



MARCHE DE PRESTATION INTELLECTUELLE

Cahier des clauses techniques particulières

Développement d'un outil d'aide à la décision dédié à la priorisation des points lumineux à rénover au regard de la biodiversité

Aout 2026

Parc national des Pyrénées
Villa Fould - 2, rue du IV septembre
Boite postale 736
65007 TARBES CEDEX

Date et Heure de remise des offres :

Vendredi 2 octobre 2026 à 17 heures

Contacts :

Parc national des Pyrénées
Monsieur Noé DESCHANEL
Chargé de mission
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : noe.deschanel@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 06 07 64 91 81

Parc national des Pyrénées
Monsieur Ludovic LE PONTOIS
Géomaticien
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : ludovic.lepontois@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 07 85 14 09 90

Parc national des Pyrénées
Monsieur Olivier JUPILLE
Chargé de mission
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : olivier.jupille@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 05 62 54 16 40

TABLE DES MATIERES

Article 1 – Contexte	4
Article 2 – Définitions des termes	9
Article 3 – Territoire d'études	9
Article 4 - Contenu de la présente consultation	9
Article 5 - Description détaillée des besoins	10
Article 6 – Gouvernance et restitution des résultats	18
Article 7 – Livrables	18
Article 8 – Calendrier de réalisation	20
Article 9 – Compétences attendues	20
Article 10 – Durée de la prestation	20
Article 11 - Proposition financière et technique	20
Article 12 - Pièces administratives à fournir	22
Article 13 - Critères de sélection des offres	23
Article 14 - Envoi des propositions	23
Article 15 - Sélection du prestataire	23
Article 16 – Droits et propriétés intellectuelles	24
Article 17 - Renseignements	24

Article 1 – Contexte

La pollution lumineuse a des implications multiples sur la santé humaine, le cadre de vie, l'accès au ciel étoilé, la sobriété énergétique et la préservation de la biodiversité. À ce titre, sa réduction constitue actuellement un défi considérable. Les Parcs nationaux français (*Pnx*), du fait de leur histoire, de leur implantation locale, de leur capacité d'innovation, de leur mode de gouvernance et de leur expérience en la matière constituent des territoires privilégiés pour expérimenter et faire émerger des réponses concrètes à ce défi.

1.1 Objectifs du programme inter-parcs pollution lumineuse

La présente consultation intervient dans le cadre du programme inter-parcs pollution lumineuse. Il bénéficie d'un financement européen en étant intégré au programme européen Life BIODIV'France (*LIFE22-IPN-FR-LIFE BIODIVFr*) porté par l'Office français de la biodiversité. Il regroupe les Parcs nationaux suivants : Parc national des Calanques, Parc national des Cévennes, Parc national de forêts, Parc national de la Guadeloupe, Parc national du Mercantour, Parc national de La Réunion, Parc national des Pyrénées, Parc national de la Vanoise. Le Parc national des Pyrénées a été désigné comme chef de file en charge de la coordination du projet.

D'une durée de six ans, le programme inter-parcs pollution lumineuse a pour objectifs de renforcer les connaissances sur la pollution lumineuse et son impact sur la biodiversité, d'identifier les bonnes pratiques en matière d'éclairage, de proposer des outils d'aide à la décision et de tester des solutions innovantes et transférables. Le programme est structuré en quatre axes :

- **Axe 1 / Amélioration des connaissances** : il s'agit d'améliorer la modélisation actuelle de la pollution lumineuse en intégrant des éléments non pris en compte à ce stade (*relief, végétation et diffusion dans les masses d'eau*). Il s'agit, en complément, d'affiner la caractérisation de la pollution lumineuse en prenant en compte la visibilité directe des sources lumineuses. Ce premier axe de travail vise également à distinguer la contribution respective des parcs d'éclairage privé et public au halo global.
- **Axe 2 / Impacts sur la biodiversité** : la diversité des modalités d'éclairage ainsi que des types d'appareils installés sur le territoire sont à l'origine d'une grande hétérogénéité de situations en matière d'éclairage public. Il en résulte une relative confusion au niveau des décideurs qui hésitent entre plusieurs options faute de résultats concrets concernant les avantages attendus des modalités d'éclairage sur la biodiversité. Le présent projet entend développer une méthodologie et des outils basés sur la bioacoustique afin de mesurer les effets de différentes modalités d'éclairage sur différents groupes biologiques. Il s'agira également d'élaborer un ou des indicateurs de l'impact de la pollution

lumineuse sur la biodiversité répliquables dans le temps et l'espace permettant l'évaluation de la politique Trame noire.

- **Axe 3 / Stratégies de conversion des éclairages** : à partir des résultats obtenus dans les deux premiers axes, des préconisations relatives aux modalités d'éclairage les plus favorables à la biodiversité seront élaborées en direction des sphères d'acteurs publics comme privés. Pour aider les collectivités à hiérarchiser la rénovation de leurs parcs d'éclairage, un **outil de diagnostic et d'aide à la décision** sera créé, associé à un guide de préconisations. De manière à accompagner les conversions et modernisations des parcs d'éclairage, souvent coûteuses, une mission de recherche de financements sera lancée.
- **Axe 4 / Transfert et valorisation** : afin de partager les résultats obtenus dans les précédents axes, une stratégie détaillant les modalités de transfert sera rédigée à destination de différents acteurs. Le transfert de ce travail se fera notamment en lien avec les organes existants, comme les Centres de ressources de l'Office français de la biodiversité et en particulier le Centre de ressource Trames verte et bleue. Cette stratégie de communication et transfert reposera également sur l'organisation de trois Congrès des Réserves internationales de ciel étoilé (*RICE*) qui seront respectivement portées par les parcs nationaux du Mercantour (2026), des Cévennes (2028) et des Pyrénées (2030) ainsi que des outils de sensibilisation à destination des citoyens et des habitants.

La présente consultation s'inscrit dans le cadre de l'axe 3 du programme.

1.2 Une rénovation de l'éclairage public avancée mais qui intègre encore peu les enjeux relatifs à la biodiversité

De nombreuses communes de France sont engagées dans des travaux de rénovation de leur parc d'éclairage. Ces travaux s'accompagnent souvent de mesures d'extinction partielle ou totale de l'éclairage public en cœur de nuit en fonction des volontés politiques locales. Ces mesures peuvent elles-mêmes être complétées par d'autres modalités de gestion comme les baisses de puissance, un changement de température de couleur des LED ou une meilleure orientation des luminaires.

Ces modifications des parcs d'éclairage se font en grande partie pour des raisons économiques et énergétiques, la biodiversité restant peu ou pas intégrée dans la réflexion globale conduisant à la rénovation. Or, avec la diffusion de nouveaux types d'éclairage en particulier des LED, la sobriété énergétique n'est pas toujours synonyme de sobriété lumineuse et la rénovation de l'éclairage ne prend actuellement pas ou peu en compte la présence sur le territoire d'habitats ou d'espèces sensibles à la pollution lumineuse.

Par ailleurs, la plupart des collectivités disposent d'un parc d'éclairage comprenant de très nombreux points lumineux, ce qui rend difficile et coûteux une rénovation intégrale de ces derniers en une seule étape.

Consécutivement, un outil de diagnostic et d'aide à la décision à destination des gestionnaires, des élus et des services techniques permettant d'établir une hiérarchisation des points lumineux à rénover en fonction de leurs caractéristiques propres (ULOR, température de couleur...) et de leur impact sur la biodiversité s'avère utile.

L'élaboration de cet outil d'aide à la décision permettra d'intégrer les diagnostics disponibles sur un territoire donné (enjeux liés à la biodiversité, au besoin de sécurité, ...) pour permettre, à différentes échelles, de hiérarchiser les points lumineux (lampadaires) à rénover en établissant un ordre de priorité.

1.3 Outil de diagnostic développé par le Parc national des Pyrénées

Le Parc national des Pyrénées a développé un outil SIG permettant le croisement de certaines données écologiques avec les données d'éclairage public.

L'outil permet de déterminer la priorisation d'intervention d'un point lumineux donné en fonction de sa proximité avec un ou plusieurs enjeux écologiques d'une part et en tenant compte de plusieurs caractéristiques techniques (localisation, température de couleur, ULOR) d'autre part.

Cet outil est utilisé depuis plusieurs années dans le cadre de l'accompagnement des travaux de rénovation des communes du parc, en particuliers lorsque ces travaux sont menés par les syndicats d'énergie du 64 ou du 65. Dans le cadre de l'appel à projet « préservation de la biodiversité nocturne », cet outil est utilisé pour planifier précisément les travaux de rénovation à réaliser en fonction des enjeux de biodiversité connus sur le territoire concerné par le projet.

Les données utilisées par l'outil sont de deux sortes :

- Les enjeux environnementaux :

Présence ou absence d'un enjeu à proximité	Distance du point lumineux	Source de la donnée
Gîte à chiroptère	50 m	Données observations PNP
Aire de reproduction de rapace	50 m	Données observations PNP
Cours d'eau ou zone humide	20 m	BD topo et étude Adapterre PNP
Réservoir biodiversité de type milieu boisé	50 m	Etude Adapterre
Zone de concentration d'espèces menacés et sensibles à l'éclairage	Pas de distance	Etude biodiversité de 2021

- Les caractéristiques de l'éclairage

Caractéristiques techniques	Catégorie de réponse	Source de la donnée
Localisation du point lumineux		SDE Communes
Température de couleur	NR >= 3000K 2400 à 3000 K <2400K	SDE Communes
ULOR (mauvais ou très mauvais)	NR OUI NON	SDE Communes

A partir des différentes données présentées ci-dessus l'outil effectue un calcul permettant de classer l'intervention des points lumineux selon cinq niveaux de priorisation d'intervention. Le calcul se fait via l'arbre de décision suivant :

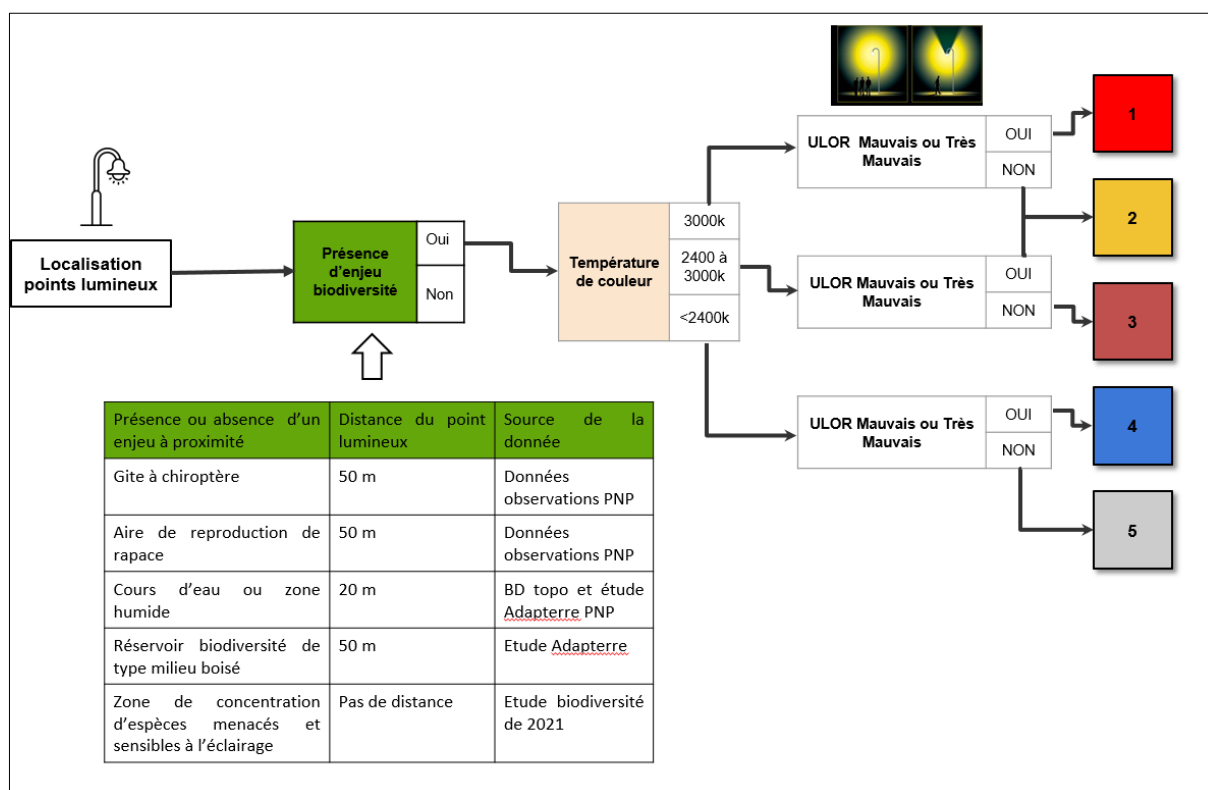


Figure 1 : Arbre de décision de l'outil de diagnostic prioritaire

Les résultats peuvent être ensuite communiqués sous un rendu cartographique aux gestionnaires d'éclairages (élus, services techniques des collectivités, SDEs...).

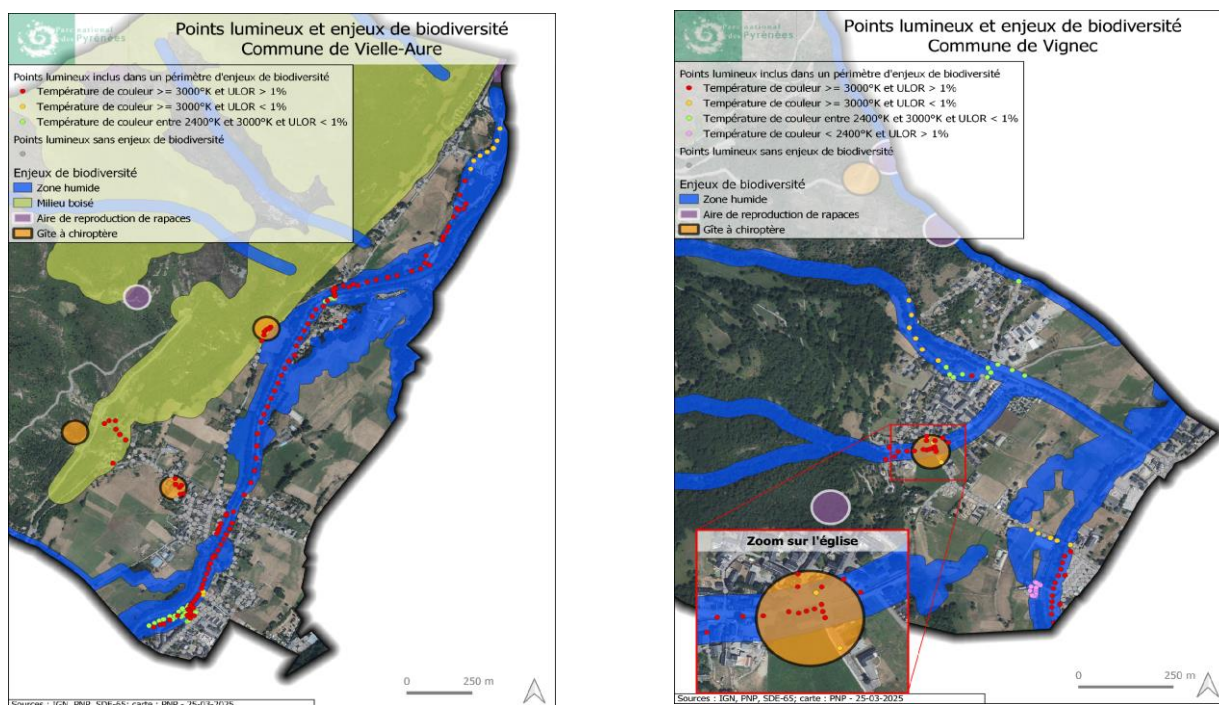


Figure 2 : Exemples de rendu cartographique réalisés par le PN Pyrénées.

Si cet outil fonctionne pour le Parc national des Pyrénées, il paraît en l'état difficilement partageable à une grande diversité d'acteurs au niveau national.

En effet, il nécessite d'avoir une connaissance solide des enjeux environnementaux disponibles sur son territoire (gîte à chiroptère, zones sensibles à la biodiversité...). Les enjeux environnementaux sélectionnés dans l'outil correspondent spécifiquement aux enjeux présents sur le territoire du Parc. Enfin, les seuils de proximité d'enjeux sont aujourd'hui fixés de manière arbitraire et mériteraient un ajustement au regard de la littérature scientifique. Il repose également sur un logiciel non libre de droit et payant.

Afin de pouvoir généraliser cette approche aux Parcs nationaux intégrés dans le programme LIFE et plus largement à une diversité d'acteurs, il est demandé au prestataire de développer un outil spécifique pouvant s'inspirer de l'outil du Parc national des Pyrénées.

Article 2 – Définitions des termes

Dans le présent appel d'offre, il est entendu par :

- **Maître d'ouvrage** : l'entité porteuse du besoin qui définit l'objectif du projet, son calendrier et le budget consacré à ce projet. Le maître d'ouvrage est le Parc national des Pyrénées qui représente les utilisateurs finaux. Monsieur le Directeur du Parc national des Pyrénées représente le maître d'ouvrage,

- **Prestataire** : la personne morale en charge de la prestation,
- **Pilote(s) interne(s)** : Monsieur Noé DESCHANEL – service connaissance et gestion des patrimoines du Parc national des Pyrénées,

Article 3 – Territoire d'études

Dans le cadre du projet, le prestataire sera amené à travailler avec les parcs nationaux suivants :

- Parc national des Calanques,
- Parc national de la Guadeloupe,
- Parc national de La Réunion,
- Parc national des Pyrénées.

Il n'est pas prévu de déplacement sur le terrain pour cette prestation. Un déplacement pourrait toutefois être effectué au Parc national des Pyrénées, chef de file du programme.

Article 4 - Contenu de la présente consultation

Le Parc national des Pyrénées, maître d'ouvrage et pilote, souhaite recourir à une prestation concernant les éléments suivants :

- Elaboration d'un outil d'aide à la décision à destination notamment des gestionnaires d'éclairage et des gestionnaires d'aires protégées
- Développement d'une interface utilisateur disponible en ligne
- Test de l'outil avec les données des quatre parcs nationaux cités à l'article 3
- Rédaction des différents livrables.

Article 5 - Description détaillée des besoins

Le prestataire sera en charge du développement d'un outil d'aide à la décision pouvant être utilisé par différents types de publics dont quelques exemples figurent dans le tableau suivant :

Utilisateurs potentiels (non exhaustif)	Besoins
Élus	Comprendre les enjeux environnementaux du territoire et disposer d'une synthèse
Technicien éclairage	Identifier les points lumineux problématiques et les enjeux rattachés
Gestionnaire d'aires protégées	Communiquer sur les enjeux du territoire en fonction des points lumineux présents

Acteurs privés (bureaux d'études, aménageurs, entreprises d'éclairage public)	Intégrer les enjeux de pollution lumineuse en amont de projets d'aménagement ou de rénovation de l'éclairage
Entreprises privées (commerces, industries)	Évaluer l'impact de leur propre éclairage (enseignes, parkings, sites industriels) sur les enjeux environnementaux locaux, et adapter leurs installations en conséquence

Cet outil devra permettre le croisement des enjeux environnementaux présents sur un territoire donné et les bases de données des points lumineux fournis par les gestionnaires d'éclairage.

Il est proposé au prestataire de s'inspirer d'un outil utilisé actuellement par le Parc national des Pyrénées mentionnée à l'article 1. Le prestataire pourra néanmoins s'inspirer d'autres méthodes et outils pour proposer des solutions alternatives ou complémentaires.

La prestation comprendra deux tranches : une tranche ferme basée sur le développement d'une librairie logicielle et une tranche optionnelle visant la production d'une interface web.

1. Tranche ferme : Production d'une librairie

1.1 Fonctions à inclure dans la librairie

Dans le cadre de la tranche ferme, le prestataire devra développer et fournir une « librairie logicielle » documentée, réutilisable et exécutable en ligne de commande, permettant d'évaluer les enjeux environnementaux liés à la pollution lumineuse à partir de couches SIG présents dans la documentation technique ou ajouter par l'utilisateur. Cette librairie devra être accompagnée de sa documentation technique (installation, dépendances, format des données d'entrée, exemples d'utilisation et description des formats de sortie) et exposer au minimum les deux fonctions suivantes.

- **Fonction 1 : Enjeux zonage biodiversité et pollution lumineuse (nom donné à titre d'illustration *getGridEnvironmentalChallenge*)**

L'objectif de cette première fonction est de permettre aux utilisateurs ne disposant pas de bases de données d'éclairage mais souhaitant calculer les enjeux environnementaux présents sur un périmètre prédéfini au regard de la pollution lumineuse de calculer un zonage d'intensité de l'enjeu.

Elle devra fonctionner de la manière suivante :

getGridEnvironmentalChallenge (*json envLayerConfig, geojson polygon, integer polygonProj = 4326, integer cellSize, integer destProj = 4326*)

- Calcul pour chaque pixel de la grille le niveau d'enjeux au regard des couches renseignées par l'utilisateur avec :
 - o **envLayerConfig** correspondant à un JSON
 - o **polygon**: polygone de la zone d'étude au format geojson
 - o **polygonProj** : code EPSG du système de coordonnées correspondant au polygone de la zone d'étude (par défaut 4326 – WGS84)
 - o **cellSize** : Taille des pixels de la grille en mètre
 - o **destProj** : code EPSG du système de coordonnées pour le résultat (par défaut 4326 – WGS84)

Les détails du calcul :

- Méthodologie : Pour chaque pixel de la grille, la fonction calculera le niveau d'enjeux (de 0 à 100) en fonction de sa proximité avec une des couches d'enjeux environnementaux. Pour cela l'outil prendra la valeur la plus haute selon le calcul entre la pondération des couches environnantes et la proximité du pixel. En lien avec le maître d'ouvrage, le prestataire proposera une fonction permettant de calculer le facteur d'impact de l'enjeu en fonction de la distance.
- Résultat :
 - o un fichier SIG de type raster (geotiff) représentant pour chaque pixel le niveau d'enjeux au regard des couches d'enjeux
- Utilisation en ligne de commande (exemple)
 - o \$ libName getGridEnvironmentalChallenge --envLayerConfig ./config.json --polygon ./myPolygon.geojson --polygonProj 2154 --cellSize 20 --destProj 2154
- **Fonction 2 : Enjeux biodiversité au point d'éclairage (nom donné à titre d'illustration *getEnvironmentalChallengeOnPoints*)**

La fonction 2 reprend le principe de l'outil développé par le Parc national des Pyrénées en croisant des caractéristiques techniques des points lumineux et des enjeux environnementaux présents sur le territoire de l'étude.

Elle devra fonctionner de la manière suivante :

- **getEnvironmentalChallengeOnPoints** (*json envLayerConfig, geojson points, integer pointsProj = 4326, integer destProj = 4326, string outputFormat = 'geojson'*)
 - o Calcul le niveau d'enjeux pour chaque point donné au regard des couches renseignées par l'utilisateur avec :
 - **envLayerConfig** correspondant à un JSON
 - **points** : fichier geojson

- **pointsProj** : code EPSG du système de coordonnées correspondant au points d'éclairage (par défaut 4326 – WGS84)
- **pointsImpacts** : fichier indiquant les seuils de pondérations des différentes caractéristiques
- **destProj** : code EPSG du système de coordonnées pour le résultat (par défaut 4326 – WGS84)
- **outputFormat** : Format du résultat csv et geojson – par défaut)

○ Méthodologie du calcul :

Pour chaque point d'éclairage, la fonction calculera la note environnementale de chaque point lumineux et son degré de priorisation par rapport à l'ensemble des point lumineux de la zone d'étude selon un système de classes à définir en fonction du score d'impact du lampadaire et des couches environnementales les plus proches.

Proposition de la méthodologie de calcul :

- Calcul de l'enjeu environnemental : A partir de la couche « **envLayerConfig** » le logiciel va chercher la valeur la plus haute présente selon le seuil de proximité du point lumineux. Cette valeur est comprise entre 0 et 100
- Calcul de score d'impact du point lumineux : Pour chaque point lumineux, le logiciel fait une moyenne de la valeur d'impact de chaque caractéristique obligatoire pour arriver une valeur comprise entre 0 et 1.
- Note environnementale par point lumineux = enjeu environnemental x score d'impact = notation 1 à 100 du score d'enjeux du lampadaire.
- Résultat
 - le fichier des points lumineux auquel sont ajoutés les informations d'enjeux et la priorisation d'intervention, une colonne avec des recommandations en fonction de la classe de priorisation pourra être ajoutée.
 - Un fichier GeoJson compilant les couches d'enjeux sur l'emprise de la couche de points élargie, la couche devra contenir deux champs : nom de l'enjeu et la note attribuée
- Utilisation en ligne de commande
 - \$ libName getGridEnvironmentalChallengeOnPoints --envLayerConfig ./config.json --points ./myPoint.geojson --pointsProj 2154 --pointsImpacts myPonderation.json --destProj 2154 --output geojson

1.2 Structuration des fichiers d'entrés

- Fichier envLayerConfig (JSON)

Le fichier envLayerConfig sera directement intégré dans l'outil. Il regroupera les différentes couches correspondantes aux enjeux environnementaux à intégrer dans l'outil.

Il correspondra à un JSON structuré de la manière suivante :

- Type de données : Flux ou fichier
- Type d'enjeux : Institutionnel, structurel, inventoriel
- Chemin d'accès à la donnée
- Projection de la couche
- Filtre entités pertinentes
- Nom de la couche
- Seuils de proximité de l'enjeu : en mètre et selon une fonction d'éloignement
- Pondération de la couche : Gradient de 1 à 100 en fonction de l'importance du zonage

Afin de faciliter la prise en main de l'outil, la documentation comprendra un fichier pré-rempli avec plusieurs couches regroupant des enjeux institutionnels ou structurels. Ces couches seront à intégrer via des flux vectoriels en ligne (WFS, API GEOJSON...).

A titre d'exemple voici les couches envisagées au moment de la rédaction de cahier des charges :

Couches		
Zones réglementaires / patrimoniales	Structurel	Inventoriel (à ajouter par l'utilisateur) Exemples :
Zones cœur de Parcs nationaux	Cours d'eau	Gîtes chiroptères
Aires d'adhésion de Parcs nationaux	Surfaces en eau	Aire de nidification avifaune
Natura 2000 (ZSC/ZPS)	Milieux boisés	Trame noire
ZNIEFF 1	Prairies permanentes (RPG)	Autres...
ZNIEFF 2	Autres ...	
APB		
Réserves nationales et régionales		
Réserves biologiques		
Espaces naturels sensibles		

Parcs naturels régionaux		
Réserves internationales de Ciel Etoilé		
Sites astronomiques identifiés dans l'arrêté de 2018		

- **Fichier Points (geojson)**

Le fichier « Points » sera utilisé uniquement pour la fonction 2. Il sera importé par l'utilisateur.

Il devra localiser les points d'éclairage et comporter à minima les champs suivants :

Nom du champ	Contenu du champ	Pondération	Format de la donnée
ULR	Niveau de ULR de la lanterne	A définir (exemple : 2)	A définir
tempColor	Couleur en degré kelvin de température de la lampe	A définir	Numérique
power	Puissance en watt de la lampe	A définir	Numérique
modality	présence d'une modalité de gestion (abaissement ou extinction)	A définir	Oui ou Non

- **Fichier pointsimpacts (JSON)**

Le fichier **pointsimpacts** sera directement intégré dans l'outil. Il attribuera pour chaque caractéristique des points lumineux attendue une catégorie d'impacts. Le fichier rempli sera transmis au prestataire par le maître d'ouvrage en début de prestation.

L'utilisateur pourra ajouter de nouvelles caractéristiques. Il devra pour cela définir la pondération associée et les champs afférents à chaque critère.

Exemple de configuration :

```
[{
  champ : NomChamp1,
  ponderation : 2
  class : [
```

```

        {"note" : 0.2, "valeur_min" : 0, "valeur_max" : "50"},
        {"note" : 0.5, "valeur_min" : 50, "valeur_max" : "100"},
        {"note" : 0.7, "valeur_min" : 100, "valeur_max" : "150"}
    ]
}, {
    champ : NomChamp1,
    ponderation : 1
    class : [
        {"note" : 0.1, "valeur" : "bon"},
        {"note" : 0.5, "valeur" : "moyen"},
        {"note" : 1, "valeur" : "mauvais"}
    ]
}]

```

1.3 Test de la librairie

Le prestataire devra conduire une phase de tests et de validation de la bibliothèque logicielle en collaboration avec le maître d'ouvrage.

Cette phase aura pour objectif de vérifier le bon fonctionnement des différentes fonctionnalités développées, leur robustesse, leurs performances ainsi que la conformité des résultats produits au regard des spécifications du présent cahier des charges.

Les essais seront réalisés sur plusieurs périmètres d'étude correspondant à minima à quatre communes situées au sein des territoires des parcs nationaux partenaires du programme afin d'avoir des configurations d'éclairage et des enjeux environnementaux différents. Les jeux de données nécessaires (couches d'enjeux environnementaux, bases de données de points lumineux et périmètres d'étude) seront fournis par le maître d'ouvrage.

Cette phase comprendra également la vérification de la compatibilité des traitements avec différents systèmes de projection, de la qualité des fichiers produits en sortie ainsi que des performances de calcul sur des territoires de tailles variées.

À l'issue de cette phase, le prestataire remettra un rapport de validation récapitulant les jeux de données utilisés, les tests réalisés, les anomalies identifiées, les corrections apportées ainsi que les éventuelles limites connues de l'outil.

2 Tranche optionnelle 1 : Production d'une interface web

Afin de faciliter l'utilisation du logiciel, il sera demandé au prestataire de développer une interface web permettant l'utilisation de la librairie créée dans le cadre de la tranche ferme.

2.1 Fonctions de l'interface :

Cette interface devra apporter plusieurs possibilités pour faciliter l'expérience utilisateur.

A. Choix d'un niveau de complexité

Cette interface doit pouvoir être accessible à une diversité de publics, initiés comme non-initiés. Pour cela, il est demandé que l'outil dispose de trois niveaux, proposés à l'utilisateur au début de son utilisation, en fonction des données que celui-ci voudra utiliser :

Niveau 1 : Approche zonage

Ce premier niveau s'adresse aux utilisateurs ne disposant pas de base de données de points lumineux mais souhaitant connaître les enjeux environnementaux présents sur leur territoire.

Il mobilisera uniquement la fonction 1 : Enjeux zonage biodiversité et pollution lumineuse (getGridEnvironmentalChallenge).

Il ne sera pas possible pour l'utilisateur d'ajouter des couches d'enjeux biodiversité ou de modifier les caractéristiques des couches renseignées dans le fichier JSON envLayerConfig configuré par défaut sur la plateforme web (et ajustable par l'administrateur de la plateforme).

Niveau 2 : Approche points – basique

Ce second niveau permettra aux utilisateurs disposant d'une base de données de points lumineux d'utiliser la fonction 2 : Enjeux biodiversité au point d'éclairage (getEnvironmentalChallengeOnPoints).

L'utilisateur pourra importer des couches de données sous plusieurs formats : GeoJSON, SHP, GeoPackage, KML, KMZ, CSV (avec demande des champs X et Y), fichier XLSX (avec demande des champs X et Y). Il devra choisir le système de projection associé.

Le logiciel lit les champs et affiche une interface permettant à l'utilisateur de faire la correspondance entre les champs attendus et les colonnes de son fichier. Une fois la

correspondance faite, l'outil procède à un contrôle des valeurs et affiche les erreurs éventuelles.

Exemples d'erreurs :

- Mauvais type (par exemple « texte » alors que l'outil attend un nombre entier)
- Mauvaise valeur (par exemple une température de couleur dépassant 12000 ou ULOR à 1000)

Si les données sont absentes ou non conformes, la caractéristique est considérée comme relevant du niveau le plus défavorable.

Pour ce niveau, l'utilisateur ne pourra pas modifier les paramètres prédéfinis des couches d'enjeux environnementaux, ni les règles de calcul de l'outil. Le calcul se basera donc sur les seuils de pondération configurés par défaut sur la plateforme.

Niveau 3 : Approche points – avancée

Pour ce troisième niveau, l'utilisateur pourra également utiliser les fonctions 1 et 2 et sera libre d'apporter des changements aux couches d'enjeux dans l'outil. Il pourra également intégrer des enjeux propres à son territoire (gîte à chiroptères, aire de nidification des strigidés, etc.).

Ces couches devront s'ajouter aux couches configurées de base dans l'outil pour le calcul des enjeux environnementaux.

L'utilisateur doit pouvoir :

- Importer une couche d'enjeu sous forme de fichier : GeoJSON, SHP, GeoPackage, KML, KMZ... ou sous forme de flux en ligne : WFS, API GeoJSON...
- Nommer la couche
- Définir le seuil de proximité de la couche
- Définir l'importance de l'impact
- Définir le système de projection de la couche (Lambert 93, WGS84, RGF93 UTM 40S...).

Pour l'utilisation de la fonction 2, l'utilisateur doit pouvoir

- Ajouter des caractéristiques des points lumineux
- Définir la pondération
- Définir les classes

B. Livrables en sorties

L'interface devra permettre de représenter le résultat de chacun des niveaux en ligne, afin que l'utilisateur puisse visualiser son résultat directement sur l'interface. La

visualisation se fera sous la forme d'une cartographie dynamique et devra intégrer une légende adaptée à chacun des trois niveaux mentionnés ci-dessus.

En lien avec le maître d'ouvrage, le prestataire définira une symbologie adaptée aux résultats.

L'interface permettra le téléchargement des résultats dans le format adéquat ainsi qu'un export de la carte en PDF.

En fonction de temps de calcul le prestataire devra envisager ou non un traitement asynchrone avec envois d'email au pétitionnaire à l'obtention du résultat.

Dans ce cas, le lien communiqué sera valide dans un temps à définir par le prestataire. Les données seront supprimées après ce délai.

C. Sélection du périmètre d'étude

L'utilisateur devra pouvoir définir son périmètre d'étude par l'un des trois moyens suivants :

- Sélectionner un objet via une liste déroulante (commune, couche EPCI [à confirmer]) via flux WFS
- Emprise définie par l'utilisateur (rectangle, cercle, polygone libre)
- Import d'un périmètre (GeoJSON, SHP, GeoPackage, KML, KMZ...)

D. Gestion des utilisateurs

Il n'est pas demandé dans le cadre de cette prestation de disposer d'une gestion des utilisateurs. Les utilisateurs se connectent via une entrée unique où ils pourront choisir le niveau adéquat à la suite d'une courte présentation des trois niveaux.

Il n'est pas prévu de sauvegarde des projets sur l'interface.

3 Tranche optionnelle 2 : Ajout d'une fonction à l'interface permettant la saisie manuelle des points lumineux

Afin de répondre aux besoins des utilisateurs souhaitant projeter la création de futurs points lumineux, il est proposé au prestataire de développer une fonctionnalité complémentaire de saisie manuelle des points lumineux directement depuis l'interface web.

Cette fonction devra permettre à l'utilisateur de positionner un point lumineux sur la carte, soit par un clic direct sur l'interface cartographique, soit par la saisie de coordonnées (X, Y) associées à un système de projection au choix. Pour chaque point créé, l'utilisateur devra pouvoir renseigner les caractéristiques techniques attendues par la fonction 2 (ULOR, température de couleur, puissance, présence d'une modalité de gestion), selon les mêmes règles de contrôle et de valorisation que celles appliquées

aux données importées : en cas de champ non renseigné, la caractéristique correspondante sera considérée comme relevant du niveau le plus défavorable.

L'interface devra permettre la modification et la suppression d'un point préalablement saisi, ainsi que la visualisation de l'ensemble des points créés manuellement sur la carte, avant leur intégration au calcul des enjeux environnementaux. Les points ainsi créés devront pouvoir être combinés avec un jeu de données importé, ou être exportés seuls dans les mêmes formats que ceux prévus pour les données importées (GeoJSON, CSV, XLSX), afin de permettre leur réutilisation ultérieure.

3.1 Gestion et hébergement de l'interface

Pendant la production de l'interface, l'hébergement sera pris en charge par le prestataire.

Suite à la validation de la version finale de l'outil, celle-ci sera hébergée dans un premier temps par le maître d'ouvrage.

Ce logiciel ayant vocation à être utilisé au niveau national, un hébergement par une structure tierce doit être envisagée. Le prestataire devra fournir toute la documentation nécessaire afin de faciliter le transfert futur du logiciel ainsi que les caractéristiques du serveur (processeur / ram / espace disque...) pour permettre à l'outil de fonctionner dans des conditions optimales.

3.2 Test de l'interface

Le prestataire devra conduire une phase de tests et de validation de l'interface en collaboration avec le maître d'ouvrage.

Cette phase aura pour objectif de vérifier le bon fonctionnement de l'interface ainsi que son accessibilité à une diversité de public.

Quatre tests seront réalisés à l'échelle des quatre communes présentes dans les parcs nationaux :

- 1 sur le niveau 1
- 2 sur le niveau 2 avec des communes présentant des caractéristiques différentes
- 1 sur le niveau 3 avec l'intégration d'enjeux environnementaux spécifique au territoire

À l'issue de cette phase, le prestataire remettra les livrables de sorties aux parcs nationaux concernés. Il procédera si besoin aux ajustements nécessaires en fonction des retours des parcs nationaux.

Article 6 – Gouvernance et restitution des résultats

Le projet est suivi et animé par deux instances :

1. **un groupe de travail technique**, créé en début de prestation. Il sera chargé du suivi de la prestation à toutes les étapes. Il sera composé, du prestataire, des référents du programme LIFE « *pollution lumineuse* » du Parc national des Pyrénées ainsi qu'au moins un membre de chacun d'un des autres parcs nationaux impliqués dans l'étude.

Le prestataire devra participer à *minima* à trois réunions de travail en visioconférence : une en début de prestation pour se présenter et présenter le travail qu'il compte réaliser, une seconde pour présenter les résultats de la tranche ferme, une troisième pour présenter les résultats de la tranche optionnelle 1.

En dehors de ces groupes de travail, des points bilatéraux avec le maître d'ouvrage sont à prévoir.

2. **un comité scientifique**, composé de représentants des parcs nationaux et de plusieurs personnes qualifiées sur le sujet de la pollution lumineuse et de l'éclairage artificiel.

Le prestataire participera à au moins un comité scientifique du projet en visioconférence vers la fin de la prestation. Il présentera, la méthodologie employée, les éventuelles difficultés rencontrées et les outils obtenus.

Article 7 – Livrables

Ci-dessous sont listés les livrables attendus :

Tranche ferme

Le prestataire devra produire dans le cadre de la tranche ferme les livrables suivants :

- une note de cadrage en début de prestation, suite aux premiers échanges avec le maître d'ouvrage. Détaillant la proposition du prestataire pour la création de la librairie et les ajustements préconisés vis-à-vis du cahier des charges,
- une librairie logiciel libre d'utilisation dont le code source commenté sera accessible et publié sur la plateforme GITHUB ou équivalent,

- une documentation technique présentant la méthode de construction et d'organisation de la librairie logicielle et une notice d'utilisation illustrée indiquant comment l'utiliser dans différentes configurations.

Une série de quatre fichiers tests sur une commune dans chacun des quatre parcs nationaux cités, mobilisant la fonction 1 ou 2 de l'outil. Ces données seront transmises en fin d'étude au maître d'ouvrage et aux Parcs nationaux concernés.

Tranche optionnelle 1

Le prestataire devra produire dans le cadre de la tranche optionnelle 1 les livrables suivants :

- une note de cadrage en début de tranche, suite aux premiers échanges avec le maître d'ouvrage. Détaillant la proposition du prestataire pour la création de l'interface et les ajustements préconisés vis-à-vis du cahier des charges,
- un interface web reprenant les fonctions de la librairie logicielle et basée sur les documents fournis par le maître d'ouvrage,
- un guide utilisateur illustré à destination des usagers de la plateforme selon les trois niveaux précités.
- une documentation technique à l'adresse du maître d'ouvrage indiquant les règles de fonctionnement de l'interface, les modalités de gestion pour l'administrateur et les modalités de changement d'hébergement.

Tranche optionnelle 2

Le prestataire devra produire dans le cadre de la tranche optionnelle 2, le livrable suivant :

- Module complémentaire à l'interface web permettant l'ajout directement dans l'interface de points lumineux et de leur caractéristique,
- Complément au guide utilisateur de l'interface pour expliquer le fonctionnement du module complémentaire.

Article 8 – Calendrier de réalisation

Le prestataire devra proposer un calendrier détaillé pour chacune des tranches décrites ci-dessus.

La mission débutera en novembre - décembre 2026 et devra se terminer au plus tard le 15 juin 2027.

Article 9 – Compétences attendues

Le prestataire devra démontrer des compétences solides en développement informatique, notamment dans la conception de bibliothèques logicielles et d'applications web dédiées au traitement de données géographiques. Il devra justifier d'une expérience dans le développement d'outils SIG, la manipulation de données vectorielles et raster, ainsi que dans l'utilisation de standards ouverts (GeoJSON, GeoPackage, WFS, API, etc.).

Le prestataire devra également démontrer sa maîtrise des traitements géospatiaux, des systèmes de coordonnées et des problématiques liées à l'interopérabilité des données géographiques. Une expérience dans le développement d'outils exploitant des bibliothèques SIG open source sera particulièrement appréciée.

Le prestataire devra également justifier de compétences en conception d'interfaces web ergonomiques, en documentation technique et en production de logiciels maintenables, réutilisables et correctement documentés.

La connaissance des enjeux liés à l'environnement (en particulier sur les thématiques de la trame noire ou de la pollution lumineuse) constituera un atout dans le cadre du présent appel d'offre.

Il est demandé de produire les curriculum vitae des personnes affectées à l'exécution du marché, en précisant leur rôle respectif dans la réalisation de la prestation.

Les références relatives à des prestations similaires, notamment en matière de développement d'outils d'aide à la décision, de logiciels SIG, de traitement de données environnementales ou de plateformes géomatiques, seront attentivement examinées.

Article 10 – Durée de la prestation

Le planning d'exécution est proposé par le prestataire au moment de son offre. Il ne pourra pas excéder le 15 juin 2027.

Article 11 - Proposition financière et technique

Le marché est passé selon la procédure adaptée prévue à l'article 28 du code de la commande publique.

Le dossier du prestataire candidat sera ainsi présenté nonobstant les pièces administratives obligatoires lors du dépôt de la candidature :

- une présentation de la problématique,
- une méthodologie de travail,
- un calendrier d'exécution,
- les curriculum vitae des intervenants dans le cadre de la présente mission,
- une proposition financière d'un montant forfaitaire, décomposée pour chaque phase de l'étude, et incluant l'ensemble de la prestation (*frais annexe inclus*). Cette proposition financière distinguera par ailleurs les deux options demandées au paragraphe 5.3. La proposition sera formulée toutes taxes comprises.

Le candidat pourra être un groupement solidaire de plusieurs prestataires. Un chef de file sera alors désigné.

Le budget total proposé sera compris ferme et définitif pour la durée de la prestation. Il inclura notamment la production des documents techniques et livrables, les frais de déplacement et d'hébergement si besoin.

Si l'organisme n'est pas assujetti à la taxe sur la valeur ajoutée, il fournira une attestation rédigée par les services fiscaux compétents mentionnant l'article du code général des impôts justifiant de l'exemption.

Chaque poste fera l'objet d'un devis détaillé permettant d'identifier, pour chacune des prestations, le prix unitaire hors taxes et toutes taxes comprises et les détails techniques.

Une éventuelle remise commerciale sera spécifiée (*pourcentage, montant hors taxes et toutes taxes comprises*) pour chaque poste ou sur la globalité du devis.

L'exécution de la commande relève de la comptabilité publique.

L'unité monétaire de référence est l'euro.

Les modalités de paiement sont les suivantes en fonction des livrables remis :

Livrables	1 ^{er} paiement (30% de la somme totale)	Solde (70% de la somme totale)
Tranche ferme	Note de cadrage de la tranche ferme validée,	- Version finalisée de la librairie logiciel avec code source accessible - Documentation technique
Tranche optionnelle 1	Note de cadrage de la tranche optionnelle validée,	- Version finalisé de l'interface web - Documentation technique administrateur et guide utilisateur
Tranche optionnelle 2	Module complémentaire intégré à l'interface	Guide utilisateur mis à jour

La facturation de la prestation interviendra à l'ordre du :

Parc national des Pyrénées
2, rue du IV septembre
Boite postale 736
65007 TARBES

Elle doit par ailleurs s'effectuer via le portail CHORUS PRO - <https://chorus-pro.gouv.fr>
Les informations suivantes sont indispensables :

- dénomination et adresse postale :

Parc national des Pyrénées
Villa FOULD
2, rue du IV Septembre – Boite postale 736
65007 TARBES CEDEX

- données d'identification :

SIRET : 18650004700110
APE ou NAF : 9104 Z
TVA intracommunautaire : FR 79 186 500 047

- adresse e-mail :

comptabilite@pyrenees-parcnational.fr

- renseignements CHORUS PRO :
Code service : DF_SG
Code engagement : PNP1

Article 12 - Pièces administratives à fournir

Les propositions doivent comporter :

1. un devis avec détails des postes en hors taxes et toutes taxes comprises,
2. un dossier tel que mentionné à l'article 12 du présent cahier des charges,
3. une copie du présent cahier des charges approuvée et paraphée par le prestataire,
4. une attestation, signée par les services fiscaux, de non assujettissement à la taxe sur la valeur ajoutée si l'organisme ne facture pas de taxe sur la valeur ajoutée,
5. un document faisant apparaître le numéro SIRET ou SIREN,
6. les statuts ou la raison juridique du prestataire candidat,
7. une liste de référence ou de référents,
8. un DC7, ou un document équivalent, en cours de validité.

Article 13 - Critères de sélection des offres

Le Parc national des Pyrénées sera sensible à l'adéquation des propositions aux besoins tels que décrits dans le cahier des charges.

Les critères d'attribution du marché sont pour chacun des lots :

- les références du ou des prestataires dans la construction d'outils ou de logiciel similaires (20%),
- la valeur technique de la proposition (40%),
- le coût de la prestation (40%).

Article 14 - Envoi des propositions

Les offres devront être parvenues au siège du Parc national des Pyrénées au plus tard le lundi 2 octobre 2026 à 17 heures, délai de rigueur.

L'offre est à adresser à Monsieur le Directeur du Parc national des Pyrénées.

Elle sera soit envoyée par la poste sous pli recommandé avec accusé réception ou remise en main propre contre récépissé à l'adresse suivante :

Parc national des Pyrénées
Villa Fould
2, rue du IV septembre

Boite postale 736
65007 TARBES CEDEX

Ou à envoyer de manière électronique dans les délais indiqués aux deux adresses électroniques suivantes julien.urruty@pyrenees-parcnational.fr et noe.deschanel@pyrenees-parcnational.fr.

Les offres incomplètes ne seront pas prises en considération. Elles seront retournées.

Article 15 - Sélection du prestataire

Toute proposition complète, reçue dans les délais, sera examinée par le maître d'ouvrage avec la participation de représentants des parcs nationaux membres du programme inter-parcs pollution lumineuse et fera l'objet d'une réponse écrite positive ou négative. Les travaux débiteront à réception d'un ordre de service.

Cet ordre de service donnera lieu à un paiement final après constatation du service fait. Il n'est pas prévu et possible de verser un acompte à la commande. Les paiements se font, à exercice fait conformément aux règles de la comptabilité publique. Le mode de règlement choisi par le Parc national des Pyrénées est le virement administratif dans les termes fixés par le décret n°2002 – 231 du 21 février 2002.

Article 16 – Droits et propriétés intellectuelles

Tous les documents et fichiers produits en exécution du présent marché seront la propriété des parcs nationaux concernés par l'étude. Le prestataire ne pourra utiliser tout ou partie des résultats faisant l'objet du présent marché qu'avec l'accord préalable des parcs nationaux concernés par l'étude. Les parcs nationaux concernés par l'étude pourront utiliser ces données en interne et les transmettre à des tiers sans limitation de droits (*rapports, données, plans, etc.*).

Article 17 - Renseignements

Des informations techniques complémentaires peuvent être obtenues au siège du Parc national des Pyrénées auprès de :

Parc national des Pyrénées
Monsieur Noé DESCHANEL
Chargé de mission
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : noe.deschanel@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 06 07 64 91 81

Parc national des Pyrénées
Monsieur Ludovic LEPONTOIS
Géomaticien
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : ludovic.lepontois@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 07 85 14 09 90

Parc national des Pyrénées
Monsieur Olivier JUPILLE
Chargé de mission
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : olivier.jupille@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 05 62 54 16 40

Parc national des Pyrénées
Monsieur Julien URRUTY
Secrétaire général du Parc national des Pyrénées
2, rue du IV septembre
65000 TARBES
E-mail : julien.urruty@pyrenees-parcnational.fr
Téléphone : 05 62 54 16 40

Fait à Tarbes, le lundi 24 août 2026