

Dania Gerber

Analyse des populations exposées au risque élevé d'inondation en Suisse :

*Le cas des cantons de Zurich, de
Genève, du Valais, des Grisons,
du Jura et de Neuchâtel*



Figure 1 : Débordement du Rhône à Chippis (RTS, 2025)

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont accompagnée et soutenue tout au long de ce travail.

Je remercie tout particulièrement Etienne Piguet et Chiara Bernasconi pour l'accompagnement constant, le soutien et les conseils très appréciés. Mes remerciements vont également à Vincent Masseray et André Ourednik pour l'aide apportée dans la recherche de données ainsi que les précieuses recommandations. Je suis aussi reconnaissante envers Léonard Schneider pour ses suggestions pertinentes et envers Karim Chèvre pour ses explications claires concernant la recherche bibliographique. Enfin, j'adresse mes remerciements tout particuliers à Lowell Gerber et Emilie Lopez pour le temps consacré à la relecture attentive de ce travail.

ERRATA

Le lecteur est prié de prendre note des corrections suivantes apportées au présent travail de Master :

- **Analyse des données (p.38 et 40) :** Une erreur de manipulation des géodonnées a conduit à la copie de la colonne « degres_de_danger_maximal », incluant par inadvertance les processus « géologiques » et « avalanches » dans les calculs
- **Référence (Canton de Neuchâtel) :** Ce travail omet de citer une étude de base essentielle. Pour le calcul du pourcentage de population vivant dans des secteurs de dangers naturels, il convient également de se référer à la publication suivante :
République et Canton de Neuchâtel (2021). Analyse des risques liés aux dangers naturels – Canton de Neuchâtel. Rapport technique.

RÉSUMÉ

Avec l'intensification du changement climatique, les inondations représentent aujourd'hui l'un des principaux risques climatiques en Suisse. Depuis plusieurs années, les autorités produisent et mettent à jour des cartes de danger afin d'identifier les zones exposées. Parallèlement, les données démographiques deviennent de plus en plus précises. Pourtant, le croisement entre ces deux types d'informations reste encore limité. Ainsi, malgré une communication importante des communes et des cantons sur les mesures de prévention et de protection, il n'existe pas d'informations concrètes sur le nombre réel de personnes exposées au risque d'inondation à l'échelle nationale.

Cette recherche vise précisément à combler ce manque en combinant les données de population avec les cartes de danger afin de quantifier et de cartographier les personnes exposées à un danger élevé d'inondation en Suisse. L'analyse se concentre sur six cantons représentatifs des trois grandes régions suisses : le Jura, le Plateau et les Alpes. Pour ce faire, une analyse géographique réalisée avec QGIS a permis de croiser les cartes de danger et les données de population afin d'en extraire les informations quantitatives pertinentes. L'objectif est de mieux comprendre la répartition spatiale de l'exposition humaine et d'apporter une vision plus précise des populations concernées par ce risque climatique.

Les résultats principaux montrent que l'exposition de la population varie fortement selon les cantons, allant de 2.7 % de la population totale du canton de Zurich jusqu'à 23.8 % dans le canton du Valais. Le nombre de personnes exposées dépend non seulement du nombre total d'habitant.e.s, mais surtout de leur localisation par rapport aux zones de danger. La topographie joue également un rôle majeur, car elle influence à la fois la présence, l'étendue et la taille des zones de danger ainsi que l'occupation du territoire. Cette recherche contribue à une meilleure compréhension du nombre de personnes exposées ainsi que de leur répartition spatiale face aux risques d'inondation en Suisse.

TABLE DES MATIÈRES

<i>Remerciements</i>	2
<i>Résumé</i>	3
<i>Table des matières</i>	4
<i>Tables des Illustrations</i>	6
Photos et figures	6
Liste des tableaux	7
PREMIERE PARTIE	1
INTRODUCTION	1
1. <i>Introduction : contexte et présentation de la thématique</i>	2
1.1. Contexte historique	3
1.1.1. La gestion des dangers naturels en Suisse	3
1.1.2. Corrections et revitalisations des cours d'eau en Suisse	3
1.1.2. La cartographie de la population suisse	4
1.2. Contexte du changement climatique en suisse	4
1.3. Définitions	6
1.3.1. Crue, ruissellement, inondation	6
1.3.2. Cartes de dangers	6
DEUXIEME PARTIE	9
PROBLEMATIQUE	9
2. <i>Problématisation du sujet à partir de la littérature thématique</i>	10
2.1. État de la littérature	10
2.1.1. Le risque	10
2.1.2. L'exposition au risque	11
2.1.3. Le danger	11
2.1.4. La vulnérabilité	12
2.2. Problématique et question de recherche	14
TROISIÈME PARTIE	16
METHODOLOGIE	16
3. <i>Méthodologie</i>	17
3.1. Une approche quantitative : l'analyse spatiale avec un SIG	17
3.2. Description des données	17
3.2.1. La carte de danger	17
3.2.2. La carte des populations	18
3.2.3. Les cartes de fond	18
3.3. Choix de la zone d'étude	19
3.4. Création des cartes	20
3.5. Identification du nombre d'habitants	22
3.6. Exportation des cartes	22
3.7. Description des tableaux	23
3.8. Limites	23
QUATRIÈME PARTIE	24
RESULTATS	24
4. <i>Présentation des résultats</i>	25

4.1. Présentation globale des résultats.....	25
4.2. Résultats détaillés par canton.....	26
Canton de Genève.....	26
Canton des Grisons	30
Canton du Jura	34
Canton de Neuchâtel.....	38
Canton du Valais.....	42
Canton de Zurich	46
ANALYSE.....	50
5. Analyse transversale et comparative des trois grandes régions suisses (Plateau, Jura, Alpes) à travers six cantons représentatifs	51
5.1. Analyse comparative des six cantons représentatifs des trois grandes régions suisses	51
5.1.1. Deux cantons du Plateau suisse : Genève et Zurich	51
5.1.2. Deux cantons de la région des Alpes : Le Valais et les Grisons	53
5.1.3. Deux cantons de la Région du Jura : Neuchâtel et le Jura.....	54
5.2. Lecture transversale des trois grandes régions suisses : le Plateau, le Jura et les Alpes	56
DISCUSSION.....	58
6. Réponse aux questions de recherche	59
CONCLUSION	61
7. Conclusion.....	62
GLOSSAIRE.....	64
Glossaire	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
Bibliographie.....	67
ANNEXES	74
Annexes A : Introduction.....	75
Annexes A1 : Carte de Siegfried	75
Annexes B : Méthodologie	75
Annexes B1 : statistiques population totale et exposée au risque	75
Annexes B2 : colorimétrie du danger selon l'OFS	77
Annexes B3 : extrait de la calculatrice de champs	77
Annexes B4 : exemple de filtre attribué.....	78
Annexes B5 : processus d'identification du nombre de personnes	78
Annexes B6 : illustration de l'évolution des contours.....	79
Annexes C : Résultats.....	80
Annexes C1 : Cartes supplémentaires.....	80
C1.1. Cartes pour le canton de Genève.....	80
C1.2. Cartes pour le canton des Grisons	85
C1.3. Cartes pour le canton du Jura	92
C1.4. Cartes pour le canton de Neuchâtel.....	98
C1.5. Cartes pour le canton du Valais	103
C1.6. Cartes pour le canton de Zurich	109
Annexes D : Paragraphe critique sur l'utilisation de l'IA.....	115

TABLES DES ILLUSTRATIONS

PHOTOS ET FIGURES

Figure 1 : Débordement du Rhône à Chippis (RTS, 2025)	1
Figure 2 : Processus d'inondation, réalisée par Dania Gerber (draw.io, 2026) à partir de données de PLANAT (2025) et Protection contre les dangers naturels (s.d.)	6
Figure 3 : Les niveaux de danger en fonction de l'intensité et de la probabilité du danger (OFEV, 2025) 7	
Figure 4 : Illustration du résultat avant et après l'utilisation de l'outil "Sélection par localisation" pour l'intersection de la population et zones de danger élevée, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2025) et adapté depuis les données de l'OFS (2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026).....	21
Figure 5 : Zones de danger élevé d'inondation du canton de Genève, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	26
Figure 6 : Population totale du canton de Genève, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024, 2025) et swisstopo (2026).....	27
Figure 7 : Répartition de la population par rapport aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024, 2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	28
Figure 8 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton de Genève, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)	29
Figure 9 : Zones de danger élevé d'inondation du canton des Grisons, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	30
Figure 10 : Population totale du canton des Grisons, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025) et swisstopo (2026)	31
Figure 11 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	32
Figure 12 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton des Grisons, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)	33
Figure 13 : Zones de danger élevé d'inondation du canton du Jura, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de geodienste.ch (2025) et swisstopo (2025)	34
Figure 14 : Population totale du canton du Jura, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025) et swisstopo (2025)	35
Figure 15 : Répartition de la population jurassienne face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2025).....	36

Figure 16 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton du Jura, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)	37
Figure 17 : Zones de danger élevé d'inondation du canton de Neuchâtel, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	38
Figure 18 : Population totale du canton de Neuchâtel, réalisée par Dania Gerber, à partir de données de l'OFS (2024), OFS (2025) et swisstopo (2026)	39
Figure 19 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), OFS (2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	40
Figure 20 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton de Neuchâtel, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)	41
Figure 21 : Zones de danger élevé d'inondation du canton du Valais, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	42
Figure 22 : Population totale du canton du Valais, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir OFS (2024,2025) et swisstopo (2026)	43
Figure 23 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024, 2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	44
Figure 24 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton du Valais, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)	45
Figure 25 : Zones de danger élevé d'inondation du canton de Zurich, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	46
Figure 26 : Population totale du canton de Zurich, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024,2025) et swisstopo (2026)	47
Figure 27 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024, 2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)	48
Figure 28 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton de Zurich	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification de la population selon l'OFS, réalisé par Dania Gerber à partir de données de l'OFS (2025)	20
Tableau 2 : Synthèse des résultats, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)	25
Tableau 3 : Résumé des résultats principaux, réalisé par Dania Gerber (2026)	57

Première partie

INTRODUCTION

1. INTRODUCTION : CONTEXTE ET PRÉSENTATION DE LA THÉMATIQUE

Le changement climatique intensifie les catastrophes naturelles comme les inondations, les sécheresses ou encore les vagues de chaleur. Dans les pays du Sud global, la question du risque et de la vulnérabilité face à ces aléas fait déjà l'objet d'une attention importante. En revanche, ces questions demeurent encore relativement sous-estimées dans les pays du Nord global. En effet, les infrastructures et les ressources donnent un sentiment de sécurité parfois trompeur, car le changement climatique modifie les régimes hydrologiques et contribue à l'intensification des risques d'inondation (Calvin et al., 2023). Cependant, les causes de cette vulnérabilité ne sont pas uniquement climatiques. Des facteurs socio-économiques comme la croissance démographique ou encore l'urbanisation rapide contribuent également à renforcer l'exposition des populations aux risques hydrologiques (Steinemann et al., 2025). Ces facteurs environnementaux et sociaux ont des répercussions sur les dynamiques migratoires. En effet, l'intensification des risques climatiques est en mesure de contraindre certaines populations à se déplacer temporairement ou durablement (Piguet, 2014). En effet, selon Piguet (2014), les estimations montrent qu'entre 200 millions et 1 milliard de personnes dans le monde pourraient être forcées de se déplacer en raison des effets du changement climatique dans les 40 prochaines années.

Dans ce contexte, les inondations apparaissent comme l'un des principaux risques climatiques en Suisse. De fait, la Suisse est souvent qualifiée de « château d'eau d'Europe » en raison de l'abondance de ses ressources hydriques (Office fédéral de l'environnement (OFEV), s. d.-b). La topographie alpine, marquée par de nombreux glaciers, lacs et cours d'eau, ainsi que des vallées étroites, favorise l'accumulation et l'écoulement rapide de l'eau rendant certaines régions particulièrement vulnérables aux crues (Office fédéral de l'environnement (OFEV), s. d.-b). L'exposition des populations aux risques d'inondation est renforcée par l'intensification des crues et du ruissellement, mais également par l'urbanisation et l'imperméabilisation croissante des sols (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023a). Malgré la disponibilité d'outils cartographiques décrivant les dangers d'inondation, le nombre de personnes exposées demeure limitée. Les cartes de dangers sont produites et mises à jour depuis plusieurs années, tout comme les données des populations, dont la précision ne cesse de s'améliorer. Toutefois, le croisement systématique de ces deux types d'informations reste peu développé. En effet, malgré la communication constante des communes et des cantons concernant les mesures effectuées ou planifiées face aux risques d'inondation, il n'existe pas d'information concrète sur le nombre réel de personnes impactées. En Suisse, il n'existe donc pas de vision d'ensemble permettant de quantifier et de cartographier précisément l'exposition des populations concernées. Quelques estimations globales sont parfois avancées, mais elles ne s'accompagnent généralement pas d'une représentation spatiale détaillée. Ce manque limite la compréhension fine du nombre de personnes réellement exposées ainsi que la répartition spatiale.

Dans cette perspective, ce mémoire propose une estimation et une cartographie de l'exposition de la population suisse aux zones de danger élevé d'inondation. L'analyse a porté sur un échantillon de six cantons (Genève, Zurich, Valais, Grisons, Neuchâtel et Jura), sélectionnés pour refléter la diversité des configurations territoriales suisses. L'approche à caractère novateur combine des données issues de la cartographie des dangers naturels et des données démographiques. Cette démarche s'inscrit dans un cadre technique. Elle mobilise également les sciences sociales en mettant en évidence les inégalités d'exposition, la répartition des populations vulnérables ainsi que les enjeux pour l'aménagement du territoire et la gestion des risques.

1.1. CONTEXTE HISTORIQUE

1.1.1. La gestion des dangers naturels en Suisse

L'évolution de la gestion des dangers naturels en Suisse repose sur une succession de changements de paradigme qui transforme à la fois l'interprétation des catastrophes et les instruments de prévention. Jusqu'au 19^e siècle, les événements extrêmes sont majoritairement compris comme des « fléaux » d'inspirations bibliques, associés à une faute morale et une vulnérabilité autant matérielle que spirituelle. Ensuite, une vision naturaliste laïcisée s'est progressivement imposée (Walter, 2019). En effet, cette dernière se base sur l'idée que les sciences peuvent encadrer les forces naturelles par des ouvrages de protection et des corrections de cours d'eau (Walter, 2019). À partir de là, les expertises de Landolt et Culmann conduisent dès les années 1860-1870 à une extension des compétences fédérales (Constitution de 1874), puis à l'adoption des premières lois nationales sur la police des forêts (1876) et des eaux (1877) qui inaugure une politique coordonnée de prévention. Toutefois, à cette époque, une longue période sans grandes catastrophes alimente un sentiment de sécurité trompeur (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023b).

Un nouveau tournant s'opère après les intempéries de 1987 qui révèlent le caractère illusoire du « risque zéro ». Cette catastrophe marque le passage d'une logique de défense purement structurelle à une gestion intégrée des risques, combinant documentation des dangers, aménagement du territoire, entretien des ouvrages et plans d'urgence (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023b). La révision de 1991 de la loi sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) et de la loi sur les forêts (LFo) impose l'élaboration de cartes de dangers et leur intégration dans les plans directeurs, les plans d'affectation et l'examen des permis de construire (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023b). Ces cartes, développées et mises en ligne au cours des vingt-cinq dernières années sur la base des recommandations fédérales de 1997, deviennent des outils centraux pour identifier les zones exposées et orienter l'aménagement du territoire (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2018a). Les crues de 2005, meurtrières et coûteuses, ont renforcé la culture du risque en mettant en avant la nécessité d'un usage modéré du sol, des protections résilientes et d'une meilleure coordination renforcée par des systèmes d'alerte modernisés (Walter, 2019).

1.1.2. Corrections et revitalisations des cours d'eau en Suisse

La prise en compte croissante des dangers dans la planification territoriale conduit à repenser les modes d'interventions sur les cours d'eau, marquant l'évolution des logiques qui ont débuté par « maîtriser » suivi de « corriger » puis « revitaliser ». Dès la fin du 19^e siècle, la Suisse mise sur de vastes « corrections » fluviales comme la correction des eaux du Jura ou encore les travaux d'endiguement du Rhône dans le but d'endiguer les rivières, gagner des terres agricoles et assainir les zones marécageuses (Dictionnaire historique de la Suisse, 2006). Ces travaux ont conduit à des cours d'eau rectifiés, canalisés et écologiquement appauvris (Dictionnaire historique de la Suisse, 2006). Les crues destructrices des années 1980-1990 révèlent les limites de cette approche et ouvrent la voie à un changement de paradigme qui se ratifie par la révision de la Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) en 2011. Cette dernière oblige désormais de revitaliser les cours d'eau, de leur rendre de l'espace et de recréer des zones naturelles d'expansion des crues pour renforcer la résilience face au changement climatique (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023b; République et Canton de Genève, s. d.-a). Cette évolution se traduit aujourd'hui par des projets concrets combinant protection contre les crues et restauration écologique. Par exemple, la 3^e correction du Rhône prévoit l'élargissement et l'approfondissement du lit du fleuve afin d'augmenter sa capacité d'accueillir des crues et ainsi de protéger durablement la plaine du Valais contre les inondations (Canton du Valais, 2025). Dans une logique davantage orientée vers la renaturation, la revitalisation de l'embouchure de l'Areuse redonne de l'espace à la rivière pour absorber les crues et limiter les risques dans les zones habitées (Office

fédéral de l'environnement (OFEV), 2023b; République et Canton de Neuchâtel, 2025). À l'échelle locale, des programmes comme celui de Genève, dans lequel environ 20 km de rives ont été renaturés, illustrent cette nouvelle politique qui combine protection contre les crues et restauration écologique (République et Canton de Genève, s. d.-a).

1.1.2. La cartographie de la population suisse

Le développement de la cartographie démographique en Suisse s'est effectué en plusieurs étapes. Avant le 19^e siècle, les informations sur le nombre d'habitants proviennent principalement de registres paroissiaux ou fiscaux locaux (Perrenoud, 2011). Les premiers travaux se concentrent uniquement sur l'étude de la mortalité. Ces recherches, menées par exemple par Euler, posent les bases de la démographie mathématique en introduisant plus tard d'autres variables comme l'espérance de vie et les relations entre natalité et mortalité (Perrenoud, 2011). Cependant, la cartographie démographique reste peu développée à l'exception de quelques initiatives pionnières comme la carte de la densité du canton de Zurich en 1833 qui introduit l'usage de couleurs pour représenter la répartition de la population (Egli, 2024).

Dès 1850, un système statistique national est mis en place. Le premier recensement fédéral de 1850 marque un tournant en fournissant des données homogènes à l'échelle du pays. À partir de cette date, les recensements sont réalisés régulièrement, permettant un suivi précis de l'évolution de la population (Meuriot, s. d.). Parallèlement, la démographie s'institutionnalise avec la création du Bureau fédéral de statistique en 1860, intégrant cette discipline dans l'administration publique (Meuriot, s. d.; Perrenoud, 2011). C'est dans ce contexte que la cartographie démographique devient un outil de gouvernance territoriale. En effet, les cartes réalisées à partir des recensements, par exemple celle de Siegfried (annexes A1), traduisent visuellement les données statistiques et marquent le début d'une représentation spatiale structurée de la population (Office fédéral de la statistique (OFS), s. d.-a). Au tournant du 20^e siècle, la croissance démographique et l'urbanisation transforment les besoins en représentations. La population suisse augmente fortement malgré certaines crises ponctuelles et les villes connaissent une expansion importante (Office fédéral de la statistique (OFS), s. d.-a). Afin de mettre en évidence ces dynamiques, de nouvelles formes de cartographie apparaissent comme les cartes par point et les cercles proportionnels. Ces méthodes permettent de visualiser plus précisément la concentration de population dans les centres urbains et les phénomènes, ce qui offre une lecture plus fine des transformations territoriales (ETH Zurich, s. d.).

Aujourd'hui, la cartographie démographique repose sur des outils numériques avancés, notamment les systèmes d'information géographique (SIG) et le recensement structurel annuel¹ introduit en 2010. Ces dispositifs fournissent des données détaillées sur la population et les ménages issus de registres administratifs harmonisés (Office fédéral de la statistique (OFS), s. d.-c). L'intégration de la géoinformation permet une analyse à haute définition jusqu'à l'échelle de l'hectare. Les cartes modernes comme les « grid maps »² ne se limitent plus aux frontières administratives et offrent une représentation plus précise de la densité réelle de la population. Elles sont accessibles sur des plateformes interactives telles que l'Atlas statistique de la Suisse (Office fédéral de la statistique (OFS), s. d.-b).

1.2. CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN SUISSE

Les impacts climatiques observés en Suisse sont multiples. Le réchauffement dans la région alpine est environ deux fois plus important que la moyenne mondiale. De plus, il entraîne une augmentation des vagues de chaleur, une modification des cycles des précipitations et une intensification des fortes pluies

¹ Enquête réalisée chaque année par l'OFS, reposant sur un échantillon de la population

² Carte mettant en évidence le territoire découpé en cellules régulières

(Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2024b). Comme l'énoncent Schädler, Blanc et Volken (2012), la fonte des glaciers modifie également les régimes hydrologiques, car le volume des eaux de fonte est augmenté en été, ce qui réduit les stocks de glace à long terme. La dégradation du permafrost réduit la stabilité des versants, pouvant provoquer des chutes de pierres, des éboulements ou encore des glissements de terrain. La combinaison entre des sols saturés en eau lors d'épisodes pluvieux extrêmes et des terrains instables augmente la probabilité d'événements catastrophiques (Schädler et al., 2012). Les sécheresses estivales, plus longues et plus fréquentes, fragilisent les écosystèmes en augmentant les risques d'incendie et perturbent les ressources en eau (Schädler et al., 2012). Le changement climatique intensifiera ces risques et de nouveaux émergeront. Les événements extrêmes se produiront plus souvent, gagneront en violence et surviendront dans des régions jusque-là épargnées et à des saisons inhabituelles (Calvin et al., 2023; Steinemann et al., 2025).

Ainsi, ces évolutions climatiques ne se limitent pas à des transformations environnementales générales mais influencent directement les dynamiques hydrologiques en intensifiant notamment le ruissellement et la formation des crues. En effet, à la suite de périodes de sécheresse, les sols devenus secs, absorbent moins efficacement l'eau, ce qui favorise une concentration rapide des écoulements de surface (Steinemann et al., 2025). Ainsi, les bassins versants (cf. glossaire) reçoivent davantage d'eau en peu de temps, entraînant une réponse plus violente des cours d'eau aux précipitations extrêmes (Schädler et al., 2012). Depuis les années 1970, la fréquence et l'intensité des crues fluviales ont nettement augmenté, particulièrement sous l'effet de la hausse des températures et de la transformation de la neige en pluie, réduisant la capacité régulatrice du manteau neigeux (Steinemann et al., 2025). Bien que relativement rares, ces crues majeures causent des dégâts matériels considérables et figurent parmi les catastrophes naturelles les plus coûteuses en Suisse (Steinemann et al., 2025).

En Suisse, la modification des régimes hydrologiques se traduit principalement par des inondations. Ces dernières représentent l'un des principaux risques naturels, résultant de l'interaction entre le changement climatique, les dynamiques hydrologiques et les évolutions territoriales. En effet, à long terme, les crues devraient devenir plus fréquentes et intenses tout en survenant à des périodes différentes selon les régions (Schädler et al., 2012). Les précipitations extrêmes, particulièrement en hiver, devraient devenir plus fréquentes. En été, malgré une diminution du volume total des précipitations, les épisodes pluvieux ponctuels tendraient à gagner en intensité (Schädler et al., 2012). L'élévation de la limite pluie-neige augmente la proportion des précipitations sous forme de pluie en hiver, prolongeant ainsi la saison propice aux inondations jusqu'au printemps et à l'automne (Schädler et al., 2012).

L'exposition aux inondations varie cependant selon les régions et les usages du sol. Les épisodes de fortes précipitations généralisées peuvent affecter l'ensemble du territoire (Tuel & Martius, 2021). Le Plateau, bien que relativement épargné jusqu'à présent de l'intensification des précipitations, pourrait voir tripler la fréquence de ses pluies estivales extrêmes. Les régions alpines sont également particulièrement exposées à une augmentation des précipitations extrêmes en cas de réchauffement climatique marqué (Peleg et al., 2025). Les plaines, les vallées fluviales et les zones périurbaines, souvent densément peuplées, apparaissent aussi comme des espaces particulièrement vulnérables (Munz et al., 2024).

Les événements récents illustrent clairement cette tendance. En juin 2024, de fortes intempéries ont frappé le Valais, le Tessin et les Grisons, combinant pluies persistantes et fontes des neiges, provoquant des crues et des laves torrentielles (RTS, 2025). Le Rhône, par exemple, a subi deux épisodes de crues rapides dans le Valais, les 29 et 30 juin à Sierre, où les inondations ont gravement endommagé les infrastructures et ont nécessité l'évacuation de plusieurs habitant.e.s (Canton du Valais, s. d.-b). Ces phénomènes résultaient d'une conjonction défavorable : fonte accélérée de la neige à haute altitude et sols déjà saturés à la suite de précipitations répétées depuis la fin de l'année 2023. Au sud des Alpes, le

21 juin 2024, la vallée du Val Mesolcina a reçu entre 60 et 100 millimètres de pluie en quelques heures, provoquant la crue de la Moesa qui a emporté une partie de l'autoroute A13, fermée durant deux semaines (Steinemann et al., 2025).

Cette vulnérabilité est renforcée par l'expansion urbaine, l'imperméabilisation croissante des sols et la concentration d'infrastructures dans des zones à risque, malgré les progrès en matière de protection contre les crues (Steinemann et al., 2025). La Suisse dispose de dispositifs de protection performants et de cadres réglementaires stricts, mais la gestion du risque demeure inégale selon les régions. En effet, certaines zones densément bâties ne disposent pas de capacités suffisantes d'infiltration ou d'évacuation des eaux (Steinemann et al., 2025). Dans l'ensemble, les dynamiques climatiques, hydrologiques et territoriales convergent vers une augmentation nette et préoccupante des inondations, devenant un enjeu majeur pour la planification et la gestion future du territoire suisse (Steinemann et al., 2025; Tuel & Martius, 2021).

1.3. DÉFINITIONS

1.3.1. Crue, ruissellement, inondation

Afin de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des inondations, il est nécessaire de distinguer les notions citées en titre qui correspondent à différentes étapes du processus hydrologique. Les pluies intenses produisent dans un premier temps un ruissellement diffus lorsque le sol est saturé en eau, imperméabilisé ou gelé et que l'eau ne peut plus s'infiltrer ni être évacuée correctement par les réseaux d'égouts (PLANAT, 2025). Ce ruissellement peut, par exemple, se concentrer sur les pentes ou les routes formant des écoulements plus puissants, capables de s'accumuler contre des obstacles parfois loin de tout cours d'eau

(Protection contre les dangers naturels, s. d.-a). Lorsque cet apport d'eau se combine à celui reçu par les rivières et les lacs, le niveau et le débit des cours d'eau augmentent rapidement. Cela correspond à une crue. Si la capacité du lit d'un cours d'eau est dépassée, il déborde et submerge les terrains environnants. Il s'agit d'une inondation de plaine liée à la crue (Protection contre les dangers naturels, s. d.-a). Parallèlement, le ruissellement concentré peut provoquer des inondations localisées sans débordement de cours d'eau, par exemple en zone urbaine lorsque l'eau s'accumule au pied des bâtiments ou dans les sous-sols (Protection contre les dangers naturels, s. d.-a). Dans ce dossier, le terme inondation désigne de manière générale toute submersion temporaire de terrains ou de bâtiments habituellement secs, qu'elle soit causée par une crue ou d'un ruissellement de surface.

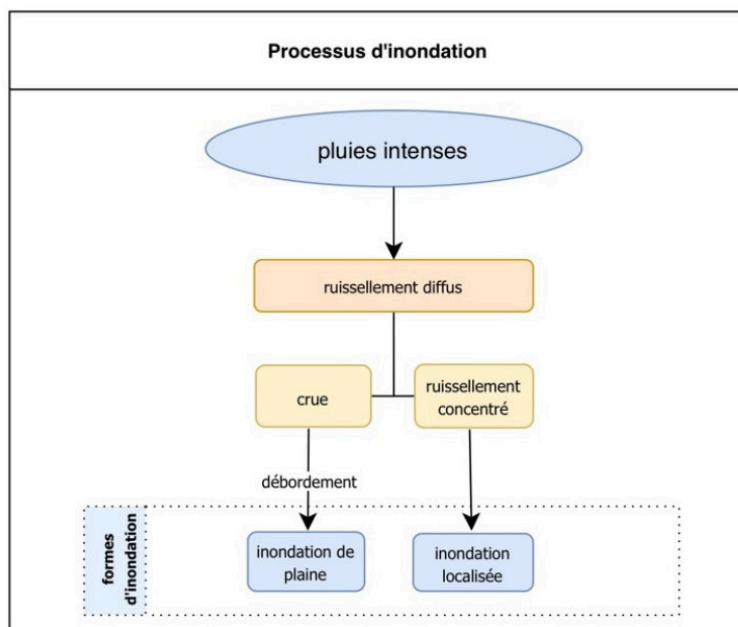


Figure 2 : Processus d'inondation, réalisée par Dania Gerber (draw.io, 2026) à partir de données de PLANAT (2025) et Protection contre les dangers naturels (s.d.)

1.3.2. Cartes de dangers

En Suisse, deux formes de cartes de danger coexistent. La première, actualisée quotidiennement par MétéoSuisse, surveille en temps réel les alertes météorologiques et naturels imminents (pluie, vent,

crues, avalanches) sur une échelle de 1 à 5 (PLANAT, 2025). La seconde, objet principal de ce mémoire, relève des cantons. Ces cartes officielles d'aménagement du territoire sont révisées environ tous les 15 ans pour intégrer l'évolution des risques, de l'urbanisation et du climat (Pasquier & Mayoraz, 2025).

Les cartes de dangers constituent l'outil central d'évaluation des risques naturels en Suisse. Elles délimitent les zones où les espaces urbanisés, les infrastructures et les voies de communication sont exposés à des phénomènes tels que les inondations, les glissements de terrains, les chutes de pierres ou les avalanches. Elles précisent également l'intensité potentielle et la probabilité d'occurrence de ces aléas (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2025a). D'après les lois fédérales sur l'aménagement des cours d'eau et sur les forêts, les cantons doivent les établir et les intégrer dans la planification territoriale³ (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2025a). Ces cartes permettent de délimiter quatre niveaux de danger :

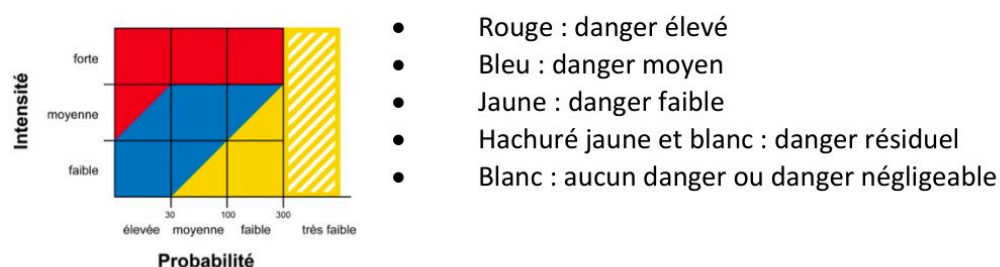


Figure 3 : Les niveaux de danger en fonction de l'intensité et de la probabilité du danger (OFEV, 2025)

La classification se base sur un diagramme croisant intensité et probabilité (figure 3). Chaque niveau entraîne des implications précises pour l'aménagement du territoire, comme l'interdiction de bâtir dans les zones rouges, la réglementation stricte dans les zones bleues. Des mesures de sensibilisation ou prescriptions constructives s'appliquent dans les zones jaunes et hachurées (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2015).

Les cartes de danger sont réalisées par des bureaux spécialisés avec l'appui technique et financier des cantons et de la Confédération. Elles reposent sur des données concrètes comme le cadastre des événements passés, les observations de terrain (érosion des berges, bassins versants, ouvrages hydrauliques), les analyses hydrologiques et hydrauliques ainsi que des outils modernes comme le laser, l'imagerie radar ou les modélisations numériques (Canton du Valais, s. d.-a; Confédération Suisse, 2012). Une fois validées, elles servent à anticiper les conflits en zones habitées et à justifier des mesures d'aménagement, comme le déclassement de zones à bâtir ou l'interdiction de construire dans les secteurs à haut risque (Confédération Suisse, 2012).

En complément des cartes cantonales de danger, la carte nationale de l'aléa ruissellement constitue également un outil récent et précieux pour l'évaluation des risques hydrologiques. En effet, l'Office fédéral de l'environnement (2018) modélise les zones potentiellement inondables lors de fortes pluies à l'aide d'une méthode uniformisée à l'échelle de la Suisse. Les surfaces inondables représentées résultent d'une modélisation scientifique mais n'ont pas fait l'objet d'une vérification sur le terrain (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2018b). Cette carte permet d'identifier les secteurs sur lesquels le ruissellement peut causer des accumulations d'eau ou des flux concentrés même en dehors des zones de danger hydrologique classiques. Elle présente les régions potentiellement concernées par des

³ Art. 15 de l'Ordonnance sur les forêts (Ofo, RS 921.01) ; Art. 27 de l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE, RS 721.100.1) ; Art. 6 de la Loi sur l'aménagement du territoire (LAT, RS 700) ; Art. 19 de la Loi sur les forêts (Lfo, RS 921.09)

événements rares à très rares avec une période de retour⁴ supérieure à cent ans (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2018b). Elle offre ainsi un aperçu national des dangers liés au ruissellement. Cette carte constitue dès lors un complément opérationnel aux cartes de dangers cantonales en renforçant la capacité d'anticipation des acteurs locaux.

⁴ Le temps de retour d'un événement est le temps moyen qui s'écoule entre deux événements successifs d'une intensité définie (Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse, 2024)

Deuxième partie

PROBLÉMATIQUE

2. PROBLÉMATISATION DU SUJET À PARTIR DE LA LITTÉRATURE THÉMATIQUE

2.1. ÉTAT DE LA LITTÉRATURE

Dans ce mémoire, cinq concepts clés développés ci-dessous ont été retenus pour structurer l'analyse et la compréhension des phénomènes et leurs impacts sur la société :

1. Le concept de risque est mobilisé pour combiner la probabilité d'occurrence et les impacts potentiels des événements, offrant une vision globale de la situation et permettant de comparer différentes zones.
2. L'exposition sera utilisée pour identifier l'emplacement des populations dans les zones de danger, en tenant compte de leur répartition spatiale et de leur organisation territoriale.
3. Le danger permet de caractériser les phénomènes naturels eux-mêmes, comme la localisation des zones inondables et l'influence du réseau hydrologique ou de la topographie.
4. La vulnérabilité apporte un éclairage sur la sensibilité des populations et des infrastructures aux impacts
5. La vulnérabilité biophysique permet une évaluation quantitative et objective des dommages potentiels, mesurant la fragilité des populations et des biens en fonction de critères physiques et de densité.

Ensemble, ces concepts fournissent un cadre cohérent pour structurer l'analyse et guider l'interprétation des résultats.

2.1.1. Le risque

La littérature scientifique s'accorde à dire que le risque n'est pas une notion simple. Il s'agit plutôt d'un concept complexe, fondé sur l'interaction de plusieurs facteurs interdépendants. Une des approches du risque est développée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) qui définit le risque comme le résultat de la combinaison entre un signal climatique, l'exposition et la vulnérabilité (Garschagen et al., 2020). Selon cette perspective, un risque n'existe pas sans contexte territorial et social. C'est-à-dire qu'il se manifeste uniquement lorsque des signaux climatiques interagissent avec des enjeux humains, matériels ou environnementaux. Ainsi, le risque ne relève pas seulement du danger en tant que tel mais également de ses effets potentiels sur les systèmes exposés et plus ou moins vulnérables.

Dans une perspective complémentaire, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) propose une définition du risque basée sur une approche probabiliste. Selon l'OFEV (2023), le risque résulte de la combinaison entre la probabilité qu'un événement se produise et l'importance des dommages qu'il est susceptible d'engendrer. Cette formulation est souvent résumée par l'expression : $\text{Risque} = \text{probabilité} \times \text{dommage possible}$ (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023a). En effet, la probabilité renvoie à la possibilité qu'un événement dangereux, comme une crue ou un glissement de terrain, se produise. Toutefois, cette probabilité est parfois difficile à quantifier notamment dans le contexte des changements climatiques, caractérisés par des évolutions multiples et incertaines. L'ampleur quant à elle dépend de plusieurs facteurs comme le nombre de personnes et de biens potentiellement exposés, le degré d'exposition de ces enjeux, ainsi que leur vulnérabilité.

Les définitions du GIEC et de l'OFEV ne s'opposent pas, mais se complètent au sein d'un cadre commun. Elles présentent le risque comme un phénomène relationnel, issu de l'interaction entre un danger et un système exposé. Le GIEC met l'accent sur la dimension systémique du risque. Il n'est donc pas uniquement lié à l'intensité du phénomène climatique, mais aussi à la manière dont les sociétés et les

écosystèmes y sont confrontés. L'OFEV (2023) complète ce point de vue en proposant une formulation plus opérationnelle du risque, fondé sur la probabilité d'occurrence d'un événement et sur l'ampleur des dommages possibles. Elle ne contredit pas l'approche probabiliste du GIEC, mais la prolonge en fournissant un cadre d'évaluation qui permet d'estimer un degré de sécurité, tout en intégrant l'exposition et la vulnérabilité des personnes et des biens.

Dans ce dossier, la définition synthétique de ces deux approches définit le risque comme la combinaison d'un aléa ou d'un signal climatique, de l'exposition d'enjeux humains ainsi qu'environnementaux et de leur vulnérabilité, le tout inscrit dans un cadre marqué d'incertitudes. Pour information, le signal climatique et l'aléa ne sont pas la même chose, mais leur combinaison efficace permet d'évaluer les risques climatiques (Steinemann et al., 2025; Ville de Gatineau, 2020). En effet, le signal climatique est une tendance climatique détectable à long terme, tandis que l'aléa est un événement ou le potentiel dangereux plus ou moins probable (Steinemann et al., 2025; Ville de Gatineau, 2020). En substance, le signal climatique fournit le contexte (ex : augmentation des températures) qui modifie la fréquence ou l'intensité des aléas (ex : canicules plus fréquentes). Le risque quant à lui est le résultat de leurs interactions avec les enjeux vulnérables comme la population (Steinemann et al., 2025).

2.1.2. L'exposition au risque

Dans la littérature, l'exposition constitue une composante centrale de l'analyse du risque avec l'aléa et la vulnérabilité. Selon le GIEC, l'exposition renvoie à la répartition spatiale des personnes, des biens matériels, des infrastructures critiques, des surfaces agricoles et des écosystèmes susceptibles d'être affectés par un signal climatique ou un aléa (Garschagen et al., 2020). Elle exprime la présence d'éléments à risque dans des zones soumises à des aléas climatiques actuels ou futurs. Le niveau d'exposition influence directement l'ampleur des impacts potentiels : plus l'exposition est élevée, plus le risque climatique tend à être important (Garschagen et al., 2020). L'exposition ne se limite donc pas à une simple description spatiale, mais constitue un déterminant majeur de la gravité des conséquences des changements climatiques.

Dans le contexte suisse, l'OFEV (2023) reprend cette définition et souligne que l'exposition dépend fortement de la concentration spatiale des populations, des activités économiques et des infrastructures critiques. Il met en évidence que l'exposition du pays aux risques climatiques et aux opportunités, évoluera sous l'effet de processus socio-économiques tels que l'évolution démographique, la croissance économique et les changements structurels (Steinemann et al., 2025). Ces dynamiques peuvent conduire à une augmentation de l'exposition dans certaines régions, notamment dans les zones urbaines et périurbaines, ou à une diminution dans d'autres territoires.

Dans ce mémoire, la définition retenue de l'exposition est la suivante. Elle correspond à la présence et à la répartition des personnes, des biens et des activités dans les zones susceptibles d'être affectées par des aléas climatiques.

2.1.3. Le danger

Dans l'analyse des risques climatiques, le danger constitue, avec l'exposition et la vulnérabilité, l'une des trois composantes principales du risque. Le danger est essentiellement contextuel, car toujours lié à un système socioécologique spécifique ou à certaines de ses composantes (Calvin et al., 2023). Un même phénomène climatique ne représente donc pas nécessairement un danger universel : ses conséquences varient selon les caractéristiques du territoire concerné, les enjeux exposés et les capacités d'adaptation disponibles. Cette approche permet de dépasser une vision strictement physique du danger et d'intégrer les dimensions sociales, économiques et environnementales des impacts climatiques.

D'un point de vue conceptuel, le danger peut recouvrir plusieurs réalités (GIZ & EURAC 2017, s. d.). Il peut renvoyer à un événement climatique, comme une forte pluie, une vague de chaleur ou une tempête, ou à un impact physique direct, comme une inondation ou une sécheresse résultant de ces événements. Il ne se limite pas aux événements extrêmes, mais inclut aussi des tendances lentes et progressives, telles que l'augmentation de la température moyenne, la réduction des ressources en eau liée à la fonte des neiges ou l'élévation du niveau de la mer dont la persistance et les effets cumulatifs à long terme constituent des menaces majeures.

Cette compréhension élargie du danger est aujourd'hui partagée par plusieurs institutions internationales. Le danger y est défini comme « *la survenue potentielle d'un événement ou d'une tendance physique susceptibles d'entraîner des pertes en vies humaines, des atteintes à la santé, ainsi que des dommages affectant les biens, les infrastructures, les moyens de subsistance, la fourniture de services et les ressources environnementales* » (Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), 2023) Ces définitions convergent pour considérer le danger avant tout comme l'occurrence possible de phénomènes et de tendances physiques liés au climat, ainsi que de leurs impacts. Elles insistent également sur le fait que l'essentiel ne réside pas uniquement dans les événements eux-mêmes, mais aussi dans leurs conséquences concrètes à moyen et long terme sur les sociétés et les écosystèmes (World Bank Group, s. d.). Dans ce mémoire, la définition adoptée est celle partagée par les principales institutions internationales. Le danger y est défini comme la survenue potentielle d'un événement ou d'une tendance physique susceptible d'entraîner des pertes en vies humaines, des atteintes à la santé ainsi que des dommages matériels et des dégradations des biens et des infrastructures.

Ainsi, le danger constitue une condition nécessaire mais non suffisante à l'émergence d'un risque climatique. Ce n'est qu'à travers son interaction avec l'exposition et la vulnérabilité qu'il se traduit par des pertes et des dommages effectifs, ce qui rend indispensable une compréhension précise des dangers liés au changement climatique, de leur diversité et de leur évolution dans le temps pour éclairer les stratégies d'adaptation et de gestion des risques à différentes échelles.

2.1.4. La vulnérabilité

La notion de vulnérabilité occupe une place centrale dans l'analyse des risques climatiques. Elle permet de relier l'aléa ou le signal climatique aux impacts potentiels sur des systèmes ou des populations exposés. Selon le GIEC, la vulnérabilité dépend à la fois de la sensibilité d'un système et de ses capacités d'adaptation, des dimensions qui impactent directement le niveau du risque ou des opportunités liées aux changements climatiques (Garschagen et al., 2020). Pour définir la vulnérabilité, Béatrice Quenault (2015) identifie deux éléments : l'état actuel de l'entité et l'incertitude sur son évolution future ainsi que la notion d'impact négatif ou de dommage. Elle met l'accent sur l'incertitude, donc l'impossibilité de prévoir avec précision l'évolution future d'un système ou d'un enjeu. La vulnérabilité correspond alors à un état de fragilité, c'est-à-dire la susceptibilité d'une personne, d'un groupe ou d'un bien à subir des dommages. C'est dans ce contexte qu'apparaît une difficulté majeure concernant la vulnérabilité : la difficulté de la mesurer (Adger, 2006). En effet, elle est dynamique et influencée par des processus biophysiques et sociaux, ce qui ne permet pas de la réduire facilement à un seul indicateur (Adger, 2006). En cartographie notamment, l'une des principales limites tient à son incapacité à capturer systématiquement les spécificités locales (Adger, 2006).

La vulnérabilité est un concept qui peut être analysée à travers plusieurs approches. Trois d'entre-elles vont être illustrées dans le but de mettre en lumière la diversité de ce concept. Cependant, la définition utilisée dans la partie de l'analyse de ce mémoire est celle de la vulnérabilité biophysique.

Vulnérabilité biophysique

Selon Closset et al. (2018), la vulnérabilité biophysique au changement climatique se concentre sur les chocs environnementaux et leurs impacts directs sur les éléments exposés, tels que les infrastructures, les bâtiments ou la population. Cette approche, similaire à celle décrite par Quenault (2015) se base sur la probabilité d'occurrence d'un aléa et l'intensité de ses conséquences et permet une quantification relativement objective grâce à des indicateurs comme l'intensité du phénomène, la densité de la population ou la résistance des constructions. La vulnérabilité biophysique peut être quantifiée selon deux dimensions complémentaires : l'exposition, correspondant à la part de la population, terres agricoles ou infrastructures susceptibles d'être touchées et l'intensité du choc, équivalent à la magnitude ou à la fréquence des événements climatiques, passés ou futurs (Closset et al., 2018). Les indicateurs utilisés sont objectifs et mesurables, conformément à la logique biophysique comme l'altitude, la fréquence ou les écarts de températures (Closset et al., 2018). Deux types de vulnérabilité biophysique sont identifiés. Les chocs progressifs ou durables comme la montée du niveau de la mer et les chocs récurrents, tels que les sécheresses ou inondations plus fréquentes et intenses (Closset et al., 2018). Chaque risque est évalué selon ses dimensions physiques, indépendamment des choix politiques ou économiques. Cette approche sert de base à l'élaboration d'indicateurs et guide les mesures de réduction de la vulnérabilité qui reposent sur la réglementation, la planification et les interventions techniques pour limiter les impacts physiques des aléas climatiques (Quenault, 2015).

Vulnérabilité territoriale

La vulnérabilité territoriale complète cette approche en considérant l'importance stratégique des éléments situés dans un territoire (Quenault, 2015). Plutôt que de se focaliser sur un aléa particulier, Quenault (2015) identifie les infrastructures clés comme les hôpitaux, les stations d'épuration et administrations dont la défaillance pourrait propager des effets négatifs à l'ensemble du territoire (Centre d'expertise scientifique sur le multirisque, s. d.). Cette perspective permet de mobiliser des mesures préventives ciblées et de guider les décideurs et décideuses vers des actions concrètes sur le terrain.

Vulnérabilité sociale

La vulnérabilité sociale élargit le concept au-delà de la seule exposition physique, en intégrant des facteurs socio-économiques et institutionnels. Elle reflète la capacité d'une société à anticiper, affronter, résister et se remettre d'un aléa (Quenault, 2015). Revet (2008) cité par Quenault (2015) précise que la vulnérabilité sociale inclut l'ensemble des facteurs qui rendent une société plus ou moins fragile face aux événements désastreux et non seulement aux dommages potentiels d'un aléa. Pour Cutter (2003), elle est le résultat de facteurs d'inégalités sociales qui affectent la capacité des groupes à faire face aux risques et d'intégration territoriale donc du niveau d'urbanisation, de la vitalité économique et du taux de croissance par exemple (Cutter et al., 2003). Cette approche se traduit concrètement par des différences entre groupes sociaux. Par exemple, en Suisse, certains groupes restent exposés comme les personnes à mobilité réduite ou rencontrant des difficultés linguistiques, les gens travaillant dans le tourisme hivernal ou la construction, les ménages modestes confrontés à des coûts énergétiques et alimentaires élevés, etc. Cette situation limite leur capacité à échapper à des événements climatiques extrêmes comme les vagues de chaleur (Steinemann et al., 2025). Ces exemples montrent que la vulnérabilité sociale est multidimensionnelle, incluant des facteurs économiques, culturels et institutionnels qui interagissent pour amplifier ou réduire la compétence d'adaptation d'une population.

Dans cette étude, l'approche de la vulnérabilité biophysique a été privilégiée, car elle permet d'évaluer de manière objective les impacts directs des aléas sur les éléments exposés, notamment la population. En effet, elle permet une focalisation sur le risque réel immédiat. L'étude de la vulnérabilité biophysique se concentre sur la probabilité que les personnes et les biens subissent un impact direct, aspect

constituant l'objectif principal de l'estimation du nombre de personnes vivant en zones d'inondation élevées. Cette approche s'aligne directement avec l'utilisation des cartes de danger et la superposition des données de populations dans le SIG, en se concentrant sur les zones d'inondation. Elle offre une méthode fiable et mesurable pour estimer le nombre de personnes exposées, tout en restant adaptée aux données quantitatives disponibles.

2.2. PROBLÉMATIQUE ET QUESTION DE RECHERCHE

Les inondations apparaissent aujourd'hui comme l'un des principaux risques climatiques en Suisse (Steinemann et al., 2025). Les projections indiquent une augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations extrêmes, ainsi qu'une intensification des processus de ruissellement dans des territoires toujours plus urbanisés et imperméabilisés, ce qui se traduit par une hausse durable des dommages potentiels. Dans ce contexte, la question n'est plus seulement de savoir où les dangers d'inondations sont susceptibles de se produire, mais de comprendre dans quelle mesure les populations sont effectivement exposées.

En Suisse, de nombreux outils cartographiques permettent déjà d'identifier les zones soumises à un danger d'inondation comme les cartes de dangers, les cartes d'aléa de ruissellement et les cartes de vigilance crue élaborées au niveau fédéral et cantonal (Office fédéral de l'environnement, s. d.; Office fédéral de l'environnement (OFEV), s. d.-a, 2025a). Ces dispositifs fournissent une information spatiale précise sur l'emplacement et l'intensité potentielle des phénomènes hydrologiques. En revanche, la traduction de ces informations en termes d'exposition humaine reste moins systématique. Si la concentration des risques est identifiée, il y a en revanche moins d'éléments sur le nombre de personnes effectivement concernées et sur la manière dont cette population se répartit dans les zones identifiées.

Sur le plan méthodologique, une difficulté réside dans la combinaison de sources de données hétérogènes. D'un côté, nous avons des cartes de danger produites pour la gestion des risques naturels ; de l'autre, des données sur la population. La question se pose alors de savoir comment croiser ces informations de manière rigoureuse pour estimer l'exposition de la population, en respectant les différences d'échelles, de résolution et de finalité entre les jeux de données. L'enjeu est de passer d'une connaissance principalement centrée sur le danger à une approche intégrée du risque, qui tient compte de la localisation et de la concentration des enjeux humains.

Dans ce contexte, ce mémoire propose d'analyser l'exposition de la population au risque élevé d'inondation en Suisse en s'appuyant sur la définition du risque comme une combinaison d'un aléa, de l'exposition et de la vulnérabilité, le tout inscrit dans un cadre d'incertitudes. Plus précisément, il s'agit d'identifier les zones dans lesquelles les dangers d'inondation sont avérés et élevés. Puis d'estimer l'effectif de population concernée en combinant ces informations avec des données spatiales sur la répartition des habitant.e.s. Cette démarche vise à produire une vision plus précise de l'exposition humaine aux inondations et à mettre en évidence les territoires où les enjeux de vulnérabilité sociale sont les plus importants. Ce contexte se concrétise en une question principale, qui est ensuite décrite en deux questions de recherche :

Comment évaluer la population exposée au risque d'inondation en Suisse, en combinant les cartes de danger d'inondation et les données de répartition de la population ?

- **Quelle est l'effectif de population vulnérable résidant dans les zones identifiées comme à risque élevé d'inondation ?**
- **Quelles méthodes permettent de combiner les cartes de danger d'inondation avec les données de distribution de la population, afin d'estimer l'exposition humaine aux inondations ?**

Ces deux questions permettent de distinguer une première étape de quantification de l'exposition et une seconde de formalisation méthodologique, tout en restant cohérent avec le cadre conceptuel du risque développé dans l'état de la littérature. Pour répondre à ces questions, ce mémoire s'articule ensuite en quatre chapitres complémentaires. Le chapitre suivant détaillera la méthodologie quantitative à travers QGIS, incluant la description des sources de données et des différents choix effectués. Puis, les résultats sont présentés canton par canton à partir de la description des cartes d'exposition de la population aux zones de danger élevé, sans interprétation à ce stade. Enfin, un chapitre d'analyse comparera les cantons selon les trois grandes régions avant de confronter ces dernières afin de dégager les conclusions principales et d'apporter une réponse aux différentes questions de recherche.

Troisième partie

MÉTHODOLOGIE

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. UNE APPROCHE QUANTITATIVE : L'ANALYSE SPATIALE AVEC UN SIG

Dans le but d'identifier les endroits les plus exposés aux risques d'inondation, le choix est fait de réaliser une analyse spatiale à l'aide du logiciel QGIS (Quantum GIS), un système d'information géographique (SIG). QGIS est un logiciel libre et open source qui permet de visualiser, éditer, analyser et produire des données géospatiales (QGIS Development Team, 2026). L'étude s'est concentrée sur les cantons de Genève, Zurich, du Valais, des Grisons, de Neuchâtel et du Jura, choisis en raison de leur diversité géographique et de leur exposition variable aux phénomènes hydrologiques. À partir des données de population et des cartes représentant les surfaces de danger, plusieurs cartes thématiques ont été élaborées dans QGIS afin de localiser les secteurs à risque et d'estimer le nombre de personnes potentiellement exposées. Ces estimations ont ensuite été rapportées à la population totale de chaque canton, permettant une analyse comparative en pourcentage plus pertinente que des valeurs absolues. Cette approche facilite la mise en évidence des similitudes et des divergences entre cantons et régions et permet de situer les résultats au regard des tendances déjà observées dans la littérature scientifique.

3.2. DESCRIPTION DES DONNÉES

Deux principaux jeux de données ont été utilisés pour effectuer cette étude : d'une part des cartes de danger, téléchargées au format GeoPackage sur le site geodienste.ch pour faciliter la prise en main sur QGIS (geodienste.ch, 2025a) et de l'autre, une carte de population en format .csv sur le site de la Confédération (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Pour affiner l'analyse et améliorer la lisibilité, différents fonds de carte représentant les cantons, les districts, les cours d'eau et les lacs ont été utilisés.

3.2.1. La carte de danger

En ce qui concerne l'accès aux données pour les cartes de danger, la majorité est librement accessible (geodienste.ch, 2025b). Toutefois, celles concernant les cantons d'Uri, d'Obwald, de Nidwald et de Vaud ont nécessité une validation de l'autorité compétente. Pour les trois premiers cantons mentionnés, l'indication qu'il s'agissait d'un travail de master n'a posé aucun problème : les données ont été transmises rapidement. En revanche, pour le canton de Vaud, le caractère « académique » de la recherche a dû être vérifié, ce qui a nécessité l'attestation de l'Université de Neuchâtel, établie par le Professeur Etienne Piguet. Toutes les cartes de danger ont pu être obtenues sauf celles de de Bâle-Ville, car elles ne sont pas disponibles sur le site internet.

En ce qui concerne la description du contenu des données, les cartes de danger de chaque canton sont harmonisées et utilisent le même code couleur, conformément au schéma de l'Office fédéral de l'environnement (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2015). En effet, chaque zone de danger est divisée en quatre catégories, chacune représentée par une couleur comme décrit dans le chapitre 1.3.2. Dans cette étude, il est choisi de se focaliser uniquement sur les dangers classés comme élevés. Ce choix s'explique par le fait que ces secteurs correspondent aux niveaux d'exposition les plus importants, où les populations sont les plus vulnérables au risque d'inondation, autant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments. De plus, il faut s'attendre à des destructions soudaines des bâtisses, ce qui augmente la menace pour la population (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2015). Cette catégorie apparaît donc comme la plus intéressante à analyser dans ce présent travail. En effet, inclure l'ensemble des niveaux de danger aurait impliqué un volume de travail de compilation de données trop important pour le présent mémoire qui n'aurait pas permis d'approfondir l'analyse de manière suffisamment détaillée. Le choix permet ainsi de travailler sur un périmètre maîtrisable et d'assurer une interprétation plus précise des résultats.

3.2.2. La carte des populations

Concernant la carte des populations, les données ont été librement téléchargées sur le site de la Confédération, afin d'utiliser les informations les plus récentes disponibles. Dans un premier temps, un premier jeu de données a été utilisé. Celui-ci présentait toutefois certaines limites, car les données étaient déjà catégorisées et ne donnaient pas le nombre exact d'habitant.e.s (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Outre le manque de précision, cette base de données nécessitait des calculs supplémentaires, entraînant une marge d'imprécision importante.

Dans un second temps, une deuxième base de données plus précise a été identifiée grâce à André Ourednik. Il s'agit également de données issues des statistiques de la population et des ménages de la Confédération, qui indiquent des valeurs exactes de population, même si celles-ci restent agrégées spatialement afin de garantir la protection des données exactes pour chaque cellule (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Ces données ont ainsi permis d'obtenir une estimation plus précise de la population et de calculer directement les totaux de chaque canton analysés dans le logiciel. Ces données étaient aussi disponibles au format .csv, ce qui a toutefois nécessité une transformation afin de pouvoir les exploiter dans le logiciel QGIS.

La carte des populations utilisée dans ce travail représente les habitant.e.s à l'aide de cellules carrées de 100 mètres sur 100 mètres (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Chaque cellule reçoit une valeur correspondant au nombre de personnes y habitant dont les coordonnées se situent à l'intérieur de cette surface. Les données n'ont pas été mises en classes. Il a donc été choisi dans un deuxième temps de les regrouper selon la Confédération (Office fédéral de la statistique (OFS), s. d.-c) après avoir testé plusieurs combinaisons de catégorisation qui ne se sont pas avérées concluantes.

Dans ce contexte, il semble pertinent de préciser que la publication de statistiques portant sur des populations comporte un risque d'identification des individus, ce qui constitue une atteinte à la vie privée (Préposé fédéral à la protection des données et à la transparence (PFPDT), s. d.). Pour limiter ce risque, les chercheur.euse.s utilisent des méthodes qui assurent qu'aucune information confidentielle n'est publiée. Ces méthodes incluent la protection des données par exemple par suppression, arrondi, échantillonnage, recodage global ou encore codage des extrêmes (Eurostat, s. d.). Cela signifie que seules des données agrégées (totaux, moyennes, répartition) sont diffusées et que les informations concernant de très petits groupes sont évitées ou anonymisées à l'aide de techniques comme l'ajout de « bruit » (Eurostat, s. d.; Préposé fédéral à la protection des données et à la transparence (PFPDT), s. d.). Ces mesures expliquent que certaines données publiques, notamment les données sur la population suisse utilisées dans ce dossier ne reflètent pas exactement la réalité, ceci dans le but de protéger la confidentialité des individus concernés (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). C'est également dans cette optique qu'il a été décidé d'utiliser ces données en libre accès.

Pour des raisons évoquées ci-dessus, la diffusion des données brutes est soumise à des restrictions. Par exemple, dans les tableaux standards, les effectifs compris entre 1 et 3 sont regroupés dans une même classe à laquelle la valeur « 3 » est attribuée (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Ce constat est par ailleurs observable dans les annexes de ce travail (annexes B1) : que ce soit pour le tableau de la population totale des cantons et pour celui des statistiques de la population exposée, la valeur minimale indiquée est toujours de 3 pour chaque canton.

3.2.3. Les cartes de fond

Pour la carte de fond, il est utilisé dans un premier temps une carte qui délimite uniquement les cantons (Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo), 2025a, 2026). Pour ces données, les données les plus récentes disponibles, soit celles de 2026 pour les cantons de Genève, de Zurich, de Neuchâtel, du Valais et des Grisons ont été utilisées (Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo), 2026).

Cependant, pour le canton du Jura, uniquement les données de 2025 ont été retenues (Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo), 2025a). Ce choix s'explique par le fait qu'à partir du 1^{er} janvier 2026, la commune de Moutier a été rattachée au canton. Il a été décidé de ne pas inclure Moutier dans l'analyse, car les données de population utilisées dans cette étude (2024) sont trop anciennes pour prendre correctement en compte ce changement de canton.

Pour des questions de visibilité, une carte qui délimite les districts des cantons a été employée pour faciliter l'analyse (Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo), 2025a). Cependant, deux cantons n'en possèdent pas : Genève et Neuchâtel. Dans leur cas, l'analyse sera conduite à l'échelle du canton, en s'aidant notamment des points cardinaux.

De plus, dans le but d'apporter des éléments de contexte supplémentaire à l'analyse spatiale, des données relatives aux cours d'eau et aux lacs ont également été intégrés pour chaque canton. La carte des rivières et des fleuves provient de données mises à disposition par l'Office fédéral de l'environnement (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2026a). Ces données permettent d'observer d'éventuelles relations entre la présence de cours d'eau et des zones de danger. Une limite de ces données réside toutefois car tous les noms de rivières n'apparaissent pas automatiquement sur la carte. En effet, certains ne deviennent visibles qu'à des niveaux de zoom plus élevés. De plus, plusieurs noms de cours d'eau apparaissent uniquement en allemand, ce qui peut créer un manque de cohérence linguistique dans la carte. Concernant les lacs, les données ont été téléchargées à partir du site de l'Office fédéral de la statistique (Office fédéral de la statistique (OFS), 2024). Cette couche ne comprend que les principaux lacs des cantons concernés. Afin de faciliter leur identification et la lecture de la carte, les étiquettes associées à ces éléments géographiques ont été affichées, permettant ainsi de faire apparaître leurs noms.

3.3. CHOIX DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'analyse de l'ensemble du territoire suisse aurait impliqué une quantité de données trop importante. C'est pourquoi le travail se focalise seulement sur six cantons qui représentent les principales configurations géographiques de la Suisse. Le choix des cantons sont les suivants :

- Genève et Zurich, se trouvant dans la région du Plateau avec une forte densité urbaine (About Switzerland, 2021b).
- Le Valais et les Grisons, cantons alpins avec une faible densité de population (About Switzerland, 2024), possédant de nombreux bassins versants majeurs dans lesquels les précipitations et la fonte des neiges assurent des écoulements vers les grands fleuves européens (Atlas hydrologique de la Suisse (HADES), 2004).
- Neuchâtel et le Jura, se trouvant dans la chaîne du Jura et connus pour leurs faibles densités démographiques, majoritairement occupé par des surfaces agricoles et couvert par des forêts (About Switzerland, 2021a).

Ainsi, selon la localisation des cantons suisses, entre zones de plaine fortement urbanisées et régions alpines à faible densité, les dynamiques des bassins versants et la gestion de l'eau diffèrent sensiblement (Atlas hydrologique de la Suisse (HADES), 2004). Il semble pertinent de prendre en compte ces contrastes afin de comparer les cantons et d'établir des conclusions sur le nombre de personnes exposées à un risque d'inondation élevé.

3.4. CRÉATION DES CARTES

Pour créer les cartes présentées dans ce dossier, plusieurs étapes successives ont été menées. Dans un premier temps, l'ensemble des données nécessaires à leur création a été collecté. La carte de fond représentant la Suisse, dont seulement les frontières cantonales ont été conservées, a été obtenue sur swisstopo (Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo), 2025b). Les cartes de danger proviennent de la plateforme geodienste.ch (geodienste.ch, 2025a). Lors de l'importation des cartes dans QGIS, uniquement la couche « secteur de danger » a été conservée, les autres n'étant pas pertinentes pour répondre aux objectifs. Finalement, les données de population ont été téléchargées sur le site de l'Office fédéral de la statistique sous forme de fichiers .csv, puis transformées afin d'être compatibles et exploitables dans QGIS (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Pour chaque type de données, la version la plus récente a été utilisée : 2025 et 2026 pour la carte de la Suisse, 2024 pour la carte des populations et 2025 pour la carte de danger d'inondation.

Dans un second temps, les données ont été traitées dans QGIS. Pour la carte de danger, les niveaux de danger ont été représentés selon la colorimétrie officielle de l'OFS (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2015). L'attribut « degré de danger » a été utilisé pour catégoriser les zones et la couleur rouge a été attribuée aux zones de danger élevé dans le but de les rendre immédiatement identifiable sur la carte (annexes B2).

Concernant les données de population, celles-ci étaient initialement représentées sous forme de points multicolores. Elles ont été transformées en cellules carrées de 100 m x 100 m afin d'obtenir une représentation spatiale homogène. Chaque cellule qui possède une valeur de population a été regroupée en six catégories, selon la classification proposée par l'Office fédéral de la statistique, afin de les rendre plus lisibles sur la carte (Office fédéral de la statistique (OFS), 2025). Plusieurs méthodes de catégorisation ont été testées, mais elles ne se sont pas révélées satisfaisantes. Le choix s'est donc porté sur la classification officielle pour garantir une représentation claire des données sur les différentes cartes.

Une étape intermédiaire de traitement a toutefois été nécessaire. Dans la table d'attribut de la couche, un nouveau champ « POP » a été créé pour coder la catégorie de population correspondante à chaque cellule. Cette variable a ensuite été utilisée dans les propriétés de la couche pour symboliser les données de manière à les catégoriser dans QGIS. Chaque classe est représentée par une couleur distincte (tableau 1). Plus précisément, le champ « BBTOT » (nombre total d'habitant.e.s par hectare) a été utilisée comme base de calcul pour générer « POP ». Le champ « POP » a été utilisée pour classer les données issues de « BBTOT » en six classes, permettant de regrouper l'ensemble des cellules selon des niveaux d'entité de population de l'OFS (2025) (annexes B3). Ce découpage en six catégories facilite la lecture spatiale des contrastes de peuplement.

Classe	Couleur	Nombre d'habitant.e.s par hectare (ha)
1		1-3 habitant.e.s par ha
2		4-6 habitant.e.s par ha
3		7-15 habitant.e.s par ha
4		16-40 habitant.e.s par ha
5		41-120 habitant.e.s par ha
6		Plus de 120 habitant.e.s par ha

Tableau 1 : Classification de la population selon l'OFS, réalisé par Dania Gerber à partir de données de l'OFS (2025)

Une phase de nettoyage et de filtrage des données a ensuite été réalisée pour chacun des six cantons étudiés. Les cantons concernés par la recherche ont été isolés en filtrant l'attribut « name » (par exemple : name = 'Genève'). Pour les dangers, seuls les secteurs à danger élevé ont été conservés en appliquant un filtre combiné sur le degré de danger et le canton (degré de danger = 'élevé AND canton = 'GE') (annexes B4). Comme les données de population ne disposaient pas d'un attribut cantonal direct, un filtrage spatial a été nécessaire : l'outil « Sélection par localisation » a été utilisé avec l'option « intersectant » cochée, afin de sélectionner uniquement les cellules de population dont la géométrie se superpose partiellement ou totalement avec la surface du canton. Cette opération repose sur le principe de l'intersecte, qui conserve toutes les entités partageant un espace commun.

Les données sélectionnées ont ensuite été exportées vers une nouvelle couche. Enfin, l'outil « Sélection par localisation » a de nouveau été appliqué, toujours avec l'option « intersectant », pour ne conserver que les cellules de population situées dans les zones de danger élevé. Le résultat avant et après l'application de cet outil est illustrée ci-dessous (figure 3).

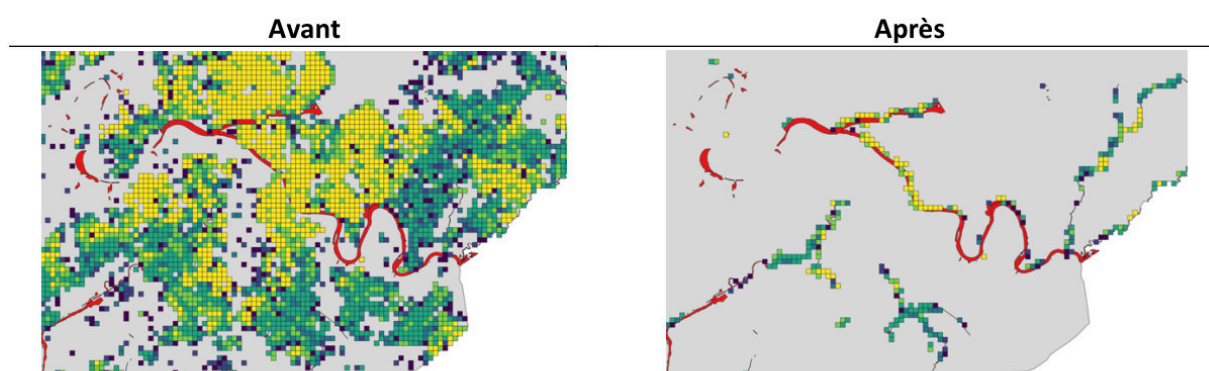


Figure 4 : Illustration du résultat avant et après l'utilisation de l'outil "Sélection par localisation" pour l'intersection de la population et zones de danger élevée, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2025) et adapté depuis les données de l'OFS (2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)

Dans une optique de lisibilité cartographique et de simplification de l'information, certains cantons, notamment dans des cantons tels que le Valais et les Grisons, la superposition des couches liées aux dangers naturels tend à masquer la distribution spatiale de la population. C'est pour cela qu'une représentation agrégée a été privilégiée. Une carte a été réalisée pour chaque canton en agrégeant les données de population sous forme d'hexagones de 1 km afin de mettre en évidence les zones concernées⁵.

Le choix méthodologique consiste à ne représenter que la population exposée, les couches de danger n'étant pas intégrées pour éviter une surcharge visuelle. Leur analyse détaillée ne sera pas effectuée dans ce travail, car une analyse plus détaillée est effectuée à une résolution plus fine (à l'hectare) dans le chapitre « résultats ». Ces cartes ont donc une vocation principalement illustrative.

Sur le plan de la représentation, la même classification et la même palette de couleurs que celles utilisées par la population par hectare ont été conservées, afin de garantir une cohérence visuelle entre les différentes cartes produites. D'un point de vue technique, la démarche repose dans un premier temps sur la création d'une grille d'hexagones de 1 km de diamètre. Ensuite, afin d'agréger la population située dans un rayon de 1 km et de la représenter sous forme d'hexagones, l'outil « joindre les attributs par localisation (résumé) » a été utilisé. Finalement, un nouvel attribut a été créé. Cet indicateur permet de classer les hexagones selon la classification choisie et de filtrer uniquement ceux concernés par une population exposée.

⁵ Cartes à retrouver en annexes : annexes C1.1.5. ; annexes C1.2.6. ; annexes C1.3.6 ; annexes C1.4.5 ; annexes C1.5.6 ; annexes C1.6.6.

Dans ce travail, la colorimétrie a fait l'objet d'une attention particulière afin de maximiser les contrastes et la lisibilité, compte tenu de la forte densité d'éléments représentés. Après plusieurs tests réalisés dans QGIS, un fond de carte gris clair a été retenu.

Pour des raisons de lisibilité et pour rendre la carte la plus claire, seule la population située dans les zones de danger élevé a été conservée, tandis que l'ensemble des zones de danger élevé a été conservé. De plus, des agrandissements de cartes ont été intégrés en annexes (annexes C) pour faciliter la lecture et une meilleure visibilité des résultats. Par ailleurs, certaines cartes se trouvent seulement en annexes pour alléger le rapport. Pour chaque canton, il s'agit des cartes qui superposent les cours d'eau, les zones de danger ainsi que les cartes représentant les districts pour les cantons du Jura, du Valais, de Zurich et des Grisons. Pour les cantons des Grisons et du Valais, il a également été décidé d'ajouter des cartes ne représentant que la population exposée ainsi que les districts (annexes C1.2.6. ; annexes C1.5.6.) pour une question de lisibilité.

Enfin, les cartes ont été mises en page dans QGIS avant l'exportation. Chaque carte comprend les éléments suivants : un titre, une légende, le nom de l'auteure, la date de réalisation ainsi que les sources des cartes.

3.5. IDENTIFICATION DU NOMBRE D'HABITANTS

Chaque cellule de la couche de population représente le nombre d'habitant.e.s qui y réside. Le total des personnes a été déterminé à l'aide de l'outil d'analyse « statistiques basiques pour les champs » de QGIS, qui fournit un récapitulatif complet des statistiques de la couche, incluant notamment la somme des habitant.e.s pour l'ensemble des cellules (annexes B5). Cette opération a été effectuée pour chaque canton afin d'obtenir à la fois la population totale et celle exposée aux zones de danger élevé d'inondation.

Il est important de noter que ces chiffres restent approximatifs. Certaines cellules de population ne sont que partiellement couvertes par les zones de danger (option intersectant). Ainsi, des cellules dont seule une petite portion en contact avec une zone de danger sont également comptées, ce qui peut légèrement surestimer la population réellement exposée. À cela s'ajoute le fait que les données de base sont agrégées.

3.6. EXPORTATION DES CARTES

Un problème d'affichage des carrés représentant la population sur les cartes ainsi que les zones de danger s'est manifesté lors de l'exportation des cartes. Lors du zoom sur les cartes, les carrés et les zones ne sont pas toujours bien visibles (annexes B6, original). Ce problème est accentué par la présence de bordures noires trop épaisses, qui gênent la lecture fine des informations. Plusieurs solutions ont été envisagées. Une première approche est de supprimer toutes les bordures des carrés (annexes B6 1^{ère} version). Cette méthode améliore nettement la visibilité des formes, mais peut réduire la lisibilité globale des cartes si les distinctions entre les zones deviennent moins perceptibles, notamment quand plusieurs carrés de même couleur se trouvent côte à côte. Une solution intermédiaire consistait à ne garder uniquement les bordures essentielles (annexes B6, version finale). Il s'agit en effet de supprimer les bordures sur la carte de danger et de conserver des bordures minimales sur les carrés de données. Dans la même logique, il a été décidé de supprimer les bordures des cours d'eau et les zones de danger et de conserver des bordures minimales pour les lacs. Cette opération a été réalisée en accédant aux propriétés de chaque couche, afin de modifier le remplissage et l'épaisseur des contours. Cette manière de procéder permet de garder un minimum de repères visuels tout en réduisant l'effet gênant des

bordures trop épaisses. Cette option est considérée comme le meilleur compromis entre lisibilité et visibilité des données.

La grande taille de certains cantons rendait difficile une visualisation claire et détaillée de l'ensemble des éléments sur les différentes cartes. Plusieurs tests et réflexions ont été nécessaires afin d'optimiser la qualité et la lisibilité des cartes. Les choix finaux se sont portés sur une exportation au format A2 pour tous les cantons, sous forme de .pdf en cochant « sans perte » pour garantir un maximum de détails

3.7. DESCRIPTION DES TABLEAUX

Dans le chapitre des résultats, un tableau représente une synthèse des données pour l'ensemble des cantons étudiés. Il est organisé selon le pourcentage de personnes exposées au risque, en classant les cantons du plus élevé au plus faible. Pour chaque canton, le tableau indique le nom, la population totale - calculée à partir de la carte créée - ainsi que le nombre de personnes exposées. Le pourcentage de la population exposée a été calculé en rapportant la population exposée à la population totale, en considérant cette dernière comme 100 % et arrondie à un chiffre après la virgule pour plus de clarté. La superficie de chaque canton a été renseignée à partir de sources en lignes, ce qui a permis, par la suite, de calculer la densité de population exposée, en rapportant le nombre de personnes exposées à la superficie totale du canton en km².

Pour approfondir la description des résultats, un histogramme a été réalisé pour chaque canton afin d'illustrer la fréquence de représentation de chaque catégorie de population. Ce graphique indique le nombre de cellules pour les six catégories, offrant une meilleure visibilité sur la distribution spatiale des populations exposées. Puis, les données concernant le nombre de personnes, la population totale et le pourcentage de la population concernée, sont synthétisées dans un encadré complémentaire, permettant de fournir un résumé clair et rapide des principaux indicateurs pour chaque canton. Cette présentation favorise une lecture plus fluide tout en conservant l'essentiel pour l'interprétation des résultats.

3.8. LIMITES

Cette étude présente plusieurs limites liées aux données, aux choix méthodologiques et à la représentation des résultats. Tout d'abord, l'analyse se limite au danger d'inondation élevé, excluant ainsi les dangers moyens, faibles et résiduels ainsi que les autres aléas naturels. Cela peut conduire à une sous-estimation de l'exposition globale de la population aux différents dangers naturels.

Puis, comme mentionné précédemment, les données de population sont agrégées et anonymisées pour des raisons de protection des données. Cela implique que les effectifs ne correspondent pas exactement à la population réelle. De plus, la résolution spatiale de 100 m x 100 m peut masquer des variations fines de la densité de population, notamment en milieu urbain dense. L'hypothèse d'une exposition uniforme à l'intérieur de chaque cellule ne tient pas compte de la localisation précise ni des caractéristiques des bâtiments, ce qui peut générer des imprécisions dans l'estimation de la population exposée.

Finalement, le choix de limiter la zone d'étude à six cantons, bien que justifié par des critères de contraste géographique, restreint la généralisation des résultats à l'ensemble de la Suisse

Quatrième partie

RÉSULTATS

4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

4.1. PRÉSENTATION GLOBALE DES RÉSULTATS

Le tableau 2 compare les six cantons suisses retenus dans cette étude. Les résultats des cantons choisis sont classés selon plusieurs indicateurs : la population totale, moyennement exposée, le pourcentage de la population qui est exposée, la superficie et la densité de la population exposée par km².

canton	population totale	nombre de personnes exposées	% population exposée	superficie	densité exposée
Valais	376'468	89'616	23.8 %	5'224.25 km ²	17.2 hab./km ²
Grisons	201'824	38'104	18.9 %	7'105.44 km ²	5.4 hab./km ²
Jura	76'211	13'249	17.4 %	858 km ²	15.4 hab./km ²
Genève	530'223	33'443	6.6 %	282.48 km ²	118.4 hab./km ²
Neuchâtel	181'215	10'158	5.6 %	802.93 km ²	12.7 hab./km ²
Zurich	1'622'574	43'870	2.7 %	1'729 km ²	25.4 hab./km ²

Tableau 2 : Synthèse des résultats, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)

Tout d'abord, Zurich possède la population totale la plus élevée (1'622'574 habitant.e.s), tandis que le Jura est le moins peuplé (76'211 habitant.e.s). Cependant, une population totale importante ne signifie pas forcément une forte proportion de population exposée. En effet, en termes de pourcentage de population exposée au risque élevé d'inondation, le Valais arrive en tête avec 23.8 %, suivi des Grisons (18.9 %) et du Jura (17.4 %). Ces cantons présentent donc une part relativement importante de leur population concernée. À noter également qu'il s'agit de deux cantons alpins qui comptent la plus forte proportion de population exposée. À l'inverse, Neuchâtel (5.6 %) et Zurich (2.7 %) affichent les proportions les plus faibles de population exposée.

D'un point de vue territorial, les Grisons possèdent la plus grande superficie (7'105.44 km²), alors que Genève est de loin le plus petit canton (282.48 km²). Cette différence de taille influence la densité de population exposée. En effet, Genève présente la densité de population exposée la plus élevée (118.4 hab./km²), bien supérieure à celle des autres cantons. À l'opposé, les Grisons affichent la densité exposée la plus faible (5.4 hab./km²).

En résumé, les cantons alpins (le Valais et les Grisons) présentent une proportion de population exposée plus élevée, tandis que les cantons urbains et fortement peuplés comme Zurich et Genève ont un pourcentage plus faible, mais peuvent présenter une densité d'exposition importante en raison de leur concentration urbaine.

Cette analyse met en évidence des enjeux territoriaux importants liés au risque d'inondation. Les cantons alpins apparaissent particulièrement vulnérables en raison de la forte proportion de population exposée, tandis que les cantons urbains comme Genève présentent une forte densité de population pouvant accentuer les conséquences humaines et matérielles des inondations. Ces différences soulignent l'importance d'une gestion des risques adaptée aux caractéristiques géographiques et démographiques de chaque canton.

4.2. RÉSULTATS DÉTAILLÉS PAR CANTON

Canton de Genève

Le canton de Genève se situe à l'extrémité occidentale de la Suisse dans le bassin lémanique et présente un relief principalement plat. Son territoire présente de faibles contrastes altitudinaux, dont un point culminant qui se situe à 516 mètres (« Canton de Genève », 2025). Le lac Léman et le Rhône constituent les axes hydrographiques majeurs du canton qui influencent autant les conditions climatiques que l'organisation de l'espace. La topographie plane a permis un développement urbain important avec un total de 530'223 habitant.e.s en 2024 pour une superficie de 282.48 km² (« Canton de Genève », 2025; République et Canton de Genève, 2025).

Répartition des zones de danger élevé

La figure 5 met en évidence les zones de danger élevé (surfaces rouges), surtout réparties de manière linéaire le long des cours d'eau du canton (annexes C1.1.4.).

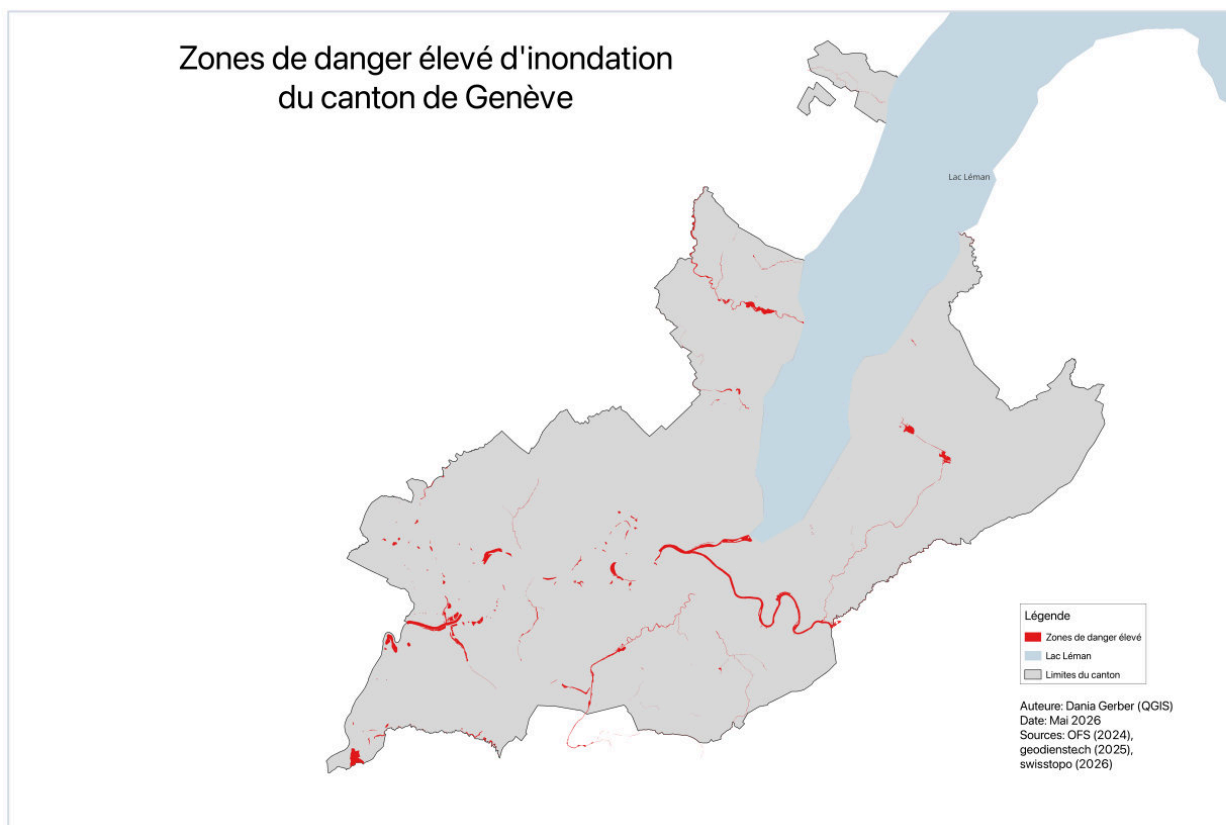


Figure 5 : Zones de danger élevé d'inondation du canton de Genève, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Ces secteurs suivent les rivières plus petites comme la Versoix, le ruisseau du Gobé, l'Aire ou encore le Foron, mais également les grands cours d'eau qui sont le Rhône et l'Arve. Les surfaces de danger sont généralement plus importantes et plus étendues à proximité des grands cours d'eau, tandis qu'elles sont plus étroites le long des petites rivières. Quelques taches plus larges sont observables, notamment dans une zone au sud-ouest du canton proche du Rhône et dans deux zones à l'est du canton proche de la Seymaz. De manière générale, ces zones de danger restent majoritairement liées au réseau hydrographique. Il est d'ailleurs remarquable qu'aucune zone de danger élevé ne se situe directement autour du lac Léman.

Répartition de la population totale

La carte ci-dessous (figure 6) illustre la population totale du canton de Genève à travers des carrés de 100 m x 100 m. Elle montre que la répartition de la population avec une forte concentration se situe dans le sud-est du canton, en particulier dans de la ville de Genève, au sud du lac Léman.

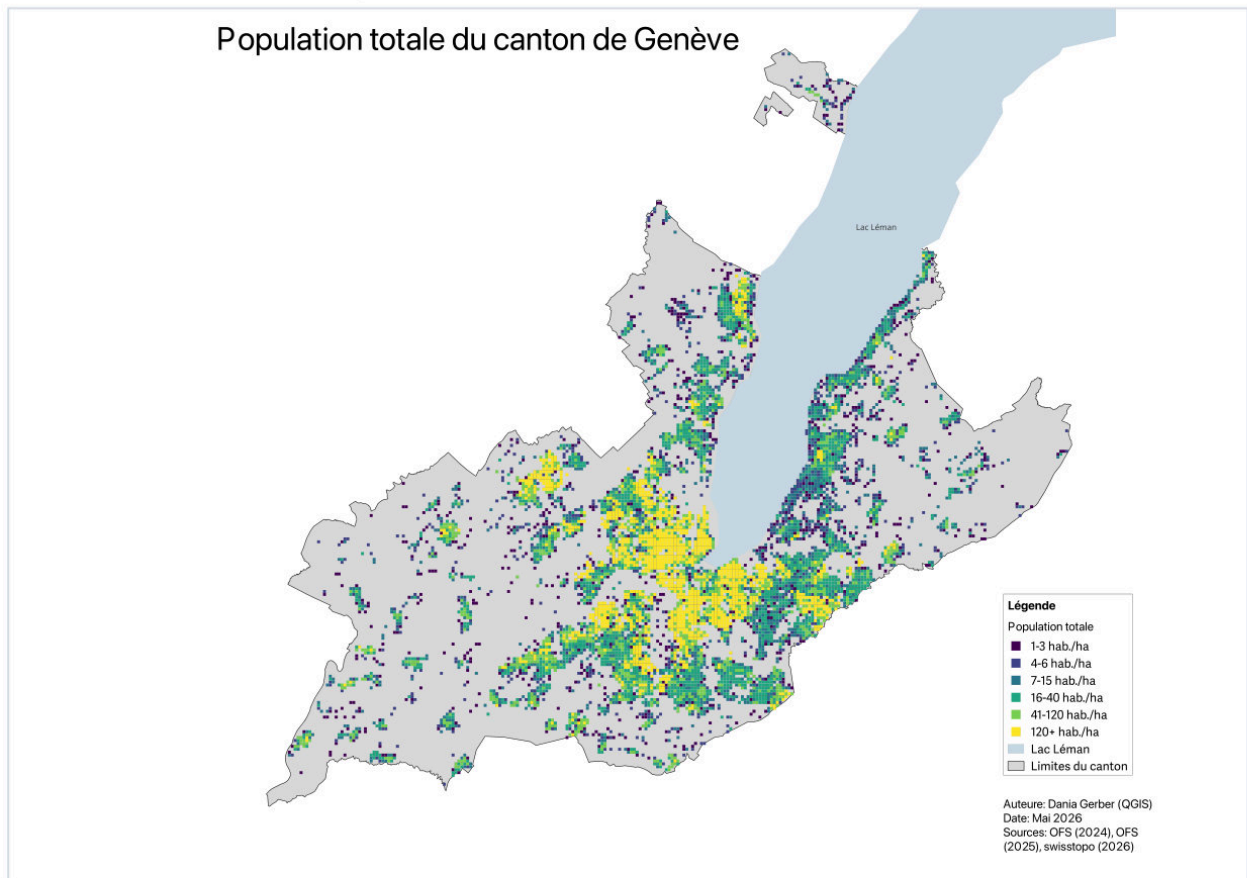


Figure 6 : Population totale du canton de Genève, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024, 2025) et swisstopo (2026)

Cette zone est caractérisée par de nombreux carrés jaunes, indiquant une population élevée. En s'éloignant du centre urbain vers la périphérie, les carrés deviennent verts puis bleus ce qui correspond à une densité de population de plus en plus faible. Sur la rive ouest du lac, les carrés sont surtout vert clair et vert foncé, montrant une concentration moyenne de population, tandis que sur la rive est, davantage de carrés foncés apparaissent, indiquant des zones faiblement peuplées. L'ouest du canton est également moins dense, avec une population répartie en taches dispersées.

Exposition de la population au danger élevé d'inondation

Pour le canton de Genève, la carte représentant la population exposée aux secteurs de danger élevé d'inondation (figure 7) révèle que certaines de ces zones concernent des espaces relativement peuplés.

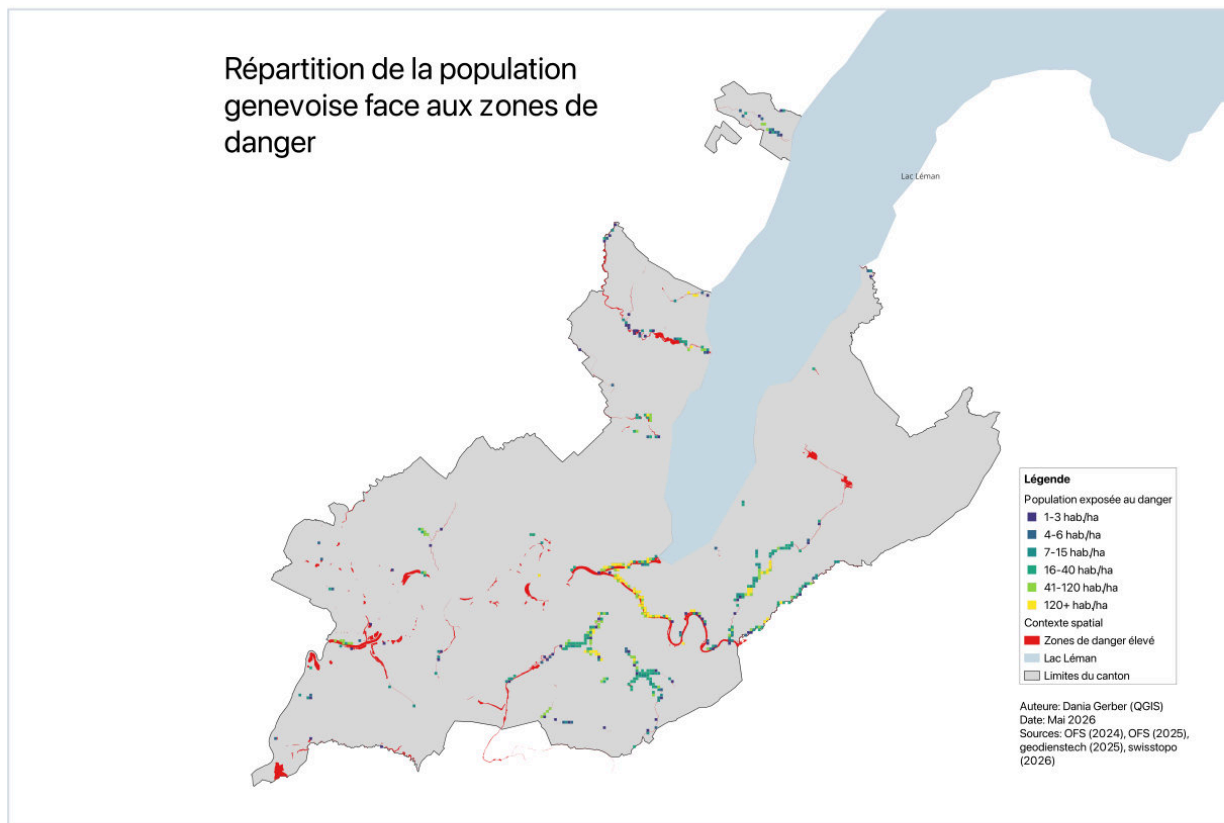


Figure 7 : Répartition de la population par rapport aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024, 2025), geodienst.ch (2025) et swisstopo (2026)

Une part importante de la population exposée au risque, représentée par des carrés jaunes, se situe le long de l'Arve et du Rhône, (annexes C1.1.4.). Autour de la Drize et de l'Aire, les carrés sont davantage verts et bleus, ponctués de quelques carrés jaunes, ce qui indique une exposition de population à densité moyenne à faible (annexes C1.1.4.). Pour d'autres cours d'eau comme la Seymaz, le Foron, la Versoix ou le ruisseau le Gobé, les différentes catégories de carrés (jaunes, verts et bleus) sont assez équilibrées, montrant différentes catégories de population exposée. Enfin, quelques carrés foncés, isolés à l'échelle du canton, correspondent à des zones dans lesquelles la population exposée est faible. Il existe également des espaces où les zones de danger ne coïncident pas avec la présence de population, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'habitant.e.s directement exposé.e.s dans ces secteurs. C'est notamment le cas aux abords du lac Léman. En effet, l'absence de carrés indique qu'il n'y a pas d'exposition directe de la population.

Description des statistiques du canton de Genève

La figure 8 met en évidence la répartition des entités représentant la population exposée au risque élevé d'inondation selon les six catégories prédéfinies pour le canton de Genève. Au total, 470 cellules sont recensées. Puis, un encadré résume la population totale, le nombre de personnes exposées et la proportion de personnes exposées au danger.

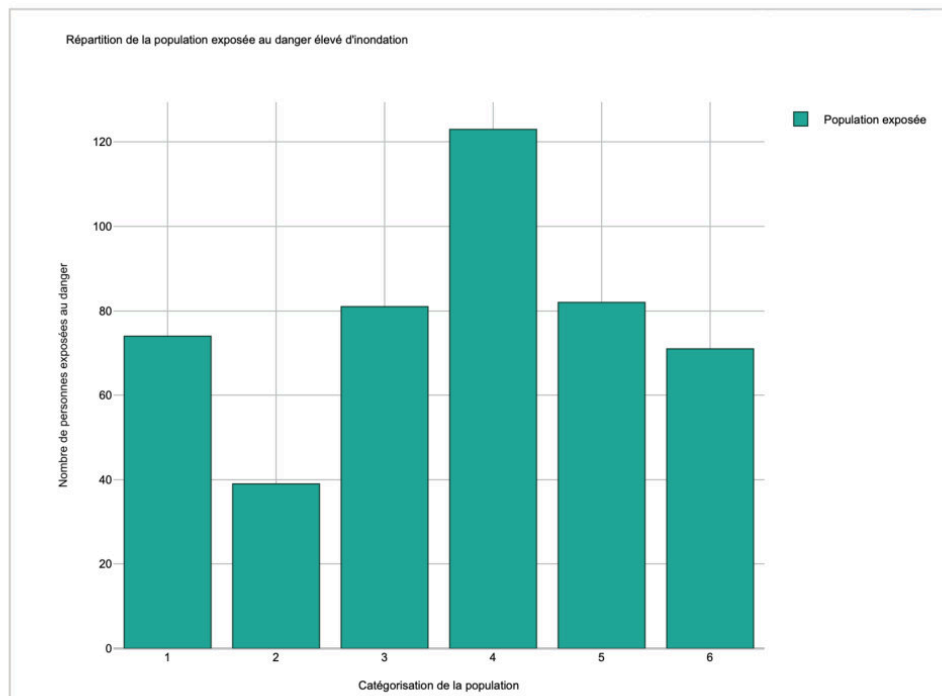


Figure 8 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton de Genève, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)

Population totale du canton : 530'223 habitant.e.s

Nombre de personnes exposées : 33'443 habitant.e.s

% de la population exposée du canton : 6.6 %

Le graphique du canton de Genève (figure 8) permet de constater que la classe 4 est la plus représentée avec 123 entités. Les classes 5 et 6 comptabilisent un total cumulé de 153 entités, soit près d'un tiers de l'ensemble des entités concernées. Les autres entités se répartissent dans les classes inférieures. En termes de population, le nombre total d'habitant.e.s concernés par ces zones de danger élevé est de 33'443 personnes, sur une population totale de 503'223 personnes. Rapporté à la population totale du canton, cela correspond à 6.6 % des habitant.e.s potentiellement exposé.e.s à un danger élevé d'inondation.

Canton des Grisons

Le canton des Grisons est le plus grand de Suisse, avec une superficie de 7'105.44 km² (« Canton des Grisons », 2026). Il est situé dans les Alpes orientales, avec un relief très montagneux et de profondes vallées (« Canton des Grisons », 2026). Il est faiblement urbanisé avec quelques villes et de nombreux villages. La population totale s'élève à 201'824 soit 29 hab./km², répartis en onze districts (« Canton des Grisons », 2026). Le canton joue un rôle majeur sur le plan hydrologique, puisqu'il abrite les sources de plusieurs grands fleuves suisses, tels que le Rhin et le Rhône, alimentés par les glaciers, les rivières et les lacs de montagnes (Graubünden Tourism, s. d.).

Répartition des zones de danger élevé d'inondation

Dans le canton des Grisons, les zones de danger élevé (figure 9) sont particulièrement nombreuses et réparties sur l'ensemble du canton.

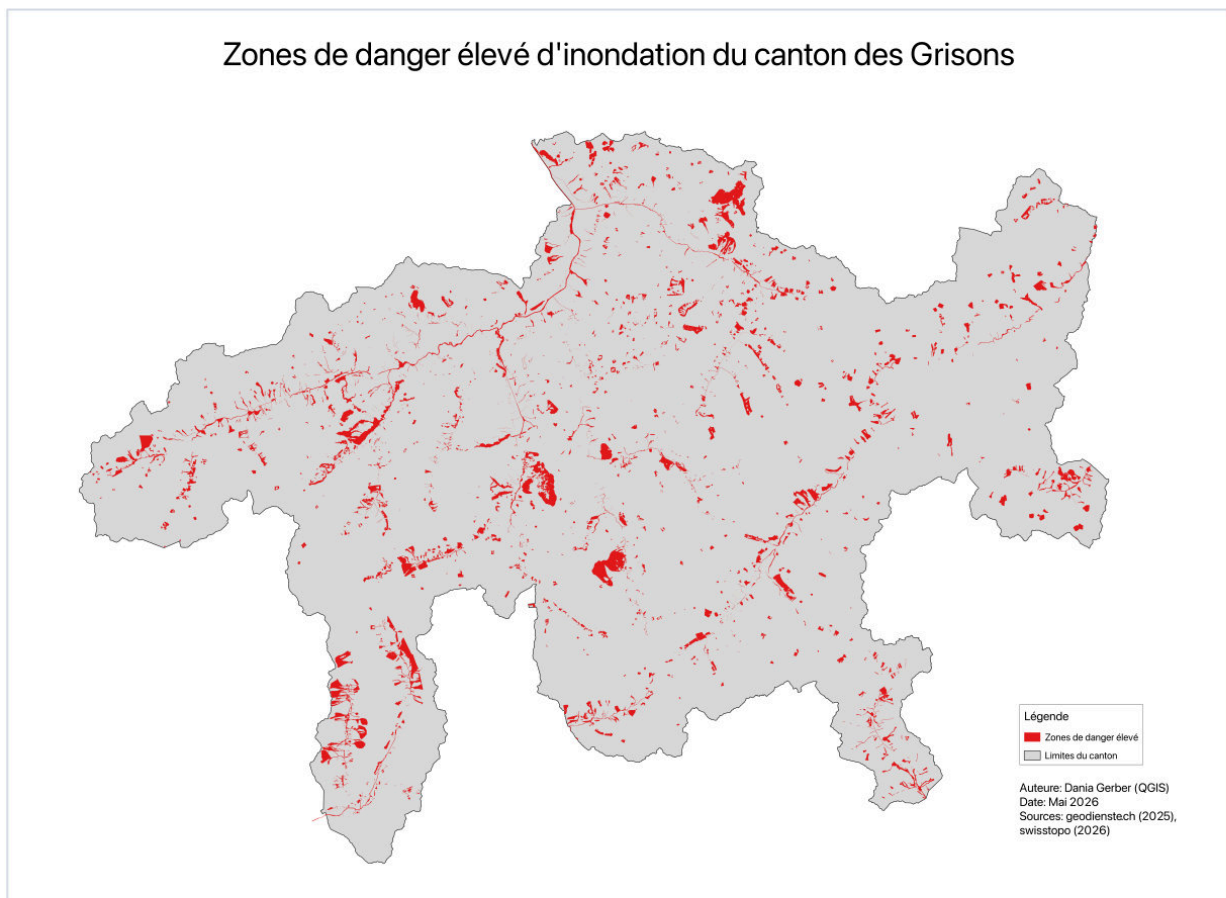


Figure 9 : Zones de danger élevé d'inondation du canton des Grisons, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Les secteurs de danger apparaissent majoritairement sous forme de petites taches dispersées. Toutefois, certaines zones plus étendues se distinguent, notamment dans les districts de Prättigau/Davos, Albula et Viamala (annexes C1.2.5.). Une partie importante de ces zones suit le tracé des principaux cours d'eau du canton comme le Rhin, l'Inn, la Flaz, l'Albula ou la Landquart (annexes C1.2.4.). Le réseau hydrographique, particulièrement dense dans cette région alpine, explique en grande partie cette distribution. (annexes C1.2.4.). Néanmoins, de nombreuses zones se situent également au sein des bassins versants, comme le district de Moesa où cette configuration est particulièrement marquée (annexes C1.2.5.).

Répartition de la population totale

La répartition de la population illustrée par la carte (figure 10) montre que les habitant.e.s se regroupent principalement le long des vallées. Ces concentrations forment des alignements qui s'étendent à travers l'ensemble du canton.

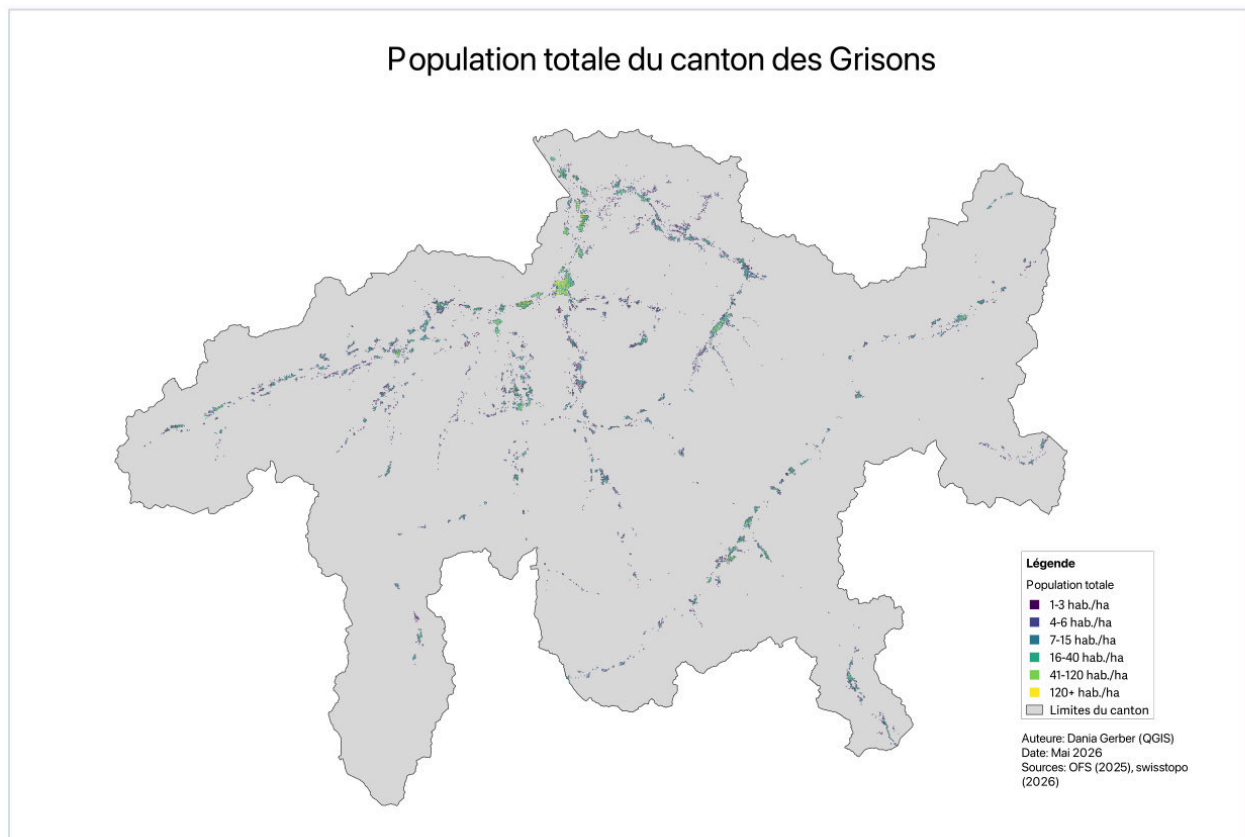


Figure 10 : Population totale du canton des Grisons, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025) et swisstopo (2026)

Dans la majorité des districts, la population demeure relativement faible avec des cellules majoritairement bleues ou violettes, indiquant un faible nombre d'habitants. Les populations apparaissent donc souvent sous forme de petites taches alignées ou de carrés dispersés le long des axes des vallées. La densité de population est plus élevée dans le nord du canton, en particulier autour de Coire et Landquart, principales villes du canton, où la prédominance de carrés jaunes et verts témoigne d'une densité supérieure à celle observée dans le reste du canton.

Exposition de la population au danger élevé d'inondation

L'exposition de la population au danger élevé d'inondation (figure 11) se concentre essentiellement le long des cours d'eau et des vallées, sous forme de petits groupes ou de carrés isolés (annexes C1.2.6).

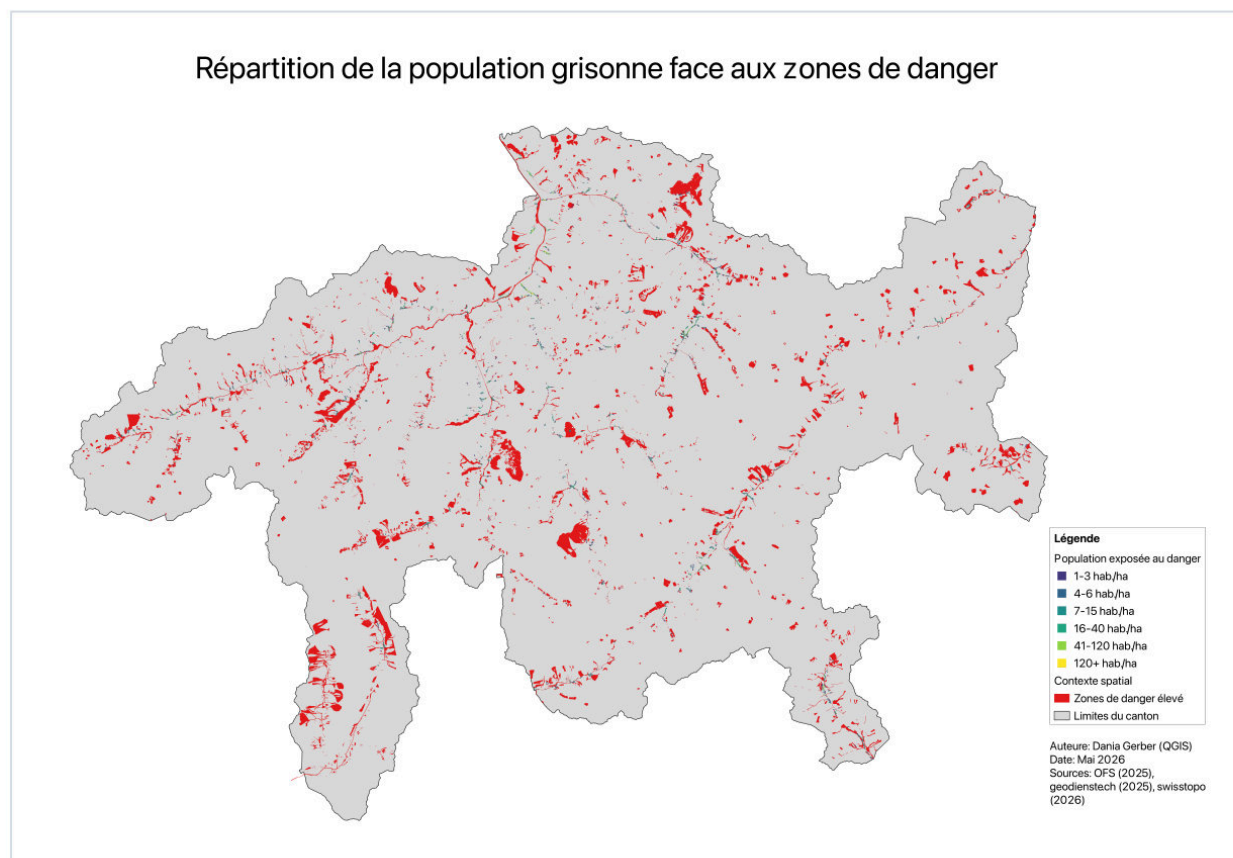


Figure 11 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Dans la majorité des cas, ces cellules représentant la population apparaissent en bleu ou violet, traduisant un nombre relativement faible de personnes exposées. Toutefois, dans les districts de Plessur et de Landquart, certaines zones présentent des carrés jaunes ou vert clair, indiquant une densité plus élevée de population exposée en lien avec les espaces urbanisés (annexes C1.2.5.). Dans l'ensemble, les populations concernées se manifestent davantage sous forme de concentrations ponctuelles que de grandes surfaces étendues. L'exposition reste par ailleurs limitée dans le district d'Engiadina Bassa/Val Müstair, où le nombre de personnes exposées est réduit.

Description des statistiques

La figure 12 présente la répartition des 2'818 entités représentant la population exposée à un risque élevé d'inondation selon les six catégories prédéfinies pour le canton des Grisons. Un encadré synthétise la population totale, le nombre de personnes exposées et leur proportion.

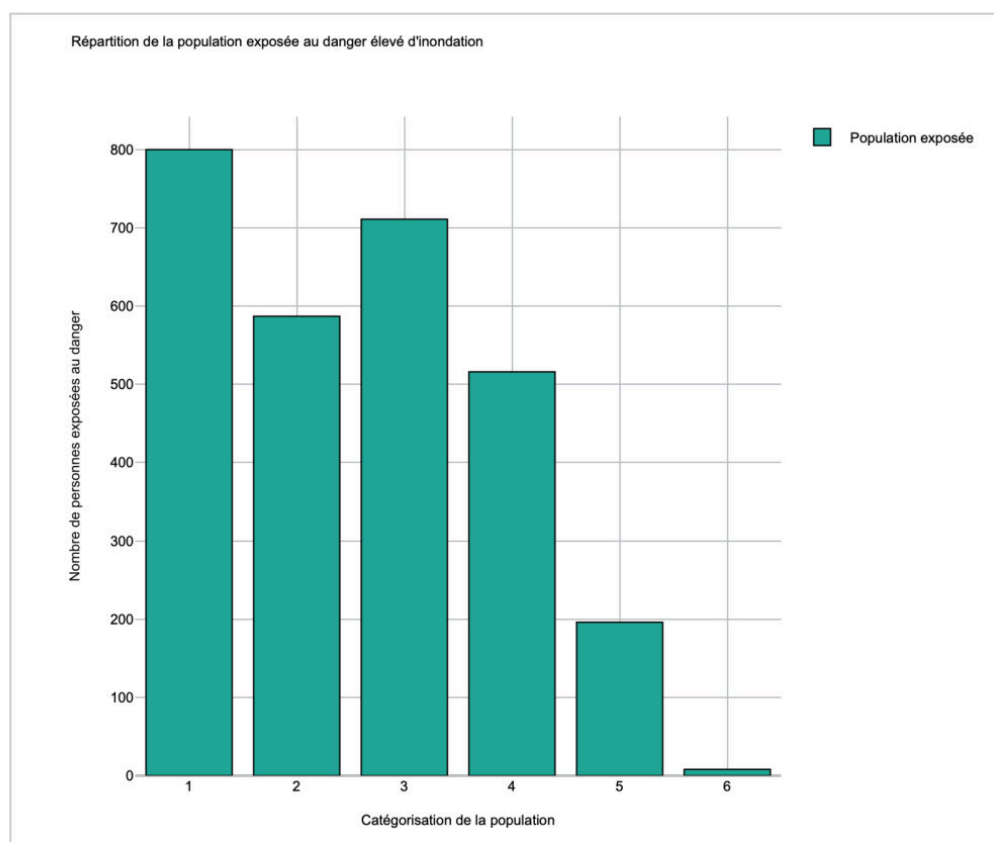


Figure 12 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton des Grisons, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)

Population totale du canton : 201'824 habitant.e.s

Nombre de personnes exposées : 38'104 habitant.e.s

% de la population exposée du canton : 18.9 %

Dans le canton des Grisons, 38'104 habitant.e.s sont exposé.e.s à un danger élevé d'inondation, soit 18.9 % de la population totale de 201'824 personnes. La répartition par catégorie montre que la majorité des entités exposées correspond aux classes de faible à moyenne densité. C'est-à-dire les classes 1 à 4 avec respectivement 800, 587, 711 et 516 occurrences. À l'inverse, les classes de fortes densités (classes 5 et 6) sont beaucoup moins fréquentes avec respectivement 196 et 8 cellules, regroupant toutefois un nombre d'habitant.e.s nettement plus élevé par classe que les catégories inférieures.

Canton du Jura

Situé dans le nord-ouest de la Suisse, le canton du Jura occupe une superficie de 858 km² pour 76'211 habitant.e.s (« Canton du Jura », 2026; République et Canton du Jura, s. d.-c). Le territoire jurassien est administrativement divisé en quatre districts : Delémont, Porrentruy, Franches-Montagnes et Moutier (« Canton du Jura », 2026). Cependant, pour des raisons évoquées dans la méthodologie, le district de Moutier ne sera pas représenté dans ce mémoire. Le réseau hydrographique du canton se distingue par sa densité et sa diversité, totalisant environ 800 km de rivières et de ruisseaux. Ces cours d'eau appartiennent à deux grands bassins versants, celui du Rhône et celui du Rhin, ce qui donne au canton du Jura une importance particulière dans le contexte hydrologique suisse (République et Canton du Jura, s. d.-a).

Répartition des zones de danger

La répartition spatiale des secteurs de danger élevé d'inondation dans le canton du Jura (figure 13) met en évidence une organisation fortement liée au réseau hydrographique.

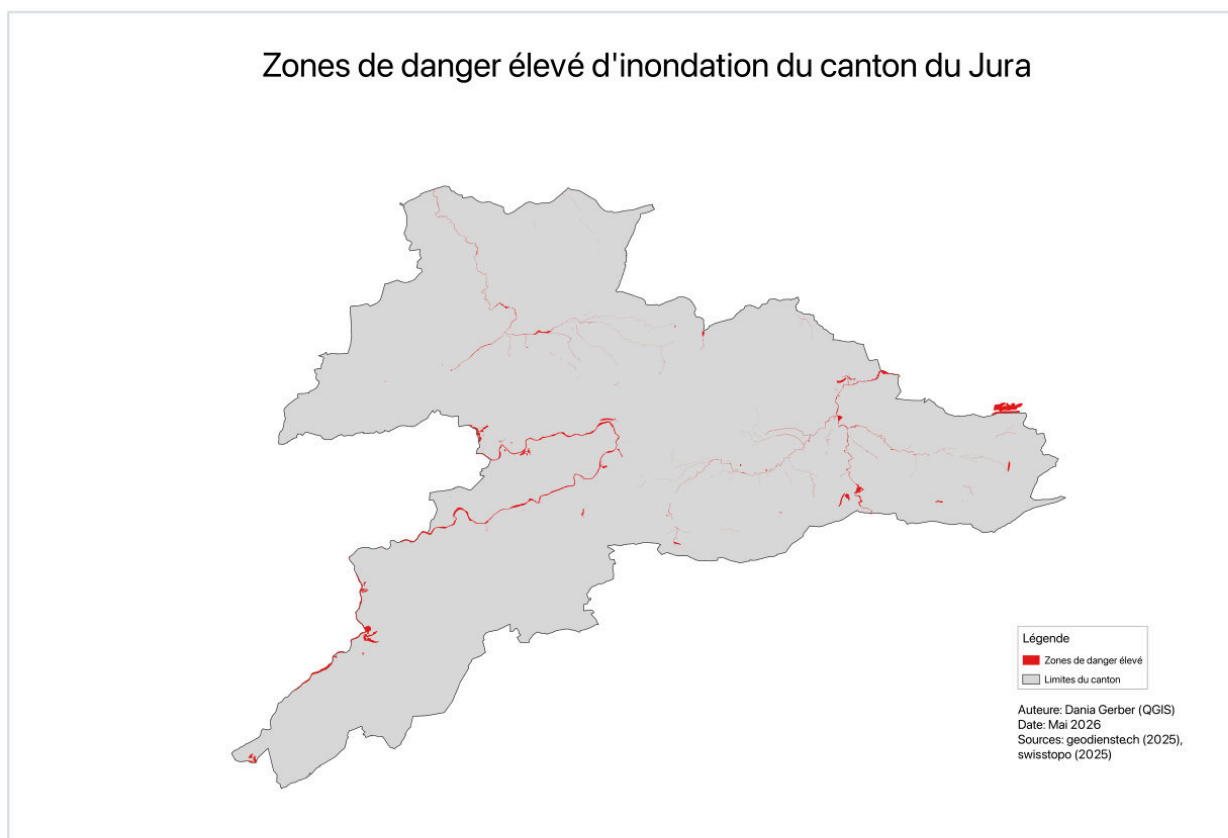


Figure 13 : Zones de danger élevé d'inondation du canton du Jura, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de geodienstech.ch (2025) et swisstopo (2025)

Comme l'indique la carte, les zones de danger élevé d'inondation suivent principalement les cours d'eau prenant la forme de tracés linéaires (annexes C1.3.4.). Ces secteurs apparaissent de manière continue le long de certaines rivières comme celles de l'Allaine, de la Birse et de la Scheulte (annexes C1.3.4.). Le Doubs se distingue par un segment plus large et continu. À l'inverse, des tracés plus fins apparaissent le long de certains affluents, notamment ceux de l'Allaine et de la Sorne (annexes C1.3.4.). La carte fait également ressortir quelques surfaces plus étendues autour de la Birse et du Doubs et autour de l'étang de Lucelle au nord-est du canton. En dehors de ces secteurs, de petites surfaces isolées sont dispersées à travers le canton.

Répartition de la population totale

La figure 14 présente la répartition spatiale de la population dans le canton du Jura.

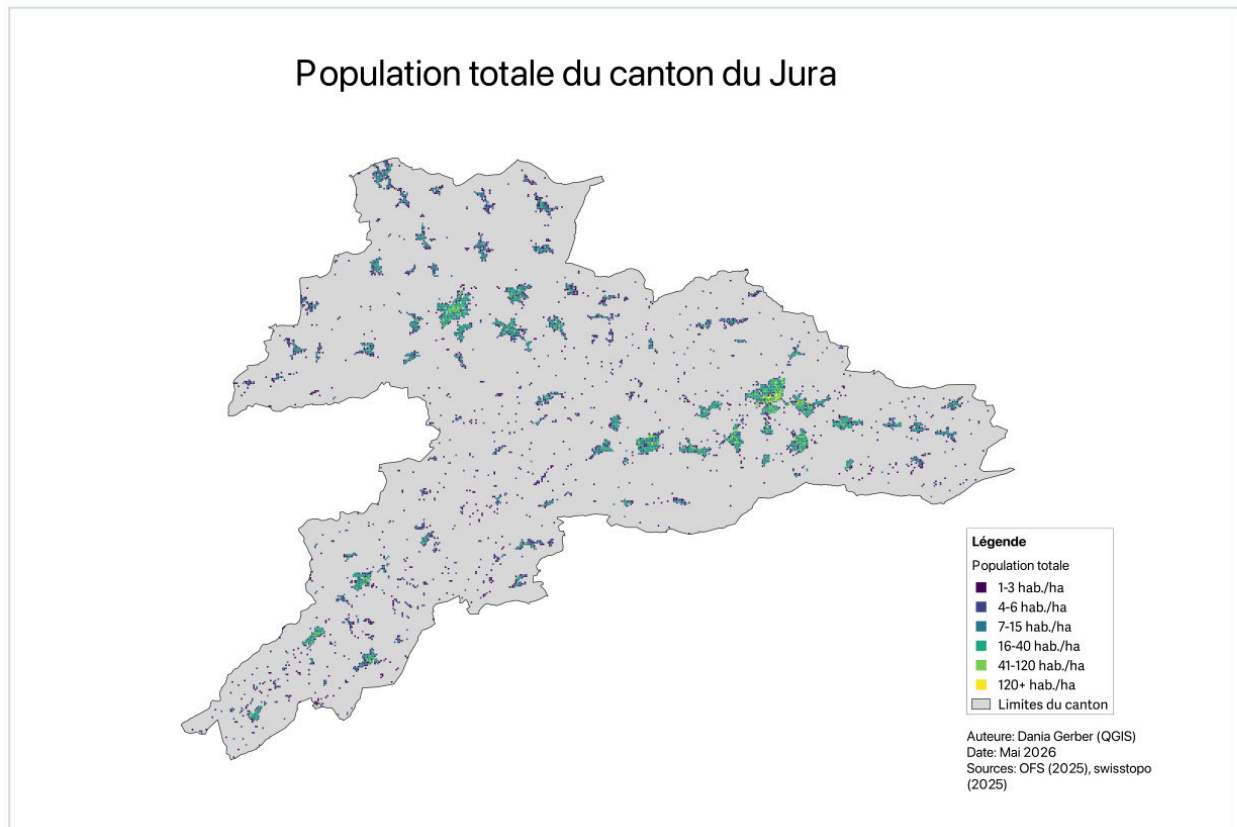


Figure 14 : Population totale du canton du Jura, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025) et swisstopo (2025)

La carte met en évidence une organisation spatiale sous forme de taches. Deux zones plus importantes représentent Porrentruy et Delémont, les villes principales du canton. Dans ces secteurs, la densité de population reste globalement modérée comme l'indique la prédominance de carrés verts et bleus. Ceux-ci forment de larges ensembles continus, tandis que les carrés jaunes demeurent peu nombreux. Cette répartition suggère ainsi une densité de population intermédiaire dans le canton. Le district des Franches-Montagnes (annexes C1.3.5.) confirme cette observation, en présentant une forte dispersion de petits carrés isolés et foncés sur l'ensemble du territoire. Néanmoins, quelques villages plus importants en termes d'habitant.e.s, représentés par des taches parfois plus claires sont également présents dans les deux autres districts concernés.

Exposition de la population aux zones de danger élevé d'inondation

La carte (figure 15) représentant l'exposition de la population au danger élevé d'inondation met en évidence que les populations concernées se concentrent principalement le long des cours d'eau (annexes C1.3.4.).

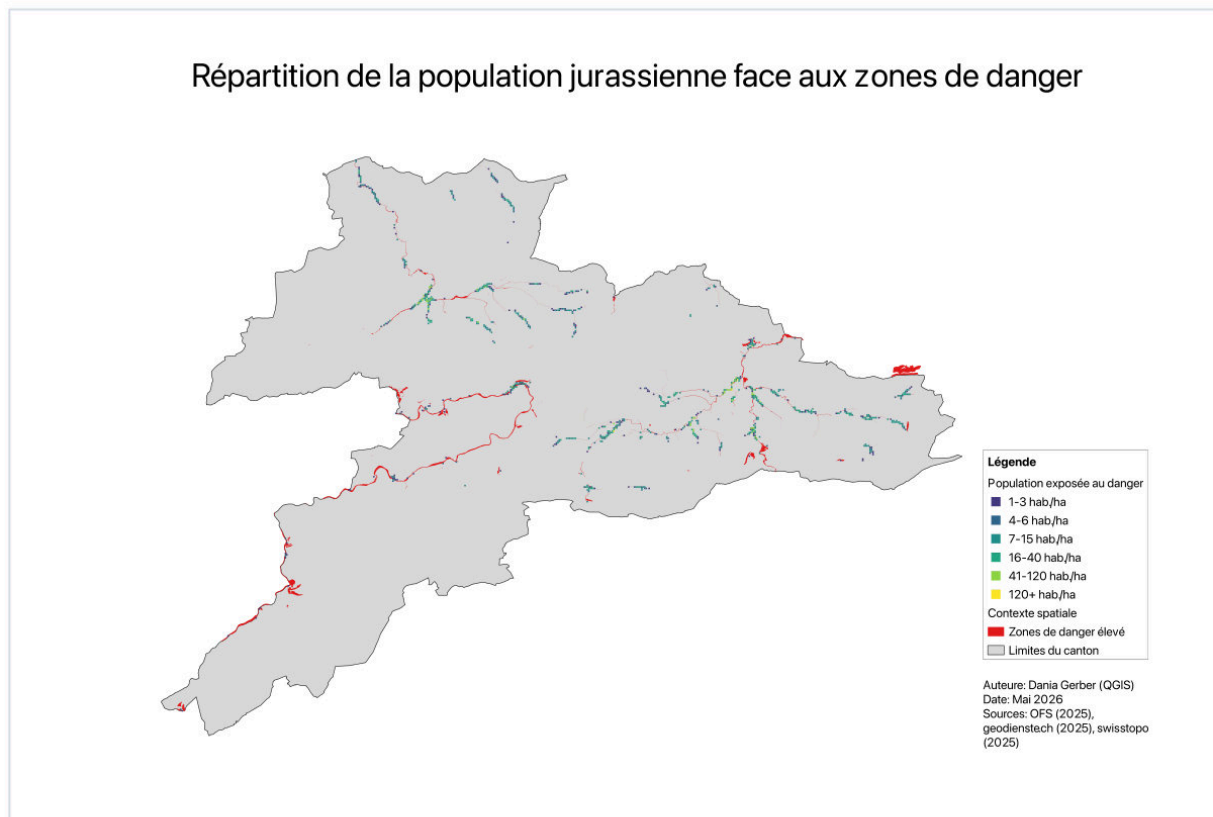


Figure 15 : Répartition de la population jurassienne face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2025), geodienstech.ch (2025) et swisstopo (2025)

Dans le district des Franches-Montagnes (annexes C1.3.5.), très peu de personnes sont concernées : uniquement quelques carrés dispersés ou isolés le long du Doubs. Dans le district de l'Ajoie, la carte souligne une exposition de densité moyenne autour de Porrentruy représenté par une présence majoritaire de carrés vert clair et bleu turquoise. Cette configuration se retrouve aussi le long des affluents de la Sorne et de l'Allaine où la population concernée est regroupée à proximité des cours d'eau (annexes C1.3.4.). Dans le district de Delémont, notamment le long de la Birse, la carte révèle des regroupements de population sous forme de taches dispersées. La ville de Delémont, traversée par la Sorne, présente des carrés vert clair et jaunes, indiquant une population plus importante exposée au danger. En s'éloignant de la ville, vers les affluents de la Sorne, les couleurs deviennent plus foncées, ce qui signifie que les personnes concernées diminuent. Cependant, il semble pertinent de relever que le long de la Scheulte, les populations exposées apparaissent sous forme de zones correspondant à des villages, avec des carrés bleus ou violets, indiquant une population faible mais localement regroupée. Néanmoins, cette faible densité apparente peut, de manière cumulative, représenter un nombre non négligeable d'habitant.e.s car le cours d'eau traversant plusieurs villages.

Description des statistiques

Pour le canton du Jura, la figure 16 illustre la distribution des entités de population exposées au danger élevé d'inondation répartie en six catégories pour un total de 853 occurrences. Puis, un encadré récapitule la population totale, le nombre de personnes exposées et la proportion de la population concernée.

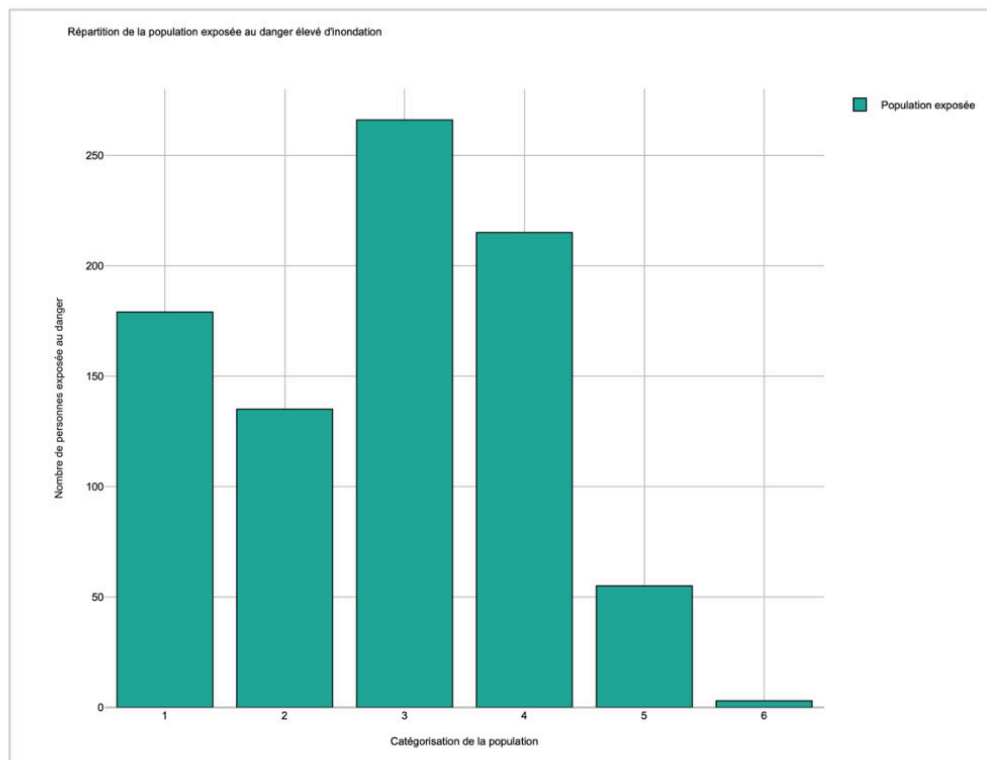


Figure 16 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton du Jura, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)

Population totale du canton : 76'211 habitant.e.s

Nombre de personnes exposées : 13'249 habitant.e.s

% de la population exposée du canton : 17.4 %

Dans le canton du Jura, la répartition de la population exposée en six classes met en évidence une distribution globalement concentrée dans les catégories intermédiaires (classe 3 et 4) qui regroupent la plus grande part des observations. Au contraire, les catégories les plus élevées (5 et 6) rassemblent un nombre restreint d'unités avec respectivement 55 et 3 occurrences. Les classes inférieures 1 et 2 sont également moins représentées que les catégories centrales, bien qu'elles demeurent davantage fréquentes que les classes supérieures. L'analyse des valeurs globales indique que dans le canton, la population totale s'élève à 76'211 habitant.e.s. Parmi celle-ci, 13'249 habitant.e.s sont exposé.e.s à un risque élevé d'inondation, ce qui représente 17.4 % de la population totale. Ces valeurs permettent de mettre en évidence que la population concernée est importante à l'échelle du canton.

Canton de Neuchâtel

Le canton de Neuchâtel compte 181'215 habitant.e.s pour une superficie de 802.93 km² (« Canton de Neuchâtel », 2025; République et Canton de Neuchâtel, s. d.-b). Son territoire est marqué par des reliefs variés, culminant à 1'552 m à l'ouest du Chasseral, tandis que ses points les plus bas se situent au bord des lacs de Bienne et de Neuchâtel, à 429 m d'altitude (« Canton de Neuchâtel », 2025). Le canton est bordé par le lac de Neuchâtel ainsi que par le lac de Bienne qui longe une petite partie de son territoire. Le réseau hydrographique du canton comprend plusieurs cours d'eau principaux : le Doubs qui délimite la frontière naturelle avec la France au nord ainsi que l'Areuse ou encore le Seyon (« Canton de Neuchâtel », 2025). Le canton est également bordé par deux lacs : le lac de Bienne et le lac de Neuchâtel.

Répartition des zones de danger élevé d'inondation

La figure 17 représente les zones de danger élevé d'inondation du canton de Neuchâtel.

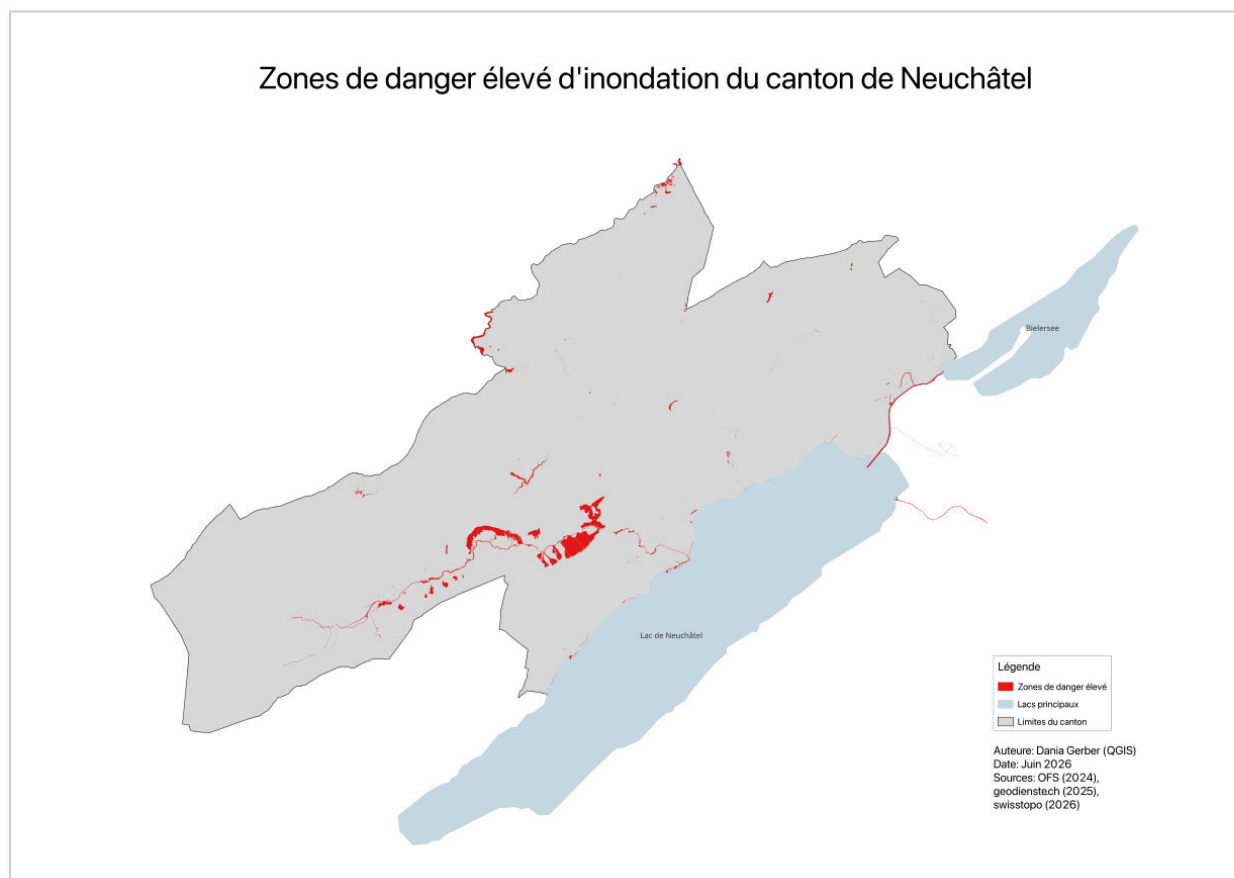


Figure 17 : Zones de danger élevé d'inondation du canton de Neuchâtel, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Les surfaces de danger élevé du canton de Neuchâtel se concentrent principalement au centre du territoire, notamment autour du bassin versant de l'Areuse (annexes C1.4.4.). Le long de cette rivière, la carte met en évidence des zones assez étendues mais aussi plusieurs grandes taches et d'autres plus petites réparties dans le bassin versant. Certains secteurs apparaissent ainsi sans lien direct avec un cours d'eau. Par exemple, une grande tache au centre du canton et une autre plus petite à l'ouest, ainsi que plusieurs zones à l'est. Ces zones peuvent correspondre à un risque de ruissellement pluvial ou à des zones de risque d'inondation par accumulation (PLANAT, 2025). Nous observons également des zones étendues le long du Doubs, surtout dans le nord-ouest du canton ainsi que dans certaines parties

de son secteur nord-est. D'autres zones suivent le canal de la Thielle, tandis que quelques petites surfaces apparaissent aussi le long du lac de Neuchâtel (annexes C1.4.4.).

Répartition de la population totale

La distribution de la population totale sur le territoire est illustrée dans la figure 18.

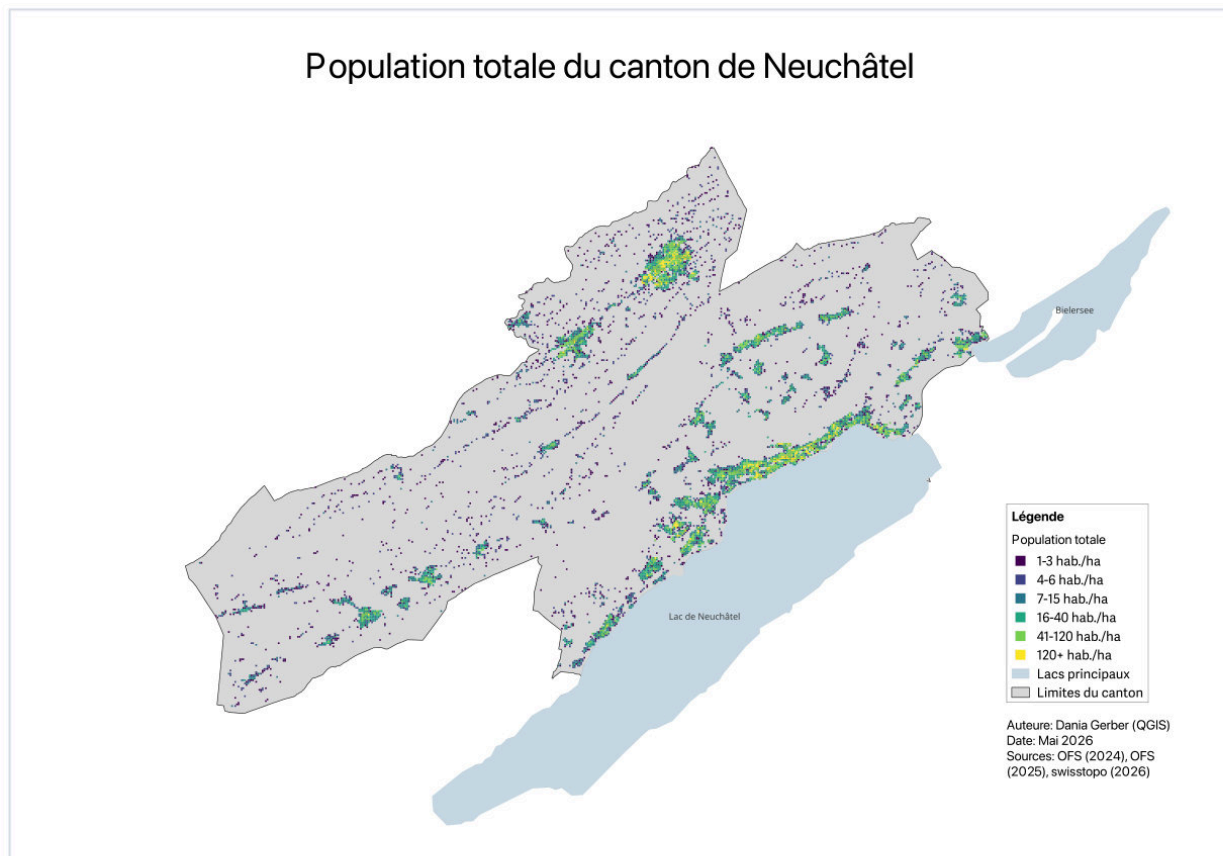


Figure 18 : Population totale du canton de Neuchâtel, réalisée par Dania Gerber, à partir de données de l'OFS (2024), OFS (2025) et swisstopo (2026)

La répartition de la population montre trois principales concentrations urbaines : Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds et Le Locle. Dans ces zones, beaucoup de carrés jaunes et vert clair sont observés au centre, indiquant une densité de population élevée. La ville de Neuchâtel s'étend plutôt en longueur le long du lac, tandis que La Chaux-de-Fonds et Le Locle apparaissent davantage sous forme de zones compactes. Dans le reste du canton se trouvent plusieurs villages avec une population de densité modérée, représentée par des surfaces composées de carrés verts et bleus. Enfin, une grande partie du territoire est marquée par de nombreux carrés isolés bleus ou violets foncés, dispersés dans le canton, indiquant des zones faiblement peuplées.

Exposition de la population aux zones de danger élevé d'inondation

La figure 19 représente la combinaison de la répartition de la population et des zones de danger dans le canton de Neuchâtel.

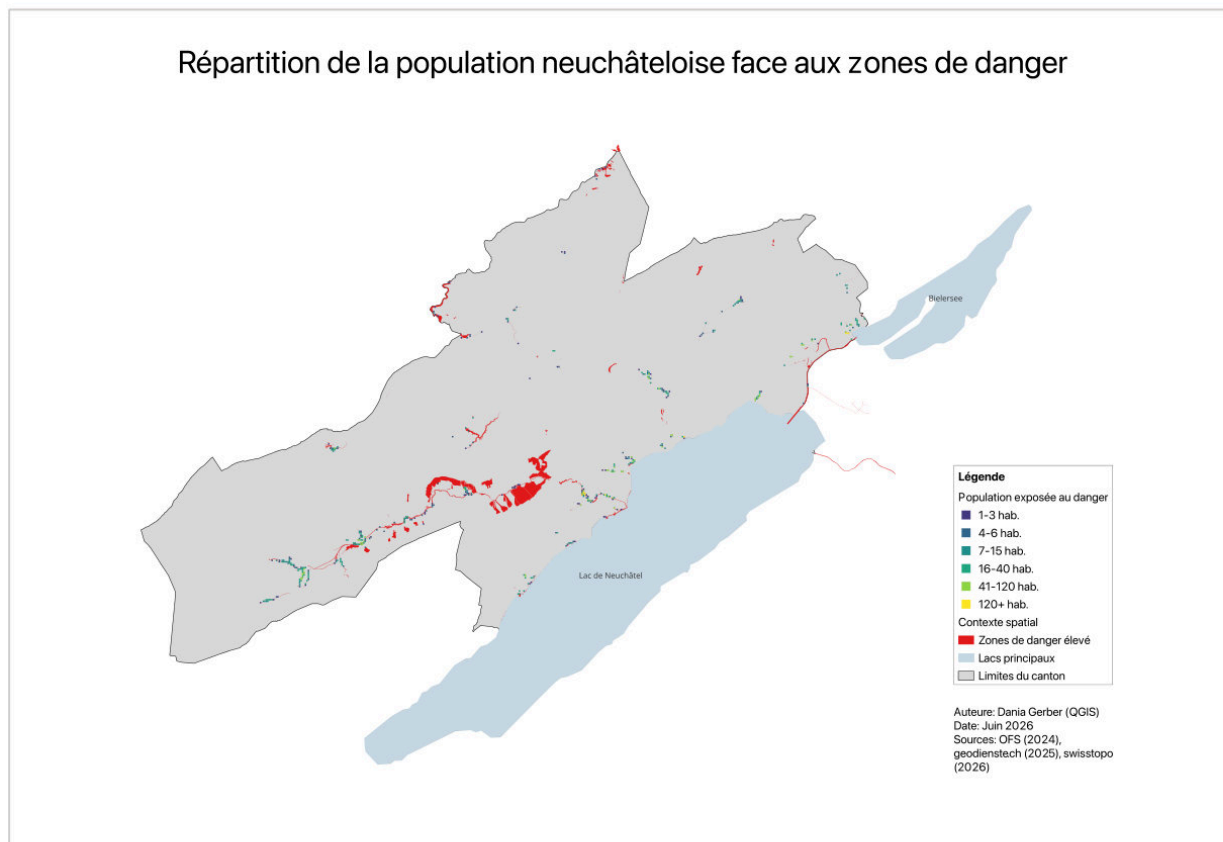


Figure 19 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), OFS (2025), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Quelques zones sont concentrées le long du lac de Neuchâtel avec des carrés verts et bleus indiquant une densité de population faible à moyenne, exposée au risque élevé d'inondation. Plusieurs secteurs de danger apparaissent également le long de l'Areuse (annexes C1.4.4.) : l'une d'elles comprend plusieurs carrés jaunes, ce qui montre une population plus importante, tandis que deux autres regroupent surtout des carrés verts et bleus. Il y a également quelques plages de carrés bleus ou violets le long du Seyon, indiquant une population légèrement exposée. À l'est du canton, près des affluents du canal de la Thielle, une zone compte plusieurs carrés jaunes, ce qui signifie qu'une population plus dense est concernée. Enfin, des carrés isolés bleus ou violets apparaissent dans différentes parties du canton, notamment le long du Doubs, montrant que des populations plus faibles peuvent également être exposées localement au danger d'inondation.

Description des statistiques

La figure 20 illustre, pour le canton de Neuchâtel, la répartition des 431 entités représentant la population exposée au danger élevé d'inondation selon six catégories prédéfinies. Un encadré associé résume la population totale, le nombre de personnes exposées ainsi que le pourcentage correspondant.

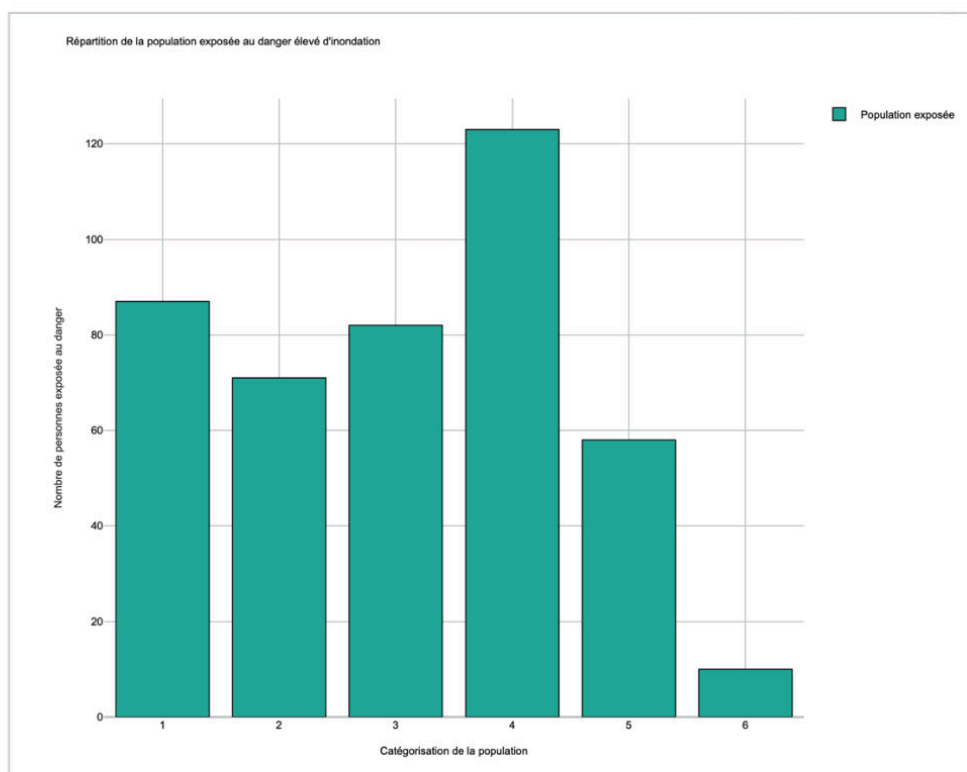


Figure 20 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton de Neuchâtel, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)

Population totale du canton : 181'215 habitant.e.s

Nombre de personnes exposées : 10'158 habitant.e.s

% de la population exposée du canton : 5.6 %

Dans l'histogramme (figure 20), les classes 1 à 3 regroupent un nombre similaire d'entités avec des populations exposées relativement faibles, tandis que la classe 4 est la plus représentée avec 123 entités. Les catégories 5 et 6 comptent beaucoup moins de carrés mais concernent un nombre de personnes plus importantes par hectare, impliquant ainsi un nombre de personnes potentiellement plus important sur des surfaces réduites. À l'échelle du canton, la population totale s'élève à 181'215 habitant.e.s, dont 10'158 sont exposé.e.s à un risque élevé d'inondation. Cela représente 5.6 % de la population cantonale.

Canton du Valais

Le Valais est un canton alpin du sud-ouest de la Suisse, traversé par la vallée du Rhône. Cette vallée constitue l'axe géographique principal et structure en grande partie l'organisation du territoire et des zones habitées. Son relief est montagneux avec de nombreux sommets et glaciers (« Canton du Valais », 2026). La population reste faible au regard de la superficie (5'224.54 km²), avec 376'468 habitant.e.s principalement concentré.e.s dans les villes de Sion et Monthey (« Canton du Valais », 2026). La densité de population est de 71 hab./km² (« Canton du Valais », 2026). Cette densité relativement faible s'explique en grande partie par l'importance des zones de montagne et des espaces naturels peu propices à l'habitat. Le canton occupe également une situation hydrologique importante grâce au Rhône et à ses affluents.

Répartition des zones de danger élevé d'inondation

La figure 21 représente la répartition des zones de danger élevé d'inondation à l'échelle du canton du Valais.

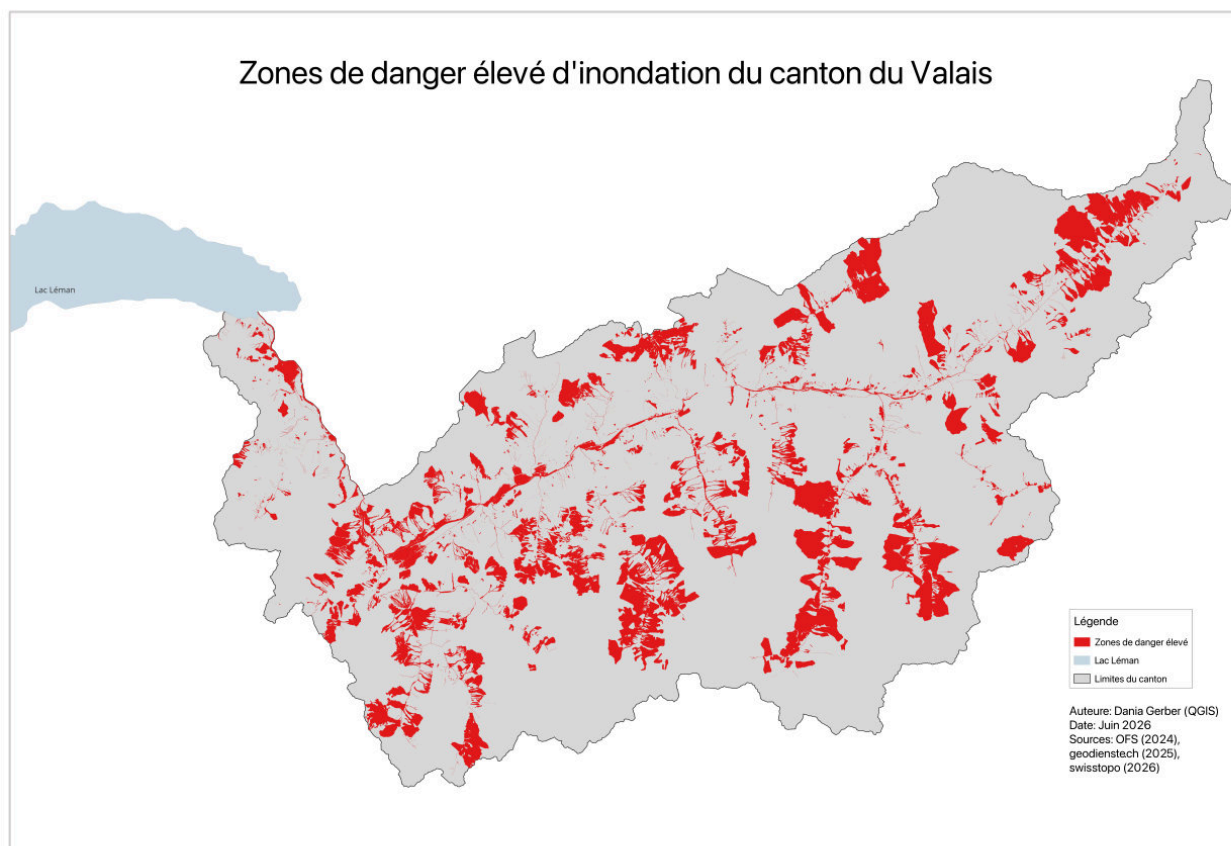


Figure 21 : Zones de danger élevé d'inondation du canton du Valais, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Les zones de danger élevé d'inondation sont nombreuses dans le canton et se répartissent sur l'ensemble du territoire. Elles apparaissent principalement sous forme de taches fragmentées et dispersées. Cette organisation met en évidence une absence de continuité spatiale, car les secteurs de danger sont ponctuellement localisés selon la topographie et le réseau hydrographique (annexes C1.5.4.). En effet, certaines surfaces concernées présentent souvent des formes allongées ou triangulaires, prolongées par des tracés linéaires suivant les pentes et les axes naturels de vallées alpines. Ces zones de danger qui ne sont pas directement liées aux cours d'eau, correspondant à des bassins de

réétention ou à des zones de collecte d'eau de ruissellement, particulièrement présents en milieu alpin (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2024a, 2026b). Cependant, de nombreuses zones de danger suivent les cours d'eau (annexes C1.5.4.), majoritairement situés dans les fonds de vallée. Le principal qui traverse le canton est le Rhône. Il possède des zones de danger plus ou moins étendues selon les secteurs. Les cours d'eau secondaires sont également concernés par des zones de danger élevé, parfois même plus marquées localement.

Répartition de la population totale

Cette carte (figure 22) représente la répartition spatiale de la population totale dans le canton du Valais.

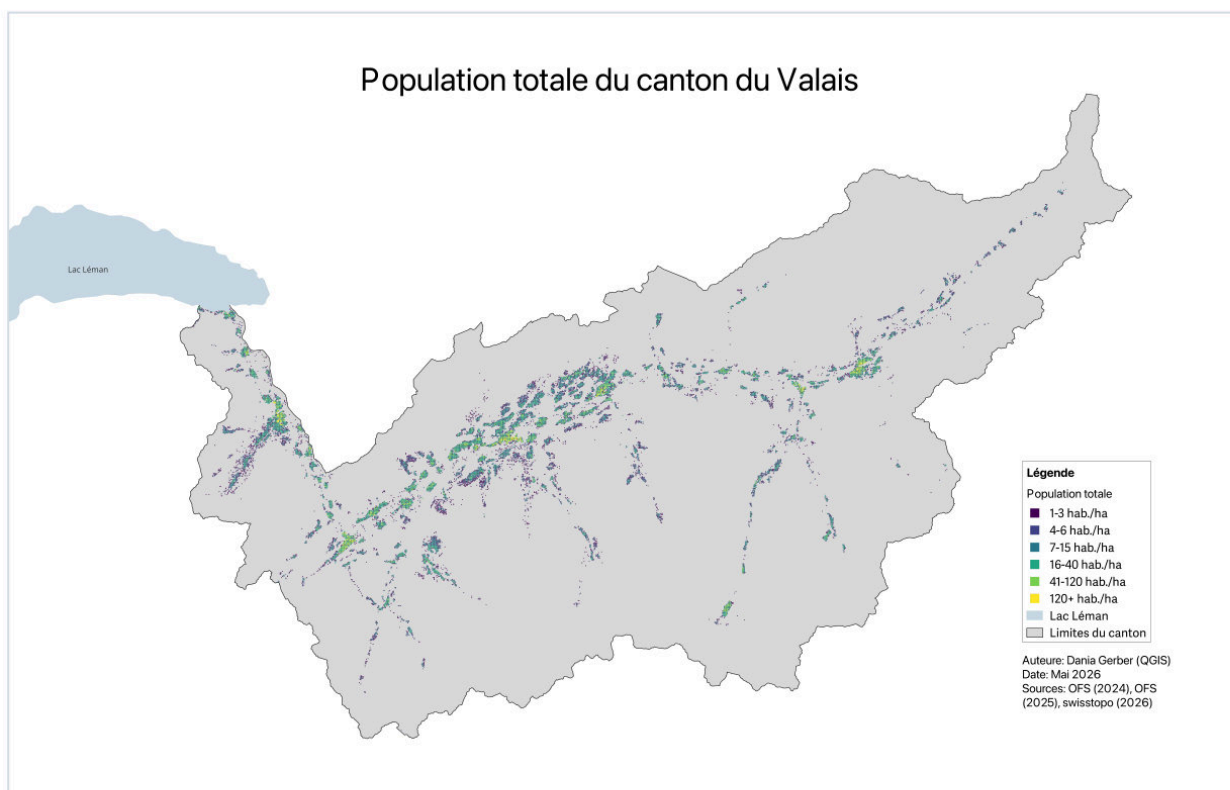


Figure 22 : Population totale du canton du Valais, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir OFS (2024,2025) et swisstopo (2026)

La répartition de la population montre que les habitant.e.s se regroupent principalement le long de la vallée du Rhône, qui constitue l'axe principal du canton. Les centres urbains les plus denses se trouvent surtout à l'ouest et au centre, avec des carrés jaunes indiquant une population élevée dans les villes comme Martigny, Monthey, Sion, Sierre ou encore Viège, dans leurs districts respectifs (C1.5.5.). En dehors de cette vallée principale, la population devient plus dispersée et suit majoritairement les vallées secondaires et les cours d'eau. Dans ces zones, les carrés sont principalement turquoise, bleu ou violet foncés, ce qui indique une densité de population faible.

Exposition de la population aux zones de danger élevé d'inondation

La carte (figure 23) représente l'exposition de la population aux zones de danger élevé d'inondation à l'échelle du canton du Valais.

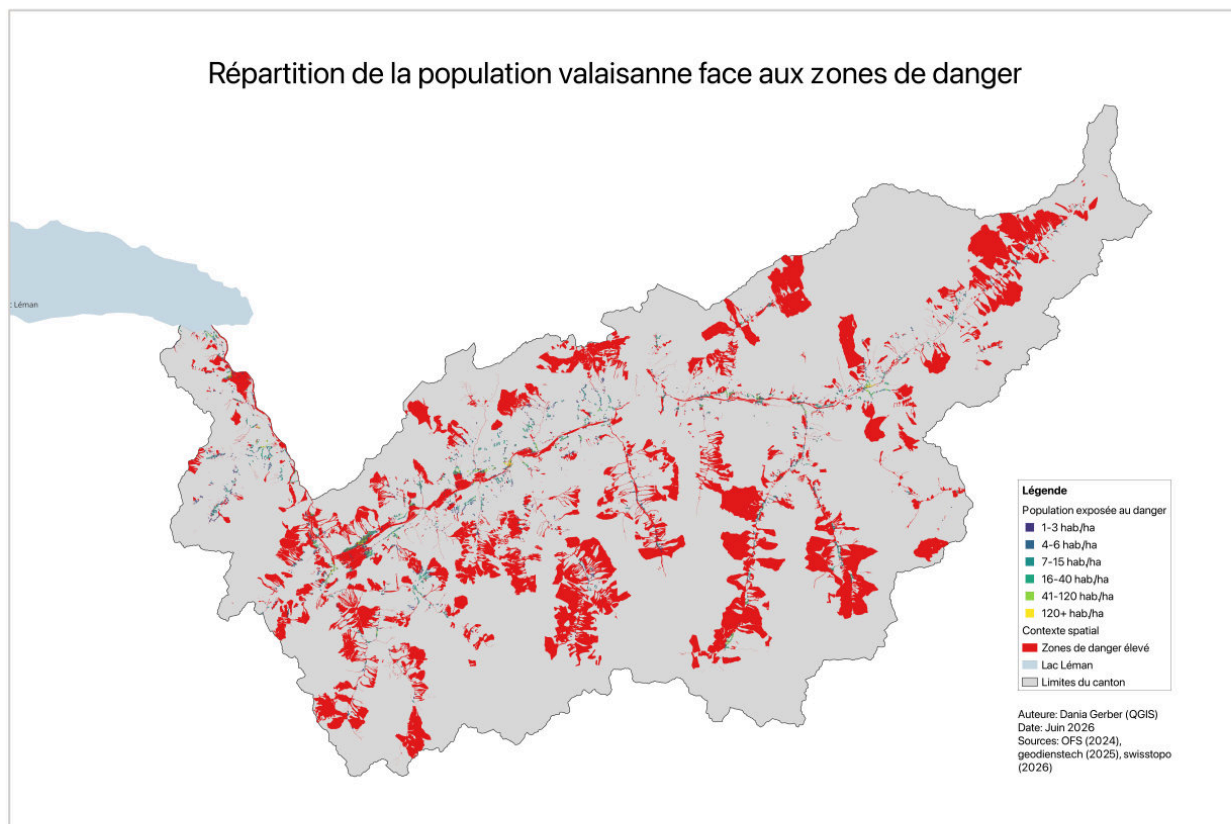


Figure 23 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir des données de l'OFS (2024, 2025), geodienste.ch (2025) et swisstopo (2026)

La superposition des deux cartes montre que la population exposée au danger d'inondation suit en grande partie les cours d'eau principaux et secondaires du canton (annexes C1.5.4.). Le long des vallées secondaires, les populations concernées sont généralement peu élevées (carrés bleus ou violets foncés). En revanche, le long du Rhône, nous pouvons constater plusieurs foyers où la densité de population exposée est plus importante, avec des carrés jaunes et des dégradés de vert et de turquoise. Cela est particulièrement visible autour des villes de Sion et de Brigue. D'autres foyers importants apparaissent aussi dans le district de Martigny (annexes C1.5.5.) ainsi qu'au sud du canton autour du village de Zermatt (sud-est) où des zones habitées se situent à proximité de secteurs de danger élevé (annexes C1.5.6.).

Description statistique pour le canton du Valais

Le graphique suivant (figure 24) présente la répartition des cellules exposées à un danger élevé d'inondation selon les différentes classes de population dans le canton du Valais. Un encadré récapitulatif a également été réalisé afin de mettre en évidence les données principales : la population totale du canton, le nombre de personnes exposées au danger élevé d'inondation ainsi que le pourcentage de la population concernée.

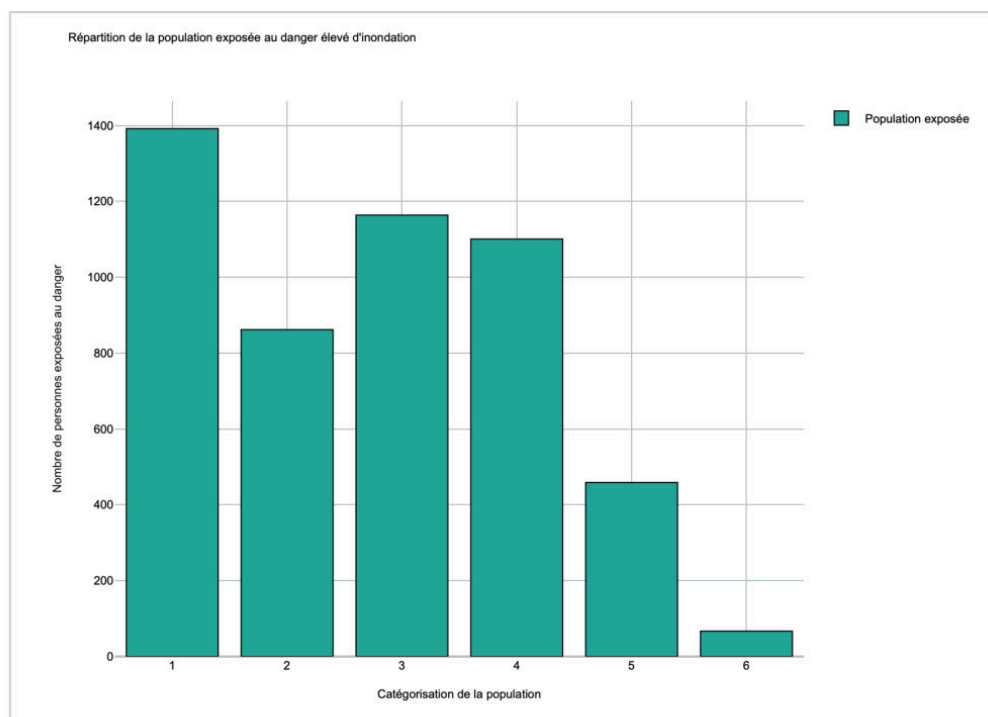


Figure 24 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton du Valais, réalisé par Dania Gerber (QGIS, 2026)

Population totale du canton : 376'468 habitant.e.s

Nombre de personnes exposées : 89'616 habitant.e.s

% de la population exposée du canton : 23.8 %

Dans le canton du Valais, la population exposée à un danger élevé d'inondation est estimée à 89'616 habitant.e.s. Cela représente 23.8 % de la population totale du canton qui s'élève à 376'468 habitant.e.s. Autrement dit, près d'un quart de la population valaisanne est potentiellement concernée par ce risque naturel. L'analyse de la répartition des catégories d'exposition met en évidence un nombre particulièrement élevé d'unités représentant la population par rapport aux autres cantons. En effet, la carte montre que les classes de densité de population faibles et intermédiaires sont les plus représentées. En effet, les catégories 1, 2, et 3 comptent respectivement 1'392, 862 et 1'164 cellules. La catégorie de 16-40 habitant.e.s par hectare reste également fréquente avec 1'001 cellules. En revanche, les densités de population plus élevées sont nettement moins représentées dans les zones exposées au danger élevé avec respectivement 459 occurrences (cat. 5) et 67 occurrences (cat. 6).

Canton de Zurich

Le canton de Zurich est un canton de plaine avec un relief relativement plat qui figure parmi les cantons les plus peuplés de Suisse. Sur le plan hydrologique, il est traversé par la Limmat et la Sihl et comprend le lac de Zurich. Il est très urbanisé, surtout autour de la ville de Zurich et de ses communes périphériques (« Canton de Zurich », 2025). Cette urbanisation dense attire une population importante avec 1'622'574 habitant.e.s pour une surface totale de 1'729 km² (soit 937 hab./km²) (« Canton de Zurich », 2025).

Répartition des zones de danger élevé d'inondation

La carte (figure 25) illustre les secteurs de danger élevé d'inondation du canton de Zurich.



Figure 25 : Zones de danger élevé d'inondation du canton de Zurich, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

Les zones rouges sont peu nombreuses dans le canton et apparaissent surtout en lien avec certains cours d'eau (annexes C1.6.4.). Au nord du canton, elles suivent longuement la rivière de la Thur sous forme de zones plutôt linéaires. Il y a également plusieurs petites taches dispersées dans différentes parties du canton. Les surfaces les plus importantes se situent toutefois au nord-est (une grande zone) et autour de la Limmat et de la Reuss où les zones de danger sont plus étendues. D'autres surfaces suivent aussi

le cours de la Sihl. En revanche, il semble pertinent de souligner qu'aucun secteur de danger élevé ne se trouve autour du lac de Zurich et du Greifensee, les principaux lacs du canton.

Répartition de la population totale

La carte (figure 26) présente la répartition spatiale de la population totale du canton de Zurich sous forme de cellules.

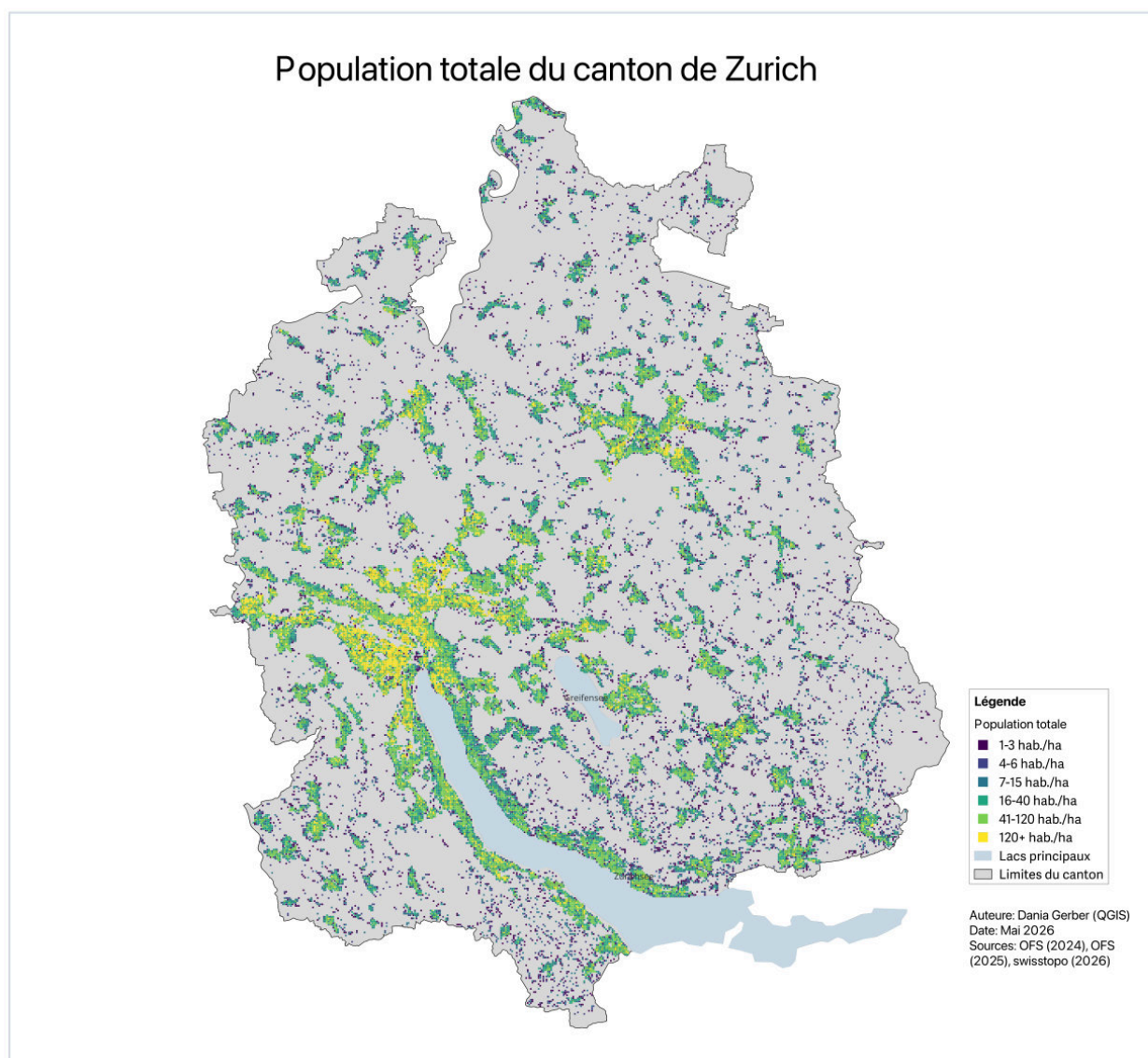


Figure 26 : Population totale du canton de Zurich, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024,2025) et swisstopo (2026)

La représentation cartographique montre que le canton est globalement très densément peuplé. Les plus fortes concentrations se situent autour du lac de Zurich et au nord dans la ville de Zurich où de nombreux carrés jaunes qui indiquent la présence d'une population très élevée. Une autre grande zone de population correspond à la ville de Winterthur (nord-est), dans laquelle il se trouve encore plusieurs carrés jaunes au centre mais avec une gamme de couleurs allant du vert au bleu en périphérie ce qui reflète une diminution progressive de la densité. Dans le reste du canton, la carte met en lumière plusieurs plages de population correspondant à d'autres villes qui présentent la même organisation : un centre plus dense (jaune) entouré de zones progressivement moins denses (vert, turquoise, bleu et

violet). Globalement, presque tout le canton est occupé par une population, avec peu de grandes surfaces sans habitant.e.s.

Exposition de la population au danger élevé d'inondation

La figure 27 représente la superposition de la population et des zones de danger élevé d'inondation.

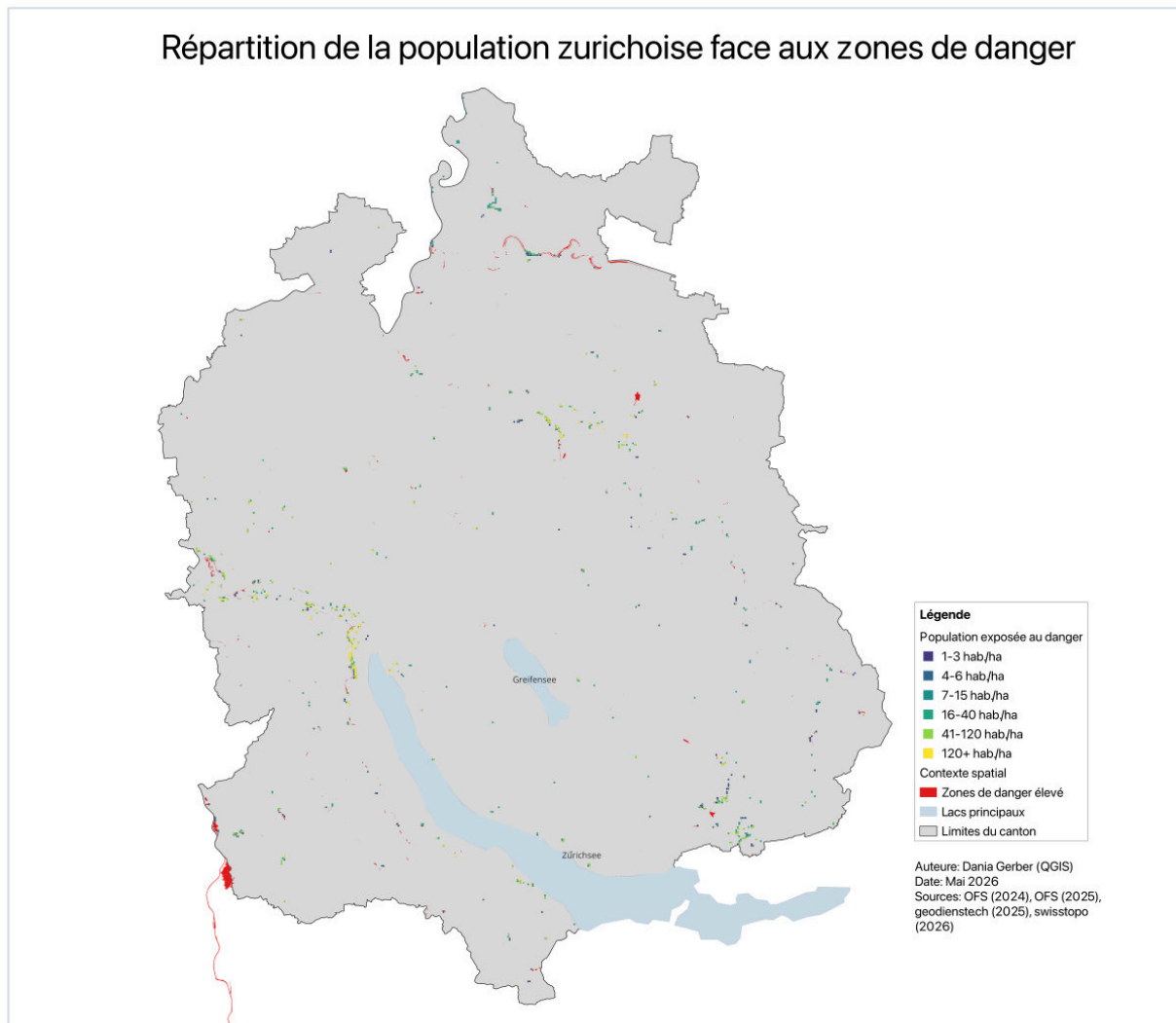


Figure 27 : Répartition de la population face aux zones de danger, réalisée par Dania Gerber (QGIS, 2026) à partir de données de l'OFS (2024, 2025), geodienstech (2025) et swisstopo (2026)

L'exposition de la population aux secteurs de danger montre qu'il existe relativement peu de zones où le danger élevé d'inondation coïncide avec la population, en particulier si lorsque la population totale du canton est prise en compte. La carte révèle toutefois quelques zones auxquelles la population exposée est relativement élevée, identifiables par les carrés jaunes et verts. C'est notamment le cas le long de la Sihl et de la Limmat où des carrés jaunes suivent ces cours d'eau (annexes C1.6.4.). Des carrés jaunes sont également présents autour de la ville de Winterthur. Dans le sud du canton, autour des cours d'eau Jona et Brembach (annexes C1.6.4.), les carrés sont principalement verts, ce qui indique une population moyenne exposée. En dehors de ces zones, beaucoup de petits carrés isolés dispersés dans le canton sont identifiés, mais aussi de nombreuses surfaces grises, signifiant que dans plusieurs zones de danger élevé aucune population n'est directement concernée.

Description des statistiques

L'histogramme suivant (figure 28) suivant présente la répartition des cellules exposées à un risque élevé d'inondation dans le canton de Zurich, en fonction des différentes classes de densité de population.

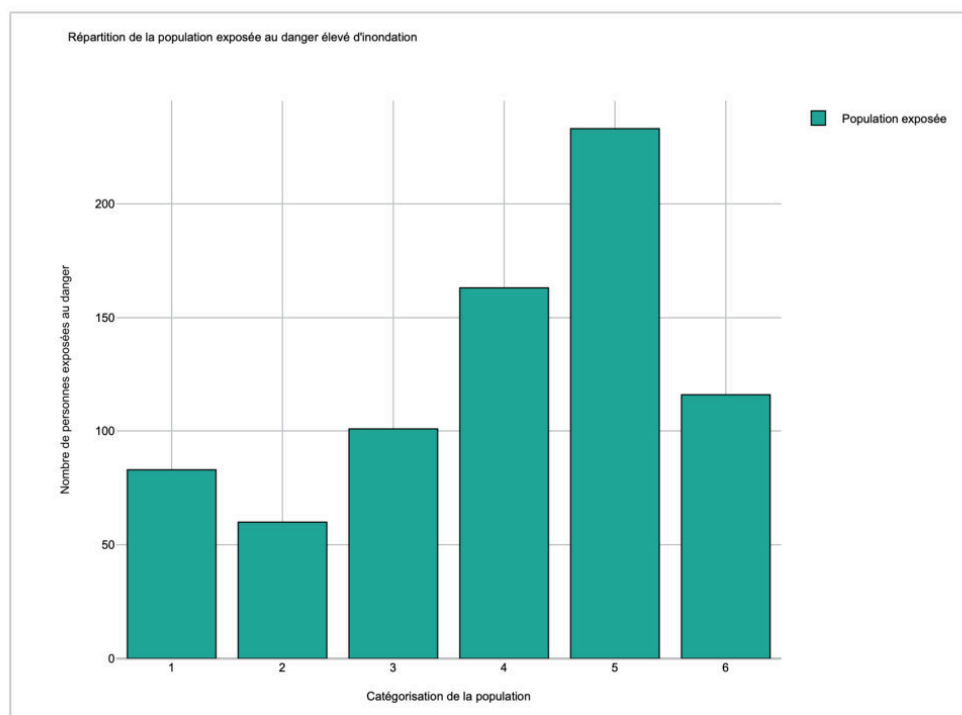


Figure 28 : Histogramme de la répartition de la population exposée au danger élevé d'inondation du canton de Zurich

Population totale du canton : 1'622'574 habitant.e.s

Nombre de personnes exposées : 43'870 habitant.e.s

% de la population exposée du canton : 2.7 %

Dans le canton de Zurich, la population exposée à un risque élevé d'inondation est estimée à 43'870 habitant.e.s, soit environ 2.7 % de la population totale du canton qui s'élève à 1'622'574 habitant.e.s. Autrement dit, une faible proportion de la population zurichoise est concernée par ce type de danger. La répartition par classes de population montre que les occurrences sont relativement peu nombreuses. Les classes les moins denses comptent respectivement 83 et 60 cellules, ce qui indique une faible exposition dans les zones peu peuplées. Les classes 3 et 4 présentent 101 et 163 entités tandis que la classe 5 est la plus représentée avec 233 cellules, signalant que les zones de densité modérée à élevée concentrent une part importante des populations exposées. La classe la plus dense, plus de 120 habitant.e.s par hectare, comprend 116 cellules.

Analyse

5. ANALYSE TRANSVERSALE ET COMPARATIVE DES TROIS GRANDES RÉGIONS SUISSES (PLATEAU, JURA, ALPES) À TRAVERS SIX CANTONS REPRÉSENTATIFS

5.1. ANALYSE COMPARATIVE DES SIX CANTONS REPRÉSENTATIFS DES TROIS GRANDES RÉGIONS SUISSES

Dans cette section, trois comparaisons sont proposées afin d'analyser la manière dont le danger d'inondation et l'exposition des populations varient selon les contextes géographiques suisses. En confrontant des cantons du Plateau, des Alpes et du Jura, l'objectif est de mettre en évidence l'influence des caractéristiques topographiques, hydrologiques et démographiques sur la structuration du risque.

5.1.1. Deux cantons du Plateau suisse : Genève et Zurich

Dans cette partie, les cantons de Genève et de Zurich sont comparés dans le but de mettre en évidence des points communs et des divergences.

Dans un premier temps, l'organisation spatiale du danger révèle que dans les deux cantons, les zones de danger sont fortement liées au réseau hydrologique. Toutefois, une différence apparaît à l'échelle cartographique : le canton de Zurich présente des zones de danger moins étendues et moins nombreuses que le canton de Genève. Cette observation suggère que le canton de Zurich est moins exposé. À l'inverse, Genève apparaît comme un territoire où les zones de danger sont plus présentes et plus continues le long des axes hydrologiques. Elles se manifestent sous forme de bandes linéaires le long des cours d'eau. Cette organisation spatiale s'explique par plusieurs facteurs naturels et anthropiques. D'une part, l'absence de vastes zones de danger dans certains secteurs peut être attribuée à l'intervention humaine. Les aménagements hydrauliques, comme la construction de digues ou la correction des rives (République et Canton de Genève, s. d.-a), ont durablement modifié la dynamique naturelle des cours d'eau, contribuant à réduire les risques d'inondation. D'autre part, la présence de zones de danger le long des cours d'eau s'explique en grande partie par les caractéristiques du relief. Les terrains relativement plats des deux cantons favorisent les débordements lorsque la capacité du lit des cours d'eau est dépassée, ce qui accroît la probabilité d'inondation (Protection contre les dangers naturels, s. d.-a). C'est notamment visible dans les secteurs situés le long du Rhône et de l'Arve dans le canton de Genève, ainsi que le long de la Sihl dans le canton de Zurich (annexes C1.1.4 ; annexes C1.6.4.). Ce dernier constat est également confirmé par la Confédération. Malgré les mesures déjà mises en place, le risque de crue reste élevé. La Sihl, principal affluent de la Limmat, possède un vaste bassin versant qui, lors de fortes pluies, concentre d'importantes quantités d'eau, transformant parfois le cours d'eau en torrent (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2020). Par ailleurs, la présence de zones de danger dans les secteurs densément peuplés, notamment dans les deux villes principales des cantons, peut se justifier par l'imperméabilisation des sols qui limite l'infiltration de l'eau et augmente le ruissellement (Protection contre les dangers naturels, s. d.-b). En revanche, les secteurs de danger élevé, situés en bordure des grands lacs, sont absents. Cette absence peut être attribuée aux importants aménagements hydrauliques réalisés sur ces espaces qui ont permis de stabiliser les rives et de réduire significativement le risque d'inondation (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2025b). Dans les deux cas, la régulation repose principalement sur des barrages qui contrôlent les débits et les niveaux d'eau. À Genève, le barrage du Seujet régule le Léman. À Zurich des ouvrages hydraulique comme le barrage du Platzspitz, assurent la gestion du lac de Zurich et de la Limmat, contribuant à limiter les risques de crue et à stabiliser les niveaux d'eau (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2020; République et Canton de Genève, s. d.-b). En effet, ces dispositifs permettent de limiter les crues et de maintenir un niveau d'eau relativement stable tout au long de l'année, malgré les variations naturelles des apports hydrologiques.

Ces différents constats montrent que le danger ne dépend donc pas uniquement de l'aléa hydrologique, mais aussi des caractéristiques physiques locales et des transformations anthropiques du territoire, ce qui rejoint la définition du GIEC (Calvin et al., 2023).

En ce qui concerne la dimension démographique, les cantons de Genève et de Zurich sont fortement urbanisés mais présentent des profils contrastés. Le canton de Zurich compte environ 1'622'574 habitant.e.s contre 530'223 dans le canton de Genève, ce qui représente respectivement 938.4 hab./km² et 1877 hab./km². Toutefois, la proportion de population exposée au danger élevé d'inondation est plus faible à Zurich (2.7 %) qu'à Genève (6.6 %). Cette différence s'explique d'abord par la répartition spatiale de la population. Le canton de Zurich se caractérise par une structure urbaine polycentrique, avec plusieurs grandes villes (dont Zurich et Winterthur) et une population plus dispersée. Cette organisation limite la concentration des habitant.e.s dans les zones de danger, lorsqu'elles existent, et réduit ainsi leur exposition. Le canton de Genève, au contraire, présente une forte centralisation urbaine. La population y est concentrée dans un espace restreint, ce qui augmente la probabilité de superposition entre un nombre élevée d'habitant.e.s et zones à risque. Ainsi, la structure urbaine influence directement la répartition de l'exposition. Cette dernière dépend moins du nombre total d'habitant.e.s que de leur localisation dans l'espace. Le risque apparaît donc plus diffus à Zurich et plus concentré à Genève (Steinemann et al., 2025). Une autre explication réside dans la densité de la population exposée. Dans le canton de Genève, la densité d'exposition est élevée (environ 118 hab./km²), ce qui traduit une forte concentration de personnes dans des zones potentiellement à risque. Même si les surfaces concernées sont limitées, les impacts potentiels d'un événement d'inondation peuvent être importants en raison du nombre de personnes exposées. En comparaison, la densité d'exposition du canton de Zurich, est plus faible (environ 25.4 hab./km²), ce qui traduit une dispersion des enjeux sur un territoire plus vaste, en partie liée à la superficie plus importante du canton.

À l'échelle cantonale, les deux cantons combinent une forte urbanisation et une concentration de la population dans les centres, mais selon des logiques différentes. Dans le canton romand, la concentration spatiale favorise un fort chevauchement entre zones habitées et zones de danger, tandis que dans le canton de Zurich, la dispersion de la population limite ce chevauchement, malgré des situations localement exposées. Selon le GIEC (Calvin et al., 2023), l'exposition dépend de la répartition spatiale des enjeux. Ainsi, la configuration genevoise génère une exposition concentrée, alors que le canton de Zurich se caractérise par une exposition plus diffuse et localisée. Cette lecture souligne que l'exposition constitue une dimension territoriale, dépendant de l'organisation spatiale de la population (OFEV 2023a). Elle reste toutefois partielle, car elle ne prend pas en compte d'autres facteurs, comme la structure des bâtiments, susceptibles d'influencer le nombre réel de personnes exposées.

En complément, la structure des classes d'exposition révèle une importance notable des classes intermédiaires (densité moyenne) dans les deux cantons mais avec des configurations différentes. Dans le canton de Genève, la répartition est relativement équilibrée entre les classes avec une présence moindre des classes de très fortes densités. En revanche, dans le canton de Zurich les classes 4 et 5 (densité modérée à forte) sont largement représentées.

Ces classes élevées correspondent aux zones où les répercussions potentielles sont les plus importantes, en raison de la forte concentration de la population exposée. Cette lecture s'inscrit dans l'approche de Closset et al. (2018), selon laquelle la vulnérabilité biophysique résulte de la combinaison entre exposition et intensité des chocs. Une forte densité de population tend ainsi à accroître les impacts directs potentiels en cas d'événement. Par ailleurs, l'urbanisation contribue à renforcer le ruissellement et peut intensifier les crues, accentuant ainsi le risque d'inondation dans les zones urbanisées (PLANAT, 2025). Dans le canton de Genève, la distribution plus équilibrée entre les classes suggère une exposition globalement plus diffuse, bien que localement amplifiée dans les zones denses. En effet, la classe la plus élevée recense jusqu'à 4'090 personnes exposées par hectare dans la zone concernée (annexes B1.2.).

Le canton de Zurich se caractérise, quant à lui, par une vulnérabilité davantage liée à la concentration d'une population exposée dans des zones urbaines denses et spatialement limitées. Les impacts y sont donc susceptibles d'être plus localisés, mais potentiellement plus intenses. Ainsi, le canton de Genève présente une vulnérabilité biophysique diffuse mais ponctuellement élevée, tandis que Zurich concentre les enjeux dans des espaces plus restreints. Cette configuration renvoie à la distinction proposée par Closset et al. (2018) entre diffusion spatiale de l'exposition et concentration des impacts.

Pour conclure, le risque d'inondation dans les cantons de Genève et de Zurich résulte de l'interaction entre facteurs naturels et organisation humaine du territoire. Dans le canton de Genève, la continuité des zones de danger et la concentration de la population entraînent une exposition plus élevée et des impacts potentiellement importants. Dans le canton de Zurich, le danger est plus fragmenté et la population plus dispersée, ce qui rend le risque plus diffus. Ainsi, la densité et la répartition spatiale de la population jouent un rôle central dans la formation du risque. Enfin, la vulnérabilité varie selon la concentration des enjeux et les formes d'habitat, ce qui nuance le lien entre exposition et impacts potentiels.

5.1.2. Deux cantons de la région des Alpes : Le Valais et les Grisons

L'analyse comparative des cantons du Valais et des Grisons met en évidence certaines différences dans l'organisation spatiale du danger, la distribution des zones d'inondation ainsi que dans les caractéristiques démographiques et les formes d'exposition qui y sont associées.

Dans les deux cantons alpins, le danger d'inondation est fortement contraint par la topographie, mais se structure différemment selon l'organisation des vallées respectives. En effet, les deux cantons présentent des secteurs à fort danger principalement situés le long des cours d'eau et sur les bassins versants. Certaines apparaissent également sous forme de taches isolées, parfois sans lien direct avec un cours d'eau, correspondant à des zones de ruissellement diffus ou d'accumulation temporaire des eaux, liées à la topographie locale et aux caractéristiques d'infiltration des sols (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2026b). Toutefois, la configuration spatiale de ces zones diffère selon le canton en raison de leur organisation hydrologique. Dans le canton des Grisons, les zones de danger élevé apparaissent plus dispersées et s'organisent autour de plusieurs axes fluviaux, notamment le Rhin et la Landquart, qui structurent des foyers distincts d'exposition (annexes C1.2.4.). Cette organisation traduit un système hydrologique fragmenté, dans lequel les vallées fonctionnent indépendamment les unes des autres. À l'inverse, dans le canton du Valais, le système hydrographique est organisé autour d'un axe principal, le Rhône, auquel convergent les principaux affluents drainant les vallées latérales (Olivier et al., 2009). Cette configuration engendre une structuration hydrologique hiérarchisée, dans laquelle les flux hydriques sont progressivement concentrés vers le fond de la vallée principale.

Du point de vue démographique, le Valais compte 271'288 habitant.e.s contre 206'138 dans les Grisons, avec des densités respectives de 72.1 hab./km² et 28.4 hab./km². Il présente également une proportion plus élevée de population exposée (23.8 % contre 18.9 %) avec respectivement 89'616 et 38'104 habitant.e.s exposé.e.s. Cette exposition est directement liée à la proximité entre zones habitées et zones de danger. Cette différence s'explique en grande partie par une concentration plus forte de la population dans la vallée du Rhône qui représente aussi un endroit avec un secteur d'exposition élevé. Dans les Grisons, bien que la population suive également la morphologie des vallées, elle est répartie en noyaux plus petits et discontinus, ce qui limite la concentration des enjeux exposés. Cette situation indique que le degré d'exposition dépend fortement des formes d'occupation du territoire : plus diffuse dans les Grisons et plus concentré en Valais (Garschagen et al., 2020).

Les différences observées en termes de densité d'exposition confirment cette lecture. En Valais, celle-ci est plus élevée (17.2 hab./km²), confirmant la forte concentration de la population dans les zones exposées. À l'inverse, dans les Grisons, la densité demeure plus faible (5.4 hab./km²), ce qui s'explique à la fois par l'étendue du territoire et par une occupation du sol plus dispersée. Dans les régions alpines, les vallées regroupent en effet l'essentiel des activités humaines en raison de leur accessibilité et de conditions topographiques favorables au développement urbain et des infrastructures (Sanchis & Messerli, 1996). En Valais, cette dynamique se manifeste par une forte concentration dans la vallée du Rhône, accentuant la densité d'exposition et donc le potentiel d'impact en cas d'événement. À l'opposée, dans les Grisons, la présence de nombreux villages isolés et l'éloignement de certains secteurs contribuent à une répartition plus étalée de l'habitat, entraînant une exposition plus diffuse au risque d'inondation.

Enfin, la structure des classes d'exposition montre une prédominance des classes de faibles à moyennes (catégories 1 à 3) dans les deux cantons, ce qui démontre le caractère globalement peu dense des territoires alpins. Toutefois, le Valais présente davantage de classes élevées avec un total de 526 cellules pour les catégories 5 et 6 ce qui traduit une concentration spatiale plus marquée des enjeux dans certaines zones comme les fonds de vallée. Dans les Grisons, la catégorie 6 reste marginale avec 8 représentations et 196 pour la catégorie 5, ce qui confirme une organisation démographique plus diffuse. Cette configuration influence directement la vulnérabilité des territoires face aux inondations, dans la mesure où, une forte concentration des enjeux accroît le potentiel de dommage en cas d'événement, tandis qu'une répartition plus dispersée tend à atténuer les effets (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023a). Dans une perspective de vulnérabilité biophysique, ces différences traduisent des niveaux de vulnérabilité distincts selon la localisation des zones de danger (Closset et al., 2018; Quenault, 2015). Ainsi, la forte concentration des enjeux en Valais entraîne une augmentation de la vulnérabilité biophysique face aux inondations, tandis que leur dispersion dans les Grisons contribue à en atténuer l'intensité globale.

Pour conclure, les cantons du Valais et des Grisons présentent des profils de risque façonnés par le milieu alpin, mais avec des logiques territoriales distinctes. Dans les Grisons, le risque est relativement diffus et fragmenté, en lien avec une répartition spatiale plus étendue des zones exposées. À l'inverse, le Valais se caractérise par un risque plus concentré, fortement structuré par la vallée du Rhône, où les flux naturels convergent vers cet axe principal. Les populations et les activités s'y regroupent majoritairement, ce qui accentue l'exposition dans cet espace linéaire fortement urbanisé. Ainsi, la structure du territoire joue un rôle déterminant dans la distribution du risque : dispersion dans les Grisons, concentration dans la vallée du Rhône en Valais. Enfin, ces contrastes montrent que la vulnérabilité dépend étroitement de l'organisation spatiale des populations et des infrastructures, soulignant l'importance d'une analyse fine des spécificités territoriales dans la gestion des risques climatiques.

5.1.3. Deux cantons de la Région du Jura : Neuchâtel et le Jura

Cette analyse compare les cantons du Jura et de Neuchâtel, deux cantons issus dans la région du Jura, afin de comprendre comment le danger d'inondation et l'exposition des populations s'organisent spatialement et démographiquement. En mobilisant les indicateurs de la population totale, du nombre de personnes exposées, la densité d'exposition et les classes d'exposition, l'objectif ici est d'identifier les différences entre ces deux territoires et d'en proposer une interprétation.

Dans les cantons du Jura et de Neuchâtel, l'organisation du danger d'inondation diffère nettement en raison des contrastes topographiques et hydrologiques. Dans le canton du Jura, les secteurs exposés sont organisés de manière linéaire, suivant les cours d'eau comme le Doubs, la Birse ou encore l'Allaine avec quelques taches plus étendues et localisées. En revanche, dans le canton de Neuchâtel, ces zones

sont à la fois diffuses avec des surfaces étendues et des taches isolées, parfois sans lien direct avec un cours d'eau. Cette différence s'explique par la structure hydrographique et topographique des deux cantons. En effet, dans le canton du Jura, les zones de danger se concentrent majoritairement le long des cours d'eau et dans les fonds de vallées. Dans les secteurs, où la pente est faible, les cours d'eau génèrent principalement des inondations dites « statiques », liées à une montée progressive du niveau d'eau provoquant le débordement des rivières sur les plaines environnantes (République et Canton du Jura, s. d.-b). Ce type de morphologie concentre les zones de danger, ce qui se traduit par une organisation linéaire des surfaces inondables avec quelques taches plus étendues et localisées. Le canton de Neuchâtel présente une organisation plus diversifiée, influencée par la présence de lacs, de bassins versants plus ouverts et de zones où les dynamiques hydrologiques sont moins canalisées (République et Canton de Neuchâtel, s. d.-a). Le danger dépend donc des caractéristiques physiques du territoire qui influencent la répartition des flux hydrologiques et donc les zones de danger. Certaines zones isolées s'expliquent par des phénomènes de ruissellement de surface liés à la topographie, à la saturation ou à l'imperméabilisation des sols (PLANAT, 2025). Ces résultats confirment le caractère contextuel du danger. Le danger n'est pas uniforme mais varie selon la topographie, l'hydrologie et les dynamiques environnementales locales (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022; World Bank Group, s. d.). L'organisation spatiale du danger influence directement les stratégies de gestion du risque. Ainsi, le canton du Jura présente un danger principalement linéaire le long des cours d'eau tandis que Neuchâtel se caractérise par un danger plus diffus et étendu.

Dans ce paragraphe, la dimension démographique est analysée en considérant la population totale et celle exposée au danger d'inondation. Le canton du Jura compte 76'211 habitant.e.s, dont 13'249 habitant.e.s exposé.e.s, soit 17.4 % de la population cantonale. Le canton de Neuchâtel présente une population totale plus élevée de 181'215 habitant.e.s, avec 10'158 habitant.e.s exposé.e.s, ce qui correspond à 5.6 % de la population. Ces chiffres montrent que l'exposition dépend avant tout de la localisation des populations par rapport aux zones de danger (Garschagen et al., 2020). Malgré une population totale plus faible, le canton du Jura présente une proportion de population exposée aux inondations nettement plus élevée que le canton de Neuchâtel. Cette différence s'explique principalement par la répartition spatiale des populations dans les zones potentiellement inondables. Dans le canton du Jura, une part plus importante de la population semble localisée à proximité des cours d'eau exposé au danger (annexes C1.3.2.; annexes C1.3.4.). À l'inverse, dans le canton de Neuchâtel, la population est davantage concentrée dans des espaces urbains (annexes C1.4.2.) dont une part relativement plus faible se situe en zone de danger, ce qui contribue à réduire l'exposition globale. Ces éléments illustrent le fait que l'exposition ne dépend pas uniquement de la taille de la population, mais surtout de sa distribution spatiale par rapport aux zones soumises au danger (Garschagen et al., 2020; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). Ces résultats peuvent être mis en lien avec le concept de l'exposition. En effet, ce n'est pas la taille de la population totale qui détermine le risque mais sa localisation dans les zones de danger. Le cas du Jura (17.4%) face à Neuchâtel (5.6%) montre que le risque doit être également être appréhendé en termes relatifs et non seulement en chiffres absolus.

Ces constats convergent avec les résultats de la densité de population exposée qui est de 15.4 hab./km² dans le canton du Jura contre 12.7 hab./km² dans le canton de Neuchâtel. Cette mesure permet d'apprécier plus finement l'intensité du risque au niveau local. Cette différence traduit des niveaux d'exposition légèrement distincts entre les deux cantons, avec une exposition plus élevée dans le canton du Jura. Dans le canton Neuchâtel, bien que certaines zones exposées soient denses localement, l'ensemble du territoire présente une répartition plus étalée ce qui réduit la densité moyenne. Dans cette optique, la vulnérabilité biophysique permet d'éclairer l'intensité potentielle des impacts en reliant la densité des enjeux exposés à la probabilité et à l'intensité des aléas (Closset et al., 2018). Une densité

d'exposition plus élevée implique ainsi une concentration plus importante d'enjeux susceptibles de subir des dommages en cas de survenue d'un événement.

L'analyse des classes d'exposition confirme ces différences de structuration spatiale. Dans le canton du Jura, la répartition des 853 occurrences met en évidence une dominance des classes intermédiaires avec au total 481 unités, tandis que les classes les plus élevées (catégories 5 et 6) restent marginales avec respectivement 55 et 6 unités. Cette distribution s'inscrit dans une logique de vulnérabilité biophysique où l'exposition est relativement diffuse, c'est-à-dire répartie sur un territoire étendu avec une intensité modérée des impacts (Closset et al., 2018; Quenault, 2015). En revanche, dans le canton de Neuchâtel, sur 431 occurrences, la catégorie 4 est la plus représentée (123), avec une présence notable dans les classes supérieures 5 et 6 (respectivement 58 et 10 occurrences). Ces différences traduisent ainsi une organisation contrastée de l'exposition. D'une part, le Jura présente une exposition plus diffuse, répartie sur de nombreuses zones de densité moyenne. D'autre part, le canton de Neuchâtel montre une exposition plus localisée, parfois plus intense. Selon la définition du GIEC, l'exposition correspond à la présence et à la répartition des populations, des infrastructures et des activités dans des zones susceptibles d'être affectés par des aléas climatiques (Garschagen et al., 2020). Dans ce cadre, les différences observées entre les deux cantons traduisent des niveaux d'exposition distincts, influençant directement l'ampleur des impacts potentiels. En effet, une concentration plus forte des enjeux, comme observée dans le canton de Neuchâtel tend à accroître les risques en cas de survenue d'un danger. Contrairement à d'autres territoires comme le canton de Genève, cette exposition ne correspond pas nécessairement aux principaux centres urbains, ce qui suggère une dissociation entre densité de population et zones exposées. Cela confirme que l'exposition ne dépend pas uniquement des dynamiques urbaines mais aussi des caractéristiques physiques et environnementales du territoire (Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2023a).

Par ailleurs, certaines zones concernées se situent en bordure du lac de Neuchâtel où les dynamiques naturelles comme les variations du niveau de l'eau peuvent renforcer le danger. Dans l'approche du GIEC, ces phénomènes constituent des dangers climatiques dont les impacts dépendent de leur interaction avec l'exposition et la vulnérabilité (IPCC, 2023). Ainsi, un même événement, comme une montée des eaux où une inondation, peut produire des effets très différents selon la concentration des enjeux dans les zones concernées. En comparaison, le canton du Jura présente une vulnérabilité biophysique plus diffuse.

Ainsi, ces différences illustrent bien que le risque climatique résulte de l'interaction entre le danger, l'exposition et la vulnérabilité. Dans le Jura, la dispersion des populations exposées au danger d'inondation réduit l'intensité des impacts localisés mais élargit la surface concernée, tandis qu'à Neuchâtel, la concentration spatiale des personnes exposées accroît le potentiel de dommages, confirmant le rôle central de l'exposition dans la gravité des risques climatiques (Garschagen et al., 2020).

5.2. LECTURE TRANSVERSALE DES TROIS GRANDES RÉGIONS SUISSES : LE PLATEAU, LE JURA ET LES ALPES

L'analyse comparative des cantons représentatifs du Plateau, des Alpes et du Jura met en évidence des formes contrastées de danger et d'exposition face aux inondations selon les configurations territoriales. Si les trois grandes régions suisses sont toutes concernées par les risques liés aux cours d'eau, leur traduction spatiale varie fortement en fonction de la topographie, du fonctionnement hydrographique et des modalités d'occupation du sol.

Sur le Plateau, le danger s'organise principalement le long des grands axes fluviaux, mais il est également modulé par les aménagements hydrauliques et par la concentration urbaine. Le canton de Genève

apparaît comme un espace où les zones de danger sont plus continues et où l'exposition de la population est plus concentrée, tandis que le canton de Zurich présente un risque plus fragmenté et une population plus dispersée. Cette différence souligne que le risque ne dépend pas uniquement du danger mais aussi de la répartition spatiale des enjeux et des transformations anthropiques du territoire. Dans les Alpes, la topographie canalise fortement le danger d'inondation dans les vallées. Le Valais se distingue par une forte concentration des populations et des zones exposées dans la vallée du Rhône, ce qui favorise un risque plus concentré. Les Grisons, en revanche, présentent une exposition plus fragmentée, avec des noyaux d'habitat dispersés dans plusieurs vallées, ce qui traduit un risque plus diffus. Dans la région jurassienne, les cantons du Jura et de Neuchâtel révèlent également des configurations distinctes. Le Jura se caractérise par un danger plus linéaire, principalement localisé le long des cours d'eau et dans les fonds de vallée. À l'inverse, le canton de Neuchâtel combine des surfaces exposées plus étendues, des taches isolées et des situations liées aux dynamiques lacustres ou au ruissellement de surface.

Sur le plan démographique, les écarts observés confirment que l'exposition dépend moins du nombre total d'habitant.e.s que de leur localisation par rapport aux zones de danger. Les cantons de Genève et du Valais se distinguent par une forte concentration des populations dans des espaces exposés, ce qui accroît le potentiel d'impacts. Les cantons de Zurich et des Grisons, au contraire, présentent une répartition plus dispersée des habitant.e.s, ce qui limite le chevauchement entre population et zones dangereuses. Le Jura, enfin, montre une proportion plus élevée de population exposée que Neuchâtel, ce qui confirme que l'exposition doit être appréhendée à l'échelle relative et non seulement en valeur absolue. Au total, cette comparaison montre que le risque d'inondation résulte de l'interaction entre danger, exposition et vulnérabilité, conformément à l'approche du GIEC. Le Plateau se caractérise par un risque surtout urbain et fortement influencé par les aménagements, les Alpes par un risque contraint par les vallées et la région du Jura par des configurations liées aux cours d'eau qui varient selon les cantons. Ainsi, l'exposition apparaît comme une dimension profondément territoriale du risque, dont l'intensité varie selon l'organisation spatiale des populations et des activités et de la topographie.

Le tableau 9 ci-dessous présente un résumé synthétique des résultats de l'analyse comparative. Il permet de visualiser les principales différences entre les cantons en ce qui concerne le type de danger, d'exposition et d'organisation spatiale du risque d'inondation.

Région	Canton	Type de danger	Organisation de la population	Exposition	Vulnérabilité
Plateau	Genève	linéaire et globalement continu	très concentrée	modérée	diffuse mais élevée
Plateau	Zurich	fragmenté et partiellement linéaire	polycentrique	faible	localisée
Alpes	Valais	fragmenté et structuré par un axe principal	vallées denses	très forte	concentrée
Alpes	Grisons	dispersé et fragmenté	diffuse	forte	faible
Jura	Jura	Linéaire dominant	proche des cours d'eau	forte	diffuse
Jura	Neuchâtel	Mixte : diffus, fragmenté et ponctuellement linéaire	polycentrique	faible	localisée

Tableau 3 : Résumé des résultats principaux, réalisé par Dania Gerber (2026)

Discussion

6. RÉPONSE AUX QUESTIONS DE RECHERCHE

L'évaluation de la population exposée au danger élevé d'inondation en Suisse repose sur une approche spatiale combinant les cartes de danger et les données de répartition de la population. Cette méthode consiste à superposer, à l'aide d'outils SIG, les zones identifiées comme présentant un danger élevé d'inondation avec les données démographiques, afin d'identifier les secteurs où les populations et les zones à risque se recoupent. Cette démarche permet d'estimer de manière quantitative la population exposée, tout en mettant en évidence la dimension territoriale du risque. Dans ce cadre, le risque est défini de manière synthétique comme la combinaison d'un aléa ou d'un signal climatique, de l'exposition des enjeux humains et environnementaux et de leur vulnérabilité, l'ensemble s'inscrivant dans un contexte marqué par des incertitudes.

Les résultats montrent que l'effectif de population résidant dans les zones de danger élevé varie fortement selon les cantons étudiés. Toutefois, au-delà des valeurs absolues, c'est la proportion de population exposée qui apparaît comme l'indicateur le plus pertinent pour appréhender l'intensité du risque. Par exemple, bien que le canton de Zurich présente une population totale nettement supérieure à celle de Genève, la part de population exposée y est proportionnellement plus faible. À l'inverse, des cantons comme le Valais ou le Jura se distinguent par des proportions élevées de population exposée, en raison d'une forte proximité entre zones habitées et zones de danger élevé. Ces résultats confirment que l'exposition dépend avant tout de la localisation des populations par rapport aux zones de danger et non seulement du nombre total d'habitant.e.s.

Sur le plan méthodologique, l'estimation de l'exposition humaine repose principalement sur des analyses de superposition spatiale, complétées par des indicateurs tels que le taux d'exposition, la densité de population exposée et les classes d'exposition. Ces outils permettent de caractériser à la fois l'ampleur de l'exposition et sa distribution spatiale. Ainsi, certaines configurations territoriales se traduisent par une exposition diffuse, caractérisée par une dispersion des populations exposées sur de larges espaces, tandis que d'autres présentent une exposition concentrée, où un grand nombre d'individus est regroupé dans des zones à risque limitées. Cette distinction est essentielle pour comprendre les différences d'intensité potentielle des impacts en cas d'événement. Par ailleurs, des difficultés méthodologiques ont été rencontrées lors de la représentation cartographique des résultats au format A4. En effet, la présence de zones de danger étendues ou la grande taille de certains cantons tend parfois à réduire la lisibilité des cartes, en masquant ou en écrasant la représentation fine de la distribution de la population. Afin de pallier cette limite, une approche complémentaire a été développée, reposant sur l'agrégation de la population, permettant de mieux restituer les dynamiques d'exposition à une échelle adaptée et d'améliorer l'interprétation des résultats cartographiques.

Par ailleurs, l'analyse met en évidence que les zones situées en bordure des grands lacs, notamment dans les cantons du Plateau, sont généralement peu concernées par des zones de danger élevé d'inondation. Cette situation s'explique en grande partie par les importants aménagements hydrauliques réalisés sur ces espaces, tels que la régulation des niveaux d'eau et la stabilisation des rives qui ont permis de réduire significativement le risque d'inondation. Les deux principaux ouvrages de régulation actuellement en place sont le barrage du Seujet pour le lac Léman et celui du Platzspitz pour Zurich, qui permettent de contrôler le niveau des lacs respectifs et de réguler les débits des rivières associées. Toutefois, cette réduction ne signifie pas une absence totale de danger. Dans certains contextes, notamment lors de variations importantes du niveau des eaux, des zones lacustres peuvent encore présenter une exposition résiduelle, bien que plus localisée comme le long des rives du lac de Neuchâtel.

Dans l'ensemble, ces éléments confirment que l'évaluation de la population exposée au danger d'inondation ne peut être dissociée d'une analyse fine de la répartition spatiale des populations et des caractéristiques physiques du territoire. Le risque apparaît ainsi comme un phénomène fondamentalement spatial, dont l'intensité dépend moins de la seule présence de l'aléa que de la manière dont les sociétés occupent et organisent les espaces exposés.

Conclusion

7. CONCLUSION

Ce mémoire avait pour objectif d'analyser l'exposition de la population au danger élevé d'inondation en Suisse. L'objectif principal était d'identifier les zones de danger d'inondation avérés et élevés, puis d'estimer la population exposée en croisant ces informations avec des données spatiales de répartition des habitants.e.s. Cette démarche a permis de produire une lecture plus fine de l'exposition humaine aux inondations et de mettre en évidence les territoires ou les enjeux de vulnérabilité qui apparaissent comme les plus marqués.

Les analyses comparatives révèlent des configurations territoriales nettement contrastées à l'échelle nationale. Sur le Plateau, l'exposition est fortement corrélée à la coïncidence entre urbanisation et axes fluviaux, avec une opposition entre des situations de risque concentrée, comme dans le canton de Genève et des formes plus diffuses, notamment dans le canton de Zurich. Dans la région alpine, l'exposition est largement conditionnée par la topographie et se concentre dans les vallées, tandis que la région du Jura présente une organisation intermédiaire, structurée par ses vallées encaissées. De manière générale, les zones de danger se concentrent principalement le long des cours d'eau. C'est donc dans ces espaces que les interactions entre les dynamiques hydrologiques et les occupations humaines sont les plus marquées. À l'inverse, les zones situées en bordure des lacs apparaissent globalement moins exposées aux dangers élevés d'inondation, en raison d'aménagements hydrauliques importants, même si des risques résiduels persistent localement.

Dans ce contexte, le danger d'inondation en Suisse apparaît comme un phénomène fondamentalement spatial, résultant de l'interaction entre les dynamiques naturelles et l'organisation du territoire. Les résultats soulignent ainsi l'importance d'intégrer la répartition spatiale de la population dans les stratégies de gestion et de prévention des risques.

L'analyse quantitative met également en évidence des contrastes significatifs entre cantons. Le Valais présente la plus forte proportion de population exposée (23.8 %), confirmant une forte concentration de zones de danger, tandis que le canton de Zurich, malgré son poids démographique important, présente une exposition proportionnellement faible (2.7 %). Le Jura, bien que peu peuplé, affiche néanmoins une part non négligeable de population exposée (17.4 %). Globalement, les cantons alpins et le canton du Jura apparaissent comme les plus exposés en proportion alors que les cantons du Plateau et celui de Neuchâtel, présentent des niveaux d'exposition plus faibles.

Ces résultats doivent toutefois être interprétés en ayant conscience de plusieurs limites. Toute d'abord, les comparaisons entre cantons sont parfois délicates en raison des différences de taille, de topographie et d'organisation territoriale, qui peuvent influencer les résultats malgré leur appartenance à des ensembles régionaux similaires. Enfin, l'exposition est estimée à partir de données statiques, alors que le risque d'inondation est par nature dynamique. Les mobilités quotidiennes de la population (travail, tourisme, déplacement) ne sont pas prises en compte, ce qui peut conduire à une simplification de la réalité de l'exposition. De plus, l'analyse ne distingue pas les différents niveaux d'exposition individuelle, lesquels dépendent notamment de la hauteur d'eau, de la vitesse des crues ou encore la durée des inondations. Enfin, la dimension de la vulnérabilité sociale (âge, revenu...) n'est pas intégrée, ce qui limite la compréhension des inégalités face au risque. Plus largement, le caractère évolutif du risque, notamment sous l'effet du changement climatique et des évolutions hydrologiques, n'est pas pleinement pris en compte par une approche essentiellement statique.

Ces limites ouvrent plusieurs perspectives de recherche. Il serait pertinent d'approfondir les analyses en intégrant d'autres dimensions, notamment économiques (assurances, valeurs immobilières, coûts des dommages...) ou physique (caractéristiques des bâtiments, niveaux de protection, besoin de rénovation). Une amélioration des modèles de gestion du risque pourrait également passer par

l'intégration de scénarios d'adaptation et de politique de prévention. Par ailleurs, l'extension de l'analyse à l'ensemble des cantons permettrait de renforcer la comparaison nationale, tandis qu'un affinement à l'échelle communale offrirait une compréhension plus précise des mécanismes locaux d'exposition et de vulnérabilité.

Glossaire

GLOSSAIRE

A

affluent: cours d'eau qui se jette dans un autre (Larousse, s. d.)

aléa: Un aléa désigne la possibilité, plus ou moins incertaine, qu'un phénomène naturel ou technologique d'intensité variable se produise en un lieu donné au cours d'une période donnée (Centre d'expertise scientifique sur le multirisque, s. d.)

B

bassin versant: zone géographique où toutes les eaux de pluies ou de fonte s'écoulent vers un même point de sortie (rivière, lac ou mer). Sa limite, appelé ligne de partage des eaux, sépare les bassins voisins (Tabarly et al., 2025)

D

danger : Le danger est défini comme la survenue potentielle d'un événement ou d'une tendance physique susceptible d'entraîner des pertes en vies humaines, des atteintes à la santé, ainsi que des dommages et des pertes affectant les biens et les infrastructures.

E

exposition au risque: L'exposition au risque est définie comme la présence et à la répartition des personnes, des biens et des activités dans les zones susceptibles d'être affectées par des aléas climatiques.

I

inondation: Toute forme de submersion de terrains ou de bâtiments par l'eau

R

risque: Le risque est défini comme la combinaison d'un aléa ou d'un signal climatique, de l'exposition d'enjeux humains et environnementaux et de leur vulnérabilité, le tout inscrit dans un cadre marqué d'incertitudes

S

signal climatique: Le signal climatique est désigné comme une variation observable et quantifiable d'un paramètre climatique (ex : température), qui traduit l'effet actuel et les changements futurs du climat, tout en se démarquant de la variabilité naturelle ou aléatoire appelée « bruit » (Steinemann et al., 2025)

V

vulnérabilité: La vulnérabilité correspond à un état de fragilité c'est-à-dire la susceptibilité d'une personne, d'un groupe ou d'un bien à subir des dommages.

vulnérabilité biophysique: La susceptibilité d'un système ou d'une population aux impacts directs des aléas climatiques, évaluée selon l'exposition et l'intensité des chocs environnementaux.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

About Switzerland. (2021a). *Le Jura*. <https://www.aboutswitzerland.eda.admin.ch/fr/le-jura>

About Switzerland. (2021b). *Plateau*. <https://www.aboutswitzerland.eda.admin.ch/fr/plateau>

About Switzerland. (2024). *Les Alpes*. <https://www.aboutswitzerland.eda.admin.ch/fr/les-alpes>

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

Atlas hydrologique de la Suisse (HADES). (2004). Importance hydrologique de la région alpine européenne. In *Atlas hydrologique de la Suisse (HADES)*.

Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Péan, C. (avec Lee, H.). (2023). *Climate Change 2023 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (First, p. 1-34). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Canton de Genève. (2025). In *Wikipédia*. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canton_de_Gen%C3%A8ve&oldid=231407372

Canton de Neuchâtel. (2025). In *Wikipédia*. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canton_de_Neuch%C3%A2tel&oldid=231871116

Canton de Zurich. (2025). In *Wikipédia*. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canton_de_Zurich&oldid=228583145

Canton des Grisons. (2026). In *Wikipédia*. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canton_des_Grisons&oldid=232732971

Canton du Jura. (2026). In *Wikipédia*. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canton_du_Jura&oldid=233372176

Canton du Valais. (s.d.-a). *Cartes de danger*. SDANA. Consulté 17 mars 2026, à l'adresse <https://www.vs.ch/web/sdana/cartes-de-danger>

Canton du Valais. (s.d.-b). *Les crues du Rhône*. Rhône-new. Consulté 3 février 2026, à l'adresse <https://www.vs.ch/web/rhone/les-crues-du-rhone>

Canton du Valais. (2025). *Protection contre les crues du Rhône* (p. 17). <https://www.vs.ch/documents/529400/42595852/Lignes+directrices.pdf/5b129632-55e3-dd5d-81a0-2891f1b1142d?t=1759999201022&v=1.0>

Canton du Valais. (2026). In *Wikipédia*. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canton_du_Valais&oldid=232039836

Centre d'expertise scientifique sur le multirisque. (s. d.). *Aléa, vulnérabilité, résilience et risque*. Consulté 29 janvier 2026, à l'adresse <https://multirisques.univ-rouen.fr/le-multirisques/alea-vulnerabilite-resilience-risque/>

Closset, M., Feindouno, S., Guillaumont, P., & Simonet, C. (2018). A Physical Vulnerability to Climate Change Index : Which are the most vulnerable developing countries? *Fondation Pour Les Études et Recherches Sur Le Développement International*, (213).

Confédération Suisse. (2012). *Guide de lecture des cartes des dangers naturels gravitaires*.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>

Dictionnaire historique de la Suisse. (2006). *Correction des eaux*. hls-dhs-dss.ch. <https://hls-dhs-dss.ch/articles/007850/2006-12-11/>

Egli, H.-R. (2024). *Cartographie*. hls-dhs-dss.ch. <https://hls-dhs-dss.ch/articles/008258/2014-11-26/>

ETH Zurich. (s. d.). *Atlas de la Suisse*. Atlas de la Suisse. Consulté 18 mars 2026, à l'adresse <https://atlasderschweiz.ch/fr/>

Eurostat. (s. d.). *Statistical confidentiality*. Consulté 9 décembre 2025, à l'adresse <https://ec.europa.eu/eurostat/about-us/statistical-confidentiality?>

Garschagen, M., Hurlbert, M., Kreibiehl, S., Mach, K. J., Mintenbeck, K., O'Neill, B., Pathak, M., Pedace, R., Pörtner, H.-O., Poloczanska, E., Corradi, M. R., Sillmann, J., van Aalst, M., Viner, D., Jones, R., Ruane, A. C., & Ranasinghe, R. (2020). *The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report : A summary of cross-Working Group discussions*.

geodienste.ch. (2025a). *Cartes des dangers*. geodienste.ch. <https://www.geodienste.ch/?locale=fr>

geodienste.ch. (2025b). *Cartes des dangers* (Version 1.3.0) [Jeu de données]. https://www.geodienste.ch/downloads/gefahrenkarten?data_format=wms

GIZ & EURAC 2017. (s. d.). *Guide complémentaire sur la vulnérabilité : Le concept de risque* (p. 64). Deutsch Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Graubünden Tourism. (s. d.). *Geography*. Graubünden Tourism. Consulté 27 janvier 2026, à l'adresse <https://www.graubuenden.ch/en/graubuenden/general-information/geography>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate Change 2022 : Impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability : Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Larousse, É. (s. d.). *Définitions : Affluent - Dictionnaire de français Larousse*. Consulté 23 avril 2026, à l'adresse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/affluent/1500>

Meuriot, P. (s. d.). La population de la Suisse en 1900. *Journal de la société statistique de Paris*, 225-229.

Munz, L., Mosimann, M., Kauzlaric, M., Martius, O., & Zischg, A. P. (2024). Storylines of extreme precipitation events and flood impacts in alpine and pre-alpine environments under various global warming levels. *Science of The Total Environment*, 957, 14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177791>

Office fédéral de la statistique (OFS). (s. d.-a). *Effectif et évolution*. Consulté 18 mars 2026, à l'adresse <https://www.bfs.admin.ch/content/bfs/fr/home/statistiques/population/effectif-evolution.html>

Office fédéral de la statistique (OFS). (s. d.-b). *GEOSTAT*. Consulté 18 mars 2026, à l'adresse <https://www.bfs.admin.ch/content/bfs/fr/home/services/geostat.html>

Office fédéral de la statistique (OFS). (s. d.-c). *Population et ménages depuis 2010*. Consulté 9 décembre 2025, à l'adresse https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/services/geostat/geodonnees-statistique-federale/batiments-logements-menages-personnes/population-menages-depuis-2010.html#geodaten_statpop__content_bfs_fr_home_dienstleistungen_geostat_geodaten-bundesstatistik_gebaeude-wohnungen-haushalte-personen_bevoelkerung-haushalte-ab-2010_jcr_content_par_tabs

Office fédéral de la statistique (OFS). (2024). *Géométries de base ThemaKart—Set 2024 (Version 2024)* [Jeu de données]. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/30566934>

Office fédéral de la statistique (OFS). (2025). *Statistique de la population et ménages (STATPOP), géodonnées 2024* [Jeu de données]. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/36171301>

Office fédéral de l'environnement. (s. d.). *Thème Dangers naturels*. Consulté 4 février 2026, à l'adresse <https://www.bafu.admin.ch/fr/dangers-naturels>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (s. d.-a). *Carte de vigilance crues*. Consulté 4 février 2026, à l'adresse <https://www.hydrodaten.admin.ch/fr/hochwasserkarte>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (s. d.-b). *Hydrologie Suisse*. Consulté 23 avril 2026, à l'adresse <https://www.hydrodaten.admin.ch/fr/hydrologie-schweiz?>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2015). *Qu'indiquent les cartes de dangers ?*

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2018a). *Revitalisation*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/revitalisation>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2018b). *Une nouvelle carte de l'aléa ruissellement pour combler les lacunes en matière de protection contre les inondations*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/nsb?id=71426>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2020). *Régulation du lac de Zurich*.

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2023a). *Déterminer et évaluer les risques*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/determiner-et-evaluer-les-risques>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2023b). *Retour succinct sur l'histoire des dangers naturels en Suisse*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/retour-succinct-sur-lhistoire-des-dangers-naturels-en-suisse>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2024a). *Bassins versants des eaux suisses*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/bassins-versants-des-eaux-suissees?>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2024b). *Dangers naturels et changements climatiques*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/changement-climatique-les-phenomenes-extremes-sont-ils-la-nouvelle-norme>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2025a). *Cartes de dangers, cartes d'intensité et cartes indicatives des dangers*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/cartes-dangers>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2025b). *Zones alluviales*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/zones-alluviales?>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2026a). *Aperçu des géodonnées dans le domaine des eaux*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/geodonnees-eaux>

Office fédéral de l'environnement (OFEV). (2026b). *Dangers naturels : Cartes*. <https://www.bafu.admin.ch/fr/dangers-naturels-cartes?>

- Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse.** (2024). *Période de retour*. <https://www.meteosuisse.admin.ch/portrait/meteosuisse-blog/fr/2024/07/periode-de-retour.html>
- Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo).** (2024). *Carte Siegfried*. <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/carte-siegfried>
- Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo).** (2025a). *swissBOUNDARIES3D* (Versions 2025-01) [Jeu de données]. <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/modele-du-territoire-swissboundaries3d>
- Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo).** (2025b). *swissBOUNDARIES3D*. Office fédéral de topographie swisstopo. <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/modele-du-territoire-swissboundaries3d?utm>
- Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo).** (2026). *swissBOUNDARIES3D* (Versions 2026-01) [Jeu de données]. <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/modele-du-territoire-swissboundaries3d>
- Olivier, J.-M., Dole-Olivier, M.-J., Amoros, C., Carrel, G., Malard, F., Lamoureux, N., & Bravard, J.-P.** (2009). The Rhône River Basin. In *Rivers of Europe*. Academic Press.
- Pasquier, J.-B., & Mayoraz, R.** (2025). *Chaque étape de l'analyse demande une part d'interprétation et d'expérience."*
- Peleg, N., Koukoulou, M., Rajczak, J., Kotlarski, S., Dallan, E., & Marra, F.** (2025). Hotter summers, heavier showers : Global warming and its impact on Swiss short-duration rainfall extremes. *Weather and Climate Extremes*, 50, 12. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2025.100829>
- Perrenoud, A.** (2011). *Démographie*. hls-dhs-dss.ch. <https://hls-dhs-dss.ch/articles/008261/2011-03-02/>
- Piguet, E.** (2014). Regional Perspectives on Migration, the Environment and Climate Change. In *People on the Move in a Changing Climate*. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6985-4_1
- PLANAT.** (2025). *Ruissellement—Un danger sous-estimé*. Plate-forme nationale « Danger naturels ». <https://www.planat.ch/fr/naturgefahren/-risiken/ruissellement>
- Préposé fédéral à la protection des données et à la transparence (PFPDT).** (s. d.). *Recherche (hors domaine de la santé) et protection des données*. Consulté 9 décembre 2025, à l'adresse <https://www.edoeb.admin.ch/fr/recherche-et-protection-des-donnees>
- Protection contre les dangers naturels.** (s. d.-a). *Crues et ruissellement de surface*. Protection dangers naturels. Consulté 19 mars 2026, à l'adresse <https://www.protection-dangers-naturels.ch/eau.html>

Protection contre les dangers naturels. (s. d.-b). *Pluies intenses et ruissellement de surface*. Protection contre les dangers naturels. Consulté 27 janvier 2026, à l'adresse <https://www.protection-dangers-naturels.ch/specialiste/dangers-naturels/pluies.html>

QGIS Development Team. (2026). *QGIS* (Version 3.44.7) [Logiciel]. <https://qgis.org/>

Quenault, B. (2015). La vulnérabilité, un concept central de l'analyse des risques urbains en lien avec le changement climatique. *Les Annales de la recherche urbaine*, 110(1), 138-151. <https://doi.org/10.3406/aru.2015.3175>

République et Canton de Genève. (s. d.-a). *Gestion des dangers naturels risques liés aux crues*.

République et Canton de Genève. (s. d.-b). *La gestion des niveaux du lac*. ge.ch. Consulté 22 mai 2026, à l'adresse <https://www.ge.ch/node/12472>

République et Canton de Genève. (2025). *Informations statistiques*. (2).

République et Canton de Neuchâtel. (s. d.-a). *Eaux*. Consulté 8 mai 2026, à l'adresse <https://www.ne.ch/themes/energie-et-environnement/environnement/eaux>

République et Canton de Neuchâtel. (s. d.-b). *Population*. Consulté 25 février 2026, à l'adresse <https://www.ne.ch:443/autorites/DFS/STAT/population/Pages/accueil.aspx>

République et Canton de Neuchâtel. (2025). *Revitalisation de l'embouchure de l'Areuse et aménagement d'un nouveau tronçon du sentier du lac—République et canton de Neuchâtel*. <https://www.ne.ch:443/medias/Pages/251106-revitalisation-embouchure-Areuse.aspx>

République et Canton du Jura. (s. d.-a). *Cours d'eau*. Consulté 25 février 2026, à l'adresse <https://www.jura.ch/fr/Autorites/Administration/DEC/ENV/Eaux/Cours-d-eau/Cours-d-eau.html>

République et Canton du Jura. (s. d.-b). *Dangers hydrologiques*. Consulté 8 mai 2026, à l'adresse <https://www.jura.ch/fr/Autorites/Administration/DEC/ENV/Dangers-naturels/Dangers-hydrologiques/Dangers-hydrologiques.html>

République et Canton du Jura. (s. d.-c). *Le Jura, un canton au centre du réseau européen*. Consulté 30 avril 2026, à l'adresse <https://www.jura.ch/fr/Autorites/Administration/CHA/SIC/Jura-Portrait/Le-Jura-un-canton-au-centre-du-reseau-europeen.html>

RTS. (2025). *Les intempéries de 2024 ont été particulièrement dévastatrices et meurtrières en Suisse*. rts.ch. <https://www.rts.ch/info/environnement/2025/article/intemperies-en-suisse-13-morts-et-900-millions-de-degats-en-2024-29007467.html>

- Sanchis, T., & Messerli, P.** (1996). 2.5 Processus de concentration et de diffusion des activités dans l'espace alpin (Module 4). *Revue de géographie alpine*, 84(4), 35-41. <https://doi.org/10.3406/rga.1996.3954>
- Schädler, B., Blanc, P., & Volken, D.** (2012). *Impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau. Rapport de synthèse du projet « Changement climatique et hydrologie en Suisse » (CCHydro) (1217, p. 76) [Rapport de synthèse].* Office fédéral de l'environnement (OFEV).
- Steinemann, M., Willimann, C., & Füssler, J.** (2025). Analyse des risques climatiques en Suisse. *Office fédéral de l'environnement (OFEV)*, 1-76.
- Tabarly, S., Doceul, M.-C., & Bouron, J.-B.** (2025). Bassins versant. In *Géoinfluence*.
- Tuel, A., & Martius, O.** (2021). A climatology of sub-seasonal temporal clustering of extreme precipitation in Switzerland and its links to extreme discharge. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(10), 2949-2972. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-2949-2021>
- Ville de Gattineau.** (2020). Rapport d'analyse de risques et vulnérabilités. *Stratégie de gestion d'enjeux liés aux changements climatiques*.
- Walter, F.** (2019). Se protéger ou anticiper les risques naturels en Suisse aux XVIIIe et XIXe siècle. *Annales valaisannes*, 295-303.
- World Bank Group.** (s. d.). *Glossary*. Climate Change Knowledge Portal. Consulté 2 février 2026, à l'adresse <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/glossary>

Annexes

ANNEXES A : INTRODUCTION

ANNEXES A1 : CARTE DE SIEGFRIED

Extrait de la carte de Siegfried, 1881



Source : (Office fédéral de topographie swisstopo (swisstopo), 2024)

ANNEXES B : MÉTHODOLOGIE

ANNEXES B1 : STATISTIQUES POPULATION TOTALE ET EXPOSÉE AU RISQUE

B1.1. Statistiques de la population totale pour chaque canton

	Genève	Grisons	Jura	Neuchâtel	Valais	Zurich
Coefficient de Variation	1.61442	1.436568	1.224978	1.407723	1.44163	1.141754
Compte	7613	11916	5560	7044	19804	36353
Écart interquartile (EI)	69	17	15	28	19	56
Écart-type	112.4395674	24.33148	16.7908	36.21530579	27.40494	50.96088
Majorité (valeur la plus fréquente)	3	3	3	3	3	3
Minorité (valeur la plus rare)	209	114	61	135	135	244
Plage	4087	298	254	523	558	1454
Premier quartile	8	3	3	4	4	7

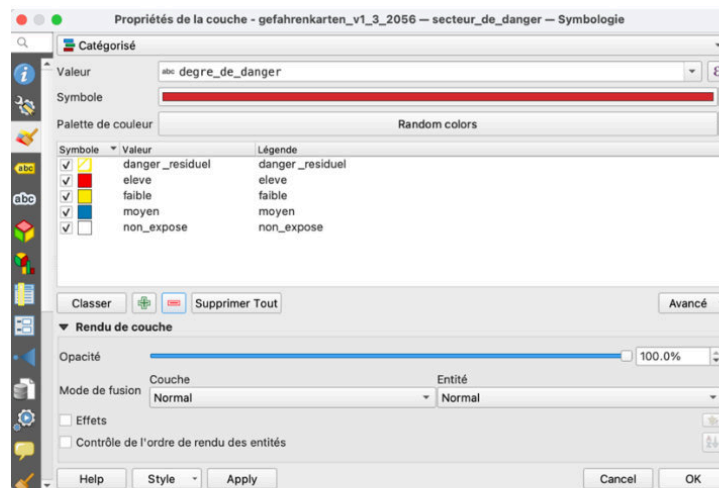
Somme	530223	201824	76211	181215	376468	1622574
Troisième quartile	77	20	18	32	23	63
Valeur maximale	4090	301	257	526	561	1457
Valeur médiane	26	8	8	11	9	28
Valeur minimale	3	3	3	3	3	3
Valeur moyenne	69.647051	16.93723	13.70701	25.72615	19.0097	44.63384
Valeurs non nulles (saisies)	7613	11916	5560	7044	19804	36353
Valeurs NULL (manquantes)	0	0	0	0	0	0
Valeurs uniques	489	193	123	208	226	364

B1.2. Statistiques population exposée au risque

	Genève	Grisons	Jura	Neuchâtel	Valais	Zurich
Coefficient de Variation	3.012971	1.306372	1.237676	1.315906	1.535573	1.111482
Compte	470	2818	853	431	5045	756
Écart interquartile (EI)	58	13	15	24.5	17	72
Écart-type	214.3889	17.6643	19.22387	31.01387	27.2768918	64.498322
Majorité (valeur la plus fréquente)	3	3	3	3	3	3
Minorité (valeur la plus rare)	37	58	41	34	80	49
Plage	4087	182	254	279	405	399
Premier quartile	6	3	4	4	3	10
Somme	33443	38104	13249	10158	89616	43870
Troisième quartile	64	16	19	28.5	20	82
Valeur maximale	4090	185	257	282	408	402
Valeur médiane	21	7	10	13	8	33
Valeur minimale	3	3	3	3	3	3
Valeur moyenne	71.15532	13.52165	15.53224	23.56845	17.76333	58.029101
Valeurs non nulles (saisies)	470	2818	853	431	5045	756
Valeurs NULL (manquantes)	0	0	0	0	0	0
Valeurs uniques	148	106	79	88	165	187

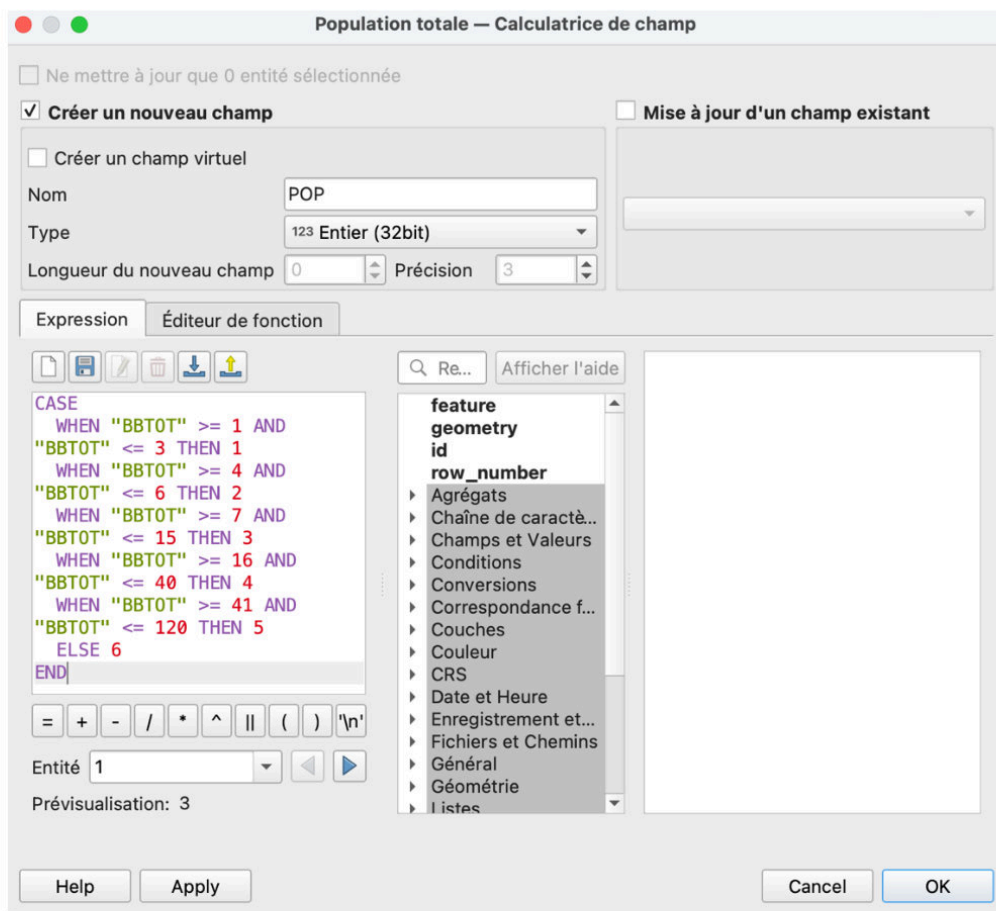
ANNEXES B2 : COLORIMÉTRIE DU DANGER SELON L'OFS

Capture d'écran de la propriété de la couche de la carte de danger qui illustre la catégorisation selon la colorimétrie de l'OFS



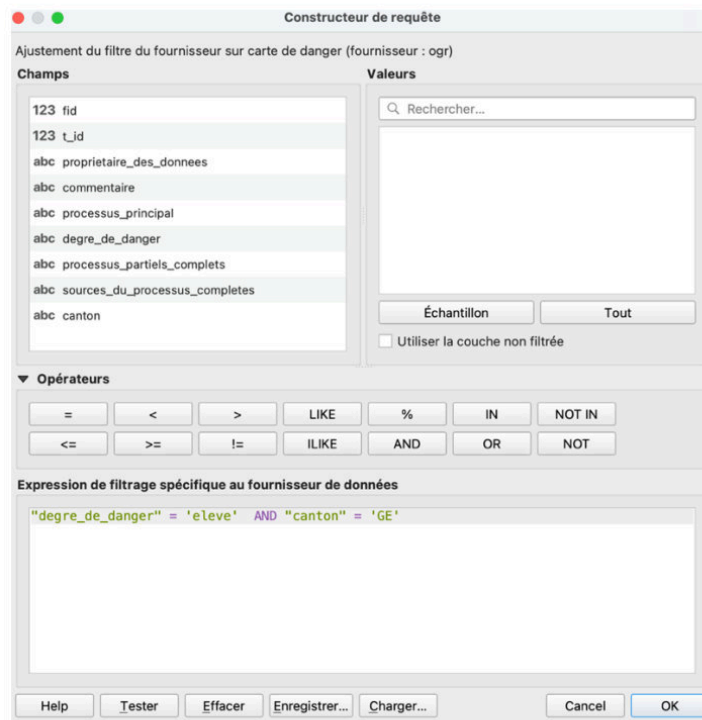
ANNEXES B3 : EXTRAIT DE LA CALCULATRICE DE CHAMPS

Codage de la création d'un nouveau champ qui catégorise la population en six catégories



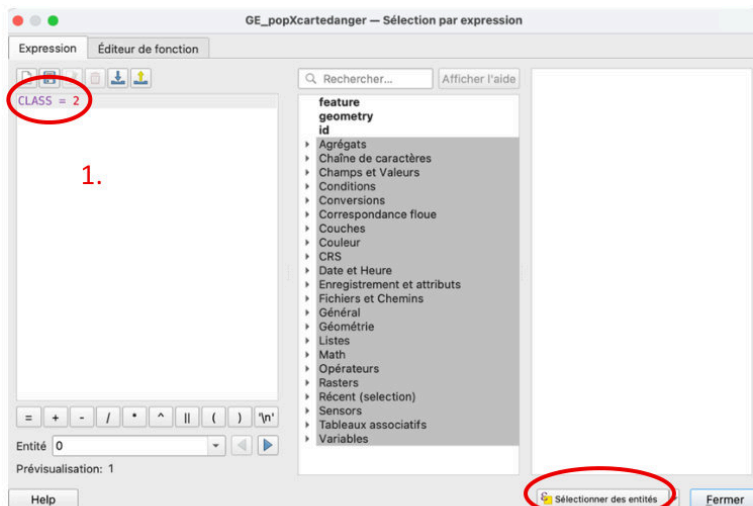
ANNEXES B4 : EXEMPLE DE FILTRE ATTRIBUÉ

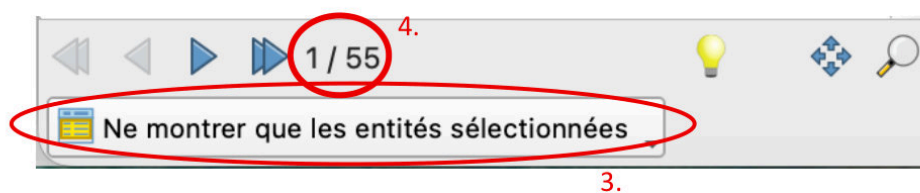
Capture d'écran du filtre illustrant le code de l'utilisation exclusive du degré de danger élevé dans le canton de Genève



ANNEXES B5 : PROCÉSSUS D'IDENTIFICATION DU NOMBRE DE PERSONNES

Processus d'identification du nombre de personnes se trouvant en zone de danger d'inondation élevée



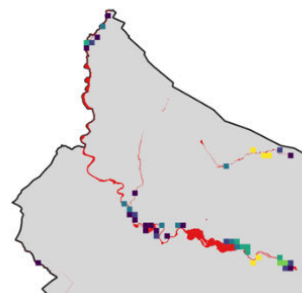
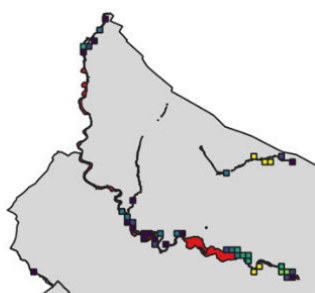


ANNEXES B6 : ILLUSTRATION DE L'ÉVOLUTION DES CONTOURS

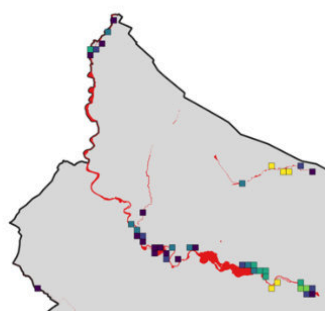
Évolution des traits de contours

Original

1^{ère} version



Version finale

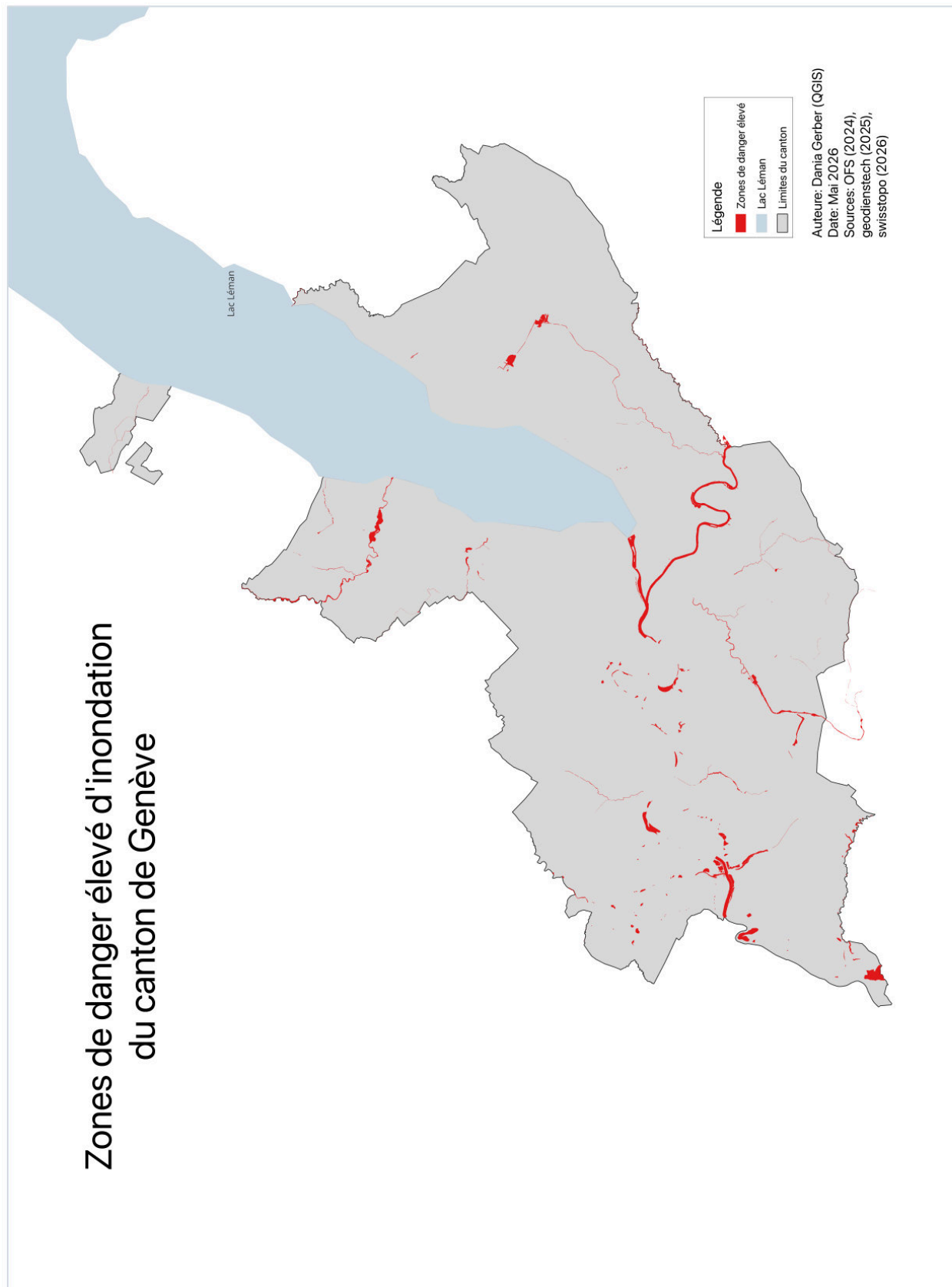


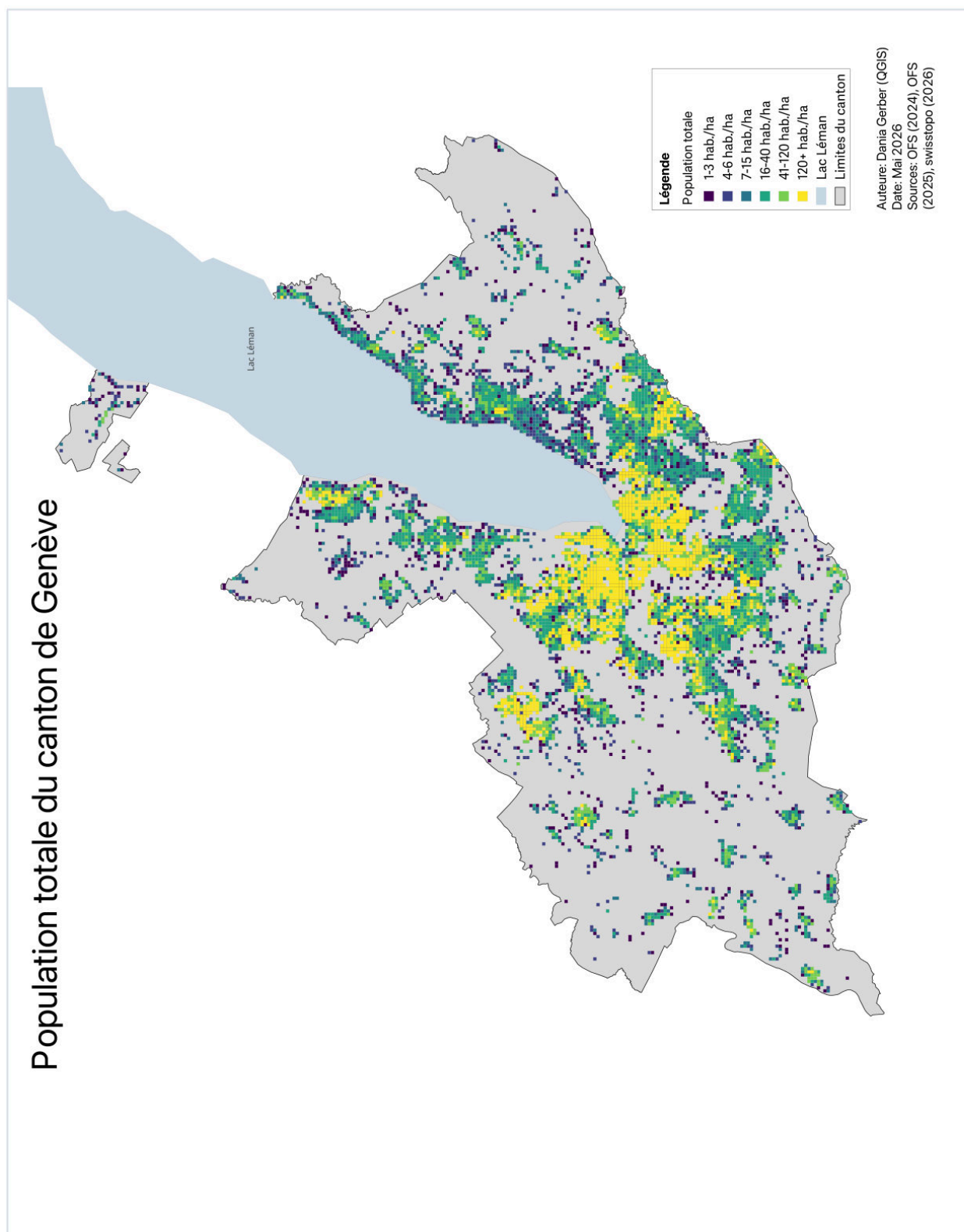
ANNEXES C : RÉSULTATS

ANNEXES C1 : CARTES SUPPLÉMENTAIRES

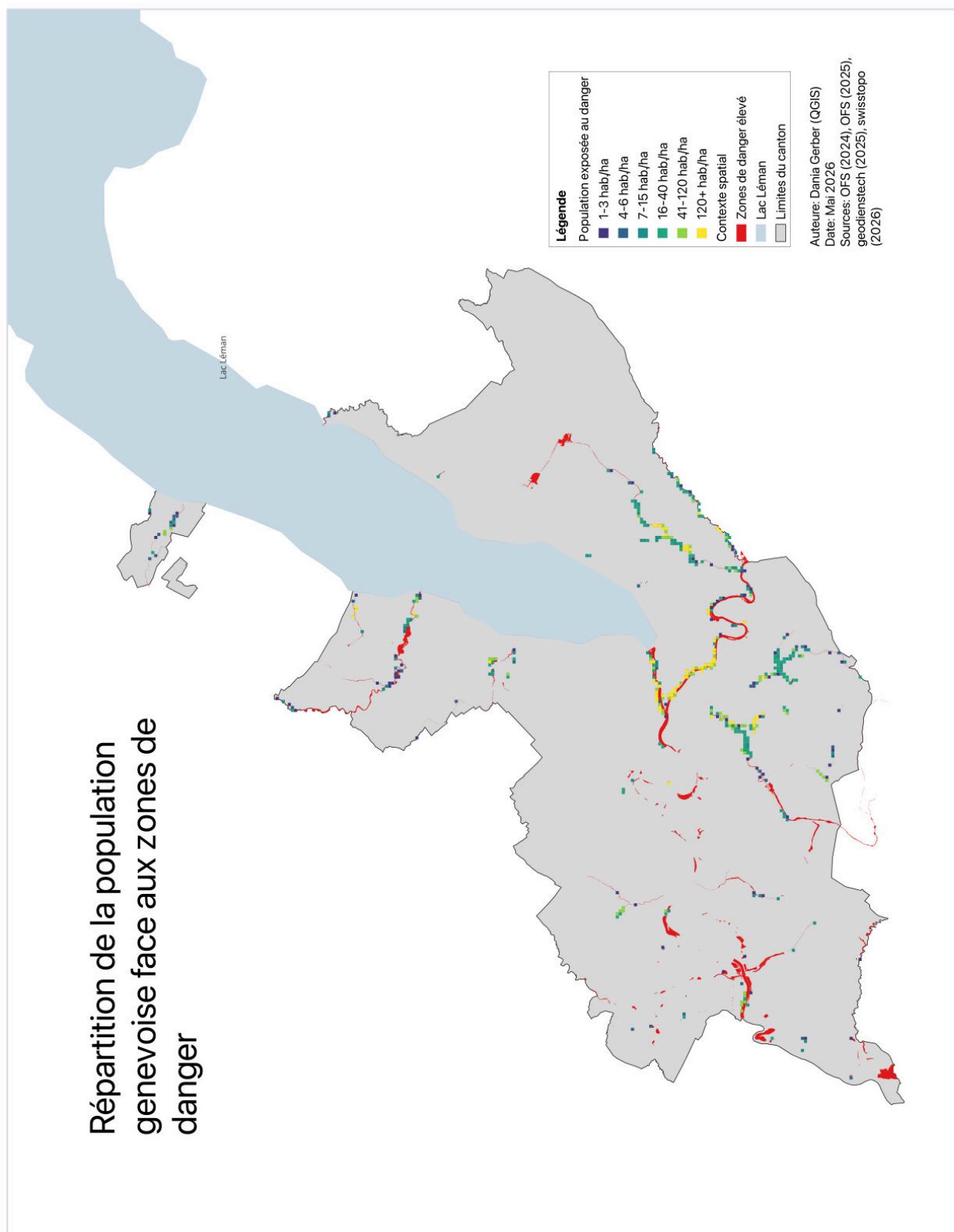
C1.1. Cartes pour le canton de Genève

C1.1.1. Agrandissement de la carte de danger

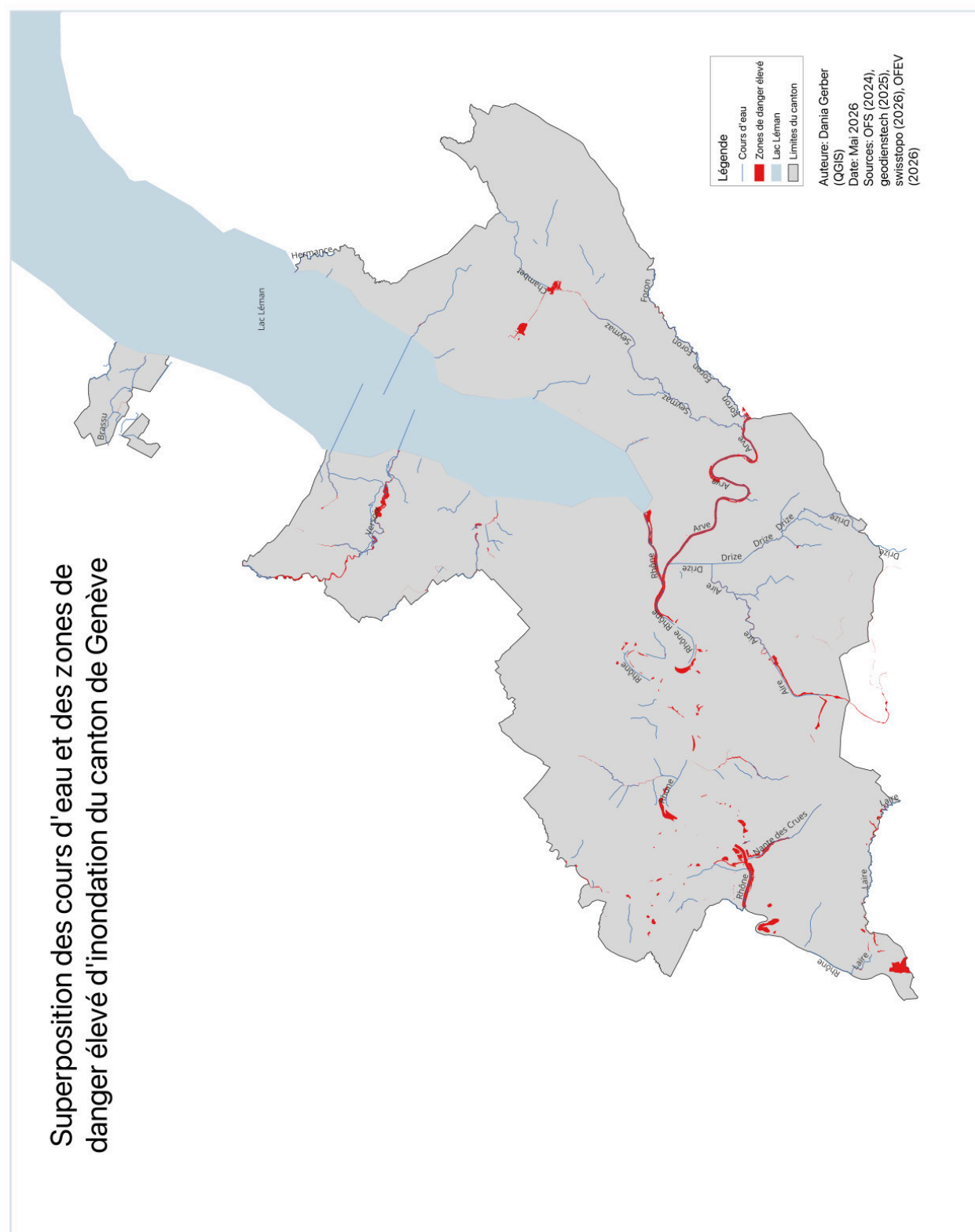


C1.1.2. Agrandissement de la carte de la population totale

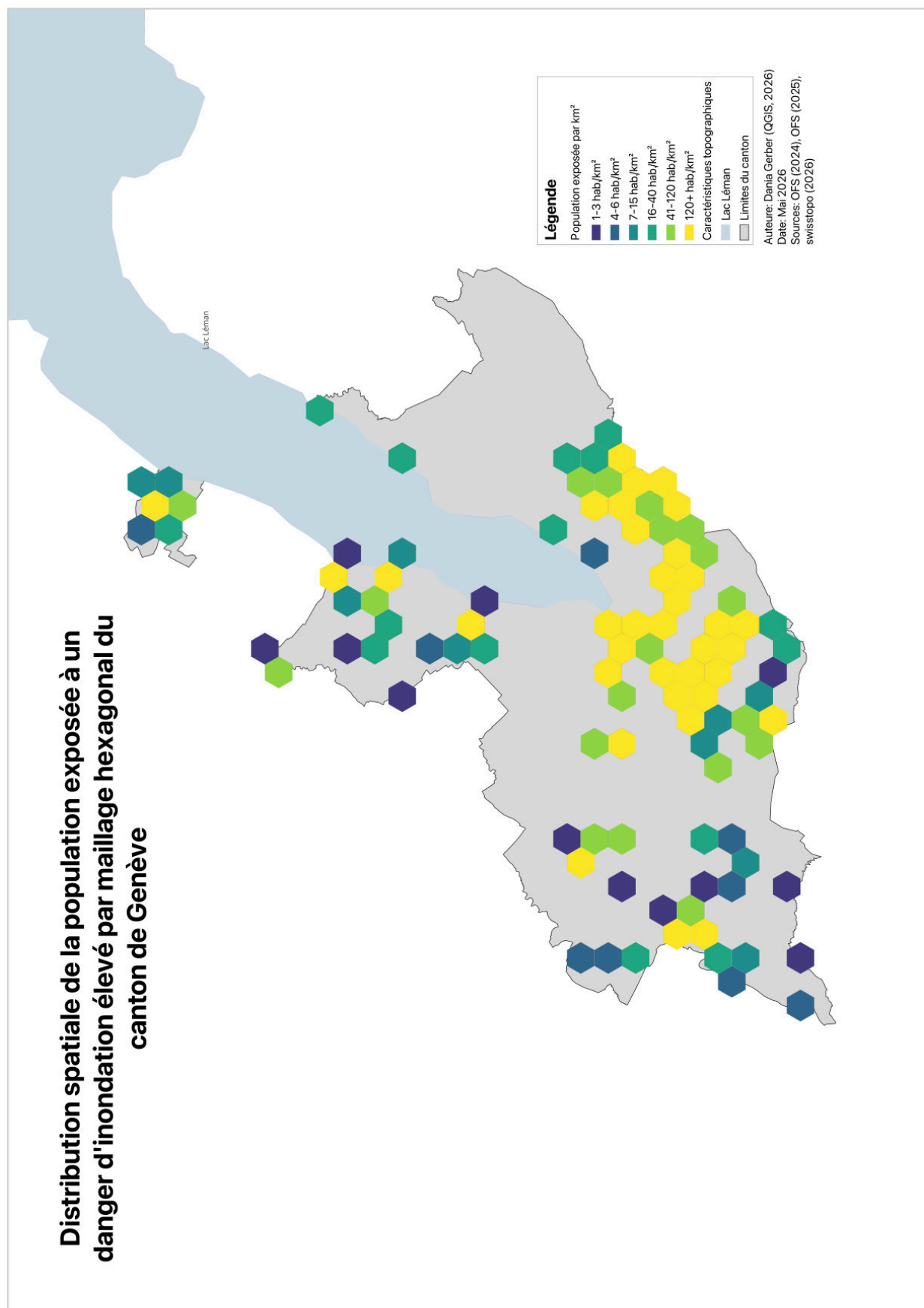
C1.1.3. Agrandissement de la carte de la superposition danger et population



C1.1.4. Carte de la superposition des cours d'eau et des zones de danger



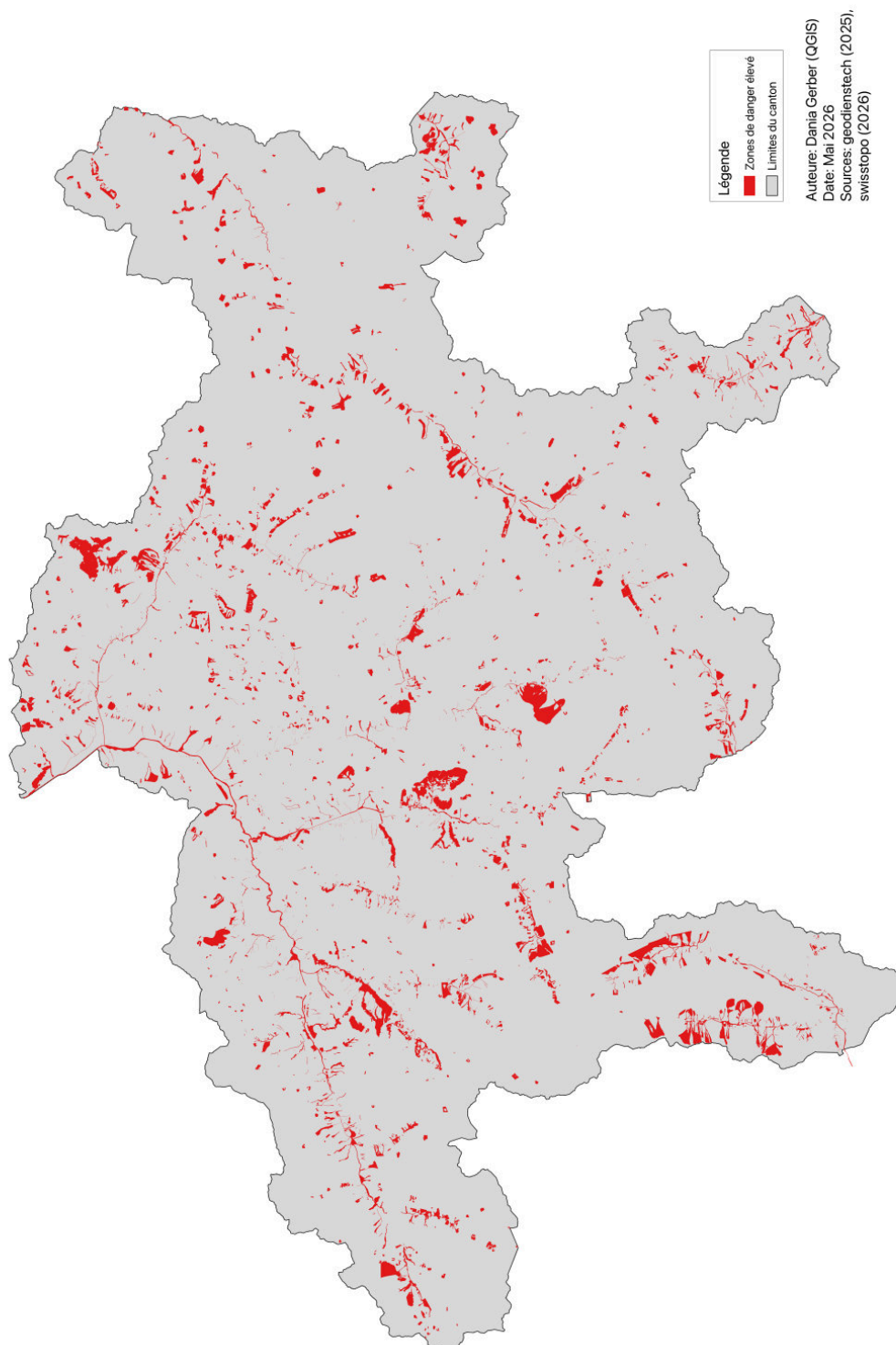
C1.1.5. Carte de la population exposée agrégée en hexagones de 1 km de diamètre



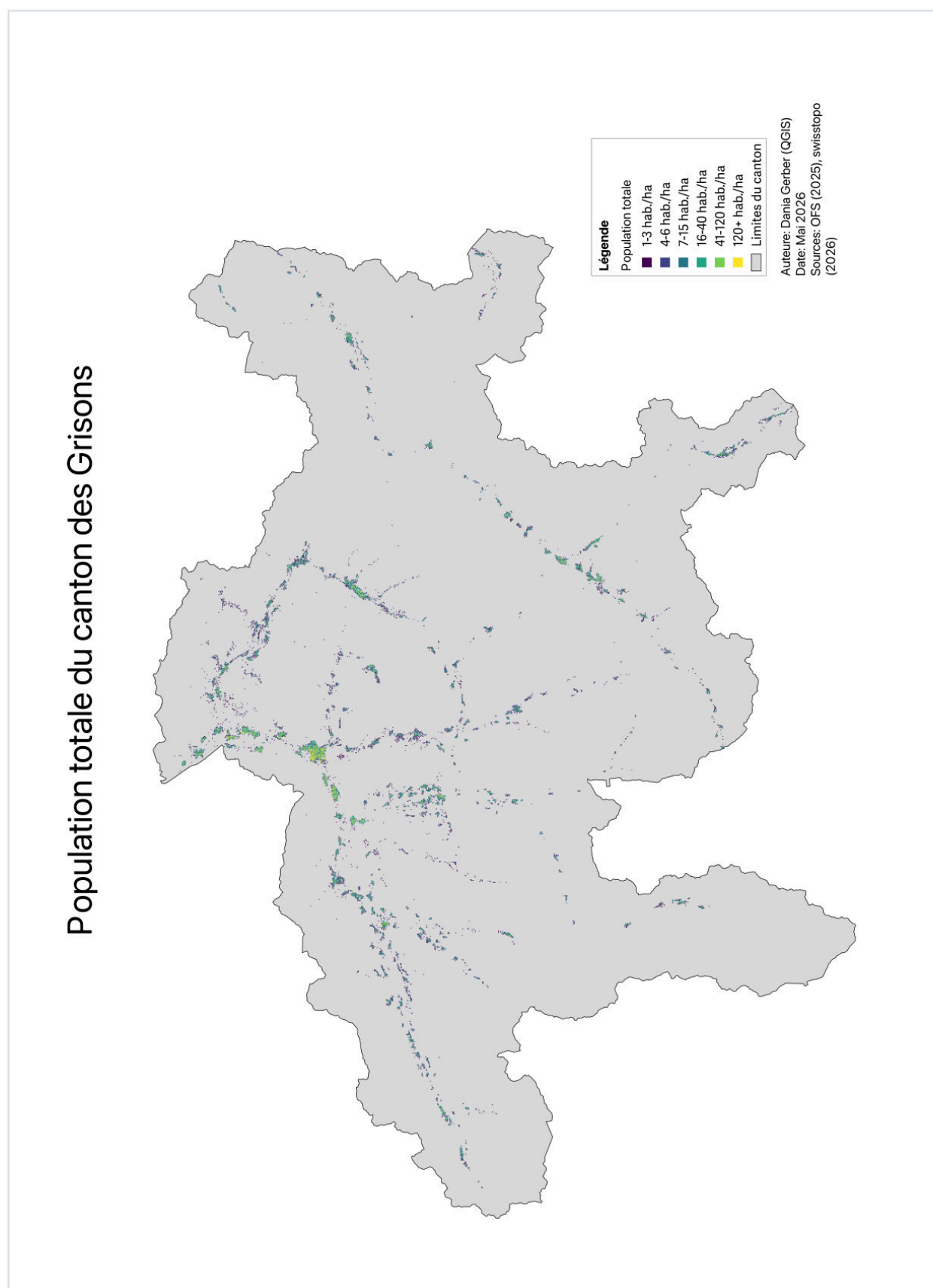
C1.2. Cartes pour le canton des Grisons

C1.2.1. Agrandissement de la carte de danger

Zones de danger élevé d'inondation du canton des Grisons

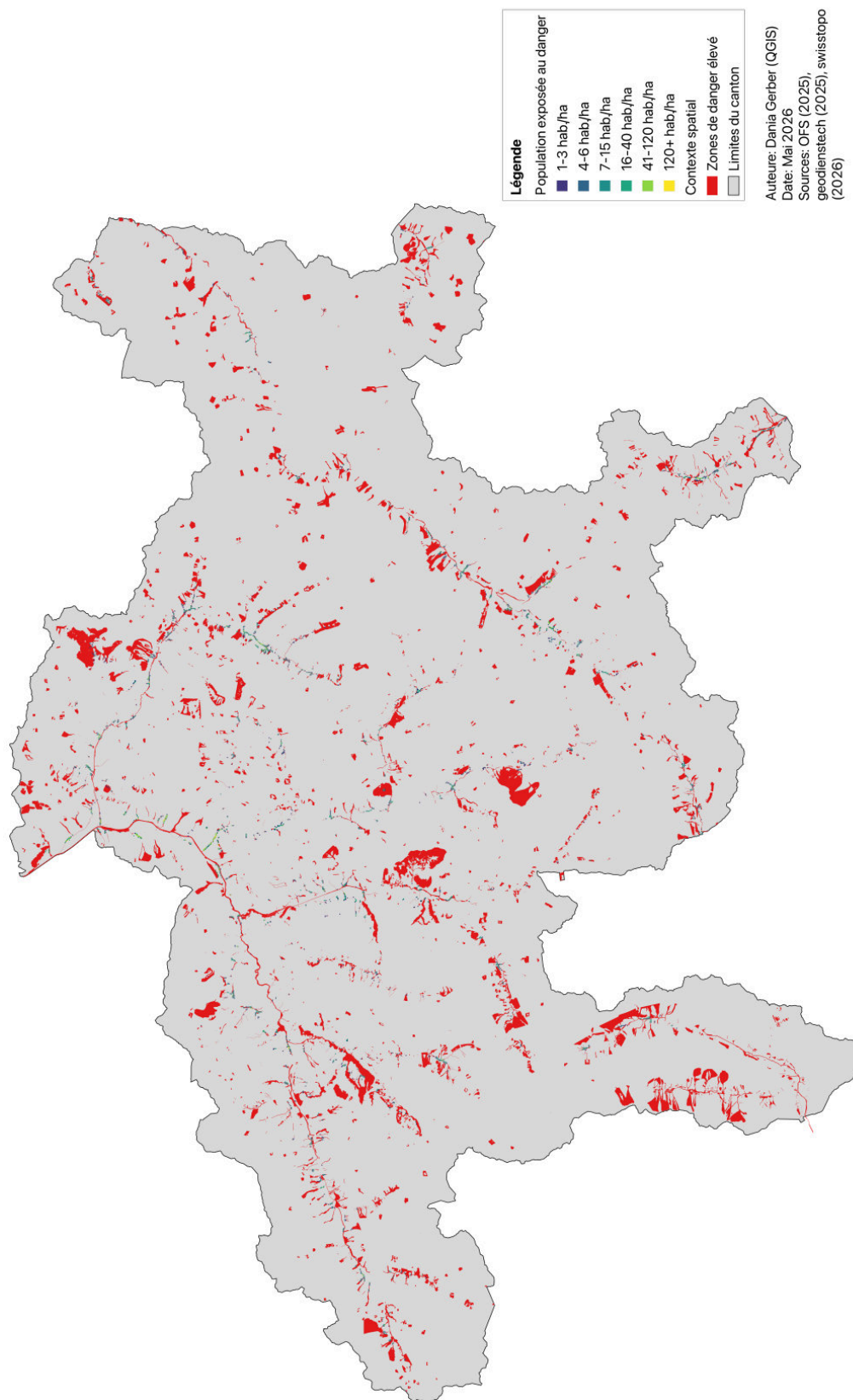


C1.2.2. Agrandissement de la carte de la population totale

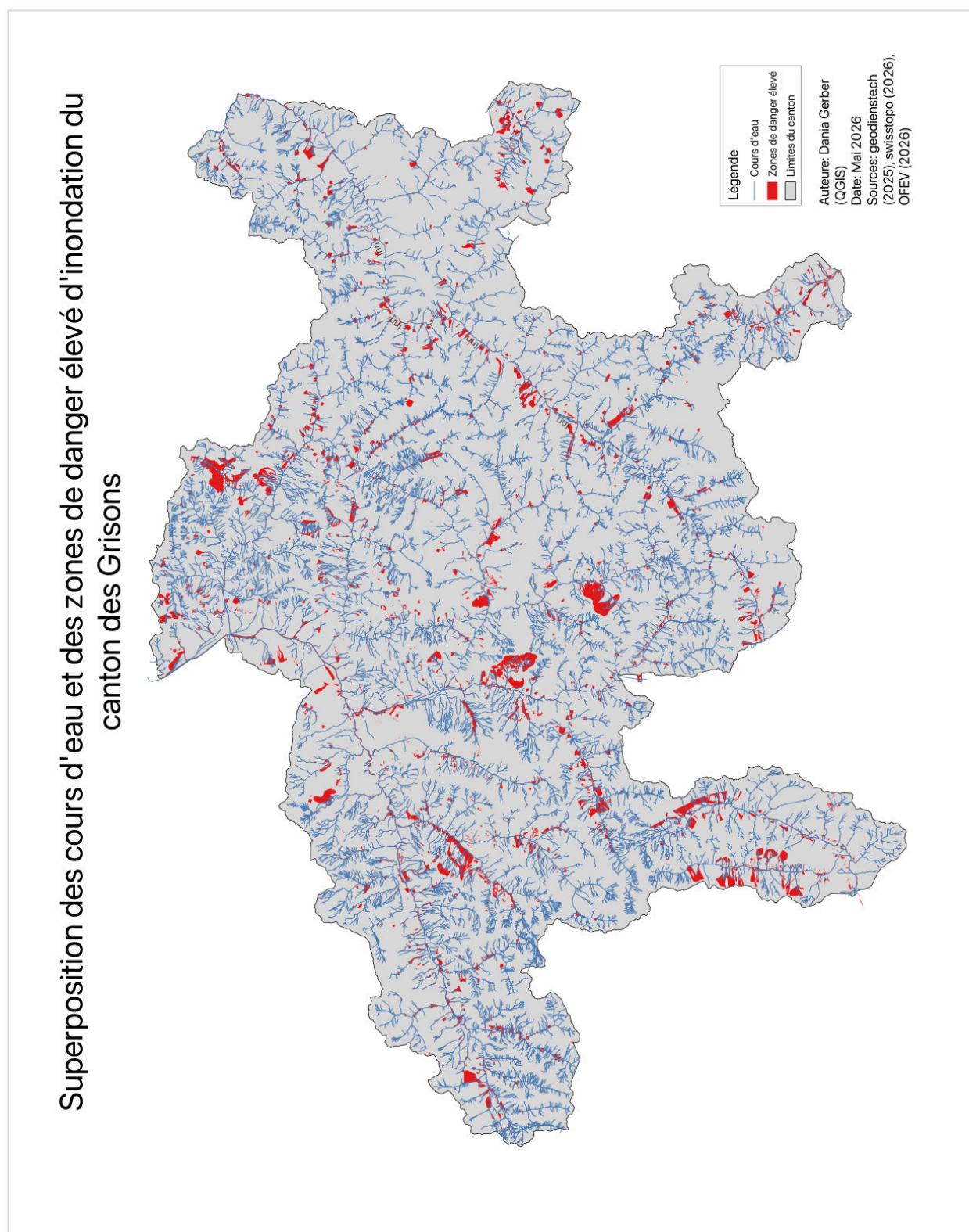


C1.2.3. Agrandissement de la carte de la superposition danger et population

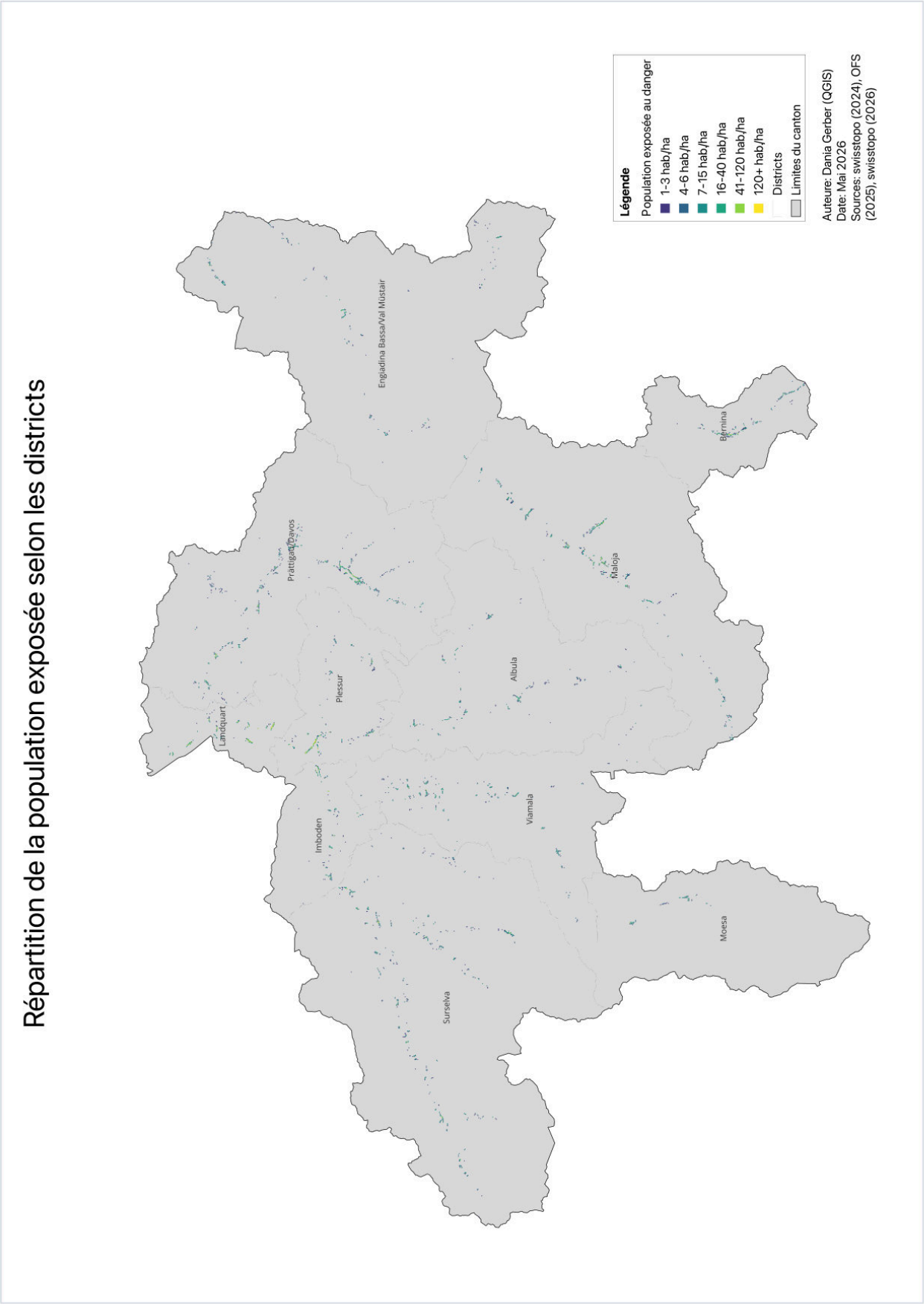
Répartition de la population grisonne face aux zones de danger

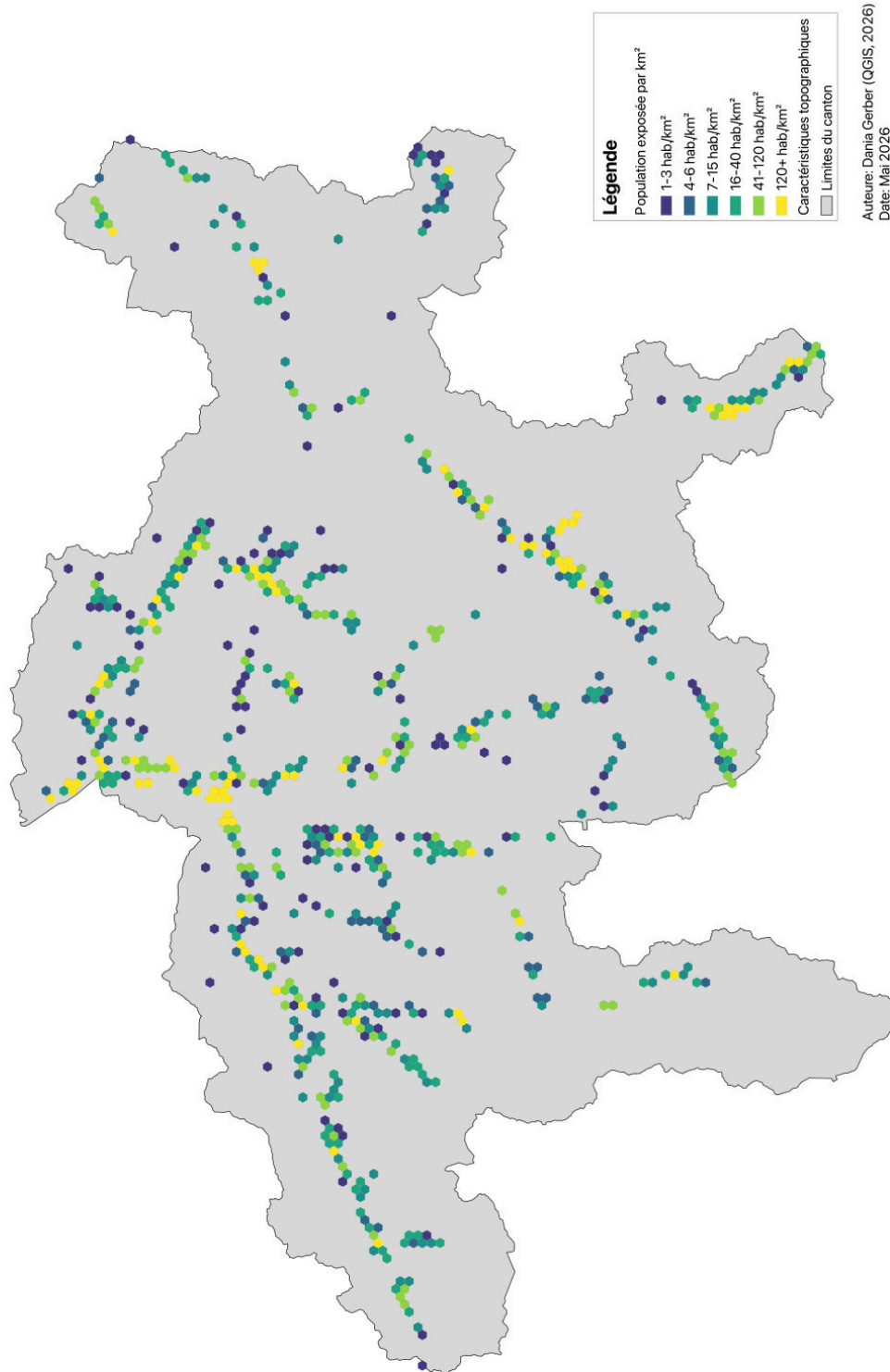


C1.2.4.1. Carte de la superposition des cours d'eau et des zones de danger



C1.2.5. Carte de la répartition de la population exposée selon les districts



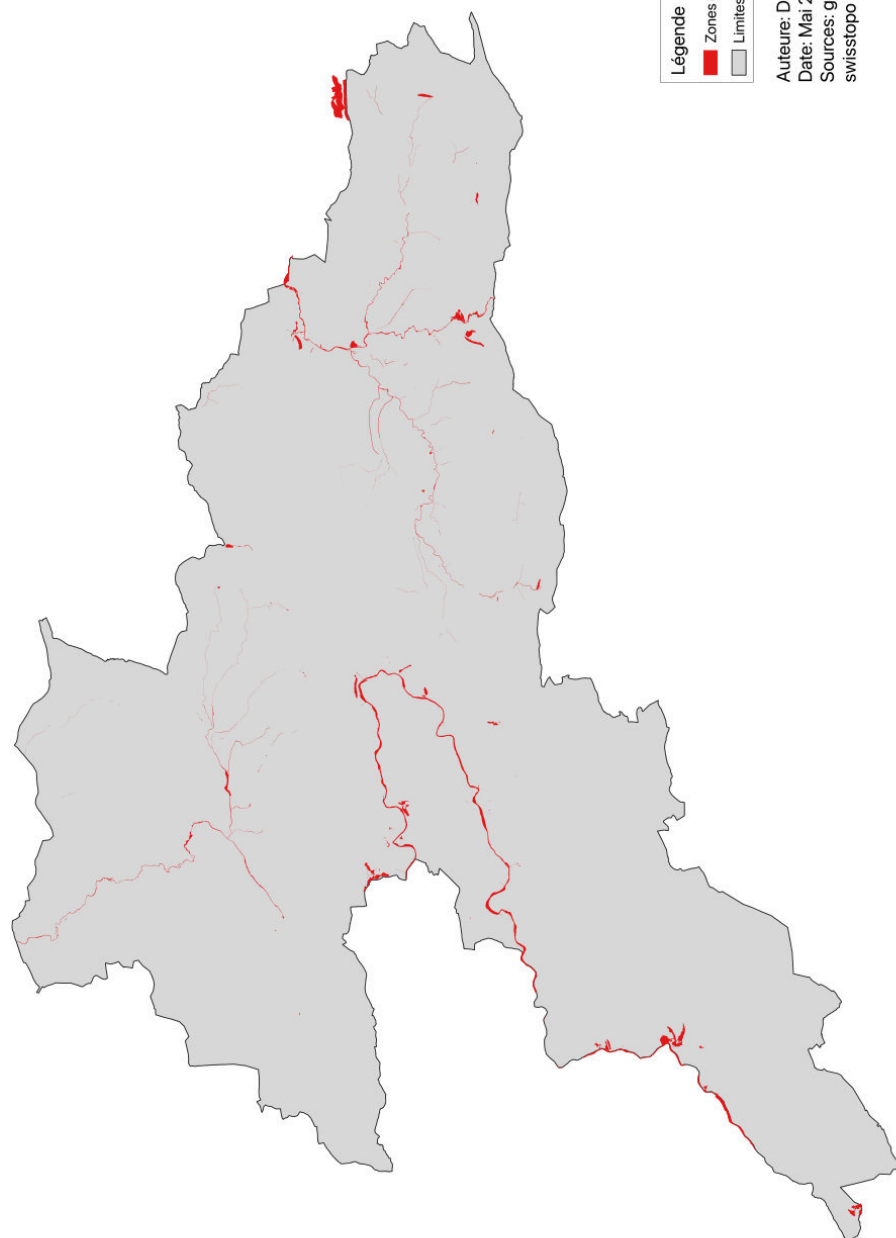
*C1.2.6. Carte de la population exposée agrégée en hexagones de 1 km de diamètre***Distribution spatiale de la population exposée à un danger d'inondation élevé par maillage hexagonal du canton des Grisons**

Auteur: Dania Gerber (QGIS, 2026)
Date: Mai 2026
Sources: OFS (2025), swisstopo (2026)

C1.3. Cartes pour le canton du Jura

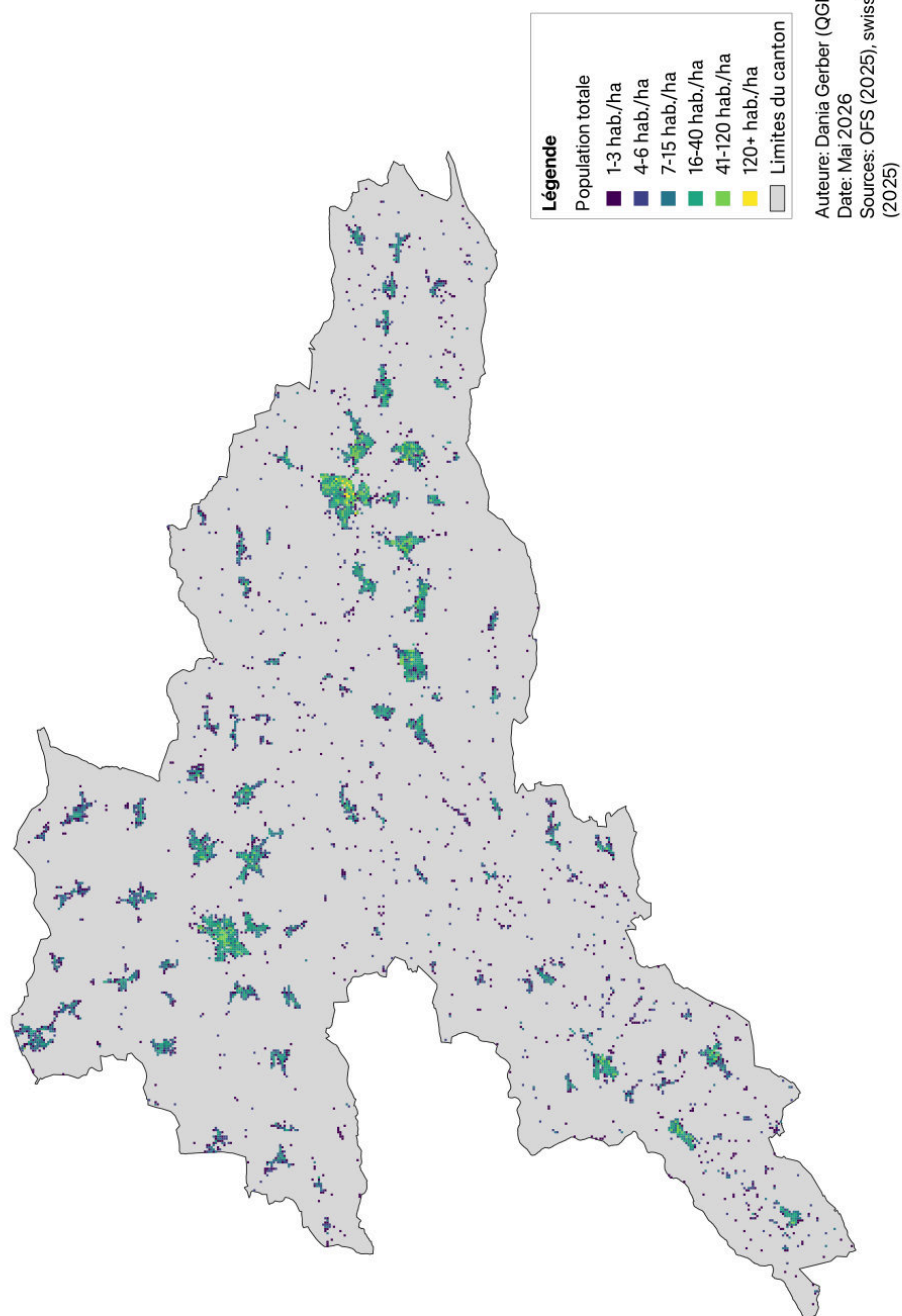
C1.3.1. Agrandissement de la carte de danger

Zones de danger élevé d'inondation du canton du Jura



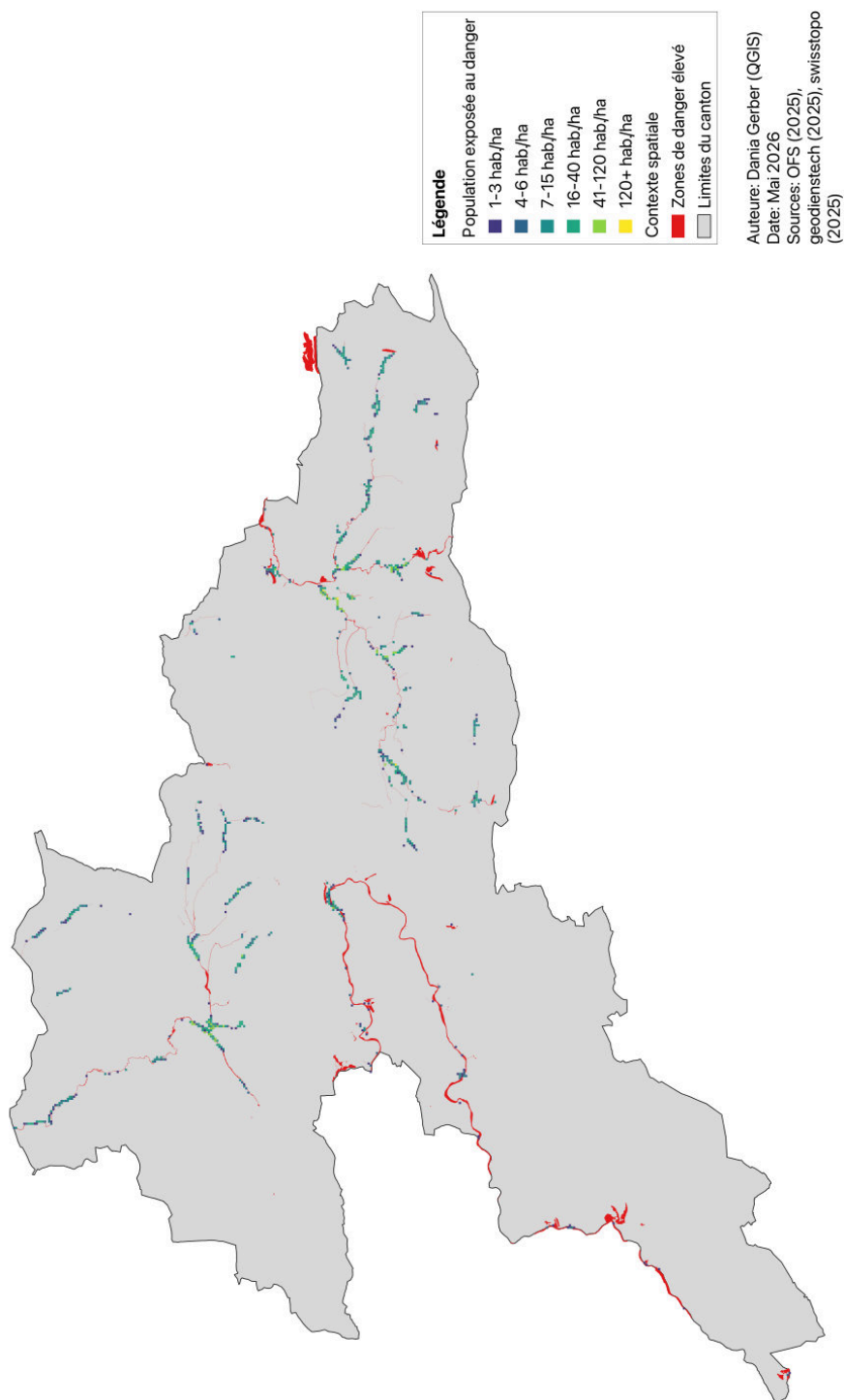
C1.3.2. Agrandissement de la carte des populations

Population totale du canton du Jura

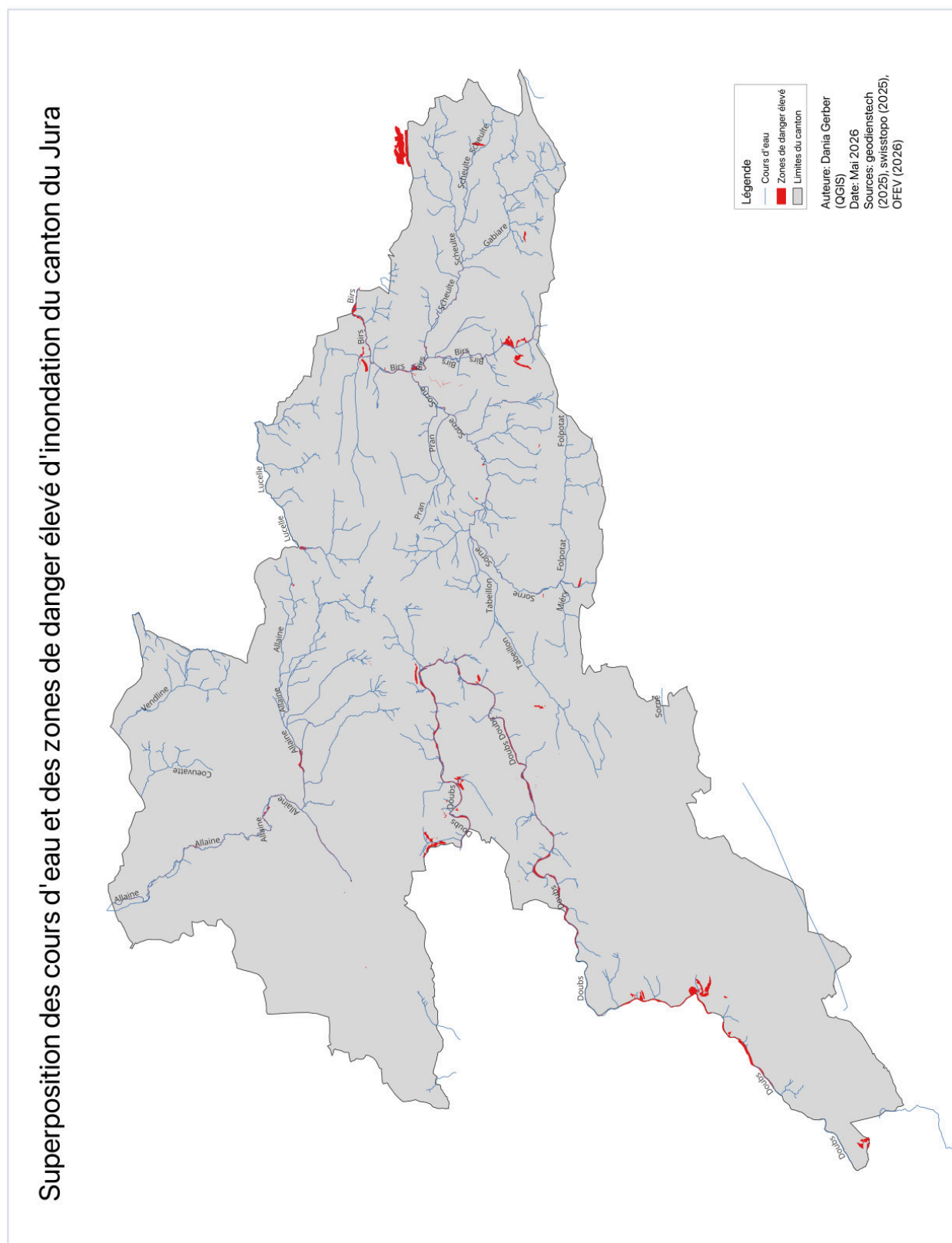


C1.3.3. Agrandissement de la carte de la superposition danger et population

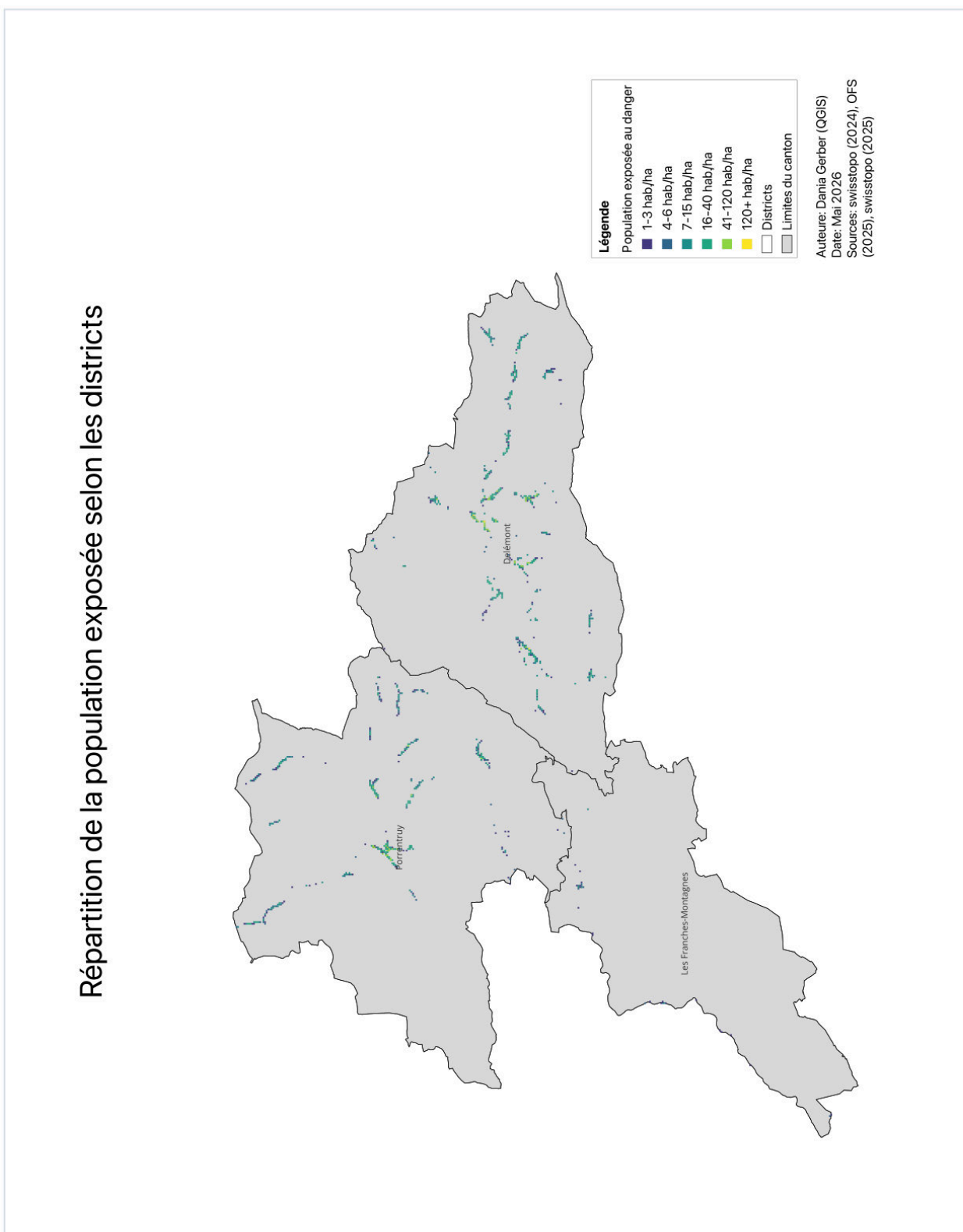
Répartition de la population jurassienne face aux zones de danger



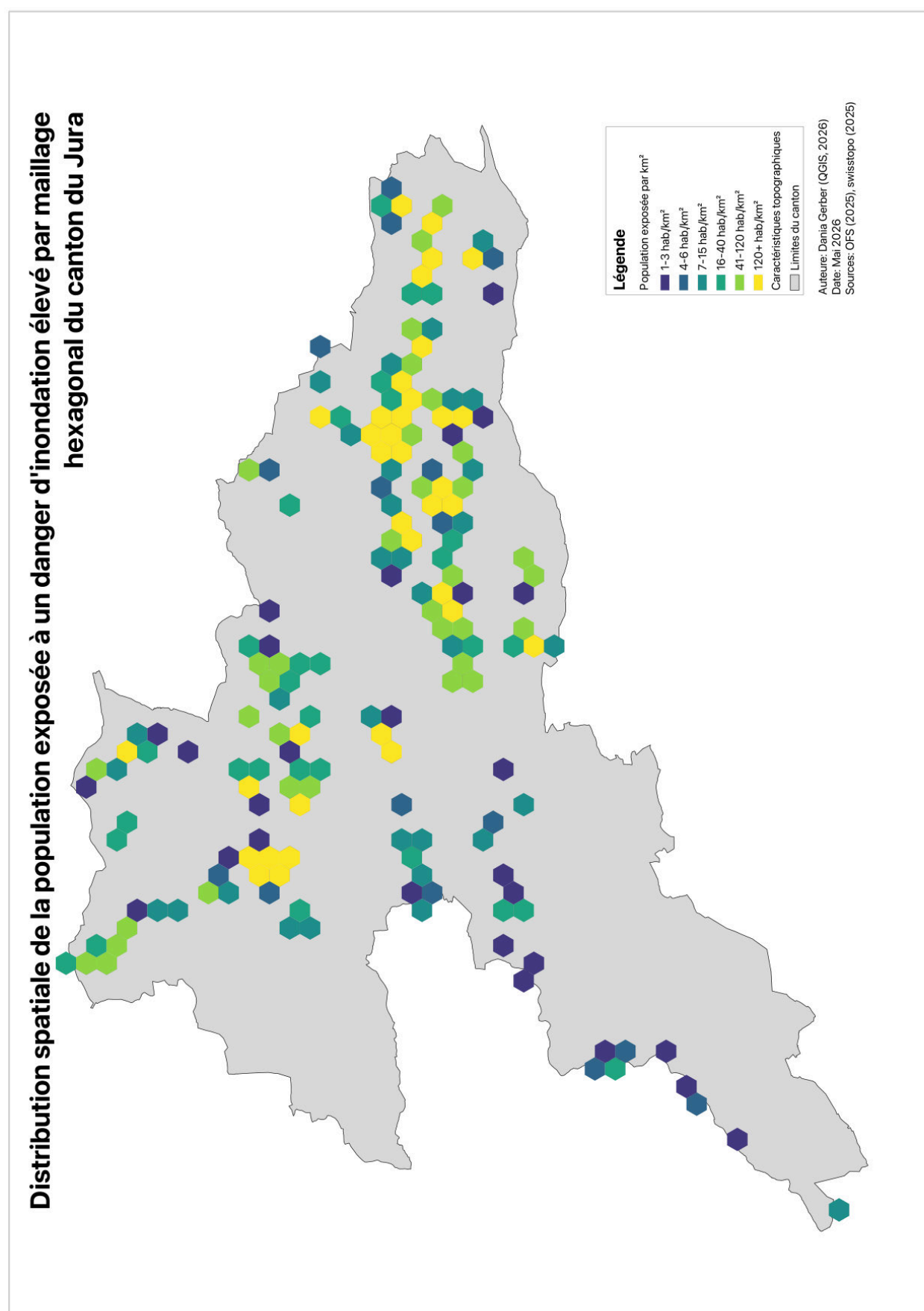
C1.3.4. Carte de la superposition des cours d'eau et des zones de danger



C1.3.5. Carte de la répartition de la population exposée selon les districts

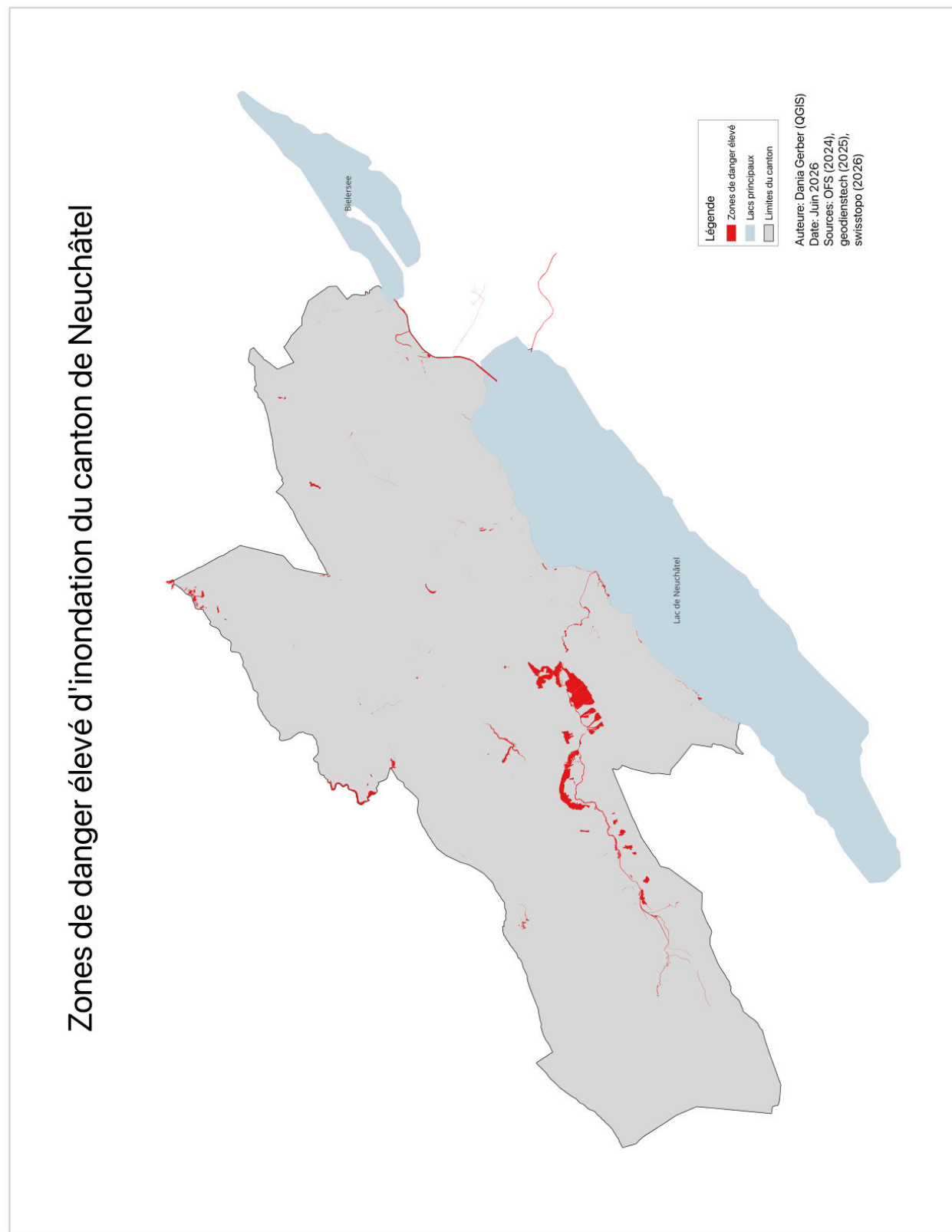


C1.3.6. Carte de la population exposée agrégée en hexagones de 1 km de diamètre



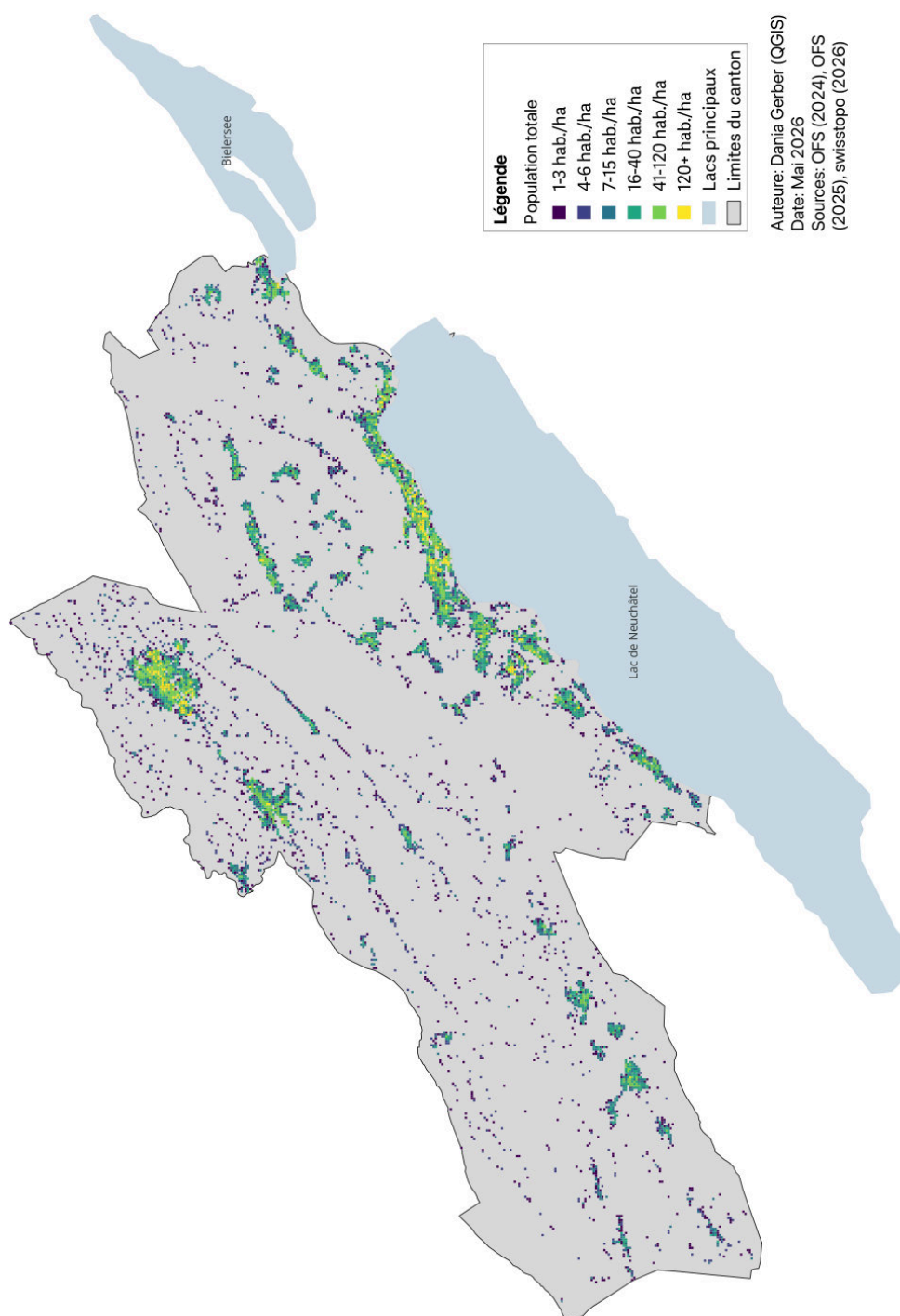
C1.4. Cartes pour le canton de Neuchâtel

C1.4.1. Agrandissement de la carte de danger



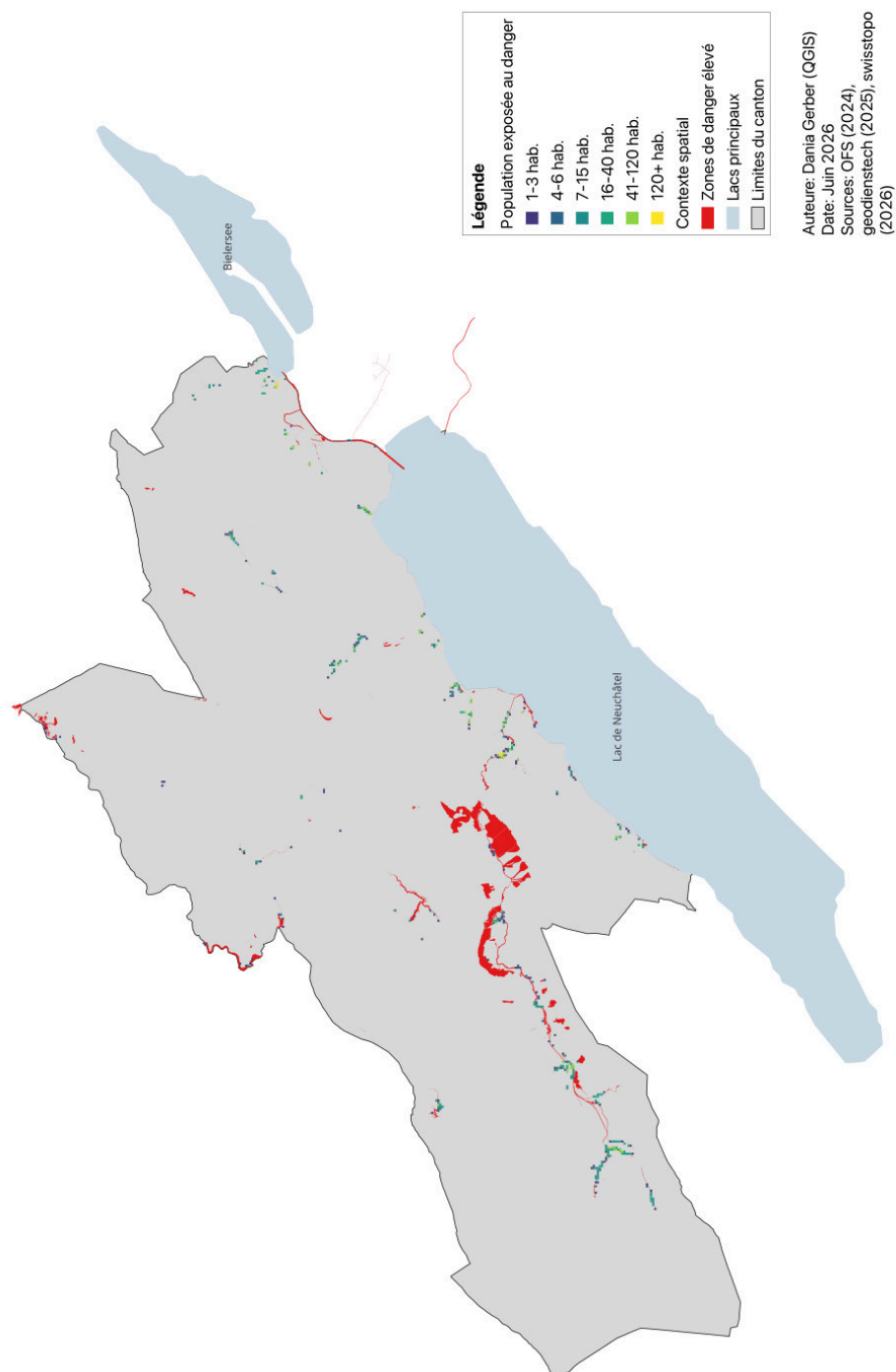
C1.4.2. Agrandissement de la carte de la population totale

Population totale du canton de Neuchâtel

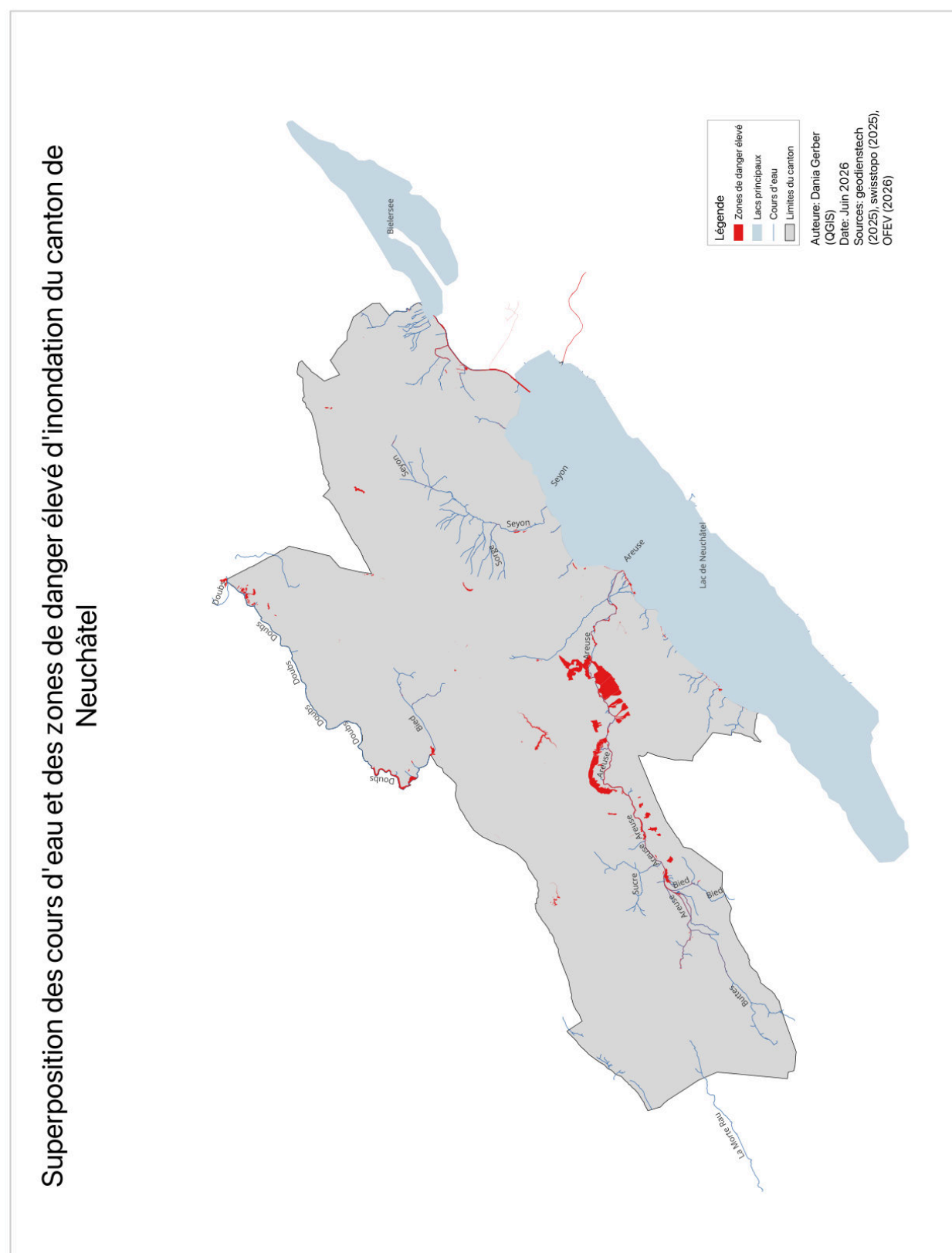


C1.4.3. Agrandissement de la carte de la superposition danger et population

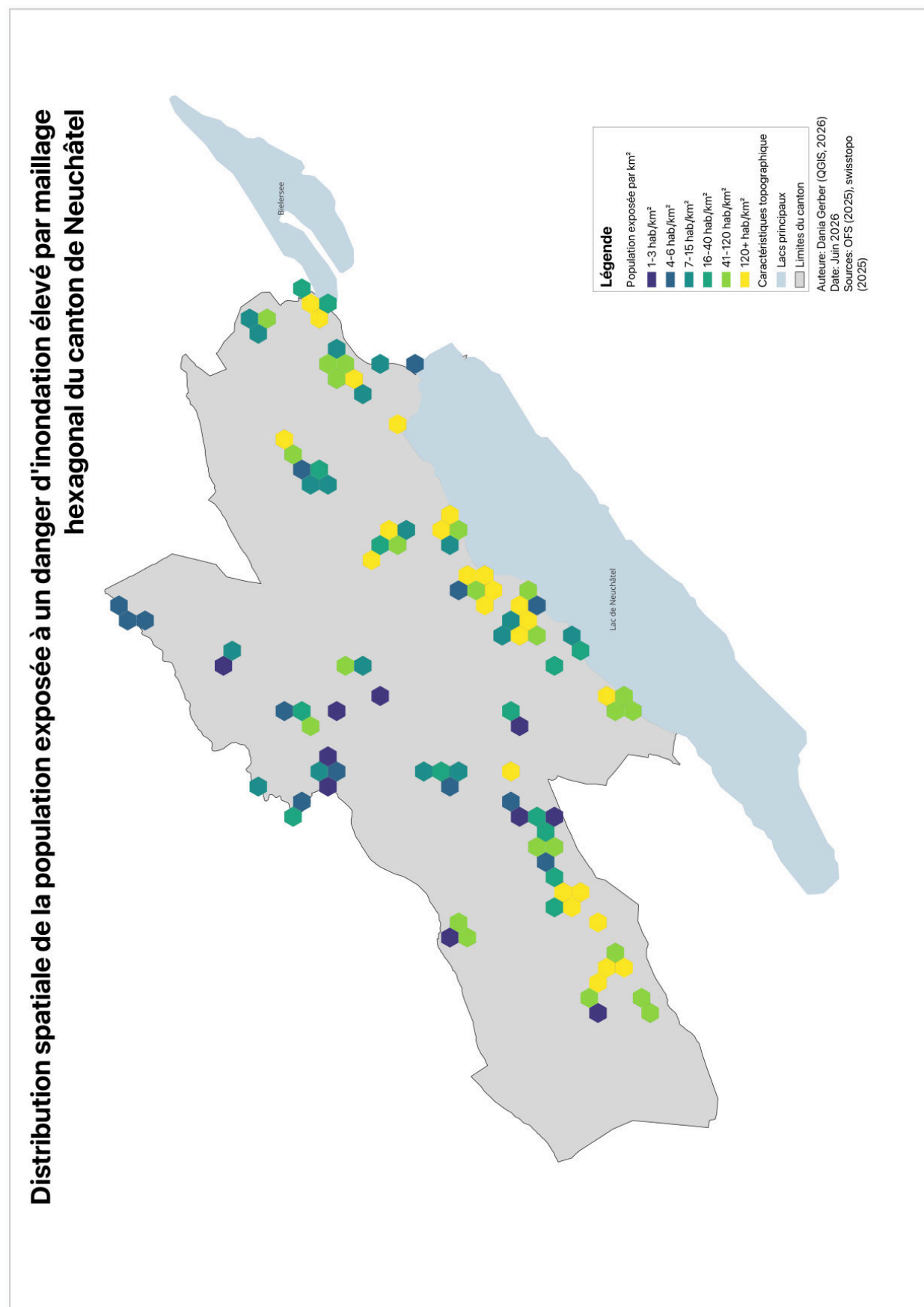
Répartition de la population neuchâteloise face aux zones de danger



C1.4.4. Carte de la superposition des cours d'eau et des zones de danger

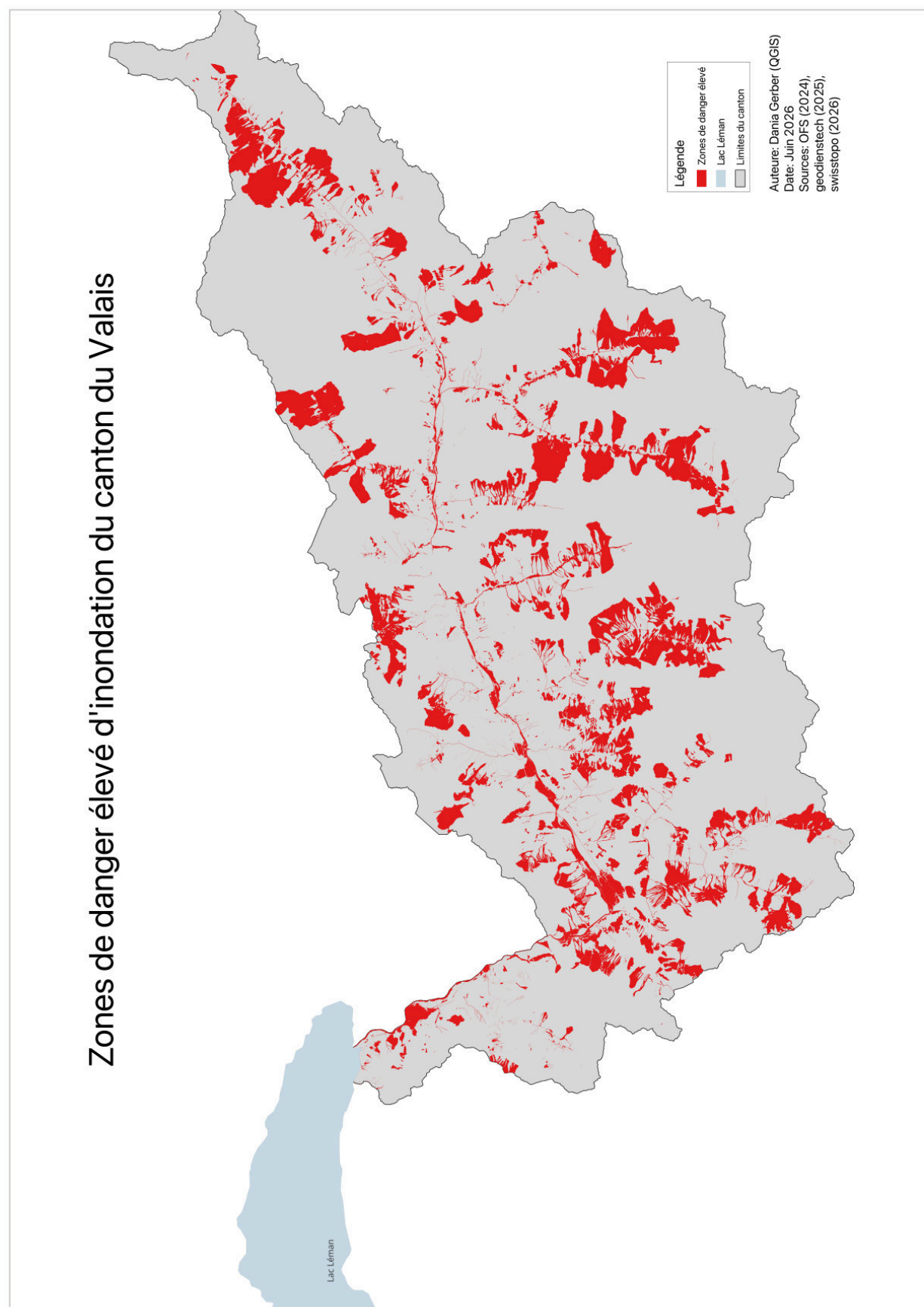


C1.4.5. Carte de la population exposée agrégée en hexagones de 1 km de diamètre

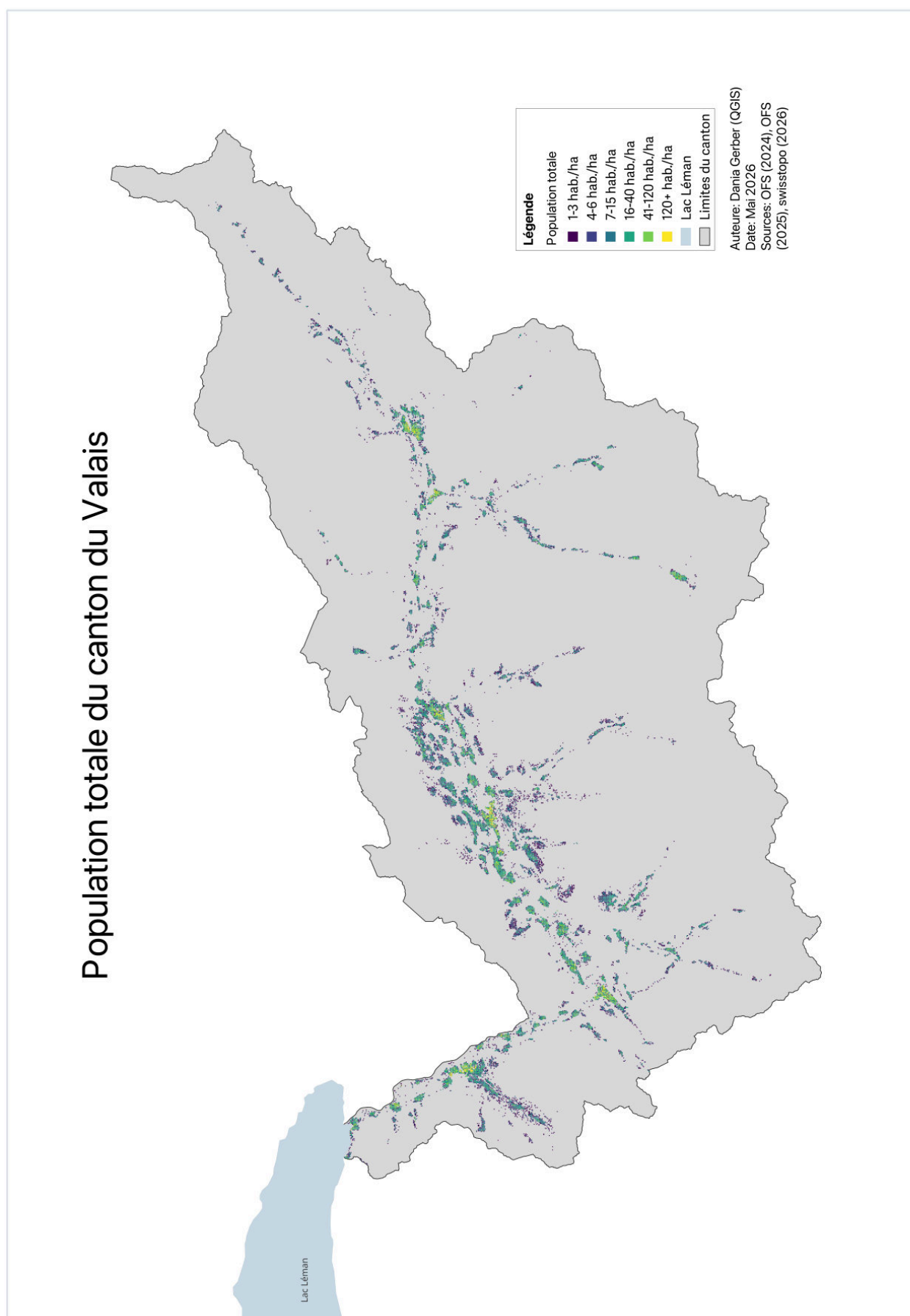


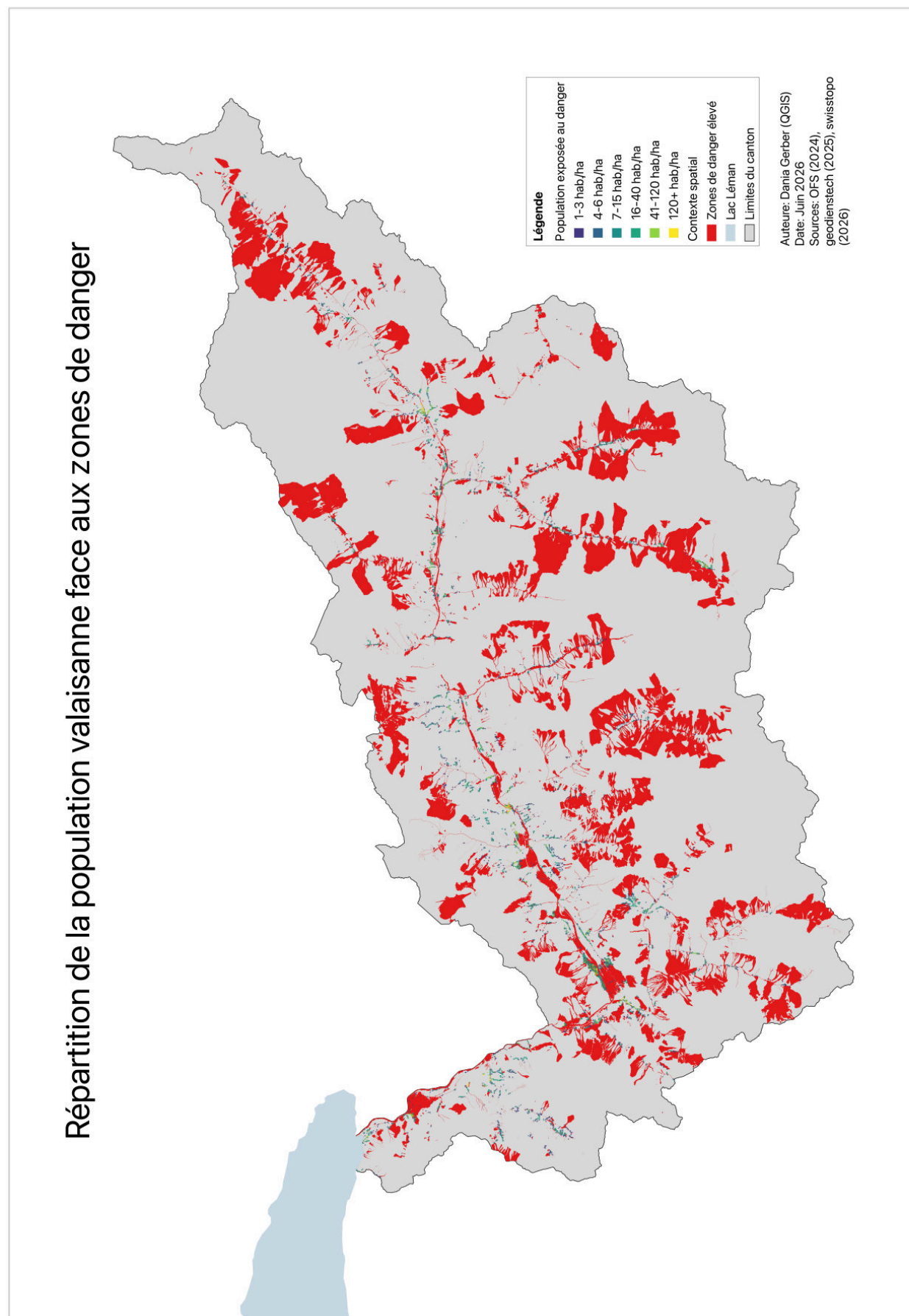
C1.5. Cartes pour le canton du Valais

C1.5.1. Agrandissement de la carte de danger

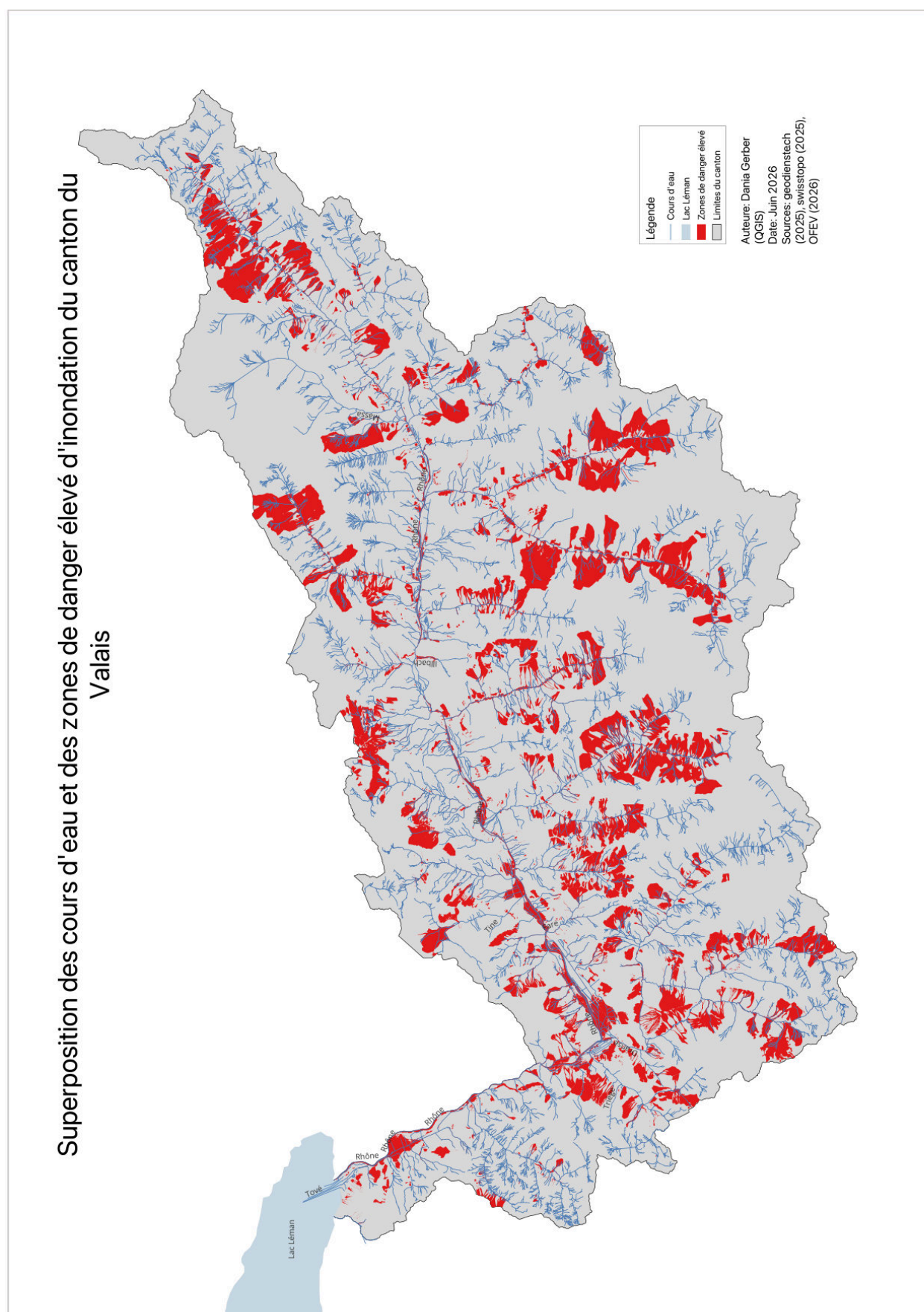


C1.5.2. Agrandissement de la carte de la population totale

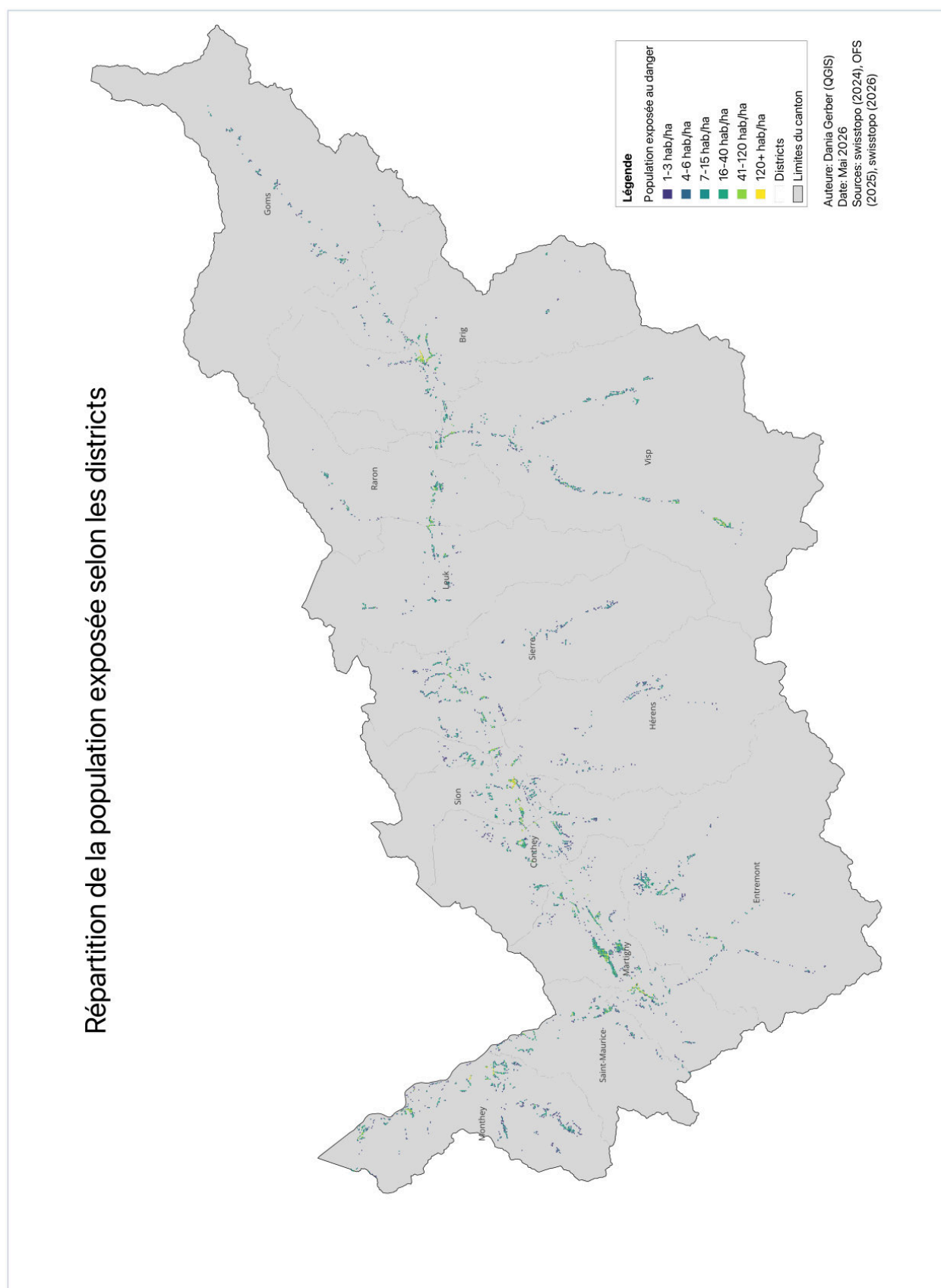


C1.5.3. Agrandissement de la carte de la superposition danger et population

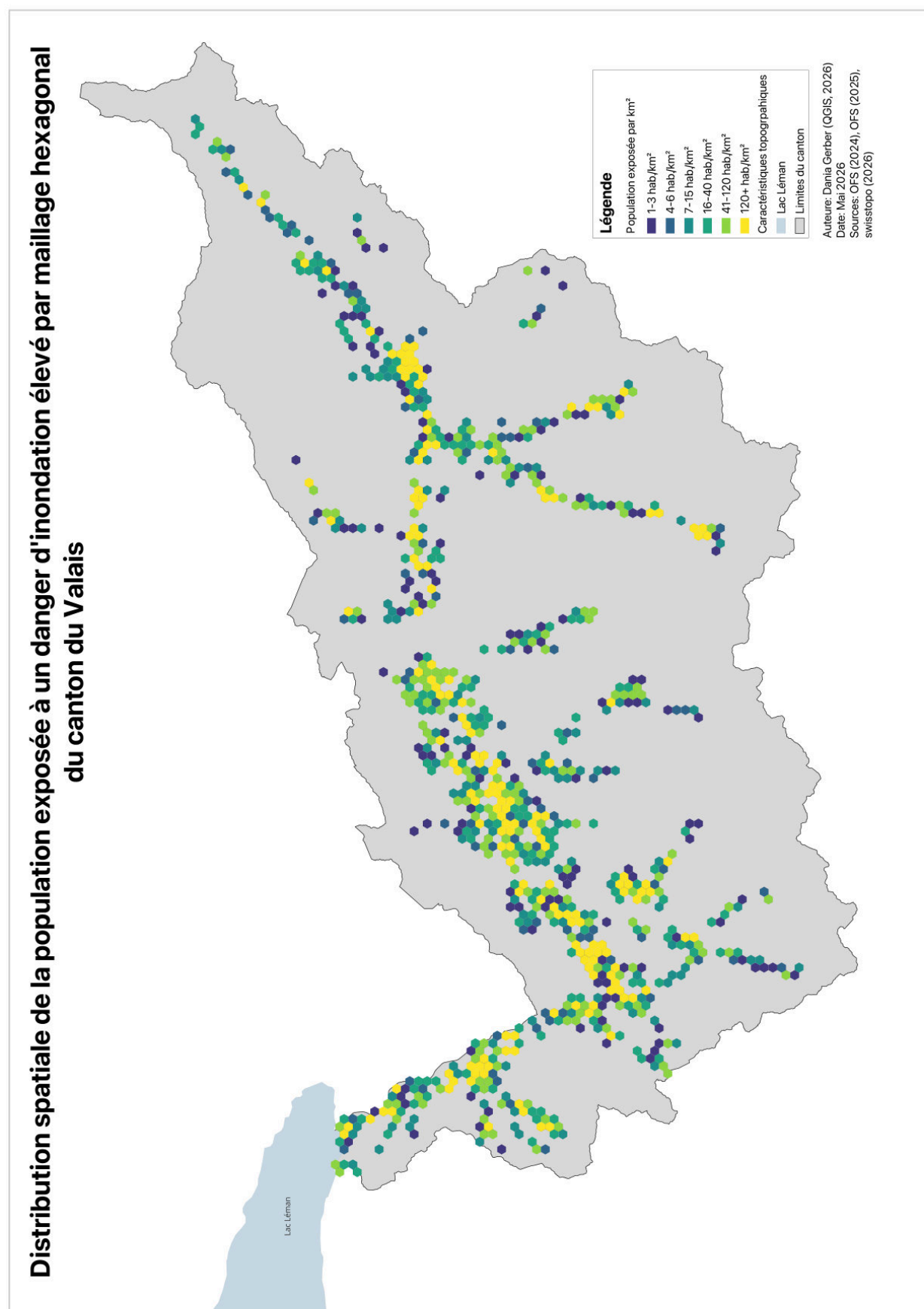
C1.5.4. Carte de la superposition des cours d'eau et des zones de danger



C1.5.5. Cartes de la répartition de la population exposée selon les districts



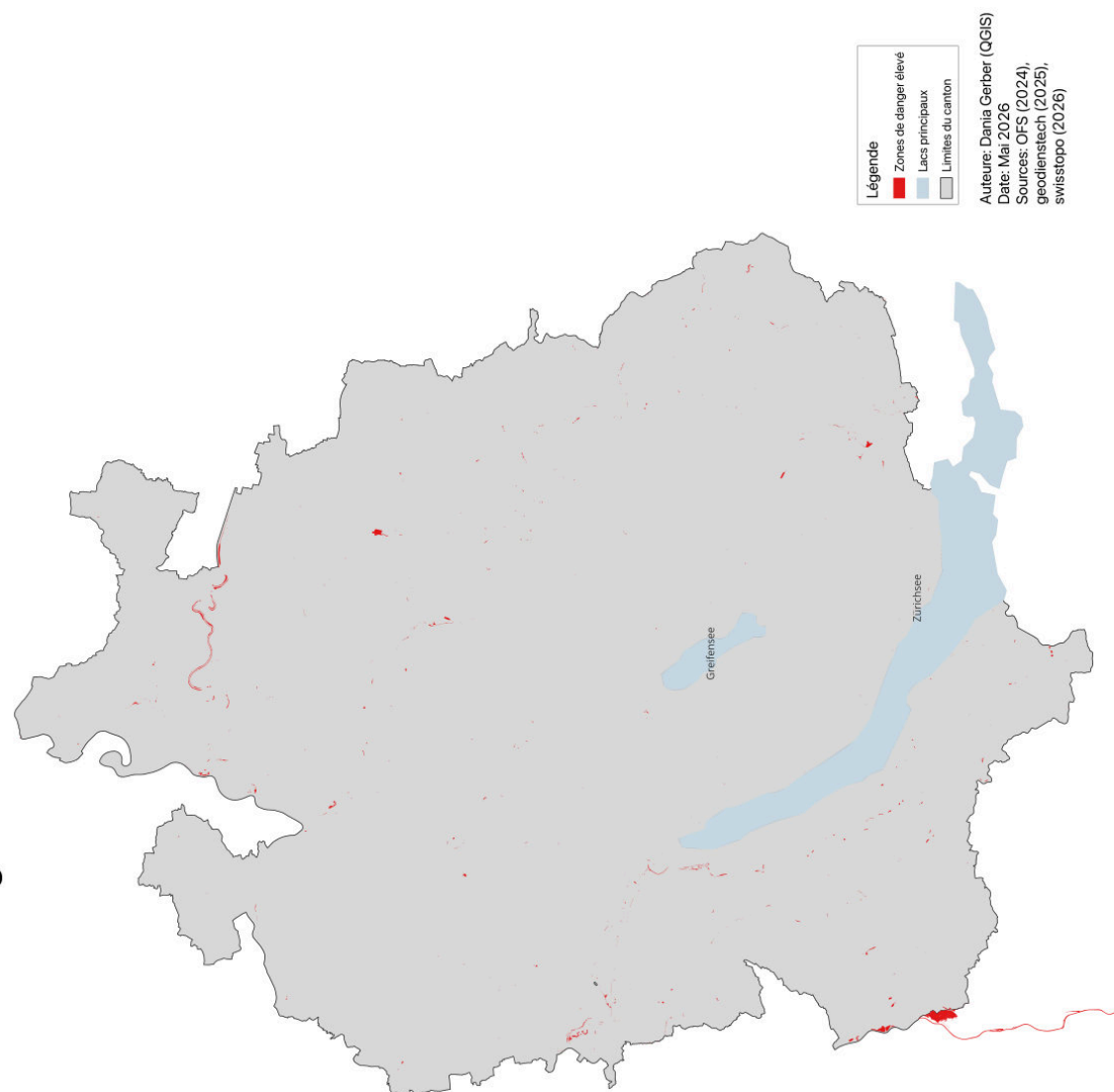
C1.5.6. Carte de la population exposée agrégée en hexagones de 1 km de diamètre



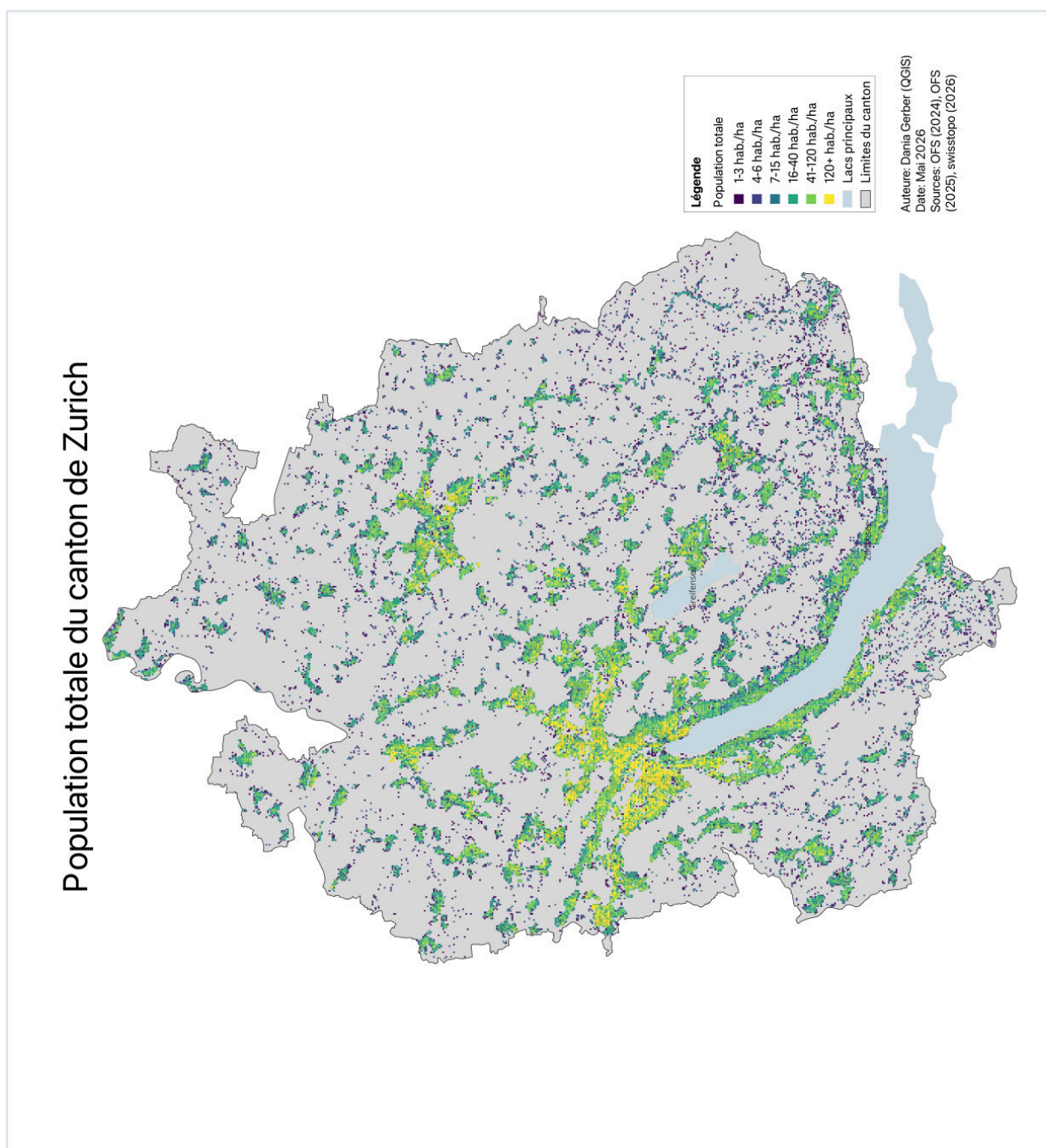
C1.6. Cartes pour le canton de Zurich

C1.6.1. Agrandissement de la carte de danger

Zones de danger élevé d'inondation du canton de Zurich

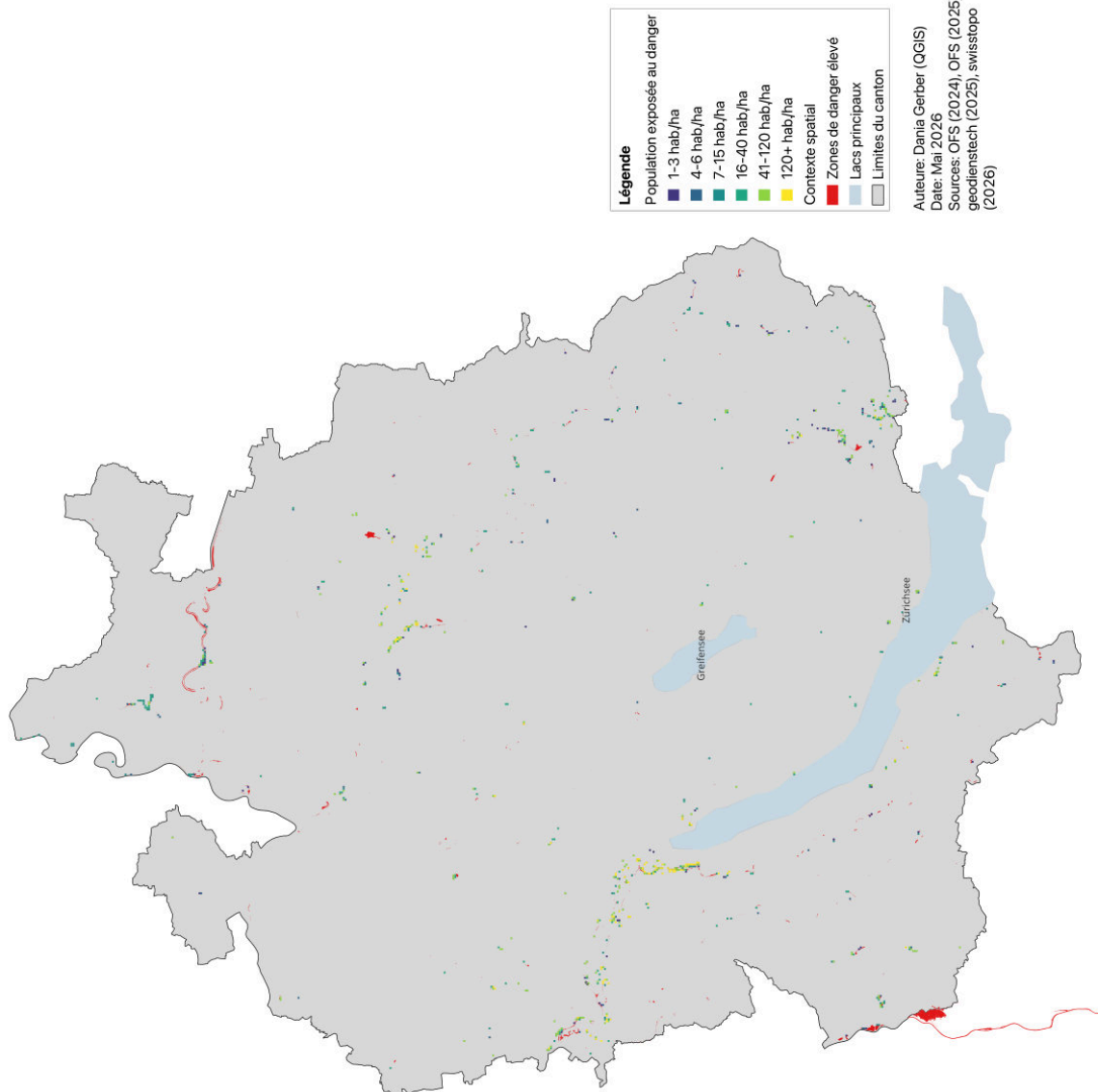


C1.6.2. Agrandissement de la carte des populations



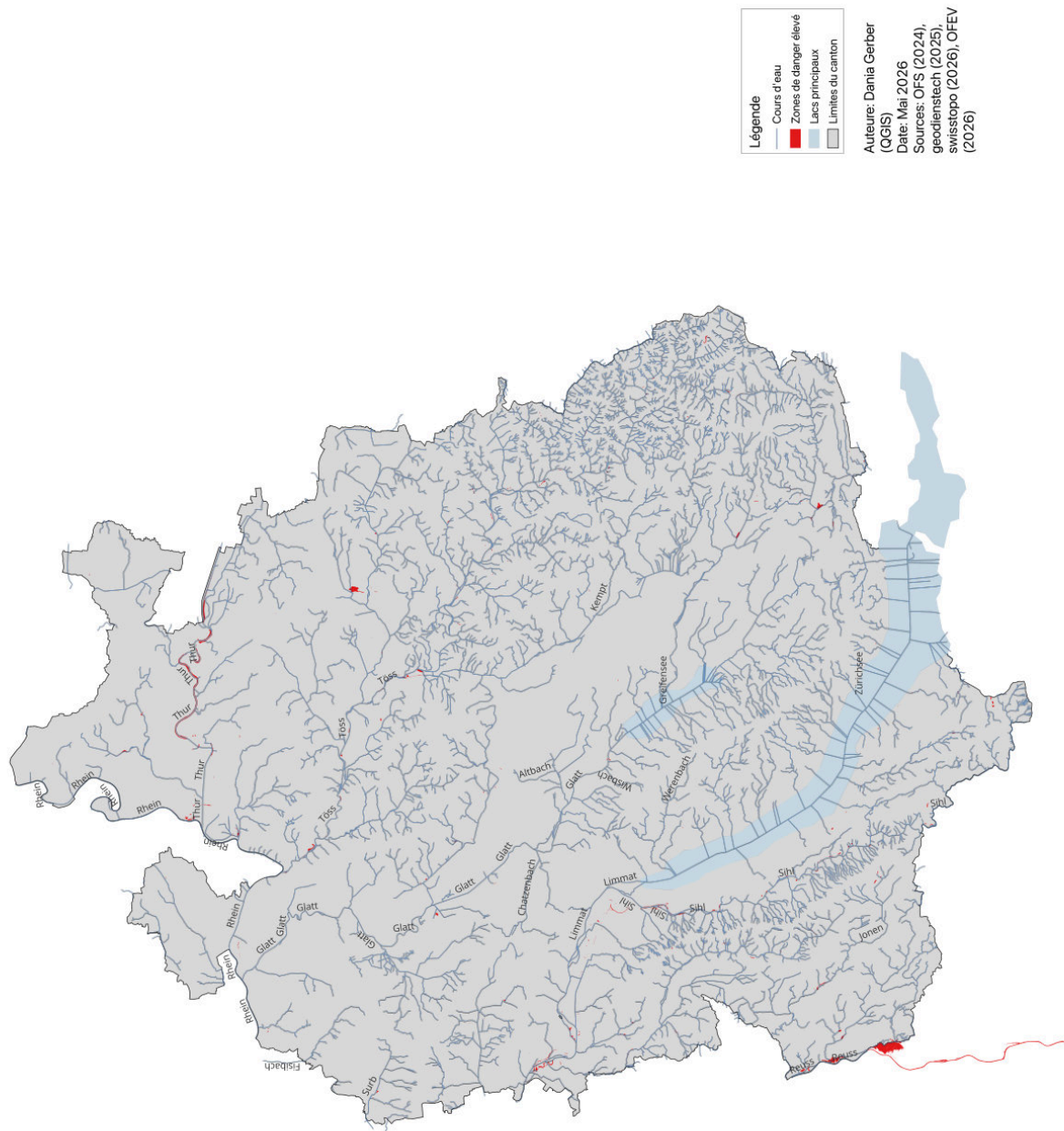
C1.6.3. Agrandissement de la carte de la superposition danger et population

Répartition de la population zurichoise face aux zones de danger

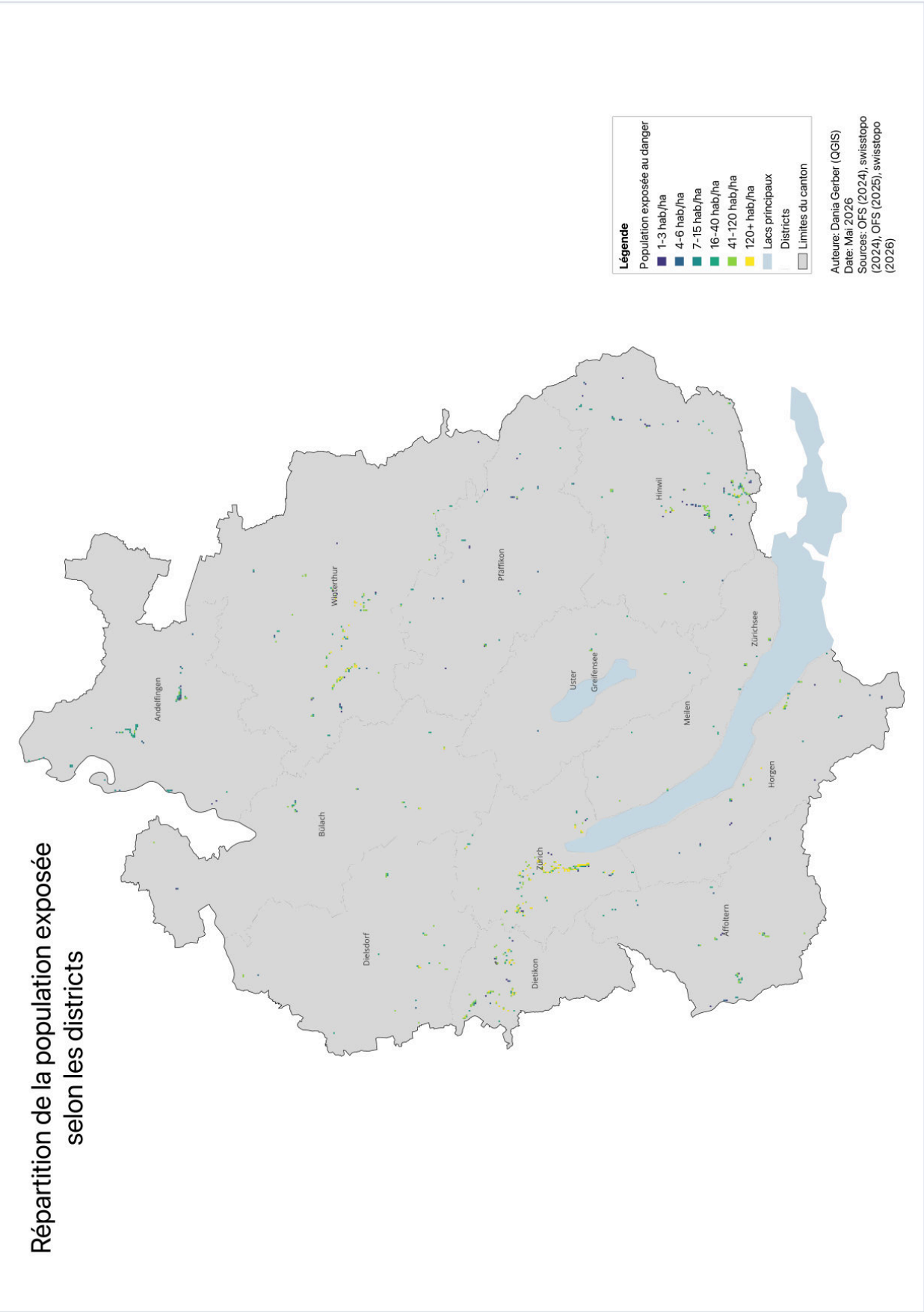


C1.6.4. Carte de la superposition des cours d'eau et des zones de danger

Superposition des cours d'eau et des zones de danger élevé d'inondation du canton de Zurich

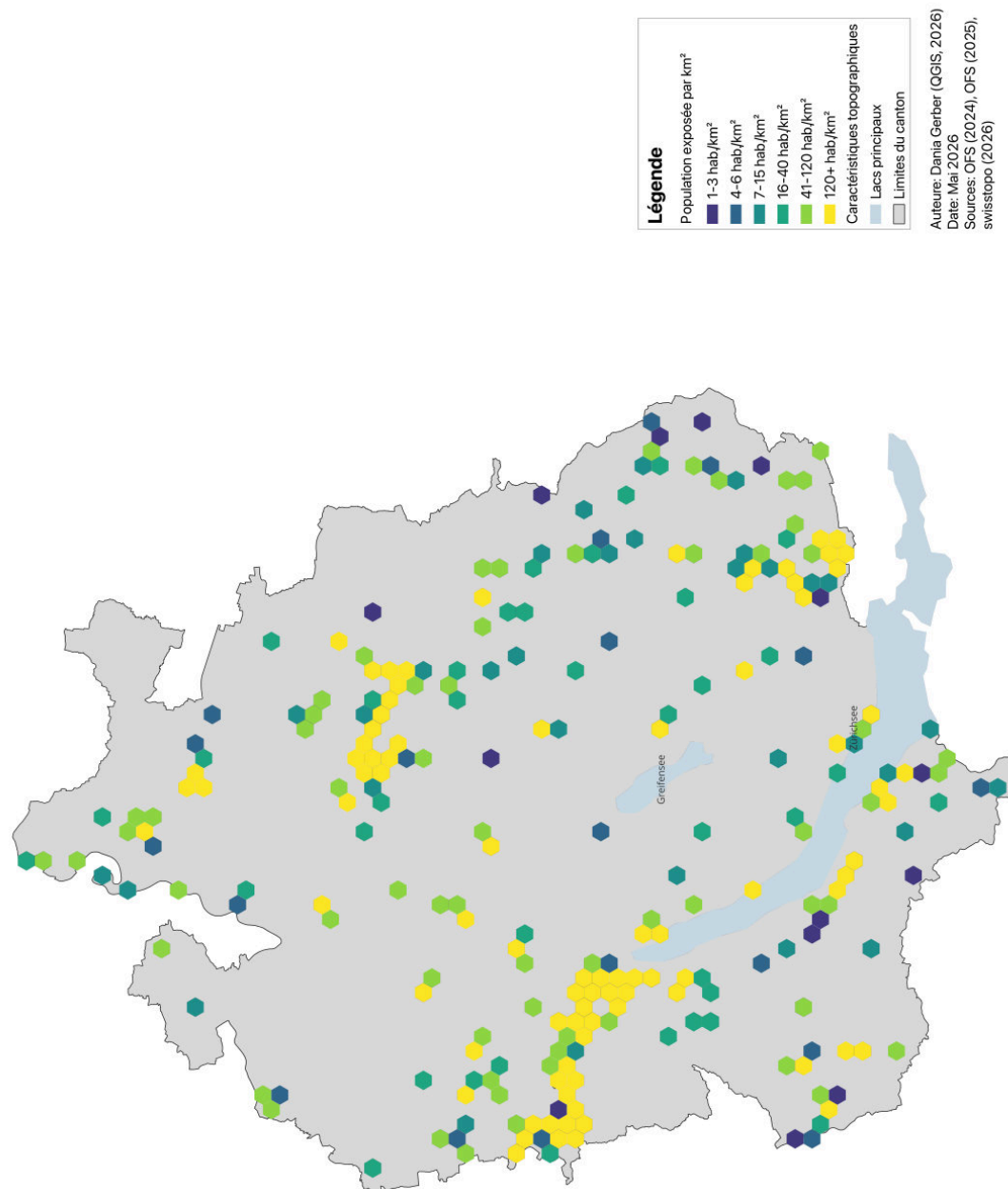


C1.6.5. Cartes de la superposition du danger, de la population et des districts



C1.6.6. Carte de la population exposée agrégée en hexagone de 1 km de diamètre

Distribution spatiale de la population exposée à un danger d'inondation élevé par maillage hexagonal du canton de Zurich



ANNEXES D : PARAGRAPHE CRITIQUE SUR L'UTILISATION DE L'IA

Dans mon travail, j'ai utilisé ChatGPT et Perplexity comme outils d'assistance, surtout pour la relecture de fautes d'orthographe, la reformulation de phrases et pour approfondir mes connaissances de QGIS. Ces outils se sont révélés efficaces dans la majorité du temps pour améliorer la clarté et la fluidité des textes, en proposant rapidement des alternatives pertinentes. Cependant, certaines limites apparaissent lorsque je les ai sollicités sur des aspects plus techniques, notamment pour l'utilisation du logiciel QGIS. N'ayant pas une connaissance approfondie de ce logiciel, j'espérais obtenir des explications plus guidées, mais les réponses fournies restaient parfois trop générales ou insuffisamment adaptées à ma situation concrète, ce qui m'a amené à effectuer mes propres recherches. Cela n'a pas été un problème, au contraire : cette démarche m'a permis de mieux comprendre le fonctionnement du logiciel et de développer mon autonomie. Une autre limite que j'ai rencontré lors de la correction des fautes d'orthographe est celle que les deux logiciels laissent passer certaines erreurs et ne sont donc pas fiables à 100 % dans ce domaine.

Par ailleurs, il est important de nuancer l'utilisation de ces intelligences artificielles en tenant compte de leur impact environnemental. Leurs besoins en ressources, notamment en énergie et en eau pour les infrastructures, posent selon moi une contradiction avec des objectifs de transition écologique. Cela invite donc à réfléchir à une utilisation plus raisonnée et ciblée de ces outils. Ils doivent être considérés comme un outil d'appoint et non comme un remplacement de la réflexion personnelle afin de conserver une démarche autonome et critique dans le travail.