



**IMT Mines Albi**  
École Mines-Télécom

<p><b>CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (C.C.T.P.)</b></p>
--

**ACHAT, LIVRAISON, INSTALLATION ET MISE EN SERVICE  
D'UN INSTRUMENT COUPLANT MESURE DE MASSE VOLUMIQUE  
ET VITESSE DU SON EN MILIEU LIQUIDE**

Marché à procédure adaptée  
(article R2123-1 du Code de la commande publique)

**Référence interne de la consultation : 2025ALB006M**

-----

## 1. PRESENTATION

Le centre RAPSODEE mène des recherches dans les domaines de l'énergie, de l'environnement et du génie particulaire. Il dispose de nombreuses techniques analytiques ainsi que de moyens de production de tailles différentes.

En lien avec nos activités pour la pharmacie, la chimie ou de l'agro-alimentaires, les mesures de la masse volumique et de la vitesse du son permettent un contrôle rapide de certaines teneurs en cours d'essai ou la caractérisation de mélange binaire et tertiaire. Le couplage mesure de la masse volumique et de la vitesse du son permet en outre d'obtenir des résultats dans des domaines difficilement mesurables sans la complémentarité de ces deux mesures (pH acide notamment). Toutes ces informations sont nécessaires pour nos travaux de recherche.

Un appareil de mesure couplant mesure de la masse volumique et mesure de la vitesse du son en milieu liquide est donc recherché dans cette consultation.

## 2. OBJET DE LA CONSULTATION

Le présent cahier des charges concerne la fourniture, la livraison, l'installation et la mise en service d'un instrument couplant mesure de masse volumique et mesure de vitesse du son.

L'appareillage recherché servira à plusieurs applications (cristallisation de solutions sucrées, masse volumique d'un acide en lixivation, micromélange, caractérisation des propriétés thermophysiques d'un solvant, mise en évidence des interactions moléculaires soluté-solvant...), il sera donc facilement déplaçable et pourra être utilisé avec plusieurs liquides différents. Les temps de mesure et les volumes d'échantillon devront être faibles ; une maîtrise de la température de l'échantillon au cours de l'analyse permettra d'avoir une précision conséquente de la mesure.

## 3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

L'appareil recherché devra répondre aux exigences suivantes :

- L'appareil sera facilement déplaçable et sera livré pour pouvoir être placé sur une paillasse. Les dimensions et le poids seront indiqués dans l'offre ainsi qu'un descriptif détaillé (schémas, photos...). Il sera précisé si les deux techniques (masse volumique et vitesse du son) se présentent sous la forme de 2 appareils juxtaposés ou « tout en un ». L'offre présentera le principe de ces mesures et indiquera les données à renseigner pour la mesure. L'utilisation de la méthode PEM « Pulsed Excitation Method » ou une technique équivalente est attendue au regard de la précision recherchée.
- L'appareil devra permettre une manipulation sécurisée notamment lors des phases d'introduction du liquide et de nettoyage. Il devra ainsi pouvoir être facilement nettoyé : l'offre renseignera ce point. L'offre indiquera impérativement la plage de pression, de pH et les températures acceptables par l'appareillage. Les limites d'utilisation (pH, température, viscosité) seront précisément indiquées. Pour répondre à nos attentes, la

température de mesure devra être comprise entre 10 et 80°C. L'offre précisera donc la possibilité de mesure dans cette plage, le moyen de contrôle de la température. Ce dernier paramètre ayant un impact conséquent sur nos mesures, l'offre précisera s'il est possible de travailler à température définie par l'opérateur.

- L'appareillage doit pouvoir mesurer une masse volumique d'un liquide et d'un mélange jusqu'à au moins 3 composants. L'offre précisera cette possibilité avec en exemple quelques cas de mélanges idéalement ternaires. La vitesse du son doit aussi être mesurée sur un même échantillon : l'offre précisera s'il est possible de mesurer sur un même échantillon la masse volumique et la vitesse du son. Ces deux paramètres s'avérant complémentaires, il sera précisé si l'appareil permet d'avoir un résultat combinant ces deux informations. Par exemple, il sera indiqué s'il est possible de mesurer la masse volumique de toutes les concentrations d'acide sulfurique (degré Baumé supérieur à 93% notamment).
- L'appareil pourra servir à caractériser des liquides notamment après utilisation d'un dispositif à ultrasons. L'offre précisera si l'appareil est impacté par la présence de bulles et de particules solides. Une filtration de notre part sera réalisée avant introduction dans l'appareillage : l'offre précisera si l'appareil détecte et/ou indique par une qualité de signal la présence d'éléments solides ou gazeux pendant la mesure.
- Un intérêt majeur sera porté sur la rapidité et précision des résultats obtenus. Il sera ainsi indiqué :
  - => le temps d'une mesure vitesse du son & de masse volumique : la mesure ne devra pas dépasser les 5 minutes. Il sera indiqué si plusieurs mesures sont réalisables sur un même échantillon (gradient de température par exemple)
  - => la plage de mesure de la masse volumique et de la vitesse du son : la mesure sera au moins comprise entre 0,5g/cm<sup>3</sup> et 2,5/cm<sup>3</sup>
  - => la précision sur les mesures : la mesure de masse volumique avec la meilleure précision sera un critère majeur dans le choix de l'appareillage ; il est demandé une précision inférieure à 0,00001g/cm<sup>3</sup>
  - => la plage d'utilisation en température (mini-maxi) ainsi que la précision sur la température de mesure : la température ayant une influence importante, la précision sur ce paramètre sera un critère important dans le choix de l'appareillage. L'offre précisera la possibilité d'automatiser les mesures, en programmant par exemple une plage de température.
  - => le volume minimal nécessaire à la mesure du son et de la masse volumique : le volume devra impérativement être inférieur à 10 ml. L'offre précisera la méthode d'introduction de l'échantillon (seringue, pousse seringue, autre) et d'évacuation de l'échantillon ainsi que la nature de la cellule de mesure (verre, inox ...)
  - => la plage de viscosité : un échantillon de viscosité de 10.000 Cp (miel de référence) doit pouvoir être mesuré. L'offre précisera la gamme de viscosité et les contraintes éventuelles de liquides très visqueux. Plus généralement, les limites d'utilisation (pH, turbidité, pression...) seront précisées.
  - => les modalités d'étalonnage hors visite annuelle du fournisseur : la fréquence d'étalonnage, et les besoins en étalonnage seront précisés.

- L'appareillage servira à de multiples applications au sein de notre laboratoire. L'offre précisera s'il est possible de coupler l'appareillage avec d'autres techniques analytiques et la nature de ces techniques.
- L'offre précisera les pièces de rechange nécessaires, si elles sont incluses dans l'offre et leur coût.
- Si le pilotage de l'appareil doit se faire par un dispositif annexe (tablette, pc, carte, logiciel...), l'offre précisera si celui-ci est prévu dans l'offre. Le cas échéant, l'offre détaillera le coût et les principales caractéristiques de cet élément. Plus généralement, il sera indiqué la possibilité d'exporter les résultats selon un format classique (pdf, xls, ...). Ce dispositif de pilotage ne présente pas un caractère obligatoire.
- RAPSODEE est sensible aux notions de développement durable : certifications et politique d'entreprise dans ce domaine seraient perçues positivement. Notre établissement s'est de plus inscrit dans une démarche qualité. Toutes certifications de l'appareillage répondant aux normes pharmaceutiques usuelles seront appréciées dans l'évaluation des offres.

Prise en main de l'appareillage :

L'offre devra inclure la livraison, l'installation, la mise en service ainsi que la formation à IMT Mines Albi pour 3 personnes. La formation permettra d'utiliser fiablement l'appareillage, de le nettoyer correctement et de l'étalonner au besoin.

Les prestations de livraison et de mise en service sont placées sous la responsabilité du titulaire et incluses dans le prix de l'équipement. Elles devront être détaillées dans la proposition et seront assurées en totalité par le titulaire.

L'équipement sera livré à l'adresse suivante :

IMT Mines Albi  
CENTRE RAPSODEE, UMR CNRS 5302  
A l'attention de M. P. ACCART  
Campus Jarlard/route de Teillet  
81000 ALBI

#### **4. GARANTIE ET MAINTENANCE**

L'offre précisera les besoins en maintenance ainsi que le coût des principaux éléments à changer périodiquement. Le candidat précisera dans son offre l'étendue et le délai de garantie qu'il propose. Cette garantie doit être au minimum équivalente à 36 mois (déplacement compris). L'offre précisera la durée de disponibilité des différentes pièces de rechange de l'appareillage.

## 5. INSTALLATION – CONDITIONS D'INTERVENTION

L'installation, la mise en service, ainsi que les interventions ultérieures effectuées seront réalisées dans le respect des procédures définies dans le décret 92-158 du 20 février 1992 relatif aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure. D'autre part, les règles de sécurité propres à IMT Mines Albi s'appliquent au personnel du titulaire qui sera amené à y intervenir.

L'offre précisera les délais de livraison. Ces délais ne pourront dépasser 4 mois à compter de la notification du marché.

L'appareillage sera branché sur réseau 220 V, 50Hz.

## 6. DOCUMENTATION

Selon la réglementation, l'équipement sera livré avec une notice d'instructions complète rédigée obligatoirement en langue française comprenant en particulier, conformément à la norme NF EN 292-2, les indications relatives à l'équipement de travail, à sa mise en service, à son environnement et à son utilisation ainsi que les indications nécessaires pour la maintenance.

Cette documentation technique sera proposée sous format informatique PDF. Cette documentation présentera a minima : le descriptif de l'achat visé, le mode opératoire pour la mesure et le nettoyage de l'appareil.