

Commune de Bozel

Contraintes mécaniques intrinsèques aux phénomènes

Modalités d'utilisation des données pour le dimensionnement des projets

Ce document précise, en premier lieu, les valeurs caractéristiques intrinsèques des aléas avalanches, chutes de blocs, ruissellement, crues torrentielles et coulées boueuses retenues pour les phénomènes de référence étudiés dans le cadre de l'élaboration du PPRn de Bozel.

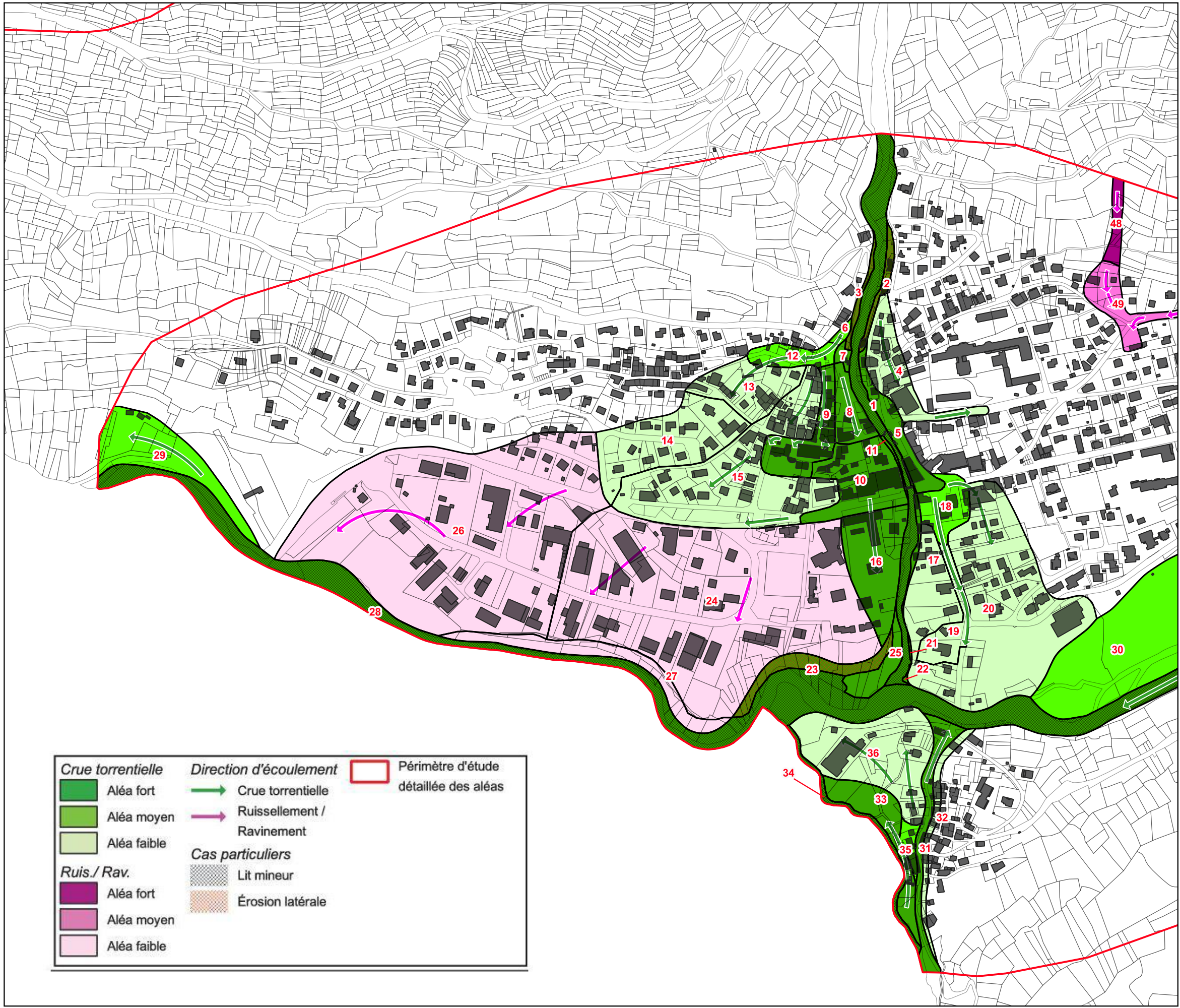
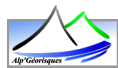
Ces valeurs ont été déterminées par phénomène, à l'intérieur des périmètre d'étude détaillée des aléas, en corrélation avec les intensités d'aléas définies dans les cartes et le dossier des aléas portés à connaissance en janvier 2023.

Ainsi, 12 cartes définissent par phénomène, par niveau d'aléa et par secteur, un ensemble de polygones numérotés ainsi que les sens de propagation des phénomènes. Les tableaux assortis précisent, pour chaque polygone, les valeurs caractéristiques des phénomènes à prendre en compte pour dimensionner les structures.

Les autres aléas (mouvements de terrains, affaissements et effondrements) ne font pas l'objet de valeurs caractéristiques.

Ces données sont nécessaires pour dimensionner les projets et assurer leur résistance au phénomène de référence retenu.

Les modalités d'utilisation de ces valeurs pour le dimensionnement des projets sont présentées à la suite des cartographies et tableaux.

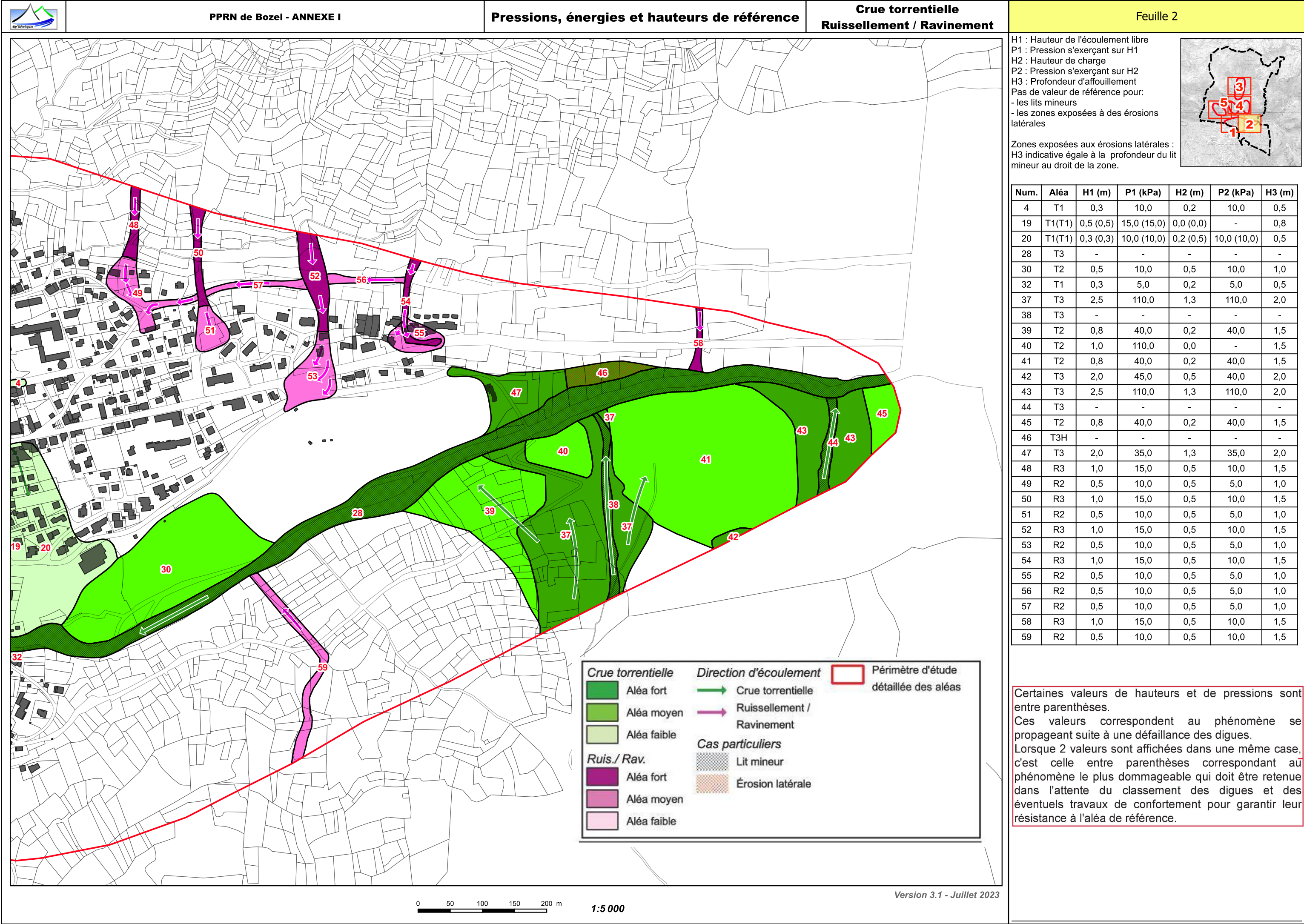


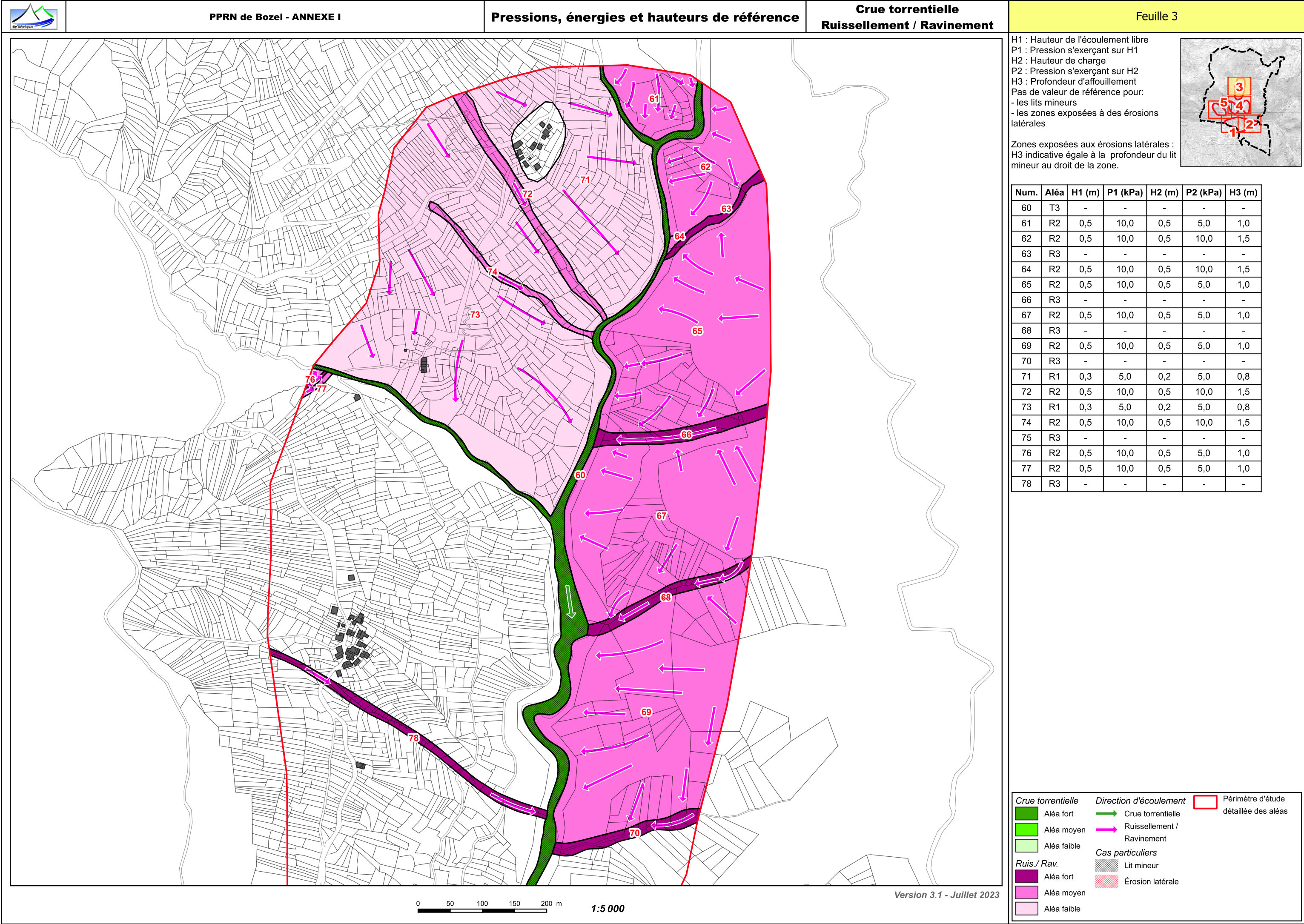
H1 : Hauteur de l'écoulement libre
P1 : Pression s'exerçant sur H1
H2 : Hauteur de charge
P2 : Pression s'exerçant sur H2
H3 : Profondeur d'affouillement
Pas de valeur de référence pour:
- les lits mineurs
- les zones exposées à des érosions latérales

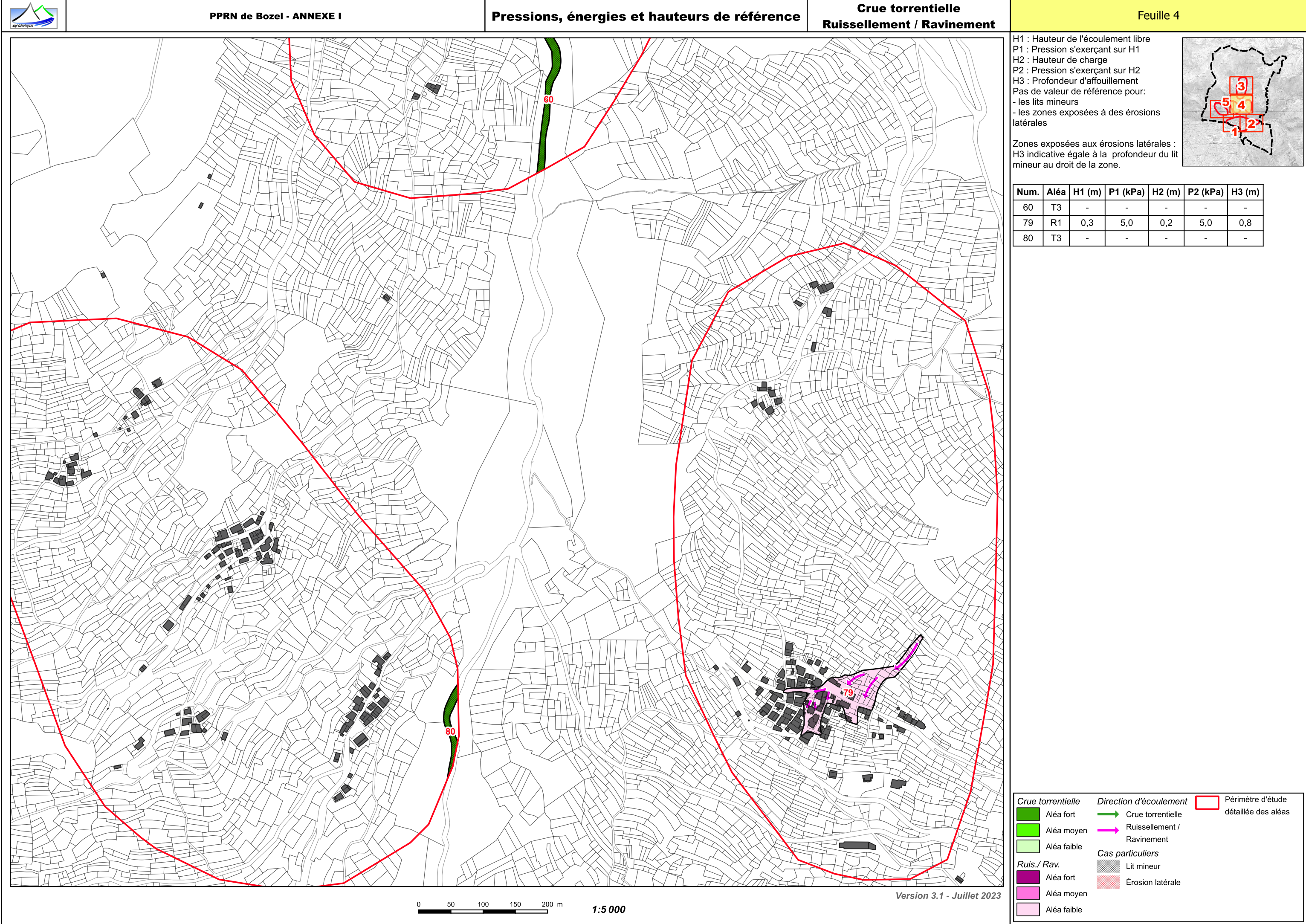
Zones exposées aux érosions latérales :
H3 indicative égale à la profondeur du lit mineur au droit de la zone.

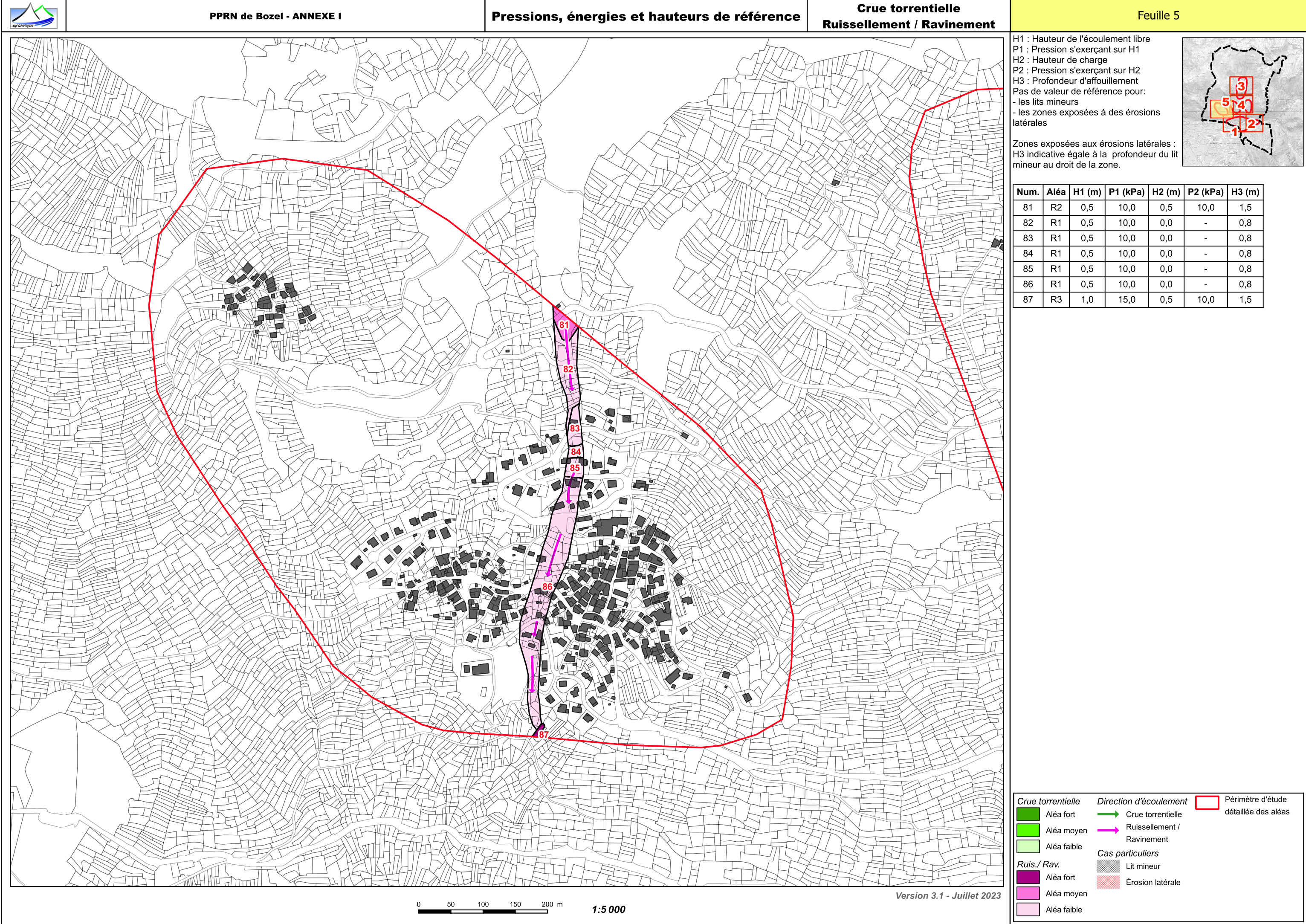
Num.	Aléa	H1 (m)	P1 (kPa)	H2 (m)	P2 (kPa)	H3 (m)
1	T3	-	-	-	-	-
2	T3(T3)	-	-	-	-	-
3	T3	-	-	-	-	-
4	T1	0,3	10,0	0,2	10,0	0,5
5	T3(T3)	1,0 (1,5)	25,0 (30,0)	0,9 (0,9)	25,0 (25,0)	1,5
6	T2	0,8	25,0	0,2	25,0	1,5
7	T3	1,0	25,0	0,9	25,0	1,5
8	T3(T3)	1,0 (1,5)	25,0 (30,0)	0,9 (0,9)	25,0 (25,0)	1,5
9	T2(T3)	0,5 (1,0)	10,0 (25,0)	0,5 (0,9)	10,0 (25,0)	1,0
10	T2(T3)	0,8 (1,5)	15,0 (30,0)	0,2 (0,9)	15,0 (25,0)	1,5
11	T3	2,0	35,0	1,3	35,0	2,0
12	T2	0,8	15,0	0,2	15,0	1,5
13	T1(T1)	0,3 (0,3)	10,0 (10,0)	0,2 (0,2)	10,0 (10,0)	0,5
14	T1(T1)	0,3 (0,3)	5,0 (10,0)	0,2 (0,2)	5,0 (10,0)	0,5
15	T1(T1)	0,3 (0,3)	5,0 (10,0)	0,2 (0,2)	5,0 (10,0)	0,5
16	T2(T3)	0,5 (1,0)	10,0 (20,0)	0,5 (0,9)	10,0 (20,0)	1,0
17	T3	1,0	25,0	0,9	25,0	1,5
18	T2(T2)	0,8 (0,8)	25,0 (25,0)	0,2 (0,2)	25,0 (25,0)	1,5
19	T1(T1)	0,5 (0,5)	15,0 (15,0)	0,0 (0,0)	-	0,8
20	T1(T1)	0,3 (0,3)	10,0 (10,0)	0,2 (0,5)	10,0 (10,0)	0,5
21	T3	1,0	25,0	0,9	25,0	1,5
22	T3	1,0	25,0	0,9	25,0	1,5
23	T3	-	-	-	-	-
24	R1	0,3	5,0	0,2	5,0	0,5
25	T3	2,0	35,0	1,3	35,0	2,0
26	R1	0,3	10,0	0,2	10,0	0,5
27	R1	0,3	5,0	0,2	5,0	0,8
28	T3	-	-	-	-	-
29	T2	0,5	10,0	0,5	10,0	1,0
30	T2	0,5	10,0	0,5	10,0	1,0
31	T3	1,5	20,0	0,5	10,0	1,5
32	T1	0,3	5,0	0,2	5,0	0,5
33	T3	1,5	20,0	0,5	10,0	1,5
34	T3	-	-	-	-	-
35	T2	0,5	10,0	0,5	10,0	1,0
36	T1	0,3	5,0	0,2	5,0	0,5
48	R3	1,0	15,0	0,5	10,0	1,5
49	R2	0,5	10,0	0,5	5,0	1,0

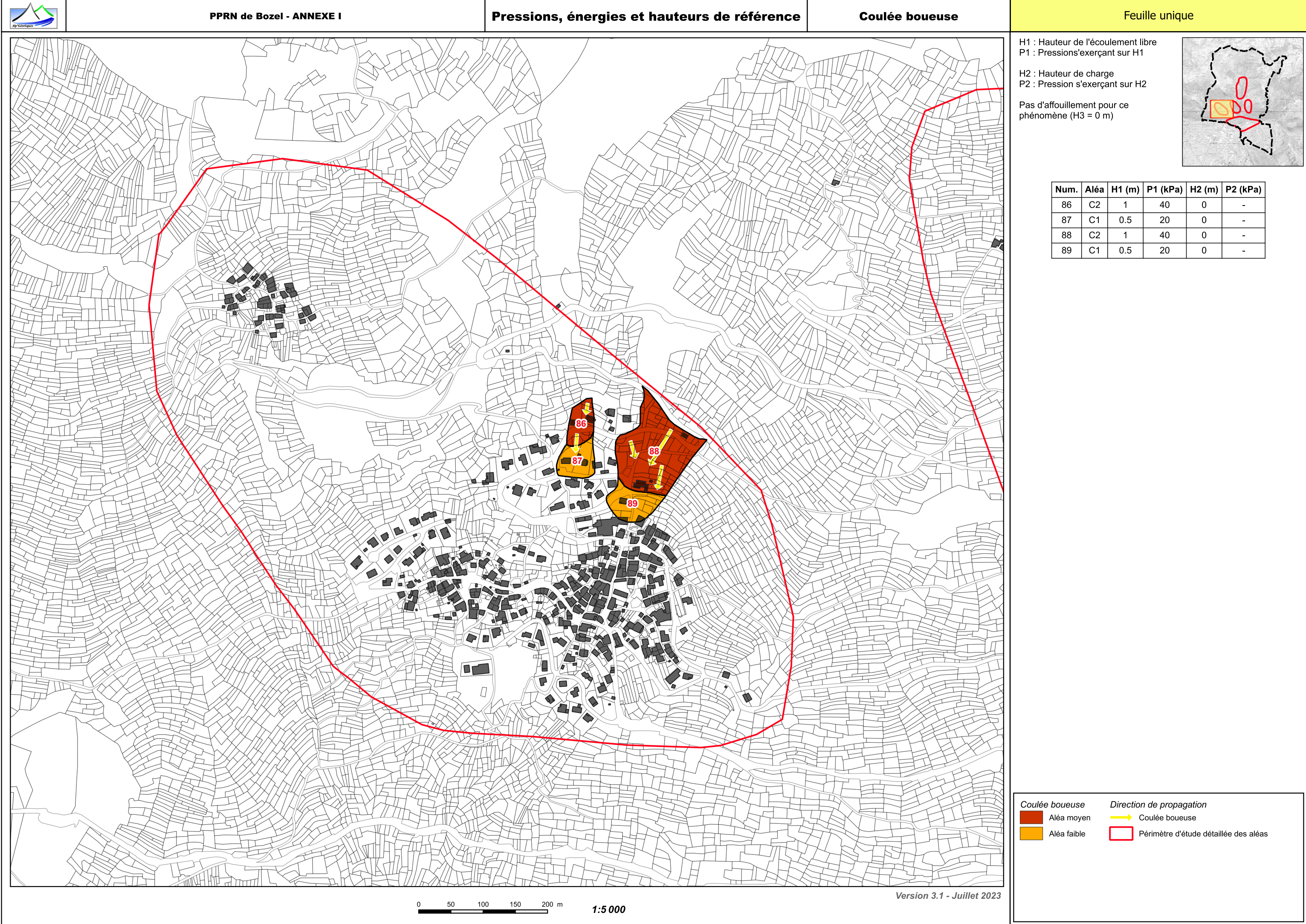
Certaines valeurs de hauteurs et de pressions sont entre parenthèses.
Ces valeurs correspondent au phénomène se propageant suite à une défaillance des digues.
Lorsque 2 valeurs sont affichées dans une même case, c'est celle entre parenthèses correspondant au phénomène le plus dommageable qui doit être retenue dans l'attente du classement des digues et des éventuels travaux de confortement pour garantir leur résistance à l'aléa de référence.

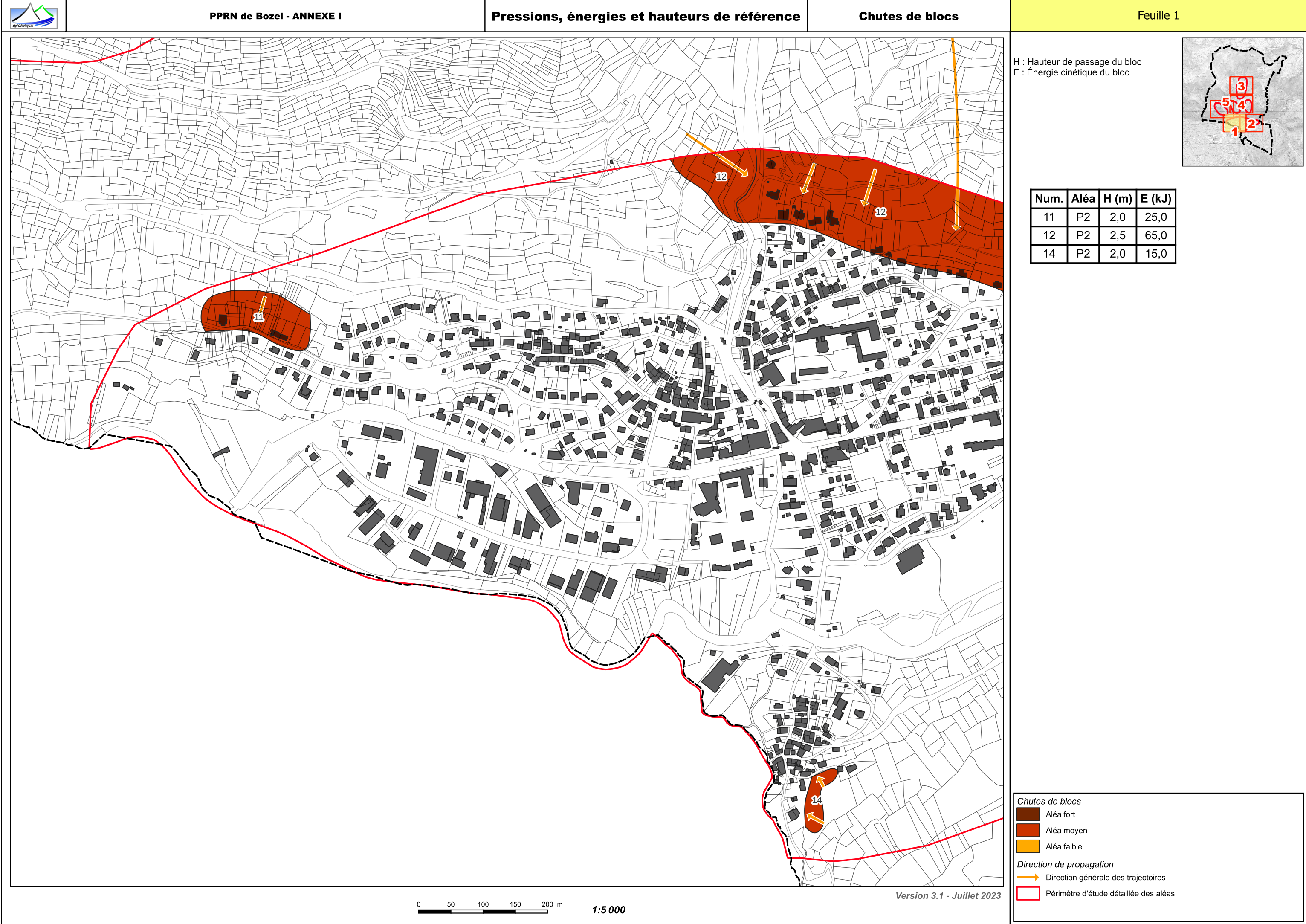


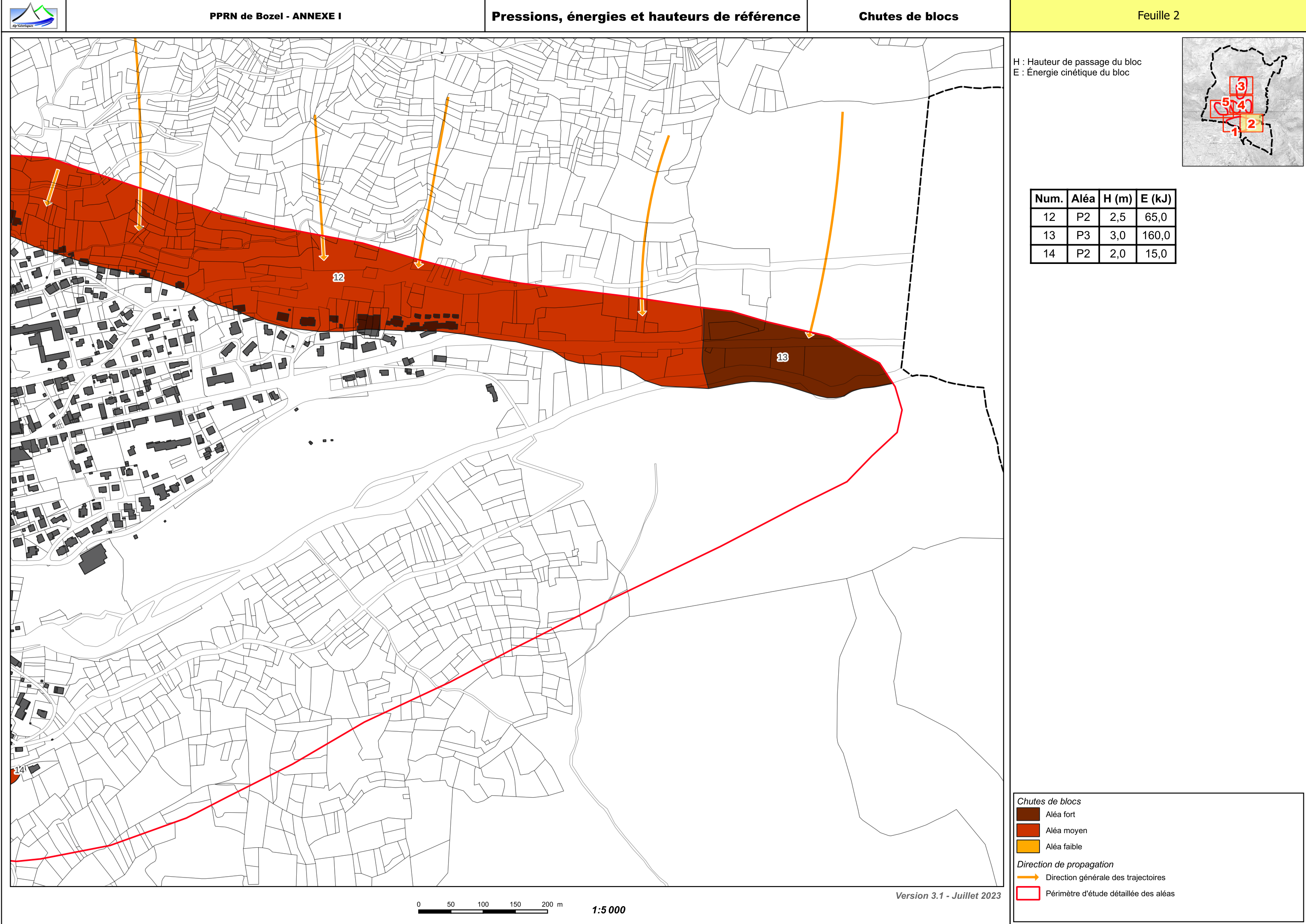


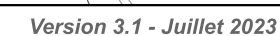


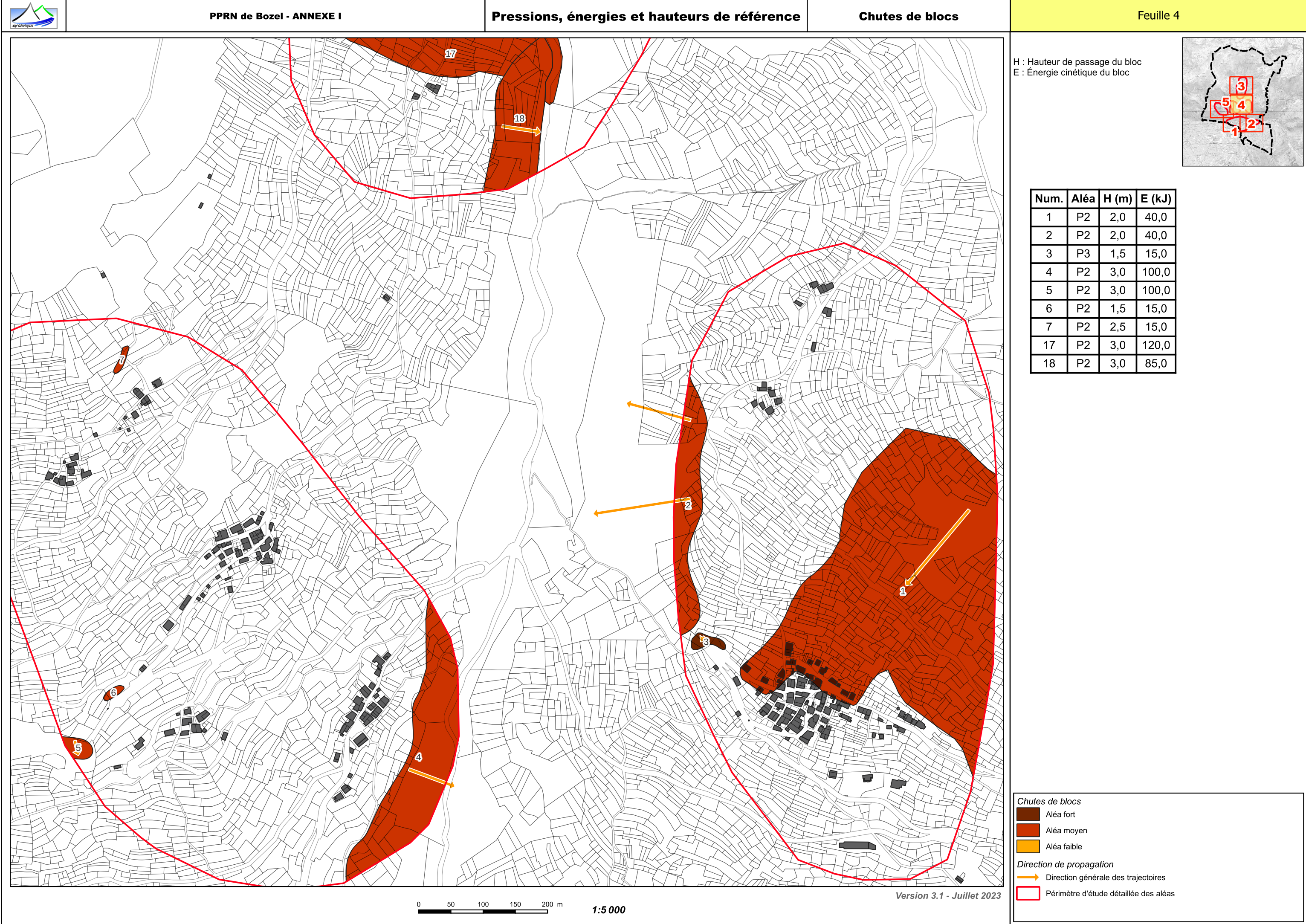


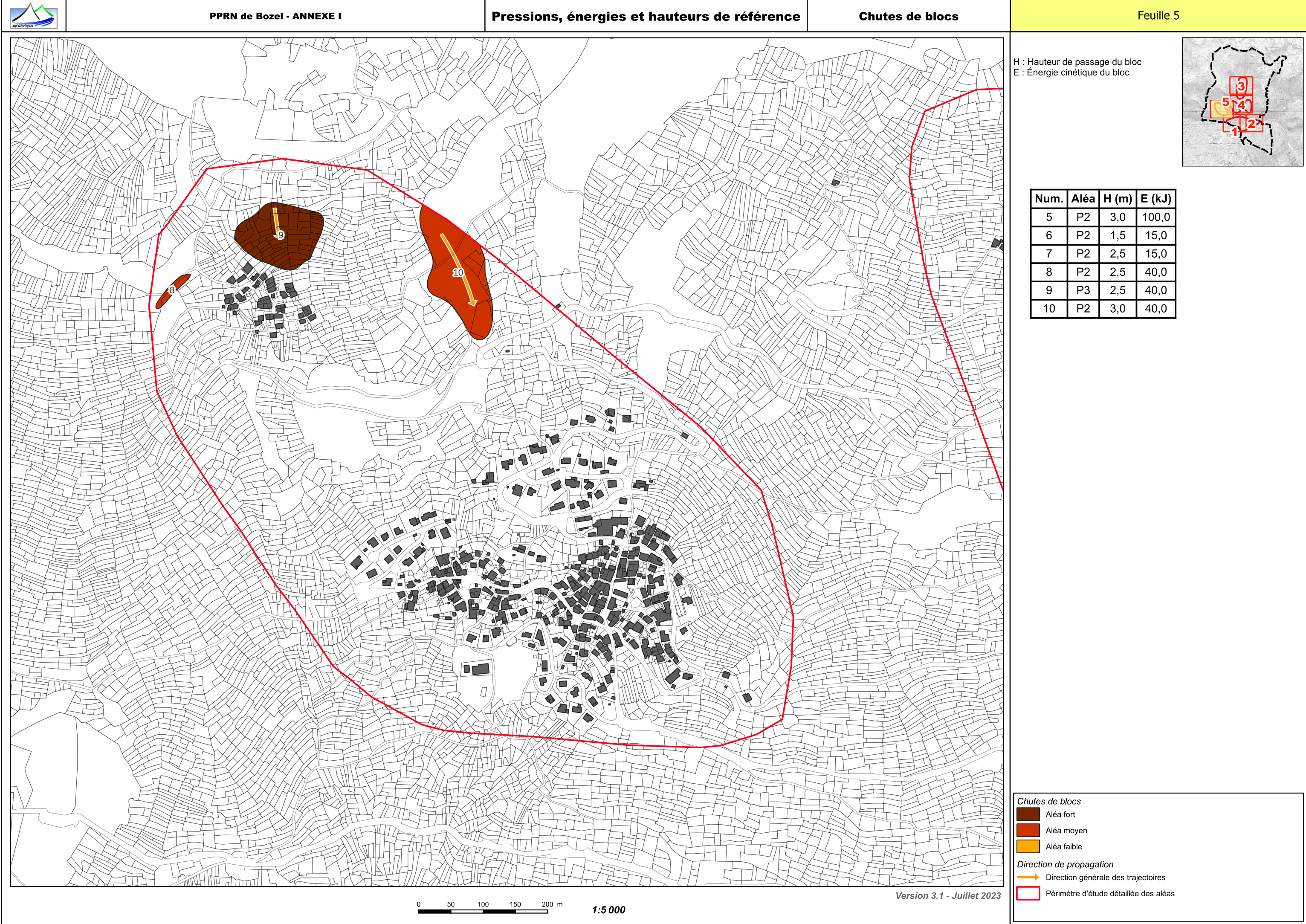


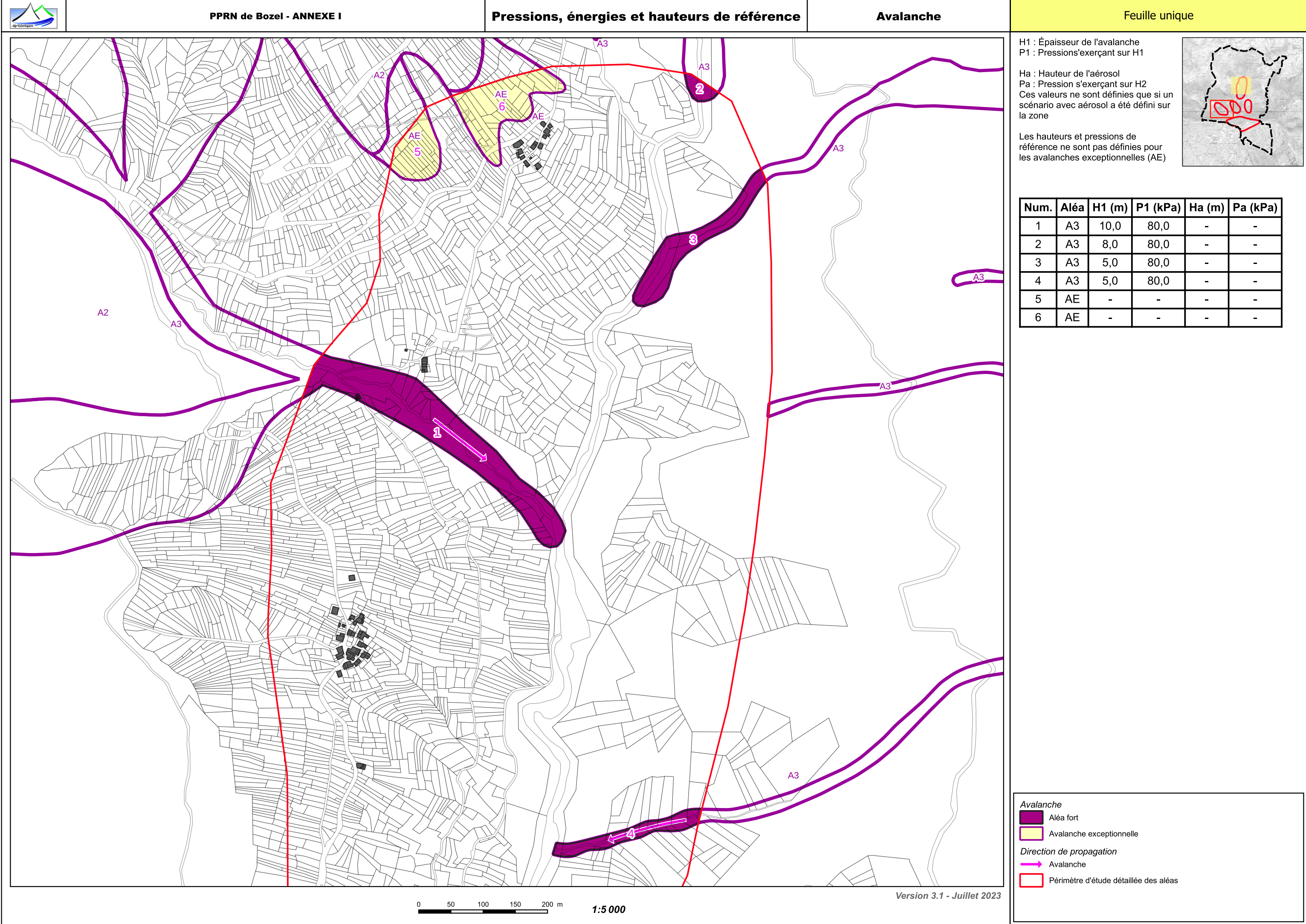












Contraintes mécaniques intrinsèques aux phénomènes

Modalités d'utilisation des données pour le dimensionnement des projets

Lorsqu'un obstacle est atteint par un aléa, les contraintes mécaniques qu'il subit sont fonction des caractéristiques de l'aléa (hauteur, intensité, direction), mais aussi de la forme du bâtiment (façade perpendiculaire ou parallèle au phénomène, présence d'une zone abritée, etc...).

Aussi, afin de dimensionner un projet, il convient préalablement de convertir les caractéristiques de l'aléa en contraintes mécaniques sur le projet.

Le présent document, non réglementaire, a pour vocation d'aider les maîtres d'ouvrage et bureaux d'études « structure » dans cette tâche. Il permet de définir, **pour des bâtiments standards de dimensions mesurées**, les contraintes mécaniques qui s'appliquent sur les différentes façades du projet en fonction des caractéristiques de l'aléa.

Il a été établie à partir des guides techniques « construire en montagne – prise en compte du risque d'avalanche » et « construire en montagne – prise en compte du risque torrentiel » et d'un travail de l'ONF-RTM.

Son application ne soustrait pas le maître d'ouvrage de ses responsabilités pour le dimensionnement de son projet.

En cas de doute ou de volonté d'affiner les contraintes mécaniques qui s'appliquent sur les différentes façades du projet en fonction des caractéristiques de l'aléa, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études spécialisé en aléas.

Contraintes mécaniques issues d'une avalanche aérosol

Pour une avalanche aérosol exerçant une pression P sur une hauteur H les contraintes mécaniques à prendre en compte pour dimensionner le projet sont :

Pressions homogènes dues à l'écoulement :

- Classe 1 : P en surpression sur une hauteur H ,
- Classe 1 : sur toute la hauteur de la façade, pression verticale orientée vers le haut d'une valeur $P_v = 0,8 \times P$
- Classe 2 : $1/2 P$ en surpression et $1/5 P$ en dépression sur une hauteur H
- Classe 3 : $1/5 P$ en dépression sur une hauteur H

Forces de poinçonnement dues aux objets massifs susceptibles d'être transportés dans l'écoulement :

- Classe 1 : sur une hauteur H , résistance en tout point de la façade à une force F (kN) = $0.3 \times P$ (kPa) appliquée sur un cercle de diamètre 25 cm

Contraintes mécaniques issues d'une avalanche coulante

Pour une avalanche coulante exerçant une pression P sur une hauteur H les contraintes mécaniques à prendre en compte pour dimensionner le projet sont :

Pressions homogènes dues à l'écoulement :

- Classe 1 : sur une hauteur H , surpression de valeur P
- Classe 2 : sur une hauteur H , en surpression de valeur $0,5 \times P$
- Classe 3 : pas de contrainte

Forces de poinçonnement dues aux objets massifs susceptibles d'être transportés dans l'écoulement :

- Classe 1 : sur une hauteur H , résistance en tout point de la façade à une force F (kN) = $0.3 \times P$ (kPa) appliquée sur un cercle de diamètre 25 cm

Contraintes mécaniques issues d'une crue torrentielle, d'une lave torrentielle ou d'une coulée boueuse

Pour un phénomène exerçant une pression P_1 et P_2 sur une hauteur d'écoulement h_1 et une ligne de charge h_2 , les contraintes mécaniques à prendre en compte pour dimensionner le projet sont :

Pressions homogènes dues à l'écoulement :

- Classe 1 : sur les hauteurs respectives h_1 et h_2 , surpression P_1 et P_2
- Classe 2 : sur une hauteur h_1 , surpression de valeur $0,5 \times P_1$
- Classe 3 : pas de contrainte

Forces de poinçonnement dues aux objets massifs susceptibles d'être transportés dans l'écoulement :

- Classe 1 : sur les hauteurs respectives h_1 et h_2 , résistance en tout point de la façade à une force F_1 (kN) = $0.3 \times P_1$ (kPa) et F_2 (kN) = $0.3 \times P_2$ appliquée sur un cercle de diamètre 25 cm

Nb : Si une seule pression de référence P a été déterminée par le bureau d'études, utilisée P sur $h_1 + h_2$.

Par ailleurs, la conception du projet devra prendre en compte le risque d'affouillement h_3 , soit en réalisant des fondations suffisamment profondes qui devront résister aux efforts latéraux définis ci-avant, soit en réalisant un dispositif de chaînage identique à celui de la réglementation parasismique.

Contraintes mécaniques issues d'un ruissellement

Pour un phénomène exerçant une pression P1 et P2 sur une hauteur d'écoulement h1 et une ligne de charge h2, les contraintes mécaniques à prendre en compte pour dimensionner le projet sont :

Pressions homogènes dues à l'écoulement :

- Classe 1 : sur les hauteurs respectives h1 et h2, surpression P1 et P2
- Classe 2 : sur une hauteur h1, surpression de valeur $0,5 \times P$
- Classe 3 : pas de contrainte

Par ailleurs, la conception du projet devra prendre en compte le risque d'affouillement h3, soit en réalisant des fondations suffisamment profondes qui devront résister aux efforts latéraux définis ci-avant, soit en réalisant un dispositif de chaînage identique à celui de la réglementation parasismique.

Contraintes mécaniques issues d'une chute de bloc

Pour un bloc arrivant avec une énergie E sur une hauteur H, les contraintes mécaniques à prendre en compte pour dimensionner le projet sont :

- Classe 1 : absorber une énergie E en tout point de la façade sur une hauteur H.
- Classe 2 : absorber une énergie $0,5 \times E$ en tout point de la façade sur une hauteur H.
- Classe 3 : pas de contrainte

Le tableau ci-après permet d'estimer l'énergie que peut absorber un mur en fonction de la nature de sa composition.

Energie cinétique de translation	Vitesse maximale (m/s) en fonction du volume unitaire de propagation (masse volumique de $2,5 \text{ m}^3$)			Potentiel de destruction
	0.25 m^3	1 m^3	10 m^3	
De 0 à 10 kJ	5,77	2,89	0,91	Destruction de parois en éléments de bois
De 10 à 30 kJ	10,00	5,00	1,58	Destruction de parois en rondins de sapin
De 30 à 100 kJ	18,26	9,13	2,89	Destruction de parois en béton armé épaisse de 0,2 à 0,3 m
De 100 à 300 kJ	31,62	15,81	5,00	Destruction de parois en béton armé épaisse de 0,3 à 0,5 m
De 300 à 1 000 kJ	57,74	28,87	9,13	Destruction de parois en béton armé épaisse de plus de 0,5 m
De 1 000 à 3 000 kJ	100,00	50,00	15,81	
Au-delà de 3 000 kJ	> 100,00	> 50,00	> 15,81	

Source : Guide de recommandation pour la protection des objets contre les dangers naturels gravitationnels, établissements cantonaux d'assurance (2005)

Détermination des classes de façade

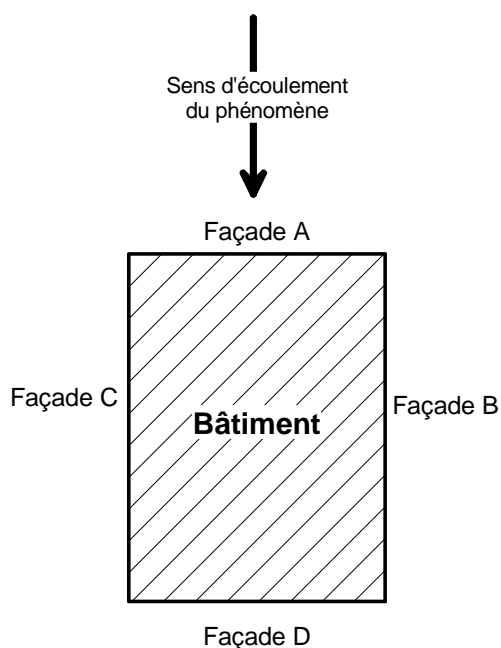
Comme cela est indiqué au chapitre précédent, lorsqu'un projet est atteint par un aléa, il convient en premier lieu de définir la classe des façades. C'est-à-dire de déterminer si celles-ci sont assimilables à des façades perpendiculaires à l'écoulement (façades de classe 1), parallèles à l'écoulement (façades de classe 2), ou faisant dos à l'écoulement (façades de classe 3). En effet, plus la classe de façade est élevée, plus les contraintes mécaniques sur le projet seront faibles.

De même, du fait de la forme de certains projets, certaines façades peuvent être considérées comme exemptes de contraintes mécaniques issues de l'aléa en présence.

Les trois sous-chapitres suivants permettent de définir les classes de façade et de prendre en compte les façades dites « abritées » ainsi que les façades devant faire l'objet d'un sur-classement du fait de la présence d'un dièdre dans le plan masse du projet.

Définition des classes de façade

L'une des stratégies de protection consiste à renforcer les façades exposées de façon à ce qu'elles résistent aux contraintes mécaniques exercées par le phénomène naturel. Lorsque cela est nécessaire ce renforcement induit l'absence sur ces façades.



Ces contraintes sont d'autant plus importantes que la façade fait face à l'écoulement.

Sur la figure ci-contre, les contraintes exercées par un phénomène seront plus importantes sur la façade A que sur les façades B et C.

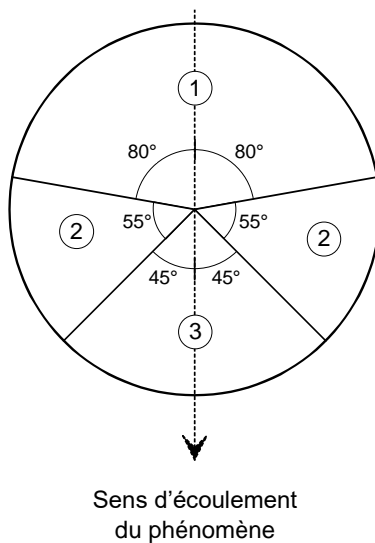
On peut même supposer que la façade D ne subit aucune contrainte.

Dans l'absolu, on devrait pouvoir déterminer la pression exercée par l'écoulement sur chaque façade en fonction de l'angle d'incidence de ce dernier sur la façade.

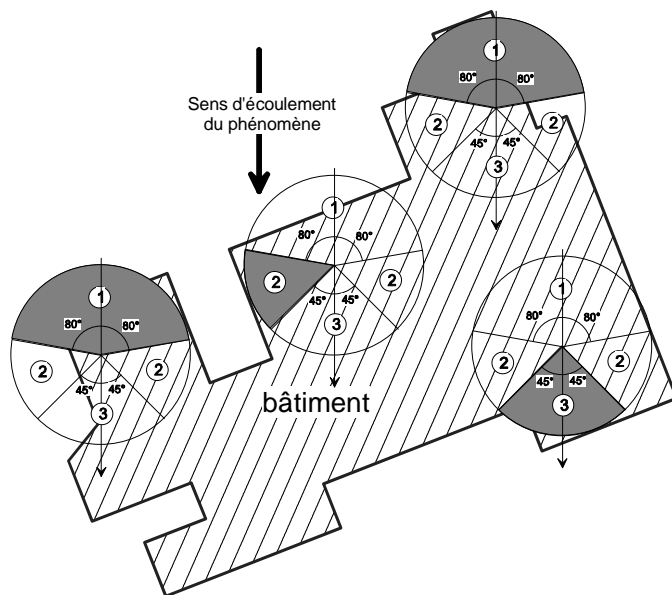
Néanmoins, compte tenu des facteurs de variabilité du sens d'écoulement d'un phénomène naturel, facteurs décrits plus haut, cette détermination nécessite l'appui d'un bureau d'études spécialisé.

C'est pourquoi la présente annexe définit des classes de façades pour lesquelles les pressions exercées par le phénomène naturel seront considérées comme équivalentes.

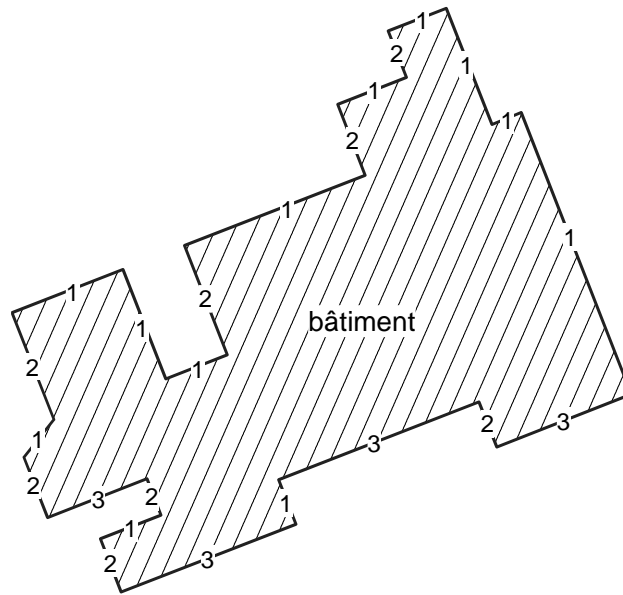
En pratique, la détermination des classes de façades se fait à l'aide du cercle suivant.



L'utilisateur doit positionner le cercle dans le sens de l'écoulement du phénomène et de manière tangente à la façade étudiée tel que le montre le schéma suivant.



Après application à toutes les façades du bâtiment, on obtient la classe de chaque façade, tel que figuré ci-dessous :



Définition des zones abritées

Lorsqu'un phénomène se propage selon la ligne de plus grande pente, la présence d'un obstacle de dimensions suffisantes peut perturber localement sa propagation.

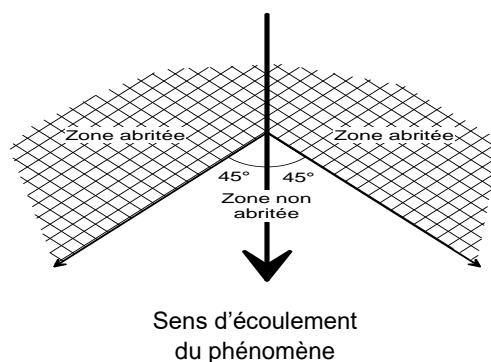
Ainsi, dans le cadre d'un projet de bâtiment, une conception architecturale et une orientation adaptée de ce dernier pourront définir des zones abritées, à l'intérieur desquelles les façades n'auront pas à être renforcées vis-à-vis du phénomène naturel.

A noter que pour la définition des surfaces abritées, seuls sont pris en compte les obstacles issus du même bâtiment. Dit autrement, il n'est pas possible de proposer des protections déportées (muret, digue, ...) ou de considérer un autre bâtiment pour définir une zone abritée.

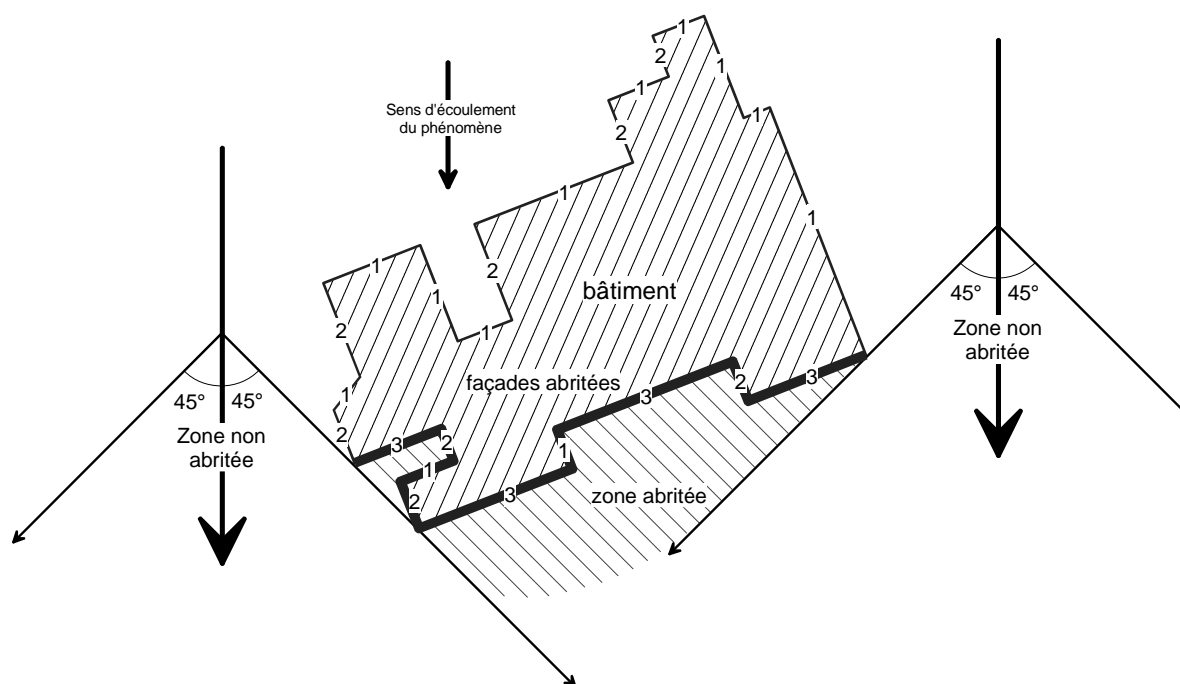
Les phénomènes naturels permettant de définir des zones abritées sont :

- les chutes de blocs,
- les avalanches de neige dense (appelées aussi « avalanches coulantes » par opposition au « avalanches aérosols »),
- les coulées boueuses en "phase d'écoulement" (par opposition à la "phase d'arrêt").

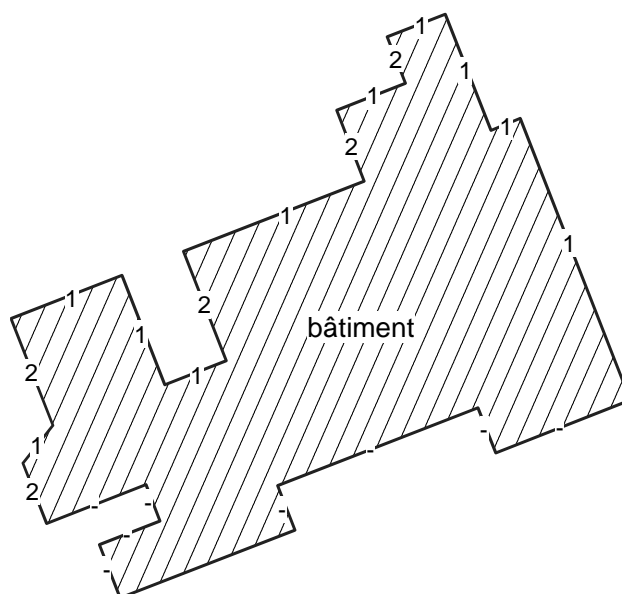
En pratique, la détermination des zones abritées se fait à l'aide du schéma suivant.



L'utilisateur doit, à chaque extrémité du bâtiment, considérer un angle de 45° par rapport au sens d'écoulement du phénomène tel que le montre le schéma suivant.



Au final, on obtient la classification des façades figurée ci-dessous :



Définition des dièdres entrants

Les dièdres rentrants sont constitués de deux façades formant un angle rentrant vers l'intérieur du bâtiment. Les dièdres rentrants peuvent, selon leur position et leur orientation, engendrer une concentration des écoulements.

Cette concentration induit des surpressions même sur les façades, ou parties de façades, qui, si elles ne faisaient pas partie d'un dièdre rentrant, seraient concernées à un moindre titre par les écoulements.

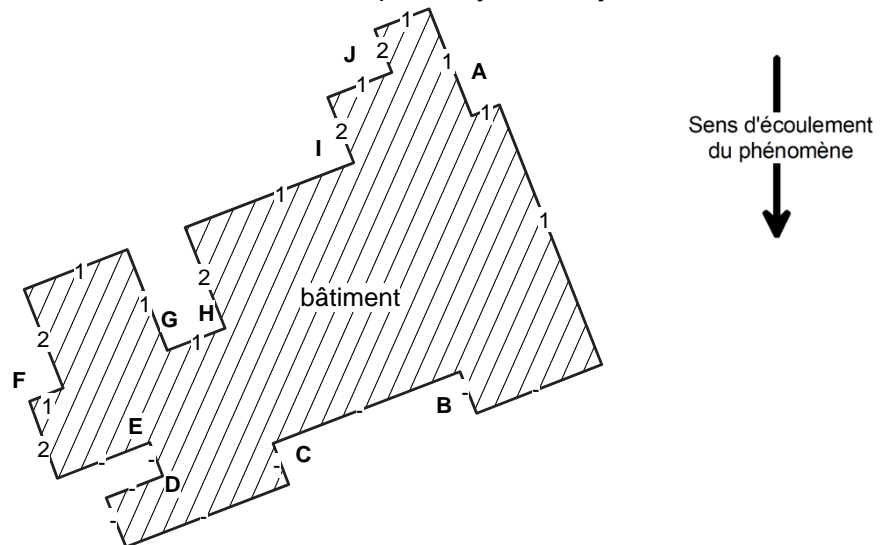
C'est notamment le cas pour les phénomènes suivants :

- Avalanches de neige dense et les aérosols,
- Coulées boueuses,
- Crues et laves torrentielles

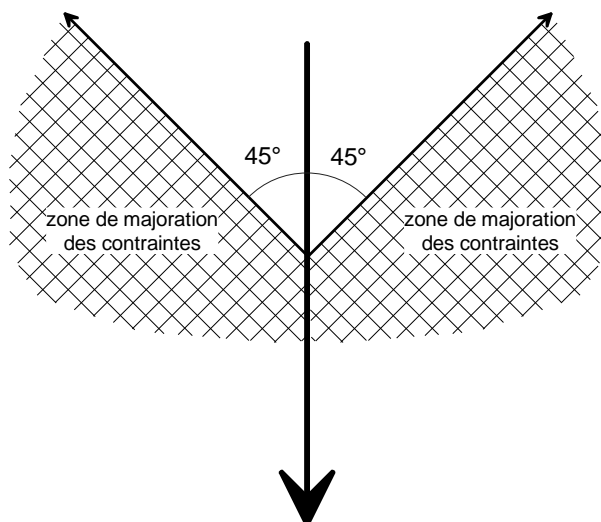
Les dièdres rentrants concernés par une majoration des contraintes sont ceux qui sont tournés vers le sens d'écoulement du phénomène naturel. Ils comportent des façades exposées.

Sur la figure ci-dessous :

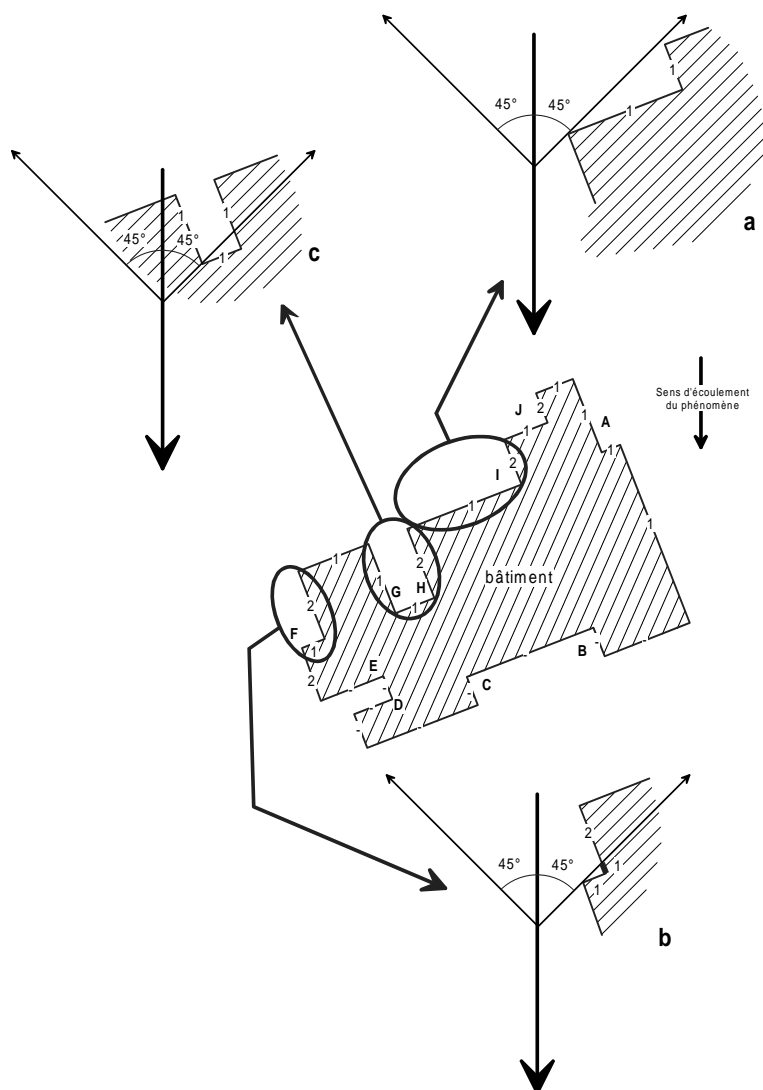
- il n'y a pas lieu d'appliquer de majoration aux dièdres rentrants B, C, D et E, composés de façades abritées,
- il n'y a pas lieu d'appliquer de majoration aux dièdres rentrants A et G, composés de deux façades de classe 1 et ne faisant donc pas l'objet de majoration de contrainte.



En pratique, la détermination des dièdres entrants pour lesquelles une majoration des contraintes est à appliquer se fait à l'aide du schéma suivant.



L'utilisateur doit, à chaque dièdre entrant, considérer un angle de 45° par rapport au sens d'écoulement du phénomène tel que le montre le schéma suivant.



Concernant l'angle « A », la façade de classe 2 est située entièrement « sous » la droite oblique à 45° comme le montre la figure ci-dessus. Cette façade est donc incluse dans la zone d'accumulation de matériaux contre la façade de classe 1. Elle pourra donc être soumise à des contraintes équivalentes à celles de la façade de classe 1.

- La façade initialement de classe 2 sera donc « reclassée » en 1.

Concernant l'angle « F », une partie de la façade de classe 2 est située « sous » la droite oblique à 45° comme le montre la figure ci-dessus. Cette partie de façade est donc incluse dans la zone d'accumulation de matériaux contre la façade de classe 1 et pourra être soumise à des contraintes équivalentes à celles de la façade de classe 1.

- Cette partie de façade initialement de classe 2 sera donc « reclassée » en 1.
- La partie de façade située « au-dessus » de la droite oblique demeurera de classe 2.

Concernant les angles G et H, une partie de la façade de classe 2 est située « sous » la droite oblique à 45° comme le montre la figure ci-dessus. Néanmoins, la contiguïté des dièdres rentrants G et H constitue un piège à matériaux.

- Pour cette raison, la totalité de la façade initialement de classe 2 sera « reclassée » en 1.

Au final, on obtient la classification des façades figurée ci-dessous :

