

# 3) Application MEZAP



## L'activité

■ Historique ;

Secteur	Nombre d'événements recensés	Nombre d'événements correspondant au scénario de référence
<b>Les Plattes - Est de Torméry</b>	9	4
<b>Torméry</b>	7	4
<b>Chignin</b>	1	1
<b>Le Viviers</b>	3	2
<b>Mont-Levin</b>	2	1



# 3) Application MEZAP

## L'activité

### Observations sur versant



# 3) Application MEZAP

## ■ L'activité



### ■ Choix d'indices retenus

Secteur	Indice d'activité	description
Les Plattes – Torméry Est	Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Torméry	Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Chignin	Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans
Le Viviers	Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Mont-Levin	Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans

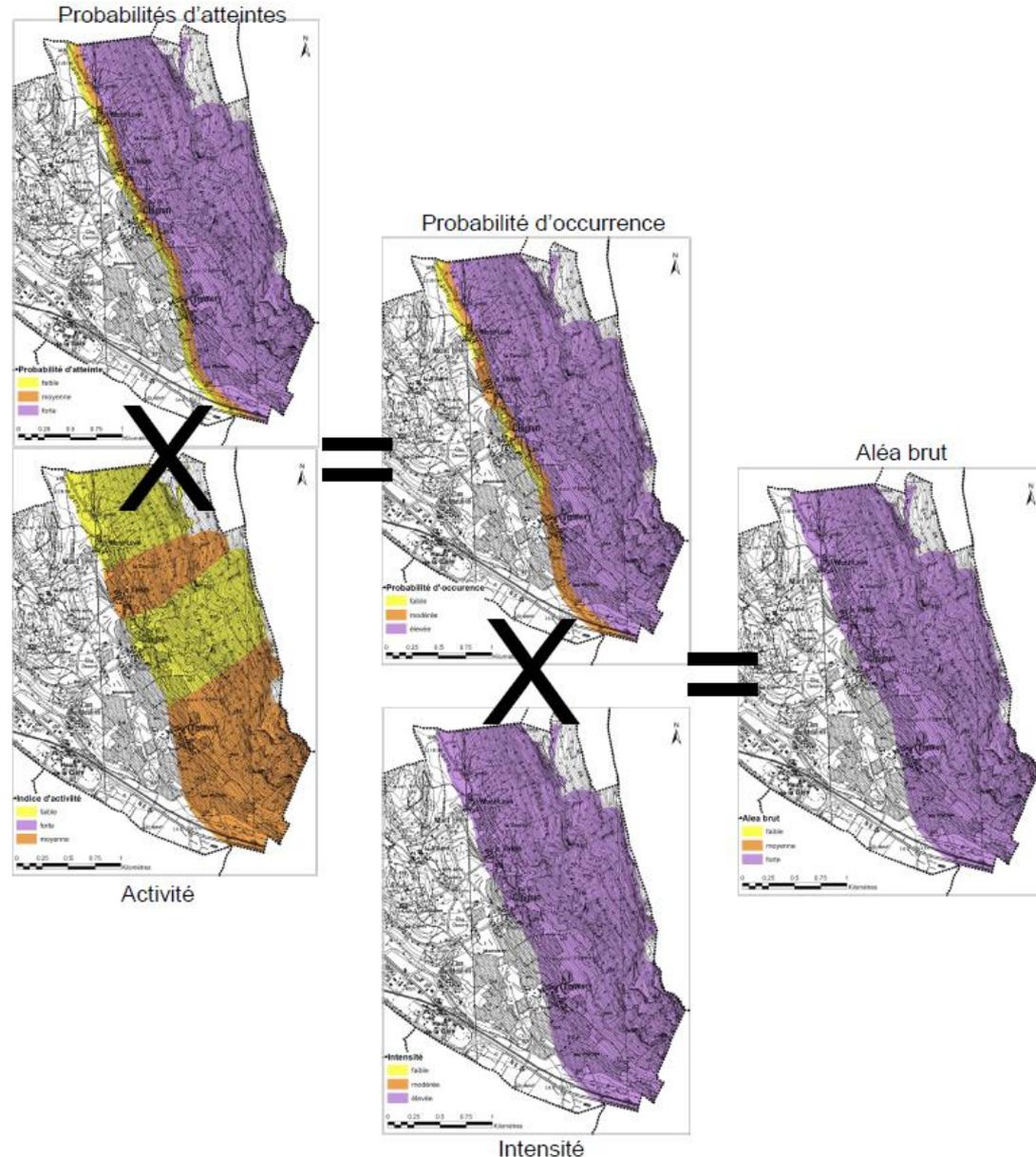


# 3) Application MEZAP



## L'aléa résultant

- Croisements des différentes données d'entrées
- = aléa **BRUT**



### 3) Application MEZAP

#### ■ Analyse critique de l'aléa Brut issu de MEZAP

- Pas de prise en compte de des singularités topographiques ;
- Pas de prise en compte de la rugosité et de la compacité des sols ;
- Pas de prise en compte des ouvrages ni de la forêt (même si peu d'effet sur scénario de référence) ;
- Lorsque le paramètre « intensité » est  $> 1m^3$ , il prédomine toutes les autres valeurs mêmes si elles sont faibles ;
- >> Zonage aléa BRUT **trop pessimiste au regard de l'expertise de terrain et de l'historique**



# 3) Application MEZAP

## ■ Propositions de corrections

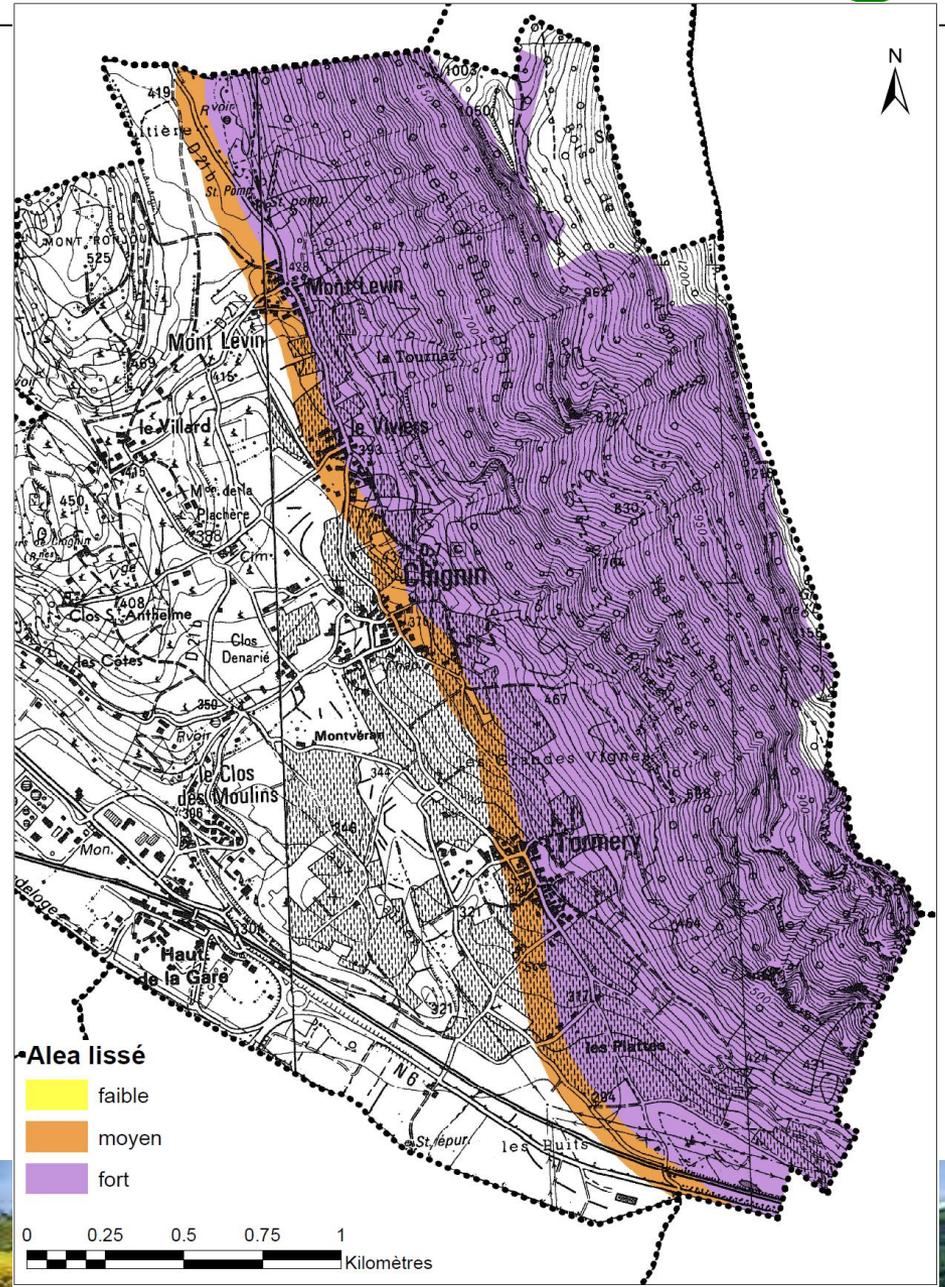
- Démarche clairement demandée dans l'utilisation de MEZAP ;
- Les études trajectographiques montrent un arrêt plus haut que le zonage aléa Brut ;
- La bande probabilité d'atteinte faible n'a jamais été atteinte au cours de ces 2 derniers siècles;
- L'historique montre que le haut des villages a déjà été atteint avec parfois des dégâts désastreux (1903 mais surtout 1963) :
  - ❖ Un aléa fort se justifie dans l'emprise des événements historiques ;
  - ❖ Au-delà sur 30 m, aléa fort : position sécuritaire ;
  - ❖ Jusqu'à la ligne d'énergie 34° : aléa moyen permettant une prise en compte du risque.



# 4) Cartes des aléas



■ Grande échelle



# 4) Cartes des aléas



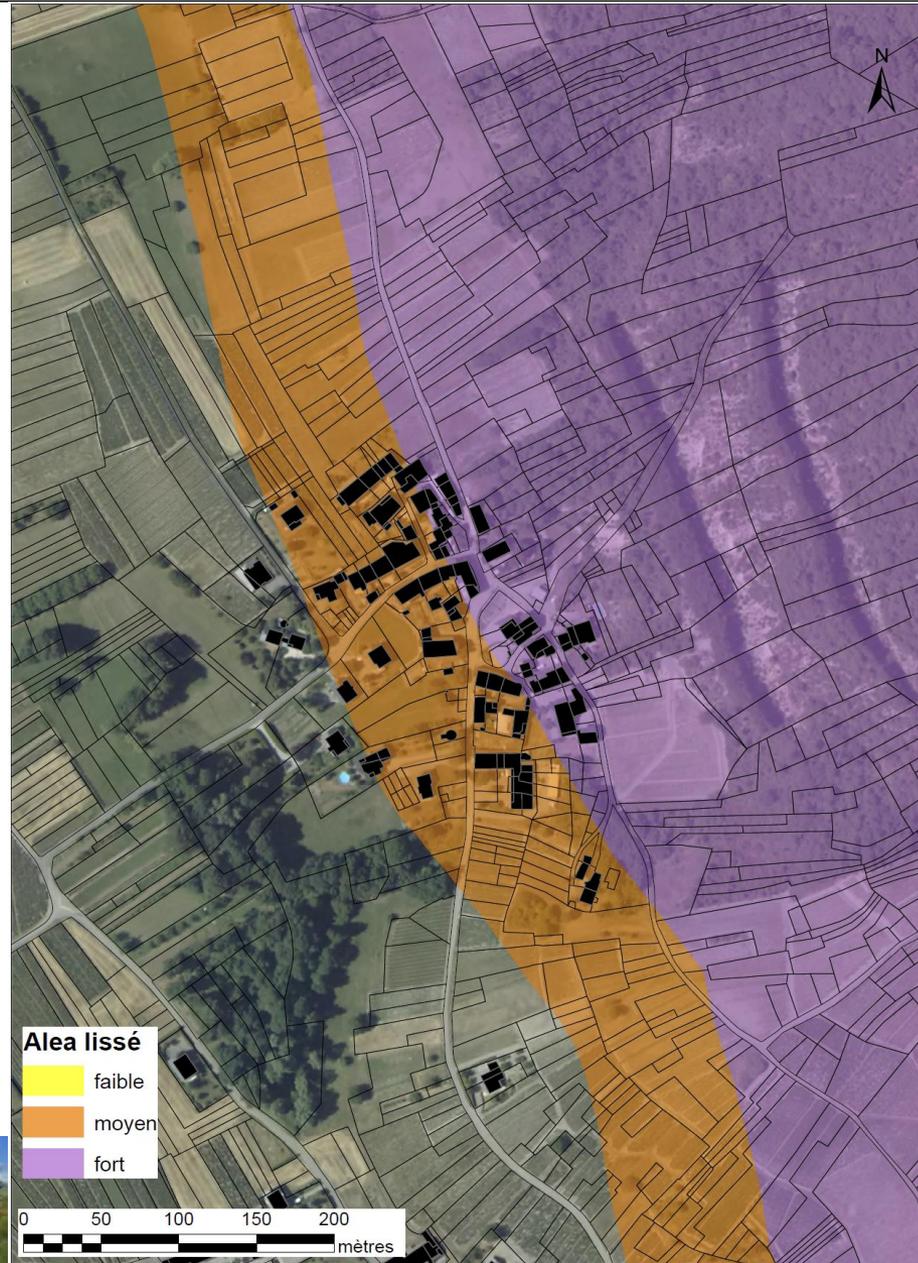
## ■ Zoom Mont-Levin



# 4) Cartes des aléas



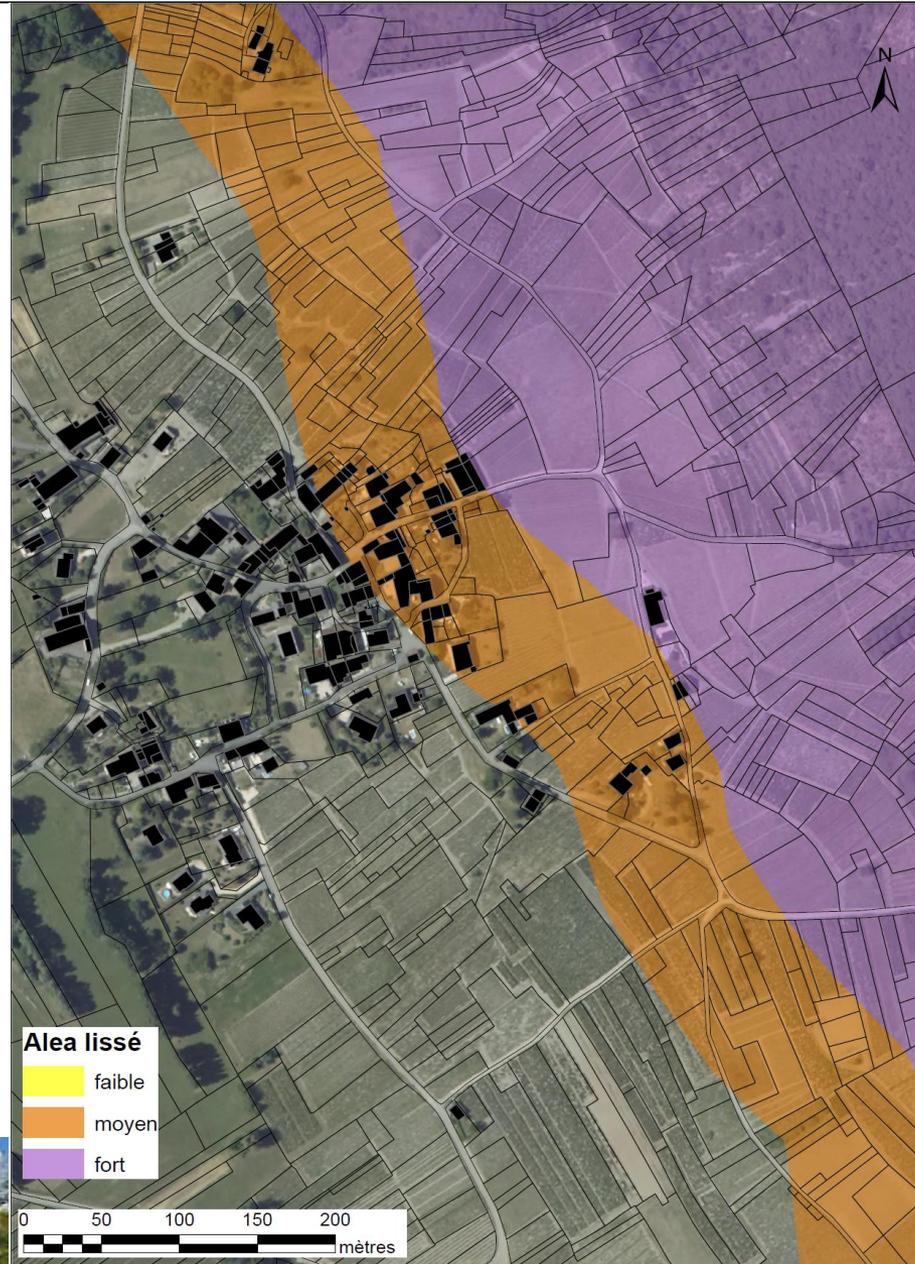
## ■ Zoom Le Viviers



# 4) Cartes des aléas



## ■ Zoom Chignin



# 4) Cartes des aléas



## ■ Zoom Torméry



# 5) Conclusion



- Présente étude = porter à connaissance.
- La méthode utilisée est relativement empirique mais est critiquée/corrigée sur la base d'expertise de terrain et de l'historique.
- Les résultats montrent de nombreuses habitations concernées par un aléa fort (sur les parties hautes des villages) : affirmation corroborée par l'historique. Plus bas sur 100 m de largeur, l'aléa est moyen.
- L'intégration en terme d'urbanisme :
  - ❖ Aléa fort = inconstructible / maintien du bâti à l'existant ;
  - ❖ Aléa moyen = projets possibles sous réserve de conclusions favorables d'une étude trajectographique fine et d'adaptation du projet selon les prescriptions définies par cette étude ;
- Remarques :
  - ❖ Compte tenu des enjeux, réalisation d'une étude trajecto fine ??
  - ❖ Nombreux bâtis exposés = réalisations de protections appropriées ?



**Merci pour votre attention**

*Des questions ?*





Mai 2016

## Etude de chutes de blocs



Etude et cartographie de l'aléa de chutes de blocs – application de la méthode « MEZAP »

Commune de Chignin



**OFFICE NATIONAL DES FORETS**  
**Service départemental RTM**  
42 quai Charles Roissard – 73 026 Chambéry Cedex  
Tél. : 04.79.69.96.05- Fax : 04.79.96.31.73  
Mail : [rtm.chambery@onf.fr](mailto:rtm.chambery@onf.fr) - Web : [www.onf.fr](http://www.onf.fr)



Etabli par :



Service de Restauration des Terrains en Montagne (RTM) de la Savoie  
 ONF  
 42 Quai Charles Roissard  
 73026 Chambéry Cedex  
 Tel : 04.79.69.96.05 – Fax : 04.79.96.31.73  
 Mail : [rtm.chambery@onf.fr](mailto:rtm.chambery@onf.fr)

Date du dernier enregistrement	Désignation du document	Numéro de devis	Nombre de pages
23/05/2016	<i>Etude et cartographie de l'aléa chutes de blocs – application de la méthode MEZAP</i>	D6-20	37

	Nom Prénom	Fonction
<b>Auteur</b>	Dupire Pierre	Géologue
<b>Relecture</b>	Gilles Charvet	Technicien du secteur
<b>Relu et validé par</b>	Binet David	Responsable de la cellule expertise

Version	Date	Observations
V1	18/05/2016	Pour validation DDT

## Table des matières

<b>I</b>	<b>Préambule .....</b>	<b>4</b>
<b>I.1</b>	<b>Contexte et objectif .....</b>	<b>4</b>
<b>I.2</b>	<b>Définition du périmètre d'étude.....</b>	<b>4</b>
<b>II</b>	<b>Travail préalable à l'application de la méthode MEZAP .....</b>	<b>5</b>
<b>II.1</b>	<b>Analyse géomorphologique .....</b>	<b>5</b>
<b>II.2</b>	<b>Analyse du contexte géologique.....</b>	<b>6</b>
II.2.1	Analyse structurale.....	6
II.2.2	Lithologie.....	6
II.2.3	Conséquences sur les chutes de blocs .....	7
<b>II.3</b>	<b>Exploitation documentaire.....</b>	<b>7</b>
II.3.1	Historique .....	7
II.3.2	Etudes consultées.....	8
<b>II.4</b>	<b>Reconnaitances de terrain.....</b>	<b>9</b>
<b>III</b>	<b>Application de la méthode MEZAP.....</b>	<b>13</b>
<b>III.1</b>	<b>Découpage en secteurs homogènes.....</b>	<b>13</b>
<b>III.2</b>	<b>Définition du scénario de référence et de l'intensité.....</b>	<b>14</b>
<b>III.3</b>	<b>Probabilité d'occurrence .....</b>	<b>15</b>
III.3.1	Probabilités d'atteinte .....	15
III.3.2	L'activité.....	17
<b>III.4</b>	<b>Aléa résultant.....</b>	<b>20</b>
III.4.1	Zonage « brut » de l'aléa .....	20
III.4.2	Critique du zonage « brut » et limites de la méthode MEZAP .....	22
III.4.3	Proposition de corrections.....	22
<b>IV</b>	<b>Cartographie des aléas de chutes de blocs.....</b>	<b>23</b>
<b>IV.1</b>	<b>Cartographie des aléas sur Mont-Levin.....</b>	<b>24</b>
<b>IV.2</b>	<b>Cartographie des aléas sur Viviers .....</b>	<b>25</b>
<b>IV.3</b>	<b>Cartographie des aléas sur Chignin .....</b>	<b>26</b>
<b>IV.4</b>	<b>Cartographie des aléas sur Torméry .....</b>	<b>27</b>
<b>V</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>28</b>
<b>VI</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>29</b>
<b>VI.1</b>	<b>Annexe 1 : Description de la méthode « MEZAP ».....</b>	<b>29</b>
VI.1.1	L'intensité .....	29
VI.1.2	La probabilité d'occurrence .....	29
VI.1.3	Qualification de l'aléa résultant.....	30
<b>VI.2</b>	<b>Annexe 2 : Définition des profils types ayant une influence dans les angles de lignes d'énergie.....</b>	<b>31</b>
<b>VI.3</b>	<b>Annexe 3 : Cartes utilisées pour le croisement MEZAP .....</b>	<b>32</b>

# I Préambule

## I.1 Contexte et objectif

La Direction Départementale des Territoires de la Savoie a confié au service RTM l'élaboration d'une étude amenant à la cartographie des aléas de chutes de blocs sur la commune de Chignin.

La commune de Chignin réalise actuellement son PLU. Or, la Loi SRU n°2000-1208 et l'article R123-11 du code de l'urbanisme, imposent de considérer les risques naturels dans le document d'urbanisme communal. Ce territoire étant dominé par d'imposantes falaises calcaires du massif des Bauges, il est de fait exposé aux risques de chutes de blocs. Le site compte en effet de nombreux événements historiques d'intensités variables.

L'objectif est donc ici de définir un zonage de l'aléa de chutes de blocs au niveau des zones urbaines potentiellement exposées : Tormery, Chignin, Le Viviers et Mont-Levin.

**Conformément à la demande de la DDT, la méthodologie mise en œuvre s'appuie sur le guide « MEZAP »** (contenu détaillé dans les paragraphes suivants et en annexes).

## I.2 Définition du périmètre d'étude

L'étude se concentre sur l'ensemble du versant dominant la commune de Chignin (représenté en bleu sur la figure 1). Un zoom sera proposé au droit des 4 villages les plus exposés (Torméry, Chignin, Le Viviers, Mont Levin [en rouge ci-dessous]).

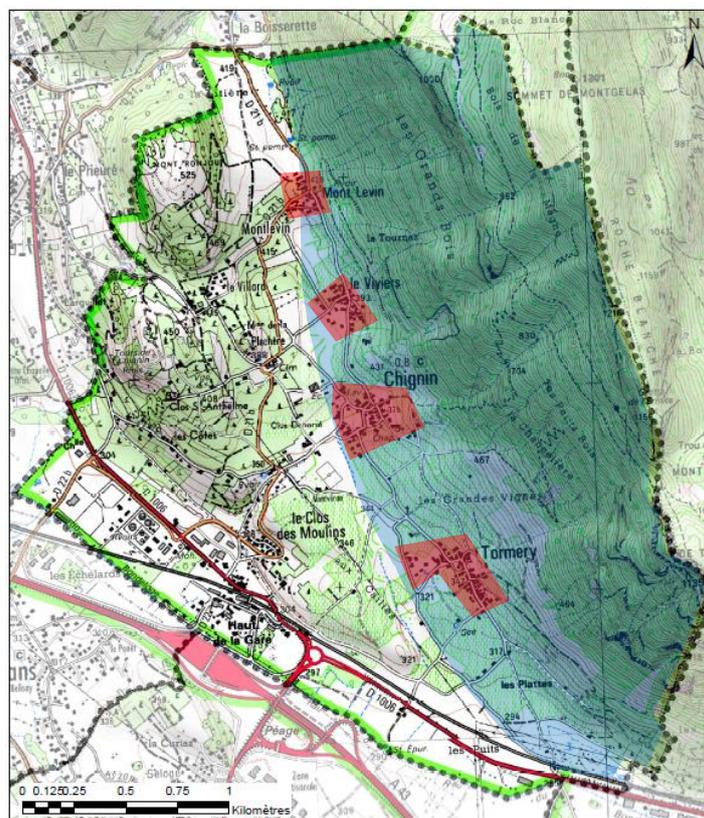


Figure 1 : Zone d'étude

## II Travail préalable à l'application de la méthode MEZAP

### II.1 Analyse géomorphologique

La zone d'étude constitue l'extrémité Sud-Ouest du massif préalpin des Bauges. Elle présente un versant orienté à l'Ouest légèrement tourné vers le Sud.

Ce versant imposant est relativement raide avec une pente moyenne de 45°, surtout dans sa moitié supérieure marquée par de nombreuses falaises calcaires de 20 à 100 m de hauteur, entrecoupées de pentes boisées généralement raides et le plus souvent tapissées d'éboulis peu actifs (environ 35°).

Le dénivelé total du versant atteint 900 m au niveau de Roche Blanche (1250 m) et son pied est globalement occupé par des vignes. Ces vignes ont « gagné » du terrain sur la forêt du versant modifiant ainsi les conditions de propagations des chutes de blocs.

Une dizaine de ravines draine le versant. Celles-ci ont parfois entaillé la pente, créant des talwegs qui peuvent chenaliser les chutes de blocs.

Pour appuyer l'analyse géomorphologique, une carte des pentes a été réalisée à partir d'un MNT. Cette cartographie permet de faire ressortir certaines typologies de terrains (falaises, éboulis, replats, etc.). Elle constitue une aide à la décision pour l'étape suivante. Les pentes supérieures à 50° correspondent à des falaises. Celles qui sont comprises entre 40 et 50° sont des zones de départ potentielles. Au-dessous d'une valeur de 40° se situent les pentes moyennes des éboulis (pente d'équilibre donnée à 37°). Les pentes en dessous de 30° sont quant à elles, des zones d'arrêts privilégiés des chutes d'éléments rocheux. Les zones relativement peu pentues (< 20°) sont également mises en évidence car elles constituent les surfaces les plus propices à un arrêt très rapide de la propagation d'éléments rocheux en cas d'atteinte de ces zones.

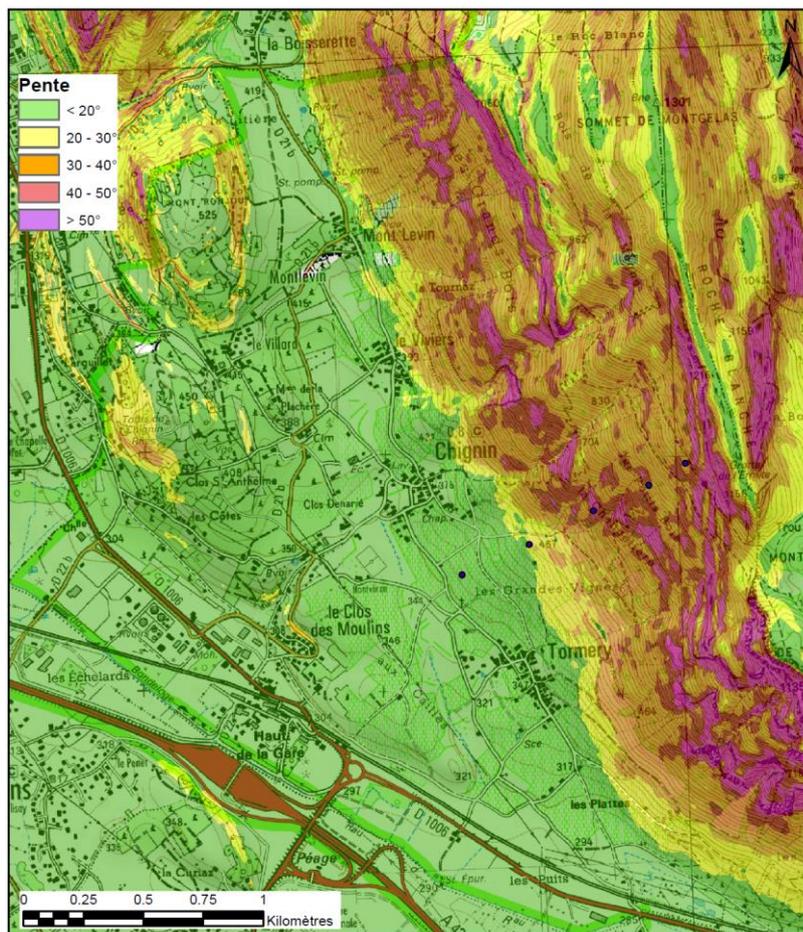


Figure 2 : carte des pentes (d'après RGE atlti IGN)

## II.2 Analyse du contexte géologique

### II.2.1 Analyse structurale

La structure de l'ensemble correspond à la terminaison Sud-Ouest d'un vaste synclinal perché, d'orientation Nord-Sud, ce qui induit un pendage initial des bancs calcaires vers l'amont donc favorable à leur stabilité.

Toutefois la phase tectonique qui a façonné ce versant s'exprime :

- par la présence de failles importantes qui ont décalé les bancs d'une zone à l'autre ;
- par une ondulation généralisée qui s'accroît localement jusqu'à atteindre un plissement vertical dit de la Savoyarde (en limite Sud de la zone d'étude).

Ce remaniement important annule généralement l'influence stabilisatrice du pendage initial hérité de la structure synclinale.

### II.2.2 Lithologie

L'ensemble du versant date du Jurassique avec de haut en bas, une succession de niveaux calcaires de propriétés différentes :

- Les couches sommitales forment un ensemble résistant de calcaire tithonique qui correspond aux derniers étages du Jurassique (J9a et b). Il s'agit de bancs puissants plurimétriques à décimétriques de calcaire franc et massif.
- Au-dessous la falaise est composée de formations du Kimméridgien (J7, J8a et b) qui sont constituées de bancs décimétriques à métriques de calcaires parfois argileux.
- En aval, le versant est tapissé par des éboulis plus ou moins stabilisés colonisés aujourd'hui par les vignes.
- Les principaux hameaux se sont généralement implantés sur des cônes de déjection.

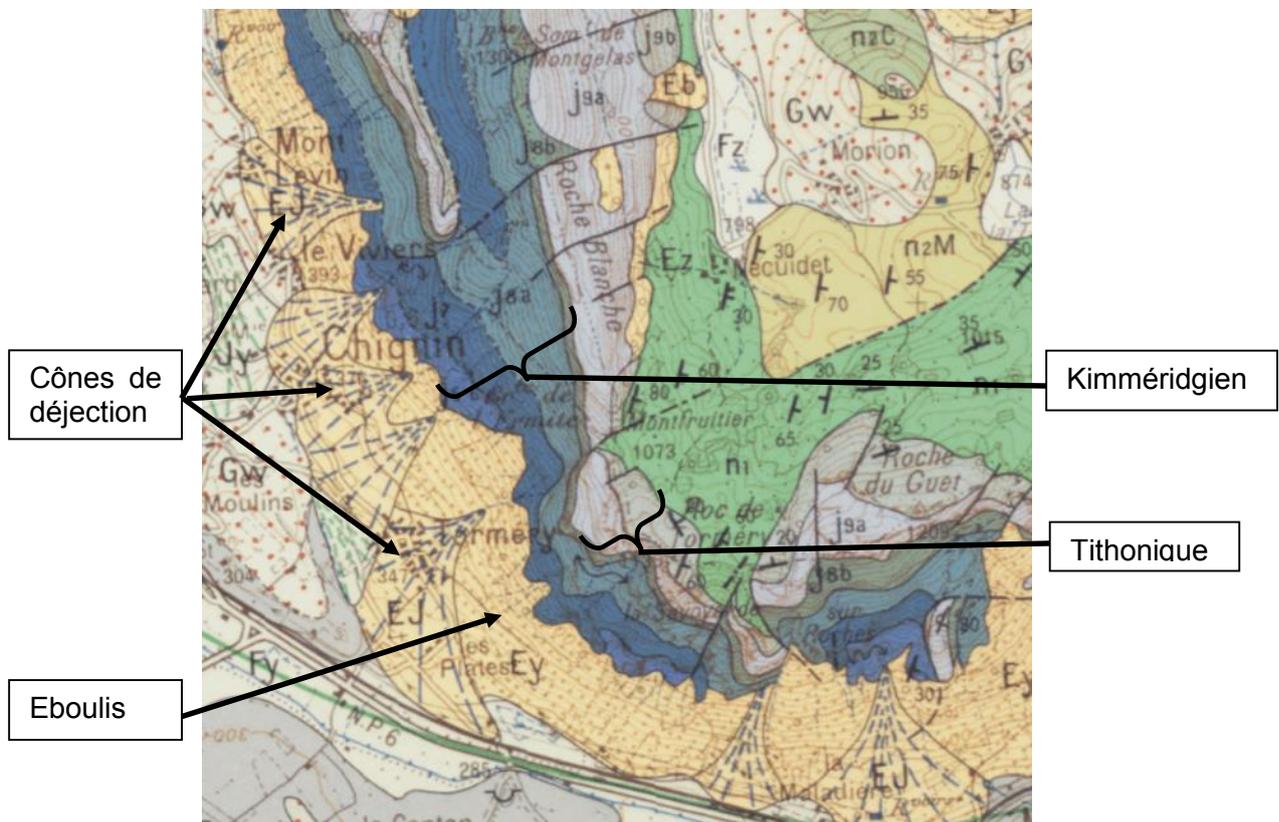


Figure 3 : Carte géologique (Extrait de la carte du BRGM)

### II.2.3 Conséquences sur les chutes de blocs

Les couches Thitoniques sont généralement assez stables et se décrochent rarement. En revanche lorsqu'elles se mettent en mouvement, l'éboulement est très vite important. Les masses rocheuses se fragmentent assez peu donc les volumes sont imposants compte tenu de l'épaisseur des bancs. Ces masses impactent, qui plus est, les couches plus fragiles en aval, ce qui a généralement pour conséquence un second éboulement par effet domino. Ce type de configuration a déjà impacté le site à au moins 3 reprises (1838, 1903 et 1913 : cf historique ci-après).

Les couches du Kimméridgien sont à l'origine de chutes de pierres ou de blocs issues de dislocations de bancs lités qui tombent ou glissent, isolément ou par paquets, et se divisent facilement à leur impact. Ce type d'événement est relativement fréquent et passe la plupart du temps inaperçu. Quelques événements recensés dans les archives sont également issus de telles chutes et donnent malgré tout des blocs d'une blocométrie de l'ordre du mètre cube non loin des habitations.

Précisons également que les chutes récurrentes des niveaux lités peuvent être à l'origine de sous-cavage donnant alors des surplombs de bancs plus massifs. Ceux-ci peuvent se retrouver déstabilisés et finir par s'ébouler.

## II.3 Exploitation documentaire

### II.3.1 Historique

La connaissance de l'historique des chutes de blocs est un préalable à toute expertise. Les données consultées sont issues des archives du RTM.

Date	secteur	Observations - Dégâts	Source
15/06/1838	Torméry	Deux celliers renversés, vigne impactée.	Ouvrage : 1913-2013 Le centenaire de l'explosion du Rocher de Torméry - M. Freschi et M. Tissot
25/10/1851	Torméry	Sur forêt seulement	Gazette officielle du Duché de Savoie
1880	Torméry	Evènement en plusieurs répliques : l'une sans dégât avec un bloc qui a roulé jusqu'à la plaine en rasant le village. Plus tard en juin, un bloc est venu frapper les murs d'une maison qu'il a défoncé.	Ouvrage : 1913-2013 Le centenaire de l'explosion du Rocher de Torméry - M. Freschi et M. Tissot
14/08/1903	Torméry	nombreux blocs éboulés dans le fond de vallée avec certains estimés à 50 T	Etude RTM - Etude de risque pour demande de permis de construire - approche trajectographique
01/07/1910	Torméry	Différent éboulements avec des rochers dans le vignoble	Industriel Savoisien - articles de presse
22/05/1913	Torméry	Chutes de blocs provenant du minage du rocher de Torméry	Ouvrage : 1913-2013 Le centenaire de l'explosion du Rocher de Torméry - M. Freschi et M. Tissot

Date	secteur	Observations - Dégâts	Source
31/01/1957	Torméry et Chignin		Rapport des Pont et Chaussées
31/01/1957	Torméry et Chignin	30 blocs ayant dépassés les vignes (jusqu'à 4 m <sup>3</sup> ). 3 ont causé des dommages sur des installations (lavoir, etc.) En tout 50 T de rochers se sont décrochés. La vigne est très impactée	Rapport des Eaux et Forêts - articles de presse
2/02/1957	Torméry	Un mur avoisinant une habitation a été éventré	Rapport des Eaux et Forêts - articles de presse
07/04/1963	Le Viviers	Chutes de blocs atteignant le village, causant un mort et détruisant 4 bâtiments	Rapport RTM - articles de presse
févr-76	Mont Levin	2 blocs atteignent le hameau dont un de 2m <sup>3</sup> . Le réservoir d'eau est crevé et des brèches sont faites sur les murs d'habitations.	rapport BRGM - examen de chute de blocs au-dessus du village de Mont Levin
12/07/1997	Mont Levin	Chutes de blocs d'environ 1m <sup>3</sup> arrêtés dans le merlon (traces d'impacts de leur remontée sur le parement amont)	Rapport RTM
févr-99	Le Viviers	0.5 m <sup>3</sup> issu d'un ressaut à 300 m au-dessus du village	Etude RTM - Etude de risque pour demande de permis de construire - approche trajectographique
05/03/1999	Le Caton	3 blocs d'environ 1m <sup>3</sup> se sont éboulés et ont atteint le pied de versant affectant des vignes	Rapport BRGM - éboulement à Francin et Chignin le 5 mars 1999 à la Savoyarde
25/03/2003	Le Viviers	3 blocs dont un d'environ 5m <sup>3</sup> ont dépassés les merlons, et atteints les vignes quelques mètres en amont du hameau	Rapport RTM

### II.3.2 Etudes consultées

Plusieurs études ont été recensées par notre service et consultées pour le besoin de la présente étude. Celles-ci apportent des éléments sur les probabilités d'atteinte, le contexte géologique et sur l'historique. Le tableau suivant synthétise leur apport dans la présente étude.

Titre	Source	Année	Synthèse et utilisation dans la présente étude
1913 – 2013 Le centenaire de l'explosion du rocher de Torméry	Commune de Chignin (L. Freschi – M. Tissot)	2013	- Description géologique du secteur ; - Historique (illustré) d'événements pouvant donner des éléments le scénario de référence.
Etude de risque pour demande de permis de construire – approche trajectographique	RTM	2008	- Synthèse historique des événements sur Torméry pouvant donner des éléments le scénario de référence ; - Calculs trajectographiques pouvant donner des indications sur les probabilités d'atteintes.

Titre	Source	Année	Synthèse et utilisation dans la présente étude
Chute de rochers à Chignin près du hameau « Le Viviers » le 25 mars 2003	BRGM	2003	- Description géologique du secteur
Rapport d'expertise de l'éboulement du 25 mars 2003	RTM	2003	- Description détaillée de l'événement pouvant donner des éléments le scénario de référence
Eboulement à Francin et Chignin le 5 mars 1999 à la Savoyarde	BRGM	1999	- Description détaillée de l'événement pouvant donner des éléments le scénario de référence
Rapport d'expertise de l'éboulement au droit de Mont Levin	RTM	1997	- Description détaillée de l'événement pouvant donner des éléments le scénario de référence
Projet de la Gare TGV à Montmelian – étude globale des risques d'éboulements	CETE	1994	- Description géologique du site. - Analyse structurale des falaises sur le secteur Est de la commune. - Calculs trajectographiques pouvant donner des indications sur les probabilités d'atteintes.

## II.4 Reconnaissances de terrain

Les reconnaissances de terrain ont permis de:

- définir le scénario de référence ;
- estimer les volumes mobilisables et donc l'intensité à partir du découpage de la roche ;
- définir un indice d'activité à partir des blocs éboulés repérés sur le versant et de l'état des falaises ;
- prendre des mesures de lignes d'énergie en plusieurs points afin de vérifier le zonage de probabilité d'atteinte réalisé de manière automatisée sur SIG.

### **Remarques :**

Ces reconnaissances sont non exhaustives. Elles ont consisté à un parcours pédestre sur des sentiers et des zones facilement accessibles. Aucune intervention en falaise sur cordes n'a été faite. Il n'a pas été réalisé, non plus, de vol hélicopté.

### **Le report d'observations est proposé d'Est en Ouest :**

Toute la partie Est qui s'étend au droit de Torméry jusqu'à la limite de commune avec Francin présente sur sa partie haute des bancs massifs du Tithonique. Ceux-ci reposent sur des bancs plus fins et fracturés, dont la désagrégation progressive crée de vastes surplombs et des décollements entre bancs successifs. La rupture de ces éléments pourrait produire de gros volumes (jusqu'à une dizaine de m<sup>3</sup>) tels que ceux de 1880 ou 1903.

Notons qu'il existe sur ce secteur, un vaste ouvrage de confortement de type « buton » en pierres maçonnées qui a été construit en 1913 à l'issue du minage d'une masse supérieure. L'histoire avait provoqué de nombreux émois à l'époque. L'ouvrage est en parfait état aujourd'hui.



Figure 4 : clichés au niveau du Roc de Torméry (à gauche surplomb, à droite buton maçonné) (RTM, 2016)

En amont de Torméry jusqu'à Chignin, les pendages sont fortement redressés. Ceux-ci peuvent entraîner des départs en masse sous la forme d'écaillés supérieures à 1m<sup>3</sup>.



Figure 5 : clichés en amont de Torméry (à gauche pendages verticaux, à droite écailles décollées) (RTM, 2016)

Au niveau de Chignin la falaise forme un plissement. Les bancs correspondant à la stratigraphie, épais d'environ 1 m sont donc fragilisés et prédécoupés. Des têtes de bancs de l'ordre du m<sup>3</sup> peuvent se mettre en mouvement. En aval de cet ensemble, une portion de falaise très argileuse est relativement décomprimée.

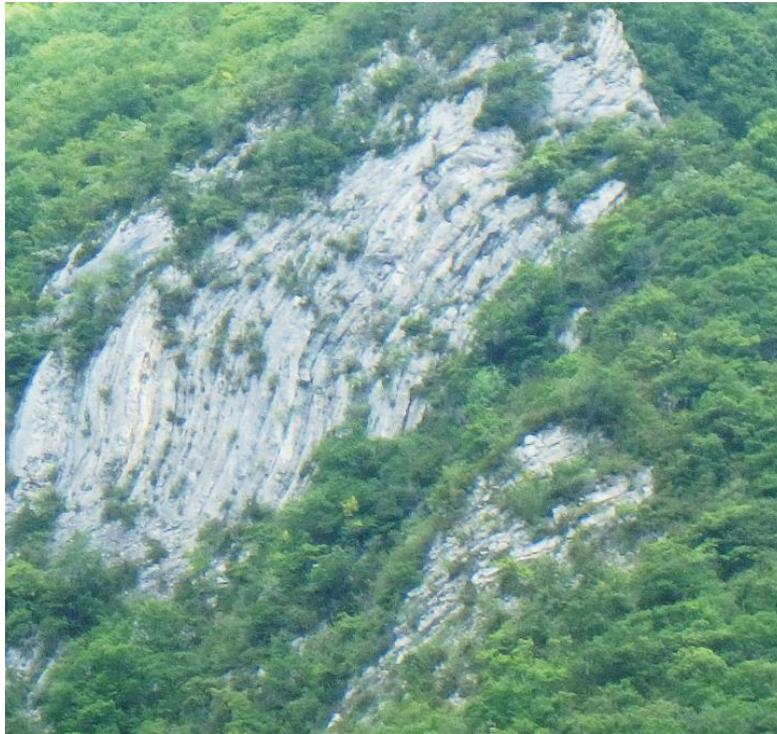


Figure 6 : cliché au niveau de Chignin (RTM, 2016)

Au droit de Viviers, on distingue en amont du versant une barre de calcaires Tithonique avec les mêmes problématiques qu'à l'Est de la commune (sous-cavage et surplombs). L'épaisseur des bancs compacts est toutefois plus restreinte sur cette partie. Les masses mobilisables ne devraient pas excéder un volume unitaire de 10m<sup>3</sup>. Plus bas, deux affleurements se distinguent dans la forêt. Ceux-ci se composent de calcaires assez peu compacts, très fracturés. Des écailles supérieures au mètre cube ont été observées.

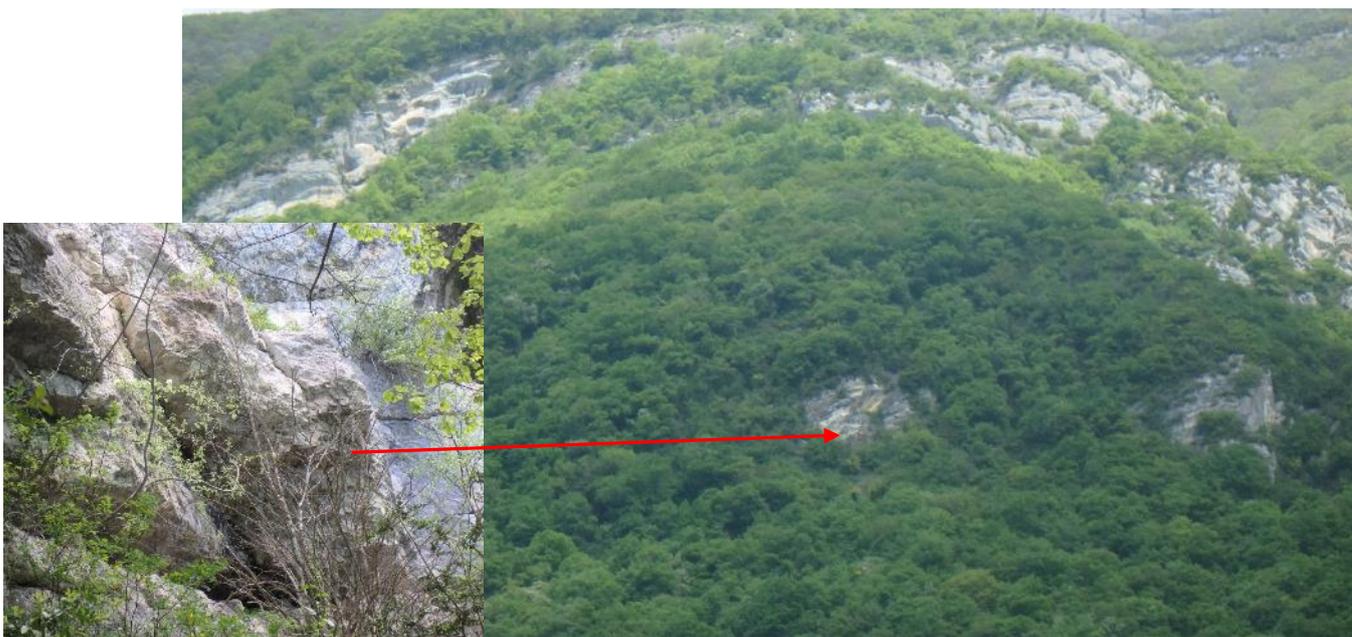


Figure 7 : clichés au droit de Viviers (RTM, 2016)

En amont de Mont-Levin la falaise est du même type que sur Viviers avec une barre supérieure de Tithonique compacte et des barres inférieures du Kimméridgien plus fracturées. Cette portion de falaise n'a pas subi de contraintes tectoniques telles que celles observées plus à l'Est. La roche s'en retrouve globalement plus stable. Des cicatrices s'observent néanmoins sur les parties basses (patine de roche jaunâtre sur la photo suivante). La blocométrie des éléments mobilisables est de l'ordre du mètre cube.



**Figure 8 : cliché au niveau de Mont-Levin (RTM, 2016)**

### III Application de la méthode MEZAP

La méthodologie appliquée s'appuie sur le guide MEZAP dont les principes sont détaillés en annexe 1. Il s'agit de la méthodologie en vigueur en matière de qualification des aléas de chutes de blocs dans les PPRN en absence d'études trajectographiques.

Elle consiste à croiser l'intensité (donnée par la blocométrie) du scénario de référence avec la probabilité d'occurrence qui est elle-même issue d'une matrice interceptant la probabilité d'atteinte (définie par les lignes d'énergies) avec l'activité (prise en compte de l'historique et de l'expertise de terrain).

#### III.1 Découpage en secteurs homogènes

Le travail précédent a permis de dégager des secteurs homogènes. Leur délimitation a été mise en place selon :

- Une analyse des zones de production des blocs (hauteur de la falaise, stabilité de l'affleurement, etc.) ;
- Une analyse des zones de propagation et d'arrêt des blocs (morphologie du versant, répartition des blocs éboulés, etc.) ;
- L'identification des enjeux potentiellement impactés (hameau, rue, quartier, etc.).

Ces éléments ont donc permis de délimiter cinq secteurs illustrés ci-après.

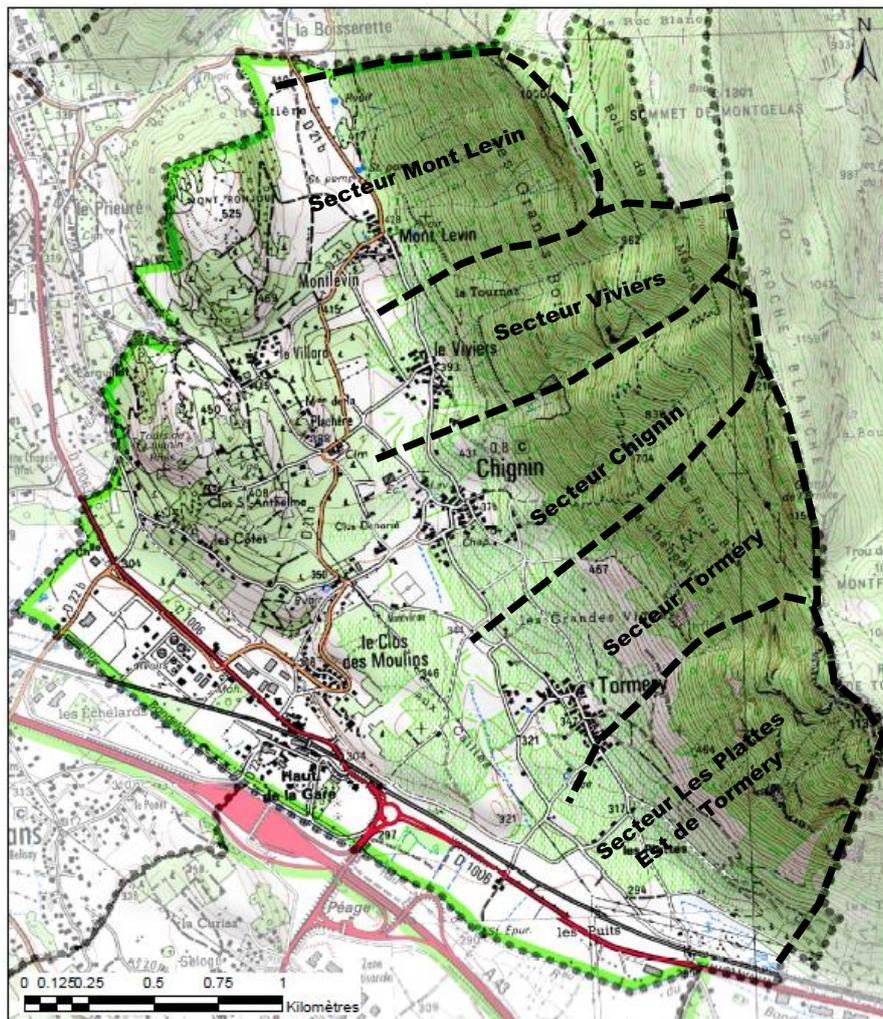


Figure 9 : sectorisation

### III.2 Définition du scénario de référence et de l'intensité

L'examen des données historiques, l'analyse géologique des falaises, ainsi que les reconnaissances de terrain n'ont pas permis de considérer un écoulement en masse de grande ampleur à l'échelle du siècle.

Concernant les quatre secteurs au droit des hameaux de l'étude :

Il est retenu comme scénario de référence un éboulement conduisant après fragmentation à des volumes unitaires supérieurs à  $1 \text{ m}^3$ . L'historique montre en effet que les blocs qui atteignent les vignobles, et au-delà, dépassent généralement cette blocométrie. L'intensité retenue sera comprise dans la « fourchette » de 1 à  $10 \text{ m}^3$  du guide MEZAP.

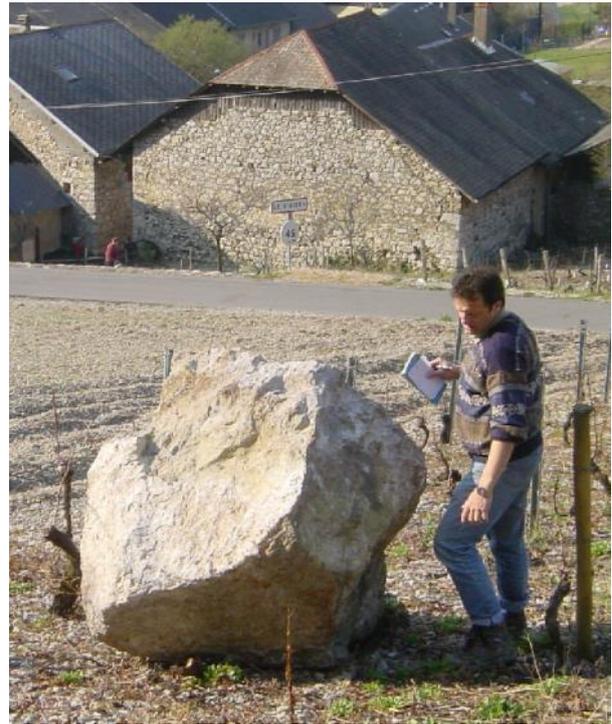


Figure 10 : exemple d'un bloc de référence.  
Le Viviers en 2003 (RTM)

Concernant la partie à l'Est de Torméry (secteur des Plattes) :

Un éboulement pouvant atteindre  $10\,000 \text{ m}^3$  est possible si l'on considère l'effondrement d'un encorbellement de la falaise supérieure tel qu'on en distingue au niveau du Rocher de la Cornue (en limite communale avec Francin). Ce scénario est également du même niveau que « l'histoire » du Rocher de Torméry estimé à l'époque à  $8\,000 \text{ m}^3$  qui fut en partie miné et stabilisé. Un événement marquant en 1903 avait par ailleurs été à l'origine de blocs atteignant 50 T (soit environ  $20 \text{ m}^3$ ) qui se sont propagés jusqu'en pied de versant. L'intensité retenue sera donc supérieure à  $10 \text{ m}^3$ .



Figure 11 : Blocs de 50 T issus de l'éboulement de 1903 (RTM)

La qualification de l'intensité selon la méthode MEZAP relie directement la blocométrie (volume) avec les dégâts potentiels (cf annexe 1).

En confrontant l'historique avec cette démarche (cf. illustrations suivantes), on peut considérer que le scénario de référence et l'intensité proposés dans les paragraphes précédents correspondent à des dégâts vécus sur la commune.

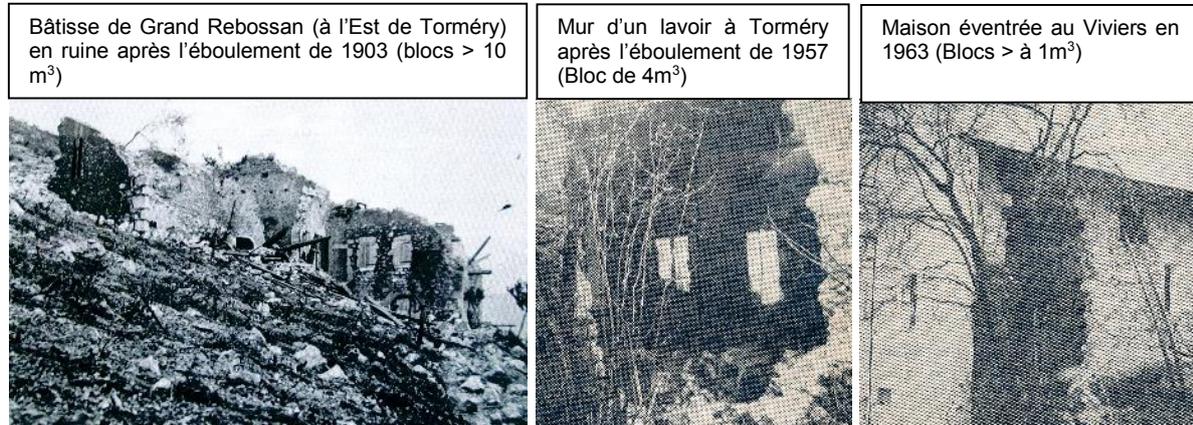


Figure 12 : Exemples de dégâts au bâti vécus sur la commune (RTM)

### III.3 Probabilité d'occurrence

#### III.3.1 Probabilités d'atteinte

La probabilité d'atteinte est déterminée par des plages d'angles de lignes d'énergie. Ces plages peuvent varier en fonction de nombreux paramètres dont l'essentiel est la topographie du site.

#### Définition du profil type

Le profil suivant est extrait du MNT au niveau de Torméry. La topographie est sensiblement identique sur l'ensemble du versant.

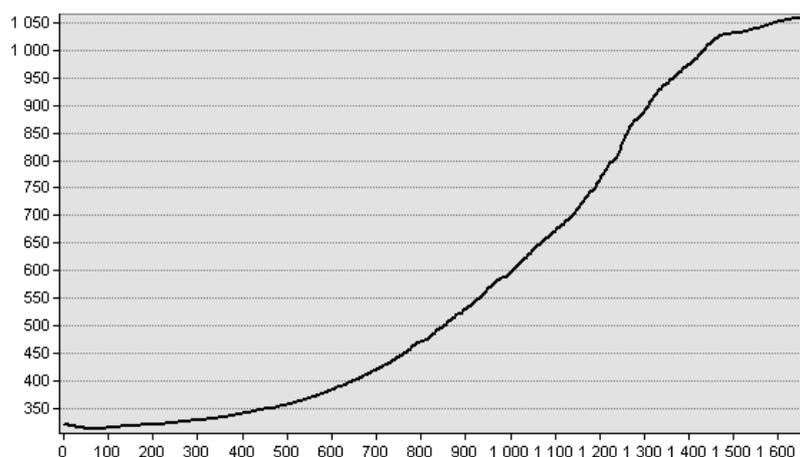


Figure 13 : Profil topographique

Cette topographie se rapproche du profil type B proposée par la méthode MEZAP (cf Annexe 2). La qualification des niveaux de probabilités qui y sont associées est : Fort de l'ordre de 34-38°, moyen de l'ordre de 33-37° et faible de 31-36°.

### **Confrontation avec les études trajectographiques existantes**

Les calculs trajectographiques disponibles concernent seulement la partie Est du territoire communal et Torméry.

L'étude RTM (2008) informe que les probabilités d'atteintes pour 1/100 blocs atteignent les bâtiments isolés situés sur les hauteurs du hameau de Torméry. La limite seuil des 1/10000 s'arrête juste en amont du village et 1/1000000 s'arrête contre la rangée d'habitations les plus hautes.

**Remarque :** les calculs effectués prennent en compte le merlon situé en amont du village et sont donc optimistes par rapport à la méthode des lignes d'énergies qui gomme les effets topographiques

L'étude CETE (1994) montre que les blocs atteignent la cote 300 m entre Torméry et Les Plattes, et la cote 285 m au niveau des Toises.

### **Confrontation avec l'histoire**

#### Concernant Torméry et l'Est:

L'événement de référence reste celui de 1903 où des blocs ont atteint le fond de vallée sous le Grand Rebossan, dépassant ainsi largement Torméry. Une telle atteinte n'est rapportée qu'une seule fois dans les archives. Elle reste donc rare mais bel est bien possible. Son angle de ligne d'énergie est d'environ 35°. Les propagations maximales de cet événement que l'on peut qualifier de majeur, correspondent à des probabilités d'atteinte moyenne selon la méthode MEZAP.

#### Concernant Chignin :

L'événement de janvier 1957 informe sur la propagation de blocs jusqu'au village. La ligne d'énergie depuis la partie haute du village (extension maximale connue) est d'environ 37°.

#### Concernant Le Viviers :

Trois événements sont mentionnés dans les archives dont un en 1963 ayant atteint le village. En 1999, des blocs se sont arrêtés en amont du village et en 2003 ils se sont stoppés très près des habitations. Le haut du village présente un angle de ligne d'énergie de 37,5°.

#### Concernant Mont-Levin :

Un événement a déjà atteint le hameau en 1976 suivant un angle de ligne d'énergie de 37,5°.

### **Choix de plages d'angles retenues**

Au regard de l'ensemble de ces éléments, nous proposons de retenir les plages d'angles suivants :

Probabilité d'atteinte	Angle de ligne d'énergie
Faible	34 - 35,5°
Moyenne	35,5 - 37
Forte	>37°

L'utilisation du logiciel Rollfree développé par l'IRSTEA permet de cartographier les probabilités d'atteintes selon des classes d'angles par l'exploitation d'un MNT. La carte des probabilités d'atteintes est exposée en annexe 3.

### III.3.2 L'activité

L'indice d'activité correspond à la probabilité de départ des blocs. Il s'estime à partir de l'historique, des traces visibles sur le versant, des instabilités repérées en falaise, du nombre de blocs observés dans la pente, etc.

#### Historique

Le tableau synthétisant les événements historiques exposé au paragraphe II.3.1 permet de définir un premier indice d'activité à partir des années 1830.

Secteur	Nombre d'événements recensés	Nombre d'événements correspondant au scénario de référence
Les Plattes - Est de Torméry	9	4
Torméry	7	4
Chignin	1	1
Le Viviers	3	2
Mont-Levin	2	1

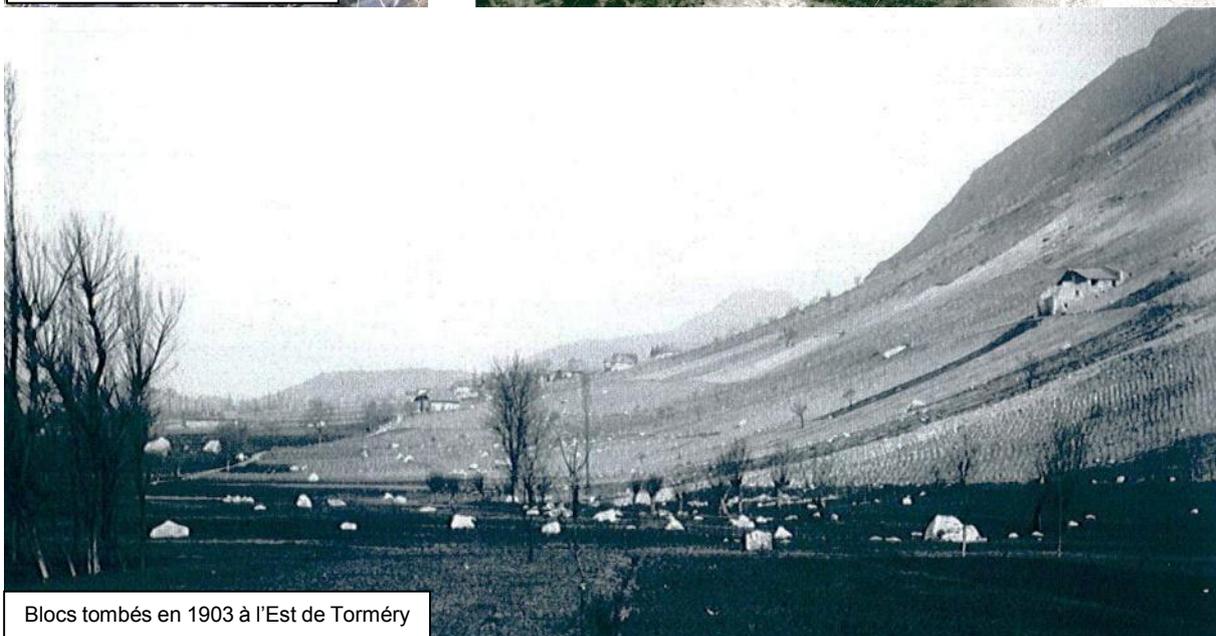
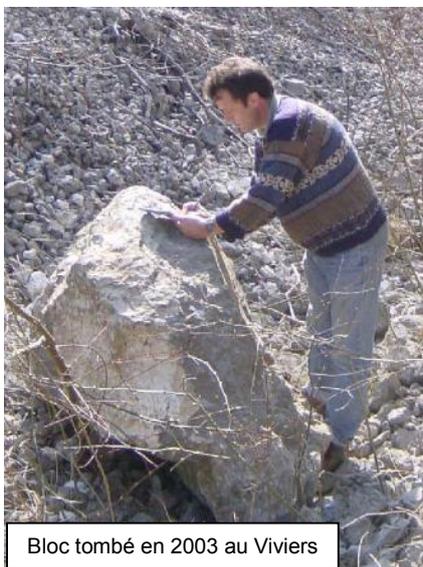


Figure 14 : clichés illustrant l'activité du site (RTM)

**Observations de traces sur le versant**

Les photographies suivantes présentent des indices d'activités repérés sur les versants au droit des zones d'enjeux.

Les traces recherchées sont des blocs éboulés, des trainées dans la forêt, des cicatrices (patine de roche jaunâtre) en falaise, etc.



Figure 15 : clichés de blocs éboulés au droit de Torméry (RTM, 2016)



Figure 16 : Traces de chutes de blocs dans la forêt au droit de Viviers (RTM, 2016)

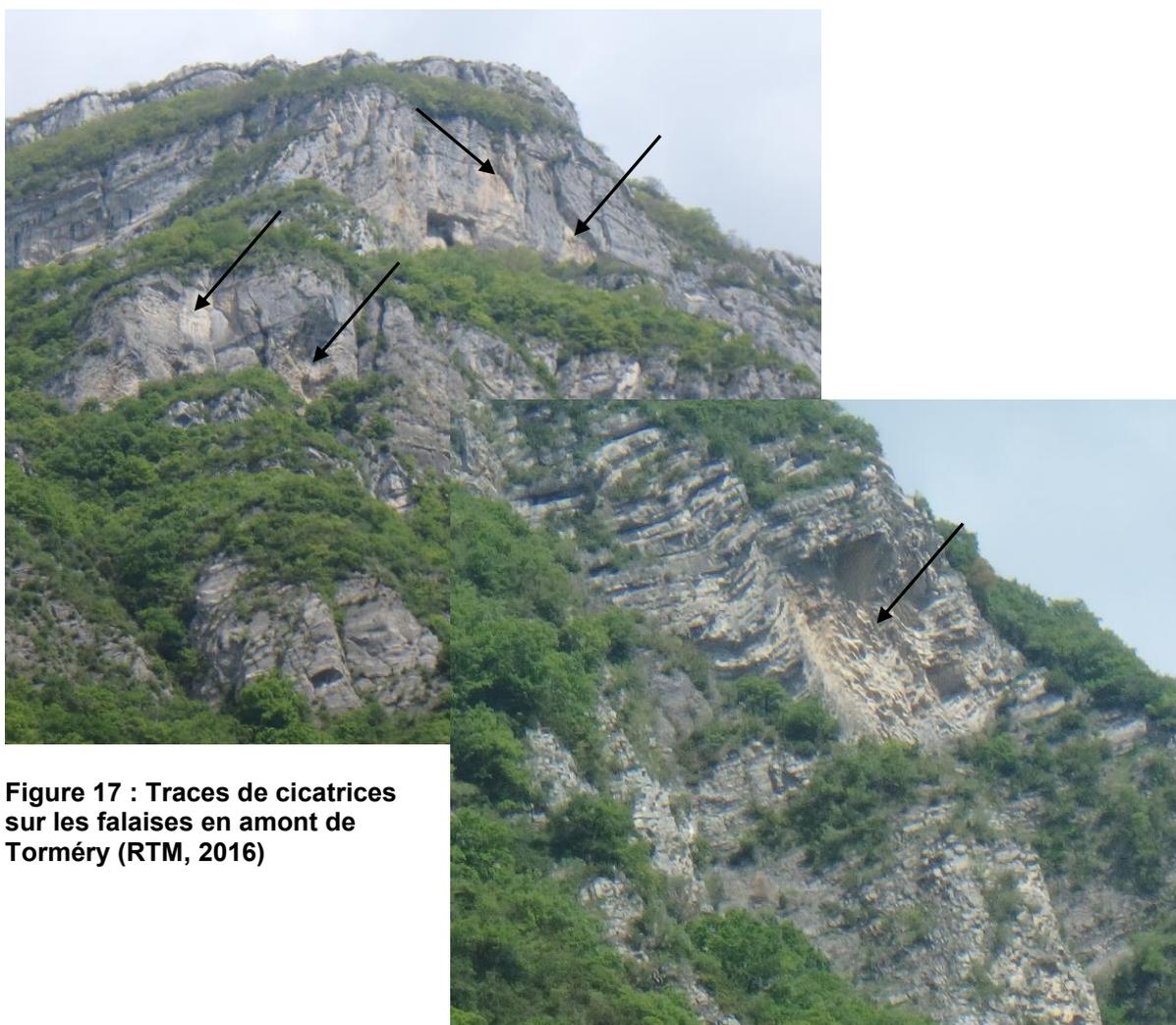


Figure 17 : Traces de cicatrices sur les falaises en amont de Torméry (RTM, 2016)



Figure 18 : Traces de cicatrices sur les affleurements en amont de Viviers (RTM, 2016)

### **Choix d'indices d'activités retenus**

Au regard de l'ensemble des éléments précédemment exposés, et notamment de l'historique, l'indice d'activité retenu par secteur est :

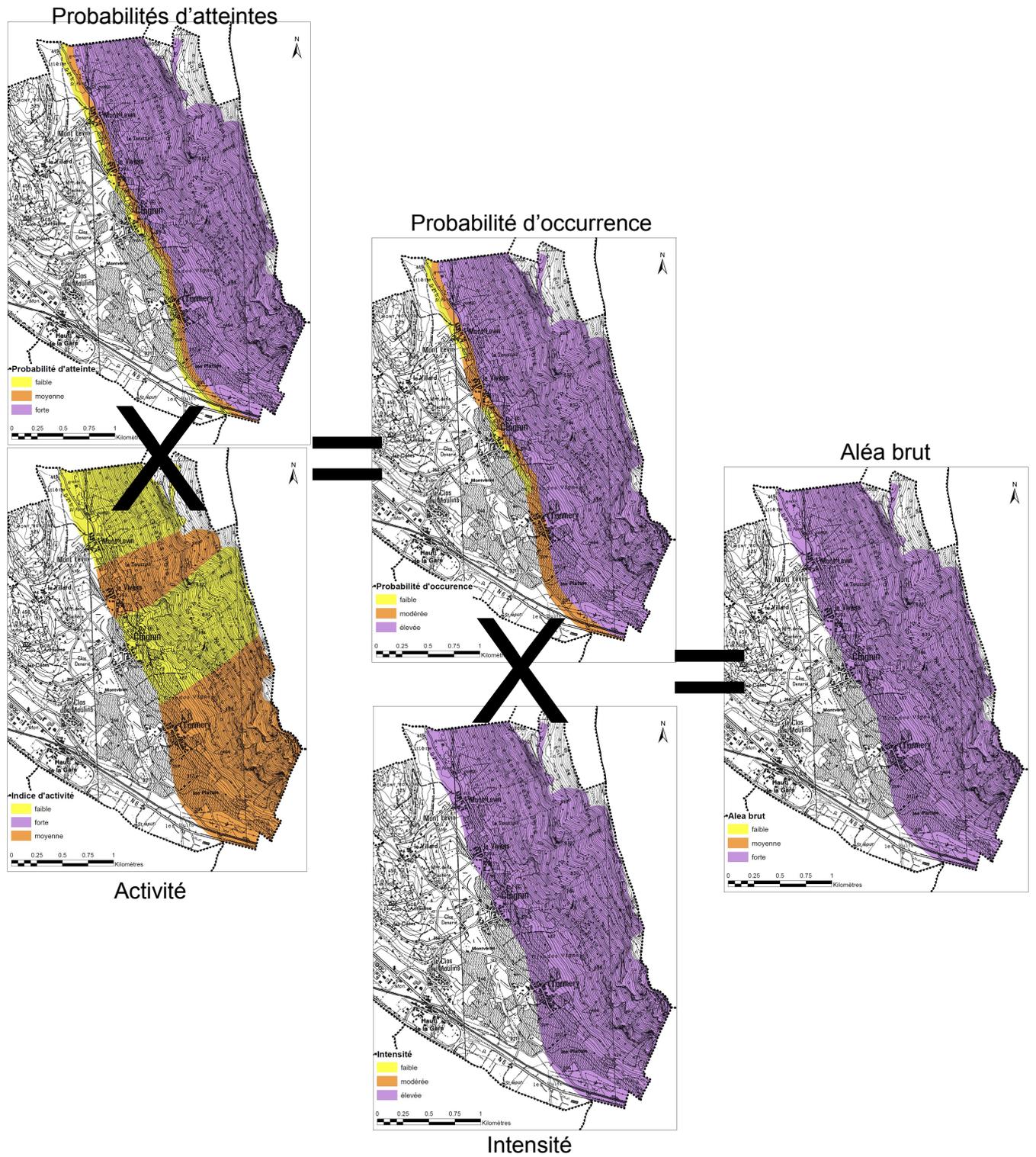
Secteur	Indice d'activité	description
Les Plattes – Torméry Est	Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Torméry	Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Chignin	Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans
Le Viviers	Moyen	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 10 ans
Mont-Levin	Faible	De l'ordre d'un bloc du scénario de référence tous les 100 ans

## **III.4 Aléa résultant**

### **III.4.1 Zonage « brut » de l'aléa**

L'aléa est obtenu par croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité par le biais d'une matrice de la méthode MEZAP exposée en annexe 1.

L'ensemble des cartes exposées ci-après sont à échelle « lisible » en annexe 3.



### **III.4.2 Critique du zonage « brut » et limites de la méthode MEZAP**

Cette méthode s'avère relativement empirique. Si elle présente l'avantage d'une mise en place rapide avec peu de moyens, il persiste des limites notoires :

- peu de prise en compte des singularités topographiques (talwegs ayant pour effet de chenaliser l'essentiel des trajectoires, buttes ou bombement dans le versant, etc),
- pas de prise en compte de la rugosité ni de la compacité des sols (les événements historiques montrent pourtant des impacts très marqués sur les coteaux viticoles qui témoignent d'une certaine absorption des énergies),
- pas de prise en compte des ouvrages ni de la forêt (précisions toutefois ici que la forêt n'a généralement que peu d'effet sur un événement tel que ceux définis dans les scénarios de référence. Concernant les ouvrages, l'étude du RTM de 2008 montre que le merlon n'a pas d'effet sur des événements de cette ampleur),
- lorsque le paramètre intensité est « fort » ( $> 1\text{m}^3$ ), il efface tous les autres croisements même si leurs valeurs sont « faibles ».

Le zonage « brut » paraît trop pessimiste au regard de notre expertise du site et de l'historique.

Notons que le guide MEZAP stipule que cette méthodologie doit servir d'aide à la décision. Il encourage par ailleurs à avoir recours à des études plus poussées de type modélisation dans les zones d'enjeux.

### **III.4.3 Proposition de corrections**

Le guide MEZAP préconise dans sa version de janvier 2014, de procéder à un lissage de la carte brute. Cette démarche a pour but de faire des corrections lorsqu'elles apparaissent nécessaires. Elles doivent toutefois être argumentées.

Dans le cas présent, nous estimons que :

- Les modélisations trajectographiques réalisées dans l'étude du RTM en 2008 donnent un aléa moyen sur une parcelle directement en amont des habitations les plus hautes de Torméry. Or cette zone est en aléa fort sur la cartographie brute.
- La bande de probabilité d'atteinte faible n'a jamais été atteinte sur ces deux derniers siècles même à l'occasion d'événements majeurs tels que celui de 1903. Or lorsque cette dernière est croisée avec l'activité et l'intensité elle se retrouve en aléa fort alors que son atteinte paraît très peu probable. Nous proposons donc de baisser l'aléa sur cette bande.
- L'analyse historique montre que les blocs peuvent atteindre les villages avec parfois des dégâts désastreux (1963). Un aléa fort se justifie donc, à minima, sur l'emprise des événements historiques. Au-delà de cette emprise, nous proposons une bande d'aléa fort sur 30 m de largeur : cette distance n'est pas vraiment « arbitraire » car elle correspond à une rupture de pente observée au droit des quatre hameaux à partir de la ligne d'énergie 37°. Il s'agit donc d'une position sécuritaire qui considère une extension des événements historiques. Au-delà, nous proposons de qualifier un aléa moyen jusqu'à l'emprise des probabilités d'atteintes faible (34° de ligne d'énergie). Cette position permettra réglementairement de considérer l'aléa de chutes de blocs dans les documents d'urbanisme avec un certain nombre de prescriptions, sans pour autant trop pénaliser l'habitat existant.

## IV Cartographie des aléas de chutes de blocs

La carte ci-après illustre la proposition d'aléa lissée de chutes de blocs. Des zooms au 1/2000 sont proposés sur les enjeux sur les pages suivantes.

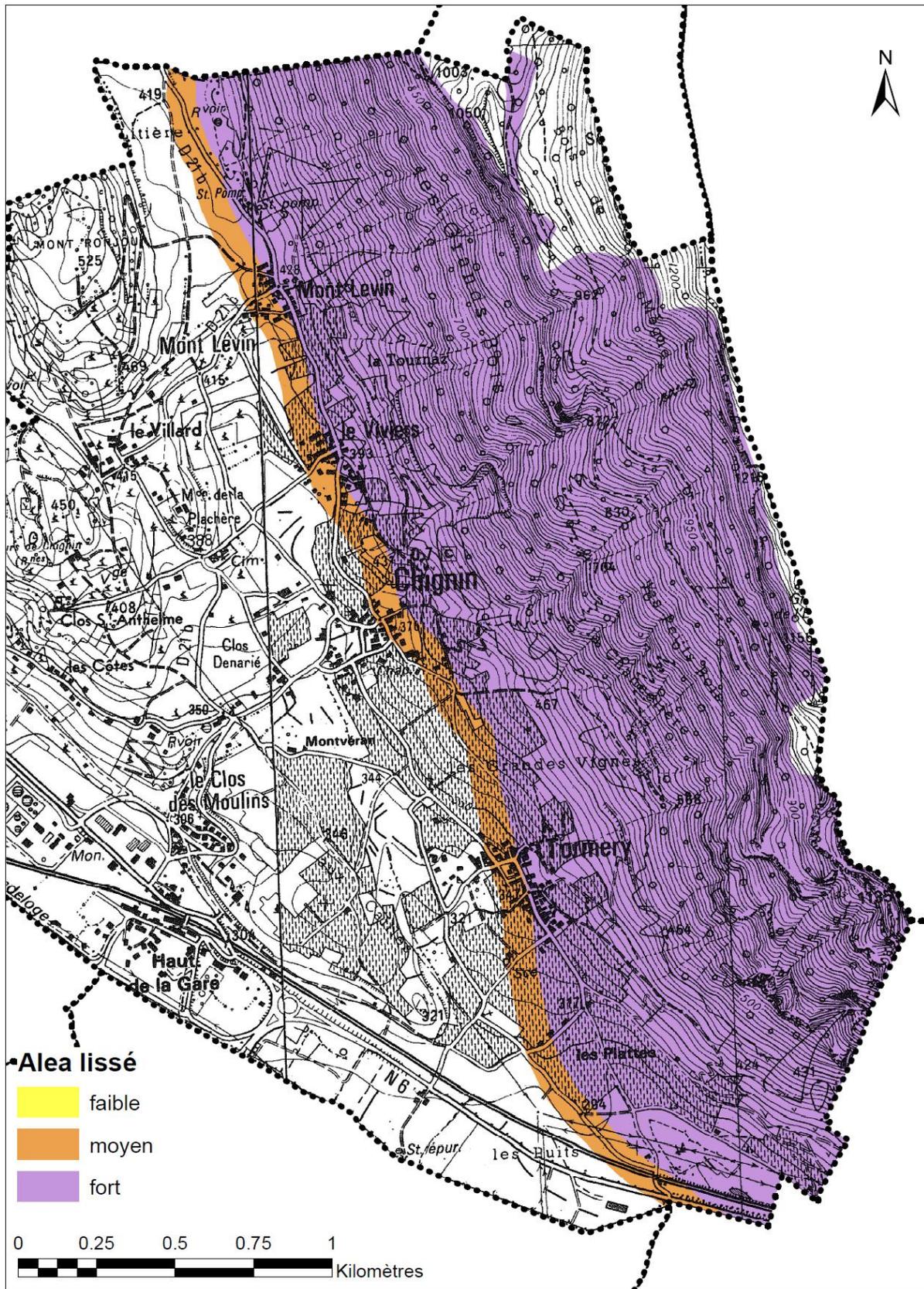


Figure 19 : Carte des aléas de chutes de blocs

### IV.1 Cartographie des aléas sur Mont-Levin



Figure 20 : Carte des aléas de chutes de blocs sur Mont-Levin

### IV.2 Cartographie des aléas sur Viviers

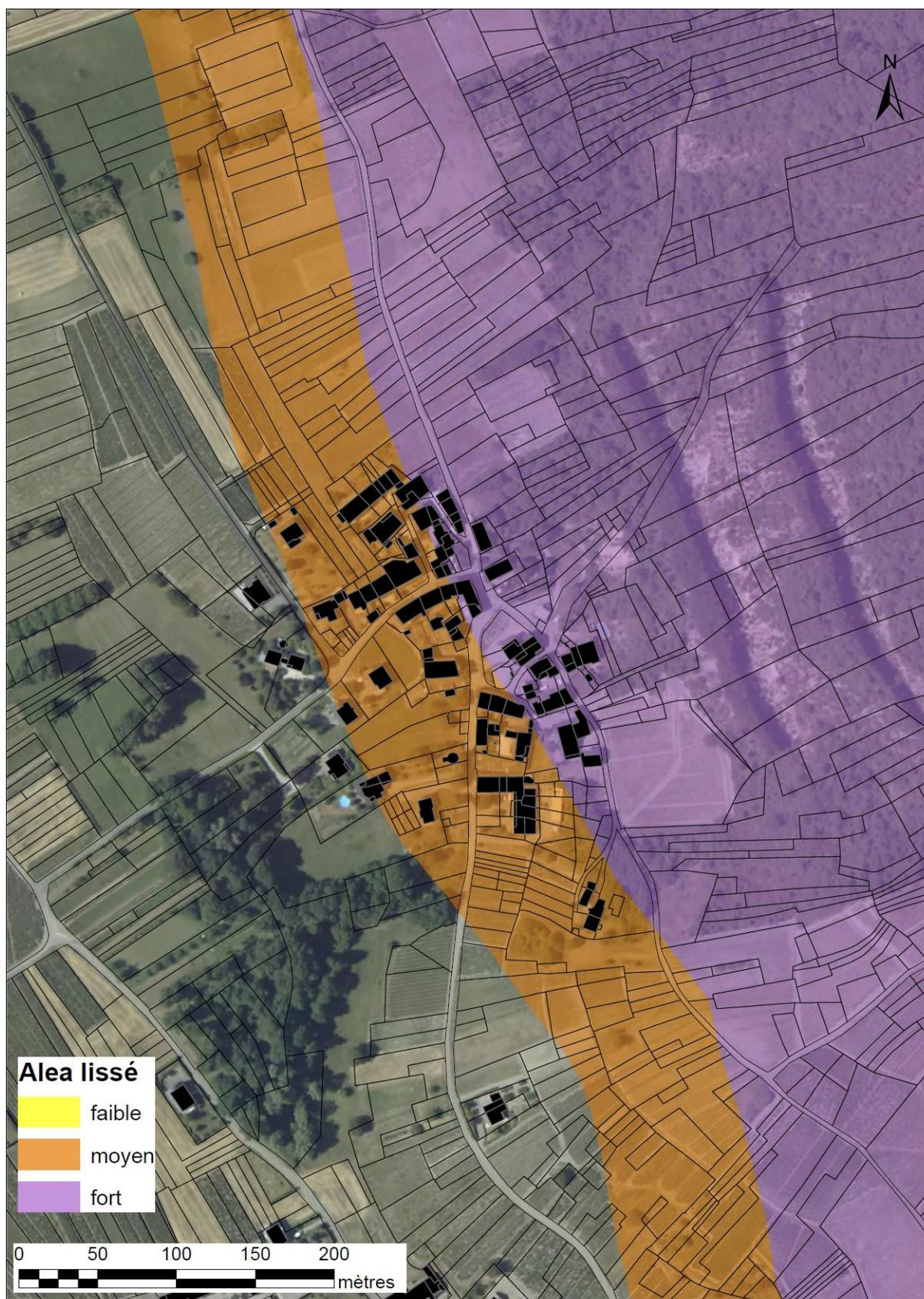


Figure 21 : Carte des aléas de chutes de blocs sur Viviers

### IV.3 Cartographie des aléas sur Chignin



Figure 22 : Carte des aléas de chutes de blocs sur Chignin

## IV.4 Cartographie des aléas sur Torméry



Figure 23 : Carte des aléas de chutes de blocs sur Torméry

## V Conclusion

La présente étude a permis de disposer d'un document de porter à connaissance sur les aléas de chutes de blocs.

La méthode utilisée (guide MEZAP) reste relativement empirique et présente des limites. Celles-ci sont, autant que possibles, réduites par une analyse critique à dire d'expert.

Les résultats montrent qu'une partie non négligeable des hameaux objets de cette étude, est concernée par un aléa fort de chutes de blocs. Cette affirmation est corroborée par un historique conséquent, avec parfois des dégâts désastreux.

Plus bas sur une emprise d'environ 100 m de largeur, l'aléa est considéré comme moyen : la probabilité d'atteinte est faible mais l'intensité des phénomènes redoutés est relativement forte (supérieure à 1 m<sup>3</sup>).

Il conviendra donc de ne pas construire de nouveau bâtiment à usage d'habitation dans l'emprise d'aléa fort. Concernant l'aléa moyen : les projets seront possibles sous réserve de conclusions favorables d'une étude trajectographique fine et d'adaptation du projet selon les prescriptions définies par cette étude. Faute de cette dernière, les terrains seront inconstructibles sur la base de la réglementation nationale.

Enfin, deux remarques méritent d'être soulevées ici :

- 1) Nous l'avons évoqué, la méthode utilisée sert en principe d'aide à la décision. Le guide MEZAP invite les maîtres d'ouvrage à la réalisation de modélisations trajectographiques au droit des zones d'enjeux. Nous recommandons à la commune de réaliser ce type d'étude qui, bien que présentant également des limites devant être nuancées par une analyse critique, permet toutefois d'affiner l'aléa.
- 2) Compte tenu du nombre d'habitations concernées par un aléa fort, nous recommandons vivement à la commune de réaliser des protections appropriées afin de protéger le bâti existant. La modélisation trajectographique permettrait dans ce cas d'estimer des hauteurs de passage et des énergies permettant de définir un pré-dimensionnement de l'ouvrage à construire.

## VI Annexes

### VI.1 Annexe 1 : Description de la méthode « MEZAP »

Le guide MEZAP est la méthodologie en vigueur en matière de qualification des aléas de chutes de blocs dans les PPRN.

Le travail s'appuie sur la version de janvier 2014. Cette méthode relativement rapide et empirique demande peu de moyens. Elle consiste à croiser l'intensité (donnée par la blocométrie) avec la probabilité d'occurrence qui est elle-même issue d'une matrice interceptant la probabilité d'atteinte (définie par les lignes d'énergies) avec l'activité (prise en compte de l'historique et de l'expertise de terrain).

Les paragraphes ci-après détaillent la méthodologie.

#### VI.1.1 L'intensité

De nombreuses études ont conduit à définir l'intensité par le volume du bloc de l'aléa de référence. Le niveau d'intensité est fonction des dommages au bâti. Logiquement il devrait donc être fonction de l'énergie à l'impact mais suite aux nombreuses expériences de relevés in-situ, c'est le volume des éléments attendus à l'échelle centennale qui préside à la caractérisation de l'intensité. Les intensités retenues sont :

Niveaux d'intensité	Description	Dommages
Faible	$< 0,25 \text{ m}^3$	Peu ou pas de dommage au gros œuvre, perturbation des activités humaines.
Modérée	$0,25 \text{ m}^3 < V < 1 \text{ m}^3$	Dommage au gros œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée.
Elevée	$1 \text{ m}^3 < V < 10 \text{ m}^3$	Dommage important au gros œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
Très élevée	$> 10 \text{ m}^3$	Destruction du gros œuvre. Ruine certaine. Perte de toute intégrité structurelle

#### VI.1.2 La probabilité d'occurrence

Elle est régie par deux approches : l'indice d'activité et la probabilité d'atteinte.

##### A) l'indice d'activité

La probabilité de départ des blocs en falaise est très difficile à déterminer. Elle peut s'estimer à partir des traces de départ visibles et du nombre des blocs observés dans la pente, ce qui sera appréhendé lors des reconnaissances de terrain. Les critères utilisés pourront également être liés à l'activité passée de la zone de départ. Le travail de recherche dans les archives du service RTM permettra donc de disposer d'une base solide. La probabilité de départ sera appréciée qualitativement pour les blocs de référence.

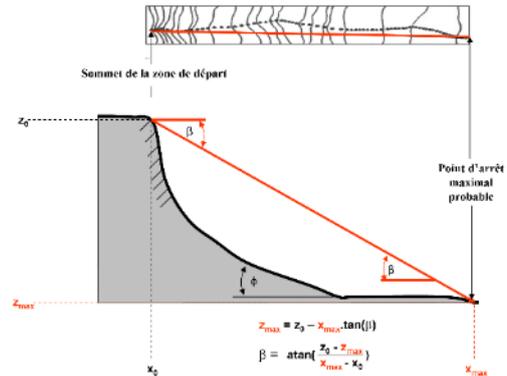
Indice d'activité par zone d'homogène	Description
Faible	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 100 ans
Moyen	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les 10 ans
Fort	De l'ordre d'un bloc de l'aléa de référence tous les ans

**B) la probabilité d'atteinte**

La méthode de la ligne d'énergie sera utilisée afin d'identifier simplement les zones susceptibles d'être affectées par une chute de blocs. Il s'agit d'une méthode empirique qui permet d'estimer à partir d'une zone de départ la localisation du point d'arrêt maximal probable d'un projectile et qui ne nécessite pas à proprement parlé de détermination des coefficients de réponse des sols.

Elle permet de représenter spatialement une estimation de la probabilité d'atteinte d'un point par un bloc.

L'application de la méthode implique le choix de valeurs d'angle. Il existe des plages statistiques de valeurs permettant une quantification de la probabilité d'atteinte (cf. tableau ci-dessous). Ces valeurs seront adaptées à l'expertise du terrain en fonction de singularités locales (topographie, végétation).



probabilité d'atteinte	Intervalle d'angles de la ligne d'énergie sans prise en compte de la forêt	Intervalle d'angles de la ligne d'énergie avec prise en compte de la forêt
Forte	32°-36°	35°-39°
Moyenne	30°-33°	33°-37°
Faible	26°-30°	29°-34°

**C) la probabilité d'occurrence**

La probabilité d'occurrence est qualifiée en utilisant la matrice ci-dessous pour croiser la probabilité d'atteinte en un point et la probabilité de départ qualifiée par l'indice d'activité.

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Indice d'activité	Faible	Faible	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Moyen	Modérée	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Fort	Modérée	Elevée	Elevée	Très Elevée

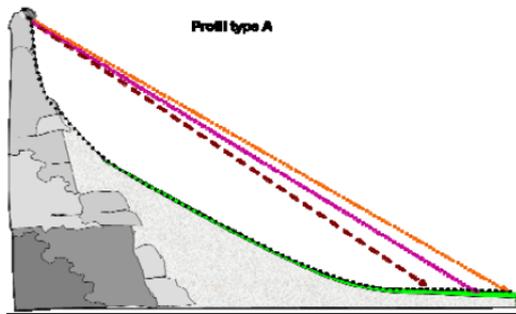
**VI.1.3 Qualification de l'aléa résultant**

L'aléa résultant est donné par la matrice suivante :

		Intensité			
		V ≤ 0,25 m³	0,25 < V ≤ 1 m³	1 < V ≤ 10 m³	V > 10 m³
		Faible	Modérée	Elevée	Très élevée
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible	Modérée	Modérée	Elevée
	Modérée	Faible	Modérée	Elevée	Elevée
	Elevée	Modérée	Modérée	Elevée	Très élevée
	Très élevée	Modérée	Elevée	Très élevée	Très élevée

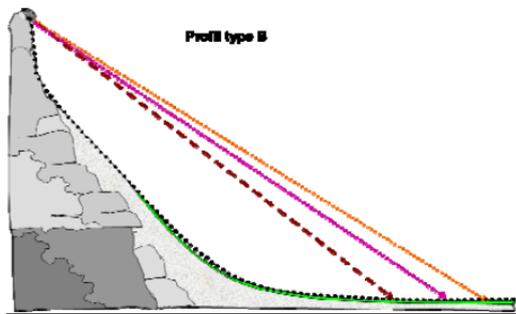
## VI.2 Annexe 2 : Définition des profils types ayant une influence dans les angles de lignes d'énergie

Extrait du guide MEZAP (version janvier 2014) page 15 :



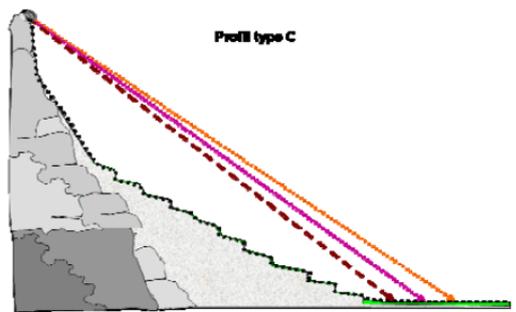
**A) Description :** Profil de pente régulière en pied de zone de départ.

**Qualification des niveaux de probabilités :** répartition statistique des blocs régulières selon des valeurs d'angle usuelles (**A titre indicatif :** Fort de l'ordre de 34°, Moyen de l'ordre de 32°, Faible de l'ordre de 30°)



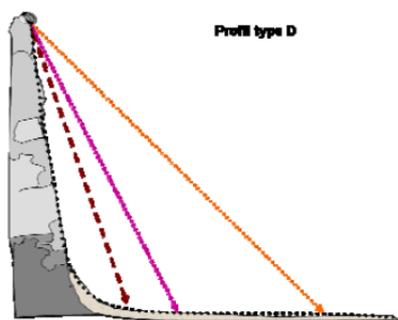
**B) Description :** Profil de pente régulière en pied de zone de départ avec replat marqué en fin de trajectoire.

**Qualification des niveaux de probabilités :** répartition statistique des blocs resserrée, valeurs d'angle plus fortes (**A titre indicatif :** Fort de l'ordre de 34-38°, Moyen de l'ordre de 33-37°, Faible de l'ordre de 31-36°)



**C) Description :** Profil de pente irrégulière en pied de zone de départ (terrasses agricoles...).

**Qualification des niveaux de probabilités :** répartition statistique des blocs régulières selon des valeurs fortes (**A titre indicatif :** Fort de l'ordre de 34-38°, Moyen de l'ordre de 32-36°, Faible de l'ordre de 30-34°)



**D) Description :** Falaise et replat marqué

**Qualification des niveaux de probabilités :** répartition statistique des blocs très resserrée valeurs d'angle très fortes (la méthode des cônes ne s'applique dans ce cas qu'au sens d'une méthode géométrique permettant par un rapport de distance d'apprécier les distances de propagation. A titre indicatif il n'est pas impossible de retenir des valeurs supérieures à 40°)

FIGURE 4 : ILLUSTRATIONS D'EXEMPLES DE MODULATIONS (DONNEES A TITRE INDICATIF) APPORTEES SUR LES INTERVALLES D'ANGLES DE LA METHODE DES CONES EN FONCTION DES PRINCIPAUX TYPES DE PROFILS DE PENTE

VI.3Annexe 3 : Cartes utilisées pour le croisement MEZAP

