

## **POSTE À POURVOIR**

**Ingénieur ou Post-doc en Chimie/ Physicochimie/Matériaux énergétiques**

**Date de publication : août 2020 - Début souhaité : dès que possible - Durée : 1 an renouvelable**

### **Sujet :**

Recherche d'une nouvelle composition pyrotechnique pour des piles thermiques

### **Contexte :**

La chaire industrielle ACXEME (Allumage, Combustion, eXplosion, Environnement et Matériaux Énergétiques) est un tout nouveau programme de recherche, sélectionné en juin 2019 par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Elle est portée par un enseignant-chercheur de l'IUT de Bourges. La chaire est consacrée à l'optimisation des systèmes énergétiques explosifs et propulsifs en intégrant les contraintes environnementales d'aujourd'hui et en anticipant celles de demain. Les défis au niveau matériaux, systèmes ou énergétiques sont relevés par le consortium d'industriels MBDA France, Nexter Munitions et ASB Aérospatiale Batteries d'une part, et les chercheurs des laboratoires PRISME et ICARE-CNRS d'autre part.

Le poste proposé s'inscrit dans le cadre de cette chaire, dont les premiers travaux ont débuté en janvier 2020.

### **Description des lieux de travail :**

Le laboratoire PRISME est un laboratoire de recherche en sciences de l'ingénieur de l'Université d'Orléans et de l'INSA Centre Val de Loire (EA 4229) organisé en différents axes thématiques. L'axe Combustion Explosions (CE) a pour objectif de comprendre les phénomènes pouvant amener un système réactif à s'enflammer et à exploser. Les phénomènes sont appréhendés à travers leurs effets tant hydrodynamiques (surpression, déflagration, choc) que thermiques (pyrolyse et incendie) ou encore le développement d'outils métrologiques adaptés.

ASB Aérospatiale Batteries est n°1 mondial dans la conception et la fabrication de piles thermiques. C'est un produit complexe, fruit d'un savoir-faire mélangeant expertise technique, scientifique et expérimentale. Le marché, porté par la Défense, a l'opportunité de s'ouvrir aujourd'hui vers les applications civiles, notamment aéronautiques. Les attentes des clients passent par des produits de densités d'énergie et/ou de puissance élevées. ASB a tous les atouts pour répondre à ces nouveaux besoins. Le site de Bourges, qui emploie 170 personnes, accueille également le centre de recherche du groupe ASB.

L'emploi se situe au centre de la France, à Bourges, ville à taille humaine, capitale du Berry, labélisée "ville d'Art et d'Histoire".

### **Introduction :**

Les piles thermiques développées par ASB sont amorcées par une composition pyrotechnique chauffante dont le rôle est d'apporter l'énergie nécessaire à la fusion de l'électrolyte, solide au repos. Cette composition est un mélange de fer et de perchlorate. Ce dernier pourrait être exclu des produits utilisés en Europe en raison de l'application des directives REACH. Il importe donc de rechercher une nouvelle composition pyrotechnique chauffante en vue de son remplacement. Cette nouvelle composition devra limiter les risques d'exposition des opérateurs, sera plus respectueuse vis à vis des rejets environnementaux, et sera plus facilement recyclable en cas de non utilisation, tout en conservant, a minima, les performances actuelles.

### **Sujet proposé :**

#### **Partie bibliographique et recherche de compositions**

A partir d'une revue bibliographique préexistante sur les compositions chauffantes de type thermité, des formulations possibles de remplacement sont envisagées. Le candidat recherchera les éventuelles dernières publications disponibles, complètera les bases de données thermodynamiques et procédera à des calculs complémentaires d'énergie de réaction, de température de flamme et de capacité thermique (logiciel Chemkin ou équivalent, si les bases de données concernant les réactifs et/ou produits sont disponibles).

#### **Partie validation et tests :**

Lors des essais réalisés sur le site de l'IUT de Bourges ou chez ASB :

- Les énergies dégagées par la combustion seront mesurées par calorimétrie. Vous comparerez les résultats aux calculs thermodynamiques et ajusterez/remplacerez le cas échéant les formulations.
- Les produits de combustion, à l'état solide, pourront être analysés par analyse EDS couplée à un microscope électronique à balayage, afin de valider les mécanismes réactionnels. Des analyses complémentaires pourront être réalisées, le cas échéant par diffraction des rayons X. Vous rechercherez systématiquement les températures de flamme adiabatique en fonction des différentes formulations (rapport Oxydant / Réducteur) afin de guider les

nouveaux essais. La prise en compte de l'environnement de la composition chauffante au sein de la pile pourra aussi être abordée dans ces calculs à travers des modèles simples de thermique.

Le candidat pourra aussi participer à des campagnes d'essais chez ASB en vue de mesurer des vitesses de propagation de front de flamme sur des échantillons pyrotechniques préalablement sélectionnés.

Le candidat participera également à la mise au point et à la validation d'une méthodologie de préparation d'échantillons et de leur caractérisation par microscopie optique et/ou électronique afin d'alimenter une base d'images. Cette base alimentera d'autres sous-projets de la chaire industrielle : le développement d'un algorithme de reconnaissance d'image basé sur l'Intelligence Artificielle pour identifier la distribution spatiale de chaque constituant de la composition chauffante, puis la modélisation de la combustion à partir de cette distribution.

**Lieu :**

IUT de Bourges	et	ASB
Laboratoire PRISME		Allée Sainte Hélène
Axe Combustion Explosions		18021 Bourges Cedex
63 avenue de Latte de Tassigny		
18020 Bourges Cedex		

**Rémunération :**

Rémunération selon expérience dans la grille indiciaire des IGE, IGR ou Post-doc

**Contact :**

Sophie Seuillet tel 02 48 23 82 04 @ [sophie.seuillet@univ-orleans.fr](mailto:sophie.seuillet@univ-orleans.fr)

**Profil recherché :**

Titulaire d'un diplôme d'ingénieur (Chimie, Physicochimie) ou d'un doctorat spécialisé en matériaux énergétiques ou pyrotechnie. Vous lisez les publications en langue anglaise.

Vous avez une bonne connaissance des matériaux et de leurs réactions dans un contexte pyrotechnique (calculs thermodynamiques associés aux bilans réactionnels). Des connaissances de base en transferts thermiques, voire en combustion associées à un goût pour l'expérimentation et la conduite d'essais (réalisation de tirs avec leur instrumentation analyse thermique différentielle) et l'analyse des produits de combustion sont recherchées. La maîtrise des techniques de caractérisation (DSC, Calorimétrie, Sensibilité d'allumage, Microscopie Optique, Vitesse de combustion) et la connaissance d'un outil de modélisation de cinétiques chimiques (CHEMKIN, Cantera, ou Cosilab) sont un plus.

Le candidat devra satisfaire les conditions d'autorisation d'accès à une zone de recherche à régime restrictif (ZRR). Le candidat devra donc satisfaire au contrôle élémentaire demandé par le partenaire industriel.

Voir également le site internet de la chaire : [www.bourges.univ-orleans.fr/ACXEME](http://www.bourges.univ-orleans.fr/ACXEME)

**Conseils au candidat :**

Fournir : CV et lettre de motivation avec votre intérêt à propos du sujet de cette chaire industrielle.