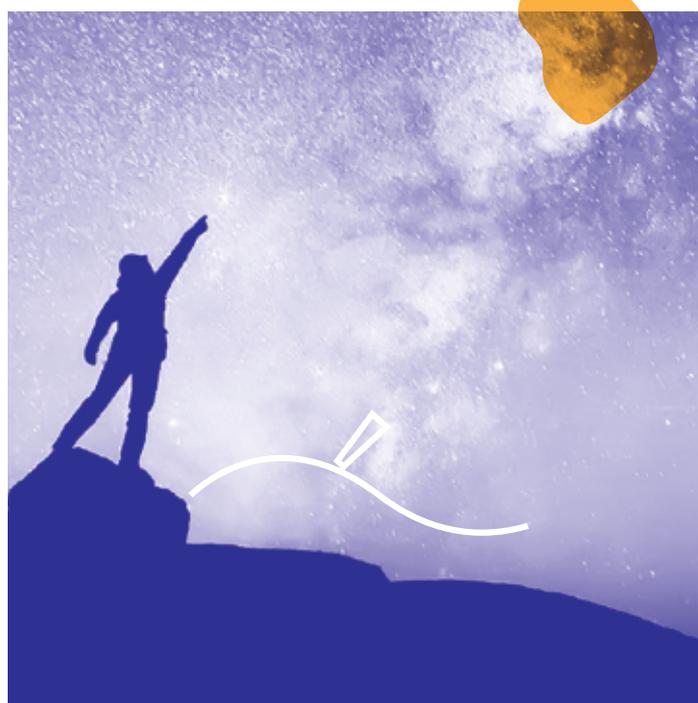
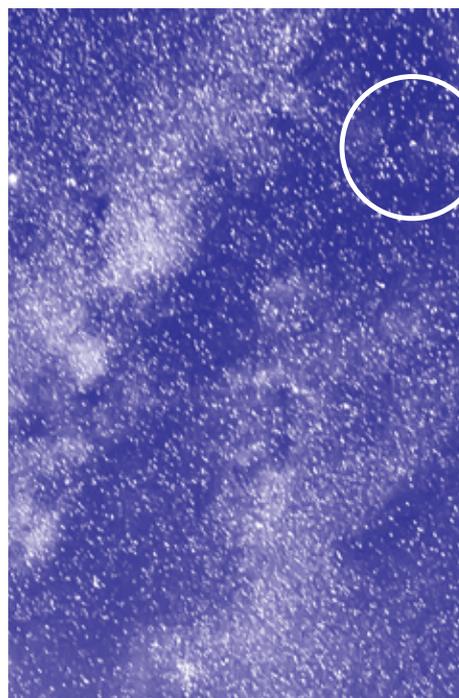




**UN OBSERVATOIRE
D'ASTRONOMIE
EN HAUTE-VIENNE**

SOMMAIRE

3	Résumé
4	° L'astronomie d'amateur
6	°° Le département de la Haute-vienne : un espace privilégié
7	× Une pollution lumineuse réduite
9	× Ensoleillement et températures
10	°°° Le projet d'observatoire
11	× L'observatoire
11	a. un télescope sous coupole
12	b. une plateforme d'observation
13	c. un planétarium
14	× Réduire la pollution lumineuse
15	°°°° Modèle économique
16	Conclusions



ANNEXES

18	Index de qualité du ciel
19	Esquisses de l'Observatoire
21	Coûts prévisionnels de construction

Ce projet vise à renforcer l'attractivité du nord du département de la Haute Vienne, par la création d'une zone d'observation privilégiée destinée à la pratique de l'astronomie et l'installation d'un observatoire. Il a comme objectifs principaux :

- × Favoriser la pratique de l'astronomie pour les amateurs régionaux et nationaux en leur fournissant des équipements appropriés sur un site déjà bien classé au plan national du point de vue de la pollution lumineuse
- × Fournir un cadre scientifique et éducatif approprié permettant aux lycéens et aux étudiants de pratiquer les sciences de l'astronomie de façon concrète
- × Renforcer l'attrait touristique du Département de la Haute Vienne en offrant, sur un site protégé, la possibilité d'organiser des stages d'initiation à l'astronomie
- × Réduire la pollution lumineuse, préserver l'environnement nocturne, et contribuer ainsi à répondre aux ambitions de l'agenda 21
- × Créer un lieu de rencontre grand public de découverte et de partage des connaissances sur le thème de la découverte et l'exploration de l'univers

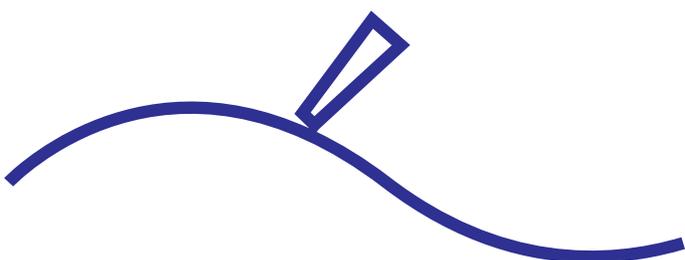


Le projet s'appuie sur quatre programmes :

- × la mise en place d'un observatoire, équipé d'une coupole abritant un télescope utilisable sur place et à distance par internet,
- × l'aménagement d'une plateforme entourant le bâtiment permettant la mise en œuvre de télescopes amateurs et l'organisation de soirées dédiées au public,
- × l'installation d'un planétarium d'une capacité d'accueil d'environ 30 personnes, intégré à l'observatoire,
- × l'élaboration d'un plan de réduction de la pollution lumineuse sur la zone et les communes environnantes, avec le bénéfice d'une baisse significative des dépenses d'éclairage public et la préservation de l'environnement nocturne

Après la présentation du contexte de l'astronomie d'amateur, ce document décrit les atouts techniques de la commune de Peyrilhac, prise ici comme exemple, pour la réalisation d'une telle initiative, développe le contenu du projet, et aborde les aspects économiques.

Résumé



L'astro- nomie d'amateur

L'astronomie d'amateur est une activité de loisir et d'enrichissement des connaissances assez répandue en Europe et particulièrement en France. Actuellement environ 900 clubs sont répertoriés et on estime entre 50 000 et 70 000 le nombre de personnes auxquelles on peut attribuer le qualificatif d'astronome amateur.



La quasi-totalité de ces amateurs observe le ciel avec un instrument d'optique approprié, lunette ou télescope, et se livre essentiellement à l'une ou à l'ensemble des activités suivantes :

- × L'observation des objets du ciel (planètes, amas d'étoiles, galaxies, etc.),
- × La photographie de ces objets, discipline qui, grâce au développement des technologies numériques et informatiques, permet d'obtenir des résultats de très haut niveau avec le budget d'un amateur.
- × L'observation scientifique et la mesure précise de phénomènes (étoiles variables, mesure des transits d'exo planètes, mesure spectrale de la lumière venant des étoiles, etc.)

Pour cette dernière pratique, des collaborations entre professionnels et amateurs (programmes PROAM) se sont mises en place et ont tendance à se développer. On peut d'ailleurs noter que l'astronomie est sans doute la seule science qui permette un échange aussi fructueux entre amateurs et professionnels.

Les amateurs sont souvent à la recherche de zones non polluées par l'éclairage artificiel, allant parfois bien au-delà de nos frontières, et dans l'idéal d'installations pratiques disposant d'une alimentation électrique. Ils souhaitent aussi, pour certains, accéder à des télescopes de plus grands diamètres que l'on ne trouve que sur des installations fixes.

Depuis quelques années se développe la pratique des stages d'astronomie qui permettent de se perfectionner dans une branche spécifique de cette activité. Ces stages vont au-delà du réseau d'amateurs et, pour la plupart d'entre eux, s'adressent aux néophytes, jeunes ou plus âgés, tentés par l'observation du ciel avec un instrument. L'Association Française d'Astronomie a d'ailleurs récemment mis en place un programme à niveaux, sanctionné par l'obtention d'une étoile à chaque étape franchie. D'autres organismes, (comme La Ferme des Etoiles, dans le Gers), se sont spécialisés avec succès dans l'organisation de stages dans tous les domaines de l'astronomie.



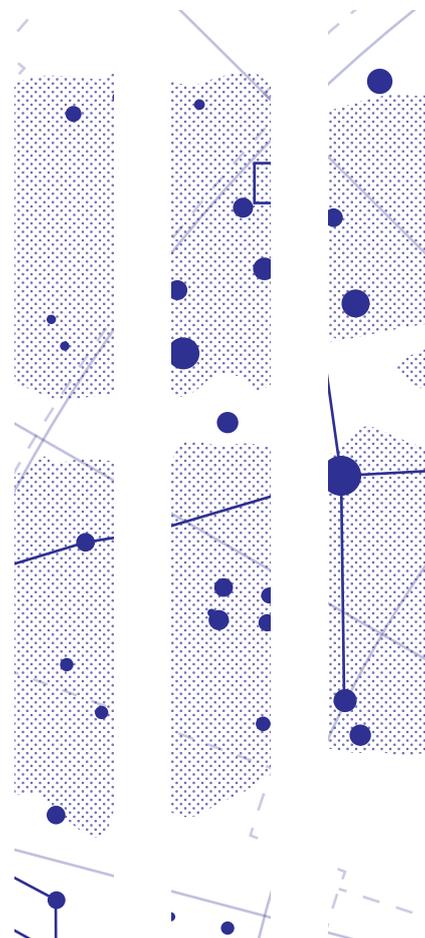
Sur le plan pédagogique, l'astronomie permet aux lycéens et aux étudiants de s'initier aux sciences et à la méthode expérimentale par la réalisation d'observations et de mesures dont les résultats sont comparés. Dans le cadre des TPE (Travaux Personnels Encadrés pour les lycéens) ou des TIPE (Travaux d'Intérêt Personnel Encadrés pour les étudiants en préparation aux concours d'entrée aux grandes écoles), le thème de l'astronomie est souvent choisi par les jeunes.

Sur le Département de la Haute-Vienne, deux associations d'astronomie de réputation et de notoriété nationale portent aujourd'hui ce projet :

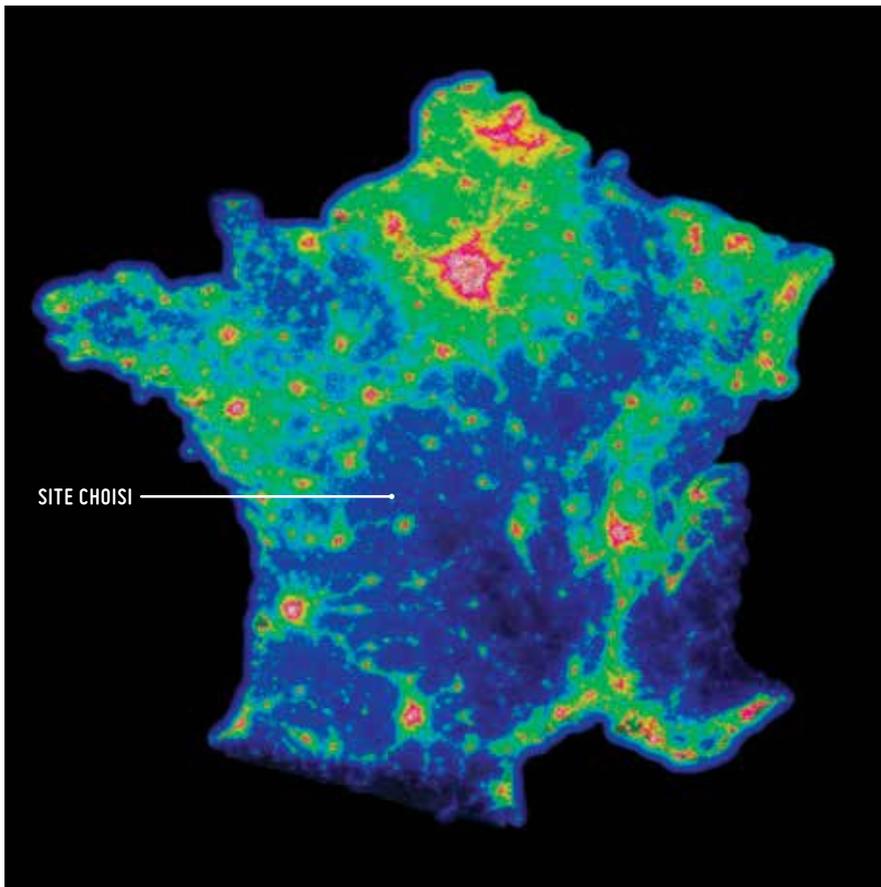
- × La Société d'Astronomie Populaire de Limoges (SAPL - <http://saplimoges.fr/>), représentant régional de la Société Astronomique de France (SAF - <http://saf-astronomie.fr>). Créée en 1974, avec aujourd'hui 69 adhérents dont 5 personnes morales, la SAPL bénéficie dans ce domaine d'une expérience unique pour la région.
- × L'Association pour la Découverte de l'Atmosphère et de l'ESpace (ADAES <http://adaeslimoges.fr>), membre de l'Association Française d'Astronomie (AFA <https://www.afastronomie.fr>), créée en 1994, comptant une cinquantaine de membres, et intervenant sur le Limousin.

Ces deux associations sont membres de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (<https://www.anpcen.fr/>), association agréée par le Ministère de la transition écologique et solidaire pour la protection de l'environnement.

Le Département de la Haute-Vienne : un espace privilegié.



01



01: Carte pollution lumineuse France (source AVEX)

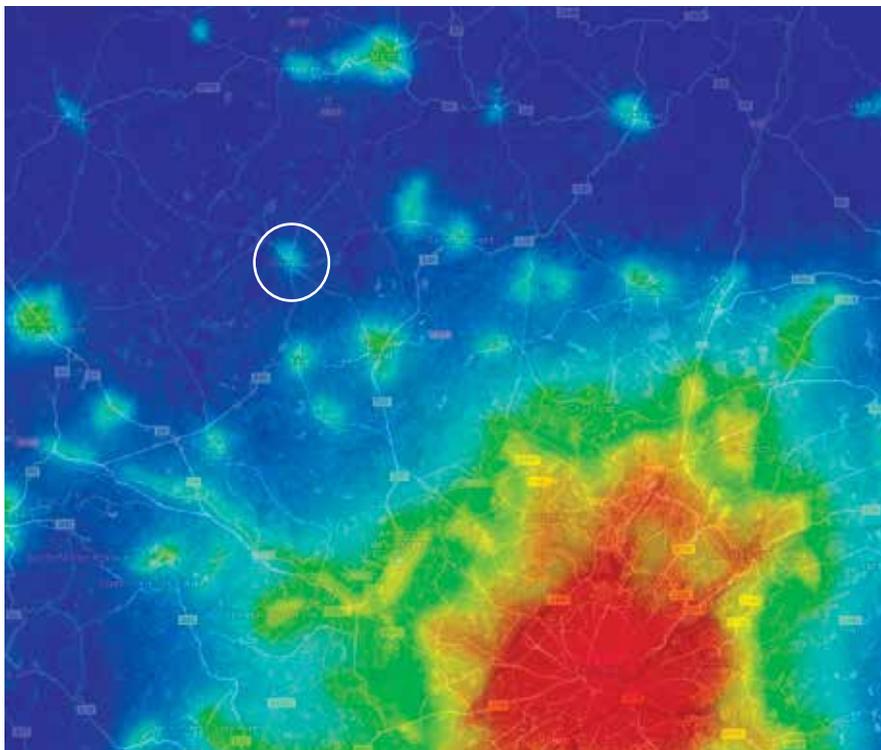
02: Carte pollution lumineuse Peyrilhac et ses environs (source AVEX)

03: Index de Pollution lumineuse à Peyrilhac



UNE POLLUTION LUMINEUSE RÉDUITE

02



03



L'histoire du développement économique de la Haute-Vienne, avec sa faible densité de population, une capitale de taille humaine et une présence industrielle modérée, a eu pour conséquence positive de préserver ce territoire, facilement accessible, d'une forte pollution lumineuse. A contrario, beaucoup de régions françaises ont vu leur ciel « disparaître » au fur et à mesure de leur industrialisation et du développement excessif de l'éclairage public.

Sur l'index de pollution lumineuse fourni par l'Avex (Association d'Astronomie du Vexin), notre département, dans ses nombreux espaces les plus épargnés, se situe d'emblée sur le haut de l'échelle.

À titre d'exemple, la qualité du ciel nocturne mesurée sur le terrain occupé actuellement à Peyrilhac par la SAPL a donné un SQM (Sky Quality Meter) de 21, classant ainsi le site visé dans la catégorie "très bon ciel" (cf. Annexe 1).

Par ailleurs, cette commune a l'avantage d'une bonne proximité géographique avec le chef-lieu de la Haute-Vienne, et, située comme la ville de Limoges à une altitude d'environ 300 mètres, elle est cependant bien protégée des lumières directes de la capitale limousine par une colline transversale de 400m d'altitude.

D'autres communes situées sur la périphérie Est de Limoges, jouissent de conditions tout aussi exceptionnelles grâce à leur altitude (jusqu'à 450m) et leur très faible pollution lumineuse dans les directions privilégiées d'observation (Nord-Est-Sud) c'est-à-dire à l'opposé de l'agglomération de Limoges.



D4: Zone d'implantation projetée



Ligne de crête à 400 mètres

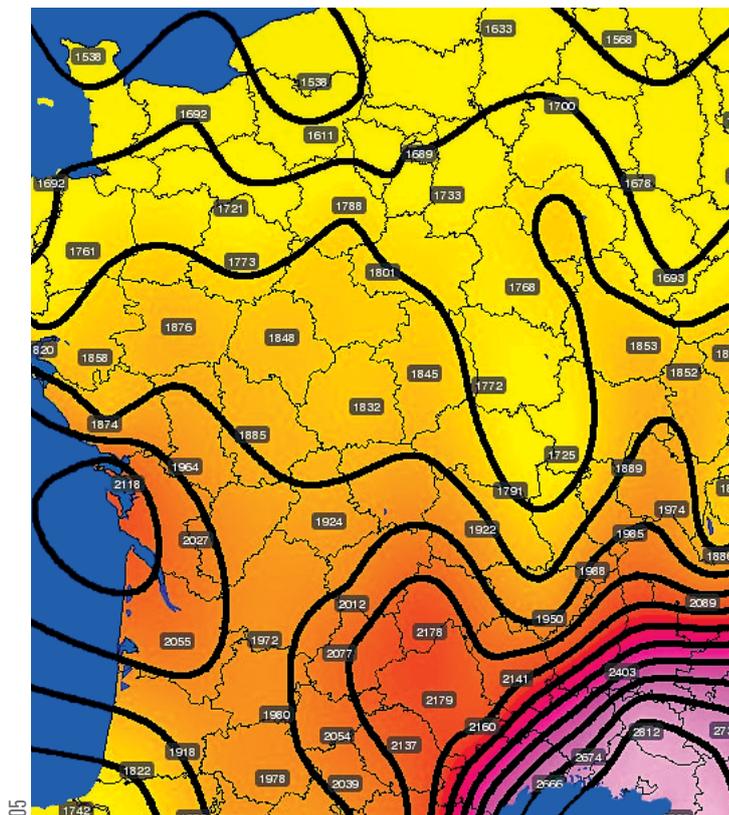


UN ENSOLEILLEMENT ET DES TEMPÉRATURES SATISFAISANTS

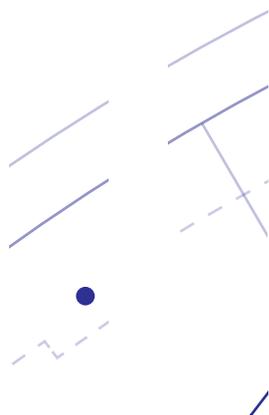
Contrairement à une perception négative assez répandue, l'ensoleillement de la Haute-Vienne se situe au-dessus de la moyenne nationale, avec 1924 heures de soleil par an pour une moyenne de 1877 heures pour toute la France. Ainsi sur les 94 départements métropolitains (hors Corse), 53 bénéficient de moins d'ensoleillement, tandis que 12 se situent dans la moyenne de la Haute Vienne. Seuls 29 départements sont dans une situation plus privilégiées, avec cependant parfois des pics de chaleur pénalisants (cf. ci-dessous carte ensoleillement).

En effet les températures plutôt douces de la Haute Vienne représentent plus un atout qu'un inconvénient, les fortes chaleurs dégradant considérablement la qualité des observations en raison des fortes turbulences atmosphériques qu'elles provoquent. Aujourd'hui, la plupart des sites d'observations, surtout les plus anciens, se situent soit dans une zone affectée par la pollution lumineuse, soit sont soumis à des températures excessives ou alors ne bénéficient pas de conditions météorologiques très favorables. Évidemment certains observatoires, très peu nombreux, restent privilégiés (Pic du Midi).

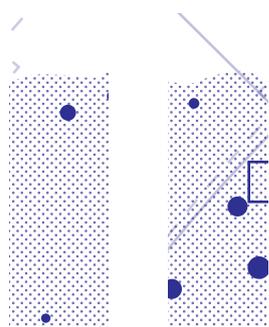
05: Ensoleillement moyen annuel
Relevé 1981- 2010
(Source Météo Passion)



Sur la base et la combinaison des critères, pollution lumineuse -température - ensoleillement - proximité de la métropole, ce département se positionne donc très favorablement.



Le projet d'observatoire



Le projet proposé s'articule autour de deux axes :

- × La construction d'un observatoire de taille raisonnable (complété de plateformes extérieures destinées à l'installation temporaire d'instruments et d'un planétarium d'appoint) permettant la pratique dans de bonnes conditions de l'astronomie d'amateur, et de l'astrophotographie sur site ou à distance.
- × La mise en œuvre, en collaboration avec les collectivités locales et l'ANPCEN, d'un plan de réduction de la pollution lumineuse permettant de protéger à la fois la zone d'observation et l'environnement nocturne.

Même si la mise en œuvre de l'ensemble peut se faire en tout ou partie, ou par étapes, seule la réalisation globale du projet aboutira à une cohérence, à savoir la création d'une zone d'observation quasi unique en France, tout en contribuant à la protection de l'environnement nocturne.

L'ensemble renforcera l'attractivité touristique de notre territoire, et pourra éventuellement permettre à terme de générer une économie locale autour des stages d'astronomie, ou de soirées d'observation privées permettant ainsi de couvrir les frais de fonctionnement de l'ensemble.



L'OBSERVATOIRE X

06: Installation type,
Observatoire de Blois
en Sologne

a. UN TÉLESCOPE SOUS COUPOLE

Ce programme propose de faire construire un observatoire doté d'une coupole de 3,50 mètres de diamètre, abritant un télescope de 40 à 60cm de diamètre, porté sur une monture motorisée automatique dite équatoriale. Le choix du diamètre du télescope, de 40 à 60 centimètres, est soutenu d'une part par la volonté de sortir des instruments traditionnels des amateurs (jusqu'à 35 centimètres) pour disposer d'une offre plus attractive et plus rare, et d'autre part de limiter le coût d'un équipement qui, au-delà de 60 cm, grimpe de manière exponentielle et disproportionnée par rapport aux bénéfices supplémentaires que l'on en retire.

Pour des raisons pratiques d'utilisation, cet instrument sera entièrement automatisé et utilisable à distance. Les commandes de contrôle comme les écrans de visualisation seront déportés dans la partie latérale du bâtiment. De fait le télescope pourra aussi être mis en service et utilisé à distance à partir d'une connexion internet classique. Cette fonctionnalité, aujourd'hui de plus en plus répandue, permet de proposer une offre d'observation bien au-delà du plan local, et de l'étendre en fait au monde entier.

Les coûts estimés bruts (construction du bâtiment, télescope et instruments d'observation et de pilotage) sont résumés ci-dessous, en fonction du diamètre choisi, et plus détaillés dans l'annexe 2 :

Télescope 400	1 52 269 €
Télescope 500	1 75 250 €
Télescope 600	2 19 107 €



06

Ce télescope pourrait être utilisé par :

- × La SAPL, l'ADAES pour leurs adhérents et les élèves /étudiants que l'association accompagne dans le cadre des TIP et TIPE
- × le grand public, sous encadrement, à l'occasion de manifestations publiques d'astronomie
- × des encadrants spécialisés ou structures organisant des stages d'astronomie
- × les amateurs expérimentés
- × les enseignants désireux d'initier leurs élèves/étudiants aux sciences expérimentales dans le domaine de l'astronomie
- × les astronomes professionnels souhaitant mener des observations dans le cadre de leurs travaux de recherche ou d'étude
- × les laboratoires publics ou privés travaillant dans le domaine de l'optique ou de l'optoélectronique ayant besoin de tester leurs solutions, ou d'effectuer des mesures
- × les universitaires conduisant des programmes de recherches techniques ou scientifiques

Enfin il offre la possibilité pour les communes d'organiser des soirées à thème sur l'astronomie, avec projection en direct dans leurs locaux communaux, d'événements astronomiques d'intérêts (planètes, comètes, etc.)

Un modèle économique des conditions d'accès au télescope, comme une organisation de planification et de gestion des temps d'utilisation du télescope seront définis ultérieurement.

b. UNE PLATEFORME D'OBSERVATION

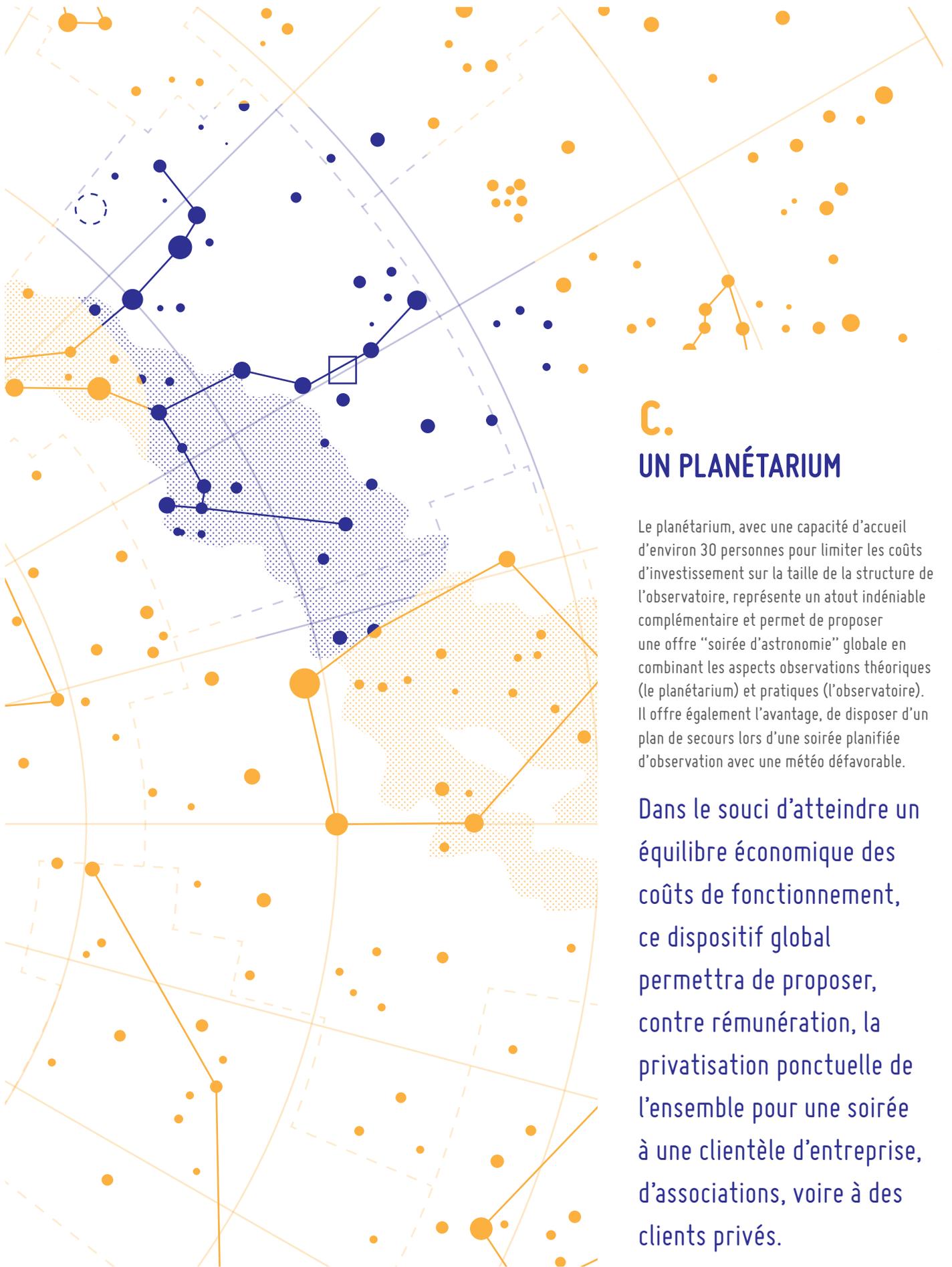
Cette plateforme, de coût très modeste, consiste à installer autour du bâtiment principal, une surface en dur de quelques dizaines de mètres carrés, ou plusieurs plus réduites, avec une alimentation électrique. Elle permet l'installation ponctuelle de télescopes dans de bonnes conditions et améliore ainsi considérablement l'attractivité du site pour les astronomes amateurs.

Elle offre aussi l'avantage, lors de manifestations publiques sur le site, de combiner le télescope sous coupole avec les instruments d'amateurs et de proposer ainsi un programme varié, permettant de passer d'une observation à l'autre avec une assez bonne fluidité et de répondre correctement à la demande d'un public étendu.



07: Plateforme type –
Observatoire Blois
en Sologne

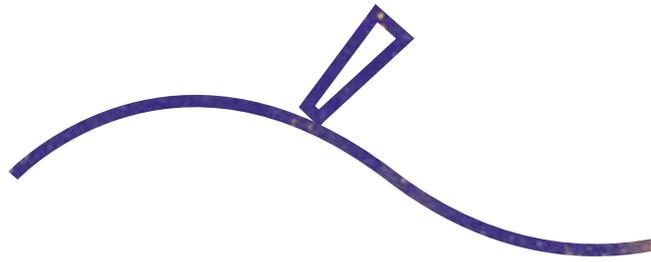




C. UN PLANÉTIARIUM

Le planétarium, avec une capacité d'accueil d'environ 30 personnes pour limiter les coûts d'investissement sur la taille de la structure de l'observatoire, représente un atout indéniable complémentaire et permet de proposer une offre "soirée d'astronomie" globale en combinant les aspects observations théoriques (le planétarium) et pratiques (l'observatoire). Il offre également l'avantage, de disposer d'un plan de secours lors d'une soirée planifiée d'observation avec une météo défavorable.

Dans le souci d'atteindre un équilibre économique des coûts de fonctionnement, ce dispositif global permettra de proposer, contre rémunération, la privatisation ponctuelle de l'ensemble pour une soirée à une clientèle d'entreprise, d'associations, voire à des clients privés.

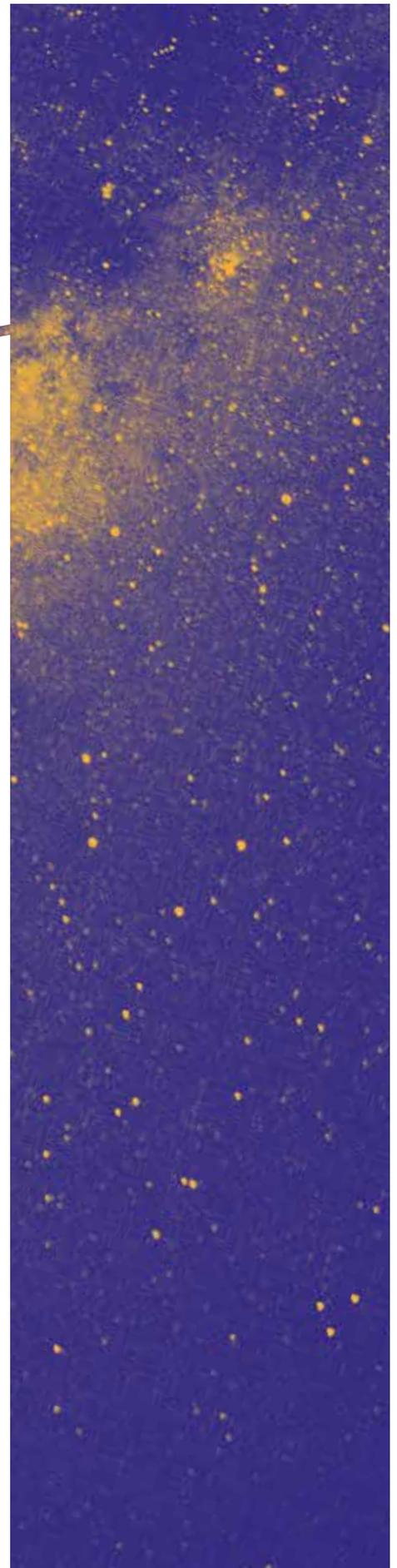


RÉDUIRE LA POLLUTION LUMINEUSE

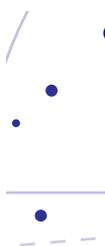
La mise en place d'un programme de réduction de la pollution lumineuse, sur un périmètre géographique qui reste à définir, est la touche finale qui donne au projet dans son ensemble toute sa cohérence. Elle permet d'une part de préserver la qualité d'observation du site et d'autre part d'assurer sa pérennité.

Ces travaux de réduction de pollution lumineuse pouvant être menés entre les différentes communes associées au projet, bien sûr dans la limite des possibilités et des contraintes locales, outre qu'ils peuvent générer de substantielles économies d'énergie, permettent également de labelliser les communes participantes (concours national Villes et Villages Etoilés <http://villes-et-villages-etoiles.fr/>) et contribuent ainsi à renforcer l'attractivité de notre territoire.

Ces efforts renforceront également l'image de responsabilité environnementale du département.



Modèle économique



Sur la partie investissement, parallèlement à l'appui nécessaire des collectivités territoriales, les porteurs du projet lanceront d'une part une campagne de financement participatif pour toucher le grand public, et solliciteront par ailleurs les entreprises de la région comme toutes les structures privées susceptibles d'accompagner la mise en œuvre de l'observatoire.

Les frais de fonctionnement annuels s'estiment ainsi :

Électricité (chauffage, éclairage)	3 500€
Téléphonie	600€
Divers	1 000€
Maintenance	1 000€
Total	6 100€

Pour les recettes, à minima, on trouve :

Location télescope à distance (50heures x 40€)	2 000€
Privatisation soirée observation (500€/soirée x 6)	3 000€
Supports privés, divers	1 100€
Total	6 100€

Conclusion



Ce projet, aujourd'hui porté par la SAPL, l'ADAES, la Mairie de Peyrilhac, avec le support de l'Université de Limoges (Fondation Partenariale de l'Université) mais qui nécessite un partenariat des collectivités locales, présente des avantages importants :

- × Il crée un pôle d'attraction touristique de la basse à la haute saison, sur le périmètre de la communauté de communes, et au-delà pour le département, et participe ainsi au développement rural.
- × Il favorise la mise en œuvre d'une activité culturelle scientifique au bénéfice des plus jeunes, mais également accessible à toutes les couches d'âge de la population.
- × Il favorise la protection de l'environnement nocturne sur le territoire, par un programme de réduction des flux lumineux inutiles.
- × Il fédère les communes de la zone d'observation privilégiée sur un projet novateur qui contribue à renforcer l'attrait de leurs territoires.

Il est d'un coût relativement modeste qui peut être porté par les collectivités territoriales, locales, départementales et régionales. Il peut sans doute aussi être adossé à un programme de l'Union Européenne, touchant au développement du tourisme, à la protection de l'environnement, ou au développement rural.

A silhouette of a person sitting on a cliff edge, pointing towards a starry night sky. A prominent yellow nebula is visible in the sky. The word "ANNEXES" is written vertically in blue capital letters across the yellow nebula.

ANNEXES

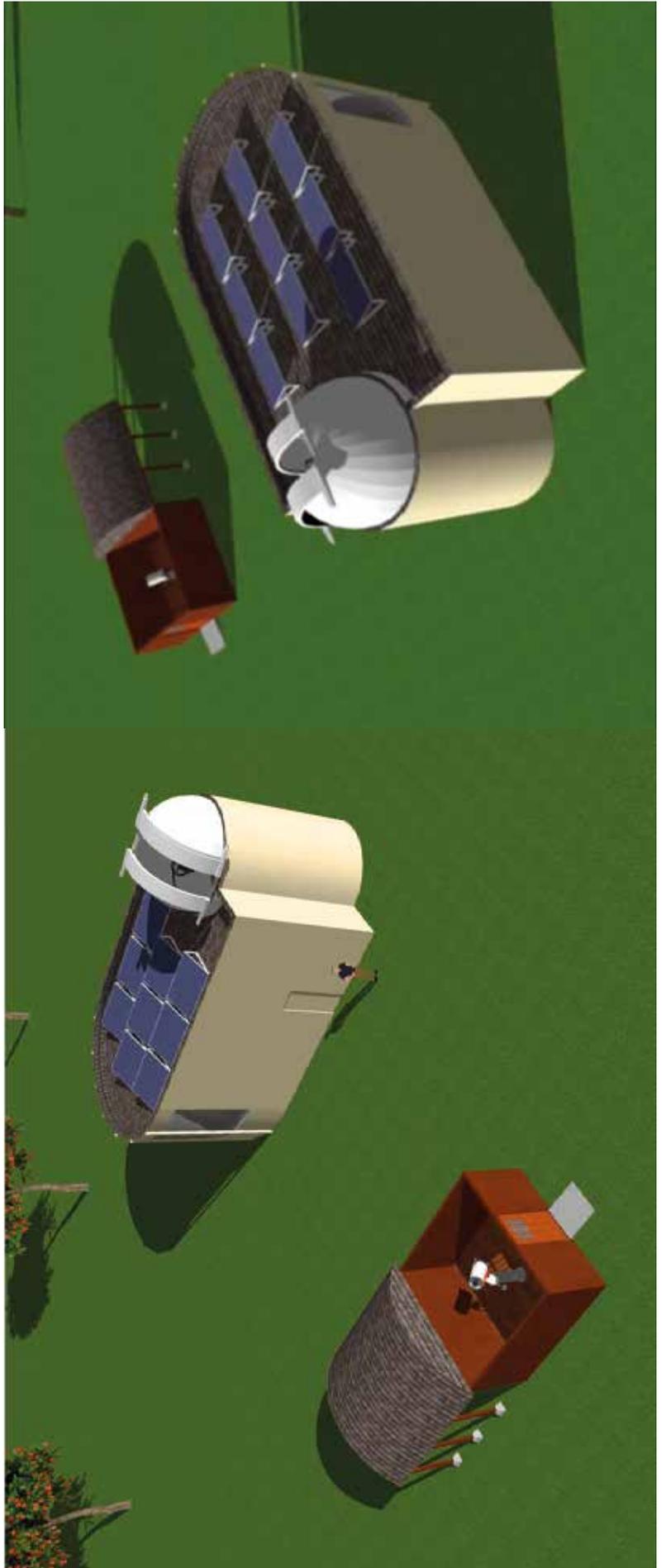
Index de qualité du ciel

ANNEXE 1

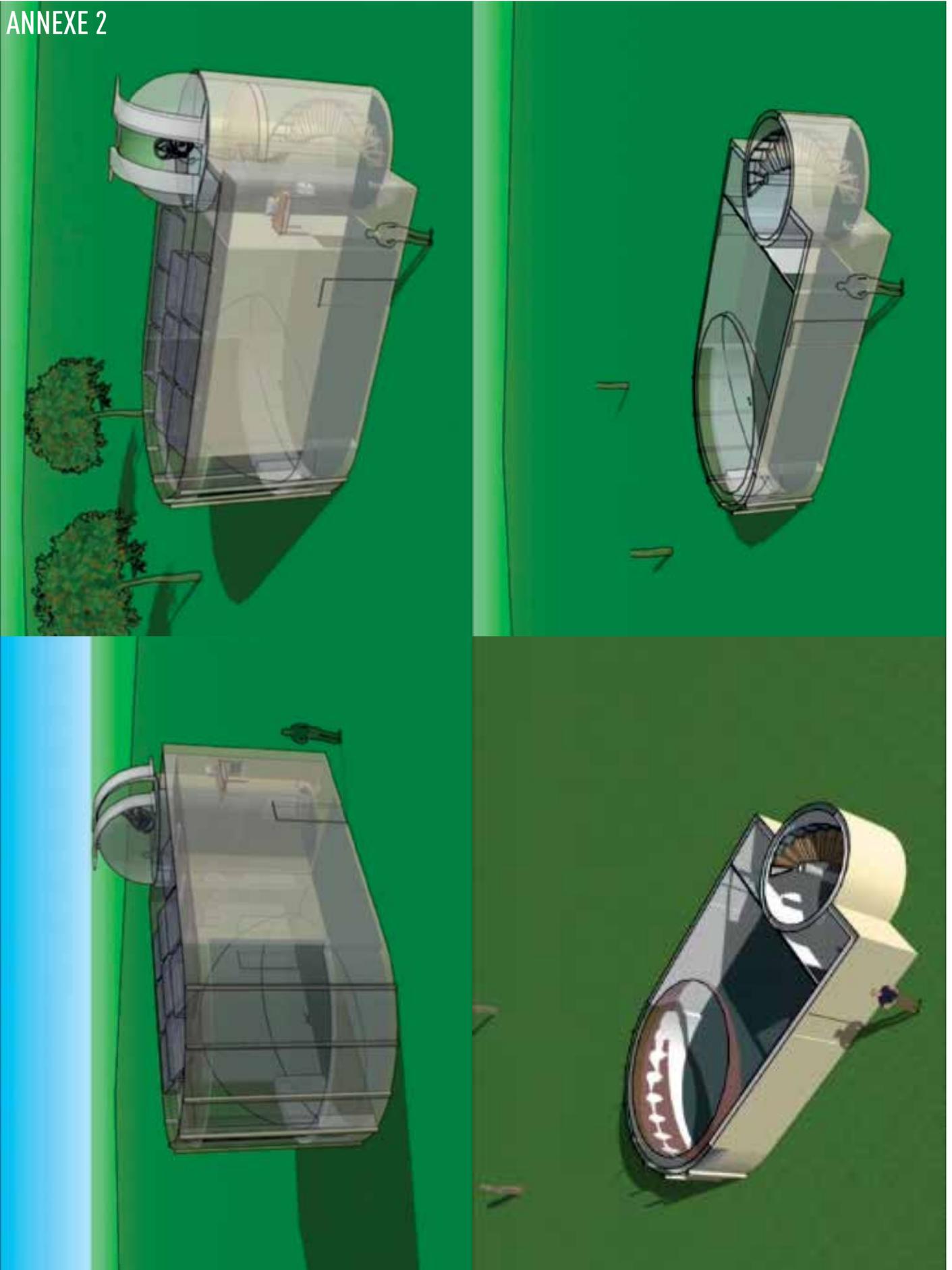
Aujourd'hui la qualité du ciel se mesure à partir d'un index SQM (Pour Sky Quality Meter ou index de qualité du ciel). Les valeurs suivantes permettent d'établir une échelle moyenne :

Moins de 18,00 >>> Ciel exécrable
De 18,00 à 19,00 >>> Très mauvais ciel
De 19,00 à 19,50 >>> Mauvais ciel
De 19,50 à 20,00 >>> Ciel passable
De 20,00 à 20,50 >>> Ciel moyen
De 20,50 à 21,00 >>> Bon ciel
De 21,00 à 21,50 >>> Très bon ciel
De 21,50 à 22,00 >>> Excellent ciel
Plus de 22,00 >>> Ciel exceptionnel

Esquisses de l'observatoire



ANNEXE 2



Coûts prévisionnels de construction

FORMULE	poids/Prix	monture	CC	CCD	coupole	motorisation	Electronique	Total matériel	Total projet
Télescope RC 400	45kg	Astrophysics 1600gto	100kg						
€	21 564	13 623		10 000	10 000	2 082	5 000	62 269	152 269
Télescope RC 500	68kg	Astrophysics 3600gto	136kg						
€	36 168	22 000		10 000	10 000	2 082	5 000	85 250	175 250
Télescope RC 600	120kg	ASA DM160	300kg						
€	63 025	39 000		10 000	10 000	2 082	5 000	129 107	219 107

LÉGENDE

Total projet = Total matériel + coût construction (60 000€ - 50m2X1200) + Planétarium (30 000€)

CC : capacité de charge de la monture
CCD : caméra à capteur CCD



OBSLIM
SITE D'ASTRONOMIE EN HAUTE-VIENNE

