



## CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

**Fourniture d'un réacteur d'hydrogénation du dioxyde de carbone pour l'Université de Pau et des Pays de l'Adour**

*Procédure avec négociation fondée sur l'article R. 2124-3 1° du Code de la commande publique*  
*N° de marché : **2026-1404***

ACHETEUR :  
UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

## SOMMAIRE

|   |    |
|---|----|
| ARTICLE 1 – OBJET DU MARCHE .....   | 3  |
| ARTICLE 2 – ALLOTISSEMENT .....   | 3  |
| ARTICLE 3 – CONTEXTE DU MARCHE .....  | 3  |
| 3.1 Présentation générale de l’université .....                             | 3  |
| 3.2 Responsabilité Sociétale et plan de sobriété .....                      | 3  |
| 3.3 Présentation du service émetteur du besoin et contexte de l’achat ..... | 4  |
| ARTICLE 4 – CONFORMITE .....  | 4  |
| ARTICLE 5 – DESCRIPTION TECHNIQUE.....                                      | 5  |
| 5.1 L’installation .....  | 5  |
| 5.2 Acquisition, contrôle et commande .....                                 | 8  |
| 5.3 Sécurité.....   | 9  |
| 5.4 Documentation.....  | 9  |
| 5.5 Environnement.....  | 9  |
| ARTICLE 6 – TRANCHES OPTIONNELLES.....                                      | 10 |
| ARTICLE 7 – VARIANTES .....   | 10 |
| ARTICLE 8 – CONDITIONS D’EXECUTION.....                                     | 11 |
| 8.1 Livraison.....  | 11 |
| 8.2 Installation et mise en service avec formation .....                    | 11 |
| 8.3 Opérations de vérification.....   | 12 |
| 8.4 Admission du matériel / de la prestation.....                           | 13 |
| 8.5 Garantie.....   | 13 |
| 8.5.1 Garantie légale.....  | 13 |
| 8.5.2 Garantie contractuelle .....  | 13 |

## **ARTICLE 1 – OBJET DU MARCHÉ**

Le présent marché a pour objet l'acquisition d'un réacteur d'hydrogénation catalytique du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) pour synthétiser du méthanol qui sera utilisé en Travaux Pratiques de l'Ecole Nationale Supérieure en Génie des Technologies Industrielles (ENSGTI) de l'Université de Pau et des pays de l'Adour (UPPA). Ce marché comprend la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service et la formation à l'utilisation de ce matériel.

Le numéro de référence attribué à ce marché est le 2026-1404.

Le montant estimatif du marché est de :

- 95 000 € HT pour la tranche ferme ;
- 30 000 € HT pour la tranche optionnelle.

## **ARTICLE 2 – ALLOTISSEMENT**

Conformément à l'article L2113-11 2° du code de la commande publique, le présent marché n'est pas alloti pour des raisons de cohérence technique de la solution.

## **ARTICLE 3 – CONTEXTE DU MARCHÉ**

### **3.1 Présentation générale de l'université**

L'université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) se distingue par son caractère pluridisciplinaire et sa configuration multi sites sur 5 campus :

- 4 campus en région Nouvelle Aquitaine : dans les Pyrénées-Atlantiques (64) à Pau, Bayonne et Anglet, dans les Landes (40) à Mont-de-Marsan.
- 1 campus en région Occitanie : dans les Hautes-Pyrénées (65) à Tarbes.

L'UPPA est organisée en 3 collèges universitaires. Chaque collège regroupe des composantes internes de formation et de recherche, des écoles d'ingénieurs et instituts (IUT, IAE), des écoles doctorales et des services administratifs.

Université renommée, à taille humaine, elle prépare avec ses 1 659 personnels, 12 908 étudiants à l'obtention de plus de 100 diplômes, aussi bien en formation initiale, professionnelle que continue. Elle compte 969 enseignants et son activité de recherche est importante.

Pour plus d'informations, le site de l'université est accessible à l'adresse suivante : <http://www.univ-pau.fr/live/>.

### **3.2 Responsabilité Sociétale et plan de sobriété**

Depuis la définition de sa politique RSU (Responsabilité sociétale de l'université) en 2022, l'UPPA s'est fortement engagée dans la structuration de sa stratégie environnementale et sociétale par :

- la spécialisation de sa recherche au travers de cinq missions interdisciplinaires, en lien avec les objectifs de développement durable (ODD) de l'ONU.
- l'intégration de la Transition écologique pour un développement soutenable (TEDS) dans la formation initiale des étudiants.

- la formation tout au long de la vie de l'ensemble des personnels de l'Etablissement supérieur et de la recherche (ESR).

L'élaboration d'un plan de sobriété en 2022 a concrétisé cet engagement et démontre la volonté d'atteindre, à court et moyen termes, des objectifs chiffrés de réduction de consommation énergétique. Ainsi, en réponse au Plan Climat du Ministère de l'ESR, l'UPPA a élaboré son premier bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES). Ce document est disponible sur le site de l'Ademe. Réalisé en interne en 2024, ce bilan a permis de mesurer l'empreinte carbone de l'université et identifier des pistes d'amélioration pour réduire son impact environnemental.

Dans cette dynamique, l'ambition de l'université s'est tournée vers la candidature au label Développement durable & responsabilité sociétale - DD&RS. Celui-ci repose sur un référentiel national exigeant décliné en cinq axes (Stratégie et gouvernance, Enseignement et formation, Recherche et innovation, Environnement, Politique sociale). En décembre 2024, l'UPPA a obtenu ce label pour la durée maximale de 4 ans. Cette réussite affirme le potentiel et la volonté de l'université de s'engager dans une démarche qualité et d'amélioration continue. Enfin, l'UPPA élabore un schéma directeur Développement durable & responsabilité sociétale et environnementale (SD DD&RSE). Il répondra aux attendus stratégiques et opérationnels du Ministère (Plan climat-biodiversité, circulaire Services publics écoresponsable - SPE).

A cette fin, le prestataire tient compte dans son offre :

- des conditions d'exécution prenant en compte des considérations relatives à l'environnement aux articles 11 du CCAP (clause environnementale) et 5.4 du CCTP (documentation)
- du critère prenant en compte des considérations relatives à l'environnement à l'article 15.2 du règlement de consultation

### 3.3 Présentation du service émetteur du besoin et contexte de l'achat

Le présent marché s'intègre dans l'évolution du parc de travaux pratiques de l'ENSGTI. Ce parc, riche d'une trentaine de postes pédagogiques, est utilisé par des étudiants de l'école inscrits dans les filières « Génie des procédés » et « Energétique ».

Pour ce projet, l'école a été soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du projet « Decarbochim ».

Pour compléter l'offre de formation, l'école souhaite s'équiper d'un poste de réacteur catalytique d'hydrogénation du dioxyde de carbone. Cette installation sera donc utilisée par des étudiants des trois années de formation de l'école. Un soin particulier doit donc être porté sur l'**ergonomie** (manipulation des composants et facilité de maintenance, en particulier sur l'accessibilité), sur la **robustesse** des composants (en particulier, les vannes) et sur la **sécurité** du système.

## ARTICLE 4 – CONFORMITE

L'ensemble du dispositif doit être conforme aux normes européennes et françaises, et notamment conforme aux normes en matière de matériels pédagogiques, en vigueur au moment de la livraison.

## ARTICLE 5 – DESCRIPTION TECHNIQUE

L'attention des candidats est attirée sur le fait que l'offre doit répondre à toutes les exigences définies dans les documents de la consultation.

Toute spécification technique figurant dans les documents doit être entendue avec la mention « ou équivalent » sauf mention contraire.

L'école souhaite s'équiper d'un poste de réacteur catalytique d'hydrogénation du dioxyde de carbone.

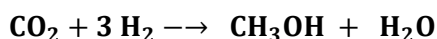
Ce poste doit pouvoir être utilisé à différents niveaux de la formation pour aborder :

- Les bilans matières et enthalpiques sur l'installation
- L'étude de cinétique de réaction en réacteur parfaitement agité fermé
- l'étude de catalyseur (régime chimique / régime diffusionnel / régime intermédiaire)

La zone de réaction de l'installation doit fonctionner sous pression (jusqu'à 70 bar) et à des températures élevées (jusqu'à 350°C).

### 5.1 L'installation

La réaction au centre de l'étude est l'hydrogénation du dioxyde de carbone suivant l'équation suivante :



Cette réaction est exothermique  $\Delta H = -49.16 \text{ kJ/mol}$ . Cette réaction est réalisée sur un catalyseur classiquement à base de cuivre et d'oxyde de zinc sur alumine.

Elle peut, entre autres, être accompagnée de la réaction :



Ces deux réactions sont hétérogènes, les réactifs gazeux réagissent à la surface des particules de catalyseurs solides.

L'installation est composée **obligatoirement** de trois parties principales\* :

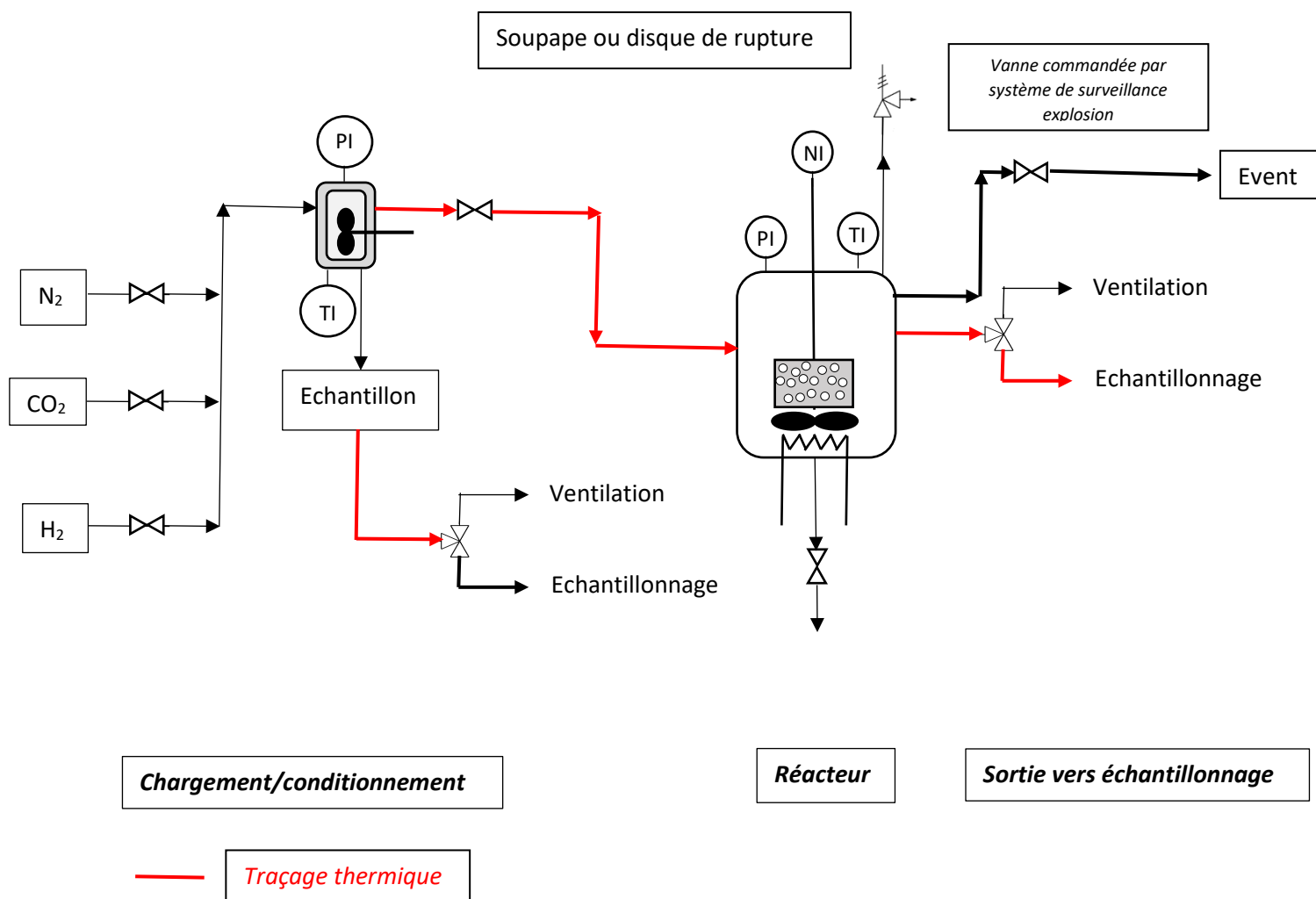
- Une partie « alimentation » composée de trois lignes de gaz azote, hydrogène, dioxyde de carbone et d'une capacité de conditionnement ;
- Un réacteur parfaitement agité fermé ;
- Une ligne de sortie tracée vers une vanne d'échantillonnage.

\*Les variantes ne pourront pas venir modifier cette exigence.

Les éléments décrits à l'intérieur de ces trois parties (articles 5.1.1, 5.1.2 et 5.1.3 ci-dessous) peuvent cependant faire l'objet d'une variante.

Avant une synthèse de méthanol, l'installation doit pouvoir être mise sous vide pour la purger. Le projet doit donc comprendre une pompe à vide pour effectuer cette mise en service. Le vide recherché est de 10 mbar.

La figure 1 ci-dessous présente une ébauche d'architecture du système qui est un exemple que pourraient suivre les candidats.



**Figure 1 :** Présentation sommaire des réacteurs d'hydrogénation du CO<sub>2</sub> (attention, les indications de température sont données à titre indicatif - cf. article 5.1.2 : le réacteur).

### 5.1.1 Chargement/conditionnement

La section alimentation est composée de trois lignes : azote, dioxyde de carbone, et dihydrogène. Une vanne d'arrêt est installée aux départs des lignes N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>. La fourniture du matériel, objet du marché, commence au niveau de cette vanne d'arrêt.

Chaque ligne doit comporter un filtre, un détendeur manuel et un clapet anti retour.

Ces trois lignes permettent de charger une capacité tampon dont le volume est connu avec précision. La valeur de ce volume doit être donnée à +/- 1% du volume total. Ce volume doit être agité pour assurer ses homogénéités thermiques et de composition. Le volume de cette capacité tampon doit être dimensionné pour pouvoir remplir le réacteur à 70 bar en une seule fois.

Un capteur de pression est installé sur cette capacité tampon, d'échelle maximale 200 bar (à +/- 0.05% de l'échelle maximale).

Un fois chargé à température ambiante, le mélange gazeux doit pouvoir être chauffé ; la température maximale est de 350°C.

Deux thermocouples positionnés à des positions différentes (par exemple, 1/3 et 2/3 de la hauteur fonction de l'encombrement des internes) doivent être installés à l'intérieur de cette capacité. Les écarts de température maximale tolérés sont :

- à 150°C, 40 bar d'azote, inférieur 15°C,
- à 350°C, 40 bar d'azote, inférieur à 35°C.

Cette capacité de préparation et de conditionnement du mélange réactif est protégée des risques de surpression par un disque de rupture ou une soupape de sécurité.

En sortie de cette capacité de conditionnement, deux possibilités de chargement doivent être prévues :

- Une vanne permet de diriger vers le réacteur le mélange de gaz jusqu'à obtenir la pression initiale de réaction. Cette vanne est ensuite fermée.
- Un détendeur permet de charger le réacteur jusqu'à une valeur de pression déterminée choisie par l'opérateur et de compenser une baisse de la pression dans le réacteur (fonctionnement isobare du réacteur).

L'ensemble des lignes, vannes et capacité seront en acier inoxydable. Elles seront tracées thermiquement entre la capacité de conditionnement et le réacteur pour limiter les pertes thermiques. Ces lignes de chargement seront équipées d'un clapet anti-retour pour éviter tout retour de matière du réacteur vers la capacité de préparation. Une attention particulière doit être portée aux pertes de charges générées par ces clapets dans le sens passant : elles doivent être minimisées.

Ce volume de préparation doit être équipé d'une ligne de purge et d'une ligne dirigée vers le système d'échantillonnage de l'UPPA. Pour minimiser les quantités de gaz utilisées lors des purges de la ligne dirigée vers le système d'échantillonnage, nous porterons une attention particulière au volume de cette ligne.

### **5.1.2 Le réacteur**

Le réacteur d'un volume de 300 ml est en acier inoxydable et doit être protégé d'éventuelles surpressions par une soupape de sécurité ou un disque de rupture. Il doit être facilement démontable.

L'étanchéité du réacteur est importante puisqu'un suivi de l'évolution de la pression doit donner des indications sur l'avancement de la réaction.

Taux de fuite : il est demandé au candidat de s'engager sur un taux de fuite avec de l'azote, à 350°C et à 70 bar. Ce taux de fuite indiqué dans l'offre deviendra ainsi contractuel.

Attention : un taux de fuite strictement supérieur à 0.2 bar/h entraîne une non-conformité du réacteur (article 8.3 du présent document).

Les taux de fuites inférieurs à 0.2 bar/heure seront valorisés.

Une attention particulière doit être portée sur le choix des joints qui doivent résister à la pression, à de hautes températures, et à une phase gazeuse complexe (mélange de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>OH, H<sub>2</sub>O, CO et N<sub>2</sub>). Ce choix devra être justifié.

Le réacteur est équipé d'un agitateur, d'une vanne d'alimentation, et d'une vanne de prélèvement.

La technologie du mobile d'agitation doit être la plus adaptée à l'agitation d'une phase gazeuse.

La réaction d'hydrogénation du CO<sub>2</sub> est réalisée dans un catalyseur solide. Il est donc nécessaire d'équiper le réacteur de paniers supports de catalyseur. Au choix du candidat, ces paniers pourront être fixes ou mobiles. La préférence de l'acheteur s'oriente vers des paniers mobiles. Le volume utile de ce panier doit être compris entre 40 et 50 cm<sup>3</sup>.

La base du réacteur est équipée d'une vanne de fond (minimiser les volumes morts).

La **gestion thermique** du réacteur doit permettre un fonctionnement **isotherme** dans le volume. L'intervalle de température accessible est compris entre **150°C et 350°C**. Une **attention particulière** doit être portée sur la gestion **d'éventuels points froids, que le candidat doit éviter**.

La température doit être mesurée par deux thermocouples placés, par exemple, à 1/3 et à 2/3 de la hauteur du réacteur.

Le réacteur doit être équipé d'un serpentin de refroidissement et d'un système de gestion de la température du milieu réactionnel. La réaction est exothermique et doit donc conduire naturellement à une augmentation de la température interne. Ce système de refroidissement pourra fonctionner en eau perdue.

Ce réacteur doit être isolé thermiquement pour minimiser les pertes thermiques aux parois. Sous azote (donc sans réaction), les écarts de température sur les deux capteurs de température doivent être inférieurs à :

- (2°C) pour un objectif à 150°C dans le réacteur et à 40 bar d'azote
- (5°C) pour un objectif à 350°C dans le réacteur et à 40 bar d'azote

La pression est mesurée par un capteur de pression d'échelle maximale 150 bar (à +/- 0.05% de l'échelle maximale).

### **5.1.3 Sortie vers analyses**

Deux lignes qui partent du réacteur doivent être créées vers le système d'échantillonnage :

- Une première sur la ligne d'alimentation des réacteurs pour caractériser la composition du mélange gazeux à l'entrée des réacteurs. La phase gaz est alors échantillonnée au niveau de la capacité de chargement/conditionnement. Cette ligne est évoquée à l'article 5.1.1.
- Une seconde à la sortie de la vanne de prélèvement du réacteur. **Cette ligne doit être tracée à une température de 200°C.**

Comme pour le réacteur, **les points froids doivent être évités**.

**Les extrémités de ces deux lignes de prélèvement doivent être dirigées jusqu'à une vanne qui permettra la connexion au système d'échantillonnage de l'UPPA.**

La longueur de ces deux lignes doit être inférieure à 0.5 mètre à compter du point de prélèvement jusqu'à la vanne d'échantillonnage.

Pour minimiser les quantités de gaz utilisées lors des purges des lignes dirigées vers le système d'analyse, l'acheteur portera une attention particulière à leurs volumes internes.

Parallèlement à ces deux lignes, deux tuyauteries « évent » doivent être créées pour permettre une purge du système.

### **5.2 Acquisition, contrôle et commande**

L'armoire électrique (IP55) doit être équipée d'un arrêt d'urgence.



Un système de contrôle et de commande doit permettre d'activer et de régler le système de gestion de la température interne du réacteur (refroidissement par le serpentín interne et chauffage) et de la température de la capacité de chargement/conditionnement.

Le choix de ce système est laissé au candidat.

Les différentes mesures de température, de pression, de vitesse de rotation de l'arbre d'agitation doivent être reportées, affichées et enregistrées et récupérables pour traitement sous un environnement Windows.

### **5.3 Sécurité**

L'ensemble du dispositif doit être conforme aux normes européennes et françaises en vigueur au moment de la livraison.

Cette installation sera utilisée par des étudiants. Elle doit donc être protégée rigoureusement (risques électriques - surintensité et fuite de courant-, de brûlure, protection contre les surpressions, sécurité process). L'installation doit être protégée contre les risques de surpression (soupape de sécurité avec échappement dirigé vers l'extérieur).

L'installation sera livrée avec son châssis et capotée. Le capotage devra être conçu avec suffisamment de place pour faciliter la maintenance, le changement de composant, la recherche de fuite.

La ventilation de l'enceinte sera fournie par l'acheteur et n'entre pas dans le cadre de ce marché.

Deux capteurs fournis par l'acheteur surveilleront le risque d'explosion. Sur détection d'une composition dangereuse, l'installation doit être détendue vers l'extérieur et les systèmes de chauffe arrêtés.

### **5.4 Documentation**

Une documentation complète et à jour doit être fournie au plus tard à la livraison de l'équipement. Cette documentation doit être fournie sous forme papier et numérique. La documentation papier est imprimée sur du papier recyclé ou issu de forêts gérées durablement.

Elle doit comporter :

- Le schéma de procédé de l'installation (tuyauterie, métrologie, boucles de régulation, composants) ;
- Les schémas électriques ;
- Un dossier technique avec les notices des différents composants ;
- Une notice d'utilisation ;
- Les certificats de conformité CE.

La documentation décrite à l'article 8 du CCTP est incluse dans la documentation.

### **5.5 Environnement**

Cet équipement sera installé dans la halle de travaux pratiques de l'ENSGTI. Cette halle n'est pas Anti Déflagrante. Le nombre d'élèves présents est au maximum de 40 élèves.

Plusieurs réseaux de distribution de fluide existent à proximité de l'emplacement du poste « réacteur d'hydrogénation » :

- Air comprimé sec (P = 7 bar)
- Réseau d'Eau de refroidissement (disponible sur le poste environ 500 l/h, 20 °C < T < 30°C, P = 2.6 bar).

L'alimentation électrique provient d'une prise canalis, triphasée 380V, intensité maximale 60A.

Cette halle est de plain-pied et accessible par une porte dont la largeur est de 4,5 m et la hauteur de 2,7 m.

La hauteur sous plafond à l'emplacement du poste de « Réacteur d'hydrogénation du dioxyde de carbone » est de 3 m.

## **ARTICLE 6 – TRANCHES OPTIONNELLES**

Ce marché est un marché à tranche optionnelle en application de l'article R.2113-4 du code de la commande publique.

Le présent marché est composé comme suit :

- **Tranche ferme** : fourniture, livraison, installation, mise en service et formation à l'utilisation d'un réacteur d'hydrogénation catalytique du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) pour synthétiser du méthanol ;
- **Tranche optionnelle** : fourniture, livraison, installation, mise en service et formation à l'utilisation d'un second réacteur agité identique à celui de la tranche ferme, installé dans les mêmes délais et dans le même environnement que celui de la tranche ferme, selon les dispositions techniques de l'article 5 du présent CCTP. Le candidat tient compte des points suivants :
  - Pour cette tranche optionnelle, les candidats devront prendre en compte l'ajout de ce réacteur agité dans le dimensionnement de la capacité tampon de préparation du mélange de gaz en entrée de réacteur (décrite dans l'article 5.1.1.) ; l'objectif est toujours de charger en une seule fois les deux réacteurs.
  - Cette tranche optionnelle doit s'insérer dans l'environnement (5.5) au même titre que la tranche ferme, puisqu'elle deviendra un « composant » de la tranche ferme.

Les modalités d'affermissement de la tranche optionnelle sont détaillées à l'article 4.2 du CCAP.

## **ARTICLE 7 – VARIANTES**

Les variantes sont autorisées à condition de répondre obligatoirement à l'offre de base (tranche ferme + tranche optionnelle).

Comme défini à l'article 5.1, l'installation est composée obligatoirement\* de trois parties principales :

- Une partie « alimentation » composée de trois lignes de gaz azote, hydrogène, dioxyde de carbone et d'une capacité de conditionnement ;
- Un réacteur parfaitement agité fermé ;
- Une ligne de sortie tracée vers une vanne d'échantillonnage.

\*Les variantes ne pourront pas modifier cette exigence.

Les éléments décrits à l'intérieur de ces trois parties (article 5.1.1, 5.1.2 et 5.1.3) peuvent cependant faire l'objet d'une variante.

## **ARTICLE 8 – CONDITIONS D'EXECUTION**

Le titulaire s'engage à respecter les mesures de sécurité (dont les mesures sanitaires) en vigueur dans le cadre des prestations de livraison, installation, mise en service, formation et opérations de vérifications.

### **8.0 Conception**

Le prestataire doit fournir après l'étape de conception un PID complet (schéma de procédé et instrumentations), ainsi que des vues 3D de l'installation dans son skid (vues de face, arrière et de côtés).

Lors de la vérification de cette étape, l'acheteur vérifie notamment avec le prestataire que le détail de la réalisation et les implantations sont conformes au besoin exprimé par l'acheteur.

Cette étape conditionne le versement de l'acompte.

Le point de départ du délai de vérification est la date de fourniture.

### **8.1 Livraison**

Le prestataire doit être capable de livrer l'ensemble du matériel (tranche ferme et tranche optionnelle, le cas échéant) dans un délai de 14 mois à compter de la date de notification du marché.

En cas de possible livraison dans un délai inférieur de 3 mois à compter de la notification du marché, la livraison sera conditionnée à un accord de l'acheteur.

Le matériel sera livré par le titulaire après prise de rendez-vous avec le responsable technique, selon un planning établi en commun, ceci afin d'éviter les interruptions de service ou les perturbations dans le fonctionnement des composantes et services. L'accès aux locaux techniques en rapport avec l'exécution des prestations est soumis à l'accord préalable du responsable du site ou de toute personne désignée par lui.

L'ensemble du matériel doit être livré à l'adresse suivante :

*ENSGTI (École nationale supérieure en génie des technologies industrielles)*

*Bâtiment Lavoisier*

*Rue Jules Ferry*

*64 075 Pau*

### **8.2 Installation et mise en service avec formation**

L'installation, la mise en service et la formation seront effectuées au plus tard un mois après la livraison du matériel (congés compris)

La mise en œuvre de ces prestations (installation, mise en service et formation) est planifiée en accord avec le responsable technique.

Le titulaire devra proposer une formation d'une durée suffisante pour permettre à la fois la prise en main du matériel par l'acheteur (5 personnes à former) et la réalisation des vérifications prévues à l'article 8.3. ».

### 8.3 Opérations de vérification

Les opérations de vérification seront réalisées sur site et porteront sur l'ensemble des spécifications demandées, selon les modalités prévues aux articles 27 à 31 du CCAG-FCS publié au journal officiel du 1er avril 2021. Le déroulement des opérations de vérification s'effectue selon les articles 28.2 et 28.3 du CCAG-FCS.

L'acheteur procède à une vérification distincte des prestations : les points de départ des vérifications sont :

- Conception selon l'article 8.0 : se reporter à l'article 8.0.
- La vérification des autres prestations est effectuée à partir de la mise en service. L'acheteur et le prestataire peuvent convenir de procéder à des vérifications intermédiaires en vue de faciliter les opérations de vérification finales.

Le délai imparti à l'acheteur pour procéder à la vérification de chaque prestation et notifier sa décision est de quinze (15) jours conformément à l'article 28.2 du CCAG-FCS et selon les points de départ précisés ci-dessus.

Pour la tranche ferme :

**La vérification se décompose en plusieurs tests :**

#### **1) Un test en pression défini comme suit :**

- a) Test de la **capacité de conditionnement** sur une durée de 6 heures avec 150 bar d'azote et une température de 350°C
- b) Test du **réacteur** sur une durée de 6 heures avec 70 bar d'azote et une température de 350°C
- c) Test de l'étanchéité sur 6 heures entre **la capacité de conditionnement** et **le réacteur avec les conditions suivantes de température et de pression :**
  - capacité de conditionnement : 150 bar d'azote et 200°C
  - réacteur : 35 bar d'azote et 200°C

**Les taux de fuite mesurés (tests a) et c)) doivent être inférieurs ou égaux à 0.2 bar/heure, sinon, le réacteur et la capacité de conditionnement seront déclarés non conformes.**

**Le test en pression du réacteur (b)) doit être cohérent avec le taux de fuite annoncé par le prestataire et avec les dispositions prévues à l'article 5.1.2, sinon le réacteur sera déclaré non conforme.**

#### **2) Un test en température du réacteur défini comme suit :**

- à 150°C dans le réacteur et à 40 bar d'azote, (2°C) d'écart maximal sur les deux mesures de température internes,
- à 350°C dans le réacteur et à 40 bar d'azote, (5°C) d'écart maximal sur les deux mesures de température internes.

**Si ce test en température n'est pas vérifié, le réacteur sera déclaré non conforme.**

#### **3) Un test en température de la capacité de conditionnement défini comme suit :**

- à 150°C, 40 bar d'azote, écart de température inférieur 15°C,
- 350°C, toujours avec 40 bar d'azote, écart de température inférieur à 35°C.

**Si ce test en température n'est pas vérifié, la capacité de conditionnement sera déclarée non conforme.**

Pour la tranche optionnelle, le cas échéant :

**La vérification se décompose en plusieurs tests :**

#### **1) Un test en pression défini comme suit :**

- a) Test du **réacteur** sur une durée de 6 heures avec 70 bar d'azote et une température de 350°C
- b) Test de l'étanchéité sur 6 heures entre **la capacité de conditionnement et le réacteur avec les conditions suivantes de température et de pression :**
  - capacité de conditionnement : 150 bar d'azote et 200°C
  - réacteur : 35 bar d'azote et 200°C

Les taux de fuite mesurés doivent être inférieurs ou égaux à 0.2 bar/heure, sinon, le réacteur sera déclaré non conforme.

Le taux de fuite mesurés (test b) doit être inférieurs ou égal à 0.2 bar/heure, sinon, le réacteur et la capacité de conditionnement seront déclarés non conformes.

Le test en pression du réacteur (a)) doit être cohérent avec le taux de fuite annoncé par le prestataire et avec les dispositions prévues à l'article 5.1.2, sinon le réacteur sera déclaré non conforme.

2) Un test en température du réacteur défini comme suit :

- à 150°C dans le réacteur et à 40 bar d'azote, (2°C) d'écart maximal sur les deux mesures de température internes,
- à 350°C dans le réacteur et à 40 bar d'azote, (5°C) d'écart maximal sur les deux mesures de température internes.

Si ce test en température n'est pas vérifié, **le réacteur sera déclaré non conforme.**

#### **8.4 Admission du matériel / de la prestation**

L'acheteur prononce l'admission des prestations, sous réserve des vices cachés, si elles répondent aux stipulations du marché.

#### **8.5 Garantie**

##### **8.5.1 Garantie légale**

Il est rappelé au candidat que le matériel éventuellement acheté au titre du présent marché bénéficie de la garantie légale prévue par les lois en vigueur.

##### **8.5.2 Garantie contractuelle**

Selon les usages de la profession, le candidat peut proposer une garantie contractuelle sans contrepartie financière.