



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES

**MC 2026-02 Acquisition d'un système d'extraction par
CO₂ supercritique et eau subcritique pour le compte
du GIP CYROI**

CYROI est soutenu par



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Champ	Donnée du marché
Référence	MC 2026-02
Pièce du DCE	Pièce n° 5
Acheteur	GIP CYROI
Adresse	2 rue Maxime Rivière — 97490 Sainte-Clotilde — La Réunion
Objet	Acquisition, livraison, installation, mise en service et formation à l'utilisation d'un système d'extraction par CO ₂ supercritique et eau subcritique
Décomposition	Marché ordinaire — lot unique
Version	Version V5

Article 1 — Le besoin du GIP CYROI

1.1. Comment lire ce cahier

Le GIP CYROI exprime ici ce qu'il a besoin de pouvoir faire avec l'équipement, et non la manière de le construire.

Les besoins B-01 à B-14 sont obligatoires : une offre qui n'y répond pas est irrégulière. Les éléments A-01 à A-06 sont des atouts appréciés, évalués au titre de la valeur technique sans être éliminatoires. Les engagements E-01 à E-03 sont des engagements environnementaux déclaratifs, évalués au titre du critère « Impact environnemental ». Les engagements environnementaux déclarés par le candidat doivent être étayés par tout document probant, tel qu'une documentation constructeur, une fiche technique, un manuel d'utilisation, une clause de reprise de matériel, ou tout autre justificatif équivalent.

Aucun matériau, aucune marque et aucune technologie ne sont imposés : le candidat propose la solution de son choix et démontre qu'elle répond au besoin.

1.2. Le besoin exprimé

Le GIP CYROI est un centre de recherche et de développement implanté à La Réunion. Ses équipes travaillent notamment sur la valorisation de matrices végétales et de biomasses, et ont besoin de disposer en interne d'un moyen d'extraction propre, sans solvant organique, utilisable en routine par des utilisateurs formés.

Concrètement, le GIP CYROI a besoin de pouvoir :

- extraire des composés d'intérêt à partir de matrices végétales et de biomasses, en utilisant le CO₂ en conditions supercritiques ;
- réaliser le même type d'extraction en utilisant l'eau en conditions subcritiques, sur le même équipement et sans transformation lourde entre deux essais ;
- conduire des réactions et des synthèses dans le domaine de fonctionnement de l'appareil ;
- stériliser et sécher des polymères et des aérogels ;
- régler, suivre, enregistrer et rejouer les paramètres d'un essai, afin de rendre les travaux reproductibles ;
- limiter la consommation de CO₂ en le récupérant et en le réutilisant.

L'équipement est destiné à un usage de laboratoire de recherche.

Article 2 — Périmètre de la fourniture

Le titulaire livre un ensemble complet, neuf et immédiatement utilisable. Le GIP CYROI n'a pas à compléter la fourniture pour pouvoir lancer un premier essai : tout ce qui est nécessaire au fonctionnement de routine est réputé inclus, même si le candidat ne l'a pas détaillé ligne à ligne dans son offre.

Compris dans la fourniture	Exclu, sauf mention contraire à la DPGF
L'équipement complet et ses accessoires, flexibles, raccords et câbles ; les gaz ; les logiciels et licences nécessaires ; l'étude d'implantation ; la livraison DDP ; la manutention ; l'installation et les raccordements propres à l'équipement ; les essais et la mise en service ; la documentation ; la formation initiale ; la garantie.	Les travaux de bâtiment ; la création des alimentations générales du local (électricité, eau, ventilation) ; les consommables d'exploitation courante après admission.

Toute limite de fourniture doit être déclarée dans l'offre. À défaut, la prestation est réputée incluse dans le prix.

Article 3 — Ce que le système doit permettre de faire

Ces besoins sont obligatoires. Ils décrivent le résultat attendu, pas la façon de l'obtenir.

3.1. Capacités de travail attendues

ID	Besoin	Niveau minimal attendu
B-01	Deux modes de fonctionnement	Le CO ₂ supercritique et l'eau subcritique sont utilisables sur le même équipement ou sur des modules séparés, sans transformation lourde ni remise en service complète entre deux essais.
B-02	Domaine de travail en CO ₂	Travail possible jusqu'à 350 bar et 200 °C. Le candidat précise les couples pression/température réellement atteignables et, le cas échéant, les limites d'emploi combinées.
B-03	Domaine de travail en eau	Travail possible jusqu'à 350 bar et 200 °C, dans les mêmes conditions de précision de réponse.
B-04	Quantité de matière traitée	Panier autoclave d'extraction d'au moins 200 mL utiles, réductible à 100 mL ou moins pour travailler sur de petits échantillons sans perte de performance.
B-05	Débit de CO ₂	Débit suffisant pour conduire un essai en pleine charge : au moins 50 g/min dans le haut du domaine de pression. Le candidat indique le débit garanti et ses conditions de mesure.
B-06	Récupération des extraits	Collecte des extraits en au moins deux séparateurs d'une capacité utile d'au moins 50 mL chacun, permettant un fractionnement.
B-07	Travail avec co-solvants	Pompe dédiée aux co-solvants et débitmètre associé, permettant de doser et de suivre l'apport de co-solvant en cours d'essai.

Le GIP CYROI n'impose ni matériau, ni marque, ni technologie. Le candidat retient les composants de son choix — nuances d'acier, type de pompe, principe de régulation de pression, mode de filtration, type de débitmètre — dès lors qu'ils sont compatibles, pour les deux modes, avec les fluides, les pressions, les températures et les opérations de nettoyage annoncées, et qu'il le justifie dans son offre.

3.2. Sécurité, conformité et consommation

ID	Besoin	Niveau minimal attendu
B-08	Sécurité d'exploitation	L'équipement protège l'utilisateur contre les surpressions, permet une dépressurisation maîtrisée, un arrêt d'urgence et une consignation de l'installation.
B-09	Conformité réglementaire	Équipement neuf, conforme aux règles applicables aux équipements sous pression, à la sécurité des machines et à la basse tension. Marquage et déclaration UE de conformité remis à la livraison.
B-10	Consommation de CO ₂	Un dispositif de récupération et de réutilisation du CO ₂ est intégré.

3.3. Conduite de l'essai, données et indépendance

ID	Besoin	Niveau minimal attendu
B-11	Conduite de l'essai	Une interface permet de régler les consignes, de lire les valeurs mesurées, de suivre les alarmes et de conduire un cycle complet en sécurité, sans compétence en programmation. L'enregistrement, le versionnage et la réutilisation des protocoles d'essai (recettes) avec leurs paramètres permettent de rejouer un essai à l'identique.
B-12	Données d'essai	Les consignes, mesures, alarmes et événements sont horodatés, consultables et exportables dans un format ouvert ou documenté. Les données produites appartiennent au GIP CYROI.
B-13	Indépendance de fonctionnement	Le fonctionnement normal, l'arrêt en sécurité, la consultation des historiques et l'export des données restent possibles sans connexion Internet, sans abonnement et sans service distant. Toutes les licences nécessaires sont fournies, activées et incluses dans le prix.
B-14	Autonomie des équipes	À l'issue de la formation prévue à l'article 6, les équipes du GIP CYROI conduisent seules un essai complet en sécurité dans les deux modes, entretiennent le matériel au quotidien et savent réagir en cas d'incident, sans assistance du titulaire.

3.4. Éléments appréciés, non éliminatoires

Les points suivants ne conditionnent pas la régularité de l'offre. Ils sont évalués au titre de la valeur technique, selon les modalités fixées au règlement de la consultation.

ID	Élément apprécié
A-01	Nettoyage simple entre deux essais : séquences de rinçage documentées, démontage limité, volumes morts réduits.
A-02	Indicateur de consommation et de récupération du CO ₂ , avec possibilité de régler les paramètres d'optimisation.
A-03	Ergonomie d'usage quotidien : accessibilité du panier autoclave, facilité de chargement et de déchargement, encombrement maîtrisé, niveau sonore contenu.
A-04	Modularité : possibilité de faire évoluer la configuration (volumes, accessoires, points de collecte) sans remplacer l'équipement.
A-05	Autonomie de formation : habilitation d'un référent du GIP CYROI à former lui-même les nouveaux arrivants, et mise à disposition de supports pédagogiques réutilisables (fiches de poste, tutoriels, procédures illustrées).
A-06	Période de garantie et de support après-vente prolongée au-delà des douze mois exigés à l'article 9.

3.5. Engagements environnementaux

Ces engagements sont déclaratifs et non éliminatoires. Ils sont évalués au titre du critère « Impact environnemental » du règlement de la consultation. Le candidat les renseigne dans le tableau de réponse annexé au présent cahier ; une ligne laissée vide est notée comme une absence de réponse.

ID	Engagement attendu	Ce que le candidat renseigne
E-01	Consommations en fonctionnement	Consommation électrique, consommation d'eau ou de refroidissement et consommation nette de CO ₂ après récupération, pour un cycle représentatif décrit par le candidat. Conditions de mesure et paramètres d'optimisation réglables par l'utilisateur.
E-02	Reprise et fin de vie	Modalités de reprise, de démantèlement ou de valorisation de l'équipement en cas de changement de matériel. Réduction et reprise des emballages de livraison. Filière de traitement des déchets d'installation.
E-03	Réparabilité	Pièces d'usure accessibles et disponibles, opérations de remplacement réalisables par l'acheteur, documentation de maintenance associée, absence de pièces captives non substituables.

Article 4 — Prérequis

Le candidat remet avec son offre une fiche des prérequis. Les réserves sur les prérequis doivent être formulées à ce stade : à défaut, les conditions communiquées sont réputées acceptées.

Article 5 — Livraison, installation et mise en service

Le titulaire prend en charge l'ensemble de la chaîne, depuis la préparation jusqu'à la remise d'un équipement en ordre de marche :

Étape	À la charge du titulaire	Constat
Préparation	Vérification des prérequis, analyse des risques, planning, moyens de manutention et protocole d'essais proposé.	Plan d'installation validé
Livraison	Transport DDP, déchargement, acheminement jusqu'au local, inventaire et constat d'état.	Bon de livraison
Installation	Montage, raccordements propres à l'équipement, protections, paramétrage et contrôles.	Compte rendu d'installation
Mise en ordre de marche	Contrôles d'étanchéité, essais des sécurités, étalonnages et essais avec les fluides adaptés.	PV de mise en ordre de marche
Mise en service	Démonstration d'un cycle complet dans chaque mode, en conditions réelles d'utilisation.	PV d'essais sur site
Clôture	Nettoyage, évacuation des emballages, remise de la documentation et sauvegarde de la configuration.	Dossier final

Le titulaire coordonne ses intervenants et ses sous-traitants. Aucun essai sous pression n'est engagé sans validation préalable des conditions de sécurité et sans la présence des personnes habilitées.

Article 6 — Formation et prise en main du matériel

6.1. Principe : former sur la machine livrée

La formation répond au besoin obligatoire B-14. Elle se déroule sur site, en français, sur l'équipement effectivement livré et mis en ordre de marche — et non sur une machine de démonstration, une maquette ou un simulateur.

Elle intervient après la mise en ordre de marche et avant l'admission : les personnes formées doivent avoir manipulé la machine réelle, dans son local définitif, avec les utilités et les fluides qui seront ceux de l'exploitation courante.

6.2. Deux niveaux de formation

Niveau	Public	Durée minimale	Objet
Conduite	Quatre utilisateurs au maximum	Deux jours	Préparer, lancer, suivre et arrêter un essai en sécurité dans chacun des deux modes.
Référent matériel	Deux personnes désignées par le GIP CYROI, choisies parmi les utilisateurs formés	Une journée en complément	Entretenir le matériel, réaliser la maintenance de premier niveau, remplacer les pièces d'usure et qualifier une panne simple.

6.3. Résultats attendus

À l'issue de la formation, les utilisateurs doivent être capables, seuls et en sécurité :

- de préparer un essai, charger le panier autoclave, monter et démonter les points de collecte ;
- de créer, lancer, suivre et arrêter un cycle complet dans chacun des deux modes ;
- d'identifier une alarme, de dépressuriser, de consigner l'équipement et d'appliquer la conduite à tenir en cas de fuite de CO₂ ou de perte d'utilité ;
- de nettoyer l'installation entre deux essais et avant un arrêt prolongé ;
- d'exporter les données d'un essai et de solliciter le support du titulaire.

Les référents matériel doivent en outre être capables :

- de réaliser les contrôles périodiques et les opérations de maintenance de premier niveau décrites aux notices ;
- de remplacer les pièces d'usure courantes — joints, filtres, éléments d'étanchéité et consommables captifs — en respectant les couples et les procédures du constructeur ;
- de reconnaître une panne simple, de la qualifier et de transmettre au support les éléments utiles au diagnostic ;
- de sauvegarder la configuration de l'équipement et de la restaurer.

6.4. Sécurité

Compte tenu des pressions et des températures mises en jeu, la formation traite explicitement des risques propres à l'équipement : haute pression et énergie stockée, anoxie en cas de fuite de CO₂ en milieu confiné, haute température, projection, risque électrique et risque incendie lié à l'utilisation de co-solvants. Une mise en situation permet de vérifier que chaque personne formée sait lancer un cycle, l'interrompre et mettre l'installation en sécurité.

6.5. Supports, attestations et réutilisation interne

Les supports sont remis en français, sous un format électronique exploitable. Le GIP CYROI peut les reproduire et les utiliser librement en interne pour former ses nouveaux arrivants, sans coût supplémentaire ni autorisation préalable. Les feuilles d'émargement et une attestation individuelle sont remises à l'issue de chaque session.

6.6. Consolidation et sessions ultérieures

Une session de consolidation à distance d'une demi-journée est réalisée dans les trois mois suivant l'admission, afin de traiter les questions nées de l'usage réel. Par ailleurs, la rotation des équipes étant une réalité dans un centre de recherche, le candidat chiffre séparément à la DPGF le prix d'une session de formation supplémentaire sur site, sans que cela engage l'acheteur à la commander.

Article 7 — Documents à remettre

Les documents sont fournis en français et sous forme électronique exploitable. Les documents de sécurité sont également remis en un exemplaire papier. La liste ci-dessous est limitative : aucun autre livrable n'est exigé.

ID	Document	Échéance
Documents réglementaires — obligatoires, non négociables		
D-01	Déclaration UE de conformité, marquage et dossier des équipements sous pression : identification de chaque récipient, tuyauterie et accessoire de sécurité, avec pression et température maximales admissibles, volume, fluide, catégorie, matériaux et limites d'exploitation. Certificats matière et d'épreuve associés.	Avant mise en service
D-02	Notices en français : installation, utilisation, nettoyage et maintenance, couvrant tous les composants livrés.	Avant la formation
D-03	Analyse des risques, schémas fluidiques et électriques, description des dispositifs de sécurité (soupapes, disques de rupture, interverrouillages, alarmes, arrêt d'urgence).	Avant les essais
Documents d'exploitation — nécessaires à l'usage courant		
D-04	Certificats d'étalonnage des instruments de mesure installés.	Avant l'admission
D-05	Procès-verbaux des essais réalisés, reliés aux besoins B-01 à B-14.	Avant l'admission
D-06	Liste des logiciels, licences, versions et clés, avec la sauvegarde de la configuration livrée et les moyens de la restaurer.	Avant l'admission
D-07	Liste des pièces d'usure et consommables, opérations de maintenance recommandées et leur périodicité, contacts du service après-vente et délais d'approvisionnement.	Avant l'admission
D-08	Supports de formation, feuilles d'émargement et attestations.	À l'issue de la formation

Article 8 — Vérification et admission

La vérification a un objectif simple : s'assurer que l'équipement fait bien ce qui est demandé aux besoins B-01 à B-14, dans les conditions réelles du GIP CYROI. Elle se déroule en trois temps.

8.1. Essais en usine, avant expédition

Compte tenu de l'éloignement de La Réunion, ces essais sont réalisés par le titulaire sur la configuration destinée au GIP CYROI et donnent lieu à un procès-verbal accompagné de relevés et de preuves visuelles. Le GIP CYROI peut y assister à distance, sur convocation adressée au moins dix jours ouvrés à l'avance ; sa présence physique n'est pas requise. Ces essais couvrent l'inventaire, l'étanchéité, les sécurités, les domaines de pression et de température et un cycle représentatif. Leur réussite autorise l'expédition, sans valoir admission.

8.2. Vérification sur site, après installation

Après la mise en ordre de marche, les points suivants sont vérifiés contradictoirement sur site :

Test	Besoins vérifiés	Vérification	Résultat attendu
T-01	B-01, B-04, B-06	Inventaire contradictoire, contrôle des volumes et de la configuration livrée.	Conforme à l'offre retenue
T-02	B-08, B-09	Contrôle du dossier réglementaire, essai des sécurités, de l'arrêt d'urgence et de la dépressurisation.	Mise en sécurité correcte

Test	Besoins vérifiés	Vérification	Résultat attendu
T-03	B-02, B-05, B-07	Cycle complet en CO ₂ supercritique, à une condition représentative d'usage réel et dans les limites hautes d'utilisation, avec injection de co-solvant.	Cycle achevé sans alarme bloquante
T-04	B-03	Cycle complet en eau subcritique, à une condition représentative d'usage réel et dans les limites hautes d'utilisation.	Cycle achevé sans alarme bloquante
T-05	B-10	Démonstration de la récupération et de la remise en circulation du CO ₂ .	Dispositif opérationnel
T-06	B-11, B-12, B-13	Conduite depuis l'interface, export des données, fonctionnement sans connexion externe et sans blocage distant.	Exploitation autonome
T-07	B-14, D-01 à D-08	Contrôle de la remise des documents, de la réalisation des deux niveaux de formation et de la mise en situation pratique.	Dossier complet, équipes autonomes

8.3. Période d'observation

La période d'observation court jusqu'à la fin de la formation. La période est suspendue pendant toute indisponibilité imputable au titulaire et reprend après rétablissement constaté.

L'admission est prononcée à l'issue de cette période, une fois les documents D-01 à D-08 remis, les deux niveaux de formation réalisés et les réserves bloquantes levées.

Article 9 — Garantie et support après-vente

La garantie est de douze mois minimum à compter de la notification de la décision d'admission. Elle couvre les pièces, la main-d'œuvre, les déplacements à La Réunion, les diagnostics, les réglages et les correctifs nécessaires à la remise en conformité. Les modalités détaillées, les délais d'intervention et les pénalités associées figurent à l'article 10 du CCAP.

L'éloignement géographique étant un facteur de risque déterminant pour le GIP CYROI, le candidat décrit précisément le support qu'il est en mesure d'assurer à La Réunion :

- point de contact, horaires en heure locale et procédure d'escalade ;
- possibilité d'un diagnostic à distance sécurisé et délai d'intervention sur site ;
- stock de pièces, délais d'expédition en urgence et solution de prêt ou de contournement en cas d'immobilisation prolongée ;
- durée pendant laquelle les pièces, consommables et logiciels resteront disponibles ;
- opérations de maintenance préventive recommandées, leur périodicité et leur coût après garantie, chiffré séparément et sans engagement de l'acheteur.

Article 10 — Équivalences et variantes

Aucune marque, aucun matériau et aucune technologie ne sont imposés. Lorsqu'une désignation apparaît dans le présent cahier, elle s'entend comme admettant toute solution équivalente assurant un niveau au moins égal de sécurité, de compatibilité, de durabilité et de performance. La démonstration de l'équivalence incombe au candidat.

Les équipements complémentaires ou variantes, lorsque le règlement de la consultation les autorise, sont motivés, décrits et chiffrés séparément. Ils comprennent tous leurs accessoires et ne peuvent réduire les performances de la solution de base.

Article 11 — Réponse attendue du candidat

Le candidat remet complété le tableau de réponse figurant en annexe au présent CCTP, en reprenant les identifiants B-01 à B-14, A-01 à A-06 et E-01 à E-03. Pour chaque ligne, il indique la valeur ou la solution qu'il propose et la référence exacte du document qui le démontre (page de la fiche technique, plan, certificat, courbe). Une simple mention « conforme », sans valeur ni référence, peut être jugée insuffisante.

Le candidat joint par ailleurs, à titre d'information et sans formalisme particulier :

- un plan d'implantation et la fiche des prérequis du local mentionnée à l'article 4 (encombrement, masse, charge au sol, puissance, refroidissement, ventilation, rejets) ;
- les précisions et la stabilité annoncées pour la pression, la température et le débit ;
- les compatibilités et limites d'emploi connues (co-solvants, produits de nettoyage, matrices déconseillées) ;
- l'éditeur, la version et la politique de support du logiciel, ainsi que la description des accès, comptes et journalisation.

Les éléments du tableau de réponse retenus au marché deviennent contractuels. Une documentation commerciale générique ne remplace pas une réponse propre à la configuration proposée.

Annexe — Tableau de réponse à compléter par le candidat

Le candidat ne modifie ni les identifiants ni le texte des besoins et engagements. Il complète les trois dernières colonnes. Il est également mis à disposition dans un format éditable au dossier de consultation.

ID	Besoin	Réponse	Valeur proposée	Preuves / rapports
Besoins obligatoires				
B-01	Deux modes de fonctionnement sur la même installation			
B-02	Domaine CO ₂ : jusqu'à 350 bar et 200 °C			
B-03	Domaine eau : jusqu'à 350 bar et 200 °C			
B-04	Panier autoclave ≥ 200 mL utiles, réductible à ≤ 100 mL			
B-05	Débit CO ₂ ≥ 50 g/min en haut de domaine			
B-06	Au moins deux séparateurs ≥ 50 mL utiles			
B-07	Pompe co-solvants dédiée et débitmètre associé			
B-08	Sécurité : surpression, dépressurisation, arrêt d'urgence, consignation			
B-09	Conformité réglementaire et marquage			
B-10	Récupération et réutilisation du CO ₂			
B-11	Conduite de l'essai depuis l'interface et gestion des recettes			
B-12	Données horodatées et exportables en format ouvert			
B-13	Fonctionnement sans connexion ni abonnement, licences incluses			
B-14	Formation sur la machine livrée : conduite et référent matériel			
Éléments appréciés, non éliminatoires				
A-01	Nettoyage simple et volumes morts réduits			
A-02	Suivi et optimisation de la consommation de CO ₂			
A-03	Ergonomie d'usage quotidien			
A-04	Modularité et évolutivité			
A-05	Autonomie de formation en interne			
A-06	Garantie et support après-vente prolongés			
Engagements environnementaux				
E-01	Consommations en fonctionnement : électricité, eau ou refroidissement, CO ₂ net			
E-02	Reprise, démantèlement et fin de vie ; emballages et déchets d'installation			
E-03	Réparabilité : pièces d'usure, opérations réalisables par l'acheteur, documentation			