# FICHE PROJET EUROPEEN

| | | | |
|---|---|---|---|
| ACRONYME : APE | | | |
| NOM COMPLET DU PROJET | Normandie Recherche - Plateforme 2024 - Analyses des Polluants Environnementaux (APE) | | |
| NUMERO DE CONVENTION | 00158954 | | |
| DATE DE DEBUT | 01/10/2024 | | |
| DATE DE FIN | 30/09/2026 | | |
| COORDINATEURS | Muriel DURANDETTI | | |
| Etablissement(s) | Laboratoire(s) | Responsable(s) | Partenaire(s) |
| URN | C2IORGA | Muriel DURANDETTI | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| CONTACT | Muriel.durandetti@univ-rouen.fr | | |
| SITE INTERNET DU LABORATOIRE ET PROJET | | | |
| DESCRIPTION DU PROJET | | | |
| RESUME | Achats d'équipements pour la Plateforme C2IORGA de l'Université de Rouen Normandie | | |
| OBJECTIFS | Dispositifs pour l'analyse en ligne pour la chimie en flux 390 k€ sur le site de l'URN (MSA) (total projet 535 k€) Les outils de production de composés pour la chimie fine et de spécialité n'ont pas subi récemment de changements de paradigmes majeurs, et la transposition d'une réaction chimique de l'échelle du laboratoire à celle de la production (intensification ou scale-up) passe par l'augmentation de la taille du réacteur de quelques millilitres à plusieurs milliers de litres. La quantité de produits chimiques produite est donc proportionnellement liée au volume du réacteur (d'où le nom de " synthèse par lots " ou batch). En revanche, les réacteurs miniaturisés à flux continu permettent de faire réagir des produits chimiques (liquides, gaz ou solides) en écoulement<br>au sein de tubes (ou canaux) de diamètre micrométrique ou millimétrique, sans jamais interrompre le procédé (du moins en théorie, la maintenance classique de l'appareillage pouvant imposer des interruptions périodiques). Les caractéristiques intrinsèques de cette technologie permettent de résoudre de nombreux problèmes rencontrés en synthèse chimique. Le mélange rapide et les transferts de chaleur efficaces sont désormais des atouts bien établis des réacteurs fluidiques et sont souvent utilisés pour réaliser des réactions sensibles. La chimie en flux pose également de nouveaux défis au chimiste et à l'ingénieur, comme la manipulation de composés solides (risque d'obstruction) et de matériaux à forte viscosité (pertes de charge). Dans le cadre du<br>présent projet et du développement de la plate-forme de synthèse en flux continu NormandyFlowChem (plus importante structure académique en France dédiée au flux continu pour un laboratoire académique comme le COBRA), nous souhaitons associer la technologie en flux continu à des analyseurs en ligne (de type RMN ou masse) qui seront capables de nous permettre de suivre " en ligne " le déroulement de la synthèse réalisée dans un réacteur en flux continu. Cette analyse en ligne pourra nous permettra par exemple d'accélérer de manière substantielle notre capacité pour l'optimisation d'une réaction en disposant de données cinétiques, de distribution des substrats, des produits de réaction souhaités et secondaires. Ces analyseurs en ligne de deux types (RMN pour un montant d'environ 110 k€ et spectrométrie de masse pour un montant d'environ 60 k€) | | |

| | |
|---|---|
| | Nous permettrons également à terme de concevoir des " usines miniatures intelligentes " pour lesquelles nous pourrons disposer une analyse en ligne très efficace capable de suivre les éventuelles déviations d'un procédé de synthèse. On pourra imaginer via des boucles de rétro-contrôle et l'utilisation de l'intelligence artificielle de corriger en direct les dispositifs d'alimentation pour corriger la déviation observée. Nous souhaitons concevoir Deux types de dispositifs : le premier associant un appareil de synthèse automatisé de type Vapourtec + analyseurs en ligne (RMN ou masse). Pour le second, nous souhaitons concevoir des dispositifs " home-made " associant des pompes (Syrris ou autres, des réacteurs tubulaires et plaques et un dispositif d'analyse en ligne (RMN ou masse). Nous souhaitons donc pouvoir acquérir un appareil de type Vapourtec (160 k€), 1 système D'analyse par RMN (110 k€), un système d'analyse par spectrométrie de masse (60 k€), 3 pompes de type Syrris (60 k€). Projet 2 : Analyse des polluants environnementaux 737 k€ sur les sites de l'URN (MSA et Evreux) (total projet 872 k€) Les chercheurs, travaillant aux laboratoires COBRA et SMS, travaillent depuis de nombreuses années sur les axes de la chimie-développement durable, un des axes prioritaires de l'UMR CNRS 6014 COBRA et du Carnot I2C. Les chercheurs développent de nouvelles méthodologies pour rechercher des polluants inconnus dans l'environnement, ainsi que sur de nouvelles méthodes de dépollution des sols et des eaux. |
| Caractère innovant de l'opération : | Pour le projet 1, les équipements permettront d'avoir une plateforme en Flux continu d'envergure, permettant à terme une montée en compétences dans le domaine de l'analyse en ligne (RMN, Masse, Infra-rouge par exemple) couplée à la synthèse en flux continu. Continuous Taylor Reactor : Cohérence avec la chimie en flux par la cristallisation en continue (Intégration : de la synthèse à la cristallisation final du produit). Un post-doc sera dédié à ce projet d'intégration. Pour le projet 2, avec ce financement, nous aurons les équipements nécessaires pour concevoir de nouveaux matériaux adsorbants, les caractériser et pouvoir identifier et quantifier des polluants en faible quantité. La plateforme C2IOrgA pourra ainsi mesurer la présence de traces de polluants organiques et inorganiques et nous pourrons proposer des matériaux originaux pour dépolluer les environnements pollués. GC-QTOF : En ce qui concerne les analyses de polluants environnementaux, les demandes s'adressant aux organismes accrédités ont pour objet des polluants ciblés, déjà connus et réglementés. Mais les appels à projets (Europe, ANR, ADEME…) ou les demandes d'industriels se tournent désormais vers la recherche de composés non ciblés, potentiellement aussi toxiques, qui demandent des techniques d'analyse extrêmement pointues et exhaustives. Le FTICR 18T déjà acquis depuis peu au COBRA permet d'identifier des milliers de formules brutes de composés extraits de matrices environnementales (air, eaux, sols, matériaux…), mais le GC-QTOF à haute résolution sera complémentaire, puisqu'il permettra de résoudre des matrices très complexes mais également de quantifier avec justesse les composés détectés et identifiés. La complémentarité des deux équipements est inédite en France. Pyrolyseur : Ce pyrolyseur couplé GC×GC-HRMS acheté en 2017 nous permettra d'identifier et de quantifier les micro-plastiques dans l'eau qui représente une thématique émergente en environnement et de répondre aux demandes académiques et industrielles très nombreuses. L'analyse non-ciblée des COV notamment odorants constituera le deuxième axe de recherche car il représente un enjeu sociétal important aussi bien de santé (COV toxiques) qu'économique (développement de biomatériaux pour remplacer les plastiques). Chromatographie ionique Combustion : Cet appareil est complémentaire des LC-MS, LCHRMS et FT-ICR puisqu'il permet un dosage global grâce à la teneur des PFAS totaux. La préparation des échantillons est réduite grâce à la présence du module de combustion qui garantit l'intégrité des échantillon (pas d'étapes d'extraction). C'est appareil est unique sur le territoire académique normand. La limite de quantification obtenue est faible en raison de la quantification globale des PFAS. De plus le parc d'appareillages LC-MS, LC-HRMS et FTICR permettra de doser les congénères de façon détaillée et précise de manière très complémentaire. |
| RESULTATS | Impacts attendus : - pour l'ensemble des équipes de recherche : Les instruments contribueront au rayonnement de la chimie au sein des laboratoire COBRA et SMS. - pour les prestataires extérieurs : Ces équipements participeront grandement à maintenir l'expertise Normande en chimie analytique ainsi qu'en |

| | |
|---|---|
| | chimie organique. Ils pourront être mis à profit pour les nombreux projets de recherche et les partenariats mis en place par C2IOrgA avec ses partenaires industriels et académiques. - pour le territoire : Depuis de nombreuses années C2IOrgA a tissé de fortes relations avec des laboratoires industriels et académiques de la région Normandie avec notamment la mise en place de laboratoires communs avec Total (Le Havre) et Oril/Servier (Bolbec). Les équipements demandés seront impliqués dans les projets de recherche liés à ces partenariats. *Capitalisations : Réacteur Couette -Taylor : Formation des étudiants de Master et ingénieurs à la production en continu avec des travaux pratiques. Crédibilité au niveau des industriels par la montée en échelle permise par les équipements demandés. Valorisation par dépôts de brevets (discussions en cours avec LVMH) Thèse de Zoé Delabaudière Le Meur en cours soutenance en janvier 2026, Thèse RIN 50 (Acronyme FLOCFLOC cofinanceur : Kyung Hee University – South Korea). Publications communes avec NormandyFlowChem (Professeur Philippe Jubault -COBRA UMR 6014) Thèse CIFRE (début prévisible Octobre 2024 avec LVMH) GC-QTOF : la complémentarité de l'équipement FT-ICR et du GC-QTOF apportera indéniablement la possibilité aux chercheurs de développer des thématiques de recherche de pointe dans le domaine de la recherche de polluants inconnus et de proposer à d'autres équipes normandes de travailler sur l'éco-toxicité et la toxicité humaine de ces molécules émergentes. Une telle démarche a déjà été engagée dans le cadre du projet régional COPHERL et l'ANR ENVAHY, suite à l'accident de Lubrizol, et pourra être poursuivie et amplifiée. Pyrolyseur : L'appareil de GC×GC-HRMS a déjà montré tout sa capacité pour l'identification de dosage polluants non-ciblés dans le cadre du projet régional COPHERL et l'ANR ENVAHY, suite à l'accident de Lubrizol ou l'analyse de bio-huiles. L'acquisition du pyrolyseur permettra d'étendre les capacités d'analyse nonciblée aux matrices plastiques et aux biomatériaux. Cela permettra d'intensifier les partenariats pour répondre aux appels à projets nationaux et internationaux et déboucher sur des publications à haut impact factor. Chromatographie ionique Combustion : La complémentarité de ce nouvel appareillage avec les couplages LC-MS et le FTICR permettra de mettre en place une stratégie de dosage des PFAS totaux et des PFAS indicateurs. De nombreux partenaires industriels et académiques sont intéressés par cette stratégie pour faire un screening rapide des PFAS pour étudier leurs disséminations. |
| **MODALITES DE FINANCEMENT** | BUDGET TOTAL : 1 277 000€ |
| *Niveau de soutien FEDER / FSE / FAEDER* | 766 200€ |
| *Niveau de soutien Région Normandie* | 510 800€ |
| *Niveau de Soutien Etat–CPER2021/2027* | |
| ***L'Europe s'engage en Normandie avec le Fonds Européen de Développement Régional*** | |
| | |