



**Cahier des charges pour l'achat, la livraison et l'installation de
quatre chambres climatiques et deux logettes in vitro de
culture de plantes pour le CEA de Grenoble**

CEA-Grenoble
Laboratoire de Physiologie Cellulaire et Végétale
Institut IRIG
Laboratoire de Physiologie Cellulaire et Végétale
17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble CEDEX

Ref: PCV/01/2026

Responsables du projet :

Juliette Jouhet : 04 38 78 17 51, juliette.jouhet@cea.fr

Sylvie Figuet : 04 38 78 40 48, Sylvie.Figuet@cea.fr

Renseignements techniques : Juliette Jouhet et Sylvie Figuet

Table des matières

1. Objectif et généralité	3
2. Contraintes existantes liées aux locaux	3
2.1 Dimension des locaux	3
2.2 Réseau électrique et fluide	4
2.3 Téléalarme	4
3. Description des caractéristiques minimales requises	4
3.1 Paramètres des chambres climatiques	4
3.1.1 Température :	5
3.1.2 Hygrométrie	5
3.1.3 Luminosité	5
3.1.4 Vitesse et renouvellement d'air	6
3.1.5 Dimensionnement des équipements.....	6
3.1.6 Interface utilisateur	6
3.1.7 Production d'Eau Glacée	6
3.2 Paramètres des logettes in vitro	7
3.2.1 Température :	7
3.2.2 Hygrométrie	7
3.2.3 Luminosité	7
3.2.4 Vitesse et renouvellement d'air	7
3.2.5 Dimensionnement	7
3.2.6 Interface utilisateur	7
3.2.7 Production d'Eau Glacée	7
4. Formation.....	8
4.1 Formation de base sur l'utilisation des équipements.....	8
4.2 Formation avancée sur l'utilisation des équipements.....	8
5.Planning, livraison et installation	8
6. Environnement.....	8
7. Sécurité et conformité	9
8. Garantie.....	9
9. Maintenabilité	9
10. Support technique	9
11 Documentation	9
12. Contrôle sur le site du CEA et réception finale	10

1. Objectif et généralité

La consultation d'achat concerne l'achat, la livraison et l'installation de 4 chambres climatiques et 2 logettes in vitro de culture de plantes, principalement *Arabidopsis thaliana*, mais qui peuvent être adaptables à d'autres espèces végétales dans le futur.

Les exigences techniques minimales à respecter sont les suivantes :

- Les chambres climatiques doivent mesurer environ 10 m² avec des étagères réparties sur 3 hauteurs à gauche et à droite de la chambre.
- La distance entre les LEDs et les étagères doit être a minima de 50 cm.
- Les logettes associées aux chambres climatiques doivent permettre la culture in vitro de plantes sur a minima 4 niveaux avec 30 cm environ de distance entre les LEDs et les étagères.
- Ces chambres climatiques ainsi que les logettes doivent être réglables et contrôlables en température, luminosité et humidité avec des conditions les plus homogènes et stables possible sur l'ensemble de l'équipement.
- L'ensemble des paramètres décrits ci-dessus doit être tracé et programmé par une interface intuitive et conviviale.

Le Titulaire s'engage à fournir les études, relatives aux travaux d'installation des 4 chambres climatiques et des 2 logettes, 1 mois après la notification du marché avec un minimum de 2 points techniques avec les référents techniques CEA. Ces points techniques seront initiés à la demande du CEA et se réaliseront sur place ou en visio. Le CEA informera le Titulaire des dates de ces points techniques dans un délai minimum d'une semaine calendaire

2. Contraintes existantes liées aux locaux

2.1 Dimension des locaux

Les exigences techniques minimales à respecter sont les suivantes :

- Les dimensions extérieures maximales par **chambre** (coffrets électriques, systèmes hydrauliques et ouvertures de porte compris) doivent être inférieures à : hauteur 2m80, largeur : 5m80, longueur : 13m50
- Les dimensions extérieures maximales par **logette** in vitro doivent être inférieures à : longueur : 1m50, largeur : 1m15, hauteur : 2m80 afin de respecter les contraintes d'espace de la pièce.
- Un espace de 50cm doit être réservé à l'arrière des chambres dans le sens de la largeur de l'espace disponible afin de laisser passer la ceinture basse du réseau d'effluents du bâtiment.
- La connexion aux groupes froids est à prévoir par le Titulaire à travers une paroi béton qui sera percée préalablement par le CEA au diamètre requis. L'étanchéité sera à réaliser par le Titulaire.

L'accès au local se fait par une porte de 1m58 de large et 2m de haut.

Un plan au format dwg des locaux est fourni avec ce cahier des charges pour faciliter l'aménagement et la rédaction du DOE (dossier des ouvrages exécutés).

Une visite **obligatoire** sur site est à faire avant la réponse à l'appel d'offre.

Le Titulaire devra prendre tous les moyens nécessaires afin d'assurer la protection des sols résineux sur lesquels les équipements devront être installés.

Une dalle de béton extérieure est présente pour recevoir les groupes froids d'une dimension de 5m x 2m.

2.2 Réseau électrique et fluide

Les exigences techniques minimales à respecter sont les suivantes :

- Les condensats des chambres et des logettes doivent être collectés et acheminés par le Titulaire jusqu'à un réseau collecteur d'eau usées existant en périphérie de la pièce. 5 attentes seront disponibles.
- Le Titulaire doit prévoir une filtration des condensats avant le rejet dans le collecteur.
- Le Titulaire doit prévoir la distribution d'eau osmosée depuis le réseau existant dans la pièce (vanne en attente DN15 qui seront positionnés correctement lors de l'étude) jusqu'aux humidificateurs dans chaque chambre climatique.
- La qualité de l'eau osmosée devra être surveillée par le Titulaire par une sonde et deux voyants sur le tableau électrique : un voyant qui s'allume en bon fonctionnement et lorsque l'eau est présente avec une résistivité adaptée aux humidificateurs et un voyant de défaut qui s'allume si l'eau dépasse 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et qui empêche les humidificateurs de fonctionner afin de les protéger.

La puissance électrique maximum que l'installation électrique peut supporter est de 4 alimentations de 6.5kW TETRA pour les phytotrons, 2 alimentations de 2.7kW TETRA pour les logettes, 2 alimentations de 7,4kW TRI pour les groupes froids et 1 alimentation de 4,4kW TRI pour l'armoire pompe des groupes froids. Le positionnement de l'armoire électrique sur laquelle le Titulaire pourra se brancher sera défini en phase étude en concertation avec le CEA.

Les interventions seront à réaliser après consignation des départs électriques par le CEA ou par demande à l'exploitant du site.

La production d'Eau Osmosée avec une conductivité inférieure à 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est prévue par le CEA.

2.3 Téléalarme

Les équipements (chambres et logettes) seront placés sous téléalarme fournie par le CEA.

Le Titulaire doit prévoir 9 contacts normalement fermés libre de potentiel pour les phytotrons, logettes, groupes froids et pompes de circulation.

Dans l'armoire fournisseur qui pilote les groupes froids phytotrons, il faudra 3 contacts normalement fermés libre de potentiel avec :

- o 1 défaut synthèse groupe-froid 1
- o 1 défaut synthèse groupe-froid 2
- o 1 défaut synthèse pompe de circulation

Dans chaque armoires phytotrons et logettes, il faudra au total 6 contacts normalement fermés libre de potentiel avec :

- o 1 défaut synthèse phytotron 1
- o 1 défaut synthèse phytotron 2
- o 1 défaut synthèse phytotron 3
- o 1 défaut synthèse phytotron 4
- o 1 défaut synthèse logette 1
- o 1 défaut synthèse logette 2

3. Description des caractéristiques minimales requises

3.1 Paramètres des chambres climatiques

Pour une stabilité et une reproductibilité optimale, le diagramme psychométrique des chambres doit être respecté en tout point dans la zone de travail présentée figure 1.

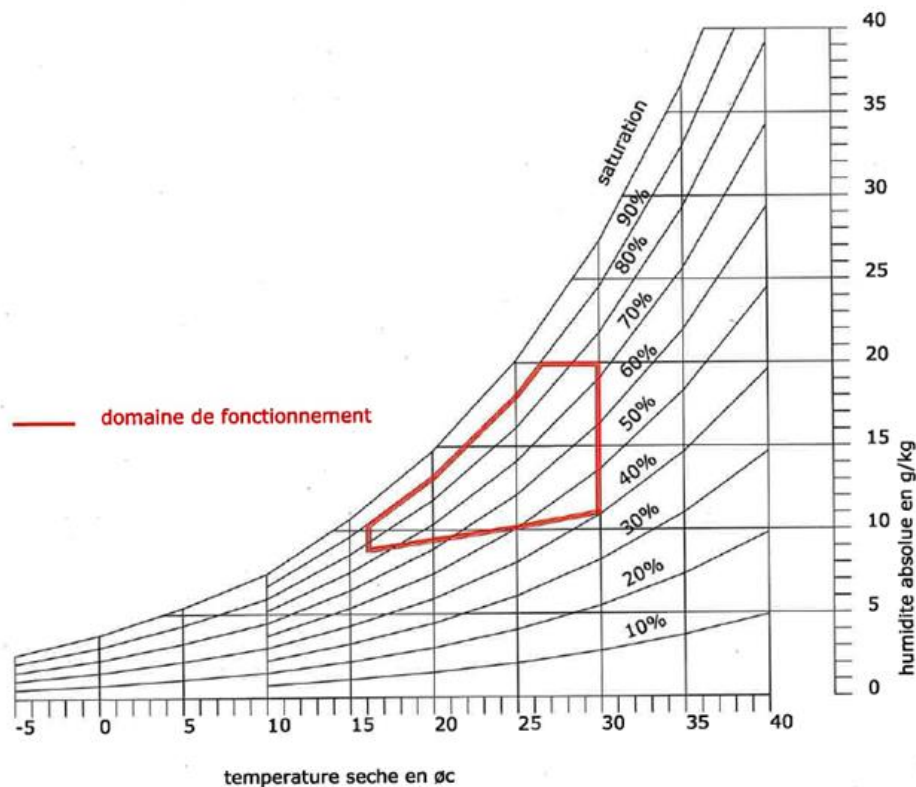


Figure 1 : Diagramme psychrométrique. La zone de travail est représentée à l'intérieur de la zone en rouge et les chambres doivent pouvoir travailler en routine en tout point de cette zone. Les chambres doivent pouvoir fonctionner en lumière continue ou en photopériode de durée de jour allant de 1h à 23h.

3.1.1 Température :

Les chambres doivent être isothermes car les chambres seront situées dans une pièce à température non contrôlée finement (plage de température ambiante de 17°C à 27°C) et à humidité variable. Les conditions de température dans les chambres doivent pouvoir varier dans une plage entre 15°C et 30°C avec des températures différentes en fonction de la photopériode et avec glissement progressif réglable au changement de consigne, avec au minimum 0,1 °C par min. La précision de la mesure et la différence par rapport à la consigne doivent être inférieures à 0,2°C. L'homogénéité de la température dans l'enceinte doit être équivalente sur les étagères avec une variabilité inférieure ou égale à 1°C.

3.1.2 Hygrométrie

L'hygrométrie doit pouvoir être ajustée entre 60 et 90 %, en fonction de la photopériode. Elle doit être stable et régulée avec une homogénéité de +/- 2% dans la chambre. L'humidité doit être reproductible avec une vitesse de l'air inférieure à 0.2 m/s.

3.1.3 Luminosité

L'éclairage doit être réalisé par 2 barres à LED dimmables de spectre identique au spectre NS12 de la série C65 et C75 Valoya. L'intensité doit pouvoir être réglable par étage et par côté de la chambre de 0 à 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ à 45 cm de distance des LEDs. La chambre doit contenir trois niveaux d'étagères éclairées. La distance entre les LEDs et les étagères doit être a minima de 50 cm. Les étagères doivent être pleines avec un rebord, pour en cas d'arrosage, ne pas inonder les LEDs du dessous.

Des rails LEDs correspondants à ces critères sont disponibles au laboratoire dans des installations qui seront mises au rebut.

Pour des soucis d'écologie et d'économie, nous voulons les réutiliser. Nous avons 48 rails de 148 cm qui devront être démontés et réinstallés par le Titulaire.

La proposition financière doit prendre en compte cette récupération.

3.1.4 Vitesse et renouvellement d'air

La vitesse de l'air pour maintenir l'hygrométrie et la température doit être inférieure à 0,2 m/s avec une ventilation horizontale pour permettre une croissance non perturbée d'*Arabidopsis thaliana*. Avec une vitesse maximum de 0,2 m/s, la vitesse doit pouvoir varier entre 0 et 100 % pour permettre des traitements de fumigation et une reprise en douceur de la ventilation.

Le renouvellement d'air doit être a minima d'un volume par heure pour maintenir une teneur en O₂ et CO₂ constante en fonctionnement normal.

La chambre climatique doit être en dépression par rapport à l'extérieur pour éviter toute diffusion de pollen OGM.

Les arrivées et sorties d'air doivent être imperméables aux pollens et donc filtrées par un filtre de type F7.

3.1.5 Dimensionnement des équipements

Les longueurs des étagères (tablards) doivent s'adapter au dimensionnement de rails LED existants. 2 tablards de 1180 mm et 1 tablard de 1480 mm de long peuvent répondre à cette adaptation et ce sur 3 étages séparés de 50 cm entre les LEDs et le tablard.

L'ouverture de la chambre se fait par une porte avec oculus occultable avec ouverture au centre de la chambre avec une largeur de porte d'au moins 80 cm. La porte doit pouvoir être verrouillable. Il faut 2 passes-câble par chambre, l'un à gauche et l'un à droite de l'enceinte idéalement à mi-hauteur, afin de pouvoir brancher potentiellement des agitateurs sur les étagères. Ces passe-câbles ne doivent pas perturber significativement l'hygrométrie et la température.

Chaque chambre doit être équipée de deux prises électriques 220V positionnées à l'extérieur de la chambre.

Le sol de l'intérieur des chambres doit être recouvert d'un revêtement souple de type U3P3C2. Le revêtement et la colle utilisée devront être non-phytotoxique.

L'ergonomie des installations devra prévoir un accès facile pour la maintenabilité des installations et l'accès aux équipements pour la maintenance de 1^{er} niveau doit être simple, idéalement sans outil.

Les portes doivent pouvoir fermer de manière étanche et simplement (sans clé) pour pouvoir maintenir les consignes de température et d'hygrométrie.

3.1.6 Interface utilisateur

Les valeurs d'hygrométrie, de température, de luminosité, de photopériode et les alarmes doivent pouvoir être enregistrées sur une période minimale de 7 jours en continu.

Si les consignes ne sont pas respectées, une alarme doit pouvoir être déclenchée avec des seuils programmés par l'utilisateur et un contacteur doit être présent pour de la remontée en téléalarme.

L'interface permettant de programmer la photopériode, l'intensité lumineuse, l'hygrométrie et la température doit être conviviale et intuitive afin que des profils utilisateurs différents puissent utiliser l'équipement (mise en route, programmation, maintenance, récupération des données).

Le langage de l'interface doit être en français ou en anglais mais avec des termes compréhensibles par des non francophones ou des non anglophones.

Les notices doivent être a minima en anglais ; en français serait un plus.

3.1.7 Production d'Eau Glacée

La production d'Eau Glacée nécessaire au refroidissement des chambres doit être fournie et installée à **l'extérieur du bâtiment** avec 2 groupes froids indépendants pour assurer une sécurité en cas de panne de l'un d'eux.

3.2 Paramètres des logettes in vitro

3.2.1 Température :

Les logettes doivent être isothermes car les logettes seront situées dans une pièce à température ambiante avec une plage pouvant varier sur une plage de température de 17°C à 27°C et à humidité variable.

Les conditions de température des logettes doivent pouvoir varier dans une plage entre 16°C et 30°C avec des températures différentes en fonction de la photopériode et avec glissement progressif réglable au changement de consigne, avec au minimum 0,1 °C par min.

La précision de la mesure et la différence par rapport à la consigne doivent être inférieures à 0,2°C.

L'homogénéité de la température dans l'enceinte doit être équivalente sur les étagères avec une variabilité inférieure ou égale à 1°C.

3.2.2 Hygrométrie

Il n'y a pas de besoin de contrôle et de mesure de l'hygrométrie pour les logettes.

3.2.3 Luminosité

L'éclairage doit être réalisé par des barres à LED dimmable de spectre identique au spectre NS12 de la série C65 Valoya.

L'intensité doit pouvoir être réglable de 0 à 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ sur l'étagère à 25°C (distance d'environ 30 cm entre les LEDs et l'étagère).

L'éclairage doit être homogène sur toute l'étagère avec un écart en tout point inférieur à 5 %.

La logette doit contenir quatre niveaux d'étagères éclairées.

3.2.4 Vitesse et renouvellement d'air

Pas de renouvellement d'air nécessaire.

3.2.5 Dimensionnement

L'ouverture de la logette se fait par une porte de 70 cm minimum avec ouverture à gauche pour l'une et à droite pour la deuxième à cause des contraintes d'espace de la pièce. Les portes doivent pouvoir être verrouillables.

3.2.6 Interface utilisateur

Les valeurs de température, de luminosité de photopériode et les alarmes doivent pouvoir être enregistrées sur une période minimale de 7 jours en continu.

Si les consignes ne sont pas respectées, une alarme doit pouvoir être déclenchée avec des seuils programmés par l'utilisateur et un contacteur doit être présent pour de la remontée en téléalarme.

L'interface permettant de programmer la photopériode, l'intensité lumineuse et la température doit être conviviale et intuitive afin que des profils utilisateurs différents puissent utiliser l'équipement (mise en route, programmation, maintenance, récupération des données).

Le langage de l'interface doit être en français ou en anglais mais avec des termes compréhensibles par des non francophones ou des non anglophones.

Les notices doivent être a minima en anglais ; en français serait un plus.

3.2.7 Production d'Eau Glacée

La production d'Eau Glacée nécessaire au refroidissement des chambres doit être impérativement fournie. Elle peut être commune avec la production d'eau glacée des chambres climatiques.

4. Formation

Cette formation en français comprendra deux niveaux tels que détaillés ci-dessous et sera dispensée dans les locaux de la plateforme CCERES au CEA Grenoble où seront installées les chambres et les logettes. Elle doit permettre au personnel de la plateforme de pouvoir utiliser les équipements dans les meilleures conditions et d'assurer le bon fonctionnement et la formation d'autres utilisateurs. Le Titulaire renseignera les détails de ces formations dans son offre technique.

4.1 Formation de base sur l'utilisation des équipements

Au titre du marché, les fournisseurs s'engagent à assurer la formation du personnel susceptible d'utiliser ces équipements (environ 15 personnes).

Cette formation devra être axée sur la prise en main des chambres et des logettes, avec une description de l'interface de programmation, des points critiques permettant de vérifier les paramètres attendus de luminosité, température, hygrométrie, photopériode et des actions à mettre en place en cas d'erreur ou d'alarme.

4.2 Formation avancée sur l'utilisation des équipements

Une deuxième formation plus poussée pour les responsables de la plateforme (4 personnes) doit permettre d'assurer la maintenance de premier niveau, de maîtriser la programmation des enceintes et de pouvoir former de manière autonome les utilisateurs.

Elle se réalisera directement après l'installation et la mise en route des équipements et dans un deuxième temps six mois après la réception de l'équipement, pour répondre aux questions qui seront apparues après usage.

5.Planning, livraison et installation

Les équipements devront être livrés et installés sur la plateforme CCERES au CEA Grenoble, 17 avenue des Martyrs, 38000 Grenoble.

Cette plateforme CCERES fait l'objet de travaux dont la réception prévisionnelle est prévue **courant T4 2027**.

La livraison et l'installation des équipements devra impérativement respecter le planning de disponibilité des locaux de cette plateforme CCERES.

Les fournisseurs devront joindre à leur proposition, un dossier d'installation.

Celui-ci devra comporter toutes les conditions d'installation.

Les fournisseurs s'engagent à assurer au titre du marché, le transport et l'installation des équipements, ainsi que la fourniture des accessoires adéquats pour l'installation, la mise en route et la calibration des équipements.

La reprise et l'installation des barres de LEDs existants **doit être inclus**.

6. Environnement

Le fournisseur devra fournir l'empreinte exacte, y compris les exigences d'espace pour la maintenance, afin de permettre la mise en service et l'utilisation correcte de l'outil.

Le fournisseur devra indiquer la taille, le poids exact et les exigences éventuelles d'emplacement des différentes pièces afin de préparer au mieux l'installation.

Il devra fournir un fichier dwg avec l'implantation pour permettre le dimensionnement et la localisation correctes des fluides (électricité, eau, évacuation, ventilation...)

Le fournisseur devra aussi établir la liste des éléments nécessaires au fonctionnement de l'équipement, tels que la puissance électrique, les fluides et gaz potentiels.

7. Sécurité et conformité

L'équipement fourni devra respecter la réglementation en vigueur en France.

Si par ailleurs l'appareillage proposé présentent des facteurs de risque (LASER, produits chimiques, gaz, température, etc.), le fournisseur devra indiquer clairement dans sa proposition la nature de ces risques et les systèmes de prévention mis en place pour prévenir tout incident.

8. Garantie

La garantie « pièces et main d'œuvre » demandée est de 1 (un) an et prendra effet à la réception du des équipements.

Cette garantie couvre les pièces (hors consommables), la main d'œuvre, les transports et les déplacements.

Il est demandé le chiffrage de l'option facultative suivante : extension de garantie d'un an à l'issue de la garantie initiale

9. Maintenabilité

Le Titulaire s'engage à être en mesure de réaliser la maintenabilité suivante : Assurer la maintenance préventive et corrective de l'équipement fourni à l'issue de la période de garantie et ce, pendant une durée **minimum de 7 années**.

Les consommables nécessaires au bon fonctionnement des équipements doivent être standards et facilement approvisionnables.

Une liste doit être fournie.

La maintenance de 1^{er} niveau doit pouvoir être faite par les utilisateurs et donc le plus facile possible avec le moins d'outil possible.

Il est demandé le chiffrage de l'option facultative suivante : forfait de maintenance préventive annuelle.

10. Support technique

Un support technique est demandé par le CEA du lundi au vendredi de 8 heures à 17 heures, hors jours fériés.

Le support technique attendu par le CEA est le suivant :

- a) Un support téléphonique francophone et un diagnostic à distance gratuit,
- b) Un support d'un personnel qualifié avec un temps de réponse ne dépassant pas 3 jours ouvrés après envoi d'un email.

11 Documentation

Pour la réponse à l'appel d'offre, le Titulaire devra fournir :

- un mémoire technique qui comprendra un planning prévisionnel, un délai de réalisation, et le détail du montage,
- un devis détaillé

A l'exécution des prestations, le Titulaire devra fournir un dossier DOE (dossier des ouvrages exécutés) qui comprendra un plan en pdf et dwg, un DESP (dossier d'équipement sous pression) et CERFA de charge de fluide frigorigène, un schéma électrique des armoires et note de calcul électrique et certificats de conformités électriques, un synoptique de l'installation, une fiche technique par équipement, un référencement des équipements pour l'exploitation futur en interaction avec les référents techniques du CEA et un protocole de maintenance de 1^{er} niveau.

A la livraison et sans supplément de prix, la documentation fournie devra être complète, précise et claire, sur support papier ou numérique, au choix. Elle devra comprendre : un descriptif et les schémas d'utilisation de toutes les composantes de l'installation, des notices d'utilisation du matériel et des notices d'utilisation de l'interface. Au minimum, un manuel d'utilisation et de maintenance devra accompagner la documentation.

12. Contrôle sur le site du CEA et réception finale

Les tests de conformité consistent à s'assurer que les caractéristiques techniques du présent cahier des charges permettent la réception.

Une fois que le titulaire a livré et installé les équipements, les tests suivants seront réalisés :

- Par le titulaire : une série de tests de mise en route et de bon fonctionnement des équipements
- Par le CEA : une série de test d'interface avec les lots techniques préalablement existant.

La réception définitive des équipements sera prononcée à l'issue de ces derniers tests (s'ils sont satisfaisants).