



Bâtiment Agrobiotech
Site de Sophia Antipolis
Réfection des pièces climatiques
Cahier des charges techniques et
fonctionnelles

Mai 2026 - Indice 1.3



Programme Technique et Fonctionnel

	Cahier des charges techniques et fonctionnelles
	Tableaux des caractéristiques des chambres climatiques
	DPGF

Suivi des mises à jour

Version	Date	Rédaction	Relecture	Observations
1	02 Mars 2026	S. Batonneau		Première diffusion 2BC
2	03 Mars 2026	S. Batonneau		Actualisation phasage
3	13 Avril 2026	S. Batonneau		Actualisation
4	15 Mai 2026	S. Batonneau		Actualisation

Table des matières

A. Éléments Préliminaires	4
A.1. Mode d'emploi du cahier des charges	5
B. Cahier des charges	6
B.1. Contexte de l'opération	7
B.2. Présentation de la maitrise d'ouvrage	8
B.2.1. La Maitrise d'Ouvrage	8
B.2.2. Pilotage de l'opération	8
B.3. Le projet	8
B.3.1. Localisation	8
B.3.2. Limites de prestations	9
B.3.3. Contraintes et exigences générales	10
B.3.4. Spécificités par corps d'état	13
B.3.5. Phasage des travaux	21
C. Annexes	22
C.1.1. Séquence opérationnelle Bâtiment D	23
C.1.2. Phasage opérationnel Bâtiment C	23
C.1.3. Expression des besoins	23
C.1.4. Faisabilité bâtiment D chambres CC1	24
C.1.5. Faisabilité bâtiment C chambres CC2	24
C.1.6. Implantation des groupes froids sur la dalle béton	24
C.1.7. Conception programmatique d'une chambre de culture type	24
C.1.8. Bilan de puissance	24
C.1.9. Planning général de l'OPC	24
C.1.10. DCE des marchés de travaux : Réfection des installations de chauffage et rafraîchissement	24

A. ÉLÉMENTS PRELIMINAIRES

A.1. Mode d’emploi du cahier des charges

Le cahier des charges exprime les choix et contraintes techniques et fonctionnelles à intégrer dans le cadre du Marché Public de fournitures pour la réfection des pièces climatiques (chambres de cultures) du bâtiment Agrobiotech, site de Sophia Antipolis. Ce cahier technique intègre l’ensemble des éléments nécessaires à la réalisation des prestations.

Ce cahier des charges ne présente pas d’approximations. Il fournit des choix techniques qui permettent d’assurer le déroulement du projet sans remise en cause fondamentale.

Il constitue le document socle à partir duquel le fournisseur s'engagera sur les partis techniques, d'aménagement, de fonctionnement, sur les coûts, sur le phasage, sur les délais, sur les phases de réception, de qualification, de formation, d'accompagnement et de garanties.

Il correspond donc au cahier des charges techniques et fonctionnelles de l’opération.

B. CAHIER DES CHARGES

B.1. Contexte de l'opération

Depuis sa construction en 2004, le bâtiment Agrobiotech connaît sur l'ensemble du bâtiment des dysfonctionnements au niveau des circuits fermés de distribution d'eau chaude (EC), eau glacée positive (EG+) et d'eau glacée négative (EG-).

Le bâtiment est localisé à Sophia Antipolis (06) et dispose d'une SHON de l'ordre de 11 500 m² répartie sur 4 ailes et 4 niveaux. Ces dysfonctionnements sont liés à la conception et à la réalisation des installations, en particulier des sous dimensionnements et des choix inappropriés dans la mise en œuvre des matériaux.

Du fait des éléments évoqués ci-dessus, les circuits de distribution (tubes et calorifuge) sont corrodés et détériorés de façon très préoccupante : des percements de plus en plus fréquents ont lieu sur les différents réseaux.

Le bâtiment dispose d'une cinquantaine de pièces climatiques (phytotrons) permettant l'étude d'organismes vivants. Ces pièces sont à repenser complètement, d'autant qu'elles sont très dégradées consécutivement aux dysfonctionnements constatés (excès d'humidité donc corrosion et moisissures).

La phase d'expertise technique judiciaire étant terminée, il y a lieu de procéder aux opérations de reprise.

Au vu de la complexité technique rencontrée et de l'infructuosité d'une consultation en conception réalisation sur la totalité du projet, INRAE a décidé de lancer 2 procédures distinctes en marché négocié :

- Un marché de travaux en lots séparés de réfection des installations de chauffage/rafraichissement non-process chambres de culture et de réaménagement partiel du bâtiment Agrobiotech. Projet dénommé « Réfection des installations de chauffage et rafraichissement »
 - La maîtrise d'œuvre est assurée par
OTEIS
51, Avenue Simone Veil
06200 NICE
- Le DCE travaux est joint en annexe du présent appel d'offre.
- La conception/réfection des pièces climatiques, **objet de la présente consultation de marché de fourniture d'équipements**, dans un contexte scientifique qui a évolué depuis la construction en 2004, ce qui demande à repenser le dispositif expérimental, en particulier en proposant un traitement performant des pièces climatiques et indépendant des réseaux de confort. Ces pièces climatiques devront répondre aux exigences scientifiques, tenir compte des évolutions technologiques et des enjeux économiques d'exploitation et de maintenance.

La fourniture et l'installation des équipements liés à la réfection des pièces climatiques devront être coordonnés avec l'opération de réfection du système de chauffage/rafraichissement du bâtiment. Dans ce cadre, une mission de coordination est attribuée à la maîtrise d'œuvre, titulaire du marché de réfection des installations de chauffage/rafraichissement avec lequel le titulaire du présent marché devra soumettre ses documents d'étude et de planification.

Un seul et même OPC a été choisi par la maîtrise d'ouvrage pour également coordonner l'exécution des travaux de ces 2 marchés dans le cadre contraignant d'une continuité de service des activités de recherche et en milieu occupé.

Le CSPS est commun aux 2 marchés

- Bureau Veritas
LES ALGORITHMES – BATIMENT PYTHAGORE A - 2000 ROUTE DES LUCIOLES – CS 80055
06901 SOPHIA ANTIPOLIS CEDEX

L'OPC est commun aux 2 marchés

- SAS BET DIMA
« Le Patricia »
2ème étage – Gauche
146 avenue du Maréchal Juin
06700 SAINT-LAURENT DU VAR

Le bureau de contrôle est commun aux 2 marchés

B.2. Présentation de la maitrise d'ouvrage

B.2.1. La Maitrise d'Ouvrage

Le pouvoir adjudicateur est :

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT

Etablissement public de l'Etat à caractère Scientifique et Technologique

228 route de l'Aérodrome – Domaine St Paul – Site Agroparc – CS 40509

84914 AVIGNON Cedex 9

B.2.2. Pilotage de l'opération

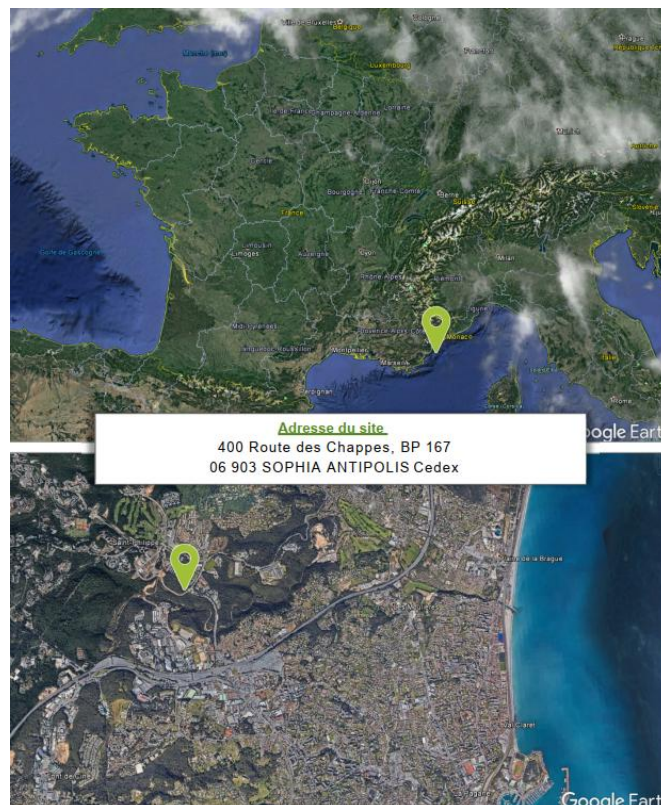
Le pilotage de l'opération est assuré par la direction de l'immobilière de l'INRAE avec son antenne technique site de Sophia Antipolis.

L'équipe projet de proximité est composée de référents techniques et exploitation de site, de référents sur le pilotage des chambres de culture, de référents scientifiques.

B.3. Le projet

B.3.1. Localisation

Le site est localisé au cœur de la technopole de Sophia-Antipolis au cœur des Alpes- Maritimes.



Le bâtiment Agrobiotech est divisé en 4 ailes ABCD. Les chambres de culture à réaliser sont implantées au niveau RdC des ailes C et D.



B.3.2. Limites de prestations

Rappel : La prestation de fourniture s'inscrit dans une opération plus globale avec la réalisation de travaux de réfection des installations de chauffage et rafraîchissement du bâtiment. Il y a donc une imbrication et une interface entre les 2 opérations.

Ce qui est dû par le titulaire du présent marché :

- L'ensemble des études, les réception et les qualifications

- L'ensemble des éléments de second œuvre (Mur, sol, plafond, portes) constituant les chambres de culture et les couloirs techniques associés dont les parois diffusantes.
- L'ensemble des utilités techniques concernant la partie Chauffage Ventilation Climatisation des chambres de culture dont les primaires chaud/froids, la gestion de l'hygrométrie.
- L'ensemble des utilités courants forts et faibles depuis le TGBT ou armoires principales bâtiment dont les luminaires LED de confort et d'expérimentation, les prises électriques.
- L'ensembles des aménagements intérieurs comme les tablars en inox 304L multi-niveaux sur pieds, les bâtis techniques supports process en aluminium (mécano) en fond de salle avec fixations au sol et plafond.
- L'ensemble des accessoires de plomberie tels que des éviers, de la robinetterie et vannes associées.
- La GTC chambres climatiques avec la remonté d'information sur la GTB du bâtiment.
- Les tests de qualification

Ce qui est exclu du présent marché de fourniture :

Les prestations du marché de travaux du projet « Réfection des installations de chauffage et rafraîchissement », (l'autre opération) assureront :

- L'ensemble des déposes des existants
- Les percements et réservations nécessaires
 - o Par contre les dimensionnements et propositions d'implantations sont dus par le titulaire du présent marché de fourniture
- La distribution des primaires en eau en attente au droit des chambres de cultures
 - o Par contre le raccordement est du par le titulaire du présent marché de fourniture
- La création des évacuation des EUL
 - o Par contre le raccordement des éviers sont dus par le titulaire du présent marché de fourniture
- La création du réseaux de ventilation hygiénique
 - o Par contre les raccordements et organes de réglage des chambres climatiques sont dus par le titulaire du présent marché de fourniture
- Le second œuvre (mur, sol, plafond, porte) dont les laboratoires spécifiques, les antichambres et circulations générales
 - o hors chambres de culture et couloirs techniques dus par le titulaire du présent marché de fourniture
- Le TGBT et armoires principales.
 - o Par contre les distributions secondaires et terminales, disjoncteurs inclus sont dus par le titulaire du présent marché de fourniture
- Les baies de brassage VDI
 - o Par contre les besoins en câblage et prises RJ45 (ou bus de communication) sont dus par le titulaire du présent marché de fourniture
- La dalle béton pour accueillir les groupes froids

B.3.3. Contraintes et exigences générales

L'objectif d'un tel projet consiste à fournir au maître d'ouvrage l'assurance de disposer d'un équipement pérenne, apte à intégrer de futures évolutions et dont les performances satisferont, tant les besoins des usagers et la qualité des travaux de recherche, que l'optimisation de l'exploitation et la maintenance du site.

Les éléments indiqués dans le présent programme sont exprimés normalement en termes d'exigences et de performances à atteindre sans exprimer de solutions abouties mais en définissant les principes attendus.

Lorsqu'une référence ou une solution est évoquée, il s'agit, le plus souvent, de donner un exemple des attentes et du niveau minimal de qualité correspondant.

Le candidat devra s'attacher à fournir les réponses efficientes dans le meilleur rapport qualité/coût, dans une approche de coût global intégrant une bonne prise en compte de la problématique de maintenance notamment par la limitation des coûts d'exploitation. Une évaluation du coût global du projet sera demandée à chaque phase et chaque proposition ou variante devra être justifiée par son impact sur le coût global.

Dans certains cas, un choix de principe pourra être expressément exprimé et imposé dans le présent programme, le candidat devant en tirer les conséquences concrètes en termes d'application et de réalisation. En cas de contradiction, les exigences les plus contraignantes seront retenues.

Le présent programme décrit les exigences auxquelles le Maître d'Ouvrage est particulièrement attaché et rappelle certaines contraintes et éléments réglementaires incontournables. Il ne libère aucunement le candidat de ses obligations en matière de respect des règles de l'art, ni du respect des réglementations et normes applicables à ce type d'ouvrage.

Les matériaux et matériels composant les ouvrages doivent être agréés pour leur emploi. Cet agrément porte notamment sur la nature, la qualité et la mise en œuvre des composants. Il est obtenu après contrôle de conformité aux textes réglementaires. Un autre agrément qui porte notamment sur la nature, la qualité, la forme, les coloris, l'adéquation de l'emploi sera délivrée par le Maître d'Ouvrage.

Toute marque ou référence donnée est indiquée à titre de qualité recherchée et non comme une contrainte d'utilisation. Tout autre produit techniquement équivalent peut être utilisé. La contrainte de maintenabilité et d'uniformité des équipements est un élément déterminant.

La présente opération s'inscrit dans un établissement où des protocoles, équipements techniques et contrats de maintenance sont déjà mis en place. Le candidat sera donc contraint de proposer des solutions et équipements techniques compatibles avec celles et ceux existants et apporter l'ensemble de la documentation et formation afin d'assurer la continuité de maintenance des ouvrages ainsi que d'assurer la bonne prise en mains des installations par les scientifiques et leur continuité de maintenance.

B.3.3.1. Contraintes réglementaires

Un certain nombre de normes et de réglementations s'applique au bâtiment et à ses installations. Les exigences décrites dans le présent programme technique ne se substituent pas à celles-ci mais s'y ajoutent.

Tous les travaux nécessaires au parfait et complet achèvement des ouvrages et au parfait fonctionnement des installations devront être prévus. Ils seront conçus et réalisés suivant les règles de l'art et devront être en conformité avec les normes françaises homologuées (NF) éditées par l'AFNOR et les documents techniques unifiés (DTU).

Les exigences techniques et fonctionnelles du maître d'ouvrage ne diminuent en rien la responsabilité du candidat qui reste seul juge de la manière de respecter à la fois les exigences et la réglementation en vigueur. Les textes réglementaires ne sont pas tous rappelés, ils doivent être connus du candidat.

B.3.3.1. Contraintes opérationnelles de l'INRAE

Le respect du planning et de son phasage est un enjeu majeur pour l'INRAE. Afin d'assurer la continuité des activités scientifiques, il est essentiel de neutraliser l'usage des pièces climatiques le moins longtemps possible. Toute dérive sera fortement sanctionnée (voir les clauses du CCAP).

B.3.3.2. Type de documents

Les types de documents de référence à considérer sont les suivants :

- Les règlements communautaires, les directives et l'ensemble des textes régissant la réglementation française éditée sous forme de lois, ordonnances, décrets, arrêtés, circulaires et codes ;
- Les normes ;
- Les prescriptions techniques ;
- Les règles et recommandations particulières, propres à chaque catégorie professionnelle ;
- Les avis techniques ;
- Les règlements particuliers applicables sur le lieu du projet.

Le candidat doit être particulièrement vigilant sur la réglementation concernant le code du Travail et la réglementation ERP type W.

Le présent projet ne traite pas de la production d'eau chaude sanitaire du site, toutefois, si des modifications des unités de productions d'ECS s'avèrent nécessaires pour le bon fonctionnement du projet, le candidat devra prendre en compte la réglementation légionelle.

B.3.3.3. Exigences générales

Tous les ouvrages doivent respecter les impératifs généraux suivants :

- Résistance des structures, matériaux et matériels ;
- Normalisation et cohérence des éléments de construction ;
- Fiabilité de fonctionnement des installations techniques ;
- Homogénéité et compatibilité des marques et des produits, possibilité d'approvisionnement aisée ;
- Continuité des expérimentations ;
- Centralisation des principales commandes, alimentation électrique, sécurité, etc... ;
- Sécurité contre les risques d'incendie.

Le candidat doit veiller à ce que les réseaux et les installations techniques liés aux pièces climatiques soient accessibles (respect du Code du Travail) et puissent être entretenus par le personnel des équipes de maintenance du site en limitant au maximum le recours à des organismes extérieurs.

Les travaux ne devront en aucun cas atteindre à la solidité du bâtiment. Toute modification des éléments de structure (nouveaux percements et ouvertures) devra être justifiée par note de calcul réalisée par un bureau d'études compétent à la charge du candidat.

Le projet porte sur :

- La réfection complète des réseaux thermiques associés aux pièces climatiques ;
- L'installation d'une nouvelle production d'eau glacée dédiée « Process » ;
- La réfection complète des pièces climatiques aux niveaux C0 et D0 ;

- Le réaménagement des zones modifiées en C0 et D0 hors chambres climatiques est porté par les entreprises du projet « Réfection des installations de chauffage et rafraîchissement »

Le candidat, dans le cadre du projet, doit prendre en compte l'impact de l'ensemble des contraintes générées par le caractère occupé des locaux en phase de travaux : sécurité des occupants, nuisances acoustiques, continuité des expérimentations...

Les modules devront pouvoir ponctuellement être isolés (fermeture des entrées/sorties d'air) afin d'y effectuer des traitements phytosanitaires si nécessaire.

Les pièces expérimentales doivent pouvoir être arrêtées individuellement lors des périodes sans expérimentation afin de réduire au maximum le coût de fonctionnement général.

B.3.4. Spécificités par corps d'état

B.3.4.1. Plomberie

Les travaux devront être réalisés conformément (non exhaustif) :

- DTU 60.1 – Travaux de plomberie sanitaire ;
- DTU 60.11 – Règles de calculs ;
- DTU 60.5, 60.31 à 60.33 – Canalisations

Il sera notamment prévu l'installation d'évier démontable cuve 0.6x0.45x0.35m en PEHD avec robinetterie manuelle col de cygne eau froide et siphon.

Les éviers seront fixés sur le bati technique support process par simple boulonage sans perçement.

B.3.4.2. Cloisons et plafonds salle blanche

Les cloisons et plafonds préfabriqués de type panneaux salles blanches seront utilisés la conception des chambres de culture. Des matériaux similaires tels que des panneaux en résine thermodurcissable, Trespa ou équivalent (cloison compact), peuvent également convenir à ce type d'activité, notamment pour des raisons de robustesse au choc.

Il ne sera pas prévu de congés d'angle mais une finition soignée siliconnée.

Pour la diffusion de l'air dans les chambres, il sera privilégié la notion de paroi soufflante perforée.

Dans un souci d'économie financière et de matériaux, le candidat proposera un maximum de pièces climatiques accolées avec parois communes.

Les portes d'accès aux modules seront également isolées et étanches de type salle blanche avec un joint statique 4 faces. Les matériaux choisis seront de qualité et durables. Des hublots rectangulaires affleurants seront prévus. Une obturation par panneau aimanté sera mise en œuvre pour limiter les impacts des éclairages du couloir sur les chambres. Une alternative avec du vitrage inactinique pourra être prévue par le candidat.

Le candidat devra prévoir l'ensemble des raccordements en fluides humides et secs (alimentations, évacuations...) et toutes les vérifications nécessaires afin d'assurer le bon fonctionnement de ses installations.

Le candidat devra prévoir l'ensemble des interfaces entre les différents corps d'état afin d'assurer le fonctionnement complet des modules climatiques selon les besoins d'INRAE.

L'ensemble des équipements (parois, tabliers, tuyauterie...) présents dans les pièces climatiques doit être compatibles avec la culture de plante et les conditions climatiques associées (température, hygrométrie, éclairage...). Ces éléments ne devront pas relarguer de produits volatiles ou de métaux/polymères susceptibles de modifier le développement ou l'état physiologique des plantes.

Les percements seront minutieusement rebouchés et offrir une parfaite étanchéité à l'air.

B.3.4.3. Sol souple

Le classement U.P.E.C. caractérise les performances d'un ouvrage de revêtement de sol et celles des matériaux qui le composent :

U : usure,

P : poinçonnement (ou usure par impact),

E : niveau de protection vis-à-vis de l'eau ou de l'humidité,

C : résistance aux agents chimiques.

Sera U4P3E3C2

Le revêtement sera traité bactériostatique et fongistatique. Il sera traité avec une couche d'usure.

B.3.4.4. Bati technique support process

Le bati technique sera en aluminium, fixé au sol et au plafond, avec des lisses fixes hautes et basses complétées de 4 lisses intermédiaires réglables en hauteur par simple boulonage.

Ce bâti doit permettre d'accueillir les équipements supports à l'expérimentation comme :

- Evier
- Production d'eau
- Tablette avec ordinateur
- Instruments scientifiques

Le bâti devra être capable de porter jusqu'à 150kg de charge avec un léger déplacement du centre de gravité porté à 0.25m de l'axe de la structure.

Le bâti sera légèrement décalé du fond de la chambre de culture pour faciliter l'installation des équipements.



B.3.4.5. Conditions d’ambiance

Gamme de consigne

La gamme de température programmable s’étend sur les plages figurant sur le tableau des caractéristiques.

La tolérance est fixée à $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (ex : pour une consigne de 17°C , la température doit à tout moment se situer entre 16°C et 18°C et ceci mesuré dans la zone d’expérimentation de la plante).

Stabilité

Le système doit permettre d’obtenir une stabilité de la température et d’éviter un phénomène de pompage avec des oscillations notables et constantes (ex : pour une température de consigne de 17°C , la température ne doit pas, en permanence, osciller entre 16°C et 18°C).

Ces critères doivent être remplis quelles que soient les consignes demandées (plage de température, jour, nuit, intensité d’éclairage, hygrométrie ...).

Homogénéité

En tout point de la pièce, la tolérance est fixée à $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (ex : pour une consigne de 17°C , la température doit rester, dans le pire scénario, entre 16°C et 18°C au niveau de la sonde de régulation, et, toujours dans le pire scénario, entre 14°C et 20°C en tous points de la pièce (autre que la zone d’expérimentation de la plante (couloir central, coin supérieur gauche, coin inférieur droit...)).

Toutes solutions techniques permettant d’améliorer cette tolérance, en particulier au niveau des volumes de travail (canopée des plantes) seront les bienvenues.

Hygrométrie

Il est demandé la maîtrise d’une hygrométrie générale par déshumidification avec une valeur $< 90\%$.

En cas d’expérimentation nécessitant une hygrométrie plus contrôlée, un dispositif d’hygrométrie portatif sera installé à la charge de la MO.

Vitesse d’air

Les vitesses d’air mesurées dans la zone d’expérimentation de la plante ne devront pas dépasser le 0.2 m s^{-1} .

Chauffage, Ventilation et Climatisation

La production de froid se fera par l’intermédiaire de 2 groupes de froid dimensionnés chacun à 100% des besoins et fonctionnant 1 semaine sur 2.

Ils seront installés sur la dalle béton.

La panoplie de distribution se fera de manière à permettre un isolement de chacune des salles sans impact sur les autres. Chaque bâtiment C et D comportera sa propre panoplie.

Les besoins en chaud étant faibles, la production de chaud pourra se faire à priori par batteries électriques. Cette orientation sera à confirmer par le fournisseur en fonction du bilan énergétique de ses équipements.

Pour la ventilation, certaines salles pourraient être amenées à être ventilées. Il sera donc prévu un raccordement souple sur le réseau de ventilation hygiénique du bâtiment. Des attentes sont prévues à cet effet. Le prestataire devra l'ensemble des éléments de raccordement dont la vanne d'obturation manuelle. Le débit d'air devra pouvoir varier de 0 à 50m³/h. Les réglages sont considérés comme grossiers et il n'est pas demandé une régulation fine.

B.3.4.6. Eclairage confort

Les pièces climatiques disposeront d'un éclairage de confort de type LED et commandé par interrupteur temporisé localisé à l'extérieur des pièces selon les besoins définis dans le tableau des caractéristiques.

Les éclairages de confort doivent être suffisamment puissants pour pouvoir faire des observations sans avoir à allumer le système d'éclairage au niveau des tabliers si celui-ci est éteint afin d'éviter que les utilisateurs n'accèdent au tableau électrique pour pouvoir allumer la pièce. Les équipements en éclairage de confort pourront être intégrés sur un mur face à la porte d'entrée afin d'éviter la dégradation prématurée des luminaires. Ils seront d'une intensité équivalente à celle de la circulation.

La commande d'allumage de l'éclairage de confort doit indiquer visuellement s'il se trouve en position ON/OFF (Diode). L'allumage de cet éclairage doit pouvoir être tracé par la supervision des pièces climatiques.

Ces critères doivent être remplis quelles que soient les consignes demandées (plage de température, jour, nuit, intensité d'éclairage, hygrométrie ...).

B.3.4.7. Eclairage expérimental

Essentiel pour le bon développement des plantes et le déroulement de toutes les expérimentations, l'éclairage spécifique des modules climatiques fera l'objet d'une attention très particulière.

Les utilisateurs souhaitent un éclairage répondant aux besoins de croissance et développement des plantes en termes de qualité et de quantité de lumière dans les différentes conditions de température, en substrats solides (terre...) ou culture in vitro. L'expertise du candidat qui sera choisie doit permettre aux installations de répondre parfaitement à ce besoin crucial.

Le choix du type d'éclairage (LED) devra tenir compte des coûts d'exploitation (économie d'énergie et maintenance), du contexte législatif, de la pérennité du type d'éclairage mais aussi de l'adaptation de la source lumineuse à l'élevage de plantes (du semis aux premières feuilles) ainsi qu'au développement de ces dernières (expansion des tiges et des feuilles, floraison et fructification).

La source lumineuse devra posséder un spectre dans le rayonnement photosynthétique actif (PAR entre 400-700 nm) ce qui est classique pour la culture des plantes herbacées et semi ligneuses et le plus généraliste possible car des espèces très différentes sont et seront travaillées (Brassicaceae, Solanaceae, Cucurbitaceae...). L'indice de rendu de couleur sera idéalement le plus proche de celui de la lumière du jour (IRC=100).

Selon les besoins spécifiques des pièces, l'intensité de cette source lumineuse devra pouvoir varier pour fournir à chaque type de plante ou d'essai la lumière adéquate pour atteindre les objectifs expérimentaux très diversifiés des chercheurs (ni trop, ni trop peu, ce qui induirait un stress important).

Les valeurs seront indiquées en micromoles par mètre carré par seconde micro-mol. m⁻².s⁻¹ représentant la densité du flux de photons photosynthétiques (PPFD). Le PPFD chute d'autant plus vite que l'on s'éloigne de la source lumineuse. La possibilité de faire varier en hauteur les tabliers et également de faire varier l'intensité lumineuse doit permettre de fournir l'intensité lumineuse adéquate pour l'ensemble des plantes étudiées dans les pièces climatiques.

L'intensité (minimale-maximale) doit permettre de remplir cette exigence.

À titre d'exemple, les PPFd recommandés pour quelques-unes des plantes cultivées dans les pièces climatiques de l'Institut sont indiqués dans le tableau ci-après. Ces valeurs correspondent à ce qui est attendu au niveau de la canopée des plantes (les feuilles les plus hautes).

B.3.4.8. Courants forts

L'ensemble des départs d'énergie se réaliseront depuis le TGBT ou d'une armoire principale bâtiment existante ou créée par les entreprises du projet « Réfection des installations de chauffage et rafraîchissement ».

Chaque chambre sera indépendante.

Un ensemble de prises sont demandées selon les usages :

- pour les équipements accueillis sur le bati technique,
- pour les éclairages LED expérimentaux,
- pour les instruments des scientifiques,
- pour la métrologie

Chaque prise sera étiquetée et comportera l'usage de destination.

B.3.4.9. GTC Chambres de culture

Les modules climatiques disposeront d'une supervision dédiée. Chaque module disposera de ses propres équipements de régulations qui communiqueront avec la gestion centralisée des via protocoles ouverts.

Chaque module climatique disposera d'une armoire de régulation avec affichage permettant la visualisation des données hygrothermiques et d'éclairage et qui intégrera certains contrôles.

Paramètres de la régulation

Chaque module disposera d'une régulation fine permettant de programmer, atteindre les niveaux de consignes demandés et suivre l'ensemble des paramètres mesurés.

Ainsi, selon les besoins de chaque pièce climatique définis dans les fiches espace, la régulation permettra de :

- Définir la consigne de température au dixième de degrés ;
- Définir la thermopériode (programmation de différentes températures selon l'heure – baisse de température la nuit par exemple) ;
- Programmer une hygrométrie de consigne ;
- Définir des périodes de consigne d'hygrométrie ;
- Programmer une photopériode (durée des phases jours et nuits en heure) ;
- Activer l'allumage (manuel/automatique) des éclairages ;
- Régler la puissance de l'éclairage (en $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) par volume de travail.
- Définir une alarme en cas d'ouverture prolongée des portes des modules ;
- Définir un temps de retour à la photopériode automatique après activation d'un bouton d'éclairage forcé ;

- Relever les périodes de mise en route des éclairages de confort ;
- Définir des alarmes de température et d'hygrométrie avec renvoi d'alarmes en cas de dépassement des consignes de températures (tolérances comprises) avec tout dispositif de sécurité permettant d'interrompre le process afin d'éviter un emballement des paramètres normalement régulés (coupure des éclairages ou des éléments échangeurs par exemple). Mais également la simple information de défaut de fonctionnement d'un équipement majeur.
- La gestion des alarmes possibles par mail et téléphone
- Enregistrement de ces données au pas de temps de 5 minutes et possibilités d'extraction pour analyse sur tableur. Les fichiers générés devront être d'une taille la plus contenue possible afin de ne pas surcharger les équipements de stockage et faciliter l'archivage.
- Visualisation de graphes pour suivre l'évolution de chaque paramètre en fonction du temps ;
- Comptage énergétique de chaque cellule

Niveaux d'utilisateurs

A minima, trois niveaux d'utilisateurs seront prévus :

- Administrateur : gestions des usagers, accès à l'ensemble des paramètres...
- Gestionnaire : contrôle des paramètres expérimentaux, visualisation et exportation des données
- Utilisateur standard : visualisation et exportation des données concernant ses expérimentations

Communication

La régulation des modules climatiques devra être conçue à partir d'un bus IP ouvert pouvant permettre toute adjonction ultérieure de matériel sans contrainte d'engagement avec le fabricant initialement choisi.

Celle-ci devra être la plus ouverte possible afin de faciliter les interventions des équipes de maintenance et l'édition du paramétrage des équipements.

Vues

Vue globale

Une vue globale sera proposée afin de visualiser sur plan l'emplacement de chaque module.

Cette vue globale fera apparaître la température et l'hygrométrie de chaque module climatique et affichera le statut marche arrêt et défaut de chaque module.

Vue par module

Chaque module disposera d'une vue propre la plus claire possible et qui fera apparaître :

- Les éclairages en fonctionnement
- La consigne température
- La température mesurée
- La consigne hygrométrie relative
- L'hygrométrie mesurée
- Le nom du responsable
- Le nom de l'expérimentation
- La période de l'expérimentation

Autres vues

La régulation des pièces climatiques proposera des vues complémentaires telles que :

- Comptage énergétique
- Alarmes
- Paramètres
- Gestions des utilisateurs

Toutes les données devront être exportables en fichiers. xls(x) / .csv

Chaque donnée mesurée devra être visualisable sous forme de graphique avec période de temps modifiable.

Le candidat proposera des vues à la maîtrise d'ouvrage pour validation avant livraison de la régulation

Suivi des mises à jour

La mise à jour et la maintenance du système de régulation devront être assurées pendant 2 ans à partir de la réception des prestations équipements par le candidat afin d'assurer le bon fonctionnement des installations. Au-delà de cette période, un contrat de maintenance annuel sera proposé.

B.3.4.10. Fourniture et montage des tablars

Le prestataire devra la fourniture et le montage de l'ensemble des tablars. Les modules des standards sont attendus en inox 304L. Les dimensions seront de 1.5x0.6x2,0m environ. 2 à 3 niveaux d'étagères expérimentales.

B.3.4.11. Qualification aérauliques des salles

Le prestataire devra la qualification aéraulique de l'ensemble des salles à vide, tablars montés.

Cela conduit à mesure l'homogénéité des températures et vitesses d'air dans l'enceinte aux différents endroits stratégiques.

B.3.4.12. Qualification des éclairages expérimentaux des salles

Les expérimentations ne seront pas connues à la réception des salles. Il convient donc d'imaginer que celles-ci ne correspondront pas aux besoins des utilisateurs en cas de pré-qualification de celles-ci.

Le prestataire devra donc la qualification des éclairages :

- de 4 chambres en CC1.
- de 4 chambres en CC2.
- De la chambre CC3 en C0

B.3.4.13. Mise à gris / mise à blanc

Le prestataire devra la mise à blanc et mise à gris des chambres de cultures.

La mise à gris comportera :

- Les nettoyages des plafonds, des cloisons y compris châssis vitrés, des sols et équipements de labo-ratoire prévus au marché comprenant un lavage avec détergeant, puis rinçage.
- Le nettoyage des équipements de laboratoire prévus sera réalisé avec un alcool isopropylique.

Les zones concernées sont l'intérieures des chambres de culture. Les extérieurs ne sont pas assujettis et ne présenteront qu'un nettoyage de chantier conventionnel (dépoussiérage).

La mise à blanc comportera :

- Les nettoyages des plafonds, des cloisons y compris des châssis vitrés, des sols et équipements de laboratoire prévus au marché comprenant une désinfection de surface.
- Un test de culture de surface sera réalisé pour chacune des chambres :
 - Avec 1 prélèvement au sol
 - Avec 1 prélèvement sur une des parois

Les zones concernées sont l'intérieures des chambres de culture.

B.3.4.14. Formations

Mise en place des dispositifs expérimentaux

Afin de compléter la démarche de qualification des salles restant à faire selon les attentes d'éclairage et autres paramètres utilisateurs, le candidat devra former une équipe de 4 personnes sur la mise en place des éclairages expérimentaux, à la modification des conditions d'ambiance ainsi qu'aux procédures et mesures de métrologie.

Cette formation conduisant à permettre à la MO de monter en gamme de savoir-faire et d'autonomie se réalisera sur 2 jours consécutifs à l'issue de la mise en service des chambres de culture et portera dans ce délai la formation sur 2 à 4 chambres.

Sur les paramétrage et pilotage de la GTC Chambres de cultures

Les équipes de maintenance, administrateurs et gestionnaires devront être formés à la bonne utilisation du système de régulation.

L'ensemble des systèmes de régulation et de supervision seront livrés avec un manuel d'utilisation adapté à chaque niveau d'utilisateur et qui présentera l'ensemble des possibilités du système.

Cette notice disposera de vues de la régulation installée sur le site et non de vues génériques.

Tous les paramètres utiles à la supervision, l'administration et la bonne maintenance des équipements devront être détaillés.

Le candidat devra assurer la formation et un accompagnement sur un an.

B.3.4.15. Réceptions des prestations « attentes utilités » du marché de travaux pour l'exécution de sa mission

Le prestataire de l'installation des pièces climatiques devra pour son intervention, les différentes réceptions des prestations travaux réalisées préalablement à l'installation des pièces climatiques, des équipements extérieurs et des passages de réseaux. Cela conduit à valider que les prestations réalisées permettent l'installation des chambres et dans le cas contraire l'établissement d'un rapport d'analyse et de correction à apporter.

Le prestataire devra l'établissement des rapports de recevabilité des espaces pour la réalisation de ses prestations.

B.3.5. Phasage des travaux

Le phasage des travaux devra prendre en compte l'opération conjointe de réfection des installations de chauffage/rafraichissement, la dépose progressive des pièces climatiques existantes, les besoins des utilisateurs en termes de continuité de fonctionnement, la qualité de mise en œuvre.

Il sera nécessaire de mettre en place un protocole spécifique aux travaux de réalisation des pièces climatiques en fonction du phasage opérationnel permettant d'accéder aux différentes zones de chantier depuis une entrée à définir lors des études. Certains accès devant être conservés durant toute la réalisation des travaux, il sera nécessaire d'assurer la protection utilisateurs et des expérimentations.

Le candidat proposera un protocole adapté afin de :

- Réduire les nuisances de toute sorte (acoustiques, pollutions, etc.) ;
- Assurer la sécurité des utilisateurs du site et des expérimentations ;
- Gérer les poussières et les déchets en fonction du phasage d'intervention ;
- Séparer les flux « chantier » et « utilisateurs » ;
- Assurer l'hermétisme des zones travaux, en particulier en CO ;
- Gérer les risques de pollution de l'eau et des sols, par mise en place d'installations de nettoyage des outils prévue avec évacuation vers le réseau d'eaux usées ;
- Nettoyer quotidiennement les circulations empruntées pour accéder à la zone travaux.

Les phases et séquences présentés ci-après, s'inscrivent dans une planification globale à l'échelle des 2 projets. Le projet « Chambres de culture » devant se planifier selon l'avancement les travaux préalables et de déconstruction du projet.

Les « S1 » correspondent aux semaines de démarrage de l'intervention à compter de la mise à disposition des espaces au titulaire du présent marché.

Les périmètres fonctionnelles des phases sont représentés sur les planches graphiques ci-après.

C. ANNEXES

C.1.1. Séquence opérationnelle Bâtiment D

C.1.2. Phasage opérationnel Bâtiment C

C.1.3. Expression des besoins

C.1.3.1. Tableau des caractéristiques des besoins

Les besoins sont fournies en annexe du présent programme (sous la forme d'un tableau) et définissent les exigences techniques particulières et les conditions de fonctionnement souhaitées à l'issu des travaux.

Ce tableau reprend la codification des chambres figurants sur les plans et comporte :

- L'identification des chambres
- La surface et les aménagements attendus
- La définition du second œuvre (mur, sol, plafond et porte)
- Les conditions d'ambiance (température et hygrométrie) et d'éclairage
- Les besoins en utilités techniques comme les prises électriques, la plomberie, la ventilation

- C.1.4. Faisabilité bâtiment D chambres CC1
- C.1.5. Faisabilité bâtiment C chambres CC2
- C.1.6. Implantation des groupes froids sur la dalle béton
- C.1.7. Conception programmatique d'une chambre de culture type
- C.1.8. Bilan de puissance
- C.1.9. Planning général de l'OPC
- C.1.10. DCE des marchés de travaux : Réfection des installations de chauffage et rafraichissement