

POLE CLERMONTOIS DU VEGETAL
Modernisation du parc de Serres
INRAE – SITE DE CROUËL
5 chemin de Beaulieu – 63100 CLERMONT-FERRAND



PROGRAMME TECHNIQUE DETAILLE



AVRIL 2025

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1. CONTEXTE | 7 |
| 2. PRESENTATION DE L'INSTITUT..... | 7 |
| 2.1. INRAE..... | 7 |
| 2.2. LE CENTRE AUVERGNE-RHONE ALPES (ARA) | 7 |
| 3. PRESENTATION DU PARC DE CROUËL ET DES UNITES DE RECHERCHE | 9 |
| 3.1. PRESENTATION GENERALE DU SITE – PARC DE CROUËL | 9 |
| 3.2. LE PROJET DE SITE SUR CROUËL | 10 |
| 3.3. ZONE D'ETUDE..... | 10 |
| 3.4. LES UNITES ET LES EQUIPES DE RECHERCHE IMPLIQUEES DANS LE PROJET DE SITE | 12 |
| 3.4.1. UREP & UMR PIAF | 12 |
| 3.4.2. L'UMR GDEC ¹ – Génétique, Diversité, Écophysiologie des Céréales..... | 12 |
| 3.4.2.1. Thématiques et activités de recherche de l'unité GDEC s'appuyant sur les serres | 13 |
| 4. OBJECTIFS DU PROJET | 15 |
| 4.1. OBJECTIFS TANGIBLES ET INTANGIBLES | 15 |
| 4.2. ORIENTATION DE LA CONCEPTION..... | 15 |
| 4.3. TYPES DE CULTURES ENVISAGEES | 15 |
| 4.3.1. Cultures en plaques de semis et terrines (Réf M15 et M16) | 15 |
| 4.3.2. Cultures en pots de 4L (réf M13a et M13b)..... | 16 |
| 4.3.3. Cultures en pots de 1L (réf M14) | 17 |
| 4.3.4. Cultures en tubes PVC (réf M17)..... | 17 |
| 4.3.5. Cultures en bacs de type plein champ (réf M18)..... | 17 |
| 4.3.6. Cultures en pleine terre | 18 |
| 4.3.7. Cultures arbrées en pots (Réf M19)..... | 18 |
| 4.3.8. Cultures sur tabliers pliables démontables goutte à goutte (Réf M25) | 19 |
| 4.3.9. Cultures sur tabliers pliables démontables sub-irrigant(Réf M26) | 19 |
| 4.4. MAITRISE DES CONDITIONS EXPERIMENTALES | 20 |
| 4.5. GESTION GLOBALE ET ENVIRONNEMENTALE DU PROJET | 21 |
| 4.6. ÉVOLUTIVITE ET PRISE EN COMPTE D'UNE FUTURE EXTENSION..... | 22 |
| 4.7. IMPLANTATION DU PROJET | 23 |
| 5. PROGRAMME FONCTIONNEL | 24 |
| 5.1. PRESENTATION DU PROJET, INTEGRATION DANS LE SITE | 24 |
| 5.2. PROTOCOLE SCIENTIFIQUE ET ERGONOMIE DES ESPACES | 25 |
| 5.3. SCHEMAS DES PRINCIPALES LIAISONS FONCTIONNELLES | 26 |
| 5.3.1. Schéma plateforme de serres (cf. pièce graphique annexe B3 du dossier 2 DCE) | 26 |
| 5.3.2. Schéma fonctionnel bâtiment (cf. pièce graphique annexe B3 du dossier 2 du DCE) | 27 |
| 5.3.3. Schéma de principe irrigation (cf. pièce graphique annexe B3 du dossier 2 du DCE) | 28 |

| | | |
|----------|--|----|
| 5.4. | TABLEAU DES BESOINS DE CULTURE / SURFACES..... | 29 |
| 5.5. | BESOINS FONCTIONNELS DES LOCAUX | 30 |
| 5.5.1. | Généralités..... | 30 |
| 5.5.1.1. | Personnel utilisant le bâtiment..... | 30 |
| 5.5.1.2. | Gabarits d'accès..... | 30 |
| 5.5.2. | Compartiments de serres | 30 |
| 5.5.2.1. | Généralités..... | 30 |
| 5.5.2.2. | Compartiment 21 & 22 (pleine terre)..... | 33 |
| 5.5.2.3. | Compartiment 23..... | 34 |
| 5.5.2.4. | Compartiment 24..... | 35 |
| 5.5.2.5. | Compartiments 31 à 33 | 35 |
| 5.5.2.6. | Compartiment 34 et 35..... | 36 |
| 5.5.2.7. | Compartiment pleine terre (Serre 3) | 36 |
| 5.5.3. | Chambres de culture | 37 |
| 5.5.3.1. | Chambres de cultures 41 et 42 (15 m²) | 37 |
| 5.5.3.2. | Chambres de cultures 43, 44, 45, 46 (8 m²) | 37 |
| 5.5.3.3. | Chambre de culture 47 (Vernalisation polyvalente)..... | 38 |
| 5.5.3.4. | Chambre de culture 48 (Vernalisation) | 38 |
| 5.5.3.5. | équipement CO ₂ | 39 |
| 5.5.4. | FL1 : Circulations / espace desserte..... | 39 |
| 5.5.5. | FL1 : Zone de travail..... | 39 |
| 5.5.6. | Sanitaires | 40 |
| 5.5.7. | Local de traitement phytosanitaire | 40 |
| 5.5.8. | Locaux techniques | 41 |
| 5.5.9. | Espaces extérieurs..... | 42 |
| 5.6. | REFECTION SERRE 5 POUR UREP/PIAF..... | 43 |
| 5.6.1. | Elargissement des accès pour micro-tracteur (M31)..... | 43 |
| 5.6.2. | Raccordement à la nouvelle production de chauffage | 43 |
| 5.6.3. | Amélioration du climat | 43 |
| 5.6.4. | Amélioration fonctionnelle..... | 43 |
| 5.6.1. | Réfection de la régulation / supervision | 43 |
| 6. | CONTRAINTES DU SITE..... | 44 |
| 7. | EXIGENCES GENERALES..... | 45 |
| 7.1. | ÉTUDES | 45 |
| 7.1.1. | Permis de construire..... | 45 |
| 7.1.2. | Études de projet et d'exécution | 47 |
| 7.1.3. | Dossiers DOE et DIUO..... | 48 |
| 7.2. | RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES SPECIFIQUES..... | 48 |
| 7.3. | RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES GENERAUX..... | 49 |
| 7.3.1. | Structure et enveloppe | 49 |
| 7.3.2. | Menuiserie extérieure et serrurerie | 50 |
| 7.3.3. | Electricité..... | 51 |
| 7.3.4. | Génie Climatique..... | 51 |
| 7.4. | EXIGENCES DE SECURITE | 52 |
| 7.4.1. | Sécurité incendie..... | 52 |
| 7.4.1.1. | Rappel du Classement du bâtiment..... | 52 |
| 7.4.1.2. | Principales dispositions constructives..... | 52 |
| 7.4.1.3. | Dispositions particulières..... | 52 |
| 7.4.2. | Sécurité des personnes..... | 52 |
| 7.4.2.1. | Utilisateurs | 52 |
| 7.4.2.2. | Maintenance..... | 53 |
| 7.5. | EXIGENCES DE FONCTIONNALITE | 53 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 7.6. | EXIGENCES DE FLEXIBILITE | 54 |
| 7.7. | EXIGENCES DE CONFORT | 54 |
| 7.8. | EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES | 55 |
| 7.8.1. | Impact environnemental | 55 |
| 7.8.2. | Manipulation des produits phytosanitaires et de fertilisation | 55 |
| 7.8.3. | Gestion des énergies..... | 56 |
| 7.8.4. | Gestion des consommations d'eau | 57 |
| 7.8.5. | Gestion des effluents..... | 57 |
| 7.8.6. | Gestion de la maintenance | 58 |
| 7.8.7. | Énergies renouvelables : photovoltaïque | 58 |
| 7.8.8. | Chantier vert..... | 58 |
| 7.9. | EXIGENCES DE COMMISSIONNEMENT ET QUALIFICATION | 60 |
| 7.9.1. | Démarche globale de commissionnement et maintenance | 60 |
| 7.9.2. | Qualification des installations | 61 |
| 7.10. | EXIGENCES DE DELAI - PLANNING DE L'OPERATION | 63 |
| 8. | EXPRESSION DES BESOINS | 64 |
| 8.1. | LES BESOINS CLIMATIQUES DES MODULES DE CULTURE | 64 |
| 8.1.1. | Généralité sur les tolérances spatiales et temporelles | 64 |
| 8.1.2. | Expression des besoins selon les saisons | 65 |
| 8.2. | LES CONDITIONS CLIMATIQUES GENERALES | 65 |
| 8.3. | LES BESOINS D'ECLAIRAGE | 65 |
| 8.3.1. | Dimensionnement des systèmes | 65 |
| 8.4. | LES BESOINS D'IRRIGATION..... | 65 |
| 8.5. | LES BESOINS DE CONFINEMENTS DES INSECTES | 66 |
| 8.6. | LES BESOINS DE REGULATION / SUPERVISION..... | 66 |
| 9. | EXIGENCES TECHNIQUES..... | 67 |
| 9.1. | INSTALLATION ET ENTRETIEN DU CHANTIER | 67 |
| 9.2. | DEMOLITION DES SERRES EXISTANTES | 67 |
| 9.3. | TERRASSEMENT / VRD | 68 |
| 9.3.1. | Terrassement / travaux préalables..... | 68 |
| 9.3.2. | Réseaux divers..... | 69 |
| 9.3.2.1. | Réseaux existants dans l'emprise du projet..... | 70 |
| 9.3.2.1.1. | Electricité | 70 |
| 9.3.2.1.2. | EP | 71 |
| 9.3.2.2. | Réseaux à créer dans le cadre du projet | 72 |
| 9.3.3. | Traitement des surfaces | 74 |
| 9.4. | STRUCTURE ET ENVELOPPE | 75 |
| 9.4.1. | Généralités..... | 75 |
| 9.4.2. | Charges permanentes et d'exploitation..... | 75 |
| 9.4.3. | BATIMENT TECHNIQUE..... | 76 |
| 9.4.3.1. | Structure..... | 76 |
| 9.4.3.2. | Prestations techniques particulières | 77 |
| 9.4.3.2.1. | Joints de dilatation | 77 |
| 9.4.3.2.2. | Revêtement de sol : résine | 77 |
| 9.4.3.2.3. | Réseaux sous dalle portée | 78 |
| 9.4.3.3. | Enveloppe du bâti..... | 78 |
| 9.4.3.3.1. | Façades..... | 78 |
| 9.4.3.3.2. | Menuiseries extérieures..... | 78 |
| 9.4.3.3.3. | Couverture..... | 79 |
| 9.4.4. | SERRES | 79 |
| 9.4.4.1. | Principes constructifs..... | 79 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 9.4.4.2. | Charpente métallique | 80 |
| 9.4.4.3. | Volumes verriers..... | 81 |
| 9.4.4.4. | Soubassements béton..... | 83 |
| 9.4.4.5. | Dalles béton et réseaux sous dalle portée | 83 |
| 9.5. | ÉQUIPEMENTS SPECIFIQUES DES SERRES | 84 |
| 9.5.1. | Ouvrants en toiture..... | 84 |
| 9.5.2. | Toiles d'ombrage | 84 |
| 9.5.3. | Support équipements techniques : FOG et ombrages et rampes amovibles d'éclairage | 85 |
| 9.5.4. | Portes d'accès..... | 85 |
| 9.5.5. | Tablars fixes | 85 |
| 9.6. | RECAPITULATIF DES EXIGENCES POUR LES SERRES | 86 |
| 9.6.1. | Compartiments Pleine terre : 21 et 22 | 86 |
| 9.6.2. | Compartiments avec Sol béton : 23, 24, 31, 32, 33, 34 et 35..... | 86 |
| 9.7. | AMENAGEMENT INTERIEUR | 87 |
| 9.7.1. | Doublage..... | 87 |
| 9.7.2. | Cloisonnement | 87 |
| 9.7.3. | Plafond..... | 87 |
| 9.7.4. | Menuiseries intérieures | 87 |
| 9.7.5. | Peinture / nettoyage | 88 |
| 9.7.6. | Signalétique | 88 |
| 9.7.7. | Paillasse | 88 |
| 9.8. | ELECTRICITE COURANT FORT..... | 88 |
| 9.8.1. | Electricité - courants forts | 88 |
| 9.8.1.1. | Préparation de chantier | 88 |
| 9.8.1.2. | Origine des installations électriques du site | 88 |
| 9.8.1.3. | Origine des installations électriques pour le projet..... | 89 |
| 9.8.1.4. | Approche du bilan de puissance approximatif..... | 90 |
| 9.8.1.5. | Réseau de terre..... | 91 |
| 9.8.1.6. | Foudre et sur tension..... | 91 |
| 9.8.1.7. | Armoires électriques | 92 |
| 9.8.1.8. | Onduleur (hors marché, fourniture INRAE)..... | 92 |
| 9.8.1.9. | Modes dégradés et secours | 93 |
| 9.8.1.10. | Alarmes techniques et système de comptage..... | 93 |
| 9.8.1.11. | Boitier d'arrêt d'urgence..... | 93 |
| 9.8.1.12. | Supports de distribution..... | 93 |
| 9.8.1.13. | Appareillage | 94 |
| 9.8.1.14. | Eclairage | 94 |
| 9.8.1.15. | Éclairage de sécurité | 95 |
| 9.8.2. | Électricité - courants faibles..... | 95 |
| 9.8.2.1. | Pré-câblage VDI | 95 |
| 9.8.2.2. | Système de sécurité incendie..... | 97 |
| 9.8.2.3. | Contrôle d'accès..... | 97 |
| 9.8.3. | Production photovoltaïque | 98 |
| 9.9. | ÉCLAIRAGE PHOTOSYNTHESE | 99 |
| 9.10. | GENIE CLIMATIQUE..... | 99 |
| 9.10.1. | Bilan Thermique CHAUD / FROID | 99 |
| 9.10.2. | Chauffage | 100 |
| 9.10.2.1. | Production | 100 |
| 9.10.2.2. | Distribution | 101 |
| 9.10.2.3. | Restitution | 102 |
| 9.10.3. | Climatisation Eau Glacée..... | 102 |
| 9.10.4. | Climatisation basse température (vernalisation)..... | 104 |
| 9.10.5. | Rafraîchissement adiabatique..... | 104 |
| 9.10.5.1. | Fog..... | 104 |
| 9.10.5.2. | Nébulisation..... | 105 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 9.10.6. | Ventilation et traitement d'air | 105 |
| 9.10.6.1. | Centrales de traitement d'air | 105 |
| 9.10.6.2. | Réseau de distribution | 106 |
| 9.10.6.3. | Étagères en vernalisation | 106 |
| 9.10.7. | Déshumidification | 107 |
| 9.11. | PLOMBERIE SANITAIRE | 107 |
| 9.11.1. | Qualité d'eau | 107 |
| 9.11.2. | Traitement d'eau | 108 |
| 9.11.3. | Eau Chaude Sanitaire | 108 |
| 9.11.4. | Distribution | 108 |
| 9.11.5. | Équipement sanitaire | 108 |
| 9.11.6. | Irrigation - fertilisation | 110 |
| 9.11.7. | Effluents | 111 |
| 9.12. | REGULATION - GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE | 111 |
| 9.12.1. | Architecture | 111 |
| 9.12.1.1. | Équipements de terrain | 112 |
| 9.12.1.2. | Bus de communication | 112 |
| 9.12.1.3. | Régulateurs et automates | 112 |
| 9.12.2. | Régulation des serres | 113 |
| 9.12.3. | Régulation du confort bâtiment technique | 114 |
| 9.12.4. | Régulation des productions | 114 |
| 9.12.5. | Le contrôle d'accès | 114 |
| 9.12.6. | Supervision locale | 114 |
| 9.12.7. | Supervision PANORAMA | 115 |
| 9.12.8. | La gestion des défauts | 116 |
| 9.12.9. | Plan de comptage énergétique | 118 |

Version BETA

1. CONTEXTE

INRAE de Clermont-Ferrand souhaite entreprendre une modernisation des serres du site de Crouël.

Le projet consiste en la construction de nouvelles **surfaces** de serres conventionnelles de recherche et d'expérimentation pour une surface nette totale estimée à 760 m² utile (500 m² de serres et 260 m² de halle technique abritant 80 m² de chambres de culture) pour remplacer certaines serres existantes qui seront démolies.

Ce dispositif sera construit au cœur du plateau de serres existant et deviendra l'origine de la nouvelle distribution des énergies et fertilisation pour le plateau de serre dans son état futur.

2. PRESENTATION DE L'INSTITUT

2.1. INRAE

INRAE, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, est un acteur majeur de la recherche et de l'innovation créé le 1er janvier 2020. Institut de recherche finalisé issu de la fusion entre l'Inra et Irstea, INRAE rassemble une communauté de 12 000 personnes, avec 202 unités de recherche et 42 unités expérimentales implantées dans toute la France. L'institut se positionne parmi les tous premiers leaders mondiaux en sciences agricoles et alimentaires, en sciences du végétal et de l'animal, et se classe 11ème mondial en écologie-environnement. INRAE a pour ambition d'être un acteur clé des transitions nécessaires pour répondre aux grands enjeux mondiaux. Face à l'augmentation de la population, au changement climatique, à la raréfaction des ressources et au déclin de la biodiversité, l'institut construit des solutions pour des agricultures multi-performantes, une alimentation de qualité et une gestion durable des ressources et des écosystèmes.

Plus de détails sur :

- <http://www.inrae.fr>
- <https://www.inrae.fr/centres/clermont-auvergne-rhone-alpes>

2.2. LE CENTRE AUVERGNE-RHONE ALPES (ARA)

Le nouvel institut a, en région Auvergne-Rhône-Alpes, l'une de ses plus fortes représentations, avec près de 1400 agents au total. Il est organisé en 2 centres de recherche, le Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes et le Centre Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes.

Au cœur des terres fertiles de Limagne et des pâturages du Massif central, le **Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes** est un des sites historiques de l'institut, avec des recherches de pointe dans des secteurs clés de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation : la nutrition humaine préventive, les céréales, la qualité des produits, les territoires, l'élevage à l'herbe, la robotique appliquée à l'agriculture, le fonctionnement de l'arbre...

Il rassemble les unités situées sur le territoire auvergnat, du Bourbonnais à Aurillac en passant par Clermont-Ferrand, avec 13 unités de recherche et 8 dispositifs expérimentaux structurants, représentant environ 800 agents, répartis sur 7 sites.

C'est un centre de recherche incontournable de la région, au plus près des préoccupations et des dynamiques des territoires.

Produire des connaissances scientifiques et les valoriser sous différentes formes (innovation, expertise, prospective...) constituent 2 missions complémentaires d'INRAE et nécessitent de développer des partenariats divers et variés. Le Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes est particulièrement investi dans ce domaine, avec une politique volontariste de collaboration avec ses partenaires académiques, socio-économiques et institutionnels, et ce aux échelles régionales, nationale et internationale.

Quelques chiffres significatifs : 25 contrats européens et 30 contrats ANR en cours, 55 brevets et 38 licences en cours, environ 10 millions d'euros de ressources contractuelles et 440 nouveaux dépôts de projets en 2018. Les compétences des équipes du Centre sont également mobilisées pour conduire ou participer à des opérations d'expertise ou de prospective, soit dans le cadre d'agences nationales ou européennes, soit dans le cadre d'actions spécifiques. Environ 500 publications scientifiques par an sont diffusées dans des revues à comité de lecture

Le centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes c'est aussi environ 115 000m² de bâtiment et 1446 Ha de surfaces foncières.

Par ailleurs une vraie perspective pour notre territoire est de développer le transfert de la connaissance notamment en s'engageant dans le débat science-société.

Au niveau de la grande région Auvergne-Rhône-Alpes, dans le cadre de la politique scientifique nationale du nouvel Institut, et de manière à assurer une cohérence régionale, les 2 Centres régionaux disposent d'un schéma scientifique conjoint, qui constitue la déclinaison de l'offre de recherche de l'institut INRAE en Région Auvergne-Rhône-Alpes. Cette offre est organisée en 6 thématiques prioritaires dédiées à :

1. l'agro-écologie des systèmes d'élevage herbagers, la qualité des produits qui en sont issus et la santé animale ;
2. la biologie intégrative des plantes modèles et cultivées et l'adaptation à leur environnement ;
3. l'eau, les bassins versants, l'écologie aquatique et les écotechnologies associées ;
4. les territoires et les socio-écosystèmes, leurs qualifications, leurs trajectoires et leur accompagnement ;
5. les risques naturels, sanitaires et environnementaux ;
6. la nutrition humaine, la complexité alimentaire et la santé.

3. PRESENTATION DU PARC DE CROUËL ET DES UNITES DE RECHERCHE

3.1. Présentation générale du site – Parc de Crouël

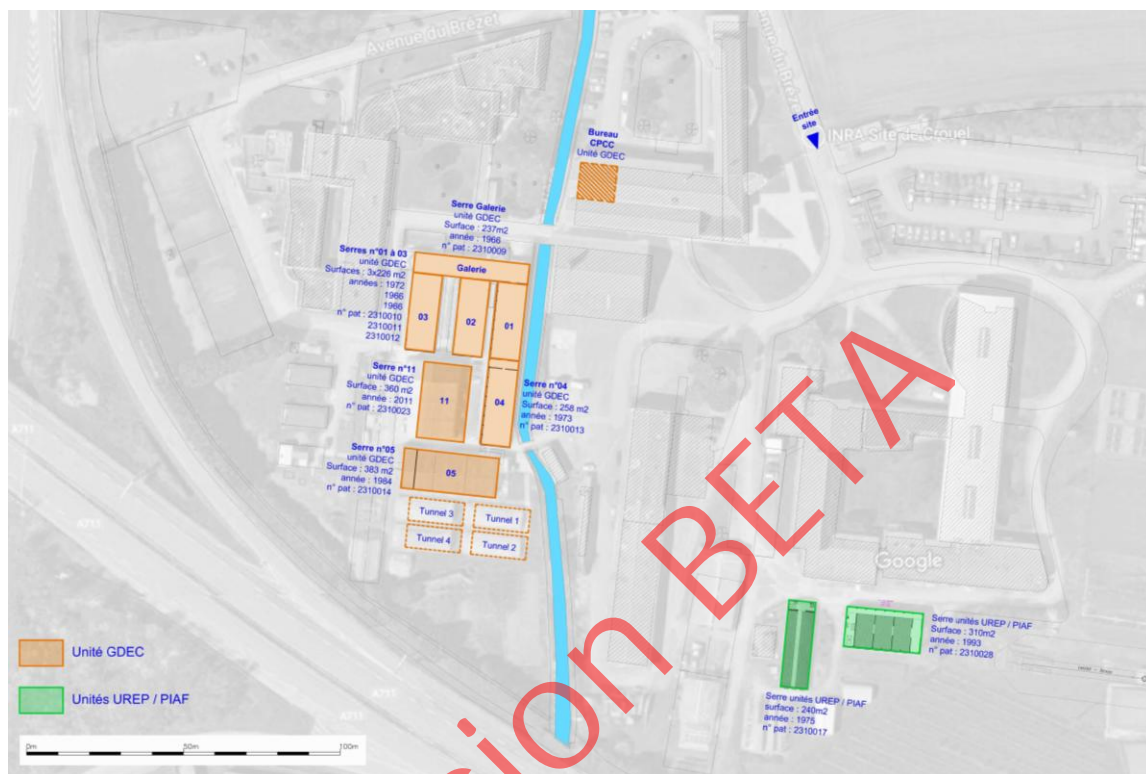


Figure 1 Extrait de l'annexe B2 du dossier 2 du DCE

La présente opération s'inscrit plus largement dans un projet de site qui mutualise toutes ces installations expérimentales en conditions contrôlées via la plateforme Végépôle. Ce service a pour mission de prendre en charge les expérimentations des UMRⁱ GDECⁱⁱ, PIAFⁱⁱⁱ et UREP

La plateforme Végépôle comprend des serres de recherche de type conventionnelle ou confinées utilisées pour la production de plantes et l'expérimentation en conditions contrôlées.

La composition est la suivante :

Une serre conventionnelle « Serre 5 » composée de trois compartiments (C8, C9, C10), de surface totale 383m².

Une serre confinée de niveau S2 « Serre 11 », composée de 6 compartiments de culture. Surface totale 360 m²

Un ensemble de 5 serres conventionnelles regroupées avec 3 serres 1 à 3 de 227m², 1 serre galerie de 237m² et 1 serre 4 de 258 m².

Un ensemble de 7 tunnels.

Une serre de 310 m² composée de 3 compartiments et 2 sas, pour l'UMR PIAF et l'UMR UREP.

3.2. Le projet de site sur Crouël

L'opération de modernisation des serres du site de Crouël a pour objectif, la modernisation de près de 85% des surfaces des serres du site.

Cette modernisation a pour objet :

- La démolition de serres vieillissantes et obsolètes, datant de la fin des années 60 et des années 70, ainsi que la serre PIAF des années 90
- La reconstruction de surfaces de serres conventionnelles de recherche et d'expérimentation avec optimisation des surfaces, des coûts d'exploitation, et notamment de la consommation et de la dépense énergétique,

Ce en cohérence fonctionnelle, technique et énergétique avec l'ensemble des serres existantes et du site.

Le projet site de Crouël va permettre une montée en gamme des équipements qui sont des outils complémentaires aux dispositifs que Végépôle gère sur le campus universitaire Clermontois qui fera l'objet d'une autre consultation pour la modernisation d'une serre de 300m² dédiée à la production de matériel OGM de laboratoire qui constituent un outil de recherche nécessaire pour accélérer la validation de nos hypothèses de recherche comme par exemple pour la validation du rôle d'un gène sur la tolérance aux contraintes biotiques et abiotiques.

3.3. Zone d'étude

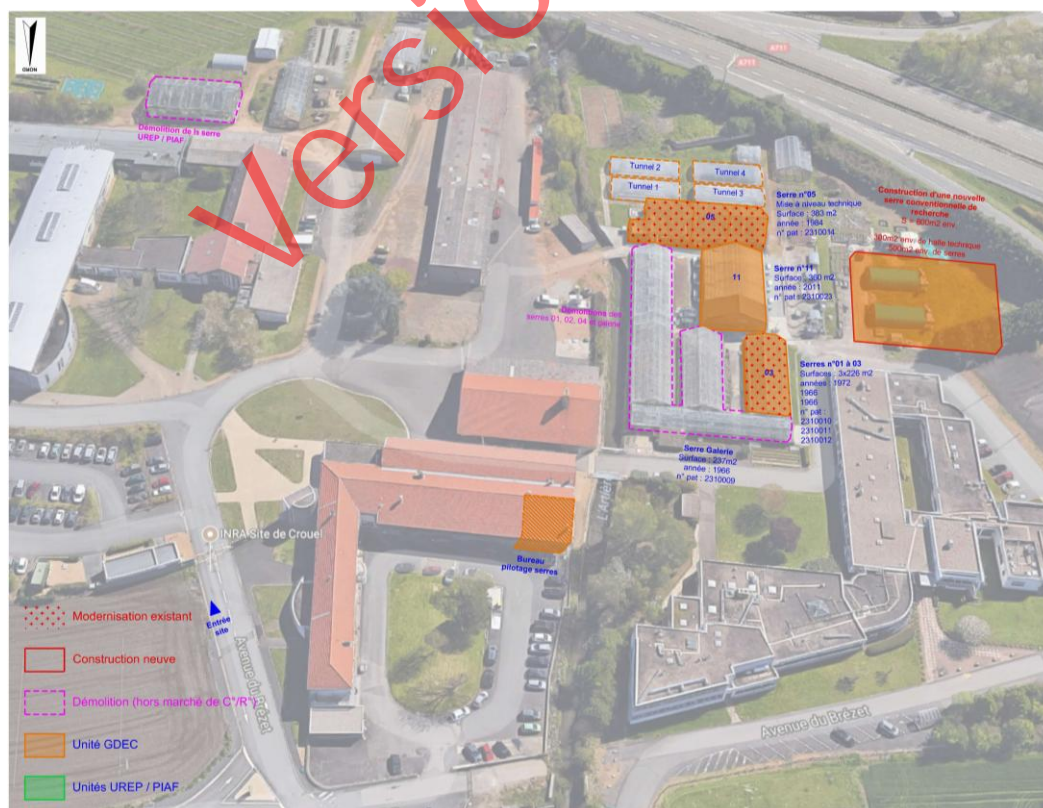


Figure 2 : extrait de l'annexe B2 du dossier 2 du DCE

La zone concernée par la tranche ferme est la suivante :

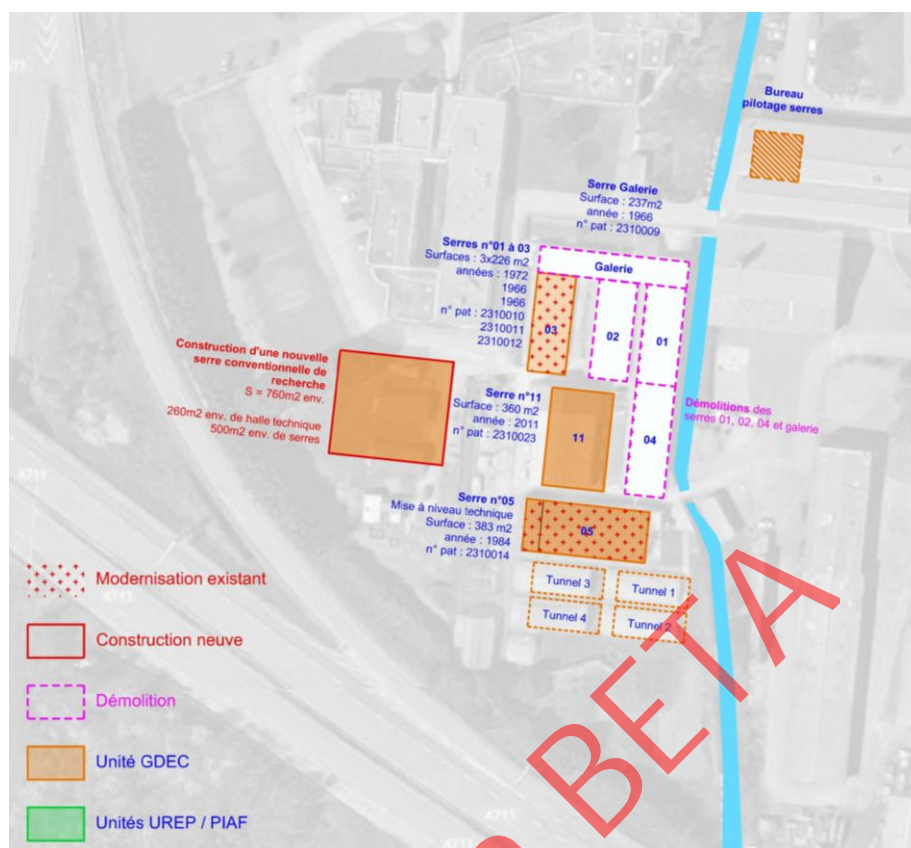


Figure 3 -extrait de l'annexe B2 du dossier 2 du DCE

3.4. LES UNITES ET LES EQUIPES DE RECHERCHE IMPLIQUEES DANS LE PROJET DE SITE

3.4.1. UREP & UMR PIAF

Le PIAF est une Unité Mixte de Recherche (UMR_A 547) entre INRAE et l'Université Clermont Auvergne. **Les recherches de l'UMR PIAF portent sur les réponses des arbres aux facteurs de l'environnement** (hydrique, lumineux, mécanique, minéral, thermique) **déterminant leur acclimatation ou survie**, en prenant en compte les aspects architecturaux et fonctionnels et en travaillant sur l'ensemble du cycle annuel. Les objectifs sont principalement d'identifier des génotypes ou des écotypes d'arbres plus résistants aux événements climatiques extrêmes, de proposer des modes de conduite des vergers pour limiter le développement des bioagresseurs et donc le nombre de traitements phytosanitaires, de proposer des modes de gestion forestière améliorant la durabilité, de prévoir les modifications d'aires de répartitions des espèces naturelles ou cultivées en fonction du changement climatique.

L'UREP est une Unité Mixte de Recherche sur l'Ecosystème Prairial (UMR 0874) entre INRAE et VetAgroSup. Le projet scientifique porte sur **"l'écologie, le fonctionnement et les services de la prairie permanente dans un contexte de changement global"**. Il a vocation à répondre à la fois à des attentes en matière de travaux cognitifs et finalisés. L'enjeu est de **contribuer à une gestion durable de l'écosystème prairial dans un contexte changeant** (climat et multifonctionnalité de l'agriculture). Pour cela, une démarche intégrative et prédictive combinant observation, expérimentation et modélisation est développée. Le projet s'organise autour de deux volets thématiques : "cycles carbone (C) - azote (N) et effet de serre" et "Biodiversité, fonctionnement et dynamique des écosystèmes prairiaux".

3.4.2. L'UMR GDEC¹ – Génétique, Diversité, Écophysiologie des Céréales

L'UMR 1095 GDEC est une Unité Mixte de Recherche entre INRAE et l'Université Clermont Auvergne (UCA). Ses projets de recherche sont pour l'essentiel focalisés sur le **blé tendre, espèce modèle et plante de grande culture**. A l'interface entre recherche fondamentale et recherche finalisée, ils sont développés, au niveau national et international, dans le cadre d'un grand nombre de collaborations impliquant des partenaires publics et privés (équipes de recherche, sélectionneurs, semenciers, organismes internationaux). Ces projets ont comme objectif commun l'amélioration de la qualité et du rendement du blé. Ils s'inscrivent dans un contexte de **développement d'une agriculture durable et de changement climatique**. Ils visent à avancer dans la connaissance de la structure, de l'organisation, du fonctionnement et de l'évolution du génome complexe du blé, à comprendre la genèse de nouvelles fonctions et/ou l'évolution de fonctions spécifiques conservées, à décrypter les mécanismes contrôlant des caractères agronomiques importants (rendement, qualité du grain, résistance à des stress biotiques et abiotiques), à caractériser les ressources génétiques, **in fine à intégrer et modéliser ces connaissances et développer des outils pour améliorer l'efficacité de la sélection variétale**.

¹ Unité concernée directement par l'opération de modernisation du parc de serres du site de Crouël

Pour mener à bien l'ensemble de leurs recherches et réaliser leurs expérimentations, la communauté scientifique dispose d'un plateau technique expérimental qui offre des **conditions contrôlées sur les paramètres climatiques que sont le rayonnement, la température et l'hygrométrie**. Il se compose d'un parc de 100m² de chambres de culture et phytotrons, 1100m² de tunnels, 600m² de serres NSB2 et de serres conventionnelles qui rentrent dans le cadre de ce projet.

Celles-ci constituent 1300 m² de serres vitrées conventionnelles et sont éclatées en 4 serres de type pleine terre de 250m² chacune et une serre de 280m² pour accueillir des échantillons sur tablette.

L'UMR GDEC a décidé de remplacer cet ancien complexe de serres bâti dans les années 70 afin d'en réduire les coûts d'exploitation, de répondre aux nouvelles normes de construction, de suivre l'évolution des besoins de recherche et d'exploiter les technologies de pointe en matière d'infrastructure de serres (régulation, ombrage, insecte proof, éclairage, etc...). **Ces nouvelles serres et locaux connexes répondront aux nécessités des équipes de recherche définies en fonction de leurs activités actuelles et futures en intégrant une modularité et flexibilité de dispositif.**

Cet outil est utilisé pour les projets, développés au sein de **7 équipes de recherche** aux thématiques interconnectées, qui sont focalisés sur le **blé tendre**, espèce modèle et d'importance agronomique (2ème céréale au niveau mondial). A l'interface entre **recherche fondamentale et recherche finalisée**, leur objectif commun est l'amélioration de la qualité et du rendement du blé dans un contexte d'agriculture durable et de changements climatiques.

3.4.2.1. Thématiques et activités de recherche de l'unité GDEC s'appuyant sur les serres

Equipe GECO (GEnétique et reCOmbinaison)

1. Etude de la recombinaison homologe chez le blé hexaploïde
2. Clonage positionnel d'un gène de compatibilité de croisement du blé avec le seigle : Skr

Equipe Qualigrain (Qualité des grains)

1. Augmenter la concentration en protéines et la valeur nutritionnelle
2. Maîtriser la composition en protéines pour l'adapter aux usages
3. Explorer la voie UPR en lien avec la maturation des protéines

Equipe DIGEN (Diversité et Génomes)

1. Caractérisation de la diversité génétique chez le blé tendre
2. Exploitation de la diversité dans les programmes de sélection variétale

Equipe MDC (Maladies Des Céréales)

1. Mise au point d'outils de phénotypage
2. Criblage et identification de sources originales de résistance
3. Clonage positionnel de Stb6 et Stb16q
4. Analyse protéomique et transcriptomique de la sensibilité de l'épi de blé tendre à fusarium graminearum

Equipe PaléoEvo (Paléogénomique et Evolution)

Les questions scientifiques abordées dans l'équipe sont les suivantes :

1. Quel processus de leur histoire évolutive explique la stabilité et labilité structurale respectivement des génomes des animaux et des plantes ? [Volet Evolution]
2. Quel mécanisme explique la dominance intra-génomique structurale des génomes animaux et végétaux modernes ? [Volet Organisation]
3. Quel mécanisme explique la plasticité fonctionnelle des génomes animaux et végétaux modernes ? [Volet Régulation]
4. Quel impact à la plasticité intra-génomique structurale et fonctionnelle issue de polyploïdisations sur le développement et l'adaptation des espèces modernes ? [Volet Translation]

Equipe VISTA

1. La stabilité du rendement : un enjeu face au changement climatique et aux nouvelles contraintes
2. Analyser l'impact des facteurs limitants et identifier la variabilité génétique associée

CRB (Centre de Ressources Biologiques Céréales à paille)

1. Fournir des données de passeport (donneur, origine géographique, etc...) rendant les ressources plus facilement utilisables dans le cadre des réglementations en vigueur, selon des normes de traçabilité des échanges
2. Multiplier et conserver les ressources selon des normes de qualité.

Plateau technique validation fonctionnelle (PT ValFon)

1. Répondre, sous forme de collaboration ou de prestation de service, aux demandes de validation de gènes émanant des différents laboratoires, français ou étrangers, travaillant sur la génomique du blé
2. Conduire les développements et innovations technologiques en rapport avec la transgénèse

4. Objectifs du projet

4.1. Objectifs tangibles et intangibles

Les objectifs intangibles du projet sont :

- Le respect du budget de l'opération
- Le respect des consignes climatiques demandées
- Le respect des surfaces / capacités de culture
- Le respect du planning réception y compris démolitions début 2028

Les objectifs secondaires où des marges de manœuvre existent sont :

- Le respect des préconisations techniques, sous réserve d'un argumentaire présentant les avantages économiques de solutions alternatives
- La performance énergétique des solutions constructives passives, sous réserve d'un argumentaire en coût global étayé sur le temps de retour des solutions proposées.

4.2. Orientation de la conception

La conception doit être guidée par la rationalité et l'efficacité des solutions fonctionnelles et techniques proposées.

L'image architecturale du bâtiment, bien qu'importante, n'aura pas de grande visibilité sur le site et n'est pas prioritaire.

L'architecture épurée doit se mettre au service d'une fonctionnalité fluide, et de la pérennité du bâti avec de faibles coûts de maintenance et de gros entretien.

La même philosophie doit guider les choix techniques, où la simplicité de conception et de prise en main par les utilisateurs sera la meilleure garante de la performance énergétique et climatique du plateau de serres.

4.3. Types de cultures envisagées

Les cultures envisagées sont à 80% du blé tendre, depuis la germination jusqu'à la récolte des échantillons, ainsi que des arbres, des plantes à hautes tiges et de la prairie dans un compartiment dédié.

Il pourrait y avoir ponctuellement du tabac, arabidopsis, ...

4.3.1. Cultures en plaques de semis et terrines (Réf M15 et M16)

Les semis sont cultivés dans les compartiments 31 et 32 et les chambres de vernalisation (47 et 48), en utilisant des plaques de semis ou des terrines.

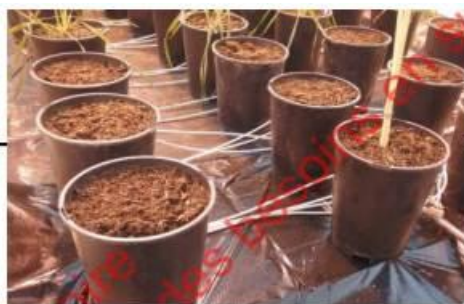


Figure 4 Photos des plaques et terrines utilisées

Ils sont ensuite repotés dans les pots de 4L (M13a et M13b) puis partent pour les diverses expériences dans les autres cellules.

4.3.2. Cultures en pots de 4L (réf M13a et M13b)

Les plants sont généralement implantés dans des pots de 4L. Ces derniers sont le plus souvent placés sur tablars, ou éventuellement directement au sol.



Deux formats existent :
Format haut : Ø 18,8 cm H 21,8 cm
Format bas : Ø 21,1 cm H 16,5 cm

Poids à prendre en compte par pot à 3.5 kg.

Les implantations en nombre de pots par tablars sont simulées avec les pots larges format bas.

Figure 5 Photo des pots utilisés

4.3.3. Cultures en pots de 1L (réf M14)



Les plants de l'équipe SSD^{IV} sont généralement implantés dans des pots de 1L. Ces derniers sont placés sur tabliers.

Format 11*11*11 cm, poids 1 kg

Figure 7 : Photo des pots utilisés

4.3.4. Cultures en tubes PVC (réf M17)

Dans les chambres de culture, ou parfois en serres, certaines équipes utilisent des tubes PVC maintenus dans un cadre métallique.



Dans les chambres de culture (41 à 46), ou parfois en serres (23 et 31 à 35), certaines équipes utilisent des tubes PVC maintenus dans un cadre métallique

Taille du cadre 70x70x140 cm

Figure 7 photo des cadres et tubes PVC utilisés

4.3.5. Cultures en bacs de type plein champ (réf M18)



Les bacs sont existants sur site et peuvent être utilisés dans les compartiments 23 et 24 dédié principalement aux arbres ou aux céréales en bacs de type pleine terre.

Ils mesurent 210x110x90 cm et pèsent 1500kg pleins. Ils reposent sur 4 pieds 10x10cm

Figure 8 photo des bacs type plein champ

4.3.6. Cultures en pleine terre

Une équipe conservera la serre existante n°3 pour ses expériences de cultures en pleine terre.

Deux autres équipes ont chacune besoin d'un compartiment en pleine terre dans la nouvelle serre pour leurs expériences.

En pleine terre, on peut planter deux plants tous les 25 cm. Il y a une bande de terre de 50 cm puis une allée d'accès aux plantes de largeur 50 cm entre chaque allée de plants, matérialisée par des plaques métalliques.

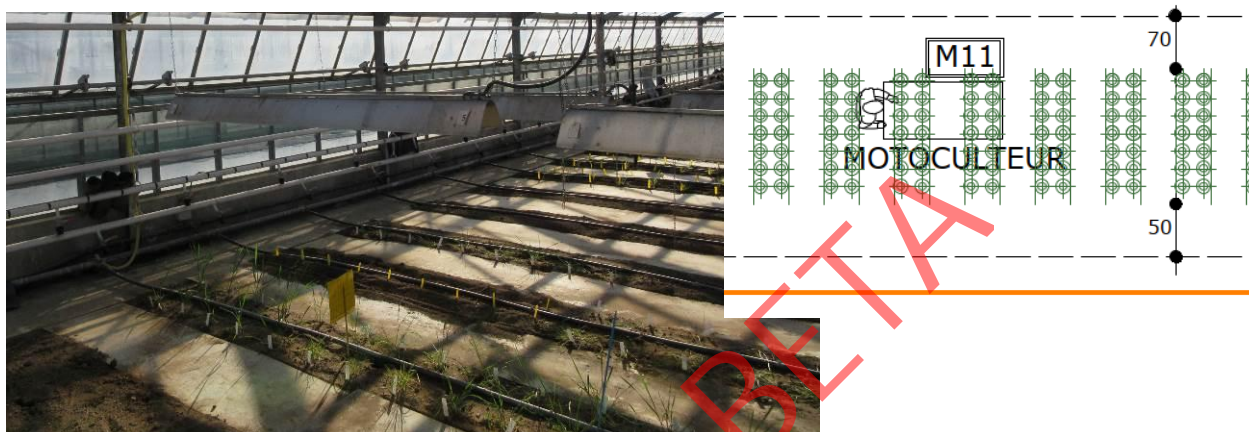


Figure 9 photo d'une serre existante et extrait du schéma fonctionnel

4.3.7. Cultures arbres en pots (Réf M19)



Les arbres en pots sont destinés au compartiment 24.

Les arbres sont cultivés en pots de différentes dimensions qui sont fonction de l'espèce et de la taille des arbres.

Typiquement la taille des pots va de 5L à 1000L. Ces pots sont soit placés à même le sol, soit placés sur des balances ou dans des caissons de conditionnement thermique.

Seuls les plus gros pots utilisés sont à prendre en compte pour les simulations d'implantation.

Ces pots mesurent Ø80 x 90 cm et pèsent 1500 kg pleins.

Les arbres ont une taille maximale de Ø150 x 400cm.

Figure 10 photo arbre en pot type

4.3.8. Cultures sur tablars pliables démontables goutte à goutte (Réf M25)

Les compartiments serres 21,22,23,32,33,35 et certaines chambres de culture (41 à 46) sont équipés de tablars pliables démontables : les pieds télescopiques sont ajustables entre 30 et 80 cm par pas de 5 cm et repliables sans outil pour manutention aisée.

Dans les compartiments pleine terre (21 et 22), l'entraxe des tablars est adapté au calepinage des cheminements béton périmétriques prévus.

Ces tablars sont facilement déplaçables mais ont vocation à rester dans une installation fixe pour la durée des expériences.

Ils sont équipés d'un fond sub-irrigant d'une quick-valve et d'une électrovanne d'irrigation solidaire du tablar avec branchement rapide sur flexible de ferti-irrigation et connectique de régulation.

La distribution terminale capillaire est pré-tubée en fonction du nombre de pots prévus et facilement démontable pour tuber d'autres configurations. Une vannette d'isolement est prévue sur le collecteur tous les 10 piquages de pots.

Les concepteurs devront donc proposer un aménagement avec un format de tablar libre à définir, ergonomique et optimisant la surface de culture par rapport à la surface de compartiment.

Tous les pots doivent être facilement accessibles pour les chercheurs pour la conduite des expériences, observation, prélèvements, inoculations, instrumentations.

4.3.9. Cultures sur tablars pliables démontables sub-irrigant(Réf M26)

Les compartiments 31 et 34 sont équipés de tablars pliables démontables : les pieds télescopiques sont ajustables entre 30 et 80 cm par pas de 5 cm et repliables sans outil pour manutention aisée.

Ces tablars sont facilement déplaçables mais ont vocation à rester dans une installation fixe pour la durée des expériences.

Ils sont équipés d'un fond sub-irrigant d'une quick-valve et d'une électrovanne d'irrigation solidaire du tablar avec branchement rapide sur flexible de ferti-irrigation et connectique de régulation.

La même électrovanne disposée différemment est utilisée pour gérer un arrosage type marée haute et marée basse. Une distribution terminale capillaire est pré-tubée en fonction du nombre de pots prévus et facilement démontable pour tuber d'autres configurations. Une vannette d'isolement est prévue sur le collecteur tous les 10 piquages de pots.



Les concepteurs devront donc proposer un aménagement avec un format de tablar libre à définir, ergonomique et optimisant la surface de culture par rapport à la surface de compartiment.

Tous les pots doivent être facilement accessibles pour les chercheurs pour la conduite des expériences, observation, prélèvements, inoculations, instrumentations.

4.4. Maîtrise des conditions expérimentales

Une organisation fonctionnelle en « niveaux de performance climatique » est proposée avec les quatre niveaux suivants :

- Niveau Performance Climatique 1 (NPC 1) : basique : Serre simple vitrage, chauffage tube rayonnant 15°C, aération assistée de ventilation mécanique. Dans le cadre du projet, la Serre 3 existante sera conservée pour cet usage
- Niveau Performance Climatique 2 (NPC 2) : amélioré : Serre double vitrage, chauffage 18°C, ventilation mécanique renforcée et rafraîchissement adiabatique de type fog, ombrage motorisé.
Ce niveau concerne les deux compartiments pleine terre (21 et 22) ainsi que les compartiment 34 - 35). L'homogénéité spatiale attendue est +/- 3°C (sauf indication contraire sur fiches locaux).
- Niveau Performance Climatique 3 (NPC3) : performant : Serre double vitrage, chauffage 20°C avec capacité de monter à 45°C en journée pour des expériences de stress thermique. Ventilation mécanique de type CTA avec chauffage eau chaude et rafraîchissement sur groupe froid, et/ou adiabatique de type fog selon exigence estivale, et ombrage motorisé. Ce niveau concerne les compartiments arbre (24), bacs plein champ (23) et SSD (31 à 33). L'homogénéité spatiale attendue est +/- 2°C (sauf indication contraire sur fiches locaux).
- Niveau Performance Climatique 4 (NPC4) : climat fin : chambre de culture (41 à 48) pour besoin climatique fin avec gestion de l'humidification, de la déshumidification, températures extrêmes possibles en toutes saisons, besoins spécifiques de vernalisation. L'homogénéité spatiale attendue est +/- 1°C

4.5. Gestion globale et environnementale du projet

Ce projet de serres destinées à abriter des cultures scientifiques doit requérir de façon traçable, tout au long des actes de sa construction et de sa mise en service, une cohérence et une parfaite interaction entre les équipements de process, le bâtiment, les installations techniques et les équipements scientifiques.

La performance environnementale du projet est un axe important de la conception, qui devra être suivi et évalué tout au cours du projet, et dans les premières années de fonctionnement.

Le projet respectera les principes environnementaux en vue d'une certification ISO 14001 (respect du code de l'environnement). **A ce titre, le DOE comportera une partie spécifique récapitulant les aspects réglementaires environnementaux et la façon dont ils sont respectés.**

Le Maître d'ouvrage a choisi une dévolution de marché en Concepteur Constructeur pour sécuriser les objectifs techniques, financiers et de planning de livraison dans une démarche globale optimisée.

Les principaux aspects environnementaux concernent

- la production photovoltaïque, avec l'objectif de tendre vers une serre énergétiquement neutre en moyenne annuelle.
- la sécurisation des rejets effluents
- La gestion du chantier selon les principes de la charte chantier vert

Une mise en service exemplaire pour une utilisation à pleine efficacité dès la livraison du projet sera un second objectif prioritaire du projet.

Pour ce faire, le maître d'ouvrage a missionné un qualificateur dédié qui définira et anticipera la qualification des installations, dès les premières phases de conception, jusqu'à la validation des résultats escomptés sur les différents critères de performance à qualifier.

Voir en annexe H le CCTP de la mission de qualification, I le rapport d'analyse et avis du qualificateur sur le PTD et en annexe J le plan de qualification provisoire.

4.6. Évolutivité et prise en compte d'une future extension

L'implantation et la conception du projet devra permettre une réserve de capacité pour une extension possible vers le Sud et vers l'Ouest du site d'implantation, d'environ 120 m² de surface de serre, de niveau climatique NPC 2.

A ce stade, il est demandé un surdimensionnement des adductions fluides (électricité, gaz et eau) de l'ordre de 50 % pour prévoir cette extension.

La surface des locaux techniques sera aussi prévue pour permettre cette évolution de matériel, qui sera représentée sur les plans.

Rendu offre : les équipes devront présenter sur tableaux récapitulatifs leurs bilans de besoins fluides, l'adéquation avec les origines et la prise en compte de l'extension future. L'extension sera matérialisée en pointillé sur les plans masse du projet.

Version BETA

4.7. Implantation du projet

Le terrain d'assiette est situé sur le site de INRAE Crouël 5, chemin de Beaulieu, 63100 CLERMONT-FERRAND, au Sud-ouest des serres S1-S5, comme indiqué sur la photo ci-dessous.

Les flux logistiques sur le site, en phase chantier puis exploitation devront respecter les demandes programmatiques, à savoir :

- En phase chantier : maintien des flux logistiques INRAE et limiter les croisements avec les flux chantier
- Maintien des adductions fluides via les caniveaux extérieurs ceinturant les serres démolies, mais aussi les caniveaux en serre 1 et 3 dans l'emprise du projet, dont dépendent les serres 4 et 5 pour leur fonctionnement.
- En exploitation : maintien d'un accès aisé à toutes les serres du plateau

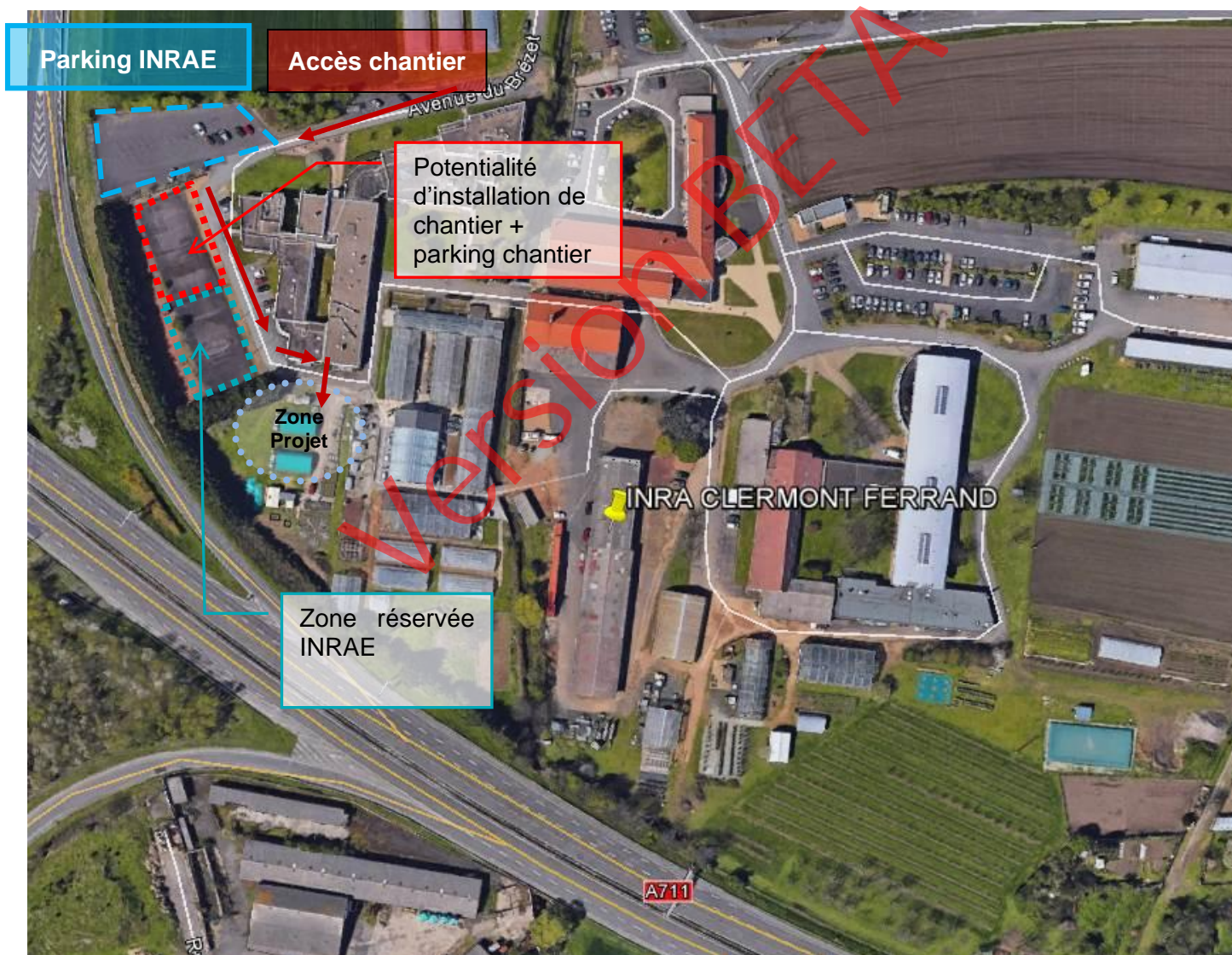


Figure 11 photo aérienne installation et accès chantier. Voir carnet de plans B2 en annexe du DCE.

Rendu offre : les équipes devront présenter sur plans masse

- Les flux chantier et projet ainsi que le plan d'installation de chantier

5. Programme fonctionnel

5.1. Présentation du projet, intégration dans le site

Les serres projetées viennent s'ajouter aux autres serres existantes sur site.

À ce titre, elles doivent être implantées et conçues comme faisant partie d'un ensemble fonctionnel complet du plateau serres. Les liaisons avec les autres entités du plateau doivent permettre une communication aisée et cohérente.

C'est notamment dans cette nouvelle serre que sont rempotés tous les plants servant ensuite sur l'ensemble du plateau de serres, jusqu'aux chambres de culture du bâtiment Végépôle.

La nouvelle serre comprendra :

- Une zone de préparation commune,
- Un local phytosanitaire, avec son vestiaire et sa douche
- Un sanitaire PMR
- Une zone de rangement (rayonnages, racks ou étagères)
- Zone de tri des déchets à la source à l'arrière du bâtiment
- 2 compartiments pleine terre,
- 7 compartiments sol béton,
- 8 chambres de culture dont 2 pour la vernalisation,
- Les locaux techniques (TGBT, Prod PV, VDI, chaufferie, plomberie, ventilation, fog, fertilisation, autre...)

L'implantation du projet prendre particulièrement en compte les ombres portées reçues et générées au niveau des plantes à l'altimétrie de culture envisagée

5.2. Protocole scientifique et ergonomie des espaces

Les compartiments disposent chacun de leur accès dédié, ce qui permet de limiter au mieux les interférences ou risques de contaminations croisées entre les diverses expériences en cours.

Les chercheurs travaillent généralement sur tablars fixes déplaçables pour avoir un accès aisé aux plantes en toutes circonstances, sans avoir à déplacer des plantes et risquer de perturber les conditions expérimentales. Les tablars doivent pouvoir avoir plusieurs réglages de hauteur de culture.

Les allées principales sont généreuses, pour permettre le passage avec un transpalette chargé d'une palette 800x1200.

Typiquement 1,6m de large dans les circulations communes, et 1,2 m de large dans les allées principales des compartiments, **libre de tout obstacle**. Les allées secondaires permettent un passage d'au moins 60 cm, **libre de tout obstacle**.

L'accessibilité PMR stricte n'est pas requise pour le projet. Cependant, l'équipe compte un agent en fauteuil roulant, qui devra pouvoir accéder dans la halle technique pour permettre d'effectuer des manipulations sur tablar (tablar adapté à la charge du Maître d'Ouvrage), et utiliser les sanitaires qui seront donc conformes PMR.

5.3. Schémas des principales liaisons fonctionnelles

5.3.1. Schéma plateforme de serres (cf. pièce graphique annexe B3 du dossier 2 DCE)

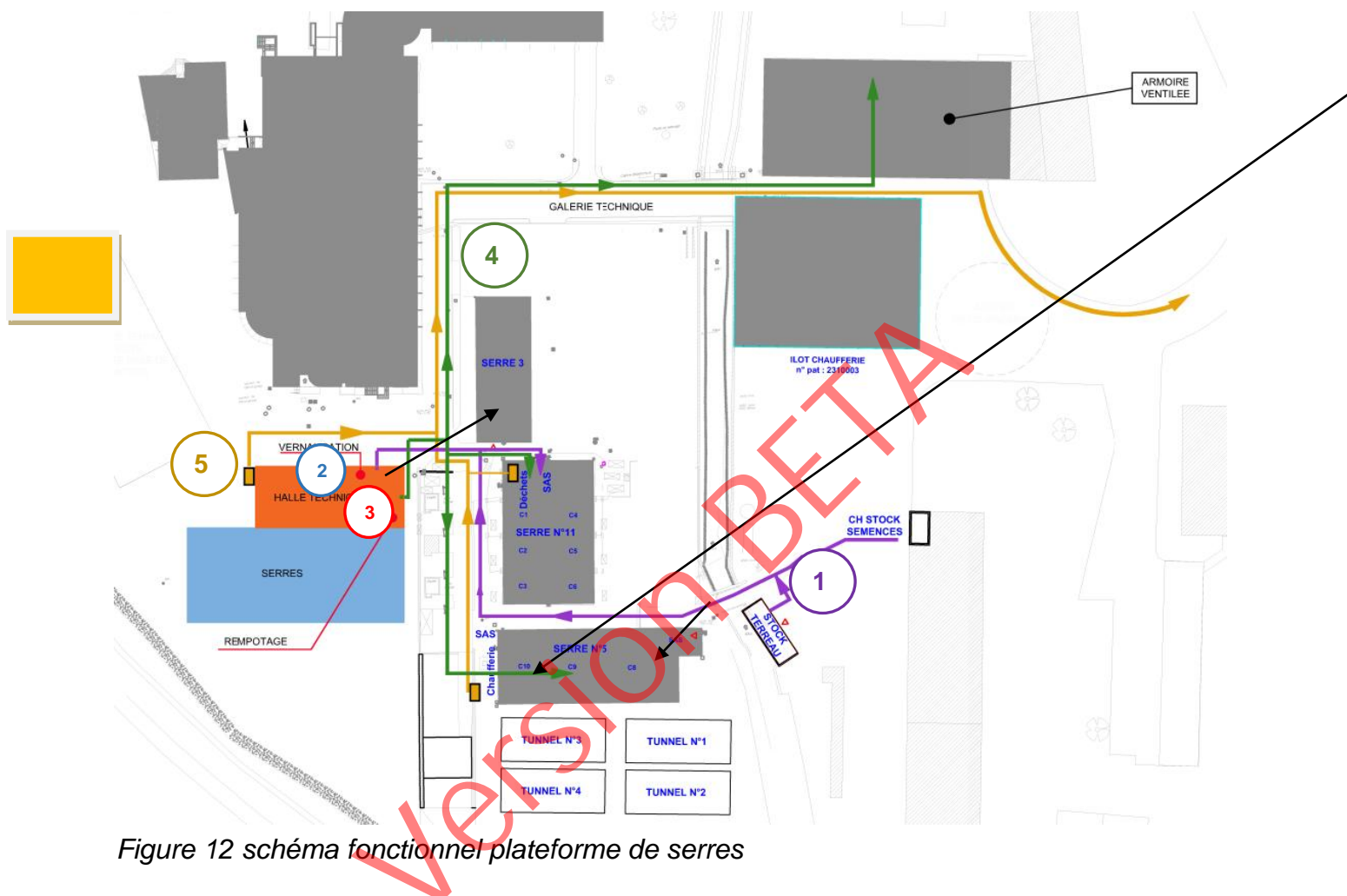


Figure 12 schéma fonctionnel plateforme de serres

(1) Le flux matière premières (semences et terreau) est acheminé dans le projet au niveau de la halle technique.

Toutes les opérations de semis, culture plantules, vernalisation (2) et rempotage (3) sont effectuées au niveau de la halle technique de la nouvelle serre.

Les pots préparés pour les expériences sont ensuite dirigés

- Soit vers les nouveaux compartiments du projet,
- Soit vers les autres serres du plateau ou chambres de culture existantes conservées (4).

(5) Les déchets sont évacués vers une plateforme centrale au Nord-Est du site.

5.3.3. Schéma de principe irrigation (cf. pièce graphique annexe B3 du dossier 2 du DCE)

Voir aussi le §5.5.2.1 et §9.11.6 pour le détail des explications.

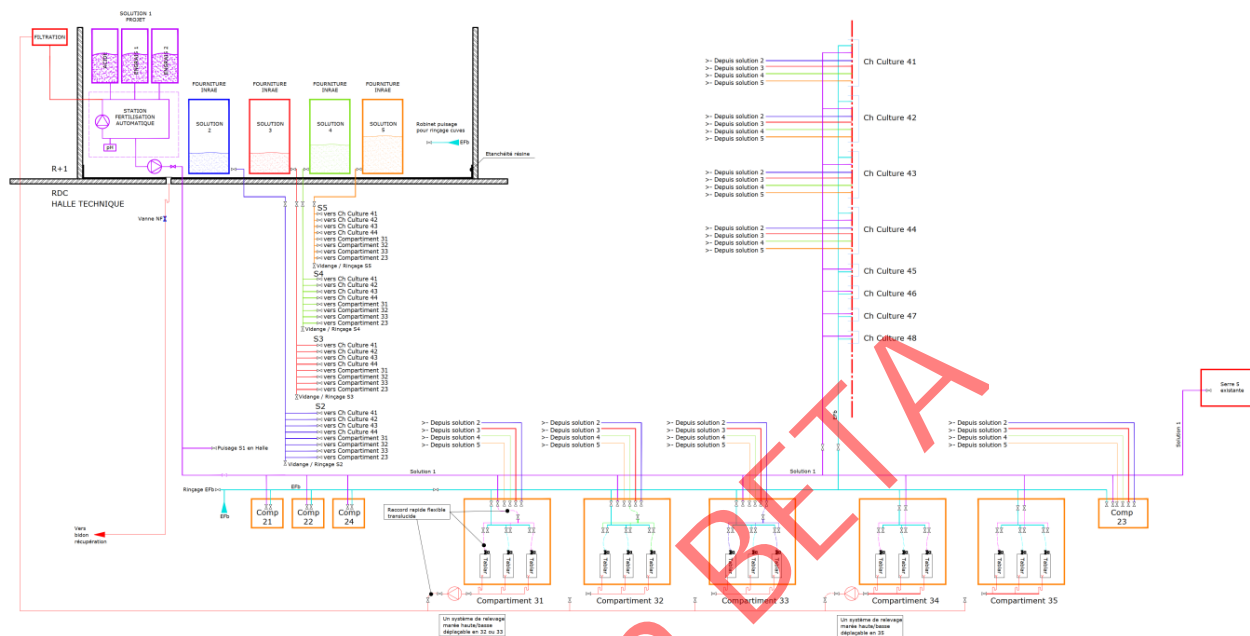


Figure 14 schéma fonctionnel ferti-irrigation (voir détails en annexes graphiques B3 du dossier 2 du DCE)

5.4. Tableau des besoins de culture / surfaces

Le tableau ci-dessous résume les différents besoins surfaciques ou de capacité de culture exprimés à créer dans le cadre du projet, en fonction du Niveau de Performance Climatique (NPC).

| Climat | Local | Besoin | Surface estimée programme |
|--------|--------------------------------|---|---------------------------|
| NPC 4 | Chambre de culture 41 | 15 m ² compartiment | ~ 260 m ² |
| | Chambre de culture 42 | 15 m ² compartiment | |
| | Chambre de culture 43 | 8 m ² compartiment | |
| | Chambre de culture 44 | 8 m ² compartiment | |
| | Chambre de culture 45 | 8 m ² compartiment | |
| | Chambre de culture 46 | 8 m ² compartiment | |
| | Chambre de culture 47 VERNA 1 | 12 m ² total utile culture étagères 3 niveaux | |
| | Chambre de culture 48 VERNA 2 | 6 m ² total utile culture étagères 3 niveaux | |
| | FL.1 Zone de travail | 100 m ² | |
| | . dont Rangements (M06) | 10 m ² | |
| | FL. 2Sanitaire | 5 m ² | |
| | FL.3&4 Zone phyto | 10 m ² | |
| NPC 3 | Compartiment 31 | Dans chaque compartiment ~30 m ² , soit : 160 pots de 4 L, 450 pots de 1 L ou 15 bacs à tubes | ~ 520 m ² |
| | Compartiment 32 | | |
| | Compartiment 33 | | |
| | Compartiment 34 | Dans chaque compartiment ~50 m ² , soit : 270 pots de 4 L, 750 pots de 1 L ou 25 bacs à tubes | |
| | Compartiment 35 | | |
| NPC 2 | Compartiment 21 - pleine terre | ~70 m ² pour 300 plants | |
| | Compartiment 22 - pleine terre | ~70 m ² pour 300 plants | |
| | Compartiment 23 - sol béton | ~50 m ² pour 200 pots de 4L | |
| | Compartiment 24 - sol béton | 80 m ² compartiment | |

**Les surfaces ~approximatives sont des surfaces environnées indicatives tenant compte des besoins techniques additionnels pour d'éventuels équipements de traitement d'air ou autre tels que gaines textiles, avec les contraintes des circulations, etc...
Les nombres de pots demandés sont la donnée contractuelle.**

Les projets seront appréciés sur l'optimisation des surfaces tout en respectant l'ergonomie demandée au programme et le besoin de culture.

Nota 1 : - Le projet doit la réalimentation fluide (Elec, régul et EC) des serres 3, 5 et 11 conservées

Nota 2 - La numération définitive des locaux sera revue en fin d'APD, selon la codification patrimoine de INRAE.

5.5. Besoins fonctionnels des locaux

5.5.1. Généralités

5.5.1.1. Personnel utilisant le bâtiment

La serre ne comporte pas de poste de travail fixe à temps plein, mais est utilisée en visites épisodiques pour des tâches ponctuelles.

Elle comptera 4 personnes en moyenne avec des pointes à 8 maximum pendant 1/2 journée en période de prélèvement sur plantes.

L'accessibilité PMR stricte n'est pas requise pour le projet. Cependant, l'équipe compte un agent en fauteuil roulant, qui devra pouvoir accéder dans la halle technique pour permettre d'effectuer des manipulations sur tablar (tablar adapté à la charge du Maître d'Ouvrage), et utiliser les sanitaires qui seront donc conformes PMR.

5.5.1.2. Gabarits d'accès

Un gabarit d'accès de dimensions 1,5 x 0,8 x 2 (L x P x H) pour un petit engin élévateur ainsi que des barres, tubes ou profilés de 3m de long doivent pouvoir circuler librement dans la serre sans déplacement d'équipements fixes.

Les équipements plus encombrants seront prévus démontables et devront pouvoir être assemblés à l'intérieur.

5.5.2. Compartiments de serres

5.5.2.1. Généralités

Aménagement :

La fourniture des tablars relève du groupement, y compris l'étude de l'implantation et du dimensionnement de ces tablars pour l'optimisation de ses espaces.

Comme décrit précédemment, chaque compartiment est organisé autour d'une allée d'accès principale de largeur minimum 1,2 m et d'allées secondaires d'accès en toute périphérie de la zone occupée par les tablars de largeur minimum 60 cm.

Les largeurs s'entendent libres de tout obstacle (structure, équipement fixe).

Adduction EF, irrigation et évacuation EU :

Dans chaque compartiment, on disposera d'une attente EF brute générale pour l'usage général.

Chaque cellule disposera ensuite de deux à 6 arrivées d'eau (selon fiches locaux et schéma de fertilisation) laissant le choix à l'utilisateur de brancher sur chaque tablar:

- Une arrivée en eau brute
- Une arrivée en eau fertilisée déterminée par compartiment.

Le pilotage de l'irrigation pour chaque tablar sera piloté par une électrovanne, mais le choix du type d'eau sera manuel par le jeu de vannes d'isolement décrit précédemment.

L'eau fertilisée sera préparée de manière centralisée avec cinq solutions nutritives possibles, et des jeux de vannes permettant d'orienter les solutions vers les compartiments.

La solution nutritive 1 sera composée à l'aide de 3 solutions (1 acide, 2 engrais). Voir le schéma fonctionnel dans le carnet de pièces graphiques B3.

Chaque compartiment aura donc une adduction dédiée par type d'eau fertilisée pour éviter tout mélange dans les tubes d'adduction.

L'avantage d'avoir les vannes et départs indépendants pour chaque compartiment est d'éviter la vidange de toute la boucle à chaque changement de solution car les solutions 2-5 ne seront pas forcément identiques d'un mois sur l'autre. Cette disposition est ouverte à simplification avec un collecteur commun sur le principe de la solution 1.

La récupération des eaux usées sera prévue en position centrale des compartiments par caniveau linéaire à grille caillebotis résistant aux charges lourdes, avec siphon à panier, pour limiter le terreau dans le réseau EU, le tout canalisé vers une cuve enterrée.

Équipement électrique :

Les équipements électriques sont précisés sur les fiches locaux et les schémas fonctionnels. Leur localisation sera définie en phase PRO à la discrétion des utilisateurs.

Les PC process disposent chacune d'une protection dédiée.

Les PC service peuvent avoir une protection commune, jusqu'à 8 PC sur un départ 20 A.

Éclairage de service :

L'éclairage de base dans les circulations et compartiments de serres sera de 150 lux, blanc naturel 7000 K.

L'éclairage de photosynthèse sera décrit plus en détail au §8.3 pour chaque compartiment. Les luminaires LED seront fournis et posés par le groupement. Le groupement doit aussi prévoir l'infrastructure de supportage fixe (avec une exception pour un supportage mobile en cellule 24 (treuil manuel), et l'infrastructure d'alimentation courant fort et de pilotage courant faible par la GTC serre.

L'alimentation en puissance, et le calcul du bilan de puissance général, prévoient une surpuissance de 20% dans les protections et câblages.

Ombrage :

Les ombrages motorisés zénithaux et latéraux seront prévus en base avec un prix bien identifié pour chacun, de type toile aluminée fournissant une occultation de 55% du rayonnement.

Fog :

Le fog est prévu produit de manière centralisée, avec une pression mini de 70 bars en sortie de buse, à partir d'eau osmosée, et distribué avec un réseau dédié à chaque compartiment.

La taille de gouttelette est **systématiquement demandée inférieure à 5 µm**. L'implantation sera étudiée de manière à ne pas mouiller le végétal, ni les équipements sensibles tels que les luminaires de photosynthèse.

La production sera **dédoublee et à variation de vitesse** pour être correctement adaptée à un taux d'utilisation parfois faible, sans coup de bélier ni vieillissement prématuré.

Dans les chambres de culture, il est demandé des diffuseurs autonomes de type atomiseurs ultrasons pour un contrôle plus fin des conditions.

Traitement thermique :

Selon les niveaux climatiques NPC exigés, les concepteurs devront proposer des solutions apportant le meilleur coût d'utilisation et de maintenance pour atteindre les exigences du programme.

Il y aura donc un mix de solutions radiantes ou convectives pour le chauffage et purement adiabatiques, ou sur batteries froides pour le rafraîchissement.

Pour tous les compartiments, un soin particulier sera apporté à la diffusion d'air pour obtenir les homogénéités demandées, sans générer de vitesse d'air sur les plantes ($V < 0.2$ m/s idéalement et dans tous les cas < 0.3 m/s). voir le §8.1 et les fiches locaux pour les détails.

Bases de dimensionnement : **Le dimensionnement des équipements sera prévu avec les ombrières ouvertes.**

La zone climatique à considérer pour le dimensionnement et qui sera qualifiée est sur la surface de culture, avec une hauteur de plantes de 1,4m :

- Dans les cultures au sol, la hauteur de zone climatique est donc de 0.1 à 1,5m.
- Dans les cultures sur tablars, la hauteur de zone climatique est de 0.9 à 2.3m.
- Dans les cultures mixtes, la hauteur de zone climatique est de 0,1 à 2,3m.
- Dans le compartiment 24, la hauteur de zone climatique est de 0 à 4 m divisée en deux parties.

La tolérance additionnelle en mode dégradé signifie une dérive temporelle acceptable pendant 3h, lorsque la température extérieure dépasse les conditions nominales du dimensionnement en condition de canicule (Selon Annexe B1 - Données du Site §2.7).

Ventilation et filtration :

Tous les ouvrants ou réseaux de ventilation disposeront à minima d'une filtration de type insect-proof de maille 1 mm permettant de confiner les thrips et pucerons hors de la serre.

Le niveau de filtration des équipements de ventilation sera choisi en fonction des parties à protéger (batterie à eau par exemple).

Le taux d'air neuf minimum sera généralement **de deux volume/heure dans les serres, et dans les chambres de culture.**

Le renouvellement air neuf des chambres de culture sera isolable par registre étanche pour les expériences d'enrichissement CO₂.

Le taux de ventilation permettant de tenir les conditions climatiques (free cooling, adiabatique) sera déterminé par les concepteurs en fonction de l'homogénéité requise, du système de diffusion choisi et des charges thermiques à évacuer.

5.5.2.2. Compartiment 21 & 22 (pleine terre)

Typologie

Compartiment pleine terre,
niveau de climat NPC 2, zone climatique du sol à 1,4 m.

Synthèse de l'usage

Cellule production pleine terre. Épaisseur de terre végétale de 100 cm à récupérer dans le champ voisin au Nord du site (prestation de récupération de la terre à la charge du groupement, cubage total estimé à 70 m³).

Surface / capacité en culture

300 plants, installés en lignes.

Les lignes de 50 cm de largeur de terre sont séparées entre elles par des lignes de 50 cm de passage, matérialisé par des plaques métalliques galvanisées posées au sol (plaques existantes récupérées sur les serres 1,2 et 4), selon photo et croquis du §4.1.6.

Deux plants sont plantés tous les 25 cm le long des lignes.

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

Important : il faut pouvoir mettre des tablars le reste de l'année, dont les piètements devront porter sur les deux circulations béton

Particularités

Accès extérieur pour cloche vapeur et motoculteur.

Prise de courant et alimentation d'eau en façade extérieure pour alimentation du générateur vapeur.

L'INRAE installera à terme un système simulateur de pluie. Etanchéité des équipements électriques IP66 impératif et renforcement du traitement galvanisation anti-corrosion de toutes les parties métalliques potentiellement exposées.



Une allée béton principale de largeur 70 cm, située au Nord du compartiment.

Une allée béton secondaire de largeur 50 cm au Sud, qui verra les adductions fluides irrigation (voir photo ci-contre).

Figure 15 : photo exemple adductions fluides compartiments pleine terre.

Le projet prévoira un test de radon après livraison dans ce compartiment.

Le reste des détails sur les principes constructifs, les besoins fluides, les exigences climatique, sont fournis dans les fiches locaux.

5.5.2.3. Compartiment 23

Typologie

Compartiment sol béton,

niveau de climat NPC 2, zone climatique du sol sur caillebotis à 2,4 m.

Synthèse de l'usage

Culture en pots, posés sur caillebotis au sol (à la charge de l'INRAE) ou en bacs de type plein champ (M18) permettant de simuler la pleine terre (niveau de culture à 90 cm)

Surface / capacité en culture

200 pots 4L (M13b) en lignes type pleine terre

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation
Pots (M13b) posés au sol sur caillebotis

Grands bacs de culture (M18) permettant de simuler de la pleine terre. Accès direct de l'extérieur pour l'acheminement de ces bacs, via cheminement béton.

5.5.2.4. Compartiment 24

Typologie

Compartiment sol béton,

niveau de climat NPC 2, avec 2 zones de contrôle vu la grande hauteur des arbres :

- Une première zone de 0 à 2m, où seront qualifiés les paramètres donnés dans les fiches locaux
- Une seconde zone de 2 à 4m, où une dérive de température de +4°C sera acceptée. Un second étage de rafraîchissement adiabatique fog peut être imaginé dans cette zone pour en améliorer le climat.

Synthèse de l'usage

En pots (M19), pour des arbres jusque 4m de haut, ou sur tablar (M25), ou sur bacs type plein champ (M18).

Surface / capacité en culture

80 m² de surface compartiment utile (hors équipements au sol).

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

Pots (M19) posés au sol

Grands bacs de culture (M18) permettant de simuler de la pleine terre. Accès direct de l'extérieur pour l'acheminement de ces grands pots et bacs, via cheminement béton.

Spécificité éclairage de photosynthèse

Ce compartiment peut être soumis à des stress thermiques à 45°C. Il est demandé que les

5.5.2.5. Compartiments 31 à 33

Typologie

Compartiment sol béton, les trois compartiments seront rigoureusement identiques

niveau de climat NPC 3

Synthèse de l'usage

Culture de plantules et/ou expérimentations comparées.

Ces compartiments sont interchangeables.

Surface / capacité en culture

160 pots 4 L (M13b) ou 450 pots 1 L (M14) ou 15 bacs à tubes (M17)

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

Tablars amovibles subirrigants à hauteur réglable (M26) en cellule 31 et M25 en cellule 32 et 33

5.5.2.6. Compartiment 34 et 35

Typologie

Compartiment sol béton, les deux compartiments seront rigoureusement identiques niveau de climat NPC 2

Synthèse de l'usage

Culture de plants en expérimentation

Surface / capacité en culture

280 pots 4 L (M13b) ou 750 pots 1 L (M14) ou 30 bacs à tubes (M17)

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation
Tablars amovibles subirrigants à hauteur réglable (M26) pour la cellule 34 et (M25) pour la cellule 35.

5.5.2.7. Compartiment pleine terre (Serre 3)

Compartiment en pleine terre existant.

Réalimentation fluide de ce compartiment depuis les origines du nouveau projet (électricité, supervision, EF brute et eau chaude de chauffage).

Synthèse de l'usage

Cellule production pleine terre

Niveau de climat NPC 1 : Utilisation des ouvrants existants

Surface / capacité en culture

192 m²

1100 plants répartis sur 22 doubles lignes de 7m (56 plants / double ligne)

Équipements à intégrer dans l'aménagement :

Sans objet

Éclairage et tolérance (complément photosynthèse)

Sans objet

Besoins en fluides

Réalimentation des moteurs existants (monophasés)

2 PC 20 A

Une ligne 20A tétrapolaire

Nota : les réserves de capacité de 30% sur la protection, le câble d'adduction et tableau divisionnaire s'appliquent aussi à ce compartiment.

Pas de besoin informatique.

Reprise de la régulation existante

eau brute pilotable par ligne de plants, 44 lignes à prévoir.

1 robinet eau brute général additionnel.

Irrigation

Goutte à goutte avec maxi +/-10% d'homogénéité

5.5.3. Chambres de culture**5.5.3.1. Chambres de cultures 41 et 42 (15 m²)**Typologie

Chambre de culture sur dalle béton

Niveau climatique NPC 4, avec contrôle (enrichissement) CO₂.

Synthèse de l'usage

Expériences en climat fin très contrôlé.

Surface / capacité en culture

15 m² utile, hors éventuelle emprise au sol des équipements climatiques

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

- Tablars amovibles pliables démontables (M25) : les pieds télescopiques sont ajustables entre 30 et 80 cm par pas de 5 cm et repliables sans outil pour manutention aisée..
- cadres pour tubes PVC (M17)

5.5.3.2. Chambres de cultures 43, 44, 45, 46 (8 m²)Typologie

Chambre de culture sur dalle béton

Niveau climatique NPC 4, avec contrôle (enrichissement) CO₂ selon fiches locaux.

Synthèse de l'usage

Expériences en climat fin très contrôlé

Surface / capacité en culture

8 m² utile, hors éventuelle emprise au sol des équipements climatiques

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

- Tablars pliables démontables (M25) : les pieds télescopiques sont ajustables entre 30 et 80 cm par pas de 5 cm et repliables sans outil pour manutention aisée.
- cadres pour tubes PVC (M17)

5.5.3.3. Chambre de culture 47 (Vernalisation polyvalente)

Typologie

Chambre de culture frigorifique sur dalle béton. Capacité à mener d'autres expériences à différents climats hors période de vernalisation

Climat de niveau NPC 4.

Synthèse de l'usage

Vernalisation des génotypes, plants de 20 à 30 cm maximum.

Expériences sur plantules le reste de l'année

Surface / capacité en culture

12m² de culture pour les plaquettes (M15) et terrines (M16).

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

Étagères (3 niveaux d'étagères envisagés) faisant partie de l'infrastructure fournie par le groupement. Étagères démontables sans outils simplement pour transformation de l'espace en chambre classique pour la culture de plants adultes d'une hauteur maxi de 1.5m. Connexions fluides à raccordement rapide et aisé.

Le niveau supérieur des luminaires est dimensionné pour pouvoir éclairer au niveau des tablars, en mode étagères supprimées.

5.5.3.4. Chambre de culture 48 (Vernalisation)

Typologie

Chambre de culture frigorifique sur dalle béton

Climat de niveau NPC 4.

Synthèse de l'usage

Toute l'année : vernalisation des génotypes, plants de 20 à 30 cm maximum.

Surface / capacité en culture

6 m² de culture pour les plaquettes (M15) et terrines (M16).

Équipements à intégrer dans l'aménagement : cf fiche local pour limite de prestation

Étagères (3 niveaux d'étagères envisagés) faisant partie de l'infrastructure fournie par le groupement.

5.5.3.5. équipement CO₂

Les compartiments 41 à 44 recevront un équipement d'enrichissement CO₂.

Le groupement doit prévoir les cadres de bouteilles à l'extérieur de la serre avec les équipements de détente primaire, inverseur de source automatique, le tubage jusqu'aux chambres, et la panoplie de détente / régulation en façade de chaque chambre dans la halle technique.

Un registre facilement accessible permet de régler le débit d'air neuf, ou complètement isoler l'apport d'air neuf dans cette configuration.

5.5.4. FL1 : Circulations / espace desserte

La circulation de desserte sera largement dimensionnée (largeur minimum 2,5m), pour permettre un fonctionnement fluide et offrir une surface de travail possible. Elle est intégrée à la zone de travail pour un meilleur foisonnement des surfaces

C'est un espace de desserte en lien direct avec toutes les chambres de culture, les compartiments Végépôle et les circulations de desserte des autres compartiments.

Le gabarit de passage porte est de 100 cm mini avec un simple battant.

5.5.5. FL1 : Zone de travail

La zone de travail comprendra :

- Un espace de travail pour la rempoteuse et son tapis d'évacuation (réf M01 et M02). Un espace de maintenance de 60 cm autour des équipements sera préservé, comme indiqué sur les blocs Autocad fourni en annexe B6 au programme.
- Deux tables de repotage (réf M07)
- Un comptoir évier (réf M08)
- Une zone de stockage équipée d'étagères 4 plateaux (ref M06)
- Un espace de travail pour les observations expérimentales des opérateurs

Trois points d'eau brute seront prévus et répartis sur la longueur, et 1 eau adoucie, 1 eau osmosée et 1 eau fertilisée au niveau du comptoir évier de l'espace lavage.

L'armoire électrique et contrôle commande sera placée dans un endroit le plus visible possible des zones les plus courantes de travail (espaces de repotages), tout en restant à distance des risques de projections d'eau et de poussière de repotage, et aura les IP adéquats à sa localisation.

Espace lavage :

Il sera prévu dans la circulation un bac à laver de type évier + égouttoir 120x50x40 (M08) , équipé d'une douchette haute avec grand flexible, type plonge de cuisine collective

Espace irrigation centralisée :

Toute la gestion de distribution de l'eau fertilisée sera prévue dans un espace de la zone de travail

Les panoplies de vannes seront installées au-dessus d'une rétention de récupération, vidangeable dans un bidon en cas de fuite ou pour les eaux de rinçage.

Un siphon de sol ou une attente EU à proximité permettront aussi des vidanges en cuve EU pour les fins de rinçage, une fois les produits chimiques récupérés.

Espace stockage rangement :

Cette zone d'environ 15-20 m² dans la circulation principale doit permettre le rangement du petit matériel dans des armoires ou sur étagères. Elle sera fondue dans le volume généreux de la circulation et plus ou moins diffuse. Les étagères ou racks seront fournis par la Maitrise d'Ouvrage, mais implantés sur le plan par le concepteur, sur la base des dimensions fournies au fichier matériel M06.

5.5.6. Sanitaires

Les sanitaires consistent en :

- Un WC accessible PMR, avec lave main accessible eau froide, distributeur de savon, distributeur de papier essuie main et deux patères.

5.5.7. Local de traitement phytosanitaire

Cette zone d'environ 8-9 m² sera dédiée à la préparation des traitements phytosanitaires.

L'ensemble sera conçu en respectant scrupuleusement la réglementation en vigueur et le guide de conception de la MSA fournis en PJ en annexe C1, à savoir :

- Local à risque CF 2h, avec porte PF 1/2h.
- Porte à accès contrôlé, ouvrant vers l'extérieur, déverrouillable de l'intérieur
- Sol en rétention étanche, remontée de 10 cm (réputé couvrir plus de 100% des volumes de produits stockés), avec un puisard aveugle
- Appareillage électrique IP5x (catégorie risque BE2)
- VMC 6 vol/h

Elle sera accessible directement de l'extérieur. Le contrôle d'accès sera prévu par badge de contrôle d'accès, avec ouverture possible par clé en cas de défaut du contrôle d'accès.

Elle comprendra un local de préparation et un local vestiaire/douche

Le local de préparation doit contenir :

- Une paillasse humide de préparation de 2 m, profondeur 80 cm, bac 50x60x30, robinet mélangeur EF/ECS. Commande du robinet au pied ou fémorale pour éviter tout contact souillé avec la robinetterie. A côté de ce

robinet sera prévu un rince-œil sur plage, avec flexible. Production ECS par ballon instantané 15L sous paillasse, ou mutualisée sur la production générale en respectant les bras morts < 8 ml.

- Une armoire ventilée de stockage des produits phyto, installée à une hauteur de 50 cm mini (Réf M12)
- Une douche de sécurité avec rince œil.
- Une rétention étanche d'au moins 10 cm (1 à 2 cm suffit pour les 70 L de produits contenus dans l'armoire (environ 14 bidons de 5 L)). Forme de pente vers un puisard profondeur et dimension permettant une vidange par une pompe vide cave portable, et couvert d'un caillebotis amovible
- Grilles VH et VB et extraction mécanique simple flux
- Un extincteur à poudre ABC avec son panneau de signalisation à l'extérieur du local (à charge INRAE, prévoir son emplacement)
- L'espace disponible pour un bac de matière absorbante (sable, argile, vermiculite, ...) et sa pelle (fourniture bac et pelle par INRAE).
- Les affichages de sécurité réglementaires seront prévus par INRAE, mais bien prévus dans la conception et implantés par le concepteur.

Le local vestiaire douche doit contenir :

- Une douche servant après les traitements phytosanitaires : sur receveur céramique 800x800 mini, mitigeur thermostatique, barre de douche, flexible et jet 3 positions, paroi verre (sans contrainte PMR),
- Un espace de change attenant, avec 2 casiers et 1 lave-main avec miroir, un sèche serviette électrique.
- Un emplacement pour deux armoires type vestiaire permettant de stocker les EPI de traitement (combinaisons, masques, etc.).

5.5.8. Locaux techniques

Les locaux techniques sont prévus à l'étage pour être au-dessus de la CMHE (estimée à NGF 338,82), accessibles pour le personnel par un escalier extérieur :

- Local TGBT
- Local onduleur du photovoltaïque (à optimiser si des panneaux à micro-onduleurs sont utilisés de préférence)
- Local VDI
- Chaufferie gaz
- Production de froid industriel de la vernalisation et chambres de culture
- Local plomberie adoucissement, osmose et fog
- Stockage des solutions fertilisantes, à l'aplomb de la zone de préparation au Niveau 0.

Ces locaux devront être équipés d'une porte permettant les livraisons des équipements depuis l'extérieur.

Une mutualisation des locaux électriques est possible, voire avec séparation d'accès grillagée, de manière à mutualiser la climatisation de ces locaux.

Rendu offre : plan des locaux techniques montrant les espaces de maintenance, la gestion du remplacement des machines et l'évolutivité future.

5.5.9. Espaces extérieurs

Zones imperméabilisées en façade

Ces zones bétonnées ou structurées et gravillonnées avec membrane géotextile doivent permettre un bon écoulement des eaux pluviales et la circulation d'une nacelle thermique pour les travaux ultérieurs sur le bâtiment. Largeur de 2,5 à 3m à prévoir minimum.

L'accès aux compartiments 23 le plus au sud, et 24 à l'Ouest doit être carrossable en allée béton pour y acheminer les grands bacs de culture pleine terre avec un transpalette (M28), ou pour le 24 les arbres en chariot élévateur (M30) ou tracteur (M31).

Parking

Aucune place de parking n'est prévue au projet. Les espaces de manœuvre des engins, du chariot élévateur et les éventuelles nacelles pour intervention autour de la serre seront prévus et représentés sur les plans

Voirie

L'accès à la serre sera prévu depuis la voirie existante,

La voirie doit desservir l'entrée et l'arrière du bâtiment.

L'ergonomie de la voirie existante et créée devra être conçue pour permettre l'accès d'un camion 19T, y compris retournement.

L'accès doit être maintenu pendant toute la durée du chantier pour évacuation des déchets, livraisons et accès techniques.

Quoi qu'il en soit du choix effectué, la voirie d'accès Ouest utilisée pour l'accès chantier doit à minima être remise en état en fin de travaux

Aire abritée

L'accès principal à l'entrée est protégé d'une aire abritée de profondeur minimum 2m, éclairé en sous face, avec un retour vertical sous l'accès niv1 permettant d'offrir une zone de stockage extérieur des livraisons protégé des intempéries.

Une autre aire abritée similaire peut se retrouver à l'Ouest de la halle technique vers le stockage des déchets pour notamment stocker certains équipements de la serre sans encombrer la halle technique (motoculteur, chariot, etc...)

Éclairage extérieur

L'éclairage extérieur sera prévu depuis la façade de la serre par des projecteurs de façade.

Il devra permettre un niveau d'éclairement de 20 lux maximum partout sur une largeur de 2m autour de la façade aux endroits où se trouvent des ouvrants

(châssis vitrés, portes) . Allumage par interrupteur crépusculaire sur plage horaire de fonctionnement continu jusque 20h, puis plage horaire sur détection de mouvement pour la fin de nuit.

Les luminaires seront choisis à 3000 K et de manière à ce que le flux au-dessus de l'horizontale soit < à 1% du flux total, selon arrêté du 27/12/2018 et 29/05/2019 fournis en annexe du programme (dossier 2 C2.1 et C2.2)

5.6. Réfection Serre 5 pour UREP/PIAF

Des travaux de mise en conformité, rénovation, et amélioration de la serre 5 existante pour UREP/ PIAF sont prévus, et listés ci-dessous dans leur ordre de priorité. Les travaux sont ensuite détaillés dans les exigences techniques.

5.6.1. Elargissement des accès pour micro-tracteur (M31)

Sur le pignon en façade, ainsi que sur chaque cloison intérieure entre compartiments, une ouverture de largeur 3m et hauteur 2,5m doit être aménagée, avec des portes coulissantes 2 vantaux.

5.6.2. Raccordement à la nouvelle production de chauffage

La chaudière fuel/gaz sera décommissionnée. La serre sera raccordée via une bouteille de mélange à la production EC générale du projet, par réseaux pré-isolés enterrés. Le pompage de distribution secondaire sera refait à neuf.

Deux couches de peinture anti-rouille seront prévues sur l'ensemble des tubes de distribution.

5.6.3. Amélioration du climat

Les travaux envisagés sont les suivants :

- Ajout de rideaux occultants verticaux motorisés en façade sud

5.6.4. Amélioration fonctionnelle

Les travaux envisagés sont les suivants :

- Création d'une adduction courant faible (1 prises RJ par cellule depuis la baie la plus proche)

5.6.1. Réfection de la régulation / supervision

Récupération et adaptation de l'automate ARIA récemment remplacé dans la serre PIAF, pour l'adapter à la serre 5 avec.

- Gestion du chauffage (distribution terminale et restitution)
- Gestion du rafraichissement (extraction mécanique et fog)
- Gestion des ombrières
- Gestion des défauts de synthèse

- Gestion de l'éclairage de photosynthèse (3 contacts par compartiment, sur programme **horaire solaire et fixe**)
- Historisation des données T°, HR% et luminosité dans chaque compartiment..

6. Contraintes du site

Voir annexe au programme regroupant toutes les données de site (Dossier 2 annexe B1 du DCE).

Version BETA

7. Exigences générales

7.1. Études

Le groupement concepteur-constructeur qui sera retenu devra conduire les différentes étapes liées à l'acte de construire, à savoir rendu d'études : APS, APD, PRO, EXE, SYNT, OPR, Réception et levée des réserves, Rapports de commissionnement et de mise en service, DOE, fourniture des éléments pour établissement du DIUO par le SPS, formations du maître d'ouvrage, GPA.

Le titulaire devra également établir pour le compte du maître de l'ouvrage le dossier de permis de construire et de toutes les autres autorisation et démarches nécessaires au bon déroulement du projet (DICT, etc...).

7.1.1. Permis de construire

Le groupement a, à sa charge, la constitution du dossier de demande de permis de construire sur la base du projet APD, et l'assistance du maître d'ouvrage dans les éventuelles démarches liées et connexes, à cette demande d'autorisation.

Il est à noter :

- **Que le PLUi sera mis à jour en cours d'année 2025, et que le dernier PLU devra être pris en compte dans la conception.**
<https://plu.clermontmetropole.eu/le-calendrier-du-projet/>
- **que le projet se trouve en zone O du PPRNPi inondation de l'agglomération Clermont Métropole , ainsi le titulaire devra :**
 - o inclure au dossier de permis de construire, une notice descriptive des dispositions prises au regard du règlement du PPRNPi, contenant :
 - le détail des dispositions techniques prises dans le projet, au regard du règlement,
 - toutes les informations nécessaires pour justifier que le projet n'augmente pas la vulnérabilité des biens et des personnes,
 - les conclusions du bureau d'étude hydraulique certifiant la réalisation de l'étude hydraulique et que le projet, au stade de la conception, respecte les dispositions du règlement du PPRNPi de l'agglomération Clermontoise (constituant la pièce PC13), si cette pièce est demandée dans le cadre de présent projet.
 - o Prendre contact avec la DTT afin s'avoir si l'étude susnommée est nécessaire dans notre cas, et pour toutes autres éventuelles questions relatives aux dispositions du règlement du PPRNPi, si nécessaire,
 - o Assister la maîtrise d'ouvrage lors de la réunion de présentation du projet (réunion préalable au dépôt du dossier) au Bureau Prévention des Risques du Service Prospective Aménagement Risque de DDT du Puy de dôme (7, rue Léo Lagrange – 63033 CLERMONT-FERRAND Cedex 1) et la Police de l'eau afin de s'assurer de la conformité du projet avec les exigences et les

dispositions du plan de prévention des risques inondations de l'agglomération Clermontoise (cf. Annexe A9 du dossier 3 du DCE – Aléa inondation).

- que la parcelle du site d'implantation du projet se trouve partiellement dans le périmètre de protection au titre des monuments de France (cf. annexes A du dossier 3 *Erreur ! Source du renvoi introuvable.* – **SUP AC1 monuments historiques**), ainsi le titulaire devra :
 - Prendre contact auprès des services de l'urbanisme pour s'informer si dans le cas présent, l'instruction du permis de construire sera soumise à l'architecte des bâtiments de France,
 - Constituer les pièces PD9 si elles s'avèrent nécessaires dans cas du présent projet.

Liste des pièces à joindre à la demande du permis de construire, dans le cas du présent projet, et suivants les articles L.421-1 et suivants ; R.421-1 et suivants du code de l'urbanisme :

- PC1 – Plan de situation
- PC2 – Plan de masse du projet avec cotation altimétriques rattachées à la cotation NGF (projet en zone inondable)
- PC3 – Coupe du terrain et de la construction avec indication du niveau altimétrique de la CMHE
- PC4 – Une notice descriptive (terrain et projet)
- PC5 – Les plans de façades et de toiture avec indication du niveau altimétrique de la CMHE
- PC6 – L'insertion du projet dans son environnement
- PC7 – Une photo permettant de situer le terrain dans l'environnement proche
- PC8 – Une photo permettant de situer le terrain dans le paysage lointain

Cette liste n'est pas limitative. La maîtrise d'œuvre devra s'assurer de la complétude des pièces à fournir dès notification pour un dépôt le plus rapide possible du PC.

Dans son planning et l'organisation de sa mission, le maître d'œuvre devra prendre en considération :

- L'éventuel délai d'un mois supplémentaire d'instruction du permis construire, pour instruction par l'architecte des bâtiments de France, si le projet y est soumis. Soit 4 mois au lieu de 3. (cf. **SUP AC1 – monuments historiques**),
- L'éventuelle étude hydraulique du projet, conformément au règlement PPRNPI, si la nécessité de cette étude est confirmée dans notre cas.

7.1.2. Études de projet et d'exécution

Le niveau de rendu attendu aux diverses phases d'étude est défini dans l'annexe 1 au CCAP, pièce C1 du dossier 1.

Le titulaire devra avant réalisation des travaux obtenir la validation du maître de l'ouvrage sur les plans d'implantation, tous les choix des matériels et matériaux mis en œuvre, tous les principes de fonctionnement et les contraintes de maintenance.

Il devra dans le cadre de ses études fournir les documents suivants, dans les délais impartis tenant compte des délais de validation et réalisation par l'INRAE (G2 PRO par exemple), liste non exhaustive :

- Cahier des charges pour réalisation de la G2 PRO par INRAE
- Réalisation de la G3
- Plans,
- Spécifications techniques complètes,
- Fiches matériaux, FDES
- Notes de calcul
- PID et PFD,
- Analyse fonctionnelle détaillée, notice de la supervision.
- Notice synthétique de maintenance

Le candidat proposera un agencement du mobilier et des tablars avec le traçage des circulations afin d'apprécier l'ergonomie des espaces (espaces libres, largeurs de passages entre tablars, espaces de circulation homme et matériel).

Rendu offre : l'ergonomie et l'accès aux pots et plants seront particulièrement étudiés, et clairement représentés sur les rendus graphiques du rendu offre, par des vues en plans et coupes si nécessaire.

Les dimensions de la serre sont à définir par chaque candidat, en fonction de ses propres procédés de fabrication dans une démarche d'optimisation de la structure porteuse tels que la largeur des portiques et l'espacement des trames, en corrélation avec la structure secondaire et les volumes verriers, ainsi que l'intégration des équipements techniques liés, tel que le traitement thermique, ventilation, fog, luminaires, écrans d'ombrage...

L'ensemble des matériels détaillés dans l'annexe matériel (Annexe B5 du dossier 2) doivent pouvoir circuler librement dans la serre et les gabarits d'accès seront particulièrement vérifiés.

Une attention particulière sera apportée aux équipements suspendus dans les compartiments de culture (éclairage, système de brumisation....) qui nécessiteront des réglages en hauteur. Les solutions seront proposées au maître de l'ouvrage avec des simulations d'ombres portées et de manipulation des systèmes proposés.

Le titulaire fournira également en phase **APD** des études complémentaires permettant au maître d'ouvrage de faire des choix techniques :

- Les études d'éclairement et d'ombrage naturel du site mensuels pour l'implantation de la serre, à partir du fichier des masques 3D fourni en annexe.
- Les études sur les types de luminaires de photosynthèse, avec proposition d'un choix entre au moins deux marques maître d'ouvrage dans son choix de l'éclairagiste.
- Des simulations sur le coût de fonctionnement et d'entretien du matériel et des solutions techniques proposés (serres, chambres de culture, halle technique), ainsi que le coût et le gain annuel de la production photovoltaïque.
- L'étude comparative des systèmes de supervision (cf § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

7.1.3. Dossiers DOE et DIUO

En fin de travaux, le groupement remettra au maître de l'ouvrage les Dossiers des Ouvrages Exécutés visés par ses soins, (plans (y compris fichiers .dwg), notes de calculs, notices des matériels et matériaux, plans de maintenances des équipements) et constituera un Dossier d'Intervention Ulérieure sur les Ouvrages qui soit **exploitable facilement par les utilisateurs et pragmatique** (plans annotés, photos des éléments principaux, etc...).

Ces éléments seront remis sous formats papier 2 exemplaires et informatique.

Une formation utilisateurs sera prévue, détaillée au § 5.11.1

Le maitre d'ouvrage sera particulièrement vigilant à la complétude et exactitude du DOE régulation, qui devra comporter toutes les informations de réalisation physique (matériel, synoptiques architecture, localisation matériel et cheminement des bus et câbles principaux), et logiciel / programmation permettant l'exploitation future.

7.2. Rappel des textes réglementaires spécifiques

- Guide de conception MSA des locaux phytosanitaires (fourni en annexe), rappelant les principaux textes applicables
- Extrait du RDS Puy de Dôme : activité d'élevage et agricoles (Dossier 2 annexe A10)

7.3. Rappel des textes réglementaires généraux

En complément au respect des contraintes fonctionnelles et normatives liées à l'activité de la serre de recherches scientifiques, cette dernière devra répondre à l'ensemble des obligations en matière de construction de bâtiment.

Le respect des impositions constructives en matière de bâtiment sont intégralement applicables à la présente opération à l'exception de la RT 2012, bien que les modes constructifs et niveaux de performance d'isolation et d'équipements soient attendus d'un niveau conforme à la RT2012 minimum, voire RE2020.

Les bâtiments devront répondre aux exigences du code du travail hors contraintes liées aux procédés (zone de culture) et à l'accessibilité PMR.

Le projet sera soumis aux éventuels avis du CHSCT INRAE, qui se prononcera sur le projet d'APD

7.3.1. Structure et enveloppe

Les textes à prendre en compte seront les suivants :

- Eurocode 0 - EN 1990 : Base de calcul des structures
- Eurocode 1 - EN 1991 : Actions sur les structures
- Eurocode 2 – EN 1992 : Calcul des structures en béton
- Eurocode 3 - EN 1993 : Calcul des structures en acier
- Eurocode 4 - EN 1994 : Calcul des structures mixtes acier-béton
- Eurocode 7 - EN 1997 : Calcul géotechnique
- Eurocode 8 - EN 1998 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- Eurocode 9 - EN 1999 : Calcul des structures en aluminium

Pour le gros œuvre

- D.T.U. 11.1 : sondages de sol
- D.T.U. 13.11 et 13.12 : fondations superficielles
- D.T.U. 13.2 : fondations profondes
- D.T.U. 13.3 : dallages
- D.T.U. 20.1 : ouvrage en maçonnerie
- D.T.U. 20.12 : gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité
- D.T.U. 21 et NF EN 206-1 : exécution des travaux en béton
- D.T.U. 26.2 et 26.2/52.1 : chapes et dalle à base de liants hydrauliques
- D.T.U. 43.1 : étanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine

Pour la charpente métallique

- D.T.U. n° 32.1 : construction métallique – charpente en acier
- La norme NFP 24-351 – Protection contre la corrosion
- Les prescriptions des fabricants
- Cahiers des prescriptions générales applicables aux travaux de serrurerie, quincaillerie et petite charpente métallique, édités par le C.S.T.B.
- Règles de calculs 42 et règles SNFA

Pour les composants en aluminium :

- Règles AL : règles de conception et de calculs des charpentes en alliage d'aluminium

Pour la couverture et l'enveloppe :

- D.T.U. n° 40.35 : couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues
- D.T.U. n° 40.36 : couverture en plaques en aluminium pré-laquées ou non
- D.T.U. n° 43.3 : mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité

Pour les volumes verriers :

- NF EN 410 : verre dans la construction – détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages
- NF EN ISO 12543 verre dans la construction – verre feuilleté et verre de sécurité
- Règles AL : règles de conception et de calculs des charpentes en alliage d'aluminium.
- Règles de calculs 42 et règles SNFA.
- Norme N EN 13031-1
NF U 57-060 Serres à vitrages plans
NF U 57-064 Serres multichapelles

7.3.2. Menuiserie extérieure et serrurerie

- DTU 37-1 : menuiseries métalliques
- DTU 39 : travaux de miroiterie - vitrerie
- Règles professionnelles et fiches techniques SNFA
- NFA 50 : aluminium et alliages en aluminium
- NFP 26 : quincaillerie
- NFP 85 : produits pour joints
- NFP 25 : fermetures
- Cahiers des prescriptions techniques générales applicables aux travaux de serrurerie, quincaillerie et petite charpente métallique, édités par le CSTB

7.3.3. Electricité

- Devenu obsolète, le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 a été éclaté en 3 décrets principaux. Le quatrième décret modifiant, pour sa part, les différents articles du code du travail afin de les mettre en cohérence avec les nouvelles dispositions. Les trois principaux décrets concernent les obligations des maîtres d'ouvrage (D. 2010-1017), les obligations des employeurs (D. 2010-1016), les opérations sur (ou au voisinage) des installations électriques ainsi que l'habilitation (D. 2010-1118). Ces décrets ont été récemment complétés par treize arrêtés publiés de décembre 2011 à mai 2012.
- La circulaire DRT 89-2 du 6 février 1989, modifiée le 29 juillet 1994 qui présente par chaque article du décret des explications, interprétations et commentaires. Les deux textes formant un ensemble qui constitue la base des règles à respecter pour concevoir, réaliser et exploiter des installations électriques.
- L'arrêté du 26 février 2003 concernant les installations de sécurité
- L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses
- L'arrêté du 29 mai 2019 modifiant l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses
- NF C 12-100 et NF C 12-101 : Textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- NF C14-100 Installations de branchement à basse tension
- NF C15-100 Installations électriques à basse tension - Règles
- UTE C 15-103 : Installations électriques BT - Guide pratique. Choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes
- UTE C 15-105 et 500 : Installations électriques BT - Guide pratique. Détermination de la section des conducteurs et choix des dispositifs de protection
- Norme NF62471 décembre 2008 relative à la sécurité photobiologique des lampes LED

7.3.4. Génie Climatique

- Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP).
- DTU 60 concernant la plomberie
- DTU 65 concernant le chauffage
- DTU 24 concernant la fumisterie

7.4. Exigences de sécurité

7.4.1. Sécurité incendie

7.4.1.1. Rappel du Classement du bâtiment

Le bâtiment est un ERT

7.4.1.2. Principales dispositions constructives

Au vu de ce classement, les données suivantes doivent être respectées :

Structure

- Structure verticale Aucune résistance au feu requise
- Poutres et Planchers B.A. Aucune résistance au feu requise

Autres locaux

Local TGBT et chaufferie en zone technique toiture et local phyto parois et plafond CF 2h.

7.4.1.3. Dispositions particulières

Système incendie autonome de type 4.

Des têtes de détection incendie seront utilisées comme alarmes techniques GTB (selon fiches locaux), en dehors du champ d'application d'un système de sécurité incendie normé.

7.4.2. Sécurité des personnes

7.4.2.1. Utilisateurs

- Les visiteurs ne devront pas pouvoir se rendre involontairement dans la serre. Toutes les portes d'accès depuis l'extérieur auront donc un contrôle d'accès par badge doublé d'un cylindre en cas de panne du contrôle d'accès.

Par ailleurs, la signalétique intérieure et extérieure utilisera un graphisme simple avec des logos à reconnaissance immédiate, et devra être travaillée en concertation avec l'INRAE.

Les personnes devront pouvoir se diriger de manière très aisée.

La simplicité de conception devra constituer d'elle-même un facteur de sécurité : facilité de perception des problèmes par tous, accès aisé aux solutions et procédures, etc.

Toutes les portes seront munies d'oculus (sauf WC et douche et chambre de culture)

Toutes les portes, montées sur les parois vitrées de la serre, seront de type coulissantes.

7.4.2.2. Maintenance

L'accès maintenance régulier par échelle est proscrit.

Des escaliers seront généralement prévus pour l'accès éventuel aux locaux en hauteur.

Les équipements seront ramenés à hauteur accessible, ou à défaut une PIRL pourra être fournie par le groupement si nécessaire selon les manipulations de maintenance qu'impose sa conception. Le stockage en zone de cette éventuelle PIRL sera évidemment prévu au projet. Alternativement, une ligne de vie intérieure ou des points d'accroche seront prévus en faîtage à proximité des équipements à maintenir en hauteur (crémaillères, moteurs de faîtage ou d'ombrières, etc...)

La toiture du bâtiment technique sera équipée de gardes corps fixes, de points d'accroche pour harnais.

L'accès en toiture des serres devra être prévu depuis le niveau 1.

L'accès à la production photovoltaïque en toiture et à la toiture des serres ne présentant pas d'accès maintenance très fréquent, il pourra être acceptée par une échelle à crinoline, avec trappe de condamnation cadenassable en partie basse.

La zone périphérique du bâtiment permettra la circulation d'une nacelle thermique.

7.5. Exigences de fonctionnalité

Dans un tel établissement, une réalisation parfaitement fonctionnelle, aussi bien dans la conception générale que dans les organisations internes, est imposée.

On devra donc impérativement :

- Respecter les priorités, les proximités et les flux / sens de circulation demandés
- Optimiser l'organisation des circulations générales internes
- Veiller à une organisation intérieure rationnelle de chacun des sous-secteurs

7.6. Exigences de flexibilité

Les activités en serre connaissent des évolutions importantes et rapides, notamment par l'apparition permanente de nouveaux équipements, ainsi que par l'évolution des expériences et sujets de recherche.

Le bâtiment programmé aujourd'hui devra être conçu de telle sorte qu'il permette demain une extension de 120 m² de surface de culture, ainsi qu'une pérennité d'utilisation d'au moins 30 ans.

A ce titre, il devra être prévu :

- Une adaptation possible des équipements de contrôle climatique qui ne remette pas en cause la structure globale du projet.
- Une évolutivité sur le type de luminaires de photosynthèse utilisés.
- Une évolutivité sur la puissance électrique disponible (réserve de puissance de 50% sur le dimensionnement de la protection du TGBT site et du câble d'alimentation et jeu de barre du TGBT projet.
- Une évolutivité sur la puissance de production Eau chaude permettant d'ajouter 25% de puissance en ajoutant les équipements nécessaires et connection possible au réseau de chaleur de la chaufferie biomasse du site ou l'incinérateur de la ville (provision de place pour échangeur de chaleur, vannes en attente et pompes secondaires). Adductions (elec ou gaz) dimensionnées en fonction ainsi que la surface et l'aménagement du local technique.
- Une structure de bâtiment technique qui permette une évolutivité du cloisonnement avec un minimum de points durs.

7.7. Exigences de confort

Le travail du personnel devra pouvoir se faire dans une ambiance relativement calme.

L'éclairage naturel est à privilégier au maximum dans tous les locaux de travail. L'ambiance lumineuse devra effectivement concourir au confort et à la sécurisation de tous.

Les équipements bruyants (fog, cooling, ventilation, etc) seront localisés dans des locaux techniques correctement isolés phoniquement ou suffisamment loin des locaux de travail.

Le niveau de bruit sera <40 dBA dans les locaux de travail, équipements du local à l'arrêt (rempoteuse, etc...) mais équipement de la serre en fonction (fog, ventilation, etc...).

Le site est fortement soumis aux émanations de radon radioactif. La mesure compensatoire préconisée est de prévoir une ventilation mécanique des vides-sanitaires.

7.8. Exigences environnementales

Tout projet doit aujourd'hui s'inscrire dans une démarche de développement durable et d'écocitoyenneté.

Compte tenu de la spécificité de l'ouvrage, l'application de la démarche QEB n'est pas demandée.

Cependant la Maîtrise d'ouvrage est dans un processus de mise en place de certification ISO 14001 de ses activités et souhaite intégrer dans sa démarche certaines préoccupations environnementales et sanitaires qui devront être prises en compte dans le projet:

- Impact environnemental
- Gestion des énergies
- Gestion des consommations d'eau
- Gestion des effluents
- Gestion de la maintenance
- Chantier Vert

7.8.1. Impact environnemental

La principale mesure de protection de l'environnement concerne la gestion des produits fertilisants et phytosanitaires, et leur déversement accidentel.

Le second impact environnemental de la serre est énergétique, et sera atténué en premier lieu par une enveloppe thermiquement performante pour favoriser la sobriété du bâtiment, et en second lieu par l'utilisation de techniques de chauffage et rafraîchissement efficaces.

Enfin, l'utilisation de l'énergie photovoltaïque s'inscrit également dans la démarche de réduction de l'impact environnemental du projet, avec pour objectif de tendre vers une serre neutre en énergie en moyenne annuelle.

7.8.2. Manipulation des produits phytosanitaires et de fertilisation

Les produits phytosanitaires (70 L total) sont stockés dans une armoire ventilée, fermant à clé, localisée dans un local phyto ventilé et fermant à clé, prévu étanche et en rétention.

En cas de déversement, une pompe de relevage portable sera amenée pour évacuer les effluents par une filière appropriée.

Les produits fertilisants sont prévus stockés dans des bidons au Niv1 à l'aplomb de la zone de gestion des vannes au Niv0. La zone de stockage Niv1 sera prévue étanche en rétention (relevé de 15 cm) permettant de contenir le déversement de tous les bidons de fertilisant (~3x100 L soit 300 L).

La zone sera en forme de pente équipée d'un siphon de sol, dont l'évacuation sera munie d'une vanne normalement fermée accessible au Niv0, permettant de vidanger un éventuel déversement dans un bidon au Niv0, pour retraitement par filière appropriée.

Au Niv0, toute la panoplie de vannes sera déployée au-dessus d'un bac de rétention permettant de contenir de légères fuites de raccord en attendant la réparation, ou une vidange nécessaire pour travaux de modification de la panoplie.

Dans le cas extrême d'un déversement accidentel dans la serre, tous les effluents sont collectés dans une cuve enterrée double peau dont la vidange aux EU ne peut se faire que par pompage. En cas de pollution accidentelle des EU, la vidange peut donc s'effectuer sur un camion-citerne pour retraitement dans une filière appropriée.

7.8.3. Gestion des énergies

Qualité thermique de l'enveloppe

- Double vitrage argon faible émissivité dans tous les compartiments de serre
- Traitement des ponts thermiques au droit des structures
- Isolation par l'extérieur des soubassements
- Isolation thermique sous dallage
- Isolation performante de tous les locaux chauffés équivalente à ce qui est pratiqué en RT2012/RE2020 ($R_{\text{moy}} > 5 \text{ °C.m}^2/\text{W}$)

Efficacité énergétique

- Haut rendement des équipements de production de chaud et de froid
- Récupération énergétique (énergie fatale),
- Haut rendement de tous les auxiliaires de pompage et ventilation (variation de vitesse) et optimisation des pertes de charge des systèmes
- Favorisation au maximum de l'éclairage naturel
- Valorisation du free-cooling et du cooling adiabatique

Une réflexion sur la production la plus adaptée (gaz, PAC ?) devra s'appuyer sur une étude globale du bâtiment et de ses besoins aux diverses saisons.

Le poste principal de consommation énergétique d'une serre sur lequel on puisse influencer par la conception, avec un rafraîchissement adiabatique, réside dans les auxiliaires de ventilation et l'efficacité du chauffage **On souhaite donc une réponse très performante sur cet aspect, tant sur la conception et la réduction des pertes de charge, le choix des matériels (pompes IE4 mini), que sur la régulation.**

7.8.4. Gestion des consommations d'eau

Récupération des eaux pluviales

- Cette solution a été étudiée en faisabilité et écartée pour le programme car des forages sont existants sur le site avec une réserve de capacité et qu'une récupération EP ajoute de la complexité pour un gain jugé faible. Les priorités ont été mises ailleurs.

Limiter les consommations d'eau

- Limiter les consommations d'eau pour le refroidissement des serres (efficacité du refroidissement adiabatique...).
- Optimisation de l'irrigation par un système goutte à goutte
- Récupération des eaux d'irrigation en fonctionnement marée haute/basse.
- Utilisation de WC double débit, robinets à jet mousseur, limiteurs de débit

7.8.5. Gestion des effluents

Objectif « ZERO rejet à risque »

- Création de rétentions dans toutes les zones de manipulations à risque
- Récupération ultime de tous les effluents (hors eaux vannes du WC) dans la cuve enterrée avec rejet pompé aux EU, permettant si besoin de pomper ces eaux dans une citerne pour traitement en filière appropriée.

7.8.6. Gestion de la maintenance

L'entretien et la maintenance des équipements font partie intégrante de la conception du projet. A ce titre, il est demandé aux groupements de chiffrer en tranche optionnelle TO2 une prestation de 2 années de maintenance de type P2.

Cette offre devra être accompagnée des gammes de maintenance envisagées justifiant le prix proposé. Ces gammes de maintenance seront obligatoirement mises à jour et jointes au DOE, que le contrat de maintenance soit pris ou pas par le Maître d'Ouvrage.

Garantie des performances

- Prévoir une démarche globale pour le commissionnement et la maintenance des installations dans les études de définition, de conception et de projet.
- Concevoir un protocole d'essais avec les serres utilisées à 100% de leurs potentialités.

Tableau de bord énergétique

- Identification en temps réel des consommations énergétiques et des dérives éventuelles
- Amélioration des performances initiales sur la base de la première année de fonctionnement
- Réalisation par le groupement en fin de GPA d'un audit final et analyse des potentiels d'amélioration des consommations énergétiques avec évaluation et hiérarchisation des résultats escomptables

7.8.7. Énergies renouvelables : photovoltaïque

Le projet prévoit en base une production photovoltaïque de 35 à 40 kWc en autoconsommation, déployée sur la toiture de l'étage technique.

En TO4, le doublement de cette puissance sera proposé.

La technologie de micro-onduleurs installés directement sous les panneaux sera préférée à un onduleur central installé dans un local technique. Si le surcoût est jugé trop important, un onduleur peut être proposé, mais installé extérieur au bâtiment pour éviter de faire pénétrer du courant continu dans le bâtiment (sécurité incendie).

7.8.8. Chantier vert

Le chantier sera géré selon les principes des chantiers verts, comme détaillé dans la charte www.chantiervert.fr.

Les Chantiers Verts ont pour but principal de gérer les nuisances environnementales engendrées par les différentes activités liées au chantier, leur objectif est de mieux identifier les enjeux liés aux questionnements environnementaux sur les chantiers et de mettre en évidence des solutions tant techniques qu'organisationnelles pour y répondre.

Pour un chantier de construction, réduire les nuisances environnementales répond à deux objectifs, selon deux échelles :

- Celle du chantier et de sa proximité. Il s'agit alors des nuisances ressenties par les usagers, extérieurs ou intérieurs au chantier : le personnel du chantier, les riverains. Ces nuisances sont par exemple le bruit, les salissures, les circulations, les stationnements.
- Celle de l'atteinte à l'environnement et à la population en général. L'objet est alors de préserver les ressources naturelles et de réduire l'impact des chantiers sur l'environnement. Cet objectif revêt une importance particulière au regard des nuisances provoquées par l'ensemble des chantiers de bâtiment, surtout en termes de déchets produits et de pollutions induites.

On distingue trois types de cibles pour la mise en œuvre d'actions de gestion et de réduction des nuisances environnementales :

- Les flux entrants du chantier : engins et matériels utilisés sur le chantier, matériaux et produits mis en œuvre...
- Le chantier lui-même : techniques employées, gestion des déchets...
- Les flux sortants du chantier : déchets évacués, nuisances générées vis à vis des riverains...

Sur ce projet, l'accent sera mis sur :

- Les nuisances sur le personnel INRAE à minimiser : nuisances sonores, pollutions comme la poussière générée par le chantier terrassement
- La gestion des déchets de chantier : minimiser les déchets, gestion du tri, niveau de recyclage. Des bordereaux seront fournis d'une plateforme de tri agréée attestant du tonnage total et recyclé chaque mois, avec tableau de synthèse mensuel et total, selon une formalisation à définir en début de chantier.
- Les consommations du chantier en eau et électricité.

Un responsable chantier vert sera nommé, assurera la sensibilisation des compagnons sur site, et devra rendre mensuellement **un CR de suivi du chantier vert, avec les alertes sur les dérives et pistes d'amélioration**

7.9. Exigences de commissionnement et qualification

7.9.1. Démarche globale de commissionnement et maintenance

Mise en place par le groupement d'une « Démarche globale pour le commissionnement et la maintenance des installations ».

Cette démarche a pour objectif d'analyser et d'intégrer les opérations de commissionnement et de maintenance dans toutes les phases d'études (conception, synthèse et exécution), ainsi que durant toute la réalisation.

Elle pourra s'appuyer sur la boîte à outil mise à disposition par l'ADEME :

<https://www.ademe.fr/expertises/batiment/passer-a-l'action/outils-services/commissionnement>

Le dossier est fourni en annexe C4 du dossier 2 du DCE pour référence.

Cette analyse, dès la phase de conception, devra permettre de prévoir et d'implanter sur les plans, tous les équipements et les organes de régulation, équilibrages, réglages, sécurité, etc, avec la définition des espaces d'intervention nécessaires pour chaque organe et les moyens de sécurisation de l'opérateur, que ce soit dans les locaux techniques, en toiture, vide sanitaire, faux plafond, etc.

Une attention toute particulière sera portée aux moteurs d'écrans d'ombrage et crémaillères d'ouvrants en toiture. Une PIRL peut être envisagée pour ces équipements, par exemple, avec le cas échéant un lieu de stockage adapté à prévoir.

Tout équipement de ce type identifié nécessaire à la maintenance devra être fourni par le groupement dans le cadre de son offre.

Par ailleurs, chaque compartiment de culture sera **pourvu des dispositifs de coupure pour chaque fluide entrant et ou sortant** ; ces dispositifs seront installés dans la galerie de circulation.

La démarche globale aura comme deuxième objectif le respect et maintien des performances climatiques et énergétiques définis par le présent PTD avec :

- Contrôle du respect des objectifs en phase conception
- Évaluation et consignation des dérives ou améliorations par typologie de consommations

Durant la phase réalisation, la démarche consiste à un contrôle qualité continu :

- À détecter les points bloquants et les non-conformités avec la mise en place d'une procédure pour les opérations correctives. Remise à jour des documents amont si nécessaire, après validation des modifications en interne, par l'AMO et la Maitrise d'Ouvrage
- À préparer le dossier « MAP » : Mise Au Point et Mise en service à joindre au DOE, rappel des exigences, PV de mesures ...

Durant le commissionnement des installations (CVC, PB, ELEC) :

Le dossier MAP sera amendé des PV d'essais et de l'évaluation de la performance énergétique, consignnant les performances énergétiques des installations.

Durant la période de parfait achèvement :

- 1 audit trimestriel pendant l'année de parfait achèvement avec contrôle des performances énergétiques avec détection et correction des dérives éventuelles
- 1 bilan explicité en réunion plénière

Par ailleurs, avant la livraison, les services techniques de l'établissement et les utilisateurs bénéficieront d'une formation adaptée sur le fonctionnement des installations. Elle concernera les installations de ventilation, de traitement d'air, de traitement d'eau, les équipements spécifiques et enfin les systèmes de gestion tels que la GTC et tous les courants faibles.

2 à 3 journées seront prévues sur les premiers mois de fonctionnement.

Cette formation abordera notamment, les principes de fonctionnement, les réglages, l'entretien et la maintenance, les précautions et les modes de fonctionnement dégradé.

Cette formation sera complétée par un support écrit sur l'ensemble de ces points.

De plus, pour les matériels spécifiques, les entreprises assureront la formation du personnel technique amené à assurer la maintenance. Cette formation devra permettre aux techniciens d'effectuer les opérations de maintenance préventive et corrective.

On fournira également dans le DOE une liste chiffrée des matériels de première urgence à maintenir sur le site.

7.9.2. Qualification des installations

La qualification sera prévue par un prestataire indépendant, missionné directement par INRAE.

La mission du qualificateur (cf. annexe H, I et J du dossier 1) consiste en premier en la définition d'un plan de qualification, puis en l'analyse de l'ensemble des phases de projet pour porter des avis.

Sa mission concernera ensuite les points suivants :

- En phase EXE / CHANTIER : vérification des plans et synoptiques sur l'aspect mise en service et exploitation du bâtiment : présence en nombre suffisant et accessibilité des organes de réglage et de tous les équipements à maintenir.
- Vérification des DOE : complets, exacts et recollés.
- Dans certaines cellule de culture identifiées : le qualificateur vérifiera
 - Homogénéité spatiale des conditions températures/hygrométrie selon critères définis pour chaque compartiment
 - Respect des vitesses d'air maximales au niveau des plantes
 - Homogénéité de l'éclairage, et atteinte du niveau demandé (de nuit) selon critères définis pour chaque compartiment
- les équipes INRAE sur la base des enregistrements GTC :
 - Atteinte des conditions extrêmes demandées (qualification hiver et été), par.
 - Qualité de la régulation : respect des consignes dans les marges de régulation définies.

Les zones de contrôle pour la qualification sont définies au §5.5.2.1

- À l'échelle du bâtiment
 - Étanchéité à l'air des serres : **infiltrations < 1 vol/h sous 20Pa.**
 - Étanchéité à l'eau des zones en rétention : **immersion 24h, aucune fuite visible**
 - Thermographie des armoires électriques en charge
 - Vérification de toutes les fonctions de régulation, notamment :
 - Claquage des points
 - Paramétrages,
 - Transmission des alarmes,
 - Asservissements en cas de défauts et modes dégradés
 - Comptages : paramétrage correct, transmission effective
 - Vérification de la bonne communication entre la GTB serre du présent projet et la GTC existante du centre (système PANORAMA)

Le qualificateur communiquera suffisamment à l'avance au groupement sa méthodologie, ses prérequis, et son planning de qualification pour que tous les éléments soient bien intégrés et pris en compte dans la conception des équipements, et dans le planning général de l'opération.

Une fois réalisé ses propres autocontrôles et fourni son rapport de mesures et mise en service, le groupement prévoira le temps nécessaire à passer avec le qualificateur pour faire toutes vérifications requises additionnelles demandées par le qualificateur.

Le qualificateur aura sous sa responsabilité l'ensemble de la qualification de la performance et fournira tous les appareils de mesurage nécessaires.

Le groupement pour sa part devra tous les accessoires d'accès dans les réseaux pour permettre la réalisation des tests et des contrôles prévus au plan de qualification.

En cas de tests de qualification QO hors tolérances, donc non concluants, les dits tests seront à réitérer après applications des mesures correctives. Ces tests seront à réaliser par le qualificateur, selon la méthodologie définie au plan de qualification, à la charge cette fois du groupement, et ce tant que les résultats des dits tests ne sont pas concluants.

7.10. Exigences de délai - planning de l'opération

Sur la base d'un OS donné au groupement au début 2026, d'un APS qui aura été validé lors de la mise au point technique et financière de l'offre, les délais alloués sont les suivants :

- Dépôt du PC sous 4 semaines (délai d'instruction 4 mois)
- Rendu APD sous 9 semaines, délai de VISA INRAE 4 semaines
- Rendu PRO sous 6 semaines, validation INRAE 4 semaines
- Chantier y compris études EXE et mise en service : 9 mois
- Qualification : 2 mois

Finalisation complète de l'opération pour le second semestre 2027.

Voir le planning joint en annexe D du dossier 1.

Version BETA

8. Expression des besoins

Afin de satisfaire aux objectifs énoncés, la serre de recherches scientifiques devra respecter les exigences suivantes :

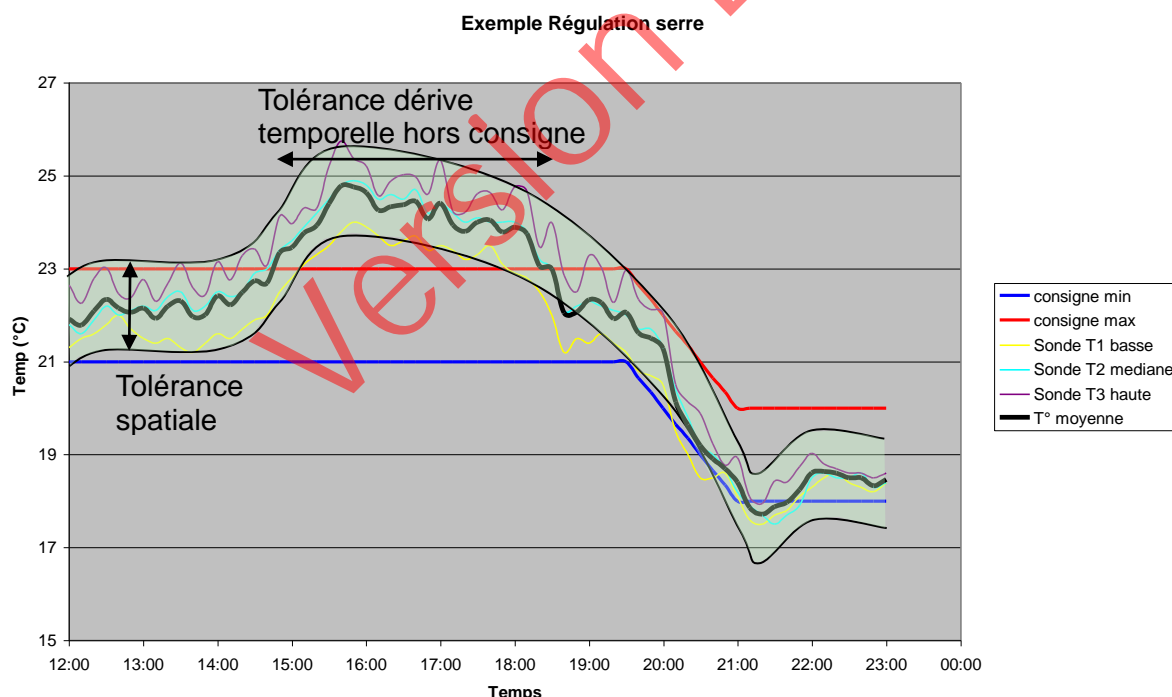
8.1. Les besoins climatiques des modules de culture

Les besoins climatiques de chaque local sont définis dans les fiches locaux. Le programme rappelle la signification qui est donnée aux diverses tolérances et performances exprimées dans les fiches locaux.

8.1.1. Généralité sur les tolérances spatiales et temporelles

Les notions de tolérance spatiale et temporelle sont clairement indiquées dans le graphique ci-dessous :

- La tolérance spatiale indique les différences acceptables à un instant donné en tout point de la zone de contrôle climatique, par rapport à la sonde de référence.
- La tolérance temporelle indique les variations acceptables dans le temps autour de la consigne de la sonde de référence.
- La tolérance de dérive indique une amplitude et une durée pendant laquelle on accepte de sortir ponctuellement des tolérances normales de régulation.



La qualification du climat n'est exigée que dans la zone de contrôle qui est clairement définie dans chaque compartiment.

Dans le cadre de la qualité du climat, une vitesse d'air au niveau des plantes < 0.3 m/s sera demandée (idéalement 0,2 m/s).

Les systèmes seront dimensionnés de manière à tenir les climats exprimés dans une configuration d'ombrières ouvertes.

8.1.2. Expression des besoins selon les saisons

Les performances attendues sont modulées en fonction des saisons, notamment sur les capacités de climatisation et d'humidification.

Le dimensionnement des installations prendra en compte ces conditions, avec le cas le plus défavorable pour le dimensionnement, tout en évitant de surdimensionner les systèmes.

8.2. Les conditions climatiques générales

La halle technique permettra aux opérateurs d'intervenir dans des conditions normales de travail (température comprise entre 19 et 26°C)

Le local phytosanitaire sera chauffé depuis le sèche serviette du vestiaire.

8.3. Les besoins d'éclairage

8.3.1. Dimensionnement des systèmes

Le dimensionnement sera réalisé par les fournisseurs d'éclairage de photosynthèse, qui répondront selon la trame vierge fournie en annexe, pour comparaison aisée des offres.

La distance entre les luminaires et le plan de travail utile sera optimisée par les fournisseurs pour trouver le meilleur compromis entre efficacité de restitution et homogénéité du résultat.

Pour le dimensionnement de l'adduction électrique et du supportage mobile, une marge de 20% sera prise.

8.4. Les besoins d'irrigation

Les compartiments disposeront d'une irrigation automatisée, selon schéma de principe ferti-irrigation joint dans le carnet de pièces graphiques (Annexe B3 dossier 2).

Dans chaque compartiment, la distribution d'irrigation permettra d'atteindre chaque tablar, en position haute ou basse, avec une électrovanne d'alimentation et de vidange par tablar.

Dans les compartiments 31 et 34, Les effluents des tablar devront pouvoir être récupérés pour réemploi, notamment pour le travail en subirrigation de type marée haute – marée basse. Le système du compartiment 31 doit pouvoir être déplaçable en 32 ou 33. Le système du compartiment 34 doit pouvoir être déplaçable en 35. Cela suppose d'avoir un branchement électrique pour la pompe et un branchement rapide pour raccorder le réseau de relevage.

8.5. Les besoins de confinements des insectes

Les insectes proofs prévus doivent permettre de confiner la serre vis-à-vis des trips et pucerons dont la taille est estimée de 1 à 2 mm adultes.

La maille du filet à définir par le groupement sera donc d'environ 1 mm minimum.

8.6. Les besoins de régulation / supervision

La régulation sera basée sur des automates et logiciels développés spécifiquement pour les serres. Le système de régulation serre prendra en charge les parties moins spécifiques pour conserver un système unique (régulation production chaud, froid, confort halle technique, etc...).

Partout où le process ne l'exige pas, des régulations simples de type bâtiment ou régulateurs industriels pourront être proposés en variante libre pour réduire les coûts, le choix final revenant à l'INRAE après examen des avantages et inconvénients.

Il sera demandé dans tous les cas une parfaite interopérabilité par des protocoles de communication ouverts de type ModBus ou Bacnet et une supervision unique de l'ensemble du bâtiment.

Cette supervision devra être capable de communiquer et remonter des données sur la supervision du site (ModBus imposé), développée sur Panorama de CODRA.

Les automates seront programmés dans des langages libres, accessibles et le code source sera remis aux utilisateurs dans le cadre du DOE.

Tous les automates connectés au réseau ethernet IP doivent pouvoir être paramétrable en DHCP.

Les environnements de développement pour les automates utilisés actuellement sur les sites INRAE sont Codesys et e!cockpit.

Toutes les données et paramètres de fonctionnement importants seront enregistrés (capteurs, actionneurs, consignes, défauts, alarmes, événements) pour être exploités graphiquement ou exportés dans un fichier de type tableau.

Toutes les données énergétiques devront être enregistrées et visualisables sur tableau de bord simple à exploiter par les utilisateurs, et ceci de manière individuelle pour chaque compartiment.

9. Exigences techniques

9.1. Installation et entretien du chantier

L'installation de chantier devra être conçue afin de prendre en compte l'intégralité des contraintes du site. Le chantier sera géré selon les principes des chantiers verts, comme détaillé dans la charte www.chantiervert.fr (voir aussi le §7.8.8)

Les prestations suivantes devront être comprises :

- Sécurisation de la zone travaux et la séparation des flux chantier/utilisateurs du site : Clôtures en panneaux grillagé pour identifier l'emprise de la zone travaux
- Raccordements nécessaires pour les besoins du chantier (adductions Elec depuis le coffret à proximité du site ou serres roulantes, points d'eau présents sur la zone de travaux)
- Réalisation des voies de chantier et d'une bande de 2 m de large le long des façades des serres pour assurer la traficabilité du site et l'accès aux façades par des nacelles (géotextile+ grave)
- Installation d'une base de vie selon prescriptions du PGC (vestiaires/sanitaires/douches, réfectoire ; salle de réunion)
- Ensemble des équipements pour la sécurité
- Bennes à gravats bâchées (tri sélectif des déchets objectif 80% de recyclage)
- Bordereaux d'évacuation de tous les déchets et tableau de synthèse du suivi des déchets, précisant le poids des déchets et les centres de traitements finaux.
- Constat d'huissier
- Divers courants : panneau de chantier, signalétique...

9.2. Démolition des serres existantes

En fin de chantier et après mise en service, les serres 1,2, 4, galerie et la serre PIAF seront démolies et la zone correspondante ré-enherbée. Les travaux comprendront :

- Neutralisation des réseaux
- Rédaction d'un PRA et désamiantage
- Protection des ouvrages bâtis à proximité à conserver (serre 3)
- Dépose des éléments désolidarisables
- Démolitions mécaniques des serres
- Tri sélectif
- Purge des dallages et fondations
- Y compris démolition et purge des ouvrages annexes
- Évacuation des gravats
- Remise en état et enherbement de type prairie en fin de chantier

9.3. Terrassement / VRD

9.3.1. Terrassement / travaux préalables

En complément aux travaux de terrassements nécessaires pour la réalisation des plateformes, les concepteurs/réalisateurs devront prévoir les travaux suivants :

- Les travaux préalables pour préparer la plateforme du projet, et notamment : la sécurisation des fosses existantes par remplissage, la scarification des enrobés, la démolition des dallages existants (voir relevé fourni en annexe), la dépose et démolitions des ouvrages dans l'emprise du projet y compris la purge des fondations des potences, selon le plan ci-dessous.



décarbonateur

Figure 16 Vue aérienne actuelle du site projet

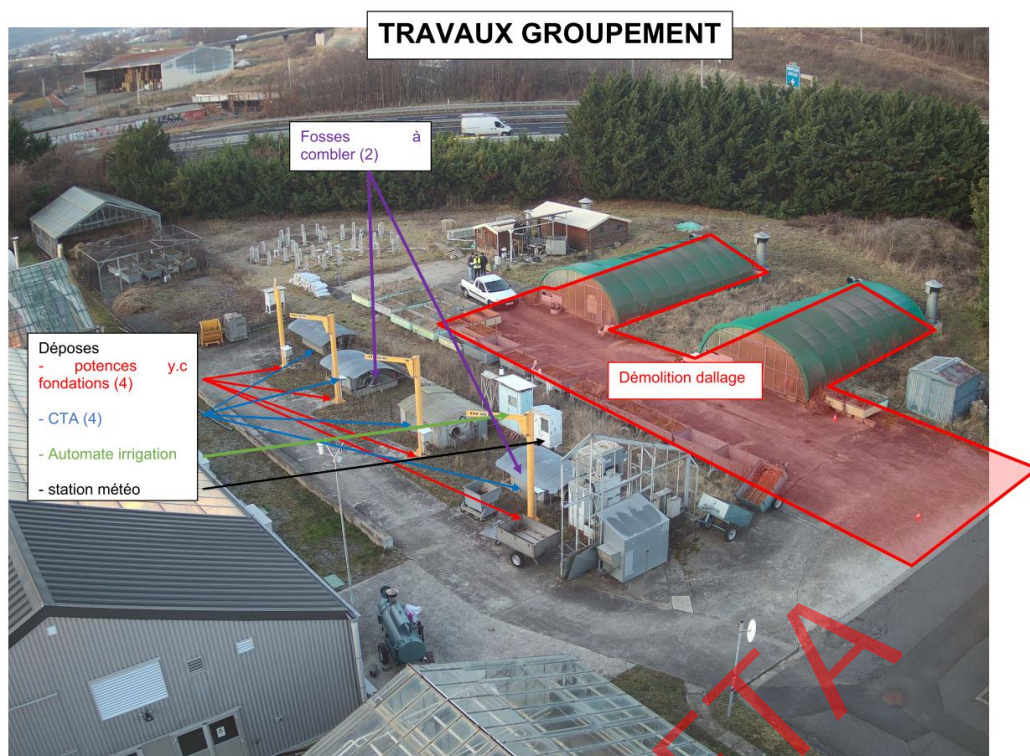


Figure 17 Détail des travaux groupement sur une vue aérienne plus ancienne

À noter qu'un diagnostic d'archéologie a été mené sur l'emprise du projet (pièce C3 du dossier 3 du DCE), concluant qu'il n'y a pas à ce stade d'impact archéologique pour le projet. Le rapport rappelle qu'en cas de découverte, l'INRAE sera dans l'obligation d'alerter la préfecture

9.3.2. Réseaux divers

Des relevés des réseaux existants sont joints au programme technique (pièces B1 à B5 du dossier 3 du DCE).

Le concepteur devra prendre en compte la présence de réseaux existants et proposer une étude complète répondant aux contraintes du site et aux besoins fonctionnels du projet et de la phase travaux en termes notamment d'accessibilité et traficabilité du site.

Pour ce qui concerne le réseau d'assainissement, un diagnostic a été réalisé en mars 2015 par la SAFEGE sur tout le site de Crouël (annexe B8 dossier 3 du DCE).

L'ensemble des réseaux a été inspecté et des passages caméras ont été réalisés.

Il a été observé :

- La présence de réseaux unitaires sur certains tronçons.
- Des contrepentes sur certains réseaux
- Des réseaux bouchés (par des lingettes) ou encore détériorés par la pénétration de racines

- Des regards en mauvais état plus étanches.

Ce diagnostic a fait l'objet de travaux de réfection partielles des réseaux entrepris par INRAE, il est donc en partie obsolète ; il faut noter que ce diagnostic datant de Mars 2015, il peut présenter des écarts avec la réalité du site aujourd'hui. Les documents B1 à B3 restent les documents de référence.

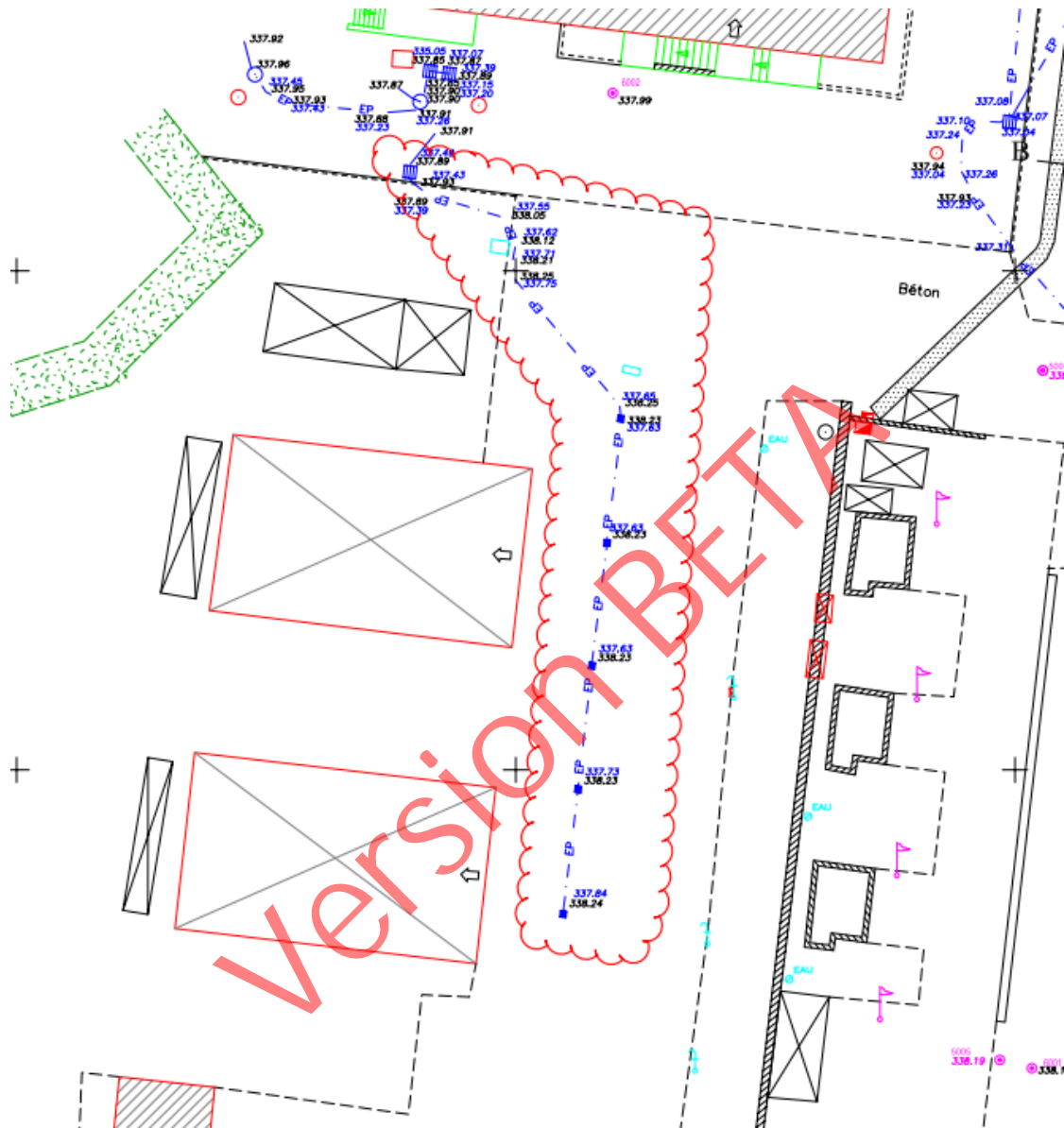
9.3.2.1. Réseaux existants dans l'emprise du projet

Tous les réseaux existants dans la zone à démolir alimentant des zones conservées doivent être reconduits par un cheminement alternatif, soit en utilisant le caniveau existant selon espace disponible, soit en créant de nouvelles tranchées.

L'alimentation des serres 5 et 11 doit être préservée. L'alimentation de la serre 3 doit être recrée depuis le projet.

9.3.2.1.1. Electricité

L'alimentation électrique du décarbonateur a été repérée dans la zone projet (fourreau rouge visible sur site). Son dévoiement a déjà été réalisé afin de permettre le diagnostic archéologiques. À titre informatif, le décarbonateur n'est plus utilisé depuis fin 2020.



9.3.2.2. Réseaux à créer dans le cadre du projet

Le concepteur devra réaliser l'ensemble des réseaux nécessaires pour le bon fonctionnement du projet et notamment les adductions BT, FT, AEP, GAZ, compris mise en place de fourreaux et chambres de tirage, regard AEP et raccords sur existants et les réseaux d'assainissement EP et EU classe CR8 minimum.

- Pour le réseau AEP, l'alimentation du projet sera prévue depuis le réseau existant dans le caniveau (si possible), alimentant actuellement la serre 5. Seule une tranchée terminale sera à prévoir.
- Réalisation des réseaux d'assainissement eaux usées et eaux pluviales.

Compris :

- mise en place de regards de façades EU et EP, regards de visite et raccords sur regards existants à proximité au Nord du projet.
 - cuve effluents double peau PEHD enterrée de capacité 6 m³, avec trou d'homme Ø600 de visite, y compris radier et lestage. **Le lestage devra être dimensionné pour reprendre une poussée verticale à la côte CMHE en cas d'inondation.**
- Pour l'adduction électrique courant Fort (cf chapitre électricité), le caniveau existant sera réutilisé autant que possible, et la tranchée ne concernera que les derniers mètres jusqu'au projet depuis le coffret décarbonateur (Armoire A23(s) Y sur le synoptique Annexe E1.7.2 du dossier 3). Le nombre de fourreaux à passer dans la tranchée sera le double du nombre de fourreaux nécessaires pour le projet (réserve de 100%).
- Une adduction électrique sera prévue en aval du TGBT projet pour réalimenter la serre 3.
- Pour le courant faible, les fourreaux disposent de réserve jusqu'au regard à proximité du projet. Le projet prévoit les fourreaux complémentaires à partir de cette chambre de tirage.
- Le réseau gaz doit être acheminé depuis la chaufferie actuelle en serre 5 jusqu'au projet, via une tranchée à prévoir. L'existant au niveau de la serre 3 est un Ø40 selon les relevés (pièce E1.3 au dossier 3 du DCE). Il est possible de se raccorder sur un Ø63 plus en amont de l'autre côté de l'Artière. La pression > 0,5 bar implique un réseau sous DESP niveau I. Pour s'affranchir de cette contrainte, le groupement prévoit au niveau de son raccordement sur existant une détente à 300 mbar, et dimensionne l'adduction terminale à cette pression de service.
- Un réseau de chauffage enterré bitube pré-isolé sera prévu depuis la chaufferie pour réalimenter la serre 5, la serre 11 et la serre 3
- Un réseau de chauffage - climatisation enterré pré-isolé sera prévu depuis le projet vers la plateforme froid de la serre 11. Les PAC existantes approchant la fin de vie pourront être raccordées sur le système pour offrir un secours à la serre 11 mais ne feront pas partie de la conception générale.

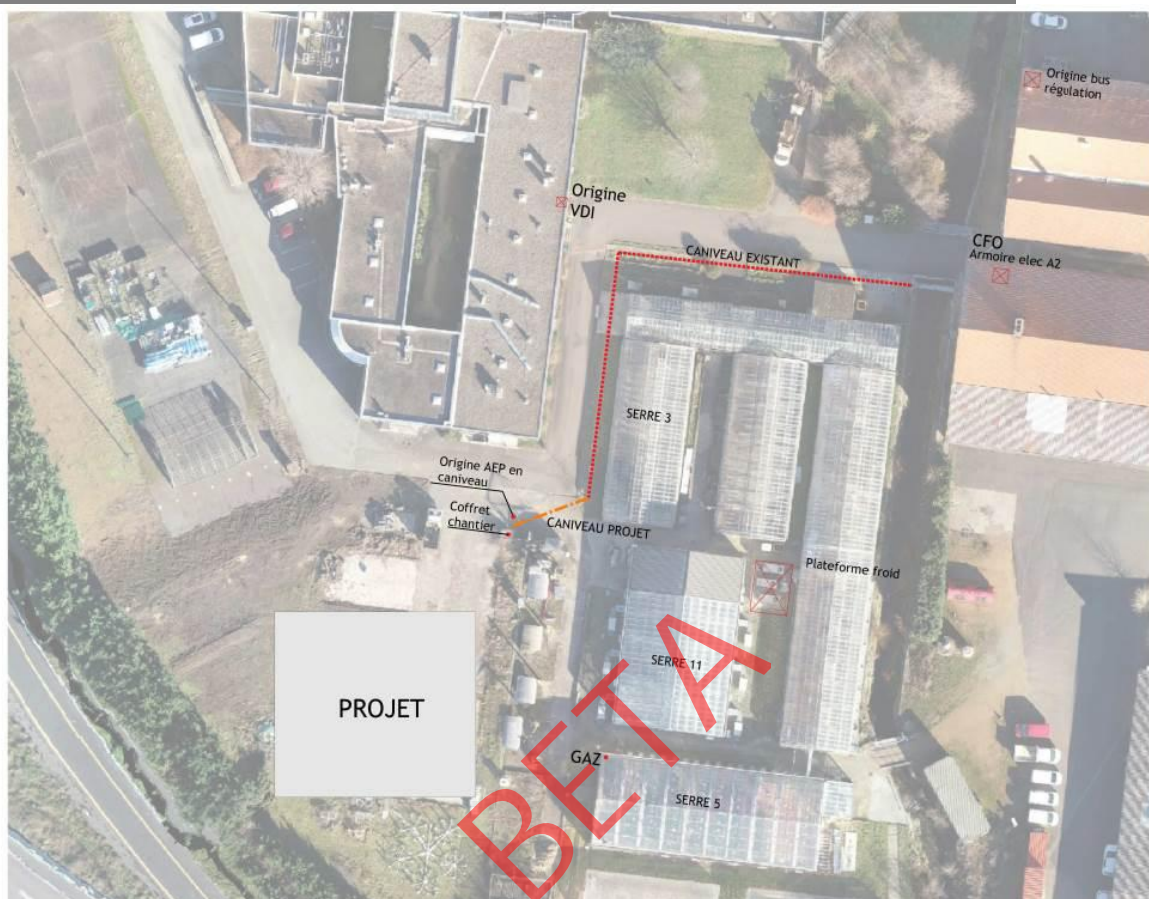
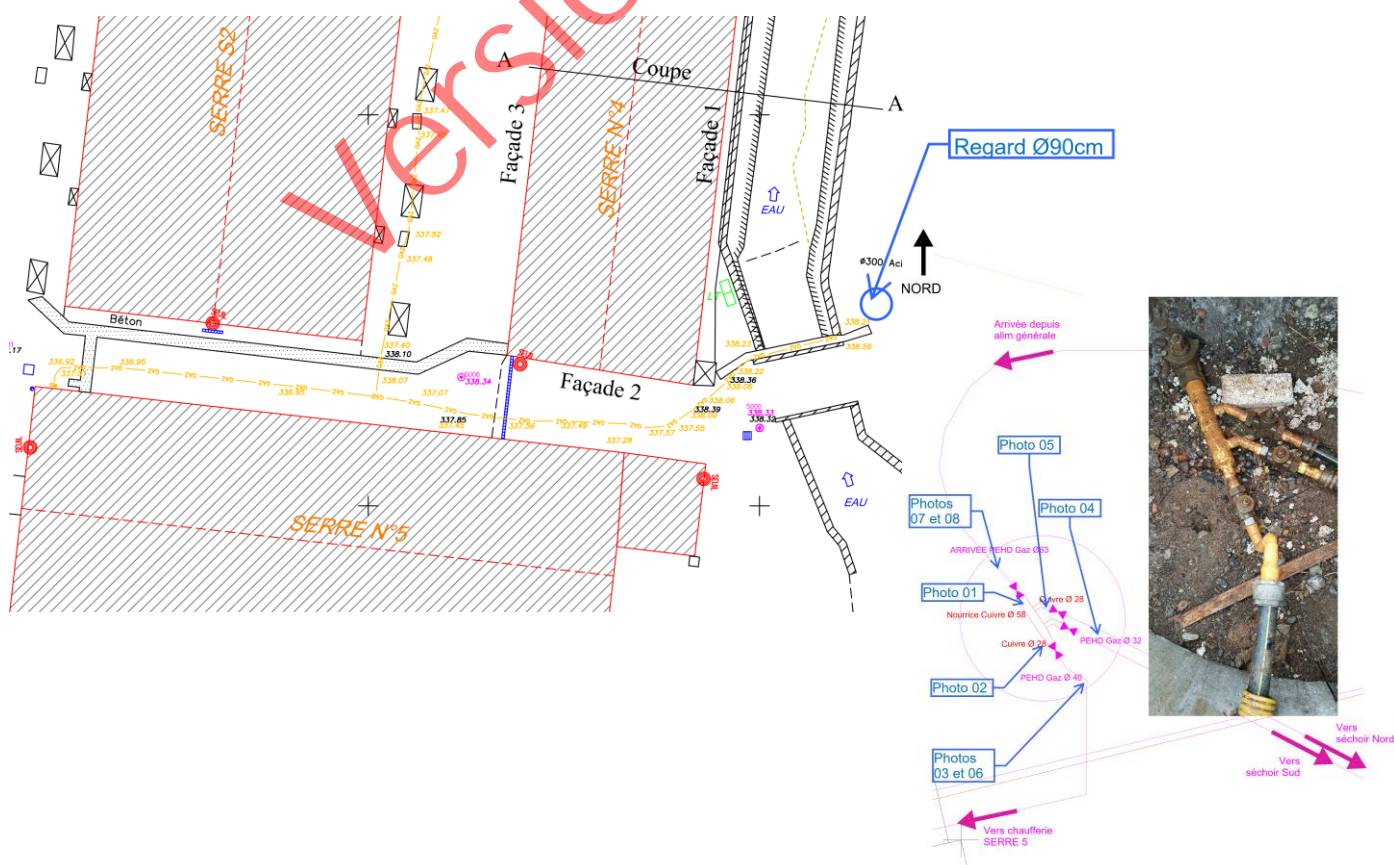


Figure 18 : plan des origines fluides (voir en annexe B3 du dossier 2 du DCE)



9.3.3. Traitement des surfaces

Les aménagements des surfaces à prévoir seront les suivants :

- Réfection et requalification de la voirie existante et création d'une voirie d'accès au bâtiment projeté
Cette nouvelle voirie devra permettre un accès PL 19 Tonnes jusqu'à la zone de déchargement qui sera située devant la porte sectionnelle du bâtiment technique.
la classe de trafic sera une t5.
- Traitement des pieds de façade structuré avec une bande gravillonnée sur géotextile + bordure périphérique (largeur de la bande gravillonnée 80 cm).
- Dallages extérieurs en béton sur une largeur de 2m autour du bâtiment technique y compris liaison avec la voirie et accès personnel et matériel, et accès au compartiments 23 et 24.
- Dallages extérieurs pour le stockage extérieur
- Dallage extérieur si besoin selon conception pour le nouveau groupe froid.

Version BETA

9.4. Structure et enveloppe

9.4.1. Généralités

Le bâti devra être conçu pour répondre à la demande de la maîtrise d'ouvrage d'une durée de vie de 30 ans minimum.

Le concepteur devra privilégier des systèmes type pré-industrialisés, qui permettront de réduire les temps d'intervention et les nuisances du chantier et qui assureront au même temps la pérennité des ouvrages.

Les principes constructifs souhaités sont indiqués ci-après.

9.4.2. Charges permanentes et d'exploitation

Les dimensionnements devront prendre en compte toutes les charges permanentes des équipements spécifiques des serres et des locaux techniques et en particulier les équipements techniques suspendus ou au sol, les luminaires spécifiques aux serres, le système d'arrosage et de brumisation, les tabliers à pleine charge, la présence de cuves, etc...

Les charges d'exploitation devront répondre a minima de la norme NF P 06-001 et aux prescriptions particulières suivantes :

| LOCAL | CHARGES D'EXPLOITATION |
|-------------------------|--|
| Compartiments de serres | 500 daN/m ² mini ou selon charges plantes + charges roulantes (transpalettes et chariots élévateurs) Attention à la phase chantier et aux poids des nacelles éventuelles) |
| Bâtiment technique | 500 daN/m ² + charges roulantes (transpalettes et chariots) Attention à la phase chantier et aux nacelles éventuelles) |
| Locaux technique | Poids des équipements + 250 daN/m ² Ou 500 daN/m ² minimum |

9.4.3. BATIMENT TECHNIQUE

9.4.3.1. Structure

Bâtiment sur 2 niveaux avec au niveau 0 les activités liées à la recherche et au niveau 1 les locaux techniques.

Les principes constructifs suivants sont à privilégier :

- Fondations semi-profondes de type pieux forés à la tarière selon étude de sol annexe C1 du dossier 3
- Dalle portée sur remblais coffrant y compris isolation en sous face (R selon études thermiques). Ventilation mécanique du vide sanitaire pour limiter le radon.
- Réalisation d'une résine étanche circulaire dans le local phytosanitaire (rétention 70 L), et au niveau 1 dans le local de stockage des solutions fertilisantes (rétention 400 L) et la chaufferie. Les produits proposés devront prendre en compte les agressions chimiques (cf §9.4.3.2.2).
- Structure poteau-poutre, métallique ou béton, garantissant l'évolutivité du bâti
- Soubassements périphériques en béton dimensionnés pour supporter la pression hydrostatique de 1m d'eau en cas d'inondation,
- Élévations des façades au choix des constructeurs et selon projet architectural sous réserve de respecter la demande d'un soubassement béton de 1m de hauteur,
- Plancher haut du niveau 0 en dalle pleine ou plancher collaborant - charges d'exploitation prévues pour le plancher haut du niveau 0 du bât technique : 500 daN/m² minimum. Y compris isolation en sous face en panneaux frigorifiques.
- Locaux techniques en toiture couverts pour améliorer la pérennité des équipements en toiture : charpente métallique support de la couverture en bac sec – pente 27% (15° minimum pour production photovoltaïque) (finition galvanisée), avec légère isolation en sous face pour éviter les surchauffes (50°C max acceptable)
- Escalier métallique extérieur pour accès aux locaux techniques du niveau 1
- Protection des accès du niveau 0 des intempéries, sur une profondeur de 2m

9.4.3.2. Prestations techniques particulières

9.4.3.2.1. Joints de dilatation

La conception de l'ouvrage devra être établie dans le but d'éviter tous points de faiblesse en termes d'étanchéité de l'enveloppe.

Les joints de dilatation devront être évités en zone étanche, et là où ils sont jugés nécessaires, ceux-ci devront garantir une parfaite étanchéité.

9.4.3.2.2. Revêtement de sol : résine

L'ensemble des sols à étancher (local phyto et local stock fertilisant) sera revêtu par une résine **étanche** époxy teintée dans la masse, dont les caractéristiques techniques respecteront les classements UPEC et performanciel P/M (résistance mécanique) et P/C (résistance chimique) du CSTB suivants :

Classement UPEC : U4P4E3C2

Pour le classement P/M

- I - Résistance aux chocs : niveau 2
- P - Résistance au poinçonnement : niveau 2
- R - Résistance au ripage : niveau 2
- U - Résistance à l'usure par roulement : niveau 3

Pour le classement P/C

- b2 - Résistance aux sels et amines : niveau 3

Le revêtement devra présenter les propriétés suivantes :

- Résistance mécanique supérieure à celle du béton
- Anti dérapant
- Imperméable
- Résistant aux agents chimiques
- Résistant aux chocs et rayures
- Une bonne résistance à l'abrasion

La mise en œuvre comprendra :

- Remontée en plinthe (hauteur en fonction de la rétention souhaitée). Les locaux formant rétention devront bénéficier de plinthes à gorge.
- Traitement soigné de toutes les attentes d'évacuation au sol pour garantir l'étanchéité, et aucune rétention d'eau

L'entreprise en charge de la mise en œuvre de la résine devra justifier d'une attestation qualibat 6233 technicité supérieure.

9.4.3.2.3. Réseaux sous dalle portée

Toutes les eaux seront collectées par le biais des caniveaux et siphons dans des réseaux PVC et envoyées sur une cuve de rétention double peau en PEHD, de volume 6 m³.

Seule l'évacuation des eaux vannes sera envoyée directement aux eaux usées, dans un réseau PVC classique.

Les siphons de sol de nettoyage seront équipés de panier inox (maille 1mm) et mis en œuvre dans un décaissé de dallage pour gérer les pentes vers le point bas (pente >1% sur une zone d'au moins 50 cm autour des points de collecte).

Les attentes EU ainsi que toute autre traversée de la dalle seront prévues avec des dés béton hauteur 10 cm.

9.4.3.3. Enveloppe du bâti

9.4.3.3.1. Façades

Les façades du bâtiment devront présenter une qualité architecturale propre tout en s'intégrant dans le site et garantir une étanchéité vis-à-vis des éventuelles inondations (soubassement béton périphérique à prévoir sur 90 cm de hauteur minimum assorti de batardeaux manuels au droit des seuils d'accès).

Les éventuels produits d'habillage seront des bardages à surface plane de type métallique ou des habillages en panneaux composites avec surface décorative.

9.4.3.3.2. Menuiseries extérieures

Les châssis menuisés seront réalisés en aluminium, avec rupteurs de pont thermique et du double vitrage performant adapté à l'orientation de la menuiserie pour assurer le confort des locaux.

- Châssis, porte et ensemble menuisés en aluminium thermolaqué à rupture de pont thermique $U_w : 1,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$ et double vitrage
- Blocs-portes acier galvanisés et thermolaqué double peau pour les locaux techniques et issues de secours
- Portes sectionnelles ou battante deux vantaux ouvrant vers l'extérieur (dimensions mini de 300cm x 250cm HT) pour les accès ponctuels de matériaux et maintenance
- Type de contrôle d'accès sur les portes/portail : badge + clef

9.4.3.3. Couverture

La toiture du local technique sera prévue en bac secs légèrement isolé en sous face pour éviter les surchauffes, et devra être conçue pour recevoir l'installation de panneaux photovoltaïques. **La conception du local technique devra garantir une ambiance comprise entre hors gel et +50°C (sauf pour les locaux climatisés, selon fiches locaux).**

Une protection périphérique sera réalisée afin de sécuriser les interventions en toiture (garde-corps). Les protections individuelles type ligne de vie seront proscrites au profit des protections collectives.

Les eaux pluviales de toutes les toitures seront obligatoirement évacuées et collectées à l'extérieur du bâtiment puis acheminées sur le réseau EP du site.

9.4.4. SERRES

9.4.4.1. Principes constructifs

L'étude de sol G2 AVP est fournie en annexe C1 du dossier 3.

Les principes constructifs suivants sont à privilégier :

- Fondations semi-profondes de type pieux forés à la tarière.

Cette solution permettant de pérenniser le projet et sécuriser les installations vis-à-vis des éventuels tassements différentiels, devra être privilégiée. Une variante en fondations superficielles ou puits pourra être proposée uniquement sous réserve d'une étude géotechnique spécifique avec sondages complémentaires à l'appui et de la validation des géotechniciens dans le cadre des missions G3 et G4.

- Soubassements béton en périphérie des serres et des compartiments ht mini 90 cm (finition lissée + peinture)
- Structure métallique : structure primaire (portiques) et secondaire (empannage) en profilés tubulaires en acier galvanisé à chaud, longerons et suspentes pour équipements techniques en aluminium

Épaisseur de la galvanisation définie conformément à la norme NF EN ISO 1461 et validée en phase études en fonction de la durée de vie souhaitée (50 ans mini), de l'environnement et des caractéristiques des ouvrages à protéger (catégorie environnementale C5) – 200µm minimum

- Dalle portée sur les compartiments en béton
- Circulations secondaires dans les compartiments en terre en dallage y compris bèches périphériques

9.4.4.2. Charpente métallique

Les caractéristiques géométriques des charpentes métalliques (l'implantation des poteaux des portiques, les largeurs utiles ainsi que les hauteurs libres sous fermes) devront être définies en prenant en compte toutes les contraintes techniques dictées par le process, le contrôle climatique, les équipements techniques et la présence des baies fixes en façade et en toiture afin de garantir le maximum d'éclairage naturel.

Dimensions approximatives:

- Largeurs : 9 à 11 m selon les chapelles et les choix constructifs opérés
- Hauteur sous chéneaux : 4 m
- Pas entre portiques : entre 3m et 5m

La structure des serres sera constituée par des portiques métalliques en profilés tubulaires fermés articulés en pieds et contreventés par un système de croix de Saint André en tubes (cornières interdites).

Les corps creux seront évités au maximum et tous les tubes utilisés devront être obturés de manière pérenne pour y empêcher toute introduction et nichage d'insecte.

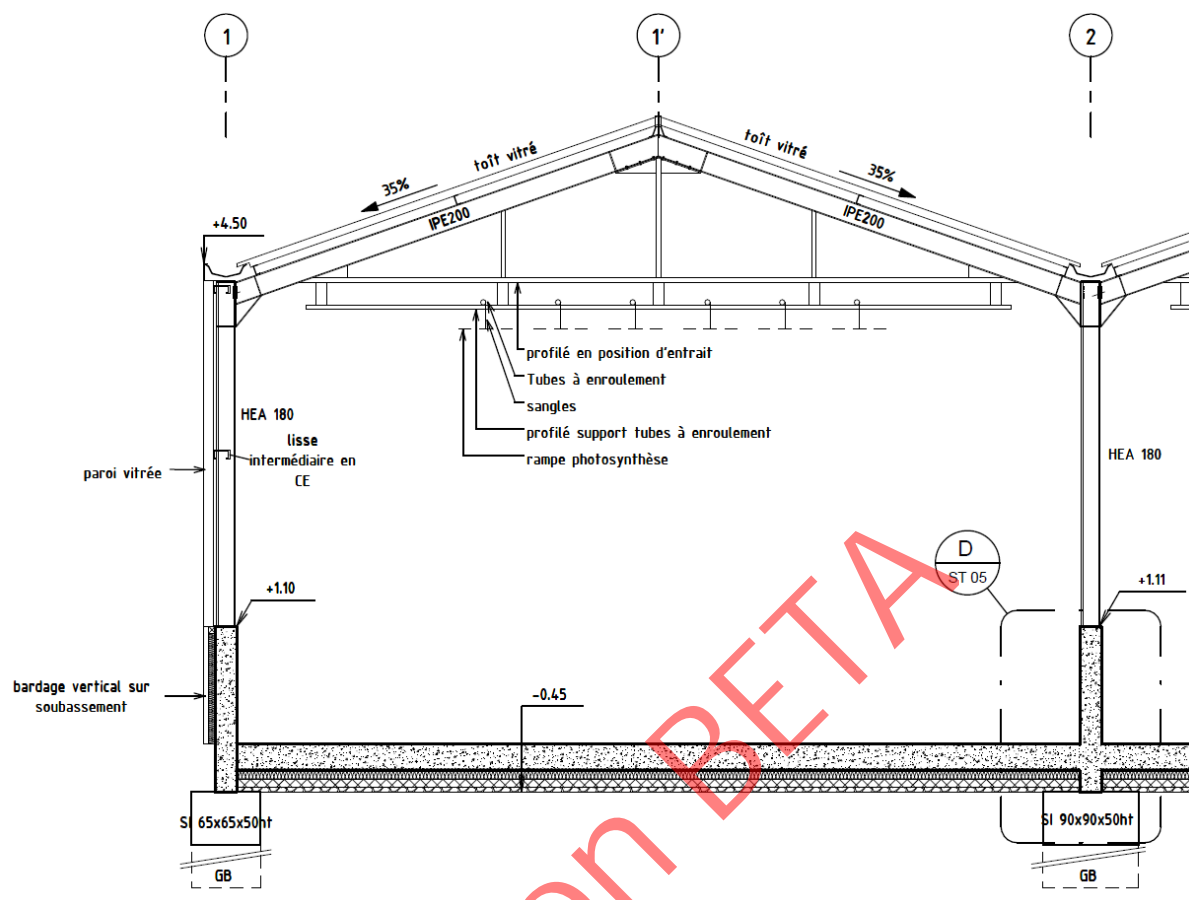
Les profilés métalliques de la structure primaire (portiques) et secondaire (pannes, contreventements et éléments de support) seront des profilés tubulaires du commerce protégés obligatoirement par une galvanisation à chaud de classe Z 350 ép 200µm au minimum.

Tous les autres profilés métalliques tels que longerons, supports d'équipements et profilés de supports de recoupements intérieurs seront de préférence en aluminium avec un drain pour l'évacuation des condensats.

La conception de la structure métallique devra prendre en compte la nécessité de réaliser la globalité des assemblages sur chantier par rivets ou boulons afin d'éviter au maximum les assemblages par soudure sur place, **qui devront dans tous les cas être galvanisés à froid.**

Tous les éléments de fixations tels que platines, goussets, sabots etc. seront pré-soudés en atelier sur les profils métalliques principaux.

Coupe de Principe des ossatures support des équipements techniques (à titre informatif)



Les eaux pluviales des chéneaux seront récoltées par des descentes EP (PVC proscrit) obligatoirement extérieures et évacuées vers les réseaux EP.

Les chéneaux seront isolés thermiquement en sous face épaisseur 50 mm minimum.

Les chéneaux encaissés devront être conçus de façon à permettre la circulation du personnel technique lors de la maintenance en toute sécurité.

Les interventions en toiture et notamment remplacements de vitrages seront prévues par nacelle circulant sur la zone périphérique des serres. Le projet démontrera la bonne maintenance de toutes les zones de la couverture par ce procédé. Les garde-corps et échelles de toit ne sont donc pas requis.

9.4.4.3. Volumes verriers

Les vitrages des façades des serres seront des vitrages de type double vitrage 4-16-44.2, remplissage argon, basse émissivité, feuilletés sécurit.

La transmission lumineuse sera supérieure à 75%.

Les vitrages de toiture auront les mêmes caractéristiques avec en plus une résistance au choc de 1200 J.

Les vitrages entre compartiments et séparatifs de la circulation seront de type simple vitrage float 4mm.

Les variantes obligatoires suivantes devront être proposées :

- VO n°1.2 sur les compartiments 31 à 35 : une variante sera proposée pour installer en toiture un verre faible émissivité dito spécification de base, avec une couche diffusante anti-reflet augmentant la transmission lumineuse.

Version BETA

9.4.4.4. Soubassements béton

Les soubassements des serres seront conçus de façon à garantir l'étanchéité en pied des parois vitrées et éviter tout désaffleurement à l'intérieur des serres et tenir la poussée hydrostatique en cas de montée des eaux. Ils auront une hauteur généralement de 90 cm minimum, avec leur arase supérieure obligatoirement 20 cm au-dessus de la CMHE.

La hauteur pourra être optimisée dans les compartiments pleine terre qui sont de toutes façons inondables par le sol non étanche, pour éviter les ombres portées hivernales sur un plan utile considéré à 20 cm du sol (simulation à réaliser sur le 15 Février)

Pour garantir cela, ces soubassements auront une épaisseur de la taille des poteaux des portiques et ils seront isolés par l'extérieur (l'épaisseur de l'isolant extérieur sera définie en fonction du décalage entre la structure primaire et le nu extérieur de vitrages).

Les soubassements auront une finition intérieure garantissant un état de surface ne présentant pas de microbulles ou bien auront un enduit de finition avant application d'une peinture fongicide / bactéricide en phase aqueuse, lessivable et résistante aux agents agressifs et acides dilués, compatibilité avec le support et la maintenance NF Environnement.

Tous les accès à la serre ménagés dans ces soubassements seront munis de batardeaux automatiques au droit des seuils.

9.4.4.5. Dalles béton et réseaux sous dalle portée

Les sols des compartiments avec un sol en béton seront réalisés avec des dalles portées sur remblais coffrant.

Sous les dalles portées, il sera prévu une isolation en sous face 10 cm minimum

La finition des sols sera au minimum une finition antipoussière (dalle quartzée finition hélicoptère) réalisée avec un durcisseur, un bouche pores et produit de cure.

Toutes les eaux des compartiments sur dalles béton seront collectées par le biais des caniveaux et siphons dans des réseaux PVC et envoyées sur une cuve de rétention double peau en PEHD en attente de traitement, de volume 6 m³.

Seule l'évacuation des eaux vannes sera envoyée directement aux eaux usées, dans un réseau PVC classique.

Les caniveaux à grille seront installés dans la longueur de la circulation centrale entre tabliers et seront équipés d'un siphon avec panier.

Les siphons de sol de nettoyage seront équipés de panier inox (maille 1mm) et mis en œuvre dans un décaissé de dallage pour gérer les pentes vers le point bas (pente >1% sur une zone d'au moins 50 cm autour des points de collecte).

Les attentes EU ainsi que toute autre traversée de la dalle seront prévues avec des dés béton hauteur 10 cm.

9.5. Équipements spécifiques des serres

9.5.1. Ouvrants en toiture

Les serres disposeront d'ouvrants motorisés en toiture équipés d'insect-proof en accordéon de maille 1mm.

Articulation au faitage, ouverture commandée par la GTC et manuellement par bouton. Les commandes devront être accessible à l'utilisateur depuis le niveau 0 à hauteur d'homme pour éviter l'utilisation d'échelle.

Une garantie totale de 5 ans est demandée sur l'ensemble des systèmes crémaillères et motorisations.

9.5.2. Toiles d'ombrage

Des toiles d'ombrages / écrans thermiques **mixte polyester et aluminium PH 55, 45 %** motorisées seront mises en œuvre en couverture et en façades des serres.

Le taux d'occultation sera de 55%.

Une attention particulière sera portée au choix des textiles utilisés pour l'écran d'occultation pour éviter le développement de champignons dans les rideaux, ainsi que le mode de nettoyage de ces derniers. La qualité et la pérennité seront aussi examinés, avec plusieurs choix offerts au maître d'ouvrage.

Les câbles seront aussi soigneusement sélectionnés pour leur pérennité (inox proscrit car cassant, acier préférable).

- En toiture : Écrans horizontaux motorisés à crémaillères
- En façade : Système d'écrans motorisés à enroulement ou déploiement horizontal

Ces toiles d'ombrage seront gérées par une régulation simple pilotée par la température intérieure et l'ensoleillement extérieur. Le moteur pourra être débrayé du système pour permettre un fonctionnement manuel par manivelle en cas de panne moteur.

Les compartiments 31 et 32 auront parfois 22h de photosynthèse. Il faut donc prévoir des rideaux internes latéraux motorisés sur les deux faces mitoyennes du compartiment 32 pour ne pas perturber les cellules attenantes. Ces rideaux d'ombrages latéraux ne sont pas nécessaires côté couloir.

Une garantie totale de 5 ans sera offerte sur les toiles d'ombrages et l'ensemble des systèmes associés.

9.5.3. Support équipements techniques : FOG et ombrages et rampes amovibles d'éclairage

L'ensemble des compartiments disposeront d'un profilé tubulaire suspendu en position d'entrait destiné au supportage des équipements techniques suspendus suivants.

Le système sera composé :

- d'une première ossature en partie supérieure, en profilés tubulaires pour supportage des équipements techniques tels que : le FOG et les ombrages
- d'une seconde ossature en partie inférieure, en profilés tubulaires pour supportage fixe des rampes amovibles d'éclairage de photosynthèses.
- Dans le compartiment 24, la hauteur du système sera réglable par treuil à manivelle. La manivelle sera positionnée à hauteur d'homme pour une manipulation aisée, et facilement motorisable dans le futur.

9.5.4. Portes d'accès

Les portes d'accès aux compartiments seront coulissantes avec une allège en panneau isolé, épaisseur 30 mm hauteur mini 90 cm à faire régner avec le soubassement béton + verre clair feuilleté et équipées d'un butoir.

Ces portes devront autoriser le passage d'un chariot, largeur libre 1,40 m minimum.

Les portes et éléments mobiles feront l'objet d'un choix qualitatif de haut de gamme, notamment au niveau des joints et balais d'étanchéité. La garantie d'un fonctionnement pérenne sans maintenance particulière sera exigée.

9.5.5. Tablars fixes

Les tablars sont prévus fournis par le projet selon descriptif des matériels ci-avant.

Les tablars seront positionnés sur une structure fixe de type piètement télescopique sur roulettes verrouillables, qui permettra de travailler en position haute (H=80cm) ou basse (H=30 cm) réglable par pas de 5 cm par une manipulation simple.

Les pieds seront intégralement repliables pour manutention et stockage.

Ils seront réalisés en aluminium, avec une garde d'eau de 5 cm, en montage soudé sans rivets. Ils seront dimensionnés pour reprendre le poids des pots pleins d'eau, estimé à 5 kg/pot.

Ils seront munis d'un fond de subirrigation et d'une bonde avec une vanne de vidange manuelle et un tuyau vers caniveau de récupération au sol

9.6. Récapitulatif des exigences pour les serres

9.6.1. Compartiments Pleine terre : 21 et 22

- Terre végétale sur une hauteur d'environ 100 cm (terre à récupérer dans un champ à proximité) + plaques métalliques pour cheminement entre lignes de plants
- Circulations secondaires dans les compartiments en terre en dallage y compris bèches
- Couverture : Double vitrage feuilleté (face extérieure) isolant 4/14/44.2 faible émissivité, Résistant à 1200 joules
- Façades : double vitrage 4/16/4, faible émissivité
- Ouvrants : motorisés au faitage et en façade, vitrage feuilleté, avec insectproof maille 1 mm
- Écrans thermiques : Horizontaux et en option en Façades
- Parois intérieures : Verre transparent Float, épaisseur 4mm
- Portes intérieures : vantail suspendu / garnissage en verre feuilleté et soubassement en bac acier hauteur 0,90 m résistant au choc - largeur de passage 1.60m

9.6.2. Compartiments avec Sol béton : 23, 24, 31, 32, 33, 34 et 35

- Dalles portées sur remblais coffrant – isolation en sous face 10 cm minimum (à prévoir dans les compartiments sur dalle béton et pour les cheminements principaux).
- Finition : antipoussière + bouche pores et produit de cure (dalle quartzée finition hélicoptère)
- Caniveaux de sol à grille équipé de siphon à panier
- Couverture :
 - 23, 24 : Double vitrage feuilleté (face extérieure) isolant 4/14/33.2 faible émissivité, Résistant à 1200 joules
 - 31 à 35 : Double vitrage feuilleté (face extérieure) isolant 4/14/33.2 faible émissivité, diffusant, Résistant à 1200 joules
- Façades : double vitrage 4/16/4, faible émissivité
- Ouvrants : motorisés au faitage avec insectproof maille 1mm
- Écrans thermiques : Horizontaux et en option en Façades
- Écrans additionnels pour confinement lumière LED des compartiments 31-32.
- Parois intérieures : Verre transparent Float, épaisseur 4mm
- Portes intérieures : vantail suspendu / garnissage en verre feuilleté et soubassement en bac acier hauteur 0,90 m résistant au choc - largeur de passage 1.60m

- VO 1.1 : sur les compartiments 31 à 35, une variante pour installer en toiture un verre à couche diffusante anti-reflet augmentant la transmission lumineuse.

9.7. Aménagement intérieur

9.7.1. Doublage

Un doublage de propreté, côté intérieur du bâtiment, sera prévu en panneaux industriels (épaisseur 60 à 100 mm selon besoin d'isolation) pour permettre une bonne nettoyabilité. Un congé d'angle de finition sera prévu en pied et en tête.

Tous les réseaux seront apparents (non encastrés).

Finition générale PET 55 μ et des plaques de protection PVC seront prévues sur les cloisons et angles à risques de chocs.

9.7.2. Cloisonnement

Le cloisonnement des chambres de culture sera prévu en panneaux industriels, type panneaux à emboîtement d'épaisseur 100mm constitués d'une âme en mousse de polyuréthane entre deux parements métalliques galvanisés laqués.

Finition générale PET 55 μ et des plaques de protection PVC seront prévues sur les cloisons et angles à risques de chocs.

Les joints de finitions ne devront pas être antifongiques car cela peut tuer les plants en expérimentation. Ils seront soumis à validation de l'INRAE.

9.7.3. Plafond

Le plafond sera partout un plafond autoportant constitué d'une âme en mousse polyuréthane entre 2 parements métalliques galvanisés laqués.

Les liaisons avec les parois seront traitées par un congé d'angle préalablement fixé sur les panneaux des cloisons.

Le groupement proposera s'il le juge utile un plafond vitré clair type SECURIT dans les chambres de culture pour les luminaires, avec ventilation du plénum des luminaires pour évacuation des calories. Option à justifier techniquement ou économiquement selon la chaleur dégagée par les luminaires.

9.7.4. Menuiseries intérieures

Les blocs-portes seront isothermes, finition de même nature que les panneaux verticaux, d'une épaisseur de 80mm avec joint d'étanchéité périphérique et seuil mobile.

Les portes recevront sur 1.00m de hauteur une plaque PVC de protection contre les heurts de chariots.

La pose et la commande des cylindres seront prises en charge par INRAE. Le concepteur réalisateur devra fournir un tableau de synthèse des portes et de l'ensemble des équipements de quincaillerie et de contrôle d'accès (badges, clés,

caractéristiques de dimensions des cylindres à prévoir, etc..) à confirmer par la MOA en phase APD.

9.7.5. Peinture / nettoyage

Les sols des locaux techniques à l'étage recevront une peinture de propreté.

Les sols des locaux de préparation phytosanitaire et ferti-irrigation sont prévus en rétention avec résine époxy relevée sur les cloisons.

Durant le chantier : 2 nettoyages seront prévus : Un nettoyage de fin de chantier et un nettoyage avant la livraison aux utilisateurs.

Le nettoyage en fin de chantier devra se faire par une entreprise spécialisée en nettoyage de fin de chantier ou industriel.

9.7.6. Signalétique

La signalétique non réglementaire sera gérée par INRAE.

9.7.7. Paillasses

Les paillasses auront un plan de travail de profondeur 75 cm plus un dossier de 15 cm amenant la largeur totale à 90 cm. Le revêtement sera de type verre trempé émaillé 6mm "emalit".

Les bacs seront réalisés en polypropylène ou en inox.

9.8. Electricité courant fort

9.8.1. Electricité - courants forts

9.8.1.1. Préparation de chantier

A partir d'un câble d'alimentation provisoire, il sera prévu la mise en œuvre d'un branchement TRI+N+T dimensionné pour la zone de travaux avec 2 coffrets de chantier. Le raccordement sera réalisé sur le TGBT du site (cf schéma annexe E2.5.2 du dossier 3).

9.8.1.2. Origine des installations électriques du site

L'alimentation électrique est issue d'un tarif vert EDF. Le poste de transformation est actuellement en place dans un local dédié du bâtiment situé au niveau de l'entrée principale.

Equipements du poste :

- Comptage Tarif Vert puissance souscrite de 750 kW
- 2 Cellules HT
- Transformateur à huile de 800 kVa (640 kW)

- Armoire Générale Basse Tension du poste avec disjoncteur général 1250A, réglé à 1125 A.
- Equipement de sécurité

Le régime de neutre actuellement en place est le régime TN-C jusqu'aux jeux de barres principaux des TGBT A et B/C, puis TN-S en aval des jeux de barre, à partir des protections des divers départs.

9.8.1.3. Origine des installations électriques pour le projet

En aval de l'inverseur général, sont actuellement alimentés le TGBT A et le TGBT B/C.

Depuis le TGBT A est alimenté par un disjoncteur différentiel 4x250A le Tableau Divisionnaire ILOT CHAUFFERIE SERRES (A2) qui lui-même alimente le TD des serres actuellement en place, par 3 disjoncteurs différentiels de 4x80A chacun.

Les départ depuis A2 de A2E, A2F, A2F1, A2G, et A2G1 sont prévus déposés lors des démolitions de ces serres (voir bilan de puissance déposée correspondant ci-après).

La serre 3 sera réalimentée depuis le projet.

Les serres 5 et 11 disposent déjà de leur alimentation, qui sera conservée.

Depuis le TD ILOT CHAUFFERIE est également alimenté par un départ 4x160A, le Décarbonateur et l'ancienne serre mobile, prévus déposés.

Il sera envisagé d'alimenter le projet depuis le TGBT A du site (cf synoptique général du site en annexe E1.7.2 du dossier 3 et plan général en annexe B3 du dossier 2 pour repérage du TGBT), ainsi que les travaux VRD induits pour la mise en œuvre de fourreaux enterrés.

Le groupement devra prévoir la mise en place d'un nouveau départ suffisamment dimensionné pour le projet ainsi que la mise en œuvre d'un câble d'alimentation entre le TGBT site et le TGBT projet.

Concernant le cheminement plusieurs possibilités sont à envisager :

-Passage d'un nouveau circuit d'alimentation dans des réservations. Vérification des besoins par rapport au réservation existante. Il faut pour cela maîtriser parfaitement les besoins qui dimensionneront l'ensemble du circuit.

-Alimentation depuis un autre départ et création d'un nouveau cheminement.

Les câbles d'alimentation chemineront sous fourreau à installer en tranchée puis dans le caniveau technique existant (se référer au schéma en annexe E2.5.2 du dossier 3 pour prendre connaissance de l'architecture de distribution existante).

Les concepteurs devront impérativement se rendre sur place pendant la phase concours pour estimer au mieux et sécuriser leur offre

9.8.1.4. Approche du bilan de puissance approximatif

Lors de l'élaboration de son étude, le groupement devra vérifier et valider la faisabilité par un bilan de puissance et une note de calcul. L'INRAE estime la puissance disponible pour le projet au niveau du TGBT d'environ 220 kW.

On dresse ci-dessous une estimation de la puissance qui sera installée à l'occasion du projet.

Les concepteurs devront faire leur propre bilan de puissance sur la base de leur conception, en prenant en compte l'éclairage de photosynthèse, et aussi la dépose de l'éclairage HPS et autres équipements existant dans les serres 1 à 4 (ce ci-dessous bilan qui avait été dressé à l'époque du diagnostic)

| Désignation | Puiss. Installée (kW) |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Éclairage photosynthèse Serre 1 | 400 W x 66 = 26,4 kW |
| Éclairage photosynthèse Serre 2 | 400 W x 66 = 26,4 kW |
| Éclairage photosynthèse galerie | 400 W x 36 = 14,4 kW |
| Éclairage général | ~1,5 kW |
| Ventilation galerie | ~2,4 kW |
| Ventilation Serre 4 | 2x450 W + 750 W + 2x1,5 kW = 3,15 kW |
| Pompes chauffage | 10 x 350 W = 3,5 kW |
| Fog | 2,2 kW |
| Divers ouvrants, automate, PC, etc... | 3 kW |
| TOTAL | ~83 kW |

Sur ces 83 kW, la photosynthèse représente 67 kW (80% de la puissance installée), et probablement environ 90 à 95 % de la consommation annuelle.

Les scénarios de consommation avec prise en compte de taux d'usages et de foisonnements réalistes seront fournis dans deux situations jugées maximalistes en été et en hiver.

| Poste de consommation | Estimation AMO, à Confirmer par le concepteur |
|--|---|
| Éclairage compartiments 21 à 24 (LED) | 62 kWe De 6 à 21h si $R_g < 150 \text{ W/m}^2$ |
| Éclairage compartiments 31 à 35 (LED) | 35 kWe De 6 à 21h si $R_g < 150 \text{ W/m}^2$ 22h/jour en 31 et 32 |
| Éclairage chambres 41-42 600 μmol (LED) | 12 kWe 18h/jour, horaire au choix |
| Fonctionnement Chambres de culture (ventil + froid) | 20 kWe foisonné |
| Armoires de culture type CONVIRON | 2x10 kW 15 kW foisonné |

| | |
|---|--|
| Auxiliaires de ventilation (ventilateurs, CTA) | 18-20 kWe à foisonner en fonction des conditions d'usage |
| Auxiliaires de pompage EC/EG | 2-3 kWe à foisonner en fonction des conditions d'usage |
| Production Froid | 15 kWe à foisonner en Fonction des conditions d'usage et EER |
| Production Chaud | ~1 kWe |
| Divers process (ouvrants, rideaux, Fog, air comprimé, etc...) | 5-7 kWe à foisonner en Fonction des conditions d'usage |
| Général tous usages bât technique (écl, PC, VMC, etc...) | 10 kWe à foisonner en Fonction des horaires d'occupation |

Estimation du pic de puissance instantané phase programme : ~200 kW en Juin

Le scénario de foisonnement estimé le plus défavorable sera celui d'éclairage maximum, qui coïncide avec le besoin froid maximum en chambre de culture, mais pas de froid en serre.

9.8.1.5. Réseau de terre

Le réseau de terre sera constitué d'un réseau primaire en câble de cuivre nu d'une section supérieure ou égale à 25 mm², réalisé en fond de fouilles pendant la construction.

Il sera prévu le raccordement à la terre :

- Des enveloppes des tableaux BT,
- Des chemins de câbles,
- Des équipements électriques (classe 1), appareils d'éclairage, TD, coffrets divers,
- Des poutres et divers éléments métalliques de la structure,
- De tous les réseaux de gaines de ventilation, d'extraction,
- De tous les réseaux fluides et gaz, canalisations d'eau, chutes en fonte, etc.
- structures métalliques des serres

Les points de contact de la câblette de terre avec les éléments métalliques comme pieds de charpente métalliques et autre, devront rester visibles, non noyés dans le béton. De plus l'installation et la continuité de la câblette devra être visé par le CTC avant coulages des ouvrages maçonnés.

9.8.1.6. Foudre et sur tension

Paratonnerre : sans objet.

- Un Parafoudre de niveau 2 sera installé dans le TGBT de la plateforme.

9.8.1.7. Armoires électriques :

Le tableau général basse tension serre sera installé dans un local technique situé à l'étage.

Ce tableau sera à l'origine des installations électriques de la plateforme. L'ensemble des disjoncteurs principaux sera équipé de contact OF et SD câblés individuellement et laissés en attente sur borniers pour raccordement sur le système GTC de gestion des défauts. Le présent lot doit prévoir des borniers POWERCLIP et MULTICLIP pour le raccordement des appareillages. Chaque départ est à raccorder sur bornier installé dans des gaines latérales dédiées. Les fusibles sont proscrits.

Le TGBT alimente des TD de zones installés dans la zone technique niveau 0.

Les TD sont tous de format horizontal pour rester au-dessus de la cote CMHE, et alimentés par le dessus depuis le câblage venu du dessus. Aucun câble ni raccordement électrique sous la côte CMHE

Les enveloppes seront en tôle d'acier recouvertes d'un revêtement anticorrosion à base de poudre époxy polyester. Ces tableaux seront de forme 2b. L'indice de protection du tableau général serre sera de IP 23 IK 08 (si positionné dans un placard). L'indice de protection des armoires sera de IP 44 IK 10 (si installées en circulations dans un renforcement).

Depuis le TGBT des serres, il sera prévu l'alimentation de la nouvelle production froid (en considérant que la production serre 11 ne participe pas à la production globale), et la réalimentation des équipements de la serre 3 conservée.

Une réserve de 30% sera prévue en espace disponible et puissance du jeu de barre.

les synoptiques et tous documents de repérages de l'architecture du réseau électrique, devront comprendre le repérage des éléments selon la numérotation patrimoine qui sera transmise par INRAE sur la base des plans validés de phase APD

9.8.1.8. Onduleur (hors marché, fourniture INRAE)

Un petit onduleur sera prévu uniquement pour l'automatisme, la régulation et la supervision des serres, visant à fournir un courant « propre » aux automates, et dont la batterie sera calculée pour :

- Déployer toutes les ombrières
- Ouvrir les faitières si les conditions météo l'exigent
- Assurer une autonomie 30 minutes à l'automate de régulation et l'ordinateur de supervision

Il sera localisé au niveau du local TGBT, où le groupement devra réserver un espace disponible pour son installation, et l'architecture de distribution électrique en conséquence.

Une alarme sera remontée sur la GTB en cas de coupure secteur.

9.8.1.9. Modes dégradés et secours

Le site est secouru en totalité via un groupe électrogène, de capacité 800 kVA, donc dimensionné pour reprendre la totalité du site. L'onduleur prévu au projet assurer la protection des microcoupures et le temps de démarrage du GE.

9.8.1.10. Alarmes techniques et système de comptage

Voir chapitre « Régulation - Gestion technique centralisée §9.12 ».

Les comptages sont prévus par sous ensemble fonctionnels (et non par type de consommation comme ventilation, chauffage, clim, ECS). A ce titre, l'architecture des tableaux électrique sera prévue en fonction, avec des lignes de disjoncteurs correspondant à ces sous-ensembles fonctionnels.

Les compteurs seront de marque SOCOMEC pour rester dans une continuité de ce qui existe sur site, et remontés sur la GTC par un bus de type ethernet, avec une prise RJ additionnelle à proximité.

9.8.1.11. Boitier d'arrêt d'urgence

Pour chaque tableau de distribution, il sera installé un boitier d'arrêt d'urgence électrique avec voyants de report, facilement accessible pour le personnel et les services de sécurité.

9.8.1.12. Supports de distribution

En règle générale, la distribution principale et secondaire sera réalisée par câbles de la série U1000 R2V de section appropriée posés dans les chemins de câbles en horizontal de type cablofil (dalle proscrite). Les câbles seront identifiés à chaque tenant et aboutissant et à intervalles réguliers.

La distribution terminale des appareillages sera réalisée sous tube en apparent

Les cheminements seront apparents dans l'ensemble du bâtiment, et à ce titre particulièrement soignés. Il sera installé des chemins de câble « courants forts » séparés des chemins de câble « courants faibles ».

Les chemins de câbles seront dimensionnés avec une réserve de 30%.

9.8.1.13. Appareillage

L'ensemble de l'appareillage installé aura des caractéristiques adaptées au local dans lequel il se trouve :

Minimum IP 55 IK 07.

Dans les locaux techniques, serres, salles de travail, appareillage en saillie de type MUREVA ou équivalent.

Les prises de courant (indiquées PC en fiches locaux) ont un calibre 20A par défaut, sauf indication contraire.

Aucun appareillage ne sera placé sous la côte CMHE de 1m environ (aucune prise de courant au sol), et ils seront tous alimentés par le dessous de manière à former goutte d'eau.

9.8.1.14. Eclairage

Les niveaux d'éclairage sont précisés dans les fiches locaux.

COMPARTIMENTS DES SERRES

L'éclairage de service est prévu par des réglettes LED étanches. Commande manuelle simple allumage à l'entrée des compartiments de serres.

ZONE DE REMPOTAGE

Eclairage de paillasse de laboratoire de type apparent étanche LED

Niveau d'éclairage souhaité : 500 lux moyen sur plan de travail à 0.8m - 4000 K - IRC 80

Luminaire groupe 0 selon norme NF EN 62 471 relative à la sécurité photobiologique des lampes led en fonction des dangers pour l'œil.



Commande spécifiques éclairage :

- Dans les serres, commandes accessibles depuis la GTC (programmation horaire cyclique) + commandes locales dans les pré-zones (permettant une intervention manuelle directe en cas de panne de système).

EXTERIEUR

Des éclairages de façade seront prévus par projecteurs autour du bâtiment technique et renforcés au niveau de l'entrée.

Les éclairages extérieurs devront être conformes à l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses.

9.8.1.15. Éclairage de sécurité

Il sera installé un réseau d'éclairage de sécurité comprenant des blocs autonomes d'éclairage d'évacuation. L'éclairage sera de type non permanent, une télécommande sera installée dans l'armoire générale serre. Les blocs d'évacuation seront installés aux issues des salles et dégagements, ainsi qu'à tous les changements de direction et à chaque obstacle. Dans les couloirs et dégagements, l'éloignement entre deux blocs de balisage ne devra pas excéder 15 m.

L'éclairage de sécurité sera réalisé par des blocs autonomes de type SATI adressable étanches assurant une maintenance automatisée de marque URA et SATI / ADRESSABLE avec raccordement sur un serveur URAVISION via des interfaces.

Il sera possible de se raccorder sur la centrale de l'UREP qui a de la capacité à prendre ce projet, moyennant un bus à créer entre les deux.

9.8.2. Électricité - courants faibles

9.8.2.1. Pré-câblage VDI

Caractéristiques générales :

L'installation de câblage sera de catégorie 6 pour liaison de classe A à 500 MHz. En conséquence, il sera fait exclusivement usage de composants de catégorie 6A. La mise en œuvre des composants du câblage devra permettre d'assurer de la part du fournisseur la garantie de 20 ans sur les composants et les performances. Cette garantie concernera le lien (panneau de brassage, câble, prise RJ45).

Tous les emplacements des bandeaux doivent être numérotés, même s'ils ne sont pas utilisés. Les bandeaux seront numérotés en séquence. En cas d'extension d'un répartiteur, la numérotation des nouveaux bandeaux se fera en séquence de celle des bandeaux existants. Le référentiel à utiliser reste à préciser.

Toutes les liaisons doivent être clairement repérées sur les connecteurs, modules ou prises, auxquels elles aboutissent. La codification sera portée au moyen d'un système de marquage durable, lisible et indélébile résistant à toutes épreuves

Rocades fibre-optique :

Les liaisons entre le répartiteur général informatique du bâtiment GDEC et le sous-répartiteur serre seront réalisées par fibre optique monomode pour les données.

Tiroirs optiques à prévoir en amont et aval.

Câbles fibres optiques monomode OS1 Ethernet 10/100/1000 gigabit 12 fibres, type LC.

Le cheminement sera réalisé en fourreau via le caniveau technique existant.

Les câbles optiques devront être identifiés à leurs extrémités, au niveau du débouché de chaque pénétration dans les bâtiments ou chaque regard, au moyen d'un système de marquage durable, lisible et indélébile résistant à toutes épreuves (type Etiquetage gravopli). Les tiroirs optiques devront également être identifiés et les emplacements de connecteurs numérotés

Répartiteur, sous répartiteur :

Le sous répartiteur SERRE permettra d'assurer les fonctions de brassage et de raccordement. Il sera installé dans un local technique climatisé à l'étage.

Dans le cas d'une mutualisation de la baie de brassage dans le local TGBT, la distance entre les deux équipements sera au minimum de 3m.

Enveloppe :

Les éléments de répartition seront au standard 19" installés sous Baie VDI 21U

Brassage :

Le brassage s'effectuera au niveau des répartiteurs et sous-répartiteurs. Il sera réalisé par cordons de brassage RJ 45/RJ 45 de mêmes caractéristiques que les câbles de distribution.

Le panachage de composants de marques différentes sur un panneau de brassage n'est pas accepté quelques soient les garanties données par les différents fournisseurs

Prises RJ45 :

Les prises RJ45 en serre et halle technique seront de type cat 6 FTP boitier en saillie étanche IP55.

Limite de prestation :

L'ensemble des composants de brassage, la baie est fournie par le groupement.

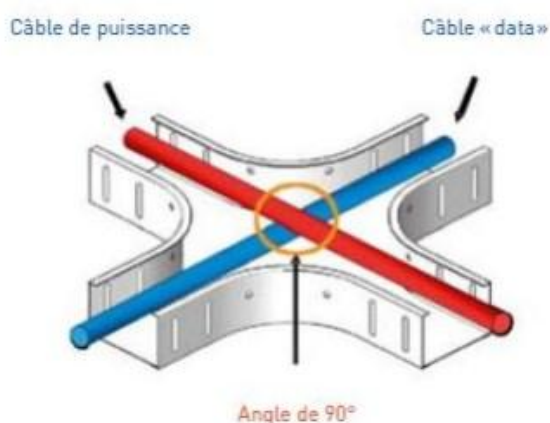
Le matériel actif est installé par INRAE

Distances à respecter du Courant Fort :

Pour le câblage vertical : Les distances à respecter (sur un chemin de câble) sont au minimum de 30 cm en circulation verticale.

Pour le câblage horizontal : Les courants faibles éviteront les tubes fluorescents d'une distance de 50 cm minimum.

Le croisement entre courants faibles et courants forts doit être réalisé à 90° à chaque fois que possible :



L'espacement nécessaire entre les câbles informatiques et les câbles électriques dépend de plusieurs facteurs comme l'intensité, la phase, le nombre de circuits, ainsi que le type de câble LAN. On peut néanmoins considérer que les cheminements parallèles avec le secteur restent admis en respectant les écarts suivants :

- 2m : 2 cm d'écartement minimum,
- 5 m : 5 cm d'écartement minimum,
- 10 m : 10 cm d'écartement minimum,
- De 10 à 30 m : 15 cm d'écartement minimum,
- Au-delà de 30m : 30 cm d'écartement minimum,

Le câble réseau doit être éloigné de 1m. minimum lorsque les lignes électriques à proximité transportent une puissance supérieure à 10 KVA ou à proximité d'un ascenseur....

L'éloignement par rapport aux câbles de puissance supérieure à 50 KVA, doit être de 2 mètres, et de 3 m. pour > 100 KVA.

9.8.2.2. Système de sécurité incendie

Le bâtiment est isolé et classé code du travail. Il n'y a pas de locaux présentant de risque particulier.

Il sera équipé d'une centrale d'alarme type 4 avec boîtiers d'alarme manuelle répartis aux issues et avertisseurs sonores et visuels dans l'ambiance des locaux.

Des têtes de détection indépendantes utilisées comme défauts reportés sur GTC sont prévues dans les locaux techniques et le local phyto.

9.8.2.3. Contrôle d'accès

Extension du contrôle d'accès en place TIL technologies. Ajout de lecteurs de badge et modules de gestion reliés au système existant type contrôle d'accès au niveau de l'entrée du personnel depuis l'extérieur.

Des contacts de fin de course de fermeture sont prévus sur tous les accès donnant sur l'extérieur, et généreront une alarme en cas de non fermeture d'un des ouvrants en dehors des horaires d'occupation de la serre.

Raccordement sur le système existant via le réseau VDI

9.8.3. Production photovoltaïque

Le groupement prévoira l'installation d'un générateur photovoltaïque en autoconsommation en surimposition sur toiture, d'une puissance minimale de 35 kWc. Le générateur sera raccordé sur le TGBT du bâtiment.

Si la surface de toiture disponible du projet est insuffisante pour une production de 35 kWc, il n'est pas souhaité d'agrandir artificiellement cette surface. Le complément de production pourra être placé sur d'autres bâtiments alentours (toiture terrasse du bâtiment GDEC par exemple).

Les modules photovoltaïques seront de technologie cristallin (mono ou poly) produits par un fabricant reconnu, et conformes aux normes IEC 61215 et IEC 61730. Ils disposeront d'une garantie linéaire de production de 25 ans portant sur minimum 80% de la puissance nominale. La puissance unitaire des modules sera de minimum 450 Wc.

Ils seront implantés en toiture en préservant un espace de circulation en périphérie d'au moins 90 cm, pour un accès aisé de contrôle et maintenance de l'installation. La pente choisie pour la toiture sera précisée par le groupement dans l'étude de productible.

La solution d'intégration devra disposer d'un Avis Technique ou d'une ETN et devra faire l'objet d'une note de calcul selon les Eurocodes pour valider sa résistance mécanique. Elle sera en acier galvanisé ou en aluminium.

Le service technique INRAE préconise des micro-onduleurs sous panneaux, fixés sur le système de pose. Les micro-onduleurs seront conformes VDE 0126-1-1, marquage CE et conformes CEM, IP67, garantis 25 ans, avec un rendement > 96%.

L'expertise technique du groupement est attendue sur ce sujet pour peser les avantages et inconvénients de cette solution par rapport à des onduleurs centralisés (coût initial, durée de vie, maintenance...). Dans le cas d'onduleurs centralisés, ils seront positionnés accessibles de l'extérieur pour raison de sécurité (coupure possible du courant continu sans pénétrer dans le bâtiment), et protégés au mieux des intempéries pluies, soleil direct fortes chaleurs et UV.

Le câblage de l'installation se fera selon les exigences du Guide UTE C 15-712-1, de la norme NFC 15-100 et des autres normes en vigueur.

Le système sera équipé des organes de sécurité réglementaires, et en particulier d'un dispositif d'arrêt d'urgence à base de coup de poing d'arrêt, d'une mise à la terre individuelle des modules, et des protections DC (fusibles) et AC (disjoncteurs) adéquates.

Une étude de productible sera réalisée, ayant pour résultat un productible spécifique minimum de 1100 kWh/kWc/an (en considérant un ensoleillement de 1260 kWh/m²/an).

Une grande attention sera portée sur l'absence de rejet d'harmoniques sur le réseau du site INRAE, ainsi que sur la CEM avec les notions de blindage des câbles.

9.9. Éclairage photosynthèse

L'éclairage process de photosynthèse des serres sera prévu fourni et posé par le groupement.

Les niveaux d'éclairement et d'homogénéité requis sont indiqués dans les fiches locaux. Les résultats obtenus selon les notes de calculs des fournisseurs éclairagistes seront renseignés sur la trame fournie en annexe pour comparaison facilitée entre diverses solutions.

Une surdimensionnement de 20% sera pris en compte dans le dimensionnement structurel de supportage et électrique d'alimentation.

Les spectres sont du blanc solaire neutre.

Pour permettre un raccordement rapide des luminaires et étanche IP66 en mode branché, il devra être prévu des connecteurs de type WIELAND (1 par luminaire).

Dans le compartiment 24 de serre en conditions stress thermique, la dissipation thermique des luminaires doit être surdimensionnée en fonction des températures de 40 à 45 °C demandées.

Dans les chambres de culture, ce sujet sera traité par la mise en place des luminaires dans un plénum vitré, rafraîchi à part.

Zonage de l'éclairage

Dans les cellules équipées de tablars, l'architecture prévoira une zone par tablar.

Dans les cellules pleine terre, pots, et UREP-PIAF (21,22,23,24), il sera prévu des zones d'éclairement d'environ 20 m².

Des interrupteurs d'isolement de proximité seront installés dans les cellules, pour chaque zone pour la maintenance, et l'extinction des zones non utilisées. La régulation contrôlera donc l'allumage et extinction de la cellule dans sa globalité, et c'est localement et manuellement que seront gérés les isolements de zones non utilisées.

9.10. Génie climatique

9.10.1. Bilan Thermique CHAUD / FROID

Le bilan thermique à fournir avec l'offre détaille pour chaque local la puissance instantanée maximale de chauffage et de climatisation dans les conditions expérimentales définies, en prenant en compte toutes les marges de surpuissance de restitution.

Pour chaque local, cette puissance thermique sera traduite en puissance d'énergie finale au niveau de la production prenant en compte toutes les pertes en ligne de production et distribution :

- m³/h de gaz,
- kVA d'électricité,
- m³/h d'eau brute fog (pertes d'osmose à prendre en compte).

Deux scénarios « plus réalistes » seront ensuite produits à partir des données de consignes fournies dans les fiches locaux, avec des foisonnements de fonctionnement entre locaux pour estimer les pics de consommation globaux à l'échelle du projet, hiver et été.

9.10.2. Chauffage

9.10.2.1. Production

Une nouvelle chaufferie gaz est prévue dans un local technique, en toiture du bâtiment technique, au-dessus de la CMHE. La chaudière gaz extérieure existante est considérée obsolète et ne sera pas prise en compte.

La production est envisagée par une cascade de chaudière murales à condensation, de puissances unitaires 60 à 90 kW.

Un espace réservé permettre l'installation d'un échangeur de chaleur qui pourra être raccordé dans le futur à un réseau de chaleur (chaufferie bois du site, ou réseau incinérateur de la ville). Le synoptique de production intégrera cette possible évolution future.

La chaufferie neuve devra donc produire pour l'ensemble du plateau de serre et réalimenter les serres 3, 5 et 11, et le projet prévoit le raccordement de ces serres y compris la remise en service, équilibrage des débits, reprises éventuelles de régulation.

La chaufferie gaz + fuel existante en serre 5, en fin de vie et non conforme, sera décommissionnée, avec inertage de la cuve fuel et dépose des réseaux rendus obsolètes par le projet.

Le besoin total de la chaufferie, à confirmer selon la conception des groupements pour le projet neuf, est estimé à 325 kW. Avec une surpuissance de relance de 20%, la puissance installée devra avoisiner 390 kW.

Pour prendre en compte une possible extension de 120 m², la puissance d'adduction gaz devra être prise à 420 kW.

Pression du gaz : Détendu à 300 mbar au niveau du raccordement sur le réseau site, et détente finale à 21 mbar. coffrets de coupure détente à prévoir en façade accessible au niveau 0.

Les puissances à réalimenter sont estimées comme suit, à confirmer lors des études du groupement :

- Serre 3 chauffée à 15°C à partir de Fév (216 m²) : 54 kW (250W/m²)
- Serre 5 chauffée à 20°C (335 m² hors sas chaufferie) : 120 kW - 360 W/m²
- Serre 11 (370 m²) : 50 kW (135 W/m²)
- Projet: 100 kW estimé (les stress thermique à 45°C se feront dans 2 chambres de cultures simultanées (15 + 8 m²) et en serre de jour et sur le compartiment 24 de 80 m²)

Données de prédimensionnement purement indicatives et non contractuelles, le résultat final relevant de la conception et obligation de résultat du groupement.

Les cheminées seront collectées pour être sorties sur la façade Nord, à l'écart des panneaux photovoltaïque pour éviter tout encrassement et éloignées au minimum de 8 mètres de toutes prises d'air neuf / ouvrants façade.

9.10.2.2. Distribution

Le pompage sera prévu par **des jeux de deux pompes simples** à vitesse variable efficacité >IE4, sur un réseau débit variable régulé par vannes 2 voies.

Des bouteilles de découplage seront prévues en serre 5 et 3, avec régulation primaire sur vanne 2 voies.

Les pompes secondaires seront refaites à neuf, ainsi que la régulation de loi d'eau avec la vanne trois voies.

Les pompes seront équipées de comptage énergétique intégré et de la carte de communication permettant de remonter les informations sur la supervision.

Distribution aux serres distantes en bitube calorifugé distribué en tranchées (ou en caniveau existant selon espace disponible après passage des réseaux électriques) sur l'ensemble du plateau de serres depuis cette chaufferie.

Distribution au sein du projet en tube acier calorifugé laine de roche classe 4 en locaux non chauffés et classe 2 dans les volumes chauffés

Les circuits hydrauliques seront équipés de vannes d'équilibrage, et le prestataire fournira à la mise en service le rapport d'équilibrage avec les valeurs de réglages et identification des vannes.

La distribution sera partout apparente et donc réalisée de manière très soignée. Les réseaux du Niveau 0 calorifugés seront revêtus d'une coquille de protection PVC.

Le prestataire mettra en place des sondes sur doigts de gant pour le contrôle de toutes les températures des fluides.

9.10.2.3. Restitution

Au sein du projet, la restitution est envisagée comme suit :

- Restitution par batterie chaude en CTA dans les compartiments niveau climatique NPC 3 et 4.
- Restitution par système rayonnant et/ou convectif à définir dans les compartiments de niveau climatique NPC 2.

La halle technique sera chauffée par ventilo-convecteurs ou aérothermes, avec une attention particulière portée à la qualité acoustique et de la diffusion pour ne pas générer d'inconfort aux usagers. Les ventilo-convecteurs seront munis de filtres G4 à la reprise pour limiter l'encrassement des moteurs et des batteries.

9.10.3. Climatisation Eau Glacée

La production Eau Glacée de la serre 11 approchera de la fin de vie d'ici la livraison et ne devra pas être prise en compte. Elle comprend actuellement trois PAC réversibles AQUACIAT IDLC 200V de 50 kWf chacune (19 kWelec).

Les tests menés lors de la canicule de l'été 2019 ont permis de confirmer que la serre 11 peut fonctionner avec 2 GF sur les trois installés soit 100 kWf.

La configuration actuelle offre un secours à 100% en cas de défaut d'une machine. Ce principe doit être conservé dans le cadre du projet.



Une nouvelle plateforme froid centralisée sera donc positionnée à un endroit stratégique pour alimenter le projet et la serre 11, avec un réseau enterré de liaison entre les deux. La centralisation permet une meilleure redondance et foisonnement des puissances installées.

Les compartiments de serre de niveau climatique NPC 3 et 4 sont prévus traités en eau glacée, par des batteries froides en CTA ainsi que le confort du bâtiment technique, par ventilo-convecteur ou aérotherme eau glacée.

La puissance froid estimée pour le projet (compartiments 31 à 33, chambres de culture hors verna et halle technique), sans utilisation des occultations, est d'environ 120 kWf à confirmer par le groupement lors de ses études.

Des adaptations hydrauliques seront menées sur la production existante pour créer un secours manuel de l'installation neuve, alimentant une bouteille tampon et un système de pompage secondaire pour réalimenter la serre 11.

L'ensemble de la régulation, actuellement piloté par la régulation ARIA de la serre 11, devra être repris avec le nouveau système de régulation, et piloté depuis la GTC du projet.

Les interfaces pour assurer la continuité de pilotage des terminaux de la serre 11 seront assurées.

La production ajoutée sera de marque CIAT, par homogénéité avec les équipements déjà installés sur site (facilitation de la maintenance car homogénéité des pièces de dépannage).

Un choix devra être fait sur le régime d'eau, avec une recherche de régime élevé dans le dimensionnement des terminaux pour limiter au maximum la condensation sur les batteries froides. La consigne de départ de régime d'eau devra être pilotable par la GTC pour pouvoir être adapté selon les besoins des expériences en cours (consigne paramétrable).

Le circuit d'eau glacée sera autant que possible non glycolé (préférence pour le traçage électrique en cas de besoin de protection au gel)

Les principes généraux de distribution et restitution restent identiques au chauffage, sur la recherche de l'efficacité de fonctionnement en débit variable vanne 2 voies, et avec des jeux de deux pompes simples, préférés aux pompes doubles.

Les pompes seront équipées de comptage énergétique intégré et de la carte de communication permettant de remonter les informations sur la supervision.

Une grande attention est portée à la qualité du calorifugeage, avec le choix d'une tuyauterie en matériau de synthèse (multicouche ou équivalent), une grande attention portée au pare vapeur du calorifugeage, et au bon calorifugeage intégral de tous les accessoires qui sont étudiés pour éviter les points de condensation (vannes à poignées rallongées, si possible plastique, etc..).

9.10.4. Climatisation basse température (vernalisation)

Le compartiment 43 et les deux vernalisations 47 et 48 nécessitent des niveaux de froid (ambiance à 6°C) incompatibles avec de l'eau glacée traditionnelle régime 7-12°C.

Elles peuvent être climatisées par un système détente directe de type froid industriel, si possible à condensation à eau sur le système eau glacée, ou à condensation à air indépendant. Une boucle eau glycolée peut aussi être proposée en justifiant le gain de performance offert sur la régulation.

La production sera localisée à l'étage technique, dans un local largement ventilé par ventelles pare pluie. La circulation de l'air dans le local sera étudiée pour éviter tout risque de recirculation dans le local.

9.10.5. Rafraîchissement adiabatique

Les compartiments de niveau climatique NPC 2 sont prévus rafraîchis par système adiabatique.

Les compartiments de niveau climatique NPC 3 nécessitent de la climatisation, mais peuvent aussi profiter de rafraîchissement adiabatique quand les conditions sont favorables pour limiter la consommation énergétique et notamment la consommation électrique du site.

Les systèmes adiabatiques peuvent être constitués de cool-box, de rampes de fog en ambiance, et de système de ruissellement ou de brumisation intégrés en CTA. L'ensemble de ces systèmes peuvent être combinés pour apporter la meilleure réponse technique aux exigences exprimées.

Les choix des groupements seront clairement expliqués et argumentés dans l'offre technique, notamment vis-à-vis de la maintenance et de la pérennité des systèmes proposés, ainsi que vis-à-vis du risque légionelle sur de l'eau visant à être diffusée en aérosol dans l'ambiance

9.10.5.1. Fog

La production fog sera prévue à partir d'eau osmosée, et assurée par deux compresseurs, à variation de vitesse, pour assurer un niveau de redondance et gérer correctement les faibles charges.

Le niveau de pression sera au minimum de 70 bars pour assurer une finesse de gouttelettes < 5 µm.

La distribution dans les compartiments de niveau climatique NPC 2 à 3 sera prévue en tube inox 316 L.

La diffusion avec les buses choisies permettant la plus fine taille de gouttelettes sera étudiée en coordination avec la diffusion aéraulique pour le meilleur résultat au niveau des plantes, sans mouiller le végétal, ni les équipements techniques tels les éclairages de photosynthèse.

9.10.5.2. Nébulisation

Des systèmes de nébulisation seront proposés en chambres de culture, en alternative au fog, avec la chaîne de traitement d'eau adaptée.

Les mêmes contraintes s'appliquent, à savoir de ne pas mouiller le végétal, ni les équipements techniques sensibles.

9.10.6. Ventilation et traitement d'air

Les auxiliaires de ventilation sont le second poste de consommation énergétique de la serre après l'éclairage de photosynthèse.

Une grande attention sera donc portée aux systèmes de ventilation, et aux pertes de charge associées.

La qualité de la diffusion est le critère déterminant dans l'homogénéité recherchée du climat, exprimée dans les besoins climatiques, avec des limites fortes sur les vitesses d'air au niveau des plantes.

Les principes de traitement d'air et de diffusion devront donc être détaillés techniquement et en implantation sur les plans d'aménagement du rendu offre.

Les principes de ventilation envisagés sont les suivants :

- Simple extraction et/ou insufflation mécanique dans les compartiments niveau climatique NPC 1 et 2, couplé avec l'utilisation des ouvrants motorisés munis d'insect-proofs.
- Centrales de traitement d'air dans les compartiments niveau climatique NPC 3 et 4, avec diffusion performante. Les CTA sont idéalement placées dans la zone technique de l'étage à l'abri des UV et intempéries. Si localisées à l'extérieur, elles seront de même bien protégées contre les intempéries et surélevées contre l'inondation, avec une vigilance sur les équipements sensibles de types moteurs de vannes et de registres sous capot tôle pliée, capillaires sous fourreaux UV, organes de régulation...
- Fonctionnement possible par simple flux en recirculation, ou en insufflation avec les ouvrants de faitage.
- VMC hygiénique dans le bâtiment technique et ventilation réglementaire des locaux phyto et ferti-irrigation, prévoir un débit minimum de 45 m³/h dans ces locaux

9.10.6.1. Centrales de traitement d'air

Centrales de type modulaires, de marques reconnues, adaptées aux climats traités.

- Construction de panneaux isolés 50 mm laine de roche, et traitement des ponts thermiques.

- Ventilateurs à roue libre entraînement direct (sans courroies) et motorisation EC.
- Notamment certaines chambres de cultures peuvent monter à 45°C et fortes hygrométries, ce qui impose une résistance à la chaleur et à la corrosion de tout le matériel en contact avec l'air et une tropicalisation des moteurs.
- Filtres à faibles pertes de charge (classe énergétique A), dimensions à déterminer en coordination avec le service CPCC pour uniformiser la maintenance.
- Batteries largement dimensionnées, selon régimes d'eau choisis, pas d'ailettes > 2 mm
- Réflexion possible sur la récupération de chaleur sur le renouvellement d'air neuf de 2 vol/h minimum dans les serres et chambres de culture, par un système centralisé ou dans chaque CTA

Elles seront installées autant que possible le local technique dédié à l'étage (LT Traitement d'Air) tout en restant au plus proche des locaux desservis. Elles sont mises en œuvre sur dispositifs anti-vibratiles pour éviter toutes nuisances sonores dans la halle technique.

Les températures de soufflage et de reprise seront toutes instrumentées et suivies sur la GTC pour monitoring des installations.

9.10.6.2. Réseau de distribution

Les réseaux seront généralement réalisés en gaine galvanisée, circulaire ou rectangulaire, avec un objectif de classe d'étanchéité B, qui sera testé en fin de chantier.

Le calorifugeage sera de 25 mm sur les réseaux en ambiance traitée, et 50 mm en extérieur ou locaux techniques non chauffés.

Les calorifuges de réseaux en extérieurs seront revêtus de tôle isoxal pour protection mécanique et durabilité. Alternativement, dans les gaines rectangulaires le calorifugeage sera installé de préférence à l'intérieur, pour des raisons acoustiques et de pérennité. Il sera revêtu de toile de verre pour éviter tout délaminage et être nettoyable par les robots brosses.

La face supérieure de gaines exposées au soleil sera calorifugée à 50 mm minimum, y compris à l'intérieur des compartiments traités.

La distribution doit générer le moins possible d'ombre portée sur les surfaces de culture. Ce point sera détaillé au niveau du projet.

9.10.6.3. Étagères en vernalisation

Les chambres de vernalisations sont aménagées avec étagères servant à la fois de supportage de l'éclairage, de supportage des plants.

La reprise ou le soufflage d'air doit être géré entre chaque étagère pour éviter l'accumulation de chaleur des luminaires.



9.10.7. Déshumidification

Les chambres de culture climat fin de niveau climatique NPC 4 nécessitent de la déshumidification active.

Les batteries à détente directe en CTA offrent une capacité de déshumidification, mais dont la régulation fine en parallèle de la température peut être complexe à gérer.

Ces chambres seront donc préférablement équipées d'appareils autonomes de déshumidification à condensation pour gestion fine de l'hygrométrie, pris sur le système de traitement d'air, ou directement dans le local. Des appareils de marque MUNTERS seront préférés pour homogénéisation de la maintenance sur l'ensemble du site.

9.11. Plomberie sanitaire

9.11.1. Qualité d'eau

Les qualités d'eau nécessaires pour le projet sont :

- De l'eau brute (analyse fournie par INRAE annexe dossier 3)
- De l'eau déchlorée dans les chambres de culture (irrigation et humidification)
- De l'eau fertilisée pour irrigation
- De l'eau osmosée (et donc adoucie avant osmose) pour le fog.

9.11.2. Traitement d'eau

Une filtration à deux niveaux par filtres à cartouche est prévue.

Une filtration terminale par cartouche à charbon actif est prévue pour production de l'eau déchlorée.

L'adoucissement est prévu par deux adoucisseurs simplex en parallèle, avec un bac à sel largement dimensionné.

L'osmose à un niveau de pureté 95% à 99% et un taux de perméat > 50% est prévue via deux osmoseurs en parallèle, dimensionnés chacun pour 75% du débit nominal prévu. La bêche tampon de stockage doit contenir 12h d'utilisation d'eau osmosée.

La distribution de l'eau osmosée est prévue non bouclée en bras mort sur la production fog.

Une chasse automatique du volume d'eau stagnant dans les tubes toutes les 24h est prévue pour éviter tout développement de légionelles.

9.11.3. Eau Chaude Sanitaire

L'ECS (préalablement adoucie) est requise pour la douche, en zone de préparation sur les bacs et auges, et en zone fertilisation pour aider la dissolution de certains engrais solubles.

Un ballon ECS 200 L - 2 kW est prévu à l'étage technique. Distribution non bouclée, bras mort < 8 ml.

La production pourra être au choix du concepteur thermodynamique, EC ou gaz, avec pour but de diminuer la consommation électrique du projet.

Si d'autres points d'usages sont plus distant que les 8ml autorisés, des petits ballons instantannés locaux seront installés au puisage.

9.11.4. Distribution

La distribution pourra être effectuée en cuivre ou PVC au choix de l'entreprise. Le multicouche est proscrit.

La distribution sera partout apparente et devra donc être très soignée. Aucun tube ou organe de puisage ne doit se trouver en dessous de la cote CMHE.

9.11.5. Équipement sanitaire

Les appareils sanitaires seront de type suspendus et choisis dans des gammes collectivité, très robustes et facilement nettoyables. Une attention particulière devra être prévue pour les supportages des appareils sanitaires en fonction du type de cloisonnement.

Les WC seront adaptés PMR de type posé au sol en porcelaine, modèle sans bride « rimfree », abattant avec frein de chute, équipés de chasses d'eau double débit 3l / 6l.

Sur les lavabos et les lave-mains, les robinetteries seront de norme NF équipés de mousseurs et de clapets anti-retour intégrés avec corps intérieur lisse.

La douche sera de type receveur céramique, avec parois de douche vitrées traité anticalcaire, robinet thermostatique avec butées de température, équipée d'une colonne de douche avec flexible antitorsion et porte savon.

Le bac de paillasse humide sera équipé d'un robinet mélangeur type laboratoire, orientable et au bec suffisamment haut (>20 cm au-dessus du plan de travail).



Le robinet du comptoir de lavage dans la Halle Technique sera de type douchette sur flexible (type douchette de cuisine collective, voir photo ci-contre).

Pour faciliter les interventions et opérations de maintenance diverses, les appareils sanitaires devront pouvoir être isolés du réseau par vannes à boisseau sphérique, installées au plus proche de l'équipement. Gaines techniques accessibles depuis les circulations par exemple.

9.11.6. Irrigation - fertilisation

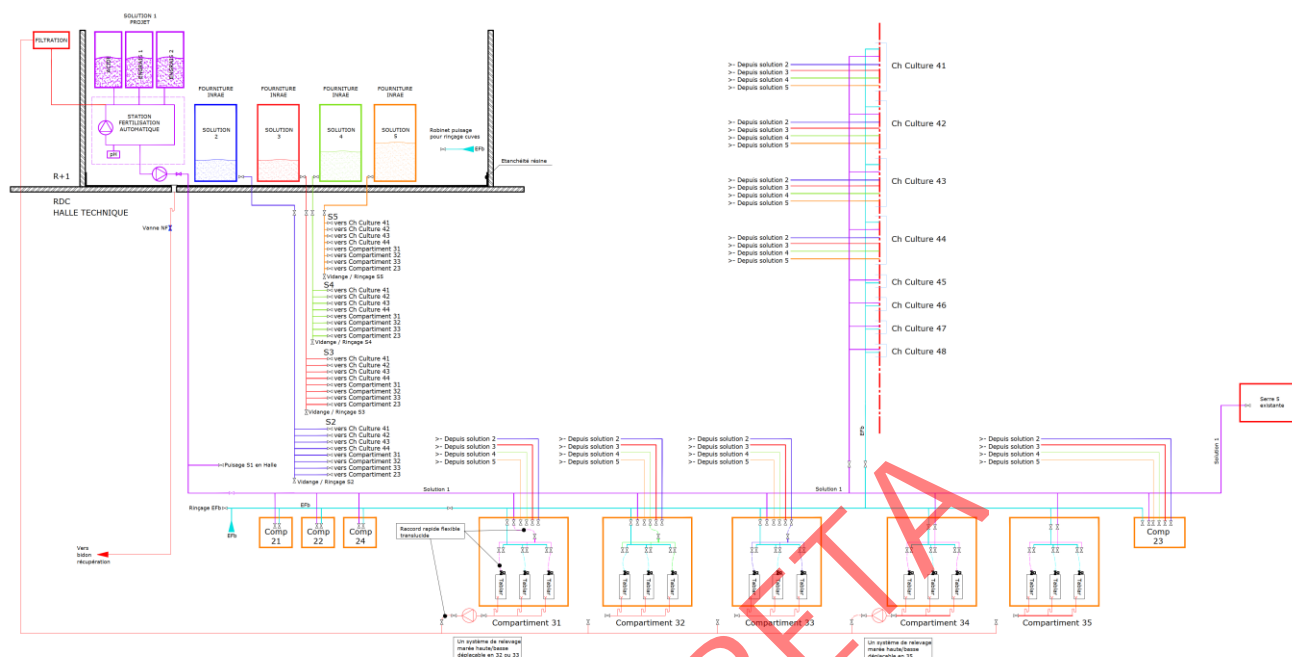


Figure 19 extrait de l'annexe B3 folio 4 du dossier 2 du DCE

Voir le schéma de principe ci-dessus, expliqué en détail ci-dessous.

Le stockage des solutions fertilisantes sera prévu sur rétention, dans la zone technique à l'étage. 7 cuves de 100 L sont prévues.

Les quatre cuves des solutions 2,3,4 et 5 avec leurs pompes de distribution sont existantes et seront fournies au groupement par l'INRAE pour mise en œuvre dans le local.

L'ensemble de fertilisation du système 1 sera un système neuf à fournir par le groupement.

Une attente EF brute dans le local de stockage permettra le rinçage des cuves

Le siphon de sol de la rétention sera collecté dans un tube PVC muni d'une vanne d'isolement étanche normalement fermée, le but étant de pouvoir facilement collecter les effluents dans un bidon en cas de déversement accidentel.

Au Niv0, chaque solution bien identifiée sera distribuée en tube PVC de couleur pour chaque type de réseau fertilisé au droit de tous les compartiments.

Une ou plusieurs vanne EF brute à proximité des collecteurs permettent d'effectuer les rinçages des tuyauteries sur toute leur longueur.

Dans les compartiments, des jeux de vannes et raccords flexibles permettent d'irriguer à volonté les tablers de la cellule avec la solution EFb ou EFF choisie.

Des filtres de maille 100 µm seront disposés en amont des électrovannes pour les protéger de l'encrassement et garantir leur bon fonctionnement.

Le réseau enterré de ré-alimentation des serres 3, 5 et 11 en EFf solution S1 sera quant à lui réalisé en PEHD.

9.11.7. Effluents

Les effluents seront collectés en réseaux sous dallage PVC, avec une pente minimum de 2% pour garantir une bonne évacuation d'effluents potentiellement chargés de terreau.

Des regards secs d'hydrocurage seront prévus à l'extérieur pour permettre le nettoyage.

Une cuve de rétention enterrée double peau capacité 6 m³ est prévue à l'extérieur du bâtiment, dans la zone stock déchets par exemple.

Le rejet 15 m³/h est pompé (non gravitaire), régulation automatique selon les niveaux de cuve, ce qui permet éventuellement en cas de pollution accidentelle de stopper les rejets et venir vidanger avec un camion approprié.

Le pompage sera prévu par un jeu de deux pompes simples, et le flotteur niveau haut sera doublé pour sécurité.

9.12. Régulation - Gestion technique centralisée

9.12.1. Architecture

Plusieurs niveaux de régulation / supervision sont prévus pour le bâtiment :

Au niveau local, le groupement doit prévoir :

- La régulation du climat des serres et chambres de culture, avec sa supervision spécialisée
- La régulation du confort du bâtiment technique,
- La régulation des diverses productions (chaufferie, plateforme froid)
- Le contrôle d'accès
- La gestion des défauts et leur renvoi sur astreinte à paramétrer
- Le plan de comptage énergétique

L'ensemble de ces sous-ensembles de régulation, qui peuvent éventuellement partager certaines données ou interfaces, doit pouvoir communiquer à un niveau supérieur avec la supervision du site, actuellement développée sous Panorama.

A ce titre, le groupement doit une passerelle Modbus IP dans son bâtiment, permettant de récupérer les données définies au programme, la fourniture de la table d'échange, et l'assistance à l'intégrateur INRAE lors de la mise en service PANORAMA pour garantir la bonne communication ascendante des données. Le prestataire devra fournir toutes les données nécessaires à l'intégrateur INRAE afin qu'il puisse développer de son côté les objets nécessaires et utiles aux projet (nombre et type de variables, fonctions associées, traitement des données, restitutions attendues).

L'architecture de la GTC devra être soumise pour validation aux services techniques INRAE.

9.12.1.1. Équipements de terrain

Tout le matériel utilisé en serre, capteurs et actionneurs, doit avoir une robustesse et fiabilité prouvée dans des environnements similaires (conditions parfois extrêmes de température et hygrométrie cf fiches locaux) et sera soumis à l'approbation des utilisateurs, via le retour d'expérience du réseau des serristes INRAE

Tous les actionneurs (moteurs de vannes et de registres) seront débrayables et actionnables manuellement en mode secours dégradé. Ils seront tous munis de reports de fin de course d'ouverture et fermeture, qui resteront actifs même en mode dégradé de régulation.

Pour les sondes de température et hygrométrie, de type ventilé, la préférence se porte sur les sondes de marque SES Automation référence RPFTF-I-DISPLAY, pour leur faible dérive.

9.12.1.2. Bus de communication

Le bus de communication entre les divers équipements sera basé sur un protocole ouvert et largement répandu, de type BACNET ou MODBUS.

Note relative à la démolition:

L'automate existant des serres 1 à 4 voué à disparaître lors des démolitions est en série avec celui de la serre 5.

L'automatisme de la serre 5 est repris à neuf, et sera relié à la supervision générale du projet via à nouveau fourreau enterré à créer.

L'automatisme de la serre 11 devra donc aussi être remonté sur la supervision du projet.

L'automatisme de la serre 3 sera repris à neuf et raccordé aussi sur la supervision du projet.

Il est bien entendu que le groupement devra la mise en service des nouvelles serres et du bus nécessaire au plateau dans son état final. Ce afin de dégager les serres à démolir de toute nécessité de modification des architectures réseaux.

9.12.1.3. Régulateurs et automates

Les automates pourront être centralisés ou déportés, selon le choix de conception effectué. Tout automate branché sur le réseau informatique devra être paramétrable en DHCP.

Les automates utilisés pour la régulation spécifique de serre seront laissés au choix des intégrateurs qui utiliseront leur matériel habituel spécifique ou propriétaire.

En revanche, l'intégrateur choisi par le groupement devra de préférence avoir une bonne maîtrise des environnements de programmations compatible avec les automates WAGO. Le but étant de gagner du temps de développement entre un Programme d'automate et les remontées sur la supervision. (Gain de temps notamment sur les conversions de tables d'échanges). Les coordonnées de l'intégrateur INRAE peuvent être données aux groupements si ces derniers sont intéressés.

Les actionneurs seront pilotés à l'aide d'un commutateur télémechanique Manuel 3 positions (marche/Auto/Arrêt ou Ouvert/Auto/Fermé), la position Auto étant le pilotage via l'automate.

9.12.2. Régulation des serres

Différents types de régulation sont prévus selon les typologies de compartiments :

- Régulation de serre simple pour les compartiments à faible besoin climatique où le but est de simplement fournir de bonnes conditions de développement des plantes, niveau climatique NPC 1 et 2.
- Régulation spécialisée de serres pour les compartiments à conditions plus fines, niveau climatique NPC 3 ou 4 où les paramètres du climat doivent pouvoir être ajustés finement.

Sur la base des consignes programmées sur la supervision, la régulation assure les fonctions suivantes pour tenir les objectifs climatiques exigés :

Gestion du climat d'un compartiment par tranches horaires (4 tranches / 24h en absolu ou relatif au soleil). Les paramètres contrôlés sont :

- Plage de température (°C min / max)
- Plage d'hygrométrie relative (%HR min / max) le cas échéant
- Contrôle de la photopériode sur sonde PAR

Pour ce faire, la régulation agira sur les divers paramètres à sa disposition :

- Ventilation mécanique / Ouvrants motorisés
- Traitement thermique : chauffage, free cooling, cooling adiabatique, batterie froide (compartiments niveau climatiques NPC 3 et 4)
- Fog pour humidification et/ou rafraîchissement des compartiments
- Déshumidification des chambres de culture
- Ombrières (mode estival) / écrans thermiques (mode hivernal)
- Éclairage de photosynthèse
- Irrigation (1 EV / tablar)

La régulation / supervision ARIA (Anjou Automation) n'est pas imposée aux groupements, mais ces derniers doivent cependant prendre en compte une obligation d'intégration des existants que sont les serres 3, 5 et 11 dont la régulation est en ARIA et supervision est en ARIA.

Pour la serre 5, il est possible par mesure économique de récupérer l'automate installée récemment en serre PIAF.

Pour la serre 11, on précise que l'automate, en plus du climat des compartiments, gère la production des PACs, et l'interlockage / contrôle d'accès des sas pour le confinement.

Si des passerelles de communication sont mises en place avec une autre supervision, elles devront être éprouvées. Il est aussi possible de refaire la

régulation de ces équipements avec un autre système compatible avec une autre supervision, mais en reprenant toutes les fonctions prévues actuellement dans ces installations.

A noter aussi des adaptations nécessaires de régulation de ces serres suivant les modifications techniques apportées par le projet.

9.12.3. Régulation du confort bâtiment technique

La régulation sera locale, avec paramétrage local des températures de confort et de réduit. L'interface utilisateurs permettra de localement déroger + ou - 2°C autour de la consigne programmée.

Un programme horaire annuel sur la supervision permettra de paramétrer les horaires d'occupation, inoccupation, confort et réduit

9.12.4. Régulation des productions

Les régulations des productions seront généralement locales et utiliseront les systèmes propriétaires.

Un automate programmable assurera la gestion des cascades, les points de consigne, les modes dégradés et défauts, et la communication ascendante vers la supervision.

La supervision permettra la lecture graphique sur synoptique des principaux paramètres de fonctionnement (Températures aller-retour, pressostat manque d'eau) et donnera les ordres de marche.

9.12.5. Le contrôle d'accès

Il n'est pas prévu d'interfaçage du contrôle d'accès sur la supervision technique générale, locale bâtiment, ou PANORAMA à l'échelle du site.

9.12.6. Supervision locale

Les capacités de la supervision seront habituelles, à savoir :

- Gestion des paramètres climatiques et paramètres de fonctionnement
 - ✓ Température
 - ✓ Hygrométrie
 - ✓ Lumière reçue dans le PAR
- Centrale d'acquisition météo : Température, hygrométrie, ensoleillement (PAR et énergie solaire)
- Comptages énergétiques, synthèses remontées sur système PANORAMA du site (voir détail ci-après).
- Gestion des défauts
 - ✓ Paramétrage de la criticité (1 critique - 2 important - 3 maintenance - 4 inhibé)
 - ✓ Fonctions de filtrage, temporisation, acquittement
 - ✓ Renvois de défauts et alarmes techniques selon importance sur email et ou SMS et/ou appel téléphonique

- ✓ Création de synthèses de défauts pour communication ascendante sur système GTC serre du site, pour gestion de maintenance, astreinte extérieure, etc...

- Pages graphiques dynamiques pour la gestion climatique avec programmation des consignes souhaitées (température, hygrométrie, durée, cycle, niveau d'éclairement de photosynthèse, ferti-irrigation...) par compartiment
- Pages graphiques des équipements techniques avec les paramètres de fonctionnement et les défauts
- Tableau de bord énergétique (consommation d'éclairage, de climatisation, d'eau, etc...).
- Télésurveillance et pilotage des installations techniques en temps réel, avec une latence inférieure à 0,5 s/point à afficher/contrôler.
- Enregistrement possible de toutes les données (entrées et sorties) avec un pas de temps de 1 minute (capacité de stockage de 100 données sur 2 ans).
- Exploitation graphique des données : visualisation de tendances, superpositions de courbes (jusque 10 courbes), exportations en format tabulé ouvert
- bandeau d'alarmes techniques
- bandeau d'alarmes climatiques

Pour la GTC serre, deux options sont demandées à chiffrer aux groupements

- soit une continuité avec l'ARIA existant (maintenant Anjou Automation),
- soit une autre GTC (HOOGENDOORN, RIDDER, PRIVA, ou autre), qui serait alors la première étape d'une rénovation complète du site si le nouveau système donne satisfaction.

Les groupements présenteront à l'APD une note de synthèse des avantages et inconvénients ou forces et faiblesses du système présenté, en comparaison avec le système ARIA, notamment sur les aspects suivants :

- Pérennité matérielle, logicielle, SAV
- Capacité des systèmes présentés, fonctionnalité
- Évolutivité future, ajout de nouvelles fonctions

9.12.7. Supervision PANORAMA

La supervision PANORAMA sera développée par INRAE pour reprendre au niveau du site certaines informations clé sur le fonctionnement du projet Serre, à savoir :

- Comptages énergétiques (voir ci-après)
- Défauts de synthèse généraux : défaut élec, défaut chaufferie, défaut production froid, défaut appro AEP

Le groupement doit une passerelle Modbus TCP et son raccordement au réseau informatique de INRAE, la fourniture de la table d'échange, et l'assistance de l'intégrateur jusqu'au fonctionnement complet de la communication.

9.12.8. La gestion des défauts

Le paramétrage de gestion des défauts sera accessible aux utilisateurs sur la supervision Serre:

- réglage des niveaux de criticité 1,2,3,4
- paramétrage des actions, des messages, adresses emails, N° de téléphone, astreinte, horaires
- Criticité 1 : envoi immédiat 24h/24 sur astreinte téléphone SMS et email.
- Criticité 2 : envoi aux horaires ouvrés (8-20h lundi-vendredi) sur SMS végépole et email, avec ré-envoi quotidien tant que le défaut n'est pas acquitté.
- Criticité 3 : envoi email sur mainteneur et copie végépole, avec ré-envoi hebdomadaire tant que le défaut n'est pas acquitté.
- Criticité 4 : défaut inhibé. Il devra être possible sur la supervision de simplement inhiber tous les défauts d'une cellule par une simple action, via un regroupement fonctionnel des défauts.

La liste suivante est indicative et non exhaustive, visant à donner une idée du niveau des attentes. Les défauts à signaler dépendant de la conception prévue par chaque groupement.

L'occurrence de défauts doit donner lieu à leur signalement immédiat, mais aussi à des asservissements de mise en sécurité des cultures, comme par exemple en cas de défaut refroidissement (fog, EG ou indus) et risque de surchauffe : arrêt de l'éclairage de photosynthèse, déploiement éventuel d'ombrières, ouvertures faitages.

Ces analyses de risque et asservissements de mise en sécurité seront développés spécifiquement dans l'analyse fonctionnelle de régulation des groupements

| Donnée | Niveau de criticité | Report Végépole |
|--|---------------------|-----------------|
| Plomberie | | Synthèse |
| . Conso anormale (paramètre de débit maxi autorisé sur tranche horaire nocturne) | 1 | |
| . Défaut de synthèse osmoseur | 2 | |
| . Défaut de synthèse compresseurs fogs | 2 | |
| . Pompe relevage effluents | 2 | |
| . Niveau haut cuve enterrée | 2 | |
| . Niveau très haut cuve enterrée | 1 | 1 |
| Chauffage | | Synthèse |
| . Manque d'eau pressostat | 1 | 1 |
| . Défaut pompe | 2 | |
| . Défaut chaudière | 1 | |
| Climatisation / Froid industriel | | Synthèse |
| . Manque d'eau pressostat | 1 | 1 |
| . Défaut pompe | 2 | |
| . Défaut GF | 1 | |
| . Défaut froid industriel | 1 | |
| . Défaut production fog | 2 | |
| Ventilation | | |
| . Défaut ventilation (par compartiment) | 2 | |
| . Filtres encrassés | 3 | |
| Dérive conditions climatiques | | Synthèse |
| . HR% dépassement seuil haut et bas | 2 | |
| . Température seuil problème haut et bas | 2 | |
| . Température seuil critique haut et bas | 1 | |
| Électricité | | Synthèse |
| . Coupure générale | 1 | 1 |
| . Défauts de disjonction généraux (OF/SD) | 2 | |
| . Défaut disjonction éclairage photosynthèse | 1 | |
| . Onduleurs prod PV | 2 | |
| Sécurité incendie | | |
| Synthèse alarme incendie | 1 | 1 |

9.12.9. Plan de comptage énergétique

| Donnée | Supervision locale | GTB centre PANORAMA |
|---|--------------------|---------------------|
| Compteur AEP | O | O |
| . Compteur eau adoucie | O | N |
| . Compteur eau osmosée | O | N |
| . Compteur eau froide générale serres | O | N |
| . <i>Sous comptage spécifique serre 24 UREP-PIAF</i> | O | |
| . Compteur eau froide générale chambres de culture | O | N |
| . Compteur eau froide générale communs | O | N |
| . Compteurs alimentation eau fertilisée | O | N |
| . Compteur général serre 3 | O | |
| . Compteur général Serre 5 | O | |
| . Compteur général Serre 11 (existant) | O | |
| Compteur Gaz | O | O |
| . Compteurs calories | | |
| . Compteur EC Serre projet | O | N |
| . <i>Sous comptage général serres</i> | O | N |
| . <i>Sous comptage spécifique serre 24 UREP-PIAF</i> | O | N |
| . <i>Sous comptage général chambres de cultures</i> | O | N |
| . Compteur EC Serre 5 | O | N |
| . Compteur EC Serre 11 | O | N |
| . Compteur EC Serre 3 | O | N |
| Compteur électrique TGBT | O | O |
| . Production Photovoltaïque | O | O* |
| . Sous comptage tous usages par compartiment ou chambre de culture (Eclairage, PC, ventilation) | O (16 U) | N |
| . Sous comptage tous usages communs | O | |
| . Sous comptage tous usages Serre 3 | O | N |
| . Sous comptage tous usages Serre 5 (existant) | O | O |
| . Sous comptage tous usages Serre 11 (existant) | O | O |
| . Sous comptage production EG centrale | O | O |
| . Sous comptage froid projet (détente directe ou eau glycolée) | O | N |
| . Compteurs frigories | | |
| . Compteur EG Serre projet | O | N |
| . Compteur EG Serre 11 | O | N |

* Nota : le sous comptage production photovoltaïque est aussi remonté sur la supervision du service VEGEPOLE.

Les sous comptages servent à la refacturation de l'usage des compartiments aux équipes de recherche, et doivent pouvoir être simplement exploités en ce sens

ⁱ UMR : Unité Mixte de Recherche

ⁱⁱ GDEC : Génétique, Diversité, Écophysiologie des Céréales

ⁱⁱⁱ PIAF : Physique et Physiologie Intégratives de l'Arbre en environnement Fluctuant

^{iv} SSD : Single Seed Descent

Version BETA