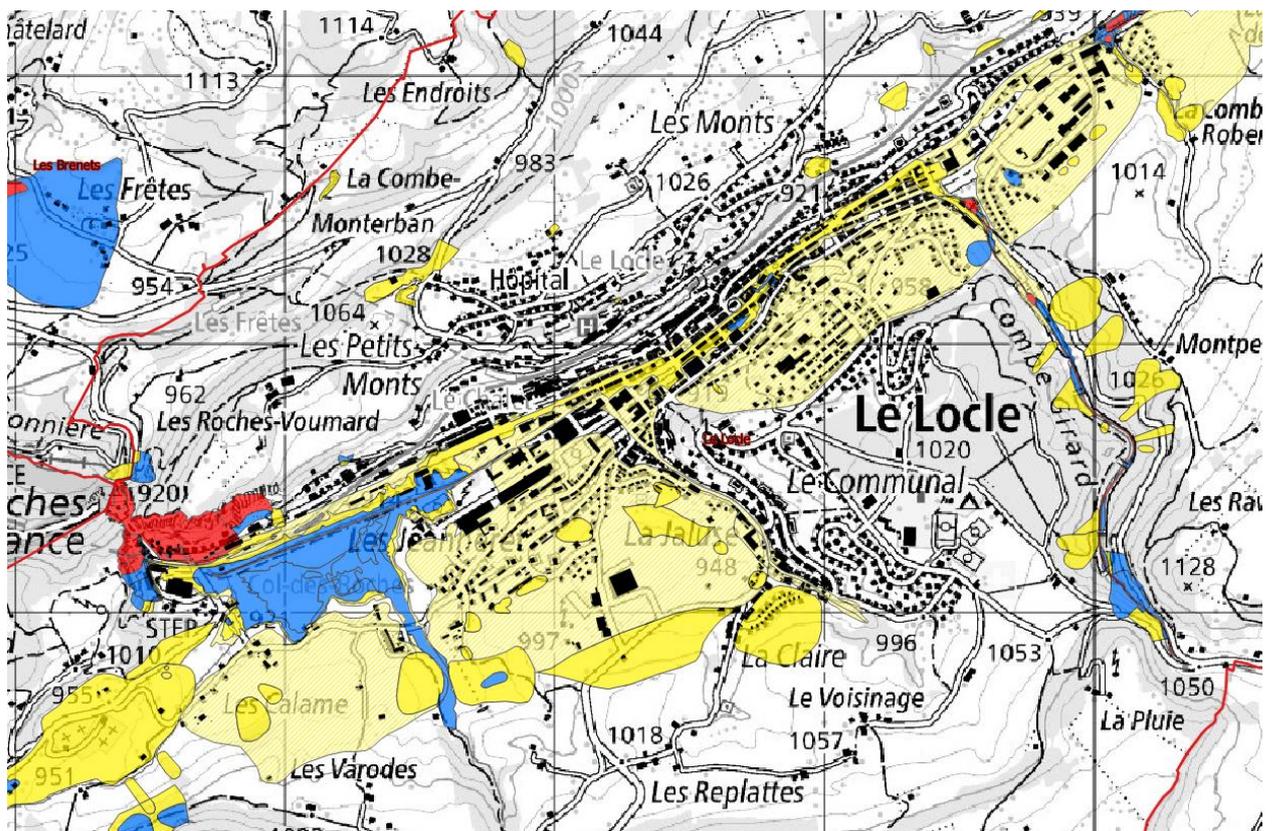


# ANALYSE DES RISQUES LIÉS AUX DANGERS NATURELS - CANTON DE NEUCHÂTEL

## RAPPORT TECHNIQUE



Olten, décembre 2021

Canton de Neuchâtel  
Domaine des dangers naturels  
Rue de Tivoli 5  
2001 Neuchâtel

**HOLINGER SA**

Bahnhofquai 2, Postfach 431, CH-4601 Olten

Téléphone +41 62 287 78 60

olten@holinger.com

<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Rédaction</b>	<b>Validation</b>	<b>Distribution</b>
Version préliminaire	29.07.2021	BUQ, HOU, FOA	RIA	Christophe Dénervaud, Myriam Robert, Elisenda Bardina; Canton de Neuchâtel
1.0	06.12.2021	BUQ, HOU, FOA	RIA	Christophe Dénervaud, Myriam Robert, Elisenda Bardina; Canton de Neuchâtel
1.1	15.12.2021	BUQ, HOU, FOA	RIA	Christophe Dénervaud, Myriam Robert, Elisenda Bardina; Canton de Neuchâtel

20211215\_T1024\_TB\_Risikoübersicht\_NE\_FR\_v1.1.docx

## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ</b>	<b>6</b>
<b>1 MOTIVATION ET OBJET DU MANDAT</b>	<b>7</b>
1.1 ETAT DES LIEUX	7
1.2 MANDAT ET DEROULEMENT DU PROJET	8
1.3 ORGANISATION DU PROJET	8
<b>2 DEFINITIONS IMPORTANTES ET ABREVIATIONS</b>	<b>9</b>
<b>3 DONNEES DE BASE</b>	<b>11</b>
3.1 LITERATURE	11
3.2 GEODONNEES	11
3.3 AUTRES	11
<b>4 ANALYSE DES RISQUES</b>	<b>12</b>
4.1 INTRODUCTION	12
4.2 DESCRIPTION DE LA METHODE	13
4.2.1 Préparation des données de base sur les dangers	14
4.2.2 Définition et préparation des dommages potentiels	15
4.2.3 Analyse de l'exposition	17
4.2.4 Calculs des risques : processus Eaux	18
4.2.5 Indice de risque pour les processus Chute et Glissement de terrain	19
4.3 RESULTATS	20
4.3.1 Exposition	20
4.3.2 Ampleur des dommages et risques affectant les biens matériels	23
4.3.3 Risque lié aux personnes	26
4.3.4 Risque individuel de décès	27
4.4 CONCLUSION	28
<b>5 PERSPECTIVES</b>	<b>29</b>
<b>6 SYNTHÈSE</b>	<b>30</b>

## ANNEXE

- Annexe 1 Cockpit communes et canton pour les processus Eaux, Chute, Glissement de terrain, Ruissellement
- Annexe 2 Exposition processus Eaux
- Annexe 3 Exposition processus Chute
- Annexe 4 Exposition processus Glissement de terrain
- Annexe 5 Risque collectif processus Eaux
- Annexe 6 Risque matériel processus Chute
- Annexe 7 Risque matériel processus Glissement de terrain
- Annexe 8 Tableau exposition et risque

## LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Gestion intégrée des risques selon PLANAT et l'OFEV.	7
Figure 2:	Liste des biens à protéger conformément aux Standards minimaux de l'OFEV [3]	12
Figure 3:	Diagramme d'intensité - probabilité pour les processus éboulement, chute de pierres / chute de blocs et coulée de boue de versant / glissement spontané.	19
Figure 4:	Nombre de bâtiments affectés par processus principal (Eaux = bleu, Chute = rouge, Glissement de terrain = orange) et par commune	21
Figure 5:	Représentation de l'ampleur des dommages (processus Eaux) pour les différents temps de retour (vert = 30 ans ; violet = 100 ans ; bleu = 300 ans).	24
Figure 6:	Risque matériel annuel par commune pour le processus Eaux. Trois communes présentent un risque supérieur à 1 million de CHF/an.	25
Figure 7:	Risque matériel annuel par commune pour le processus Chute	25
Figure 8:	Risque matériel annuel par commune pour le processus Glissement de terrain. Les communes du Locle et de La Chaux-de-Fonds présentent clairement le plus grand risque annuel avec plus de 30'000 CHF/an	26
Figure 9:	Risque lié aux personnes par commune (vert = employés, violet = population résidente) pour le processus Eaux	27

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Vue d'ensemble des analyses (exposition, risque) effectuées par donnée de base sur les dangers, ainsi que la méthode appliquée.	13
Tableau 2:	Processus principaux et partiels pertinents pour le canton de Neuchâtel. Les processus partiels dolines et affaissement ainsi que le processus aléa ruissellement ne font pas partie d'EconoMe 5.0.	14
Tableau 3:	Biens à protéger du canton de Neuchâtel et bases de données considérées	16
Tableau 4:	Types de bâtiment en fonction de [3].	17
Tableau 5:	Aperçu de la répartition des méthodes d'affectation et de la source des valeurs des bâtiments appliquées.	17
Tableau 6:	Exposition des biens à protéger dans l'ensemble du canton de Neuchâtel par processus principal (basé sur les cartes de danger sans tenir compte des zones	

	indicatives de danger) et l'aléa ruissellement [12].	20
Tableau 7:	Classement des communes selon l'exposition (nombre absolu de bâtiments, d'employés et de la population résidente) par processus principal (Eaux = bleu, Chute = rouge, Glissement de terrain = orange). Neuchâtel fait référence à la commune de Neuchâtel.	22
Tableau 8:	Classement des communes selon l'exposition (part du nombre de bâtiments, d'employés et de la population résidente) par processus principal (Eaux = bleu, Chute = rouge, Glissement de terrain = orange).	23
Tableau 9:	Risque annuel sur les bâtiments pour les différents processus principaux.	24
Tableau 10:	Risque annuel liés aux personnes pour les différents processus principaux.	26

## RÉSUMÉ

Une première version de l'analyse de l'exposition et des risques a été élaborée en 2017 pour le canton de Neuchâtel. La présente révision de cette analyse se base sur la méthodologie publiée par l'OFEV en 2020 pour les standards minimaux pour les vues d'ensemble cantonales des risques [3]. De plus, elle intègre également les données de base sur les dangers les plus actuelles. Pour les processus Chute et Glissement de terrain, le risque a été calculé à l'aide d'une méthode spécialement développée pour cela : l'indice de risque. Ceci vient du fait qu'aucune carte d'intensité n'est disponible pour ces processus, mais uniquement les cartes de danger. Une comparaison directe des risques calculés pour les processus Chute et Glissement de terrain avec le processus Eaux n'est donc possible que dans une mesure limitée. Toutefois, il est possible de procéder à une classification grossière et à des comparaisons entre les communes au sein d'un processus donné.

L'analyse de risques montre qu'au niveau cantonal, ce sont les processus Eaux qui contribuent le plus au risque, avec un risque matériel collectif de 11 millions de francs par an. Trois communes (Val-de-Travers, Milvignes et Val-de-Ruz) se distinguent par des risques matériels collectifs très élevés liés aux inondations, supérieurs à 1 million de francs par an et par commune. Les processus Chute et Glissement de terrain, quant à eux, sont beaucoup moins déterminants, avec respectivement un risque matériel collectif d'environ 5'000 et 86'000 francs par an. Toutefois, ils ne doivent pas être négligés. Dans la commune de La Chaux-de-Fonds, le risque matériel lié aux glissements de terrain est même dominant (90%), avec un risque matériel collectif de 30'000 francs par an. Pour la commune du Locle, le risque matériel collectif du processus Glissement de terrain est également de cet ordre de grandeur. Il ne représente cependant qu'un peu moins de 5% du risque collectif de l'ensemble des processus impactant la commune.

Le risque collectif lié aux personnes, avec une contribution d'environ 4% au risque total, est en comparaison monétaire moins déterminant que le risque aux biens matériels.

Le risque individuel lié aux personnes a été calculé uniquement pour le processus Eaux du fait des données de base disponibles. Le seuil pour le risque individuel de décès de  $10^{-5}$  est dépassé pour 20 bâtiments résidentiels.

L'analyse des risques illustre les conséquences attendues de la base de données sur les dangers. Elle montre également comment le risque est réparti à la fois entre les différents processus de danger et les communes. Sur la base de la vue d'ensemble des risques désormais disponible, il est possible d'identifier des champs d'action prioritaires dans le canton et d'initier des investigations complémentaires.

Un élément de base important de la gestion intégrée des risques est ainsi disponible avec la définition de la situation de risque et la question "Que peut-il se passer ?" ne peut être répondue qu'à un niveau d'étude relativement superficiel dans le cadre d'une vue d'ensemble cantonale. Il s'agit désormais d'évaluer les risques existants en fonction de leur acceptabilité et finalement définir des mesures pour éviter de nouveaux risques inacceptables, atténuer les risques existants jugés inacceptables et cohabiter en tant que société avec les risques acceptables. Étant donné que l'analyse des risques reste à un niveau relativement superficiel et que la méthodologie suit une procédure standardisée, des investigations complémentaires sont nécessaires au cas par cas avant d'élaborer une planification détaillée des mesures.

# 1 MOTIVATION ET OBJET DU MANDAT

## 1.1 ETAT DES LIEUX

Au cours des 20 dernières années, l'approche quant aux dangers naturels a fortement évolué en Suisse. Des événements majeurs tels que les inondations de 1999 et 2005 ont montré que les coûts engendrés par les événements naturels augmentent malgré une bonne gestion des dangers. L'une des raisons principales de ce phénomène est l'augmentation du potentiel de dommages : des montants élevés de dommages se produisent souvent dans des zones à faible intensité de danger. Cela montre l'importance d'une approche des dangers naturels basée sur les risques. Avec l'abandon de la prévention pure et simple des dangers au profit d'une gestion intégrée des risques, le développement des documents de base du risque revêt une importance capitale.

Les tâches inhérentes à la gestion des risques consistent à observer de manière continue les facteurs jouant un rôle significatif et à évaluer périodiquement les risques (voir Figure 1). Les risques doivent être évalués en fonction de leur acceptabilité. Il en découle les besoins d'intervention ainsi que les priorités, afin de piloter le développement avec des mesures appropriées. Ces mesures ont pour but d'éviter l'apparition de nouveaux risques inacceptables, d'atténuer les risques inacceptables existants et de cohabiter avec les risques acceptables. La gestion des risques nécessite un dialogue intense entre tous les protagonistes.



Figure 1: Gestion intégrée des risques selon PLANAT et l'OFEV.

HOLINGER SA a réalisé entre 2017 et 2018 une première version de l'analyse de l'exposition et des risques pour le canton de Neuchâtel. Lors de la réunion finale qui s'est tenue durant l'été 2018, il a été constaté que les données de base sur les dangers utilisées avaient été entre-temps révisées, que la carte indicative de dangers pour le ruissellement de surface nouvellement disponible devait également être considérée pour l'analyse et que les attentes du canton avaient changé en ce qui concerne certaines hypothèses formulées. En outre, l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) a publié au printemps 2020 une base méthodologique importante [3] avec le document "Standards minimaux : Vues d'ensemble cantonales des risques liés aux dangers naturels gravitaires". La présente révision de l'analyse des risques intègre cette base méthodologique.

## 1.2 MANDAT ET DÉROULEMENT DU PROJET

En novembre 2020, HOLINGER SA a été mandaté par le canton de Neuchâtel pour réviser l'analyse de l'exposition et des risques du canton de Neuchâtel. L'analyse de l'exposition et des risques, ci-après également nommée vue d'ensemble des risques, s'effectue principalement selon la méthodologie de l'OFEV [3]. Les processus Eaux, Glissement de terrain, Chute ainsi que Ruissellement de surface sont pris en compte. De plus, les points issus de la séance finale avec le canton de Neuchâtel [13] sont inclus, ceci afin de garantir une adaptation optimale de l'analyse de l'exposition et des risques au contexte cantonal.

Le présent rapport est divisé en deux parties : Les chapitres 1 à 3 comprennent une introduction générale et des informations relatives au projet dans son ensemble. Le chapitre 4 explique les méthodes et présente les résultats de l'analyse de l'exposition et des risques. Il s'en suit un aperçu des prochaines étapes nécessaires au développement de la gestion intégrée des risques.

## 1.3 ORGANISATION DU PROJET

### Equipe de projet

#### Mandant :

Canton de Neuchâtel  
Service de l'aménagement du territoire  
Rue de Tivoli 5  
2002 Neuchâtel  
Personne de contact : Christophe Dénervaud  
Téléphone: 032 889 47 55

#### Mandataire :

HOLINGER SA  
Bahnhofquai 2, Case postale 431  
CH-4601 Olten  
Personnes de contact : Dominique Bucher, Sandro Ritler  
Téléphone: 062 287 78 65

### Autres parties concernées

#### Canton de Neuchâtel

Myriam Robert  
Elisenda Bardina (ECAP)

#### HOLINGER SA

Claudia Holenstein  
Meret Dörflinger  
Alain Foehn

## 2 DÉFINITIONS IMPORTANTES ET ABRÉVIATIONS

Un **danger naturel** est un processus objectivement menaçant issu d'un processus naturel. Elle comprend tous les processus et influences de la nature qui peuvent être nuisibles aux personnes et/ou aux biens. Il s'agit par exemple des risques naturels gravitaires tels que les inondations, les laves torrentielles, les avalanches, les processus de glissement de terrain ou de chute, mais aussi les ouragans, les tremblements de terre, les invasions de sauterelles, etc [1].

Dans l'évaluation des dangers, les **événements** sont définis avec différentes probabilités d'occurrence (fréquent, rare, très rare, événement extrême). Un événement fréquent se produit chaque année avec une probabilité de 1/30. La période de retour est donc de 30 ans. Les événements de faible intensité sont fréquents, les événements de plus forte intensité sont naturellement plus rares.

Un **dommage** est une conséquence négative d'un événement ou d'un processus. Il peut être généré directement par le processus de dommage (par ex. dommages aux voies ferrées par un éboulement) ou indirectement par une modification des conditions suite à un événement (par ex. perte de revenu de la société de chemin de fer en raison de l'interruption des opérations) [1].

La **vulnérabilité** décrit la prédisposition aux dommages du fait des propriétés spécifiques et aux conditions préalables d'un certain objet ou événement [15]. Elle "varie en fonction du type de processus et de son intensité, avec une valeur comprise entre 0 (pas d'atteinte) et 1 (atteinte maximale = dommage total)" [2]. La "vulnérabilité" est souvent utilisée comme synonyme de "**fragilité**" [2].

Le **potentiel de dommages** est la somme des valeurs en danger ou menacées par des dommages dans la zone considérée [1]. Le potentiel de dommages est défini par les objets dignes de protection qui sont potentiellement exposés à un processus de danger naturel et peuvent être endommagés si celui-ci se réalise. Ces objets sont appelés "**biens à protéger**" [3].

L'**ampleur des dommages** est l'importance des dommages causés par un événement unique (événement fréquent, rare ou très rare).

Le **risque** est le produit de la probabilité d'un événement dommageable et de l'étendue possible du dommage (ampleur du dommage). Un risque n'apparaît que lorsqu'un objet est exposé à un danger et peut subir des dommages du fait de sa vulnérabilité. Le risque peut être exprimé comme la valeur attendue des dommages par unité de temps (par exemple CHF/a) ou par événement [1].

La **létalement** décrit la vulnérabilité d'une personne suite à l'action d'un processus d'une intensité donnée. Le **risque collectif lié aux personnes** exprime le risque annuel en nombre de décès par an. Le **risque individuel de décès** décrit la probabilité de décès par an ou par unité d'un critère spécifique (par exemple, par kilomètre de conduite).

Le **risque global** est ici défini comme la somme des risques aux bâtiments et aux personnes.

**Abréviations**

OFEV	Office Fédérale de l'environnement
OFS	Office Fédérale de la Statistique
PLANAT	Plate-forme nationale « Dangers naturels »
CID	Carte indicative des dangers
CD	Carte des dangers
DD	Degré de danger
CI	Carte d'intensité
R	Ruissellement
PP	Processus partiel

## 3 DONNÉES DE BASE

### 3.1 LITTÉRATURE

- [1] Kienholz, H.; Zeilstra, P.; Hollenstein, K. (1998): Begriffsdefinitionen zu den Themen Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit und Risiko. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Eidgenössische Forstdirektion (Hrsg.), Bern.
- [2] Bründl, M. (2009) : Concept de risque appliqué aux dangers naturels, guide du concept de risque. Plate-forme nationale « Dangers naturels » PLANAT, Berne.
- [3] OFEV (2020) : Standards minimaux : Vues d'ensemble cantonales des risques liés aux dangers naturels gravitaires, Bern.
- [4] OFEV (2016) : De l'analyse des risques à la planification des mesures – Base de travail pour les projets de protection contre les crues, Berne.
- [5] Office fédéral du développement territorial (2006) : Recommandation : Aménagement du territoire et dangers naturels, Berne.

### 3.2 GÉODONNÉES

- [6] Office fédérale de la statistique : Donnée individuelle géocodées de la statistique de la population et des ménages STATPOP 2019.
- [7] Office fédérale de la statistique : Donnée individuelle géocodées de la statistique structurelle des entreprises STATENT 2018.
- [8] Etablissement cantonal d'assurance et de prévention : Donnée individuelle géocodées des sommes assurées de biens immobilier, avril 2021.
- [9] Carte des dangers naturels du Canton de Neuchâtel : Processus Glissement de terrain, Chute et Eaux. Réception en décembre 2020.
- [10] Carte d'intensité pour le processus Eaux, Canton de Neuchâtel. Réception en janvier 2021.
- [11] Cartes indicatives des dangers du canton de Neuchâtel, Processus inondations, laves torrentielles, chutes et glissements de terrain. Réception en décembre 2020.
- [12] OFEV (2018) : Carte de l'aléa ruissellement.

### 3.3 AUTRES

- [13] Séance avec les responsables des dangers naturels du canton de Neuchâtel le 19 juin 2018.
- [14] Entretien avec Christophe Dénervaud le 14 février 2019.
- [15] Logiciel de calcul EconoMe 5, Efficacité et rentabilité des mesures de protection contre les danger naturels, état janvier 2021.

## 4 ANALYSE DES RISQUES

### 4.1 INTRODUCTION

L'analyse des risques est une étape importante dans la gestion intégrée des risques. Dans le canton de Neuchâtel, une analyse de l'exposition et des risques avait déjà été réalisée en 2017/2018. La présente nouvelle édition, ou édition révisée, se base sur les données de base sur les dangers actualisées et la méthodologie de l'OFEV [3]. De plus, par rapport à la version de 2017/2018, le processus ruissellements de surface est pris en compte.

La vue d'ensemble des risques contient une analyse de l'exposition aux processus principaux Eaux, Glissement de terrain et Chute, de tous les biens à protéger considérés. En outre, l'exposition au ruissellement de surface et aux processus indicatifs de dangers est déterminée.

Le risque individuel de décès est calculé pour les personnes (population résidente et employés), alors que le risque collectif prend en compte les personnes et les bâtiments (voir Figure 2). Les risques sont calculés pour les processus Eaux, Chute et Glissement de terrain sur la base des cartes de dangers. Le Tableau 1 présente un résumé des analyses effectuées pour chaque donnée de base sur les dangers.

Catégorie	Bien à protéger		Exposition	Risque individuel	Risque collectif
Personnes		Population résidente	✓	✓	✓
		Employés	✓	✓	✓
Biens d'une valeur notable		Bâtiments	✓		✓
		Routes	✓		
		Chemins de fer	✓		
		Biens culturels	✓		
		Zones à bâtir	✓		
		Ressources naturelles vitales pour l'être humain - sol	✓		
		Ressources naturelles vitales pour l'être humain - eaux : Zones de protection des eaux souterraines	✓		
		Objets spéciaux	✓		

Figure 2: Liste des biens à protéger conformément aux Standards minimaux de l'OFEV [3]

**Tableau 1: Vue d'ensemble des analyses (exposition, risque) effectuées par donnée de base sur les dangers, ainsi que la méthode appliquée.**

<b>Données de base sur les dangers</b>	<b>Analyse</b>	<b>Méthode / remarque</b>
Carte de dangers - Processus Eaux	Exposition	Standards min. OFEV
	Risque	Standards min. OFEV
Carte de dangers - Processus Chute et Glissement de terrain	Exposition	Uniquement basé sur le degré de danger
	Risque	Index de risque HOLINGER (sans risque indiv. de décès)
Cartes indicatives des dangers – Processus Eaux, Chute, Glissement de terrain et Effondrement/Affaissement	Exposition	Standards min. OFEV
Carte de l'aléa ruissellement	Exposition	Ne fait pas partie des standard min. OFEV

## 4.2 DESCRIPTION DE LA MÉTHODE

Une vue d'ensemble des risques peut reposer sur différentes données de base et hypothèses, tant en ce qui concerne le danger que le potentiel de dommages. Afin que les résultats présentés puissent être interprétés correctement, une description détaillée des méthodes d'analyse des risques est présentée ci-dessous.

La présente vue d'ensemble des risques prend en compte les scénarios d'événements avec des temps de retour de 30, 100 et 300 ans. L'événement extrême n'est pas considéré dans le calcul de risque, mais uniquement dans l'évaluation de l'exposition, ce scénario n'ayant pas été considéré sur l'ensemble du territoire cantonal lors de l'élaboration des cartes de dangers.

Le Tableau 2 donne un aperçu des processus principaux et partiels étudiés pour l'évaluation du risque, sur la base de la subdivision selon EconoMe (version 5.0).

**Tableau 2: Processus principaux et partiels pertinents pour le canton de Neuchâtel. Les processus partiels dolines et affaissement ainsi que le processus aléa ruissellement ne font pas partie d'EconoMe 5.0.**

Processus principal	Processus partiels	N° (Holinger AG)	PrA
Eaux	Inondation dynamique	2	1
	Inondation statique	3	1
	Lave torrentielle	4	1
Glissement	Glissement permanent	5	1
	Coulée de boue de versant / Glissement spontané	6	0.1
Chute	Chute de pierres et de blocs	7	0.03
	Eboulement	8	0.8
Effondrement/Affaissement	Dolines	10	-
	Affaissement	11	-
Aléa ruissellement	Aléa ruissellement	12	-

La probabilité spatiale d'occurrence ( $P_{TA}$ ) varie entre les processus partiels [3]. Pour les inondations dynamiques et statiques ainsi que les glissements de terrain permanents, elle est de 1.0. Les glissements de terrain spontanés ont une probabilité spatiale d'occurrence de 0.1. Pour les chutes de pierres et de blocs, celle-ci est de 0.03.

La saisonnalité n'est pas prise en compte pour les processus partiels étudiés et listés dans le Tableau 2.

#### 4.2.1 Préparation des données de base sur les dangers

##### Carte de dangers - Processus Eaux

Pour le canton de Neuchâtel, des cartes d'intensité [3] pour le processus Eaux sont disponibles pour les événements fréquents, rares, très rares et parfois aussi pour les événements extrêmes. Pour une grande partie du territoire, les cartes d'intensité sont disponibles par source de processus. La préparation des données s'est donc effectuée par source de processus lorsque cela était possible et a considéré l'événement extrême lorsque l'information était disponible. Cela signifie que les zones d'influence des sources de processus individuelles peuvent se chevaucher. Un objet peut donc être affecté par plusieurs sources de processus (y compris celles d'un même processus partiel). Cela signifie que ces objets peuvent être endommagés plusieurs fois et que les objets, respectivement leurs valeurs, peuvent apparaître plusieurs fois dans les énumérations et les sommes calculées.

Pour le processus Eaux, une distinction a été réalisée entre les processus partiels lave torrentielle, inondation statique et inondation dynamique (cf. Tableau 2). La différenciation entre inondations statique et dynamique est basée sur les attributs disponibles dans les données de base [10]. Les lacs (en tant que source de processus) et les cours d'eau indiquant des caractéristiques d'inondation statique ont été considérés dans la catégorie inondation statique ; en cas d'indication d'inondation dynamique ou d'information manquante, le processus partiel a été attribué à la catégorie inondation dynamique.

### **Cartes de dangers - Processus Chute et Glissement de terrain**

L'évaluation des dangers liés aux processus Chute et Glissement de terrain n'est disponible que sous la forme de cartes des dangers [3], aucune carte d'intensité n'étant disponible. Afin de pouvoir toutefois se prononcer sur le risque à partir des cartes de dangers et des degrés de danger, une méthode a été développée pour la présente étude. Celle-ci est présentée au chapitre 4.2.5. Ainsi, les risques collectifs aux bâtiments et aux personnes peuvent être calculés et présentés sous une forme monétaire. Les résultats ne sont cependant pas totalement comparables avec les risques du processus Eaux, pour lesquels la base de calcul provient des cartes d'intensité.

### **Cartes indicatives des dangers**

En complément des cartes détaillées des dangers, les cartes indicatives des dangers [11] montrent les zones de danger potentiel en dehors des zones d'habitation. Ces cartes sont basées sur des modèles et contiennent des estimations approximatives de la zone de risque maximale affectée par un événement extrême.

Les zones indicatives de dangers sont disponibles pour les processus (partiels) suivants : inondation dynamique, laves torrentielles, glissements de terrain spontanés et permanents, chutes de pierres et de blocs, éboulements, dolines et affaissements.

Les chevauchements de la carte indicative des dangers avec la carte des dangers du même processus principal (Eaux, Glissement de terrain et Chute) ont été supprimés afin d'éviter une multiple exposition au sein d'un processus principal.

### **Carte de l'aléa ruissellement**

La carte de l'écoulements de surface de l'OFEV [12] montre où se concentrent les risques potentiels liés au ruissellement. Les surfaces inondables représentées sur la carte de l'aléa ruissellement ont été déterminées à l'échelle nationale à l'aide d'une méthode uniformisée. Elles s'appuient sur une modélisation scientifique mais n'ont pas fait l'objet d'un contrôle de plausibilité sur le terrain. Une distinction est faite entre trois intensités, respectivement trois hauteurs d'eau, différentes : < 0,1 m, 0,1 - 0,25 m, > 0,25 m. La période de retour estimée est supérieure à 100 ans.

## **4.2.2 Définition et préparation des dommages potentiels**

Le Tableau 3 montre les biens à protéger pris en compte ainsi que les des données de base utilisées correspondantes. Une courte description des principales étapes de traitement y figure également. Le traitement de ces informations s'effectue essentiellement selon la méthode de l'OFEV [3]. Pour ce qui est des bâtiments, comme la méthode utilisée est quelque peu différente, les étapes de traitement les plus importantes sont décrites plus en détail ci-dessous.

Tableau 3: Biens à protéger du canton de Neuchâtel et bases de données considérées

Bien à protéger	Base de données	Date	Remarques
Population résidente	STATPOP (statistique de la population et des ménages), OFS	2019	
Employés	STATENT (statistique structurelle des entreprises), OFS	2018	
Bâtiments	Bâtiments 3D Canton de Neuchâtel	11/2020	Contient la hauteur et la surface des bâtiments
	Données de l'Etablissement cantonal d'assurance et de prévention	05/2021	A été considéré la somme d'assurance. Affectation via EGID ou spatiale (< 0,5m)
Routes	Axes nationaux, axes cantonaux, axes communaux, réseau pédestre : Canton de Neuchâtel	01/2020	
Chemins de fer	swissTLM3D, couche TLM_EISENBAHN: swisstopo	2020	Sans ouvrages d'art / tunnel
Biens culturels	Patrimoine architectural : Canton de Neuchâtel	01/2021	
Zones à bâtir	Plan d'aménagement du territoire : Canton de Neuchâtel	01/2021	
Ressources naturelles – surfaces d'assolement	Surfaces d'assolement : Canton de Neuchâtel	01/2021	Différenciation selon le type d'utilisation ( <i>bilan attesté, cas particuliers, potentiel</i> )
Ressources naturelles – Protection des eaux souterraines	Cartes de la protection des eaux, zones et périmètres de protection des eaux souterraines, ARE	11/2020	Les zones de protection S1, S2, S3 sont considérées.
Objets spéciaux	Infrastructures critiques, Objets de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) : Canton de Neuchâtel	2021	

#### Définition des dommages potentiels sur les bâtiments : catégorie d'utilisation et valeurs des bâtiments

Selon la méthode de l'OFEV [3], les bâtiments sont répartis en différentes catégories d'utilisation ainsi qu'en six types de bâtiments (cf. tableau 4). L'allocation est basée sur le taux d'occupation (selon données STATPOP et STATENT de l'OFS), la localisation à l'intérieur/extérieur de la zone à bâtir et le volume du bâtiment. Pour les bâtiments à usage mixte (travail et habitation), ils sont affectés aux numéros EconoMe 1 ou 87 en fonction du nombre d'occupants.

Tableau 4: Types de bâtiment en fonction de [3].

Type de bâtiment / description	Num. EconoMe	Catégorie d'utilisation	Valeur unitaire [3]	
Maison individuelle	1	Habitation	650'000	CHF/habitation
Immeuble résidentiel	87	Habitation	550'000	CHF/habitation
Bâtiment industriel ou artisanal	6	Activité	280	CHF/m <sup>3</sup>
Hangar / remise	3	Autres bâtiments	80	CHF/m <sup>3</sup>
Ecurie (avec nombre de bêtes)	2	Autres bâtiments	180	CHF/m <sup>3</sup>
Garage	4	Autres bâtiments	60'000	CHF/45m <sup>3</sup>

En plus de la catégorie d'utilisation et du numéro EconoMe, les bâtiments se voient attribuer une valeur. Cette attribution s'effectue principalement par le biais de l'identificateur fédéral de bâtiment EGID. Comme cette information n'est pas disponible sur tout le territoire autant pour les bâtiments que pour les données d'assurance [8], une affectation utilisant la méthode du "plus proche voisin" (nearest neighbour) est utilisée. Pour 70% des 56'030 bâtiments, les valeurs des données d'assurance de l'établissement cantonal d'assurance (ecap) [8] ont pu être utilisées (cf. Tableau 5). Pour les autres bâtiments, les valeurs standard d'EconoMe ont été utilisées conformément à [3] et au Tableau 4. Les valeurs des bâtiments sont calculées à partir du nombre d'unités résidentielles (pour les maisons individuelles et les immeubles résidentiels) ou du volume du bâtiment. Lorsque la hauteur du bâtiment n'est pas indiquée dans la base de données cantonale sur les bâtiments, on suppose une hauteur standard de 3 m (1 étage) afin d'estimer un "volume minimal".

Tableau 5: Aperçu de la répartition des méthodes d'affectation et de la source des valeurs des bâtiments appliquées.

Méthode d'affectation		Valeur des bâtiments	Prop. bâtiments
N° EGID	1	Données ecap	22%
Nearest neighbour = 0 m	2	Données ecap	36%
Nearest neighbour < 0.5 m	3	Données ecap	12%
Aucune affectation possible	4	Valeurs standards EconoMe	30%

#### 4.2.3 Analyse de l'exposition

Pour déterminer l'exposition, les données de base sur les dangers sont croisées avec les biens à protéger. Il est ainsi déterminé, pour chaque type de biens à protéger, le nombre, respectivement la longueur ou l'aire, d'objets affectés et par quel processus ou processus partiel de danger.

Pour le processus Eaux, l'exposition est également déterminée en fonction de l'intensité et de la fréquence (sur la base des cartes d'intensité).

Dans le cas des **biens à protéger surfaciques** (zones à bâtir, zones de protection des eaux souterraines, surfaces d'assèchement), la surface concernée par le danger est obtenue par

intersection et l'intensité correspondante lui est ensuite attribuée. Ces surfaces peuvent être affectées par plusieurs processus partiels et donc par différentes intensités et temps de retour, respectivement par différents `ic_codes`<sup>1</sup>. Les zones affectées sont additionnées par degré de danger, respectivement intensité (cf. chapitre 4.2.4 et 4.2.5). Une surface peut être exposée à différents processus partiels. Ceci se produit, si, par exemple, une zone est affectée à la fois par des glissements de terrain spontanés et permanents. Si tel est le cas, la surface concernée est rapportée et considérée pour le calcul à deux reprises.

La procédure est identique pour les processus Chute et Glissement de terrain, cependant, l'exposition est uniquement déterminée en fonction du degré de danger, car aucune information sur l'intensité n'est disponible.

Pour les **objets linéaires** (chemins de fer et routes), seule la partie réellement affectée est prise en compte (résultant de l'intersection des couches). Pour ces objets également, l'atteinte peut être multiple au sein d'un même processus principal.

Pour les dommages sur les **bâtiments**, en revanche, il est considéré que l'ensemble de l'objet est affecté, c'est-à-dire que la totalité de la valeur du bâtiment est retenue, même si l'exposition n'est que partielle.

Les **biens culturels** et les **objets spéciaux** sont considérés comme des données ponctuelles. L'objet est considéré comme affecté si le point se trouve dans une zone de danger.

**Personnes** : seules sont prises en compte les personnes (population résidente et employés) qui peuvent être affectées à un bâtiment. Elles sont affectées aux bâtiments sur la base des jeux de données STATPOP [6] et STATENT [7]. L'analyse de l'exposition des personnes s'effectue sur la base de l'exposition du bâtiment.

Comme il n'est pas rare que les processus partiels se chevauchent, il peut en résulter des sections de lignes, des surfaces, des bâtiments, etc. faisant face à des expositions multiples. Dans l'analyse par processus principaux (Eaux, Glissement de terrain, Chute) présentée dans les fiches récapitulatives communales (Annexe 1) ainsi que dans le Tableau 6, les surfaces (zones à bâtir, surface d'assolement, zones de protection des eaux souterraines) et les lignes (chemins de fer et routes) peuvent donc être comptabilisées plusieurs fois. Pour les bâtiments, les biens culturels et les objets spéciaux, l'évaluation se fait en fonction du nombre d'objets affectés : les objets ne sont pas comptabilisés à plusieurs reprises. L'avantage de cette manière de procéder se trouve dans le fait qu'une répartition par processus partiels reste possible, tant pour les objets surfacique et linéaire que pour les bâtiments, les objets spéciaux et les biens culturels.

#### 4.2.4 Calculs des risques : processus Eaux

Le calcul du risque se base sur l'exposition des bâtiments et des personnes et suit la méthode prescrite par les Standard minimaux de l'OFEV [3].

##### Personnes

Pour les personnes, on calcule d'une part le risque collectifs lié aux personnes ("Combien de décès faut-il s'attendre à avoir par an ?") et d'autre part le risque individuel de décès ("Quelle est la probabilité pour un individu de perdre la vie lors d'un événement ?"). Une vie humaine

---

<sup>1</sup> Le `ic_code` est un numéro à maximum 4 chiffres basé sur l'intensité et le temps de retour. L'intensité (faible=1, moyenne=2, forte=3) du processus est classée pour toutes les périodes de retour (30, 100, 300, extrême). Par exemple, le code 1111 correspond à une intensité faible pour les 4 temps de retour pris en compte. 33 correspond à une forte intensité mais seulement à partir de l'événement de temps de retour 300 ans.

se voit attribuer une valeur de 6,6 millions de francs (valeur standard EconoMe 5.0) pour faciliter la comparaison avec les risques liés aux objets).

Pour la population résidente, on suppose une probabilité de présence de 0,8 (16 h/jour et les weekends). Pour les employés, un taux de présence de 0,3 (8-10 h/jour) est pris en compte.

#### 4.2.5 Indice de risque pour les processus Chute et Glissement de terrain

Pour les processus Chute et Glissement de terrain, les risques sont calculés au moyen d'un "indice de risque". Cette méthode a été développée dans le cadre de la présente vue d'ensemble des risques du Canton de Neuchâtel. Elle permet de calculer une valeur de risque à partir des degrés de danger (au lieu des cartes d'intensité comme dans la méthode selon [3]).

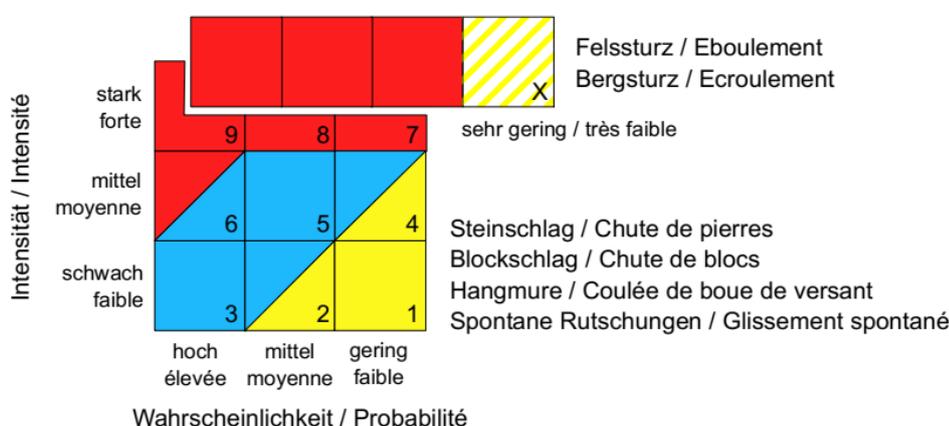


Figure 3: Diagramme d'intensité - probabilité pour les processus éboulement, chute de pierres / chute de blocs et coulée de boue de versant / glissement spontané.

L'indice de risque est une mesure sans unité. Pour chaque degré de danger (couleur), on détermine tous les scénarios de base possibles (combinaisons des ic\_codes). De manière analogue à la méthodologie de calcul du risque de l'OFEV, pour chaque scénario de base, sont alors considérés dans l'indice de risque les valeurs de vulnérabilité respectivement de létalité, ainsi que la probabilité d'occurrence spatiale (PrA) des processus partiels concernés et la probabilité d'occurrence. Pour chaque degré de danger, il résulte ainsi un indice de risque moyen pour chaque processus principal. Il est supposé que tous les scénarios de base ont la même probabilité.

Le risque individuel lié aux personnes n'a pas été calculé pour les processus Chute et Glissement de terrain en raison de la base de données à disposition et de la méthodologie divergente.

Pour certaines zones de dangers, le processus Glissement de terrain n'est pas décomposé en processus partiels. Cela concerne principalement les communes de Val-de-Travers et du Locle. Ces zones de danger sont traitées comme un processus partiel "Glissement" distinct. Dans le calcul du risque, une probabilité d'occurrence spatiale de 0,1 est supposée pour ces zones (correspondant aux glissements de terrain spontanés / laves torrentielles). Pour la détermination de la vulnérabilité, la variante conservatrice est utilisée (zone jaune : glissement de terrain spontané ; zones bleue et rouge : glissement de terrain permanent). Cette approche a plutôt tendance à surestimer les risques. Cependant, avec la classification en "processus partiel" distinct, les zones et les objets concernés sont faciles à détecter.

### 4.3 RÉSULTATS

Les chapitres suivants donnent un aperçu des résultats issus de l'analyse de risques.

De plus, une fiche de données par commune (et le canton dans son ensemble) présente les résultats pour chaque processus principal (Eaux, Chute, Glissement de terrain) et le ruissellement ainsi que pour tous les biens à protéger étudiés. Les fiches de données sont disponibles à l'Annexe 1.

#### 4.3.1 Exposition

Le Tableau 6 présente l'exposition par type de biens à protéger et par processus principal. Un bâtiment peut être affecté par plusieurs processus principaux ou par plusieurs processus partiels d'un même processus principal (par exemple, une lave torrentielle et une inondation dynamique).

Pour l'exposition, un bâtiment n'est considéré qu'une seule fois pour chaque processus principal, mais pour les risques, on additionne les expositions multiples au sein d'un même processus principal.

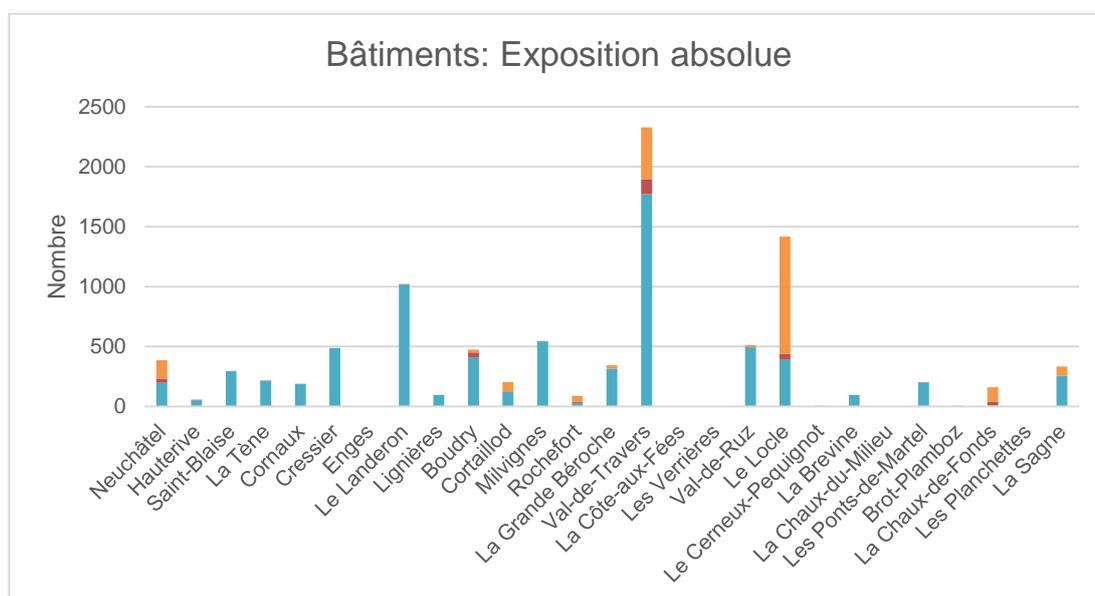
**Tableau 6: Exposition des biens à protéger dans l'ensemble du canton de Neuchâtel par processus principal (basé sur les cartes de danger sans tenir compte des zones indicatives de danger) et l'aléa ruissellement [12].**

	Processus principal			Processus indicative
	Eaux	Chute	Glissement de terrain	Ruissellement
Population résidente (nbr)	20'754	623	5'609	149'066
Employés (nbr)	14'281	367	4'010	97'016
Bâtiments (nbr)	7'192	304	1'961	37'554
Route (m)	229'269	38'706	58'651	1'469'738
Route randonné (m)	78'326	41'542	18'474	553'395
Chemin de fer (m)	70'397	5'654	5'343	160'578
Biens culturels (nbr)	2'870	61	356	1'726
Zones à bâtir (m <sup>2</sup> )	10'000'742	129'393	2'271'942	16'506'568
Ressources naturelles : Sol (m <sup>2</sup> )	8'454'768	4'258	1'803'049	25'203'489
Ressources naturelles : eau (m <sup>2</sup> )	1'259'687	4'571'276	2'454'760	10'079'179
Objets spéciaux (nbr)	47	3	5	45

L'évaluation de la situation au niveau communal, l'exposition par degré de danger ainsi qu'en fonction de la probabilité d'occurrence et de l'intensité se trouvent dans les fiches de données de chaque commune (Annexe 1). L'exposition en fonction de la probabilité d'occurrence et de l'intensité n'est disponible que pour le processus principal Eaux.

La figure 4 montre le nombre de bâtiments touchés par les différents processus principaux en fonction de chaque commune. Le processus Eaux est généralement dominant même si dans les communes du Locle et de La-Chaux-de-Fonds, le nombre de bâtiments touchés par les processus Glissement de terrain est plus important. L'exposition au processus de Glissement de terrain est particulièrement élevée dans les communes du Locle et du Val-de-Travers. Cette dernière se distingue d'ailleurs clairement des autres communes du canton en termes de valeur absolue.

Toutefois, si l'on considère la part de bâtiments touchés par commune, le Val-de-Travers est moins affectés (bâtiments touchés par le processus Eaux 31%, Chute 2%, Glissement de terrain 8%) par rapport aux cas les plus extrêmes : commune du Landeron (65% des bâtiments touchés par le processus Eaux), Cressier (51% processus Eaux) et Le Locle (26% des bâtiments touchés par le processus Glissement de terrain, 10% par le processus Eaux).



**Figure 4:** Nombre de bâtiments affectés par processus principal (Eaux = bleu, Chute = rouge, Glissement de terrain = orange) et par commune

Les compilations complètes de l'exposition absolue et relative des bâtiments, de la population résidente et des personnes employées par municipalité sont contenues dans l'Annexe 2 (processus Eaux), l'Annexe 3 (processus Chute) et l'Annexe 4 (processus Glissement de terrain).

### Objets spéciaux

Sur les 198 objets spéciaux, 57 sont affectés par le processus Eaux, 3 par le processus Chute, 5 par le processus Glissement de terrain et 45 par le processus Ruissellement. Dans le cas du processus Eaux, les objets ne sont pas affectés par des intensités fortes. Toutefois, 11 d'entre eux sont déjà affectés pour des événements avec un temps de retour de 30 ans. Deux objets dans les gorges de l'Areuse se trouvent par ailleurs dans une zone de danger rouge à cause de possibles chutes de pierres. Les détails se trouvent dans les fiches communale correspondantes de l'Annexe 1.

### Classement par communes

Le tableau 7 présente un classement des communes avec la plus forte exposition et cela pour chaque processus principal (Eaux, Chute, Glissement de terrain) en fonction du nombre absolu de bâtiments, d'employés et de la population résidente touchés. Le Tableau 8 présente quant à lui le classement avec l'exposition relative. Les tableaux qui présentent une vue d'ensemble de toutes les communes se trouvent à l'Annexe 8.

**Tableau 7: Classement des communes selon l'exposition (nombre absolu de bâtiments, d'employés et de la population résidente) par processus principal (Eaux = bleu, Chute = rouge, Glissement de terrain = orange). Neuchâtel fait référence à la commune de Neuchâtel.**

	1.	2.	3.	4.	5.
<b>BÂTIMENTS</b>	Val-de-Travers (1772)	Le Landeron (1018)	Milvignes (543)	Val-de-Ruz (492)	Cressier (487)
	Val-de-Travers (124)	Le Locle (51)	Boudry (40)	Neuchâtel (34)	La Chaux-de-Fonds (31)
	Le Locle (976)	Val-de-Travers (431)	Neuchâtel (155)	La Chaux-de-Fonds (119)	Cortailod (84)
<b>EMPLOYÉS</b>	Val-de-Travers (3268)	Le Locle (2745)	Neuchâtel (1670)	Boudry (1268)	Le Landeron (1102)
	Neuchâtel (239)	Val-de-Travers (38)	Hauterive (31)	Le Landeron (25)	Le Locle (17)
	Le Locle (3499)	Neuchâtel (421)	Val-de-Travers (100)	La Chaux-de-Fonds (45)	La Sagne (37)
<b>POPULATION RÉSIDENTE</b>	Val-de-Travers (4366)	Le Landeron (3533)	Le Locle (2188)	Milvignes (2131)	Boudry (1986)
	Boudry (261)	Val-de-Travers (214)	Neuchâtel (149)	La Chaux-de-Fonds (15)	Hauterive (8)
	Le Locle (3510)	Val-de-Travers (816)	Neuchâtel (556)	Cortailod (262)	La Chaux-de-Fonds (214)

**Tableau 8: Classement des communes selon l'exposition (part du nombre de bâtiments, d'employés et de la population résidente) par processus principal (Eaux = bleu, Chute = rouge, Glissement de terrain = orange).**

	1.	2.	3.	4.	5.
<b>BÂTIMENTS</b>	Le Landeron (65%)	Cressier (51%)	La Sagne (38%)	Val-de-Travers (31%)	Cornaux (26%)
	Boudry (3%)	Val-de-Travers (2%)	Le Locle (1%)	Rochefort (1%)	Hauterive (1%)
	Le Locle (26%)	La Sagne (11%)	Val-de-Travers (8%)	Cortailod (6%)	Rochefort (5%)
<b>EMPLOYÉS</b>	Le Landeron (87%)	Cressier (79%)	La Sagne (76%)	Cornaux (63%)	Val-de-Travers (62%)
	Hauterive (5%)	Le Landeron (2%)	Val-de-Travers (1%)	Neuchâtel (1%)	Boudry (0.3%)
	Le Locle (40%)	La Sagne (10%)	Val-de-Travers (2%)	Cortailod (1%)	Rochefort (1%)
<b>POPULATION RÉ-SIDENTE</b>	Le Landeron (76%)	La Sagne (46%)	Cressier (45%)	Val-de-Travers (41%)	Boudry (30%)
	Boudry (4%)	Val-de-Travers (2%)	Neuchâtel (0.3%)	Hauterive (0.3%)	Rochefort (0.2%)
	Le Locle (31%)	La Sagne (16%)	Val-de-Travers (8%)	Cortailod (5%)	Rochefort (3%)

#### 4.3.2 Ampleur des dommages et risques affectant les biens matériels

L'ampleur des dommages par événement (périodes de retour de 30, 100 et 300 ans) pour le processus Eaux est illustrée à la figure 5.

Le potentiel de dommages est clairement le plus élevé dans la commune de Val-de-Travers. L'ampleur des dommages pour la période de retour de 300 ans y dépasse les 200 millions de francs. La commune de Milvignes, quant à elle, se distingue avec des dégâts estimés à 46 millions de francs déjà pour un événement de temps de retour de 30 ans, ce qui est aussi le cas pour Val-de-Travers.

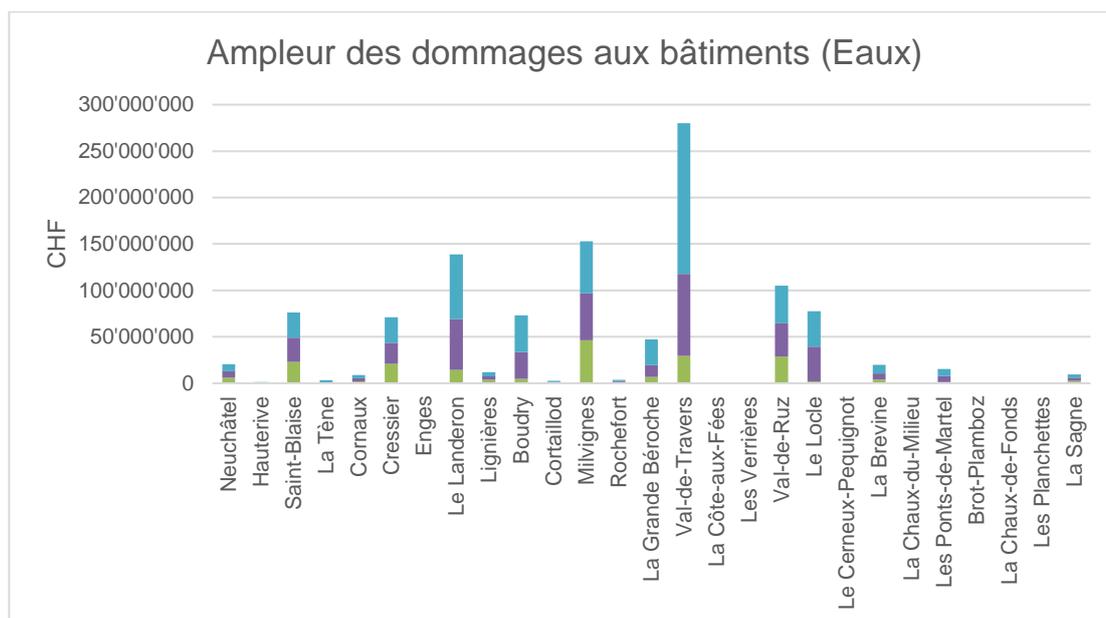


Figure 5: Représentation de l'ampleur des dommages (processus Eaux) pour les différents temps de retour (vert = 30 ans ; violet = 100 ans ; bleu = 300 ans).

Si l'on examine les risques matériels aux bâtiments du canton de Neuchâtel, on constate que le processus Eaux représente de loin le plus grand risque. Avec un risque de 11 millions de francs par an, ce risque est largement supérieur à celui des processus Glissement de terrain (85'700 CHF/a) et Chute (5'100 CHF/a). Il convient toutefois de noter que les risques sont calculés avec des méthodes différentes pour les différents types de processus (cf. chapitres 4.2.4 et 4.2.5). Ceci permet tout de même de faire un classement pour toutes les communes et par type de processus et les processus sont comparables entre communes.

Les valeurs de risque pour les bâtiments liés aux trois processus principaux sont présentées dans le Tableau 9. Les risques matériels encourus pour les différents processus principaux et par commune sont présentés dans les figures 6 (processus Eaux), 7 (processus Chute) et 8 (processus Glissement de terrain).

Tableau 9: Risque annuel sur les bâtiments pour les différents processus principaux.

Processus principal	Risque matériel [CHF / an]
Eaux	11'177'200
Chute	5'100
Glissement de terrain	85'700
<b>Total</b>	<b>11'268'000</b>

Le processus Eaux est dominant dans la plupart des communes. Les communes du Locle et de La-Chaux-de-Fonds sont les communes les plus touchées par les glissements de terrain. Le risque est évalué pour chacune à 30'000 francs par an. Les risques aux biens matériels auxquels elles sont confrontées représentent plus des deux tiers du risque total du processus Glissement de terrain dans le canton (cf. figure 8). A La Chaux-de-Fonds, le processus Glissement de terrain prédomine nettement avec une contribution d'environ 90%.

Les risques aux biens matériels liés au processus Chute sont quant à eux plus faibles et ne concernent que cinq communes (Neuchâtel, Boudry, Val-de-Travers, Le Locle et La Chaux-de-Fonds).

Pour le processus Eaux, les communes du Val-de-Travers et de Milvignes se distinguent du reste avec des valeurs absolues bien plus élevées que pour le reste du canton. La commune de Val-de-Ruz présente également un risque matériel annuel supérieur à un million de francs. Le risques aux bien matériel est causé par des inondations dynamiques, et pour la commune du Val-de-Travers également par des inondations statiques.

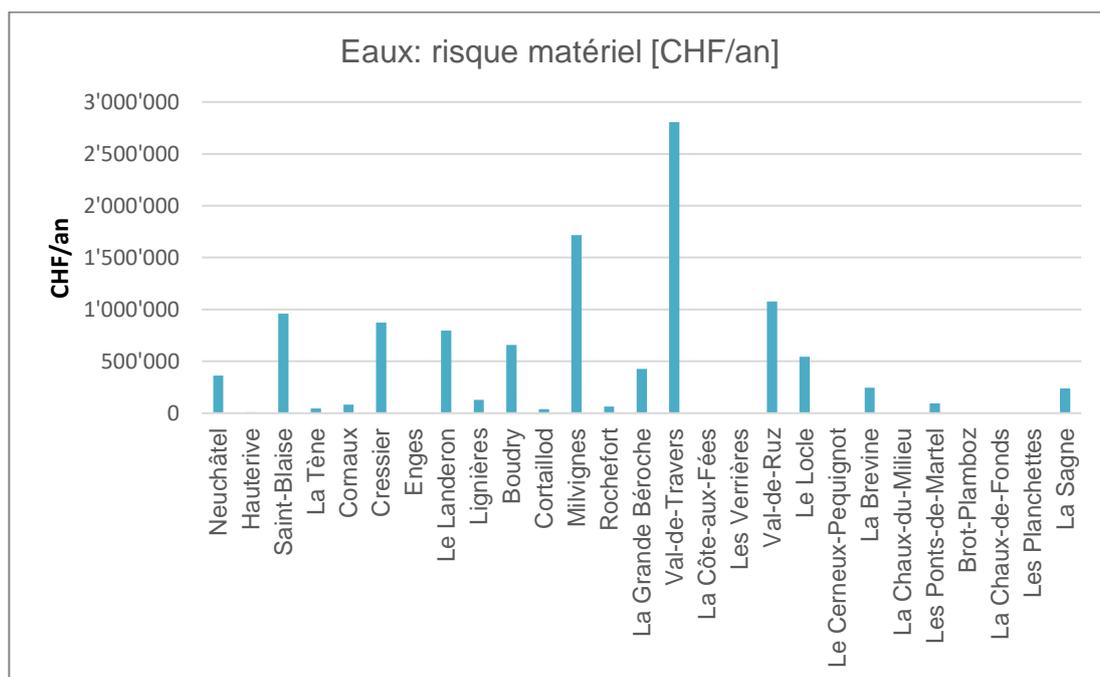


Figure 6: Risque matériel annuel par commune pour le processus Eaux. Trois communes présentent un risque supérieur à 1 million de CHF/an.

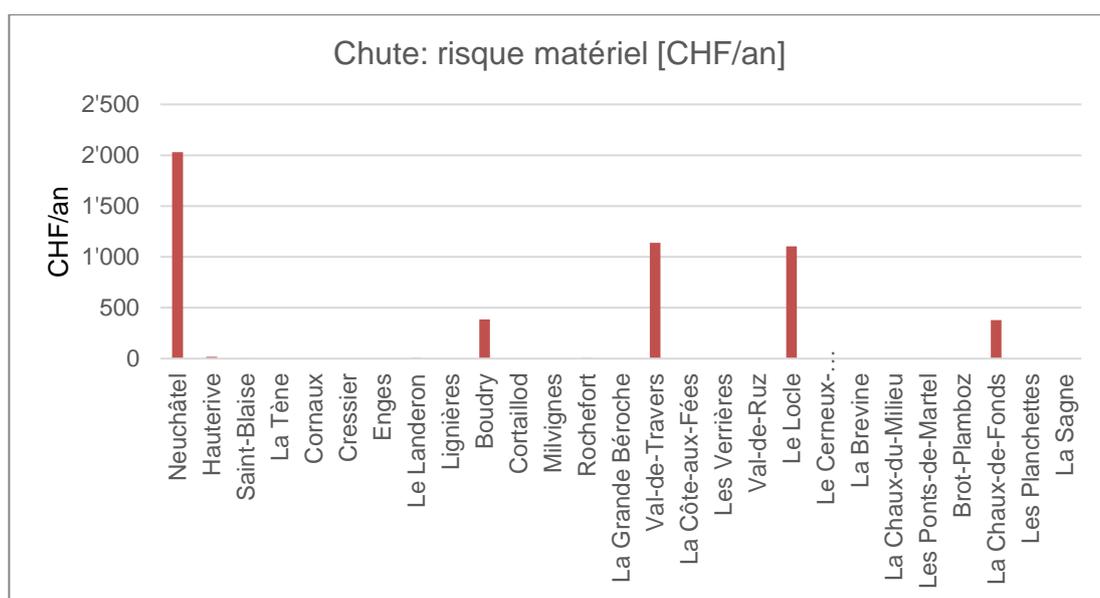


Figure 7: Risque matériel annuel par commune pour le processus Chute

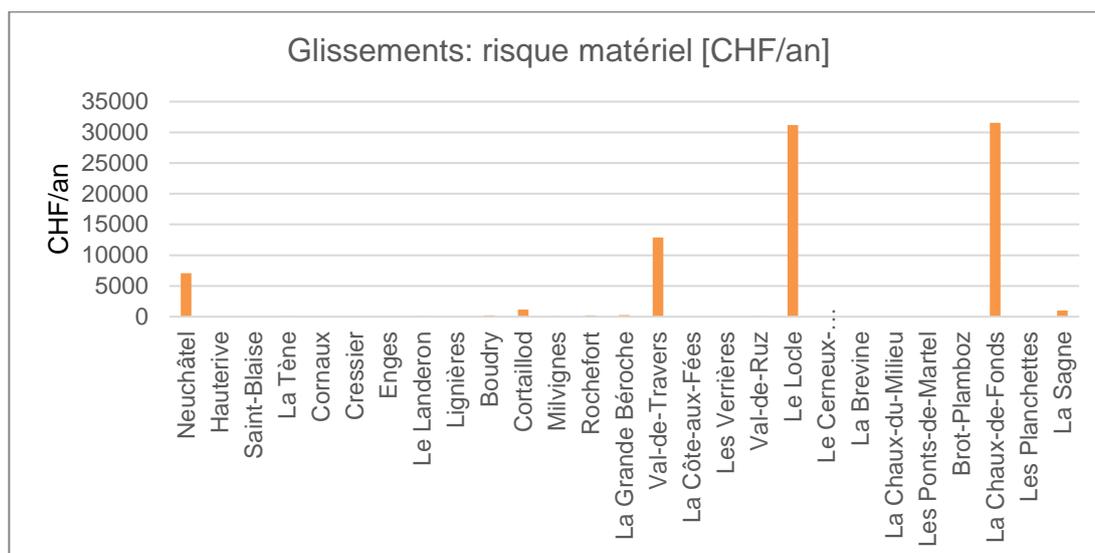


Figure 8: Risque matériel annuel par commune pour le processus Glissement de terrain. Les communes du Locle et de La Chaux-de-Fonds présentent clairement le plus grand risque annuel avec plus de 30'000 CHF/an

#### 4.3.3 Risque lié aux personnes

Dans le cas du risque collectif lié aux personnes, une distinction est faite entre la population résidente et les employés.

Le risque collectif lié aux personnes dû au processus Eaux contribue à environ 4 % du risque collectif total et est ainsi moins déterminant, en comparaison monétaire, que le risque aux biens matériels. Pour ce même processus, le risque lié aux personnes le plus élevé se trouve dans la commune du Val-de-Travers, particulièrement pour la population résidente. La figure 9 montre le nombre de décès par an attendus. Pour le cas du Val-de-Travers, cela représente 1 décès en 20 ans. Dans toutes les autres communes, le risque est beaucoup plus faible.

Les risques liés aux personnes dus aux processus Chute et Glissement de terrain sont à nouveau nettement inférieurs aux risques liés aux personnes dus au processus Eaux. Ici aussi, les risques les plus élevés concernent la commune de Val-de-Travers. Toutefois, seuls 2 décès sur 1000 ans pour le processus Glissement de terrain et 6 décès sur 1000 ans pour le processus Chute sont à attendre selon l'analyse. Ces chiffres sont directement liés au nombre de personnes exposées.

Tableau 10: Risque annuel liés aux personnes pour les différents processus principaux.

Processus principal	Risque lié aux personnes [CHF / an]
Eaux	424'600
Chute	5'600
Glissement de terrain	1'700
<b>Total</b>	<b>431'900</b>

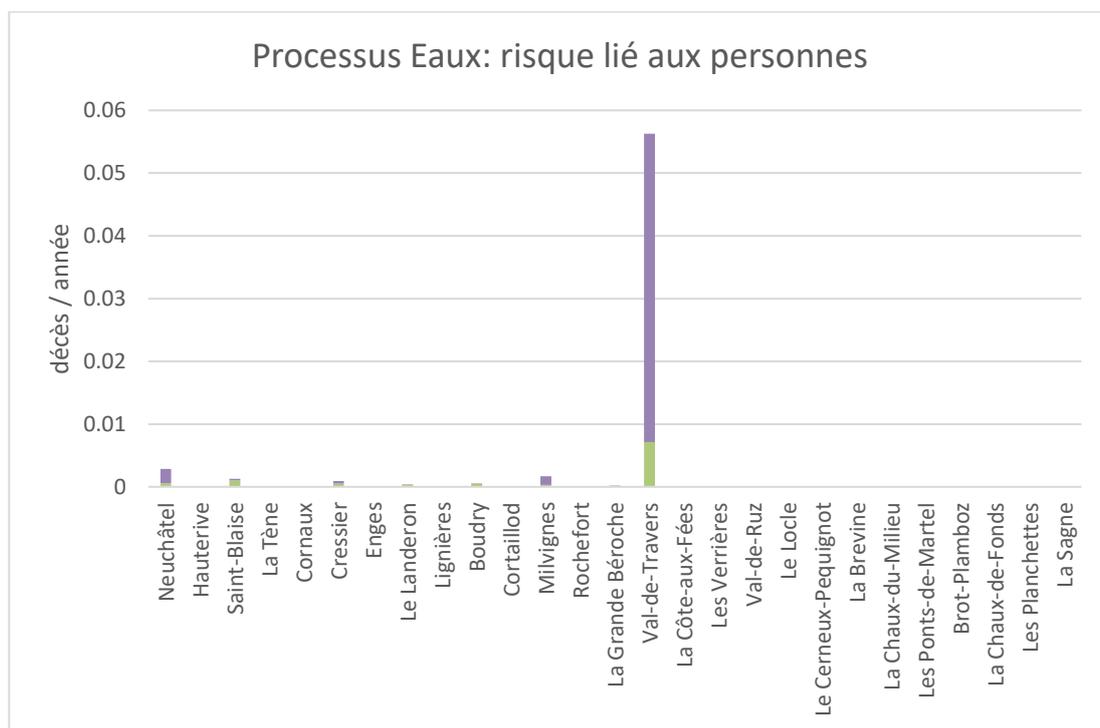


Figure 9: Risque lié aux personnes par commune (vert = employés, violet = population résidente) pour le processus Eaux

#### 4.3.4 Risque individuel de décès

En raison des données de base disponibles (cf. chapitre 4.2.1), le risque individuel de décès n'est calculé que pour le processus Eaux.

La valeur limite pour le risque individuel de décès est de  $10^{-5}$ . Celle-ci est dépassée dans un total de 40 bâtiments, dont 20 d'entre eux sont considérés comme occupés par des personnes.

Tous les bâtiments avec un risque individuel de décès trop élevé sont situés le long d'un cours d'eau et en zone rouge de danger (respectivement la surface des bâtiments touche la zone de danger élevé (rouge) du cours d'eau).

Il serait judicieux d'évaluer la situation de danger au cas par cas sur ces 40 bâtiments. En effet, la méthodologie basée sur l'intersection de géo-données atteint ici ses limites. Pour les 20 bâtiments non occupés, il convient également de ne pas négliger le dépassement du risque individuel de décès. Ces bâtiments ne devraient pas être classés en zone à bâtir ou être utilisés autrement, respectivement il serait judicieux de vérifier que ces bâtiments ne sont pas des immeubles d'habitation ou des bâtiments industriels ou artisanaux.

#### 4.4 CONCLUSION

L'analyse des risques présentée dans ce document montre que l'exposition au processus Eaux est dominant dans le canton de Neuchâtel. Le risque collectif matériel pour ce processus s'élève à environ 11 millions de francs par an. Pour le processus Glissement de terrain, ce risque est nettement plus faible, avec 86'000 francs par an. Finalement, le risque lié au processus Chute apparaît négligeable, avec 5'000 francs par an sur l'ensemble du canton.

Au niveau communal, les risques collectifs matériels les plus importants se situent dans les communes avec une forte exposition au processus Eaux. Les huit communes de Val-de-Travers, Milvignes, Val-de-Ruz, Le Landeron, Saint-Blaise, Cressier, Boudry et Le Locle présentent toutes un risque supérieur à 0,5 million de francs par an. Dans les trois premières, celui-ci est même supérieur à 1 million par an.

La Chaux-de-Fonds et Le Locle se distinguent comme les deux municipalités dans lesquelles le processus Glissement de terrain est dominant. Avec chacune 30'000 francs par an, elles représentent une part très importante du risque annuel matériel total du processus Glissement de terrain dans le canton de Neuchâtel.

Le risque collectif monétarisé lié aux personnes, avec une contribution d'environ 4% au risque total, est en comparaison monétaire moins déterminant que le risque aux biens matériels.

Le seuil pour le risque de décès individuel de  $10^{-5}$  est dépassé pour la population résidente et les employés dans 40 bâtiments du canton, dont 20 sont classés comme des bâtiments avec occupation. En raison du niveau d'étude relativement superficiel et de la méthodologie utilisée (simple superposition des géodonnées avec les cartes de dangers), ces informations doivent être considérées avec prudence et, au besoin, examinées de manière plus détaillée au niveau de chaque objet, respectivement de chaque bâtiment.

## 5 PERSPECTIVES

La présente analyse de risques a permis de mettre en valeur les données de base sur les dangers existantes en montrant clairement les conséquences possibles issues du danger.

La prochaine étape vers une gestion intégrée des risques consistera à évaluer les risques existants en fonction de leur acceptabilité et finalement définir des mesures pour éviter de nouveaux risques inacceptables, atténuer les risques existant jugés inacceptables et cohabiter en tant que société avec les risques acceptables.

Sur la base de la vue d'ensemble des risques désormais disponible, des champs d'action prioritaires peuvent être identifiés. Cela nécessite une évaluation des risques ("Qu'est-ce qui est acceptable?"), étape qui nécessite en parallèle un dialogue sur les risques intense entre tous les acteurs concernés. Les résultats de la vue d'ensemble peuvent servir d'outil de communication et de base de discussion pour une telle démarche.

Étant donné que l'analyse des risques reste à un niveau relativement superficiel et que la méthodologie suit une procédure standardisée, des investigations complémentaires sont nécessaires au cas par cas avant d'élaborer une planification détaillée des mesures.

Finalement, les risques liés aux dangers naturels ne sont pas fixes mais évoluent, d'une part suite aux mesures entreprises et, d'autre part, au travers du développement du milieu bâti et de facteurs externes tels que le changement climatique. Dans le cadre de la gestion intégrée des risques, il est donc recommandé, en utilisant les bases et méthodes élaborées dans la présente analyse, d'évaluer à nouveau les risques de manière régulière et ainsi s'orienter vers un monitoring du risque.

## 6 SYNTHÈSE

Avec le présent rapport, les données de base sur les risques sont désormais disponibles pour le Canton de Neuchâtel. Cela clôt une étape importante dans le processus menant à une gestion intégrée du risque dans le canton. En effet, avec le changement de paradigme souhaité au niveau national menant de la limitation des dangers vers une gestion intégrée des risques, l'élaboration de ces données de base est une étape essentielle.

La présente analyse a notamment permis de circonscrire sous forme monétaire les risques sur le canton. Ainsi, avec le recoupement entre les cartes de dangers et le potentiel de dommage, l'analyse a pu montrer que l'exposition au processus Eaux est dominant dans le canton de Neuchâtel. Le risque collectif matériel pour ce processus s'élève à environ 11 millions de francs par an. Les processus Chute et Glissement de terrain, quant à eux, sont moins déterminants, avec un risque matériel collectif cumulé d'environ 100'000 par an.

D'un point de vue des communes, trois d'entre elles (Val-de-Travers, Milvignes et Val-de-Ruz) se distinguent par des risques matériels collectifs très élevés (liés aux inondations), supérieurs à 1 million de francs par an et par commune. Dans 5 autres communes (Le Landeron, Saint-Blaise, Cressier, Boudry et Le Locle), ce risque est supérieur à un demi-million de francs par an.

La Chaux-de-Fonds et Le Locle se distinguent comme les deux municipalités dans lesquelles le processus Glissement de terrain est dominant. Avec chacune 30'000 francs par an, elles représentent une part très importante du risque annuel matériel total du processus Glissement de terrain dans le canton de Neuchâtel.

De la présente analyse sont identifiés non seulement les processus clés d'un point de vue du risque mais également les communes les plus touchées. Sur la base des résultats de l'analyse, il est par exemple possible d'identifier d'éventuels hotspots, que cela soit au niveau des bâtiments ou des communes. Ainsi, les résultats de l'analyse représentent une bonne base de travail pour définir des priorités dans la réduction du risque. La prochaine étape vers une gestion intégrée des risques consistera pour le Canton de Neuchâtel à évaluer les risques existants en fonction de leur acceptabilité pour ensuite définir et prioriser des mesures

Olten, le 6 décembre 2021

Auteurs: Dominique Bucher, Claudia Holenstein, Alain Foehn, Sandro Ritler

### HOLINGER SA

Sandro Ritler  
Responsable du secteur d'activité  
Aménagements Hydrauliques  
sandro.ritler@holinger.com  
+41 62 287 78 63

Dominique Bucher  
Ingénieure de projet  
dominique.bucher@holinger.com  
+41 62 287 78 65

# **ANNEXE 1**

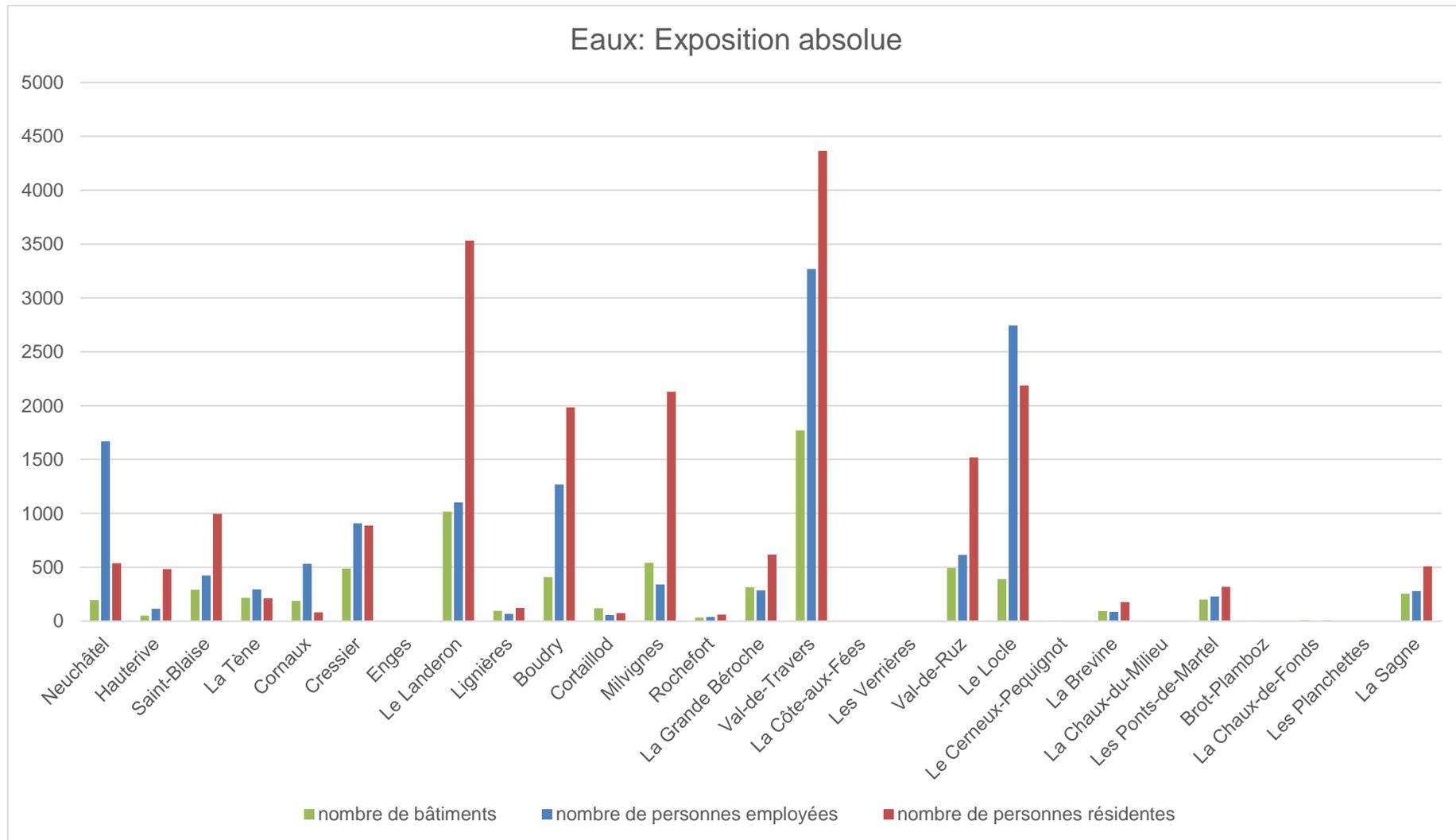
## **COCKPIT COMMUNES ET CANTON POUR LES PROCESSUS EAUX, CHUTE, GLISSEMENT DE TERRAIN, RUISSELLEMENT**

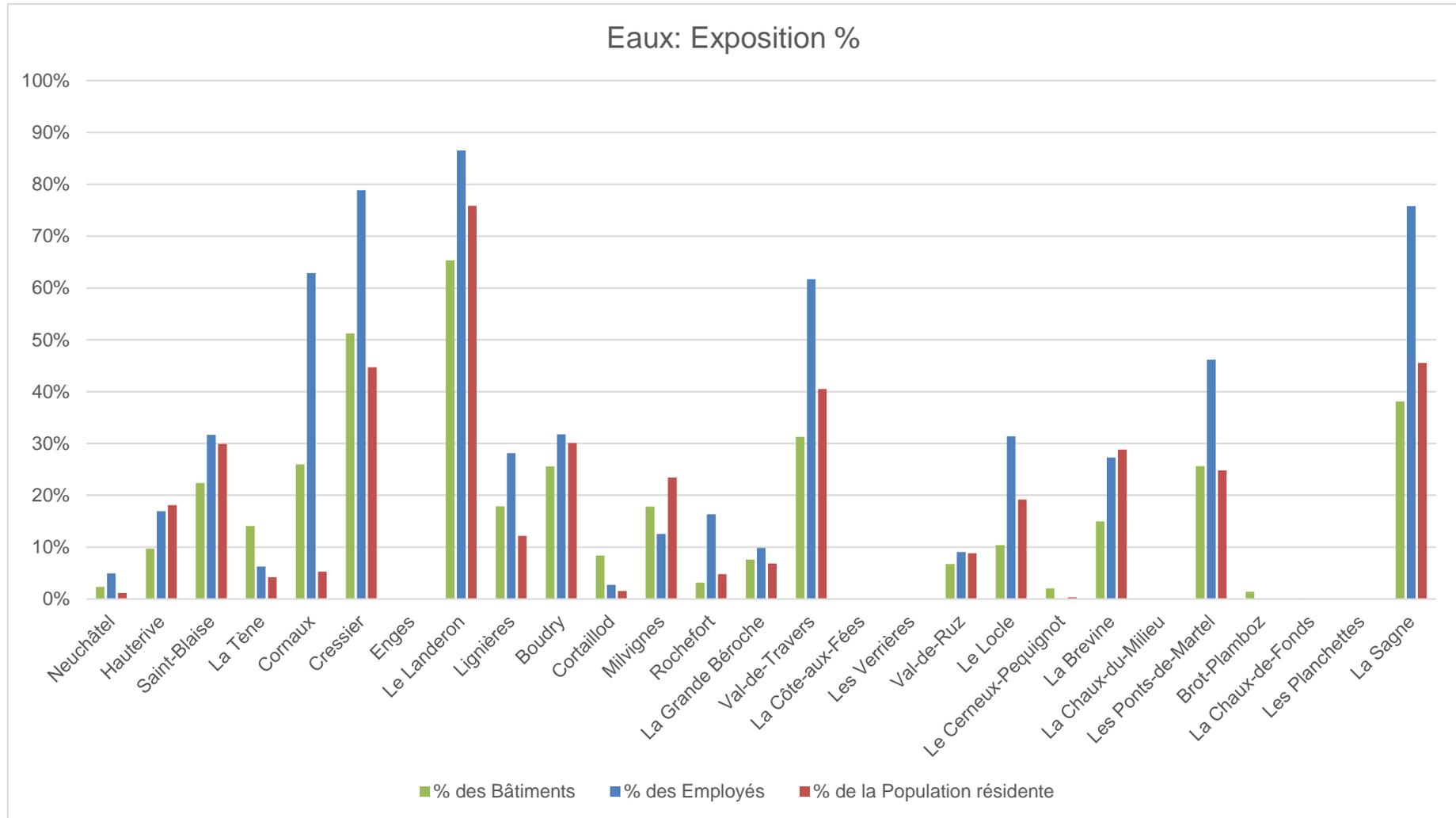
Une fiche par commune en format Excel.

## **ANNEXE 2**

### EXPOSITION PROCESSUS EAUX

Exposition absolue et relative des bâtiments et des personnes par commune

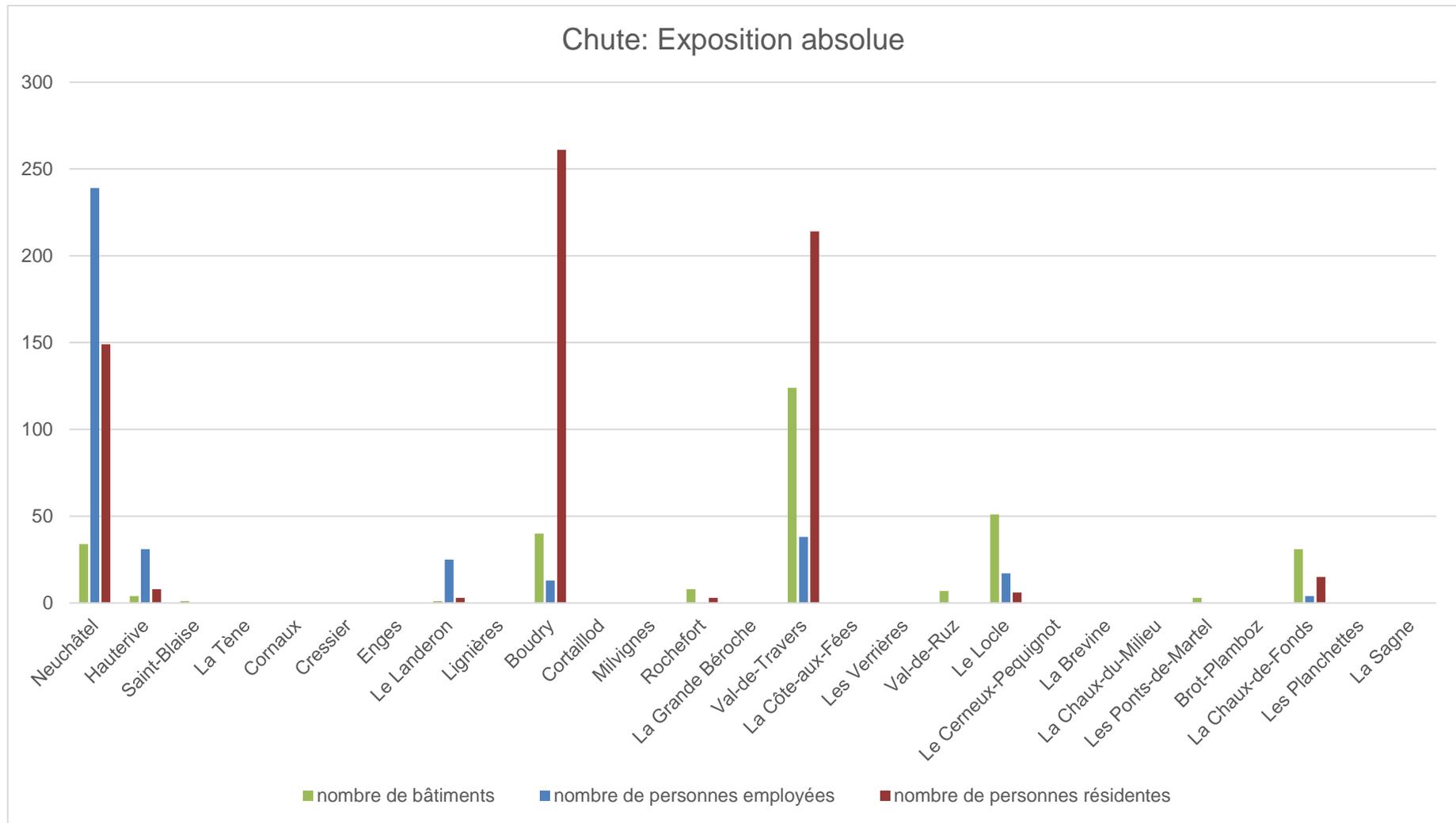


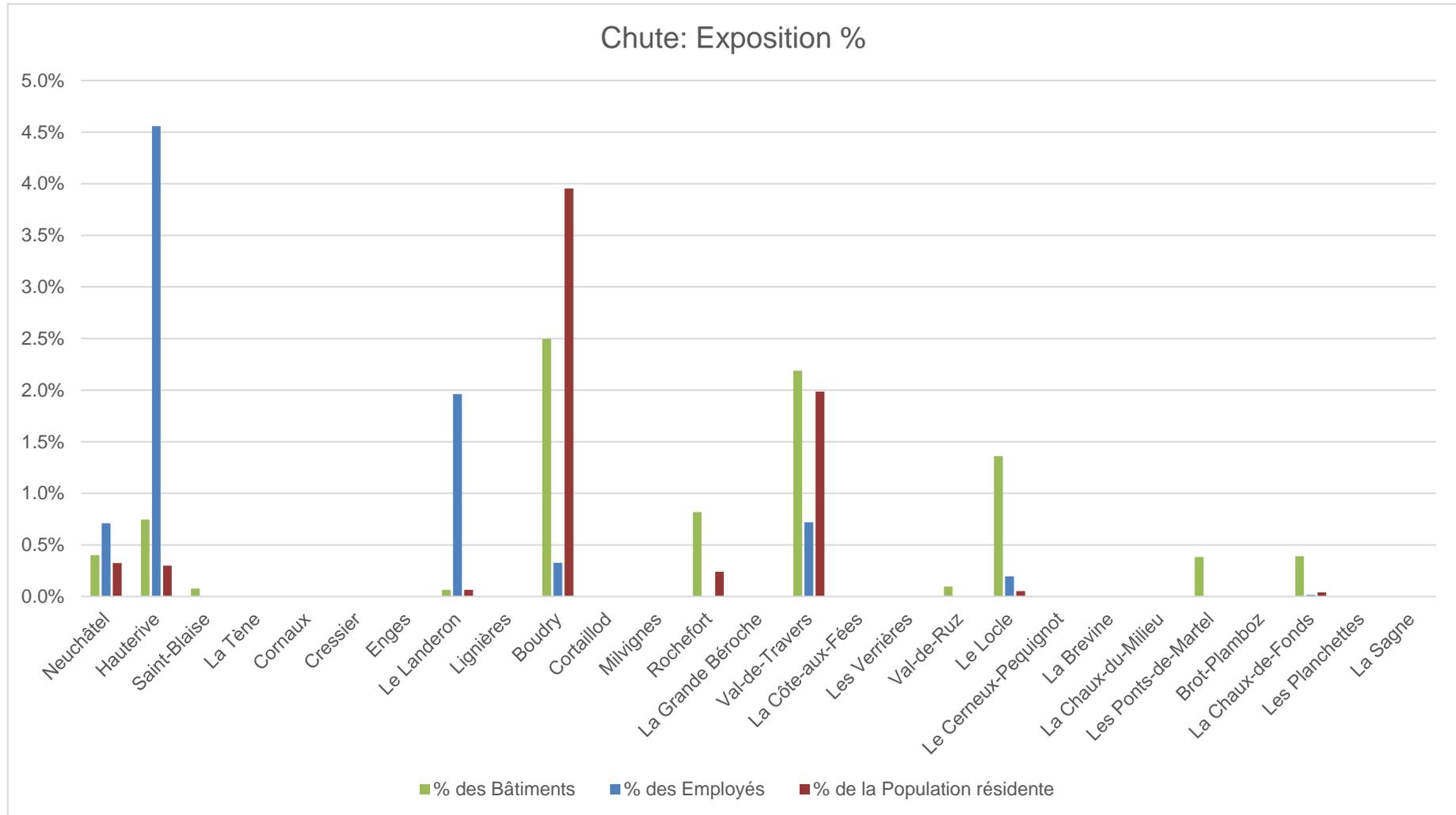


## **ANNEXE 3**

### EXPOSITION PROCESSUS CHUTE

Exposition absolue et relative des bâtiments et des personnes par commune

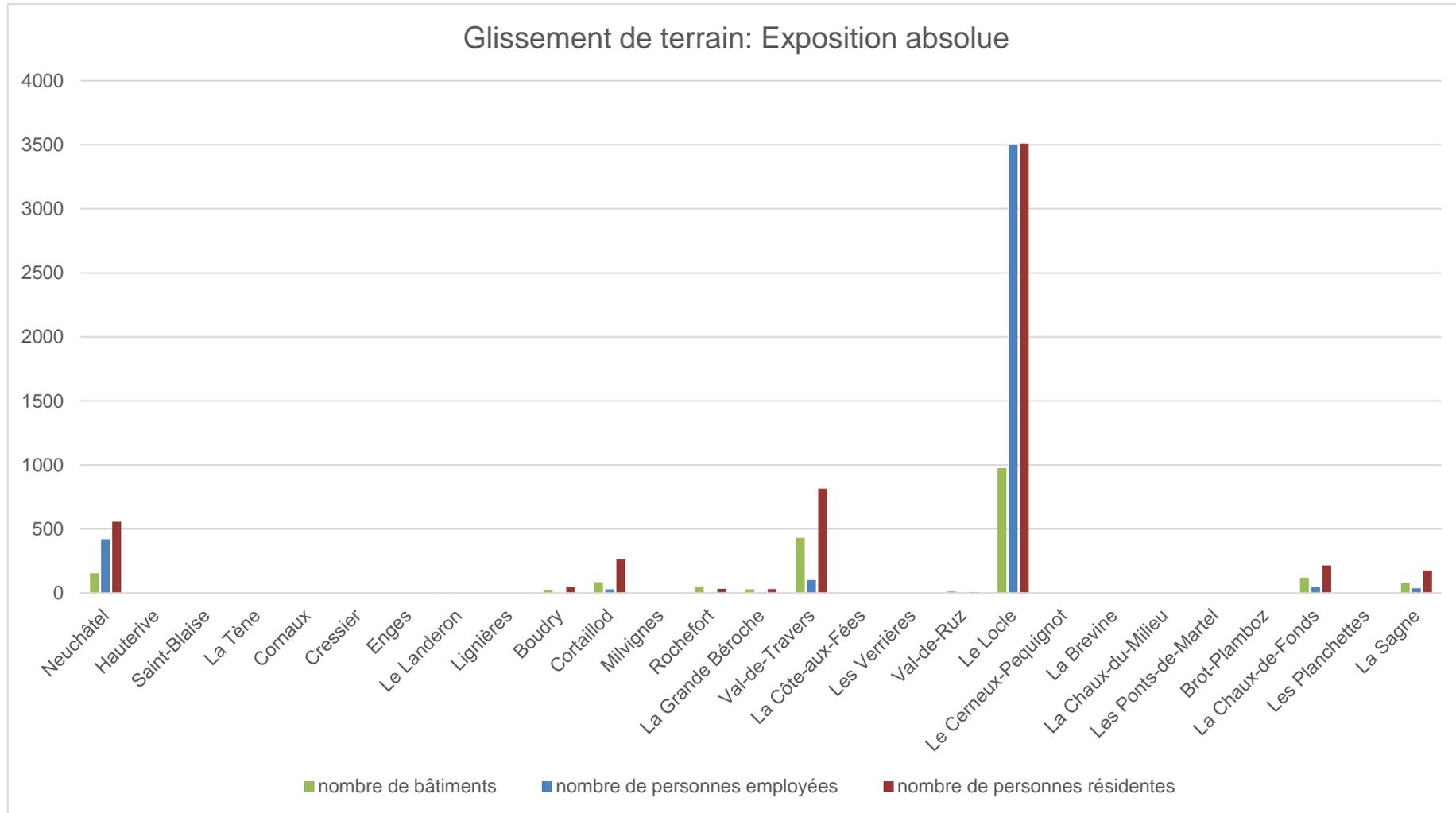


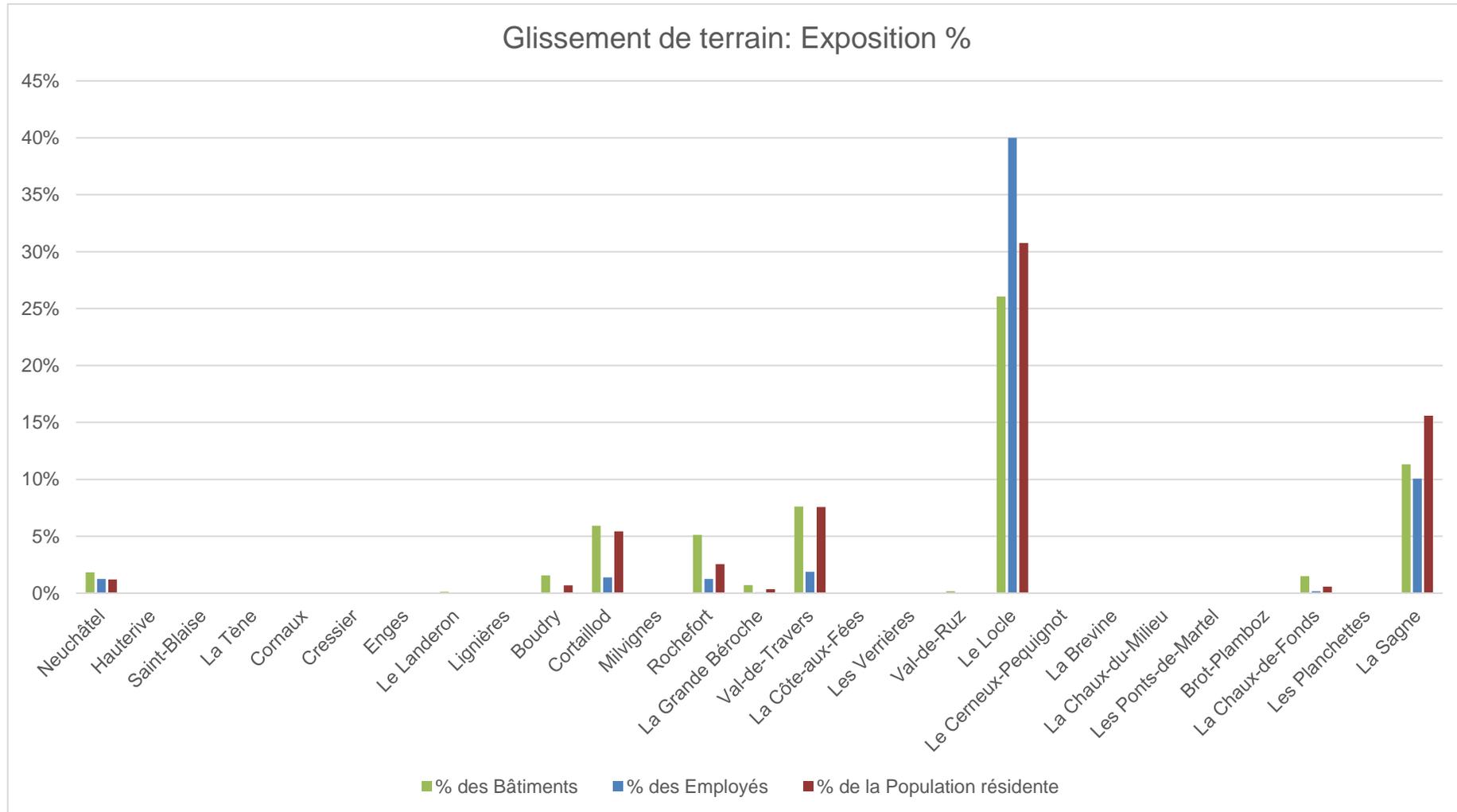


# **ANNEXE 4**

## **EXPOSITION PROCESSUS GLISSEMENT DE TERRAIN**

Exposition absolue et relative des bâtiments et des personnes par commune

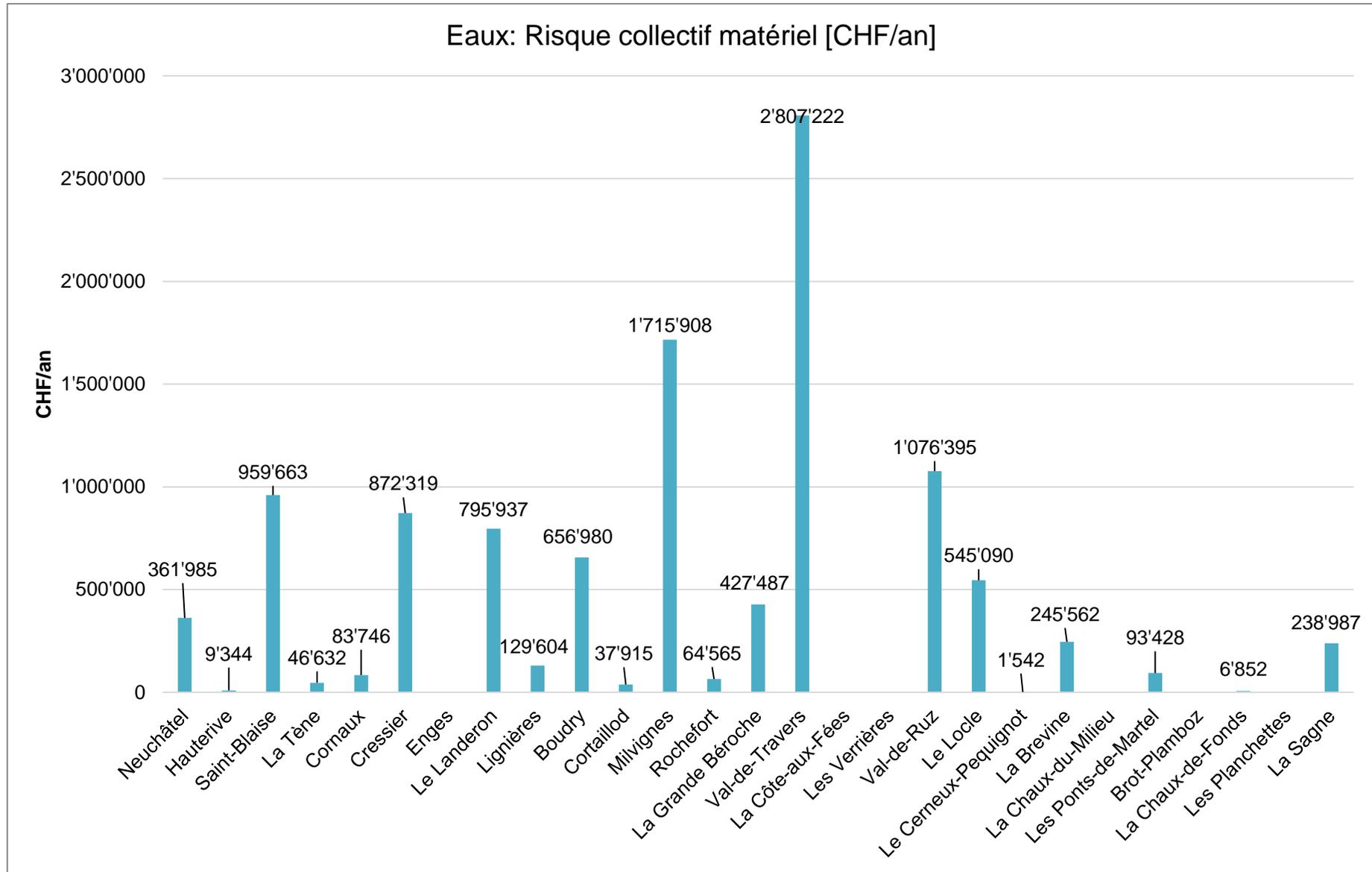




# **ANNEXE 5**

## **RISQUE COLLECTIF PROCESSUS EAUX**

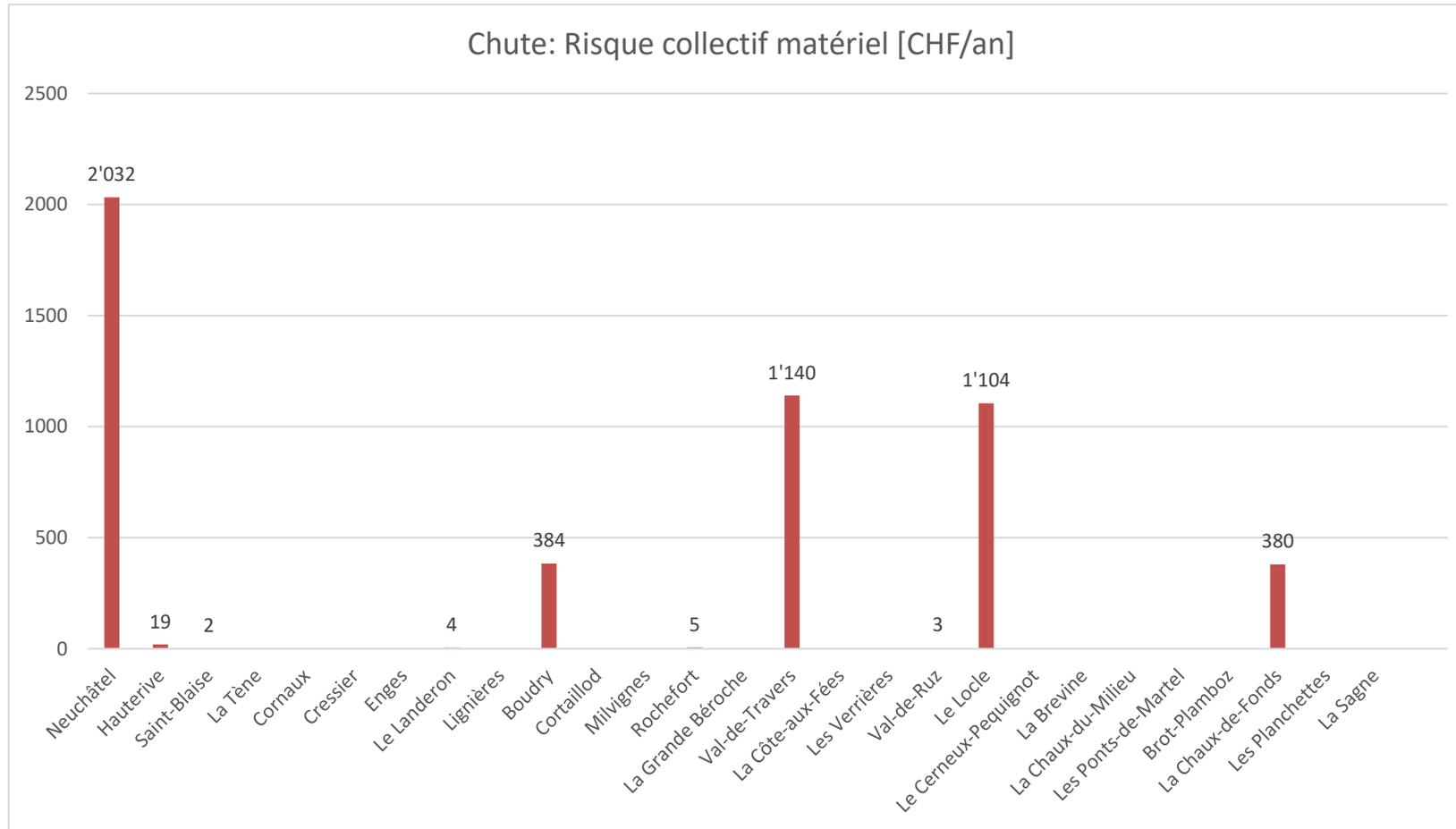
Risques matériel et lié aux personnes par commune



# ANNEXE 6

## RISQUE MATÉRIEL PROCESSUS CHUTE

Risque matériel par commune

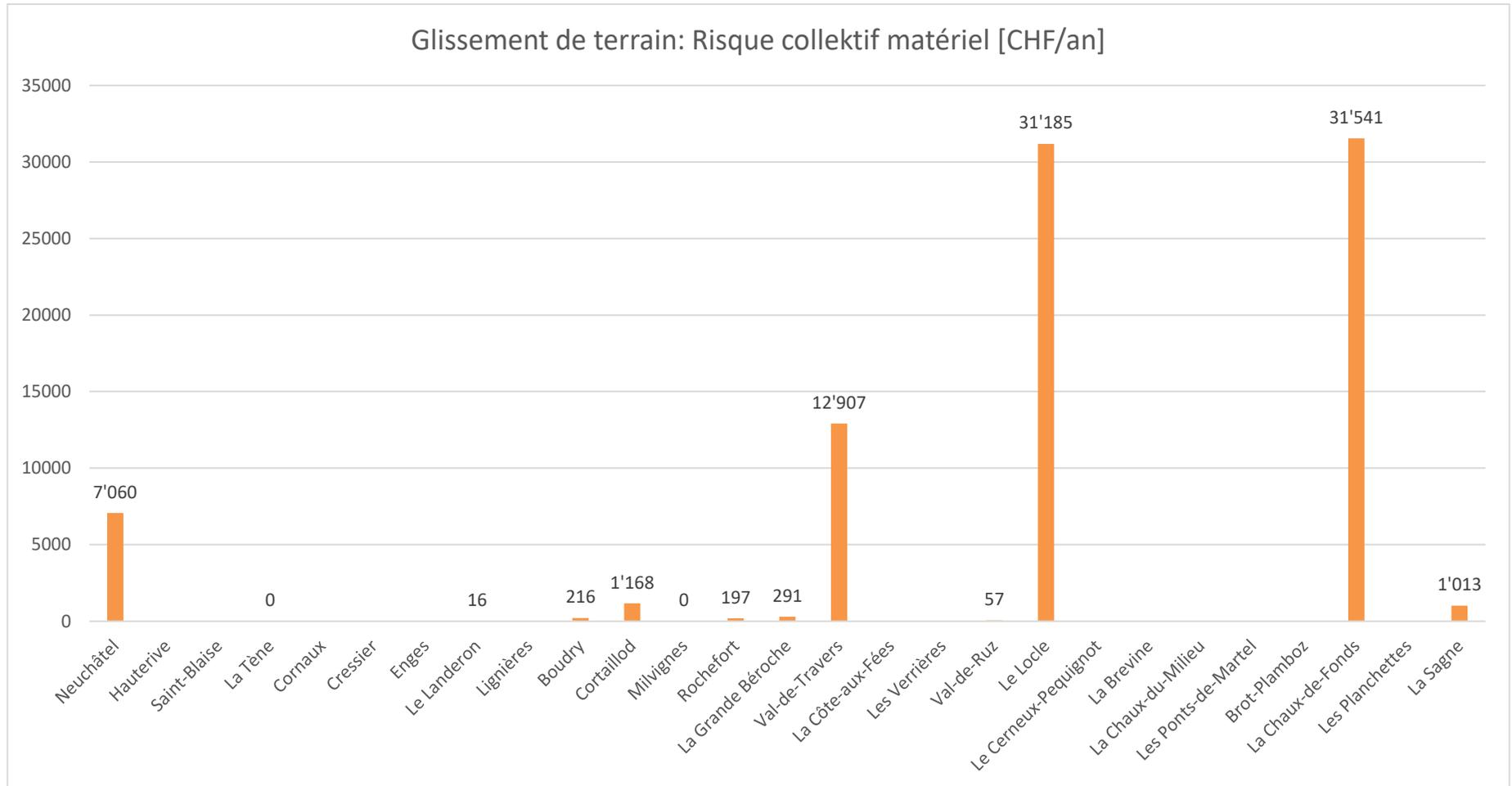


# ANNEXE 7

## RISQUE MATERIEL PROCESSUS GLISSEMENT DE TERRAIN

Risque matériel par commune

Vue d'ensemble des risques naturels pour le canton de Neuchâtel



# ANNEXE 8

## TABLEAU EXPOSITION ET RISQUE

Fiche en format Excel.