

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U. F. R. D'ODONTOLOGIE

Année 2020

THESE N°2020 LYO 1D 013

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 10 mars 2020

**La qualité de l'air intérieur, une menace insoupçonnée au cabinet
dentaire**

Les technologies de traitement de l'air

Le traitement de l'air intérieur repose sur deux grands principes : la capture des contaminants et/ou leur destruction.

Ces deux principes se retrouvent intégrés dans des appareils autonomes ou dans des systèmes de type HVAC (heating, ventilation, airconditionner). En dehors de ces appareils, il existe également des sprays « assainissant » à base d'huiles essentielles ou d'autres substances actives, qui prônent une élimination des odeurs et/ou une action biocide sur les polluants organiques (virus, bactéries et moisissures). La littérature ne révèle pas une efficacité prouvée mais souligne la nécessité d'étude quant à l'effet sur le long terme de l'ingestion des particules fines et COV produits lors de l'utilisation de ces sprays.

Le premier principe est donc la capture des contaminants de l'air, cela peut être obtenu par divers moyens que sont la filtration ainsi que l'ionisation et filtration électrostatique.

a) La filtration

Il s'agit d'un processus consistant à capturer des particules de l'air en se basant sur des phénomènes physiques et mécaniques, tels que l'interception, le tamisage et la diffusion. La filtration est réalisée en utilisant un média qui sera le support de ce processus.

Le média filtrant généralement fibreux, peut-être de différentes natures : fibres organiques (coton, lin, chanvre, fibres de cellulose régénérée), fibres synthétiques (polyester, polyamide, etc.), fibres inorganiques (minéraux, céramiques, fibres de verre, fibres métalliques et fibres de carbone).

En traitement de l'air, les filtres utilisés sont dédiés en majorité au dépoussiérage. Il existe plusieurs types de filtres en fonction, notamment, de la dimension des particules à piéger.

Les plus étudiés et reconnus sont les filtres HEPA (High Efficiency Particular Air). Cette dénomination réfère à l'efficacité de filtration d'un médium qui doit obligatoirement être en mesure d'offrir un rendement de filtration de 99,97 % des particules fines (diamètre supérieur ou égal à 0,3 μm) telles que les spores, les pollens et les bactéries.

Une maintenance régulière est nécessaire, le filtre s'encrasse au cours de son utilisation ce qui atténue son efficacité.

b) L'ionisation et la filtration électrostatique

L'ionisation est la transformation d'un élément électriquement neutre (atome ou molécule), en ion par le gain ou la perte d'un ou plusieurs électrons.

Le principe de l'ionisation se fait par deux moyens : l'ionisation simple et la précipitation électrostatique.

L'ionisation simple est la précipitation des particules chargées de l'air (polluants) sur les surfaces par attraction et répulsion électrostatique.

La précipitation électrostatique se fait grâce à des électrodes portant une charge électrique opposée à celle des particules ionisées. Les particules de charges opposées s'attirent et forment des particules plus lourdes qui vont se déposer sur les surfaces plus rapidement.

Afin d'ioniser un atome ou une molécule, il existe divers procédés. On distingue par exemple :

- L'ionisation par impact électronique : un ou plusieurs électrons sont arrachés d'un atome ou d'une molécule par impact avec un faisceau d'électron accéléré. Il s'agit du procédé le plus souvent retrouvé dans les systèmes d'épuration utilisant l'ionisation. Les deux techniques les plus couramment utilisées sont l'ionisation par décharge couronne (corona) et l'ionisation par décharge à barrière diélectrique (BDD) ;
- L'ionisation par l'action de rayonnements : un électron périphérique est éjecté d'un atome ou d'une molécule à la suite d'une exposition à un rayonnement de longueur d'onde suffisamment énergétique.

Les particules sont la cible principale de l'ionisation, il est possible de remarquer une action sur les molécules gazeuses. On observe une réaction chimique en chaîne entre les COVs et les radicaux libres formés par ionisation. Lorsque la réaction est complète, cela mène à une minéralisation des COVs et donc leurs dépôts sur les surfaces.

Après la capture des contaminants de l'air, le deuxième principe sur lequel repose l'épuration de l'air est la destruction de ces contaminants. Il existe pour cela divers moyens à disposition, dont les principaux sont le plasma, l'ozonisation, la photocatalyse et les ultraviolets.

- **Le plasma :**

Le plasma est un état de la matière particulier. Il résulte de l'exposition d'un gaz à un fort champ électrique. Le gaz ainsi stimulé va s'ioniser pour devenir un fluide conducteur appelé « plasma ».

Le procédé d'épuration au plasma réfère à une variété de processus qui implique des décharges électriques à haut voltage pour minéraliser les contaminants gazeux de l'air intérieur comme les COV.

Il existe différents types de dispositifs dont le fonctionnement s'appuie sur ce concept général, mais dont le principe actif diffère quelque peu (plasma chaud, plasma froid).

Les technologies d'épuration faisant appel au plasma froid comportent ainsi plusieurs avantages. Elles sont en mesure d'atténuer une gamme étendue de concentration de COV (de 1 à 10 000 parties par million [ppm]) et de particules fines (dont les spores, pollens et bactéries), et ce, à température ambiante.

De plus, elles ne requièrent que peu d'énergie comparativement au plasma chaud. Par ailleurs, elles sont susceptibles de générer divers produits de dégradation incomplète tels que du monoxyde de carbone, de l'éthanol, du formaldéhyde, de l'ozone, du benzène, etc...

- **L'ozonisation :**

Ce procédé est basé sur la production dans l'air de particules d'ozone par des générateurs d'ozone ou « ozoneurs ». O_3 est une molécule qui a une tendance naturelle à se décomposer en dioxygène O_2 et en oxygène atomique O . L'ozone est une molécule très réactive qui va réagir avec d'autres composants chimiques jusqu'à les décomposer. O_3 possède donc un fort pouvoir oxydant sur lequel repose les techniques d'épuration de l'air par ozonisation.

- **La photocatalyse :**

La photocatalyse consiste à faire réagir un catalyseur qui, au contact des ultraviolets devient un puissant oxydant avec la création de radicaux libres en surface du catalyseur.

Le phénomène est amorcé par les molécules H_2O , O_2 et O_3 contenues dans l'air ambiant.

Le catalyseur est un oxyde métallique, du dioxyde de titane (TiO_2) par exemple.

Il s'agit d'un traitement réalisé par contact sur le média (catalyseur).

Le temps de rétention sur le média doit être suffisamment long pour permettre une minéralisation complète.

Etape 1 : La génération de radicaux libres en surface du média (Fig 1)

Au contact des rayons Ultraviolets, le catalyseur réagit en créant une instabilité de surface.

Lorsque les molécules H₂O, O₂ et O₃ contenues dans l'air rentrent en contact avec le catalyseur, ils se transforment en radicaux libres OH° et O₂°.

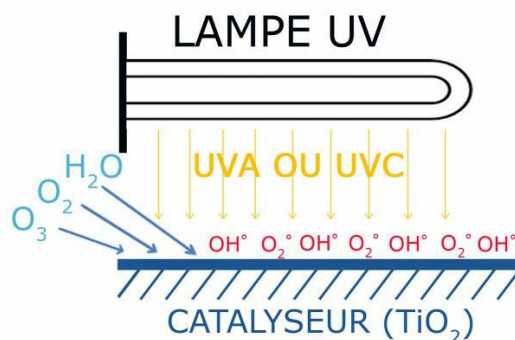


Fig 1

Etape 2 : La dégradation des chaînes carbonées

Les chaînes carbonées qui rentrent en contact avec les radicaux libres en surface du catalyseur sont ensuite découpées pour se recomposer naturellement en molécules stables O₂, H₂O, N₂ et CO₂.

Sur le marché, il existe deux types de sources UV :

Uva : non bactéricide

Uvc : ondes plus courtes (254 nm) donc très pénétrantes et bactéricides.

Il existe également deux types de matrices :

- La matrice léchante, qui a peu de contact avec l'air, donc un faible pourcentage d'air traité (voir figure 2) ;

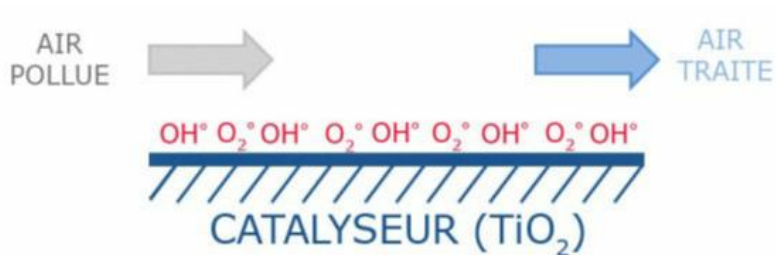


Fig 2

- La matrice traversante, qui traite la totalité de l'air mais le temps de contact est court ce qui entraîne une réaction incomplète (voir figure 3).

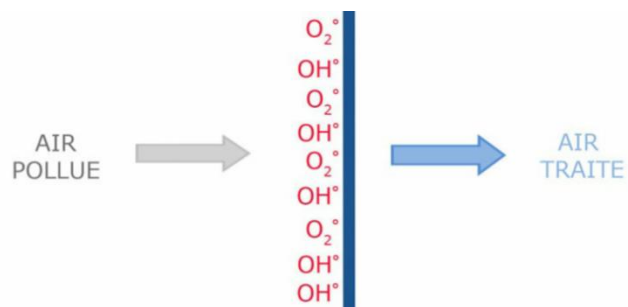


Fig 3

- **Les ultraviolets (UV) :**

Les systèmes germicides faisant appel à l'irradiation UV (IGUV) sont conçus pour atténuer les concentrations d'agents pathogènes tels que les bactéries, les moisissures et les virus présents dans l'air intérieur. Le rayonnement ultraviolet de type C (UV_C ; longueur d'onde : $\lambda = 254 \text{ nm}$) est reconnu létal pour la plupart des micro-organismes.

Deux types de dispositifs faisant appel à l'IGUV sont généralement retrouvés : les lampes suspendues en hauteur dans les pièces où l'air doit être aseptisé et les lampes intégrées aux conduits des systèmes de ventilation portables ou centralisés.

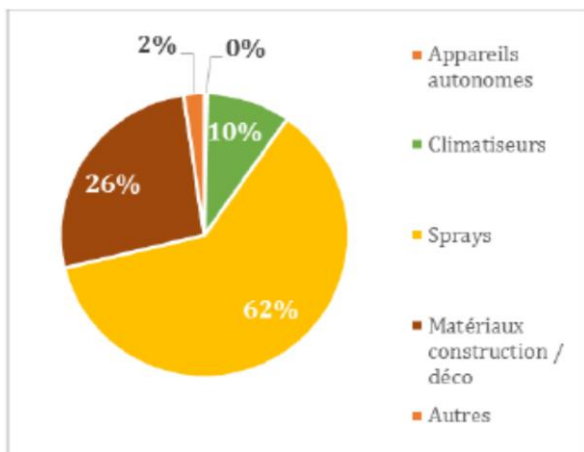
De façon générale, l'utilisation de systèmes intégrant une ou des lampes est considérée comme efficace dans la plupart des milieux potentiellement contaminés et où la ventilation est inadéquate.

Il existe donc une multitude de technologies à disposition. Cependant, la question de leur innocuité et de leur efficacité se pose afin d'évaluer leurs intérêts dans les foyers et en ce qui nous concerne le cabinet dentaire.

L'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentaire, de l'Environnement et du Travail (ANSES) a publié en 2017 un rapport sur l'identification et l'analyse des techniques émergentes d'épuration de l'air intérieur.

Ce rapport nous propose une étude de marché de l'épuration de l'air en France. Il nous indique qu'il s'agit d'un secteur en plein essor malgré l'absence de preuves scientifiques fiables sur les bénéfices et l'innocuité de ces dispositifs.

On peut noter que les sprays « assainissants » constituent l'outil le plus répandu malgré un manque d'efficacité prouvée et un risque de pollution secondaire. Parmi les appareils autonomes, les technologies les plus répandues sont par ordre décroissant : la filtration mécanique, l'ionisation et l'adsorption physique.



Parts de marché de l'épuration de l'air intérieur par familles de produits d'après le rapport de l'ANSES publié en 2017

« Près de 500 dispositifs d'épuration d'air intérieur ont été recensés. Il s'agit majoritairement d'épérateurs d'air autonomes (64 %). Si ces derniers représentent le nombre de références le plus important, ils ne représentent cependant que 0,3 % des parts de marché (environ 7 000 ventes/an). Ces dispositifs autonomes coûtent en moyenne 315 €, mais avec une grande

variabilité (< 50 € à > 2000 €), ce qui peut expliquer leur faible pénétration du marché par rapport à d'autres dispositifs moins coûteux tels que les sprays assainissants, naturels ou de synthèse, dont le coût unitaire est en moyenne de 10 à 15 €. Ces derniers dominent d'ailleurs les parts de marché avec 62 % (plus de 22 millions de ventes/an), pour seulement 13 % des références recensées. »

Ainsi, il convient de connaître les principes de fonctionnement, les éléments ciblés et les limites de chaque technologie afin de pouvoir cibler un dispositif adapté à nos enjeux dans un marché en plein essor. Le tableau suivant récapitule les différentes technologies, leurs principes de fonctionnement, leurs cibles et leurs limites.

Tableau récapitulatif des différents moyens d'épuration de l'air

Technologies	Processus actif	Contaminants retirés	Limites/inconvénients relevés dans l'analyse bibliographique
Filtration mécanique	Rétention des particules sur un média de porosité variable	Particules fines en suspension	Média filtrant souillé et potentiellement émissif (ozone, pollution secondaire, agents microbiens) Remplacement régulier filtre
Adsorption	Sorption des gaz et des aérosols sur un média adsorbant	COV	Média adsorbant souillé et potentiellement émissif (COV, agents microbiens) Entretien régulier
Captation électrostatique	Transfert de charge vers les particules et captation sur un média polarisé	Particules fines en suspension	Exposition possible à un courant de haut voltage et à l'ozone Entretien régulier
Ionisation	Génération d'ions et transfert de charge aux contaminants	Particules fines et COV	Oxydation incomplète Exposition à l'ozone et aux coproduits (COV)
Ozonation	Oxydation des molécules organique par le biais de l'ozone	COV	Oxydation incomplète Exposition à l'ozone et aux coproduits (COV, terpènes) Concentrations dans l'air supérieures à 100 µg.m-3 (valeur guide de l'OMS sur 8h dans l'air ambiant)
Plasma	Oxydation des contaminants par le biais d'un intense champ électromagnétique	Particules fines et COV	Oxydation incomplète Exposition à l'ozone et aux coproduits (COV) Consommation énergétique élevée Entretien régulier
Ultraviolet	Inactivation microbienne par UV	Agents microbiens	Exposition aux UV Entretien régulier
Photocatalyse	Oxydation des contaminants sur surface solide catalysée par UV	COV	Oxydation incomplète Exposition aux coproduits (COV, cétone, aldéhydes) Entretien régulier

Les études concernant les dispositifs d'épuration de l'air intérieur concernent principalement les filtres de type HEPA et la photocatalyse.

L'utilisation de filtre HEPA permet une réduction significative de PM₁₀ de source humaine et de bactéries associées (16), ainsi qu'une diminution des PM_{totales} de 68 à 80% (17).

La photocatalyse donne des résultats variables en fonction des contaminants étudiés, elle présente un taux de conversion entre 34 et 100% pour le toluène et le formaldéhyde (18)(19), tandis que pour le toluène et le xylène elle donne un taux de conversion entre 8 et 32% (20).

Ce rapport conclut qu'il existe peu d'études concernant les effets, bénéfiques ou délétères, sur la santé à court terme associés à l'utilisation d'épurateurs d'air et aucune étude sur les effets à long terme n'a été identifiée dans la littérature scientifique.

En effet, la revue des études sur le sujet révèle un manque de suivi sur le long terme et des conditions d'expérimentation qui ne reflètent pas la réalité.

De plus, l'Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ) a publié en février 2019 une revue de littérature scientifique sur l'analyse des dispositifs d'épuration de l'air intérieur en milieu résidentiel. Cette revue de littérature a permis de démontrer plusieurs points :

- *« Aucune technologie d'épuration commercialisée à ce jour n'est en mesure de compenser à elle seule les recommandations de gestion de base (ou fondamentales) de la qualité de l'air intérieur que sont le contrôle des contaminants à la source et la ventilation optimisée ;*
- *Les preuves concernant le rendement et l'innocuité de plusieurs technologies demeurent incomplètes, et il s'avère hasardeux de porter un jugement objectif au regard de leur efficacité relative en raison de la grande variété de résultats d'évaluation utilisés dans les études consultées ;*
- *Il existe très peu d'études soigneusement réalisées portant sur les associations entre l'utilisation de dispositifs d'épuration de l'air intérieur et la santé humaine. Les seules*

études répertoriées jugées rigoureuses concernant cet aspect portent sur la filtration HEPA (high efficiency particulate air), certaines d'entre elles étant concluantes. »

Il semble donc que la filtration HEPA, couplée ou non à l'irradiation germicide UV et à l'adsorption, pourrait s'avérer une approche utile pour atténuer une vaste gamme de contaminants particulaires, microbiologiques et gazeux en milieu résidentiel, lorsque le filtre est installé, utilisé et entretenu de manière adéquate.

Ainsi, l'étude et analyse des mécanismes de captation, d'élimination ou de transformation des contaminants impliqués dans les technologies d'épuration, de même que l'évaluation de leurs effets sur la santé des occupants, constituent d'importants domaines de recherche scientifique pour élucider cette question et en cerner tous les enjeux.

Nous avons donc aujourd'hui à disposition un grand nombre de technologies variées. En revanche, il existe un manque de preuves scientifiques afin de prouver leurs bénéfices et l'absence d'impact néfaste sur la santé des utilisateurs. Les études à disposition présentent des avantages non négligeables face aux enjeux que représente la qualité de l'air intérieur (élimination COV, inactivation des virus, élimination des bactéries) malgré un manque d'étude conduite en conditions réelles.

Bien que les recommandations n'incluent pas la mise en place de dispositifs d'épuration de l'air, le cabinet dentaire est un espace où la qualité de l'air est compromise par de nombreux facteurs (biologiques, chimiques et particulaires) et il convient de se renseigner sur les propriétés, les limites et l'intérêt de ces outils.

En effet, le marché des épurateurs d'air est en plein essor et il est donc logique que le chirurgien-dentiste devienne une cible de choix dans les prochaines années. Il convient donc de se rappeler que les éléments présents dans l'air du cabinet sont variés et qu'une simple filtration mécanique (telle que HEPA) ne pourrait convenir à elle seule. L'appareil autonome devra être une combinaison de ces technologies, comme par exemple une captation particulaire par ionisation associé à un système destruction comprenant une réaction de minéralisation/oxydation complète afin d'éviter le relargage de polluants secondaires ou de radicaux libres (l'ozonation est idéalement à proscrire).

Ainsi, en l'absence de certitudes scientifiques sur l'utilisation des appareils autonomes et des technologies d'épuration de l'air, leur utilisation ne peut rentrer dans les recommandations de bonnes pratiques.

Cependant, la pollution de l'air intérieur demeure un problème de santé publique qui doit être pris en compte. En tant que professionnel de santé, le chirurgien-dentiste doit en être informé et comprendre les enjeux que ce problème soulève. Il est important de prendre en considération le fait que la clientèle du cabinet dentaire regroupe un grand nombre de profils dont des patients plus vulnérables au risque infectieux tels que les patients immunodéprimés traités en ambulatoire, les personnes âgées ou encore les jeunes enfants. Il est donc essentiel de se tenir informé des avancées dans les solutions à disposition afin de choisir la plus adaptée à notre pratique.

Enfin, nous avons pu voir que les différentes technologies à disposition présentent des intérêts (risque infectieux diminué, allergènes moins présents dans l'air), et que certaines d'entre elles semblent même très prometteuses (photocatalyse, plasma, UV). Leur principal inconvénient réside dans la production de polluants secondaires (COVs, ozone) due à une réaction d'oxydation incomplète. Afin de purifier l'air du cabinet dentaire, l'association de technologies d'épuration semble nécessaire afin de traiter les polluants chimiques et les contaminants biologiques. Nous allons ainsi décrire une nouvelle technologie absente des différents rapports précédemment étudiés, la BEEWAIRISATION.

III) Le BEE-WAIR

Le cycle de dépollution organisé par la nature dans l'atmosphère est normalement assuré dans la stratosphère, lieu où les rayons solaires toxiques à l'homme (UVc) trouvent leur efficacité pour dépolluer.

Ce cycle consiste à créer les éléments atomiques permettant de découper les molécules polluantes et à les réassembler ensuite en molécules stabilisées d'air. Ce processus fonctionnait de manière équilibrée jusqu'à la révolution industrielle, période à laquelle le dérèglement a commencé.



La BEEWAIRISATION consiste à reproduire ce cycle dans un réacteur, à savoir une décomposition moléculaire des polluants et contaminants suivie d'une minéralisation des débris en molécules d'air (78% d'azote et 21% d'oxygène, eau).

III.1) Principe de fonctionnement

La BEEWAIRISATION consiste à réunir trois conditions nécessaires et indissociables :

- 1- Réaliser la dépollution chimique et la décontamination biologique dans un réacteur (chambre de traitement) ;
- 2- Dégrader et découper dans le réacteur les molécules carbonées (polluants, virus, bactéries, allergènes...) et non carbonées, le plus rapidement possible, en créant un plasma froid (reprenant le processus naturel) : le craquage moléculaire ;
- 3- Favoriser et accélérer la minéralisation complète des particules du plasma généré en 2^e étape dans le réacteur, en molécules stables : oxygène (O₂), eau (H₂O), azote (N₂), et dioxyde de carbone (CO₂).

La technologie BEEWAIR constitue une combinaison de plusieurs technologies qui sont : l'ozonation, l'ionisation et la photocatalyse.

En effet, la BEEWAIRISATION est une technologie qui permet de générer un plasma froid par une Décharge à Barrière Diélectrique couplée à un catalyseur de type oxyde de fer sur la surface des électrodes.

Cette technologie est intégrée à l'intérieur d'un réacteur photo catalytique à matrice

tangentielle, afin de générer des radicaux libres extrêmement réactifs et ayant une durée de vie très courte (10^{-12} s) (voir figure 4).

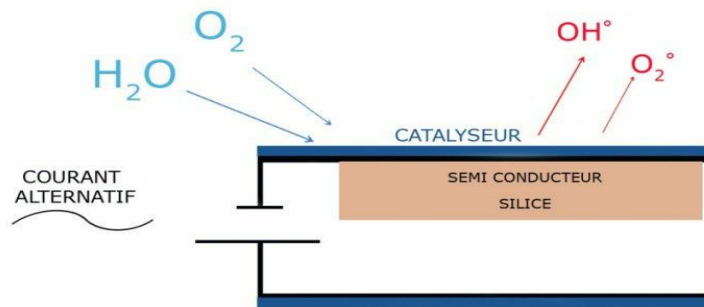


Fig 4.

Les radicaux libres ainsi générés à partir de l'oxygène et l'hydrogène de l'air dégradent instantanément les chaînes carbonées constituant les polluants et contaminants en découpant leurs liaisons moléculaires.

Ainsi, lorsque les composés organiques de l'air pollué pénètrent dans le brouillard de radicaux libres, les chaînes carbonées sont découpées et se minéralisent en molécules stables H₂O, O₂, N₂ et CO₂.

La matrice tangentielle permet un contact entier avec l'air traité et optimise le temps de contact afin d'obtenir une réaction complète (voir II.2).

Cette technique permet de traiter l'air dans le volume de la chambre de traitement et toutes les réactions se font entièrement à l'intérieur de cette chambre car la durée de vie des radicaux libres est très courte (10^{-12} seconde).

La chambre de traitement étant hermétique car contenue dans le réacteur, le procédé de BEEWAIRISATION n'est pas générateur de polluants secondaires ou d'ozone (voir figure 5).

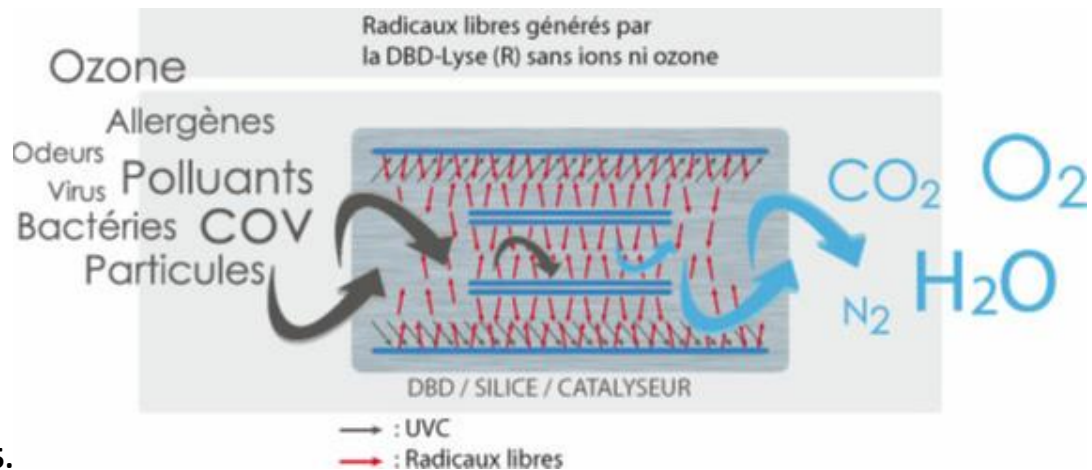


Fig 5.

La combinaison des différentes technologies (photocatalyse, DBD, UVC) ainsi que l'innovation dans leurs mises en place (chambre de réacteur, matrice tangentielle) permettent potentiellement de pallier les limites présentées dans les technologies existantes (relargages de polluants secondaires, d'ozones, inaction sur les composants organiques...).

Cependant, cette technologie présente elle aussi des limites et des inconvénients que sont :

- Le Sulfure d'hydrogène :

La molécule H₂S est en partie dégradée par la BEEWAIRISATION et génère une molécule H₂SO₄ d'acide sulfurique. Cette molécule est dans l'absolu moins dangereuse que l'H₂S, mais il est nécessaire de prévoir un traitement en aval en cas de forte concentration, ou d'adjoindre une brumisation pour finir le processus de transformation.

- Le Dichlore :

La molécule Cl₂ n'est pas dégradée par la technologie BEEWAIR mais le système est en mesure de la stocker grâce à sa base charbon actif, mais il sera nécessaire de prévoir une maintenance plus régulière des médias en cas de forte concentration.

- L'Eau oxygénée :

Lorsque le module BEEWAIR a fini de traiter l'air, c'est-à-dire qu'il rencontre uniquement des molécules H₂O, O₂, CO₂, et N₂, il peut générer des molécules H₂O₂ (eau oxygénée) en faible quantité.

La concentration dans ce cas ne dépasse pas 0.05 ppm alors que la VME est de 1 ppm (source INRS).

La molécule est reconnaissable par une odeur « métallique » qui se ressent dès que quelques PPB sont présents dans la pièce. Une solution simple pour supprimer l'odeur consiste à faire fonctionner le module ponctuellement et en mode manuel lors des pics de contamination, ou de façon cadencée à l'aide d'un minuteur.

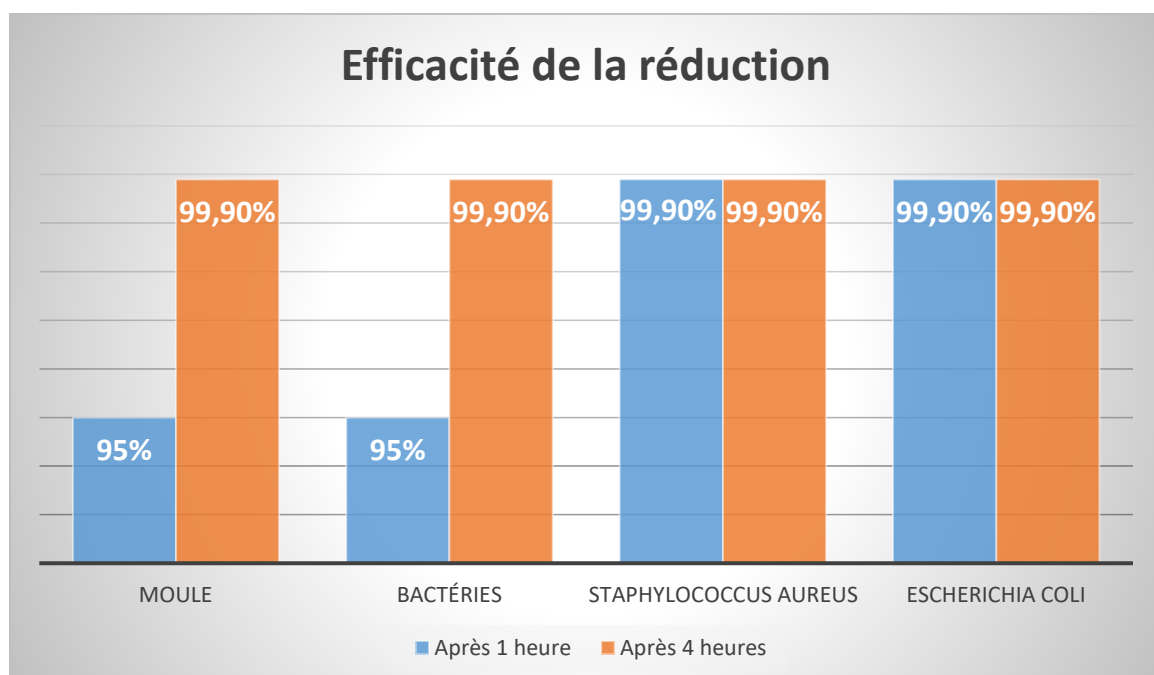
La présence de molécules H₂O₂ contribue par ailleurs à une décontamination de surfaces par voie aérienne.

III.2) Résultats de tests et perspectives au cabinet dentaire

La technologie de BEEWAIRISATION ne comporte aucune étude sur le long terme mais des rapports de test effectués par différents laboratoires ont permis de démontrer son efficacité.

a) Les contaminants biologiques

Les tests réalisés par le laboratoire Intertek ont permis de démontrer une réduction de 99,90% de Staphylococcus aureus, Escherichia Coli et des germes et moisissures présents dans l'air, après deux heures d'utilisation (voir graphique).



De plus, l'efficacité de la BEEWAIRISATION a également été testée par le laboratoire VirNext, et l'institut Pasteur sur les virus :

- Le Coronavirus MERS humain (virus enveloppé) avec une réduction logarithmique de 5,28 Log, correspond >99,999% ;
- Le virus Influenza H1N1 (virus enveloppé) avec une réduction logarithmique de 5 Log, correspond 99,999% ;
- Le virus Adenovirus type 5 (virus capsidique) avec une réduction logarithmique de 5,28 Log, correspond >99,999%.

Ainsi, cette technologie permet une élimination efficace d'un grand nombre de contaminants biologiques que l'on retrouve dans l'air intérieur du cabinet dentaire comme le *Staphylococcus aureus*.

De plus, son efficacité sur les virus, enveloppés ou non, souligne l'intérêt que ce dispositif peut avoir dans la prévention de contamination croisée au cabinet dentaire et dans la prévention de phénomène épidémique.

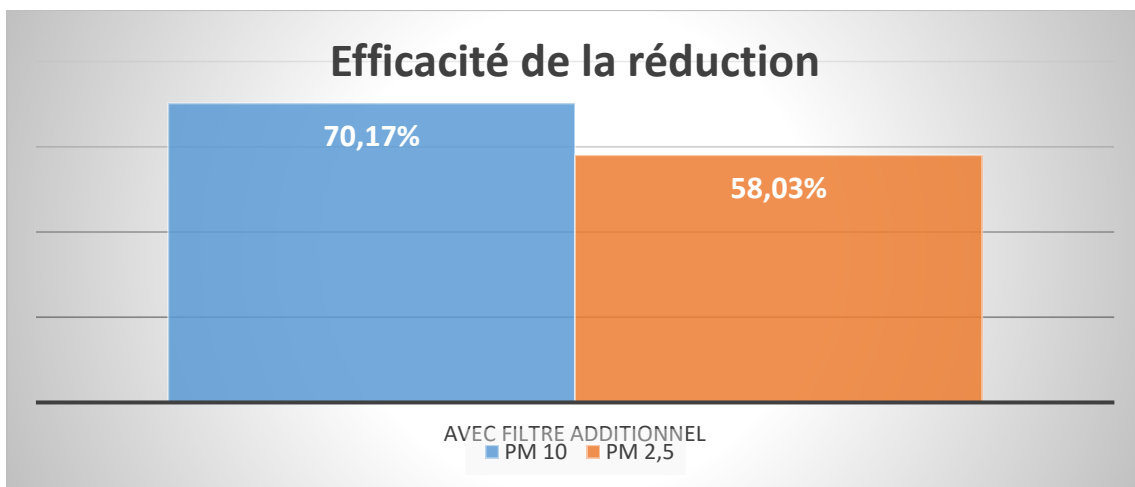
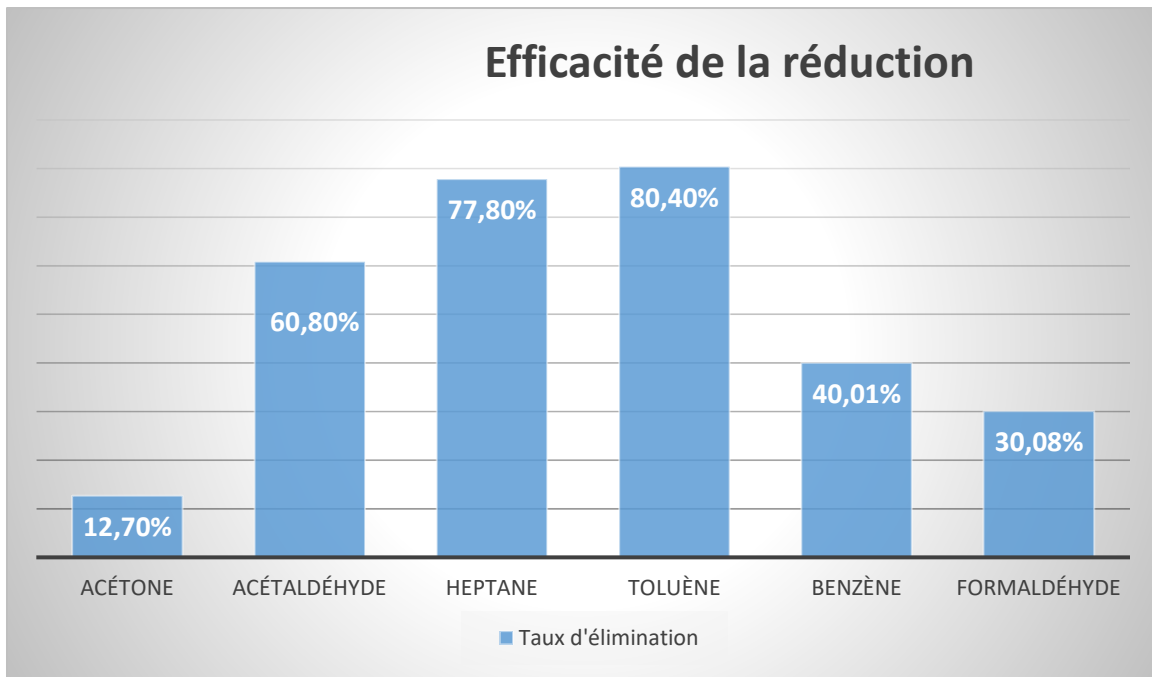
b) Les polluants chimiques et polluants particuliers

La pollution chimique et particulaire de l'air intérieur est dépendante d'un grand nombre de facteurs tels que les matériaux de construction utilisés, le type de mobilier, le système de chauffage et le type d'activité humaine présent.

Cependant, nous retrouvons des dénominateurs communs que sont les principaux COVs (Acétone, Formaldéhyde, Toluène, Benzène...) et les matières particulaires.

L'efficacité de la BEEWAIRISATION sur les principaux COVs et la réduction de matière particulaire a été testé par le laboratoire Terra Environnement et Exocets.

Les résultats des tests ont pu démontrer une efficacité de cette technologie sur ces principaux polluants.



Nous retrouvons donc des résultats prometteurs qui peuvent être améliorés en adaptant le réacteur aux polluants retrouvés dans des espaces intérieurs spécifiques.

Ainsi, la BEEWAIRISATION est une combinaison de technologies proposant des résultats très satisfaisants. De plus, les inconvénients des technologies étudiées (relargage de polluants secondaires, minéralisation incomplète) mis en évidence par les revues de littératures (ANSES,

INSPQ) ne se présentent pas avec la technologie de BEEWAIRISATION grâce à des innovations qui leurs sont propres : chambre de traitement, matrice tangentielle.

En conclusion, la mise en place d'une technologie d'épuration de l'air n'entrant pas dans les recommandations, la décision revient au propriétaire des lieux. Il est important de noter que la BEEWAIRISATION est un procédé prometteur dans le domaine des épurateurs d'air mais qui nécessite des études sur le long terme afin de prouver son bénéfice et son absence d'effet néfaste. Les résultats convaincants obtenus notamment au niveau des contaminants biologiques rendent cette technologie pertinente dans sa mise en place au cabinet dentaire où la pollution de l'air intérieur est un élément central dans la prévention des contaminations aéroportées et de la protection du personnel dentaire.