiration qu'une fenêtre entrouverte par laquelle souffle le vent. Les systèmes CFD modernes permettent d'étudier, d'identifier et d'éliminer ces interactions. C'est la seule façon d'obtenir une capture parfaite.

Des analyses CFD réalisées sur nos propres purificateurs d'air et hottes de cuisine ont également confirmé la règle expliquée précédemment : plus les points d'aspiration des hottes de cuisine sont éloignés des casseroles, moins il est probable que les vapeurs de cuisson puissent être entièrement captées et aspirées. Des résultats similaires ont été observés avec des purificateurs d'air dans des salles de classe : plus ceux-ci étaient éloignés de la zone de propagation des virus, moins l'air contaminé par les virus pouvait être capté et aspiré.

Ventilation dans les écoles

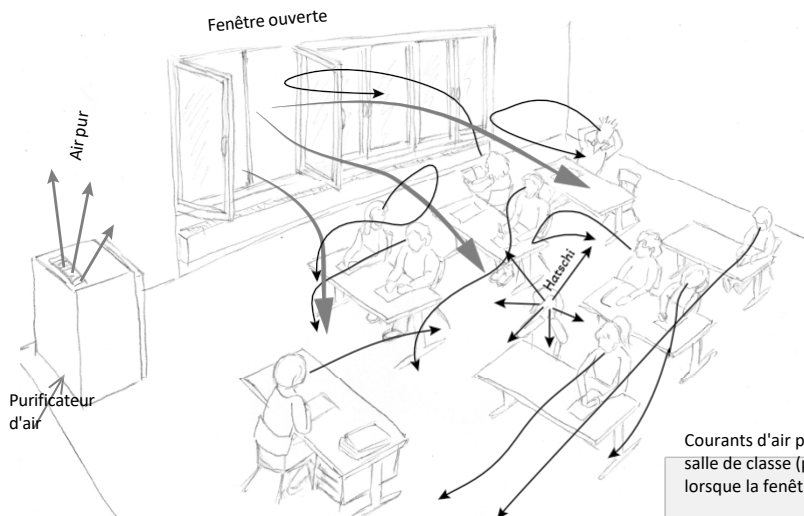
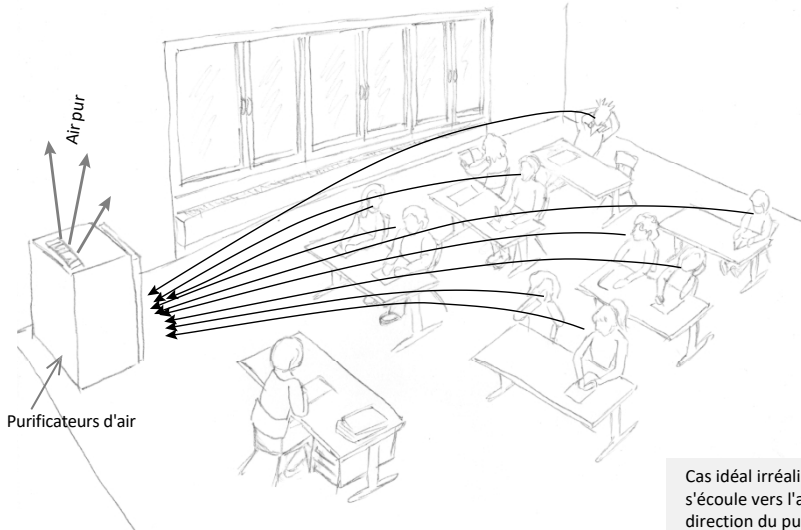


Illustration 5

Importance pour l'aspiration dans la construction mécanique

C'est exactement ce que nous avons observé lors de la simulation de conditions d'écoulement complexes dans des systèmes d'aspiration installés sur des machines-outils modernes. Là aussi, l'aspiration de l'air chargé d'aérosols de refroidissement et de lubrifiants est très souvent extrêmement inefficace, car le point d'aspiration des épurateurs d'air est beaucoup trop éloigné du lieu où les pièces sont réellement usinées et où les aérosols sont générés.

Purificateurs d'air industriels

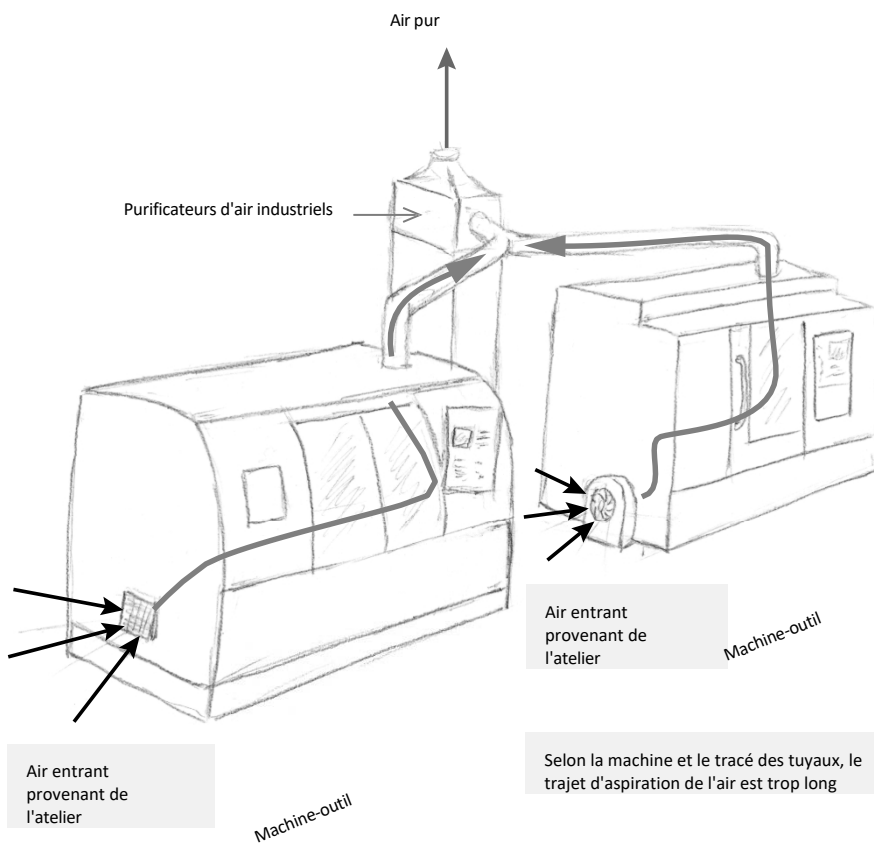


Illustration 6

Malentendu

À un moment donné, les polluants s'écoulent vers le point d'aspiration.

Dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air, nous sommes régulièrement confrontés à l'idée fausse selon laquelle l'air chargé de polluants, de virus ou d'aérosols finit tôt ou tard par s'écouler dans la zone où il peut être capté et aspiré. Dans de nombreux cas, ce n'est toutefois pas ce qui se passe. Les aérosols et autres polluants non captés polluent alors considérablement l'air ambiant.

1.2. Le soufflage peut aider à capter et à aspirer de manière !

Mais que faire s'il n'est pas possible de rapprocher la zone d'aspiration de la source d'émission des polluants ? Dans ce cas, on peut procéder de la même manière que pour éteindre la flamme d'une bougie :

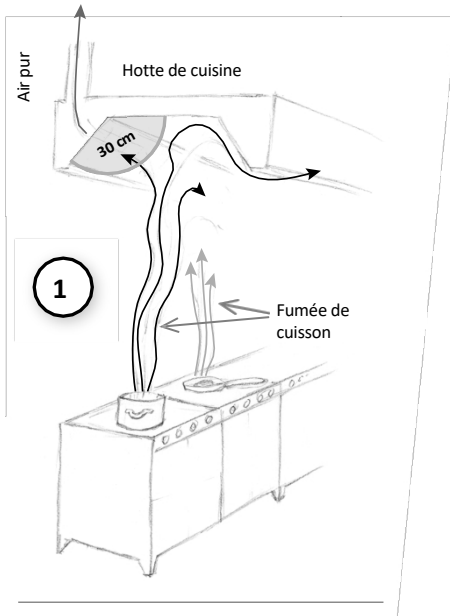
souffler au lieu d'aspirer !

Appliqué à la technique de ventilation, cela signifie que l'air à capter, y compris les virus, les aérosols et autres polluants qu'il contient, doit être acheminé le plus rapidement possible, par soufflage assisté, vers l'endroit où la puissance d'aspiration des purificateurs d'air, des hottes de cuisine ou des appareils de ventilation est la plus forte, c'est-à-dire directement dans la zone de leurs ouvertures d'aspiration.

Flux d'air soufflé pour les cuisines professionnelles

Pour y parvenir, la société REVEN GmbH a développé des hottes de cuisine modernes avec un système d'induction intégré. Un courant d'induction garantit que les vapeurs de cuisson qui s'élèvent des appareils de cuisson sont acheminées directement et très rapidement vers la zone de filtration et d'aspiration, où elles peuvent être captées et aspirées.

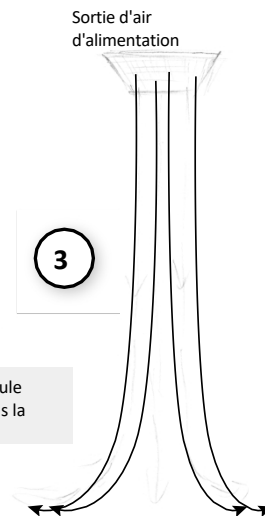
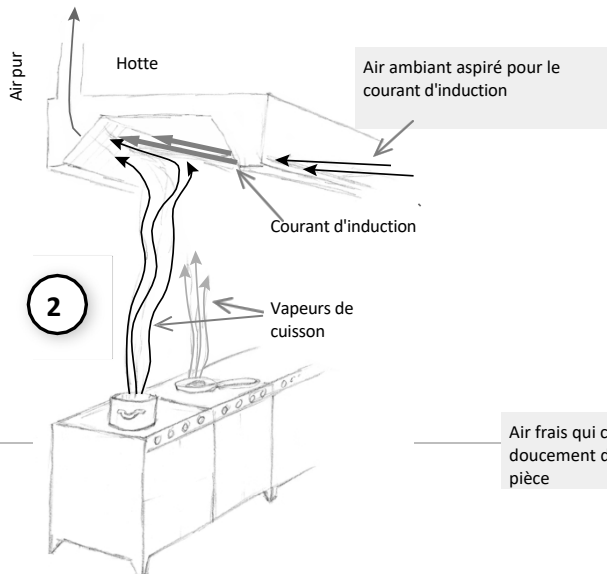
Ventilation de cuisine



1. Les vapeurs de cuisson ne peuvent être aspirées (captées) que dans un rayon de 30 cm devant le séparateur. En dehors de cette zone, les vapeurs de cuisson peuvent se répandre dans l'air ambiant.

2. Un courant d'induction souffle les vapeurs de cuisson vers le séparateur. **Toutes** les vapeurs de cuisson sont ainsi captées.

3. L'air d'alimentation à température adéquate est introduit sans perturbation et favorise la capture des vapeurs de cuisson.



Air frais qui circule doucement dans la pièce

Illustration 7

Air frais supplémentaire

La capture par des hottes de cuisine modernes de ce type peut également être améliorée par une injection optimisée d'air frais.

L'air frais est introduit dans la pièce à faible impulsion à l'aide d'un flux d'air de déplacement. Nous garantissons ainsi que la vitesse de l'air frais lors de l'injection reste très faible et que les autres flux d'air dans la pièce ne sont pas perturbés. Ce scénario peut également être analysé et visualisé à l'aide de systèmes CFD.

Flux d'air pour machines-outils

Le même principe peut également être appliqué aux machines-outils. Dans ce cas, un flux d'air est généré dans la cabine de la machine, qui s'écoule vers le purificateur d'air et garantit que les aérosols de refroidissement et de lubrification peuvent être capturés et aspirés efficacement. L'optimisation de l'aspiration dans les cabines de machines commence souvent par une question simple : si nous aspirons mille mètres cubes d'air par heure au-dessus d'une machine-outil, où cet air peut-il s'écouler dans la cabine ? S'il n'y a aucun moyen d'assurer le reflux d'air, nous obtenons une dépression très élevée dans la cabine, mais aucun flux d'air ciblé vers la zone de captage du purificateur d'air.

Exemple pratique : dépression

Ainsi, après l'installation de purificateurs d'air sur des rectifieuses très bien encapsulées, le problème s'est posé à plusieurs reprises : la porte de service de la machine-outil ne pouvait plus s'ouvrir car la dépression dans la cabine était beaucoup trop élevée !

2. Comment filtrer quelque chose ?



Comment filtrer quelque chose ? En principe, cette question est aussi simple que celle posée précédemment concernant l'efficacité de l'aspiration. Vous vous doutez certainement que la réponse n'est pas si simple.

L'efficacité de nombreux processus dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air repose sur une captation et une aspiration efficaces, y compris le nettoyage de l'air des polluants. Si, par exemple, l'air contaminé par des virus n'est pas entièrement capté et aspiré dans une salle de classe, il ne peut pas être purifié de manière fiable. Ce principe s'applique également à un grand atelier de soudage dans une entreprise de construction mécanique. Les fumées de soudage libérées contiennent des polluants et doivent être entièrement captées et aspirées. C'est la seule façon de purifier efficacement l'air ambiant de toutes les pollutions.

Un nettoyage efficace et complet de l'air comprend donc trois processus très importants :

Captage

Aspiration

Purification

La troisième étape, à savoir la purification de l'air, est le sujet qui nous intéresse ici. Là encore, il existe quelques malentendus que je voudrais clarifier. Commençons par la question suivante :

« Comment peut-on éliminer les polluants de l'air ? »

Les polluants doivent être filtrés de l'air, c'est logique ! Telle est la réponse qui vient immédiatement à l'esprit. Cependant, les séparateurs s'imposent de plus en plus dans le secteur de la purification de l'air. L'exemple le plus connu est sans doute celui des aspirateurs cycloniques de la société internationale Dyson, qui fonctionnent sans filtre.

Cette technologie fonctionne en principe comme un mini-tornade. L'air est mis en rotation et des tourbillons se forment qui, grâce à leur vitesse élevée, expulsent les particules de l'air. Ce procédé convient également pour la séparation des polluants atmosphériques. Cependant, il y a souvent des malentendus à ce sujet, car la séparation est souvent confondue avec la filtration.

2.1. La confusion entre filtres et séparation

Non-tissé

Nous pouvons également illustrer le principe de filtration à l'aide de l'exemple de l'aspirateur. Des sacs aspirateurs sont utilisés pour nettoyer l'air aspiré par l'aspirateur. Ceux-ci sont souvent composés de non-tissé. L'air peut passer à travers ce non-tissé à mailles fines, mais les particules de poussière sont retenues et ainsi séparées du flux d'air.

Filtres à particules en suspension en fibre de verre

C'est ainsi que fonctionne en principe tout type de filtration dans la technique de ventilation – , même avec des filtres à particules en suspension de très haute qualité. Cependant, d'autres matériaux filtrants sont utilisés ici. À la place du non-tissé, on utilise pour ces filtres des nattes en fibre de verre. Ces nattes sont également perméables à l'air, mais leur maillage est beaucoup plus fin que celui des sacs d'aspirateur. Les fibres des filtres à particules en suspension ont un diamètre d'environ 1 à 10 micromètres, soit de 0,001 à 0,01 millimètre. Elles peuvent ainsi filtrer des particules beaucoup plus petites que le non-tissé textile.

Filtres en maille métallique

Ce principe de filtration se retrouve également dans de nombreuses hottes aspirantes disponibles dans le commerce pour un usage domestique. Ces hottes aspirantes sont souvent équipées de filtres métalliques. Ceux-ci sont généralement constitués d'un treillis en aluminium ou en acier inoxydable, dont le principe est similaire à celui du non-tissé ou du matelas en fibre de verre, mais avec une structure beaucoup plus grossière.

Le filtre métallique relativement grossier est utilisé ici car il est beaucoup moins sensible. Que ce soit dans les cuisines domestiques ou professionnelles, les hottes aspirantes ont pour fonction de séparer les aérosols liquides du flux d'air. Ici, il ne s'agit pas de filtrer des poussières sèches comme dans un

aspirateur, mais des particules liquides telles que des gouttelettes d'eau et d'huile. Il s'agit là d'une différence importante et souvent négligée.

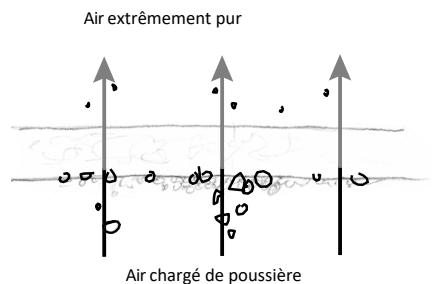
Tout type de filtre collecte et stocke ce qui est séparé du flux d'air. La quantité de substances filtrées dans le filtre augmente donc constamment. Dans le sac de l'aspirateur, les poussières sèches sont collectées et stockées jusqu'à ce que celui-ci soit complètement rempli de poussière et doive être remplacé.

Si les substances filtrées hors du flux d'air sont des gouttelettes de liquide, leur collecte est souvent beaucoup plus complexe.

Les filtres en maille métallique stockent les petites gouttelettes filtrées provenant de différents liquides directement dans le média filtrant. Cette accumulation de différents liquides peut entraîner de graves problèmes !

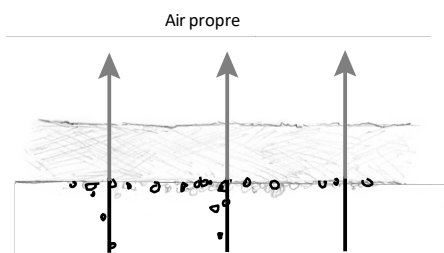
La capacité de rétention des filtres en maille métallique est souvent très faible. Cela signifie que ces filtres peuvent se colmater même avec de faibles quantités de liquide retenu. C'est pourquoi ils sont généralement conçus avec des mailles assez grossières. Ainsi, ils ne se colmatent plus, mais de nombreuses particules plus petites passent alors à travers le filtre avec l'air qui circule et ne sont pas séparées du flux d'air.

Différents filtres



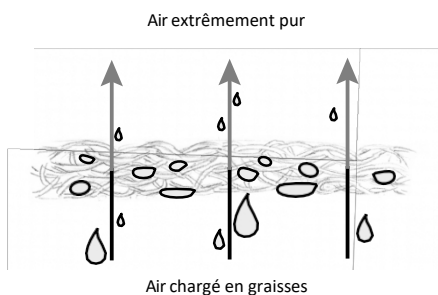
Filtre en non-tissé

Le non-tissé (par ex. sacs d'aspirateur) retient la poussière contenue dans l'air qui circule. Les particules de poussière les plus fines peuvent toutefois passer à travers le non-tissé.



Filtre en fibre de verre

La fibre de verre est plus fine qu'un non-tissé et peut filtrer, donc retenir, les particules de poussière les plus infimes, même celles de taille nanométrique.



Filtre métallique

Dans le domaine culinaire, les filtres métalliques sont principalement utilisés pour filtrer les particules de graisse. Selon leur taille, les gouttes restent coincées dans le filtre. Les plus petites gouttelettes peuvent toutefois passer à travers le filtre.

Risque de formation de germes

Dans les entreprises de transformation alimentaire et dans l'industrie manufacturière, l'accumulation de liquides dans les filtres peut également poser des problèmes d'hygiène. À des températures avoisinant les 20 °C, les germes peuvent se multiplier très rapidement dans les filtres en présence d'humidité. Il est donc souvent déconseillé de stocker et de collecter les liquides pendant une longue période et il est fortement recommandé de nettoyer ou de remplacer régulièrement les filtres.

Risque d'incendie

Si les substances filtrées sont de l'huile ou de la graisse, le liquide stocké dans le filtre représente un risque d'incendie croissant ! Un fait souvent oublié.

Exemple tiré de l'histoire de l'entreprise

Je me souviens encore très bien d'une grande réunion chez un fabricant d'outils international. Les employés m'ont montré leur site de production avec des centaines de rectifieuses. Les installations de purification de l'air dans la zone de production étaient équipées de grands filtres à particules en suspension pouvant stocker jusqu'à 100 litres de liquide. Le problème : le liquide stocké était un réfrigérant et un lubrifiant très fluide et facilement inflammable. Avec 50 filtres, cela pouvait représenter jusqu'à 5 000 litres de liquide stocké ! Lors de cette visite, lorsque j'ai interrogé les employés de l'entreprise sur la protection incendie de ces 50 installations de purification de l'air et sur les concepts de protection correspondants, j'ai vu des visages effrayés.

Mes questions et mes réflexions sur les filtres dans le domaine de la purification de l'air ne sont en aucun cas des considérations théoriques, mais se réfèrent à des dangers concrets. Malheureusement, des incendies tragiques se sont déjà produits parce que le problème de la charge calorifique n'avait pas été suffisamment pris en compte.

Exemple pratique : incendie dans une entreprise de construction mécanique

En 2006, un incendie dévastateur s'est déclaré dans une entreprise de construction mécanique du sud de l'Allemagne équipée d'un système d'extraction similaire à celui décrit ci-dessus. Les dommages causés par l'incendie se sont élevés à plusieurs dizaines de millions d'euros. Des halls de production et des installations sur plus de 3 000 mètres carrés ont été complètement détruits. L'incendie aurait été déclenché par une machine-outil défectueuse. La propagation rapide du feu dans le réseau de conduits de ventilation a fait le reste.

Exemple pratique : incendie dans un complexe hôtelier

Une catastrophe similaire s'est produite en 1980 dans un grand hôtel de 2 000 chambres à Las Vegas. Au moment de l'accident, environ 5 000 personnes se trouvaient dans le complexe hôtelier. Le feu s'est déclaré dans un restaurant de l'hôtel et s'est propagé à une vitesse fulgurante à l'ensemble du complexe. 85 personnes ont perdu la vie. Cet événement tragique est encore considéré aujourd'hui comme l'un des incendies d'hôtel les plus catastrophiques de l'histoire moderne des États-Unis.

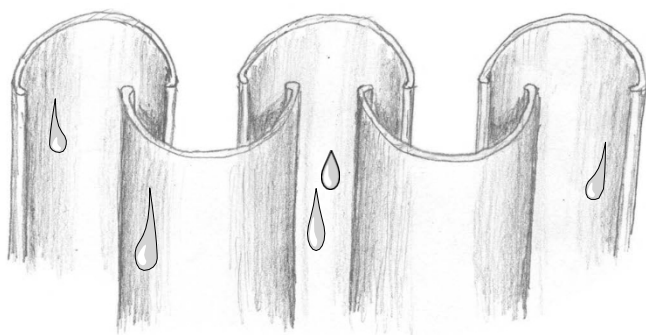
Ces incendies catastrophiques ont finalement conduit à l'abandon des filtres en maille métallique décrits ci-dessus dans de nombreux secteurs industriels. Dans la ventilation des cuisines industrielles, ils sont même interdits depuis des années dans de nombreux pays. Ainsi, en Amérique du Nord et dans la plupart des pays européens, les filtres métalliques à accumulation de ce type ne peuvent plus être utilisés dans les cuisines industrielles neuves en raison du risque accru d'incendie.

Invention des séparateurs à chicane

Après l'incendie catastrophique d'un hôtel à Las Vegas, des alternatives aux filtres en maille métallique ont été développées aux États-Unis : les séparateurs à déflecteur. Ce type de séparateur est constitué de tôles en acier inoxydable. Lors du passage de l'air, celui-ci est dévié au moins deux fois

. La différence avec les filtres traditionnels en maille métallique réside dans le fait que ces séparateurs en tôle d'acier inoxydable ne retiennent pas les liquides.

Séparateurs à déflecteur



Les fluides tels que l'huile et l'eau sont séparés au niveau des déflecteurs et s'écoulent idéalement vers le bas le long des tôles.

Illustration 9

Idée fausse

Différence entre le fonctionnement des filtres et des séparateurs

Comme nous l'avons vu, les filtres et les séparateurs fonctionnent différemment. Mais ce sont précisément ces différences qui sont à l'origine des malentendus. Souvent, les propriétés, les modes de fonctionnement et les informations sur l'efficacité sont mis dans le même panier. Parfois, on ne prend même pas la peine de séparer et de distinguer clairement les termes !

Dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air, il existe donc non seulement des malentendus concernant la différence entre filtration et séparation, mais aussi concernant le fonctionnement et l'efficacité des séparateurs en tôle métallique.

Pour clarifier les différences, nous devons d'abord examiner certains phénomènes météorologiques naturels et leur application dans les technologies de purification de l'air.

2.2. Les cyclones peuvent contribuer à purifier l'air !

Vous vous en étonnez peut-être, mais c'est pourtant vrai. Les cyclones tels que les ouragans, les typhons, les tornades et les cyclones tropicaux ont servi de modèles en matière de technique des fluides pour le développement des séparateurs modernes en tôle métallique.

Les premiers séparateurs développés après le grand incendie d'un hôtel aux États-Unis étaient de simples séparateurs à chicane. Deux tôles en acier inoxydable semi-circulaires, pliées en forme de U, sont disposées en quinconce l'une en face de l'autre. Le flux d'air est dévié deux fois lors de son passage à travers le séparateur, la première fois lorsqu'il heurte la première demi-coque et la deuxième fois lorsqu'il heurte la deuxième demi-coque.

Principe de fonctionnement du séparateur à déflexeur

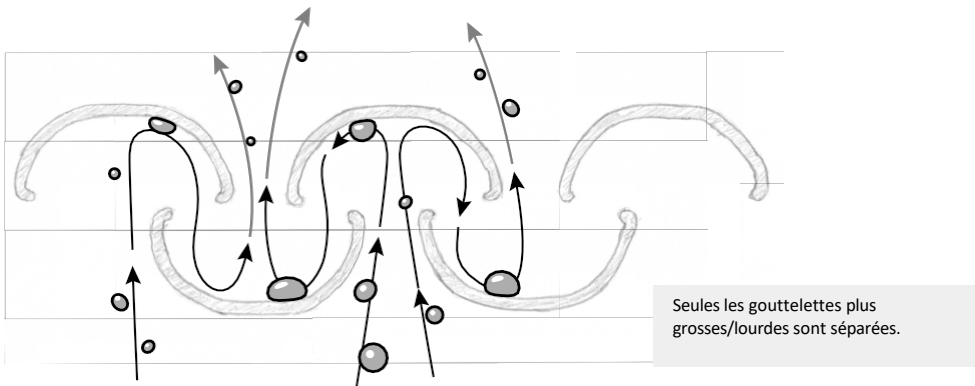


Illustration 10

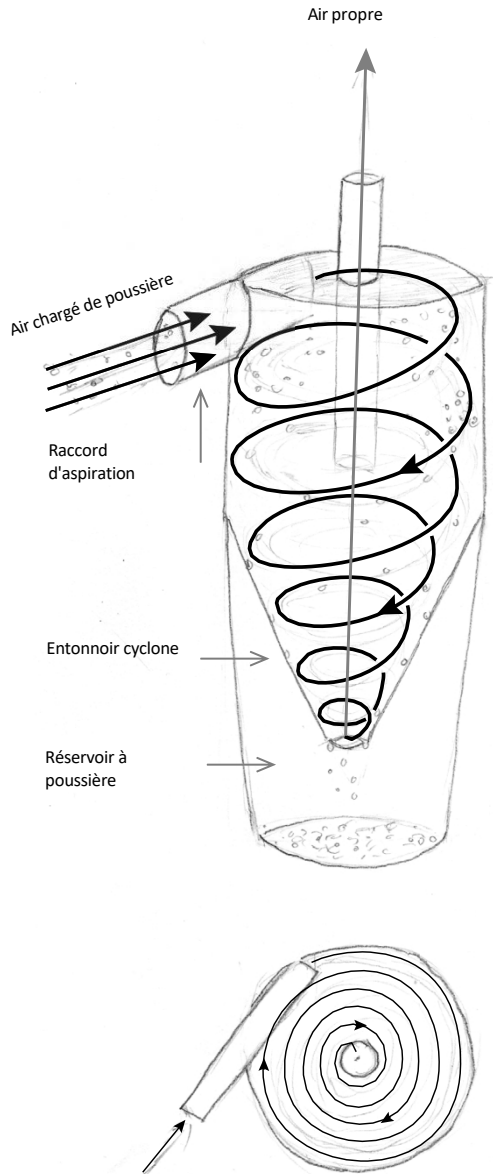
Les demi-coques en forme de U sont formées selon un rayon ou pliées à un angle de 90 degrés. Dans les deux cas, l'efficacité de séparation est toutefois très faible, car seules les grosses gouttelettes en suspension dans l'air sont séparées du flux d'air. Le flux d'air

Dans un séparateur simple de ce type, le flux est très turbulent et seules les gouttelettes très grosses, relativement lourdes et à forte inertie peuvent être séparées lors de leur collision et de la déviation du flux d'air. Les gouttelettes plus petites et plus légères transportées par l'air passent à travers ces déviations avec le flux d'air et ne sont donc pas séparées. Le seul avantage de ces séparateurs à chicane simples était qu'ils ne stockaient pas de liquide, mais leur efficacité pour séparer les particules du flux d'air était très faible.

Les cyclones tropicaux comme modèle

Ce n'est que lorsque les fabricants de séparateurs se sont inspirés de la nature et ont tiré les leçons des cyclones tropicaux qu'ils ont réussi à éliminer cet inconvénient. L'exemple le plus connu est celui de l'entreprise Dyson, mentionnée précédemment, avec ses aspirateurs cycloniques. Une technologie qui fonctionne sans filtre et qui, en principe, agit comme un mini-cyclone. Comme dans un cyclone, l'air est soumis à un courant rotatif à très grande vitesse. Plus la vitesse de rotation est élevée, plus les particules expulsées par le flux d'air sont petites et peuvent ainsi être séparées.

Principe de fonctionnement d'un aspirateur cyclone



La forme conique de la trémie cyclone imprime un mouvement spiralé à l'air aspiré.

La force centrifuge projette les particules de poussière contre la paroi.

Les particules de poussière sont collectées dans un bac à poussière.

Spirale cyclonique vue de dessus

Bien sûr, de nombreux travaux de recherche et de développement ont été nécessaires pour acquérir le savoir-faire permettant de créer de tels tourbillons artificiels à petite échelle dans les aspirateurs, les hottes de cuisine et les purificateurs d'air. Cela ne peut certainement pas être réalisé avec de simples déflecteurs courbés. La simulation numérique des flux, ou simulation CFD, est également utilisée pour le développement et l'optimisation de la technologie cyclone. CFD signifie « Computational Fluid Dynamics » (dynamique des fluides computationnelle). Cette simulation permet de visualiser les flux d'air les plus divers. Cependant, cela ne suffit pas pour optimiser les technologies de séparation. Ici aussi, il y a souvent des malentendus dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air !

Malentendu

L'optimisation du flux d'air suffit !

Dans de nombreux cas, la technique de ventilation concerne uniquement le flux d'air. Il s'agit par exemple d'amener de l'air frais dans une grande salle de concert de la manière la plus confortable possible, sans que les spectateurs ne ressentent de courants d'air désagréables ou de froid. L'amenée d'air doit également être totalement silencieuse.

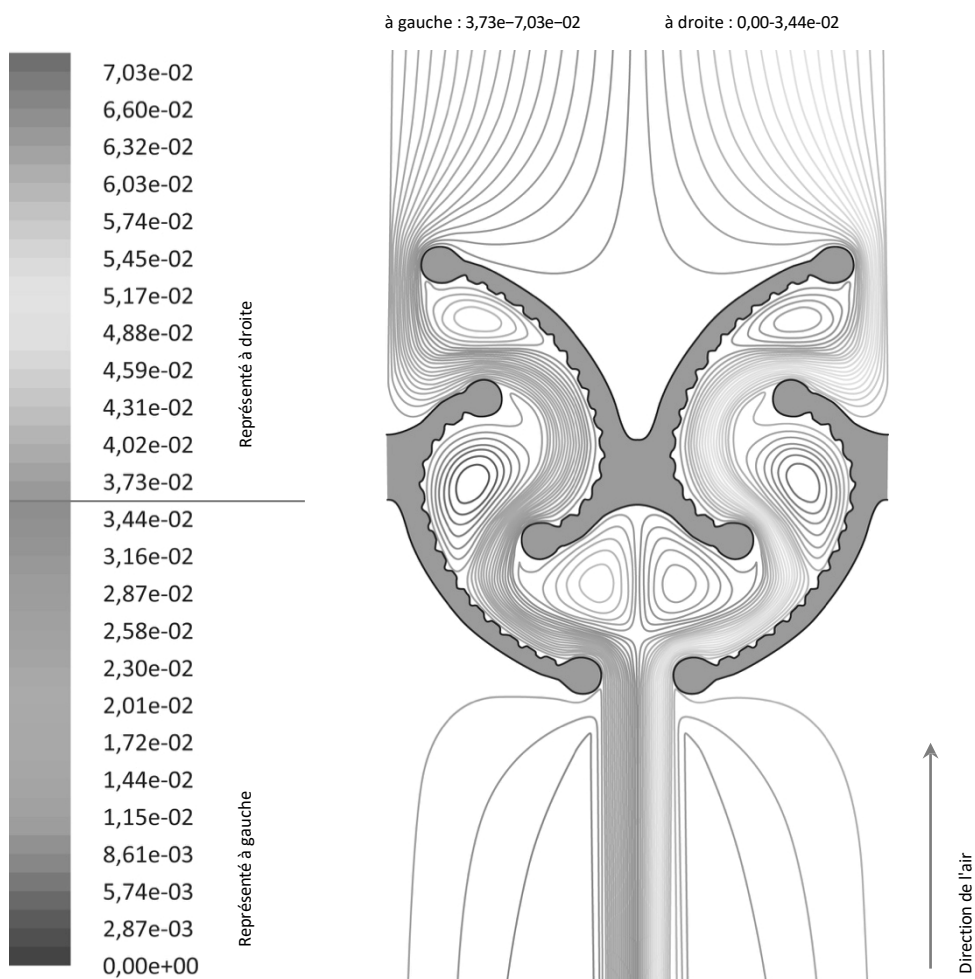
Cependant, l'optimisation des filtres et des séparateurs dans le domaine de la purification de l'air ne se limite pas à la circulation de l'air et à l'analyse de son parcours et de sa vitesse. La véritable tâche de la purification de l'air consiste à séparer les particules transportées du flux d'air par filtration ou séparation. Pour simplifier, les filtres fonctionnent comme un tamis et les séparateurs comme des tourbillons. Pour optimiser le fonctionnement des séparateurs, il faut réussir à créer de petits tourbillons dans les séparateurs. Ce n'est qu'alors que les particules sont éjectées du flux d'air et peuvent être séparées.

Analyse des trajectoires des particules

Aujourd'hui, il est également possible d'étudier et de visualiser le flux de particules à l'aide de systèmes CFD. On ne se contente donc plus d'observer les flux d'air, mais également le comportement des particules ou des aérosols qu'ils transportent.

Les aérosols plus petits et donc plus légers suivent-ils le même chemin que le flux d'air ? Une étude CFD très intéressante consiste à visualiser les différentes trajectoires des aérosols. Le tracé de ces trajectoires dépend de la taille des particules. Des analyses CFD très performantes permettent même aujourd'hui de déterminer à quel endroit d'un séparateur un aérosol est séparé du flux d'air ! Lors du perfectionnement de nos séparateurs, nous avons été plus d'une fois surpris et étonnés par les résultats d'une telle analyse.

Analyse CFD d'un séparateur X-CYCLONE®



Comportement de flux de particules de différentes tailles (kg/s)
Les différentes tailles de particules sont indiquées par différentes nuances de gris.

Illustration 12

Exemple tiré de l'histoire de l'entreprise

Lors du développement de nos séparateurs, nous pensions trop souvent savoir à l'avance comment l'air allait circuler et ce qu'il adviendrait de toutes les particules en suspension dans l'air, c'est-à-dire, où elles seraient expulsées. Afin de valider notre hypothèse, nous avons réalisé des analyses CFD. Les résultats présentés étaient souvent complètement différents de ce à quoi nous nous attendions.

Je me souviens encore d'une étude où nous étions tous convaincus à 100 % que de petits tourbillons à forte rotation se formeraient très rapidement dans un séparateur que nous avions récemment développé et qu'ils éjecteraient les particules en suspension dans l'air avec une très grande efficacité. Nous avons fièrement baptisé ce prototype nouvellement développé « X-CYCLONE® ».

Le X fait référence à la géométrie du séparateur. Nous ne l'avons plus construit à partir de deux tôles simplement pliées en forme de U, mais avons donné aux profils de séparation une géométrie beaucoup plus complexe. Au début, nous ne pouvions les fabriquer qu'avec des profilés extrudés en aluminium. Les surfaces ressemblaient à des versions miniatures d'ailes d'avion, que nous avons disposées en forme de X. Vous l'aurez deviné, la deuxième partie du nom de notre nouvelle invention fait référence aux cyclones tropicaux (–) en anglais, CYCLONE.

L'analyse CFD du nouveau prototype de séparateur était moins une analyse qu'une confirmation que nous voulions effectuer par mesure de sécurité, malgré le coût élevé. Nous connaissions déjà le résultat, du moins c'est ce que nous pensions...

Une analyse CFD est en effet très complexe. Comme expliqué précédemment, l'étude examine non seulement le comportement du flux d'air, mais aussi celui des particules présentes dans l'air. Pour pouvoir mener à bien cette étude, il est nécessaire de disposer d'un modèle tridimensionnel du séparateur.

. Pas de problème, pensais-je il y a quelques années, nous avons tout ce qu'il faut, sinon nous ne pourrions pas produire. Mais là aussi, j'étais victime d'un malentendu !

Erreur

Pour une simulation CFD, un modèle tridimensionnel des séparateurs suffit.

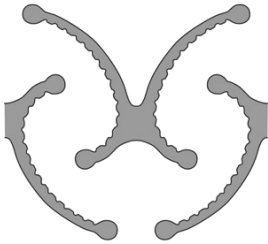
Le modèle spatial tridimensionnel

En effet, pour notre étude, nous avons besoin non seulement du modèle tridimensionnel de notre séparateur, c'est-à-dire des profilés en aluminium, mais aussi d'un modèle de la pièce traversée par l'air. Cela semble logique ! Lorsque l'on analyse le flux d'air dans un conduit de ventilation rond, on observe également l'espace cylindrique à l'intérieur du conduit et non la tôle du conduit d'air. Cela n'a toutefois pas facilité notre tâche. La géométrie de notre nouveau profilé en aluminium X-CYCLONE® étant déjà très complexe, l'espace traversé par l'air l'était d'autant plus. Or, c'est précisément cet espace qui doit être modélisé pour l'étude CFD.

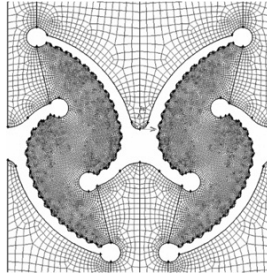
Le maillage (réseau de calcul)

À cette procédure déjà complexe s'ajoute la difficulté supplémentaire de devoir recouvrir l'espace traversé par l'air d'un maillage de calcul. On utilise souvent le terme anglais « mesh » pour désigner ce maillage. La manière dont ce maillage de calcul est disposé dans cet espace traversé par l'air a à son tour une influence considérable sur la qualité de l'analyse CFD. Cependant, si cette méthode est appliquée avec beaucoup de soin, on obtient des analyses très détaillées du flux d'air et des particules, même si les résultats peuvent être extrêmement frustrants !

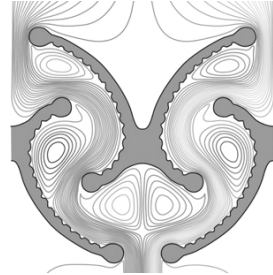
Analyse CFD d'un séparateur X-CYCLONE®



Profil du séparateur



Maillage de l'espace traversé par l'air



Analyse CFD des trajectoires de particules de différentes tailles

Illustration 13

Un résultat décevant

Tous les débuts sont difficiles- l'air circule différemment de ce que nous avons imaginé !

L'analyse CFD a donné des résultats très décevants pour nos premiers prototypes X-CYCLONE®. Dans la zone traversée par l'air, où nous étions convaincus que de petits cyclones se formeraient pour projeter les particules à une vitesse de rotation supérieure à 10 mètres par seconde, il ne s'est rien passé ! Je m'en souviens comme si c'était hier. L'analyse CFD montrait clairement une zone vide dont la forme rappelait une goutte d'environ un centimètre.

La cause

La géométrie en X de notre profil présentait une courbure beaucoup trop importante, ce qui empêchait l'air de circuler correctement et créait une zone non ventilée, sans parler des cyclones qui s'y formaient et empêchaient la séparation ! Même les professionnels de la ventilation ne peuvent pas toujours évaluer correctement le comportement du flux d'air à l'avance.

L'optimisation

Pour notre projet de développement visant à optimiser la séparation X-CYCLONE® à l'époque, cela signifiait tout recommencer depuis le début et revoir la géométrie de nos séparateurs. Il s'agit en fait d'un processus sans fin de développement et d'amélioration continus. Finalement, nous avons réussi à développer des produits utilisant une technologie similaire à celle de Dyson et à les utiliser dans la ventilation et la purification de l'air selon les normes industrielles.

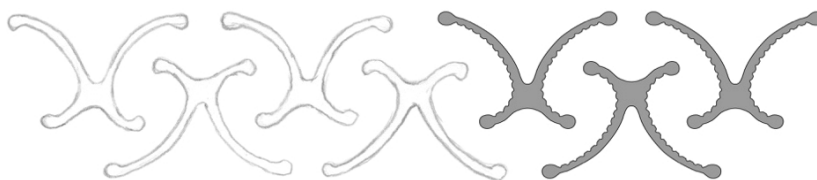
Développement de la géométrie des séparateurs



Séparateurs à chicane avec profils en forme de U



Prototype du séparateur X-CYCLONE®
avec profils en X en forme d'ailes d'avion



Séparateur X-CYCLONE® avec profils en géométrie X optimisée pour un guidage optimal du flux d'air (voir fig. 15)

Le succès de nos séparateurs

Les séparateurs X-CYCLONE® que nous avons développés se sont désormais imposés dans les secteurs les plus divers.

Sur les plates-formes de forage, dans les entreprises de finition textile, dans les installations de production de lait en poudre, dans les installations de peinture de l'industrie automobile, dans l'industrie alimentaire, dans les cuisines industrielles, dans la construction mécanique, et même dans les installations de fabrication de plaquettes de silicium pour la microélectronique, les « cyclones » de nos séparateurs à profilés X assurent désormais une purification de l'air très efficace.

Principe de fonctionnement d'un séparateur X-CYCLONE®



Illustration 15

3. Comment éliminer les vapeurs et les odeurs être éliminés ?



L'élimination des vapeurs et des odeurs est une tâche très complexe dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air. On pourrait penser qu'après avoir été capté, séparé et purifié, l'air devrait être propre et qu'aucune odeur ne devrait plus être perceptible. Toutes les particules, aérosols et polluants ont été éliminés, alors qu'est-ce qui peut encore causer des odeurs ?

Idée fausse

Il n'y a pas de pollution olfactive dans un air exempt d'aérosols, de particules et de polluants.

Malheureusement, il s'agit là d'une autre idée fausse dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air, que nous allons aborder dans ce chapitre. Permettez-moi de vous l'expliquer à l'aide d'un exemple simple tiré de la pratique.

Exemple pratique : faire le plein

Beaucoup d'entre nous se sont déjà rendus à la station-service pour faire le plein d'essence. La plupart d'entre nous ont certainement déjà senti l'odeur de l'essence ou du diesel.

Odeur d'essence lors du ravitaillement



Illustration 16

Mais pourquoi sentons-nous l'essence lorsque nous faisons le plein, alors qu'il n'y a généralement pas de projections de carburant ou d'aérosols dans l'air ? Cela devient très clair lorsque l'on veut remplir son réservoir à ras bord et que l'on doit faire attention à ne pas déborder. Lorsque l'on vérifie le niveau de carburant dans le goulot, le nez est proche de celui-ci et l'odeur du carburant est intense, même sans qu'il y ait de fuite.

Si l'on effectuait une mesure des particules à proximité immédiate du goulot, on ne détecterait aucune aérosol ou particule de carburant dans l'air autour du goulot de remplissage. Mais alors pourquoi sent-on quand même le carburant lors du plein ? La réponse est donnée ci-dessous.

3.1. La confusion entre vapeurs et aérosols

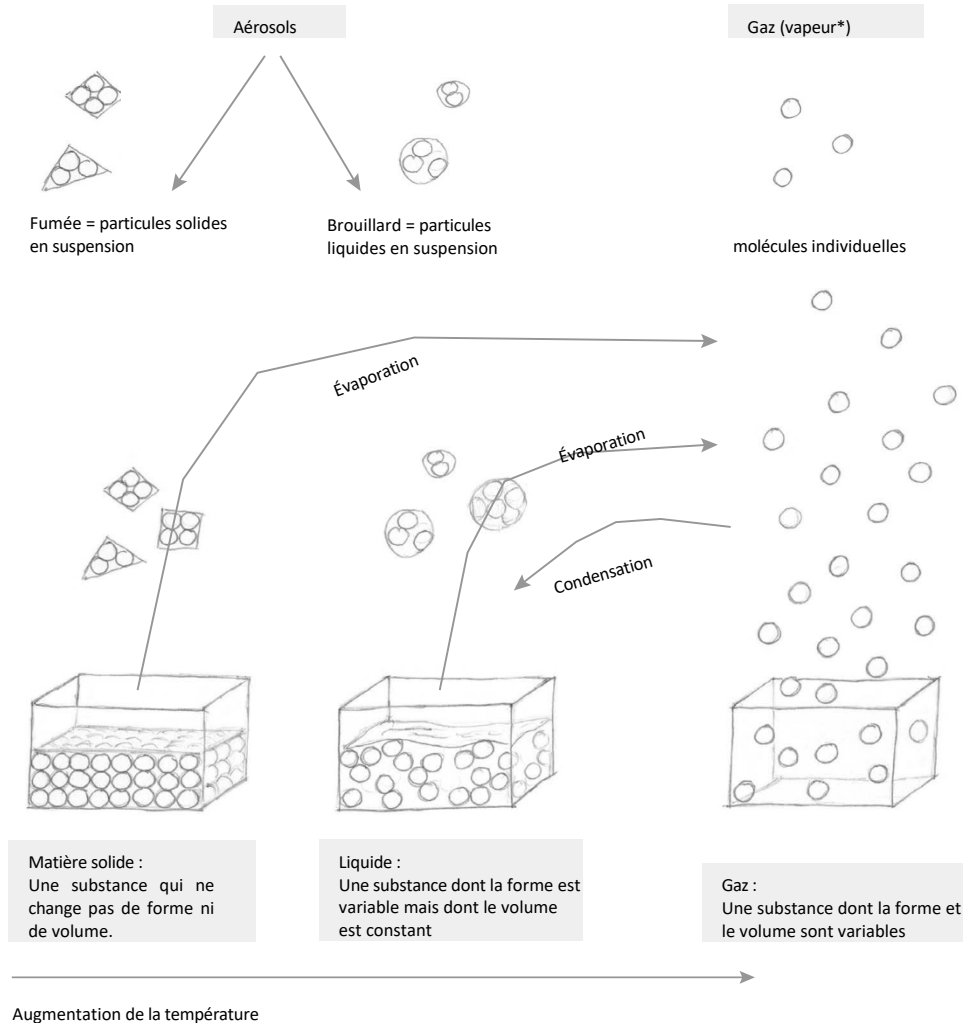
Pourquoi sent-on l'essence lors du ravitaillement alors qu'il n'y en a pas dans l'air ? Ce que vous sentez, c'est de l'essence évaporée. Le Super Plus est particulièrement volatil. Cela signifie qu'il s'évapore même à des températures relativement basses. Cette vapeur, ou plus exactement ce gaz, s'échappe du goulot du réservoir et est à l'origine de l'odeur.

Idée fausse

L'air sans aérosols est propre.

Cet exemple simple montre clairement que l'air exempt d'aérosols n'est pas nécessairement propre et peut continuer à polluer l'environnement. La pollution de l'air par des liquides évaporés est un problème qui préoccupe également les associations professionnelles.

Différence entre les aérosols et les gaz



* En général, on entend par vapeur des gouttelettes présentes dans l'air, comme les vapeurs qui s'échappent lors de la cuisson. D'un point de vue scientifique, la vapeur est toutefois l'état gazeux d'une substance (résultant de l'évaporation, de l'ébullition ou de la sublimation).

Exemple pratique issu de la construction mécanique

Je me souviens encore très bien lorsque j'ai rendu visite avec notre partenaire commercial bavarois à l'association professionnelle compétente en matière de construction mécanique en Bavière. On nous a montré des études avec des résultats de mesures qui avaient été effectuées pour analyser la pollution de l'air par les liquides de refroidissement et les lubrifiants sur des machines-outils. Les résultats montraient exactement le même phénomène que dans l'exemple ci-dessus de la station-service. L'analyse de l'air autour de la machine-outil a montré qu'il n'y avait pratiquement aucune pollution de l'air par des aérosols et que toutes les valeurs limites étaient respectées. C'est du moins ce que l'on pensait.

Lorsque les spécialistes de l'association professionnelle ont examiné la proportion de réfrigérants et de lubrifiants vaporisés provenant de différentes machines-outils, ils ont constaté des quantités considérables dans l'air – , avec des concentrations pouvant atteindre 100 milligrammes de vapeurs de réfrigérants et de lubrifiants dans un mètre cube d'air ambiant. Les valeurs limites en vigueur étaient ainsi dépassées de dix fois ! Comment cela a-t-il pu se produire ?

Les premiers effets d'évaporation se produisent sous l'effet d'une pression très élevée à l'intérieur des machines, où les liquides de refroidissement et lubrifiants sont pulvérisés en fines particules par des buses. De plus, les températures élevées des outils qui usinent le métal provoquent l'évaporation d'une grande quantité de liquide. Dans ce contexte, on sous-estime souvent le courant d'air constant généré par les purificateurs d'air dans les machines-outils.

Vapeurs de liquide de refroidissement dans une machine-outil

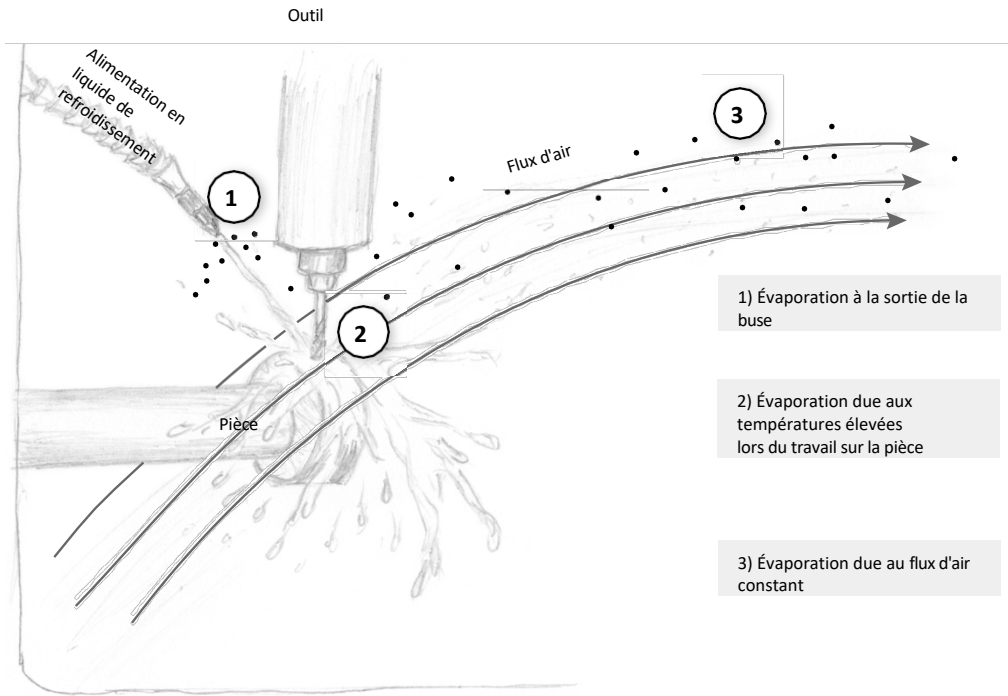


Illustration 18

Rappelez-vous ce que nous avons constaté au chapitre 1 : pour capter et aspirer, nous avons besoin d'un débit d'air évacué élevé et d'un flux d'air en direction du capteur. Ce flux d'air peut être comparé au vent qui souffle à la surface d'un grand lac. Ce flux d'air suffit à lui seul à évaporer l'eau, qui est absorbée sous forme d'humidité et transportée avec le flux d'air. Nous observons des effets similaires dans une machine-outil ou lors du ravitaillement en carburant. D'énormes quantités de liquide sont transportées dans l'air sous forme de vapeur. Ces vapeurs peuvent entraîner des risques sanitaires et des nuisances olfactives considérables.

Exemple : industrie alimentaire

Le même phénomène peut être observé dans l'industrie alimentaire et les cuisines professionnelles. Les liquides s'évaporent sur toutes les installations et tous les appareils de cuisson qui fonctionnent à des températures élevées. Les processus typiques sont la cuisson au four, la friture et le rôtissage. Les températures atteignent ici environ 140 à 190 degrés Celsius. Les huiles et les graisses s'évaporent partiellement et sont captées et aspirées par des systèmes de ventilation.

Exemple pratique : installations de friture

Dans l'industrie alimentaire, nous avons déjà pu admirer des installations destinées à la friture de chips de pommes de terre, dont les dimensions correspondaient à celles d'une grande baignoire. Dans cette cuve, des centaines de milliers de chips de pommes de terre sont frites chaque jour, libérant ainsi d'énormes quantités de vapeur. Celle-ci se compose en grande partie d'huile évaporée provenant de la graisse de friture et d'eau évaporée qui était encore contenue dans les chips avant la friture. Ici aussi, nous avons constaté le phénomène décrit précédemment : lors de l'analyse de l'air évacué par le processus à l'aide d'une mesure des particules, aucune pollution de l'air n'a été détectée, l'air semblait propre et à peine pollué. Néanmoins, il était déjà visible à l'œil nu que l'air évacué par ce processus de transformation ne pouvait pas être propre, car il ressemblait au nuage de vapeur d'une vieille locomotive à vapeur. De plus, comme à la station-service, une odeur intense était perceptible. Celle-ci était certes plus agréable qu'à la station-service, mais elle indiquait clairement une pollution de l'air.

Exemple : cuisine privée

Vous pouvez observer un phénomène similaire chez vous, dans votre cuisine, lorsque vous faites cuire un steak à haute température, par exemple. Il peut y avoir quelques projections d'huile pouvant être qualifiées d'aérosols, mais ce qui s'élève au-dessus de votre cuisinière et est capté et aspiré par votre hotte aspirante est principalement de l'air contenant des vapeurs d'huile et d'eau. Il n'y a que très peu de gouttes, d'aérosols et d'éclaboussures.

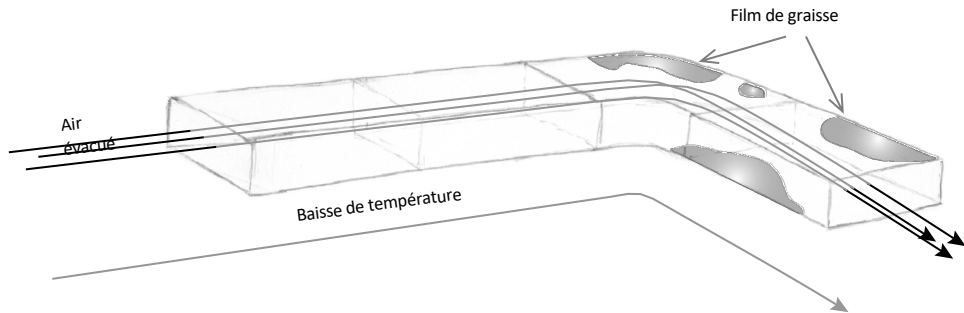
Condensation des liquides vaporisés

Dans l'industrie et les cuisines professionnelles, ces liquides vaporisés posent de gros problèmes dans l'air évacué. En effet, ces vapeurs ne sont pas seulement responsables d'odeurs désagréables, elles peuvent également se condenser lorsque l'air évacué se refroidit. Le liquide vaporisé repasse alors de l'état gazeux à l'état liquide. Ce phénomène s'observe principalement dans les grandes entreprises industrielles et les grands hôtels. Pourquoi ? Parce que dans les grands bâtiments, les conduits d'évacuation d'air sont souvent très longs.

Problèmes d'hygiène et risque d'incendie dus à de longs conduits d'évacuation d'air

Qu'il s'agisse d'un processus de cuisson dans une grande cuisine d'hôtel ou d'un processus de transformation dans une entreprise industrielle, l'air qui est capté et aspiré directement au niveau du processus doit ensuite être transporté sur une très longue distance à travers le conduit d'évacuation avant de quitter finalement le bâtiment et d'être expulsé à l'aide de grands appareils de ventilation. Au cours de ce long trajet à travers le conduit de ventilation, souvent constitué de segments rectangulaires en tôle, l'air se refroidit. La vapeur se condense alors et se dépose dans les conduits d'évacuation d'air et dans l'appareil de ventilation. Ces dépôts constituent non seulement un problème d'hygiène, mais aussi un risque d'incendie.

Les longs conduits d'évacuation d'air et leurs dangers



En sortant, l'air continue de se refroidir. Les vapeurs se condensent et forment des films d'eau et de graisse à l'intérieur du conduit d'air évacué, un terrain propice aux micro-organismes et une source potentielle d'incendie.

Illustration 19

Les normes européennes exigent la prise en compte des vapeurs et de leur condensation

Un air exempt d'aérosols et de particules n'est donc pas nécessairement propre. Ce que l'on perçoit souvent comme une nuisance olfactive est généralement constitué de vapeurs. C'est pourquoi les normes européennes telles que la norme DIN EN 16282 exigent qu'outre la purification de l'air dans les cuisines professionnelles à l'aide de filtres et de séparateurs, les liquides évaporés et leur condensation soient également pris en compte ! Pour cela, ces concentrations parfois très élevées doivent être mesurées et analysées.

3.2. Les appareils de mesure FID peuvent être utiles pour analyser la pollution atmosphérique !

Les appareils de mesure FID permettent d'obtenir une indication de la quantité de liquide évaporé dans l'air. FID est l'abréviation de « détecteur à ionisation de flamme ». Un appareil de mesure FID permet de déterminer la quantité de composés organiques volatils évaporés. Dans le langage courant, on parle souvent de « C total » dans l'air évacué, ce qui désigne les hydrocarbures sous forme de vapeur présents dans l'air. Si nous voulons par exemple savoir quelle quantité de carburant évaporé nous respirons lorsque nous faisons le plein, un tel appareil de mesure est l'équipement idéal. Les appareils de mesure FID sont également très utiles pour analyser les réfrigérants et lubrifiants évaporés dans l'industrie manufacturière ou dans les installations de production alimentaire.

Mesurer la quantité de particules et de vapeur

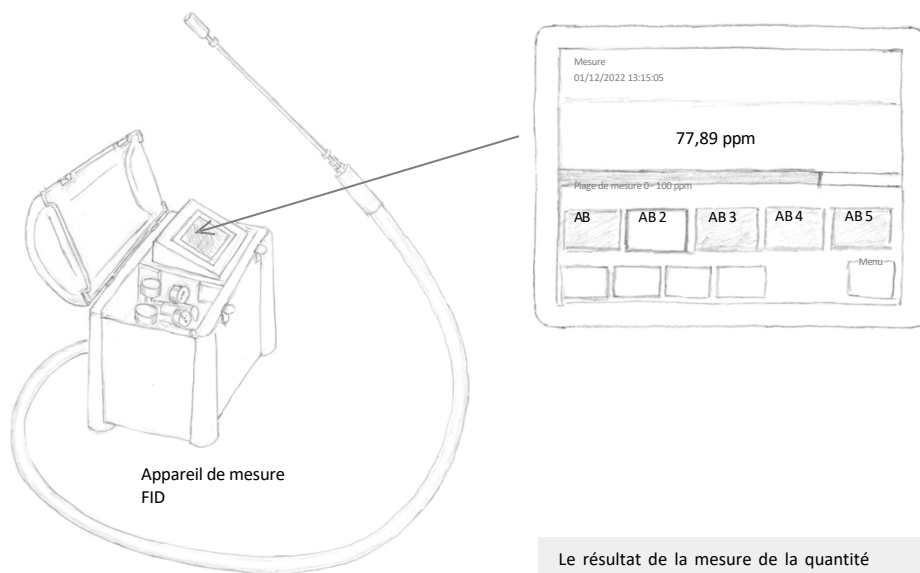


Illustration 20

Analyse de la pollution atmosphérique

Si l'on analyse l'air évacué par les procédés mentionnés ci-dessus, la pollution réelle résulte généralement de la somme des aérosols et des vapeurs présents dans l'air. Le résultat d'une telle analyse globale montre souvent que 80 milligrammes de vapeur et seulement 20 milligrammes d'aérosols sont présents dans un mètre cube d'air ambiant. Appliqué à cet exemple, cela signifierait que nous aurions au total 100 milligrammes de pollution dans un mètre cube d'air ambiant. Peu importe ici qu'il s'agisse d'un réfrigérant ou d'un lubrifiant dans une entreprise de construction mécanique, d'huile de friture dans la production alimentaire ou dans la cuisine d'un hôtel, car le problème et la tâche à accomplir sont les mêmes : nous devons nous occuper des deux.

Malentendu

Il n'est pas nécessaire de mesurer les liquides évaporés.

Nous devons nous préoccuper aussi bien des liquides évaporés que des aérosols en suspension dans l'air provenant de ces liquides. Une erreur fréquente dans les techniques de ventilation et de purification de l'air consiste à ne pas mesurer ni analyser ces pollutions atmosphériques. Si des mesures sont effectuées, elles portent au mieux sur la concentration en particules des aérosols. Les vapeurs et les aérosols ne sont pratiquement jamais analysés ensemble. Cela a également été confirmé par des discussions avec des collègues de l'association professionnelle en Bavière.

Dans les friteuses des cuisines industrielles ou les grands récipients collecteurs de copeaux métalliques chauds dans les usines de fabrication ou les installations similaires, des nuages blancs s'élèvent partout pendant le fonctionnement. Visuellement, elles ressemblent beaucoup à la vapeur qui s'élève lorsque l'on fait chauffer de l'eau dans une casserole à la maison. La différence est toutefois que la vapeur qui s'élève des récipients industriels contient des huiles et des liquides de refroidissement ou des lubrifiants.

Ces substances sont souvent à l'origine d'odeurs très désagréables et sont beaucoup trop peu prises en compte et analysées.

Effectuer des mesures de particules et FID

Il est indispensable d'analyser ces émissions à l'aide d'une mesure des particules et d'une mesure FID. Ces mesures permettent en effet de déterminer la mesure à prendre ensuite. La purification de l'air par élimination de ces vapeurs.

Solution 1 : charbon actif

Une solution peut par exemple consister à utiliser des filtres à charbon actif. En termes simples, le charbon actif fonctionne comme une sorte de filtre moléculaire. Il est très poreux et comporte de nombreux pores minuscules qui peuvent absorber les vapeurs par adsorption. Les vapeurs sont ainsi retenues à la surface du charbon actif. Cependant, cela ne fonctionne que tant que le charbon actif n'est pas trop saturé par les aérosols produits lors de la condensation.

Inconvénient de l'utilisation du charbon actif

Souvent, les filtres à charbon actif ne sont utilisés qu'à la fin d'un long conduit d'évacuation d'air, dans l'appareil de ventilation. Lorsque l'air évacué arrive à cet endroit, il a déjà refroidi de plusieurs degrés et les vapeurs commencent à se condenser. Les nombreux petits pores du charbon actif se bouchent alors beaucoup trop rapidement et perdent ainsi toute leur efficacité. Si les vapeurs qui se condensent sont des huiles, elles forment littéralement, en combinaison avec le charbon actif, un mélange hautement inflammable !

Utilisation du charbon actif

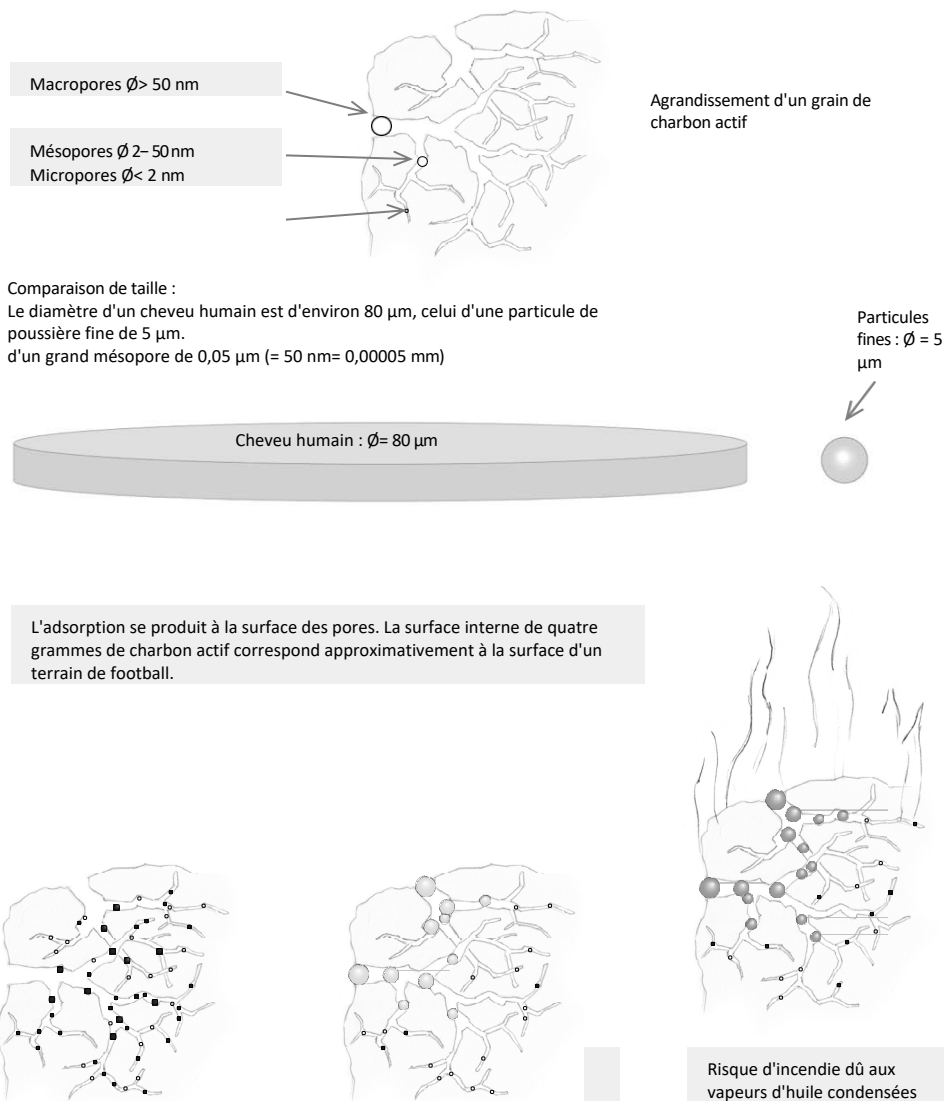


Illustration 21

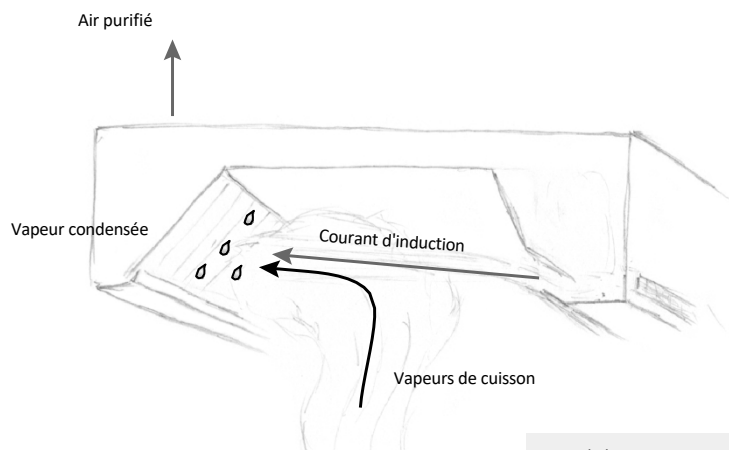
Solution 2 : condensation forcée

Une autre possibilité pour maîtriser les liquides évaporés et réduire leur quantité consiste à procéder à une condensation forcée directement lors de la détection et de l'aspiration.

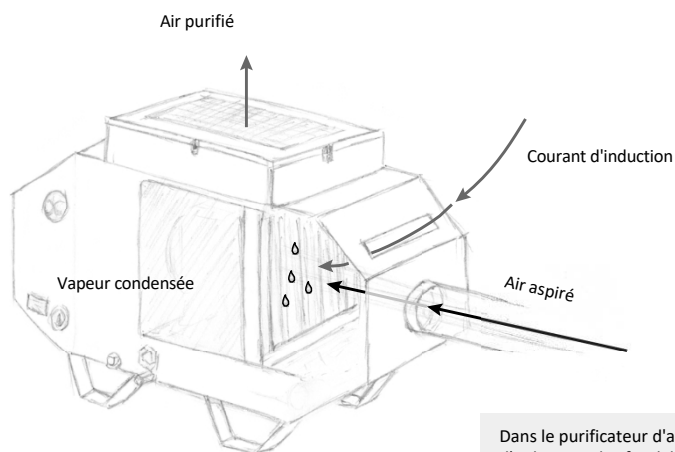
Comme décrit au chapitre 1, nous avons développé chez REVEN GmbH des dispositifs de captage qui non seulement aspirent, mais soufflent également. L'air à capter, chargé d'aérosols, de virus et de polluants, est transporté le plus rapidement possible, grâce à un soufflage assisté, vers la zone où la puissance d'aspiration des purificateurs d'air, des hottes de cuisine et des appareils de ventilation est la plus élevée, c'est-à-dire directement vers leurs ouvertures d'aspiration.

À cette fin, nous avons développé des hottes de cuisine modernes ainsi que des purificateurs d'air industriels équipés d'un dispositif supplémentaire de soufflage. Dans le cas des hottes de cuisine, cela garantit que les vapeurs de cuisson ascendantes s'écoulent rapidement et directement de l'appareil de cuisson vers la zone de filtration et d'aspiration, où elles sont captées et aspirées. De plus, nous avons réussi à forcer la condensation des liquides évaporés. L'air du flux d'induction, c'est-à-dire le flux d'air insufflé, est toujours quelques degrés plus froid que l'air à capter. Cette différence de température nous aide à déclencher la condensation des liquides évaporés directement lors de la capture et de l'aspiration, tant dans nos hottes de captage perfectionnées que dans nos purificateurs d'air pour machines-outils.

Condensation forcée



Dans la hotte aspirante de cuisine : grâce au flux d'induction plus frais, les vapeurs se condensent et sont séparées avant d'atteindre le conduit d'évacuation.



Dans le purificateur d'air industriel : grâce au flux d'induction plus froid, les vapeurs se condensent avant le séparateur X-CYCLONE® et sont séparées.

Avantages de la condensation forcée

Une fois débarrassé des liquides évaporés et des aérosols en suspension dans l'air, l'air évacué du processus est véritablement purifié et propre. Les émissions olfactives sont également réduites au minimum et peuvent être entièrement neutralisées à l'aide de filtres anti-odeurs installés en aval. Les technologies utilisées pour la neutralisation des odeurs peuvent être des systèmes à UV, à ozone, à charbon actif ou à oxydation chimique. Elles ont toutes un point commun : elles ne fonctionnent et ne déploient toute leur puissance que si l'air évacué a été préalablement purifié de manière efficace des aérosols et des vapeurs. Ce n'est qu'alors que les technologies supplémentaires installées en aval pour éliminer complètement les odeurs ont un sens. Plus d'informations à ce sujet dans le chapitre suivant.

4. Comment les virus et les odeurs peuvent-ils Neutraliser ?



La neutralisation des odeurs et l'élimination complète des virus et des bactéries présents dans l'air est une tâche qui nécessite plusieurs étapes. Il faut tout d'abord procéder à une captation et une aspiration efficaces, puis utiliser des filtres ou des séparateurs d'aérosols très performants. Dans ce contexte, il est également nécessaire de condenser les vapeurs, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent. Ce n'est qu'en respectant toutes ces étapes que les odeurs peuvent être éliminées de manière fiable et complète à l'aide de systèmes UV-C ou ozone.

Idée fausse

Le rayonnement UV permet de résoudre tous les problèmes liés aux virus, aux bactéries et aux odeurs.

Une idée fausse très répandue dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air, qui persiste malgré tout, est de croire qu'il n'est pas nécessaire de se soucier de toutes ces étapes, de la détection et de l'aspiration à la condensation en passant par la séparation. Il suffirait d'installer n'importe quelle lampe émettant une lumière ultraviolette dans les purificateurs d'air et les systèmes d'évacuation d'air pour que tout fonctionne parfaitement. C'est en tout cas ce que suggèrent les promesses de nombreux acteurs du marché, que j'entends régulièrement.

Il existe de nombreuses idées fausses et informations erronées concernant le fonctionnement et l'efficacité des technologies de purification de l'air qui utilisent les rayons ultraviolets. Tout d'abord, de nombreux fabricants n'informent pas les utilisateurs sur le domaine d'application réel des rayons ultraviolets. Un aspect important auquel il faut absolument prêter attention est la question suivante : « Que veut-on obtenir en utilisant des systèmes UV-C ? » Voulons-nous éliminer les virus et les bactéries de l'air ou voulons-nous éliminer les graisses et les huiles de l'air évacué ? Je pense que vous conviendrez avec moi qu'il s'agit là de tâches différentes et que l'élimination des virus de l'air évacué ne peut en réalité pas être assimilée à l'élimination des huiles et des graisses.

C'est pourquoi nous devons d'abord discuter de l'utilisation que nous souhaitons faire du rayonnement ultraviolet dans notre système de ventilation. Le choix du système UV-C dépend de la tâche à accomplir. Ces systèmes peuvent avoir différentes fonctions, notamment :

- *Désinfection d'objets*
- *Neutralisation des odeurs dans l'air*
- *Élimination des virus et des bactéries dans l'air*

Ces trois tâches concernent déjà trois domaines complètement différents, qui nécessitent chacun l'utilisation de systèmes UV-C très différents. Il n'existe pas de système capable de remplir ces trois fonctions.

À cela s'ajoute la tâche entourée de mythes de la soi-disant combustion des graisses. Nous expliquerons plus tard de quoi il s'agit.

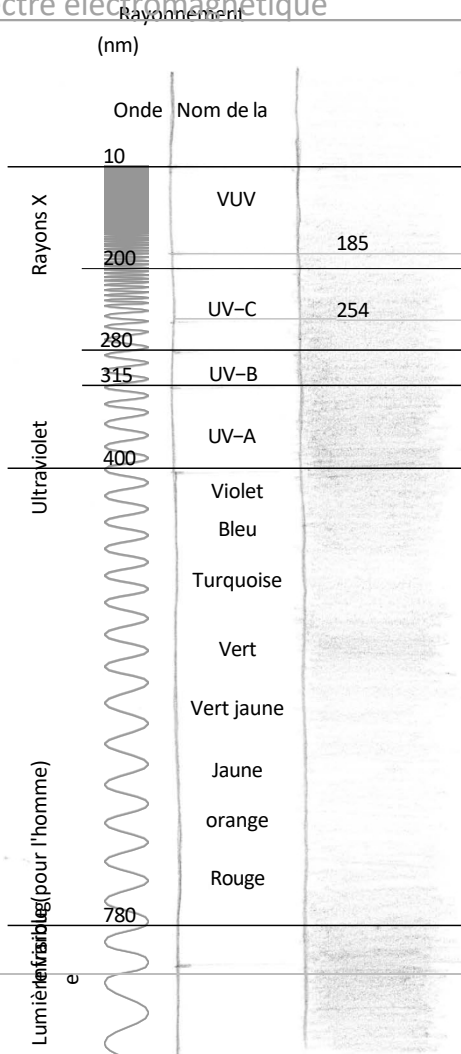
Nous avons donc besoin d'un système UV-C spécialement conçu pour l'une de ces tâches. Mais même dans ce cas, il n'est pas certain que la tâche en question puisse être accomplie de manière satisfaisante.

4.1. Le malentendu concernant le rayonnement UV-C

Les systèmes UV-C sont souvent intégrés dans les purificateurs d'air domestiques. Dans le contexte de la pandémie mondiale, le marché a été littéralement inondé de tels purificateurs d'air à partir de 2020. Les utilisateurs se sont vu promettre que le rayonnement ultraviolet de ces appareils pouvait tuer les virus dangereux. Mais comment cela peut-il fonctionner ?

Visuellement, ces systèmes UV-C rappellent les tubes fluorescents classiques que l'on trouve par exemple dans les systèmes d'éclairage des grands bureaux. Ils sont disponibles en différentes tailles. Lorsqu'on allume un tube UV-C, il n'émet pas une lumière blanche comme l'éclairage de bureau, mais une lumière bleutée, comme celle des solariums. Cette lumière bleue est un rayonnement UV-C à ondes courtes généré artificiellement, dont la longueur d'onde est comprise entre 250 et 280 nanomètres environ.

Spectre électromagnétique



UV-A et UV-B

Ces rayons UV sont les seuls à atteindre la Terre. L'être humain en a besoin pour produire sa propre vitamine D. Ils provoquent le bronzage de la peau. À forte dose, ce rayonnement est toutefois nocif, tant à court terme (risque de coup de soleil) qu'à long terme (risque de cancer de la peau).

UV-C

Pour la stérilisation, on utilise une lumière UV-C artificielle d'une longueur d'onde comprise entre 250 et 280 nm. La longueur d'onde de 254 nm est particulièrement idéale pour endommager le patrimoine génétique des micro-organismes. Les UV-C sont également nocifs pour l'homme.

V(ide)UV

Une lumière artificielle d'une longueur d'onde de 185 nm est utilisée à partir du spectre ultraviolet pour former de l'ozone. Cette utilisation ne fonctionne qu'avec des tubes en quartz spéciaux.

Illustration 23

Facteur longueur d'onde

Pour les systèmes UV-C, la longueur d'onde du rayonnement est importante, car c'est le seul moyen de tuer les bactéries et les virus ou d'empêcher leur prolifération en endommageant leur patrimoine génétique. Cette connaissance est utilisée depuis longtemps dans le domaine médical, par exemple pour désinfecter les instruments chirurgicaux et les outils médicaux. Ces appareils de désinfection se présentent souvent sous la forme de boîtes rectangulaires ressemblant à des fours à micro-ondes courants. Ces boîtes intègrent des tubes UV-C qui permettent d'irradier l'intérieur dans une gamme de longueurs d'onde comprise entre 250 et 280 nanomètres. Les objets placés dans un tel stérilisateur à ultraviolets sont alors désinfectés par le rayonnement UV-C.

Le facteur temps

Les fiches techniques de ces stérilisateur UV-C indiquent à plusieurs reprises qu'une stérilisation complète, c'est-à-dire l'élimination totale des germes, peut être obtenue après une durée d'irradiation d'environ 30 secondes.

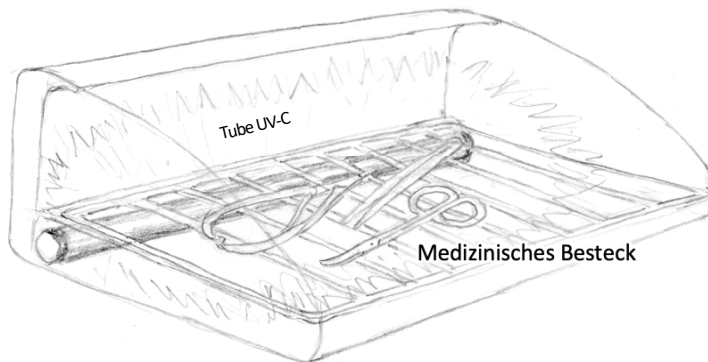
Sur la plupart des stérilisateur UV-C, il est possible de régler une durée de désinfection comprise entre 30 secondes et 60 minutes, tout comme sur un micro-ondes domestique.

Longueur d'onde+ Durée= Résultat souhaité

Nous avons ainsi défini un premier domaine d'application pour lequel il existe de nombreuses solutions techniques, produits et expériences : si l'on souhaite rendre totalement inoffensifs les virus et les bactéries présents sur des objets tels que les ciseaux, les couteaux, les pinces, les aiguilles, etc., nous avons besoin d'un rayonnement ultraviolet artificiel dans une gamme de longueurs d'onde comprise entre 250 et 280 nanomètres environ. Il est également très important que ces objets soient exposés à ce rayonnement pendant au moins 30 secondes afin d'être réellement stérilisés. Ainsi

C'est en tout cas la recommandation des fabricants de stérilisateurs UV-C, utilisés depuis de nombreuses années dans le domaine médical.

Désinfection dans un stérilisateur UV-C



Ce stérilisateur moderne fonctionne en deux étapes :

- Rayonnement UV-C (254 nm) pendant au moins 30 secondes afin de détruire le patrimoine génétique des micro-organismes.
- Rayonnement VUV (185 nm) pour tuer complètement les micro-organismes grâce à l'ozone.

Illustration 24

Que devons-nous en conclure pour la technique de ventilation et la purification de l'air ?

En réalité, la réponse est assez simple et évidente : si nous voulons tuer les bactéries et les virus présents dans un flux d'air, nous avons besoin du même rayonnement ultraviolet, qui doit agir sur les virus et les bactéries pendant une durée déterminée.

Idée fausse

La stérilisation de l'air fonctionne exactement comme celle des objets.

Aussi simple et évident que cela puisse paraître, c'est là que commencent les problèmes dans le domaine de la ventilation. Dans les appareils de ventilation et les purificateurs d'air, nous avons affaire à de l'air en mouvement et non à des objets qui ne bougent pas pendant une demi-minute pendant la stérilisation. L'air se déplace dans les appareils de ventilation et les purificateurs d'air à une vitesse d'au moins un mètre par seconde. Tout ce qui se trouve dans ce flux d'air, y compris les bactéries et les virus, parcourt au moins un mètre en une seconde. Dans de nombreuses installations, les distances sont encore plus importantes, allant de deux à cinq mètres par seconde.

Distance parcourue par l'air en une seconde

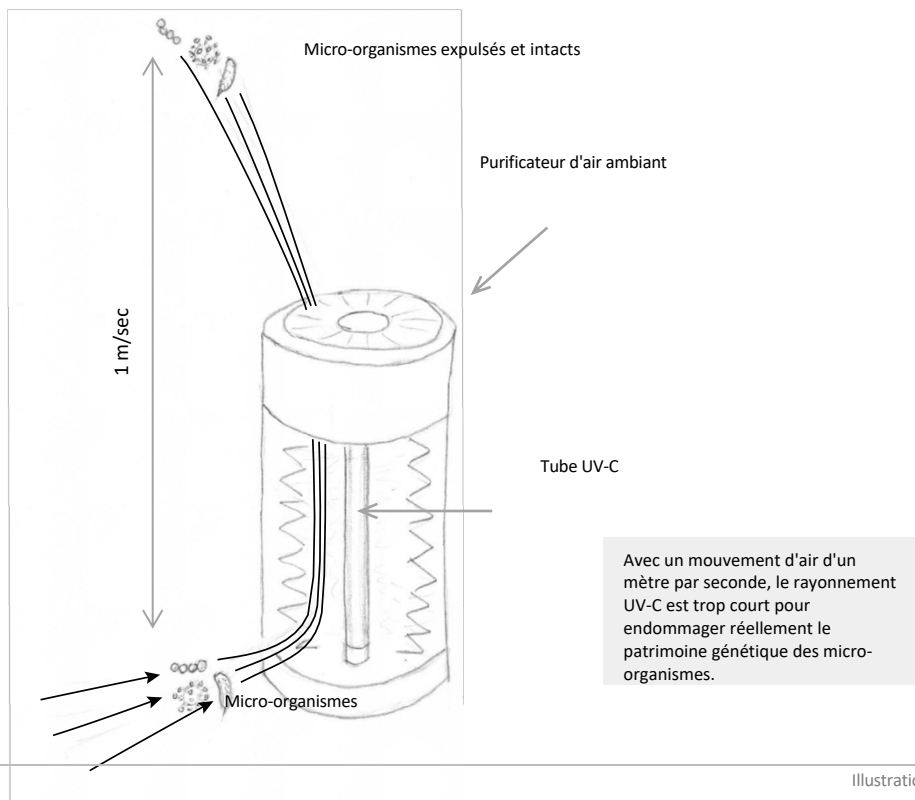


Illustration 25

Cette circonstance constitue déjà le premier problème et un défi de taille. Comme nous l'avons appris dans la description des stérilisateurs utilisés en médecine, il serait conseillé d'exposer les bactéries et les virus aux rayons ultraviolets pendant au moins trente secondes. Comment pouvons-nous y parvenir dans un système de ventilation ?

Dans un système d'évacuation d'air avec une vitesse d'air d'un mètre par seconde, un conduit d'évacuation de trente mètres de long avec des tubes UV-C serait nécessaire. Cependant, vous ne trouverez pas un tel système. Les appareils de ventilation et les purificateurs d'air avec tubes UV-C sont rarement plus longs qu'un mètre. Il est donc très facile de calculer combien de temps les bactéries et les virus transportés par l'air sont exposés au rayonnement UV-C dans ces appareils : dans de tels systèmes, le rayonnement n'a qu'une seconde pour agir sur les virus et les bactéries. C'est beaucoup trop court pour une stérilisation.

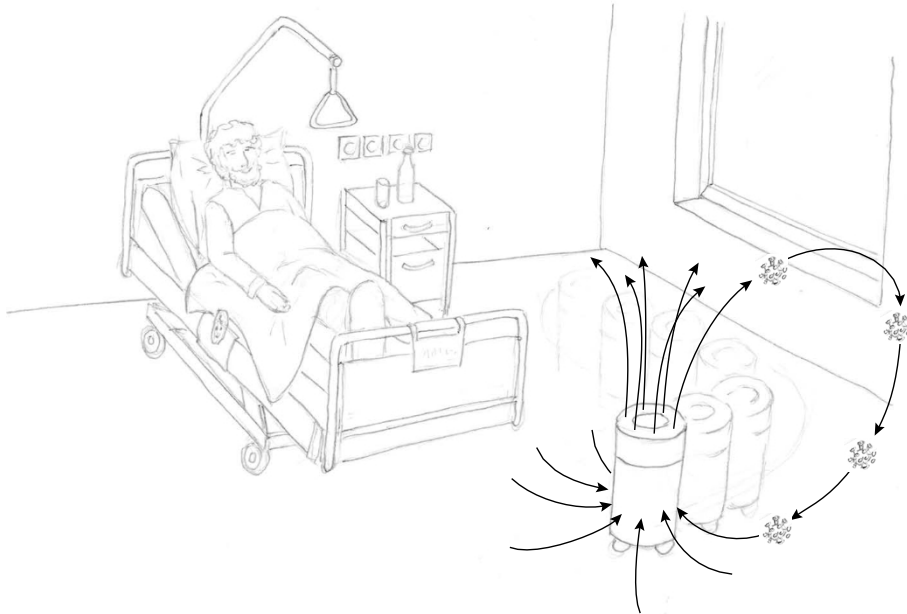
Il ne suffit donc pas d'installer simplement des tubes UV-C dans un appareil de ventilation ou un purificateur d'air, et cela n'est généralement pas judicieux. Que faut-il faire alors ?

Une possibilité serait de faire passer l'air dans la zone des tubes UV-C pendant au moins une demi-minute afin d'obtenir un temps d'action suffisamment long.

Exemple pratique : les robots de désinfection

C'est exactement ce que font les robots de désinfection nouvellement développés pour les hôpitaux. Ces appareils ont été mis au point pendant la pandémie et peuvent être utilisés dans les chambres d'hôpital. Ils se déplacent de manière autonome dans une pièce et y purifient l'air ambiant. Pour ce faire, ils aspirent l'air et le rejettent. L'air est alors exposé à un rayonnement ultraviolet. Ce processus est répété en continu pendant une durée déterminée dans la pièce. Vous l'aurez deviné, cela permet d'obtenir un temps d'action d'au moins trente secondes.

Robot de désinfection dans une chambre d'hôpital



Ce n'est que lorsque le même air passe en « boucle continue » à travers le robot de désinfection (représentation simplifiée) que les germes hospitaliers qu'il contient peuvent être neutralisés par le rayonnement UV-C.

Illustration 26

Ce processus ne peut toutefois se dérouler que dans un espace clos, dans lequel le robot peut aspirer, irradier et rejeter le même air pendant un certain temps. Dans une pièce ventilée, dans laquelle de l'air frais est insufflé et l'air vicié est aspiré, la situation est tout autre.

Le temps est insuffisant

Même avec des purificateurs d'air simples et de petite taille, l'aspiration, la purification et l'expulsion de l'air ne prennent guère plus d'une seconde. Il est donc évident que dans des purificateurs d'air compacts, il est impossible de stériliser l'air uniquement par rayonnement UV-C. Le temps nécessaire est tout simplement insuffisant.

purificateurs d'air compacts. Le temps nécessaire est tout simplement insuffisant.

Utilisation de filtres à particules en suspension

Il est possible d'améliorer les performances des purificateurs d'air compacts en installant des filtres à particules en suspension. Il s'agit de filtres haute performance capables de filtrer même les particules les plus fines, ainsi que les virus et les bactéries présents dans l'air. Associés à un rayonnement UV-C qui irradie suffisamment longtemps ce filtre haute performance, les virus et les bactéries présents sur le filtre sont éliminés.

Accessoires Filtres à particules en suspension

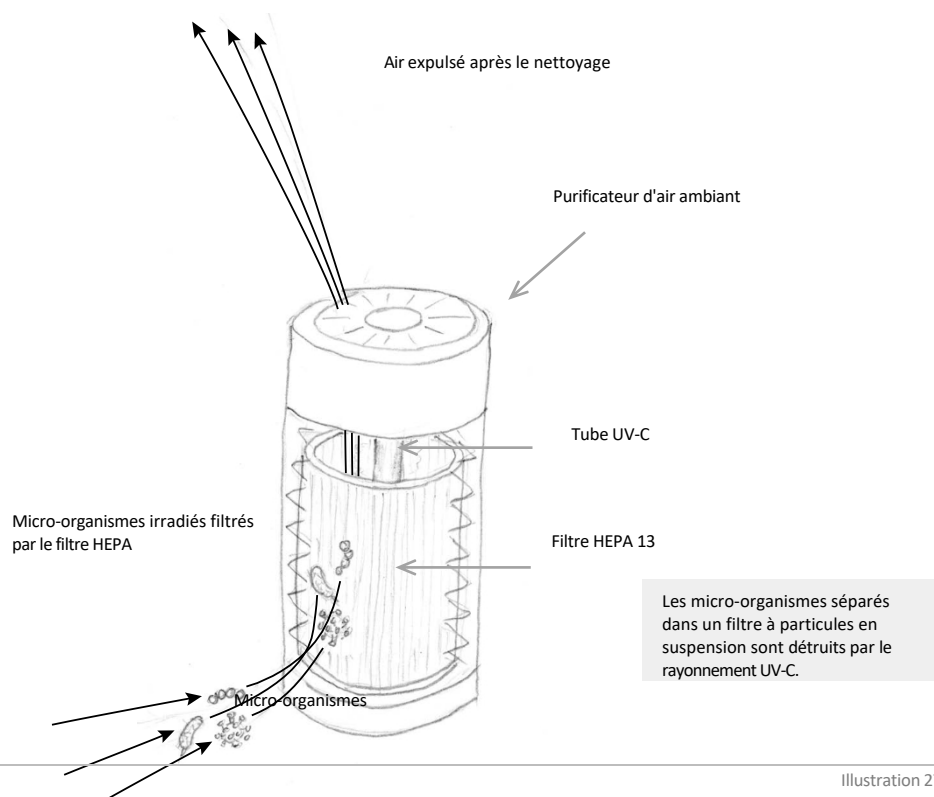


Illustration 27

Il existe de nombreux exemples comparables. En fin de compte, il s'agit toujours d'exposer les virus et les bactéries à un rayonnement ultraviolet approprié pendant suffisamment longtemps pour endommager leur patrimoine génétique et empêcher leur prolifération. Seule une destruction complète permet d'obtenir une véritable stérilisation. D'un point de vue plus scientifique, on pourrait résumer ce phénomène comme suit :

*Le rayonnement a un effet mortel sur les virus et les bactéries
s'il est suffisamment intense et s'il agit pendant une durée
suffisamment longue.*

Facteur intensité du rayonnement

L'intensité du rayonnement dépend des tubes, ou plus précisément de leur puissance par mètre carré de surface irradiée. Plus la puissance en watts est élevée, plus le temps d'exposition nécessaire est court. Si l'on utilise des LED UV-C de faible puissance, qui ne fournissent que quelques watts par LED, le temps d'exposition doit être prolongé en conséquence. Le principe est relativement simple : plus la puissance de rayonnement est élevée et plus le temps d'exposition est long, plus l'effet désinfectant est important, et inversement.

Passons maintenant à l'élimination des huiles et des graisses de l'air évacué et voyons comment les rayons UV-C peuvent y contribuer. En examinant cette question de plus près, nous tombons sur l'un des plus grands malentendus dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air. Il s'agit toutefois davantage d'un mystère que d'un malentendu, qui peut être décrit par la question suivante.

4.2. Le rayonnement UV-C peut-il éliminer les aérosols ?

Si l'on en croit les déclarations de nombreux fabricants dans le domaine de la ventilation, c'est le cas. On affirme souvent que le rayonnement ultraviolet des tubes UV-C est capable d'éliminer les huiles et les graisses de l'air évacué. Ce mystère est particulièrement répandu dans le domaine de la ventilation des cuisines professionnelles. Selon certains fabricants, ce ne sont pas tant les séparateurs d'aérosols que j'ai présentés au chapitre deux que les systèmes UV-C qui permettraient de maintenir la ventilation des cuisines exempte de graisses et d'huiles. Comme expliqué précédemment, ces huiles et graisses peuvent être présentes dans l'air sous forme d'aérosols ou sous forme vaporisée.

Malentendu

Les rayons UV-C purifient l'air des graisses et des huiles.

De nombreux fabricants affirment qu'un système UV-C adapté installé dans le système d'évacuation d'air de la cuisine peut éliminer toutes ces formes de graisses et d'huiles du flux d'air et maintenir le système de ventilation de la cuisine totalement exempt d'huile et de graisse.

Cela semble formidable, n'est-ce pas ? Malheureusement, ces propriétés révolutionnaires en matière de purification de l'air n'ont à ce jour jamais été prouvées à un niveau scientifique raisonnable.

Nous savons désormais à quel point l'élimination fiable des bactéries et des virus à l'aide du rayonnement UV-C est complexe. Purifier l'air à l'aide d'un rayonnement ultraviolet pour éliminer les aérosols et les gouttelettes d'huiles et de graisses est tout autre chose !

Cela commence par la taille et les propriétés de ces polluants atmosphériques : un virus est beaucoup plus petit qu'un aérosol d'huile. De plus, les virus et les bactéries ne s'évaporent pas simplement ou ne se décomposent pas d'une autre manière. Le rayonnement ultraviolet endommage leur matériel génétique à tel point qu'ils ne peuvent plus se multiplier et meurent.

Lors du nettoyage de l'air évacué pour éliminer les huiles et les graisses, on prétend que celles-ci se dissolvent complètement et disparaissent, du moins selon les promesses grandiloquentes ! Comment cela peut-il fonctionner ?

Malentendu

La graisse se décompose complètement par photolyse.

Les fabricants avancent les affirmations les plus fantaisistes à ce sujet. Ainsi, des lampes spéciales UV seraient capables de décomposer les graisses présentes dans l'air par photolyse. La pollution par les graisses serait ainsi réduite de 95 % et les graisses seraient transformées en oxygène, dioxyde de carbone, eau et résidus pulvérulents.

Lorsque l'on demande comment ces affirmations ont été mesurées et validées, on entend toujours la même réponse : « C'est ce que nous avons observé ! » ou « Nous installons ce type de systèmes depuis de nombreuses années et nous avons toujours observé cela, nous ne pouvons pas nous tromper ! »

Dans la plupart des cas, il n'existe aucune technique de mesure, aucun protocole de mesure et aucune étude qui étaye ne serait-ce qu'en partie ces déclarations et observations. Les promesses et les engagements sont justifiés par des décennies d'expérience et par les observations personnelles, qui ne peuvent pas être fausses sur une période aussi longue.

Exemple pratique : valeurs d'émissions

Le groupe VW a également des décennies d'expérience dans le développement de moteurs diesel et était certain de ne pas pouvoir se tromper sur les valeurs d'émissions de ses moteurs.

D'où vient cet engouement excessif ? Pourquoi tant de fabricants utilisent-ils cette technologie dans les systèmes de ventilation des cuisines professionnelles ?

Parce que c'est une activité extrêmement lucrative. L'achat des tubes ne pose aucun problème, leur intégration dans un système d'évacuation d'air peut être réalisée par tout électricien moyennement expérimenté, et l'on peut ainsi améliorer son système de ventilation de cuisine de plusieurs milliers d'euros pour un investissement vraiment modeste !

Idée fausse

Un système de ventilation de cuisine est dans tous les cas amélioré par l'utilisation de la lumière UV.

Cependant, la question suivante se pose : le système a-t-il vraiment été amélioré ? La graisse et l'huile sont-elles éliminées de manière fiable à 95 % ? L'utilisateur bénéficie-t-il réellement d'une valeur ajoutée durable grâce à cet investissement supplémentaire ?

Pour répondre sérieusement à cette question, il convient d'examiner les faits. Ce n'est qu'alors que nous pourrons tenter de répondre aux questions posées précédemment. À cette fin, nous énumérons tous les faits avérés concernant ces mythes :

1. Un système UV doit produire de l'ozone

Les systèmes UV-C n'ont un effet sur les graisses et les huiles présentes dans l'air évacué des cuisines professionnelles que si les tubes UV-C appropriés sont utilisés. Ceux-ci doivent pouvoir émettre un rayonnement ultraviolet d'une longueur d'onde inférieure à 200 nanomètres. Seuls les tubes

en verre de quartz synthétique. L'astuce réside dans le fait que les rayons ultraviolets d'une longueur d'onde de 185 nanomètres ne sont pas filtrés par ce verre et peuvent donc être émis. C'est la condition préalable à la production d'ozone.

2. L'ozone sert à oxyder les graisses et les huiles.

En utilisant les tubes adaptés et un rayonnement de longueur d'onde appropriée, on génère donc de l'ozone dans le système de ventilation. L'ozone est indispensable pour obtenir un effet sur les huiles, les graisses et de nombreuses autres substances. Il s'agit toutefois d'un oxydant très puissant. C'est pourquoi il est nocif pour la santé et même soupçonné d'être cancérigène. Dans l'air évacué des cuisines, on peut toutefois essayer d'utiliser l'ozone pour oxyder les huiles et les graisses. Mais je le dis clairement : on peut ESSAYER !

Rapport de recherche américain

Des études récentes menées aux États-Unis prouvent que cet effet oxydant sur les huiles et les graisses existe bel et bien, mais qu'il n'est pas très efficace. Les huiles et les graisses ne sont que partiellement oxydées et ces études ne confirment pas l'affirmation selon laquelle les huiles et les graisses peuvent être entièrement éliminées. Au contraire ! Compte tenu du potentiel dangereux élevé de l'ozone, on peut se demander si la production d'ozone dans de tels systèmes n'est pas plus néfaste que bénéfique pour l'environnement ! Le rapport de recherche en question a été publié en 2020 par l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) et s'intitule « Research Project 1614 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent ».

3. Élimination efficace des graisses en amont

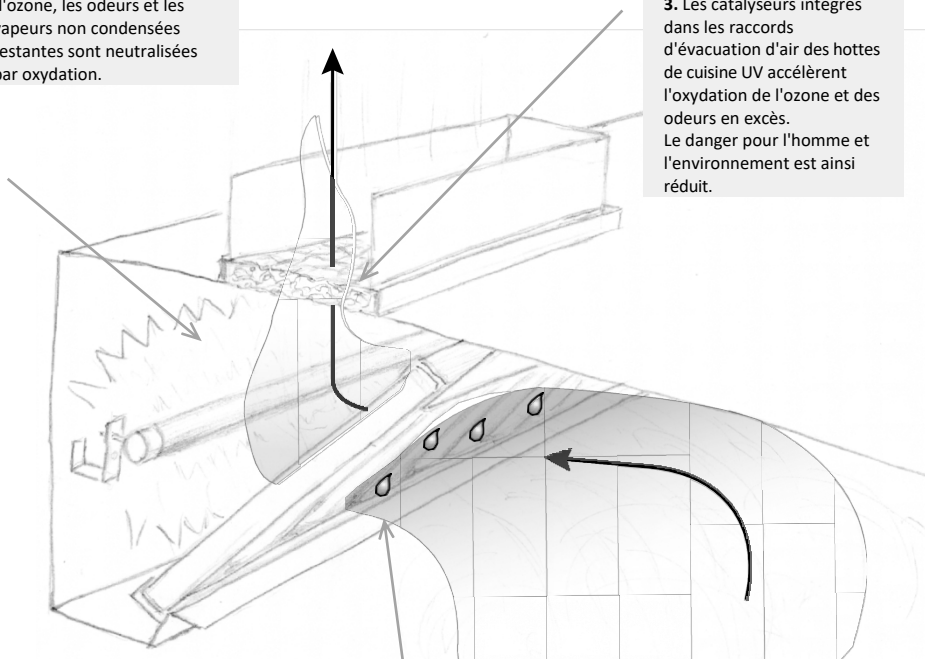
En raison de la faible influence de l'ozone sur les huiles et les graisses, l'accent doit donc être mis dans les systèmes d'évacuation d'air des cuisines sur la collecte, l'aspiration et le nettoyage de l'air évacué à l'aide de filtres et de séparateurs, afin que l'air évacué soit ainsi débarrassé au maximum des huiles et des graisses. Si l'air évacué dégage en outre une forte odeur, cela est dû à la combinaison de graisses et d'huiles évaporées

huiles et graisses vaporisées. Dans ce cas, et uniquement dans ce cas, un système UV-C produisant de l'ozone peut être utilisé dans une mesure limitée. Cependant, le potentiel de danger de tels systèmes ne doit pas être négligé.

Utilisation judicieuse du rayonnement UV dans les hottes de cuisine

2. Grâce à l'utilisation de rayons UV générateurs d'ozone, les odeurs et les vapeurs non condensées restantes sont neutralisées par oxydation.

3. Les catalyseurs intégrés dans les raccords d'évacuation d'air des hottes de cuisine UV accélèrent l'oxydation de l'ozone et des odeurs en excès. Le danger pour l'homme et l'environnement est ainsi réduit.



1. Séparation des vapeurs condensées ou des aérosols de graisse/huile par un séparateur avec un taux de séparation de 99,999 %.

Illustration 28

4. L'ozone est potentiellement cancérigène.

Les installations UV-C qui génèrent de l'ozone par leur rayonnement présentent un risque potentiel élevé dont les utilisateurs dans les cuisines professionnelles sont trop rarement informés, et encore moins formés de manière détaillée sur la prévention des risques pour la santé. Comme mentionné précédemment, ce rayonnement peut endommager le patrimoine génétique des virus et des bactéries. Cependant, cet effet mutagène ne se limite pas aux virus et aux bactéries. Il affecte également les personnes exposées à ce rayonnement. L'ozone produit est un gaz nocif pour la santé et soupçonné d'être cancérigène.

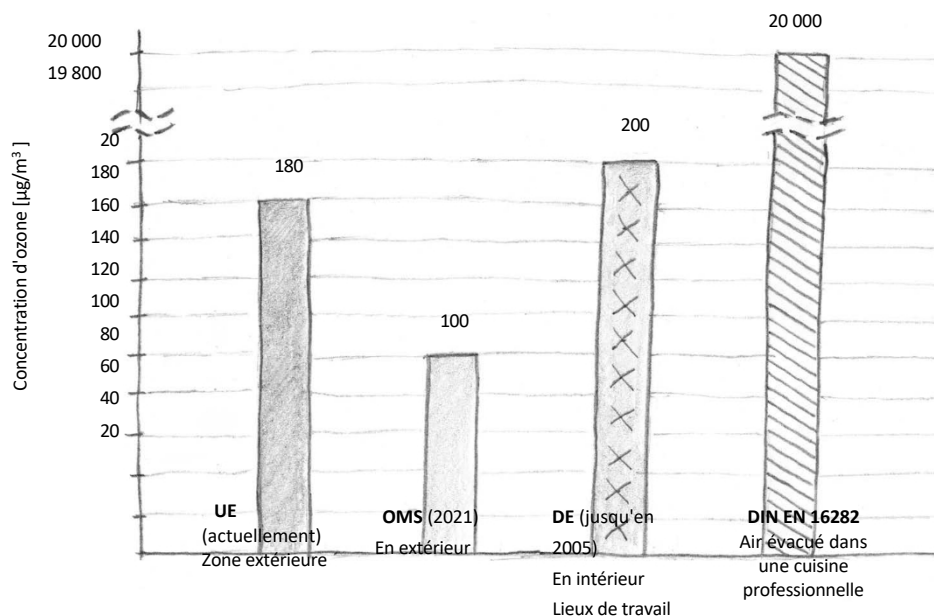
C'est pourquoi toutes les valeurs limites pour l'ozone dans les espaces intérieurs ont été supprimées en Allemagne. Dans les villes, une alerte à l'ozone est même déclenchée régulièrement lorsque les valeurs d'ozone à l'extérieur sont trop élevées. Lorsque les valeurs sont élevées, il est alors conseillé à la population de ne pas faire de sport à l'extérieur et de rester chez elle autant que possible. Or, de nombreuses solutions techniques utilisées dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air utilisent précisément les rayonnements qui génèrent ces gaz dangereux.

Exemple pratique : ventilation de cuisine

J'ai moi-même constaté à plusieurs reprises que des cuisiniers me parlaient des tubes fluorescents situés derrière les filtres de leurs hottes de cuisine et qu'ils ne savaient pas si ceux-ci fonctionnaient encore. Lorsque je leur ai expliqué, ainsi qu'à leur personnel de cuisine, qu'il ne s'agissait pas de tubes fluorescents, mais de systèmes UV-C qui génèrent des rayonnements dangereux et libèrent des gaz nocifs pour la santé, j'ai vu plus d'une fois des visages très effrayés.

Voilà pour la liste des faits, qui n'est pas exhaustive et pourrait certainement être complétée par quelques points supplémentaires.

Valeurs limites pour l'ozone



UE : concentration maximale en une heure par jour (moyenne sur 1 heure) ; en cas de dépassement de cette valeur, la population est informée



OMS : exposition maximale en huit heures par jour (moyenne sur 8 heures)



DE (en vigueur jusqu'en 2005) : MAK (concentration maximale sur le lieu de travail) journalière. Depuis lors, il n'existe plus de valeurs limites pour l'ozone sur les lieux de travail à l'intérieur en Allemagne, car l'ozone est soupçonné d'être cancérigène pour l'homme. En Suisse, la VLE de 200 µg reste en vigueur.



Selon la norme **DIN EN 16282**, 20 000 µg est la valeur limite maximale d'ozone pour l'air évacué par une hotte de cuisine. C'est 100 fois la valeur limite autorisée sur le lieu de travail en Allemagne (valable jusqu'en 2005) ! Ou 200 fois la valeur moyenne sur 8 heures fixée par l'OMS pour l'air extérieur !

La technique de mesure, par exemple, serait un autre point. Vous ne pouvez pas imaginer combien de fabricants commercialisent des systèmes générateurs d'ozone sans disposer d'une technique de mesure appropriée pour déterminer la concentration de ce gaz dangereux.

Malentendu

Les huiles et les graisses se sont dissoutes parce qu'elles ne pouvaient pas être mesurées (avec certaines techniques).

Il existe également des fabricants qui, à l'aide d'une technique de mesure des particules appropriée, fournissent une preuve prétendument vérifiable de l'élimination de toutes les huiles et graisses. Dans ces cas, une simple mesure de la température serait souvent suffisante. Pourquoi ? Certains systèmes comportent des dizaines de tubes UV-C installés dans le conduit d'évacuation d'air ou dans la hotte de cuisine. Ceux-ci deviennent très chauds pendant le fonctionnement et chauffent ainsi toute la pièce environnante. Cela provoque l'évaporation de nombreuses huiles et graisses.

5. Comment rendre les flux d'air visibles ?



Au début de la pandémie en 2020, nous avons observé une tendance « intéressante » en Allemagne. Non seulement l'offre de purificateurs d'air compacts a soudainement explosé, mais des centaines d'experts en ventilation et d'aérodynamiciens ont également fait leur apparition en Allemagne. Des milliers de représentations graphiques des flux d'air dans les bureaux en open space ou les salles de classe ont vu le jour et ont été affichées partout. Qu'avaient toutes ces illustrations en commun ? Elles étaient joliment colorées et comportaient de nombreuses flèches. Celles-ci pointaient généralement vers un purificateur d'air placé dans un coin de la pièce et censé éliminer les virus et les polluants de l'air ambiant.

Nous savons depuis le chapitre 1 qu'il est extrêmement compliqué d'aspirer quelque chose – . Rien que pour cette raison, il devrait être clair qu'un purificateur d'air placé dans un coin n'est pas en mesure d'aspirer tout l'air d'une salle de classe ou d'un grand bureau. Peu importe le nombre de flèches colorées pointant vers le purificateur d'air, l'air ne s'écoulera pas dans cette direction (voir illustration 5) !

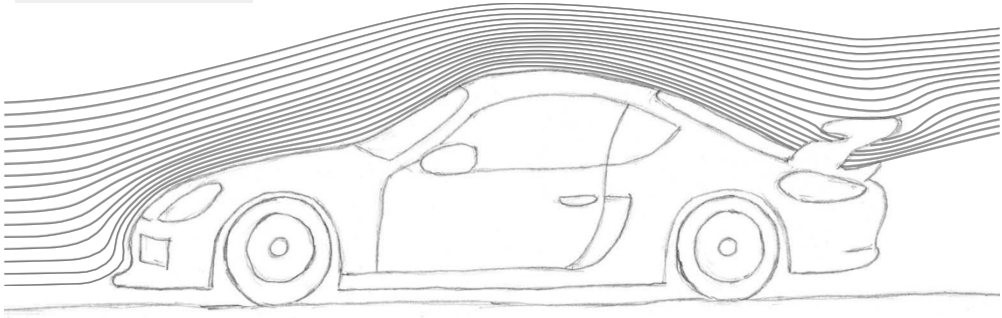
La plupart de ces graphiques colorés montrent donc tout simplement des flux d'air fictifs qui n'ont rien à voir avec la réalité. Mais comment déterminer et visualiser le trajet réel de ces flux d'air ?

Recherche fondamentale sur l'analyse des flux d'air

L'Institut Hermann Rietschel de l'Université technique de Berlin mène des recherches approfondies sur ce sujet. À propos de l'analyse des flux d'air et de l'efficacité des mesures de ventilation, les représentants de l'institut déclarent : « Pour évaluer l'efficacité du renouvellement de l'air et de l'évacuation des polluants dans la pièce et en détail à chaque point de la pièce, nous utilisons ce que l'on appelle l'efficacité de la ventilation. Celle-ci peut être déterminée à l'aide de simulations numériques des flux et/ou de mesures. Nous utilisons ces méthodes dans tous nos projets afin d'évaluer les flux d'air ambiant et de développer de nouveaux types de ventilation efficaces. »

Visualisation des flux d'air

Visualisation de
l'aérodynamique d'une
voiture de course



La simulation des flux est connue depuis longtemps dans la construction aéronautique et automobile. Aujourd'hui, le calcul et la visualisation des flux d'air sont également utilisés pour optimiser la ventilation et la climatisation.

Illustration 30

Qu'est-ce que cela signifie pour nous ? Nous avons donc besoin d'une simulation des flux et d'une technique de mesure appropriée. C'est exactement ce dont nous avons parlé dans les chapitres précédents, par exemple en rapport avec la filtration des aérosols ou la technologie UV-C. Comment ce procédé est-il mis en œuvre pour les flux d'air ?

5.1. Le malentendu dû aux images colorées représentant les flux d'air

Les images colorées avec de nombreuses flèches ne représentent pas une simulation numérique des flux et ne sont pas basées sur les valeurs mesurées lors d'une série de mesures complexes. Dans la plupart des cas, il s'agit de représentations fictives des flux d'air qui n'ont rien à voir avec la réalité. Elles sont donc littéralement tirées de nulle part et ne reflètent en rien la réalité !

Malentendu

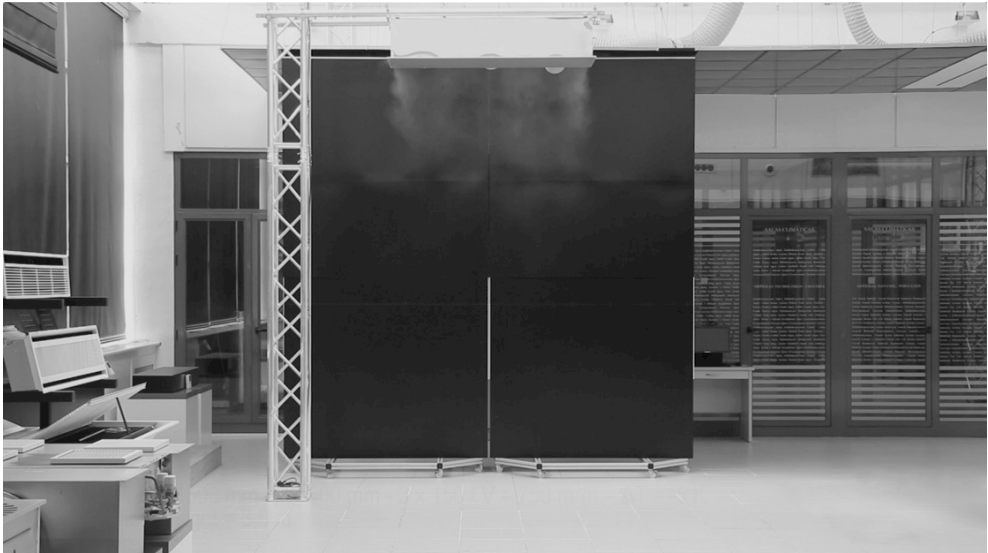
Le trajet du flux d'air est prévisible.

Une idée fausse très répandue dans le domaine de la ventilation est de supposer à tort que l'on peut connaître à l'avance le comportement de l'air. Au chapitre 2, nous avons montré à quelles interprétations erronées et conclusions fausses cela peut conduire lors du développement d'un produit. En effet, notre équipe a également commis cette erreur à l'époque, lors du développement de notre technologie X-CYCLONE®. –

Le centre de compétence CFD de SCHAKO

Notre groupe SCHAKO dispose même d'une équipe dédiée aux simulations de flux et à la technique de mesure. Chez SCHAKO IBERIA en Espagne, nous avons mis en place un centre de compétences CFD. Cette équipe se consacre principalement à la tâche que l'Institut Hermann Rietschel de l'Université technique de Berlin a si bien résumée ! Dans notre centre de compétence CFD, nous rendons les flux d'air visibles à l'aide de simulations numériques et d'appareils de mesure adaptés.

Le laboratoire SCHAKO en action



Aperçu du dispositif d'essai pour la visualisation des flux d'air entrant

Illustration 31

Malentendu

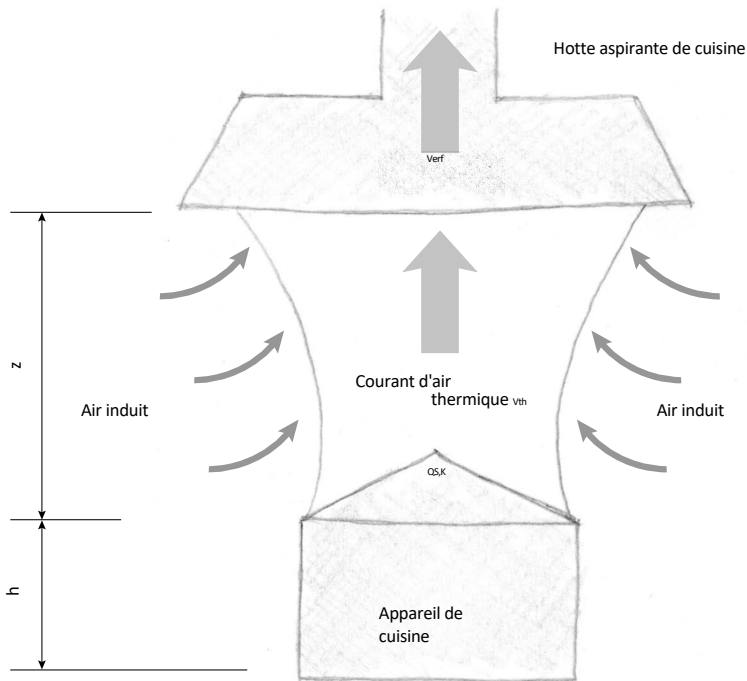
Les modèles de visualisation correspondent à la réalité.

Les normes et directives reposent souvent sur la même idée fausse que les représentations dans les « images colorées ». Les directives relatives à la ventilation des cuisines professionnelles, telles que la norme VDI 2052, et les normes internationales, telles que la norme DIN EN 16282, valables dans toute l'Europe, contiennent également des représentations avec des flèches colorées. Les images montrent l'équipement de cuisson d'une cuisine et les flux d'air entre cet équipement et la hotte. D'autres flèches pointant vers la pièce sont censées représenter le flux d'air frais entrant dans la cuisine. Elles sont généralement dessinées sous forme de flèches droites verticales ou horizontales qui suggèrent un flux nettement délimité.

Une flèche verticale partant du dispositif de cuisson et s'étendant jusqu'à la hotte de cuisine est censée représenter l'air qui est aspiré directement et immédiatement à cet endroit. On peut se demander quel est le rapport avec la réalité. En tout cas, cela n'a pratiquement rien à voir avec le flux d'air réel. Il s'agit ici d'un modèle destiné à représenter la thermique au-dessus d'un dispositif de cuisson. Cette thermique crée un flux d'air ascendant. Celui-ci est capté et aspiré par la hotte de cuisine au-dessus de l'appareil de cuisson. C'est le modèle de la directive VDI 2052. Il ne fait aucun doute que ce modèle permet de tirer de nombreuses conclusions. Par exemple, les procédures de conception et de calcul pour déterminer les quantités d'air évacué nécessaires sont basées sur ce modèle. Ces modèles permettent de calculer la quantité minimale d'air évacué dont une hotte de cuisine a besoin en fonction des appareils de cuisson utilisés.

Jusqu'ici, tout va bien. Cependant, ce qui conduit souvent à des interprétations erronées et à des malentendus, c'est l'hypothèse selon laquelle un tel modèle de flux correspond à la réalité. Malheureusement, ce n'est généralement pas le cas.

Modèle de flux simple d'une ventilation de cuisine



Représentation schématique du modèle de flux selon la directive VDI 2052 :

La représentation et le tracé des flèches ne fournissent aucune indication sur le comportement réel ou le tracé réel des différents flux d'air.

Illustration 32

Trajectoire réelle des courants d'air et signification

Comme nous l'avons déjà vu, les hottes de cuisine et les hottes aspirantes traditionnelles ne peuvent aspirer directement les vapeurs de cuisson ascendantes que dans une mesure très limitée. Très souvent, celles-ci s'accumulent dans les hottes aspirantes traditionnelles sans être immédiatement aspirées. Ainsi, les vapeurs initialement captées peuvent même ressortir de la hotte de cuisine.

Le modèle de flux défini dans la directive mentionnée ne reflète donc que dans une mesure très limitée le comportement réel des flux d'air. Cela vaut également pour les modèles définis dans d'autres directives et normes. Comme pour tous les modèles scientifiques, il serait important ici aussi de définir précisément le cadre du modèle, c'est-à-dire de déterminer avec exactitude son domaine d'application. Si le modèle est considéré comme universel et comme une représentation fidèle de la réalité, cela peut entraîner des malentendus fondamentaux ! Ceux-ci apparaissent au plus tard lors d'une simulation CFD professionnelle et appropriée.

5.2. Les simulations CFD rendent les flux d'air visibles !

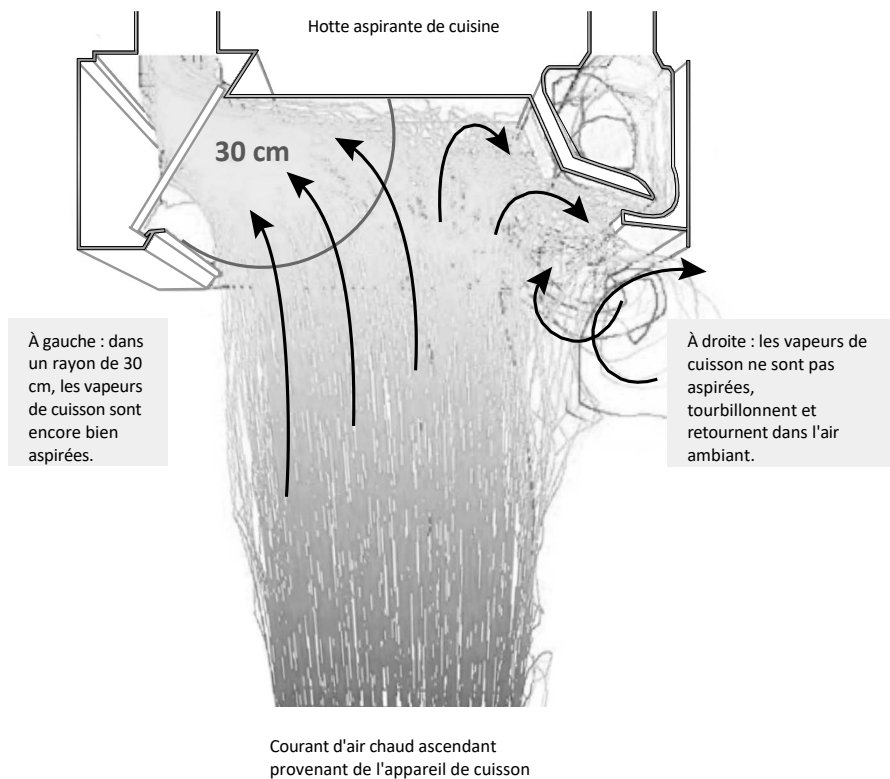
Des simulations CFD bien réalisées montrent toutes les grandeurs physiques d'un flux d'air sur toute la zone. Elles permettent ainsi de démontrer et de prouver le fonctionnement et l'efficacité d'un système de ventilation. Au chapitre 1, nous avons déjà montré en détail que les hottes de captage classiques ne peuvent aspirer directement les vapeurs s'élevant vers le haut que dans une zone très limitée autour du point d'aspiration. À seulement 50 centimètres des filtres et du point d'aspiration, nous ne pouvons plus détecter d'aspiration. Cela est très facile à voir dans une simulation CFD et les flux d'air permettent de constater que les vapeurs ressortent également de la hotte de cuisine. Les vapeurs et les flux d'air initialement capturés dans la hotte de cuisine s'échappent donc à nouveau et ne sont pas aspirés !

Malentendu

Dans une hotte de cuisine, toutes les vapeurs ascendantes sont aspirées.

Cette observation contredit l'hypothèse du modèle selon laquelle tout l'air qui s'écoule vers le haut dans la hotte depuis la cuisinière y est immédiatement aspiré. Nous savons déjà, grâce aux chapitres précédents, comment réagir à ce problème et quels développements de produits sont nécessaires sur la base de ces conclusions.

Représentation CFD du flux d'air dans une hotte de cuisine sans flux d'induction



Cette simulation CFD du flux d'air dans l'une de nos hottes de cuisine montre clairement comment, lorsque la cuisson est intense, les vapeurs de cuisson tourbillonnent en dehors du rayon d'aspiration et retournent dans l'air ambiant.

Illustration 33

Image CFD du flux d'air d'une hotte aspirante de cuisine avec flux d'induction

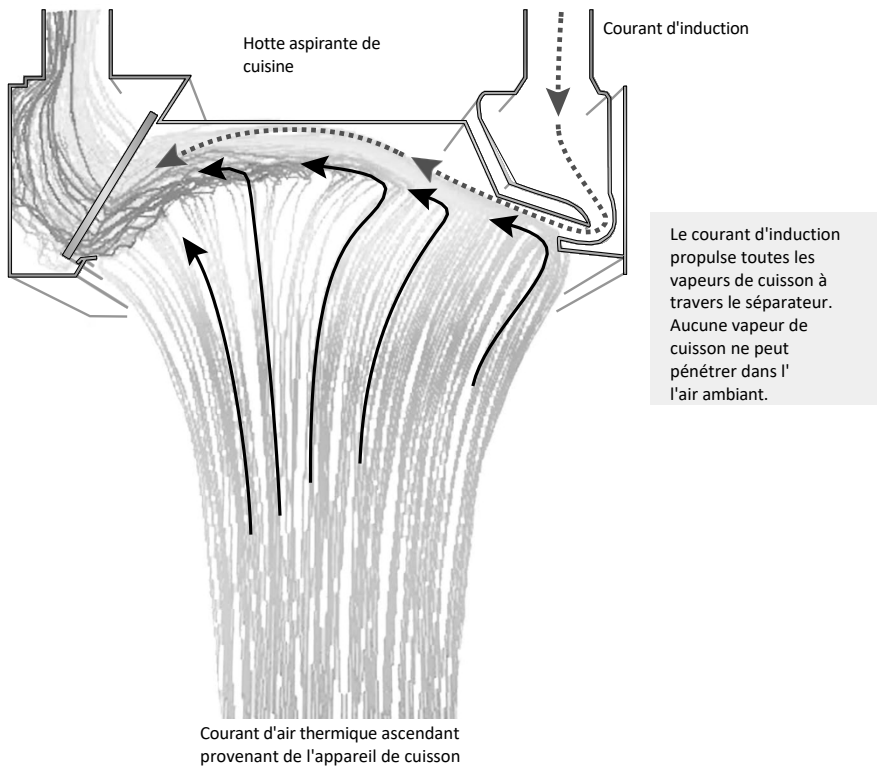


Illustration 34

Nous voyons donc également dans ce chapitre combien il existe actuellement de malentendus dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air. J'ai déjà expliqué que de tels malentendus existaient également chez REVEN GmbH dans le passé. Pour conclure cette série, voici un autre exemple :

Dans l'industrie, il n'est pas rare d'utiliser une technique dite « d'air pulsé » pour apporter de l'air frais dans les pièces. Il s'agit d'un apport d'air frais à faible intensité. Cela signifie que l'air frais s'écoule généralement dans la pièce à faible vitesse à travers de fines tôles perforées. Ces systèmes à air pulsé sont idéaux lorsque le confort maximal est requis, car la faible vitesse de l'air garantit une introduction d'air frais silencieuse et sans courant d'air. Dans l'idéal, il se forme alors un courant dit « en couches ». L'air frais ne se mélange pas intensément avec l'air ambiant, mais grâce à cette introduction astucieuse, des couches se forment dans l'air ambiant, composées à la fois d'air frais non vicié et d'air vicié ou pollué. Dans l'idéal, ces différentes couches d'air s'influencent et se perturbent le moins possible. Comment mettre cela en pratique ? De nombreux fabricants résolvent le problème à l'aide de jolies « images colorées » avec de nombreuses flèches, similaires au modèle de la directive VDI.

Chez REVEN, nous avons également succombé aux erreurs de ce modèle il y a environ 20 ans. Nous avons conçu de nouveaux produits d'alimentation en air dans lesquels des tôles étaient intégrées en plusieurs couches. Il s'agissait de tôles perforées, c'est-à-dire de tôles comportant des milliers de petits trous. Ceux-ci servent à redresser le flux d'air.

Selon nous, le flux d'air frais doit être bien réparti afin de « ruisseler » lentement et uniformément dans la pièce. On peut imaginer cela comme un pommeau de douche. Un jet d'eau puissant et concentré provenant de la conduite d'eau est réparti uniformément et sort du pommeau sans grande pression.

Exemple pratique : les systèmes à air source – notre hypothèse

C'est en nous inspirant de ce principe que nous avons développé il y a environ 20 ans les systèmes d'air source REVEN®, car notre équipe était convaincue à 100 % que de tels systèmes permettraient uniquement à de l'air frais très finement réparti de « ruisseler » dans la pièce formeraient une couche distincte de l'air vicié et que ces deux flux d'air ne pourraient en aucun cas s'influencer mutuellement. Tout comme dans les nombreux exemples cités précédemment.

Modèles esquissés : de belles flèches bleues indiquent comment l'air entrant s'écoule en ligne droite dans la pièce et y forme une couche d'air frais sans perturber l'air sortant représenté par les flèches rouges, afin que celui-ci puisse s'écouler sans encombre dans la hotte de captage où il est directement capté et aspiré.

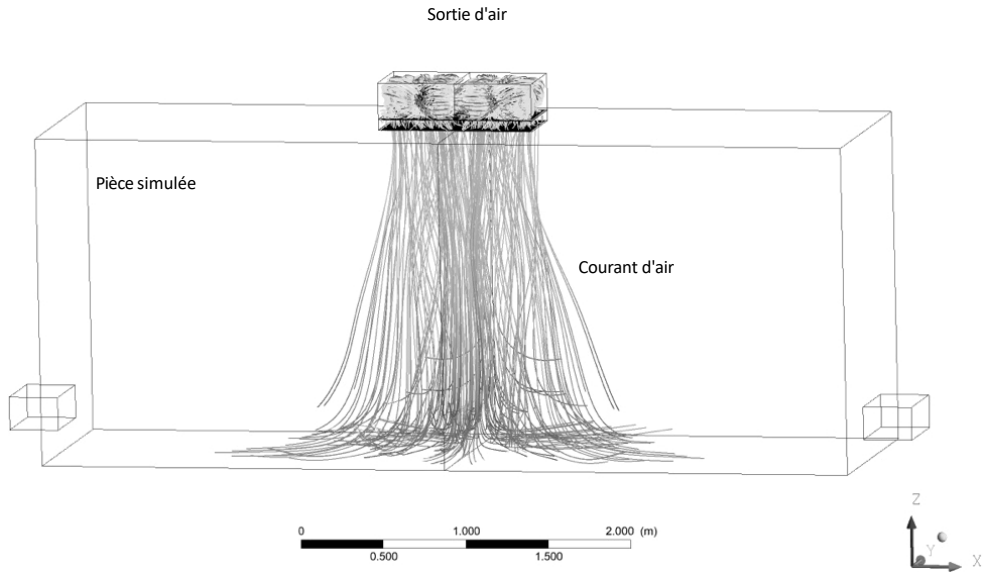
Exemple pratique : systèmes à air source – doutes

Je me souviens encore quand, en 2017, j'ai présenté nos produits à air source à un expert de l'équipe CFD espagnole de SCHAKO. À l'aide de nombreuses images colorées avec des flèches, je lui ai expliqué tout ce que nos produits d'air entrant pouvaient faire. Lorsqu'il a examiné notre conception de près et analysé les plans de construction correspondants, il a eu des doutes qui ont rapidement tempéré mon optimisme. « Sven, nous devons simuler cela et effectuer des mesures, j'ai des doutes quant à la véracité de ce que vous venez de m'expliquer. » Et que dire ? Il avait raison !

Exemple pratique : systèmes à air pulsé – la réalité

Lorsque le technicien m'a montré ses premières analyses CFD, j'ai failli avoir un choc. Peu après avoir traversé la dernière tôle perforée, l'air frais entrant s'est dispersé et a formé exactement le contraire d'une couche nettement délimitée qui s'écoule directement du plafond vers le sol. Je n'en croyais pas mes yeux. Le technicien a ensuite examiné notre ancienne sortie d'air d'alimentation dans le laboratoire d'écoulement et a rendu les flux d'air visibles à l'aide de machines à fumée. Cette analyse a donné le même résultat que l'analyse CFD. À ce moment-là, j'ai compris que REVEN s'était lourdement trompé !

Analyse CFD de notre sortie d'air



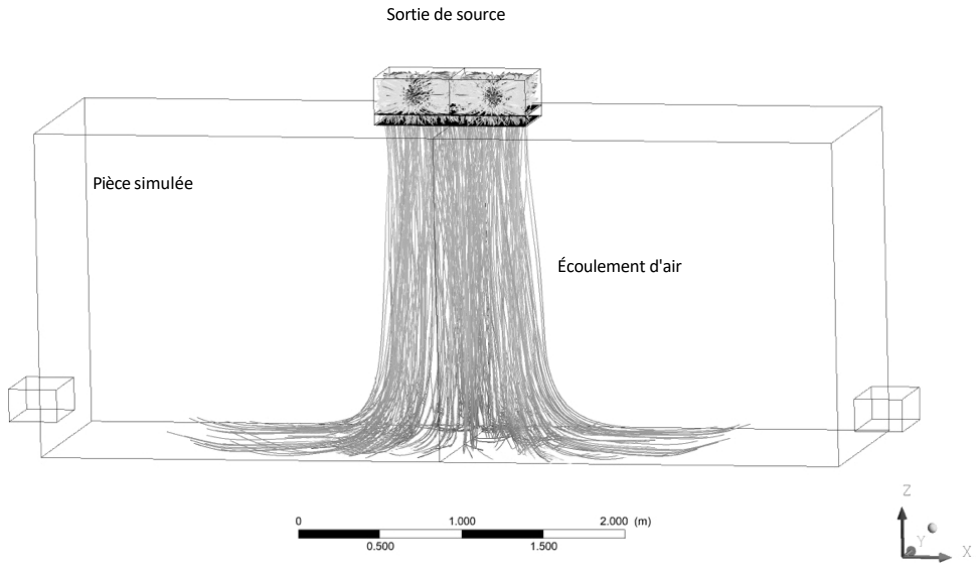
La simulation CFD montre la dispersion de l'air entrant par le plafond.

Illustration 35

Exemple pratique : systèmes à air source – l'optimisation grâce à la CFD

Fidèles à la devise « un danger identifié est un danger écarté », nous avons commencé en 2017 à faire exactement ce que nous aurions dû faire dès le début. Nous avons optimisé l'efficacité de nos produits d'air entrant à l'aide de simulations CFD et de techniques de mesure, et avons ainsi atteint une efficacité très proche de celle illustrée par le petit dessin coloré avec la flèche bleue pointant du plafond vers le sol.

Optimisation de la sortie de source



La simulation CFD montre comment l'air entrant s'écoule en ligne droite du plafond vers le sol.

Illustration 36

Mais pour obtenir ce type de circulation, il a fallu environ 12 mois de travail avec de nombreuses analyses CFD et simulations de circulation. Le résultat final est un système d'air entrant vraiment efficace, sans aucun malentendu. Un grand merci à l'équipe CFD de SCHAKO !

Représentation du flux d'air rendu visible d'un système d'air entrant efficace



Dans le laboratoire SCHAKO, l'air entrant est rendu visible à l'aide d'une machine à fumée. On voit comment l'air insufflé s'écoule doucement vers le bas.

L'optimisation de la sortie de source à l'aide de l'analyse CFD s'est avérée payante.

Illustration 37

6. Comment mesurer la pollution de l'air

?



Depuis de nombreuses années, tout le monde s'accorde à dire que l'air pollué n'est pas bon pour la santé. La pandémie nous a appris à quel point l'air contaminé par des virus peut être dangereux pour notre santé. C'est pourquoi je souhaite énumérer ici les éléments qui peuvent polluer ou contaminer l'air. Parmi les polluants atmosphériques, on trouve notamment :

- 1. les virus et les bactéries*
- 2. les particules fines, les spores fongiques et le pollen*
- 3. les gaz et les vapeurs*

Particules et aérosols

Selon les informations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la pollution atmosphérique a les effets négatifs les plus importants sur la santé humaine à l'échelle mondiale. C'est pourquoi la norme PM a été définie aux États-Unis en 1987. PM signifie « particulate matter » (matière particulaire) et désigne la proportion de particules solides ou liquides dans l'air. Ces particules solides ou liquides sont souvent des composants des aérosols. Les aérosols sont donc un mélange d'air et de particules. Là encore, il existe souvent des malentendus et les termes sont confondus.

Malentendu

Aérosol est un autre mot pour particule.

Les particules en suspension dans l'air ne constituent pas à elles seules un aérosol, celui-ci ne se forme qu'en combinaison avec l'air ambiant. La notion de PM10 désigne donc la présence dans l'air de particules minuscules d'un diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (0,01 millimètre). À titre de comparaison, un cheveu humain a un diamètre d'environ 50 à 80 micromètres (0,05 à 0,08 mm). Il convient de noter que ces particules PM10 en suspension peuvent être constituées à la fois de grains de poussière solides et de petites gouttelettes d'huile liquide. En termes simples, un aérosol est toujours composé d'un gaz, généralement de l'air, et d'une particule solide ou liquide en suspension dans l'air.

Taille et composition d'un aérosol

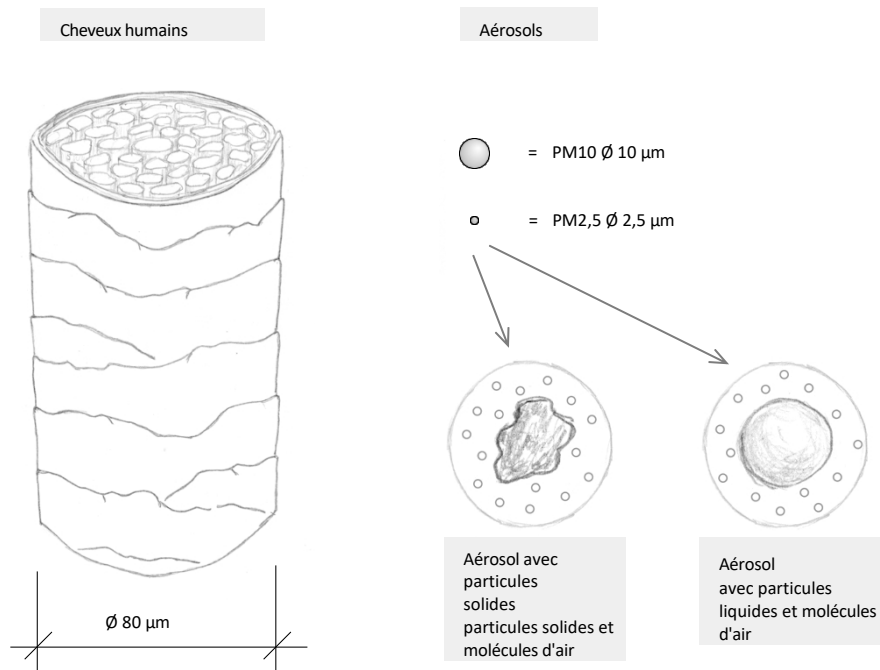


Illustration 38

Les indications PM10 ou PM2,5 se réfèrent à la taille des particules. Le chiffre indique le diamètre en micromètres. Là encore, il faut veiller à éviter tout malentendu !

Malentendu

Les indications PM permettent de déduire la forme et la taille réelles d'une particule.

L'indication d'un diamètre suppose en fait la géométrie d'une sphère. Mais comment cela peut-il être possible ? Les grains de poussière, les grains de sable, les virus et toutes les autres pollutions atmosphériques ont-ils toujours la géométrie d'une sphère ? Bien sûr que non ! Ces particules ont souvent une forme complètement différente !

Attribution des valeurs PM aux différentes particules

Mais comment toutes ces particules peuvent-elles être définies par un diamètre PM10, PM2,5 ou PM1 ? Il existe une astuce : il suffit de comparer les particules réelles, qui ont une géométrie quelconque, avec des particules qui ont une géométrie sphérique et qui se comportent dans l'air de la même manière que les particules réelles. Pour cela, on tient compte, par exemple, du comportement en flux, mais aussi du comportement en diffusion et de la densité des particules. On observe quelles particules de forme géométrique sphérique présentent le même comportement que les particules réelles par rapport à ces points. Les particules sphériques présentant le même comportement en termes d'écoulement et de diffusion peuvent ainsi être définies comme PM10, PM2,5 ou PM1. Le diamètre ainsi déterminé est également appelé « diamètre aérodynamique » dans le domaine scientifique.

Types, formes et tailles des particules

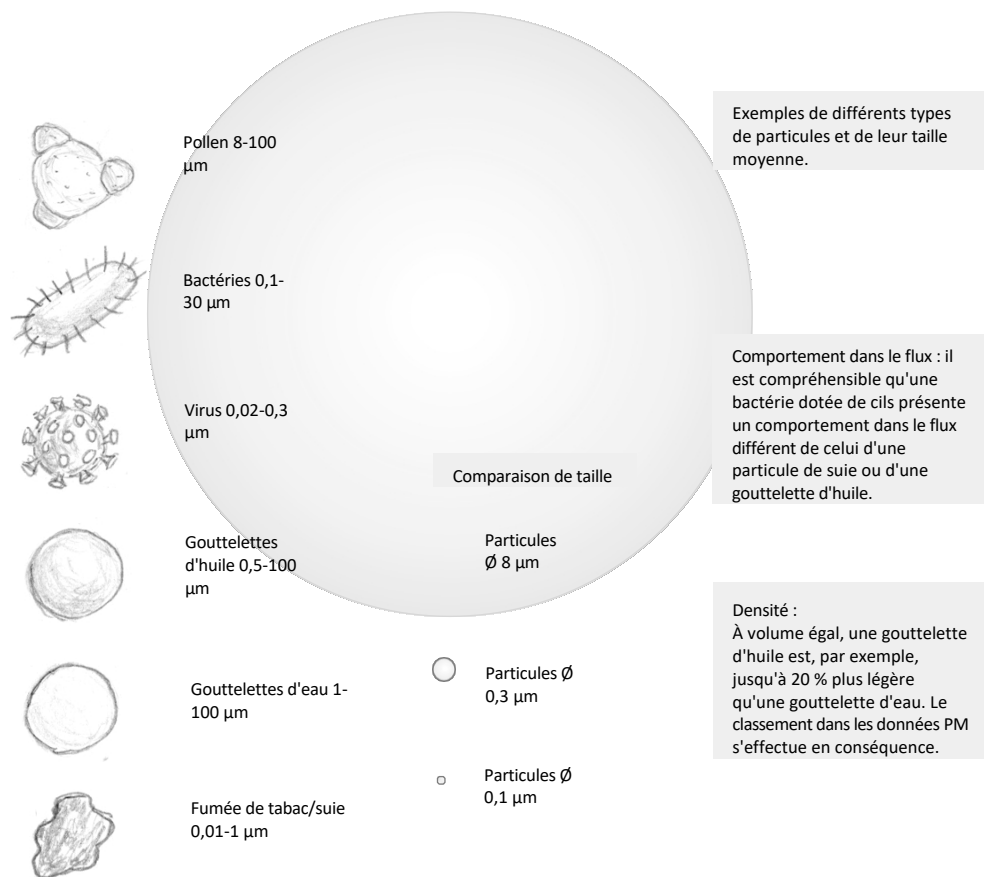


Illustration 39

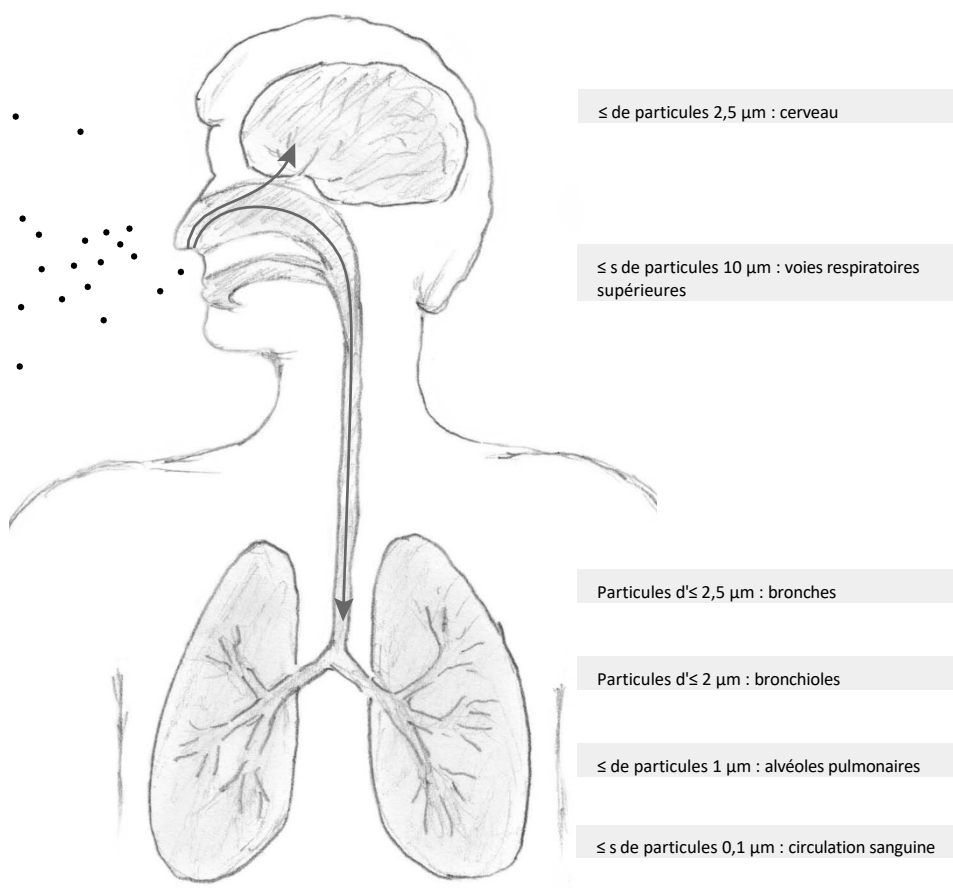
Les particules PM10 peuvent être inhalées.

Lorsque des normes relatives à la pollution atmosphérique ont été définies aux États-Unis en 1987, on a d'abord commencé par étudier la pollution atmosphérique dans la gamme des PM10, c'est-à-dire les particules d'un diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres. Pourquoi cette gamme de taille ? Parce que les particules de cette taille ne sont plus filtrées et éliminées dans la bouche et le nez lors de l'inhalation. Elles atteignent les poumons.

Les particules PM2,5 pénètrent jusqu'aux alvéoles pulmonaires

Entre-temps, cette plage a été réduite à PM2,5. Là encore, la protection de la santé a joué un rôle déterminant : les particules de moins de 2,5 micromètres peuvent pénétrer jusqu'à nos alvéoles pulmonaires. Si la pollution atmosphérique peut atteindre les parties les plus profondes de notre corps, on peut imaginer les effets négatifs qu'elle peut avoir sur notre santé.

Absorption des particules par inhalation



Il est désormais bien établi que les particules PM10 peuvent causer des dommages dans les voies respiratoires supérieures et les particules PM2,5 dans les voies respiratoires inférieures. Selon les dernières études, les particules de moins de 2,5 μm peuvent atteindre le cerveau directement par le nerf olfactif ou la circulation sanguine et y altérer les capacités cognitives.

Illustration 40

Récemment, l'un des invités de mon nouveau podcast « Luftpost » (Courrier aérien) l'a résumé ainsi :

« Ce que nous respirons à l'intérieur des locaux de production, ce sont souvent des substances qui n'appartiennent pas à notre corps et qui ne doivent pas y pénétrer ! »

Mais là encore, il existe de grandes incompréhensions en matière de technique de ventilation et de purification de l'air !

6.1. Le malentendu concernant la qualité de l'air intérieur

Après plus de deux décennies dans notre secteur, je ne comprends toujours pas pourquoi il existe une telle méconnaissance de la qualité de l'air intérieur. Pour une raison inexplicable, les gens partent toujours du principe que l'air qu'ils respirent à l'intérieur est de qualité acceptable et exempt de pollution notable.

Idée fausse

La qualité de l'air intérieur est généralement sans danger.

Depuis plus d'une décennie, nous nous engageons dans la sensibilisation à ce sujet, mais nous sommes rarement entendus. Nous sommes souvent confrontés à des regards étonnés qui trahissent une certaine incrédulité face à nos explications ! Pourquoi en est-il ainsi ? Que voulons-nous expliquer ? Il s'agit en fait d'une question assez simple, à savoir la gestion de la pollution atmosphérique dans les grandes villes allemandes par rapport à la gestion de la pollution de l'air intérieur.

Mesure des particules fines dans les grandes villes

Dans nos grandes villes, on parle de pollution atmosphérique et on envisage des restrictions de circulation lorsque la valeur limite de 50 pour les particules fines PM10 est dépassée pendant une période prolongée. Pour déterminer ces valeurs, on mesure, à un point de mesure dans la ville, la quantité de particules fines PM10 contenues dans un mètre cube d'air.

Encore une fois, expliqué simplement : on dispose d'un volume d'air d'un mètre cube d'air urbain et, à l'aide d'une technique de mesure appropriée, on peut mesurer le nombre de particules fines d'un diamètre de 10 micromètres ou moins contenues dans ce mètre cube d'air urbain. Le diamètre des particules permet de calculer leur volume, leur densité permet de déterminer leur poids et le nombre mesuré permet de calculer le poids total des polluants dans un mètre cube d'air urbain. Ce poids total est exprimé en microgrammes.



ieur

L'importance croissante de la qualité de l'air est mise en évidence par la liste détaillée des polluants fournie par les applications météo actuelles. Les valeurs actuelles de la ville saisie sont affichées, accompagnées d'une explication des effets possibles des polluants.

Exemple à Stuttgart le
14 juillet 2023
à 16h05 **PM₁₀ : 25**

µg/m³ **PM_{2,5} : 10** µg/m³

Illustration 41

Valeurs limites actuelles de la pollution atmosphérique à l'extérieur

Si le poids total est par exemple de 20 microgrammes, il s'agit selon les normes de l'OMS d'une pollution atmosphérique faible et donc d'une qualité de l'air acceptable. La directive européenne sur les particules fines stipule par exemple que la moyenne journalière des particules fines PM10 doit être de 50 microgrammes par mètre cube d'air urbain et ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an.

Efforts mondiaux pour réduire les valeurs limites

Des discussions et des efforts sont actuellement en cours à l'échelle mondiale pour abaisser encore ces limites, par exemple à 40 microgrammes de particules fines par mètre cube. L'examen plus strict des particules PM2,5 au lieu des particules PM10 fait également l'objet d'une attention croissante dans le monde entier. Voilà pour la situation dans les grandes villes.

Pollution de l'air intérieur

Qu'en est-il à l'intérieur des bâtiments ? Par exemple dans les pièces où l'on cuisine ou où des machines-outils modernes usinent des pièces métalliques.

Exemple pratique : mesures en intérieur

Chez REVEN GmbH, nous mesurons régulièrement la pollution de l'air intérieur. Comment procédons-nous ? En utilisant exactement la même technique de mesure et la même procédure que celles décrites précédemment pour les mesures effectuées dans les centres-villes. Nous mesurons le nombre de particules polluantes dans un mètre cube d'air ambiant, par exemple dans une usine de fabrication ou dans la cuisine d'un grand hôtel.

Le résultat obtenu de cette manière donne un indice de qualité de l'air de 10 000, 50 000 ou 100 000, par exemple. Ce sont des ordres de grandeur très différents de ceux des villes ! Nous avons même déjà dû présenter à nos clients un résultat de mesure de 500 000 ! Cela signifie qu'un mètre cube d'air ambiant contient jusqu'à 500 000 microgrammes de particules polluantes ! Et ce n'est vraiment pas rare dans les locaux de production !

Recommandations officielles en matière de valeurs limites pour la construction mécanique

À la lecture des directives et normes pertinentes, il apparaît clairement que de telles concentrations de polluants ne sont pas rares. Ainsi, la recommandation suivante s'applique à la construction mécanique dans les directives officielles :

Pour les lubrifiants réfrigérants miscibles à l'eau utilisés dans le travail des métaux ainsi que dans le travail du verre et de la céramique, une valeur limite de 10 milligrammes de ces substances dans un mètre cube d'air ambiant est spécifiée, de même que pour les lubrifiants réfrigérants non miscibles à l'eau ayant un point d'éclair inférieur à 100 degrés Celsius.

Ces 10 milligrammes correspondent à un indice de qualité de l'air de 10 000 dans les grandes villes ! Si une telle valeur était mesurée pendant une semaine dans le centre-ville de Stuttgart, aucune voiture ne pourrait plus circuler pendant la journée et tous les médias en parleraient dans tout le pays.

Comparaison des valeurs limites des particules polluantes (PM10)

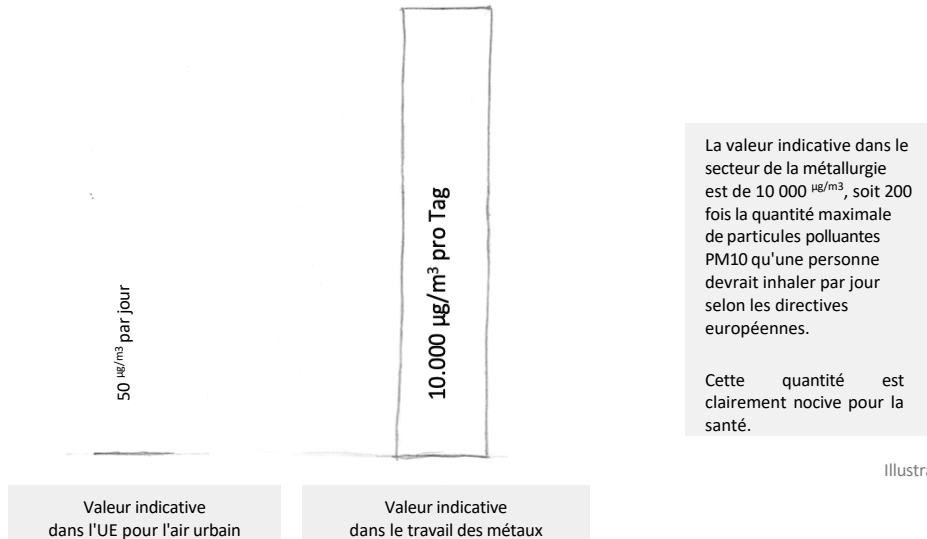


Illustration 42

En revanche, si l'on mesure une telle pollution de l'air dans une usine de construction mécanique ou dans la cuisine d'un hôtel, cela n'intéresse pratiquement personne. Même les représentants de ces secteurs ne s'intéressent guère à cette question. Au contraire, ces conditions sont passées sous silence, car leur élimination coûterait de l'argent.

Importance des résultats des mesures pour les employés

Pour rappel, la directive européenne sur les particules fines fixe la moyenne journalière des particules fines PM10 à 50 microgrammes par mètre cube d'air urbain, avec un maximum de 35 jours par an.

Si l'on mesure les 10 milligrammes susmentionnés dans une entreprise de construction mécanique, cela signifie que les employés de cette entreprise doivent travailler environ 200 jours par an avec une exposition maximale à 10 000 microgrammes de polluants.

Conclusion tirée de la pratique

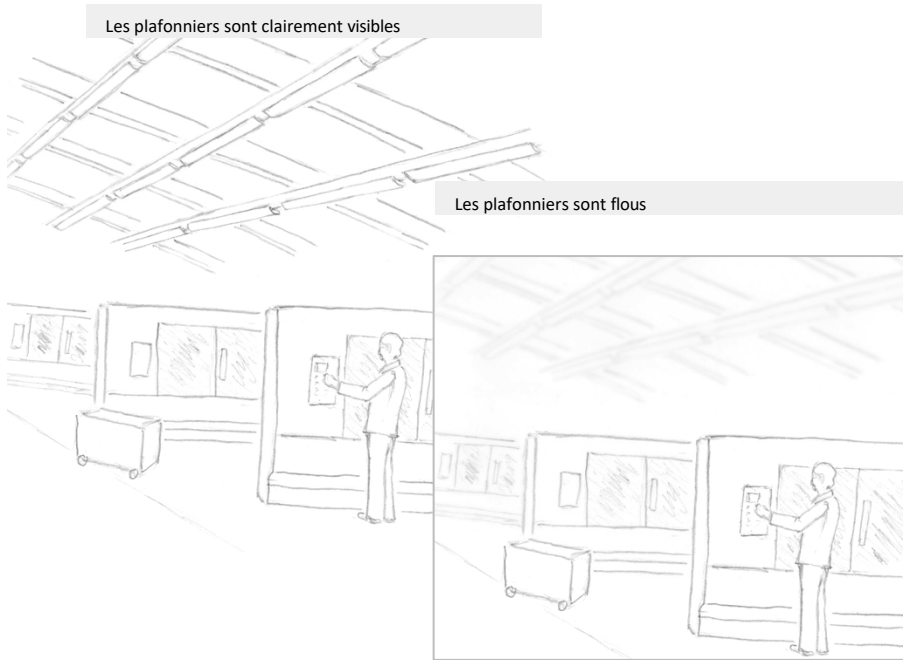
Au cours des 20 dernières années, nous avons effectué des milliers de mesures de la pollution de l'air intérieur à travers le monde. Nous sommes intervenus dans des sites de production de toutes sortes, où sont fabriqués les produits les plus divers à partir des matériaux les plus variés. Toutes nos mesures ont toutefois révélé le même résultat :

lorsque l'air était visible, nous avons mesuré plus de 10 000 microgrammes de polluants atmosphériques dans un mètre cube d'air intérieur.

Une méthode simple pour évaluer la qualité de l'air

À l'avenir, vous pourrez peut-être évaluer vous-même la qualité de l'air ! Si vous vous trouvez dans un local de production – , que ce soit dans la cuisine d'un hôtel, dans un site de production de l'industrie agroalimentaire ou dans une usine de construction mécanique, et que vous constatez que l'air n'est plus clair, mais qu'il ressemble plutôt à un brouillard matinal en automne, cela signifie que la pollution de l'air est d'au moins 10 000 microgrammes par mètre cube. Le moyen le plus simple de le constater est de regarder vers l'éclairage de la pièce ! Si vous voyez clairement les contours de la lampe et que l'air autour de celle-ci est invisible, tout va bien. Cependant, dès que vous ne pouvez plus distinguer clairement la lampe en raison d'un brouillard diffus qui se forme autour d'elle, vous pouvez être sûr que l'indice de qualité de l'air dans cette pièce avoisine les 10 000 !

Évaluation simple de la qualité de l'air



Si les plafonniers d'une pièce ne sont pas clairement visibles, le degré de pollution de l'air est très élevé et s'élève à environ 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Illustration 43

Différence entre l'évaluation de la qualité de l'air extérieur et intérieur

Cette comparaison avec la pollution atmosphérique très controversée dans les centres-villes allemands met en évidence l'écart qui suscite étonnement et incompréhension lorsqu'il s'agit de l'intérieur des bâtiments. On nous demande alors souvent comment expliquer de telles différences.

À notre avis, elles ne sont tout simplement pas défendables. Toutes les tentatives d'explication des responsables ne sont que des excuses fallacieuses visant à éviter des investissements urgents et nécessaires.

Personne ne semble avoir conscience des risques que cela représente pour toutes les personnes concernées. Des concentrations de microparticules considérées comme gravement nocives pour la santé à l'extérieur sont jugées acceptables à l'intérieur lorsqu'elles sont 200 fois plus élevées ? Qui assumera la responsabilité de ce danger à l'avenir ?

Les fabricants de systèmes de ventilation doivent changer leur façon de penser

Nous aussi, fabricants de systèmes de ventilation et de purificateurs d'air, devons faire face à ce problème ! Pourquoi ? Parce que dans notre secteur également, il existe des centaines de fabricants de systèmes de ventilation pour cuisines industrielles ou entreprises de construction mécanique qui ne disposent même pas des techniques de mesure les plus simples pour mesurer et analyser ne serait-ce qu'un peu cette pollution de l'air. Dans le même temps, ils proposent des produits destinés à purifier l'air, à ventiler les pièces et à éliminer les polluants de l'air ambiant.

La norme DIN EN 16282 relative à la ventilation des cuisines

Il existe désormais une « norme relative à la ventilation des cuisines » pour les systèmes de ventilation des cuisines à usage commercial, la norme DIN EN 16282, qui s'applique presque partout en Europe. Celle-ci exige que toutes les substances nocives soient captées, aspirées puis séparées du flux d'air évacué dans les cuisines industrielles, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents.

Si ces deux étapes, à savoir la détection et l'aspiration ainsi que la séparation des polluants du flux d'air évacué, sont réussies, on dispose alors

- a) dispose alors d'un système de ventilation moderne, efficace et de très bonne qualité, et
- b) une bonne qualité de l'air avec une très faible concentration de polluants dans les pièces.

Contrôle insuffisant de la mise en œuvre

Maintenant, ma question est la suivante : selon vous, dans combien de cuisines professionnelles nouvellement installées la conformité à la norme est-elle vérifiée lors de la mise en service ? À peu près aussi souvent que la consommation de carburant indiquée pour les véhicules neufs ? Ou aussi souvent que la consommation électrique des nouvelles pompes à chaleur ?

Sur 1 000 systèmes de ventilation de cuisine industriels nouvellement installés, moins de dix sont contrôlés !

Exemple pratique

J'ai déjà vu plusieurs fois des concurrents s'adresser à nous lorsqu'un maître d'ouvrage insistait pour faire effectuer ce contrôle, et nous demander de réaliser les mesures à leur place, car ils ne disposaient pas eux-mêmes de l'équipement nécessaire !

L'ozone – un exemple de pollution atmosphérique par les gaz

Nous observons une situation très similaire et le même phénomène dans le cas de la pollution atmosphérique par les gaz. Je vais illustrer cela à l'aide de l'exemple de l'ozone. Nous avons déjà évoqué les dangers potentiels de l'ozone au chapitre 4. Dans de nombreux pays européens, la valeur limite pour l'ozone dans les espaces intérieurs est t o u j o u r s fixée à 200 microgrammes par mètre cube d'air ambiant. C'était également la valeur limite en vigueur en Allemagne, mais elle a depuis été supprimée. En Suisse, cette valeur limite est toutefois toujours en vigueur. Selon les critères de classification des substances cancérigènes de la Communauté allemande de recherche (DFG), l'ozone est classé comme une substance encore insuffisamment étudiée, mais soupçonnée d'être cancérigène pour l'homme.



e concentration d'ozone à l'extérieur

L'application météo affiche les valeurs de polluants les plus élevées en premier lieu. L'ozone arrive en tête avec une valeur de 104 µg/m³. Cette concentration dépasse la moyenne recommandée par l'OMS pour une exposition sur 8 heures (voir fig. 29).

Exemple de Hoyerswerda le 20 août 2023 à 9h55

o₃ : 104 µg/m³

Illustration 44

Ozone – valeurs limites à l'extérieur

L'Agence fédérale allemande pour l'environnement fournit des informations sur les valeurs limites à l'extérieur et les risques pour la santé. Elle met en garde contre le fait que l'ozone dans l'air peut entraîner une diminution de la fonction pulmonaire, des réactions inflammatoires des voies respiratoires et des troubles respiratoires. Les valeurs suivantes s'appliquent

Valeur limite de 180 microgrammes d'ozone par mètre cube d'air urbain. Cette valeur est appelée seuil d'information. Si la concentration dépasse cette valeur, des recommandations et des avertissements sont diffusés à la population par les médias. Lorsque la concentration atteint 240 microgrammes d'ozone par mètre cube d'air urbain, le seuil d'alerte est dépassé et l'alerte est déclenchée. Il convient également de noter que les valeurs d'ozone à l'extérieur ne doivent pas dépasser une moyenne de 120 microgrammes par mètre cube d'air urbain pendant huit heures au maximum 25 jours par an.

Ozone – valeurs limites dans le domaine de la ventilation des cuisines

Actuellement, les experts en ventilation de cuisine continuent toutefois d'indiquer une valeur limite admissible de 20 000 microgrammes d'ozone par mètre cube d'air. Cette information provient également de la norme européenne DIN EN 16282, un ensemble de règles élaboré en collaboration avec de nombreuses associations industrielles nationales. Malheur à ceux qui y voient malice !

Cette norme stipule que la concentration d'ozone dans l'air évacué d'une cuisine industrielle ne doit pas dépasser 10 ppm. À une pression atmosphérique de 1013 hectopascals et une température de 20 degrés Celsius, ces 10 ppm d'ozone correspondent assez précisément à une valeur limite de 20 000 microgrammes d'ozone par mètre cube d'air (voir fig. 29).

Ozone – des divergences qui parlent d'elles-mêmes

Je pense que les différences dans l'évaluation de la qualité de l'air intérieur et extérieur mises en évidence dans cet exemple parlent d'elles-mêmes et n'ont pas besoin d'être expliquées plus en détail. En fait, dans ce cas également, tout le monde devrait savoir clairement ce qu'il faut faire, à savoir éviter complètement la formation d'ozone, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur !

Pour atteindre cet objectif, il faut toutefois mesurer et analyser la pollution atmosphérique. Nous vous expliquons ci-après comment cela est possible.

6.2. Les mesures de particules rendent la pollution atmosphérique visible !

Quelle technique de mesure permet de mesurer les polluants dans l'air ? Quelle technique de mesure permet de prouver l'efficacité d'un système de ventilation ? En principe, ce n'est pas compliqué et cela a déjà été décrit au chapitre 3. Pour déterminer avec précision la concentration en polluants dans l'air, il est recommandé d'utiliser

- a) la technique de mesure des particules et des aérosols et
- b) un détecteur à ionisation de flamme (FID)

Nous avons déjà décrit en détail les appareils de mesure FID au chapitre 3. Les appareils de mesure des particules et des aérosols sont depuis longtemps à la pointe de la technologie pour les salles blanches. Depuis des décennies, il n'existe plus aucune salle d'opération dans les hôpitaux ni aucune salle de production de microprocesseurs où des compteurs de particules ne sont pas utilisés lors de la mise en service du système de ventilation pour vérifier son bon fonctionnement. En principe, cela permet simplement et clairement de prouver que l'air ambiant d'une telle salle blanche est réellement pur et exempt de particules, même les plus infimes. C'est à cela que sert le compteur de particules.

Comment mesurer les particules

Les compteurs de particules peuvent analyser la présence de particules minuscules dans l'air ambiant à l'aide d'un système optique complexe et de rayons laser. Ils comptent le nombre de particules et déterminent simultanément leur taille, c'est-à-dire leur diamètre aérodynamique.

Compteur de particules mobile

Compteur de particules mobile, alimenté par batterie, avec mesure de la lumière diffuse et enregistrement des données pour la mesure en temps réel des masses d'aérosols

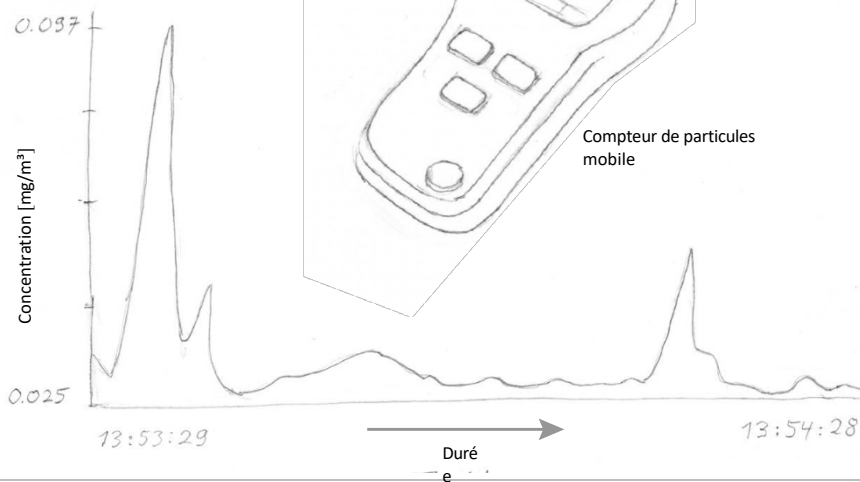


Illustration 45

La technique de mesure des particules doit être adaptée à la situation

Tout comme dans les salles blanches, il est possible d'analyser l'air ambiant et de déterminer la présence de particules dans les sites de production, les cuisines industrielles ou les usines de construction mécanique. En principe, la procédure est exactement la même, à une différence importante près :

le nombre de particules est considérablement différent de celui des salles blanches ! Alors que dans les salles blanches, il s'agit de vérifier la présence ou non de particules PM10 dans l'air ambiant, dans l'air ambiant d'une cuisine ou d'un site de production, on mesure le nombre de particules présentes dans un mètre cube d'air ambiant. Il s'agit alors souvent du

Dix mille fois plus, voire davantage qu'en salle blanche ! Les compteurs de particules doivent être adaptés à ces conditions ou la technique de mesure appropriée doit être sélectionnée.

Exemple pratique : mesure des particules par dilution dans l'air

Lorsque nous avons effectué les premières mesures de particules dans des pièces aussi fortement polluées il y a 25 ans, nous avons essayé d'utiliser des compteurs de particules classiques, car il n'existait alors pratiquement aucune technique de mesure plus adaptée. Comme on peut l'imaginer, ces premières mesures étaient souvent invérifiables, incompréhensibles et de très mauvaise qualité, car les compteurs de particules étaient complètement dépassés par les concentrations élevées de particules. Une première approche pour améliorer la situation a consisté à diluer de manière définie l'air à analyser. Cela signifie qu'à l'aide de niveaux de dilution appropriés, l'air à analyser a été dilué, par exemple, 1 000 fois avec de l'air pur exempt de particules. Cet air dilué a ensuite été mesuré à l'aide de compteurs de particules conventionnels et le résultat a été extrapolé avec un facteur 1 000. Le perfectionnement simultané des compteurs de particules a permis de rendre les appareils moins sensibles aux concentrations très élevées de particules et d'obtenir des résultats de mesure de plus en plus précis.

Des appareils modernes garantissent des mesures précises

Les compteurs de particules actuels peuvent même analyser l'air ambiant très pollué avec la même précision que celle obtenue depuis des décennies dans les salles blanches. Le secteur doit simplement vouloir disposer de mesures précises et être prêt à investir dans des techniques de mesure modernes.

Trop peu de mesures sont effectuées

À l'heure actuelle, sur le marché germanophone de la ventilation de cuisine, rares sont les fabricants qui utilisent une telle technologie de mesure lors de la mise en service de nouveaux systèmes de ventilation.

Ce n'est malheureusement pas un malentendu !

Le fonctionnement optimal des systèmes de ventilation est simplement supposé, sans preuve mesurable.

Le bon fonctionnement d'un système de ventilation, l'efficacité de la détection et de l'aspiration ainsi que la séparation et la filtration des polluants présents dans le flux d'air sont autant d'éléments qui sont implicitement considérés comme acquis. On part du principe que tout fonctionne bien et que tout va bien. La plupart du temps, on ne cherche pas vraiment à savoir si c'est réellement le cas et on ne souhaite pas plus que cela bénéficier d'une transparence garantie par des analyses et une documentation.

La technique de mesure est indispensable pour obtenir une qualité de l'air optimale

Nous avons expliqué en détail dans les chapitres précédents la complexité des tâches de la technologie de ventilation, telles que la détection et l'aspiration, le filtrage et la séparation, ainsi que la ventilation avec de l'air frais. Pour ces raisons, la technologie de mesure est indispensable pour prouver que l'air ambiant est réellement exempt de polluants. Il n'y a aucune excuse pour ne pas utiliser régulièrement cette technologie de mesure.

Absence de preuves de mesure pour les purificateurs d'air à ozone

Des gaz dangereux tels que l'ozone peuvent également être détectés à l'aide d'appareils de mesure appropriés. Mais dans ce cas également, on constate la même attitude que pour la technique de mesure des particules décrite ci-dessus : parmi les milliers de fournisseurs de purificateurs d'air à ozone, vous en trouverez rarement un qui puisse vous fournir, à l'aide d'une technique de mesure appropriée, la preuve que ses produits ne causent pas plus de dommages que de bienfaits grâce à l'ozone qu'ils produisent.

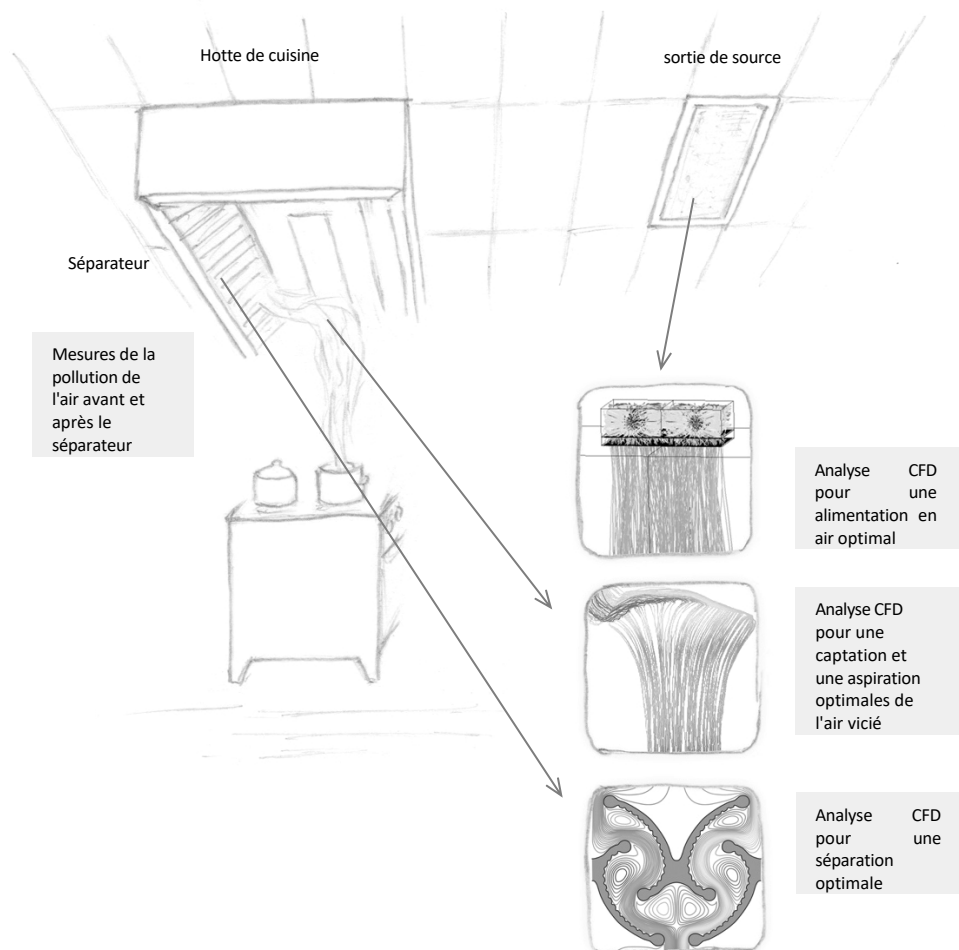
Une technologie de ventilation sérieuse repose sur des bases scientifiques

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, le développement de produits sérieux dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air nécessite une approche scientifiquement fondée. Les promesses grandiloquentes contenues dans des brochures publicitaires attrayantes peuvent trop souvent nous faire croire le contraire dans notre secteur. Restez vigilant et remettez en question ces promesses.

Conclusion

J'espère que mes remarques vous ont sensibilisé à ce sujet et vous ont fourni des informations intéressantes. La boucle est bouclée : nous avons abordé tous les aspects, de la détection et de l'aspiration efficaces au chapitre 1 à la technique de mesure appropriée pour déterminer l'efficacité de la technique de ventilation et de la purification de l'air au chapitre 6. –

Technique de ventilation scientifiquement fondée



Chez Rentschler REVEN, le fonctionnement des systèmes de ventilation de cuisine est contrôlé et optimisé à l'aide de méthodes scientifiquement éprouvées.

Illustration 46

Conclusion

Vous avez maintenant lu tous les chapitres de ce livre, initialement tirés de notre podcast

« Les malentendus dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air ». J'espère avoir pu vous donner quelques pistes de réflexion. Un concurrent a récemment critiqué le contenu du podcast. Il a trouvé l'ensemble trop superficiel et attendait davantage de ma part. Comme je l'ai déjà mentionné ailleurs, mon objectif était de rendre les thèmes liés à la technique de ventilation et à la purification de l'air facilement accessibles et aussi divertissants que possible. Je ne voulais pas rédiger un essai scientifique. Les thèmes de notre secteur de la ventilation sont plutôt des thèmes de niche qui n'intéressent pas le grand public. C'est pourquoi il était important pour moi d'expliquer les malentendus de manière simple et compréhensible, même pour les personnes étrangères au secteur. J'espère y être parvenu.

Nous avons rédigé ce livre sur la base de ce podcast. Il contient de nombreuses illustrations intéressantes qui viennent compléter les informations fournies et les illustrent de manière visuelle.

Il me tient à cœur de rendre notre secteur attractif pour les jeunes, car la protection de l'air est un sujet important et le restera à l'avenir. C'est pourquoi il convient d'aborder cette question avec soin et sens des responsabilités.

Mes collègues du service commercial emporteront ce livre avec eux à l'avenir et se feront un plaisir de vous en remettre un exemplaire pour vous expliquer les différents thèmes abordés lorsque vous discuterez avec eux de nouveaux projets, de nouveaux processus et de nouvelles planifications. Car nous voulons que nos technologies et nos produits soient compris !

En guise de remerciement à nos auditeurs, nous offrons gratuitement le livre qui vient de paraître.

Parallèlement à notre projet de livre, un nouveau podcast est désormais disponible. Il s'intitule « Luftpost » (Courrier aérien).



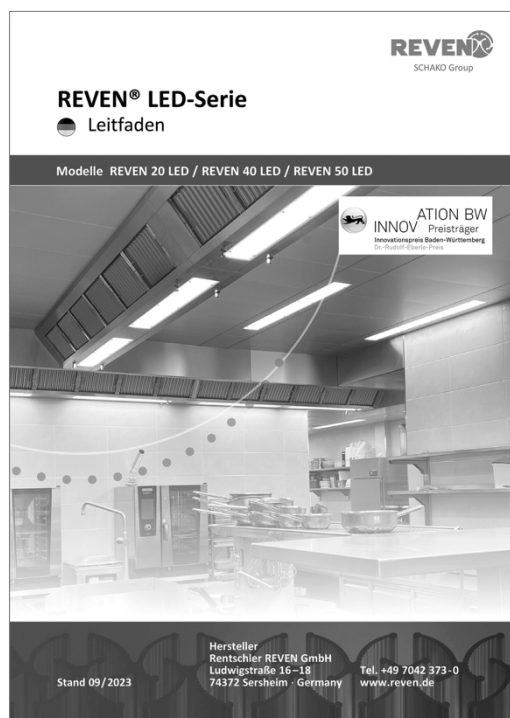
Cette nouvelle série de podcasts est consacrée à l'air pur. Je présente des personnes et des entreprises qui s'occupent de la protection de l'air et des techniques de ventilation. Des acteurs issus des secteurs les plus divers sont interviewés et les technologies sont discutées. J'ai choisi ce titre en raison de l'association que suscite ce terme. Autrefois, les nouvelles et les communications étaient souvent envoyées par avion. Je souhaite transmettre les dernières actualités sur le thème de l'air pur et d'un environnement sain dans mon podcast « Luftpost ».

Vous le trouverez sous le lien reven.news/luftpost, les premiers épisodes sont en ligne.

Si vous êtes vous-même acteur du secteur de la ventilation ou de la purification de l'air, nous pouvons volontiers concevoir ensemble un épisode du podcast. Je me ferai un plaisir de me rendre chez vous. N'hésitez pas à me contacter à l'adresse marketing@reven.de.

Informations intéressantes fournies par REVEN

Le guide des luminaires LED



On sous-estime souvent l'importance d'un bon éclairage pour l'utilisation d'une pièce.

Dans les cuisines professionnelles, un éclairage adapté est particulièrement important. Lors de la conception, il convient donc de prendre en compte et de respecter certains aspects tels que la luminosité, le contraste et la couleur. Notre gestion de l'éclairage offre ici de nombreux avantages.

Dans ce guide LED, nous expliquons les facteurs importants pour un bon éclairage et comment les luminaires LED REVEN® répondent à ces exigences.

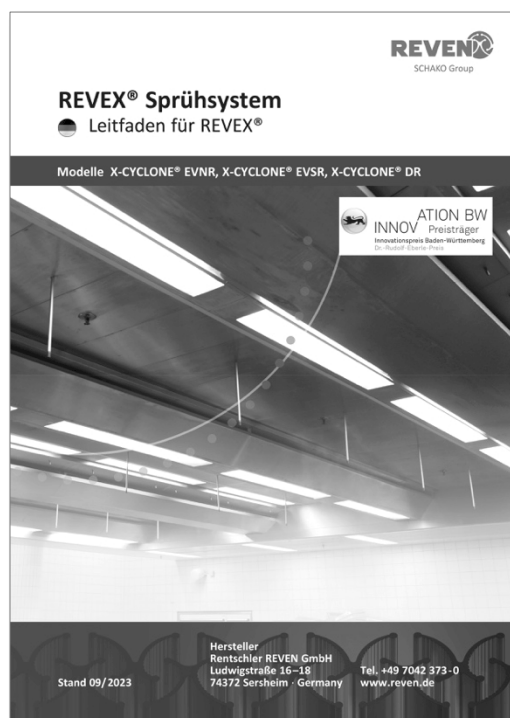
La brochure « Commande RSC



Afin d'améliorer la rentabilité des systèmes de ventilation dans les cuisines industrielles, Rentschler REVEN propose le système de régulation automatique intelligent RSC. Ce système adapte en continu le débit d'air entrant et sortant aux activités de cuisson, conformément à la norme innovante Industrie 4.0.

Notre brochure vous fournit tous les détails techniques à prendre en compte lors de l'installation d'une commande RSC.

Le guide du système de pulvérisation REVEX®



Par le passé, le thème du « nettoyage des installations de ventilation de cuisine » n'était souvent pas suffisamment pris en compte.

Un nettoyage régulier, professionnel et approprié des installations de ventilation dans les cuisines industrielles garantit le bon fonctionnement de l'installation, réduit les risques d'incendie et empêche la prolifération de micro-organismes à l'intérieur de l'installation. Il protège également la santé du personnel de cuisine.

Malentendus dans le domaine de la ventilation et de la purification de l'air

Le livre

Le podcast a rencontré un tel succès qu'il était tout naturel d'en faire un livre. Des retours qui parlent d'eux-mêmes :

« ... le podcast sur les flux d'air m'a donné envie d'en savoir plus... »

« ... je tiens à vous féliciter pour votre podcast intéressant « Malentendus dans la technique de ventilation et la purification de l'air » et vous remercier pour ces informations... »

« ... merci beaucoup pour ce podcast vraiment intéressant. Je serais ravi qu'il y ait une suite. Je suis chef de projet dans le domaine de la ventilation depuis plus de 20 ans et j'ai pu en tirer beaucoup pour la pratique et d'autres projets. Je serais ravi de pouvoir construire la prochaine installation de cuisine avec vous... »

« ... Je tiens à vous féliciter pour ce podcast. Le sujet est très compréhensible, même pour des personnes comme moi qui ne connaissent pas très bien le domaine... »

« ... En tant qu'auditeur attentif de votre podcast, je souhaite profiter de l'occasion pour commander l'ouvrage spécialisé annoncé pour 2023. J'espère que d'autres épisodes seront consacrés au thème de l'air, notre denrée la plus précieuse... »

L'auteur

Dipl. Ing. Sven Rentschler est directeur général de Rentschler Reven GmbH, un fabricant de taille moyenne d'installations de purification de l'air. En tant qu'entrepreneur, il s'est fixé pour objectif d'améliorer la perception de la purification de l'air dans l'industrie et le commerce à l'échelle mondiale. Son engagement lui a valu deux brevets internationaux et le prix de l'innovation du Land de Bade-Wurtemberg. Sven Rentschler est également blogueur et conférencier sur le thème de la purification de l'air.

Le public cible

Toute personne intéressée par les aspects à prendre en compte pour une ventilation et une purification de l'air optimales.

Débutants, personnes souhaitant rafraîchir leurs connaissances, professionnels du secteur de la climatisation et de la ventilation, personnes issues de secteurs connexes, en particulier les concepteurs de systèmes de ventilation dans la construction mécanique et l'industrie alimentaire, entreprises exécutantes, experts, exploitants et concepteurs de cuisines industrielles.

● ABSORTION ● CLIMAT ● FRISSON

cci-dialog.de

cci Buch est une marque déposée de cci Dialog GmbH

Également disponible en version électronique

ISBN 978-3-922420-74-3



9 783922 420743

€ 47,00 (D)