

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
PA2025-001

Cahier des charges pour la mise au point et la réalisation d'analyses quantitatives du brome et de l'antimoine dans des échantillons liquides et solides dans le cadre du projet Devipeee, et l'état de l'art de l'extraction en CO₂ supercritique de métaux par des adjuvants.

✓ **Contexte**

Une partie significative des matières plastiques issues des Déchets d'Équipement Électriques et Électroniques (DEEE) n'est pas recyclable au regard de la réglementation car elle contient des taux de brome et d'antimoine (provenant de retardateurs de flammes) supérieurs aux seuils autorisés. Le projet Devipeee vise à créer une gamme de matières plastiques recyclées à partir de plastiques issus de DEEE par la combinaison de procédés innovants. Afin d'évaluer la performance des procédés, un dosage quantitatif du brome et de l'antimoine est donc indispensable. L'extraction devant être réalisée par du CO₂ supercritique, il est également nécessaire d'effectuer un état de l'art de la dissolution d'oxydes métalliques comme Sb₂O₃ dans ce media, et d'identifier les additifs utilisés pour des métaux analogues.

✓ **Caractéristiques techniques**

L'ensemble des caractéristiques énoncées ci-dessous feront l'objet d'une analyse selon les critères d'attribution indiqués dans le Règlement de la Consultation.

Les prestations devront répondre à minima répondre aux caractéristiques obligatoires et les précisions demandées devront être indiquées dans le mémoire technique du candidat.

Ce marché se compose d'un seul lot avec six livrables. Il est obligatoire de répondre aux six livrables pour que l'offre soit recevable.

Les livrables seront réalisés :

- de la date de notification du marché jusqu'à fin 2026
- à la demande du client et selon la fourniture des échantillons par le client

Chaque livrable donnera lieu à un paiement indépendant, il convient donc de préciser un cout pour chaque livrable.

Descriptif général des analyses :

2 éléments seront analysés par spectrométrie de fluorescence des rayons X (XRF) :

- Brome
- Antimoine (sous forme de Sb_2O_3)

2 formes d'échantillons seront à analyser :

- Solide (broyats, granulés, poudre)
- Liquides organiques (5 différents)

Livrables :

1) Analyses échantillons - première série	
Caractéristiques obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • Développement des méthodes d'analyses : ajouts dosés pour les échantillons solides avec 3 points minimum, étalonnage externe pour les échantillons liquides avec 10 points minimum • Description complète des méthodes et protocoles d'analyses utilisés : type de méthodologie, quantités et préparations des échantillons, paramètres opératoires, équipements, traitements des résultats • Mise en forme et présentation des résultats obtenus en démontrant le caractère quantitatif des méthodes développées : courbes de calibrations, limites de détections, étendue de mesures, valeurs statistiques de corrélation, et tout autre élément technique de validation (notamment les spectres de fluorescence X bruts) • Pour l'étalonnage des échantillons liquides, une courbe sera faite par solvant utilisé • Accès aux bases de données d'articles scientifiques sur le dosage par XRF
Caractéristiques idéales	<ul style="list-style-type: none"> • Etalonnage unique pour Br de 0,05% à 10% • Etalonnage unique pour Sb de 0,1% à 5%
Questions à préciser	<ul style="list-style-type: none"> • Délai de réalisation à préciser à partir de la notification du marché
2) Proposition d'additifs pour l'extraction de l'antimoine par CO_2 supercritique	
Caractéristiques obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • Revue bibliographique (minimum 10 pages) de l'extraction de composés inorganiques par du CO_2 supercritique additivé : description des mécanismes d'extraction d'oxydes métalliques, propositions d'additifs pertinents pour l'extraction de Sb_2O_3
Caractéristiques idéales	NA
Questions à préciser	<ul style="list-style-type: none"> • Délai de réalisation à préciser à partir de la notification du marché • Nombre de publications scientifiques et thèses sur l'extraction de composés inorganiques par du CO_2 supercritique additivé • Liste des abonnements aux revues scientifiques

3) Analyses échantillons - deuxième série	
Caractéristiques obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • 10 solides + 20 liquides • Mise en forme et présentation des résultats obtenus
Caractéristiques idéales	Délai = 1 mois
Questions à préciser	Délai de réalisation à préciser à partir de la fourniture des échantillons
4) Proposition complémentaire d'additifs pour l'extraction de l'antimoine par CO ₂ supercritique	
Caractéristiques obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse et interprétation des résultats des essais avec les additifs testés précédemment • Propositions d'additifs ou de mélanges
Caractéristiques idéales	NA
Questions à préciser	<ul style="list-style-type: none"> • Délai de réalisation à préciser à partir de la fin des analyses de la 2^e série
5) Analyses échantillons - troisième série	
Caractéristiques obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • 10 solides + 20 liquides • Mise en forme et présentation des résultats obtenus
Caractéristiques idéales	Délai = 1 mois
Questions à préciser	Délai de réalisation à préciser à partir de la fourniture des échantillons
6) Analyses échantillons - quatrième série	
Caractéristiques obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • 10 solides + 20 liquides • Mise en forme et présentation des résultats obtenus
Caractéristiques idéales	Délai = 1 mois
Questions à préciser	Délai de réalisation à préciser à partir de la fourniture des échantillons

✓ Contacts techniques

- Guillaume CORJON – guillaume.corjon@univ-lille.fr
- Sophie DUQUESNE – sophie.duquesne@centralelille.fr