

Génération contrôlée et détermination de l'impact toxicologique des aérosols organiques secondaires

L'exposition chronique aux particules atmosphériques d'un diamètre inférieur à 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) à des concentrations supérieures au niveau recommandé par l'organisation mondiale de la santé est à l'origine de la survenue et/ou l'aggravation de pathologies respiratoires, cardiovasculaires, neurologiques, voire de cancers. Des valeurs seuils réglementaires ont été définies concernant la concentration massique ambiante des $\text{PM}_{2,5}$. Cependant, ces valeurs ne tiennent pas compte de l'impact des variations de la composition chimique des particules sur les effets biologiques induits. Une attention particulière a été portée dans la littérature sur certains composés reconnus comme nocifs tels que les métaux et les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Néanmoins, d'autres composés sont encore, à ce jour, peu étudiés alors qu'ils pourraient jouer aussi un rôle important dans la toxicité particulaire. Il s'agit notamment des aérosols organiques secondaires (AOS) qui constituent une fraction chimique majeure des $\text{PM}_{2,5}$ et peuvent représenter jusqu'à 90% de leur masse de carbone organique. Ils sont formés par réaction/oxydation/condensation de composés organiques volatils (COV) dans l'atmosphère. Une hausse de la concentration des AOS en air ambiant est attendue dans le futur en raison de l'augmentation concomitante des émissions de précurseurs de COV et du pouvoir oxydant de l'atmosphère liés au changement climatique. Dans ce contexte, ce projet de thèse a consisté, dans un premier temps, à générer des AOS modèles résultant de l'oxydation de deux COV largement présents dans l'atmosphère, l'un d'origine biogénique, le limonène, et l'autre d'origine anthropique, le m-xylène. L'ozonolyse du limonène et la photooxydation du m-xylène ont été respectivement réalisées dans un réacteur à écoulement et une chambre de simulation. 2 types d'oxydation ont été testés pour la synthèse des AOS biogéniques : l'une avec une concentration faible et l'autre avec une concentration forte d'ozone. Les phases particulaires ont été ensuite caractérisées en termes de granulométrie (particules quasi-ultrafines de quelques centaines de nm), de masse et de composition chimique (fonctions hydroxyles, carbonyles, acides carboxyliques, oligomères, pour le limonène ; nitrophénols, dimères pour le xylène). Dans un second temps, le potentiel oxydant intrinsèque (PO) des AOS biogéniques et anthropiques générés a été évalué, de même que leur impact toxicologique, en termes de stress oxydant et d'effets inflammatoires, sur un modèle de cellules épithéliales bronchiques humaines immortalisées (BEAS-2B). Les résultats obtenus ont montré que, parmi les AOS biogéniques, ceux produits avec une faible concentration d'ozone présentent un PO et une réponse antioxydante plus marqués. Par ailleurs, nos résultats indiquent également que, comparés à ces AOS biogéniques, les AOS issus de la photo-oxydation du m-xylène ont un PO plus élevé et présentent une cytotoxicité et une activation des défenses antioxydantes plus importantes. De plus, des lésions

oxydatives sur les protéines et l'ADN ont également été détectées dans les cellules exposées à ces AOS.

Globalement, les résultats issus de ce projet permettent d'améliorer la connaissance de la composition chimique de la phase particulaire de ces AOS modèles et apportent de nouvelles connaissances sur les mécanismes impliqués dans leur toxicité pulmonaire, en particulier le lien entre leurs effets, leur PO et la nature des précurseurs à l'origine de leur génération. L'établissement d'une corrélation entre l'intensité du PO et la sévérité de la réponse biologique devrait permettre d'utiliser cette nouvelle métrique à des fins réglementaires pour un meilleur suivi de la qualité de l'air extérieur.