

## Avis de Soutenance

Monsieur Yoan CARREIRA MENDES DA SILVA

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Etude de la formation spontanée de radicaux et d'oxydants à l'interface air-eau*

dirigés par Monsieur Christian GEORGE

Soutenance prévue le **vendredi 05 décembre 2025** à 14h00

Lieu : Amphithéâtre de la délégation du CNRS au 2 avenue Albert Einstein à Villeurbanne

### Composition du jury proposé

M. Christian GEORGE	CNRS Lyon	Directeur de thèse
Mme Sophie SOBANSKA	CNRS Bordeaux	Rapporteuse
M. Xiangrui KONG	Université de Gothenburg (Suède)	Rapporteur
M. Patrick RAIROUX	Université Lyon 1	Examinateur
Mme Anne MONOD	Aix Marseille université	Examinatrice
Mme Angelina BIANCO	CNRS Clermont Ferrand	Examinatrice

**Mots-clés :** formation spontanée, radicaux et oxydants, interface air-eau,

### Résumé :

Depuis quelques années, le nombre d'études se concentrant sur les interfaces tel que l'interface air-eau ne fait que croître. Une interface est la « région séparant deux phases et est particulièrement quand la taille du système est petit comme dans un aérosol. Si on considère uniquement l'interface air-eau, les propriétés physico-chimiques de l'interface diffère radicalement de celle de l'eau en solution, mais également des propriétés de la phase gaz. Il a été démontré que les spécificités de l'interface air-eau permet à des réactions d'être accéléré comparer en solution. Il y a également des réactions non-favorables en solution qui peuvent être favorisée à l'interface. C'est le cas de la formation spontané de radicaux OH et de peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) à l'interface air-eau de gouttelettes d'eau. La première explication proposée pour expliquer ce phénomène est la possibilité de l'ion hydroxyde (OH<sup>-</sup>) de se dissocier en un radical hydroxyle (OH) et un électron (hydraté) grâce à la présence d'un fort champ électrique à l'interface. La formation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peut alors s'expliquer par soit la recombinaison de deux radicaux OH ou soit par un chemin réactionnel qui commence par la réaction entre l'électron et l'oxygène. Cette chimie spontanée à l'interface pourrait constituer une nouvelle source importante d'oxydants dans l'atmosphère. Les études présentées dans cette thèse se concentrent sur cette formation spontanée de radicaux OH et d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dans des gouttelettes contenant des sels tels que NaCl, NaBr par exemple. Ces études ont été réalisées à l'aide d'une approche expérimentale. Dans un réacteur, des gouttelettes ont été injectées grâce à un nébuliseur et des solutions aqueuse contenant les sels. Les phases particulaire et gazeuse ont pu être suivies à l'aide d'instruments connectés au réacteur. À l'aide d'un système d'impaction, les gouttelettes ont été collectées sous forme liquide pour une analyse off-line notamment pour mesurer la

concentration d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> produite. Cette approche permet une analyse quantitative de la formation des radicaux OH et d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à l'interface et de comprendre quels paramètres influence cette production. Le principal résultat des études effectuées dans le cadre de cette thèse est la quantification de la production d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pour des gouttelettes avec une composition ionique différente. Il se trouve que cette production d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> suit la série d'Hofmeister. Une série qui explique l'effet des ions sur la solubilité de protéines, mais qui peut se retrouver dans d'autres systèmes où des ions sont présents. Cette découverte tend à montrer que la formation spontanée d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et aussi des radicaux OH est plus liée à une question de solvatation à l'interface plutôt qu'à la présence du champ électrique à l'interface. Un autre résultat important concerne les gouttelettes contenant du nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ou nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). En effet pour les gouttelettes contenant, un de ces deux ions, la production d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peut être inhibée. La raison de ce phénomène est que ces deux ions ont une réactivité spécifique à l'interface qui rentre en compétition avec la formation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Cette chimie est visible dans le noir et est similaire à leur photochimie. Cette découverte peut être potentiellement importante pour la chimie atmosphérique du nitrite et du nitrate la nuit où aucune chimie n'est attendue pour ces deux ions. Pour conclure, cette thèse aide à comprendre comment des oxydants peuvent être spontanément formés à l'interface et mettent en lumière le fait que l'interface air-eau a une réactivité spécifique qui peut être potentiellement importante dans l'atmosphère ou également utilisée en chimie verte.