



ONERA – OPERATION PROVIDENCE

Modernisation et restructuration d'un bâtiment existant pour réaliser une station d'observation de l'espace

Programme Fonctionnel et Technique
Extrait Phase Candidature

Ind. 1 – Février 2026



PROGRAMMATION

CONDUITE D'OPÉRATION

ASSISTANCE À MAÎTRISE D'USAGE

PARIS STRASBOURG TOULOUSE VANNES FORT-DE-FRANCE

contact@embase.fr _ www.embase.fr

S.A.S. au capital de 2 214 515,63 € - RCS Paris B 842 830 135 - SIRET: 842 830 135 00054 - N° TVA: FR50842830135 - APE: 7112B



QUALITÉ
N° 2710

www.opq-ecc.com



[illegible]

Sommaire

1.	Présentation de l'opération	5
1.1.	L'Office National d'Etude et de Recherches Aérospatiales (ONERA)	5
1.2.	Contexte du projet PROVIDENCE.....	7
1.3.	Activités du Département d'Optique et Techniques Associées (DOTA) pour la maîtrise de l'espace	9
1.4.	L'opération PROVIDENCE	10
2.	Présentation du site	16
2.1.	Localisation, atouts et contraintes	16
2.2.	Situation cadastrale	17
2.3.	Situation foncière.....	18
2.4.	Plan Local d'Urbanisme	18
2.5.	Environnement patrimonial	21
2.6.	Parc Naturel Régional du Luberon et zone Natura 2000	22
2.7.	Risque sismique	23
2.8.	Autres risques naturels et technologiques	23
2.9.	Contexte climatique	27
2.10.	Patrimoine bâti existant	28
3.	Présentation des équipements scientifiques constitutifs du projet	32
3.1.	Télescope.....	32
3.2.	Dôme	33
3.3.	Tables optiques Coudé.....	33
3.4.	Instruments	34
3.5.	Automates	36
4.	Principes généraux de fonctionnement.....	38
4.1.	Entités fonctionnelles	38
4.2.	Flux et effectifs	39
4.3.	Référentiels structurels.....	41
4.4.	Modalités de fonctionnement.....	42
5.	Enjeux techniques et architecturaux principaux	44
5.1.	Enjeux structurels.....	44
5.2.	Complexité des interfaces.....	46
5.3.	Sécurisation des activités défense.....	46
5.4.	Valoriser le patrimoine existant.....	46
5.5.	Maîtriser le planning pour permettre l'observation d'Apophis en 2029	46
5.6.	Pilotage du télescope à distance	47
6.	Glossaire.....	49

Chapitre 1 : Présentation de l'opération

1. Présentation de l'opération

1.1. L'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA)

1.1.1. Présentation

L'ONERA est le 1^{er} acteur français de la recherche aérospatiale. Il joue un triple rôle au service de ce domaine :

- Innover pour l'industrie
- Être expert pour l'État
- Préparer l'avenir de la filière

1.1.2. Missions de l'ONERA

L'ONERA a pour mission :

- De développer et d'orienter les recherches dans le domaine aérospatial
- De concevoir, de réaliser, de mettre en œuvre les moyens nécessaires à l'exécution de ces recherches
- D'assurer, en liaison avec les services ou organismes chargés de la recherche scientifique et technique, la diffusion sur le plan national et international des résultats de ces recherches, d'en favoriser la valorisation par l'industrie aérospatiale et de faciliter éventuellement leur application en dehors du domaine aérospatial

A ces divers titres, il est notamment chargé :

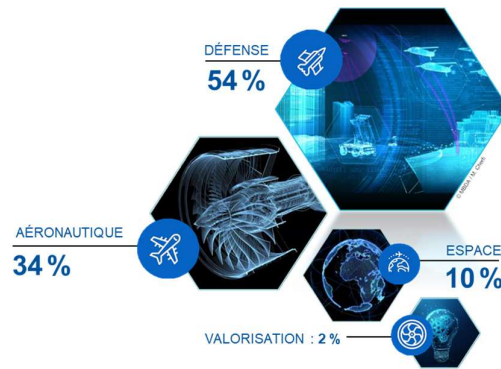
- D'effectuer lui-même ou de faire effectuer, à son initiative ou à la demande, toutes études et recherches intéressant l'industrie aérospatiale
- De réaliser des moyens d'essais et de calcul au profit de la recherche et de l'industrie aérospatiale et de les mettre en œuvre
- D'assurer la liaison avec les organismes français, étrangers et internationaux dont l'activité peut contribuer à l'avancement de la recherche aérospatiale
- D'assurer la diffusion et la valorisation des résultats obtenus, en particulier par publications, brevets, licences d'exploitation
- De promouvoir le lancement ou le développement d'initiatives utiles à la recherche ou à l'industrie aérospatiale
- D'assister, en tant qu'expert et à la demande, les organismes et services officiels
- D'apporter son concours, dans son domaine de compétence, à la politique de formation à la recherche et par la recherche

En liaison avec le Centre national d'études spatiales, il contribue, par son action propre ou par le moyen de conventions, aux recherches et aux réalisations expérimentales dans le domaine spatial.

1.1.3. Un Etablissement Public Industriel et Commercial sous la tutelle du ministère des Armées

L'ONERA est un Etablissement Public Industriel et Commercial (EPIC) sous la tutelle du Ministère des Armées. Son budget est ainsi réparti entre des ressources propres issues des contrats ou d'autres financements (62%) et des subventions pour charges de service public et d'investissement (38%).

L'activité de l'ONERA est répartie en quatre grands domaines d'activités :

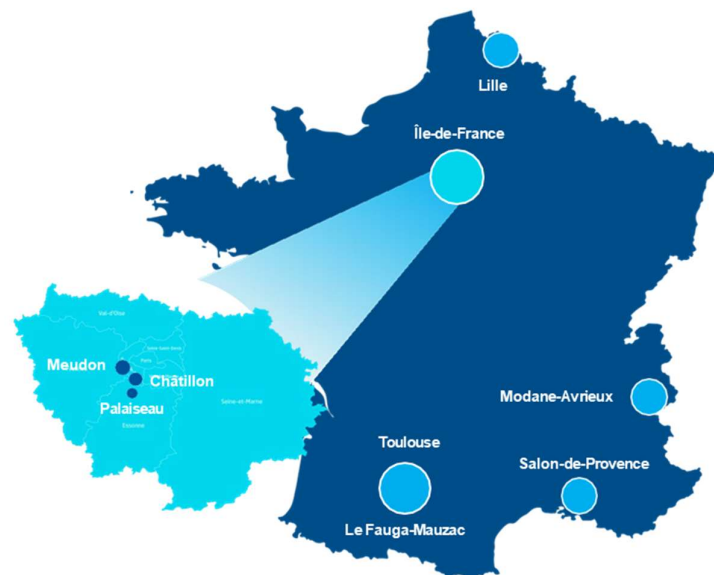


Source : Présentation institutionnelle 2025 de l'ONERA

1.1.4. Une organisation à plusieurs échelles

1.1.4.1. Organisation générale

L'ONERA est présent sur 5 sites principaux en France :



Source : présentation institutionnelle ONERA (2025).

L'effectif total rassemble plus de 2 200 personnes :

- 1751 ingénieurs et cadres dont 377 doctorants

175 employés 244 techniciens L'effectif est réparti en 5 domaines scientifiques :

- Mécanique des fluides & énergétique
- Matériaux et structures
- Physique
- Traitement de l'Information & Systèmes
- Simulation numérique avancée

Le projet PROVIDENCE est relié au domaine de la Physique.

Trois Directions de Programme (Aéronautique, Spatial et Défense) structurent les programmes de recherche de l'ONERA. Les activités menées dans le cadre du projet PROVIDENCE sont rattachées aux périmètres couverts par les Directions de Programme Spatial et Défense.

1.1.4.2. Domaine Scientifique de Physique

Les missions du domaine scientifique Physique visent la conception et la réalisation de moyens de mesure et d'observation pour les applications aérospatiales, aussi bien militaires que civiles.

L'activité couvre toute la palette qui va des composants fondamentaux jusqu'aux systèmes intégrés dans leur environnement.

Ces moyens doivent répondre aux défis que constituent l'observation, la détection, l'identification et la mesure aussi peu intrusives que possible, toujours à plus grande distance, plus rapidement, avec une résolution et une robustesse expérimentale toujours améliorée, cela afin de mieux comprendre la physique à l'œuvre dans les phénomènes observés.

Les chercheurs du domaine physique œuvrent au sein des départements Optique et techniques associées (DOTA), Électromagnétisme et radar (DEMR) et Physique, instrumentation, environnement, espace (DPHY).

Ces chercheurs contribuent ainsi aux plus récentes avancées scientifiques dans les domaines des technologies capacitantes (nanotechnologies, micro- et nanoélectronique, photonique), du traitement du signal et des données (notamment pour l'observation astronomique), et des technologies quantiques (photodétecteurs quantiques, sources cohérentes, capteurs inertiels à atomes froids...).

Ils accompagnent les évolutions stratégiques, en défrichant de nouveaux débouchés (sécurité, environnement), en anticipant la guerre électromagnétique et optronique, et en explorant le potentiel offert par l'utilisation croissante des drones et des nanosatellites.

Le projet PROVIDENCE est essentiellement mené par des équipes du département Optique et Techniques Associées (DOTA).

1.2. Contexte du projet PROVIDENCE

1.2.1. Présentation

L'objectif du projet PROVIDENCE est la création d'une Plateforme de Recherche en Optique, Vecteur d'Innovation pour la Défense sur la maîtrise et la compréhension de l'Environnement et la Caractérisation des objets dans l'Espace.

Le projet répond à des enjeux forts, à la frontière entre la défense, la science et les évolutions sociétales, dans un contexte spatial en pleine évolution.

1.2.2. Enjeux de défense et de sécurité

Le contexte spatial actuel est tout d'abord marqué par une démocratisation et une facilitation de l'accès à l'espace (New Space). Cela se caractérise à la fois par des acteurs plus nombreux dans ce domaine (SpaceX, Virgin Galactic...), par l'émergence de nouvelles technologies (calcul spatialisé, propulsion électrique, assemblage en orbite, communications optiques), ainsi que des services en orbite (inspections, livraison, communications, calcul etc...). Cette situation entraîne mécaniquement une multiplication des objets en orbite, ainsi que des débris issus de l'activité humaine, engendrant des risques supplémentaires à l'utilisation de cet espace.

Par ailleurs, le contexte géopolitique de l'espace est en évolution. Les acteurs historiques que sont la Russie et les Etats-Unis sont aujourd'hui rejoints par de nouveaux entrants (Chine, Inde, Corée du Nord) déterminés à bénéficier des potentialités offertes par leurs nouvelles capacités spatiales avec l'ambition de tirer profit de cet enjeu de souveraineté.

Cette tendance transforme l'Espace en un nouvel espace de conflictualité, caractérisé par une augmentation des menaces potentielles, ainsi qu'une complexification de la situation géopolitique.

Dans ce contexte, les différents acteurs s'équipent en moyens de haute résolution optiques patrimoniaux : Etats-Unis (depuis 30 ans), Chine, Russie, aujourd'hui sans équivalent en Europe.

Ceci amène l'Europe à définir deux besoins stratégiques d'importance majeure :

- Surveillance et action à haute performance depuis le sol
- Moyens de communication fiables et sécurisés

Le projet PROVIDENCE vise ainsi à répondre à ces enjeux stratégiques en permettant à l'Europe de :

- Disposer d'une capacité d'observation des objets en orbite à haute résolution via l'utilisation d'un télescope de grand diamètre capable de poursuivre des satellites en orbite basse
- Fournir au tissu institutionnel, académique et industriel une plateforme de prototypage en boucle étroite des technologies pour l'observation de l'espace à haute résolution.

1.2.3. Enjeux scientifiques et sociétaux

En parallèle des enjeux liés à la défense et la sécurité, le projet PROVIDENCE répond également à des objectifs scientifiques et sociétaux majeurs :

- Besoin d'observation et de surveillance de l'espace à haute résolution spatiale et spectrale
- Besoin de caractérisation et de maîtrise de l'environnement

Il permet ainsi de développer des activités de recherche dans deux domaines distincts :

- L'observation de l'Espace à haute résolution pour la Défense et l'Astronomie
- La caractérisation de l'Environnement de propagation et l'impact de l'activité humaine sur le climat

1.2.3.1. En astronomie

Les enjeux scientifiques majeurs en termes d'astronomie auxquels répond le projet sont les suivants :

- Observation du système solaire et des phénomènes transitoires dans l'Univers :
 - Formation et évolution de la Terre et des planètes
 - Identification et étude des astéroïdes et des comètes
- Instrumentation pour les télescopes géants
- Surveillance des géocroiseurs dans le cadre de la stratégie de défense planétaire et de la préservation de la vie sur Terre.

En particulier, dans le cadre de la surveillance des géocroiseurs, le projet PROVIDENCE doit permettre de réaliser l'observation de l'astéroïde Apophis lors de son passage à moins de 32 000 km de la surface de la Terre dans la nuit du 13 avril 2029.

Cette opportunité d'observation exceptionnelle rythme le calendrier du projet et constitue une échéance immanquable pour l'atteinte des objectifs scientifiques de PROVIDENCE.

L'astéroïde APOPHIS, découvert en 2004, mesure environ 375 mètres de diamètre pour une masse d'environ 40 à 50 millions de tonnes. Il suit une orbite proche de la Terre qu'il croise deux fois à chacune de ses révolutions. Le croisement qui aura lieu en 2029 sera visible à l'œil nu sur un ciel dégagé et noir pendant un bref temps à travers une grande partie de l'Europe, de l'Afrique et certains territoires asiatiques.

En analysant les tailles et les orbites de tous les astéroïdes connus, les astronomes estiment qu'un astéroïde aussi gros ne se rapproche de la Terre qu'une fois tous les 5000 à 10 000 ans. À titre de comparaison, une éclipse solaire totale a lieu quelque part sur Terre environ tous les 18 mois, et la comète de Halley revient dans le ciel terrestre tous les 76 ans.

En raison de son positionnement et la qualité du matériel d'observation prévu, le projet PROVIDENCE permettra ainsi à l'ONERA de réaliser des observations scientifiques majeures et uniques au monde. En effet, les équipements équivalents dans le monde ne seront pas positionnés de manière à pouvoir observer le passage d'APOPHIS en 2029.



Reconstitution de la forme de l'astéroïde par inversion de sa courbe de lumière. Source : Wikipédia

1.2.3.2. Dans la mesure de l'impact de l'activité humaine sur le climat

Le projet PROVIDENCE permettra d'agir également dans la recherche climatique par la possibilité d'effectuer des mesures d'une extrême précision pour :

- L'analyse des effets des traînées de condensation
- L'étude de la haute atmosphère : ondes de gravité, rayonnement nocturne « night glow »
- La caractérisation des particules atmosphériques

1.3. Activités du Département d'Optique et Techniques Associées (DOTA) pour la maîtrise de l'espace

Le Département Optique et Techniques Associées, DOTA, a pour mission de réaliser des études et recherches liées à l'utilisation du domaine optique (ondes électromagnétiques comprises entre l'ultraviolet moyen (200 nm) et le domaine des THz (1 THz ~ 300 μ m)). Ces études sont réalisées en premier lieu au profit du domaine AED Aéronautique, Espace et Défense, mais également pour d'autres domaines comme la sécurité, l'environnement, l'astronomie, et l'imagerie médicale.

Le DOTA a la maîtrise de l'ensemble de la chaîne optique, depuis la source jusqu'aux traitements des signaux issus des systèmes optiques, en vue de réaliser des produits.

Les travaux du DOTA couvrent les aspects suivants :

- La modélisation : les modèles en sens directs des scènes et des cibles, les modèles de performances de systèmes optiques, les outils d'inversion et de traitements des mesures, les bases de données nécessaires à la mise en œuvre des modélisations
- La conception et la réalisation de nouveaux instruments optiques : les briques technologiques nécessaires à ces nouveaux instruments, les bancs de caractérisation en laboratoire et les instruments utilisés pour des campagnes aéroportées ou au sol
- La mise en œuvre d'instruments commerciaux ou développés par le département, en laboratoire et sur le terrain (mesures aéroportées, au sol, objets statiques, cibles en mouvement...)

Le DOTA réalise une recherche prospective et finalisée, en amont des industriels et au service des grands donneurs d'ordre et d'agences (DGA – Direction Générale de l'Armement, UE – Union Européenne, ANR – Agence Nationale pour la Recherche, EDA – European Defense Agency, ESA – European Space Agency, ESO – European Southern Observatory, CNES – Centre National d'Etudes Spatiales). Il s'appuie également sur le monde de la recherche universitaire et institutionnelle. Pour une large part de son activité, il agit en tant qu'expert étatique.

Il entretient des relations régulières avec les grands industriels du secteur et a tissé des liens avec un ensemble de PME et ETI à travers lesquelles il valorise ses travaux.

Depuis plus de 30 ans, le DOTA dispose d'une expertise internationalement reconnue et ayant amené à des réalisations significatives dans le domaine de la haute résolution angulaire avec des réalisations marquantes et plusieurs premières mondiales :



Source : ONERA

1.4. L'opération PROVIDENCE

1.4.1. Présentation

Le projet PROVIDENCE a pour objectif de doter la France et l'Union européenne d'un moyen unique dédié à l'observation et la maîtrise de l'espace. Il consiste ainsi à mettre en place un télescope de 2.5 mètres de diamètre au sein d'une infrastructure existante de l'Observatoire de Haute Provence (OHP) situé à Saint-Michel-l'Observatoire (04) qui doit être modernisée pour l'occasion.

L'infrastructure existante est un bâtiment construit en 1964 situé sur le site de l'Observatoire de Haute Provence et accueillant actuellement un télescope de diamètre 1.52m (T152).



Photo du bâtiment existant (T152)

Le nouvel équipement disposera de technologies de pointe en termes d'optique adaptative, d'imagerie multi et hyper spectrale ainsi que de laser.

Il répondra aux besoins d'un grand nombre de partenaires, issus de différents domaines :

- Pour la surveillance de l'Espace (Space Domain Awareness) : la Direction Générale de l'Armement (DGA), l'Agence Innovation Défense (AID), le Commandement De l'Espace (CDE), l'agence spatiale européenne (European Space Agency – ESA), le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), les Grands Groupes, les PME et ETI)
- Pour l'astronomie (CNRS – Centre National de la Recherche Scientifique, Universités, CNES, ESA, ESO - Observatoire Européen Austral, ...)
- Pour les Télécommunications Optiques (CNES, ESA, Grands Groupes, PME ...)
- En science environnementale (CNRS, Universités, CNRM - Centre National de Recherches Météorologiques)

1.4.2. Organisation en trois sous-projets

Le projet PROVIDENCE est organisé en trois sous-projets, pilotés par l'ONERA et devant avancer de manière concomitante et concertée :

- PROVIDENCE – T (Télescope) : dédié à l'approvisionnement du télescope et de ses sous-systèmes (Dôme, systèmes de contrôle, outillages)
- PROVIDENCE – B (Bâtiment) : dédié à l'adaptation du bâtiment existant et des structures porteuses du nouveau télescope,
- PROVIDENCE – I (Instruments) : dédié à la réalisation des instruments de première lumière de la station télescope.

Les sous-projets qui composent l'opération PROVIDENCE sont illustrés Figure 1

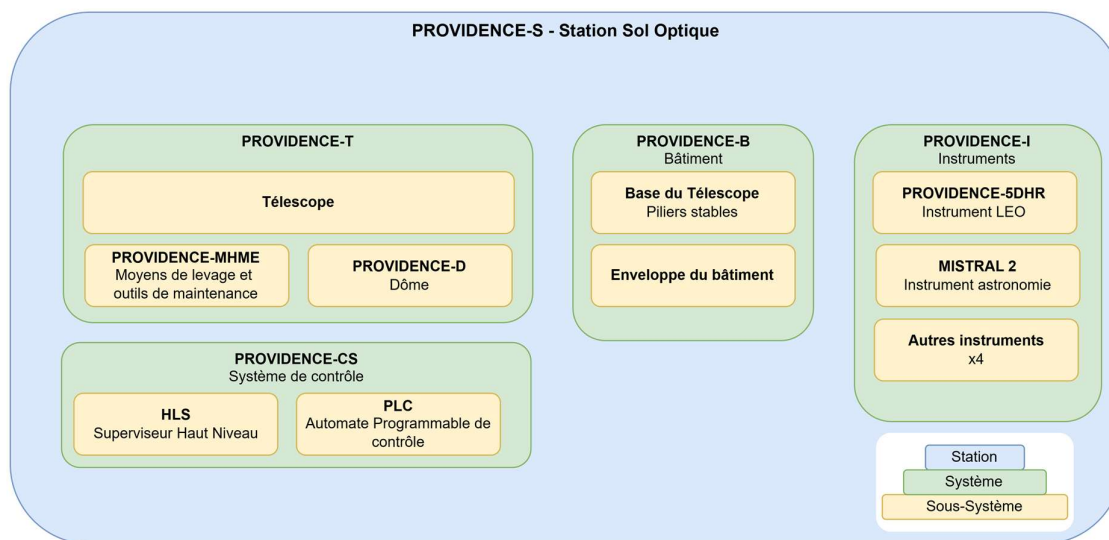


Figure 1 : les sous-projets de PROVIDENCE.

Le sous-projet PROVIDENCE-B est l'objet du présent Programme.

La compatibilité entre les trois sous-projets est un enjeu majeur de l'opération. La mise en place des nouveaux équipements au sein du bâtiment T152 implique des contraintes particulièrement fortes au niveau technique, et notamment en termes de stabilité structurelle. Le sous-projet PROVIDENCE B doit garantir la compatibilité du bâti avec les spécifications techniques des équipements dont le télescope et son dôme fournis par le fournisseur du télescope et des instruments développés dans le cadre de PROVIDENCE-I. Ces éléments sont détaillés dans le programme technique.

En termes de calendrier, le projet PROVIDENCE-B doit garantir une admission du télescope suffisamment en amont de la date butoir du 13 avril 2029 pour permettre l'installation et le réglage des différents éléments scientifiques. Ces éléments de planning, primordiaux, sont détaillés plus loin dans le présent programme.

Au stade de la rédaction du présent programme fonctionnel, le sous-projet PROVIDENCE-T est en cours de dialogue compétitif entre différents fournisseurs. Il est prévu que la sélection du fournisseur soit finalisée aux alentours de mi-avril 2026.

Une fois le fournisseur sélectionné, le dialogue entre le concepteur-réalisateur et ce dernier sera piloté par l'ONERA et doit permettre de cadrer l'ensemble des interactions et interfaces entre les deux sous-projets. Ces interfaces sont détaillées plus loin dans le présent programme, ainsi que dans le Programme Technique.

1.4.3. Pilotage du projet

La maîtrise d'ouvrage du projet PROVIDENCE est confiée au département DOTA de l'ONERA. Le chef de projet (Nicolas Védrenne) coordonne une équipe de 8 personnes au sein de l'ONERA pour mener à bien son exécution. L'organigramme et la répartition des tâches sont décrits Figure 2. Nicolas Védrenne est assisté dans sa mission par Gillian Leplat, chargé de mission auprès du Secrétariat Général de l'ONERA pour la coordination du projet d'intégration de PROVIDENCE-T dans PROVIDENCE-B.

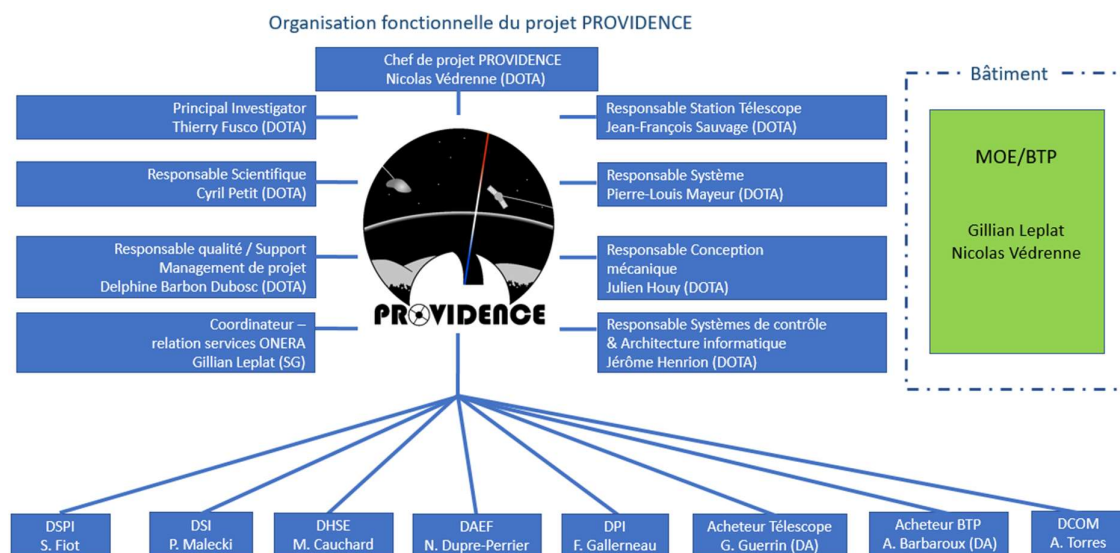


Figure 2 : Organigramme du projet PROVIDENCE et responsabilités pour le pilotage du sous-projet PROVIDENCE-B.

1.4.4. Le sous-projet PROVIDENCE-B

Le sous-projet PROVIDENCE-B a pour objectif la modernisation du bâtiment T152 accueillant aujourd'hui un ancien télescope dont les caractéristiques ne répondent plus aux besoins scientifiques actuels.

Les financements publics sollicités pour la réalisation de ce projet concernent la modernisation d'infrastructures de recherche. Dans ce cadre, il est prévu de conserver au moins en partie le bâtiment existant. Les principes de faisabilité architecturales et techniques des adaptations du bâtiment sont détaillés en fin du présent programme fonctionnel.

Le projet se développe sur une surface de plancher d'environ 600 m² (hors vide sanitaire), répartie sur 4 niveaux (R+3) et sur une terrasse accessible sur la partie du bâtiment ne comprenant pas la coupole.

Plusieurs modalités d'usage du bâtiment sont prévues : normal, spécifique défense et pilotage du télescope à distance.

Le sous-projet répond à plusieurs objectifs techniques et fonctionnels :

- Garantir le bon fonctionnement des équipements fournis et installés par le sous-projet PROVIDENCE-T
- Permettre aux équipes scientifiques de réaliser les recherches scientifiques dans des conditions de travail confortables
- Permettre l'évolution du matériel scientifique utilisé au sein du bâtiment
- Faciliter la maintenance du télescope et notamment du miroir principal

Pour la réalisation de ce sous-projet, l'ONERA s'est entourée d'une équipe d'Assistance Technique à Maîtrise d'Ouvrage composée d'EMBASE et BETEM :

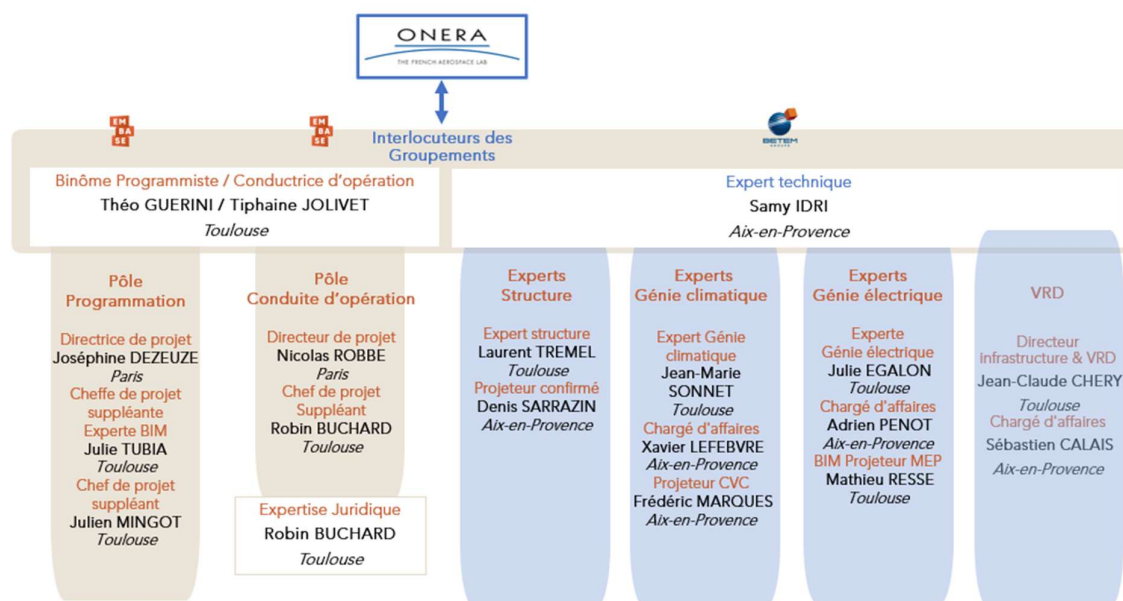


Figure 3 : Organigramme de l'équipe d'ATMO en charge du projet PROVIDENCE B

1.4.5. Environnement partenarial opérationnel

Le projet est caractérisé par un environnement partenarial riche, au niveau français et européen notamment. Le bâtiment accueillant le projet étant situé au sein de l'Observatoire de Haute Provence (OHP), sur un site dont le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) est propriétaire, ces deux structures sont des parties prenantes importantes du projet PROVIDENCE.

1.4.5.1. Le CNRS

Acteur majeur de la recherche fondamentale à l'échelle mondiale, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) est le seul organisme français actif dans tous les domaines scientifiques. Sa position singulière de multi-spécialiste lui permet d'associer les différentes disciplines scientifiques pour éclairer et appréhender les défis du monde contemporain, en lien avec les acteurs publics et socio-économiques. Ensemble, les sciences se mettent au service d'un progrès durable qui bénéficie à toute la société.

Les activités du CNRS sont organisées autour de trois piliers :

La recherche à 360°

Fort de plus de 80 ans de recherches fondamentales, de l'exploration du vivant, de l'espace et de la matière à celle des sociétés humaines, le CNRS mobilise l'ensemble des sciences pour appréhender les défis du monde contemporain dans toute leur complexité, en lien avec les organisations de terrain.

L'innovation à impact

Le CNRS encourage et accompagne la mise en application des résultats de la recherche pour les transformer en innovations sociales et technologiques, concrètes et durables, pour les entreprises comme pour la société.

Le partage des savoirs

Le CNRS est le fervent militant d'une société de la connaissance, et d'une science ouverte et ancrée dans son époque. Il promeut une circulation large des savoirs et de la culture scientifique, et accompagne les décideurs dans le développement des politiques publiques.

Avec un budget de 4 Milliards d'euros, plus de 34 000 agents et 1 000 laboratoires, le CNRS est une institution de grande ampleur et particulièrement active.

1.4.5.2. L'Observatoire de Haute Provence

L'Observatoire de Haute-Provence – UAR Pythéas est un site d'observation de l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers) du CNRS pour l'astronomie, l'environnement et l'étude de l'atmosphère. Il accueille des chercheurs de toutes nationalités qui utilisent ses moyens performants, télescopes, lidars, et plateforme d'étude de la

biodiversité. Il est aussi très actif dans l'enseignement et la formation, et est le seul observatoire en activité dont on peut visiter les installations.

Il couvre tous les domaines d'études de l'environnement proche et lointain :

En Astronomie et Astrophysique, ce site héberge plusieurs instruments, dont le télescope de 193 cm qui a permis la découverte de la première exoplanète ; il est doté d'un spectrographe innovant qui le place parmi les meilleurs au monde.

En sciences de l'atmosphère : la station géophysique est l'une des plus importantes du réseau mondial de détection des changements de composition de l'atmosphère (NDACC). Les mesures sont effectuées par LIDARs (incluant un laser), spectromètres et ballons sondes.

La tour ICOS, haute de 100 mètres mesure en continu les concentrations des gaz à effet de serre sur le site de l'OHP.

En écologie, l'O3HP (Oak Observatory at OHP) étudie la forêt de chênes pubescents et l'évolution de la biodiversité soumise aux changements globaux : climat, pollution...



Vue du site de l'OHP. Source : OHP

Dans le pilotage quotidien du projet, il sera représenté par Marc Ferrari, Directeur de l'OHP et François Dolon, Directeur Technique de l'OHP.

Chapitre 2 : Présentation du site

2. Présentation du site

2.1. Localisation, atouts et contraintes

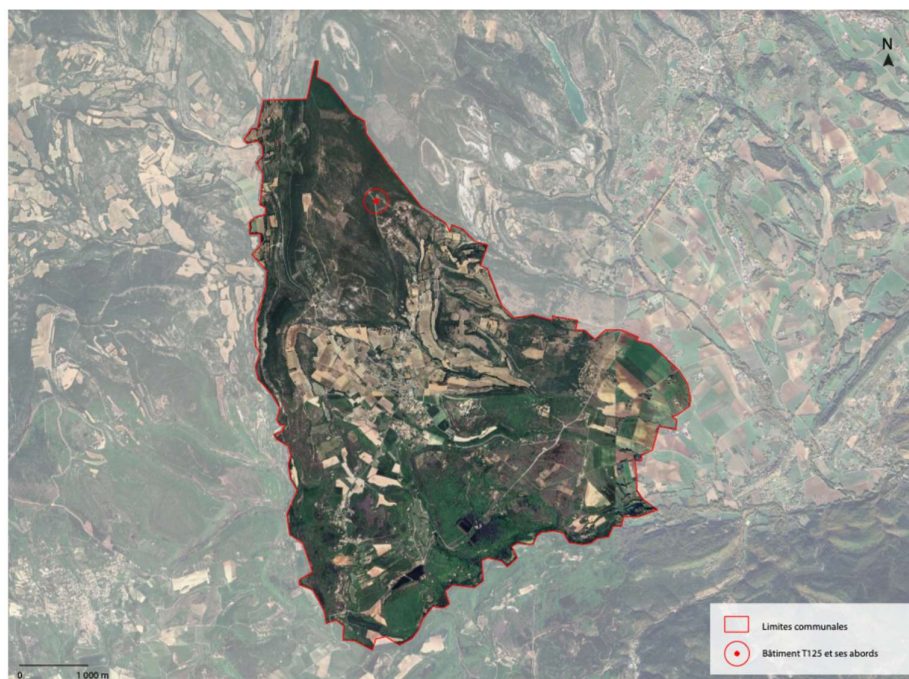
Le présent projet est localisé dans la commune de Saint-Michel-l'Observatoire dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (04), en région SUD/Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

La commune est située à 100 km au nord-est de Marseille, à 87,6 km à l'est d'Avignon, 107 km au sud de Gap et 208 km à l'ouest de Nice.



Localisation de la commune de Saint-Michel-de-l'Observatoire (Avignon à l'ouest, Nice à l'est/sud-est, Marseille au sud et Gap au nord) (source : Google Earth)

Saint-Michel-l'Observatoire est, par ailleurs, aux confins de trois parcs naturels régionaux bien que compris dans le périmètre du Parc Naturel Régional du Luberon.

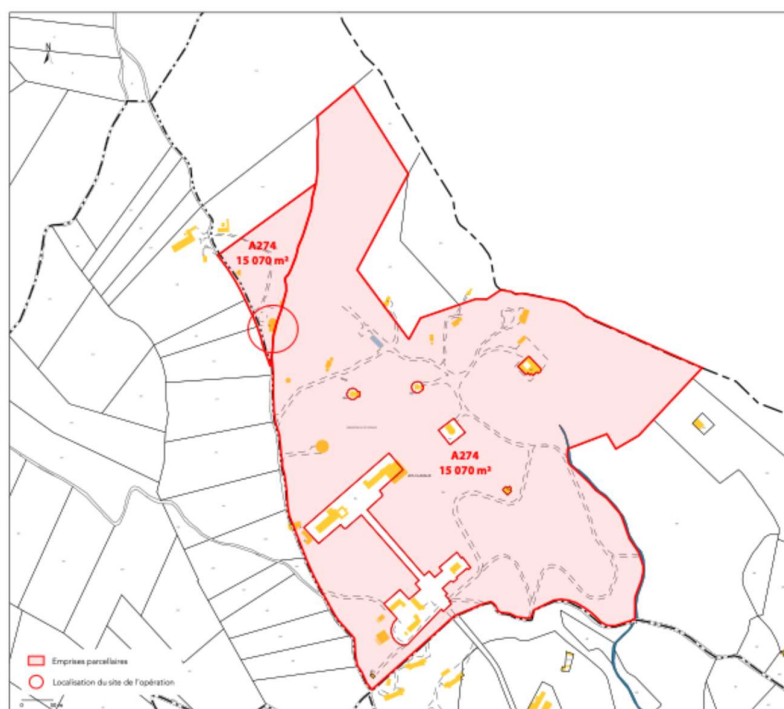


Localisation du bâtiment T152 et ses abords dans la commune de Saint-Michel-de-l'Observatoire (source : Google Earth)

2.2. Situation cadastrale

Le bâtiment T152 est implanté sur les deux parcelles suivantes :

- La parcelle A 274, d'une surface de 15 070 m²,
- La parcelle A 280, d'une surface de 286 680 m².



Situation cadastrale du bâtiment T152 et ses abords (source : cadastre.gouv)

2.3. Situation foncière

Les parcelles appartiennent à la Ville de Saint-Michel-l'Observatoire.

Le bâtiment T152 est aujourd'hui propriété foncière du Centre National de Recherches Scientifiques (CNRS) et fera l'objet d'un bail emphytéotique à destination de l'Office National d'Études et de Recherches Aéronautiques (ONERA). La convention d'occupation temporaire (COT) est envisagée pour une durée de 50 ans.

2.4. Plan Local d'Urbanisme

Le bâtiment T152 et ses abords sont situés en zone No.

La zone N correspond aux « secteurs naturels et forestiers de Saint-Michel-de-l'Observatoire à protéger en raison de la qualité des sites, milieux et espaces naturels et des paysages ». (source : p.78 du Tome 5 du Règlement du PLU de la commune de Saint-Michel-l'Observatoire consultable sur geoportail-urbanisme.gouv.fr)

Le sous-secteur No correspond au site de l'Observatoire de Haute-Provence.

Section I – Nature de l'occupation et de l'utilisation du sol

Article N 2 - Occupations et utilisations au sol autorisées sous conditions

Dans le sous-secteur No uniquement sont autorisées sous conditions :

- 1) Les aménagements et travaux de rénovation et de mise aux normes des constructions existantes à la date d'approbation du PLU, sans changement de destination, sous réserve d'être réalisés dans le volume existant et de ne pas changer de manière significative l'aspect extérieur de la construction existante.
- 2) Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif liées à l'Observatoire de Haute Provence dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière du terrain sur lequel elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages.

Article N 6 – Implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques

Dans les sous-secteurs No et Nstep et Nutn :

Les constructions et les annexes doivent être édifiées en respectant un recul de 6m de l'alignement des voies et emprises publiques existantes, à modifier ou à créer.

Article N 7 – Implantation des constructions par rapport aux limites séparatives

Rappel : L'alignement des chemins privés constitue une limite séparative (se référer au lexique des dispositions générales du règlement du PLU).

Dans l'ensemble de la zone N et de ses sous-secteurs :

Les constructions et annexes doivent s'implanter

- En respectant un recul minimal au moins égal à la moitié de la hauteur à l'égout de la construction, avec un minimum de 4 mètres par rapport aux limites séparatives.

Des adaptations sont possibles pour les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif.

Article N 8 – Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur une même propriété

Dans les sous-secteurs No, Nstep et Nutn2 l'implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur une même propriété n'est pas réglementée.

Article N 9 – Emprise au sol

Dans les sous-secteurs No et Nstep, l'emprise au sol n'est pas réglementée.

Article N 10 – Hauteur maximale des constructions

Dans les sous-secteurs No et Nstep :
La hauteur des constructions n'est pas réglementée.

Article N 11 – Aspect extérieur

Dans les sous-secteurs No et Nstep et Nutn :

Dispositions générales :

Conformément aux dispositions de l'article R.111-27 du Code de l'Urbanisme, le permis de construire pourra être accordé ou refusé par le maire, assisté de l'architecte conseiller, sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions, par leur situation, leur architecture, leurs dimensions ou l'aspect extérieur des bâtiments ou ouvrages à édifier ou à modifier, sont de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales.

Le sous-secteur No étant situé en tout ou partie dans le périmètre de protection d'un monument historique. Les permis de construire et les autorisations d'urbanisme seront délivrés sur avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France.

Dès lors que les caractéristiques patrimoniales du lieu d'intervention ou du bâti sont prises en compte et préservées, un projet de construction affirmant un caractère contemporain, le recours à des matériaux contemporains ou renouvelables, ainsi qu'à leur technique de mise en œuvre, peut-être autorisé.

Des adaptations sont possibles pour les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif.

Clôtures

Les clôtures autres que celles nécessaires à l'activité agricole ne peuvent être constituées que par :

- Un dispositif ajouré (grille, grillage, fils sur poteaux etc.) d'une hauteur maximale de 1,80 mètre sans aucun mur bahut ni élément maçonné ;
- Une haie vive d'essences locales variées.

Article N 12 – Stationnement

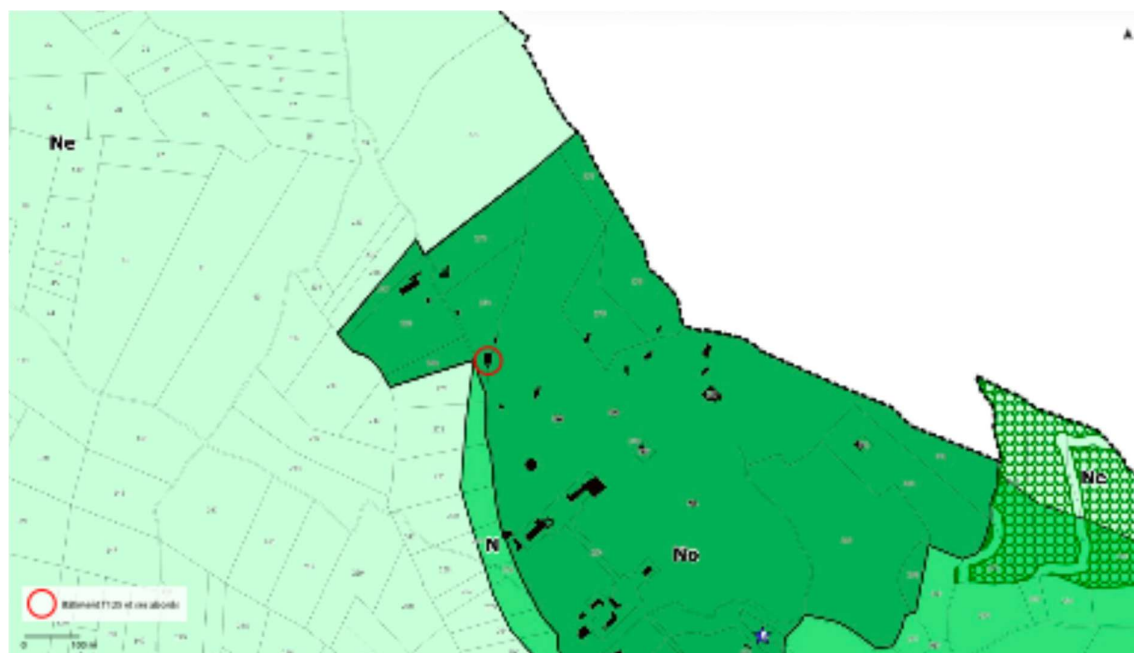
Le stationnement des véhicules correspondant aux besoins des constructions et installations autorisées dans la zone doit être assuré en dehors des voies publiques.

Article N 13 – Espaces libres et plantations

Dans l'ensemble de la zone N, les essences fortement allergènes sont à éviter (cyprès, platanes, thuyas etc.).

SYNTHÈSE DES PRESCRIPTIONS RÉGLEMENTAIRES DE LA ZONE N

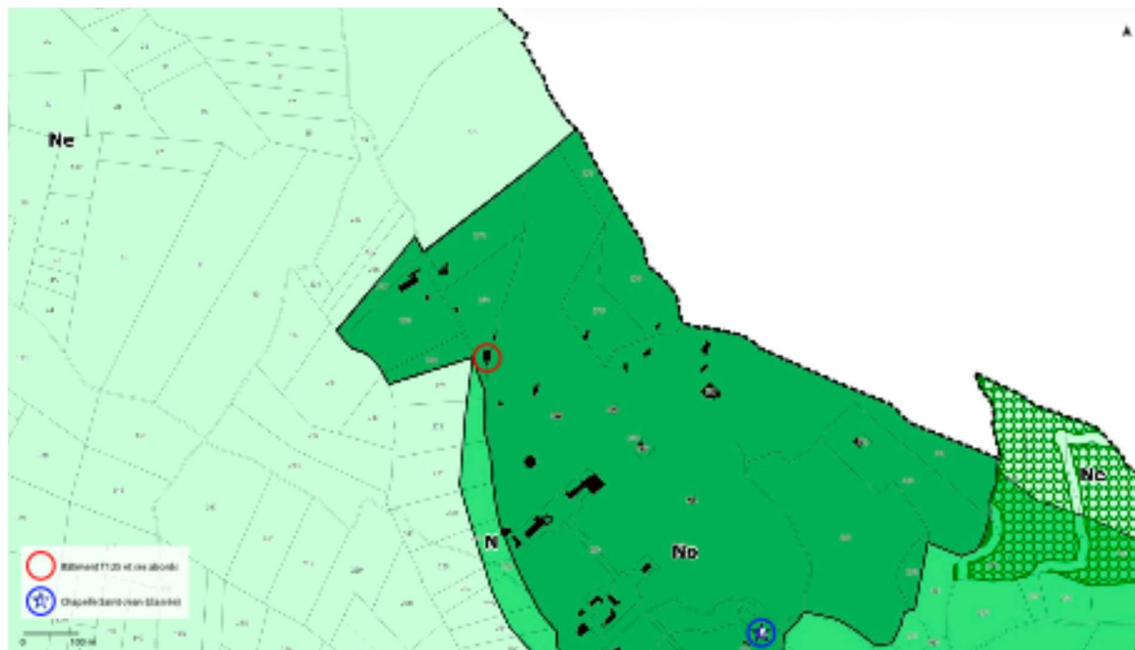
Implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques	Recul de 6m de l'alignement des voies et emprises publiques existantes
Implantation des constructions par rapport aux limites séparatives	Recul minimal au moins égal à la moitié de la hauteur à l'égout de la construction, avec un minimum de 4m par rapport aux limites séparatives
Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur une même propriété	Non réglementé
Emprise au sol	Non réglementé
Hauteur maximale des constructions	Non réglementé
Aspect extérieur	Avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France Constitution des clôtures : . Hauteur maximale des clôtures à 1,80 m sans mur bahut ou élément maçonné . Haie vive d'essences locales variées
Stationnement	En dehors des voies publiques
Espaces libres et plantations	Essences fortement allergènes à éviter



Plan de zonage du bâtiment T152 et ses abords (source : PLU de Saint-Michel-l'Observatoire consultable sur geoportail-urbanisme.gouv/)

2.5. Environnement patrimonial

Bien que situé au-delà du périmètre de conservation des 500m, le projet est soumis à l'avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) du fait de la co-visibilité avec la chapelle Saint-Jean (bâtiment classé au titre des monuments historiques).



Localisation de la chapelle Saint-Jean par rapport au bâtiment T152 et ses abords (source : PLU de Saint-Michel- l'Observatoire consultable sur geoportail-urbanisme.gouv.fr).

Une rencontre avec l'ABF le 9 janvier 2026 a permis de mettre en évidence les points suivants :

Il a été précisé que le bâtiment T152 n'est ni classé, ni inscrit à l'inventaire supplémentaire des Monuments Historiques. Le projet devra néanmoins respecter « l'esprit du lieu » et l'homogénéité du site, y-compris au niveau des abords.

Le PLU n'impose pas une reconstruction à l'identique et aucune contrainte de hauteur n'est imposée (possibilité d'adapter notamment la hauteur de la coupole). À ce titre, l'ABF accepte le principe de rehausser le bâtiment existant afin d'y intégrer le dispositif de ventilation de la coupole et en vue d'optimiser le point de la partie rotative. Le dispositif de forme du bâtiment 193 a été cité comme exemple.

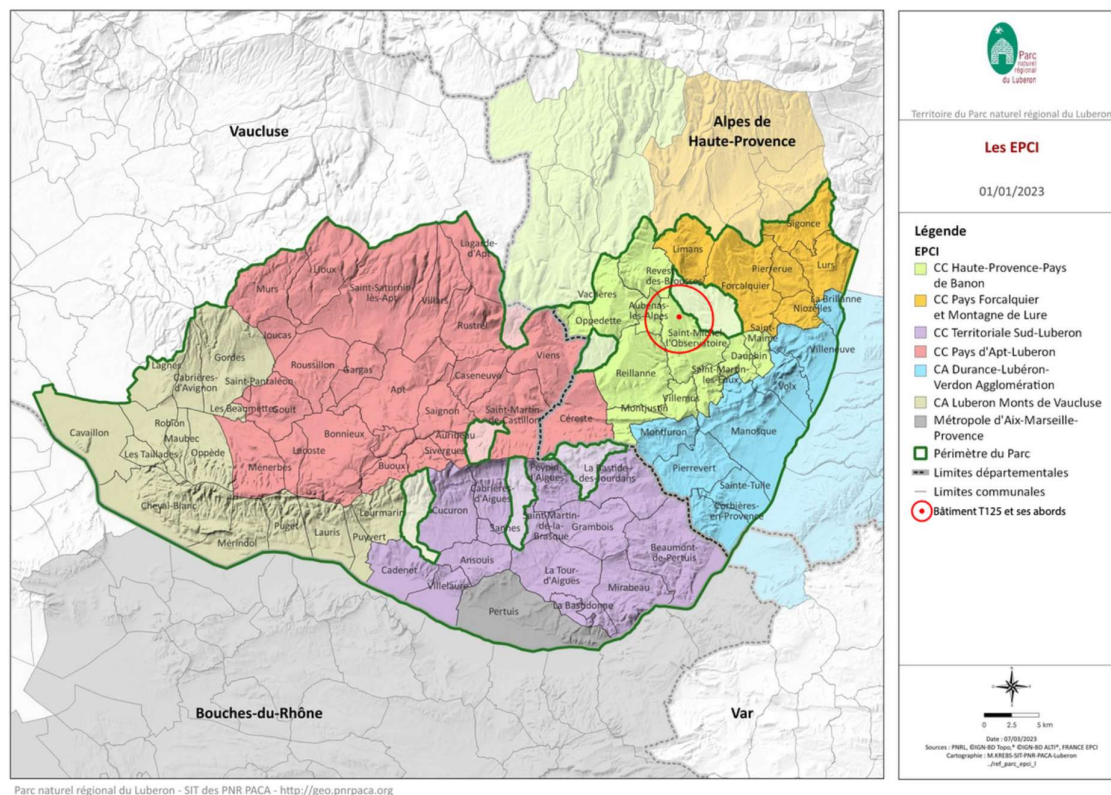


L'ABF et de la direction de l'Observatoire ont exprimé leurs attentes concernant la matérialité du bâtiment (revêtements proches de l'existant avec possibilité de recyclage du bardage existant) et de la coupole (conserver la couleur et l'effet mat dans l'esprit existant),

Source : CR Embase 9 janvier 2026

2.6. Parc Naturel Régional du Lubéron et zone Natura 2000

Le bâtiment T152 et ses abords sont compris dans le territoire du Parc Naturel Régional (PNR) du Lubéron.



Le bâtiment T152 et ses abords sont situés dans la zone Natura 2000 « Vachères ». Dans ce contexte, le principal enjeu environnemental identifié concerne la présence éventuelle de chauves-souris.

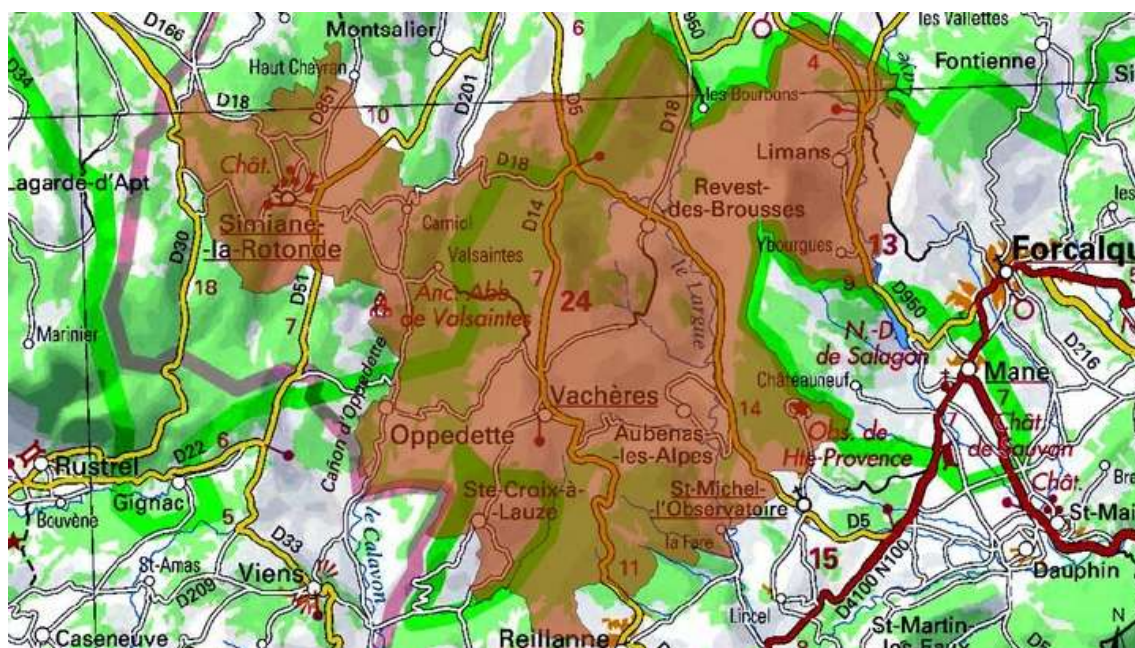
Une rencontre, le 9 janvier 2026, avec le Parc Naturel Régional du Lubéron a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

La présence de chauves-souris n'est pas avérée à ce stade, mais le site de l'Observatoire accueille notamment des petits rhinolophes, ce qui implique un risque potentiel de présence dans la structure du bâtiment, en particulier dans les combles ou le vide sanitaire. Une présence dans les parties techniques est jugée peu probable. Une recherche d'indices de nicheage devra être réalisée lors d'une première visite de repérage.

En l'absence de présence avérée, le projet ne présente pas de difficulté majeure et la réalisation d'une évaluation d'incidence Natura 2000 devrait suffire. Le site est considéré comme présentant des enjeux écologiques limités. L'objectif est d'aboutir à une évaluation d'incidence finalisée pour le mois d'avril, intégrant notamment le dimensionnement du bâtiment, la durée des travaux et les populations potentiellement concernées.

En cas de présence avérée de chauves-souris, plusieurs mesures devront être mises en œuvre afin d'éviter leur piégeage dans le bâtiment, notamment par l'installation de dispositifs anti-retour. Il est également recommandé, dans la mesure du possible, de conserver une fonction de gîte au sein du bâtiment. Le phasage des travaux devra alors privilégier les périodes automnale et hivernale, voire le début du printemps, les chauves-souris étant principalement présentes en période estivale.

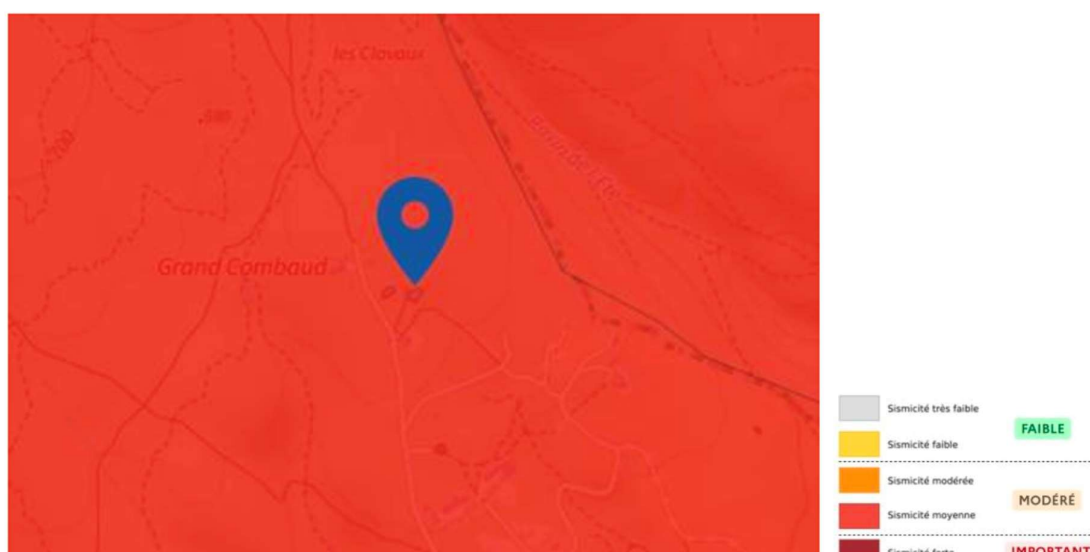
Si une présence est identifiée dans le vide sanitaire, il est préconisé de conserver le volume de celui-ci et de maintenir un accès fonctionnel (fenêtre partiellement murée à environ 80 % de sa hauteur ou dispositif de type chiroptère). À défaut, l'installation de nichoirs à chauves-souris en façade pourra être envisagée. Aucun enjeu particulier n'est identifié concernant les micromammifères (souris, rats, rongeurs). Il est par ailleurs rappelé que les fientes de chauves-souris se dégradent sous forme de poussière, ce qui constitue un indice d'identification.



Aire du site Natura 2000 « Vachères » (source : parcdulubéron).

2.7. Risque sismique

Le site de l'opération est soumis à un risque sismique modéré.



Zonage du risque sismique du site de l'opération (source : géorisques.gouv)

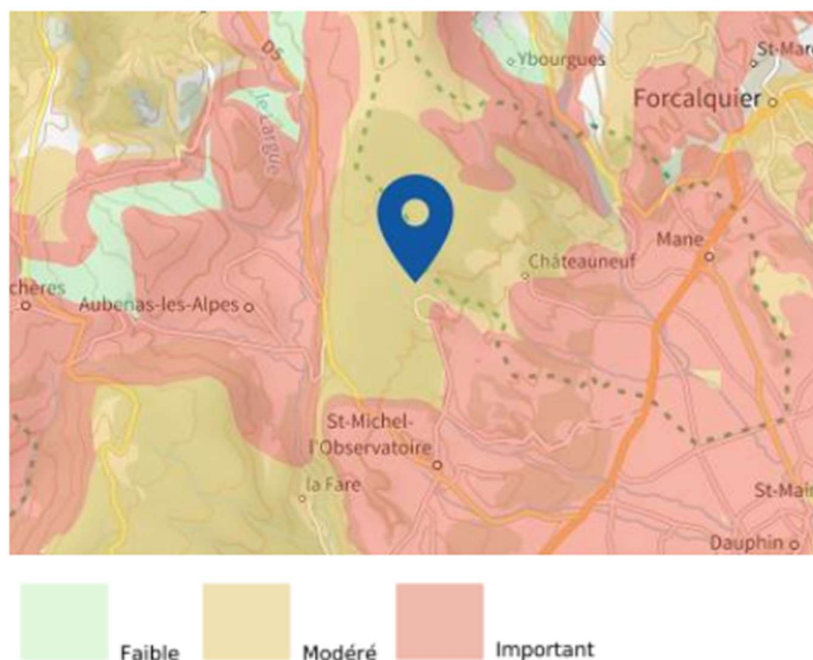
2.8. Autres risques naturels et technologiques

Le site de l'opération est soumis à un risque de glissement de terrain.



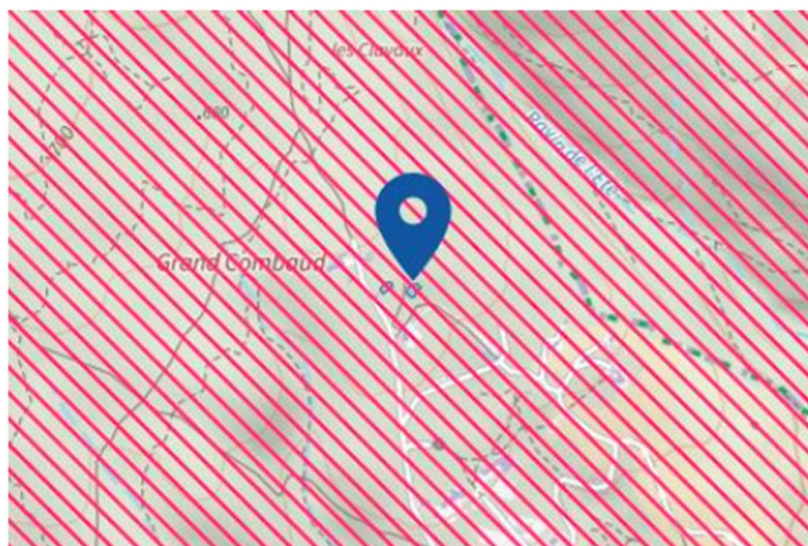
< Zonage du risque de mouvement
 de terrain (source : géorisque.gouv)

Le site de l'opération est soumis à un risque modéré de retrait et gonflement des argiles.



Zonage du risque de retrait et gonflement des argiles (source : géorisques.gouv)

Le site de l'opération est soumis à un risque de feu de forêt.



Zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique

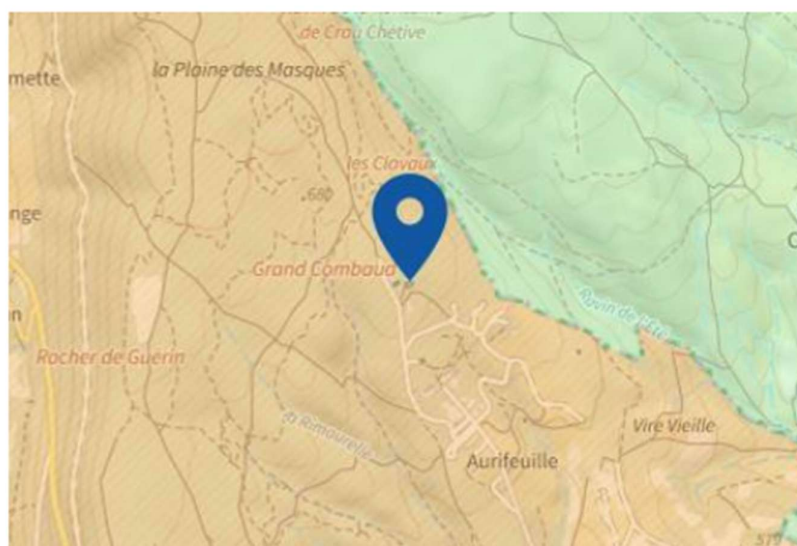


Zonage informatif des obligations légales de débroussaillage

forêt (source : géorisques)

Zonage du risque de feu de

Le site de l'opération est soumis à un **risque radon modéré**.



Faible



Modéré



Important

Zonage du risque radon (source : georisques.gouv)

Synthèse des risques naturels et technologiques identifiés sur le site de l'opération

Source : **7 Risques naturels identifiés :**

	INONDATION	à mon adresse : INCONNU	sur ma commune : EXISTANT
	REMONTEE DE NAPPE	à mon adresse : PAS DE RISQUE CONNU	sur ma commune : EXISTANT
	SÉISME	à mon adresse : MODÉRÉ	sur ma commune : MODÉRÉ
	MOUVEMENTS DE TERRAIN	à mon adresse : EXISTANT	sur ma commune : EXISTANT
	RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES	à mon adresse : MODÉRÉ	sur ma commune : IMPORTANT
	FEU DE FORÊT	à mon adresse : EXISTANT	sur ma commune : EXISTANT
	RADON	à mon adresse : MODÉRÉ	sur ma commune : MODÉRÉ

3 Risques technologiques identifiés :

	CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES	à mon adresse : NON CONCERNÉ	sur ma commune : CONCERNÉ
	POLLUTION DES SOLS	à mon adresse : PAS DE RISQUE CONNU	sur ma commune : CONCERNÉ
	RISQUES MINIERS	à mon adresse : INCONNU	sur ma commune : EXISTANT

géorisques.gouv

2.9. Contexte climatique

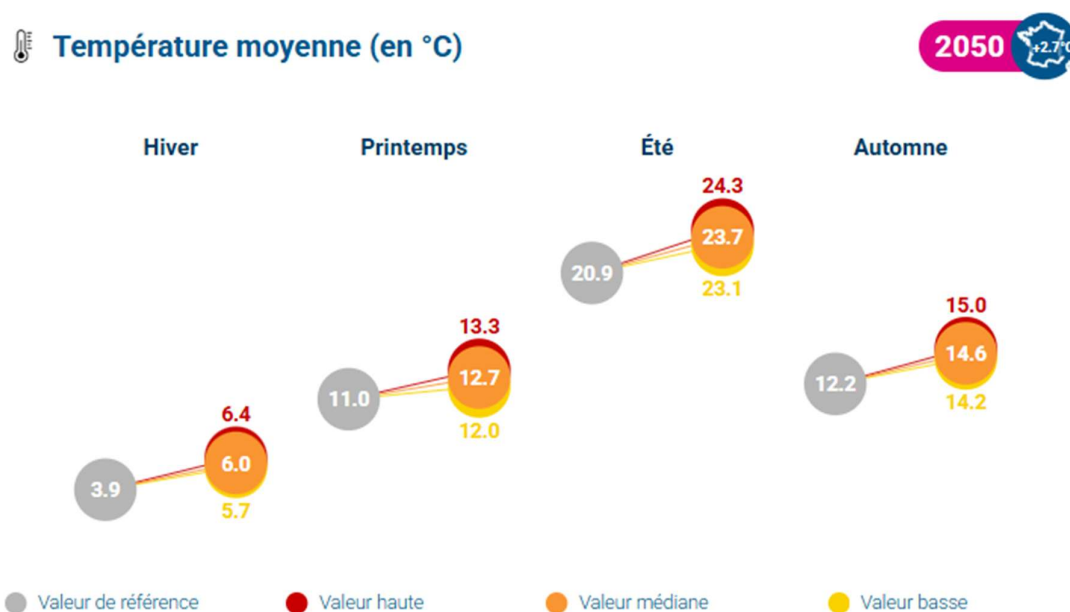
Les différents diagrammes climatiques présentés dans cette partie se basent sur 30 ans de simulations horaires de modèles météorologiques (*source : meteoblue*).

Températures et précipitations

Les précipitations les plus importantes à Saint-Michel-l'Observatoire apparaissent en octobre et novembre avec plus de 100 mm de précipitations en moyenne par mois. Les précipitations les moins importantes apparaissent en juillet et août avec moins de 50 mm de précipitations en moyenne par mois.

La température maximale relevée sur la station météorologique de Saint-Michel l'Observatoire est de 42,1 C, atteinte le 28 juin 2019 ; la température minimale est de -16,4 C, atteinte le 7 février 2012.

L'outil Climadiag de Météo France évalue l'évolution des températures moyennes sur la commune tel qu'indiqué ci-dessous, selon le modèle de +2.7°C en 2050.

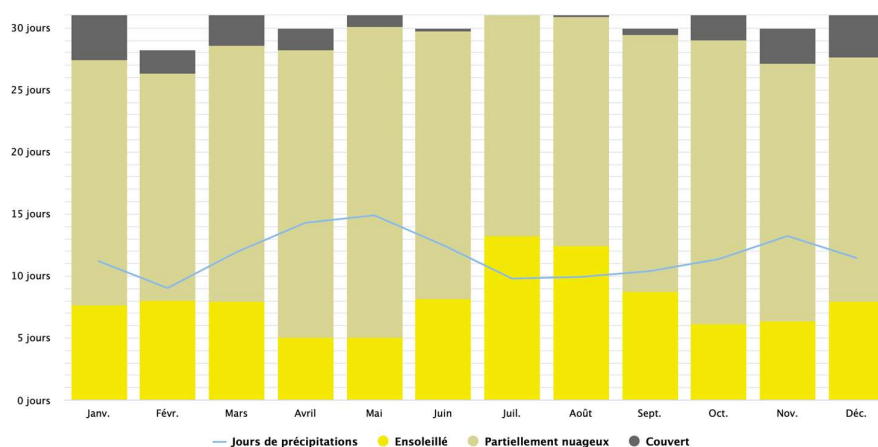


Source : meteo france

Ciel nuageux, soleil et jours de précipitations

Les journées les plus ensoleillées apparaissent en juillet et août et les moins ensoleillées en avril/mai et en octobre/novembre. L'ensoleillement global sur la commune est important.

Saint-Michel-l'Observatoire
43.91°N, 5.72°E (572 m snm).
Modèle: ERA5T.

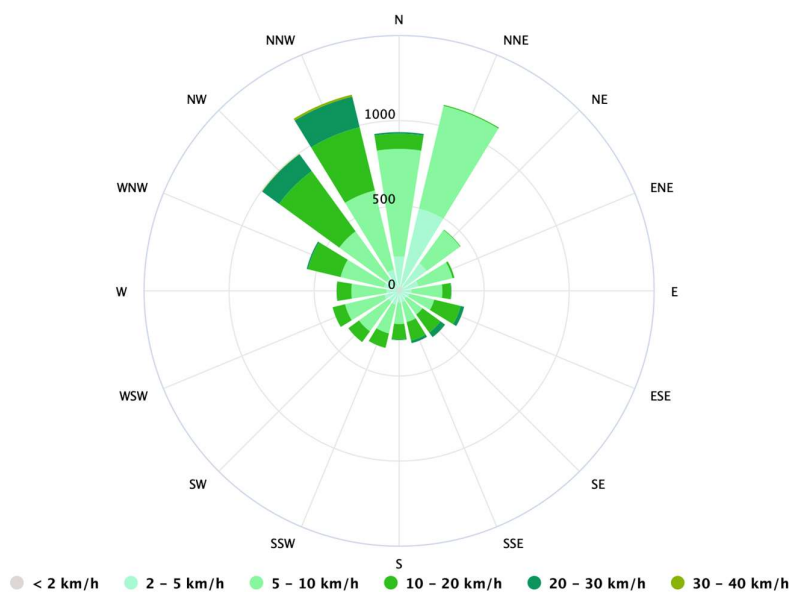


Source : meteoblue

Rose des vents

Les vents dominants proviennent du nord/nord-ouest.

Saint-Michel-l'Observatoire
43.91°N, 5.72°E (572 m snm).
Modèle: ERA5T.



Source : meteoblue

Loi Montagne

Le site de l'opération est situé dans le périmètre d'application de la Loi Montagne, pouvant impliquer des contraintes d'accessibilité en période hivernale.

2.10. Patrimoine bâti existant

Emprises bâtimentaires

La présente opération comprend deux bâtiments aux emprises au sol suivantes :

- Bâtiment T152 : environ 260 m²,
- Bâtiment annexe : environ 20 m².



Plan des emprises au sol du bâtiment T152 et son annexe (source : géoportail)

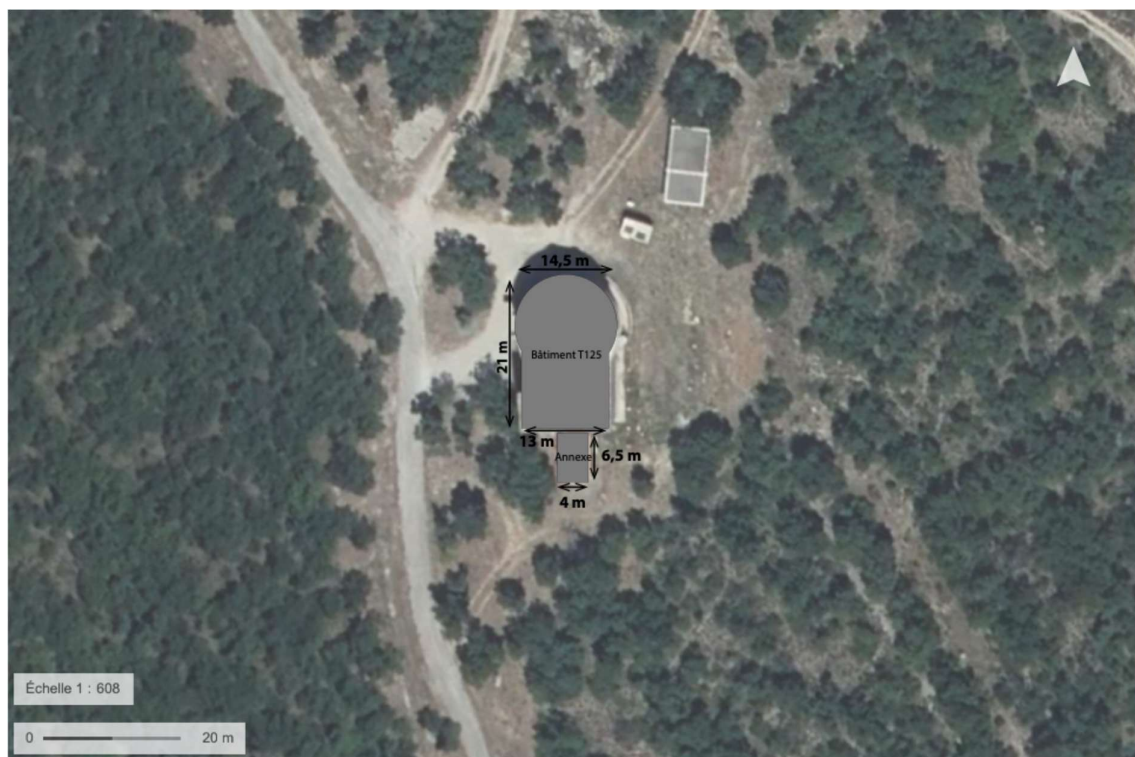
Morphologies bâtimentaires

Les dimensions du bâtiment T152 sont les suivantes :

- 21 m de longueur,
- 14,5 m de largeur au niveau de la coupole,
- 13 m de largeur.

Les dimensions de l'annexe sont les suivantes :

- 6,5 m de longueur,
- 4 m de largeur.



Plan des dimensions du bâtiment T152 et son annexe (source : géoportail)

Chapitre 3 :

Présentation des équipements scientifiques constitutifs du projet

3. Présentation des équipements scientifiques constitutifs du projet

3.1. Télescope

La station PROVIDENCE sera équipée d'un télescope équipé d'une monture Alt-azimutale avec un miroir primaire de 2.5m de diamètre. Ce type de télescope possède deux axes de rotation, un en azimute (i.e. autour d'un axe vertical) et un en élévation (i.e. autour d'un axe horizontal). Ce télescope doit reposer sur un piler rigide désolidarisé du reste du bâtiment afin de limiter les vibrations sur l'axe optique. Le télescope disposera de deux types de foyers : Nasmyth et Coudé. Les deux foyers Nasmyth sont solidaires de la monture du télescope quant aux 4 foyers Coudé, ils se trouvent dans des salles situées sous le télescope (Cf. Figure 3).

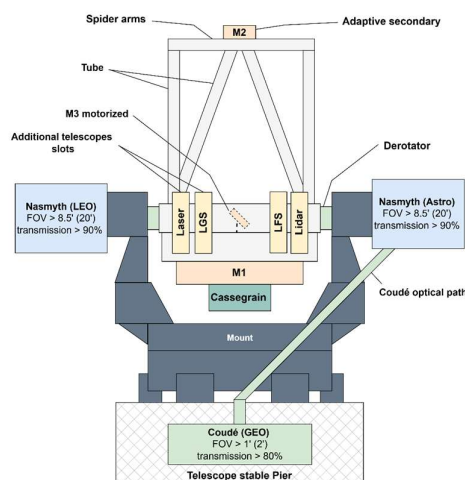


Figure 3: Schéma de principe du télescope PROVIDENCE

Le choix du fournisseur de télescope n'est pas encore fait. Deux modèles types sont à considérer à ce stade :

- Cas 1 : Télescope de 25 Tonnes.
- Cas 2 : Télescope de 40 Tonnes.

Pour ces deux cas, les caractéristiques techniques à considérer sont :

- Longueur du tube optique (distance M1-M2) : entre 3m et 6m
- Diamètre de l'interface mécanique télescope – pilier : entre 2.5m et 4m
- Vitesse et accélération :
 - Azimutale :
 - Vitesse maximale : entre 4°/s et 16°/s
 - Accélération maximale : entre 2°/s² et 6°/s²
 - Elévation :
 - Vitesse maximale : entre 2°/s et 8°/s
 - Accélération maximale : entre 2°/s² et 7°/s²

En phase d'opération, le télescope sera piloté depuis une salle de contrôle par un opérateur qualifié. L'accès à la salle télescope doit être sécurisé de manière à garantir la sécurité des biens et des personnes. En particulier, aucune personne ne doit être présente dans la salle télescope lors de son opération nominale car les capacités de suivi rapide induisent des mouvements rapides du télescope pouvant générer un risque fort de collision avec le personnel.

Les phases de maintenance peuvent comprendre plusieurs types d'opérations, chacune comportant des contraintes spécifiques :

- Maintenance du M1 (miroir primaire de 2.5m)
- Maintenance du télescope (de la monture ou des miroirs hors M1)
- Maintenance ou installation des instruments au Nasmyth

Elles sont décrites dans le paragraphe dédié aux flux matériels.

3.2. Dôme

Le dôme de PROVIDENCE a pour fonction de protéger le télescope des éléments extérieurs (vent, pluie, poussière). Le dôme actuel va être remplacé dans le cadre du marché télescope pour fournir un dôme moderne beaucoup plus rapide compatible avec les performances du télescope. Un nouveau dôme avec les caractéristiques types suivantes peut être considéré :

- Vitesse de rotation : $10^\circ/s$, $4^\circ/s^2$
- 17 T
- 13.2m de diamètre extérieur

Une autre différence est le mécanisme d'ouverture du cimier. L'ancien dôme a une ouverture par translation verticale des panneaux. Le nouveau dôme a une ouverture par translation horizontale des panneaux (Cf. Figure 4).



Figure 4: Dôme actuel (à gauche) et coupole de la Cité de l'Espace à Toulouse, présentant un système d'ouverture par translation horizontale des panneaux (à droite)

Ce dôme aura aussi pour rôle d'assurer la thermalisation (contrôle des conditions de température) de la salle télescope. Un système de gestion thermique sera donc à prévoir et les interfaces entre le bâtiment et le télescope devront être définies avec précision.

3.3. Tables optiques aux foyers Coudé

La station PROVIDENCE disposera de deux foyers Nasmyth (solidaires du télescope) et au maximum de quatre foyers Coudé. Les foyers Coudé se trouvent au R+2, dans les salles sous le télescope. Un jeu de miroirs (entre 4 et 6 miroirs) renvoie le faisceau optique depuis l'un des foyers Nasmyth jusqu'aux salles Coudé. Le dernier miroir est motorisé et permet de diriger le faisceau vers l'une des quatre tables optiques accueillant chacune un instrument.

Ces tables optiques doivent être placées sur une structure solidaire du pilier stable du télescope car tout mouvement ou vibration entre le télescope et l'instrument entraîne une vibration, un déplacement du faisceau optique. Les tables optiques installées dans chaque salle Coudé sont du modèle [Thorlab T1020CH](#) ou équivalent.

La qualité des observations depuis ces foyers sera particulièrement dépendante des propriétés dynamiques de l'ensemble Télescope + pilier. Il est donc essentiel de disposer d'une maîtrise suffisante des propriétés mécaniques du pilier, en particulier en présence d'une stimulation dynamique de la part du télescope. Cette maîtrise sera garantie par une modélisation du comportement dynamique de l'ensemble télescope + pilier permettant d'évaluer depuis les basses fréquences de déplacement de points spécifiques de la structure, jusqu'à leur comportement vibratoire.

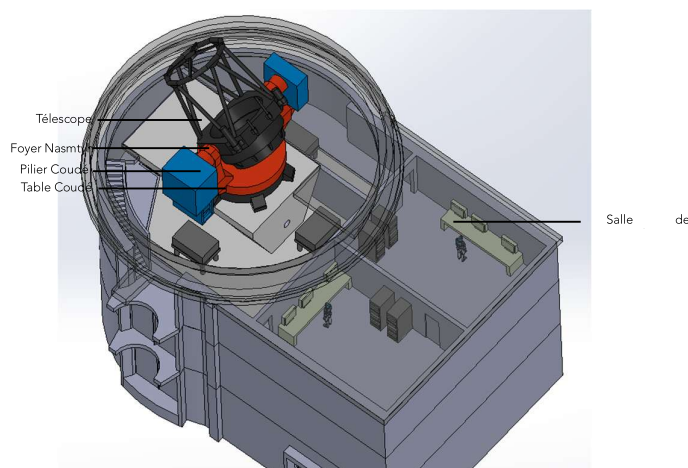


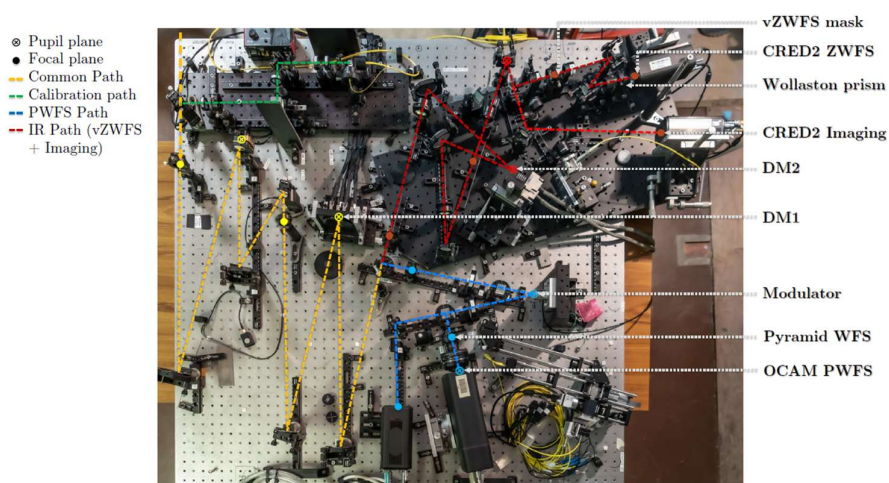
Figure 5: Représentation schématique 3D du télescope dans le bâtiment avec les emplacements des instruments Coudé et Nasmyth

3.4. Instruments

Les instruments ont une enveloppe maximum de 1.5m x 1.5m x 1.5m et un poids maximum estimé à 500kg. Chaque instrument doit pouvoir accéder au réseau d'eau refroidit, chaque salle Coudé devant être équipée d'une arrivée et d'un départ d'eau refroidie, au réseau informatique générale et/ou local, à une source d'alimentation électrique. Des réservations sont prévues pour rajouter facilement des câbles entre les instruments et les servitudes techniques et la salle de contrôle. Les instruments sont sensibles à l'empoussièrement. Dans la mesure du possible, des mesures pour limiter l'empoussièrement dans les salles instrumentales sont mises en œuvre. Les salles seront aussi isolées de la lumière extérieure afin de pouvoir les plonger dans l'obscurité totale (en évitant les éclairages de secours, led diverses etc et bien sûr les fenêtres).

Ci-dessous un exemple d'instrument typique qui pourrait être mis au Coudé. Il s'agit de l'instrument PAPHYRUS actuellement au foyer Coudé du T152.

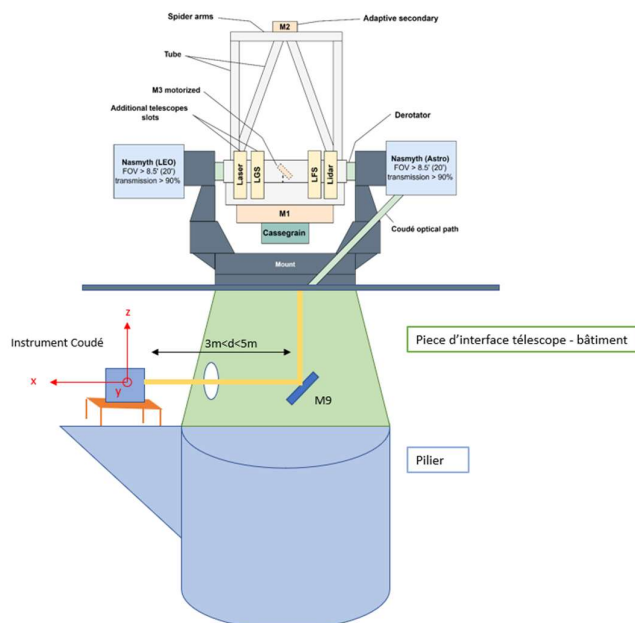
OZIRIS: the second stage of PAPHYRUS at OHP



Ci-dessous une photo vue de côté du banc installé au foyer Coudé du télescope.



Les instruments (Nasmyth et Coudé) sont sensibles aux vibrations car les déplacements relatifs entre l'axe optique du télescope et celui de l'instrument provoquent un déplacement dans le champ du capteur. Ils devront reposer sur une structure solidaire de celle qui supporte le télescope et découplée de la structure du reste du bâtiment afin de limiter les sources d'excitation mécanique en provenance en particulier des mouvements de la coupole



L'instrument sur sa table optique doit subir des déflexions minimales, dont les valeurs seront précisées dans le Programme Technique. :

3.5. Automates

Un certain nombre d'armoires électroniques et d'automates devront être positionnés à proximité des équipements (téléscope, dôme, instruments Nasmyth, Coudé). Ces automates se présentent sous forme de racks à installer dans des baies (Cf. Figure 6) ou dans des armoires. Ces baies devront être accessibles pour le personnel habilité pour la maintenance ou les interventions. Ces baies doivent être placées dans des pièces dédiées à proximité relative des instruments pour éviter les perturbations. Hormis les liaisons câblées avec les instruments ou le télescope, ces baies devront reposer sur la structure du bâtiment pour éviter de transmettre des vibrations parasites au télescope et aux instruments.



Figure 6: exemple de baie pour un instrument

Chapitre 4 : Principes généraux de fonctionnement

4. Principes généraux de fonctionnement

4.1. Entités fonctionnelles

4.1.1. Télescope

L'entité télescope comprend à la fois l'appareil scientifique et les éléments nécessaires à son fonctionnement et à son contrôle qui sont situés au sein de la coupole ou en lien direct avec cette dernière.

Ainsi, cette entité fonctionnelle regroupe les deux foyers Nasmyth instrumentés et leurs automates, l'automate du télescope, la console de pilotage manuel de la coupole et du télescope, ainsi que la ronde d'observation située autour de l'instrument.

Les exigences de sécurisation et de contrôle de la température sont cruciales au sein de cette entité.

4.1.2. Salles de Contrôle

Les salles de contrôle constituent le cœur du pilotage du télescope et permettent aux scientifiques de suivre en temps réel le déroulé des observations. Trois salles de contrôles sont créées : une dédiée au télescope, une aux instruments, et une dernière dédiée aux activités sensibles. Cette dernière bénéficie d'un traitement particulier en termes de sécurisation et de contrôle d'accès étanche du reste du bâtiment. Elle comprend un espace pour la baie de calcul spécifiquement rattachée aux données sensibles.

Une salle de réunion de 8 personnes vient compléter cet ensemble.

Un lien technique et visuel fort est nécessaire avec le télescope. Ce lien peut être réalisé par vidéo ou par la présence d'ouvertures vitrées lorsque l'agencement le permet. Salles Coudé

Les salles Coudé comprennent l'ensemble des tables optiques sur lesquelles sont installés les instruments nécessaires aux mesures scientifiques. Ces salles Coudé concentrent des contraintes techniques et architecturales fortes :

- Nécessité pour les tables optiques de se situer sur la même structure que le pilier du télescope pour des raisons de rigidité de la liaison mécanique,
- Equidistance stricte et obligatoire de l'ensemble des tables optiques avec le Foyer Coudé par rapport au faisceau central descendant du télescope.

Quatre salles Coudé sont prévues à ce jour:

- Deux salles conventionnelles comprenant chacune une table optique
- Une salle dédiée aux activités sensibles (défense et Laser) : celle-ci doit disposer d'un accès contrôlé, sécurisé par un SAS ainsi que d'un traitement de l'air spécifique permettant de limiter l'empoussièrement des instruments utilisés.
- Une salle de grande capacité permettant d'accueillir du personnel en plus grand nombre afin de travailler collectivement au réglage d'un instrument.

A la salle de grande capacité est accolé une salle d'instrumentation temporaire permettant, lors des écoles d'été rassemblant des doctorants, de travailler sur l'instrumentation en lien direct avec la salle Coudé.

Chaque table optique/instrument bénéficie de son automate, dans une salle séparée dans la mesure du possible (pour des raisons de confort sonore et de limitation de la turbulence locale) mais avec un lien direct permettant la réalisation aisée de câblages manuels. L'accès à l'automate de la salle sensible est physiquement séparé du réseau externe par sécurisé.

Un lien direct permet d'acheminer les instruments depuis l'accès principal du bâtiment, les laboratoires d'intégration optique/mécanique/électronique vers les tables optiques.

4.1.3. Laboratoires

Les laboratoires sont le lieu d'assemblage et de pré réglages des instruments optiques, qui arrivent sur site en plusieurs morceaux. Un laboratoire de mécanique et d'électronique permet d'assembler les sous-systèmes, ainsi que de réaliser de petites réparations le cas échéant. Ensuite, les sous-systèmes sont assemblés en un instrument complet au sein du laboratoire d'intégration optique. Celui-ci comprend une zone bénéficiant d'un traitement de l'air dédiée à éviter tout empoussièrisme néfaste au fonctionnement des instruments. Un lien direct permet ensuite d'acheminer les instruments jusqu'à leur positionnement final (foyers Nasmyth ou Coudé).

Les éléments constitutifs des instruments étant acheminés au sein de caisses en bois, un local permet d'assurer leur stockage durant toute la période d'usage de chaque instrument. Ceux-ci sont généralement remplacés au bout de quelques mois afin de procéder à ces nouvelles expériences scientifiques. Le stockage doit préserver l'état des caisses et cartons généralement conçus sur mesures.

4.1.4. Tertiaire

Les espaces tertiaires regroupent les locaux supports participant à la vie des scientifiques sur le site. Une salle de convivialité permet au personnel présent de se détendre et d'échanger de manière informelle. Elle est le lieu de prise de repas dans le bâtiment.

Une salle de repos est créée afin de permettre au personnel de bénéficier d'une plage de repos entre deux expériences, notamment pour les équipes mobilisées à la fois au crépuscule et à l'aube.

Ces deux salles doivent bénéficier d'un moyen d'observation des conditions atmosphériques en temps réel, afin de pouvoir ajuster le planning des observations.

Des alcôves muséales permettent de mettre en valeur des éléments scientifiques ou historique liés aux activités du site. Ils sont constitués à destination des usagers occasionnels du site (doctorants par exemple). Ces espaces muséaux doivent s'intégrer dans les espaces de circulation du bâtiment de manière à ne pas pénaliser l'utilisation de la surface disponible.

4.1.5. Servitudes Techniques

Les servitudes regroupent l'ensemble des locaux techniques liés au fonctionnement du bâtiment et au maintien des conditions permettant la réalisation des expérimentations scientifiques. Y sont inclus les locaux suivants :

- Local ménage
- Air comprimé
- Azote (stockage extérieur de faible capacité)
- Production d'eau refroidie
- Courant Fort
- Courant Faible
- Chaufferie
- Groupe Froid
- Centrale de Traitement d'Air
- Onduleur pour l'alimentation électrique d'urgence
- Stockage de matériel de maintenance

4.2. Flux et effectifs

Plusieurs flux sont différenciés au sein du programme :

Flux lumière

L'ensemble de l'opération est bâti autour de l'analyse du flux lumineux, qui doit être la priorité des concepteurs. La lumière est collectée par le miroir primaire du télescope, puis transférée par des miroirs secondaires vers les Nasmyth ou vers le sélecteur Coudé (dernier miroir – M9) qui oriente ensuite le rayon lumineux vers une des tables optiques aux foyers Coudé.

Afin de garantir une qualité optimale du flux lumineux, il est primordial que les tables optiques soient équidistantes du foyer Coudé contenant ce sélecteur Coudé (équidistance au faisceau central descendant du télescope donc à l'axe de la coupole).

Flux usagers

Le flux des usagers rassemble l'ensemble des usagers du site, disposant ou non d'autorisation spécifique lié aux activités sensibles. Il comprend ainsi l'ensemble du personnel évoluant sur site : scientifiques, personnel de

maintenance, mais également les visiteurs ponctuels. Les Personnes en Situation de handicap sont incluses dans ce flux.

Flux usagers activités sensibles (Défense)

Les usagers menant des activités sensibles (Défense) comprennent le personnel disposant d'autorisations spéciales permettant l'accès aux salles dites "sensibles" réservées à un usage lié à la Défense. Ces salles étant caractérisées par un contrôle d'accès spécifique et une modalité de fonctionnement spécifique à l'échelle du bâtiment. L'étanchéité du réseau Défense devra être garantie avec des cheminements séparés. Le réseau Défense pourra être un réseau local, déconnecté du réseau général du site de l'OHP. Toutes les réservations nécessaires devront être anticipées afin de permettre un raccordement à un réseau informatique spécifique (via une ligne internet dédiée).

Flux Matériel

Le flux matériel concerne l'acheminement du matériel, principalement scientifique, sur le site, ainsi que les opérations de maintenance lourde qui rythment la vie du bâtiment. Au sein de ce flux, on distingue ainsi plusieurs opérations de transport de matériel aux contraintes spécifiques :

Maintenance du miroir primaire et des autres miroirs

Le miroir M1, orienté vers le ciel, reçoit des dépôts (poussières, pollen, etc) qui dégradent sa qualité optique et impliquent donc un entretien périodique du miroir.

La maintenance du miroir primaire est une opération lourde, réalisée une fois tous les 18 ou 24 mois, et implique de déposer et de transférer le miroir jusque dans un atelier de maintenance ; celui-ci pouvant être situé directement sur le site de l'OHP (non arbitrée à ce jour) ou chez un prestataire extérieur.

Pour réaliser cette opération, il est envisagé de transférer le miroir depuis sa cellule jusque sur la terrasse via un cheminement horizontal. Le miroir est tout d'abord décroché du télescope et installé dans sa boîte de stockage et transport. Le miroir pourrait ensuite être déplacé vers la terrasse puis depuis cette dernière vers un véhicule de transport par le biais d'un grutage. Ce grutage devra être réalisé en parfaite sécurité et garantir à la fois l'intégrité physique du miroir et de la coupole. Le transfert du miroir à plat plutôt que sur la tranche est privilégié, car plus simple techniquement. Le bâtiment devra donc être conçu pour supporter le moyen de dépose du miroir primaire (fourni par PROVIDENCE-T). Le moyen de grutage de la terrasse jusqu'au sol sera assuré par une grue mobile acheminée pour l'occasion.

Cette opération constitue un des points de complexité majeur de l'opération bâtiminaire, le système de transfert à concevoir, en interface avec le fabricant de télescope, étant spécifique à cette opération.

Le matériel de manutention du M1 est fourni dans PROVIDENCE-T mais le bâtiment doit prévoir d'accueillir et de faire cheminer les moyens de manutention en charge.

L'ONERA anticipe un besoin de quatre personnes pour gérer cette opération de transfert, le flux de personnel doit donc être compatible avec le flux matériel lors de cette opération (encombrement, passage...) dans le bâtiment et aux abords extérieurs.

La maintenance des autres miroirs pourra suivre le même procédé, selon leurs dimensions et la difficulté de leur transfert via les circulations verticales présentes au sein du bâtiment. Une procédure et un cheminement du matériel doit être prévu dans le bâtiment avec les outils de maintenance associés fournis par PROVIDENCE-T. En particulier un moyen de levage permettant le transfert de matériel du R0 au R+2 devra permettre le transfert du niveau R0 au niveau R+2 de matériels de masse allant jusqu'à 500 kg. La solution envisagée pourrait être un palan intérieur au bâtiment ou un monte-charge.

Acheminement des bancs Nasmyth vers le télescope

L'acheminement des bancs Nasmyth devant être fixés sur le télescope est également une opération de maintenance relativement lourde, ces instruments pesant jusqu'à 500 kg et mesurant jusque 1.5m3. La complexité de ce flux résidant dans le transfert vertical depuis le palier technique jusqu'à leur fixation au télescope.

Le flux Nasmyth débute par leur arrivée en pièces détachées au sein de caisses en bois depuis la zone de déchargement vers les différents ateliers où l'instrument sera assemblé et pré réglé.

Au stade de la programmation, il est envisagé de recourir à un palan intérieur ou un monte-charge permettant le transfert jusqu'au niveau R+2, le transfert R+2 vers la zone dôme et télescope étant assuré par un moyen fourni par le fabricant de télescope et probablement solidaire du dôme. Ces moyens de levage devront garantir la maniabilité de l'instrument pour permettre sa fixation et son réglage, tout en garantissant la sécurité du matériel et des usagers.

Il est envisagé un changement des bancs Nasmyth au bout de plusieurs mois d'utilisation, afin de cadrer avec la planification des différentes mesures scientifiques. Cette opération est donc régulière. L'opération de retrait suit le cheminement inverse de l'opération de montage.

Acheminement des instruments vers les salles Coudé

De manière similaire aux bancs Nasmyth, les instruments positionnés sur les tables optiques des salles Coudé arrivent via la zone de déchargement dans des caisses en bois, sont assemblés dans les ateliers, puis acheminés à l'étage des salles coudées par le palan intérieur. Ils sont ensuite positionnés via des chariots roulants sur les tables optiques pour leur réglage final. Les tables optiques pourraient-elles mêmes être amenées à être déplacées.

La fréquence de remplacement de chaque instrument est similaire à celle prévue pour les instruments présents aux foyers Nasmyth.

Acheminement des automates

Les automates suivent le même parcours que les instruments, mais jusque dans les salles qui leur sont dédiées.

Autres flux matériels

Le flux matériel représenté comprend aussi l'ensemble des flux dédiés à la maintenance des servitudes techniques du bâtiment, mais également du télescope (moteurs notamment). Les besoins en maintenance sont détaillés dans le Programme Technique.

A noter que les concepteurs devront également prendre en compte les flux initiaux d'acheminement :

- du télescope
- de la coupole
- des tables optiques

Effectifs présents sur site

Une équipe d'observation, liée à un instrument, est généralement composée de quatre personnes dont :

- un analyste de données
- un opérateur de télescope
- Eventuellement un opérateur instrument / expert instrument

Néanmoins, la plateforme sera conçue pour permettre la réalisation d'observations mobilisant une seule personne sur site, voire totalement automatisée et pilotée à distance. Dans ce cas précis, la circulation dans le bâtiment devra permettre la réalisation d'une ronde autorisant le contrôle à distance. Plusieurs observations peuvent être réalisées sur une même nuit, les équipes travaillant sur les créneaux de crépuscule et aurore étant généralement différentes de celles réalisant des observations en pleine nuit. Le site doit donc être prévu pour accueillir plusieurs équipes en simultané.

Par ailleurs, lors de journées spécifiques, le CNRS et l'ONERA peuvent accueillir des groupes de 30 à 40 étudiants pour la réalisation de Travaux Pratiques (TP) sur le site de l'OHP. Ces étudiants étant répartis sur les différentes installations du site (3 à 4 TP en simultané), un maximum de 15 étudiants est accueilli en simultané sur le bâtiment du projet.

4.3. Référentiels structurels

La stabilité et l'absence de vibration sont des éléments clés de la qualité d'observation du flux lumineux. La moindre vibration du pilier entraîne une erreur dans la direction pointée par le télescope ou entre les tables optiques Coudé et le télescope et diminue ainsi la qualité des images obtenues, nuisant à la qualité de la recherche menée au sein du site. Afin de garantir à la fois la qualité de pointage et de tracking du télescope et la stabilité de l'ensemble télescope-tables optiques, il est prévu de réaliser deux structures totalement indépendantes l'une de l'autre au sein de ce projet. L'objectif étant d'éviter que les mouvements propres du télescope lors des opérations de poursuite ne génèrent des vibrations du pilier et de l'axe optique ou que les vibrations induites par le fonctionnement du bâtiment (Système d'eau refroidit, compresseur d'air ou ventilateurs des baies informatiques par exemple) n'interfèrent avec les mesures scientifiques.

Les comportements dynamiques et vibratoires du pilier devront être maîtrisés de façon suffisante pour éviter que la réponse dynamique de l'ensemble télescope + pilier ne compromette la qualité des observations effectuées depuis les différents moyens.

Il est ainsi prévu de réaliser une structure commune soutenant le télescope et les tables optiques, désolidarisée du reste du bâtiment. Ces deux structures indépendantes (pilier vs bâtiment) constituant deux référentiels structurels différents et matérialisés dans le schéma fonctionnel par deux couleurs différentes.

4.4. Modalités de fonctionnement

Trois modalités de fonctionnement sont définies pour le bâtiment à moderniser, dépendant des modalités d'usage des équipements scientifiques :

- Un fonctionnement dédié aux activités sensibles (en mode « Défense ») qui correspond à l'usage du bâtiment pour des opérations liées au secteur de la défense et qui nécessite une confidentialité particulière ;
- Un fonctionnement en mode « Pilotage à distance » qui doit permettre à l'ONERA de piloter le télescope depuis un autre site, sans intervention de personnel scientifique sur place ;
- Un fonctionnement courant, qui rassemble l'ensemble des cas d'usage du télescope n'appartenant pas aux deux modalités précédentes : mesures scientifiques, maintenance courante, visites...

Chapitre 5 : Enjeux techniques et architecturaux principaux

5. Enjeux techniques et architecturaux principaux

5.1. Enjeux structurels

L'enjeu structurel est majeur au sein du projet. Il s'agit de garantir des conditions de fonctionnement du télescope permettant la réalisation d'observations d'une qualité optimale. En premier lieu, la structure qui soutient le télescope et les tables optiques doit être d'une grande rigidité. Le premier mode de résonnance du pilier portant un télescope allant jusqu'à 42 tonnes doit être supérieur à 10 Hz, et l'atteinte d'une fréquence de 15 Hz serait optimum. L'amplitude des déplacements résiduels doit rester faible par rapport aux exigences de stabilité du faisceau imposées par les équipements scientifiques.

Cette structure doit également supporter les tables optiques, avec la contrainte supplémentaire et non moins importante de limiter le déplacement de ces tables lors des sollicitations du pilier liées au mouvement du télescope.

En phase de préprogrammation, de premières valeurs concernant la tolérance aux mouvements structurels résiduels ont été calculées par l'ONERA et sont présentées ci-dessous. Elles seront affinées dans le Programme Technique mais constituent des ordres de grandeurs permettant aux concepteurs de comprendre le niveau d'exigence du projet.

Mode de déformation globale

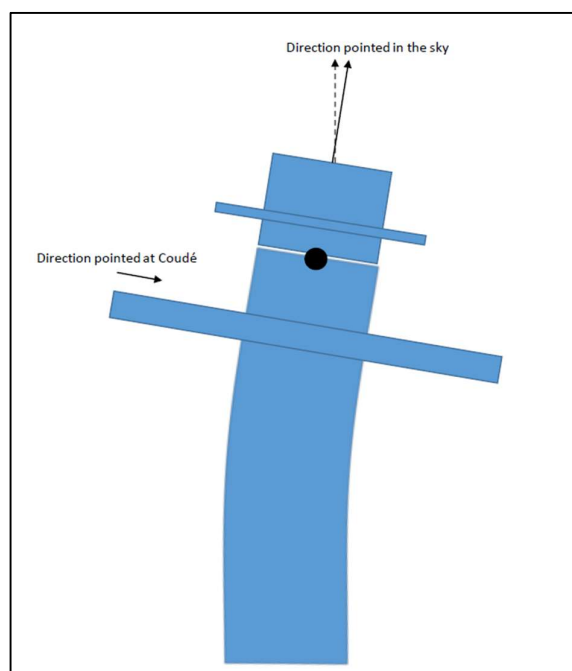


Schéma d'une déformation globale du pilier

L'écart type de la ligne de visée dans une bande de fréquence temporelle donnée doit être borné par :

Bandes de fréquence (Hz)			
Bande	f_lo (Hz)	f_hi (Hz)	Ecart type tilt (μrad)
0–10	0	10	2,57
10–100	10	100	0,16
100–1000	100	1000	0,01
1000–∞	1000		0,00

Tableau indicatif des tolérances en termes d'écart type sur la ligne de visée – valeur à affiner dans le Programme Technique

Mode différentiel

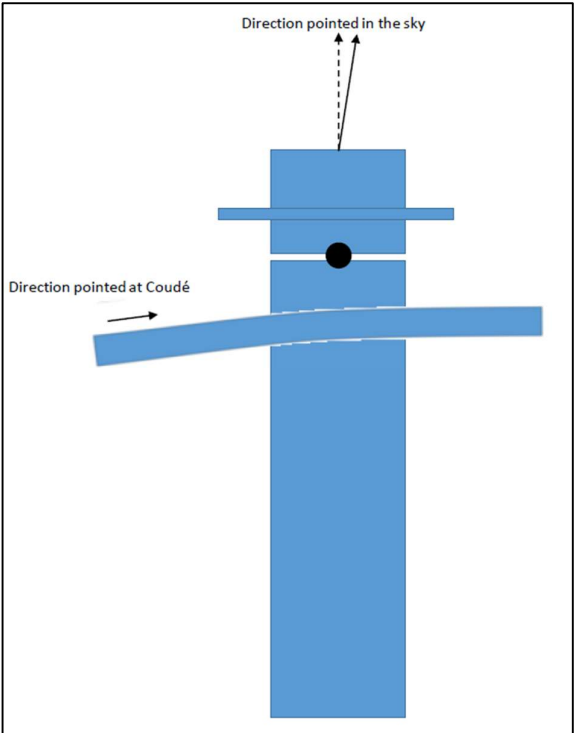


Schéma d'une déformation différentielle de la structure soutenant les tables Coudé par rapport au pilier

L'écart type de la ligne de visée dans une bande de fréquence temporelle donnée doit être borné par :

Bandes de fréquence (Hz)			
Bande	f_lo (Hz)	f_hi (Hz)	Ecart type tilt (μrad)
0–10	0	10	0,8500
10–100	10	100	0,0500
100–1000	100	1000	0,0020
1000–∞	1000		0,0001

Tableau indicatif des tolérances en termes d'écart type sur la ligne de visée – valeur à affiner dans le Programme Technique

Autres enjeux structurels

Afin de supprimer toute interférence des activités ayant lieu au sein du bâtiment sur le télescope et les tables optiques, deux structures totalement désolidarisées sont nécessaires. Ainsi, en dehors du télescope et des tables optiques, tous les autres éléments seront portés par une deuxième structure. Deux référentiels structurels distincts sont ainsi créés.

Enfin, les équipements doivent être parfaitement protégés du risque sismique. Les éventuelles secousses ne doivent engendrer aucun risque pour l'intégrité physique du matériel, ni générer le moindre dysfonctionnement.

Exigences calculatoires

Au regard des contraintes imposées en termes de structure, des notes de calculs détaillées seront exigées de la part des concepteurs réalisateurs.

Elles devront inclure des modélisations aux éléments finis, des calculs de la réponse structurelle vis-à-vis de charges dynamique et d'évolutions temporelles de ces charges.

5.2. Complexité des interfaces

Le projet PROVIDENCE-B est intimement lié au projet PROVIDENCE-T qui vise à choisir le télescope qui sera utilisé par l'ONERA. La définition des spécifications techniques détaillées du télescope se fera en cours de la consultation liée à la conception du bâtiment.

La gestion des interfaces entre le bâtiment et les équipements scientifiques est un enjeu complexe et central du projet. Elles concernent plusieurs volets techniques et devront faire l'objet d'un dialogue permanent entre les concepteurs-réalisateur et les fabricants de télescope via la maîtrise d'ouvrage.

L'interface entre le télescope et la structure, la gestion de la température dans la coupole, la conception des flux de maintenance des miroirs, l'acheminement des bancs aux foyers Nasmyth et leur fixation, le branchement des différents instruments sont autant de sujets sur lesquels des limites de prestation doivent être gérées de manière parfaitement coordonnée.

5.3. Sécurisation des activités défense

La sécurisation des activités liées à la défense doit être assurée à la fois d'un point de vue architectural et fonctionnel, mais également technique. Les contrôles d'accès doivent être précis afin de permettre des restrictions le cas échéant. La protection des données informatiques est une exigence forte des activités de défense qui doit être traitée avec minutie par les équipes de conception. Une étanchéité des flux et des réseaux est exigée entre les zones sensibles et le reste du bâtiment.

5.4. Valoriser le patrimoine existant

Le bâtiment existant témoigne d'une architecture caractéristique d'un équipement scientifique et fait partie intégrante du patrimoine local. Des rencontres avec les acteurs locaux (ABF, Parc Naturel Régional...) ont permis d'identifier le respect de ce patrimoine et sa préservation comme un des impératifs du projet. En particulier, l'écriture architecturale et la matérialité devront s'inscrire dans la continuité de l'existant.

5.5. Maîtriser le planning pour permettre l'observation d'Apophis en 2029

La maîtrise calendaire est un des défis majeurs de ce projet. L'observation de l'astéroïde Apophis le 13 avril 2029 constitue un événement immanquable pour atteindre les objectifs scientifiques du projet. Or, cette observation nécessite que le bâtiment soit mis en service et que tous les réglages du télescope et des différents instruments aient été réalisés en amont. La rapidité et l'efficacité d'exécution des études et des travaux sont donc des éléments clés de la réussite du projet. Le respect des jalons de rencontre entre le bâtiment et l'équipement permettra de garantir les conditions nécessaires à la bonne réalisation des observations prévues au printemps 2029.

Les travaux nécessaires à l'installation du télescope doivent ainsi être terminés pour juin 2028. Les travaux secondaires pouvant être réalisés en parallèle des réglages initiaux du télescope doivent eux être finalisés pour fin octobre 2028.

5.6. Pilotage du télescope à distance

La possibilité de piloter les instruments à distance (par exemple depuis Paris) est un des objectifs techniques du projet. Le bâtiment doit donc être conçu de manière à permettre ce fonctionnement autonome sans risque au niveau de la sécurité des installations. Une ronde de vérification reste prévue afin de valider le lancement du pilotage à distance.

Glossaire

6. Glossaire

AMO :	Assistant du Maître d'Ouvrage
APS :	AVANT PROJET SOMMAIRE
APD :	AVANT PROJET DEFINITIF
BC ou CT :	BUREAU DE CONTRÔLE/ CONTRÔLE TECHNIQUE -
CFO :	Courant Fort
Cfa :	Courant Faible
DCE :	DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES -
ECS :	Eau Chaude Sanitaire
ESQ :	ESQUISSE - en phase concours, les candidats remettent un plan projet
MOA :	Maîtrise d'Ouvrage
MOE :	Maîtrise d'œuvre
OHP :	Observatoire de Haute Provence
ONERA :	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
OPC :	ORDONNANCEMENT PILOTAGE et COORDINATION -.
OPR :	OPERATION DE RECEPTION
PC :	PERMIS DE CONSTRUIRE
PLU :	Plan Local d'urbanisme
PRO :	PROJET -
PSE :	Prestation Supplémentaire Eventuelle
PSH :	Personnes en Situation de Handicap
SPS :	SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE -
VISA	SUPERVISION DE LA PHASE EXECUTION
ZRR :	Zone à Régime Restrictif