RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE

DIRECTION DE LA COMMANDE PUBLIQUE

CAHIER DES CLAUSES PARTICULIERES

MARCHÉ DE FOURNITURE
PASSÉ EN APPEL D'OFFRES OUVERT

Achat d'équipements pour la Plateforme DEsign de Matériaux Innovants en Normandie (DEMAIN)

N°2026013MAFO077

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 4
1.1 - Contexte / Allotissement 4
1.2 – Définition du besoin à couvrir 5
1.3 - Prestations annexes 17
1.3.2 - Garantie des prestations 17
1.3.3 - Maintenance des prestations 17
1.3.4 – Enlèvement des matériels 17
Article 2 - Localisation et temporalité 17
2.1 - Lieux d'exécution 17
2.2 - Date et délai d'exécution et reconduction 17
2.2.1 - Date de démarrage 17
2.2.2 - Délai d'exécution et prolongation 17
2.2.3 – Délais des bons de commande / marchés subséquents 17
Article 3 - Dispositions générales du contrat 18
3.1 - Type d'accord-cadre 18
3.2 - Marché complémentaire / Prestations similaires 18
3.2.1 - Marché complémentaire 18
3.2.2 - Prestations similaires 18
3.3 - Exclusions 18
3.4 - Pièces contractuelles 18
Article 4 - Confidentialité et mesure de sécurité 18
Article 5 - Prix 18
5.1 - Caractéristiques des prix pratiqués 18
5.2- Modalités d'actualisation des prix 19
5.3- Modalités de révision des prix 19
Article 6- Clause « sauvegarde » 19
Article 7- Avance 19
Article 8- Modalités de règlement des comptes 19
8.1- Acomptes et paiements partiels définitifs 19
8.2 - Présentation des demandes de paiement 19
8.3 - Délai global de paiement 20
8.4 - Paiement des cotraitants et sous-traitants 20
Article 9 - Clause environnementale 21
Article 10 - Pénalités 21
10.1 - Pénalités de retard 21

10.2 - Pénalité pour travail dissimulé 21
10.3 - Pénalité pour manquement aux obligations contractuelles 21
Article 11 - Clause de réexamen 21
Article 12 - Circulation des pièces administratives 22
Article 13 – Constations de l'exécution des prestations 22
Article 14 - Assurances 22
Article 15 - Résiliation du contrat 22
15.1 - Conditions de résiliation 22
15.2 - Arrêt des prestations 22
Article 16 - Redressement ou liquidation judiciaire 22
Article 17 - Règlement des litiges et langues 23
Article 18 - Dérogations 23

Article 1 - Objet du contrat

1.1 - Contexte / Allotissement

Depuis les années 1980, l'Université Caen Normandie est invariablement associée à la cristallochimie des oxydes de métaux de transition et à l'étude de leurs nombreuses propriétés physiques.

Avec les études sur les poudres, céramiques et monocristaux, l'activité de synthèse de films minces par ablation laser pulsée occupe une place importante dans les thématiques scientifiques développées au laboratoire CRISMAT et fait partie de la recherche qui est développée depuis de nombreuses décennies.

L'ablation laser pulsée est une technique de dépôt pas voie physique qui permet de faire croitre un grand nombre de composés à partir de cibles sources.

De plus, il est possible d'obtenir des films minces ou ultraminces épitaxiés sur une large gamme de substrats pour la grande famille des matériaux oxydes tout en variant les compositions et les structures.

Cette démarche *materials by design* s'inscrit depuis quelques années comme moyen de découvrir des nouveaux systèmes qui permettront de concilier performance technologique et sobriété énergétique. Ces caractéristiques s'imposent avec le développement d'un monde numérique, porté par l'essor de l'intelligence artificielle, de l'internet des objets et des infrastructures connectées.

La plateforme Design de MAtériaux Innovants en Normandie (DEMAIN) s'inscrit dans cette démarche.

L'objet du marché est l'acquisition de cinq sous-ensembles pour composer cette plateforme. L'approche consistant à mettre en place des plateformes multi-matériaux est une stratégie qui intervient pour aborder l'aspect éminemment stratégique de l'exploration de nouveaux matériaux.

En termes d'élaboration, il est nécessaire d'explorer plusieurs paramètres expérimentaux (température, pression, éléments chimiques…), de profiter des effets d'interfaces ou en réalisant des empilements entre matériaux de natures différentes.

La force de cette infrastructure résidera dans sa capacité à combiner exploration et criblage intensif de matériaux variés pour découvrir des propriétés quantiques et multifonctionnelles (optiques, magnétiques, électriques) nouvelles grâce à des techniques de synthèse à l'état de l'art.

Ces stratégies permettent souvent de faire émerger la coexistence et le couplage entre plusieurs propriétés (magnétique, électrique, élastique, thermique) dans les matériaux multifonctionnels. Celles-ci ont l'avantage de permettre la synthèse de matériaux grâce à des techniques de dépôt différenciés (métaux, oxydes, semiconducteur) à partir d'enceinte interconnectées entre elles pour combiner/coupler des matériaux différents avec des propriétés différentes.

De plus, comme les propriétés électroniques/quantiques au cœur des fonctionnalités visées nécessitent des surfaces et interfaces de grande qualités, la plateforme sera caractérisée par une architecture interconnectée sous ultravide, permettant de déposer des couches de matériaux différents (métaux, oxydes, semiconducteurs) sans exposition à l'air (source de pollution : eau, composés carbonés…), condition essentielle pour exploiter les propriétés des matériaux réalisés.

La plateforme DEMAIN, objet de cette consultation, sera composée de 5 sous-ensembles, qui une fois assemblés, formera un système unique pour lequel l'interopérabilité est une caractéristique fondamentale :

- sous-ensemble 1 : enceinte PLD sous vide et « basse température »
- sous-ensemble 2 : enceinte PLD sous ultravide et « haute température »
- sous-ensemble 3 : système optique et laser
- sous-ensemble 4 : enceinte de pulvérisation cathodique
- sous-ensemble 5 : tunnel de transfert sous ultravide.

Du fait de cette interopérabilité entre les équipements, la dévolution en lots séparés risque de rendre techniquement difficile l'exécution des prestations et entrainerait une complexité de gestion accrue et potentiellement des offres financières moins pertinentes. C'est pour ces raisons que l'Université a décidé de ne pas allotir cette consultation.

Au vu de la complexité du cahier des charges et des spécificités demandées, l'université souhaite conclure ce marché avec un fournisseur ayant des références pour des installations de plateformes similaires et ayant fait l'objet d'une quinzaine de références d'articles scientifiques avec des travaux réalisées sur ces systèmes

1.2 – Définition du besoin à couvrir

1) Enceinte PLD sous vide et « basse température »

Le sous-ensemble 1 permettra le dépôt de films minces par ablation laser pulsée. Il sera connecté au sous-ensemble 5 et le transfert, sous UHV, devra être possible entre les deux sous-ensembles pour les supports porte-échantillons fournis avec les enceintes interconnectées, les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate ». Le sous-ensemble 1 est composé de :

1. une chambre UHV en acier inoxydable avec son châssis intégré. La chambre doit être équipée de brides métalliques soudées. La pression de base de la chambre doit être inférieure à $10^{-}8$ mbar après étuvage. La mesure de la pression s'effectue à l'aide d'une jauge baratron pour la plage de pression « process ». Il y aura aussi une jauge « pirani » pour la plage de haute pression et une jauge ionique pour la plage de basse pression. Une jauge « full range » combinant la mesure des hautes et basses pressions est aussi possible. Toutes les jauges proposées doivent pouvoir être soumise à un traitement thermique. La direction de dépôt est verticale et les cibles sont orientées ave leur face vers le haut.
La chambre sera placée sur un support en acier inoxydable. Plusieurs hublots plombés seront installés, pour contrôler visuellement les transferts et le dépôt. Il y aura aussi un hublot adapté d'entrée du laser (DN63CF) et de sortie (mesure de puissance) en quartz, transparent dans l'UV, ainsi qu'un hublot adapté à la mesure pyrométrique de température.

2. Un système de pompage pour enceinte PLD. Ce système de pompage pour chambre à vide comprend les éléments suivants :

- une pompe turbomoléculaire avec un débit de 700 L/s, refroidie par air. La pompe turbo est équipée d'un amortisseur de vibrations afin de réduire au minimum le bruit pendant les expériences RHEED.
- en fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur de la pompe
- une vanne à moteur pas à pas entre la chambre et la conduite de la pompe turbo. Cette vanne sert à contrôler la pression pendant le dépôt de film.

- une ligne de pompage primaire équipée d'une pompe à spirale de 6 m^3/h et d'une vanne d'isolation

Toutes les vannes du système sont à commande manuelle, à l'exception de la vanne à moteur pas à pas et de la vanne de la ligne de pompage primaire à commande pneumatique.
L'ensemble des composants électroniques et des câbles nécessaires au contrôle des pompes, de la vanne et des mesures/lectures de pression est inclus.

3. Une chambre de transfert pour échantillons et carrousel de cibles. Cette chambre de transfert est utilisée pour le transfert des échantillons et du carrousel de cibles vers la chambre de dépôt principale. La chambre de transfert est reliée à la chambre principale par une vanne à guillotine. Cette vanne est à commande manuelle. Une canne de transfert sera utilisée pour le transfert et devra être compatible avec les supports porte-échantillons fournis avec les enceintes interconnectées, les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate » et les carrousels de cibles. Le sas de chargement est équipé de hublots permettant de surveiller la manipulation. Le sas de chargement est équipé d'une jauge de pression « full-range » (de préférence cathode-froide) et la remise à l'air se fait par introduction de N_2.

4. Un système de pompage pour la chambre de transfert (chargement/déchargement d'échantillon et carrousel de cibles). Ce système de pompage pour le sas de transfert est composé d'une pompe turbomoléculaire de 70 L/s assistée et connecté par une pompe à spirale de 6 m^3/h. La pompe turbo est refroidie par air. En fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur de la pompe turbomoléculaire.

5. Une platine porte-échantillon avec obturateur motorisé ou pneumatique et avec axes XYZ et azimut. La platine proposée pourra aussi posséder des degrés de liberté supplémentaire pour régler finement sa position pour les expériences de diffraction de surface (RHEED). De préférence, la platine sera compatible avec un chauffage résistif amovible (2 fournis). Le système de chauffage est suspendu au sommet de la chambre. L'élément chauffant permet d'atteindre une température d'environ 900°C à la surface de l'échantillon pour les substrats non transparents et de taille maximale 10 mm x 10 mm. Les échantillons sont montés sur des porte-échantillons chauffant et amovibles pouvant être introduits via le sas de chargement et le sous-ensemble 5. Le système de chauffage comprend également un thermocouple pour mesurer la température à l'intérieur du dispositif de chauffage, des connexions d'alimentation pour le dispositif de chauffage, ainsi qu'une platine réceptrice pour le chargement et le déchargement des porte-échantillons. De plus, un système pyrométrique est présent pour mesurer la température à la surface de l'échantillon. Deux systèmes porte-échantillons/chauffants sont fournis avec le système. Les mouvements comprennent :

- déplacement en Z à commande manuelle avec une course d'environ 100 mm pour permettre le réglage *in situ* de la distance entre la cible et le substrat.
- rotation azimutale motorisée autour de la normale au substrat.
- platine XY manuelle avec une plage d'environ 25 mm.
- éventuellement mouvement d'inclinaison motorisé pour réglage RHEED.

Une armoire électronique pour la commande du système de chauffage devra comprendre un régulateur de température permettant de contrôler la puissance délivrée par l'alimentation électrique du dispositif de chauffage ; et une alimentation électrique séparée pour fournir le courant au dispositif de chauffage.

6. Une platine motorisée de cibles. Ce système pourra accueillir jusqu'à 5 cibles, avec possibilité de mouvement de balayage. Toutes les cibles seront montées sur un carrousel pouvant être chargé et déchargé via le sas de chargement. La sélection des cibles peut s'effectuer *in situ* et est commandée par un moteur pas à pas. Les cibles sont balayées selon un motif en zigzag pendant le dépôt à l'aide de deux moteurs pas à pas. La taille et la vitesse du balayage peuvent être réglées par l'opérateur grâce au logiciel de commande. Le système est livré avec l'ensemble des composants électroniques nécessaires à la sélection des cibles et au mouvement de balayage. La commande informatisée de la sélection des cibles offre également la possibilité de déposer des multicouches grâce à une sélection automatisée et à un contrôle du laser.

7. Un panneau de gaz et une entrée des gaz dans le système de dépôt. Le panneau de gaz permettra de contrôler les débits de gaz vers la chambre de dépôt. Il comprend trois régulateurs de débit massique d'un débit maximal de 20 SCCM (Ar, N_2 et O_2) et des vannes d'arrêt. Une dérivation d'oxygène à pression régulée permet d'introduire des pressions élevées, par exemple pour des études de recuit. Le contrôle de débit d'oxygène très petits devra également être possible. Une conduite de remise à l'azote de la chambre est incluse. Les vannes d'arrêt sont à commande électropneumatique. Les débits de gaz sont réglés sur les régulateurs de débit massique à l'aide de l'interface logicielle.

8. Un système RHEED pour le dépôt par laser pulsé. Ce système RHEED sera compatible avec la haute pression pour la PLD. Le système sera composé de :

- un canon RHEED de 30 keV avec électronique de commande
- un tube d'extension du canon RHEED permettant d'utiliser le RHEED à des pressions élevées allant jusqu'à 0,5 mbar, avec platine d'inclinaison ou orienteur intégrée à commande manuelle.
- une vanne supplémentaire à commande manuelle pour protéger le canon RHEED pendant la mise à l'air libre.
- un système de pompage pour le canon RHEED. Celui-ci comprend une pompe turbomoléculaire de 70 L/s pour le canon RHEED et une conduite de pompage pour le tube d'extension, avec une jauge de pression « pirani ».
- un écran au phosphore pour l'obtention d'images RHEED.
- un système de caméra pour l'imagerie RHEED et logiciel d'acquisition de données, version complète, compatible avec la géométrie RHEED. Ordinateur personnel pour l'acquisition des données RHEED.

9. Une vanne sur le hublot de l'entrée du laser. Cette vanne à guillotine manuelle est placée entre le hublot de l'entrée du laser et la chambre à vide, de sorte que le hublot puisse être retirée du système sans qu'il soit nécessaire de purger la chambre. Le pompage et la purge de l'espace situé entre la vanne et la fenêtre d'observation s'effectuent via un raccord de conduite de gaz muni d'une vanne manuelle reliée au sas de chargement.

10. Un hublot et une vanne pour la mesure de l'énergie laser. Ce hublot (DN63CF) en quartz et transparent dans l'UV est monté en face du hublot d'entrée du laser. Lorsque le carrousel de cibles est retiré, le faisceau laser sort de la chambre par ce hublot, ce qui permet de mesurer son intensité. Une vanne à guillotine manuelle empêche la contamination de la fenêtre d'observation pendant le dépôt.

11. Un wattmètre optique pour laser UV. Un wattmètre adapté à l'énergie et à la longueur d'onde du laser. Le wattmètre sera fourni avec une connexion USB et un logiciel de lecture et intégré au logiciel de commande de l'enceinte PLD.

12. Ordinateur et logiciel de commande avec contrôle laser. Il devra comprendre :

- un écran plat, souris et clavier.
- un système d'exploitation : Microsoft Windows 10 ou version supérieure.
- des ports série supplémentaires pour la communication avec le système et câbles adaptés.
- un logiciel de contrôle du système. Ce logiciel permettra de contrôler toutes les fonctionnalités automatisées du système, telles que le contrôle du chauffage (thermocouple et pyromètre), le contrôle de la cible, la lecture de la pression, etc. Le logiciel offrira la possibilité de créer des recettes, c'est-à-dire des programmes de type macro qui automatisent (tout ou partie) du processus. Si le laser permet un déclenchement externe, il pourra être contrôlé depuis le logiciel.

Les éléments de ce sous-ensemble placés en contact avec le vide doivent être compatible UHV et étuvables.

2) Enceinte PLD sous ultravide et « haute température »

Ce sous-ensemble 2 permettra le dépôt de films minces par ablation laser pulsée. Il sera connecté au sous-ensemble 5 et le transfert, sous UHV, devra être possible entre les deux sous-ensembles pour les supports porte-échantillons fournis avec les enceintes interconnectées, les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate » et les carrousels de cibles. Le sous-ensemble 2 est composé de :

1. Une chambre UHV en acier inoxydable avec son châssis intégré. La chambre de dépôt doit être compatible des conditions UHV. La chambre doit être équipée de brides métalliques soudées. La pression de base de la chambre doit être inférieur à 10^{-9} mbar si elle est équipée de pompes compatible UHV et d'un système d'étuvage appropriés. La mesure de la pression s'effectue à l'aide d'une jauge baratron pour la plage de pression « process ». Il y aura aussi une jauge « pirani » pour la plage de haute pression et une jauge ionique pour la plage de basse pression. Une jauge « full range » combinant la mesure des hautes et basses pressions est aussi possible. Toutes les jauges proposées doivent pouvoir être soumise à un traitement thermique. La direction de dépôt est verticale et les cibles sont orientées face vers le haut.
La chambre sera placée sur un support en acier inoxydable. Plusieurs hublots plombés seront installés, pour contrôler visuellement les transferts et le dépôt. Il y aura aussi un hublot adapté d'entrée du laser (DN63CF) et de sortie (mesure de puissance) en quartz, transparent dans l'UV, ainsi qu'un hublot adapté à la mesure pyrométrique de température. La configuration de la chambre devra être pensée pour permettre l'ajout d'un système intégré de diagnostic *in situ* par des mesures de génération de seconde harmonique (SHG, second harmonique generation) pendant la croissance (brides disponibles et géométrie adapté pour l'excitation et la détection).

2. Un système de pompage pour enceinte PLD. Ce système de pompage pour chambre à vide comprend les éléments suivants :

- une pompe turbomoléculaire avec un débit de 700 L/s, refroidie par air. La pompe turbo est équipée d'un amortisseur de vibrations afin de réduire au minimum le bruit pendant les expériences RHEED.

- une pompe cryogénique associé à une pompe à sublimation de titane (TSP) permettant d'atteindre des pressions UHV (< 6 x 10^{-10} mbar).
- une vanne à moteur pas à pas UHV entre la chambre et la conduite de la pompe turbo. Cette vanne sert à contrôler la pression pendant le dépôt de film.
- une ligne de pompage primaire équipée d'une pompe à spirale de 6 m^3/h et d'une vanne d'isolation
- en fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur des pompes

Toutes les vannes du système sont à commande manuelle, à l'exception de la vanne à moteur pas à pas et de la vanne de la ligne de pompage primaire à commande pneumatique.
L'ensemble des composants électroniques et des câbles nécessaires au contrôle des pompes, de la vanne et des mesures/lectures de pression est inclus.

3. Un système de d'étuvage. Il est composé d'éléments chauffants et d'une tente d'étuvage ajoutés à l'installation, avec tout le nécessaire (alimentation et contrôle, rampe en température programmable) pour leur fonctionnement.

4. Une chambre de transfert pour échantillons et carrousel de cibles. Cette chambre de transfert est utilisée pour le transfert des échantillons et du carrousel de cibles vers la chambre de dépôt principale. La chambre de transfert est reliée à la chambre principale par une vanne à guillotine. Cette vanne est à commande manuelle. Une canne de transfert sera utilisée pour le transfert et devra être compatible avec les supports porte-échantillons fournis avec les enceintes interconnectées, les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « Omicron-plate » et les carrousels de cibles. Le sas de chargement est équipé d'un hublot permettant de surveiller la manipulation. Le sas de chargement est équipé d'une jauge de pression « full-range » (de préférence cathode-froide) et la remise à l'air se fait par introduction de N_2.

5. Un système de pompage pour la chambre de transfert (chargement/déchargement d'échantillon et carrousel de cibles). Ce système de pompage pour le sas de transfert est composé d'une pompe turbomoléculaire de 70 L/s assistée et connecté par une pompe à spirale de 6 m^3/h. La pompe turbo est refroidie par air. En fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur de la pompe turbomoléculaire.

6. Un système de chauffage d'échantillon, de préférence par laser, et compatible avec un chauffage résistif avec jusqu'à 5 axes de degrés de liberté. 2 porte-échantillons laser adaptés pour des substrats de 5 mm x 5 mm seront fournis. Le système sera composé de :
- un support de chauffage, suspendu au sommet de la chambre avec une platine manuelle XYZ avec une course de +/- 12,5 mm sur les axes X et Y et de 100 mm sur l'axe Z. Il permet un mouvement d'inclinaison pour modifier l'angle par rapport au système RHEED ; ce mouvement est commandé par un moteur pas à pas. Il permet une rotation azimutale supplémentaire autour de la normale au substrat. Cette rotation est commandée par un moteur pas à pas. La résolution des mouvements de rotation est supérieure à 0,1 degré.
- une armoire électronique pour la commande du système de chauffage, comprenant un régulateur de température permettant de contrôler la puissance délivrée par l'alimentation électrique au dispositif de chauffage.

- un système de chauffage par laser à diodes avec supports porte-échantillons correspondants compatibles, pouvant recevoir aussi des supports compatibles adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate ». Les porte-échantillons se chargent sur la platine réceptrice d'échantillons. Le système de chauffage par laser est livré avec une alimentation électrique et un système de pyromètre à régulation par rétroaction pour mesurer et contrôler la température (à l'arrière) des porte-échantillons. L'homogénéité thermique optimisée et température d'au moins 1100 °C pour des échantillons d'une taille maximale de 10 x 10 mm
- un système de chauffage résistif amovible avec thermocouple intégré (2 fournis), avec alimentation, contrôle et régulation de la température et de la puissance de chauffage
- un obturateur motorisé ou pneumatique pour protéger l'échantillon avant le dépôt

7. Une platine motorisée de cibles. Ce système de cibles pourra accueillir jusqu'à 5 cibles, avec possibilité de mouvement de balayage. Toutes les cibles seront montées sur un carrousel pouvant être chargé et déchargé via le sas de chargement. La sélection des cibles peut s'effectuer *in situ* et est commandée par un moteur pas à pas. Les cibles sont balayées selon un motif en zigzag pendant le dépôt à l'aide de deux moteurs pas à pas. La taille et la vitesse du balayage peuvent être réglées par l'opérateur.
Le système est livré avec l'ensemble des composants électroniques nécessaires à la sélection des cibles et au mouvement de balayage. La commande informatisée de la sélection des cibles offre également la possibilité de déposer des multicouches grâce à une sélection automatisée et à un contrôle du laser.

8. Un panneau de gaz et une entrée des gaz dans le système de dépôt. Le panneau de gaz permettra de contrôler les débits de gaz vers la chambre de dépôt. Il comprend trois régulateurs de débit massique d'un débit maximal de 20 SCCM (Ar, N_2 et O_2) et des vannes d'arrêt. Une dérivation d'oxygène à pression régulée permet d'introduire des pressions élevées, par exemple pour des études de recuit. Le contrôle de débit d'oxygène très petits devra également être possible. Une conduite de remise à l'azote de la chambre est incluse. Les vannes d'arrêt sont à commande électropneumatique. Les débits de gaz sont réglés sur les régulateurs de débit massique à l'aide de l'interface logicielle.

9. Un système RHEED pour le dépôt par laser pulsé. Ce système RHEED est compatible avec la haute pression pour la PLD. Le système se compose de :
- un canon RHEED de 30 keV avec électronique de commande
- platine d'inclinaison ou orienteur intégrée à commande manuelle, et un tube d'extension du canon RHEED permettant d'utiliser le RHEED à des pressions élevées allant jusqu'à 0,5 mbar
- une vanne supplémentaire à commande manuelle pour protéger le canon RHEED pendant la mise à l'air libre.
- un système de pompage pour le canon RHEED. Celui-ci comprend une pompe turbomoléculaire de 70 L/s pour le canon RHEED et une conduite de pompage pour le tube d'extension, avec une jauge de pression « pirani ».
- un écran au phosphore pour l'obtention d'images RHEED.
- un système de caméra pour l'imagerie RHEED et logiciel d'acquisition de données, version complète, compatible avec la géométrie RHEED. Ordinateur pour l'acquisition des données RHEED.

10. Une vanne sur le hublot de l'entrée du laser. Cette vanne à guillotine manuelle est placée entre le hublot de l'entrée du laser et la chambre à vide, de sorte que le hublot puisse être retirée du système sans qu'il soit nécessaire de purger la chambre. Le pompage et la purge

de l'espace situé entre la vanne et la fenêtre d'observation s'effectuent via un raccord de conduite de gaz muni d'une vanne manuelle reliée au sas de chargement.

11. Un hublot et une vanne pour la mesure de l'énergie laser. Ce hublot (DN63CF) en quartz et transparent dans UV est montée en face du hublot d'entrée du laser. Lorsque le carrousel de cibles est retiré, le faisceau laser sort de la chambre par ce hublot, ce qui permet de mesurer son intensité. Une vanne à guillotine manuelle empêche la contamination de la fenêtre d'observation pendant le dépôt.

12. Un wattmètre optique pour laser UV. Un wattmètre adapté à l'énergie et à la longueur d'onde du laser. Le wattmètre sera fourni avec une connexion USB et un logiciel de lecture, intégré avec le logiciel de commande PLD.

13. Ordinateur et logiciel avec contrôle laser. Il comprend :

- un écran plat, souris et clavier.
- un système d'exploitation : Microsoft Windows 10 ou version supérieure.
- des ports série supplémentaires pour la communication avec le système et câbles adaptés.
- un logiciel de contrôle du système. Ce logiciel permet de contrôler toutes les fonctionnalités automatisées du système, telles que le contrôle du chauffage, le contrôle de la cible, la lecture de la pression, etc. Le logiciel offre la possibilité de créer des recettes, c'est-à-dire des programmes de type macro qui automatisent (tout ou partie) du processus. Si le laser permet un déclenchement externe, il pourra être contrôlé depuis le logiciel.

Les éléments de ce sous-ensemble placés en contact avec le vide doivent être compatible UHV et étuvables.

3) Système optique et laser

Le sous-ensemble 3 permettra l'ablation des cibles placées dans les sous-ensembles 1 et 2 pendant le dépôt de film mince dans ces enceintes PLD. Il sera composé de :

1. un laser à excimère. Le laser à excimère à sortie UV pulsée devra présenter les caractéristiques suivantes :

- milieu actif : KrF
- longueur d'onde de sortie : 248 nm.
- énergie d'impulsion maximale : ~ 750 mJ
- puissance moyenne maximale : ~ 7.5 W
- fréquence de répétition maximale : jusqu'à 10 Hz

2. un système de guidage du faisceau pour deux systèmes PLD partageant un même laser excimère et adapté à la géométrie des enceintes PLD et la configuration des cibles. Les optiques de guidage du faisceau PLD seront intégrées dans un boîtier. Des rails optiques seront fournis, comprenant des pieds de support sur lesquels les composants optiques nécessaires pourront être placés. L'ensemble du rail optique et tous les composants seront logés dans un boîtier bloquant le rayonnement laser ultraviolet. Le boîtier sera constitué d'un châssis adapté avec des couvercles et comprendra différentes portes permettant d'accéder facilement aux composants optiques. Tous les supports/porte-composants nécessaires seront fournis. Les composants inclus sont des miroirs destinés à dévier le faisceau vers les chambres PLD. Un support troué pour sténopé est inclus. Ceux-ci servent à recadrer la partie

centrale du faisceau laser. Chaque système PLD est équipé d'un système de lentille distinct. La lentille sert à projeter le faisceau laser sur la cible. La distance focale de chaque lentille sera adaptée pour focaliser/imager le laser sur la cible ablatée dans la chambre des sous-ensembles 1 et 2. La lentille sera montée sur un rail optique pouvant se déplacer de long de la ligne du faisceau laser. Ce rail optique sera fixé à la chambre de dépôt des sous-ensembles 1 et 2. Pour les deux systèmes, la lentille sera placée sur un support permettant d'optimiser à distance la position de la lentille. La ligne de faisceau est équipée d'un système motorisé facilitant la commutation entre les deux chemins optiques menant à chaque enceinte PLD des sous-ensembles 1 et 2. L'intégration logicielle du fonctionnement du l'atténuateur sera incluse.

3. Un atténuateur de faisceau motorisé. Le système d'atténuateur motorisé sera intégré au système optique. Grâce à cet atténuateur, l'intensité du faisceau pourra être réglée entre 10 % et 90 % de la puissance de sortie du laser. Le système d'atténuateur est motorisé et tous les composants électroniques nécessaires seront fournis. De plus, l'intégration logicielle du fonctionnement de l'atténuateur sera incluse.

4. Système de mesure de puissance optique pour laser UV. Le dispositif de mesure de puissance laser sera adapté à l'énergie et à la longueur d'onde du laser. Le dispositif sera fourni avec une connexion USB et un logiciel de lecture, intégré aux logiciels de commande PLD.

5. Un asservissement au dispositif de sécurité de la salle dans laquelle le sous-ensemble sera installé. Ce dispositif de sécurité est un avertisseur lumineux à l'entrée de salle indiquant, lorsqu'il est allumé, que le laser en fonctionnement.

4) Enceinte de pulvérisation cathodique

Le système de pour le dépôt par pulvérisation cathodique de couches ultrafines métalliques au-dessus des couches d'oxydes réalisées dans les enceintes des sous-ensembles 1 et 2. Ce sous-ensemble 4 sera connecté au sous-ensemble 5 et le transfert, sous UHV, devra être possible entre les deux sous-ensembles pour les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate ». Le sous-ensemble 4 sera composé de :

1. Une chambre à UHV pour pulvérisation cathodique avec châssis en acier inoxydable. Chambre UHV pour dépôt par pulvérisation cathodique. La chambre sera équipée de bride métallique soudée ; la pression de base de la chambre sera inférieure à 10^{-7} mbar. La mesure de la pression s'effectuera à l'aide d'une jauge de pression « full-range » pour la plage haute et basse pression et d'une jauge baratron pour la plage de pression « process ». Le dépôt s'effectuera verticalement en géométrie confocale, le substrat étant orienté vers le bas et la cible vers le haut. Plusieurs hublots seront installés, avec des caches manuels. La chambre sera placée sur un support en acier inoxydable.

2. Un système de pompage pour la chambre à vide. Le système sera composé d'une pompe turbomoléculaire de 300 L/s, refroidie à l'eau. En fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur de la pompe. Une vanne à guillotine commandée par un moteur pas à pas est installée entre la chambre principale et la pompe turbo. Cette vanne à guillotine sert à contrôler la pression du processus. Une ligne de pompage primaire équipée d'une pompe à spirale de 6 m^3/h et d'une vanne d'isolation. Toutes les vannes du système, à l'exception de la vanne à guillotine principale, sont actionnées manuellement.

3. Platine porte-échantillons chauffante avec déplacement en Z. Le système de chauffage des échantillons et la platine sont suspendus au sommet de la chambre. Le chauffage est de type résistif amovible (2 porte-échantillons fournis). Pour la manipulation des échantillons, la platine est équipée d'un mouvement Z manuel permettant le réglage *in situ* de la distance entre la cible et le substrat. La température maximale est ~900°C.

4. Cathode de pulvérisation avec obturateur pneumatique. 3 cathodes différentes avec pour chacune une source de pulvérisation magnétron compatible avec des DC. La source est compatible UHV avec des cibles de 1 pouce de diamètre. Elle est équipée d'un obturateur à commande pneumatique. La configuration de la chambre devra permettre un accès facile aux 3 cathodes pour leur maintenance.

5. Alimentation courant continu pour sources de pulvérisation. L'alimentation courant continu est de 500 W pour sources de pulvérisation. Le système est livré avec les câbles nécessaires pour relier l'alimentation aux cathodes. L'alimentation des cathodes ne nécessitent pas de débrancher les câbles (proposition avec plusieurs alimentations ou proposition avec une seule alimentation et un sélecteur de cathode).

6. Un panneau de gaz et une entrée dans le système de dépôt. Le panneau de commande des gaz permet de réguler les débits de gaz dans la chambre de dépôt. Ce panneau comprend au minimum deux régulateurs de débit massique (Ar, N_2) d'un débit maximal de 20 SCCM, ainsi que des vannes d'arrêt. Une conduite de remise à l'azote de la chambre est incluse. Les vannes d'arrêt sont à commande électropneumatique. Les débits de gaz sont réglés sur les régulateurs de débit massique à l'aide de l'interface logicielle.

7. Ordinateur et logiciel avec contrôle laser. Il comprend :

- un écran plat (24 pouces minimum), souris et clavier.
- un système d'exploitation : Microsoft Windows 10 ou version supérieure.
- des ports série supplémentaires pour la communication avec le système et câbles adaptés
- un logiciel de contrôle du système. Ce logiciel permet de contrôler toutes les fonctionnalités automatisées du système, telles que le contrôle du chauffage, le contrôle de la cible, la lecture de la pression, etc. Le logiciel offre la possibilité de créer des recettes, c'est-à-dire des programmes de type macro qui automatisent (tout ou partie) du processus.

Les éléments de ce sous-ensemble placés en contact avec le vide doivent être compatible UHV et étuvables.

5) Tunnel de transfert sous ultravide

Ce sous-ensemble consistera en un tunnel UHV (ultravide) spécialement conçu pour pouvoir interconnecter plusieurs enceintes sous UHV. Le transfert d'échantillon entre les différentes enceintes des sous-ensembles 1, 2 et 4, par l'intermédiaire du sous-ensemble 5, devra être compatible avec les supports porte-échantillons fournis avec les enceintes interconnectées, les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate » et éventuellement avec les carrousels de cibles. Le sous-ensemble 5 offrira également la possibilité (canne compatible et visibilité adaptée) de transférer une plaquette de type « flag-style » ou « omicron-plate » entre les différents supports compatibles des sous-ensembles 1, 2 et 4. Le sous-ensemble sera être opéré à une pression de base < $1x10^{-9}$ mbar. Ce sous-ensemble sera composé de :

1. Plusieurs segments de transfert linéaire, avec une longueur totale inférieure à 7 m. Chaque segment est composé de :

- un tube UHV avec un châssis intégré et un rail interne
- une vanne d'isolation UHV
- un soufflet flexible UHV pour isoler les phénomènes de vibration
- une canne de transfert UHV
- un interrupteur de position
- un indicateur visuel externe de positions

Le design doit permettre la modularité et l'extension par l'ajout d'autres segments éventuels. Au moins un segment « libre » devra être inclus pour permettre l'ajout ultérieure d'une chambre de caractérisation *in situ* ou une chambre pour connecter une valiser de transfert d'échantillon.

2. Un rail de transfert motorisé et un chariot. Ce chariot doit pouvoir :

- se déplacer le long du rail interne grâce à un entraînement motorisé
- être commandé par un logiciel dédié permettant de programmer les positions de transfert
- être compatible les supports porte-échantillons fournis avec les enceintes interconnectées, les supports adaptés pour plaquettes de type « flag-style » ou « Omicron-plate »
- disposer d'un espace de rangement pouvant accueillir plusieurs supports précédemment cités.

3. Un sas d'introduction pour le chargement/déchargement d'échantillon. Ce sas est intégré dans un seul segment pour le remplacement des échantillons. Il est équipé de :

- une pompe turbomoléculaire de 70 L/s
- en fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur de la pompe
- une ligne de pompage primaire équipée d'une pompe à spirale de 6 m^3/h et d'une vanne d'isolation
- une jauge « full range » (de préférence cathode-froide) pour le contrôle de la pression

La remise à l'air se fait par introduction de N_2.

4. un système de pompage composé de :

- 2 pompes turbomoléculaires équipées chacune d'une ligne de pompage primaire équipée d'une pompe à spirale de 6 m^3/h et d'une vanne d'isolation
- pompe à sublimation de titane (TSP) pour atteindre des pressions UHV (< 10^{-9} mbar)
- d'une jauge de pression « full-range »

Le système de pompage doit atteindre une pression inférieure à 1×10^{-9} mbar après étuvage. En fonction de la géométrie du système de pompage, des grilles de protection seront installées pour éviter la chute d'objet (notamment des échantillons) à l'intérieur des pompes.

5. Système d'étuvage pour le sous-ensemble 5. Il est composé d'éléments chauffants à ajoutés à l'installation, avec tout le nécessaire (alimentation et contrôle) pour leur fonctionnement.

6. Un logiciel de commande à partir d'un ordinateur de commande dédié inclus. Le logiciel permet de gérer :

- le fonctionnement du système de pompage
- la surveillance de la pression
- le déplacement et le positionnement du chariot de transfert

7. Un logiciel de supervision de toutes les pressions (sauf process) de toutes les jauges des sous-ensembles 1, 2, 4 et 5. Les valeurs de pression récoltées et identifiées apparaitront sur un écran suffisamment grand pour être observées depuis plusieurs endroits de la salle dans laquelle la plateforme sera installée. Une supervision des paramètres des pompes turbomoléculaires (courant, fréquence, température) des sous-ensembles 1, 2, 4 et 5. Les valeurs de récoltées et identifiées apparaitront sur un écran suffisamment grand pour être observées depuis plusieurs endroits de la salle dans laquelle seront installés les sous-ensembles.

Les ordinateurs pour la supervision des sous-ensembles 3 et 5 pourront éventuellement être réunis en un seul ordinateur.
Les éléments de ce sous-ensemble placés en contact avec le vide doivent être compatible UHV et étuvables.

PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES OBLIGATOIRES

PSE 1. Propositions d'extension de garantie d'une année au-delà de la durée minimale d'une année exigée (deux années de garantie au total).

PSE 2. Proposition de prix pour un support porte-échantillons compatible avec le chauffage laser et adapté aux plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate » (avec 2 plaquettes).

PSE 3. Proposition de prix pour un support porte-échantillons compatible avec le chauffage résistif amovible et adapté aux plaquettes de type « flag-style » ou « omicron-plate » (avec 2 plaquettes).

PSE 4. Proposition de prix pour deux carrousels de cibles (5 cibles) adapté aux sous-ensembles 1 et 2.

PSE 5. Proposition de prix pour trois supports porte-échantillons supplémentaires et compatibles avec le chauffage résistif amovible.

PSE 6. Proposition de prix pour deux hublots d'entré laser en quartz et transparents dans l'UV adaptés aux sous-ensembles 1 et 2.

PSE 7. Proposition d'une solution de chauffage sur le sas de transfert du sous-ensemble 2, adapté aux portes échantillons type laser et type résistif. Ce poste de chauffage doit permettre de dégazer le support avant son introduction dans la chambre de dépôt.

PSE 8. Proposition d'une alternative au laser à excimère (item 1, sous-ensemble 4) avec un laser Nd:YAG et les modules de génération d'harmoniques et optiques adaptés pour obtenir une longueur d'onde de 266 nm, énergie d'impulsion maximale ~100 mJ et fréquence de répétition maximale de 10 Hz.

PSE 9. Ajout d'une mesure et lecture de pression sur contrôleur des lignes de pompage primaire des sous-ensembles 1, 2, 3 et 5. Supervision à partir de l'ordinateur du sous-ensemble 5.

PSE10. Proposition d'une solution pour placer à la surface d'un échantillon un masque afin de définir des motifs réguliers avec le dépôt de métaux et équipant le sous-ensemble 4. Le masque, dont l'aspect précis sera discuté après notification, comportera des motifs d'une taille minimale de l'ordre de 50 µm et maximale de l'ordre de 1000 µm avec une résolution de l'ordre de 5 µm. Il devra couvrir une surface d'au moins 5 mm x 5 mm.
PSE11. Proposition d'une solution de diagnostic *in situ* basée sur la génération de deuxième harmonique pour la caractérisation de propriétés fonctionnelles du film pendant le dépôt dans le sous-ensemble 2. Intégration et adaptation du laser et des optiques laser d'excitation. Intégration et adaptation de la photo-détection. Logiciel de contrôle et visualisation.

PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES FACULTATIVES

PSE12. Chauffage de substrat adaptable sur une bride de 200 CF avec un élément chauffant amovible pouvant atteindre 900°C. Mesure de la température : thermocouple intégré. Déplacement manuel sur l'axe Z (course de 100 mm). Électronique : système de commande avec régulateur de température et alimentation électrique dédiée.

PSE13. Porte cibles adaptable sur une bride de 200 CF, avec une capacité jusqu'à 4 cibles et avec mouvement de rotation. Sélection motorisée des cibles, oscillation des cibles pour une couverture complète de leur surface. Électronique : système de commande pour la sélection des cibles, la rotation et l'oscillation, permettant un dépôt multicouche automatisé et des processus pilotés par des recettes avec un ordinateur et un logiciel dédié.

PSE14. Panneau de gaz permettant le contrôle du débit de gaz. Il comprend deux régulateurs de débit massique d'un débit maximal de 20 SCCM (N_2 et O_2) avec deux régulateurs de débit massique avec vanne d'arrêt électropneumatique. Conduites séparées pour l'oxygène et l'azote. Débit de gaz réglable via une interface logicielle.

PSE15. Proposition d'une solution pour raccorder une valise de transfert (non comprise dans le marché) au sous-ensemble 5. Cette disposition doit permettre le chargement/déchargement de plaque échantillon du type « flag-style » entre la valise et un support porte échantillons adapté plaque échantillon du type « flag-style » utilisés dans les sous-ensembles 1,2 et 4.

PSE16. Système de balayage laser avec lentille motorisée alternatif pour les chambres PLD. Il s'agit d'un ensemble complet comprenant tous les composants, les commandes, le logiciel et l'ordinateur nécessaires à la configuration de balayage à lentille 2D. La lentille de 100 mm (non fournie) sera montée sur une platine de balayage linéaire 2D, commandée par deux moteurs pas à pas. Ce balayage de la lentille permet de balayer le spot projeté sur la cible, afin d'améliorer l'homogénéité de la croissance sur des zones de substrat plus étendues. Le dispositif est monté sur un rail optique qui supporte également un miroir (non fourni) guidant le faisceau du laser vers l'objectif. Le système comprend le rail optique, les supports nécessaires, les montants, les fixations de montants, les pinces et le support de table. Il comprend un logiciel avec des formes de balayage préprogrammées, par exemple des zones de balayage carrées et rondes. L'électronique, les câbles et l'ordinateur sont inclus. Un moteur pas à pas pour la sélection de la cible et le déclenchement du laser avec une commande logicielle seront aussi proposé.

PSE17. Identification par gravure distincte de tous les supports échantillons et cibles (numérotation).

1.3 - Prestations annexes

1.3.1 – Formation sur site

Une formation sur site sera proposée pour la prise en main de la plateforme à l'issue de la livraison des prestations. Elle conclura le service fait et marquera le point de départ du délai de garantie.

1.3.2 - Garantie des prestations

Les prestations livrées font l'objet d'une garantie minimale d'un an, 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 (service fait).

1.3.3 - 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.

1.3.4 – Enlèvement des matériels

Sans objet

Article 2 - Localisation et temporalité

2.1 - Lieux d'exécution

Université de Caen Normandie
Laboraroire CRISMAT
6 boulevard du Maréchal JUIN
14050 Caen, France

2.2 - Date et délai d'exécution et reconduction

2.2.1 - Date de démarrage

Le présent marché débute à sa notification

2.2.2 - Délai d'exécution et prolongation

Le délai d'exécution du présent marché est fixé dans l'acte d'engagement. Ce délai comprend la livraison, l'installation, la mise en service et la formation sur site.

Une prolongation du délai d'exécution peut être accordée par le pouvoir adjudicateur dans les conditions de l'article 13 du CCAG-FCS.

2.2.3 – Délais des bons de commande / marchés subséquents

Sans objet

Article 3 - Dispositions générales du contrat

3.1 - Type d'accord-cadre

Sans objet

3.2 - Marché complémentaire / Prestations similaires

3.2.1 - 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 marchés ayant pour objet des livraisons complémentaires.

Chaque nouveau marché doit être conclu dans les trois ans à compter de la notification du présent marché.

3.2.2 - Prestations similaires

Sans objet

3.3 - Exclusions

Sans objet

3.4 - 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) et son annexe financière
- 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 tels que : acte de sous-traitance, DC4, avenants... (hormis les modifications relatives aux documents cités ci-dessus qui s'appliquent au niveau de la pièce modifiée).

Article 4 - 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 5 - Prix

5.1 - Caractéristiques des prix pratiqués

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.

Les prestations sont réglées par un prix global forfaitaire selon les stipulations de l'acte d'engagement.

5.2- Modalités d'actualisation des prix

Les prix sont fermes, et non actualisables.

5.3- Modalités de révision des prix

Les prix sont fermes, et non révisables.

Article 6- Clause « sauvegarde »

Sans objet

Article 7- 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 du marché 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 8- Modalités de règlement des comptes

8.1- 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 prestations réalisées).

8.2 - 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*

8.3 - 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.

8.4 - 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 doit 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 9 - 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 10 - Pénalités

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

10.1 - 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

10.2 - 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.

10.3 - 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 11 - 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 12 - 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 13 – Constations de l'exécution des prestations

13.1 - 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.

13.2 - 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 14 - Assurances

Conformément aux dispositions de l'article 9 du CCAG-FCS/CCAG-TIC, 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 15 - Résiliation du contrat

15.1 - Conditions de résiliation

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.

15.2 - 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 16 - 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 17 - 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 18 - 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

L’article 15.1 du présent CCP déroge aux articles 38 et suivants du CCAG-FCS