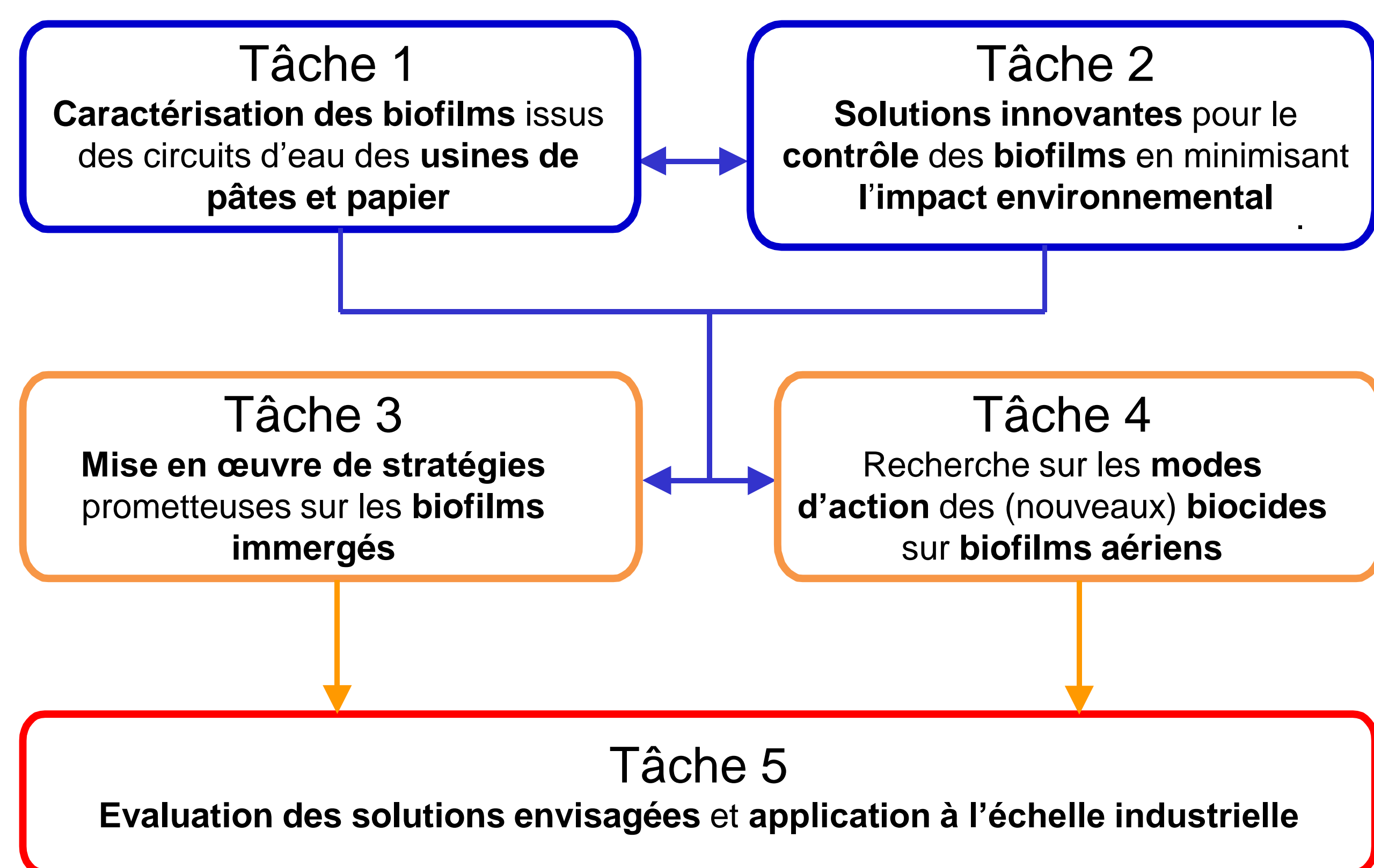


- Coordinateur :** 1- Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (LBE, INRA-Narbonne)
- Partenaires :** 2- Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés (LISBP, INSA-Toulouse),
3- Equipe Bioadhésion, Biofilms et Hygiène des Matériaux (B₂HM, MICALIS, INRA-AgroParisTech)
4- Laboratoire de Biotechnologies Agroalimentaires et Environnementales (LBAE, IUT Auch, UPS)
5- Centre Technique du Papier (CTP, Grenoble)
6- Aquaprox (Levallois Perret)
7- Norske Skog (Golbey)

Objectifs du projet

L'industrie papetière est confrontée au développement de **biofilms** qui perturbent la fabrication du papier et ne sont maîtrisés qu'au prix de l'utilisation de quantités croissantes de **biocides**. L'objectif de ce projet est de réduire la consommation de ces biocides en proposant des solutions alternatives **respectueuses de l'environnement** et compatibles avec le contexte de production. Nous avons étudié la combinaison d'approches physiques, de type **hydrodynamique**, avec des solutions (bio)chimiques : **enzymes, antimicrobiens naturels et biosurfactants**.

Une **modélisation mathématique** a permis de quantifier l'impact de l'épaisseur du biofilm sur les **temps de diffusion** des molécules actives jusqu'à la base des biofilms. Ainsi, la combinaison hydrodynamique + biocide permet de réduire la quantité et la fréquence d'ajout de biocide en améliorant l'efficacité du traitement. Après des tests de screening **d'enzymes, antimicrobiens naturels et biosurfactants** réalisés en microplaques et sur coupons avec des biofilms complexes développés à partir d'eaux de process (eaux blanches), les meilleures solutions ont été testées en **réacteurs pilotes** : en colonnes à bulles pour les biofilms immergés et dans un pilote original développé dans le projet pour les biofilms aériens pour lesquels des méthodes de lutte spécifiques ont été proposées (gestion des aérosols dans les zones sensibles, transport favorisé des molécules actives). Les produits testés les plus efficaces sont des antimicrobiens naturels : le **carvacrol** et le **thymol**. Ceux-ci ont été confirmés sur site. Une **analyse de cycle de vie (ACV)** a permis d'identifier les principaux leviers permettant de réduire l'impact environnemental de l'usine.



Conclusions et perspectives

Le projet BioFlmE a amélioré la connaissance des biofilms dans l'industrie papetière. Il a permis de mettre en évidence l'intérêt de combiner une action hydrodynamique avec l'utilisation de molécules actives pour maîtriser ces biofilms. Les antimicrobiens naturels, carvacrol et thymol, sont des molécules efficaces dans cette configuration, sous réserve d'homologation pour cette application. L'ACV a montré que l'amélioration de l'impact environnemental de l'industrie papetière passe également par une optimisation de la gestion de l'énergie. *Le projet BioFlmE a financé 1 thèse et 3 contrats post-doctoraux, Il a fait l'objet de 3 articles publiés dans des revues internationales (+3 en cours de publication) et d'une dizaine de communications dans des congrès.*

Méthologie et Résultats

Une caractérisation des biofilms prélevés à l'usine Norske Skog de Golbey a permis de mettre en évidence leur **diversité morphologique et microbiologique**, en lien avec les conditions environnementales. Ces biofilms se développent dans les canalisations (**biofilms immergés**) et sur des parties émergées autour de la machine papier (**biofilms aériens**). L'identification de zones de l'usine propices au développement de microorganismes, également à l'origine de modifications de la pâte à papier, a permis, par l'application de solutions techniques simples, de réduire l'utilisation des biocides.

CONTACT :

Nicolas BERNET, INRA-LBE
Avenue des étangs, 11100 Narbonne
Tél : 04 68 42 51 74
nicolas.bernet@supagro.inra.fr

