

Atelier Professionnel sur la gestion
intégrée des risques naturels en milieu de montagne

Master 2 GAED parcours GÉOÏDES

Année 2021-2022

Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine



MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA MOYENNE VALLÉE DE L'UBAYE FACE AUX RISQUES NATURELS

CC
VU
SP



Pôle Alpin Risques Naturels



MARIE-LAURE CHAMBARD, MORGANE GONSOLIN, EMMA ISOARD,
LOLA TABOUREL, LUCIE VALENTIN

GROUPE UBAYE

Sommaire

Introduction : problématique et objectifs	4
1. L'identification des enjeux	6
2. Analyse multicritères : la classification des enjeux	18
3. Croisement enjeux/aléas	25
4. Discussion et perspectives	27
Bibliographie	30

Introduction : problématique et objectifs

La moyenne vallée de l'Ubaye occupe une surface de 385,06 Km² (BD TOPO, 2021) et se compose de sept communes : Barcelonnette, Faucon-de-Barcelonnette, Uvernet-Fours, Jausiers, Enchastrayes, Les Thuiles et Saint-Pons. La zone d'étude est traversée par deux principales vallées, le Lauzet-Ubaye avec Barcelonnette, sous-Préfecture, en son centre et la vallée du Bachelard en partant vers Uvernet-Fours.

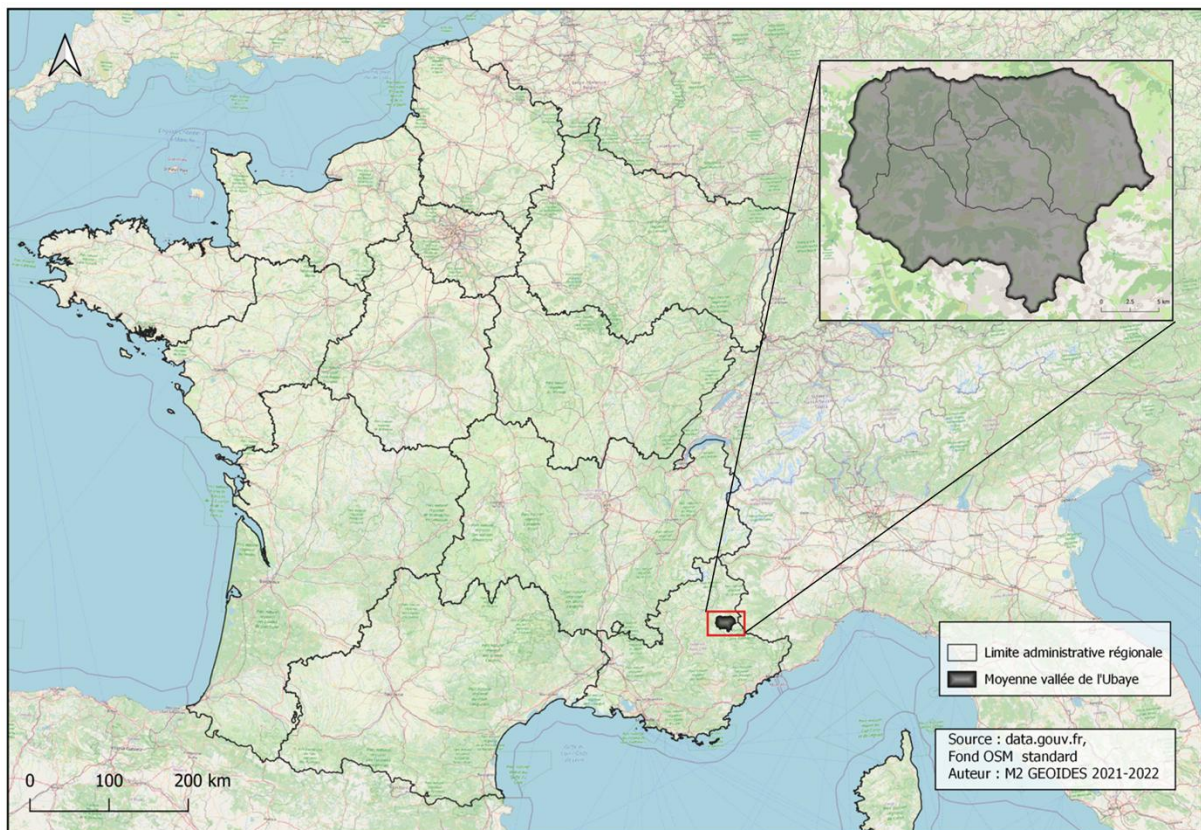


Figure 1 : Carte de localisation de la moyenne vallée de l'Ubaye

Le relief très accidenté, avec des sommets de plus de 2000 mètres d'altitude, est parcouru d'un réseau hydrographique dense et actif. De ce fait, les aléas sur ce territoire sont multiples et variés (risques hydrologiques surtout, avalanches, chutes de blocs et glissements de terrain) et peuvent à tout moment impacter la population et ses infrastructures.

Ainsi, comment évaluer les enjeux face aux risques naturels ? Quelle méthode utiliser pour obtenir des outils participant à la compréhension du risque et à son anticipation ?

Dans cette partie, l'objectif premier est d'**identifier puis de classer les principaux enjeux** relatifs aux risques naturels dans la moyenne vallée de l'Ubaye afin de faire ressortir des **zones de vulnérabilité**. Veyret et Reghezza citent d'Ercole (1994) : "[...] on peut définir la vulnérabilité soit comme l'endommagement que subit un enjeu, soit comme la propension de l'enjeu à subir cet endommagement" (Veyret et Reghezza, 2006). Dans la présente étude, il s'agira de la deuxième option.

L'évaluation et la spatialisation de la vulnérabilité est réalisée par une **Analyse MultiCritère** (AMC) au cours de laquelle chaque type d'enjeu préalablement identifié se voit attribuer une pondération.

Par la suite, ces zones de vulnérabilité sont croisées aux **zones d'aléas** dans un système d'information géographique (SIG) afin de mettre en évidence sur le territoire des **zones de risque** plus ou moins élevé selon chaque type d'aléa. Le Tableau 1 rappelle les différentes notions abordées.

Le but étant de fournir des outils cartographiques opérationnels et informatifs contribuant à la prévention du risque naturel ou à la gestion lors d'une situation de crise. Trois types d'outils, représentés sous forme cartographique, vont alors ressortir de cette méthodologie :

- La spatialisation des enjeux ;
- Les indices de vulnérabilité ;
- Les zones de risque par type d'aléa.

Il n'est pas évoqué ici de stratégie d'évacuation en cas d'aléa naturel mais bien d'une méthode permettant de représenter les enjeux et les risques sur un territoire. C'est pourquoi ni les lieux de rassemblement, ni les voies d'évacuation ne sont abordés ici.

Tableau 1. Tableau explicatif de la notion de risque, inspiré du Guide des actions adaptatives au changement climatique- Le bâtiment face aux aléas climatiques (Observatoire de l'Immobilier Durable, 2021).

RISQUE	EXPOSITION	✖		VULNÉRABILITÉ
Aléa	Autres facteurs environnementaux	Sensibilité	Enjeux d'usage	
Nature, intensité, lieu et fréquence de l'aléa	Facteurs aggravants et atténuant liés à l'environnement	Critères techniques : matériaux de construction (fonction de l'année de construction notamment), fiabilité des réseaux, mesures d'amélioration de la résilience	Capacités de gestion de crise et difficultés à faire face en raison de facteurs économiques, sociaux et démographiques (liés au bâti notamment)	

1. L'identification des enjeux

La première étape consiste à compiler puis analyser les données relatives au bâti (fonction et année de construction) et à la population afin d'identifier les principaux enjeux du territoire.

1.1 Récupération/observation des données : BD TOPO, OSM, INSEE

Les données utilisées pour identifier les enjeux sur le territoire de la moyenne vallée de l'Ubaye sont répertoriées dans le Tableau 2.

Tableau 2. Description des données utilisées pour l'identification des enjeux.

COUCHE	FORMAT	DESCRIPTION Champs utilisés	SOURCE
BATIMENT	Shapefile	Entités polygonales des bâtiments (emplacement et emprise spatiale) <u>Champs</u> : ID / NATURE / USAG1 / USAG2 / DATE_APP	BD TOPO, 2021 https://geoservices.ign.fr/ressource/165891
ZONE_D_ACTIVITE_ OU_D_INTERET	Shapefile	Entités polygonales des zones de bâti <u>Champs</u> : ID / CATEGORIE / NATURE / NAT_DETAIL	BD TOPO, 2021 https://geoservices.ign.fr/ressource/165891
ZONE_D_HABITATION	Shapefile	Entités polygonales des zones d'habitation <u>Champ</u> : ID	BD TOPO, 2021 https://geoservices.ign.fr/ressource/165891
FILOSOFI2015_carr eaux_200m_metro pole	Shapefile	Entités polygonales des données de population carroyées à 200 mètres <u>Champ</u> : Ind	INSEE, 2015 (paru en 2019) https://www.insee.fr/fr/statistiques/4176290?sommaire=4176305
Diverses (selon le type de bâti recherché)	Shapefile	Entités ponctuelles des bâtiments <u>Champ</u> : osm_id / name/ amenity	OSM, 2022 https://demo.openstreetmap.fr/map

La Base de Données Topographique de l'IGN (BD TOPO) apporte de nombreuses informations sur les installations d'origines anthropiques. En premier lieu, la couche *BATIMENT* renseigne l'emprise spatiale et la situation géographique du bâti, son usage ainsi que l'année de construction des bâtiments (champ : DATE_APP). Ce dernier attribut permet de déduire les normes de construction en vigueur aux dates indiquées.

La couche *ZONE_D_ACTIVITE_OU_D_INTERET* apporte un complément d'informations quant à l'usage du bâti car celle-ci précise le cas où un *"Lieu dédié à une activité particulière ou présentant un intérêt spécifique"* (IGN, 2021) existe. Ces usages ont été également précisés au cas par cas à l'aide d'imageries satellitaires disponibles sur Google Maps, Google Earth ou OpenStreetMap (OSM).

Dans un second temps, la couche *ZONE_D_HABITATION* permet de croiser des informations géographiques entre lieux habités et caractéristiques démographiques. Pour cela, les données carroyées de l'INSEE (200 m) sont utilisées : *"Le carroyage est une technique de quadrillage consistant à découper le territoire en carreaux pour y diffuser de l'information statistique à un niveau faiblement agrégé"* (INSEE, 2019).

1.2 Traitements réalisés

1.2.1 Identifier l'usage du bâti

L'objectif est d'obtenir une information précise à une échelle métrique et attribuer un usage unique à chaque bâtiment. Des méthodes simples d'analyse spatiale permettent de tirer parti d'informations présentes dans deux couches géographiques différentes : la couche *ZONE_D_ACTIVITE_OU_D_INTERET (ZAI)* et la couche *BATIMENT*. Il s'agit ici de réaliser une intersection entre ces deux couches (ANNEXE 1 : Géotraitement Intersection ZAI / BATI) :

"Cet algorithme extrait les parties superposées des entités dans les couches en entrée et en superposition. Les entités de la couche en superposition en sortie se voient attribuer les attributs des entités superposées de la couche en entrée et de celle en superposition." (QGIS)

Vecteur > Outil de géotraitement > Intersection : couche source : *ZONE_D_ACTIVITE_OU_D_INTERET (ZAI)* ; couche de superposition : *BATIMENT* ; en prenant soin de ne sélectionner que les 4 champs d'entrée à conserver qui nous intéressent : *ID / CATEGORIE / NATURE / NAT_DETAIL*.

Ainsi, chaque bâti se situant dans l'emprise d'une ZAI est identifié et les nouveaux champs issus de ce géotraitement précisent sa nature. La couche ainsi obtenue, nommée *details_bati_moyenne_vallee_1*, ne contient que les bâtiments ayant "répondu" à l'intersection.

Au vu des différentes sources d'information à utiliser, un nouveau champ nommé *DETAILS* est ajouté à la table attributaire et permet de renseigner l'usage déterminé pour chaque bâtiment.

Activer le mode édition de la couche > Ajouter un champ > “DETAILS” (Type : chaîne de caractères ; Longueur 250)

Une simple requête dans la calculatrice de champ permet de copier les attributs du champ *NATURE* dans le nouveau champ *DETAILS* :

Calculatrice de champ > Mise à jour d’un champ : *DETAILS* > Expression : “*NATURE*”

Cette manipulation sert à faire ressortir rapidement le détail des bâtiments ayant un usage spécifique tel que le SDIS, la gendarmerie, les écoles, etc.

Pour autant, il est nécessaire de compléter cette couche avec les autres bâtiments (*Résidentiel, Commercial et services, Agricole...*) présents dans la couche *BATIMENT*.

Vecteur > Outils de recherche > Sélection par localisation > sélection depuis : BD TOPO *BATIMENT* / en comparant avec : BD TOPO *ZAI* ; Où les entités : est disjoint.

Exporter les entités sélectionnées > nommer : complément.

Fusionner les couches vecteurs : *details_bati_moyenne_vallee_1* / complément ; enregistrer sous : *details_bati_moyenne_vallee_2*.

Le champ *DETAILS* devra être complété pour ces nouvelles entités à l’aide des informations écrites dans les champs *NATURE, USAG1* ou *USAG2*. **Attention** : Pour cette analyse, il ne sera retenu qu’un usage unique par bâtiment : soit l’usage le plus vulnérable, soit le plus utile pour la gestion de crise.

Ainsi l’ordre de prévalence entre les attributs est le suivant :

Commerce alimentaire > Résidentiel
Commerce autre qu'alimentaire < Résidentiel
Résidentiel > Indifférencié
Industriel et agricole > Annexe
Industriel et agricole > Résidentiel

(Le champ définit comme « supérieur » sera noté dans le champ *DETAIL*)

Il s’agira ensuite de compléter à l’échelle de chaque commune certaines activités qui ne sont pas relevées dans la BD TOPO. Ceci est possible grâce à des données libres de droit, disponibles par exemple sur OpenStreetMap (plateforme en ligne ou extension QGIS). À titre d’exemple, sont ajoutés certains centres d’hébergement, des petits commerces alimentaires, des stations-services ou encore des établissements de santé.

Exemple de recherche sur OSM : Extension QGIS QuickOSM > sélection des fonctions souhaitées (par exemple : “Restaurant”) > Exécuter la requête

Le résultat : une couche ponctuelle géolocalisée en format GPKG. Une nouvelle recherche par localisation permet de renseigner la couche *details_bati_moyenne_vallee_2* :

Vecteur > Outils de recherche > Sélection par localisation > sélection depuis : details_bati_moyenne_vallee_2 / en comparant avec : couche OSM "Restaurant" (entités ponctuelles) ; Où les entités : intersecte / contient

Dans la table attributaire de la couche details_bati_moyenne_vallee_2, pour les entités sélectionnées, noter "Restaurant" dans le champ *DETAIL*.

À noter qu'il est parfois nécessaire de vérifier l'usage des bâtiments sur Google Earth, Google Maps ou Google Street View.

Attention : tous les bâtiments notés "Indifférencié" dans les champs *NATURE*, *USAG1* et *USAG2* ou non précisés par d'autres sources d'informations ne seront pas pris en compte dans cette table. Ces entités seront ainsi supprimées.

Les règles de remplissage du champ *DETAIL* sont : 1ère lettre en MAJUSCULE - sans accent - au singulier. L'ensemble des attributs concernés par ce champ sont les suivants :

Boucherie / Boulangerie / Epicerie / Supermarche / Petit commerce alimentaire / Commerce autre que alimentaire / Station-service / Centre de documentation / Mediatheque / Musee / Parcs de Loisirs / Salle de spectacles / Creche / Ecole publique elementaire / Ecole publique maternelle / Ecole privee / Centre educatif / College / Lycee / Centre de formation / Ecole de ski / Ecole ebenisterie / Centre de vacances / Terrain de sport / Piscine / Etablissement sportif / Hotel / Gite / Chambre d'hotes / Auberge / Camping / Industriel, agricole / Hangar / Cooperative / Batiment d'elevage / Industriel / Agricole / Prefecture / Sous-Prefecture / Mairie / Hotel de ville / La Poste / Maison forestiere / CCVUSP / Office de tourisme / Edifice religieux / Residentiel / Bar / Restaurant / Pharmacie / Maison medicalisee / Maison de retraite / Centre de la croix rouge / Cabinet medical / Hopital / Clinique / Gendarmerie / Poste de police / CIS (Centre D'incendie Et De Secours) / Station d'epuration / Relai electrique

Une fois le champ *DETAIL* rempli pour chaque entité de la couche "details_bati_moyenne_vallee_2", la symbologie de l'IRMA (M. Lavolé, 2021) préalablement enregistrée sera appliquée à celle-ci.

Propriété de la couche > Symbologie > Catégorisé > Valeur : *DETAIL* > Style : Charger le style "Légende_IRMA".

La figure 2 résume la démarche pour mettre en évidence les enjeux du point de vue des usages du bâti.

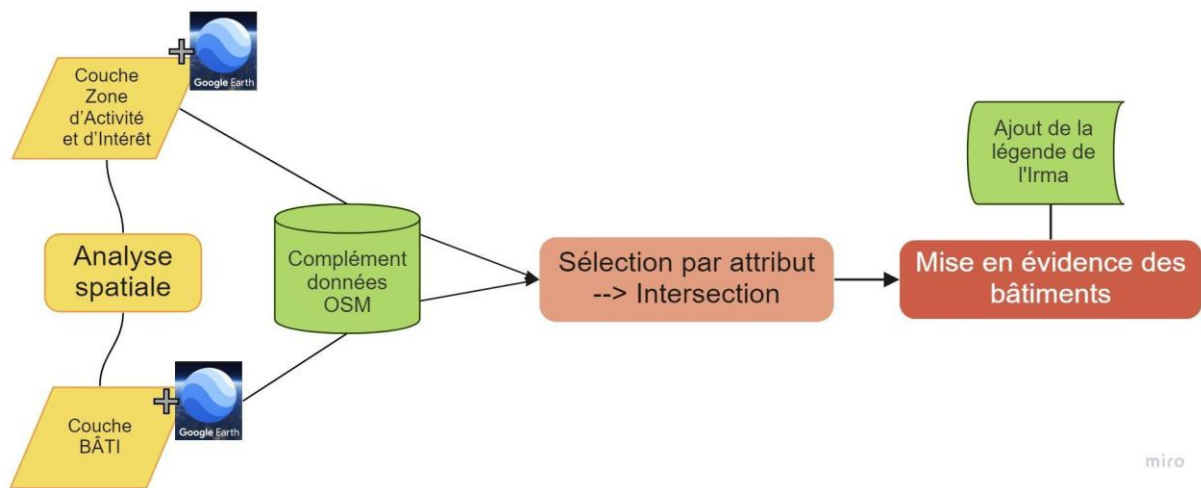


Figure 2. Schéma explicatif général de la méthodologie employée pour l'identification de l'usage des bâtiments pour les sept communes de la moyenne vallée de l'Ubaye.

1.2.2 Identifier et classer la fonction du bâti

Les attributs renseignés dans le champ *DETAIL* de la couche *details_bati_moyenne_vallee_2* sont par la suite catégorisés selon leur fonctionnalité. Ces catégories, auxquelles il est également attribué un code distinct, correspondent à un nouveau champ nommé *FONCTION* (Tab. 3) et serviront à l'Analyse Multi-Critères (AMC).

Pour faciliter la lecture et les traitements futurs, une nouvelle couche est créée, nommée *fonction_bati_moyenne_vallee* avec uniquement l'identifiant du bâti (*ID*) ainsi que les champs *FONCTION* et *CODE*.

Tableau 3. Tableau détaillant le nouveau champ FONCTION, les attributs concernés et les codes respectifs.

FONCTION	ATTRIBUTS CONCERNÉS	CODE
alimentation	boucherie, boulangerie, épicerie, supermarché, petit commerce alimentaire	1
commercial_et_service	commerce autre que alimentaire, station service	2
culture_et_loisir	centre de documentation, médiathèque, musée, parcs de loisirs, salle de spectacles	3
enseignement	crèche, école publique (maternelle et primaire), école privé, centre éducatif, collège, lycée, centre de formation, école de ski	4
equipement_sportif_exterieur	terrain de sport	5
equipement_sportif_interieur	piscine, gymnase, salle d'escalade, complexe sportif, départ de ski de fond	6
hebergement	hôtel, gîte, chambre d'hôtes, auberge, camping	7
industriel_agricole	industrie et bâtiment agricole, hangar, coopérative, bâtiment d'élevage	8
institution	préfecture, sous préfecture, mairie, hôtel de ville, poste, ONF, EPCL, office de tourisme	9
religion	édifices religieux	10
residentiel	bâti résidentiel	11
restauration	bar, restaurant	12
sante	pharmacie, maison médicalisée, maison de retraite, centre de la croix rouge, cabinet médical, hôpital, clinique	13
securite	caserne de gendarmerie, poste de police, centre d'incendie et de secours, SDIS	14
service_et_equipement	station d'épuration, relai électrique	15

1.2.3 Mettre en valeur les années de construction des bâtiments

L'année de construction des bâtiments permet d'ajouter un élément à l'identification et au classement des enjeux de la moyenne vallée, dans la mesure où elle traduit les normes de construction en vigueur face aux aléas.

L'information apparaît dans le champ *DATE_APP* de la table attributaire *BATIMENT* de la BD TOPO.

La création des PPR datant de 1995, les bâtiments construits avant l'année 2000 sont supposés plus vulnérables du fait de l'absence de normes de construction, que les bâtiments construits après l'année 2000 (Mission Risques Naturels, 2021). Finalement, le mois et le jour importent peu, c'est pourquoi une mise en forme de la table sur EXCEL doit être réalisée.

Export en format .CSV de la couche *BATIMENT* > Ouverture sur EXCEL : Données > à partir d'un fichier texte/CSV > Création d'un nouveau champ *ANNEE_BATI* > fonction sur Excel "=ANNEE(cellule correspondante)". Si aucune année n'est renseignée = NODATA.

Enregistrement au format CSV > importation du CSV sur QGIS > Jointure de la table CSV avec la couche *BATIMENT* (Champ de jointure : ID).

Suite à cela, la vulnérabilité du bâti par rapport à son année de construction peut être facilement classée ou catégorisée, notamment dans un but de réalisation d'AMC.

1.2.4 Identifier et classer les enjeux de population

Pour obtenir des informations sur la population, les données du champ *IND* de la table *Filosofi2015_carreaux_200m* (INSEE) sont croisées avec l'emprise polygonale des zones habitées issues de la couche *ZONE_D_HABITATION* (BD TOPO).

Pour cela, le traitement est réalisé via le gestionnaire de bases de données (Postgis) (ANNEXE 2 : Aperçu du tableau Gestionnaire BD (Postgis) avec la requête SQL) et une requête SQL avec jointure spatiale :

Gestionnaire BD > Requête :

```
select H.ID, H.geometry, sum(Ind) as nb_ind
from "Nb_d_individus" as I, "Vall_Ubaye_ZONE_D_HABITATION" as H
where st_intersects(H.geometry,I.geometry)
group by H.ID, H.geometry;
```

Ainsi, un nombre moyen d'individus par zone habitée est obtenu.

1.3 Résultats obtenus : cartographie des zones d'enjeux

Cette analyse spatiale conduite sur un SIG étudie la vulnérabilité selon 3 types d'approches : territoriale, fonctionnelle et structurelle (Fig. 3). Les productions cartographiques qui en résultent offrent des moyens techniques permettant d'évaluer les enjeux et la résilience d'un territoire.

“Un territoire résilient peut être défini comme un territoire en mouvement, capable : – d’anticiper des perturbations, brutales ou lentes, grâce à la veille et à la prospective, – d’en atténuer les effets, – de se relever et de rebondir grâce à l’apprentissage, l’adaptation et l’innovation, – d’évoluer vers un nouvel état en « équilibre dynamique » préservant ses fonctionnalités” (CEREMA, 2017)

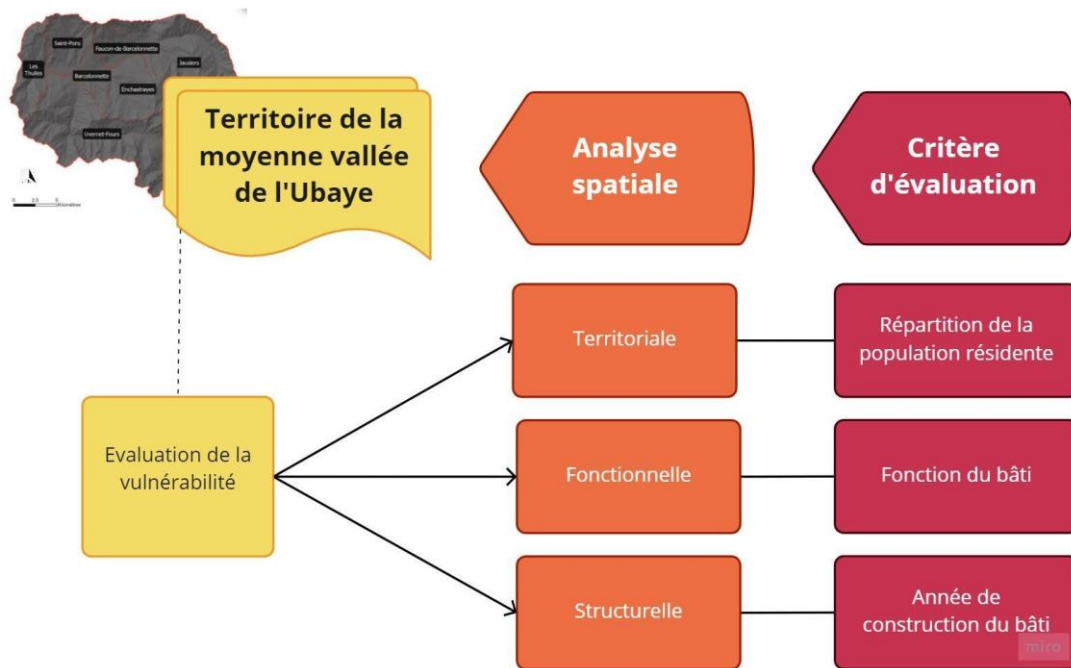
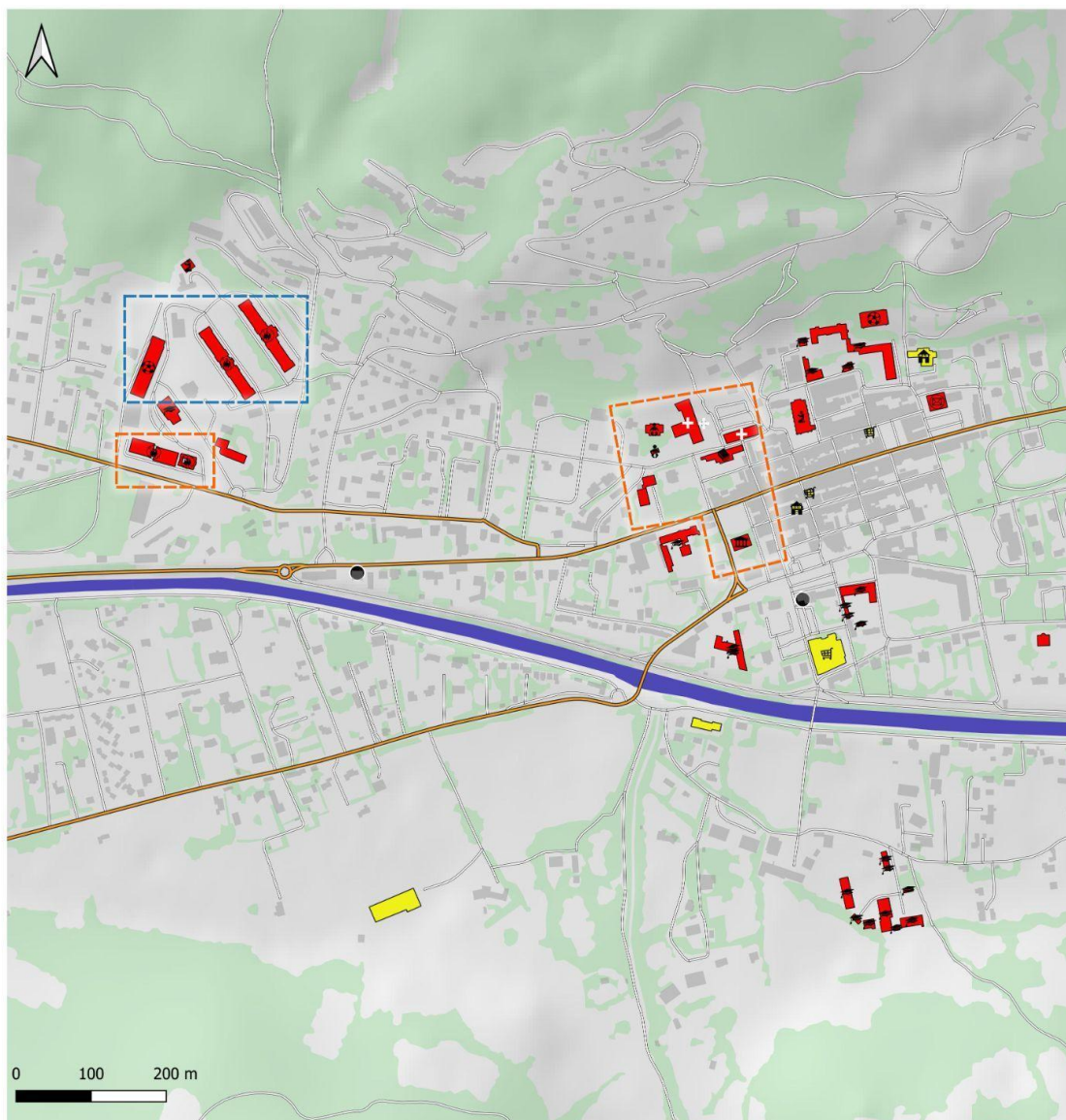


Figure 3. Schéma explicatif général de la méthodologie employée pour l'identification des principaux enjeux de la moyenne vallée de l'Ubaye.

L'approche fonctionnelle est relative au type et à l'usage du bâti. La représentation cartographique telle qu'illustrée par la Figure 4 vise à faire ressortir les bâtiments hébergeant des services qui seront mobilisés en cas de risques naturels tels que les secours, la sécurité ou bien les institutions de gouvernance. Ce type de cartographie peut également servir à localiser des lieux de rassemblement (centres d'hébergement, gymnases, etc.) ou de ravitaillement (supermarchés, petits commerces alimentaires, etc.). Le détail précisé au niveau de chaque bâtiment permet ainsi de spatialiser différentes informations en fonction des objectifs recherchés. La cartographie proposée en Figure 5 offre une alternative : une représentation spatiale simplifiée des usages de chaque bâti regroupés selon leur fonctionnalité.

Dans les deux cas, il s'agit de mieux appréhender l'agencement territorial d'une collectivité afin d'améliorer la préparation à une situation de crise et la logique d'intervention.



Enjeux publics sensibles

- Gendarmerie
- Hôpital
- Casernes et centre de secours
- Mairie
- La Poste
- Etablissements publics divers
- Etablissements d'enseignement
- Crèches et assimilés
- Lieux de cultes
- Equipement sportif
- Bibliothèque
- Antennes-relai

Enjeux privés sensibles

- Hôtels
- Commerces d'alimentation
- Entreprises industrielles
- Stations services
- Bâti
- Routes principales
- Routes secondaires
- Réseau hydrographique
- Zone de végétation

Locaux participant à la gestion de crise

- Poste de commandement
- Centre d'Accueil et de regroupement

ATELIER M2 GEOIDES - Novembre 2021 - QGis 3.16.5 - Fond DEM 5m

Figure 4. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux sur la commune de Barcelonnette : les différents usages du bâti.

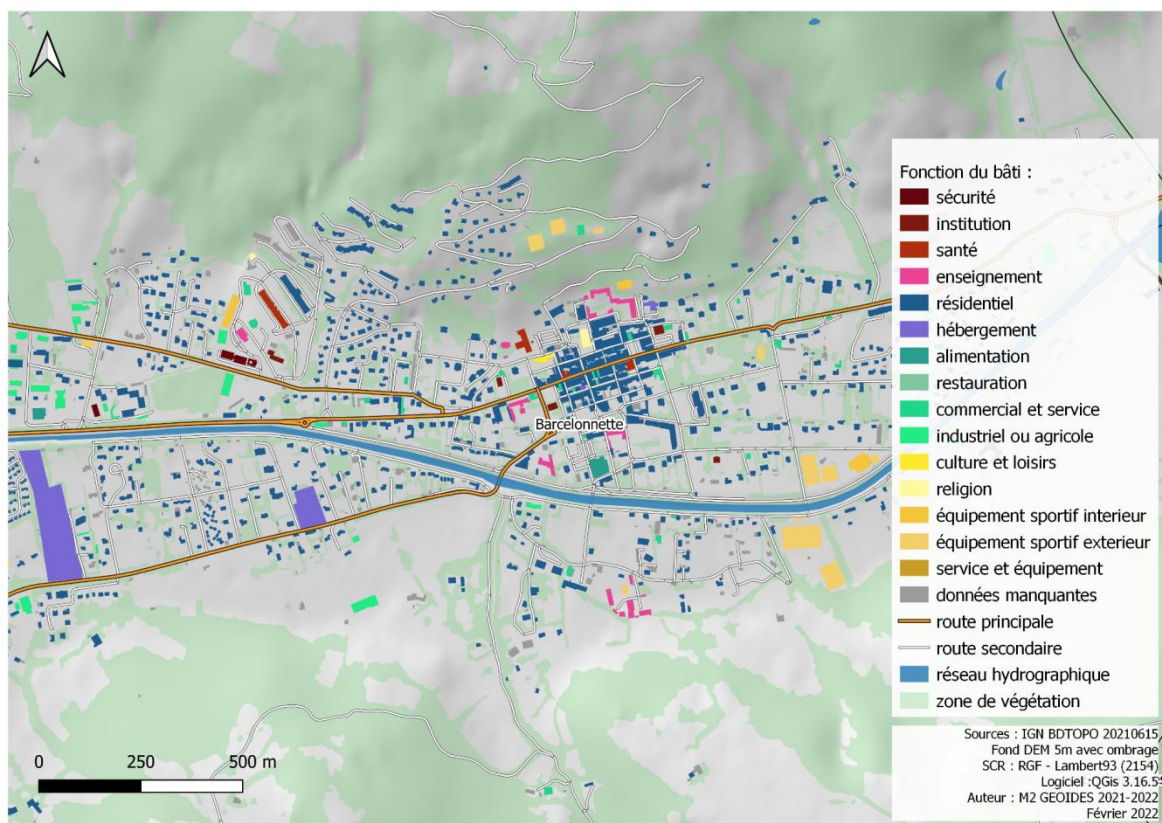


Figure 5. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux sur la commune de Barcelonnette : la fonction du bâti sur la commune de Barcelonnette.

Le deuxième paramètre étudié, d'ordre structurel, concerne l'année ou la période de construction du bâti (Fig.6) : plus la construction est ancienne, plus la nuance colorée est sombre. En effet, les méthodes et les matériaux de construction évoluent au cours du temps et peuvent influencer la capacité de maintien ou de résistance du bâti face à un aléa (Observatoire de l'Immobilier Durable, 2021). A titre d'exemple, *Le Guide des actions adaptatives au changement climatique - le bâtiment face aux aléas climatiques* propose "des pistes d'actions concrètes aux acteurs qui souhaitent adapter leurs bâtiments aux risques climatiques" pour contribuer "à réduire la vulnérabilité de ses occupants" (Observatoire de l'Immobilier Durable, 2021).

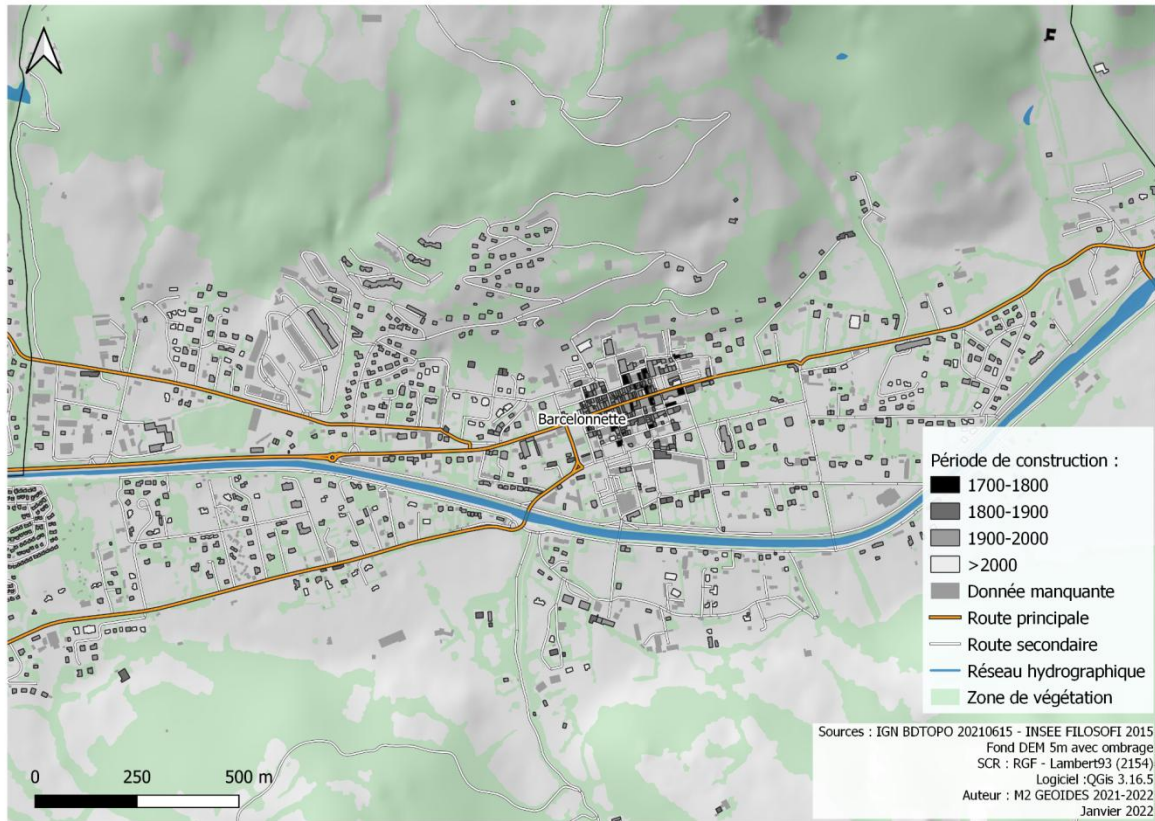


Figure 6. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux sur la commune de Barcelonnette : les années de construction du bâti.

Enfin, l'approche territoriale fait référence à la répartition géographique de la population (Fig. 7) : les zones habitées peuvent ainsi être dégradées en fonction de la densité d'individus recensés (données INSEE 2015). C'est une variable importante à considérer pour la gestion du risque et notamment pour envisager des scénarios de mise en sûreté ou d'évacuation.

Identifier les enjeux et notamment les enjeux majeurs sur un territoire apparaît aujourd'hui comme fondamental pour permettre une prévention des risques efficace (Metzger et D'ercole 2008). Le Tableau 4 résume les différents traitements réalisés permettant de spatialiser les enjeux étudiés.

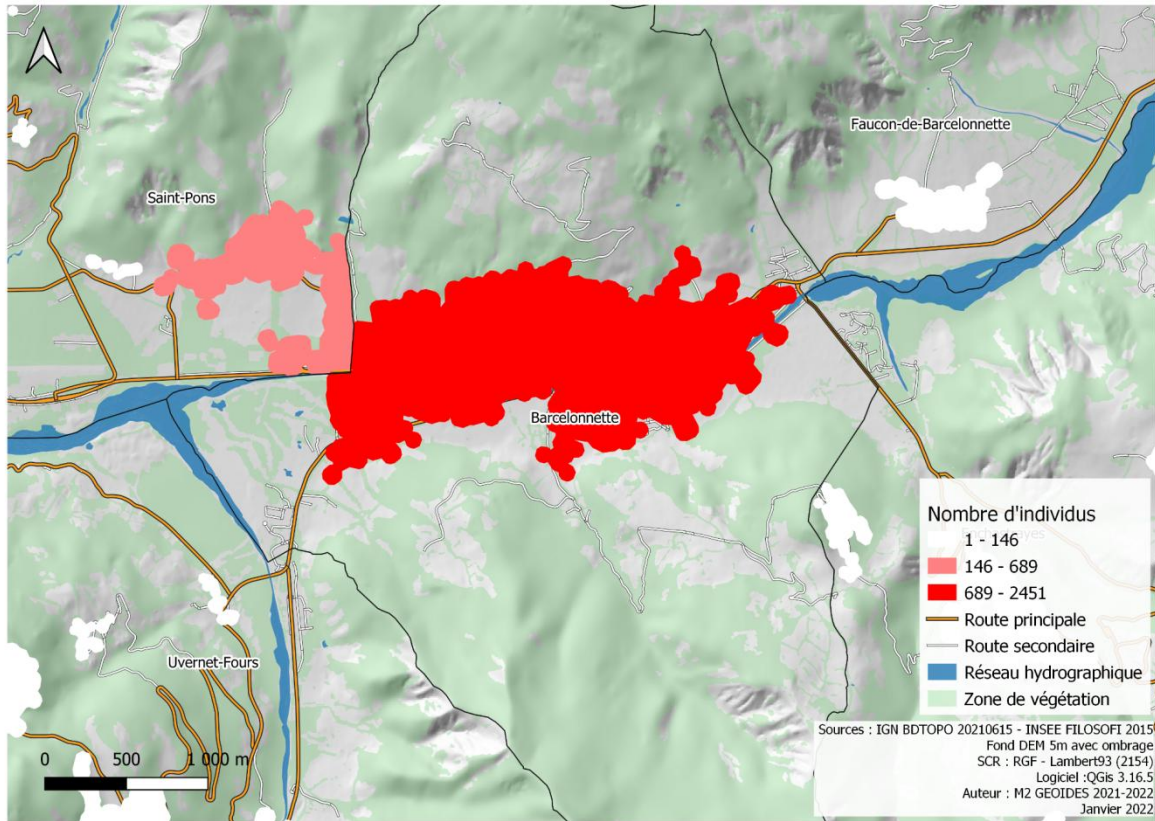


Figure 7. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux : la population résidente, au sein des zones d'habitation.

Tableau 4. Tableau récapitulatif des couches utilisées pour mettre en avant les différents enjeux de la Moyenne Vallée.

BD TOPO (ZAI + BATI) + OSM = enjeux "Usage et fonction du bâti"
BD TOPO (BATI) + traitements Excel = enjeux "Année de construction"
INSEE + BD TOPO (ZONE D'HABITATION) = enjeux "Population"

2. Analyse multicritères : la classification des enjeux

L'analyse multicritères (AMC), selon une définition générale *“vise à expliciter une famille cohérente de critères pour permettre de concevoir, justifier et transformer les préférences au sein d'un processus de décision”* (Lehoux, N., et P. Vallée, 2004). L'analyse multicritères est généralement réalisée suivant ces étapes :

- *“Identifier l'objectif global de la démarche et le type de décision*
- *Dresser la liste des solutions possibles ou envisageables*
- *Dresser la liste des critères à prendre en considération*
- *Juger chacune des solutions aux yeux de chacun des critères*
- *Agréger ces jugements pour désigner la solution qui obtient les meilleures évaluations”* (Lehoux, N., et P. Vallée, 2004)

Appliquée à la présente étude, l'analyse multicritères a pour objectif de faire émerger des zones de faible ou de forte vulnérabilité sur la zone d'étude. Le but est de comprendre le territoire selon les risques naturels potentiels, pour ensuite appréhender la prévention des risques et la gestion de crise.

Le diagnostic préalablement effectué (partie **1 L'identification des enjeux**), appuyé par les échanges avec la CCVUSP et les recherches bibliographiques, permet de retenir trois critères pour évaluer la vulnérabilité :

- La population (le nombre de résidents selon les données carroyées de l'INSEE) ;
- La fonction du bâti (sa nature et son usage) ; en effet, selon l'IRMA une carte opérationnelle de PCS doit comporter *“Le type de bâtiment du territoire, pour : Identifier visuellement le type d'enjeux exposé à l'aléa (habitat, industries, etc.) ; Adapter sa réponse opérationnelle à la crise en disposant d'informations précises du territoire.”* (M. Lavolé, 2021) ;
- L'année de construction du bâti (Mission Risques Naturels, 2021).

Les attributs de chacun de ces critères, puis les critères eux-mêmes, seront catégorisés puis comparés entre eux dans l'objectif de réaliser une classification pondérée intra-critères (§2.1) puis inter-critères (§2.2).

Concrètement, sur logiciel SIG, cette méthode s'applique sur des couches en format raster. Il s'agit donc en premier lieu de convertir en format raster les couches vectorielles traitant des enjeux, puis de les reclasser en s'appuyant sur les classes obtenues lors de l'analyse intra-critères (§2.1).

Ensuite, la somme pondérée de ces couches permettra d'obtenir un indice où les valeurs sont comprises entre 0 et 10 : il s'agira de la vulnérabilité (§2.3).

La méthodologie générale de la démarche pour aboutir aux différents outils est schématisée en Figure 8.

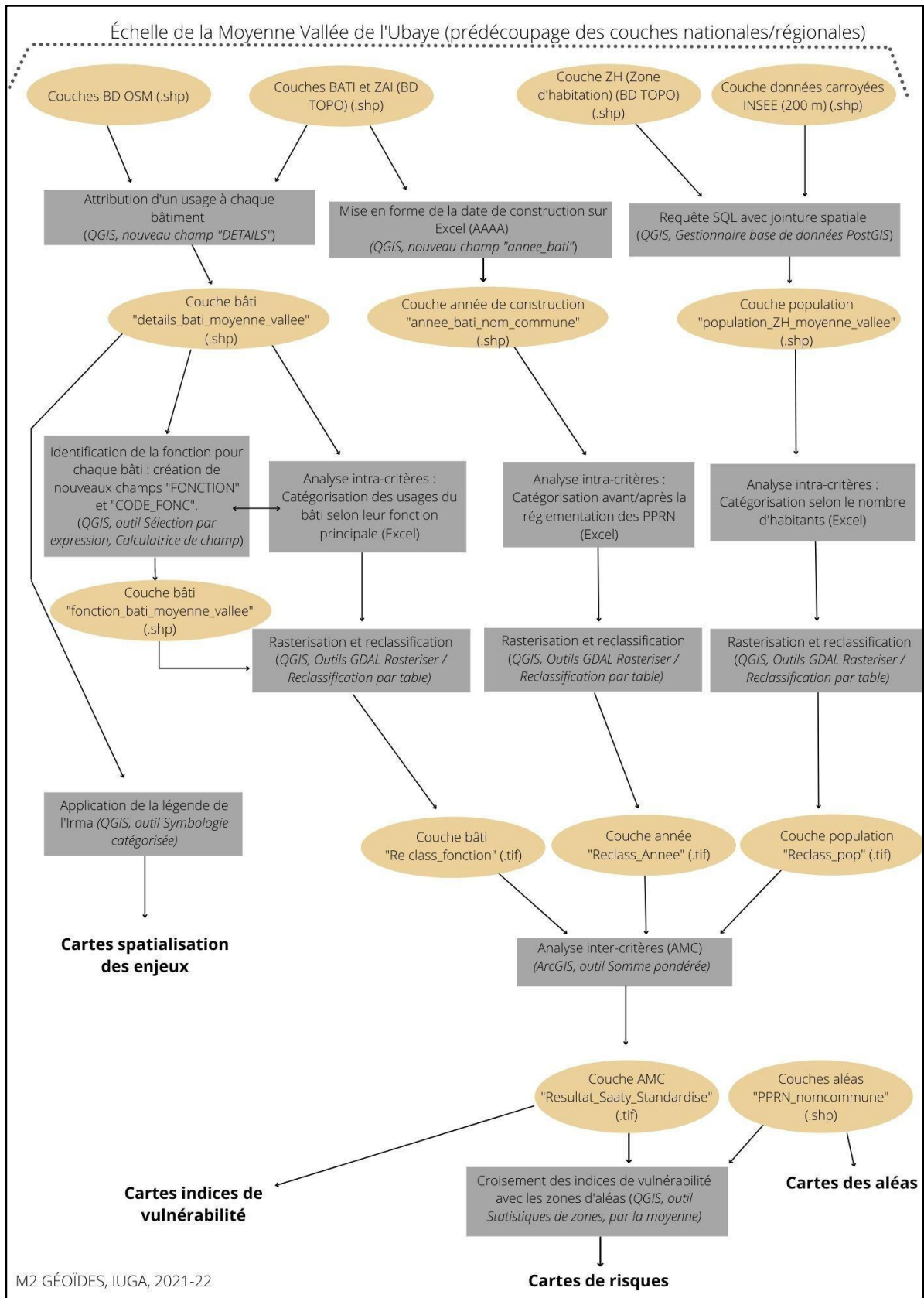


Figure 8. Schéma explicatif de la méthodologie employée pour la caractérisation de la vulnérabilité de la Moyenne Vallée de l'Ubaye.

2.1 AMC intra-critères

Des sous-critères ont été définis pour chaque critère identifié précédemment. Ils ont été évalués selon la méthode d'analyse hiérarchique des procédés (AHP - Saaty, 1980) : "Les préférences (traduisant l'importance relative) entre critères, s'expriment par les poids j w issues de matrices de comparaison par paires entre critères d'un même niveau hiérarchique selon une échelle de ratio sémantique." (Tacnet et Batton-Hubert, 2010).

Ces matrices de comparaison sont disponibles en ANNEXE 3 : Matrices de comparaison – AHP Saaty.

2.1.1 La population

La pondération est fonction du nombre d'individus estimé par l'INSEE (population résidente) dans la zone d'habitation. Plus celui-ci est élevé et plus l'enjeu est important, ce qui se traduit par un indice de vulnérabilité élevé (Tab. 5).

Tableau 5. Classification et pondération de la population (analyse intra-critères) dans le but de réaliser une AMC.

Classe - Population	Indice de vulnérabilité
]690 ; 2455]	1
]305 ; 690]	2
]45 ; 305]	3
]15 ; 45]	4
[1 ; 15]	5

2.1.2 La fonction du bâti

L'hypothèse avancée est la suivante : plus un bâtiment est fréquenté ou nécessaire à la gestion de crise en cas d'aléa naturel, plus son indice de vulnérabilité est élevé (Tab. 6).

Tableau 6. Classification et pondération des fonctions du bâti (analyse intra-critères) dans le but de réaliser une AMC.

Classe - Fonction bâti	Indice de vulnérabilité
Résidentiel ; santé ; enseignement ; hébergement	1
Religion ; institution ; sécurité ;	2
Commercial et services ; culture et loisirs ; restauration ; alimentation	3
Services et équipement	4
Industriel et agricole ; équipement sportif extérieur ; équipement sportif intérieur	5

2.1.2 L'année de construction

Comme mentionné précédemment (§1.2.3), les bâtiments construits avant l'année 2000 sont supposés plus vulnérables du fait de l'absence de normes de construction, que les bâtiments construits après l'année 2000 (Mission Risques Naturels, 2021) (Tab. 7).

Tableau 7. Classification et pondération des années de construction du bâti (analyse intra-critères) dans le but de réaliser une AMC.

Classe - Année de construction	Indice de vulnérabilité
< 2000	1
>= 2000	2

2.2 AMC inter-critères

Une fois les critères de population, de fonction et d'année de construction pondérés, leur importance relative est définie. Ainsi, l'ordre des critères de vulnérabilité retenu (du plus vulnérable au moins vulnérable) est :

- Population
- Fonction
- Année de construction

L'AMC inter-critères est réalisée sur le logiciel ArcGIS avec la fonction "Somme pondérée". L'équivalent sur le logiciel QGIS est la "Calculatrice raster", le plugin MCElite est également un outil mobilisable, spécialement conçu pour l'analyse multi-critère (QGIS, 2022).

Il en résulte une couche en format raster nommée Resultat_Saaty_Standard10.

2.3 Résultat final de l'AMC : cartographie des indices de vulnérabilité

Les Figures 9, 10 et 11 illustrent les 3 enjeux identifiés et catégorisés selon leurs classes prédéfinies et pondérées (intra-critères - §2.1). Cette pondération traduit leur aptitude à favoriser la vulnérabilité face aux risques naturels.

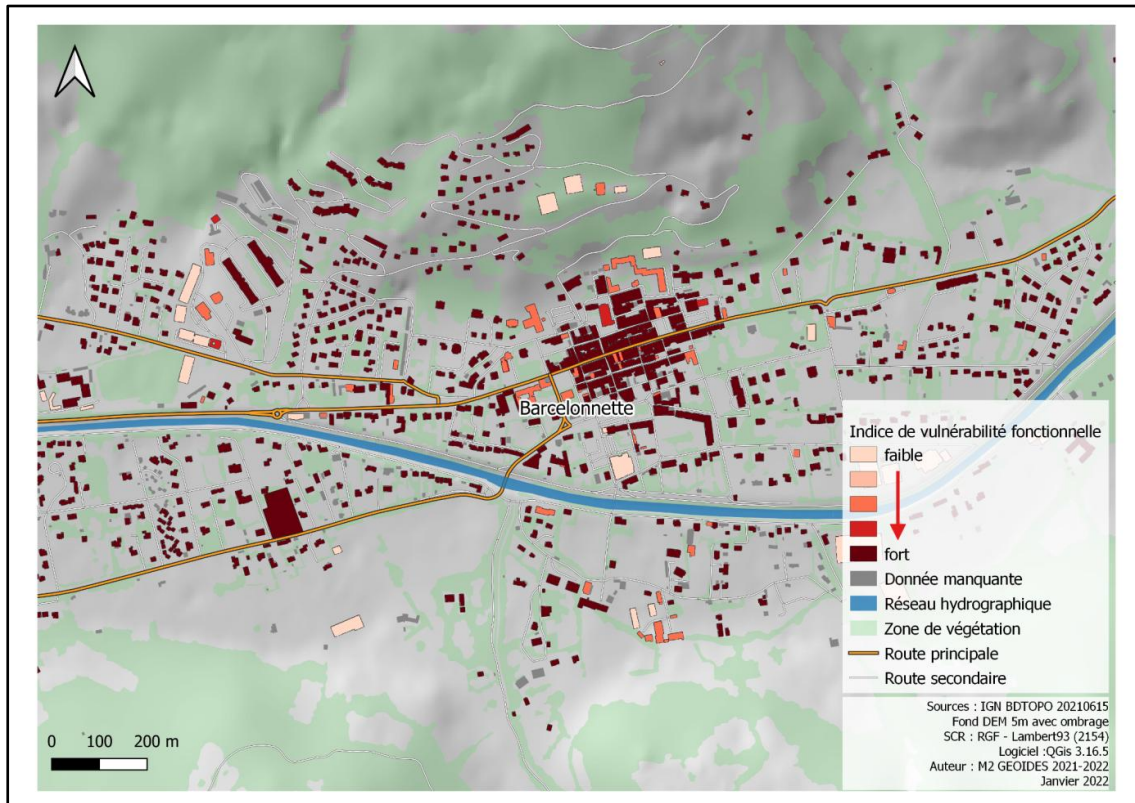


Figure 9. Extrait cartographique de la classification des enjeux : la vulnérabilité du bâti selon sa fonction sur la commune de Barcelonnette.

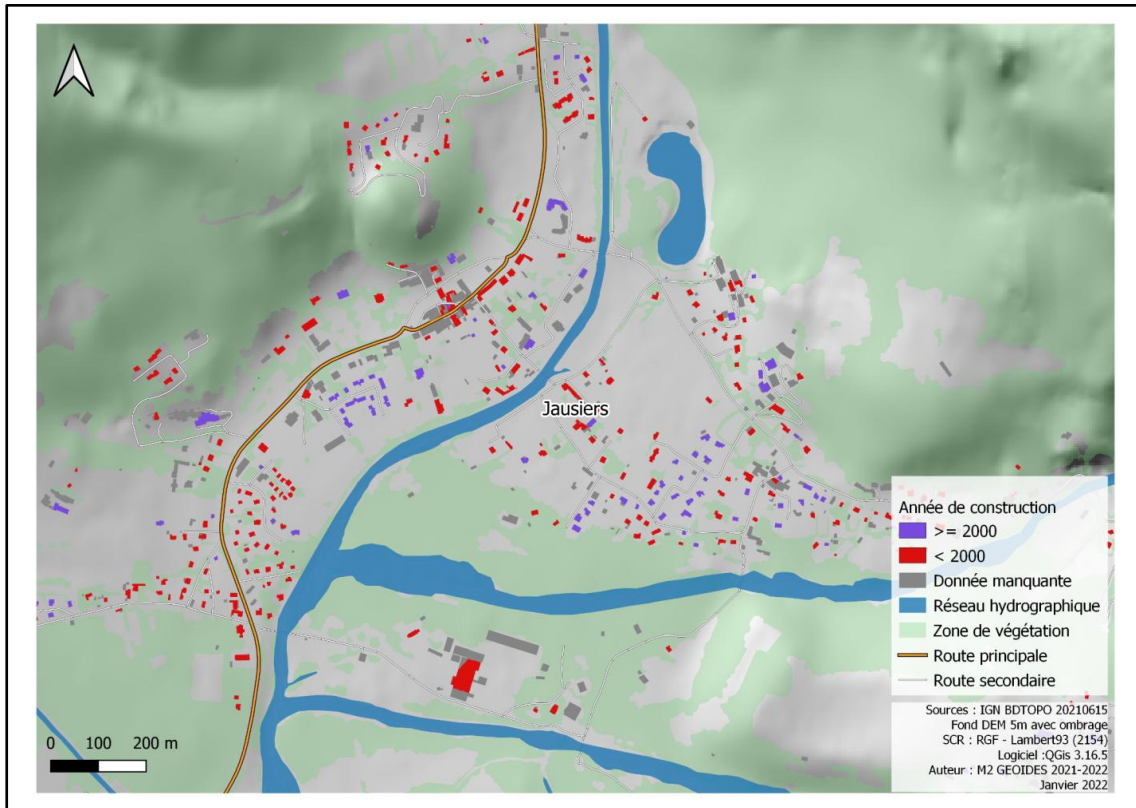


Figure 10. Extrait cartographique de la classification des enjeux : le bâti selon son année de construction sur la commune de Jausiers.

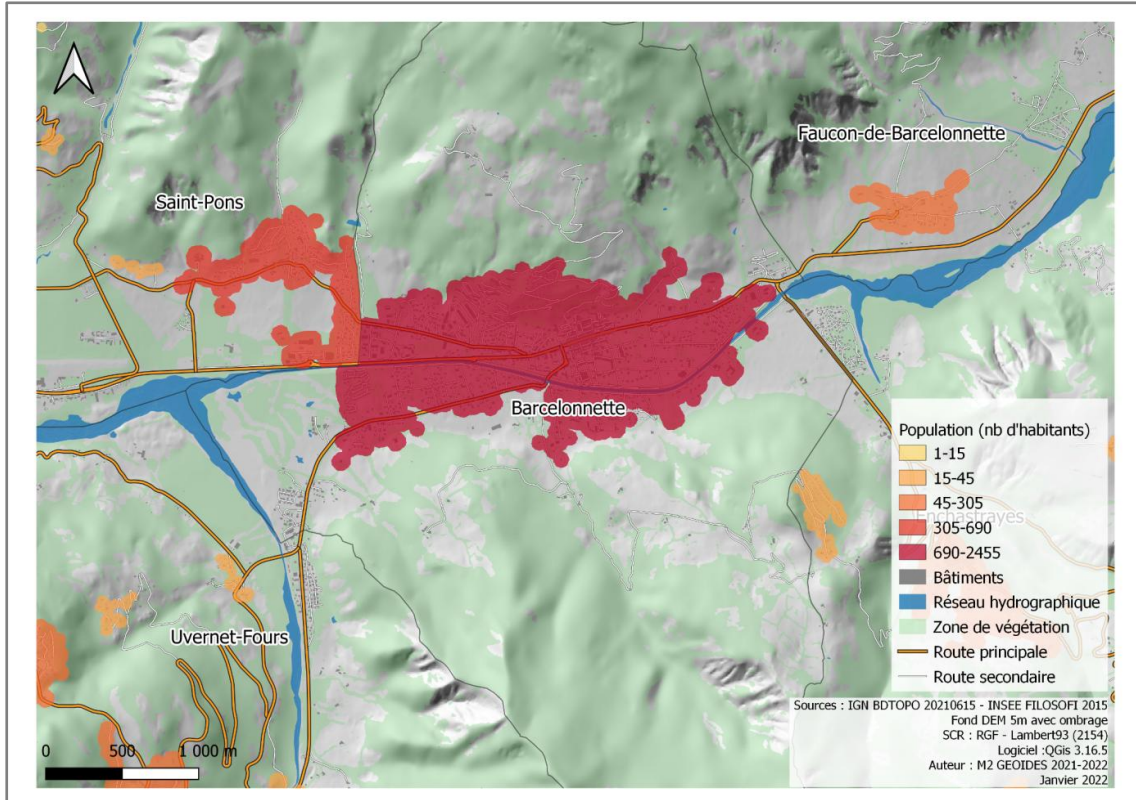


Figure 11. Extrait cartographique de la classification des enjeux : les zones habitées selon leur densité de population.

La Figure 12 représente quant à elle le résultat de l'AMC (*couche Resultat_Saaty_Standard10*), c'est-à-dire la combinaison de ces 3 critères déterminant la vulnérabilité. La note obtenue par l'enjeu exprime donc son niveau de vulnérabilité : plus l'indice est élevé, plus l'enjeu est vulnérable.

“La cartographie de la vulnérabilité permet de cerner les espaces les plus sensibles sur lesquels les actions de réduction des risques sont prioritaires. Elle met en évidence les lieux de concentrations d'enjeux majeurs vulnérables, les plus susceptibles de transmettre leur vulnérabilité à tout le territoire. Elle permet donc de prioriser les espaces et les actions à mener.” (Metzger et D'ercole 2008)

Par ailleurs, on constate que de nombreux enjeux restent non évalués du fait des nombreuses données notées “Indifférencié” qui ont été écartées volontairement de l'analyse (§1.2.1).

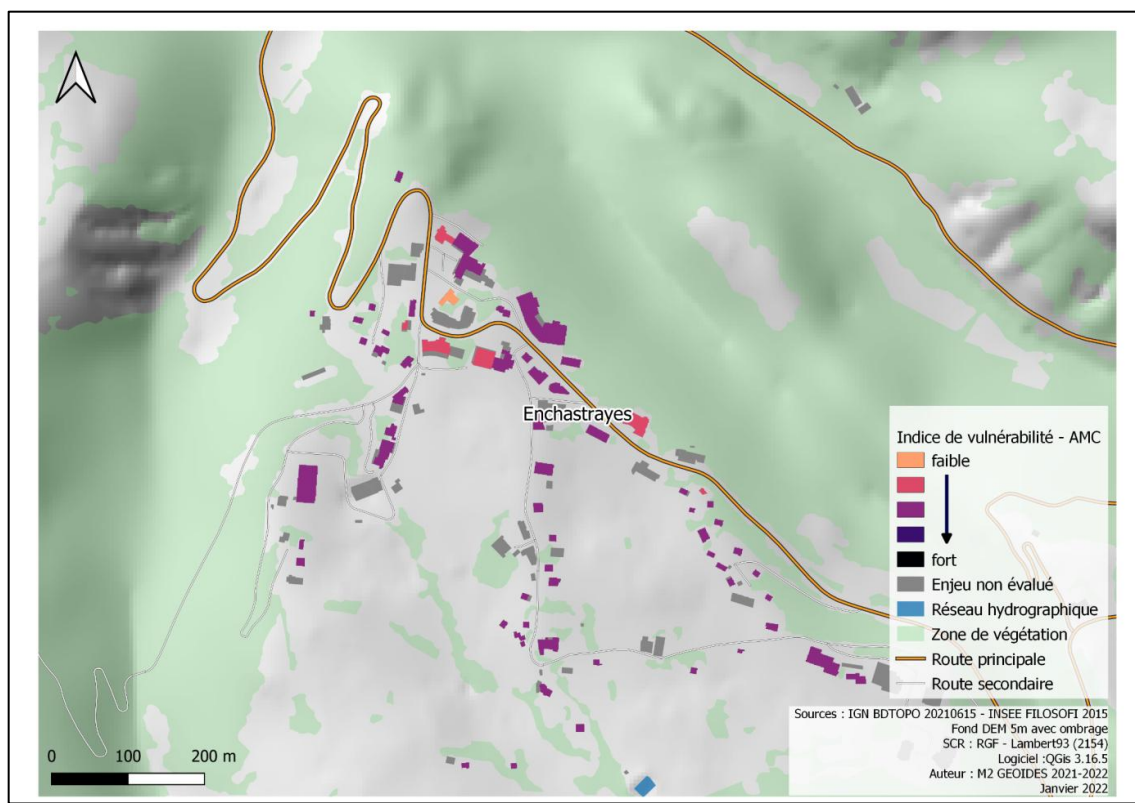


Figure 12. Extrait cartographique de l'AMC : indice de vulnérabilité appliqué aux enjeux sur la commune d'Enchastrayes.

3. Croisement enjeux/aléas

3.1 Méthode

La couche relative à la vulnérabilité des enjeux (résultat de l'AMC : Resultat_Saaty_Standard10) est croisée avec l'emprise spatiale des aléas afin de cartographier des zones de risques. Il a été choisi d'analyser la vulnérabilité des enjeux selon leur exposition à deux grands types d'aléa : les aléas liés à l'eau et ceux liés aux mouvements de terrain. Ainsi, la couche *mvt_gravitaire_moyenne_vallee* est relative aux glissements de terrain (lents ou rapides), aux phénomènes de ravinement ou d'affaissement et aux chutes de blocs. La couche *crue_inondation_moyenne_vallee* se rapporte aux aléas d'inondation ou de crue torrentielle.

Du fait de la nature des couches des enjeux (vecteur) et des aléas (raster), l'outil "Statistiques de zones" est utilisé pour ce type de traitement.

Statistiques de zones > Couche source : *mvt_gravitaire_moyenne_vallee* ou *crue_inondation_moyenne_vallee* / Couche raster : *Resultat_Saaty_Standard10* ; paramètre Statistique à calculer = Moyenne.

Les couches ainsi obtenues se nomment *stat_zone_mvt_gravitaire_moyenne_vallee* et *stat_zone_crue_inondation_moyenne_vallee*.

3.2 Résultat obtenu : cartes de risques

Ce traitement donne un indice moyen de vulnérabilité par entité surfacique correspondant au type d'aléa choisi. Une symbologie graduée sur le champ *MEAN* (moyenne), avec 3 classes à intervalle égal, permet de représenter 3 niveaux de risque : faible, moyen et fort (Fig. 13 et 14).

Les cartes de risque, si elles ne permettent pas directement de déterminer des mesures de prévention adéquates (Metzger et D'ercele 2008), permettent néanmoins de comparer dans le temps et dans l'espace l'efficacité de celles-ci face aux risques naturels. A titre d'exemple, il serait possible d'évaluer l'influence de certaines décisions politiques portant sur l'aménagement territorial et visant la réduction de la vulnérabilité. Au même titre, cette représentation permettrait de modéliser des scénarios faisant fluctuer le niveau de risque.

Attention : Les polygones des couches aléas notés comme "non évalués" signifient que le risque n'est pas considéré : soit parce que les enjeux sont absents, soit parce que ceux-ci ne sont pas évalués par manque de données.

N.B. Il se peut que la géométrie de certaines couches ne soit pas valide. Dans ce cas, utiliser l'outil "Réparer la géométrie" de la boîte à outils QGIS.

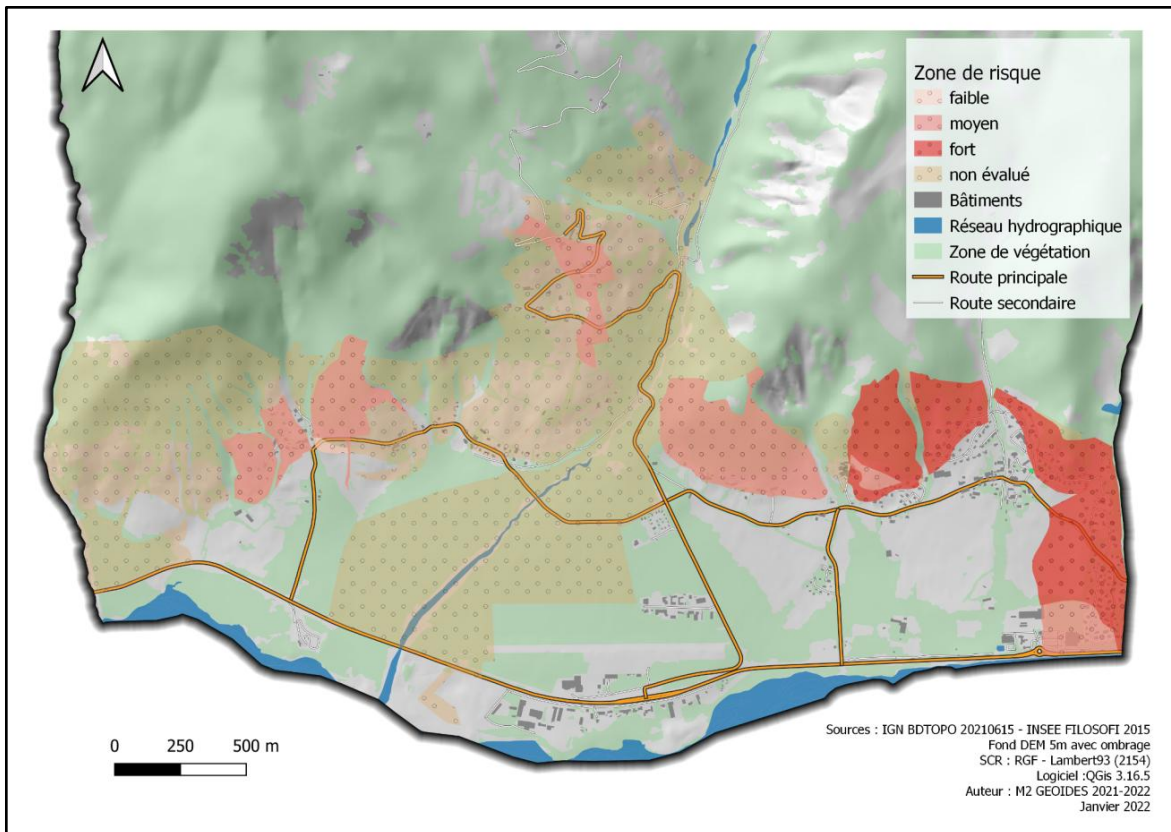


Figure 13. Extrait cartographique des zones de risques sur la commune de Saint-Pons pour l'aléa relatif aux mouvements de terrain.

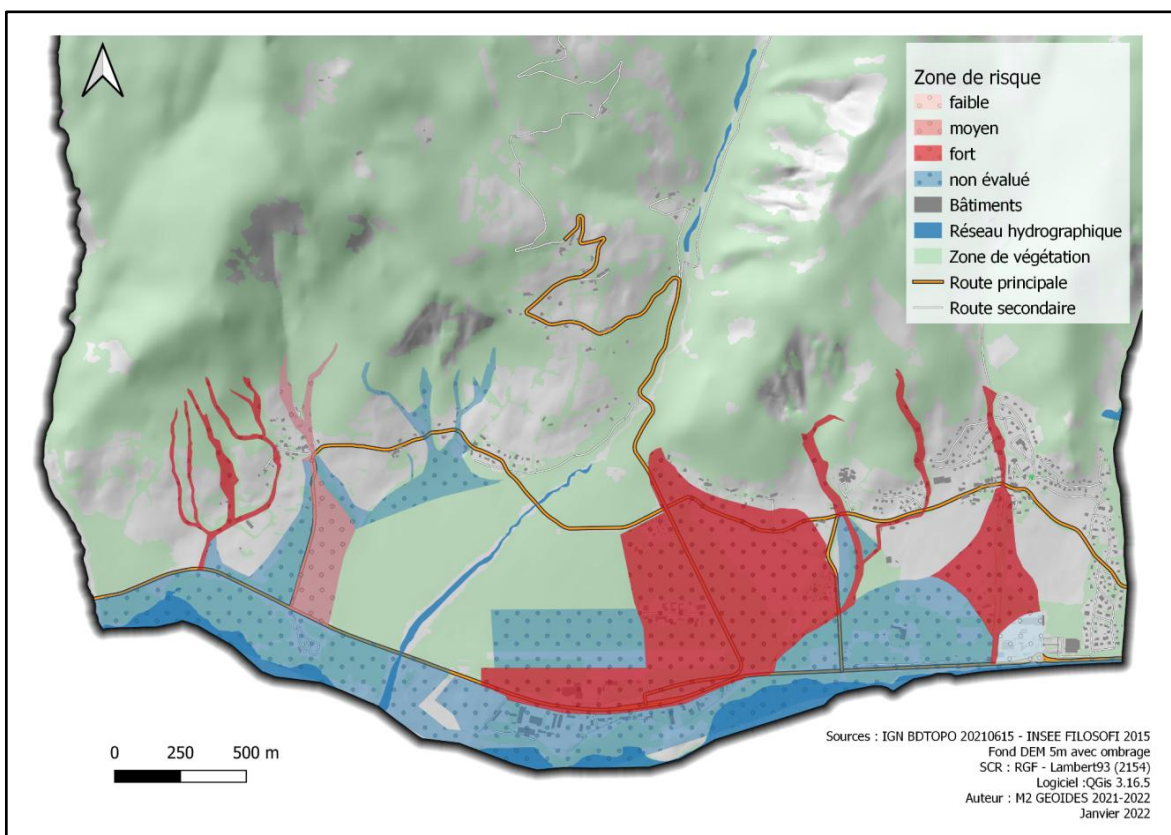


Figure 14. Extrait cartographique des zones de risques sur la commune de Saint-Pons pour l'aléa relatif aux crues et aux inondations.

4. Discussion et perspectives

4.1. Conclusion et limites

L'approche suivie permet de représenter et d'évaluer les enjeux sur une collectivité à une échelle très fine (1/5000 ou 1/10000ème) ce qui est particulièrement recherché pour gérer et surtout anticiper les risques naturels. A ce titre, l'Analyse multicritère et notamment la méthode AHP (Saaty, 1980) s'est révélée appropriée et relativement simple pour répondre à la problématique.

Néanmoins, au cours de l'analyse, certains points se sont révélés à approfondir ou à améliorer.

Tout d'abord, la population présente lors d'un évènement est difficilement prévisible. Dans l'analyse, ni les résidences secondaires ni les flux touristiques ne sont pris en compte. Pour évaluer la vulnérabilité selon la fonction du bâti, il serait intéressant de considérer les « effets de saisonnalité ». A titre d'exemple, un camping ou une école de ski ne sont pas fréquentés de la même manière selon la période de l'année. Ainsi, il pourrait être envisagé de réaliser une pondération de la fonction du bâti en période automne-hiver, puis une autre pondération pour celle du printemps-été.

Par ailleurs, les bâtis servant de lieux potentiels de rassemblement en cas de situation de crise ne sont pas particulièrement mis en valeur car ceux-ci sont propres à chaque commune et dépendent fortement des zones d'aléas qui les concernent. Aussi, il semblait difficile et peu approprié de les intégrer en tant que critère dans l'AMC.

De plus, les bâtis "Indifférenciés" qui ne rentrent pas en compte dans l'AMC sont un biais important dans l'évaluation des zones de risque. En effet, les entités concernées sont très nombreuses et rendent la spatialisation des zones de risque peu pertinente. Il semble donc indispensable de traiter ce biais en priorité.

Enfin, pour une analyse plus approfondie et moins théorique, il serait peut-être pertinent de réaliser une classification selon l'année de construction du bâti à mettre en relation avec chaque aléa. En effet, certains types de matériaux ou méthodes de construction utilisés selon l'époque considérée peuvent être plus ou moins bien adaptés/résistants selon le risque considéré.

4.2. Applications possibles de la méthode (intérêt et perspectives)

Finalement la vulnérabilité des biens exposés tels que les bâtiments est un enjeu d'actualité compte tenu d'une anthropisation croissante des territoires en général. De plus, dans un contexte de changement climatique, l'incertitude liée aux risques naturels et à leurs impacts est grandissante. Ce contexte révèle la nécessité de qualifier les enjeux vulnérables. Ici, seules la fonction et l'année de construction du bâti ainsi que la population résidente ont été étudiées mais d'autres critères peuvent être retenus pour évaluer la vulnérabilité d'un territoire tels que les axes de communication, les zones d'emploi, la population touristique, etc. Le travail réalisé s'inscrit ainsi dans une démarche d'analyse de la vulnérabilité au travers de l'identification et de la qualification de l'enjeu bâti. Les zones de vulnérabilité alors identifiées, et croisées avec des zones d'aléas (inondations, crues et laves torrentielles, chutes de blocs, glissements de terrain) permettent de déterminer des zones de risques. In fine, cette démarche peut mener à une stratégie de réduction du risque. De fait, elle peut être vue comme un outil d'aide aux décideurs : comment aménager le territoire de sorte à diminuer la vulnérabilité ? En cas de crise, prioriser les bâtiments les plus vulnérables et les zones les plus peuplées, etc.,

Comme évoqué précédemment, l'approche mise en œuvre ici est très fine puisqu'elle concerne le bâtiment. Cependant, cette démarche se veut opérationnelle et permet par la suite d'appréhender la vulnérabilité à l'échelle du territoire. Aussi, cette méthode pourrait être proposée aux collectivités territoriales pour engager une réflexion autour de l'analyse de la vulnérabilité et accompagner les territoires à la réduction de cette vulnérabilité. De telles réflexions ont déjà été menées notamment en 2019 à Aix-en-Provence lors de la dixième journée technique "Risques et Territoires", organisée par le Cerema Méditerranée sous l'égide de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) (Cerema, 2019).

L'évaluation de la vulnérabilité nécessite une vision à double échelle spatio-temporelle : en effet, la vulnérabilité s'inscrit dans différentes échelles spatiales (du bâtiment au territoire dans son ensemble), mais aussi dans une échelle temporelle, à savoir les temps d'une crise liée à une catastrophe naturelle (avant, pendant, après la crise). Enfin, l'évaluation de la vulnérabilité face aux risques naturels suppose une approche intégrée face aux incertitudes liées au changement climatique. En effet, ce travail propose un croisement des zones de vulnérabilité avec des zones d'aléas préalablement identifiés, notamment par le biais des cartes d'aléas des PPRN. Cependant, dans un contexte de changement climatique, ces événements sont amenés à s'intensifier et à évoluer (augmentation de la zone de propagation, événements de plus en plus récurrents et extrêmes). Aussi, l'ensemble de ces changements globaux suppose que le territoire et les aléas naturels ne sont pas figés, ni dans le temps, ni dans l'espace et la vulnérabilité est amenée à évoluer.

Afin de mettre en place des stratégies d'adaptation, il serait intéressant d'inclure à ce travail différents scénarios de modélisation permettant de mettre en lumière l'évolution du territoire. Aussi, si ce travail étudie la population résidente sur la base des statistiques de l'INSEE, excluant la population non-résidente, un « scénario de présence de population » (Cerema, 2019) ou de flux de population permettrait, par exemple d'intégrer les flux touristiques et de rendre plus exhaustive l'évaluation de la vulnérabilité.

Les aléas identifiés peuvent aussi faire l'objet d'une modélisation pour prévoir leurs trajectoires futures et adapter l'aménagement du territoire afin de réduire une potentielle vulnérabilité future. Certaines études ont déjà utilisé ce type de modélisation notamment sur la base d'un paradigme multi-agents (SMA) permettant d'analyser l'évolution des risques selon différentes hypothèses posées au départ (Rakotoarisoa, 2019).

Enfin, une approche plus participative, notamment auprès des habitants pourrait apporter plus de poids à l'évaluation de la vulnérabilité. Une telle démarche a été testée en 2019 par le Cypres et la MIIAM en partenariat avec le SABA et la commune de Berre-l'Etang, au hameau de Mauran avec des résultats satisfaisants (DREAL, 2019). Les habitants sont alors directement impliqués dans les questions de vulnérabilité et d'adaptation face aux risques naturels et sont amenés à se questionner sur leurs réactions et leurs comportements en cas de crise.

Bibliographie

CEREMA. 2017. « La résilience des territoires aux catastrophes ». Édité par Commissariat général au développement durable et Direction de la recherche et de l'innovation. Ministère de la Transition écologique et Solidaire.

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20La%20r%C3%A9silience%20des%20territoires%20aux%20catastrophes.pdf>.

CEREMA. 2019. “De la vulnérabilité du bâti à celle des territoires, quelles réponses opérationnelles?”. Retour sur la journée du 6 juin 2019 à Aix-en-Provence. Consulté le 18/02/2022. <http://www.cerema.fr/fr/actualites/vulnerabilite-du-bati-celle-territoires-queelles-reponses>

CCVUSP. « Barcelonnette ». Ubaye Tourisme. La Vallée de l'Ubaye, au cœur des Alpes du Sud. Consulté le 16 février 2022. <https://www.ubaye.com/barcelonnette.html>.

DREAL. 2019. Auto-évaluation « inondation » de son habitation à destination des particuliers. Mission interrégionale inondation sur l'arc méditerranéen.

Google, 2022. « Google Maps ». Google Maps. 2022. Disponible sur : <https://www.google.com/maps/?hl=fr>.

Google Earth, 2021. Disponible sur : <https://www.google.com/intl/fr/earth/>.

IGN, 2021. « BD TOPO® Départementale Shapefile - D004 Alpes-de-Haute-Provence - Décembre 2021 | Géoservices ». 2021. Disponible sur : <https://geoservices.ign.fr/ressource/165891>.

IGN. 2021. « Les bases vectorielles - BD TOPO - Version 3.0 ». Descriptif de contenu. Institut National de l'information Géographique et forestière. https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-07/DC_BDTOPO_3-0.pdf.

INSEE, 2019. « Données carroyées – Carreau de 200m – Données carroyées | Insee ». 16 juillet 2019. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4176290?sommaire=4176305>.

INSEE. 2019. « DOCUMENTATION – données carroyées FILOSOFI 2015 ». Descriptif de contenu. Institut national de la statistique et des études économiques. https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4176281/documentation_DonneesCarroyees.pdf

M. Lavolé, 2021. « Cartographie opérationnelle et gestion de crise ». IRMA. Communiqué par Mathis Chappaz (M2 GÉOÏDES).

Lehoux, N., et P. Vallée, 2004. « Analyse Multicritère ». Disponible sur : http://drmdh.free.fr/stad/cour_info/RO/RechercheOperationne/automne2004/presentations/Multi_criteres.pdf.

Mission Risques Naturels, 2021. « Référentiel de résilience du bâti aux aléas naturels ». Disponible sur:

<https://www.mrn.asso.fr/wp-content/uploads/2021/06/2021-mrn-ffa-fse-cea-cfec-referentiels-de-resilience-du-bati-aux-aleas-naturels-repertoire-1ere-edition-juillet-2021-vf.pdf>.

Metzger, Pascale, et Robert D'ercole. 2008. « Enjeux territoriaux et vulnérabilité : une approche opérationnelle ». In Colloque interdisciplinaire " Vulnérabilités sociales, risques et environnement : comprendre et évaluer". Toulouse, France: Université de Toulouse Le Mirail and Université Paul Sabatier and CNRS and OMP and GEODE and CERTOP and LMT and Ministère de l'écologie du développement et de l'aménagement durables and Région Midi-Pyrénées. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01196979>.

Observatoire de l'Immobilier Durable, 2021. « Guide des actions adaptatives au changement climatique – Le bâtiment face aux aléas climatiques ». <https://www.alec07.org/changement-climatique-les-idees-pour-adapter-les-batiments-aux-aleas/>.

OpenStreetMap, 2022. « OSMdata ». OSM DATA. Consulté en 2022. Disponible sur : <https://demo.openstreetmap.fr/map>.

QGIS, 2022. « QGIS Python Plugins Repository ». QGIS. Consulté le 16 février 2022. Disponible sur : <https://plugins.qgis.org/plugins/mcelite/>.

Rakotoarisoa, M. M. 2019. Évaluer la vulnérabilité face aux inondations dans la région sud-ouest de Madagascar. Mappemonde Rev. Trimest. Sur L'image Géographique Formes Territ. No. 126.

Tacnet, Jean-Marc, et Mireille Batton-Hubert. 2010. « Analyse multicritères et fusion d'information pour l'expertise et la gestion intégrée des risques naturels en montagne ». *Congrès Lambda Mu*, octobre.

Veyret, Yvette, et Magali Reghezza. 2006. « Vulnérabilité et risques L approche récente de la vulnérabilité ». RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT, no 43 (juillet): 9-14. <http://www.anales.com/re/2006/re43/Veyret.pdf>.

Table des tableaux

Tableau 1. Tableau explicatif de la notion de risque, inspiré du Guide des actions adaptatives au changement climatique- Le bâtiment face aux aléas climatiques (Observatoire de l'Immobilier Durable, 2021).	5
Tableau 2. Description des données utilisées pour l'identification des enjeux.	6
Tableau 3. Tableau détaillant le nouveau champ FONCTION, les attributs concernés et les codes respectifs.	11
Tableau 4. Tableau récapitulatif des couches utilisées pour mettre en avant les différents enjeux de la Moyenne Vallée.	17
Tableau 5. Classification et pondération de la population (analyse intra-critères) dans le but de réaliser une AMC.	20
Tableau 6. Classification et pondération des fonctions du bâti (analyse intra-critères) dans le but de réaliser une AMC.	21
Tableau 7. Classification et pondération des années de construction du bâti (analyse intra-critères) dans le but de réaliser une AMC.	21

Table des figures

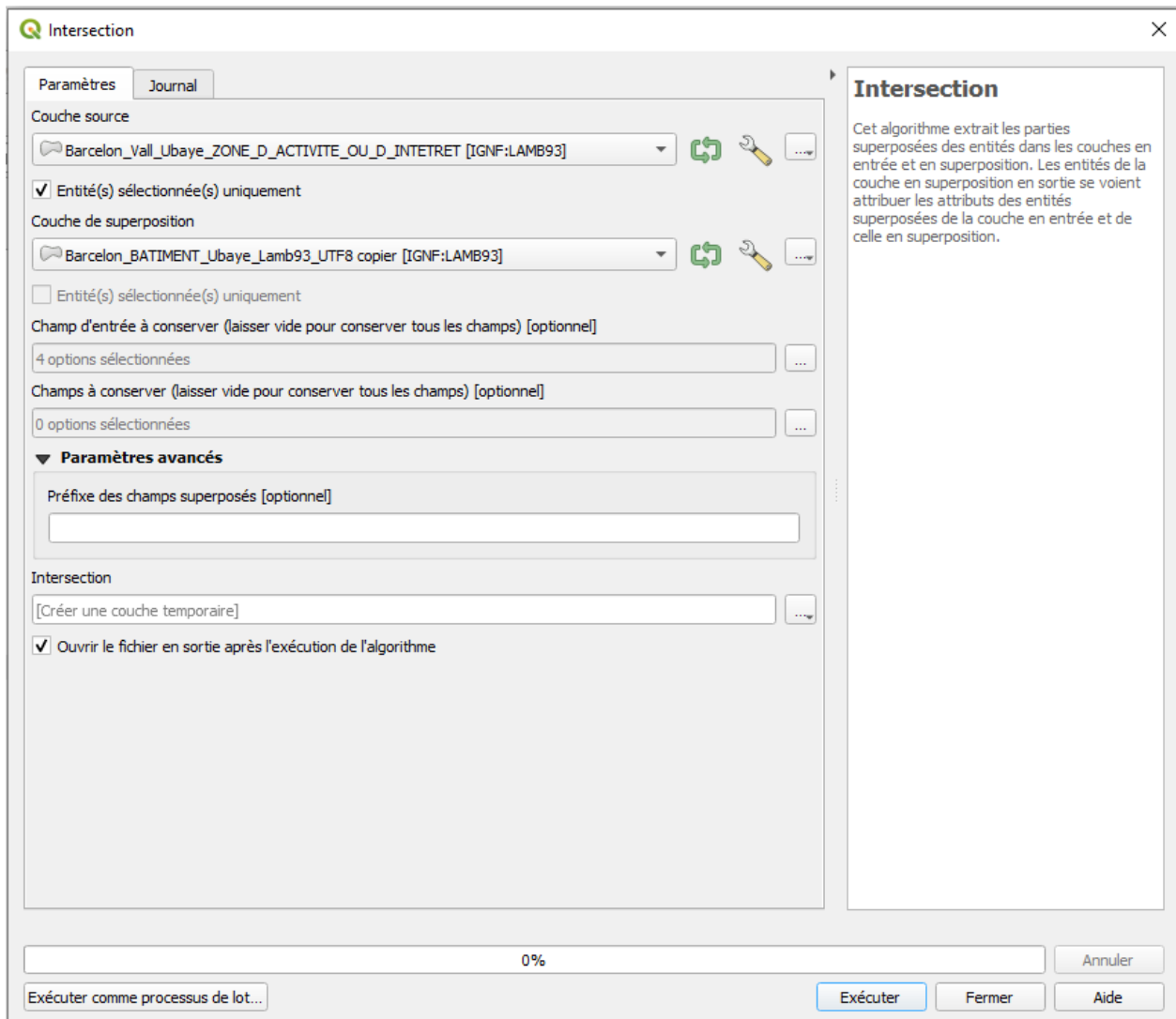
Figure 1 : Carte de localisation de la moyenne vallée de l'Ubaye	4
Figure 2. Schéma explicatif général de la méthodologie employée pour l'identification de l'usage des bâtiments pour les sept communes de la moyenne vallée de l'Ubaye.	10
Figure 3. Schéma explicatif général de la méthodologie employée pour l'identification des principaux enjeux de la moyenne vallée de l'Ubaye.	13
Figure 4. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux sur la commune de Barcelonnette : les différents usages du bâti.	14
Figure 5. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux sur la commune de Barcelonnette : la fonction du bâti sur la commune de Barcelonnette.	15
Figure 6. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux sur la commune de Barcelonnette : les années de construction du bâti.	16
Figure 7. Extrait cartographique de la spatialisation des enjeux : la population résidente, au sein des zones d'habitation.	17
Figure 8. Schéma explicatif de la méthodologie employée pour la caractérisation de la vulnérabilité de la Moyenne Vallée de l'Ubaye.	19
Figure 9. Extrait cartographique de la classification des enjeux : la vulnérabilité du bâti selon sa fonction sur la commune de Barcelonnette.	22
Figure 10. Extrait cartographique de la classification des enjeux : le bâti selon son année de construction sur la commune de Jausiers.	23
Figure 11. Extrait cartographique de la classification des enjeux : les zones habitées selon leur densité de population.	23
Figure 12. Extrait cartographique de l'AMC : indice de vulnérabilité appliqué aux enjeux sur la commune d'Enchastrayes.	24
Figure 13. Extrait cartographique des zones de risques sur la commune de Saint-Pons pour l'aléa relatif aux mouvements de terrain.	26
Figure 14. Extrait cartographique des zones de risques sur la commune de Saint-Pons pour l'aléa relatif aux crues et aux inondations.	26

Table des matières

Sommaire	3
Introduction : problématique et objectifs	4
1. L'identification des enjeux	6
1.1 RECUPERATION/OBSERVATION DES DONNEES : BD TOPO, OSM, INSEE	6
1.2 TRAITEMENTS REALISES	7
1.2.1 Identifier l'usage du bâti	7
1.2.2 Identifier et classer la fonction du bâti	10
1.2.3 Mettre en valeur les années de construction des bâtiments	11
1.2.4 Identifier et classer les enjeux de population	12
1.3 RESULTATS OBTENUS : CARTOGRAPHIE DES ZONES D'ENJEUX	12
2. Analyse multicritères : la classification des enjeux	18
2.1 AMC INTRA-CRITERES	20
2.1.1 La population	20
2.1.2 La fonction du bâti	20
2.1.2 L'année de construction	21
2.2 AMC INTER-CRITERES	21
2.3 RESULTAT FINAL DE L'AMC : CARTOGRAPHIE DES INDICES DE VULNERABILITE	22
3. Croisement enjeux/aléas	25
3.1 METHODE	25
3.2 RESULTAT OBTENU : CARTES DE RISQUES	25
4. Discussion et perspectives	27
4.1. CONCLUSION ET LIMITES	27
4.2. APPLICATIONS POSSIBLES DE LA METHODE (INTERET ET PERSPECTIVES)	28
Bibliographie	30
TABLE DES TABLEAUX	32
TABLE DES FIGURES	33
Table des matières	34
ANNEXES	35

ANNEXES

ANNEXE 1 : Géotraitement « Intersection » ZAI / BATI



ANNEXE 2 : Aperçu du tableau Gestionnaire BD (Postgis) avec la requête SQL

The screenshot displays the QGIS database manager interface. At the top, there are buttons for 'Requête enregistrée', 'Charger un fichier', 'Supprimer', 'Enregistrer', and 'Enregistrer dans un fichier'. Below these is a text area containing the following SQL query:

```

1 select H.ID, H.geometry, sum(I.ind) as nb_ind
2 from "Nb_d_individus" as I, "Vall_Ubaye_ZONE_D_HABITATION" as H
3 where st_intersects(I.geometry,I.geometry)
4 group by H.ID, H.geometry;
    
```

The results table shows the following data:

ID	nb_ind	geometry
258 | PAIHABIT00000002007140912	135.0	MultiPolygon (—)
259 | PAIHABIT00000002007140913	5.0	MultiPolygon (—)
260 | PAIHABIT00000002007292259	27.0	MultiPolygon (—)
261 | PAIHABIT00000002011200883	2.0	MultiPolygon (—)
262 | PAIHABIT00000002011200905	7.0	MultiPolygon (—)
263 | PAIHABIT0000000200126950	11.0	MultiPolygon (—)
264 | PAIHABIT0000000203778914	35.0	MultiPolygon (—)
265 | PAIHABIT0000000206764152	21.0	MultiPolygon (—)

At the bottom of the interface, there is a list of layers and a 'Fournisseurs de traitements' section. The 'Fournisseurs de traitements' section includes various processing tools such as 'GeoPackage', 'Oracle Spatial', 'PostGIS', 'Spatialite', and 'Couches virtuelles'. The 'Couches virtuelles' section lists several virtual layers, including 'BATHIMENT_Ubaye_Lamb93_UTM8', 'BASSIN_Versant_topographique_ubaye_copier', 'COMMUNE', 'COMMUNE_Vallee_Ubaye', 'COMMUNE_Vallee_Ubaye_copier', 'Fibrosef2015_carreaux_200m_metropole', 'Nb_d_individus', 'Nb_de_ménages', 'Nb_d_individus_copier', 'Ubaye_COMMUNE_Basse_Vallee', 'Ubaye_COMMUNE_Basse_Vallee_copier', 'Ubaye_COMMUNE_Haute_Vallee_copier', 'Ubaye_COMMUNE_Haute_Vallee', 'Ubaye_COMMUNE_Moyenne_Vallee', 'Ubaye_COMMUNE_Moyenne_Vallee_copier', 'Ubaye_COMMUNE_Moyenne_Vallee_f3008a40_3eed_47b5_9...', 'Ubaye_TOPONNIE_SERVICES_ET_ACTIVITES', 'Vall_Ubaye_COURS_D_EAU', 'Vall_Ubaye_Cours_copier', 'Vall_Ubaye_Courour', 'Vall_Ubaye_DETAIL_OROGRAPHIQUE', 'Vall_Ubaye_LIED_DTJ_NON_HABITE', 'Vall_Ubaye_PLAN_D_EAU', 'Vall_Ubaye_ROUTE_NUMEROTE_OU_NONMEE', 'Vall_Ubaye_SURFACE_HYDROGRAPHIQUE', 'Vall_Ubaye_TOPONNIE_LIEUX_NOMMES', 'Vall_Ubaye_TRONCON_DE_ROUTE', 'Vall_Ubaye_ZONE_DE_VEGETATION', 'Vall_Ubaye_ZONE_D_ACTIVITE_OU_D_INTERET', and 'Vall_Ubaye_ZONE_D_HABITATION'.

ANNEXE 3 : Matrices de comparaison – AHP Saaty (2/3)

Annee (tab non normalisé)	<2000	>=2000
<2000	1	7
>=2000	0,143	1
somme	1,143	8

Annee (tab normalisé)	<2000	>=2000	Somme	Poids
<2000	0,87489064	0,875	1,74989064	0,874945319
>=2000	0,12510936	0,125	0,25010936	0,125054681
Somme	1	1	2	1

Annee (tab normalisé)	<2000	>=2000	Somme	Cohérence du vecteur
<2000	0,87494532	0,87538276	1,75032808	2,000499969
>=2000	0,12511718	0,12505468	0,25017186	2,000499781
			Cohér. moyen	2,000499875
			IC	0,000499875
			RC	0,000555417

Population (tab non normalisé)	]690 ; 2455]	]305 ; 690]	]45 ; 305]	]15 ; 45]	[1 ; 15]
]690 ; 2455]	1	3	5	7	9
]305 ; 690]	0,333	1	3	5	7
]45 ; 305]	0,2	0,333	1	3	5
]15 ; 45]	0,143	0,2	0,333	1	3
[1 ; 15]	0,111	0,143	0,2	0,333	1
Somme	1,787	4,676	9,533	16,333	25

Population (tab normalisé)	]690 ; 2455]	]305 ; 690]	]45 ; 305]	]15 ; 45]	[1 ; 15]	Somme	Poids
]690 ; 2455]	0,55959709	0,64157399	0,52449386	0,42858018	0,36	2,514245123	0,50
]305 ; 690]	0,18634583	0,213858	0,31469632	0,3061287	0,28	1,301028844	0,26
]45 ; 305]	0,11191942	0,07121471	0,10489877	0,18367722	0,2	0,671710122	0,13
]15 ; 45]	0,08002238	0,0427716	0,03493129	0,06122574	0,12	0,338951014	0,07
[1 ; 15]	0,06211528	0,03058169	0,02097975	0,02038817	0,04	0,174064896	0,03
Somme	1	1	1	1	1	5	1,00

Population (tab normalisé)	]690 ; 2455]	]305 ; 690]	]45 ; 305]	]15 ; 45]	[1 ; 15]	Somme	Cohérence du vecteur
]690 ; 2455]	0,50284902	0,78061731	0,67171012	0,47453142	0,31331681	2,743024687	5,454966703
]305 ; 690]	0,16744873	0,26020577	0,40302607	0,33895101	0,24369086	1,413322436	5,431556891
]45 ; 305]	0,1005698	0,08664852	0,13434202	0,20337061	0,1740649	0,698995855	5,203106462
]15 ; 45]	0,07190741	0,05204115	0,04473589	0,0677902	0,10443894	0,340913599	5,028950865
[1 ; 15]	0,05581624	0,03720942	0,0268684	0,02257414	0,03481298	0,177281188	5,092387724
						Cohér. moyenne	5,242193729
						IC	0,060548432
						RC	0,067276036

ANNEXE 3 : Matrices de comparaison – AHP Saaty (3/3)

Inter critères (tab non normalisé)	Population	Fonction	Année		
Population	1	5	9		
Fonction	0,2	1	5		
Année	0,111	0,2	1		
Somme	1,311	6,2	15		
Inter critères (tab normalisé)	Population	Fonction	Année	Somme	Poids
Population	0,76	0,81	0,60	2,17	0,72
Fonction	0,15	0,16	0,33	0,65	0,22
Année	0,08	0,03	0,07	0,18	0,06
					1,00
Inter critères (tab normalisé)	Population	Fonction	Année	Somme	Cohérence du vecteur
Population	0,72	1,08	0,55	2,35	3,25344262
Fonction	0,14	0,22	0,31	0,67	3,088773477
Année	0,08	0,04	0,06	0,18	3,01652714
				Cohér. moyen	3,120
				IC	0,060
				RC	0,066