

# La mesure directe de marqueurs du stress oxydant dans l'air expiré

Guillaume Suarez

► **To cite this version:**

Guillaume Suarez. La mesure directe de marqueurs du stress oxydant dans l'air expiré : Dispositif de détection portatif pour la mesure directe de marqueurs du stress oxydant (ROS) dans l'air expiré. Les cahiers de la Recherche. Santé, Environnement, Travail, ANSES, 2018, La santé au travail, pp.28-30. <https://www.anses.fr/fr/content/les-cahiers-de-la-recherche-anses-01916630>

**HAL Id: anses-01916630**

**<https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/anses-01916630>**

Submitted on 8 Nov 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## La mesure directe de marqueurs du stress oxydant dans l'air expiré

Dispositif de détection portable pour la mesure directe de marqueurs du stress oxydant (ROS) dans l'air expiré

**Guillaume SUAREZ**, Institut universitaire romand de Santé au Travail, Épalinges-Lausanne

**Pascal Andujar**, Service de Pneumologie et de Pathologie professionnelle, CHI Créteil

Étude de faisabilité de 2015 à 2017 –  
Financement : 49.920 € – Contact :  
[guillaume.suarez@chuv.ch](mailto:guillaume.suarez@chuv.ch)

**Mots-clés** : détection, mesure, marqueur, stress oxydant, appareil respiratoire, bronchopneumopathie chronique obstructive, bronchite chronique, emphysème, aérosol, exposition professionnelle, hygiène industrielle, métrologie

Actuellement, 64 millions de personnes souffrent dans le monde d'une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)<sup>60</sup> qui deviendra, selon l'OMS, la troisième cause de mortalité dans les pays occidentaux en 2030<sup>61</sup>. Cette maladie n'est pas simplement une « toux du fumeur » mais une affection pulmonaire qui peut aussi résulter d'une exposition des travailleurs à la présence de poussières (ex. nanoparticules manufacturées, particules ultrafines), de fibres minérales (ex. amiante, laines minérales) ou de gaz (ex. composés organiques volatils).

Plusieurs secteurs professionnels ont été identifiés comme étant à haut risque de BPCO. Parmi ceux-ci figurent le secteur minier, le bâtiment et travaux publics, certaines activités dans l'industrie textile et dans le milieu agricole.

### Le stress oxydant

L'inhalation de certains agents chimiques et/ou poussières peut entraîner des déséquilibres au niveau cellulaire (notamment de la balance

oxydant/antioxydant) en générant des espèces réactives de l'oxygène (ROS) qui, si elles ne sont pas neutralisées, peuvent perturber les signaux cellulaires<sup>62</sup> et altérer les tissus. On parle alors de stress oxydant ; celui-ci est associé à des processus inflammatoires et peut être la source de nombreuses pathologies, notamment des affections respiratoires.

### L'exploration fonctionnelle respiratoire

Le diagnostic et l'évaluation de la sévérité de la BPCO sont fondés sur un examen : l'exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) qui permet de mesurer la capacité respiratoire (le souffle) d'une personne, c'est-à-dire les volumes d'air qui entrent dans les poumons et qui en ressortent, la vitesse de la circulation de l'air ainsi que la qualité des échanges gazeux. Concrètement, il est demandé au patient de respirer au travers d'un appareil – le spiromètre – qui permet de recueillir des données chiffrées (ex. courbes débit-volume). La spirométrie constitue actuellement une technique de référence pour le diagnostic et le suivi des pathologies respiratoires, même si les résultats obtenus sont variables et dépendent de l'opérateur et du type d'appareil utilisé. Des approches alternatives se concentrent sur l'analyse du condensat d'air exhalé (CAE) obtenu par condensation de l'air expiré sur des parois réfrigérées, afin de recueillir des informations biologiques sur le poumon. L'avantage de cette technique est la simplicité dans le prélèvement de ce fluide biologique, de manière non-invasive. Toutefois, des efforts de standardisation pour la collecte et l'analyse des marqueurs dans le CAE sont encore nécessaires.

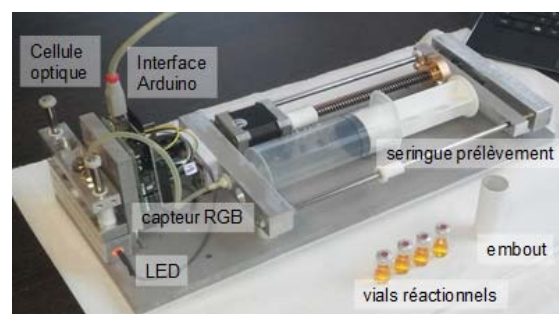


Illustration 16 : Instrument de mesure développé dans le cadre du projet OxAirDirect

<sup>60</sup> Maladie aussi connue sous des termes plus familiers : bronchite chronique ou emphysème.

<sup>61</sup> Site : <http://www.who.int/respiratory/copd/fr/>

<sup>62</sup> Équilibre rédox (potentiel oxydo-réducteur) du système.

## Le projet de recherche : OxAirDirect

L'objectif du projet consiste à optimiser un nouveau système de détection (non invasif) capable de mesurer le potentiel oxydant – comme marqueur du stress oxydant – à travers l'analyse directe de l'air expiré chez des patients atteints de BPCO professionnelle.

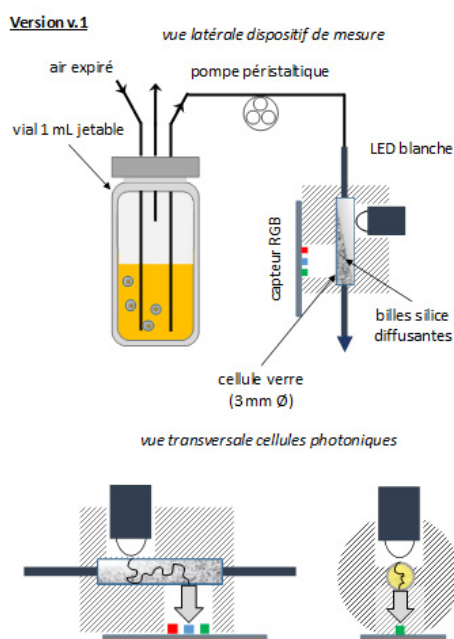


Illustration 17 : Système photonique, version 1 (mode d'amplification interne basé sur l'utilisation de microbilles nanoporeuses)

### Méthodologie

L'étude de faisabilité s'est articulée autour de deux phases :

1. L'évaluation et l'optimisation d'un système de détection des ROS présentes dans un échantillon d'air expiré ;
2. La conduite d'une étude pilote chez des patients atteints de BPCO consistant à mesurer le potentiel oxydant dans l'air expiré et à comparer les résultats avec ceux obtenus sur des sujets témoins<sup>63</sup>.

<sup>63</sup> 53 patients issus du secteur du bâtiment. Pour chaque patient, la consultation a donné lieu à la réalisation d'une EFR pour le diagnostic précoce de la BPCO ou le suivi de la maladie puis, de deux mesures consécutives du potentiel oxydant de l'air expiré.

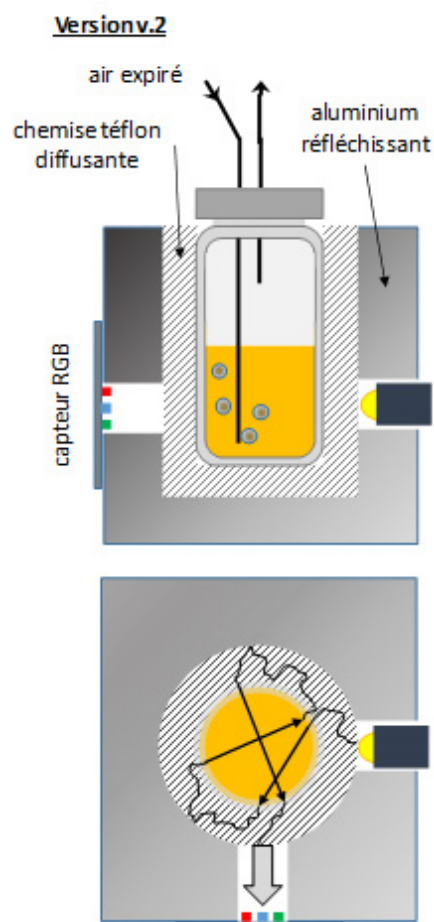


Illustration 18 : Système photonique, version 2 (mode d'amplification externe dans lequel une chemise diffusante de téflon insérée dans une cavité réfléchissante d'aluminium permet une augmentation de la sensibilité et l'analyse du volume total du milieu réactionnel)

### Résultats

Pour compléter les données fonctionnelles issues des EFR, le projet de recherche OxAirDirect a permis de développer un système de mesure optique du potentiel oxydant dans l'air expiré. Il est fondé sur un test colorimétrique FOX<sup>64</sup>. Cela a nécessité le développement d'une cellule photonique basée sur le multi-diffusion de la lumière dans un système chaotique qui permet la détection sensible des molécules oxydantes comme les ROS. Le projet est parti d'une version disponible du dispositif de mesure, sur laquelle des modifications majeures ont été apportées, visant

<sup>64</sup> Le test FOX consiste à mesurer les changements du spectre d'absorption qui résultent de l'interaction avec le milieu réactionnel (ex. milieu acide, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 25 mM).

à augmenter la sensibilité de la mesure d'absorption<sup>65</sup>, à réduire le temps d'analyse, à automatiser les mesures et à réduire les coûts de fabrication. Le dispositif permet désormais d'accéder de manière non invasive à une information (métrique) biochimique liée au stress oxydant et à l'inflammation au niveau du poumon profond.

Les résultats préliminaires laissent entrevoir le potentiel de cette détermination du potentiel oxydant. En effet, l'analyse des données montre une différence significative du potentiel oxydant mesuré entre les patients atteints d'une BPCO et le groupe des sujets témoins. Combinée avec les données évaluées par EFR, cette mesure du potentiel oxydant peut contribuer à la compréhension des mécanismes physiopathologiques de la BPCO. Son caractère non invasif et le faible coût des mesures, rendent envisageable l'utilisation de cette technique pour réaliser des études épidémiologiques chez des populations ciblées de travailleurs dits « à risque » ou en population générale.

---

<sup>65</sup> La source lumineuse (habituellement une lampe xénon) a été remplacée par des LED jaunes et le spectromètre par des capteurs de couleur RGB. D'autre part, l'échantillon est placé dans un insert en téflon maintenu dans une cavité réfléchissante en aluminium – ce qui permet d'augmenter la sensibilité de la mesure.