

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Affaire n° 2026-0027

Fourniture, installation et mise en service d'un système de bioréacteurs

Le Candidat reconnaît avoir pris connaissance du présent document et l'accepte dans son intégralité.

Fait à :

Le :

Raison sociale :

Nom et Fonction du signataire:

Cachet de l'entreprise, Signature précédée de la mention manuscrite "Lu et approuvé", et Paraphe de toutes les pages du présent document.

SOMMAIRE

1	PRESENTATION GENERALE.....	3
1.1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	3
1.2	CONTEXTE	3
1.3	OBJECTIFS.....	3
1.4	ANNEXES AU CAHIER DES CHARGES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2	DEFINITIONS.....	4
3	EXPRESSION DES BESOINS.....	4
3.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS	4
3.2	NATURE DES ECHANTILLONS/FLUIDES ET CONDITIONS OPERATOIRES	11
4	EXPRESSION DES CONTRAINTES.....	11
4.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR	11
4.2	MARQUAGE CE.....	11
4.3	SECURITE	11
4.4	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL.....	11
4.5	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION	11
5	MODALITES DE RECEPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET DES PRESTATIONS ASSOCIEES	12
5.1	RECEPTION IN SITU (SAT).....	12
6	CONDITIONS LOGISTIQUES.....	12
6.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU	12
6.2	ADRESSE DE LIVRAISON	13
6.3	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON	13
6.3.1	<i>Emballage - Transport</i>	<i>13</i>
6.3.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN.....</i>	<i>13</i>
7	QUESTIONNAIRE INFORMATIQUE	14

1 Présentation générale

1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché :

L'objectif est d'acheter un système de bioréacteurs multipostes afin de réaliser des fermentations en parallèle et à un volume compris entre 5 et 7 L. Le système doit être une solution complète comprenant 2 bioréacteurs identiques, un ou des unités de contrôle (individuelles ou partagées) et un logiciel dédié (idéal si compatible avec le logiciel EVE). Le système doit permettre de réaliser des cultures aérobies et anaérobies de micro-organismes et dans des conditions parfaitement contrôlées (T, pH, pO₂, agitation). Le fournisseur pourra permettre un délai maximal de 48h pour tout changement de pièces et/ou de réparation.

Prestations associées :

Les bioréacteurs doivent être indépendamment contrôlés et le système doit être équipé de sondes de mesure (T, pH, pO₂), de balances annexes ainsi que d'un analyseur de gaz (O₂ et CO₂) et d'un cryostat commun. Les sondes pH et pO₂ devront être compatibles Mettler Toledo afin de ne pas avoir à remplacer notre flotte de sondes.

1.2 Contexte

Notre équipe possède une expérience de plus de 50 ans dans la fermentation. Nous pouvons nous reposer sur des experts de la fermentation avec des expériences académiques et industrielles et des résultats concrets dans le développement de procédé et l'optimisation. A IFPEN, nous avons différents systèmes de fermentation, de 0,5L à 30L afin de réaliser des essais avec des bactéries, des levures et des champignons filamenteux dans des conditions aérobies ou anaérobies et des robots afin de sélectionner des micro-organismes.

1.3 Objectifs

Ce système doit permettre de réaliser des essais comparatifs de fermentation en milieux stériles anaérobiques ou aérobiques avec des microorganismes variés et des conditions de cultures différentes.

2 Définitions

Equipement	
Soumissionnaire	Personne physique ou morale qui soumissionne à la présente consultation.
FAT - Factory Acceptance Test	Réception en atelier/usine
SAT - Site Acceptance Test	Réception in situ, sur le site IFPEN
Titulaire	Titulaire du marché à l'issue de la présente consultation

3 Expression des besoins

3.1 Expression fonctionnelle des besoins

Dans le tableau qui suit, le niveau de priorité des fonctions attendues est indiqué comme suit :

- **A - Incontournable**

Fonction directement liée aux besoins, elle doit être impérativement assurée

- **C - Souhaitable/Optionnelle**

Fonction utile pratique ou de confort, la fonction pourra être déclenchée dans les XX mois après la signature du contrat à la discrétion d'IFPEN

Elles sont matérialisées par des tranches optionnelles.

Diffusion Externe	Référence 2026-0027	Version 1	Date 24/04/2026	Page 5/16
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	--------------

<Libellé du besoin>			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Nombre de bioréacteurs	2 bioréacteurs	= 2
A	Bioréacteurs	Réutilisables cuves en verre	
A	Volume utile des bioréacteurs	Capable de fonctionner à minima entre 5L et 7L de volume de travail/utile.	<=0,5 L
A	Bioréacteurs autoclavables	Oui (les 2 fermenteurs doivent être autoclavables, condenseur compris, en même temps dans un autoclave dont les dimensions de la chambre sont les suivantes : H=670 cm, l=670 cm, profondeur 995 cm)	
A	Bioréacteurs hermétiques	Stabilité de la pression (1 bar pendant 30 min)	± 10%
A	Culture en conditions stériles	Pas de contamination	
A	Mesure et acquisition de la température	20°C à 60°C	± 0,1°C
A	Contrôle individuel de la température	20°C à 60°C	± 0,1°C
A	Mesure et acquisition du pH	2-10 et sondes compatibles Mettler	± 0,1
A	Contrôle individuel du pH	2-10 par ajout de solution basique ou acide dans le milieu de culture	± 0,1
A	Mesure et acquisition du potentiel redox	-1000 à 1000 mV	1 mV
C	Contrôle individuel du niveau liquide	Abaissement du niveau par ajout d'antimousse	
A	Mesure et acquisition de la pO ₂ (oxygène dissous)	0-100% et sondes compatibles Mettler	± 0,1%

Diffusion Externe	Référence 2026-0027	Version 1	Date 24/04/2026	Page 6/16
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	--------------

A	Contrôle individuel de la pO ₂ (oxygène dissous)	0-100% (par agitation et/ou aération)	± 5%
A	Sondes T, pO ₂ , pH	T (PT100) et pH/pO ₂ compatibles Mettler	
C	Culture anaérobie	Travail sans oxygène (bullage à l'azote,...)	< 0,1%
A	Contrôle individuel du débit gazeux (air, O ₂ , N ₂)	Via un sparger – jusqu'à 2 vvm	± 5%
A	Contrôle individuel de la vitesse d'agitation	Avec des mobiles rushton et hélice - 50 à 1500 rpm	± 5%
A	Présence d'un peson de la cuve	Permettant mesure remplissage massique	± 5%
A	Mesure de la pression	0 à 2 bar	± 5 mbar
A	Pompes intégrées	Au moins 3/bioréacteur (acide/base/fed 0-25 mL/h)	
A	Pompe péristaltique supplémentaire	Pompe masterflex supplémentaire pour chargement rapide si besoin ajout externe	
A	Même performances dans tous les bioréacteurs	Test de répétabilité	± 10%
A	Présence d'un condenseur	Oui	
A	Présence d'un cryostat	Oui	
A	Balances intégrées pour ajouts massique des solutions acide / base, FED	Oui	
A	Ports de prélèvement/inoculation/ajout et avec septum	Canules à hauteur ajustable et ports interchangeables	
C	Mesure et acquisition de densité optique/turbidité		
C	Analyses des métabolites en milieu liquide dans le réacteur (sucre, solvant, acide organique, protéines,...)		

Diffusion Externe	Référence 2026-0027	Version 1	Date 24/04/2026	Page 7/16
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	--------------

A	Dimensions permettant d'autoclaver les deux cuves en même temps dans un cycle d'autoclave.	Hauteur = 670 cm Largeur= 670 cm	
A	Poids permettant une manutention aisée	Masse maximale par cuve à vide = 12 kg	
A	Mesure et analyses des gaz en sortie	Analyseurs de gaz CO2 et O2 en sortie	

Pilotage / Logiciel			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Le PC sera fourni par IFPEN	Le candidat joindra à son offre le questionnaire informatique IFPEN qu'il aura préalablement complété, et, le cas échéant, les spécifications du/des ordinateur(s) requis.	
A	Acquisition et enregistrement des données	Avec un logiciel dédié (nous avons déjà le logiciel EVE, avantageux si le soumissionnaire peut proposer ce logiciel)	
A	Essais automatisés	Contrôle individuel de la T, pH, agitation, débit de gaz, débit d'alimentation du fed et pO ₂ avec un logiciel dédié	
A	Essais automatisés	Contrôle en cascade et/ou boucle de régulation avec un logiciel dédié	
A	Fonction d'export des données	Jusqu'au logiciel Excel	

¹ La DSI IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou application) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire l'impact.

Diffusion Externe	Référence 2026-0027	Version 1	Date 24/04/2026	Page 8/16
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	--------------

Hygiène - Sécurité - Environnement			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Etre installé et mis en service par des intervenants habilités Risque Chimique	Installateurs habilités Risque Chimique 1 et 2	Possession des habilitations
A	Fournir un chariot permettant le déplacement des fermenteurs et une manutention sécurisée	Permettant une hauteur ajustable	

Documentation technique			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Fourniture à la livraison des notices d'utilisation et d'entretien	- Rédigées en français. - Archivées sous format papier (1 exemplaire) et informatique.	

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	2026-0027	1	24/04/2026	9/16

Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Assistance au démarrage	Le Titulaire a en charge de mettre en œuvre l'ensemble des moyens et des ressources nécessaires au démarrage de l'Équipement jusqu'à la prononciation de la réception définitive.	
A	Formation des opérateurs IFPEN	Cette étape de formation aura pour résultat : • De former les utilisateurs à l'utilisation de l'Équipement, • De former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1.	

Diffusion Externe	Référence 2026-0027	Version 1	Date 24/04/2026	Page 10/16
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	---------------

Prestations d'entretien, maintenance, SAV			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Garantie	Durée minimale de garantie : 12 mois à compter de la date de réception qualitative, sans réserve, de l'Équipement. Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu : • De maintenir l'Équipement en état de disponibilité, • De réaliser l'ensemble des opérations d'entretien préventif de l'Équipement, • De remplacer l'ensemble des matériels et pièces détachées livrés et reconnus défectueux, • De procéder à l'ensemble des actions nécessaires permettant la réparation des dommages et/ou le rétablissement des conditions normales d'utilisation. Couverture : diagnostic, démontage, remplacement et remontage des parties reconnues défectueuses, et tous les frais afférents au déplacement du personnel, à l'emballage et au transport de matériel nécessaires à la remise en état de l'Équipement. Pendant la période de garantie, le Titulaire s'engage aux délais suivants : • Délai de réponse assistance téléphonique : 24h • Délai d'intervention sur site : 72h • Délai de changement de pièce : à préciser par le fournisseur de manière contractuelle	
A	SAV	Dans son offre, le soumissionnaire devra préciser le délai de prise en compte de toute demande ainsi que le délai de diagnostic.	
C	Contrat de maintenance à proposer en option	• Maintenance préventive annuelle • Maintenance curative pièces et main d'œuvre (appareil et accessoires), • Disponibilité des pièces de rechange : 10 ans • Délai de réponse assistance : 24h • Délai d'intervention : à préciser dans l'offre	

3.2 Nature des échantillons/fluides et conditions opératoires

Culture en milieu aqueux, à pression atmosphérique ou 1 bar en condition aérobie (air).

4 Expression des contraintes

4.1 Législation, réglementation, normes en vigueur

L'Équipement fourni et les prestations assurées par le titulaire devront respecter la réglementation en vigueur.

4.2 Marquage CE

Conformément aux textes réglementaires, l'Équipement livré doit être muni du marquage CE et livré avec une attestation de conformité CE.

4.3 Sécurité

La Sécurité est une préoccupation permanente de la Direction générale d'IFP Energies nouvelles. Le personnel appelé à travailler sur les sites d'IFP Energies nouvelles devra se conformer aux consignes définies dans les documents suivants :

- Mémo Sécurité des Entreprises Extérieures
- Ecart aux Règles d'Or

4.4 Informatique - Pilotage – Logiciel

Lorsqu'une configuration informatique (matériel, logiciel) est proposée avec l'Équipement, les contraintes relatives à la configuration informatique sont précisées dans le fichier Excel en annexe au cahier des charges.. En particulier :

- Le matériel informatique est acheté séparément par IFPEN, suivant des spécifications techniques précisées dans l'offre (voir questionnaire informatique ci-dessous – partie 7).

- Logiciels

Les sources (média ou lien de téléchargement) d'installation et la documentation associée devront être livrées avec les logiciels.

Les logiciels à caractère bureautique (MS Office) peuvent être livrés et installés par la DSI d'IFPEN.

- Licences

Les licences devront faire l'objet d'une fourniture de certificat de licences accompagnées du CLUF (Contrat Licence Utilisateur Final) et mentionner la durée de validité de la licence et toutes autres contraintes d'utilisation. Une licence perpétuelle sera à privilégier.

4.5 Environnement d'utilisation

L'Équipement sera installé dans un environnement dont les paramètres extérieurs sont les suivants :

- Local / Emplacement : Laboratoire (H/351)
- Température moyenne : 15-30°C
- Espace disponible : Paillasse de laboratoire (550 mm x 1300 mm)
- Réseau électrique : 220V
- Fluide disponible : eau, air (6 bars), azote (6 bars)

- Autres : pas de connexion réseau d'eau (fonctionnement en circuit fermé sur cryostat).

Ces valeurs sont données à titre d'information.

Le soumissionnaire a la responsabilité de préciser à IFP Energies nouvelles les contraintes liées à l'environnement et relatives à l'utilisation de l'Équipement dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance. En particulier :

- Les utilités nécessaires au fonctionnement de l'Équipement :
 - Voltage et puissances électriques nécessaires,
 - Nature des fluides et pressions de réseau nécessaires.
- Les précautions d'utilisation,
- Les protections nécessaires.

5 Modalités de réception de l'Équipement et des prestations associées

5.1 Réception in situ (SAT)

Les tests de réception associés à cette étape s'effectueront sur le site IFP Energies nouvelles selon les conditions opératoires définies ci-dessous :

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité
Test no.1 (Fonctionnement du bioréacteur avec du milieu LB)	Stérilité, T, pH, pO ₂ , débit gazeux, agitation et ajout de liquide par les pompes	Pas de contamination 20 < T < 60°C 4 < pH < 10 0 < pO ₂ < 100%	T ± 0,1°C pH ± 0,1 pO ₂ ± 0,1%
Test no 3. (Culture aérobie de <i>Trichoderma reesei</i>)	Condition aérobie (Kla), répétabilité, contrôle des paramètres	T = 30°C pH = 4,4 pO ₂ > 40%	T ± 0,1°C pH ± 0,1 pO ₂ ± 5%
		Croissance du champignon pendant 96h et $\mu > 0,2 \text{ h}^{-1}$	Pas de contamination, $\mu \pm 10\%$ et répétabilité $\pm 10\%$

IFPEN s'engage à réaliser les tests SAT sous 30 jours.

La réception définitive est prononcée après signature par IFP Energies nouvelles du Procès-Verbal de réception.

La réception telle que définie ci-dessus entraîne le début de la période de garantie.

6 Conditions Logistiques

6.1 Planning de réalisation attendu

Date de livraison la plus tardive : novembre 2026

Validation réception quantitative : avant fin 2026

Validation qualitative : réception + 30 jours maximum

6.2 Adresse de livraison

IFP Energies nouvelles, 1 - 4 Avenue de Bois Préau, 92500 Rueil-Malmaison, France

6.3 Emballage - Transport - Livraison

6.3.1 Emballage - Transport

Le Titulaire prend à sa charge :

- L'emballage adéquat de l'Equipement et de ses accessoires, nécessaire à son transport, Le Titulaire demeure responsable du mauvais conditionnement ou de l'insuffisance des emballages nécessaires au transport de l'Equipement.
- Le transport de l'Equipement et de ses accessoires, depuis ses ateliers jusqu'au lieu de livraison indiqué sur la commande.

6.3.2 Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN

Dès lors que le Titulaire est en charge de l'installation de l'Equipement, ainsi que dans les cas de conditions particulières de chargement, déchargement ou manutention, celui-ci devra assurer :

- La livraison de l'Equipement sur son lieu d'utilisation, la personne assurant la livraison devra au préalable se présenter au service Réception et remettre le bordereau de livraison,
- Les opérations de déballage de l'Equipement.

La livraison s'effectue en DAP.

7 Questionnaire informatique

Questionnaire informatique			
Introduction Ce document récapitule les éléments essentiels à prendre en compte pour l'installation d'un nouveau PC au sein d'IFPEN. Les exigences devront être systématiquement respectées et en cas d'incompatibilité ou de doute, celles-ci devront être discutées avec la DSI (l'équipe en charge du domaine informatique technique : diff-f06-it@ifpen.fr).			
Résumé Obligations pour tout poste informatique : • Connexion du poste au réseau IFPEN, • Intégration du poste au domaine IFPEN, • Système d'exploitation supporté par l'éditeur pendant 8 ans après la livraison • Compatibilité avec l'antivirus McAfee			
Règles d'exploitation IFPEN			
		Je confirme que ma solution est compatible avec cette règle	
Code	Libellé		Commentaire
EXPLOIT01	Utilisation d'un système d'exploitation à jour pendant 8 ans à compter de la livraison du poste		Trois solutions sont possibles pour répondre à cette contrainte, choisir la solution préférée. Le choix A est le choix standard
EXPLOIT01-A	Fourniture d'un poste IFPEN et installation de Windows 11 Entreprise, qui sera mis à jour régulièrement vers les dernières versions. L'appliquatif livré sera compatible avec les dernières versions de Windows pendant 8 ans.		
EXPLOIT01-B	Fourniture d'un poste IFPEN et installation de Windows 11 IoT Entreprise LTSC. L'appliquatif livré sera compatible avec ce système d'exploitation.		
EXPLOIT01-C	Le poste proposé est très spécifique, et doit impérativement être fourni par le répondant. Le répondant s'engage à ce que le poste utilise un système d'exploitation supporté pendant 8 ans à compter de la livraison du poste.		
EXPLOIT02	L'antivirus IFPEN (McAfee ENS) sera installé par IFPEN.		
EXPLOIT03	Le poste sera intégré au domaine Active Directory IFPEN par IFPEN.		
EXPLOIT04	Interdiction des comptes locaux (comptes Active Directory uniquement)		

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	2026-0027	1	24/04/2026	15/16

EXPLOIT05	Raccordement du PC réseau IFPEN - Toutes les communications du PC devront passer par le réseau (ie. pas de 4G, etc.)		
EXPLOIT06	Pas d'accès à Internet (fonctionnement normal des logiciels et licences sans accès à Internet)		
EXPLOIT07	Règles de complexité des mots de passe: 10 caractères minimum et au moins trois des quatre types suivants : majuscule, minuscule, chiffre, caractère spéciaux		
EXPLOIT-RECO	<i>Facultatif: Pas de privilèges administrateurs pendant la marche normale du logiciel (hors installation)</i>		

Code	Libellé	Réponses	Commentaires
------	---------	----------	--------------

Livrables dans la réponse à la consultation

L-CONSULT01	Spécifications du/des postes informatiques pour achat par IFPEN		
L-CONSULT02	Matrice des flux nécessaires (en entrée et en sortie du PC) au bon fonctionnement du logiciel. Seules les règles de pare-feu correspondant à cette matrice seront créées et ouvertes.		
L-CONSULT03	Exceptions à mettre en place dans l'antivirus pour la bonne marche du logiciel		
L-CONSULT04	Diagramme des connexions entre équipements et PC (hors du cas trivial ou l'instrument est branché directement sur le PC)		
L-CONSULT05	Précisez la durée au cours des mises à jour logicielles permettront la marche normale de l'appareil avec un ordinateur neuf standard.		

Livrables avec l'équipement technique

	LOGICIEL		
L-LOGIC01	Licences fournies par le prestataire (en cas d'audit)		
L-LOGIC02	Procédure d'installation et des binaires d'installation des logiciels		
INFO	<i>Etablissement dans la procédure d'installation des prérequis Hardware et Software (exemple : Runtimes C++, Frameworks .NET, Version de Windows10)</i>		
L-LOGIC03	En cas de développement spécifique pour IFPEN, fourniture des sources logicielles		
INFO	<i>Fourniture de Microsoft Office par la DSI IFPEN si besoin</i>		

	EXPLOITATION		
L-EXPLOIT01	Procédures et scripts permettant la sauvegarde complète du système dans le cas où le logiciel ne supporterait pas les sauvegardes à chaud		

	(état incohérent lors de la restauration).		
L-EXPLOIT02	Modification des mots de passe des comptes locaux (OS ou Applicatif) (ex : comptes génériques locaux) (ex : admin/admin ; root/password) puis communiqués à la DSI IFPEN. Les dépendances des comptes doivent être clairement identifiés afin de connaître l'impact si modification du mot de passe il y a.		

	DONNÉES		
L-DONNEES01	Mise à disposition des données métier dans un standard ouvert, aisément réutilisable et exploitable par un système de traitement automatisé.		
Exemple OK	API permettant des requêtes sur les données, répondant en JSON / XML		
Exemple OK	Vue requêtable par SQL, mettant à disposition des principales informations		
Exemple OK	Export automatique des données en CSV vers une zone réseau		
Exemple NON-OK	Export manuel des données depuis le logiciel		

INFORMATION SUR LA TELEMANTENANCE			
INFO-MAINT01	L'ouverture d'un accès télémaintenance est conditionnée à la signature d'un contrat avec la société précisant ce moyen d'accès dans le cadre de la maintenance (contenant un engagement de confidentialité)		
INFO-MAINT02	Solution technique proposée et mise à disposition par IFPEN. L'infrastructure s'appuie sur une solution VPN SSL : la connexion se fait par l'installation d'un client coté mainteneur et à partir d'une URL accessible en https et des identifiants de connexion fournis par IFPEN. • Une fois connecté à ce portail, des liens sont publiés et rendus visibles et permettent de se connecter aux ressources (serveur, poste de travail) via VNC (sous la forme d'une applet).		

8 Annexes

Annexe 1 – Livret d'écart aux règles d'or

Annexe 2 – Charte Achats IFPEN

Annexe 3 – Code de conduite IFPEN