

# Présentation des travaux réalisés suite à la sortie pédagogique des 20 et 21 septembre 2024 en Ariège

SORTIE DE TERRAIN



Le Mas-d'Azil Foix

Les Monts d'Olmes

M1 SIGMA ,PROMOTION 2024-2026

# Table des matières

- Introduction
- Itinéraire et Méthodologie des Relevés
- Analyse et traitements
- Calcul d'isochrones et du chemin le plus rapide
- Calcul de covisibilité
- Calcul des ombrages
- Calcul des pentes
- Calcul de l'exposition
- Calcul hydrographiques
- Analyse des modalités d'occupation du sol
- La base de données CORINE Land Cover ( CLC )
- La base de données Centre d'expertise Scientifique sur l'occupation des sols ( CES ESO )
- La base de données Occupation du sol à grande échelle ( OCS GE )
- La base de données COSIA
- Conclusion

# INTRODUCTION

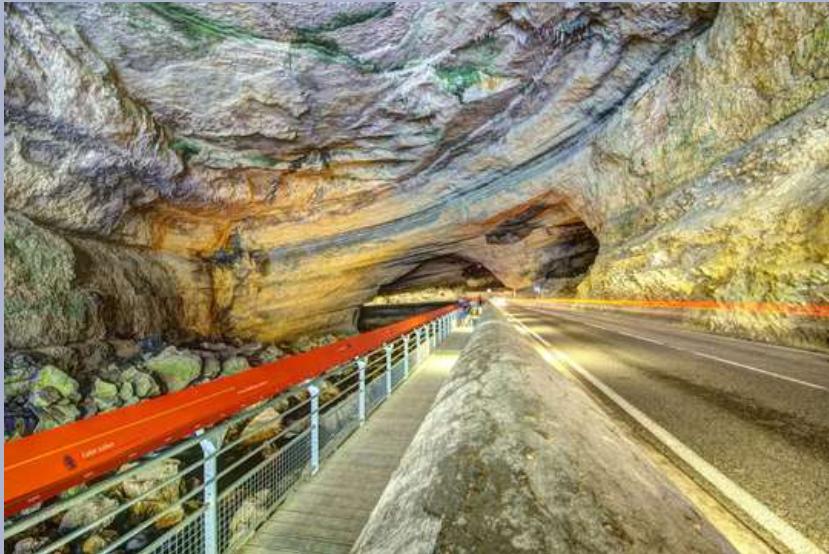


Les 20 et 21 septembre 2024, une sortie de terrain a été organisée dans le cadre du Master 1 SIGMA. Cette excursion a permis d'explorer plusieurs sites, notamment Le Mas-d'Azil, Foix et Les Monts d'Olmes. L'objectif principal était d'appliquer différentes techniques d'analyse spatiale à travers un Système d'Information Géographique (SIG) et de mettre en relation les données collectées avec leur contexte réel.

Les zones étudiées présentaient une grande diversité géographique, offrant l'opportunité d'aborder divers aspects tels que l'analyse des itinéraires de marche et en bus, des isochrones, la localisation GPS, la covisibilité, les calculs hydrographiques et l'étude de l'occupation du sol. L'accent était mis non seulement sur la mise en œuvre des compétences techniques des participants, mais aussi sur leur capacité à interpréter les résultats et à les confronter aux réalités du terrain.

Cette approche a souligné l'importance de la synergie entre les outils SIG et les observations directes. La diversité des méthodes utilisées a permis d'explorer des concepts clés de la cartographie numérique et de démontrer la valeur ajoutée d'une analyse spatiale avancée dans l'exploitation des données recueillies.

# Itinéraire et Méthodologie des Relevés



## Mas d'Azil

Lors de la première étape de notre exploration en Ariège, nous avons fait halte au Mas-d'Azil, une commune connue pour sa célèbre grotte. En utilisant le GPS de nos téléphones et l'application de localisation Wikiloc, nous avons enregistré notre parcours sous forme de trace GPX. Cette donnée a ensuite été exploitée dans QGIS, nous permettant d'analyser et de visualiser précisément notre itinéraire.

Figure 1 : Tracé de notre itinéraire

Nous pouvons observer le point d'arrivée et de départ ainsi que l'endroit où on a relevé notre pente ( figure ci dessous )

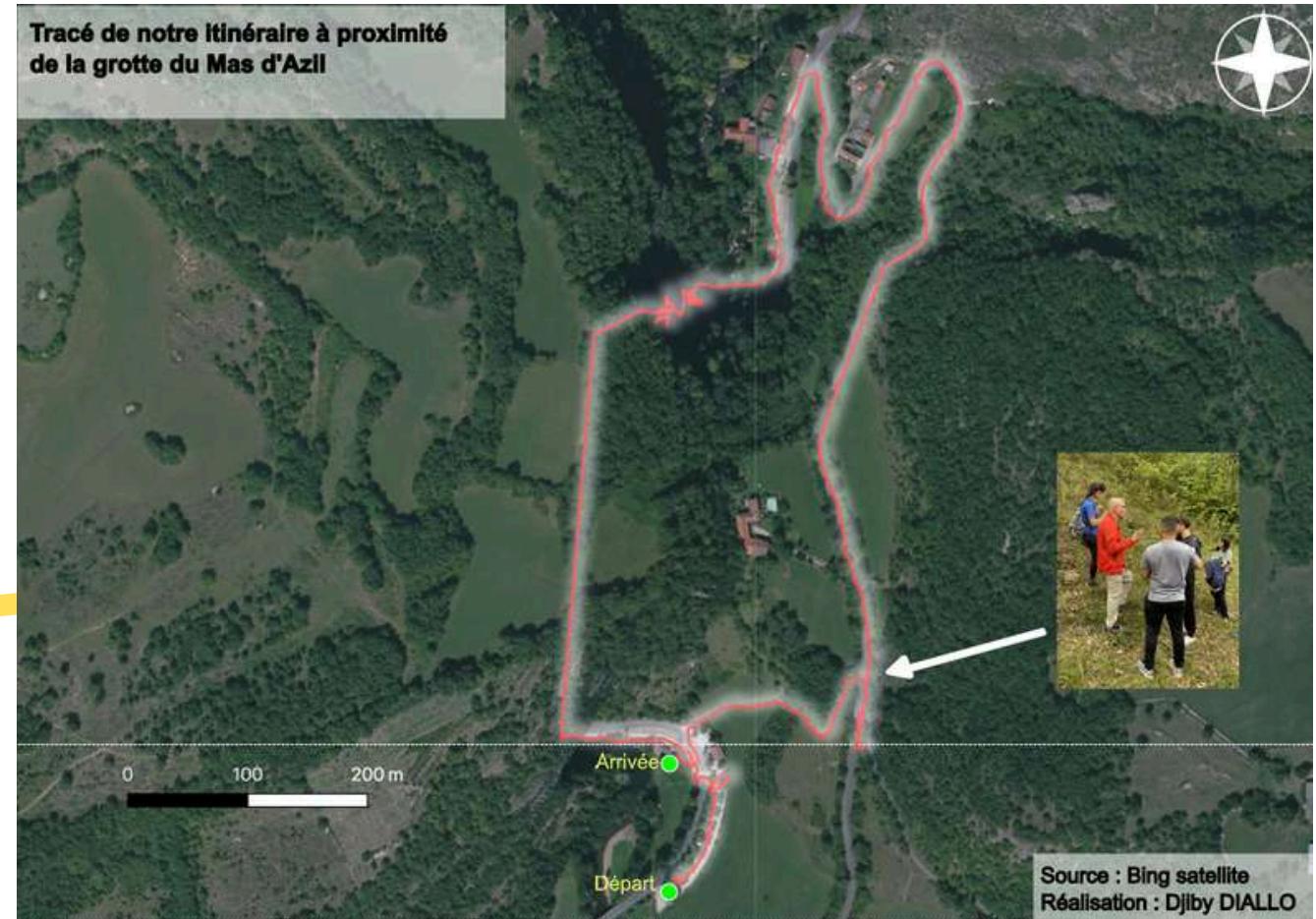


Figure 2 : Pente près de l'aire de pique-nique

Lors de notre trajet, nous avons fait une pause pour analyser la topographie du terrain. À l'aide d'une corde, nous avons estimé une倾inlaison de 4 %, une mesure qui a été confirmée par l'outil Profil topographique de QGIS, indiquant également une pente de 4 %.



# Courbe de niveau avec une vue satellite et profil topographique

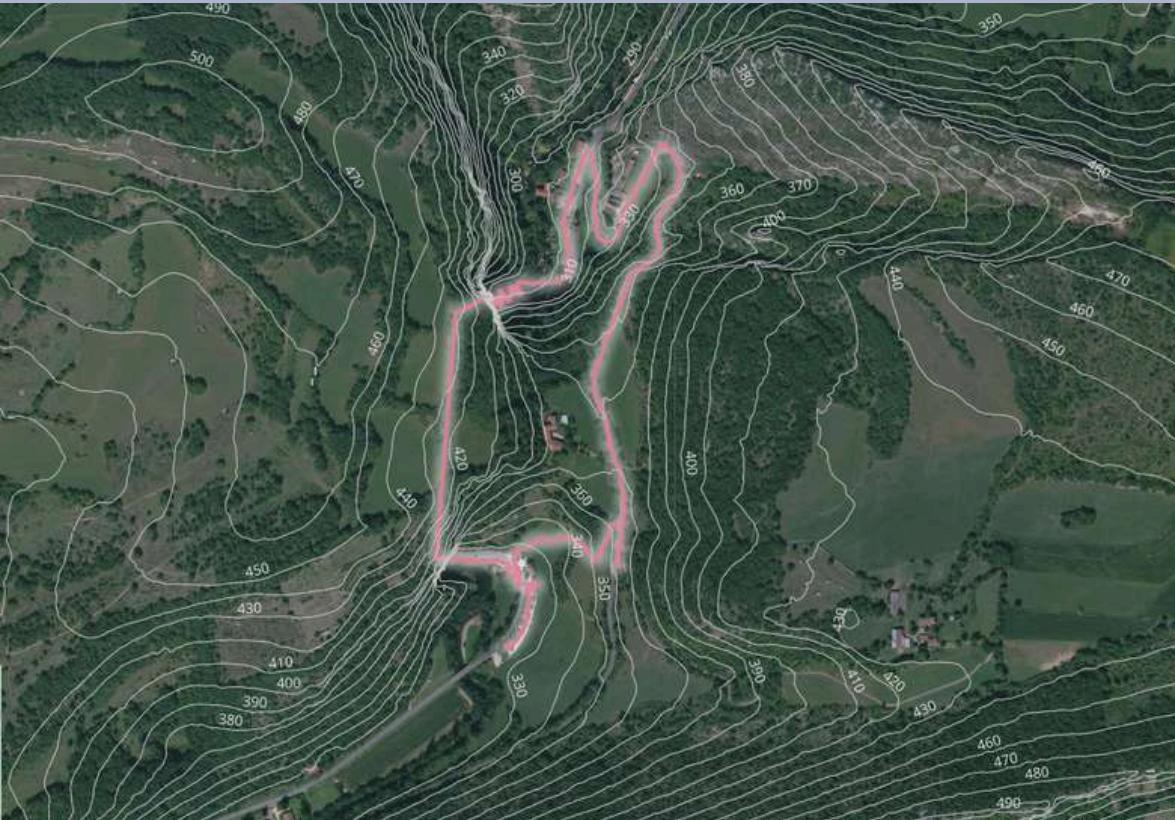


Figure 3 : Tracé de notre itinéraire et courbe de niveau près de la grotte

La Figure 3 présente le tracé de notre itinéraire ainsi que les courbes de niveau aux abords de la grotte. Pour afficher ces courbes, nous avons utilisé l'outil d'analyse du MNT (Modèle Numérique de Terrain) sous QGIS, en générant des courbes avec un intervalle adapté au relief de la zone. Cette visualisation permet d'analyser le relief et d'évaluer les variations d'altitude sur notre parcours. Grâce à ces données, nous avons pu mieux appréhender la topographie du site. L'utilisation des courbes de niveau facilite ainsi la lecture du terrain et l'interprétation des variations altimétriques.

## Profil topographique de l'itinéraire du Mas d'Azil

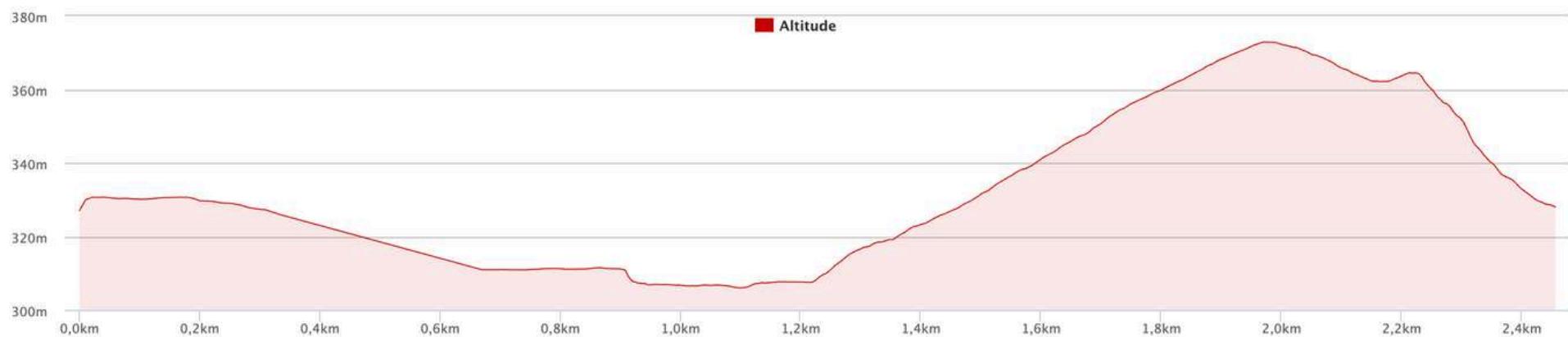


Figure 4: Profil topographique de notre itinéraire

Distance totale du circuit: **2.5 km**  
Altitude maximum: **372.9m**  
Altitude minimum: **306 m**  
Denivelé total positif : **75.4 m**

L'altitude minimale enregistrée est de 306 mètres, tandis que l'altitude maximale atteint 372,9 mètres, avec un dénivelé total positif de 75 mètres. Grâce au tracé, nous avons également pu obtenir le profil topographique du parcours. Pour cela, j'ai utilisé l'outil qProf de QGIS, en combinant le MNT à 25 mètres de résolution et le tracé GPX de notre itinéraire. L'analyse montre que nous avons évolué majoritairement autour de 300 mètres d'altitude et parcouru une distance d'environ 2500 mètres.



Grâce à l'extension QGis2threeJS, nous avons la possibilité d'obtenir une modélisation 3D de l'itinéraire en prenant en paramètre le MNT à 25 mètres de la zone.

Figure 5 : Tracé en 3D de notre itinéraire

# Itinéraire et Méthodologie des Relevés



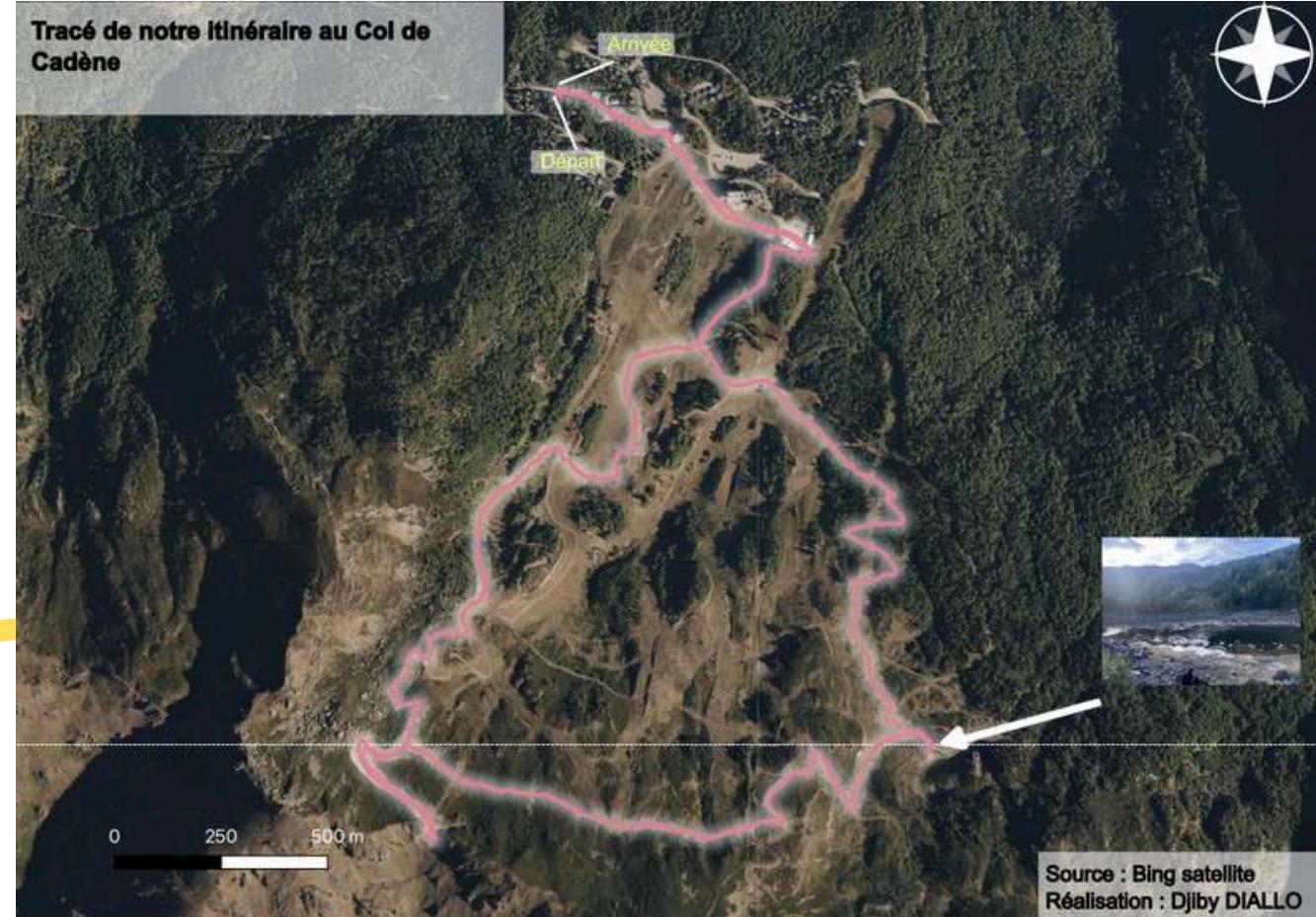
## Monts d'Olmes

Lors de notre exploration à destination des Monts d'Olmes, un massif situé dans les Pyrénées ariégeoises et connu pour ses paysages variés et son domaine skiable, nous avons suivi un processus similaire à celui réalisé au Mas-d'Azil. Ce site montagneux, dont l'altitude varie entre 1500 et 1955 mètres, offre un terrain propice à l'analyse du relief et à l'étude des variations altimétriques. Grâce aux outils SIG, notamment QGIS, nous avons pu visualiser et analyser le profil topographique de notre itinéraire en exploitant les données du MNT et du tracé GPX.



Figure 6 : Tracé de notre itinéraire

Aux Monts d'Olmes, notre itinéraire a débuté depuis la station à 1500 m d'altitude, progressant vers les crêtes. Nous avons marqué un arrêt à l'étang (photo à droite) pour analyser la topographie et observer l'influence de l'altitude sur l'environnement. Le tracé, étudié via QGIS, a révélé des variations altimétriques significatives, illustrant le relief contrasté entre pentes douces et zones escarpées.



# Courbe de niveau avec une vue satellite et profil topographique



Figure 7 : Tracé de notre itinéraire et courbe de niveau des Monts d'Olmes

En comparant les courbes de niveau des Monts d'Olmes à celles du Mas-d'Azil, on remarque des différences notables dans la densité et l'espacement des lignes. Aux Monts d'Olmes, les courbes de niveau sont beaucoup plus serrées, ce qui reflète la présence de pentes plus raides et d'un relief plus accentué, avec des variations altimétriques marquées. En revanche, au Mas-d'Azil, les courbes de niveau sont plus espacées, indiquant des terrains plus doux et moins escarpés.

## Profil topographique de l'itinéraire aux Monts d'Olmes



Figure 8 : Profil topographique  
de notre itinéraire

Distance totale du circuit: **8.5 km**  
Altitude maximum: **1927.6m**  
Altitude minimum: **1457.1 m**  
Denivelé total positif : **539.6 m**

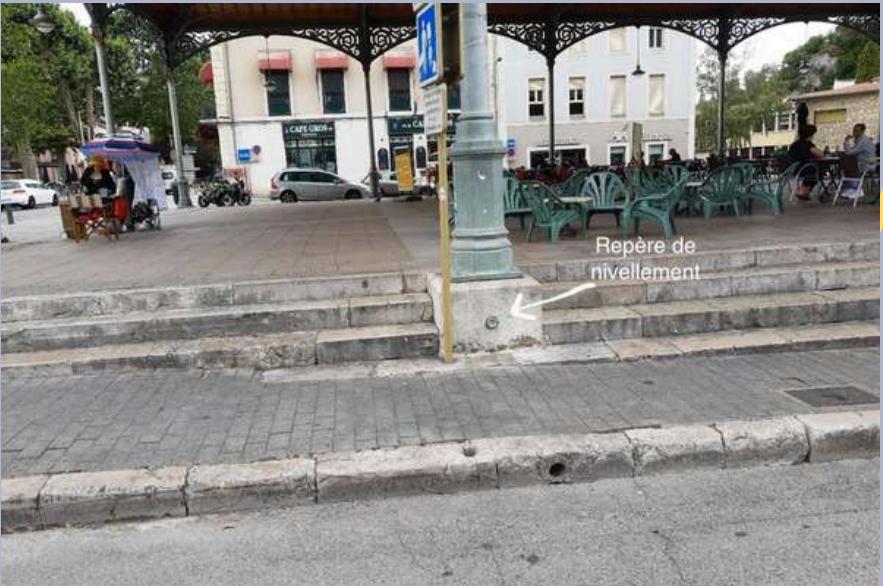
Le profil topographique des Monts d'Olmes, avec une altitude maximale de 1927,6 m et une altitude minimale de 1457,1 m, révèle un dénivelé positif total de 540 m. Cela signifie qu'au cours de notre itinéraire, nous avons parcouru une montée assez soutenue, typique des terrains montagneux, bien que le dénivelé reste modéré pour cette région. L'espacement des courbes de niveau montre des sections plus abruptes vers les crêtes, tandis que les pentes sont plus douces dans les zones basses, autour de 1457 m



Modélisation 3D de l'itinéraire du col de Cadène permet de mieux appréhender le relief, la complexité du terrain et les variations altitudinales rencontrées lors de la randonnée.

Figure 9 : Tracé en 3D de notre itinéraire

# Localisation par GPS et précision



Lors de notre promenade dans le centre-ville de Foix, nous avons cherché la borne de l'IGN qui nous avait été assignée. L'objectif était de comparer les coordonnées obtenues avec notre GPS à celles indiquées sur la fiche géodésique fournie par l'IGN.



Nivellement Général de la France

## Repère de nivelllement

Matricule :	EE' - 117a	Système d'altitude : NGF-IGN 1969
Année de dernière détermination :	2017	386,283 m
Repère vu en place en	2024	ALTITUDE NORMALE

Type :	M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL					
Complément :						
Système :	RGF93 v1 (ETRS89) - Ellipsoïde : IAG GRS 1980					
Longitude (dms) :	1° 36' 25.6" E	Latitude (dms) :	42° 57' 50.6" N			
Système :	RGF93 v1 (ETRS89) - Projection : LAMBERT-93					
E (km) :	586.26	N (km) :	6208.19			
Departement :	ARIEGE	Numéro INSEE :	09122	Commune :	Foix	
Voie suivie :	D.117					
de :	FOIX (MAIRIE)	à :	MONTGAILLARD			
Côté :	Gauche	PK :	-	Distance :	0,15 km du repère	EE' - 117
Localisation :	COURS GABRIEL FAURE					
Support :	MARCHE COUVERT DE FOIX					
Partie support :	SOCLE DU DEUXIEME PILIER DE LA FACE EST EN PARTANT DU SUD (COURS GABRIEL FAURE), FACE AU MONUMENT AUX MORTS					
Repères :	A L'AXE					
	A 0.25 M AU-DESSOUS DE L'ARETE SUPERIEURE					

Remarques :	Exploitable par GPS depuis une station excentrée
Ce repère appartient à un triplet.	
Liste des repères du triplet : EE' - 117, EE' - 117a, EE' - 117b, EE' - 118, EE' - 119 BIS, E.E.U3 - 26 BIS	

# Localisation par GPS et précision



Le point de nivellation de référence que nous avons utilisé est l'EE'-117a, situé sur la Cours Gabriel Faure, comme indiqué dans la fiche technique. Notre relevé GPS a été effectué au plus près de ce repère. Dans QGIS, nous avons importé le point GPS relevé sur le terrain (sous forme de fichier GPX), puis nous l'avons reprojeté en EPSG:2154. Selon le GPS, l'altitude mesurée est de 386,3 mètres, ce qui est très proche de l'altitude indiquée sur la fiche technique (386,283 m). Bien que les coordonnées des données IGN et celles de notre GPS ne soient pas exactement les mêmes, la différence est négligeable.

	Données IGN	Données GPS
Altitude ( m )	386 ,283	386 ,30
X ( m )	586,26	585
Y ( m )	6208	6208,3
Latitude ( dms )	42° 57' 50.6'' N	42° 57' 50.6'' N
Longitude ( dms )	1° 36' 25.6'' E	1°35' 19.1'' E

Figure 10: Tableau de comparaison IGN/Données GPS



A l'aide de l'outil QGis « distance au plus proche centre (ligne) » on mesure une distance de 2,22m entre les deux points. Nous pouvons voir cette différence sur la carte.

Figure 11 : Carte de localisation des points IGN et GPS

# Calcul d'isochrones et du chemin le plus rapide



Pour calculer nos isochrones, nous utilisons la fonction "Iso-Area as Pointcloud (from Point)" de QNeat3, qui offre une meilleure précision que la méthode "Iso-Area as Polygon".

Nous sélectionnons en entrée la BD Topo des routes ainsi que notre point de départ. L'option "Fastest Path" est activée afin de calculer une échelle de temps plutôt qu'une distance, avec un temps défini en minutes. Dans un premier temps, nous choisissons 600 secondes (10 minutes).

La vitesse de déplacement est fixée à 65 km/h, correspondant à la vitesse moyenne d'un bus selon [le Comité National Routier](#). Tous les autres paramètres sont laissés par défaut. En sortie, nous obtenons un nuage de points, qui représente la zone atteignable en 10 minutes.

Pour transformer ce nuage en une zone d'accessibilité, nous utilisons l'outil "Enveloppe concave" de QGIS. Cette opération est répétée pour les zones de 20 et 30 minutes. Enfin, nous soustrayons les différentes couches afin d'éviter toute superposition entre les trois zones.

Nous obtenons ainsi une carte des isochrones. Pour déterminer le chemin le plus court, nous utilisons l'outil "Chemin le plus court" de QGIS, en définissant comme paramètres le point de départ, la direction et la vitesse.

### Analyse d'accessibilité : Carte des isochrones entre la piscine de Foix et le parking des Monts d'Olmes



On remarque qu'en fonction du réseau routier, l'accessibilité varie. Étant donné que le bus ne prend que les grands axes, il doit faire un détour pour atteindre les Monts d'Olmes, tandis que les sentiers offrent un trajet plus direct et plus court.

Figure 12 : Carte des isochrones

## Carte des isochrones avec l'application en ligne Smappen

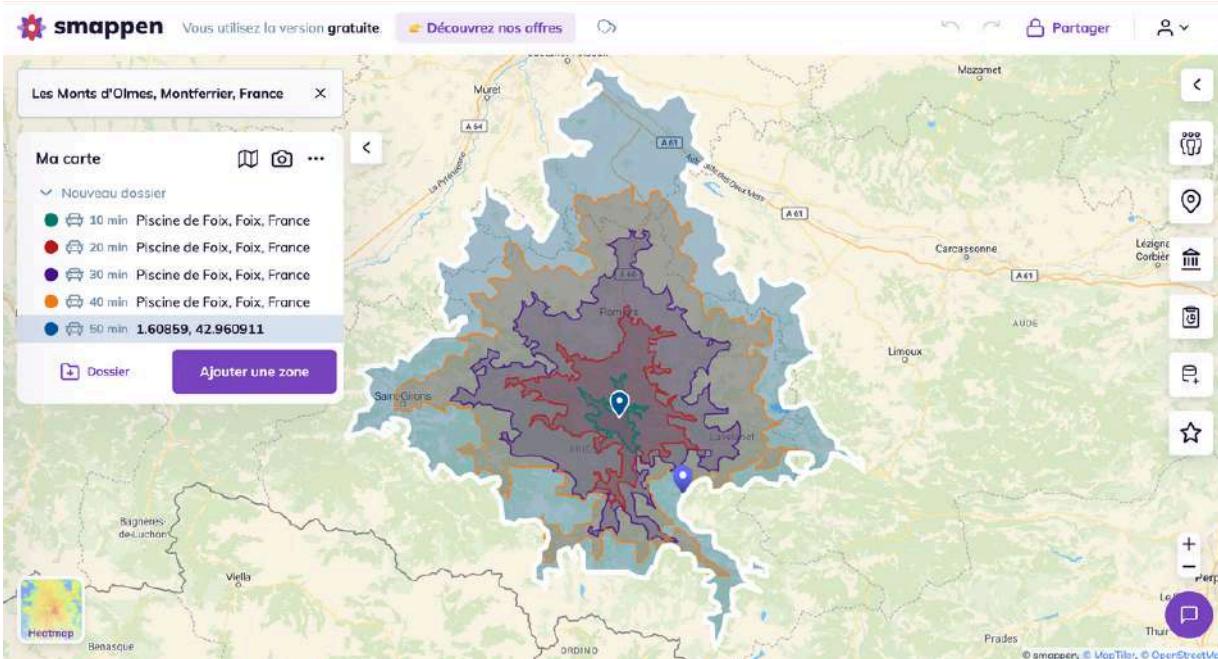
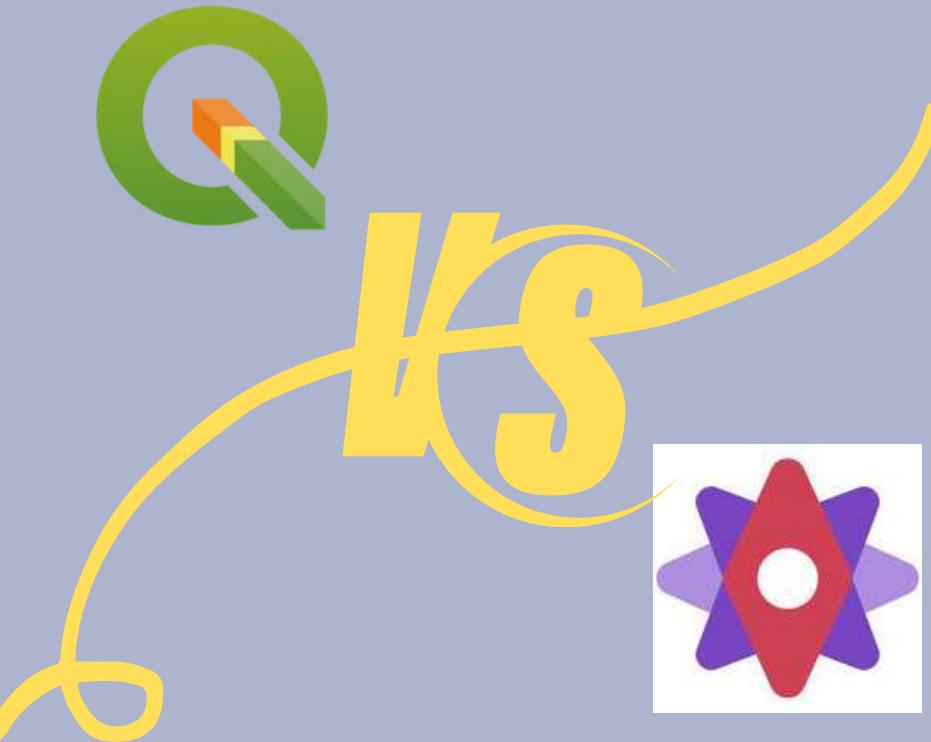


Figure 13 : Carte des isochrones avec Smappen

Avec Smappen, chaque zone est associée à une donnée de population, affichée sous le champ TOTAL\_POP. Une autre méthode a été utilisée en ligne via la plateforme Smappen. Toutefois, cette approche présente des contraintes : elle limite l'analyse à 10 zones, ne permet pas l'importation de cartes et l'accès gratuit reste restreint. Néanmoins, elle permet de visualiser les résultats directement sur le site.

# Calcul d'isochrone et du chemin le plus rapide



## Point critique :

Les différences que vous observez entre les isochrones calculés sur le site Smappen et ceux obtenus avec QGIS peuvent être dues à plusieurs facteurs :

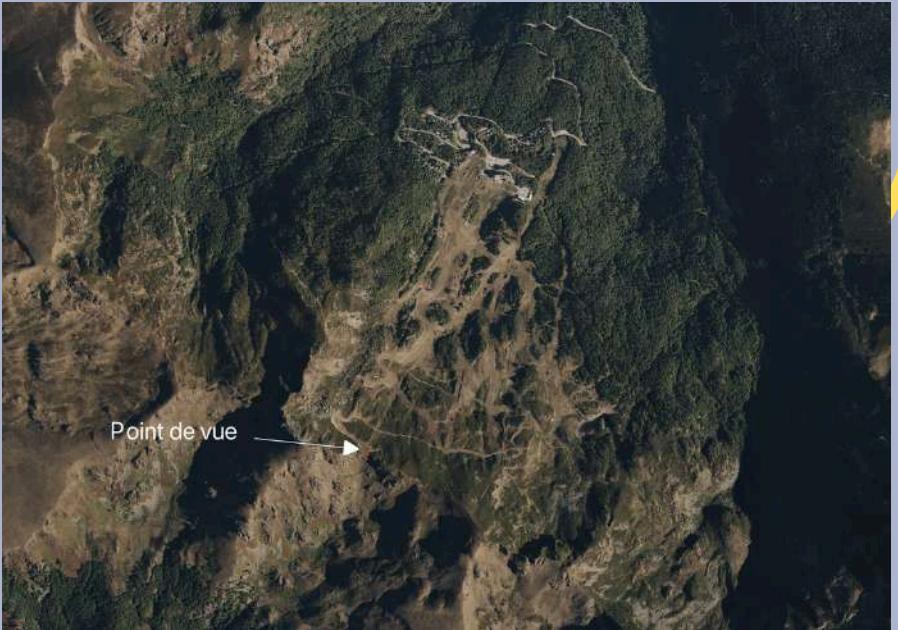
- Paramètres de calcul : Les paramètres de calcul utilisés sur chaque plateforme peuvent varier, y compris les vitesses moyennes de déplacement
- Données sources : il est possible que les données utilisées par Smappen proviennent d'une autre source ou soient traitées différemment.
- Algorithme de calcul : Les deux plateformes peuvent utiliser des algorithmes différents pour calculer les isochrones, ce qui peut entraîner des résultats légèrement différents.

# Calcul de covisibilité aux Monts d'Olmes



Nous sommes à la station de ski des Monts d'Olmes, des paysages magnifiques nous donnent l'occasion de faire une analyse de covisibilité.

# Calcul de covisibilité aux Monts d'Olmes



La création de la covisibilité à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) dans QGIS implique l'utilisation de deux outils principaux : "create viewpoints" et "Viewshed" de l'analyse de visibilité. L'outil "create viewpoints" permet de définir un point de vue en spécifiant des paramètres tels que la taille de l'observateur et la distance maximale de visibilité, déterminant ainsi l'étendue de la covisibilité. Dans notre exemple, nous avons choisi une taille d'observateur de 1m82, correspondant ma taille, et une distance maximale de 3,2 km. En utilisant l'outil "Viewshed", un raster binaire est généré pour indiquer ce qui est visible ou non depuis le point de vue défini précédemment. Les valeurs du raster sont codées en 1 pour ce qui est visible et en 0 pour ce qui ne l'est pas. Ainsi, un raster en forme de cercle avec un rayon de 3,2 km apparaît, présentant des valeurs 1 et 0 qui peuvent être stylisées avec des couleurs. Cette procédure a été effectuée sur la station de ski.

### Carte de covisibilité depuis le Col de Cadène

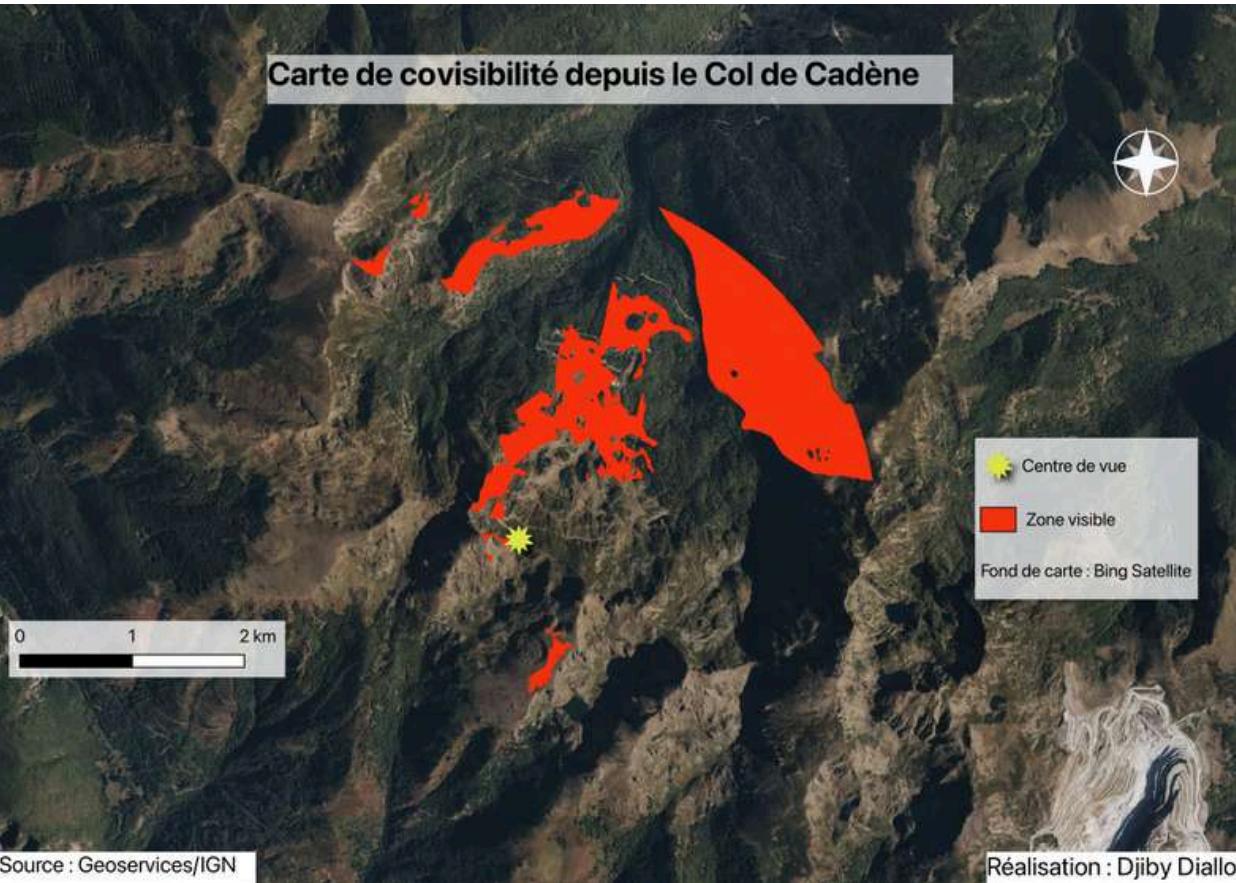


Figure 14: Carte de covisibilité depuis les Monts d'Olmes

Nous voyons donc ce qui est visible depuis le point de vue (rouge).

Nous pouvons observer par exemple que depuis le point de la station de ski, nous avons tout un périmètre invisible derrière le restaurant bar le refuge ce qui est cohérent. En effet vu que nous sommes situé au centre de ce dernier, nous ne pouvons voir tout ce qui est à proximité directe.

Au Nord, notre vision est vite obstruée par le massif montagneux. Nous pouvons mieux nous en rendre compte avec la figure suivante (fig. 13).

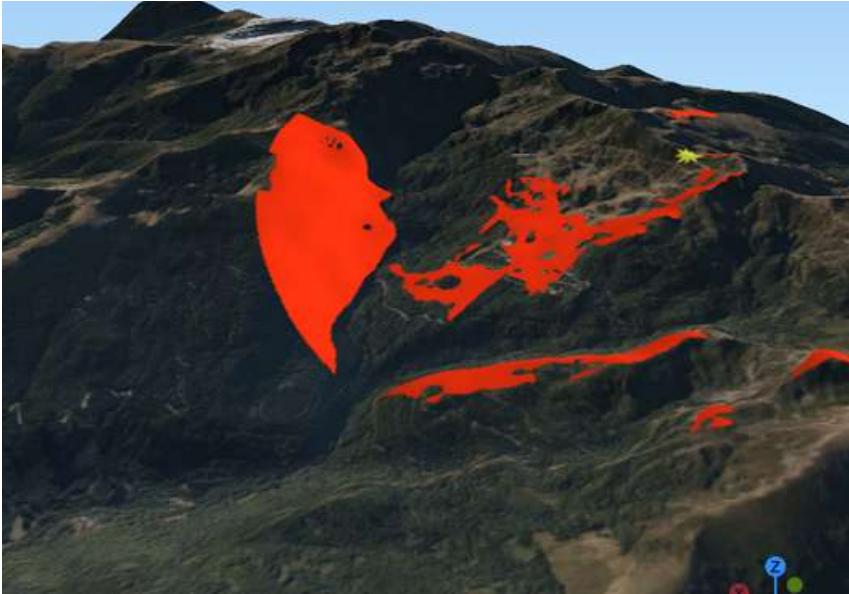


Figure 15 : Modélisation 3D de la carte de covisibilité



Figure 16 : Photo de la station

# Calcul de covisibilité au donjon du chateau de Foix

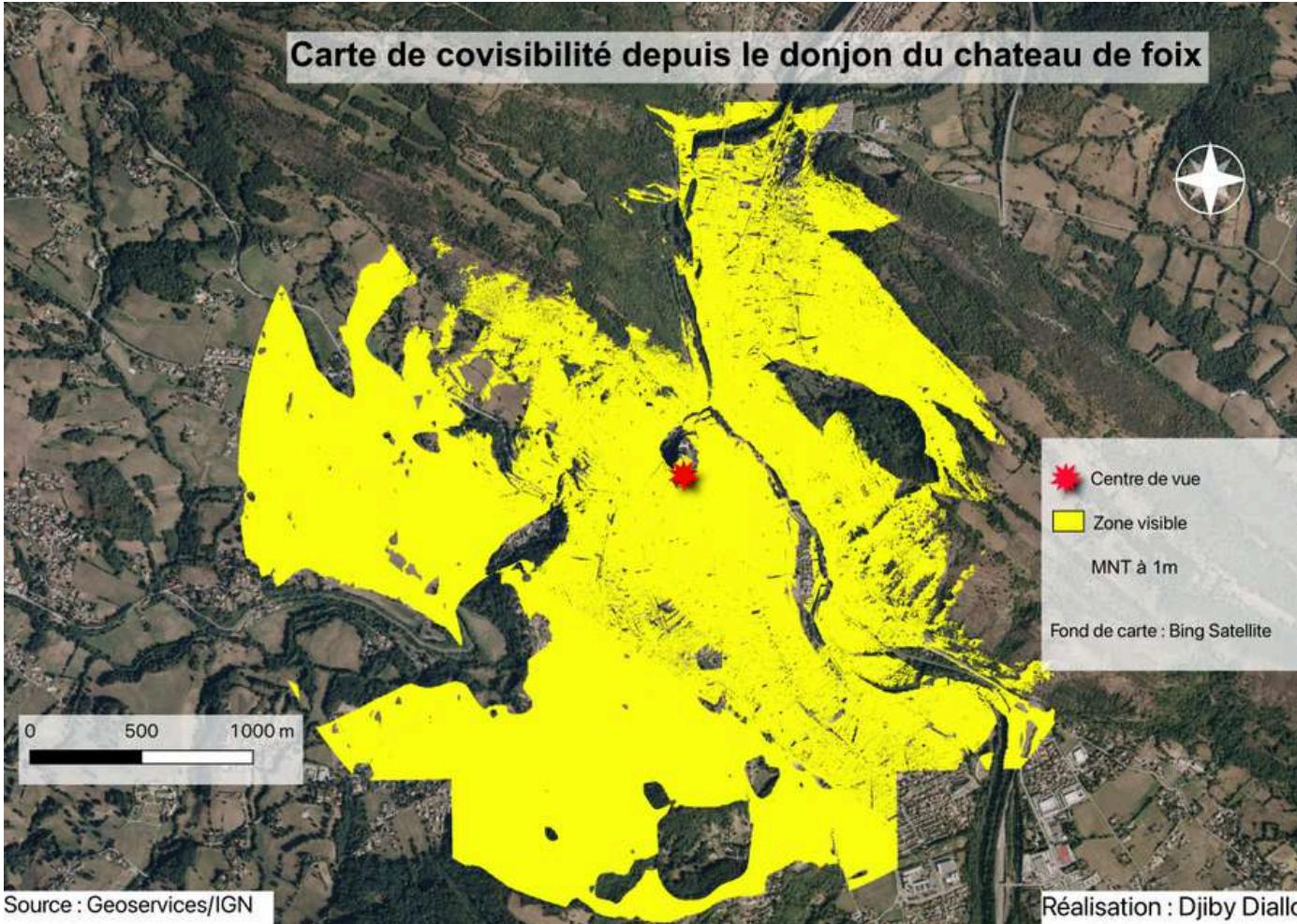


Nous voici maintenant au château de Foix, plus précisément au sommet de son donjon. Depuis ce point emblématique, nous allons réaliser une analyse de covisibilité afin d'identifier les zones visibles depuis ce point stratégique. Ce travail nous permettra de mieux comprendre l'étendue de la visibilité offerte par ce monument historique, dans un environnement marqué par un mélange de reliefs naturels et de constructions humaines.

Pour cela, nous utilisons un Modèle Numérique de Terrain (MNT) à 1 mètre de résolution, offrant une meilleure précision. Nous intégrons également les bâtiments issus de la BD Topo Ariège de l'IGN, rastérissés sur leur hauteur. Ces données sont combinées via la calculatrice raster pour obtenir un Modèle Numérique de Surface (MNS), prenant en compte relief et constructions.

Le point d'observation est placé au sommet du donjon. Avec Create viewpoints, nous définissons une hauteur de 1,82 mètre (ma taille) et un rayon de vision de 2 km, avec un champ de vision à 360°. Le module Viewshed génère alors la carte de covisibilité. Enfin, nous comparons cette analyse avec une seconde, basée uniquement sur le MNT, où l'observateur est placé à 35,82 mètres (hauteur du donjon + ma taille). Cette comparaison met en évidence l'influence des bâtiments sur la visibilité réelle.

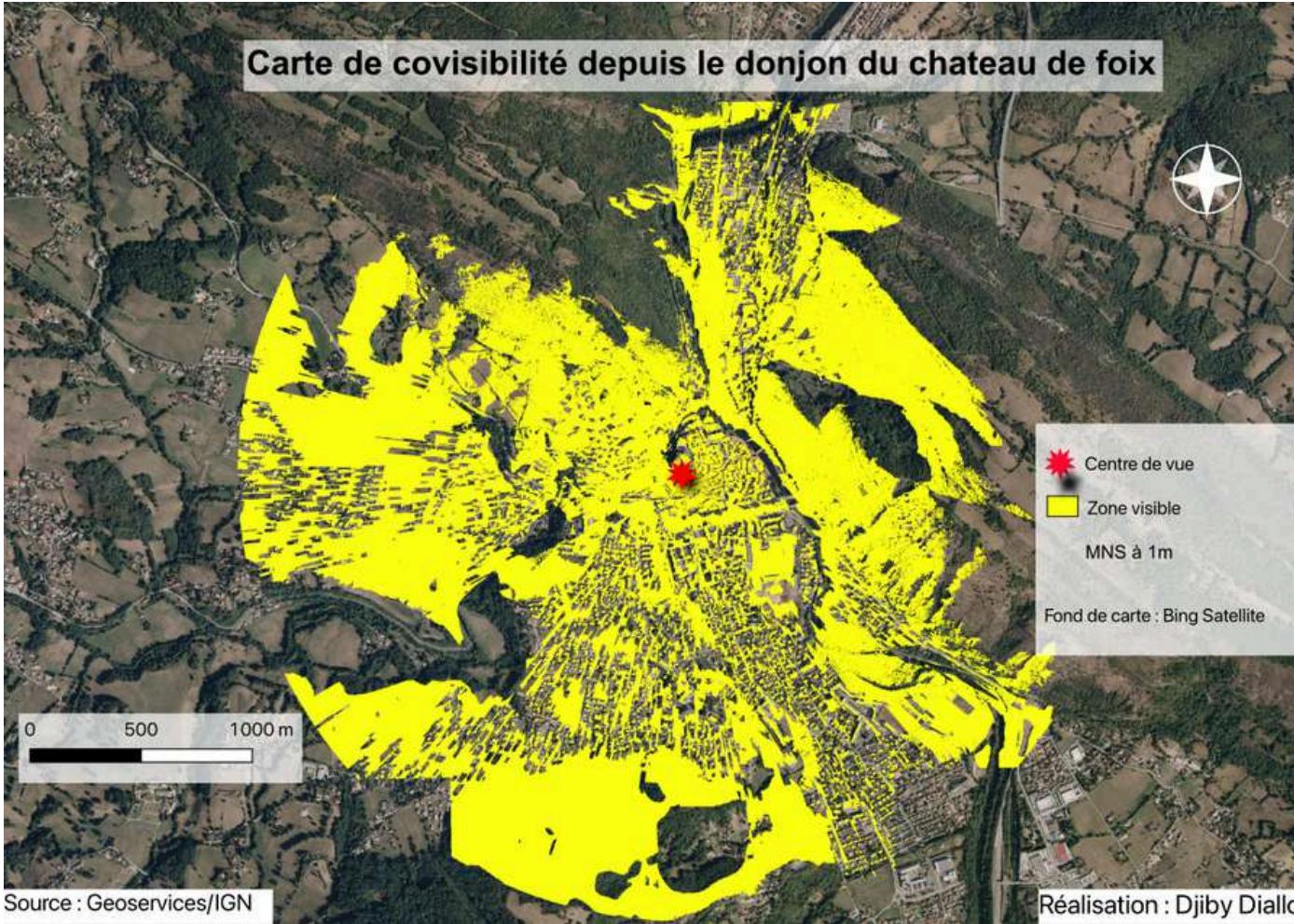
## Carte de covisibilité depuis le donjon du chateau de foix



Sur ces deux cartes, on observe une nette différence entre l'analyse de covisibilité avec le MNT seul et celle avec le MNS intégrant les bâtiments.

Avec le MNT (première carte), la visibilité est plus étendue, notamment dans le centre-ville, car les bâtiments ne sont pas pris en compte : la vue "traverse" les constructions.

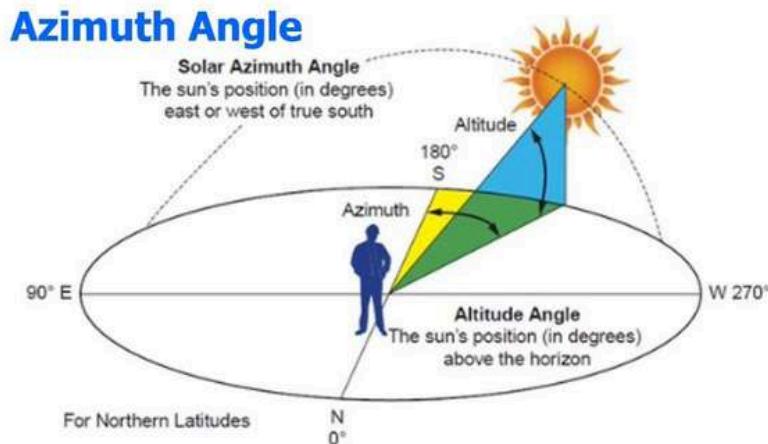
Figure 17 : Carte de covisibilité à partir d'un MNT depuis le donjon



En revanche, avec le MNS (deuxième carte), les bâtiments créent des zones d'ombre, bloquant la visibilité derrière eux. Cette approche est plus réaliste car elle reflète les obstacles réels présents sur le terrain. Cela montre bien l'importance d'intégrer les bâtiments pour une analyse fidèle à la réalité urbaine.

Figure 18 : Carte de covisibilité à partir d'un MNS depuis le donjon

# Calcul des ombrages aux Monts d'Olmes



Nous allons maintenant faire une carte des ombrages du samedi 22 Septembre 2024. Nous utilisons la fonction "Ombrage" GDAL de QGis. Ce jour-là, on a débuté notre randonnée 08h18mn. Après quelques recherches, à cette heure, l'azimut avait une valeur de 90°. En entrée, nous prenons donc les paramètres suivants :

Couche raster	MNT
Facteur z ( valeur par défaut )	1
Orientation de l'éclairage ( azimuth)	90°
Altitude de l'éclairage	17°

L'altitude est à 17°, ce qui correspond à une position relativement basse du soleil au-dessus de l'horizon est, typique du début de matinée lors de l'équinoxe d'automne. Cette valeur, calculée en fonction de la latitude des Monts d'Olmes (42,84448°N) et de la date, confirme l'estimation générale de 15 à 20 degrés mentionnée précédemment. Nous obtenons ainsi, la carte des ombrages ci-après :

## Carte des ombrages, le 21 septembre 2024 ( Monts d'Olmes )

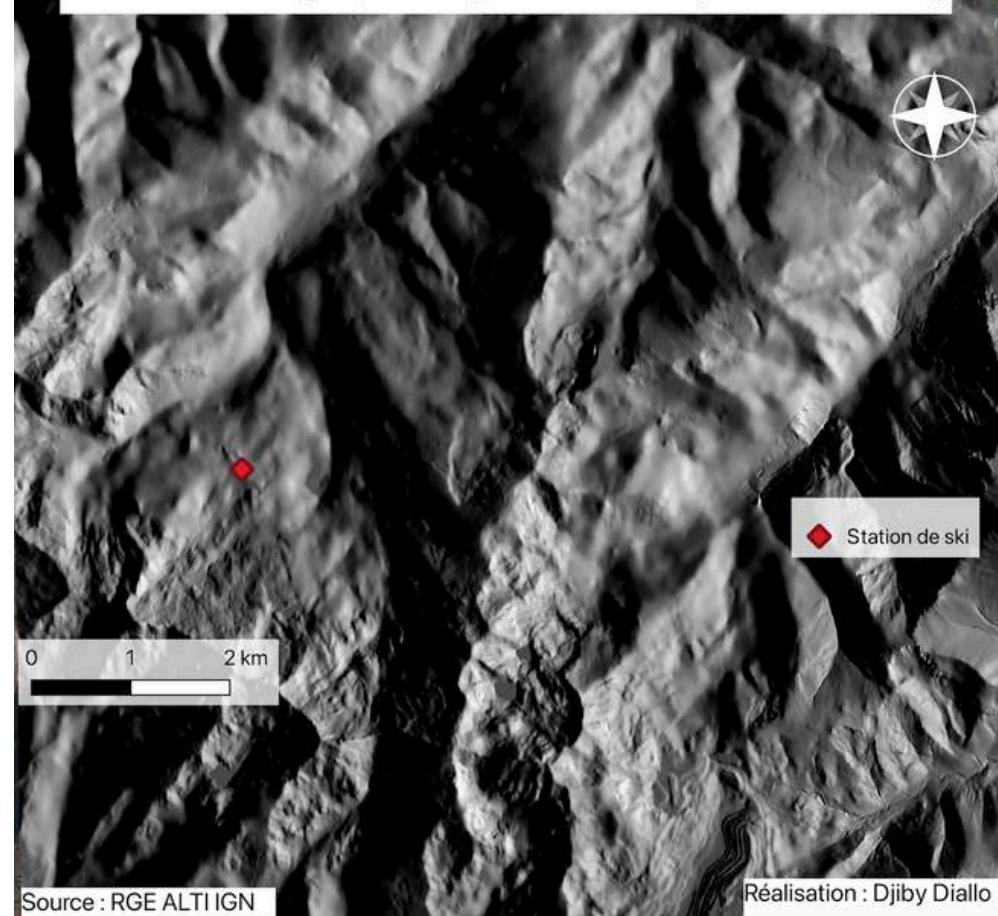


Figure 19 : Carte des ombrages, le 21/09/2024

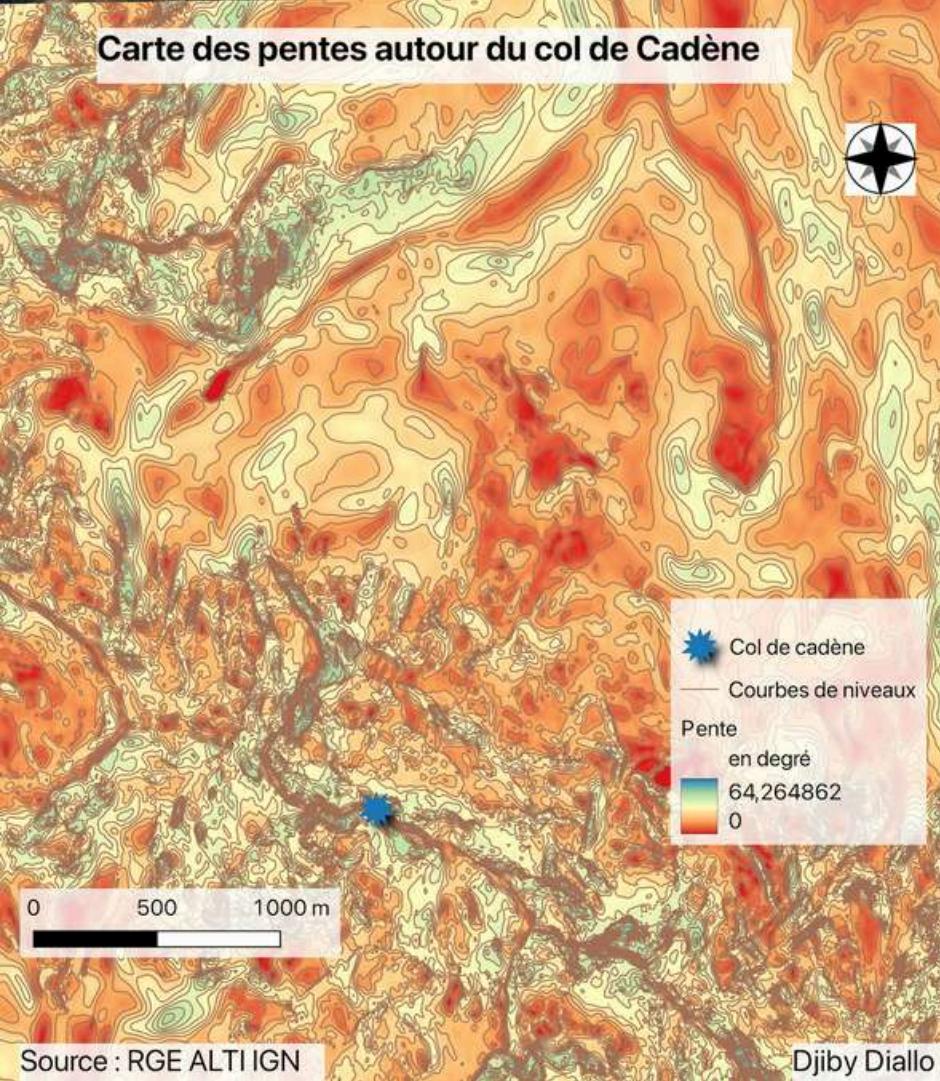
La carte des ombrages aux Monts d'Olmes, analysée avec une altitude solaire de 17° à 08h18mn le 21 septembre 2024, met en évidence les effets du relief sur l'ensoleillement matinal. À cette heure, le soleil étant encore relativement bas sur l'horizon, les zones en pente orientées à l'ouest et au nord restent majoritairement à l'ombre, tandis que les versants exposés à l'est et au sud commencent à être éclairés. Les crêtes et les reliefs marqués projettent de longues ombres sur les vallées et les pentes inférieures, accentuant les contrastes de luminosité sur la carte. Cette analyse permet de mieux comprendre la répartition de la lumière et l'impact du relief sur l'exposition solaire dans le massif.

# Calcul des pentes aux Monts d'Olmes



La pente du Col de Cadène a été calculée à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) en utilisant l'outil « Pente » de GDAL dans QGIS. Pour ce faire, j'ai d'abord chargé le MNT correspondant à la zone du col, puis j'ai appliqué l'outil en activant l'option d'affichage de la pente en pourcentage plutôt qu'en degrés. Cette méthode a permis de générer un raster détaillé exprimant l'inclinaison en pourcentage, facilitant ainsi l'analyse des variations topographiques du col.

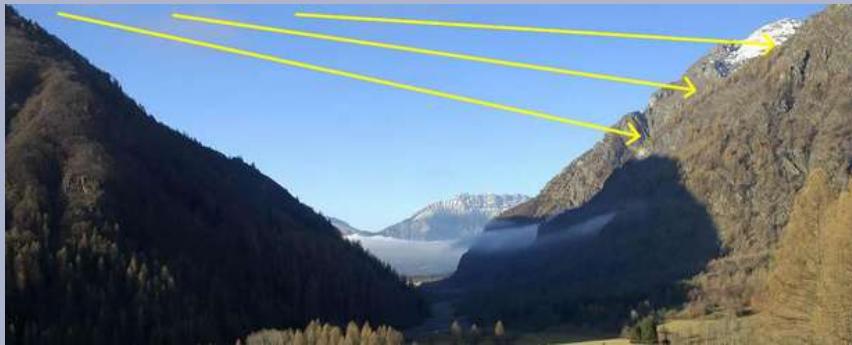
## Carte des pentes autour du col de Cadène



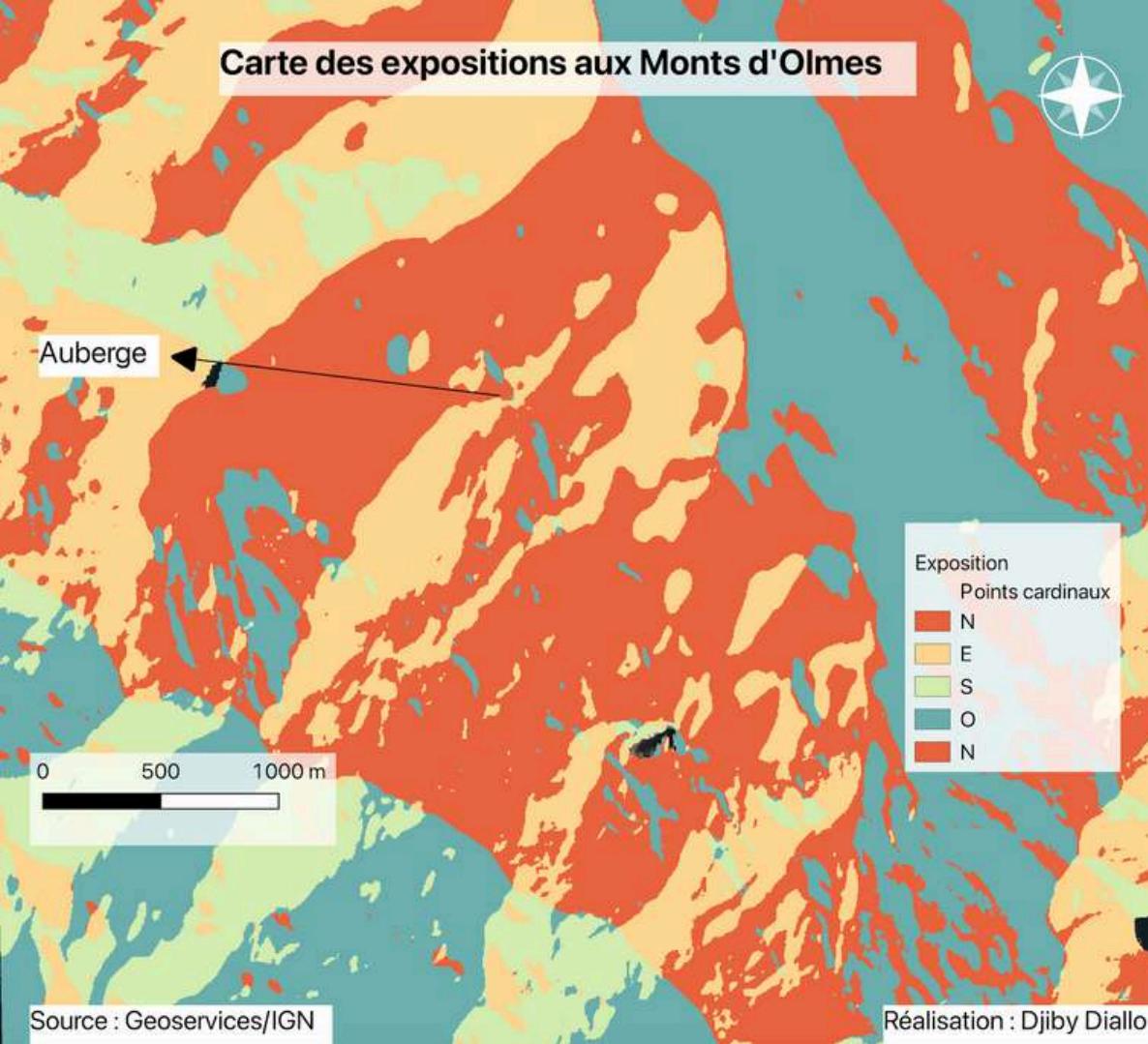
La carte montre des pentes très contrastées autour du Col de Cadène, avec des valeurs variant de 0° à plus de 60°. Les zones de pente faible (en rouge) correspondent aux vallées et aux fonds de plaines, tandis que les fortes pentes (entre jaune et bleue) indiquent des reliefs escarpés, notamment sur les versants et crêtes.

Figure 20 : Carte des pentes aux Monts d'Olmes

# Exposition aux Monts d'Olmes



Pour analyser l'exposition du Mont d'Olmes, j'ai utilisé l'outil Exposition de GDAL afin de calculer l'orientation des pentes en fonction des directions cardinales. J'ai visualisé les résultats avec des pseudo-couleurs en bande unique et une interpolation discrète pour mieux distinguer les différentes orientations. Ensuite, pour affiner les valeurs, j'ai reclassifié la couche d'orientation en utilisant l'outil Reclassification par table, en définissant des plages de valeurs pour chaque direction (nord, sud, est, ouest). Ce processus m'a permis d'obtenir une carte précise des orientations du terrain. Nous obtenons ainsi, la carte des expositions ci-après :



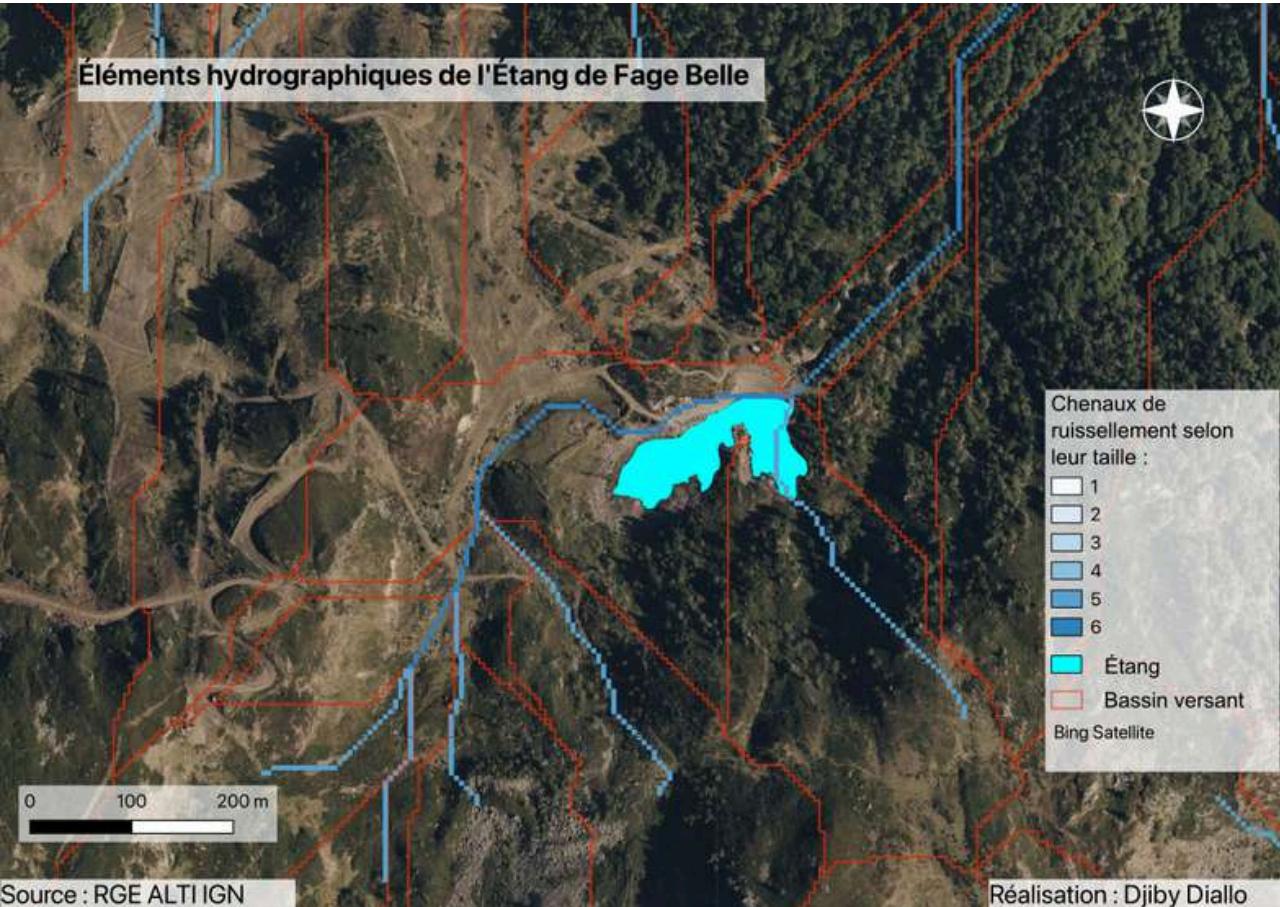
Le col de Cadène est exposé au nord, ce qui signifie qu'il est principalement soumis à des conditions météorologiques plus froides et moins ensoleillées que les cols orientés vers le sud. Cela peut affecter la végétation locale, en limitant la croissance de certaines plantes qui nécessitent plus de lumière. En hiver, il pourrait accumuler plus de neige, et en été, l'ombre prolongée peut rendre les températures plus fraîches comparées aux autres zones plus exposées au soleil.

Figure 21 : Carte des expositions

# Calculs hydrographiques

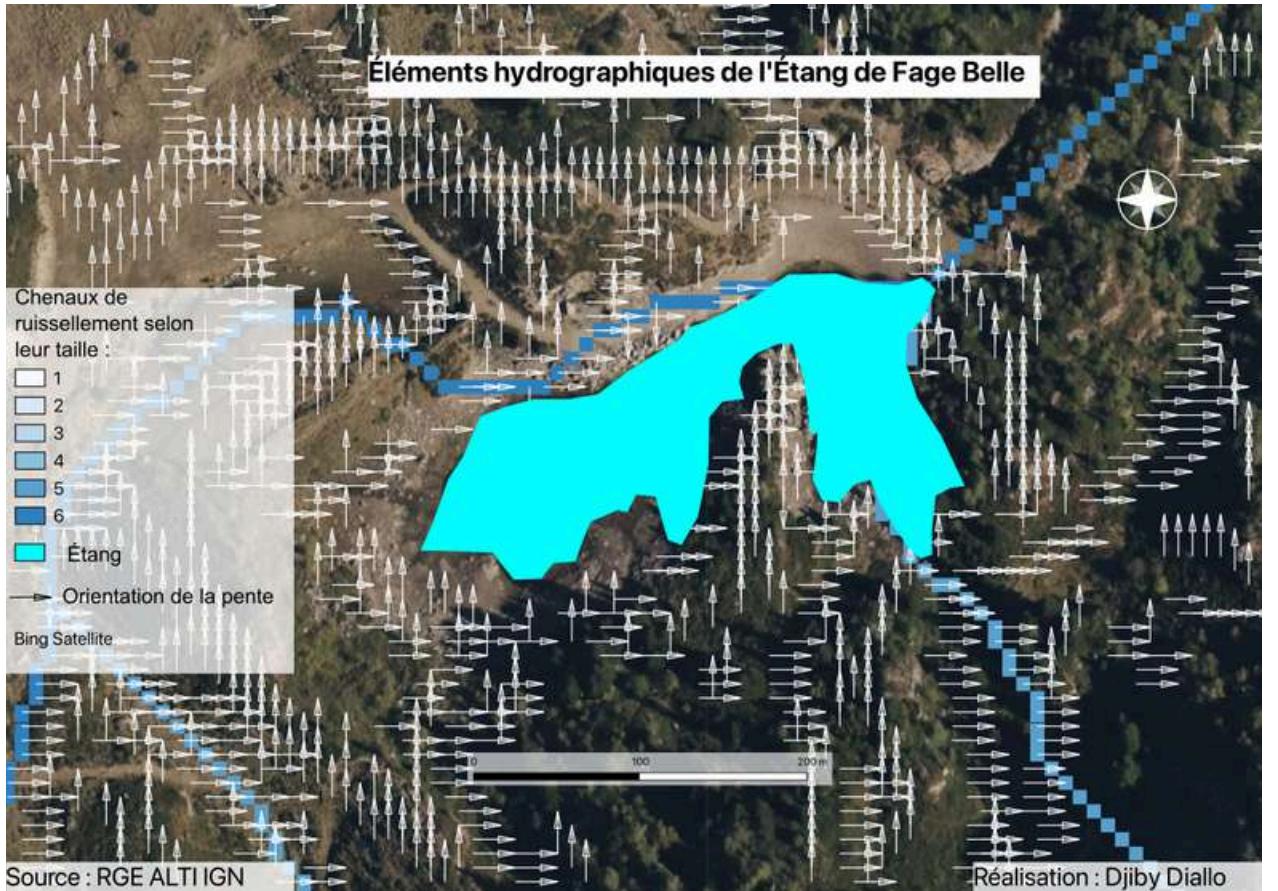


Lors de notre randonnée vers le col de Cadène, nous avons fait une pause à l'étang de Fage Belle, ce qui nous a permis de réaliser une analyse hydrologique. L'objectif était de délimiter le bassin versant, repérer les chenaux de ruissellement et analyser les pentes et orientations du terrain. Nous avons utilisé le module SAGA dans QGIS avec un MNT de 25 mètres redécoupé à la zone d'étude. La première étape a consisté à corriger le MNT en comblant les dépressions avec l'algorithme "Fill Sinks - Wang & Liu". Ensuite, nous avons calculé l'ordre de Strahler, qui classe les écoulements de 1 à 9, pour ne conserver que les chenaux avec un ordre supérieur ou égal à 5, après comparaison avec OpenStreetMap. Enfin, en utilisant la fonction "Channel Network and Drainage Basins", nous avons généré plusieurs couches : le raster de direction d'écoulement, les chenaux de ruissellement et le bassin versant. Ces éléments ont permis de créer la carte hydrologique complète de la zone.



L'étang de Fage Belle s'inscrit dans une dépression topographique, ce qui signifie que les pentes environnantes convergent naturellement vers ce point bas. Ce phénomène de convergence joue un rôle clé dans la genèse et le maintien de l'étang : les eaux de ruissellement issues des versants adjacents s'y concentrent, contribuant à son alimentation. Cette position topographique en zone de collecte naturelle favorise également l'accumulation de sédiments, transportés par l'érosion des sols situés en amont.

Figure 22 : Carte des éléments hydrographiques de l'étang Fage Belle



Ainsi, l'étang agit comme un exutoire naturel pour les versants qui l'entourent, illustrant bien la relation entre la morphologie du relief et la dynamique hydrologique locale. Cela se confirme particulièrement lorsqu'on examine l'orientation des pentes au sud de l'étang, comme le montre clairement la figure 23. Les versants au sud de l'étang convergent tous vers cette dépression, dirigeant les eaux de ruissellement vers le bassin. Ce modèle de drainage confirme que l'étang reçoit les apports en eau en provenance des zones environnantes, en particulier du sud. Cette configuration géomorphologique est cruciale pour l'alimentation de l'étang, où il joue un rôle central dans le paysage local.

Figure 23: Carte des éléments hydrographiques de l'étang Fage Belle



La visualisation 3D de l'étang de Fage Belle révèle clairement la dépression topographique, avec des pentes convergeant vers ce point bas, facilitant l'écoulement des eaux de ruissellement.

Figure 24 : Visualisation 3D de l'étang

# Analyse des modalités d'occupation du sol



Cette analyse a pour objectif de déterminer les différentes modalités d'occupation du sol présentes dans trois bases de données distinctes : CORINE Land Cover (CLC), Occupation du Sol à l'Origine (OSO), COSIA (Couverture du sol par intelligence artificielle) et Occupation du Sol à Grande Échelle (OCSGE). Les sites étudiés sont le Pont Vieux à Foix et l'espace de pique-nique à l'entrée de la grotte du Mas d'Azil.

## La base de données CORINE Land Cover (CLC)

Elle est un produit du programme européen d'observation de la terre Copernicus, qui implique 39 États européens. En France, cette base est gérée par le Service de la donnée et des études statistiques du ministère de l'environnement, en collaboration avec l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) depuis 2018. La méthodologie de production repose sur une interprétation visuelle d'images satellites, avec des données complémentaires pour soutenir cette analyse. CLC identifie des zones d'au moins 25 hectares et de 5 hectares pour les évolutions, avec une largeur minimale homogène de 100 mètres en termes d'occupation des sols. Pour les territoires ultramarins, les seuils sont ajustés à 10 hectares et à 50 mètres de largeur minimale. Cette méthodologie commune assure une cohérence des informations entre les pays européens.

Notons que CLC est en cours de modernisation vers une nouvelle génération de produit appelée CLC+, offrant une méthodologie de production améliorée. La résolution spatiale est à l'échelle de production de 1/100 000. En ce qui concerne la couverture géographique, les données CLC couvrent la métropole et les départements d'outre-mer depuis l'an 2000, avec une exception pour Mayotte, qui est couverte depuis 2006. Pour la Guyane, seule une bande côtière de 20 km et l'aval des fleuves frontaliers ont été traités. À l'échelle internationale, CLC est produit dans 39 pays, incluant les pays membres de l'UE, les membres de l'Agence européenne pour l'environnement, ainsi que les pays coopérants des Balkans occidentaux. CORINE Land Cover a débuté en 1985, avec le premier millésime disponible en 1990. Les mises à jour sont disponibles pour les années 1990, 2000, 2006, 2012 et 2018, accompagnées des bases des évolutions sur les périodes de référence. La dernière édition des données date de 2018.

## La base de données Centre d'Expertise Scientifique sur l'occupation des sols (CES OSO)

La carte d'occupation des sols produite par le Centre d'Expertise Scientifique sur l'Occupation des Sols (CES OSO), une composante du pôle national THEIA, offre une couverture exhaustive du territoire métropolitain et est diffusée aux formats vecteur et raster. Cette carte est mise à jour annuellement et contient entre 17 et 23 classes, selon l'année. Sa production s'appuie sur la chaîne iota2 développée par l'unité mixte de recherche CESBIO, exploitant des séries temporelles d'images satellitaires Landsat-8, Sentinel-2 et/ou Sentinel-1, prétraitées pour obtenir des images en réflectance de surface. La chaîne de production utilise une classification supervisée basée sur l'entraînement à partir de diverses sources de données, notamment Corine Land Cover (CLC), BD Topo IGN, Registre Parcellaire Graphique (RPG) et Randolph Glacier Inventory (RGI).

La validation des produits OSO est réalisée selon deux approches : une basée sur des jeux de données d'échantillons et l'autre sur des jeux de données exogènes indépendants. Les données raster sont produites à des résolutions spatiales de 10 m et 20 m, tandis que les données vectorielles dérivées du raster ont une unité minimale de collecte de 0,1 hectare. Les produits sont accompagnés de cartes de validité et de confiance. La couverture nationale est assurée chaque année par un millésime couvrant l'ensemble du territoire métropolitain. Les millésimes disponibles comprennent des cartes à 10/20 m (Sentinel-2) pour les années 2016, 2017 et 2018, ainsi que des cartes de "millésimes historiques" à 30 m (Landsat) pour les années antérieures. La production d'un nouveau millésime requiert une année complète de collecte de données satellitaires, et les produits sont livrés dans le premier semestre de l'année suivante. Sur le site CES OSO, l'accès direct aux cartes d'occupation des sols n'est pas disponible publiquement. Cependant, quelques données brutes sont mises à disposition, notamment une couche shapefile détaillant les pourcentages des différents éléments du paysage agricole pour chaque emplacement. Par exemple, dans une zone de données donnée, il peut y avoir des pourcentages différents de vignes, vergers, terres cultivées, eau, etc. Veuillez noter qu'un compte utilisateur doit être créé pour accéder à cette couche.

## La base de données Occupation du sol à grande échelle (OCS GE)

La base de données OCS GE (Occupation du Sol à Grande Échelle) est une ressource vectorielle qui décrit l'occupation du sol sur l'ensemble du territoire métropolitain ainsi que dans les départements et régions d'outre-mer (DROM). Cette base de données utilise un modèle ouvert qui sépare la couverture du sol de son utilisation, offrant ainsi une précision géométrique soutenue par le Référentiel à Grande Échelle (RGE®) et une cohérence temporelle grâce à des mises à jour régulières pour suivre les évolutions des espaces. Les commanditaires locaux et l'IGN sont les principaux producteurs de l'OCS GE, avec éventuellement un recours à la sous-traitance pour la phase de photo-interprétation. La méthodologie de production actuelle repose sur l'utilisation de données provenant de diverses sources telles que BD TOPO pour les éléments structurants, BD Forêt pour les zones arborées et RPG (Registre Parcellaire Graphique) pour les classes agricoles. Ces données sont ensuite validées et complétées par une phase de photo-interprétation des orthophotographies de l'IGN.

La résolution spatiale de la base de données est vectorielle avec une échelle d'utilisation allant jusqu'à 1:2 500. Les unités minimales de collecte varient en fonction des postes, avec par exemple 200 m<sup>2</sup> pour les zones bâties et des largeurs minimales variant de 5 à 20 m selon les postes. Actuellement, 25 départements sont couverts par l'OCS GE, avec une disponibilité et une mise à jour des données dépendant des partenariats entre l'IGN et les territoires concernés. En mai 2019, entre un et deux millésimes sont disponibles selon les régions. La production d'un millésime repose sur les orthophotographies de l'IGN et ne peut être effectuée plus fréquemment que leur rythme de production, qui est d'une prise de vue tous les ans d'un tiers des départements français en roulement. Une expérimentation de production par photointerprétation d'images satellites Pléiades a été réalisée en Midi-Pyrénées, et la production d'un millésime d'OCS GE sur Mayotte avec des images Pléiades 2019 est envisageable.

## La base de données COSIA

Les cartes CoSIA décrivent la couverture du sol, soit la nature du sol, selon 16 classes (bâtiment, surface d'eau, conifère, culture, broussaille...). Cette description du sol est produite pour tout le territoire français (métropole et DROM) et avec une haute résolution de 20 cm par pixel.

Les cartes CoSIA sont un produit de l'IGN qui interviennent actuellement dans la conception de l'OCSGE. Leur résolution spatiale et leur finesse sémantique peuvent également aider dans la production d'autres cartographies et au calcul d'autres indicateurs comme la végétation en ville, les haies & bocages, les trames vertes & bleues ou encore intervenir dans la réalisation de MOS locaux ou d'un OCS GE plus fin.

Pour produire ces cartes, on utilise des processus d'intelligence artificielle dont des méthodes d'apprentissage profond (deep learning). Ces cartes sont alors dites de "prédiction" car elles sont obtenues à partir d'un modèle numérique d'IA qui estime statistiquement pour chaque pixel son appartenance à une classe, et peuvent ne pas refléter de manière exhaustive la réalité du terrain. Il existe des marges d'erreurs qui sont référencées pour chaque département et chaque classe (voir documentation).

## Corine Land Cover ( 2018 )



Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole

Forêts de feuillus

Figure 25 : Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD Corine Land Cover 2018

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser à l'occupation du sol autour de l'espace de pique-nique situé à proximité de la grotte du Mas d'Azil.

La cartographie CLC se révèle peu précise et insuffisamment détaillée, ne reflétant qu'une vision partielle de l'occupation du sol. Seules deux catégories y sont répertoriées, ce qui limite fortement son exactitude. De plus, des éléments essentiels comme la route et les bâtiments sont totalement absents, rendant cette représentation incomplète et peu exploitable pour une analyse fine du territoire.

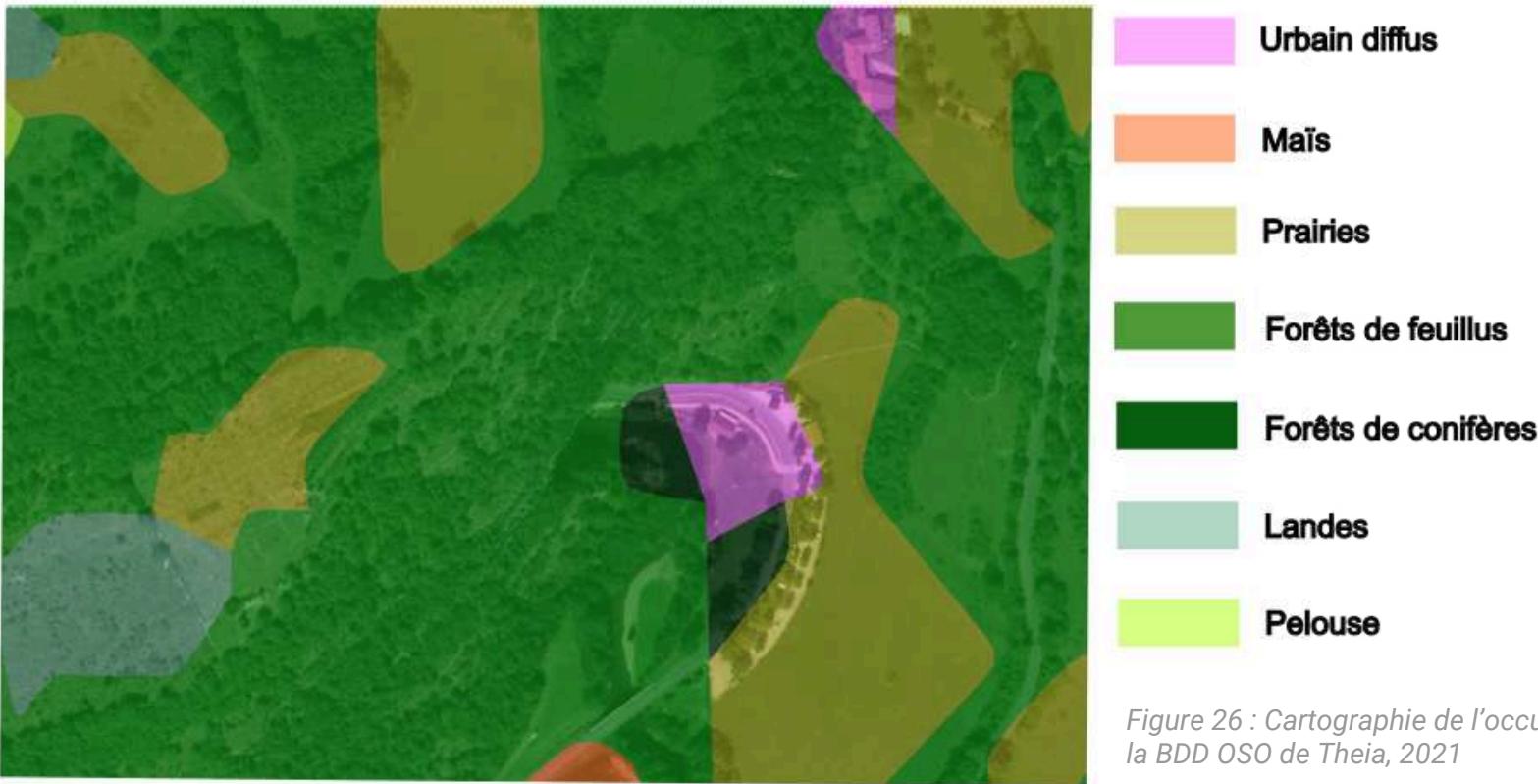


Figure 26 : Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD OSO de Theia, 2021

La base de données OSO offre un niveau de précision supérieur à celui de CLC, avec sept classes représentées. Certaines, comme l'urbain diffus, correspondent fidèlement à notre photo aérienne, de même que les zones de prairies et de forêts de feuillus. Toutefois, la classe "Maïs" apparaît alors qu'elle n'existe pas sur le terrain. De plus, la délimitation des différentes zones d'ODS manque parfois de précision, ce qui peut entraîner des incohérences dans l'interprétation des données.

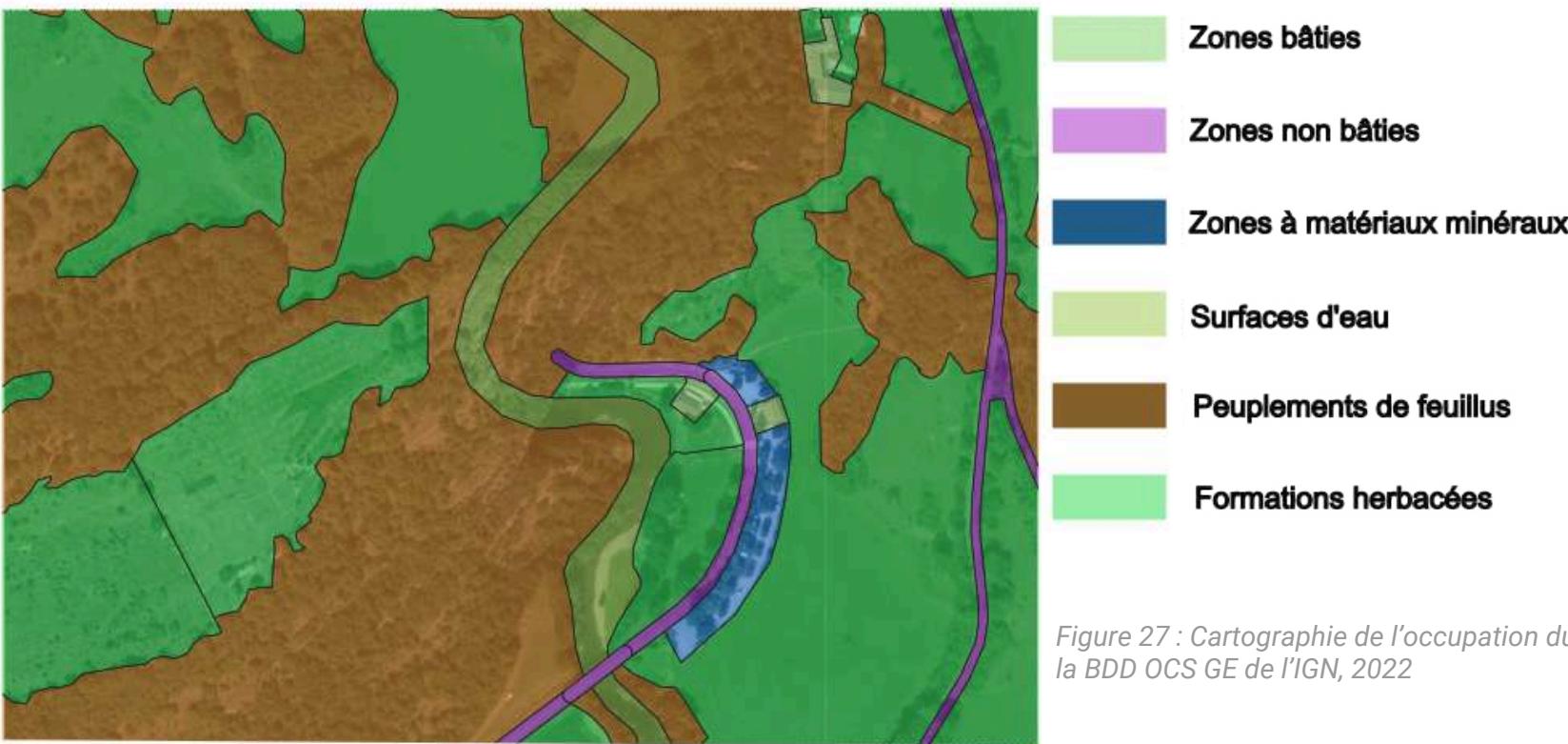
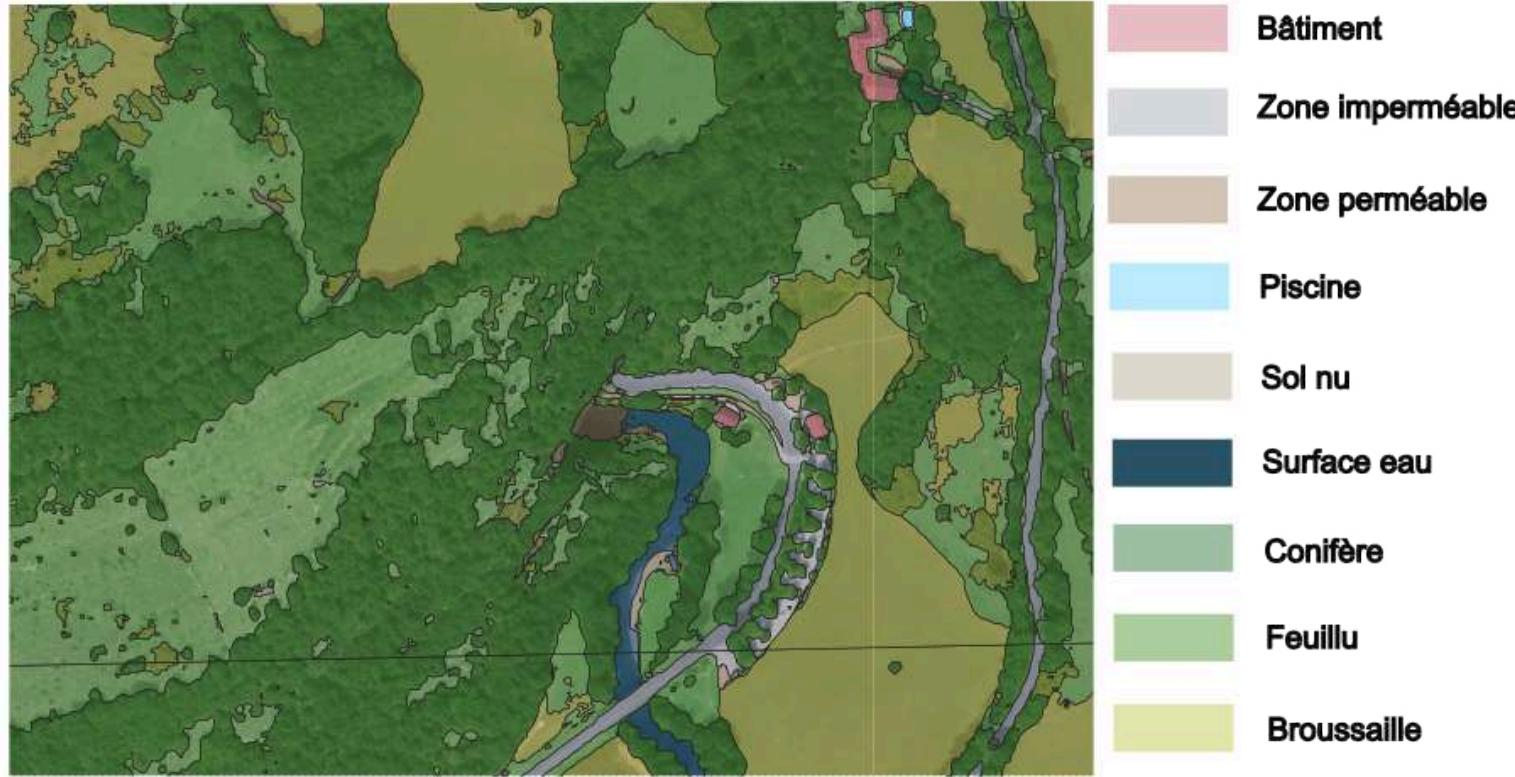


Figure 27 : Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD OCS GE de l'IGN, 2022

La base de données de l'IGN, tout comme celle de COSIA, se distingue par sa grande précision. Elle se compose de six classes, toutes en parfaite adéquation avec la réalité du terrain, comme l'illustre l'image satellite. Fait notable, ces deux bases sont les seules à avoir identifié la présence d'eau ainsi que l'axe routier. De plus, la délimitation des différentes zones d'occupation du sol est particulièrement fidèle aux observations réelles, renforçant ainsi la qualité et la fiabilité des données.



La base de données de COSIA se distingue par sa précision parmi les quatre BDD comparées. Elle regroupe 11 classes, toutes en parfaite adéquation avec la réalité du terrain. Même des éléments de petite taille, comme la piscine au nord de la carte, sont fidèlement représentés avec un niveau de détail remarquable.

Figure 28 : Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD COSIA 2022

## Corine Land Cover ( 2018 )



Figure 19: Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD Corine Land Cover 2018

Nous allons maintenant nous intéresser à l'occupation du sol autour du Pont-Vieux de Foix.

On remarque une nouvelle fois le manque de précision de la cartographie CLC. Seules trois classes y sont distinguées. Si la forêt est correctement classifiée, la représentation du tissu urbain reste trop approximative. De plus, bien que la rivière soit d'une largeur significative, elle n'apparaît pas sur la carte.



Figure 29: Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD OSO de Theia, 2021

La base de données OSO se révèle une fois de plus plus précise que CLC, avec la représentation de cinq classes distinctes.

Les zones de feuillus et d'urbanisation diffuse correspondent globalement au terrain, bien que "urbain dense" aurait été plus adapté dans certains cas. Cependant, cette catégorie est sous-représentée et mal positionnée. Les surfaces en eau sont correctement identifiées, mais leur délimitation reste incomplète. Enfin, aux abords du pont, l'algorithme n'a pas distingué la rivière des bâtiments, entraînant des erreurs de classification.



La base de données de l'IGN se distingue une nouvelle fois par sa grande précision. Chaque élément cartographique reflète fidèlement la réalité du terrain. La route et le pont ont été correctement identifiés, tout comme les petites zones dégagées au cœur de l'urbanisation, qui ont également été repérées avec soin.



Figure 31 : Cartographie de l'occupation du sol d'après la BDD COSIA

La base de données COSIA se distingue par sa précision, surpassant les autres bases de données comparées. Elle comprend 110 classes, toutes parfaitement adaptées à la réalité du terrain. Même les éléments les plus petits sont soigneusement détaillés, offrant une représentation fidèle de chaque zone. COSIA se caractérise par son niveau de détail inégalé.

## Comparaison des différentes bases de données

Les quatre bases de données — CORINE Land Cover (CLC), CES OSO, OCS GE, et COSIA — diffèrent principalement par leur précision, leur résolution spatiale et leur couverture géographique.

CORINE Land Cover, avec une résolution de 100 m, est adapté aux analyses à grande échelle mais manque de précision pour détecter de petites structures ou des changements subtils. En revanche, CES OSO et OCS GE offrent une meilleure résolution (jusqu'à 1:2 500), permettant des analyses plus fines, mais leur couverture géographique reste limitée. Par exemple, en 2023, OCS GE ne couvrait que 25 départements, et la mise à jour des données dépend des partenariats avec l'IGN, ce qui peut entraîner des délais.

COSIA surpassé toutes les autres bases en termes de précision, offrant 110 classes parfaitement adaptées à la réalité du terrain. Cette base permet une analyse détaillée, même des petites structures, et va au-delà des autres bases en capturant des informations fines et spécifiques, particulièrement utiles pour des applications nécessitant une grande précision.

Enfin, la méthodologie de production varie : CORINE Land Cover repose sur des images satellitaires à échelle européenne, tandis que CES OSO et OCS GE utilisent des données géographiques locales pour une meilleure précision, bien qu'avec une couverture restreinte. COSIA, quant à elle, intègre des méthodologies avancées, garantissant une couverture détaillée et une grande précision

# Conclusion

En conclusion, cette sortie pédagogique en Ariège a été une expérience à la fois formatrice et immersive, nous permettant d'approfondir nos compétences en géomatique tout en découvrant la richesse du terrain. Grâce aux diverses manipulations sur SIG, nous avons pu appliquer des concepts théoriques dans un environnement réel, ce qui a non seulement renforcé notre compréhension des outils géospatiaux, mais aussi mis en lumière l'importance de ces technologies dans la gestion des territoires. L'utilisation des SIG pour analyser des éléments tels que le bassin versant, les chenaux de ruissellement ou la covisibilité a rendu la théorie plus tangible, tout en démontrant l'efficacité et la précision des outils modernes dans des contextes variés.

Au-delà de l'aspect académique, cette sortie nous a offert l'opportunité de découvrir des paysages magnifiques, ajoutant une dimension esthétique et personnelle à notre apprentissage. Le cadre naturel de l'Ariège, avec ses reliefs et ses espaces ouverts, a enrichi notre vision de la géomatique en nous confrontant à des enjeux concrets et à des défis réels. Cette immersion dans la nature a été d'autant plus bénéfique qu'elle a permis de renforcer notre esprit de groupe et de faciliter les échanges au sein de la promotion. Dès les premiers jours de l'année de master, cette sortie a consolidé des liens entre les membres du groupe, favorisant une collaboration harmonieuse et enrichissante.

Ainsi, cette sortie représente une étape essentielle de notre parcours, alliant théorie et pratique dans un cadre exceptionnel. Elle a marqué le début de notre année de master, nous préparant à aborder les défis académiques à venir avec une meilleure maîtrise des outils et une vision plus concrète des applications de la géomatique dans le monde réel. Cette expérience restera une référence dans notre apprentissage, illustrant l'importance de relier les concepts étudiés à des expériences pratiques sur le terrain.