

Projet collaboratif MaT'Cap – Matériaux photocatalytiques et capteurs de la qualité de l'air : Projet Région Occitanie Readynov 2019-2021, durée 3 ans : octobre 2021 – septembre 2024

Trois partenaires et un prestataire :

- Deux entreprises : LRVision (porteur du projet, Castanet-Tolosan), RUBIX S&I (Toulouse)
- Un laboratoire de recherche : LMDC (Toulouse)
- Un prestataire : PREGA GA (Labège)

Contact : hot@insa-toulouse.fr

Description du projet MaT'Cap :

Face aux préoccupations croissantes sur des questions d'ordre environnemental et notamment la problématique de qualité de l'air en milieu urbain, des mesures conservatoires de réduction sont instaurées par les autorités publiques, pour notamment limiter les pics de pollution en milieu urbain. En complément, des actions curatives permettraient de favoriser la réduction de cette pollution.

Le projet **MaT'Cap** se propose d'étudier l'une d'entre elles et d'évaluer son efficacité en conditions réelles. Son objectif est d'apporter une fonction de dépollution de l'air aux surfaces bâties existantes afin de réduire les pics de NOx à proximité des zones critiques d'émissions (usines, aéroport, périphériques, etc.), et éviter ainsi de dépasser l'objectif environnemental (la valeur maximale sur une année pour le NO₂ est de 40 µg/m³). Le traitement consiste en un revêtement photocatalytique (solution aqueuse transparente légèrement laiteuse) formulé par LRVision ayant atteint un niveau TRL 6. Cette technologie repose sur le principe physique de formation de paires d'électron-trou dans un semi-conducteur lorsque celui-ci est excité par une irradiation lumineuse suffisamment énergétique. L'efficacité d'un tel revêtement a été démontrée au LMDC à l'échelle du laboratoire en réacteur^{1,2} et en chambre expérimentale de 10 m³^{3,4}. Une application *in situ* a été réalisée dans le cadre d'une étude préliminaire en intérieur à Manchester⁵. Dans le cas d'une application en extérieur, les surfaces ainsi traitées deviennent des réacteurs de dépollution sans exiger d'apport d'énergie autre que l'énergie solaire et requièrent peu de maintenance. Le traitement présente aussi des propriétés auto-nettoyantes et pourrait ainsi maintenir l'esthétisme des parements dans le temps. La pollution et l'efficacité du traitement sur site réel seront évalués via des capteurs développés par la société RUBIX S&I. Ce type de système de mesures sera utilisé comme outil de diagnostic, et de façon plus générale, permettrait d'obtenir une meilleure représentation de la pollution de l'air en couvrant une surface plus importante (en France actuellement une station couvre 50 km²). De plus, ces capteurs permettront

¹ T. Martinez. Revêtements photocatalytiques pour matériaux de construction : Formulation, évaluation de l'efficacité et écotoxicité, Thèse de doctorat, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2012.

² J. Hot et al. Investigation on parameters affecting the effectiveness of photocatalytic functional coatings to degrade NO: TiO₂ amount on surface, illumination, and substrate roughness, International Journal of Photoenergy, 2017.

³ J. Hot et al. Photocatalytic degradation of NO/NO₂ gas injected into a 10-m³ experimental chamber, Environmental Science and Pollution Research, 2016.

⁴ J. Topalov et al. In-situ NO abatement by photocatalysis - study under continuous NO injection in a 10-m³ experimental chamber, Air Quality, Atmosphere & Health 12(2), 2019.

⁵ J. Hot et al. In situ investigation of NOx photocatalytic degradation: Case study in an open space office in Manchester, UK, Health and Environment, 1(1), 2019.

l'enregistrement d'un ensemble de données en temps réel : paramètres environnementaux et taux de pollution. Un site expérimental sera mis à disposition par le partenaire PREGA GA.

Les enjeux :

- Mettre à disposition une méthode corrective de la pollution de l'air en complément des mesures de prévention déjà en place motivées par les politiques de qualité de l'air des collectivités.
- Déployer un réseau de capteurs pour avoir un maillage de surveillance plus dense qu'actuellement (stations placées en priorité au niveau des zones de forte pollution, proches des axes de circulation denses notamment) et offrir un système d'informations en temps réel pour les usagers sur leur environnement immédiat.
- Contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air en milieu urbain en utilisant les surfaces bâties déjà disponibles sans nécessiter d'apport d'énergie.
- Réduire les dépenses sociales liées aux maladies respiratoires.

Axe de recherche « Amélioration de la qualité de l'air intérieur » développé au LMDC :

Les travaux de recherche sur les revêtements photocatalytiques pour les matériaux de construction ont été initiés au LMDC en 2008 à l'occasion du financement de thèse CIFRE par la PME LRVision (thèse de T. Martinez). Les travaux ont, depuis lors, pris un essor significatif grâce notamment aux financements suivants : Bourse du Président de l'Université Paul Sabatier, projet « EcoTIM » (thèse de T. Verdier), PRES Université de Toulouse « E³LAM », Projet Région « IMMACULA », Projet Eco-Industrie « DAIP », Projet Région Easynov Eco-innovation « RUTILE », et Projet Région GRAINE « Photinnov'R ». Les travaux du LMDC visent à étudier des procédés photocatalytiques passifs (pas d'apport d'énergie spécifique autre que celui de la lumière solaire ou l'éclairage du bâtiment) pour dépolluer l'air intérieur et extérieur (abattement des oxydes d'azote et composés organiques volatils). Des pilotes expérimentaux permettant de caractériser l'efficacité et les modes d'actions des produits photocatalytiques formulés ont été conçus et mis en œuvre au LMDC :

- un dispositif expérimental dynamique (réacteur standardisé) pour l'étude de l'abattement des gaz en laboratoire et
- une chambre expérimentale instrumentée pour quantifier l'efficacité photocatalytique à l'échelle d'une pièce de logement ou de bureau (conditions *in situ*).

Ces dispositifs se sont développés et les procédures ont été optimisées grâce à la réalisation de divers projets de recherche. Les deux dernières années ont conduit à l'obtention de résultats très encourageants sur l'efficacité du procédé vis-à-vis des oxydes d'azote à l'échelle d'une chambre expérimentale. Le but du projet **MaT'Cap** est de montrer l'efficacité de ce procédé en conditions *in situ* et d'établir une corrélation entre les résultats obtenus selon les 3 échelles d'études (réacteur, chambre et *in situ*). Ce projet permettra d'augmenter la visibilité du LMDC sur la thématique de recherche qualité de l'air et matériaux, et de valider la chambre expérimentale comme démonstrateur de l'efficacité de dépollution de revêtements fonctionnalisants. Par ailleurs, grâce à ce projet, le LMDC va acquérir de nouvelles compétences dans le domaine de l'instrumentation *in situ* et du traitement de données (via notamment le partenaire RUBIX S&I), mais aussi de la modélisation multi-échelle pour prédire quantitativement l'impact sur la qualité de l'air du procédé photocatalytique.

Le recrutement au LMDC d'un ingénieur d'études pour une durée de 2,5 ans est prévu au projet.