RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE

DIRECTION DE LA COMMANDE PUBLIQUE

CAHIER DES CLAUSES PARTICULIERES

ACCORD-CADRE DE FOURNITURE PASSÉ EN APPEL D'OFFRES OUVERT

ACHAT D'EQUIPEMENTS MODULAIRES POUR OPERATIONS UNITAIRES AGROALIMENTAIRES ET SYSTEME DE NETTOYAGE EN PLACE (NEP)

N°2026920ACFO061

Normandie Université

Campus 1
Esplanade de la Paix · CS 14032 · 14032 Caen cedex 5
marches.publics@unicaen.fr
www.unicaen.fr

Table des matières

Article 1 - Objet du contrat 5
1.1 - Allotissement 5
1.2 - Définition du besoin à couvrir et description technique 5
1.2.1 - Définition du besoin à couvrir 5
1.2.2 – Décomposition fonctionnelle – Principe de modularité 6
1.3 - Prestations annexes 7
1.3.1 - Garantie des prestations 7
1.3.2 - Maintenance des prestations 7
1.3.3 – Enlèvement des matériels 7
Article 2 - Localisation et temporalité 7
2.1 - Lieux d'exécution 7
2.2 - Date et délai d'exécution et reconduction 7
2.2.1 - Date de démarrage 7
2.2.2 - Durée d'exécution de l'accord-cadre 7
2.2.3 – Délais des marchés subséquents 8
Article 3 – Description générale et cybersécurité 8
3.1 - Environnement d'installation 8
3.2 - Mobilité et usage des modules 9
3.3 - Alimentation électrique 9
3.4 - Tuyauterie flexible de raccordement 9
3.5 - Architecture réseau OT simplifiée 10
3.5.1 – Topologie réseau 10
3.5.2 – Plan d'adressage IP 11
3.5.3 – Sécurité du réseau OT 11
3.5.4 – Sécurité du PC de supervision et maintenance 11
3.6 - Cybersécurité OT simplifiée 12
3.6.1 – Exigences de base 12
3.6.2 – Analyse de risque OT simplifiée 12
3.7 - Plateforme de programmation – TIA PORTAL 13
3.7.1 – Environnement logiciel 13
3.7.2 – Livrables logiciels 13
3.8 - Régulation et supervision 14
3.9 - Journalisation et traçabilité 14
3.9.1 – Evénements à enregistrer 14
3.9.2 – Exigences techniques 14

Article 4 – Description détaillée des modules 15
4.1 - Module A – Unité de commande centrale 15
4.2 - Module B — Unité de pompage 17
4.3 - Module C — Système de Nettoyage en Place (µNEP) 19
Article 5 – Circuit et système 20
5.1 – Circuit 20
5.1.1 – Configurations d'exploitation 20
5.1.2 – Caractéristiques techniques de la tuyauterie 20
5.1.3 – Fixation du circuit 21
5.2 - Exigences HACCP et traçabilité 21
5.2.1 – Conception hygiénique 21
5.2.2 – Traçabilité 21
5.3 - Restauration du système 21
5.3.1 – Objectif 21
5.3.2 – Exigences de sauvegarde 22
5.3.3 – Procédures de restauration 22
5.3.4 – Modes dégradés disponibles 22
5.4 - Prestations de livraison, installation et formation 23
5.4.1 – Livraison et mise en place 23
5.4.2 – Installation et Raccordement aux Utilités 23
5.5 - Définition, essais et réception 23
5.5.1 – Factory Acceptance Test (FAT) — Essais en usine 23
5.5.2 – Site Acceptance Test (SAT) — Essais sur site 24
5.5.3 – Critères d'Acceptation 25
5.6 – Formation et modalités 25
5.6.1 – Contenu de la formation 25
5.6.2 – Délais, garanties et SAV 26
5.7 - Schémas 27
5.8 - Liste des documents et procédures à fournir par le titulaire 28
5.8.1 – Documentation technique 28
5.8.2 – Documentation réseau et cybersécurité 29
5.8.3 – Documentation logicielle 29
5.8.4 – Procédures de restauration 30
5.8.5 – Modèles de PV à fournir 30
5.8.6 – Certificats et attestations 31
Article 6 - Dispositions générales du contrat 31

6.1 - Type d'accord-cadre 31
6.2 - Marché complémentaire / Prestations similaires 31
6.2.1 - Marché complémentaire 31
6.2.2 - Prestations similaires 31
6.3 - Exclusions 31
6.4 - Pièces contractuelles 32
Article 7 - Confidentialité et mesure de sécurité 32
Article 8 - Prix 32
8.1 - Caractéristiques des prix pratiqué 32
8.2- Modalités d'actualisation des prix 32
8.3- Modalités de révision des prix 32
Article 9 - Clause « sauvegarde » 32
Article 10 - Avance 33
Article 11 - Modalités de règlement des comptes 33
11.1 - Acomptes et paiements partiels définitifs 33
11.2 - Présentation des demandes de paiement 33
11.3 - Délai global de paiement 34
11.4 - Paiement des cotraitants et sous-traitants 34
Article 12 - Clause environnementale 35
Article 13 - Pénalités 35
13.1 - Pénalités de retard 35
13.2 - Pénalité pour travail dissimulé 35
13.3 - Pénalité pour manquement aux obligations contractuelles 35
Article 14 - Clause de réexamen 35
Article 15 - Circulation des pièces administratives 36
Article 16 – Constations de l'exécution des prestations 36
Article 17 - Assurances 36
Article 18 - Résiliation du contrat 36
18.1 - Conditions de résiliation 36
18.2 - Arrêt des prestations 37
Article 19 - Redressement ou liquidation judiciaire 37
Article 20 - Règlement des litiges et langues 38
Article 21 - Dérogations 38

Article 1 - Objet du contrat

1.1 - Allotissement

Les prestations sont réparties en lot unique.

La dévolution en lots séparés risque de rendre techniquement difficile l'exécution des prestations.

En vertu de l'article L2113-10 du Code de la Commande publique, disposant que les marchés sont passés en lots séparés, sauf si leur objet ne permet pas l'identification de prestations distinctes, le pouvoir adjudicateur a décidé de ne pas allotir cette consultation. En effet, du fait du caractère unique de l'appareil acheté, ce marché ne peut être alloti.

1.2 - Définition du besoin à couvrir et description technique

1.2.1 - Définition du besoin à couvrir

La présente consultation concerne la réalisation d'études, la conception, la fabrication, la fourniture, l'installation, la mise en service et la formation associée d'un ensemble d'équipements modulaires destinés à :

- l'enseignement des opérations unitaires agroalimentaires (transfert de fluides, traitement thermique, nettoyage en place µNEP) ;

- la production en petite série avec maîtrise HACCP et traçabilité simplifiée ;

- l'illustration des principes de base de la cybersécurité OT (inspirés de la norme IEC 62443 niveau SL1 et compatibles avec une approche NIS2 proportionnée).

Toutefois, l'Université souhaitant acquérir un appareil dont la conception est conforme aux besoins pédagogiques, le présent accord-cadre est exécuté par phases successives.

Sont prévues une phase de pré-étude, une phase de conception et une phase de fabrication, de fourniture, d'installation, de mise en service et de formation dont chacune est conditionnée par la validation des résultats et du devis issus de la phase précédente.

L'ensemble des équipements est commandé auprès d'un titulaire unique, responsable de l'interopérabilité globale du système.

L'accord-cadre mono-attributaire est décomposé comme suit :

Description	Code CPV	Désignation du code CPV	Minimum	Montant maximum
Réalisation et achat d'équipements modulaires pour opérations unitaires agroalimentaires et système de nettoyage en place	42990000-2	Machines diverses à usage spécifique	La phase pré-étude	300 000€HT

Il est précisé que le montant maximal contractuel ne constitue pas un budget alloué d'office à la prestation, mais un plafond de consommation sur les 4 ans maximum du contrat que l'acheteur s'autorise à atteindre sans obligation de commande minimale.

La présente consultation ne comporte pas de prestations supplémentaires éventuelles.

1.2.2 – Décomposition fonctionnelle – Principe de modularité

Le système est constitué :

- d'un circuit d'essai fixe (tuyauterie et vannes pour la circulation des fluides),

- de 3 modules fonctionnels indépendants mais interopérables :

Module	Désignation	Fonction principale
Module A	Unité de commande	Machines diverses à usage spécifique
Module B	Unité de pompage	Transfert de fluides, reprise NEP
Module C	Unité µNEP	Nettoyage en place automatisé

Exigences impératives :

- Architecture air-gapped : aucune connexion Ethernet (filaire ou sans fil) au SI de l'université ou à Internet. Seul un accès local via PC connecté physiquement est autorisé pour la maintenance. Ce même PC peut être utilisé le cas échéant en mode supervision.

- Interopérabilité : communication via réseau Ethernet industriel PROFINET RT entre les modules.

- Compatibilité : environnement de programmation Siemens TIA Portal (STEP 7 + WinCC).

L'équipement est destiné à des activités d'enseignement, de recherche et de développement. Les étudiants, enseignants et chercheurs réalisent les développements logiciels sous Siemens TIA Portal, environnement utilisé au sein de l'établissement pour les enseignements d'automatisme et d'informatique industrielle. Afin d'assurer la continuité pédagogique, la pérennité des développements, la réutilisation des bibliothèques logicielles et la maintenabilité de la plateforme sur toute sa durée de vie, l'automate programmable industriel, l'IHM et les équipements de communication devront être nativement compatibles avec Siemens TIA Portal, sans logiciel intermédiaire ni conversion de projet.

- Maintenabilité : le système doit être maintenable par des enseignants et techniciens sans expertise OT avancée.

- Évolutivité : il doit être possible d'ajouter de nouveaux modules et de les piloter. De ce fait, le dimensionnement (espace libre, capacité de l'automate…) du Module A doit intégrer cette possibilité. À titre indicatif, on peut citer un module de dosage qui fonctionnera seul avec le Module A. Pour ce module de dosage, il faudra gérer le signal pneumatique de commande (déclencher le dosage et compter le nombre de produits dosés) et réaliser l'acquisition d'un capteur de pesage (peser le volume dosé). Cette configuration peut donc être anticipée en termes de réseau et connectiques (notamment la conversion électrique/pneumatique).

1.3 - Prestations annexes

1.3.1 - Garantie des prestations

Les prestations livrées font l'objet d'une garantie minimale de deux ans, selon l'article 33 du CCAG-FCS. Le point de départ de ce délai de garantie est la date de notification de la décision d'admission.

1.3.2 - Maintenance des prestations

La maintenance des prestations livrées, comprend les interventions demandées par le pouvoir adjudicateur en cas de fonctionnement défectueux de l'un des éléments faisant l'objet du marché, ainsi que l'entretien préventif, conformément à l'article 32 du CCAG-FCS.

1.3.3 – Enlèvement des matériels

Sans objet

Article 2 - Localisation et temporalité

2.1 - Lieux d'exécution

Université de Caen Normandie

Espace Technologique Alimentaire ESIX Normandie

Campus 2 – Bâtiment Sciences 1

Boulevard Maréchal Juin 14032 CAEN Cedex 5

2.2 - Date et délai d'exécution et reconduction

2.2.1 - Date de démarrage

Le présent accord-cadre débute à sa notification.

2.2.2 - Durée d'exécution de l'accord-cadre

L'accord-cadre est notifié pour une période initiale d'un an.

L’accord-cadre peut être reconduit tacitement jusqu’à son terme. Le nombre de périodes de reconduction est fixé à 3. La durée de chaque période de reconduction est de 1 an. La durée maximale du contrat, toutes périodes confondues est 4 ans.

La reconduction est considérée comme acceptée si aucune décision écrite contraire n’est prise par le pouvoir adjudicateur au moins 2 mois avant la fin de la durée de validité de l’accord-cadre. Le titulaire ne peut pas refuser la reconduction.

Toutefois, il peut prendre fin avant ce délai dès que son montant maximum est atteint.

2.2.3 – Délais des marchés subséquents

Des bons de commandes pourront être émis jusqu’au dernier jour de l’accord-cadre. Leurs effets perdureront jusqu’à livraison des fournitures et/ou réalisation des prestations commandées. Cette durée ne peut dépasser 1 an.

Lors de demande de devis, le délai de remise des devis par le titulaire est fixé au maximum à 10 jours, sauf délai particulier indiqué dans la demande faite par l’Université. En cas d’absence de réponse dans ce délai, le titulaire est réputé renoncer à la fourniture ou la prestation souhaitée par l’Université. L’absence répétée de réponse dans les délais peut aboutir à une résiliation pour faute du titulaire.

Article 3 – Description générale et cybersécurité

3.1 - Environnement d’installation

Hall agroalimentaire soumis à des nettoyages fréquents à l’eau.

Paramètre	Exigence
Indice de protection électrique	IP65 minimum (tous composants exposés)
Matériaux des surfaces	Inox 304L ou 316L — compatible milieu agroalimentaire
Hygiène de conception	Sans angle vif, sans interstice de rétention, nettoyable en place
Résistance aux projections	Conformité NF EN 60529 — résistance au jet d'eau
Température ambiante	0 °C à +50 °C
Nature des produits alimentaires	Fluides visqueux (eau à confiture), température max. 85 °C
Contact produit alimentaire	Conformité règlement CE 1935/2004

Les fluides disponibles sont 240 V 16 A, 380 V 32 A, circuit eau adoucie froid, air comprimé 8 bars. Lors de la phase d’étude, les typologies de branchement seront validées.

3.2 - Mobilité et usage des modules

- Châssis inox 304L avec roulettes pivotantes (2 freinées par module).

- Hauteur des éléments de signalisation et sécurité : 80 cm minimum (sectionneur, arrêt d'urgence, bouton de réarmement).

- Hauteur IHM : Adaptée à des individus de 1,60-1,75 m.

- Chaque module dispose d'une armoire dédiée à l'alimentation électrique et d'une armoire dédiée aux automatismes si requis (ou à défaut une seule armoire avec une cloison métallique interne de séparation). La fermeture doit se faire par clé (serrure hygiénique ; une clé de rechange par module ; clé dédiée par module).

- Chaque module est livré complet avec tous les éléments fixés avec la possibilité de remplacer seulement les équipements (instruments, capteurs, pompe…) hors service.

3.3 - Alimentation électrique

Chaque module dispose de son propre coffret électrique et câble d'alimentation avec fiche (inox 304L, IP66/IPX9, IK08).

Paramètre	Exigence
Alimentation courant fort	Câble longueur minimale 5 m, prise industrielle, supports pour enrouler le câble
Alimentation courant faible (si requis)	24 VDC dédiée — protection par fusible sélectif — voyant de présence tension
Protection électrique	Disjoncteur et sectionneur principal, fusibles dédiés
Arrêt d'urgence	Bouton tête Ø40 mm rouge — étiquette jaune réglementaire
Réarmement	Bouton poussoir lumineux
Voyant alarme	Voyant lumineux avec étiquette

3.4 - Tuyauterie flexible de raccordement

Le titulaire fournit quatre flexibles identiques compatibles avec les fluides agroalimentaires (température max 85°C) et les fluides lors des cycles NEP. Ces flexibles sont utilisés pour connecter les modules entre eux selon la configuration d'usage.

Paramètre	Exigence
Embouts de raccordement	Serti SMS 38 mâle/femelle (pas de CLAMP)
Tube	PFA (fluoropolymère) inerte ultra lisse et non adhérent
Renfort	Trame textile et spires acier galvanisé noyées dans la paroi
Revêtement extérieur	EPDM bleu (ou blanc)
Longueur	2 m
Outillage	Une clé de serrage des raccords SMS sera fournie

3.5 - Architecture réseau OT simplifiée

Principe général :

- Réseau OT local dédié : un seul réseau PROFINET RT pour l'ensemble des modules (A, B, C).

- Un PC de supervision peut être connecté au module A, mais s'il n'est pas présent ou rendu indisponible le système reste opérationnel.

Note : Le PC de supervision/maintenance ne fait pas parti de ce marché.

- Adressage IP fixe : chaque équipement dispose d'une adresse IP fixe documentée.

- Switch industriel : un switch principal manageable dans le Module A, avec les équipements des Modules B et C raccordés directement sur ce switch, ou une architecture équivalente proposée par le titulaire.

- Pas de connexion au SI de l'université : aucun raccordement au réseau Ethernet du bâtiment (architecture 100 % air-gapped).

Exigence : le titulaire doit justifier l'architecture réseau retenue et démontrer qu'elle permet la détection des déconnexions, la maintenabilité et la restauration du système.

3.5.1 – Topologie réseau

Topologie en étoile (ISO/IEC 11801) via connecteurs PUSH-PULL et câbles M12 industriels D-coded.

Identification des connecteurs en façade du module A.

3 configurations modulaires reconfigurables sans reprogrammation :

Configuration	Modules actifs
Configuration 1	Module A + Module B
Configuration 2	Module A + Module C
Configuration 3	Module A + Module B + Module C

Tolérance à la déconnexion :

Le système doit détecter immédiatement une déconnexion d'un câble M12D et :

- arrêter les actionneurs concernés en mode sécurisé,
- mémoriser l'état du cycle en cours,
- générer une alarme sur l'IHM (qui donnera lieu à une journalisation de l'évènement),
- empêcher la reprise automatique sans intervention manuelle.

Fourniture obligatoire :

- 3 câbles M12D mâle-mâle (Push-Pull), blindés, longueur 5 m.
- 1 câble M12D (push-pull) – RJ45, blindé, longueur 5m

3.5.2 – Plan d'adressage IP

Adressage fixe configuré et documenté par le titulaire, dans un seul sous-réseau (ex : 192.168.1.0/24).

Équipement	Adresse IP	Module	Rôle
Automate (Module A)	192.168.1.1	A	Contrôleur PROFINET RT
Switch principal	192.168.1.10	A	Switch principal
ET 200SP (Module B)	192.168.1.20	B	IO Device pompage
Variateur (Module B)	192.168.1.21	B	Variateur pompage
ET 200SP (Module C)	192.168.1.30	C	IO Device µNEP
Variateur (Module C)	192.168.1.31	C	Variateur µNEP
Gradateur (Module C)	192.168.1.32	C	Chauffage µNEP
IHM	192.168.1.2	A	Interface opérateur
PC supervision	192.168.1.100	A (via connecteur M12)	Supervision locale

3.5.3 – Sécurité du réseau OT

- Désactivation des ports inutilisés sur le switch principal.
- Filtrage MAC (optionnel mais recommandé).
- Ports USB désactivés, sauf 1 port sur l'IHM.
- Toutes les procédures de mise à jour des équipements devront pouvoir être réalisées hors connexion Internet. Les méthodes de mise à jour devront être documentées dans les procédures de maintenance.

3.5.4 – Sécurité du PC de supervision et maintenance

Le PC de supervision/maintenance est fourni par l'Université de Caen et connecté au réseau PROFINET RT. Le titulaire doit garantir que son système permet une connexion sécurisée de ce PC, selon les contraintes suivantes :

- Isolation physique : connexion uniquement par câble Ethernet (pas de Wi-Fi/Bluetooth). Aucun accès à Internet ou au SI de l'université.

- Contrôle d'accès : authentification par compte utilisateur protégé (niveau Administrateur pour la maintenance). Filtrage MAC : Adresse MAC du PC enregistrée dans la liste blanche du switch (à fournir par l'Université).

- Restriction des protocoles : seuls les protocoles TIA Portal, OPC UA, FTP/SFTP, ICMP sont autorisés.

- Journalisation : toute connexion/déconnexion du PC doit être journalisée (horodatage, utilisateur, durée). Les actions critiques doivent être traçables.

- Sécurité physique : aucun périphérique USB non autorisé ne doit être connecté.

- Documentation : le titulaire doit fournir une procédure écrite pour configurer le switch pour autoriser le PC, lister les actions autorisées/interdites, et décrire la méthode de connexion/déconnexion sécurisée.

3.6 - Cybersécurité OT simplifiée

3.6.1 – Exigences de base

- Séparation des rôles : 3 niveaux d'accès (Opérateur, Maintenance, Administrateur) avec mots de passe distincts.

- Gestion des mots de passe : documentés et modifiables par l'administrateur. Pas de stockage en clair.

- Contrôle des accès locaux : accès physique restreint au hall agroalimentaire. Pas d'accès distant.

- Sauvegarde et restauration : sauvegarde complète du projet TIA Portal, des recettes, de l'IHM et des configurations réseau.

3.6.2 – Analyse de risque OT simplifiée

Le titulaire fournit un document d'analyse de risque incluant :

Inventaire des actifs

Actif	Type	Localisation	Criticité
Automate (Module A)	Compatible TIA Portal	Module A	Élevée
Switch principal	Switch industriel L2	Module A	Moyenne
ET 200SP (B, C)	Entrées/sorties déportées	Modules B et C	Moyenne
IHM	Écran tactile	Module A	Moyenne
Variateurs (B, C)	Compatibles PROFINET RT	Modules B et C	Élevée

Note : Le PC de supervision/maintenance (fournis par l'Université) est considéré comme un actif externe et n'est pas inclus dans cet inventaire.

Scénarios de risques

Scénario	Impact	Mesures de Réduction
Modification non autorisée d'une recette	Altération du processus NEP	Accès protégé par mot de passe, sauvegarde des recettes
Perte de communication d'un module	Arrêt du cycle en cours	Détection immédiate, passage en mode sécurisé, alarme
Déconnexion accidentelle d'un module	Interruption du cycle	Tolérance à la déconnexion, mémorisation de l'état
Erreur de paramétrage	Dysfonctionnement du processus	Formation des opérateurs, documentation claire
Corruption ou perte du programme automate	Indisponibilité du système	Sauvegarde complète, procédure de restauration en < 4h

Justification du niveau de sécurité

Niveau inspiré SL1 (IEC 62443) : adapté à un système pédagogique et de production en petite série, avec séparation des rôles, contrôle des accès physiques, sauvegardes régulières et documentation complète.

3.7 - Plateforme de programmation – TIA PORTAL

3.7.1 – Environnement logiciel

Logiciel : Siemens TIA Portal V17 ou supérieur (STEP 7 Professional + WinCC).

Langages : LAD, FBD, SCL, GRAPH (séquentiel Grafcet).

Communication : PROFINET RT (un seul réseau).

3.7.2 – Livrables logiciels

Le titulaire fournit :

- Fichiers de projet TIA Portal natifs (.ap__) incluant la programmation complète de l'opération 'Nettoyage NEP'.

- Fichiers GSD/GSDML des équipements PROFINET (version de firmware utilisée à indiquer).

- Documentation de la structure du projet (blocs, variables, alarmes, recettes).

3.8 - Régulation et supervision

- Régulation PID disponible pour : débit, température, pression.
- Remontée des mesures vers le PC de supervision via OPC UA (si utilisé) ou S7 TCP.
- Visualisation des mesures sur l'IHM (même si présence du PC de supervision).
- Rapport de fin d'opération : Horodaté, exportable via USB (format CSV).
- Historisation des alarmes et valeurs de process sur l'automate.

3.9 - Journalisation et traçabilité

3.9.1 – Evénements à enregistrer

Les seuls événements à journaliser sont ceux utiles à la traçabilité des cycles NEP, la reconstruction d'un incident, et l'audit qualité. On attend à minima :

Événement	**Description**	**Conservation**
Démarrage d'un cycle NEP	Horodatage, recette utilisée, opérateur	30 jours
Arrêt d'un cycle NEP	Horodatage, raison (normal/alarme)	30 jours
Modification de consigne	Paramètre modifié, nouvelle valeur, opérateur	30 jours
Acquittement d'alarme	Alarme, horodatage, opérateur	30 jours
Perte de communication	Module concerné, horodatage	30 jours
Arrêt d'urgence	Horodatage, module concerné	30 jours
Téléchargement de programme	Horodatage, opérateur, version du programme	30 jours
Défaut critique	Type de défaut, horodatage	30 jours

Pour le module de dosage, le dimensionnement doit prendre en compte le fait de journaliser l'intégralité des doses délivrées (date, poids), soit 300 unités sur une journée.

3.9.2 – Exigences techniques

- Horodatage : tous les événements sont horodatés (heure locale du système).
- Gestion du temps :
    - Chaque équipement (automate, IHM, PC de supervision) utilise son horloge locale pour l'horodatage.

- Synchronisation manuelle : une synchronisation hebdomadaire (ou avant chaque audit) est réalisée via le PC de supervision (fournis par l'Université) pour corriger les dérives éventuelles.
- Précision requise : ±1 minute (suffisant pour les processus lents du système).
- Réglage initial : l'heure est configurée manuellement lors de la mise en service (documentée dans le PV SAT).
- Format des logs : inclure date + heure + fuseau horaire (ex : 2026-06-25 14:30:00 CEST).
- Journalisation des synchronisations : chaque opération de synchronisation est enregistrée (qui, quand, quelle heure appliquée).

- Export : format CSV via USB (port dédié sur l'IHM).

- Conservation : 30 jours minimum en mémoire locale (automate).

- Les fichiers CSV exportés doivent être lisibles et exploitables sans logiciel propriétaire spécifique, garantissant leur utilisation sous Excel, LibreOffice ou outils équivalents (séparateur ";" compatible la région France du système d'exploitation).

Article 4 – Description détaillée des modules

4.1 - Module A – Unité de commande centrale

Fonctions : pilotage des actionneurs via PROFINET RT, acquisition et supervision des données capteurs, interface opérateur (IHM) pour la gestion des recettes, génération et archivage des rapports de fin d'opération, compatibilité avec le PC de supervision/maintenance.

Automate Programmable Industriel (API)

Paramètre	Exigence
Compatibilité	TIA Portal V17 ou supérieur
Langages	LAD, FBD, SCL, GRAPH
Communication	PROFINET RT nativement intégrée
Carte mémoire	Memory Card 2 Go minimum
Niveaux d'accès	Superviseur / Maintenance / Opérateur — gestion par mot de passe
Journalisation	Rapport CSV horodaté stocké localement (automate)
Ports USB	Désactivés par configuration TIA Portal

Switch

Le module A comporte le switch principal. C'est un switch industriel administrable de niveau 2, compatible PROFINET RT, assurant le diagnostic réseau, la désactivation des ports inutilisés et la sauvegarde de sa configuration. Les matériels de type Siemens SCALANCE ou Hirschmann, ou équivalent présentant des fonctionnalités identiques, sont acceptés.

Compatibilité avec le PC de supervision/maintenance

Note : Le PC de supervision/maintenance est fourni par l'Université de Caen et connecté au réseau PROFINET RT.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

Paramètre	Exigence
Logiciel	WinCC Runtime Professional ou WinCC Unified PC — licence 1 station déjà disponible
Communication	OPC UA (si utilisé) ou S7 TCP
Fonctions minimales	Synoptiques animés, courbes de tendance, gestion d'alarme, rapports
Archivage	Données process et alarmes — export CSV
Accès	Local uniquement (pas de connexion réseau externe)
Ports USB	Désactivés (sauf pour maintenance avec autorisation)

Remarque importante : Le système doit être compatible avec le PC de supervision/maintenance fourni par l'Université. Le fonctionnement complet de la plateforme doit rester possible en l'absence du PC de supervision, mais certaines fonctions de maintenance avancée (ex : chargement de sauvegardes via TIA Portal) nécessitent son utilisation.

Interface Homme-Machine (IHM)

Paramètre	Exigence
Type	Écran tactile
Taille	7 pouces minimum (idéalement 12 pouces)
Résolution	1 280 × 800 pixels minimum
Compatibilité	Avec l'automate et TIA Portal
Indice de protection	IP65 (face avant)
Matière face avant	Verre trempé ou inox — résistant aux produits de nettoyage
Protocole	S7 sur TCP
Port USB	Le port USB de l'IHM est destiné uniquement à l'export des rapports, journaux et sauvegardes vers une clé USB autorisée. Toute lecture depuis la clé vers le système est bloquée (pour éviter les risques de contamination ou de modification non autorisée). Les exigences suivantes s'appliquent : • Liste blanche des clés USB : seules les clés préalablement autorisées peuvent être connectées. La procédure de gestion des supports sera précisée. • Configuration du port : le port est configuré pour autoriser l'écriture vers la clé (export) et bloquer la lecture depuis la clé (import). • Journalisation : toute connexion/déconnexion de clé USB doit être horodatée et enregistrée dans les logs du système. • Procédure d'ajout : l'ajout d'une nouvelle clé USB à la liste blanche doit suivre une procédure documentée (voir Section 18.4) et nécessiter un niveau d'accès Administrateur.

Structure de navigation	Écran racine avec 3 opérations préprogrammées : nettoyage NEP (programmation complète), Traitement Thermique (écran vierge), Transfert (écran vierge). La programmation complète des opérations « Traitement Thermique » et « Transfert » peut être proposée en option.

4.2 - Module B — Unité de pompage

Fonction : transfert de fluides agroalimentaires et reprise de fluide lors des cycles µNEP.

Pompe centrifuge

Paramètre	Exigence
Type	Pompe centrifuge à canal latéral — compatible fluides visqueux
HMT	40 m minimum
Débit max.	20 m³/h (pour de l'eau)
Fluides admissibles	Eau à confiture (chaude) — viscosité jusqu'à 30 000 mPa·s
Température max.	150 °C
Matériaux	Inox 316L — Ra ≤ 0,8 µm
Raccordements	SMS 38 (entrée mâle, sortie femelle)
Soudures	Arasées Ra ≤ 0,8 µm — décapées et passivées — certificat fourni

Il faut prévoir en amont et aval de la pompe deux points de mesure de la pression permettant l'installation rapide et simple d'un capteur de pression différentiel, ou de deux capteurs de pression à l'aide de bride CLAMP DN25. Un joint et bouchon seront installés par défaut. Ces deux points de mesure doivent être fixes (soudés) ou démontables.

Variateur de fréquence

Paramètre	Exigence
Puissance	Compatible moteur pompe fourni
Communication	PROFINET RT
Pilotage	Consigne de vitesse ou débit depuis Module A
Indice de protection	IP55 minimum
Modèle	Compatible PROFINET RT (ex : Siemens SINAMICS G120)

Débitmètre

Paramètre	Exigence
Type	Électromagnétique
Matériaux en contact produit	Inox 316L — revêtement PTFE ou PFA
Plage de mesure	0 à 20 m³/h
Signal de sortie	4-20 mA ou HART, ou IO-Link
Intégration TIA Portal	Via module analogique ET 200SP ou IO-Link Master
Raccordements	SMS 38
Soudures intérieures	Arasées Ra ≤ 0,8 µm — décapées et passivées — certificat fourni

Marque / modèle indicatif	IFM SM8000, Endress+Hauser Promag W, ou équivalent

Régulation du débit

Régulation PID de débit paramétrable depuis le Module A sur la base du retour mesuré via le débitmètre. La régulation peut être activée ou désactivée selon les objectifs pédagogiques (consigne en fréquence pour ce dernier cas).

Autres instrumentations

Le module B est relié à des instruments exploités selon les besoins (pas forcément simultanément). Ces instruments doivent être de nature analogue à ce que l'on rencontre dans l'industrie agroalimentaire. A titre d'information, les étudiants en formation rencontrent souvent des équipements du fabricant Endress-Hauser.

Le titulaire a en charge le choix et la configuration des instruments (caractéristiques, matériau corps…) pour l'usage indiqué dans la suite. La communication 4-20 mA est à privilégier mais les technologies IOLINK et Bluetooth sont autorisées si elles permettent un gain de facilité d'usage. Pour la technologie Bluetooth, il faut disposer d'une application propriétaire fonctionnant sous Android. Cette technologie doit être certifiée IEC 62443-4-1 et ISO 27001. Dans le cas de câblage, les instruments seront directement câblés en fixe sur l'armoire du module B (longueur de câble de 5 m min).

Si le titulaire estime que, pour des raisons techniques, coût, ou facilité d'usage, il est plus simple d'intégrer les éléments de cette section 7.2.5 sur le module A, c'est tout à fait possible à la condition de donner les éléments justificatifs. Le module B a été choisi car c'est celui qui sera mis en œuvre systématiquement pour les études où les instruments interviennent (tout comme le module A).

Les instruments (capteurs/transmetteur) demandés sont :

- 4 sondes de température identiques (type pt100) et identifiées par une lettre,
- 2 capteurs de pression absolue (identification par lettre dans ce cas) ou un capteur de pression différentiel,
- un capteur de type conductimétrie.

Ils doivent pouvoir être utilisables lors d'un cycle NEP.

Le titulaire doit prévoir spécifiquement pour le bâti du module B, un coffre de rangement rectangulaire avec capot rabattable (zone de passage de câbles à prévoir pour le rangement) inox dédiée à ces instruments.

La mesure de pression doit servir à l'étude de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe du module B, ou entre l'amont et l'aval du tronçon DN25 ou DN 38 du circuit test. L'implantation se fera sur les tés avec ferrule clamp DN25 (description page précédente et dans la section « circuit test »). Les conditions d'usage font qu'il faut pouvoir régler facilement la pleine échelle. Un afficheur local doit permettre de relever les valeurs de pression (précision standard de 0,1%). Compte tenu des points d'installation, la technologie bluetooth peut être utile.

Les sondes de température doivent être de type PT100 avec afficheur dédié en tête. Le support de sonde doit être de type clamp DN25 avec raccord baïonnette qui permet un montage/démontage rapide sans outillage (pour rangement, ou étalonnage) de la sonde. Des

temps de réponse de l'ordre de 10s conviennent. Les sondes seront utilisées dans le cas de suivi des températures aux quatre pôles d'un échangeur de chaleur (température max 85°C). Une des sondes sera occasionnellement fixée sur le raccord Y (clamp 25) présenté dans le circuit test.

La sonde de conductivité n'a pas vocation à être utilisée par le module C (NEP). Elle sera utilisée dans le circuit test pour étudier la pousse à l'eau de lait ou de jus fermentés ainsi que le contrôle de concentration. La fixation se fera une fois encore à l'aide d'un raccord clamp.

4.3 - Module C — Système de Nettoyage en Place (µNEP)

Fonction : nettoyage en place automatisé, piloté exclusivement depuis le Module A.

Contraintes d'encombrement : L ≤ 1 400 mm — l ≤ 850 mm — H ≤ 1 900 mm (passage de porte).

Exigence : le paramétrage complet de chaque étape du cycle de nettoyage (température, débit, nature de l'agent, temps de cycle, récupération ou non des eaux…) doit être possible. Des recettes seront préprogrammées mais resteront modifiables.

Cuve de préparation des solutions

Paramètre	Exigence
Volume utile	100 litres minimum
Matière	Inox 316L (1.4404)
État de surface	Ra ≤ 0,8 µm
Géométrie	Dôme et fond bombés — boule de lavage intégrée
Soudures	Arasées Ra ≤ 0,8 µm — décapées et passivées — certificat fourni
Capteurs	Sonde de niveau (seuils haut/bas) — Sonde de température

Système de chauffage

Paramètre	Exigence
Résistance	Inox 316L — puissance adaptée
Température max.	85 °C
Pilotage	Régulation PID depuis Module A (sonde PT100)
Sécurité	Sonde TSH + disjoncteur thermique dans le coffret

Pompe interne de circulation NEP et régulation

Paramètre	Exigence
Type	Pompe centrifuge
Plage de débit	Débit max au moins de 12 m³/h — sur variateur de fréquence PROFINET et régulation du débit via un débitmètre électromagnétique
Matériaux	Inox 316L pour le contact produit – Inox 304 autrement
Protection	Carter inox

Dosage des produits de nettoyage

Paramètre	Exigence
Nombre de pompes péristaltiques	2 (une pour alcalin, une pour acide)
Calcul du dosage	Basé sur le débit théorique des pompes péristaltiques — paramétrable depuis Module A
Bacs de rétention	2 bacs pour bidons (25 litres max) — rétention intégrée
Cannes d'aspiration	Avec clapet anti-retour et capteur de niveau bas
Matériaux	EPDM ou PTFE — compatibles produits alcalins et acides

Article 5 – Circuit et système

5.1 – Circuit

5.1.1 – Configurations d'exploitation

1. Module A pilotant le Module B connecté à une cuve. Le circuit est relié au retour de la cuve et à la sortie de la pompe du module B.

2. Module A pilotant le module C connecté au circuit pour exécution d'un cycle NEP.

3. Module A pilotant le module C connecté à une cuve (tête de lavage en entrée) pour exécution d'un cycle NEP.

Le schéma du circuit est présenté à l'article 5.7 (tuyauterie, longueurs, éléments). Il illustre le principe et donne des contraintes dimensionnelles. Lors de la phase d'étude, il est possible de faire évoluer ce circuit pour tenir compte des contraintes d'usage, des règles de l'art et des exigences technique.

5.1.2 – Caractéristiques techniques de la tuyauterie

- Tube :

- Matériau : Inox 316L — poli brossé — épaisseur 1,2 mm.
- Diamètre : DN38 (sauf une branche en DN25).

- Raccords : Entrée/sortie du circuit : SMS 38 mâle (bout fileté). Éléments démontables : SMS CLAMP avec joints EPDM.

- Changements de section : réductions concentriques soudées.

- Coudes soudés : 90° 1,5D sans partie droite.

- Tés extrudés avec ferrule CLAMP SMS soudée en zone centrale livrée avec joint EPDM, collier de serrage et bouchon. Les tés présents sur un tronçon DN38 doivent être des tés extrudés réduits de manière à fixer une ferrule clamp 25mm. Ainsi, pour tous les tés, une

même connexion clamp DN25 est possible. Cette connexion est destinée à l'installation de capteurs (pression, conductimétrie).

Éléments spécifiques : indicateur de circulation avec raccords SMS CLAMP, vanne à membrane manuelle à bout CLAMP, vannes papillons soudées avec poignée.

Deux raccords spécifiques sont aussi à livrer et ne seront pas fixer sur le circuit :

- Un raccord Y à 45° avec ligne principale DN38 (et raccord SMS) et un piquage à 45° en DN 25. Un raccord clamp25 sera prévu sur le piquage, il servira à installer une des sondes de température du module B. Un schéma est donné à l'article 5.7.
- Un té égal DN38 à branches filetées (SMS38) dédié à la liaison de 2 cuves.

D'une manière générale, le circuit doit être ajusté pour répondre au besoin d'intégration des instruments avec respect des conditions d'implantation imposées par le fabricant.

5.1.3 – Fixation du circuit

Les éléments de fixation (console, rail, étrier) doivent être fournis pour permettre une installation fixe du circuit sur un mur dédié. Il est également à prévoir, si nécessaire, la fixation (réversible et rapide) des instruments.

5.2 - Exigences HACCP et traçabilité

5.2.1 – Conception hygiénique

- Respect des principes HACCP : analyse des dangers, identification des points critiques de contrôle (CCP).

- Matériaux : conformité règlement CE 1935/2004 (contact alimentaire).

- Soudures : décapées, passivées, Ra ≤ 0,8 µm.

5.2.2 – Traçabilité

- Traçabilité complète des cycles de nettoyage : rapport horodaté (température, durée, concentration, pression, identifiant de recette).

- Certificats d'étalonnage des instruments critiques (température, débit, pression).

5.3 - Restauration du système

5.3.1 – Objectif

Permettre une remise en service du système en moins de 4 heures avec un matériel équivalent, en cas de :

- Panne matérielle (ex : défaillance d'un automate ou d'un switch).

- Erreur de configuration.

- Corruption ou perte du programme automate.

Note : La définition d'un Plan de Continuité d'Activité (PCA) complet est de la responsabilité de l'Université de Caen. Le titulaire doit cependant garantir que le système permet une restauration rapide et fournir les modes dégradés disponibles.

5.3.2 – Exigences de sauvegarde

Le titulaire doit fournir :

- Sauvegarde complète du projet natif TIA Portal compatible avec la version livrée. : Fichiers .ap__ (projet complet : API, IHM). Fréquence : à chaque modification majeure.
- Sauvegarde des recettes : Fichier CSV listant toutes les recettes NEP et leurs paramètres.
- Sauvegarde de l'IHM : Fichier de configuration de l'écran tactile.
- Sauvegarde des configurations réseau : Adresses IP, filtrage MAC (si activé), configuration du switch.
- Sauvegarde des programmes des variateurs (si applicable).

Remise documentaire : Lors du SAT, le titulaire remet à l'Université une copie complète des sauvegardes sur support USB identifié comprenant : projet TIA Portal, configuration IHM, recettes, configuration réseau, procédures de restauration.

5.3.3 – Procédures de restauration

Le titulaire doit fournir des procédures détaillées et testées pour différents cas de restauration. Outre la maintenance corrective (remplacement automate, IHM,E/S,switch) c'est le cas de la configuration du switch qui doit apporter attention. Il y aura des cas de configurations « non optimisées » pour des applications d'analyse cyber. Il faut donc pouvoir redéfinir simplement et rapidement la configuration pour l'exploitation HACCP opérationnelle telle qu'exigée dans ce document.

5.3.4 – Modes dégradés disponibles

Le titulaire doit identifier les modes dégradés réellement possibles sur l'architecture proposée en fonction des associations entre modules et les documenter.

5.4 - Prestations de livraison, installation et formation

5.4.1 – Livraison et mise en place

Prestation	Contenu détaillé
Transport	Livraison des 3 modules sur palette filmée — protection des roulettes (chevrons de supportage) — circuit test désassemblé avec flexibles dans un carton ou caisse sur palette (calage des éléments)
Déchargement	Manutention et positionnement des équipements dans le hall agroalimentaire.
Frais	Inclus dans le prix forfaitaire — aucun frais annexe

5.4.2 – Installation et Raccordement aux Utilités

Prestation	Contenu détaillé
Circuit d'essais	Assemblage du circuit de tests et sa fixation sur mur
Électricité	Raccordement à l'alimentation existante du hall (plan fourni par l'université avant commande)
Eau	Connexion aux arrivées d'eau existantes
Air comprimé	Connexion au réseau existant
Vérifications	Contrôle de tous les raccordements avant mise sous tension
Documentation/clés	Remise de l'intégralité de la documentation et des clés des armoires des modules.

Note : Aucun raccordement au réseau Ethernet du bâtiment (architecture air-gapped).

5.5 - Définition, essais et réception

5.5.1 – Factory Acceptance Test (FAT) — Essais en usine

Objectif : Valider la conformité des équipements avant livraison dans les locaux du titulaire.

Contenu des essais :

- Vérification documentaire : conformité des plans, schémas, nomenclatures, certificats, sauvegardes.
- Tests fonctionnels : communication PROFINET RT, niveaux d'accès, génération des rapports CSV, compatibilité avec le PC de supervision/maintenance.
- Tests de traçabilité : vérification de l'enregistrement des événements critiques.

- Tests de tolérance à la déconnexion : simulation de déconnexion d'un câble M12D pendant un cycle NEP.
- Tests de restauration : vérification de la procédure de restauration.
- Tests de sécurité OT :
    - Vérification du filtrage MAC : tester que seuls les équipements autorisés (adresses MAC enregistrées) peuvent communiquer sur le réseau PROFINET RT. Simuler une tentative de connexion avec un équipement non autorisé → rejet immédiat.
    - Vérification de la désactivation des ports inutilisés : vérifier que tous les ports non utilisés du switch principal sont désactivés.
    - Vérification des niveaux d'accès : tester que les 3 niveaux (Opérateur, Maintenance, Administrateur) fonctionnent comme spécifié.
    - Vérification de la journalisation des événements de sécurité : vérifier que les événements critiques (ex : tentative de connexion non autorisée) sont bien journalisés.
    - Vérification de l'isolation du réseau OT : confirmer qu'aucune connexion ne relie le réseau PROFINET RT au SI de l'Université ou à Internet.

Livrable : procès-verbal de recette (FAT) signé, incluant résultats, écarts et plan d'action correctif.

5.5.2 – Site Acceptance Test (SAT) — Essais sur site

Objectif : valider l'installation et le fonctionnement en conditions réelles.

Contenu des essais :

- Vérification de l'installation : positionnement, raccordements, protections IP65/IP66.
- Tests fonctionnels : communication PROFINET RT, compatibilité avec le PC de supervision/maintenance, régulation PID, cycle µNEP complet.
- Tests de traçabilité : vérification des logs et export des rapports CSV.
- Tests de tolérance à la déconnexion : validation des comportements en cas de déconnexion forcée.
- Tests de restauration : validation de la procédure de restauration.
- Vérification des modes dégradés : validation des modes dégradés documentés (voir Section 10.4).
- Tests de sécurité OT :
    - Vérification du filtrage MAC en conditions réelles.
    - Vérification de la désactivation des ports inutilisés sur le switch principal.
    - Vérification des niveaux d'accès avec les utilisateurs finaux.
    - Vérification de la journalisation des événements de sécurité (ex : connexions/déconnexions du PC de supervision).
    - Vérification de l'isolation du réseau OT (pas de connexion vers le SI de l'Université ou Internet).

Livrable : procès-verbal de réception (SAT) signé, incluant résultats, écarts, preuves de conformité.

Frais d'installation et frais de déplacement et hébergement pour l'installateur inclus dans le prix forfaitaire.

5.5.3 – Critères d'Acceptation

Critère	FAT	SAT
Conformité documentaire	☑	☑
Fonctionnalité des modules	☑	☑
Communication PROFINET RT	☑	☑
Traçabilité (rapports, logs)	☑	☑
Tolérance à la déconnexion	☑	☑
Restauration du système	☑	☑
Compatibilité avec le PC de supervision	☑	☑
Modes dégradés documentés	☑	☑
Sécurité OT (filtrage MAC, ports désactivés, isolation réseau, niveaux d'accès, journalisation)	☑	☑

5.6 – Formation et modalités

5.6.1 – Contenu de la formation

Durée : 1 journée sur site (inclus dans le prix forfaitaire).

Niveau	**Public**	**Contenu**
Opérateur	Étudiants, techniciens	Conduite des équipements, lancement de cycles, acquittement des alarmes, export des rapports
Maintenance	Techniciens, enseignants	Codes d'erreur, mode semi-automatique/manuel, interventions courantes, remplacement des consommables
Superviseur	Enseignants, responsables	Création/modification des recettes, gestion des droits d'accès, utilisation du PC de supervision/maintenance, sauvegarde/restauration

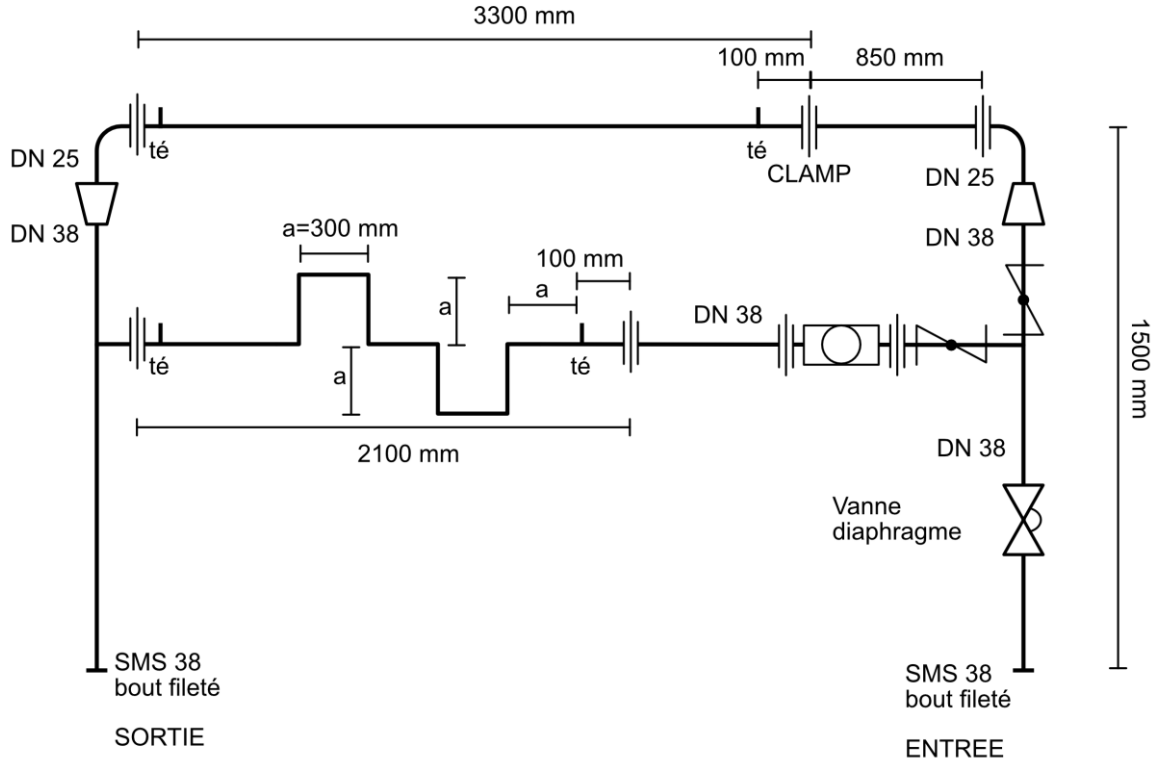
Frais de déplacement et hébergement du formateur inclus dans le prix forfaitaire.

5.6.2 – Délais, garanties et SAV

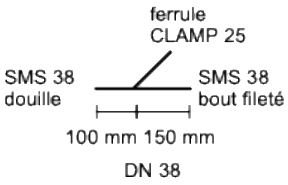
Paramètre	Exigence
Délai de livraison	Au plus tard 5 mois après la validation de la phase d'étude
Garantie équipements	2 ans minimum (pièces et main-d'œuvre)
Disponibilité pièces détachées	10 ans minimum après livraison
Délai d'intervention SAV sur site en cas de panne bloquante	Proposition du titulaire notée dans les critères d'évaluation de l'offre.
Support firmware	Accès aux mises à jour 5 ans minimum après livraison

5.7 - Schémas

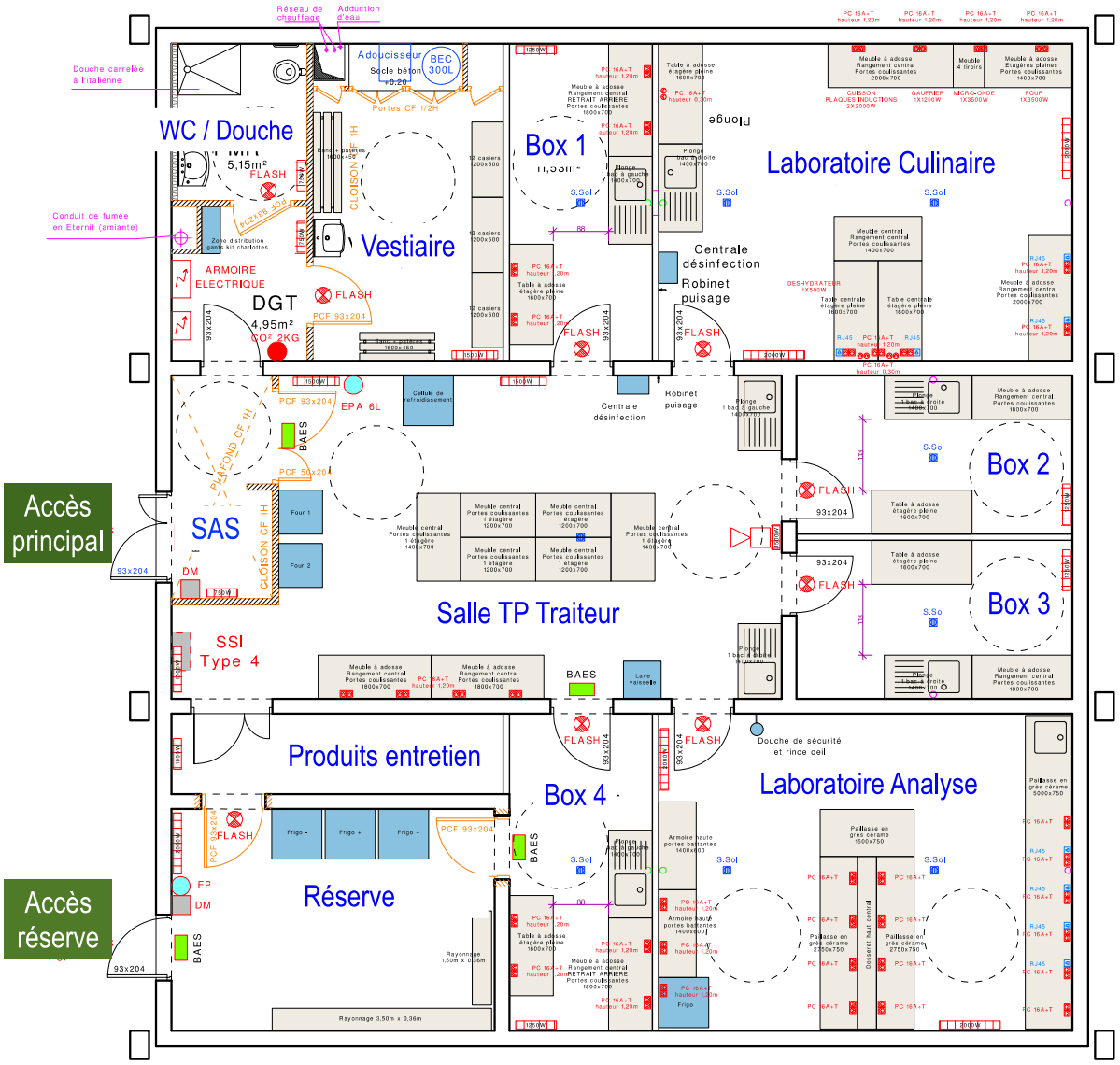
- Schéma du circuit de tests (tuyauterie, longueurs, éléments).



- Schéma du raccord Y



- Plan d'implantation du hall agroalimentaire



Le matériel sera installé dans le Box 1 (11,5 m2) qui sera nu (tables et plonge seront enlevées). Le matériel pourra être livré par l'accès principal (seuil niveau + 2 cm) ou par l'accès réserve (marge seuil niveau + 10 cm).

5.8 - Liste des documents et procédures à fournir par le titulaire

5.8.1 – Documentation technique

Type de Document	Contenu	Format	Quantité	Remarques
Manuel utilisateur	Guide d'utilisation complet	PDF	1 par module	

Manuel de maintenance	Procédures de maintenance préventive et corrective	PDF	1 par module	
Schéma électrique	Schéma complet des coffrets électriques	PDF + DWG	1 par module	
Schéma P&ID	Schéma de tuyauterie et instrumentation	PDF + DWG	1 global	
Nomenclature complète	Liste détaillée de tous les composants	Excel + PDF	1 globale	
Fiches techniques	Fiches constructeur pour chaque équipement principal	PDF	1 par composant	

5.8.2 – Documentation réseau et cybersécurité

Type de Document	**Contenu**	**Format**	**Quantité**	**Remarques**
Plan d'adressage IP	Adresses IP fixes de chaque équipement	Excel + PDF	1	Exclut le PC (fournis par l'Université)
Configuration du switch	Désactivation des ports inutilisés, filtrage MAC (si activé)	PDF	1	
Analyse de risque OT	Inventaire des actifs, scénarios de risques, mesures de réduction	PDF	1	Voir Section 4.2
Procédure de raccordement et d'utilisation du PC de maintenance	Configuration pour autoriser le PC (filtrage MAC, ports) via l'entrée M12D dédiée, actions autorisées (diagnostic, programmation, sauvegarde, restauration, export des journaux), les précautions à respecter avant toute intervention.	PDF	1	Voir Section 3.4.5

5.8.3 – Documentation logicielle

Type de Document	**Contenu**	**Format**	**Quantité**	**Remarques**

Projet TIA Portal	Fichiers natifs (.ap__) incluant programmation complète	.ap__	1	
Fichiers CSV/GSDML	Fichiers de description PROFINET	XML	1 par équipement	Indiquer version de firmware utilisée
Documentation structure	Organisation des blocs, variables, alarmes, recettes	PDF	1	

5.8.4 – Procédures de restauration

Type de Document	Contenu	Format	Quantité	Remarques
Procédure de restauration complète	Étapes pour restaurer le système en < 4h	PDF	1	Voir Section 10
Procédure de remplacement d'un automate	Étapes détaillées	PDF	1	
Procédure de remplacement d'une IHM	Étapes détaillées	PDF	1	
Procédure de remplacement d'un switch	Étapes détaillées	PDF	1	
Modes dégradés disponibles	Liste et description des modes dégradés	PDF	1	Voir Section 10.4
Procédure de gestion des clés USB	Étapes pour autoriser une clé USB (VID/PID), désactiver l'écriture, journaliser les connexions	PDF	1	Voir Section 7.1.3

5.8.5 – Modèles de PV à fournir

Type de Document	Contenu	Format	Quantité	Remarques
Modèle de PV FAT	Modèle de procès-verbal pour les essais en usine	Word/PDF	1	À fournir dans la réponse à l'appel d'offres
Modèle de PV SAT	Modèle de procès-verbal pour les essais sur site	Word/PDF	1	À fournir dans la réponse à l'appel d'offres

5.8.6 – Certificats et attestations

Type de Document	Contenu	Format	Quantité	Remarques
Certificats CE	Conformité CE pour chaque équipement	PDF	1 par équipement	
Certificats matière 3.1	Certificats pour les pièces en contact produit	PDF	1 par lot	
Certificats d'étalonnage	Certificats pour les instruments de mesure	PDF	1 par instrument	

Article 6 - Dispositions générales du contrat

6.1 - Type d'accord-cadre

Cet accord-cadre mono-attributaire est passé en application de l'article R2162-4 du code de la commande publique. Il donnera lieu à l'émission de bons de commande de marchés subséquents sur devis au fur et à mesure des besoins.

Les marchés subséquents prennent la forme de bons de commande pris sur la base de devis proposés par le titulaire à la demande de l'Université.

6.2 - Marché complémentaire / Prestations similaires

6.2.1 - Marché complémentaire

Le pouvoir adjudicateur se réserve la possibilité de confier ultérieurement au titulaire du marché, en application de l'article R2122-4 du Code de la Commande Publique, un ou plusieurs nouveaux accords-cadres ayant pour objet des livraisons complémentaires.

Chaque nouvel accord-cadre doit être conclu dans les trois ans à compter de la notification du présent marché.

6.2.2 - Prestations similaires

Sans objet

6.3 - Exclusions

Sans objet

6.4 - Pièces contractuelles

Par dérogation à l'article 4 du CCAG-FCS, les pièces contractuelles du marché sont les suivantes et, en cas de contradiction entre leurs stipulations, prévalent dans cet ordre de priorité :

- L'acte d'engagement (AE)
- Le présent Cahier des Clauses Particulières (CCP)
- Le Cahier des Clauses Administratives *Générales – FCS approuvé par l'arrêté du 30 mars 2021* (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043310341)
- L'offre technique et financière du titulaire
- Les pièces modificatives ultérieures (Avenants, acte de sous-traitance, DC4)

Article 7 - Confidentialité et mesure de sécurité

Le présent marché comporte une obligation de confidentialité telle que prévue à l'article 5.1 du CCAG. Les prestations sont soumises à des mesures de sécurité conformément à l'article 5.3 du CCAG.

Le titulaire doit informer ses sous-traitants des obligations de confidentialité et/ou des mesures de sécurité.

Article 8 - Prix

8.1 - Caractéristiques des prix pratiqué

Les prix sont réputés comprendre toutes les charges fiscales, parafiscales ou autres frappant obligatoirement la prestation, y compris les frais de port, d'installation ou de formation.

8.2- Modalités d'actualisation des prix

Les prix sont fermes, et non actualisables.

8.3- Modalités de révision des prix

Les prix sont fermes, et non révisables.

Article 9 - Clause « sauvegarde »

Sans objet

Article 10 - Avance

Conformément à l'option B de l'article 11.1 du CCAG-FCS, une avance de 5 % est accordée au titulaire lorsque le montant initial de la commande est supérieur à 50 000 € HT et dans la mesure où le délai d'exécution est supérieur à 2 mois, dans les conditions des articles R-2191-3 et suivants du code de la commande publique.

Nota : *Dès lors que le titulaire remplit les conditions pour bénéficier d'une avance, une avance peut être versée, sur leur demande, aux sous-traitants bénéficiaires du paiement direct suivant les mêmes dispositions (taux de l'avance et conditions de versement et de remboursement ...) que celles applicables au titulaire du marché.*

Article 11 - Modalités de règlement des comptes

11.1 - Acomptes et paiements partiels définitifs

Les modalités de règlement des comptes sont définies dans les conditions de l'article 11.2 du CCAG FCS : lorsque le marché fixe uniquement la périodicité des acomptes, le montant de chacun d'eux est déterminé par l'acheteur, sur la base du descriptif des prestations effectuées et de leur montant produit par le titulaire. Chaque acompte fait l'objet d'une demande de paiement.

La facturation intervient en une fois après le service réalisé (livraison effectuée et/ou prestations réalisées).

11.2 - Présentation des demandes de paiement

Les demandes de paiement comportent les indications suivantes :

• le nom ou la raison sociale du créancier ;

• le cas échéant, la référence d'inscription au répertoire du commerce ou des métiers ;

• le cas échéant, le numéro de SIREN ou de SIRET ;

• le numéro du compte bancaire ou postal ;

• le numéro du marché et du lot si alloti ;

• le numéro du bon de commande ;

• la date d'exécution des prestations ;

• la nature des prestations exécutées ;

- Le montant des prestations exécutées, hors TVA ;

- Les montants et taux de TVA légalement applicables ;

• la désignation de l'organisme débiteur ;

• Tout rabais, remises, ristournes ou escomptes acquis et chiffrables lors du marché et directement liés au marché ;

• la date de facturation.

Les demandes de paiement devront parvenir dans les conditions suivantes :

Transmission des factures via le portail Chorus pro :
https://chorus-pro.gouv.fr/
SIRET UNIQUE : 191 414 085 00016
CODE SERVICE UNIQUE : SFACT
Numéro d'engagement obligatoire : Format du numéro 45xxxxxxxx

NB :
En cas de non-conformité de la facture aux éléments susmentionnés, le titulaire en sera informé et sa facture sera rejetée sur le portail CHORUS PRO.
Cette information vaudra suspension du délai global de paiement jusqu'à réception d'une facture conforme.

La réalisation de CHORUS PORTAIL PRO est confiée à l'Agence pour l'Information Financière de l'Etat (AIFE). Les fournisseurs peuvent obtenir toute information utile auprès de l'AIFE :

- *Site AIFE : https://aife.economie.gouv.fr/nos-applications/chorus-pro/*
- *Courriel AIFE : ccp2017.aife@finances.gouv.fr*

11.3 - Délai global de paiement

Les sommes dues au(x) titulaire(s) seront payées dans un délai global de 30 jours à compter de la date de réception des demandes de paiement ou de la date d'exécution des prestations si elle est postérieure.

Le dépassement du délai de paiement ouvre de plein droit et sans aucune formalité pour le titulaire du marché le bénéfice d'intérêts moratoires conformément aux articles R2192-31 et suivants du code de la commande publique.

11.4 - Paiement des cotraitants et sous-traitants

En cas de cotraitance :
Le mandataire dépose les factures des cotraitants via le portail Chorus Pro. A défaut, le mandataire devra valider les factures déposées pour les cotraitants via ce portail.

En cas de groupement conjoint, chaque membre du groupement perçoit directement les sommes se rapportant à l'exécution de ses propres prestations ;

En cas de groupement solidaire, le paiement est effectué sur un compte unique, ouvert au nom du mandataire.

Par dérogation à l'article 12.1.3 du CCAG Fournitures Courantes et Services, chaque cotraitant est habilité à transmettre ses demandes de paiement visées par le mandataire.

Les autres dispositions relatives à la cotraitance s'appliquent selon l'article 12.1 du C.C.A.G.-F.C.S.

En cas de sous-traitance :

Le paiement des sous-traitants s'effectue conformément aux articles R2193-10 à 16 du code de la commande publique via le portail Chorus pro.

Article 12 - Clause environnementale

Le titulaire veille à limiter l'impact environnemental des livraisons et du transports des produits transportés, conformément à l'article 21.1 du CCAG FCS disposant que Le titulaire veille à limiter l'impact environnemental des livraisons et du transport des produits proposés. La planification du transport de ces marchandises doit permettre, lorsque cela est compatible avec les besoins de l'acheteur, d'éviter la circulation pendant les heures de pointe. Le titulaire privilégie le transport groupé des marchandises objets du marché afin de réduire les déplacements des véhicules de livraison. Il favorise les modes de transports les plus respectueux de l'environnement, notamment les véhicules à faibles émissions, les modes de transports doux ou alternatifs à la route.

Article 13 - Pénalités

Le pouvoir adjudicateur se réserve le droit d'appliquer ou non les pénalités ci-dessous.

13.1 - Pénalités de retard

Lorsque le délai contractuel d'exécution ou de livraison est dépassé, par le fait du titulaire, celui-ci encourt, par jour de retard et sans mise en demeure préalable, une pénalité fixée à 1.0/1000, conformément aux stipulations de l'article 14.1 du CCAG-FCS.

Le titulaire est exonéré des pénalités dont le montant total ne dépasse pas 1 000,00 € pour l'ensemble du marché, conformément aux stipulations de l'article 14 du CCAG-FCS.

13.2 - Pénalité pour travail dissimulé

Si le titulaire du marché ne s'acquitte pas des formalités prévues par le Code du travail en matière de travail dissimulé par dissimulation d'activité ou d'emploi salarié, le pouvoir adjudicateur applique une pénalité de 150,00 € par défaillance, par document ou attestation manquant ou non à jour.

Le montant de cette pénalité ne pourra toutefois pas excéder le montant des amendes prévues à titre de sanction pénale par le Code du travail en matière de travail dissimulé.

13.3 - Pénalité pour manquement aux obligations contractuelles

Les manquements du titulaire à ses obligations contractuelles peuvent donner lieu à pénalités. Les pénalités ne présentent aucun caractère libératoire. Le titulaire est donc intégralement redevable de ses obligations contractuelles et notamment des prestations dont l'inexécution a donné lieu à l'application de pénalités.

Article 14 - Clause de réexamen

Les parties pourront, notamment par voie d'avenant, modifier le marché dans les conditions de l'article R2194-1 du code de la commande publique. Elles pourront plus particulièrement se rencontrer, à la demande expresse de l'une d'entre elles, afin d'examiner la possibilité de faire évoluer certaines dispositions du marché, dont celles relatives aux conditions d'exécution de la prestation, d'ajout ou de retrait de prestation, ou à leur durée et ce quel qu'en soit le montant (y compris, s'agissant des accords-cadres, le montant maximum).

Ces évolutions, ne devront pas conduire à modifier substantiellement les conditions économiques du marché.

Article 15 - Circulation des pièces administratives

Concernant la circulation des pièces administratives :

1- Toute modification visant à l'élaboration d'un avenant est adressée à l'acheteur qui les validera et les transmettra à la Direction de la Commande Publique de l'Université de Caen Normandie.
2- Le titulaire du marché doit signaler à la Direction de la Commande Publique tout changement d'adresse, de Siret ou de RIB en cours de marché.
3- Tous les documents techniques demandés en cours de marché (notices, modes d'emploi, échantillons, etc.) seront adressés à l'acheteur.
4- En cas de cession de créance, celles-ci doivent être adressées à l'agent comptable de l'Université après obtention de l'exemplaire unique auprès de la Direction de la Commande Publique.
5- En cas d'affacturage, les pièces administratives doivent être transmises à l'agence comptable.

Article 16 – Constations de l'exécution des prestations

16.1 - Vérifications

Les vérifications quantitatives et qualitatives simples seront effectuées au moment même de la livraison de la fourniture ou de l'exécution de service (examen sommaire) conformément aux articles 27 et 28.1 du CCAG-FCS.

16.2 - Décision après vérification

A l'issue des opérations de vérification, le pouvoir adjudicateur prendra sa décision dans les conditions prévues aux article 30 du CCAG-FCS.

Article 17 - Assurances

Conformément aux dispositions de l'article 9 du CCAG-FCS, tout titulaire (mandataire et cotraitants inclus) doit justifier, dans un délai de 15 jours à compter de la notification du contrat et avant tout commencement d'exécution, qu'il est titulaire des contrats d'assurances, au moyen d'une attestation établissant l'étendue de la responsabilité garantie.

Article 18 - Résiliation du contrat

18.1 - Conditions de résiliation

Les conditions de résiliation du marché sont définies aux articles 38 et suivants du CCAG-FCS.

Par dérogation aux articles 38 et suivants du CCAG-FCS, en cas de résiliation du marché pour motif d'intérêt général par le pouvoir adjudicateur, le titulaire ne percevra aucune indemnisation.

L'exécution du marché étant organisée en plusieurs phases successives, la poursuite de l'exécution du marché au-delà de chaque phase est subordonnée à la validation expresse de celle-ci par l'Université de Caen Normandie.

En cas de désaccord entre les parties sur la conformité ou la validation des prestations, ou en cas de décision expresse de l'Université de ne pas valider la phase concernée, le marché prend automatiquement fin à compter de la notification de cette décision au titulaire. Les phases suivantes ne sont alors pas exécutées.

18.2 - Arrêt des prestations

Conformément au chapitre 7 du CCAG FCS, l'acheteur peut mettre fin à l'exécution des prestations faisant l'objet du marché avant l'achèvement de celles-ci, soit à la demande du titulaire, soit pour faute du titulaire, soit dans le cas des circonstances particulières.

La décision de résiliation du marché est notifiée au titulaire. La résiliation prend effet à la date fixée dans la décision de résiliation ou, à défaut, à la date de sa notification.

Article 19 - Redressement ou liquidation judiciaire

Le jugement instituant le redressement ou la liquidation judiciaire est notifié immédiatement au pouvoir adjudicateur par le titulaire de l'accord-cadre. Il en va de même de tout jugement ou décision susceptible d'avoir un effet sur l'exécution de l'accord-cadre.

Le pouvoir adjudicateur adresse à l'administrateur ou au liquidateur une mise en demeure lui demandant s'il entend exiger l'exécution de l'accord-cadre. En cas de redressement judiciaire, cette mise en demeure est adressée au titulaire dans le cas d'une procédure simplifiée sans administrateur si, en application de l'article L627-2 du Code de commerce, le juge commissaire a expressément autorisé celui-ci à exercer la faculté ouverte à l'article L622-13 du Code de commerce.

En cas de réponse négative ou de l'absence de réponse dans le délai d'un mois à compter de l'envoi de la mise en demeure, la résiliation de l'accord-cadre est prononcée. Ce délai d'un mois peut être prolongé ou raccourci si, avant l'expiration dudit délai, le juge commissaire a accordé à l'administrateur ou au liquidateur une prolongation, ou lui a imparti un délai plus court.

La résiliation prend effet à la date de décision de l'administrateur, du liquidateur ou du titulaire de renoncer à poursuivre l'exécution de l'accord-cadre, ou à l'expiration du délai d'un mois ci-dessus. Elle n'ouvre droit, pour le titulaire, à aucune indemnité.

Article 20 - Règlement des litiges et langues

En cas de litige, seul le Tribunal Administratif de Caen est compétent en la matière.

Tous les documents, inscriptions sur matériel, correspondances, demandes de paiement ou modes d'emploi doivent être entièrement rédigés en langue française ou accompagnés d'une traduction en français, certifiée conforme à l'original par un traducteur assermenté.

Article 21 - Dérogations

L’article 3.4 du présent CCP déroge à l’article 4 du CCAG.FCS

L’article 8.4 du présent CCP déroge à l’article 12.1.3 du CCAG.FCS