

Document  
à accès différé

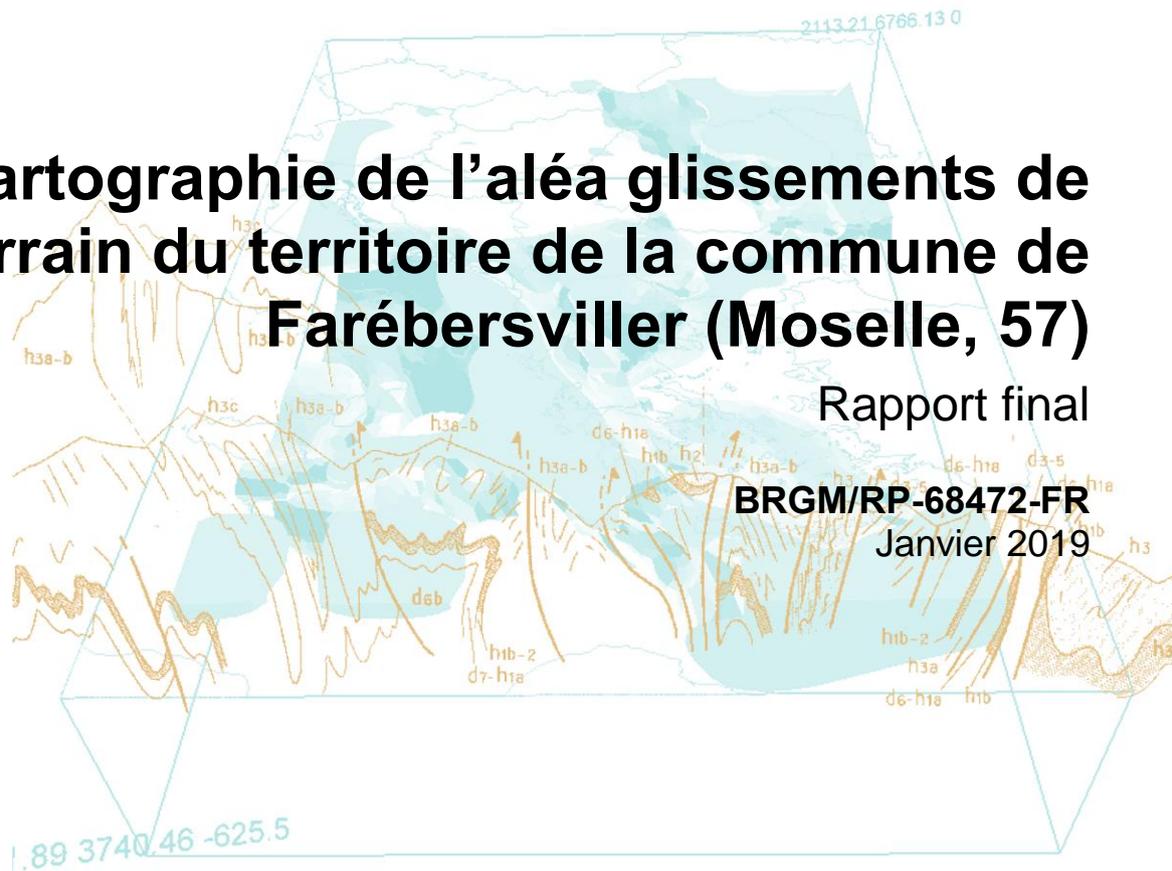


# Cartographie de l'aléa glissements de terrain du territoire de la commune de Farébersviller (Moselle, 57)

Rapport final

BRGM/RP-68472-FR

Janvier 2019



Direction  
Départementale  
des Territoires  
de la Moselle



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



# Cartographie de l'aléa glissements de terrain du territoire de la commune de Farébersviller (Moselle, 57)

Rapport final

**BRGM/RP-68472-FR**

Janvier 2019

Étude réalisée dans le cadre du projets de Service public du BRGM AP17NCY017

**M. Rabin**

**Vérificateur :**

Nom : BERNARDIE

Fonction : Responsable Scientifique de Programme

Date : 14/12/18

Signature :

**Approbateur :**

Nom : Midot Dominique

Fonction Directeur régional Grand Est :

Date : 21/02/19

Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)



**Direction  
Départementale  
des Territoires  
de la Moselle**



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

# Avertissement

Le tirage initial de ce rapport, en nombre fixé par convention, est diffusé à son commanditaire. Sa communicabilité ultérieure à des tiers est liée à la prise d'une décision administrative formelle à laquelle il concourt, conformément à la loi n° 78-753 du 17 Juillet 1978. Passé le 01/02/2021, ce rapport devient communicable à tout tiers extérieur qui en ferait la demande ; le BRGM ne peut plus être tenu comme responsable de l'usage qui pourrait en être fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

**Mots-clés** : Mouvements de terrain ; Moselle ; Farébersviller

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**RABIN M.** (2019) – Cartographie de l'aléa glissements de terrain du territoire de la commune de Farébersviller (Moselle, 57). Rapport final. BRGM/RP-68472-FR, 118 p., 27 ill., 4 tabl., 13 ann., 1 carte hors texte, 1 CD.

## Synthèse

La commune de Farébersviller est le siège de mouvements de terrain connus depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Elle a fait l'objet de cinq arrêtés de catastrophe naturelle liés aux mouvements de terrain, couvrant les périodes 1987-1992, 1993-1996, 2004-2007, 2012-2013, 2015-2016. Un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) mouvements de terrain a été prescrit et approuvé le 13 mai 2004. Les phénomènes identifiés concernaient :

- l'affaissement lié à des dissolutions profondes ;
- l'« affaissement<sup>1</sup> » lié à des dissolutions proches de la surface ;
- les glissements de terrain.

Dans le cadre d'un programme d'adaptation au changement climatique par une meilleure prise en compte des risques, la DDT 57 souhaite actualiser la connaissance et les dispositions réglementaires liées au phénomène de glissements de terrain sur la commune de Farébersviller afin de réviser le PPR approuvé le 13/5/2004.

Dans ce contexte, le brgm est sollicité, dans le cadre de son activité de service public, pour effectuer une mise à jour de la cartographie initiale de l'aléa glissement de terrain.

Les mouvements de terrains pris en compte dans cette étude comprennent les phénomènes de glissements rotationnels, glissements translationnels, glissements pelliculaires, fluage, reptation et solifluxion. Ne sont pas pris en compte les phénomènes de retrait - gonflement liés à la sécheresse sur des sols argileux, les affaissements, les effondrements ou les fontis liés à la présence de cavités naturelles ou anthropiques, les coulées de boue et les mouvements rocheux (chutes de blocs et éboulements).

L'élaboration de la carte d'aléa « glissements de terrain » sur la commune de Farébersviller repose sur la prise en compte d'évènements historiques et de levés de terrain, mais également de données générales géologiques, hydrogéologiques et topographiques.

La carte d'aléa montre que la zone d'étude présente des niveaux d'aléa significatifs qui se répartissent ainsi :

- l'aléa fort représente 2.8 % de la superficie de la commune, soit environ 19.2 ha. Il s'agit des zones présentant les plus fortes pentes dans les versants de la vallée du Kochernbach ;
- l'aléa moyen représente 21.6 % de la superficie totale de la zone d'étude, soit 150 ha environ. Il caractérise l'ensemble de la vallée du Kochernbach ainsi qu'une partie des versants de la vallée de l'Engelbach, au nord de la commune ;
- l'aléa faible représente 55.7 % de la superficie totale communale, soit environ 380 ha. Il est présent sur l'ensemble de la zone urbanisée ;
- l'aléa nul représente 19.9 % de la superficie totale communale, soit environ 130 ha. Sa répartition est diffuse, caractérisant les replats localisés au sommet des collines et dans la partie sud de la commune.

---

<sup>1</sup> Aléa qualifié d'« affaissement » dans le PPR en 2004 mais concernant plutôt des phénomènes d'effondrements localisés.



# Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Contexte de la zone d'étude .....</b>	<b>13</b>
2.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE .....	13
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	14
2.2.1. Généralités .....	14
2.2.2. Description des principales séries géologiques du substratum .....	15
2.2.3. Description des formations superficielles .....	20
2.2.4. Reconnaissance du sous-sol .....	21
2.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE .....	22
2.3.1. Contexte général .....	22
2.3.2. Inventaires des éléments cartographiés .....	23
2.4. LES MOUVEMENTS DE TERRAIN HISTORIQUES .....	24
<b>3. Méthodologie et cartographie de l'aléa.....</b>	<b>27</b>
3.1. GENERALITES .....	27
3.1.1. Méthodologie nationale des guides PPR.....	27
3.1.2. Méthodologie appliquée au contexte de la commune.....	28
3.2. CARTES INTERMEDIAIRES .....	31
3.2.1. Cartographie des pentes.....	31
3.2.2. Cartographie de la susceptibilité des terrains aux glissements de terrain.....	33
3.2.3. Cartographie de la susceptibilité aux glissements de terrain .....	39
3.2.4. Cartographie des indices de glissement et facteurs aggravants.....	40
3.3. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA FINAL.....	47
3.3.1. Traitements géomatiques.....	48
3.3.2. Zones d'expertises.....	49
3.3.3. Limites de l'interprétation .....	50
<b>4. Conclusions.....</b>	<b>51</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>53</b>

## Liste des figures

Illustration 1 - Carte des reliefs (ombrage coloré) de Farébersviller .....	13
Illustration 2 - Cartographie des pentes.....	14
Illustration 3 - Cartographie géologique régionale et position des principaux accidents tectoniques .....	15
Illustration 4 - Cartographie géologique harmonisée sur la commune de Farébersviller issue de la carte géologique du BRGM au 1/50 000.....	16
Illustration 5 - Colonne lithostratigraphique des terrains du Trias moyen et supérieur. ....	17
Illustration 6 - Coupe lithologique d'un forage à Puttelange-aux-Lacs (Geisler-Cussey D. 1986) .....	18
Illustration 7 -- Affleurement de calcaire, à proximité de l'ancienne station de traitement des eaux pluviales STEP (photographie BRGM) .....	19
Illustration 8 - Effondrements affectant les calcaires à Entroques du Muschelkalk dans la vallée du Kochernbach .....	19
Illustration 9 - Réinterprétation des forages S1 et S2 de FONDASOL (Le Goff J. et Raucoules D. 2017). ....	21
Illustration 10 - Indices hydrogéologiques de surface issus des données bibliographiques (fond scan 25) .....	22
Illustration 11 - Talweg prononcé avec traces d'érosion .....	24
Illustration 12 - Zone humide permanente, marécages jouxtant un cours d'eau permanent .....	24
Illustration 13 - Zones humides temporaires avérées sur un versant cultivé .....	24
Illustration 14 - Zone humide temporaire supposée avec la présence de molinies .....	24
Illustration 15 - Localisation des principaux faits historiques concernant les mouvements de terrain sur la commune de Farébersviller (Le Goff J. et Raucoules D. 2017) .....	25
Illustration 16 - Organigramme présentant la méthodologie utilisée pour la cartographie de l'aléa .....	28
Illustration 17 - Localisation des points et des tracés ayant fait l'objet de relevés ou d'expertises de terrain (poositionnement GPS).....	31
Illustration 18 - Cartographie des pentes.....	32
Illustration 19 - Localisation des forages recensés sur la commune de Farébersviller et horizons lithostratigraphiques.....	35
Illustration 20 - Exemple d'identification de formations superficielles en bordure d'un chemin .....	37
Illustration 21 - Carte de susceptibilité des terrains aux glissements pour la commune .....	39
Illustration 22 - Carte de susceptibilité aux glissements de terrain .....	40
Illustration 23 - Cartographie des désordres et phénomènes historiques.....	41
Illustration 24 - Carte des indices de glissements et facteurs aggravants cartographiés au cours de cette étude. ....	42
Illustration 25 - Carte comparative des indices de déformation en surface et de la susceptibilité aux glissements de terrain.....	46
Illustration 26 - Cartographie de l'aléa aux glissements de terrain.....	48
Illustration 27 - Localisation et descriptions des zones d'expertises ayant conduit à la caractérisation de l'aléa sur la commune de Farébersviller. ....	49

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple d'échelle conventionnelle d'intensité (guide PPR mvt).....	27
Tableau 2 : Matrice litho-pente de la susceptibilité aux glissements de terrain (Cartannaz C. 2015). CDB : Chute de bloc. ....	29
Tableau 3 : Définition de l'aléa par croisement de la susceptibilité et de l'intensité .....	30
Tableau 4 : Classement des formations en fonction de leur susceptibilité lithologique d'après la matrice Lorraine (Cartannaz C. 2015). ....	38

## Liste des annexes

Annexe 1 : Les mouvements de terrain-Généralités.....	55
Annexe 2 : Terminologie .....	59
Annexe 3 : Cartographie des pentes (%) regroupées par classes. ....	63
Annexe 4 : Cartographie géologique.....	67
Annexe 5 : Cartographie de susceptibilité des terrains aux glissements de terrain .....	71
Annexe 6 : Cartographie de susceptibilité aux glissements de terrain .....	75
Annexe 7 : Cartographie des indices hydrogéologiques.....	79
Annexe 8 : Liste et cartographie des désordres et phénomènes historiques .....	83
Annexe 9 : Liste des forages et autres données.....	89
Annexe 10 : Liste des séismes potentiellement ressentis .....	97
Annexe 11 : Cartographie des indices de glissements et des facteurs aggravants .....	103
Annexe 12 : Cartographie de l'aléa final .....	109
Annexe 13 : Localisation et description des zones d'expertises ayant permis la caractérisation de l'aléa aux glissements de terrain .....	113

## Planche hors texte

Cartographie de l'aléa final relatif aux mouvements de terrain, au format A0



# 1. Introduction

A la demande de la DDT de la Moselle, le BRGM a été sollicité afin de mener une étude de l'aléa glissement de terrain sur la commune de Farébersviller (carte d'aléa au 1/5 000<sup>ème</sup>). Ce rapport présente un état actualisé des connaissances sur la commune de Farébersviller intégrant une compilation des archives disponibles, les résultats des recherches sur le terrain et des enquêtes réalisées auprès des services de la mairie.

La commune de Farébersviller a fait l'objet de cinq arrêtés de catastrophes naturelles liés à des mouvements de terrain entre 1987 et 2017 ; deux d'entre eux sont liés à des phénomènes d'affaissement, pour les périodes de 1987 à 1992 et 1993 à 1996, et trois autres sont associés à des glissements de terrain sur les périodes de 2004 à 2007, 2012 à 2013 et 2015 à 2016.

Une première cartographie de l'aléa glissement de terrain a été réalisée sur la commune de Farébersviller par ANTEA en 1999. En 2003, la révision des aléas par le BRGM a consisté à reprendre la méthodologie proposée par ANTEA en réajustant les limites en fonction de données topographiques plus précises (MNT digitalisé dans le cadre de l'étude) et en intégrant une cartographie de l'aléa affaissement (Sedan-Miégemole et al. 2003).

L'étude de 2003 réalisée par le BRGM a abouti à la réalisation d'un PPR mouvements de terrain approuvé en mai 2004. Ce zonage a été réalisé pour trois phénomènes de mouvements de terrain :

- des glissements dits « superficiels » ;
- des effondrements localisés liés à la dissolution des évaporites des couches grises ou rouges du Muschelkalk à faible profondeur ;
- des affaissements généralisés liés à la dissolution des évaporites des couches grises ou rouges du Muschelkalk lorsque ces formations sont recouvertes par plusieurs dizaines de mètres de terrain non solubles.

La réalisation de la présente étude s'est structurée en deux parties : une recherche informative et une phase d'évaluation de l'aléa.

Les mouvements de terrain pris en compte dans cette étude comprennent les mouvements avec et sans rupture de pente (la typologie des mouvements de terrain est détaillée en Annexe 1) :

- les mouvements avec plan de rupture ; les glissements translationnels, les glissements rotationnels simples ou complexes (Philipponnat G. et al., 2008) ;
- les mouvements sans plan de rupture ; le fluage, la solifluxion, les mouvements pelliculaires et la reptation.

Dans la suite de ce rapport, le terme « glissement de terrain » sera utilisé pour parler de l'ensemble des phénomènes pris en compte dans cette étude.

Ainsi, ne sont pas pris en compte les phénomènes de retrait - gonflement liés à la sécheresse sur des sols argileux, les affaissements, les effondrements ou les fontis liés à la présence de cavités naturelles ou anthropiques, les coulées de boue et les mouvements rocheux (chutes de blocs et éboulements).

Les zones d'affaissement ou d'effondrement n'ont pas été ré-expertisées dans cette étude. La caractérisation de l'aléa effondrement et affaissement est en cours au sein du BRGM au moment de la rédaction de ce rapport et fera l'objet d'un rapport séparé.



## 2. Contexte de la zone d'étude

### 2.1. Contexte géographique et morphologique

La commune de Farébersviller est située à environ 8 kilomètres au sud/sud-ouest de l'agglomération de Forbach dans le département de la Moselle. La superficie du territoire communal est de 688 hectares environ.

La commune a connu une forte évolution démographique dans les années 1950 par l'implantation d'une cité des Houillères.

Du point de vue morphologique, le site est marqué par la vallée du ruisseau de Cocheren, également appelée vallée du Kochernbach. Elle est large au sud et encaissée au nord de la commune. Les reliefs sont marqués par deux collines à des altitudes comprises entre 316 m NGF et 313 m NGF présentes de part et d'autre de la vallée dont le fond est à une altitude de 232 m NGF (Illustration 1).

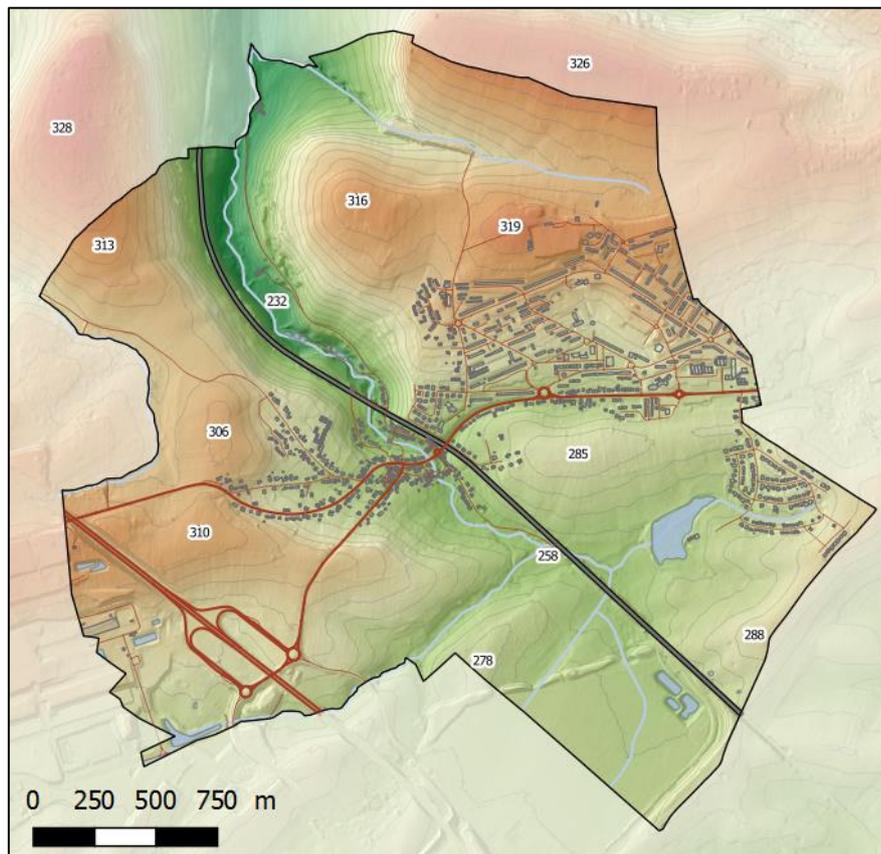


Illustration 1 - Carte des reliefs (ombrage coloré) de Farébersviller

Le territoire communal est drainé par la vallée du Kochernbach, grossièrement de direction Sud/Nord. L'habitat est essentiellement concentré sur les assises calcaires du fond de la vallée. Les versants de la vallée sont occupés par des prairies ainsi que par quelques bois et bosquets. Le plateau est plutôt concerné par des cultures et prairies.

La pente des coteaux est de l'ordre de 10 %, pouvant atteindre 20 % au droit des lotissements de la rue des Rosiers et de la rue Emile Zola. Les versants de la vallée du Kochernbach, au nord de la commune présentent des pentes entre 30 et 50 % (Illustration 2).

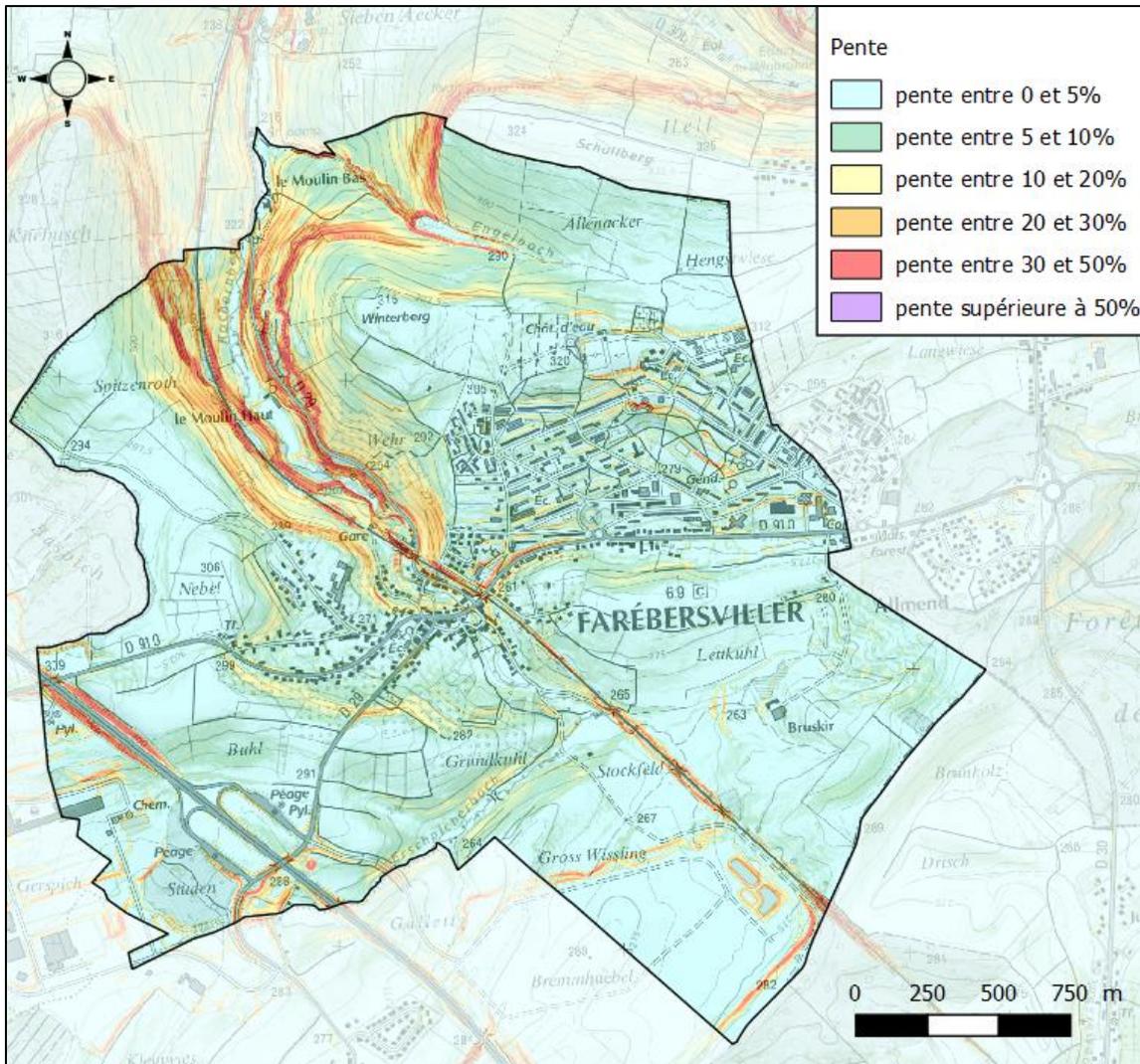


Illustration 2 - Cartographie des pentes

## 2.2. Contexte Géologique

## 2.3. Généralités

La commune de Farébersviller est implantée sur le rebord du plateau lorrain, surplombant la boutonnière anticlinale du bassin houiller au nord. La structure à l'aplomb de la commune est globalement monoclinale, présentant un léger pendage de 2 à 3° environ vers le sud sud-est et correspondant au flanc nord-ouest du synclinal de Landroff. Il s'agit d'un pli asymétrique dont l'axe passe par les localités de Henriville et Tenteling. Il appartient à un ensemble de plis d'axes orientés globalement nord-est/sud-ouest (Illustration 3) (Goguel J. et al. 1960). Ce plissement a été initié lors de l'orogénèse Hercynienne et repris lors de la mise en place des Alpes (Guillaume M. et Limasset J-C. 1967).

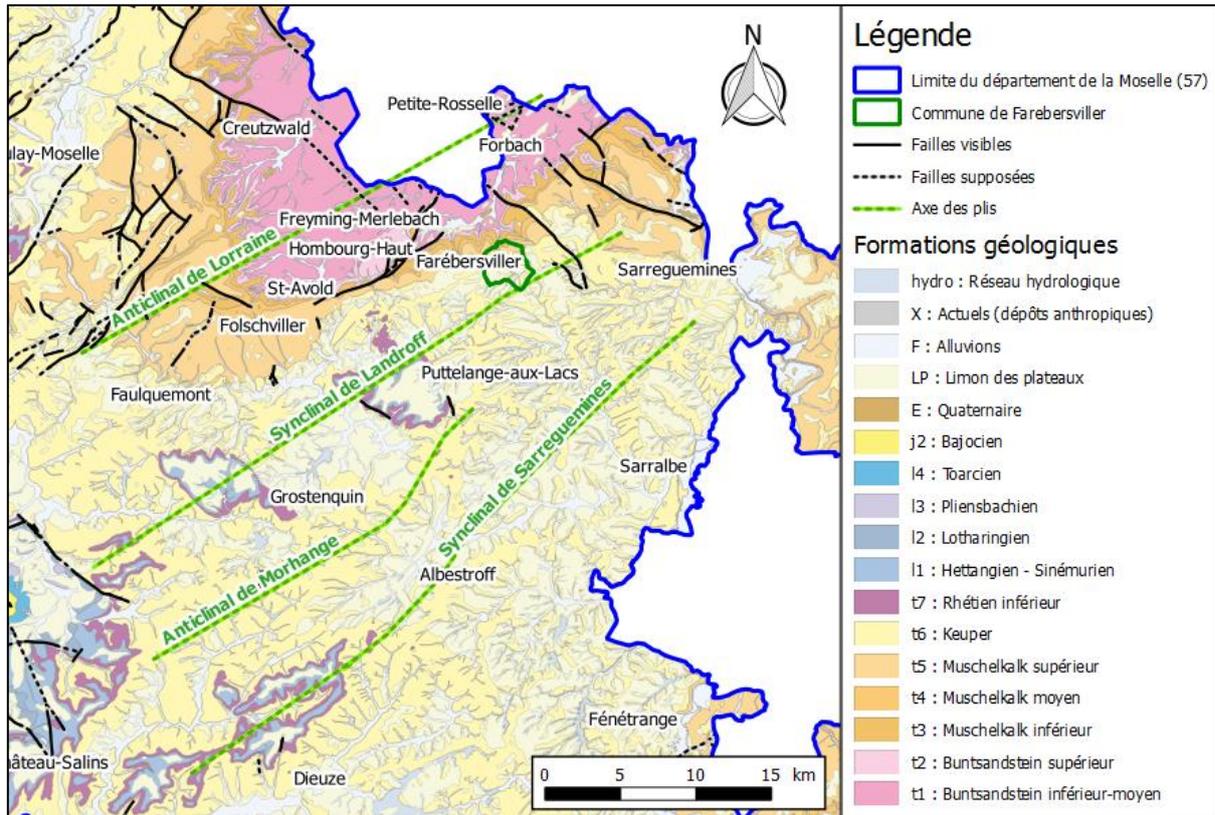


Illustration 3 - Cartographie géologique régionale et position des principaux accidents tectoniques

Selon (Van Werveke 1909), cité dans (Sedan-Miégemole et al. 2003), deux failles à rejet très modeste et de direction ouest/est à sud-ouest/nord-est existent dans le secteur de la vallée du Kochernbach, immédiatement en amont de l'ancienne station d'épuration. Ce réseau de failles, dont la présence est également confirmée par photo aérienne, constitue une zone de fractures ouvertes situées à l'extrados d'une ondulation anticlinale et parallèle à l'axe de plis (Sedan-Miégemole et al. 2003).

La cartographie géologique de la commune est présentée en Illustration 4 et en Annexe 4.

### 2.3.1. Description des principales séries géologiques du substratum

La commune de Farébersviller est composée des terrains sédimentaires du Trias moyen (Muschelkalk) et du Trias supérieur (Keuper) sur lesquels se sont déposées des formations superficielles (Illustration 4).

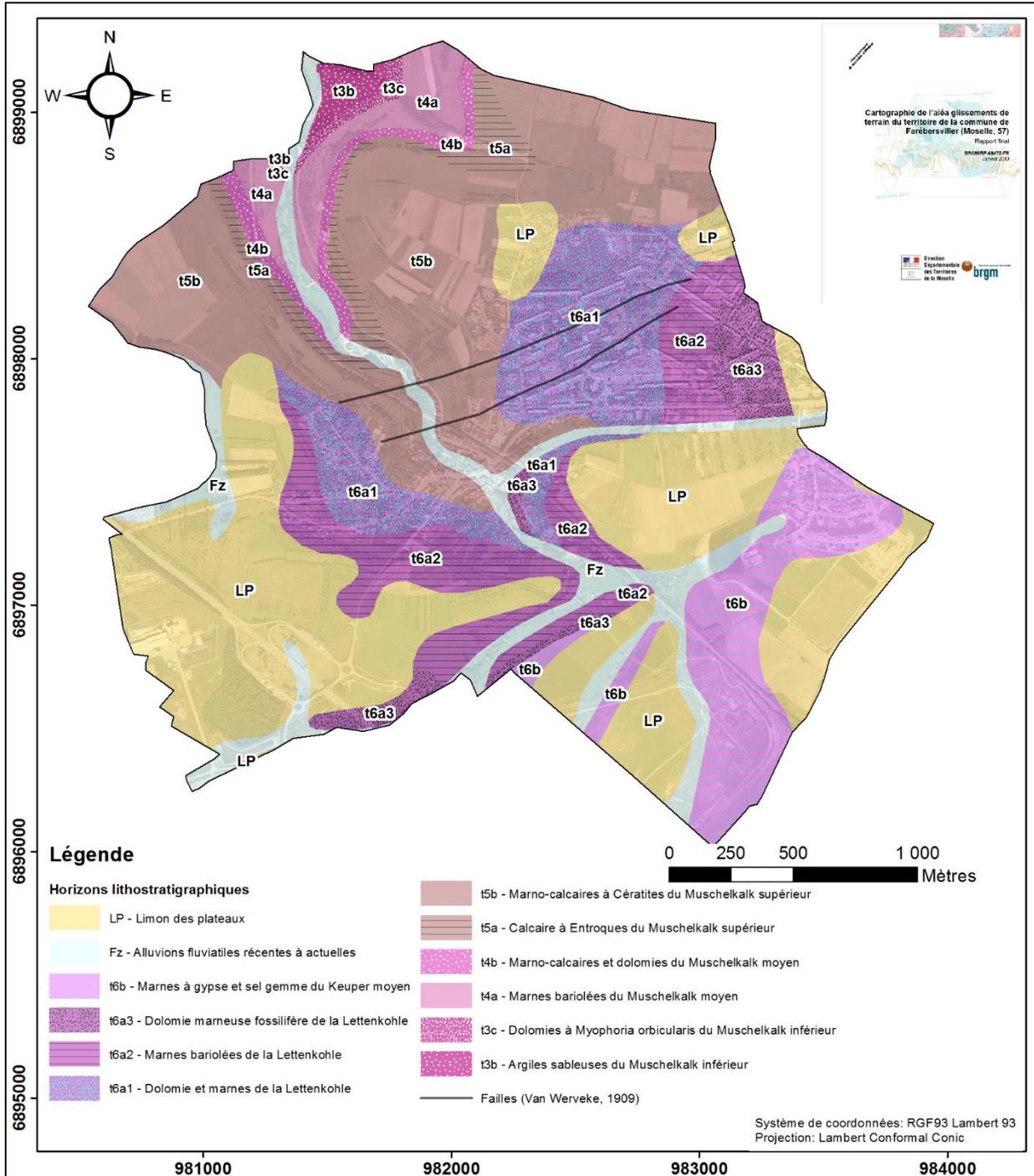


Illustration 4 - Cartographie géologique harmonisée sur la commune de Farébersviller issue de la carte géologique du BRGM au 1/50 000.

Un log schématique de la série stratigraphique est représenté sur l'illustration 5.

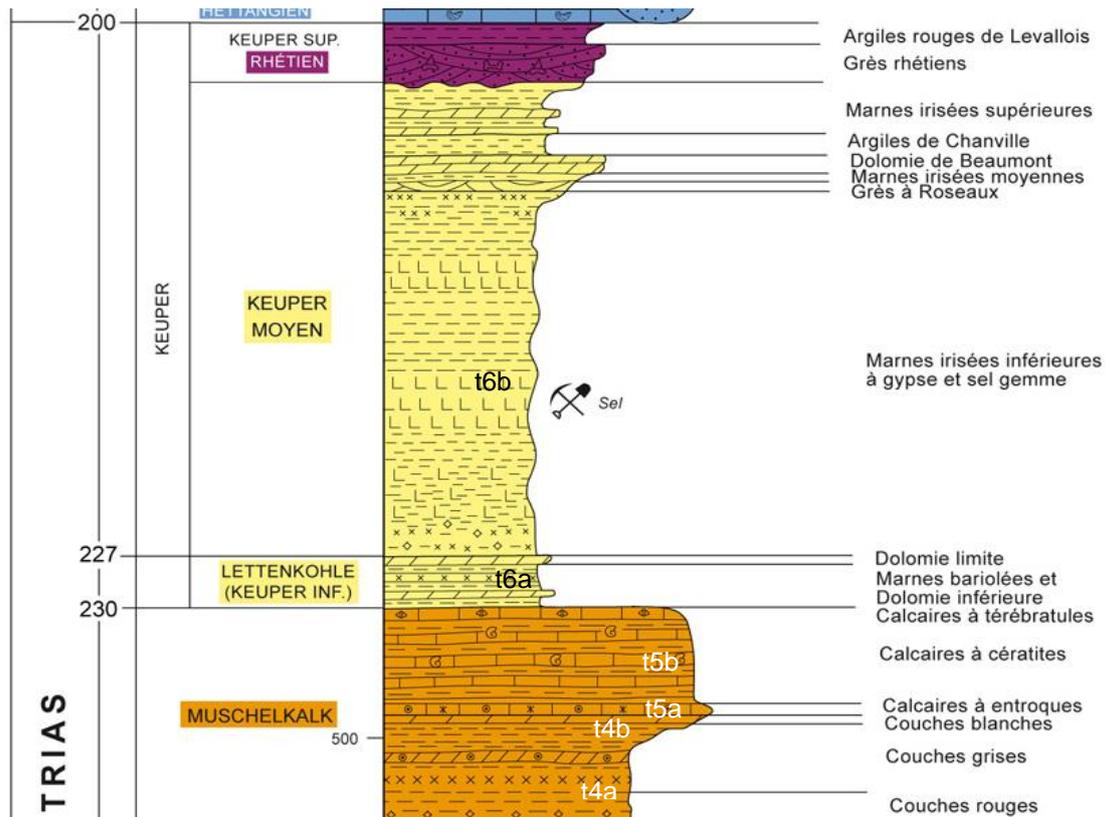


Illustration 5 - Colonne lithostratigraphique des terrains du Trias moyen et supérieur.

### a) Les faciès du Muschelkalk

#### Muschelkalk inférieur

Reposant sur les grès à Voltzia du Trias inférieur (non visible sur le ban communal), les formations du Muschelkalk inférieur se composent d'un grès calcaire dont la partie sommitale affleure au fond de la vallée de Kochernbach, au nord de la commune (t3). Trois horizons le composent :

- grès coquiller (t3a) : non présent sur le ban communal ;
- zone moyenne argileuse (t3b) : épaisse de 22 m environ, elle est principalement constituée d'argiles sableuses ;
- zone supérieure dolomitique (t3c) : moins de 5 m d'épaisseur sur la commune de Farébersviller, elle est constituée d'un banc de dolomie compact que l'on retrouve en fond de rivière à l'extrémité nord de la commune.

#### Muschelkalk moyen

Ces formations sont composées d'argiles et de dolomies comportant des roches solubles (gypse ou anhydrite). Ils sont présents en fond de vallée et sur la partie inférieure des versants de la vallée du Kochernbach. On distingue (Illustration 6) :

- les marnes bariolées ou couches rouges (t4a) : représentées par environ 25 m d'argiles et de marnes ;

- les couches grises (t4b) qui forment un complexe de marnes et de dolomies avec, à différent niveaux, mais principalement à la base, des amas lenticulaires de gypse et d'anhydrite pouvant dépasser localement 3 m d'épaisseur. Dans le nord de la Lorraine, la partie inférieure des couches grises comprend des niveaux salifères importants (20 m de sel en 5 couches dans le gisement de Sarralbe). Ces formations sont présentes sur une épaisseur pouvant atteindre 80 m.

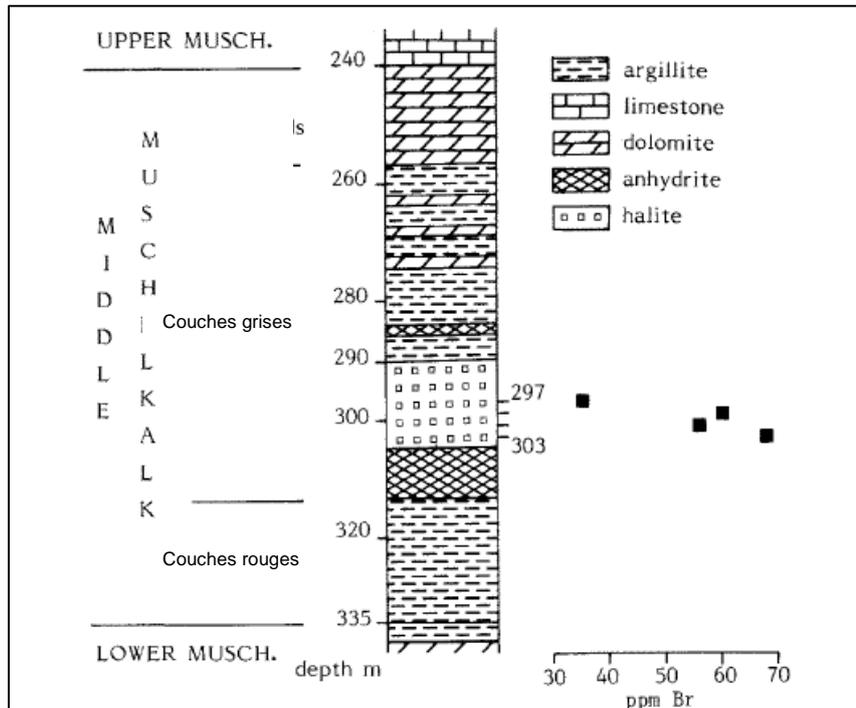


Illustration 6 - Coupe lithologique d'un forage à Puttelage-aux-Lacs (Geisler-Cussey D. 1986)

### **Muschelkalk supérieur**

Les faciès du Muschelkalk supérieur concernent la majeure partie du territoire de la commune et se composent de calcaires fossilifères (t5a et b) et de dolomies (t6a1, a2 et a3). Les calcaires à Entroques (t5a, 6 à 8 m d'épaisseur) et les calcaires à Cératites (t5b, 50 m d'épaisseur environ) se présentent sous la forme de dalles calcaires fossilifères alternant avec des marnes (Illustration 7). Les couches de calcaires à Cératites se distinguent des calcaires à Entroques par un plus grand développement des bancs marneux.

Sur la commune, les calcaires à Entroques (t5a) marquent la topographie sur le bas des versants de la vallée du Kochernbach par des fortes pentes (> 50 %) et des falaises. Il s'agit de calcaires bioclastiques beiges, localement micritiques et gris, souvent très altérés et affectés par des effondrements importants au nord de la vallée (Illustration 8).

Le niveau lithologique supérieur (t5b) semble, ici, être principalement représenté par des marnes formant des pentes modérées à faibles. Le faciès calcaire ne se retrouve que sur les sommets des reliefs au nord de la commune sous forme de blocs et de morceaux de dalles calcaires sans qu'aucun ressaut topographique ne lui soit associé. Lors de l'interprétation d'un forage carotté réalisé par la société Géoexpert en 1991 traversant ce niveau, il a d'ailleurs été décrit comme composé de « bancs calcaires décimétriques à Cératites, alternés avec des bancs marneux, constituant une masse rocheuse peu consistante à l'échelle de son ensemble » (Colin J-C. 1992).



*Illustration 7 - Affleurement de calcaire, à proximité de l'ancienne station de traitement des eaux pluviales STEP (photographie BRGM)*



*Illustration 8 - Effondrements affectant les calcaires à Entroques du Muschelkalk dans la vallée du Kochernbach*

Les formations de la Lettenkohle (t6a1, a2 et a3), épaisses de 25 à 30 mètres, affleurent au droit de l'agglomération. On distingue trois niveaux :

- la dolomie inférieure composée de marnes dolomitiques grises ou verdâtres (t6a1). Cette formation est épaisse de 10 m environ ;
- des argiles bariolées constituant un ensemble argilo-gréseux et dolomitique (t6a2) d'une épaisseur de 30 m environ ;
- un niveau de dolomie limite (t6a3) marquant un horizon repère de 3 m d'épaisseur. La dolomie limite, grise, massive et dure marque assez fréquemment le relief.

## ***b) Les faciès du Keuper***

### **Keuper inférieur**

Les formations du Keuper inférieur sont représentées à l'extrémité sud-est de la commune par les marnes irisées inférieures (noté t6b sur l'illustration 4 et 5). Épaisses d'environ 200 m au centre du synclinal de Sarreguemines (plus au sud, hors commune), elles possèdent une épaisseur de 100 m en affleurements. Cette variation d'épaisseur serait due, selon la notice géologique de Sarreguemines (Guillaume M. et Limasset J-C. 1967), à des dissolutions en profondeur des bancs de gypse ou de sel.

La formation est essentiellement constituée par des marnes et argiles aux teintes variées, grises, vertes, rouges ou violettes. Les intercalations de gypse, en amas lenticulaires souvent importants, sont fréquentes dans les marnes irisées inférieures.

La base des marnes irisées inférieures renferment de puissantes masses de sel gemme, en particulier au sud vers Château-Salins. Dans le secteur de Dieuze, cette formation salifère a été reconnue en sondage sur 70 m.

## **2.3.2. Description des formations superficielles**

### ***a) Les alluvions récentes***

Les alluvions récentes (Fz) sont composées d'argiles, parfois tourbeuses, en dépôt de fond de vallée. Leur puissance varie de 3 à 6 m.

### ***b) Les colluvions***

Les colluvions sont une formation superficielle allochtone de granulométrie fine. Ils résultent de l'accumulation de particules fines (limons et argiles) issues du ruissellement sur le versant lors des fortes pluies (Bichet et Campy 2008). Ils sont constitués d'une matrice argilo-limoneuse qui emballe des blocs et des cailloux de taille infra décimétrique.

### ***c) Les éboulis de pente***

Les éboulis de pente couvrent une partie des versants de la vallée du Kochernbach et proviennent des calcaires du Muschelkalk supérieur. Cette formation est composée d'éléments de roches calcaires, plus ou moins jointifs entre eux, parfois emballés dans une matrice limono-argileuse. Ces éléments présentent une lithologie liée à la nature des roches dont ils proviennent.

### ***d) Les limons des plateaux***

Les formations du Keuper et Muschelkalk sont parfois recouvertes d'importants plaquages limono-argileux constituant des dépôts sédimentaires meubles continentaux, constitués d'un mélange d'apports éoliens et d'altérites locales.

### 2.3.3. Reconnaissance du sous-sol

Sur la commune, le BRGM a connaissance de 44 forages réalisés entre 1901 et 2007. Les données récupérées sur les forages sont hétérogènes :

- forages de 1901 : la banque de données du sous-sol recense deux forages en 1901. Il est probable cependant que ces forages correspondent au même forage ;
- forages de 1991 : le bureau d'étude Géoexpert a réalisé deux forages. Un seul des forages est localisé avec certitude (forage RG1). Le deuxième forage se situe rue Emile Zola mais aucune localisation précise n'est donnée ;
- forages de 1998 : le groupe ANTEA a réalisé de nombreux forages au niveau de la station d'épuration (STEP) pour comprendre les mouvements de terrain ;
- forages de 2000 : forages réalisés par FONDASOL. Ce sont les plus précis de la commune de Farébersviller. Les descriptions géologiques décrivent des passages de gypse et de sel ;
- forages de 2001 à 2007 : forages réalisés par FONDASOL pour la construction de la nouvelle station d'épuration.

Ces forages ont fait l'objet d'une synthèse détaillée dans (Le Goff J. et Raucoules D. 2017), la liste complète ainsi que leurs localisations sont présentées en Annexe 9.

Un essai de corrélation a été réalisé entre les forages (Illustration 9, (Le Goff J. et Raucoules D. 2017)).

En mètres NGF	Forage de 1991 (m NGF)		Forage de 2001-2004 (m NGF)				Forage de 2000 (m NGF)		Forage 1901 réinterprété (m NGF)
	Rosiers	Zola	SP11	SP20	SP24	SP25	S1	S2	C7653
Altitude z (m)	293	295 Valeur estimée <sup>2</sup>	234.9	234.9	234.7	234.7	307	257	257
Toit du Muschelkalk moyen	228 – 223	240 – 235	-	-	-	-	243	184.9	190
Anhydrite / gypse	-	-	212 à 205	213 à 207	207 à 203	212 à 205	231 à 160	172 à 117	160 - 165
vide	207 (perte)	-	217 à 212	214 à 213	210 à 207	216 à 212	-	142 à 141	-
Couche de sel	-	-	-	-	-	-	198.5 à 194	133.8 à 126.7	-
Eau salée (sel ou eau saumâtre)	-	-	-	-	-	-	-	-	105,7 (en 1911)
Arrêt forage	193		204.9	202.9	202.7	204.7	157	111	-

Illustration 9 - Réinterprétation des forages S1 et S2 de FONDASOL (Le Goff J. et Raucoules D. 2017).

<sup>2</sup> La position du forage n'est pas connue avec certitude. Si on croise les coupes géologiques de 1992 avec la rue Emile Zola, on obtient sur le MNT actuel une altitude de 294 m NGF passant à proximité du point de nivellement 23 du réseau de 1992 à 2016 de Neolia qui présente une altitude de 295,7 m NGF en 1992.

## 2.4. Contexte Hydrologique

### 2.4.1. Contexte général

La commune de Farébersviller s'inscrit dans le bassin versant du Kochernbach, ou ruisseau de Cocheren, cours d'eau affluent de la Rosselle (Illustration 10).

D'un point de vue hydrogéologie, le ruisseau de Cocheren draine un bassin versant de plusieurs dizaines de km<sup>2</sup>. Quelques sources apparaissent dans la ville au contact entre les niveaux calcaires et dolomitiques et les niveaux marneux du Muschelkalk moyen. L'alimentation en eau potable de la ville est réalisée par deux forages (réalisés dans les années 50) au nord de la commune, atteignant l'aquifère des grès du Trias inférieur (Colin J-C. 1992).

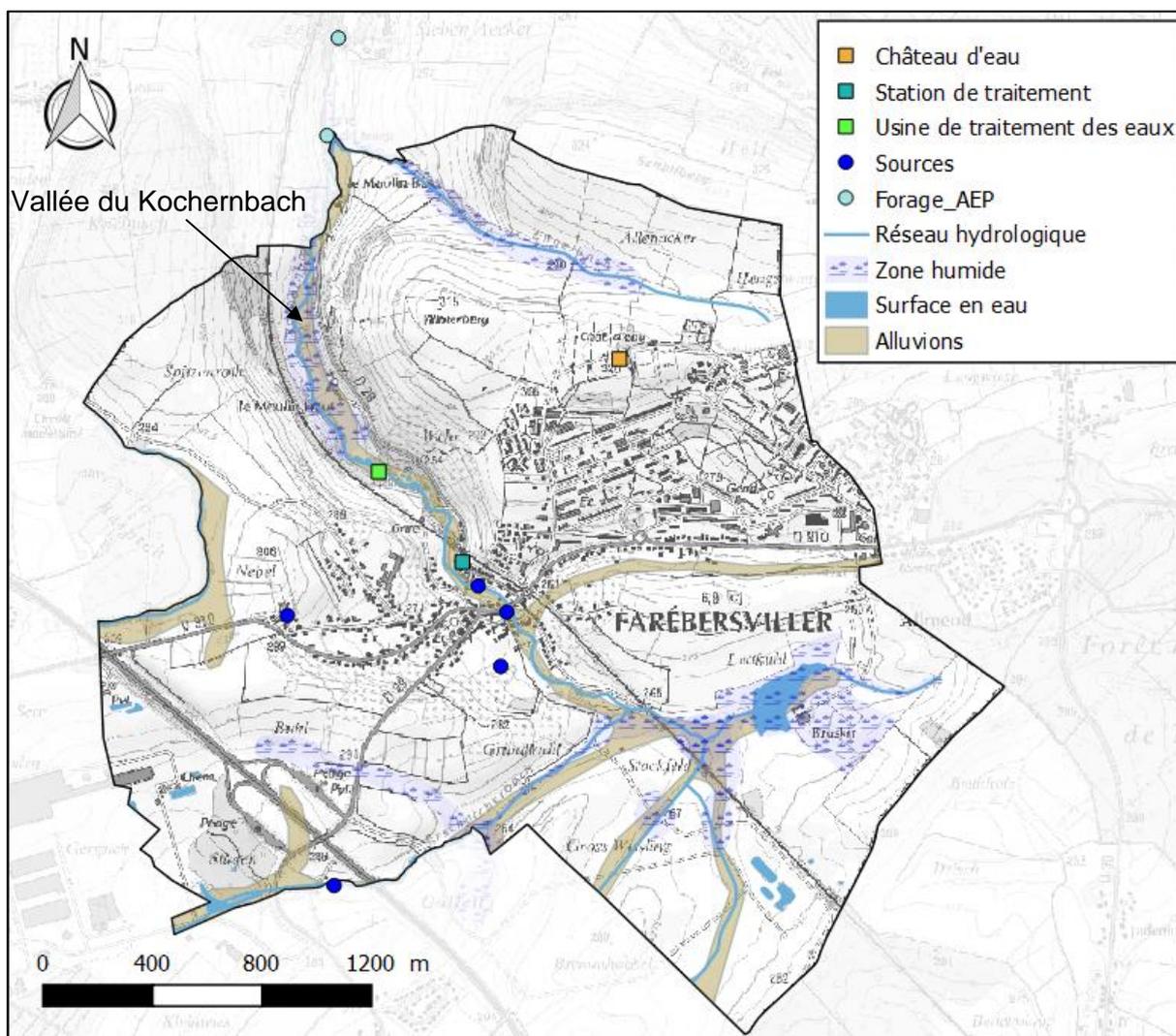


Illustration 10 - Indices hydrogéologiques de surface issus des données bibliographiques (fond scan 25)

Deux nappes principales d'eau souterraine coexistent au niveau de la commune de Farébersviller.

La première, superficielle, se situe principalement dans les terrains du Muschelkalk supérieur (calcaires à Entroques et couches à Cératites), mais peut également intéresser des niveaux de la Lettenkohle ou du Muschelkalk moyen. La seconde, plus profonde, est la nappe des grès du Trias inférieur. La nappe superficielle est essentiellement drainée par la vallée du Kochernbach, et donne naissance à une série de petites sources (Illustration 10). Ces sources peuvent être fortement minéralisées, lorsque la nappe lessive les formations solubles sous-jacentes.

#### 2.4.2. Inventaires des éléments cartographiés

Un certain nombre d'indices hydrogéologiques a été identifié sur le territoire communal. Ces indices sont issus d'une recherche bibliographique, de l'analyse des données existantes et des investigations sur le terrain. Ainsi, la cartographie des éléments identifiés est basée sur :

- l'analyse de la carte topographique au 1 /25 000ème de l'IGN ;
- la base de données du sous-sol (B.S.S.) gérée par le BRGM ;
- la base de données Carthage gérée par l'IGN ;
- des investigations de terrain durant cette présente étude (levés localisés par GPS) ;
- des précédentes études réalisées sur la commune (Le Goff J. et Raucoules D. 2017; Sedan-Miégemole et al. 2003).

La faible pluviométrie avant et pendant les reconnaissances de terrain a compliqué et limité l'identification des indices hydrogéologiques, notamment des suintements, émergences et zones humides temporaires. L'ensemble de ses recherches a permis de cartographier les éléments suivants (Annexe 7) :

- les sources (captées ou non) ;
- les cours d'eau permanents et temporaires (les canaux ont été considérés comme des cours d'eau permanents) ;
- les plans d'eau ;
- les talwegs qui constituent des dépressions topographiques qui peuvent concentrer les eaux de ruissellement (seuls les talweg naturels ont été cartographiés) (Illustration 11) ;
- les zones humides : en fonction des indices de terrain, trois types de zones humides ont été définies :
  - les zones humides permanentes (Illustration 12) : portions de territoire caractérisées par la présence d'eau en quantité plus ou moins importante selon la saison. Ces secteurs regroupent notamment les zones marécageuses à proximité des cours d'eau permanents et des sources pérennes ;
  - les zones humides temporaires avérées (Illustration 13) : portions de territoire caractérisées par une présence saisonnière d'eau en surface plus ou moins importante ;
  - les zones humides temporaires supposées (Illustration 14) : portions de territoires présentant les caractéristiques d'une zone humide mais dont la présence d'eau est suspectée et non observée (présence notamment de végétations hydrophiles). Elles se situent généralement dans des petites cuvettes ou dépressions mais également à proximité des sources.



*Illustration 11 - Talweg prononcé avec traces d'érosion*



*Illustration 12 - Zone humide permanente, marécages jouxtant un cours d'eau permanent*



*Illustration 13 - Zones humides temporaires avérées sur un versant cultivé*



*Illustration 14 - Zone humide temporaire supposée avec la présence de molinies*

Pour conclure, la carte présentant ces éléments (Annexe 7) reflète l'état des connaissances au moment de la rédaction de ce rapport et peut être mise à jour à travers des investigations hydrogéologiques ultérieures plus précises.

## **2.5. Les mouvements de terrain historiques**

La commune de Farébersviller est le siège de mouvements de terrain connus depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. De nombreuses études ont été réalisées au regard des mouvements de terrain, dont les principaux désordres sont représentés sur les 8 secteurs de l'illustration 15.

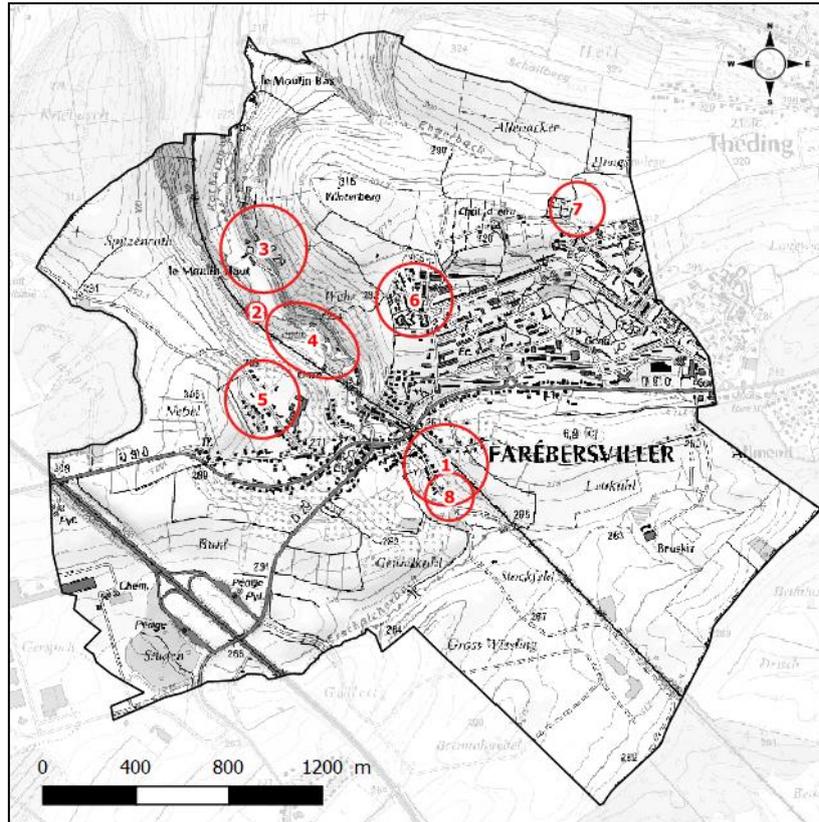


Illustration 15 - Localisation des principaux faits historiques concernant les mouvements de terrain sur la commune de Farébersviller (Le Goff J. et Raucoules D. 2017)

L'identification des désordres commence au début du 20<sup>ème</sup> siècle avec la réalisation d'un sondage dit « sondage des Prussiens » de 600 m de profondeur en 1901 (n° BSS 166-1x-006, secteur 1 de l'illustration 15) et l'apparition d'une cuvette d'affaissement au sud de l'agglomération et au niveau de la voie de chemin de fer (secteur 4 de l'illustration 15).

Deux expertises menées à l'époque (Van Werveke L. 1911; Van Werveke 1909) émettent l'hypothèse que le forage ait pu jouer un rôle aggravant dans la dissolution de niveaux évaporitiques présents dans les formations du Muschelkalk moyen, impliquant les déstabilisations observées en surface.

En 1930, un effondrement de plusieurs mètres de côté et plus d'un mètre de profondeur s'est produit au nord de la ville à proximité du lit du ruisseau de Cocheren (secteur 2 de l'illustration 15, (Colin J-C. 1992)).

Dans son rapport de 2003 (Sedan-Miégemole et al. 2003), le BRGM émet l'hypothèse que cet effondrement soit lié à la dissolution d'évaporites dans les couches grises ou rouges peu profondes.

Les premiers mouvements de terrain sont recensés à partir de 1938, avec des phénomènes affectant la route départementale 29, au nord de la commune (secteur 3 sur l'illustration 15). D'après Colin (1992), une expertise a été menée en 1938 par G. Dubois (Service de la Carte géologique d'Alsace et de Lorraine) concluant à un problème de compacité du remblai. L'expertise note toutefois l'instabilité du talus naturel qui domine la route.

Les désordres sur la bâtis se généralisent de part et d'autres de la vallée de Kochernbach dès 1980 en particulier dans la rue des Rosiers (secteur 5 de l'illustration 15) et sur les lotissements du Foyer du Mineur et du Combattant (FMC) (secteur 6 de l'illustration 15). Dans ces secteurs, l'affaissement a pu atteindre jusqu'à 18 cm/an.

EN 1990, la station d'épuration située au sud de la vallée de Kochernbach (Nord du secteur 4 de l'illustration 15) est affectée par des désordres dès la fin de sa construction.

Des campagnes de relevés de désordres ont été réalisées par ANTEA en 1999 et par le BRGM en 2002 et 2014. Bien qu'il ne soit pas possible d'identifier clairement la cause des désordres observés sur le bâti, qui n'est souvent pas unique, ces campagnes ont permis de mettre en évidence que la plupart de ces désordres pouvait être expliquée par les phénomènes d'affaissements liés à des dissolutions profondes, ou d'effondrements localisés liés à des dissolutions plus superficielles, sans pour autant écarter les phénomènes de glissement de terrain et de retrait-gonflement des argiles.

## 3. Méthodologie et cartographie de l'aléa

### 3.1. généralités

Les travaux ont été menés selon les phases d'analyses inspirées du Guide Méthodologique pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques mouvements de terrain (PPRmt) (Besson L. et al. 1999) et de la méthodologie adaptée par le BRGM au contexte de la côte du Dogger (Cartannaz C. 2015).

#### 3.1.1. Méthodologie nationale des guides PPR

L'aléa correspond à la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité donnée (définition du Guide général PPR ; (Besson L. et al. 1999)). L'aléa devrait ainsi être cartographié en croisant l'intensité des phénomènes avec leur probabilité d'occurrence. Le Guide PPR précise que dans le cadre des mouvements de terrain, la probabilité d'occurrence paraît souvent difficile à estimer. Il accepte dans ce cadre une approche qui s'appuie sur « l'évaluation de la prédisposition du site au type de phénomène concerné » (guide général PPR), appelée dans ce rapport « susceptibilité aux mouvements de terrain ».

La caractérisation de l'aléa repose donc sur (guide PPR mvt, Antoine et al., 2000) :

- la notion de prédisposition du site à produire un évènement donné dans un délai retenu<sup>3</sup> : cette démarche consiste à reconnaître les phénomènes historiques, les indices précurseurs observables et les symptômes d'évolution des glissements de terrain et d'identifier les paramètres favorables au déclenchement des processus d'instabilité ;
- la notion d'intensité : la caractérisation de l'intensité peut être évaluée en termes de potentiel de dommages ou en fonction de l'ordre de grandeur du coût des mesures qu'il pourrait être nécessaire de mettre en œuvre pour s'en prémunir (Tableau 1) :

Niveau d'intensité	Niveau d'importance des parades
Faible	Supportables financièrement par un propriétaire individuel
Moyenne	Supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)
Forte	Intéressant une aire géographique débordant le cadre parcellaire et/ou d'un coût très important et/ou techniquement difficile
Majeure	Pas de parades techniques

Tableau 1 : Exemple d'échelle conventionnelle d'intensité (guide PPR mvt)

<sup>3</sup> Le délai conventionnel retenu est le siècle ou d'avantage en cas de forts enjeux (Guide PPR mvt)

### 3.1.2. Méthodologie appliquée au contexte de la commune

La méthodologie utilisée ici s'inspire des grands principes énoncés dans le cadre de la méthodologie élaborée par le BRGM dans le contexte de la côte du Dogger (Cartannaz C. 2015). La définition des zones d'aléa a ainsi été réalisée à partir d'un croisement entre plusieurs documents cartographiques élaborés pour aboutir à l'aléa final (Illustration 16) :

- les pentes (les classes de pentes ont été calculées à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN au pas de 25 m) ;
- les formations lithologiques, superficielles et du substratum (issues des cartes géologiques au 1/50000<sup>ème</sup> et de l'expertise de terrain) ;
- les facteurs aggravants et indices de glissements de terrain (issus des documents étudiés et de l'expertise de terrain).

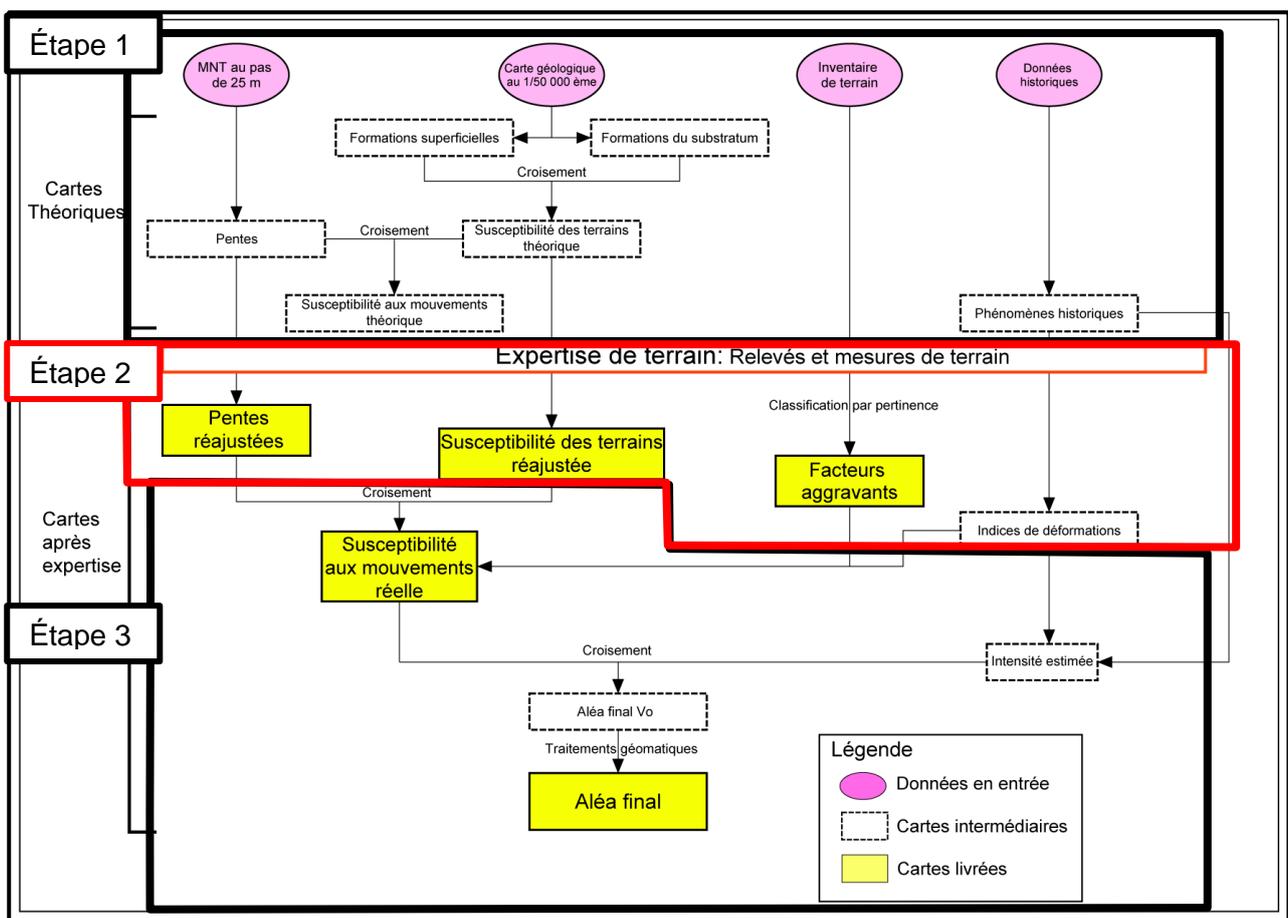


Illustration 16 - Organigramme présentant la méthodologie utilisée pour la cartographie de l'aléa

#### Étape 1 :

Les premières cartes, préliminaires, obtenues sont la carte des pentes, obtenue à partir du traitement du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN, ayant une taille de pixel de 25 m de côté (BD Alti®, ign.fr), et la carte de susceptibilité des terrains aux glissements de terrain issue du classement de terrains géologiques en fonction de leur susceptibilité aux glissements de terrain.

Dans le même temps, une cartographie des phénomènes historiques, des indices de glissements de terrain et des facteurs aggravants est également réalisée à partir des données bibliographiques existantes. Les données disponibles ne permettant pas, la plupart du temps, de remonter à l'épaisseur ou à la typologie exacte des glissements, la cartographie de l'aléa aux glissements de terrain tiendra compte de l'ensemble des types de glissements possible sans les différencier.

### Étape 2 :

Les cartes de pentes et de susceptibilité des terrains au glissement ont ensuite fait l'objet d'une expertise de terrain afin de réajuster les limites des différentes classes de pentes et des limites lithologiques à l'échelle du 1/5000<sup>ème</sup>. Les données historiques sur les glissements de terrain ont également fait l'objet d'une expertise de terrain afin de statuer sur leur potentielle évolution. Ces données ont été complétées par les indices de glissements et les facteurs aggravants cartographiés sur le terrain au cours de cette étude. Une classification de ces différents indices a été réalisée afin de hiérarchiser la manière dont ils impactent la caractérisation de l'aléa.

### Étape 3 :

La cartographie de la susceptibilité aux mouvements de terrain a ensuite été réalisée en croisant la carte des pentes et de la susceptibilité des terrains au glissement (issues de l'étape 2) en utilisant une matrice établie lors d'une étude ayant caractérisé l'aléa aux glissements de terrain qui pouvait être attendue pour chaque combinaison de formation superficielle et de substrat géologique en fonction des classes de pentes dans lesquelles elles se trouvent ((Cartannaz C. 2015), Tableau 2 et 3). Cette matrice a été établie pour la côte du Dogger consistant en des calcaires de l'Aalénien et du Bajocien surmontant des marnes Toarciennes. Les gammes de susceptibilité de cette matrice ont été réutilisées dans cette étude et les terrains géologiques présents sur la commune de Farébersviller ont été classés en fonction de ces gammes de susceptibilité. La matrice a été modifiée à partir de l'étude de C. Cartannaz (2015) afin de correspondre à la caractérisation de la susceptibilité aux mouvements de terrain (Tableau 2).

Caractérisation de la susceptibilité aux mouvements de terrain		Susceptibilité des terrains	Pentes (en %)					
			0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 100
Combinaison lithologique	Fines sur meuble ou meuble affleurant	Forte	nul	faible	moyen	moyen	fort	fort
	Grossières sur meuble	Moyenne		faible	moyen	moyen	moyen	fort
	Fines sur induré	Faible		faible	faible	moyen	moyen	fort
	Grossières sur induré	Très faible		faible	faible	faible	moyen	fort
	induré affleurant	supposée nulle		nul	nul	nul (CDB)	nul (CDB)	nul (CDB)

Tableau 2 : Matrice litho-pente de la susceptibilité aux glissements de terrain (Cartannaz C. 2015). CDB : Chute de bloc.

Cette carte de susceptibilité aux glissements théorique (Illustration 16) a ensuite été modifiée à partir des relevés et observations de terrain (réajustements de la susceptibilité des terrains aux glissements de terrain, prise en considération des indices de glissement et des facteurs aggravants).

L'expertise de terrain ainsi que la prise en compte des phénomènes historiques et des indices de glissements ont permis d'estimer l'intensité des phénomènes attendus. La quantification de l'intensité nécessiterait de connaître l'épaisseur des terrains déstabilisés, n'ayant que très rarement accès à cette information, le type d'indices de glissements ainsi que leur étendue spatiale ont été utilisés pour caractériser l'intensité de manière qualitative.

Les phénomènes historiques, l'étendue et le type d'indices de glissement ont été pris en compte dans cette étude afin d'estimer l'intensité des phénomènes pouvant survenir. Fautes de données précises sur les épaisseurs de terrains déstabilisés, les surfaces impactées par les indices de glissements ont été utilisées comme paramètre pour caractériser qualitativement l'intensité attendue. Les indices cartographiés ont donc été classés en fonction du niveau d'intensité dont ils sont représentatifs.

Les différents seuils utilisés pour caractériser les différents niveaux d'intensité ont été établis empiriquement et sont détaillés en Annexe 11.

Afin de caractériser l'aléa aux glissements de terrain, la susceptibilité aux glissements et l'intensité ont été croisées en utilisant les correspondances suivantes :

		Intensité		
		Faible	Moyen	Fort
Susceptibilité	Faible	Faible	Moyen	Fort
	Moyen	Faible	Moyen	Fort
	Fort	Moyen	Fort	Fort

Tableau 3 : Définition de l'aléa par croisement de la susceptibilité et de l'intensité

Ainsi, la cartographie de l'aléa aux glissements de terrain repose sur une approche qualitative. L'aléa a été caractérisé selon quatre classes :

- Fort : caractérisant des secteurs où les phénomènes sont attendus avec une probabilité forte à modérée et une intensité élevée ;
- Moyen : correspondant à des zones où les phénomènes de glissement sont attendus avec une probabilité faible à modérée et une intensité modérée ;
- Faible : affilié à des zones où seuls des phénomènes de faible intensité peuvent avoir lieu, avec une probabilité faible mais non négligeable ;
- Nul : caractérisant des secteurs où la probabilité d'occurrence d'un phénomène est très faible mais non nulle. Cependant les glissements attendus dans ces secteurs sont d'intensité très faible, ne pouvant causer de dommages aux constructions environnantes.

À noter que la présence de phénomènes exceptionnels, équivalent à celui de Corny-sur-Moselle en 1970 (phénomène de référence en Lorraine (Chalumeau G. 1974)), entraînerait une incrémentation en un aléa Majeur.

### 3.2. Cartes intermédiaires

À partir de différents traitements géomatiques, de l'application de la matrice litho-pente lorraine (Tableau 2 et 3) et de l'expertise de terrain, quatre cartes intermédiaires principales et une carte d'aléa final sont présentées dans la suite de ce rapport (représentées en jaune sur l'illustration 16).

L'ensemble des points GPS des observations de terrain a été reporté sur l'illustration 17.

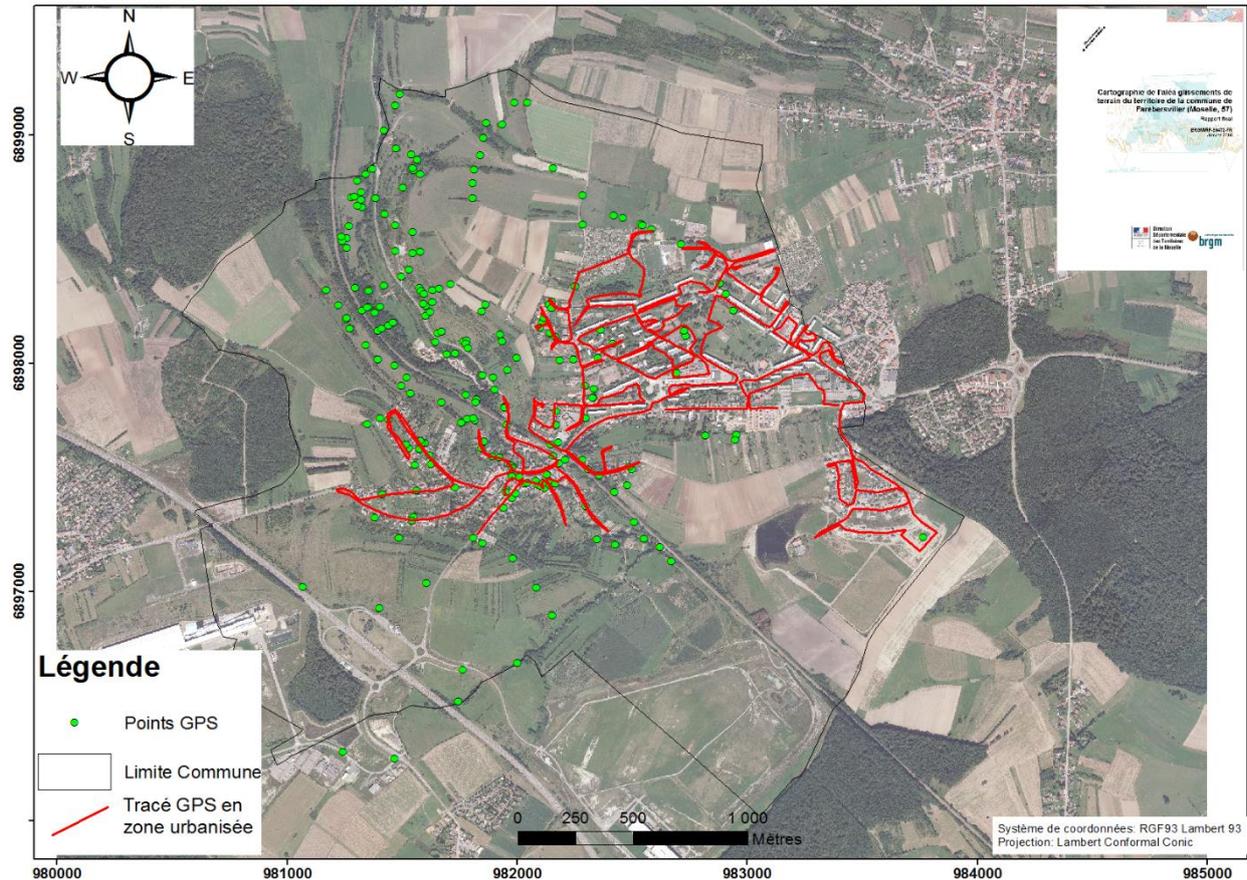


Illustration 17 - Localisation des points et des tracés ayant fait l'objet de relevés ou d'expertises de terrain (positionnement GPS).

#### 3.2.1. Cartographie des pentes

La pente est un des facteurs principaux influençant la susceptibilité aux glissements de terrain. L'analyse de la base de données des mouvements de terrain des départements de la Meurthe et-Moselle, de la Moselle et des Vosges, montre qu'en dessous d'une pente de 5 %, les mouvements sont absents ou non décrits (Cartannaz C. et al. 2009).

Un seuil de pentes de 5 % a donc été retenu pour la commune de Farébersviller. Les pentes inférieures à 5 % seront donc considérées comme non susceptibles aux glissements (aléa nul).

L'évaluation de la pente est définie en fonction du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN à un pas de 25 mètres.

La résolution de 25 mètres a été retenue afin d'éviter des microzonages et des découpages trop dentelés, qui seraient difficilement gérables dans la zonation réglementaire lors de la réalisation du PPR. De plus, les formations géologiques étant cartographiées au 1/50000<sup>ème</sup>, le recoupement avec MNT au 25 m permet de définir des zones de façon plus cohérente qu'avec un MNT plus fin (Thiery et Terrier, 2018).

La cartographie initiale des pentes (issue de l'étape 1, cf. Illustration 16) ayant été réalisée à partir d'un MNT au pas de 25 m, des réajustements des classes de pentes ont été nécessaires afin de mieux préciser ces dernières localement, à l'échelle du 1/5000<sup>ème</sup>. Ces ajustements ont été réalisés à partir de mesures inclinométriques et de relevés de terrain.

La cartographie des pentes (en %) est présentée en Illustration 18 et en Annexe 3.

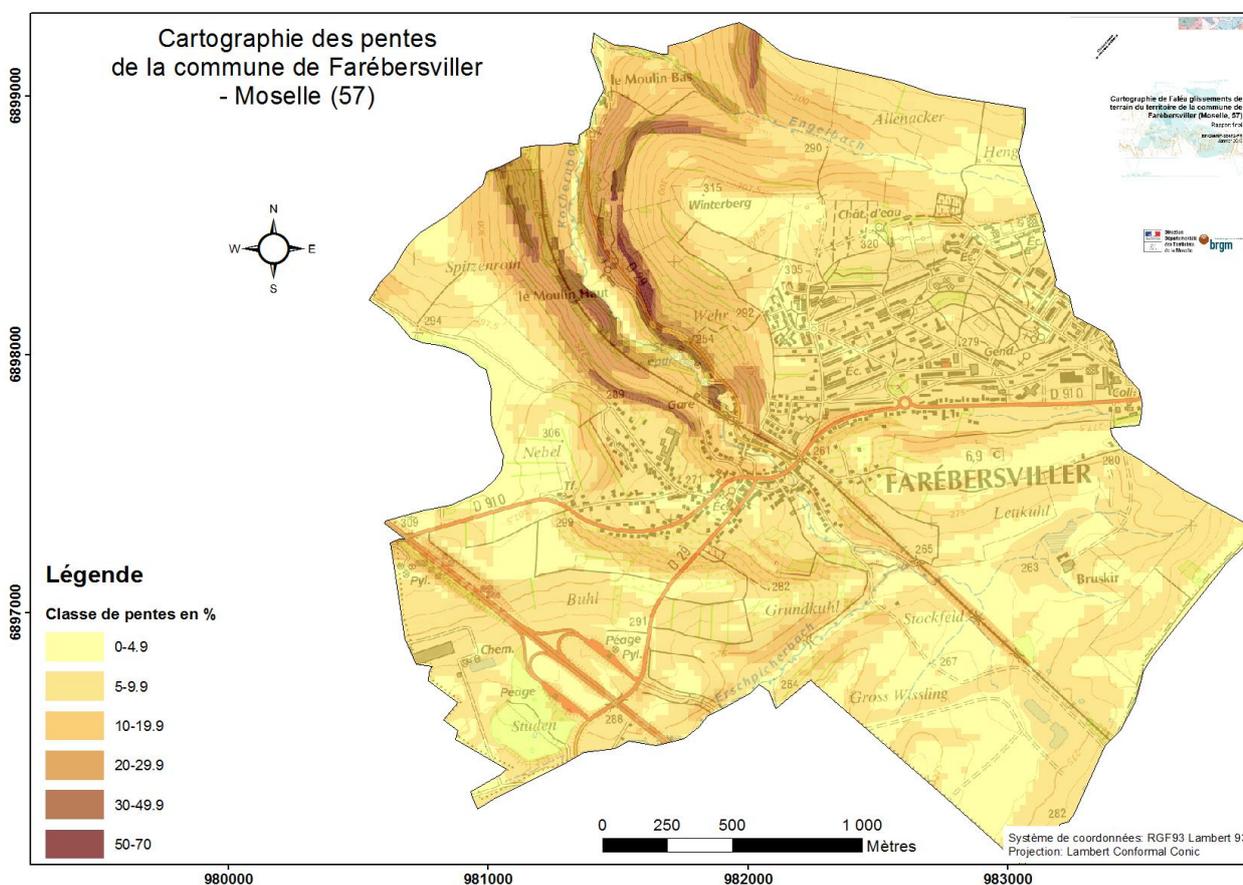


Illustration 18 - Cartographie des pentes

Sur la commune de Farébersviller, la plus grande partie de la zone urbanisée se trouve sur des pentes de 5 à 10 %. Seuls les bas de versant de la vallée du Kochernbach présentent des pentes de 20 à 50 %. Localement, les pentes de plus de 50% correspondent aux calcaires à Cératites

du Muschelkalk supérieur formant de petites falaises étagées, localement issues d'anciennes exploitations en carrières.

### 3.2.2. Cartographie de la susceptibilité des terrains aux glissements de terrain

La nature du sol et du sous-sol conditionne la prédisposition aux glissements de terrain. Sur la commune, les formations sont réparties en 4 catégories (définies par la matrice litho-pente lorraine) prenant en compte de façon différenciée les formations superficielles et le substratum, selon leur susceptibilité aux glissements.

#### a) Cartographie et relevés de terrain

Aucune nouvelle cartographie géologique n'est proposée dans le cadre de cette étude. La cartographie des formations géologiques est reprise de la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> du BRGM. Néanmoins les limites d'étendue des formations superficielles, et/ou du substratum, ont pu être précisées d'après les relevés de terrain.

Les observations de terrain ont permis de préciser la nature de certains niveaux géologiques à l'échelle de la commune. Ces observations ne sont valables que localement, au maximum à l'échelle communale, et ne remettent en aucun cas en cause les descriptions présentes dans la notice de la carte géologique (Guillaume M. et Limasset J-C. 1967) qui restent juste à l'échelle de l'emprise de la carte au 1/50 000<sup>ème</sup>.

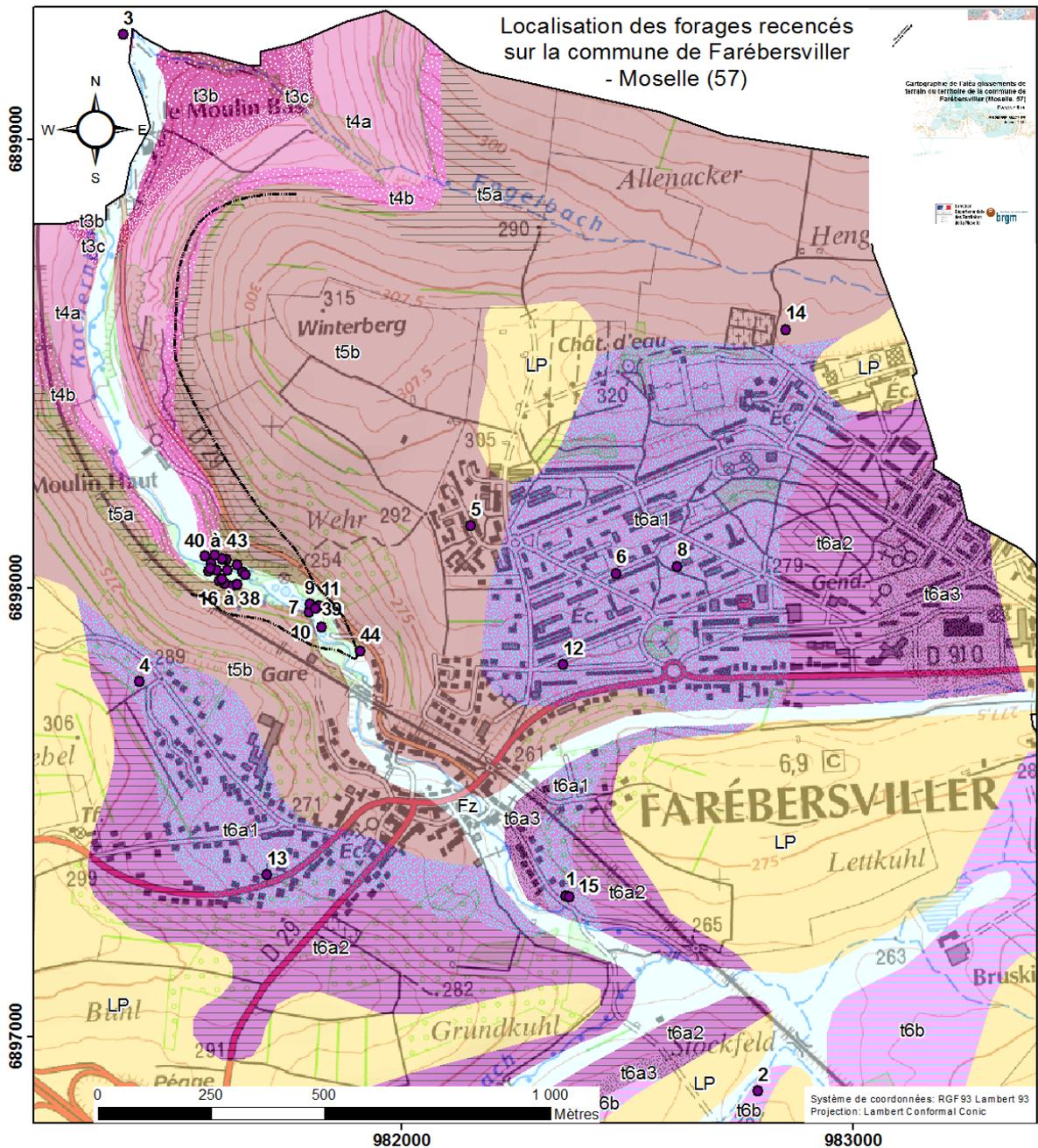
Ainsi, il peut être précisé que :

- le niveau dolomitique présent au toit du Muschelkalk moyen (t4b), également appelé couche blanche, semble peu développé sur le ban communal ou son état d'altération/fracturation en surface ne permet pas de le considérer comme un niveau compétent. Ainsi, il n'a pas été différencié de l'ensemble des couches grises constituées de marnes. Leur sensibilité aux glissements de terrain est donc forte ;
- les calcaires à Entroques, du t5a, présents en pied de versant de chaque côté de la vallée du Kochernbach, marquent la topographie par des pentes supérieures à 50 %, formant localement des falaises de 6 à 8 m de haut, souvent étagées en deux ou trois corniches. Ce niveau est affecté, en partie nord du versant est, par des anciens fronts de taille et des éboulements. Il est davantage sensible aux chutes de blocs qu'aux glissements de terrain ;
- les calcaires à Cératites du t5b, présents sur la partie haute des versants de la vallée ainsi que sur les sommets, se traduisent par des pentes moyennes (10 à 30 %) sur l'ensemble des versants. Il semble que les passées marneuses décrites dans ce niveau soient particulièrement développées sur le ban communal. La présence des niveaux calcaires n'est attestée que par des blocs décimétriques et des morceaux de dalles retrouvés dans les champs, principalement en partie haute des versants. Ce niveau a été considéré comme particulièrement sensible aux glissements de terrain ;
- la cartographie de la limite entre ces calcaires à Entroques et le niveau, sus-jacent, des calcaires à Cératites n'est pas évidente car tous deux peuvent contenir des passées marneuses. Dans le cadre de cette étude, il était surtout intéressant de définir la limite

entre un niveau de calcaires compacts formant des falaises et un niveau marneux, plus susceptible aux glissements de terrain. C'est donc cette limite de compétence des matériaux qui a été utilisée pour délimiter les couches du t5a et du t5b. Cette limite a été identifiée notamment sur le versant est de la vallée du Kochernbach, environ 50 m plus basse, topographiquement, que sa position sur la carte géologique au 1/50 000.

Sur la commune, 44 forages ont été recensés, dont un grand nombre réalisé dans le fond de la vallée du Kochernbach lors des études et des travaux de construction de la nouvelle station de traitement des eaux (STEP) (Illustration 19 et Annexe 9). Bien que ces forages ne permettent, la plupart du temps, pas de caractériser les terrains superficiels (manque de description ou réalisation sur des zones de remblais), ils permettent néanmoins de caractériser, localement, les terrains du substratum. Ainsi, dans la vallée du Kochernbach, l'ensemble des forages 16 à 44 attestent de la présence de limons et de graves calcaires sur les 5 à 7 premiers mètres surmontant un niveau de marnes de plus de 20 m de puissance. Il est possible que les graves calcaires identifiées en début de forage correspondent à la base des calcaires à Entroques du Muschelkalk supérieur (t5a), et qu'ils soient, ici, altérés et/ou fracturés. Ces observations confirmeraient que le niveau dolomitique, normalement présent en toit des couches grises (t4b), ne soit pas ou peu développé. Ceci impliquerait également que la limite entre les calcaires du Muschelkalk supérieur (t5a) et les couches grises du Muschelkalk moyen (t4b) se situe plus en amont du Cocheren. Compte tenu des valeurs de pendages des couches géologiques, de l'ordre de 1 à 3° vers le sud-est, mesurées sur le terrain et reportées dans les précédentes études (Colin J-C. 1992; Sedan-Miégemole et al. 2003; Le Goff J. 2016; Le Goff J. et Raucoules D. 2017), il est en effet probable que la limite t5a-t5b forme un angle par rapport aux courbes de niveaux moins prononcé que celle cartographiée sur la carte géologique au 1/50 000 et qu'elle puisse se situer plus en amont du Cocheren (Illustration 19).

Le forage numéro 5 (Illustration 19), localisé en haut du versant est de la vallée du Kochernbach, dans le quartier du Foyer du Mineur et du Combattant (FMC), indique la présence de marnes jusqu'à plus de 6 m de profondeur. D'après la carte géologique, ce sondage devrait se situer dans les calcaires à Cératites du Muschelkalk supérieur (t5b), ce qui confirmerait que ce niveau soit principalement constitué de marnes, au moins dans ce secteur. Cette observation semble être confirmée par les données du forage n°4, situé en haut du versant ouest, indiquant la présence d'argiles et de marnes jusqu'à 30 m de profondeur.



**Légende**

- |                             |   |   |
|-----------------------------|---|---|
| ● Forage                    | <b>Horizons lithostratigraphiques</b>                 |   |
| --- Limite supposée t5a-t5b | LP - Limon des plateaux                               | t5b - Marno-calcaires à Cératites du Muschelkalk supérieur      |
|                             | Fz - Alluvions fluviales récentes à actuelles         | t5a - Calcaire à Entroques du Muschelkalk supérieur             |
|                             | t6b - Marnes à gypse et sel gemme du Keuper moyen     | t4b-c - Marno-calcaires et dolomies du Muschelkalk moyen        |
|                             | t6a3 - Dolomie marneuse fossilifère de la Lettenkohle | t4a - Marnes bariolées du Muschelkalk moyen                     |
|                             | t6a2 - Marnes bariolées de la Lettenkohle             | t3c - Dolomies à Myophoria orbicularis du Muschelkalk inférieur |
|                             | t6a1 - Dolomie et marnes de la Lettenkohle            | t3a-b - Argiles sableuses du Muschelkalk inférieur              |

*Illustration 19 - Localisation des forages recensés sur la commune de Farébersviller et horizons lithostratigraphiques.*

### ***b) Susceptibilité au glissement des formations superficielles***

Les travaux réalisés par le BRGM et l'ENSG en 2002 ont mis en évidence que les formations les plus fines sont les plus propices aux instabilités. Les formations superficielles fines génèrent donc un niveau de susceptibilité aux glissements plus élevé que les formations grossières.

La nature des formations affleurantes peut être appréciée à partir des données de la carte géologique, des données disponibles dans la BSS ainsi que dans les rapports antérieurs (Van Werveke 1909; Van Werveke L. 1911; Chevalier J. 1999; Le Goff J. et Raucoules D. 2017) et des reconnaissances de terrain.

Les forages ne permettant pas de caractériser les formations superficielles (cf. section 3.2.2.a), ces dernières ont donc essentiellement été appréciées sur le terrain et à partir de la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> (Guillaume M. et Limasset J-C. 1967). Les marnes affleurantes ont été considérées comme recouvertes d'une formation superficielle fine résultante de leur altération. Les roches indurées affleurantes, lorsqu'elles ne se présentaient pas sous forme de corniches ou de falaises, ont été considérées comme couverte par une formation superficielle grossière résultante de leur éventuelle fracturation et altération. En zone urbanisée, les roches indurées ont été considérées comme recouvertes de remblais, assimilés à une formation superficielle grossière.

Les formations superficielles ont ensuite été reclassées selon la matrice litho-pente (Tableau 2 et 3) (Cartannaz C. 2015).

En fonction du retour d'expérience en Lorraine et des observations réalisées sur le terrain, les formations superficielles peuvent être classées en deux catégories (Illustration 20) :

- formations superficielles fines très susceptibles aux glissements de terrain : marnes altérées, alluvions anciennes et récentes, limons, colluvions ;
- formations superficielles grossières moyennement susceptibles aux glissements : éboulis calcaires, graves, remblais grossiers, graviers.



Illustration 20 - Exemple d'identification de formations superficielles en bordure d'un chemin

### **c) Susceptibilité au glissement des formations du substratum**

Par rapport aux calcaires et aux grès, les formations argileuses et marneuses, présentant des caractéristiques mécaniques faibles, sont davantage prédisposées aux glissements. Cependant les ensembles lithologiques composites, composés d'intercalations régulières de calcaires, de marnes et/ou d'argiles, peuvent se présenter sous forme de niveau plus ou moins compétent en fonction du développement et de la fréquence de chacune de ces intercalations.

Il a été nécessaire d'identifier quelles formations géologiques seraient plus susceptibles aux glissements de terrain afin de procéder à un classement. Le retour d'expérience du BRGM en Moselle a permis de détailler la susceptibilité de certaines formations géologiques par rapport aux glissements de terrain (Thomaïdis C. et al. 2002). Sur la commune, ces données et les informations recueillies sur le terrain (détaillées en partie a)) permettent de classer les formations de la façon suivante :

- formations très susceptibles aux glissements de terrain :
  - les argiles sableuses du muschelkalk inférieur (t3a-b) ;
  - les marnes bariolées et couches grises du muschelkalk moyen (t4a, b) ;
  - l'ensemble marno-calcaire des couches à cératites du muschelkalk supérieur (t5b) ;
  - les argiles bariolées de la Lettenkohle (t6a2).

- formations peu susceptibles aux glissements de terrain :
  - les dolomies du muschelkalk inférieur (t3c) qui ne sont présents que localement au nord de la commune ;
  - les calcaires à entroques du muschelkalk supérieur (t5a) qui forment des falaises calcaires le long des versant de la vallée du Kochernbach. Bien que ces falaises soient affectées par des effondrements, parfois de grande ampleur (cf. illustration 8), elles constituent davantage un aléa de chute de blocs et/ou d'éboulement que de glissement de terrain s.s. ;
  - les dolomies et calcaires dolomitiques de la Lettenkohle (t6a1 et t6a3).

**d) Susceptibilité des terrains aux glissements de terrain**

Pour ce qui est de la commune de Farébersviller, la susceptibilité des différentes combinaisons lithologiques (formations superficielles et substratum) est résumée dans le Tableau 4.

		Substratum	
		Formations indurées (dolomies et calcaires du Muschelkalk inférieur et supérieur)	Formations meubles/peu consolidées (ensemble marno-calcaire et argileux du Muschelkalk inférieur à supérieur)
Formations superficielles	Formations grossières (éboulis calcaire)	Nulle	Moyenne
	Formations fines (limons des plateaux, colluvions, alluvions récentes)	Faible	Forte

Tableau 4 : Classement des formations en fonction de leur susceptibilité lithologique d'après la matrice Lorraine (Cartannaz C. 2015).

La cartographie de susceptibilité au glissement des différentes formations lithologiques est présentée en Illustration 21 et en Annexe 5.

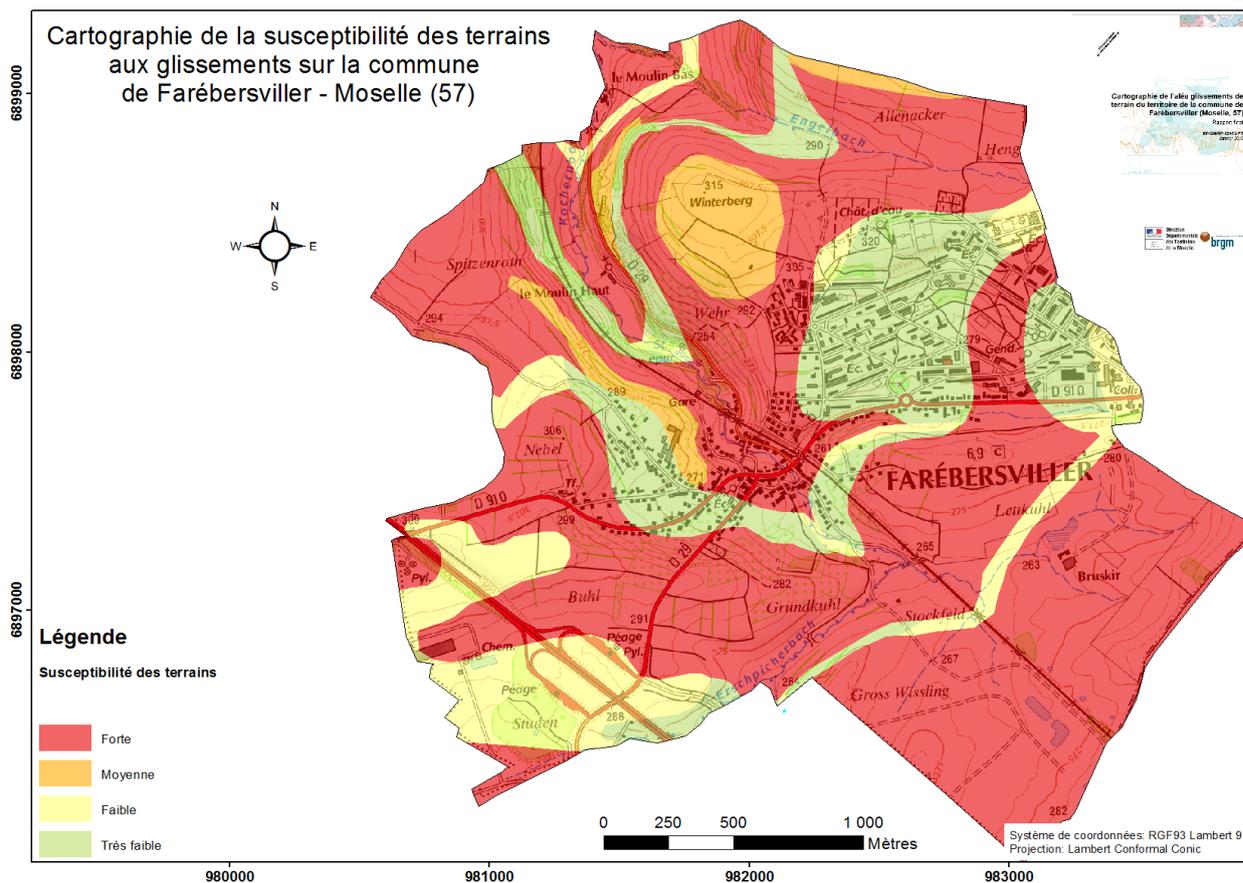


Illustration 21 - Carte de susceptibilité des terrains aux glissements pour la commune

Sur la commune de Farébersviller, la plus grande partie de la zone urbanisée se situe sur des terrains très peu susceptibles aux glissements de terrain (Calcaires et Dolomies de la Lettenkohle, t6a1, t6a3, Illustration 19). Seuls quelques secteurs urbanisés dont la partie au centre de la carte, correspondant à la partie la plus ancienne de la ville, ainsi qu'une bande globalement orientée Nord-Sud dans la partie Est de la ville, sont localisées sur des terrains très susceptibles aux glissements (ensembles essentiellement marneux du Muschelkalk et de la Lettenkohle, t5b, t6a2). La majeure partie des secteurs situés au sud et au nord la zone urbanisée est représentée par des terrain fortement susceptibles aux glissements.

### 3.2.3. Cartographie de la susceptibilité aux glissements de terrain

La carte de susceptibilité aux glissements de terrain est obtenue par combinaison de la carte des pentes et de la carte de susceptibilité des terrains aux glissements de terrain selon la matrice litho-pente Lorraine (Tableau 2). Afin de guider le travail sur le terrain, une première version de cette carte est obtenue en amont de l'expertise de terrain (carte de susceptibilité aux glissements de terrain théorique, cf. Illustration 16) par croisement des cartes brutes. Une seconde version a ensuite été réalisée en tenant compte des réajustements des limites de classes de pente et de susceptibilité des terrains aux glissements de terrain.

La cartographie de susceptibilité aux glissements de terrain est présentée en Illustration 22 et Annexe 6.

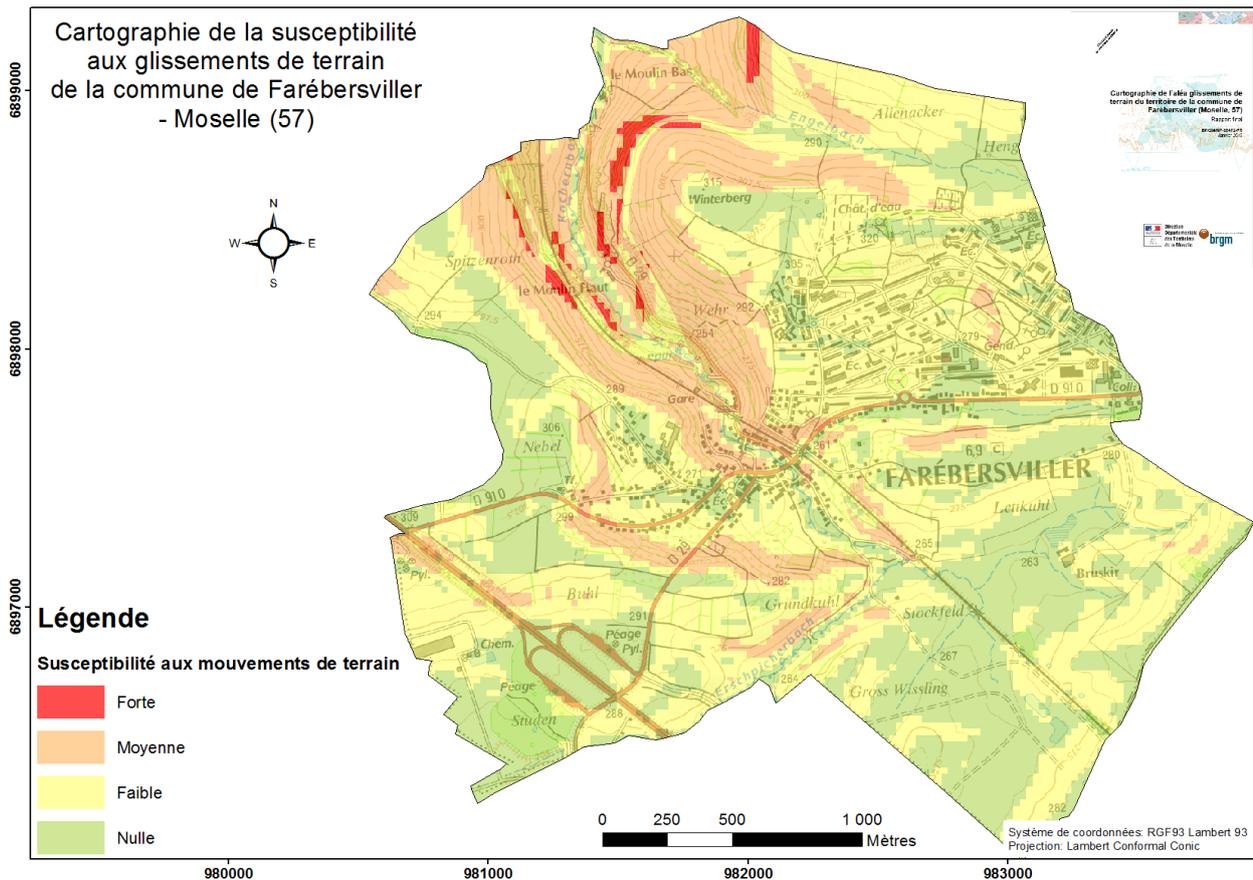


Illustration 22 - Carte de susceptibilité aux glissements de terrain

Ainsi, sur la commune de Farébersviller, la majeure partie du ban communal présente une susceptibilité faible à nulle. Seuls les secteurs affectés par des pentes de plus de 30 % sur des terrains fortement susceptibles présentent une susceptibilité moyenne à forte.

### 3.2.4. Cartographie des indices de glissement et facteurs aggravants

#### a) Relevés des indices de glissement

##### Phénomènes historiques

Les phénomènes historiques inventoriés lors de la synthèse bibliographique ont fait l'objet d'une vérification sur le terrain. Sur la commune de Farébersviller, la majorité des phénomènes recensés correspond à des effondrements localisés ou des affaissements (Illustration 23 et Annexe 8). Seul un évènement correspond à un glissement de terrain, (n°1 sur l'illustration 23) ayant affecté le talus de bord de route (D29) en 1983. Ce glissement n'aurait alors affecté que les remblais présents en bord de route mais il est noté à l'époque que « le talus naturel qui domine la route est instable et tend à "baver" continuellement sur celle-ci » (Colin J-C. 1992). Une grande partie du versant est de la vallée du Kochernbach a, en effet, été identifiée comme instable par une étude BRGM en 2003 (Sedan-Miégemole et al. 2003).

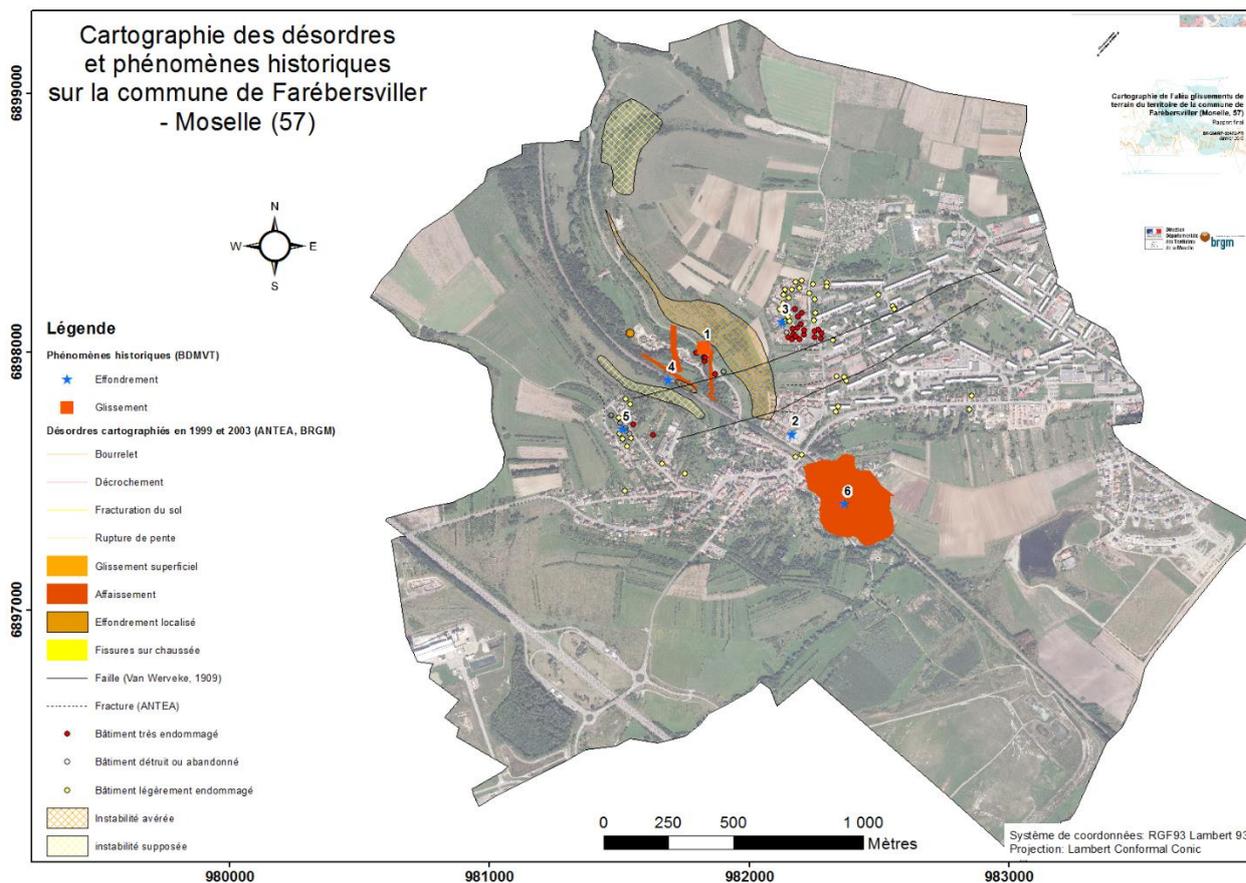


Illustration 23 : Cartographie des désordres et phénomènes historiques.

Au cours de la présente étude, une susceptibilité aux glissements de terrain non négligeable (de niveau "Moyen") a effectivement été identifiée sur ce versant. Cette susceptibilité s'explique par la prédisposition des terrains à se déstabiliser (ensemble marno-calcaire du t5b, susceptibilité "Forte") ainsi qu'aux gammes de pentes qui leur sont associées (> 10 %).

### **Indices de glissement actuels**

Les visites effectuées sur le terrain ont également permis de repérer différents indices pouvant témoigner de glissements de terrain (Flageolet, 1989) et qui n'auraient pas été reportés sur les différents documents consultés tels que :

- les arbres pipés, penchés ou tordus, constituent des repères courants sur les versants. Ils sont le plus souvent caractéristiques de glissements superficiels (reptation, solifluxion) ;
- la présence d'anomalies topographiques, comme des bourrelets, de contre pentes ou des moutonnements qui caractérisent une instabilité gravitaire locale. Ces indices peuvent être annonciateurs de glissements profonds (bourrelets ou contre pentes) mais également de glissements plus superficiels (moutonnement). Dans le cas des indices de type bourrelets de bas de pente ou certaines contre pentes peu marquées, il n'est pas toujours possible d'identifier le type de glissement associé ;
- la présence de cicatrices d'arrachements qui témoignent, le plus souvent, de glissements rotationnels (niches d'arrachement circulaires) ou plans ;

- les fissures dans les murs de bâtiments ou de soutènement, leur bombement, ou fruit négatif (faux aplomb décalant la crête du mur vers l'aval). L'origine de l'apparition de ces désordres est très compliquée à identifier, ils sont souvent induits par la concomitance de plusieurs facteurs ;
- les routes et les chemins peuvent révéler des fissures ouvertes dans le revêtement qui peuvent témoigner de l'existence d'un glissement actif et récent. Toutefois, comme pour les fissures ou autres désordres sur le bâti, leur origine, souvent multiple, est difficile à identifier.

Dans le contexte de Farébersviller, où la présence de dissolution de sel et de gypse à différentes profondeurs entraîne des phénomènes d'affaissement et d'effondrement, pouvant se traduire par des glissements de terrain en surface, il n'est pas possible de rattacher de façon certaine les différents indices de déformations observés à des phénomènes de glissement. C'est pourquoi l'ensemble des indices cartographiés a été pris en compte dans cette étude.

La cartographie des phénomènes et indices est présentée en Illustration 24 et en Annexe 11.

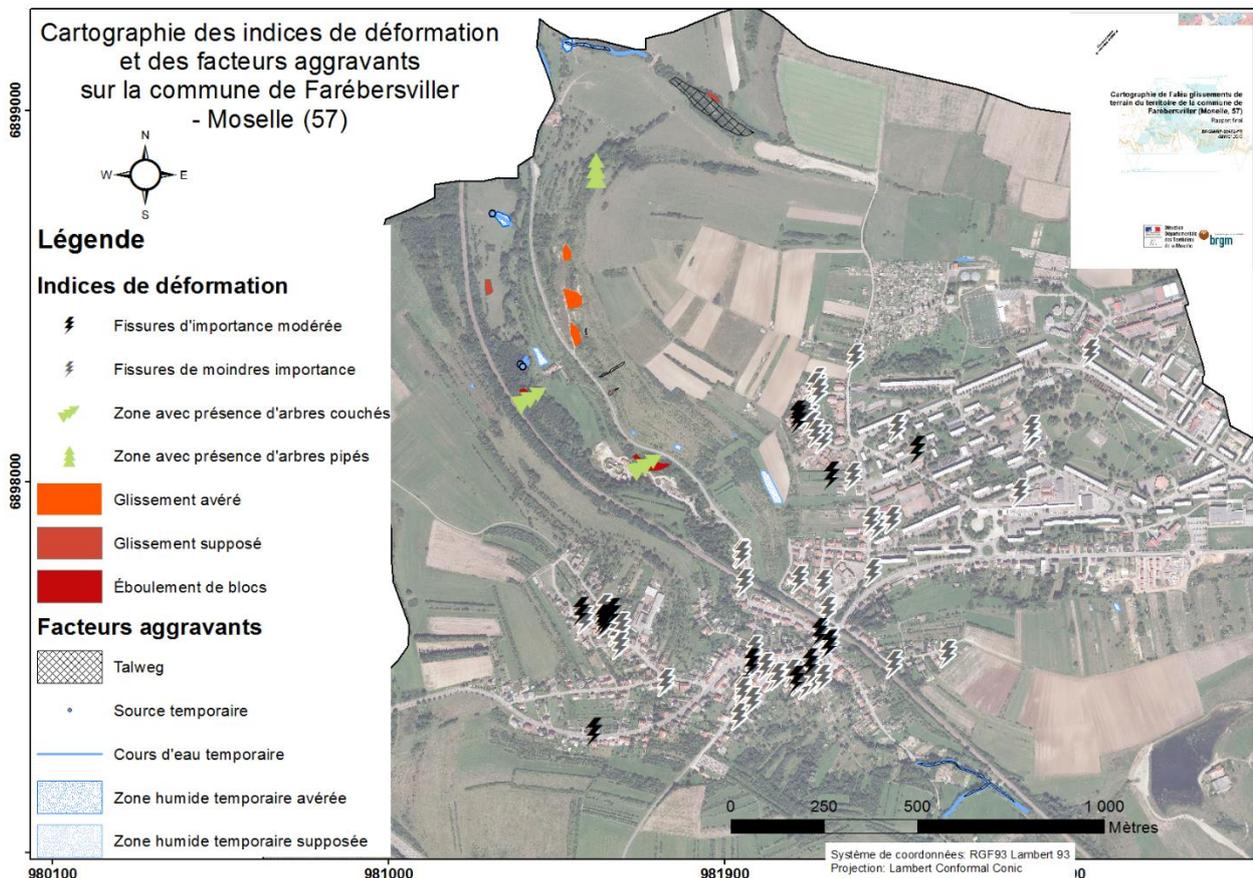


Illustration 24 - Carte des indices de glissements et facteurs aggravants cartographiés au cours de cette étude.

## ***b) Les facteurs influençant la caractérisation de l'aléa***

Certains paramètres peuvent accroître la probabilité d'un déclenchement, ou déclencher eux même, des glissements de terrain, tel que les précipitations, les séismes ou les actions anthropiques, d'autres peuvent aggraver le glissement lorsque ce dernier se produit, comme la présence d'eau dans les sols ou l'absence de végétation pour ralentir ou retenir les terrains déstabilisés. Dans le cadre de cette cartographie seule la présence d'eau dans les sols, qui peut être cartographiée, est utilisée pour caractériser l'aléa.

### **Présence d'eau dans les sols**

La présence d'eau dans les sols peut diminuer leurs propriétés géomécaniques, et est, par conséquent, un facteur aggravant de la déstabilisation des terrains. Les indices hydrologiques peuvent être pris en compte lors de l'évaluation du niveau de l'aléa s'ils sont significatifs (Van Westen et al., 2008).

Les zones humides aggravent la susceptibilité des terrains à développer des glissements. Ces dernières provoquent une perte de cohésion dans les formations meubles à matrice fine (silts et argiles) et du fait de la montée de la nappe, entraînent une baisse de la résistance au cisaillement dans les horizons frottant. A noter que les zones humides temporaires, en particulier, constituent des facteurs potentiellement aggravants car elles sont le siège de modifications ponctuelles et/ou saisonnières des couplages hydromécaniques des formations en place. Bien qu'une zone humide permanente localisée en pied de versant puisse ne pas être considérée comme un facteur aggravant (cas de tous les fonds de vallée présentant un cours d'eau perenne), il convient de la considérer comme tel lorsqu'elle se localise en milieu ou en tête de versant. En effet, le poids des terrains saturés peut entraîner des conditions favorables au déclenchement d'un glissement de terrain.

### **Facteurs non pris en compte dans la caractérisation de l'aléa**

Un certain nombre d'autres facteurs peuvent être déclencheurs ou aggravants de glissements de terrain. Les facteurs listés ci-dessous ne le sont qu'à titre indicatif car ils ne sont pas pris en compte dans cette cartographie. En effet, les cartes d'aléa ayant une validité centennale, seuls les facteurs considérés comme pérennes sont utilisés pour caractériser l'aléa. L'action anthropique ou la présence de végétation ne peuvent être prise en compte dans cette cartographie car il n'est pas possible de les prévoir sur le long terme. Les données disponibles ne permettent pas la prise en compte de l'activité sismique ou des précipitations sans des études complémentaires ne rentrant pas dans le cadre de cette étude.

### **Les précipitations**

Les précipitations sont considérées comme le principal facteur déclenchant. Elles se traduisent par des infiltrations provoquant d'une part un accroissement des teneurs en eau et d'autre part une remontée de nappe (favorisant la mise en pression des aquifères captifs avec décollement de la masse potentiellement instable). L'expérience du suivi de versants affectés par des glissements<sup>4</sup> montre que chaque épisode pluvieux, ou de fonte de neige, significatif se traduit au bout de quelques heures ou quelques jours par une reprise ou une accélération des glissements de terrain (Cartannaz C. et al. 2009).

---

<sup>4</sup> Le glissement de terrain le plus important en Lorraine est celui de Corny survenu suite à une pluie de 98 mm en quatre jours (Cartannaz C. 2015)

Cependant l'influence de ce facteur dépendra de l'intensité de l'évènement pluvieux, mais aussi des propriétés hydromécaniques des terrains au moment de l'évènement.

### Les séismes

L'activité sismique peut constituer également un facteur déclencheur des glissements de terrain.

L'aléa sismique est de niveau très faible sur la commune de Farébersviller (<http://www.georisques.gouv.fr/>).

Cependant, un certain nombre de séismes aurait pu être ressenti sur la commune sans qu'aucun dommage n'ait été à déplorer. D'après la « base de données communales des intensités macrosismiques historiques (SisFrance) interpolées (intensité maximale par commune) » mise à disposition par le BRGM, 71 séismes historiques ont potentiellement pu être ressentis sur la commune de Farébersviller (Annexe 10).

Cette base de données recense les intensités observées ou interpolées pour l'ensemble des séismes de la base de données SisFrance des intensités macrosismiques historiques (BRGM/EDF/IRSN). Pour chaque commune française, et pour chaque séisme historique suffisamment connu (au moins 3 observations quantifiées), une intensité est interpolée afin d'estimer comment le séisme historique a dû être ressenti au niveau de la mairie de la commune.

Du fait de cette interpolation, les intensités présentées en Annexe 10 sont hypothétiques.

### L'action anthropique

Les actions anthropiques modifient les conditions d'équilibre du versant. Lorsqu'elles sont mal maîtrisées, elles peuvent engendrer des glissements. Elles peuvent donc constituer, selon les situations, un facteur déclenchant ou aggravant. Parmi les principales actions anthropiques, on pourra citer : le remblaiement en tête ou en partie haute de versant, le déblaiement en partie basse ou en pied de versant et le rejet d'eau dans le terrain (Cartannaz C. et al. 2009).

### La végétation

La végétation peut agir comme facteur stabilisant, car elle permet de stabiliser la cohésion d'un terrain meuble. En son absence, les sols peuvent donc être fragilisés par les infiltrations d'eaux pluviales et/ou les eaux de ruissellement. Elle joue alors le rôle de facteur aggravant. Le système racinaire contribue à « armer » la frange superficielle de terrain entre un et trois mètres de profondeur selon les espèces et surtout réduit les infiltrations d'eau météorique et donc la teneur en eau du sol. Une mauvaise gestion forestière peut donc conduire à fragiliser les terrains et favoriser les glissements de terrain. De plus, les racines soutirent par succion l'eau du sol et contribuent ainsi à la modification des propriétés hydromécaniques.

À contrario, les réseaux racinaires sont des acteurs efficaces de la désagrégation mécanique des calcaires, ce qui peut favoriser leur rupture. En élargissant le réseau de fractures initiales, ils permettent une meilleure pénétration de l'eau qui accélère les processus d'altération de la roche indurée (dissolution chimique, cycles de gel-dégel, lessivage).

Néanmoins, même si le glissement concerne la tranche superficielle du sol, la végétation peut ne pas suffire à contrer sa dynamique (exemple : arbre pipé).

L'ensemble des facteurs aggravants cartographiés lors de cette étude est présenté en illustration 24 et en Annexe 11.

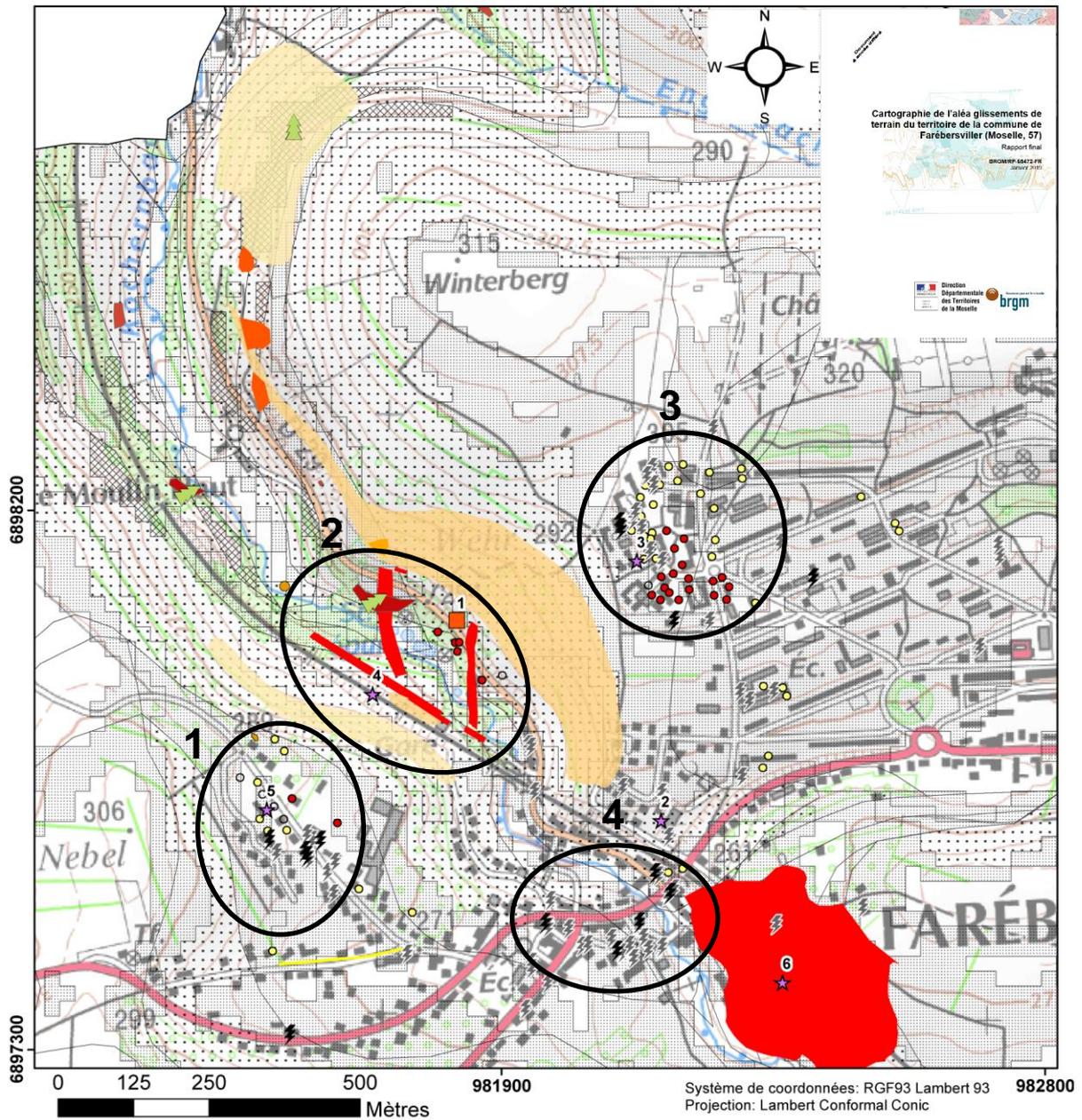
### ***c) Ajustement de la susceptibilité aux glissements de terrain***

#### **Indices de déformation de surface**

Comme il n'est pas possible d'identifier de façon certaine l'origine des différents indices de déformation de surface cartographiés au cours de cette étude et des études précédentes (cf. section 3.2.4.a), l'ensemble des indices a été comparé avec la carte de susceptibilité aux glissements afin d'identifier une potentielle corrélation (Illustration 25). Cette comparaison n'a pas permis de mettre en évidence une corrélation entre la localisation des phénomènes et désordres observés en surface et la susceptibilité aux glissements de terrain. En effet, la plupart des désordres est localisée dans des zones de faible à très faible susceptibilité aux glissements de terrain.

La majorité des désordres observés en surface a été cartographiée lors des précédentes études concernant les phénomènes d'affaissements et d'effondrements (Sedan-Miégemole et al. 2003; Le Goff J. 2016; Le Goff J. et Raucoules D. 2017). D'après ces études, ces désordres sont imputables aux phénomènes d'affaissements et d'effondrements liés à la dissolution de sel et de gypse en profondeur (zones 1, 2 et 3).

Il n'a donc pas été possible de réajuster la susceptibilité aux glissements au vue de ces indices.



**Indices de déformation**

- ⚡ Fissures d'importance modérée
- ⚡ Fissures de moindres importance
- Bâtiment détruit ou abandonné
- Bâtiment très endommagé
- Bâtiment légèrement endommagé
- 🌳 Zone avec présence d'arbres couchés
- 🌲 Zone avec présence d'arbres pipés
- Affaissement
- Glissement avéré
- Glissement supposé
- Éboulement de blocs
- Instabilité avérée
- instabilité supposée

**Susceptibilité aux mouvements de terrain**

- Forte
- Moyenne
- Faible
- Non significative

**Phénomènes historiques**

- ☆ Effondrement
- Glissement

Illustration 25 - Carte comparative des indices de déformation en surface et de la susceptibilité aux glissements de terrain.

### **Facteurs aggravants influençant la caractérisation de la susceptibilité**

Certains facteurs ont également été pris en compte dans l'ajustement de la susceptibilité aux glissements de terrain.

Les facteurs aggravants considérés dans ce rapport sont tous liés au régime hydrique du secteur considéré. Il s'agit soit des zones humides, permanentes ou temporaires, soit des sources non captées, permanentes ou temporaires, soit des talwegs. Ces derniers correspondent à des surcreusements, plus ou moins parallèles à la ligne de pente, souvent dus à une érosion différentielle liée à des circulations d'eau superficielles temporaires. Les talwegs, en plus de constituer un indice d'écoulement temporaire, constituent des zones de concentration des écoulements de surface pouvant déclencher des déstabilisations localisées.

Une cartographie non exhaustive de ces facteurs a été présentée en Illustration 24. L'impact de ces indices sur l'aléa glissement de terrain est spécifique au contexte hydro-géomorphologique. Chaque indice sera donc traité individuellement et caractérisé ou non comme facteur aggravant en fonction des résultats de l'expertise de terrain. L'importance et l'éventuelle influence de chacun de ces facteurs ont par ailleurs été résumées dans la partie 3.2.4.b).

Les différents seuils et règles de prise en compte qui ont été appliqués sont détaillés en annexe 11.

#### **d) Caractérisation de l'intensité**

Les phénomènes historiques et indices de glissement ont également été pris en compte dans cette étude afin d'estimer l'intensité des phénomènes pouvant survenir. Les indices cartographiés ont donc été classés en fonction du niveau d'intensité dont ils sont représentatifs.

Les différents seuils utilisés pour caractériser les différents niveaux d'intensité ont été établis empiriquement et détaillés en Annexe 11.

Compte tenu du contexte de Farébersviller, la grande majorité des désordres affectant les bâtiments et/ou les routes est imputable aux phénomènes d'affaissement et d'effondrement (e.g. Colin J-C. 1992; Sedan-Miégemole et al. 2003; Le Goff J. 2016) et n'ont donc pas été retenus pour caractériser l'intensité des éventuels glissements de terrain.

### **3.3. Cartographie de l'aléa final**

Une première version de la carte d'aléa final ( $V_0$ ) est obtenue en intégrant les facteurs aggravants et indices de glissements (Illustration 16). Les différents seuils et règles de prise en compte qui ont été appliqués sont détaillés en Annexe 11.

### 3.3.1. Traitements géomatiques

Différents traitements géomatiques ont ensuite été réalisés afin d'aboutir à la carte d'aléa final (Illustration 26). Ces traitements sont de trois sortes :

- application d'une zone tampon traduisant la zone de propagation d'éventuels glissements de terrain ;
- simplification des zones dont l'étendue est inférieure à la résolution finale souhaitée (25 m) ;
- lissage des limites des zones d'aléa afin d'homogénéiser la cartographie finale.

La cartographie de l'aléa final est présentée en Illustration 26, en Annexe 12 (format A3) et au format A0, (hors texte).

Les détails de ces traitements géomatiques sont présentés en Annexe 12

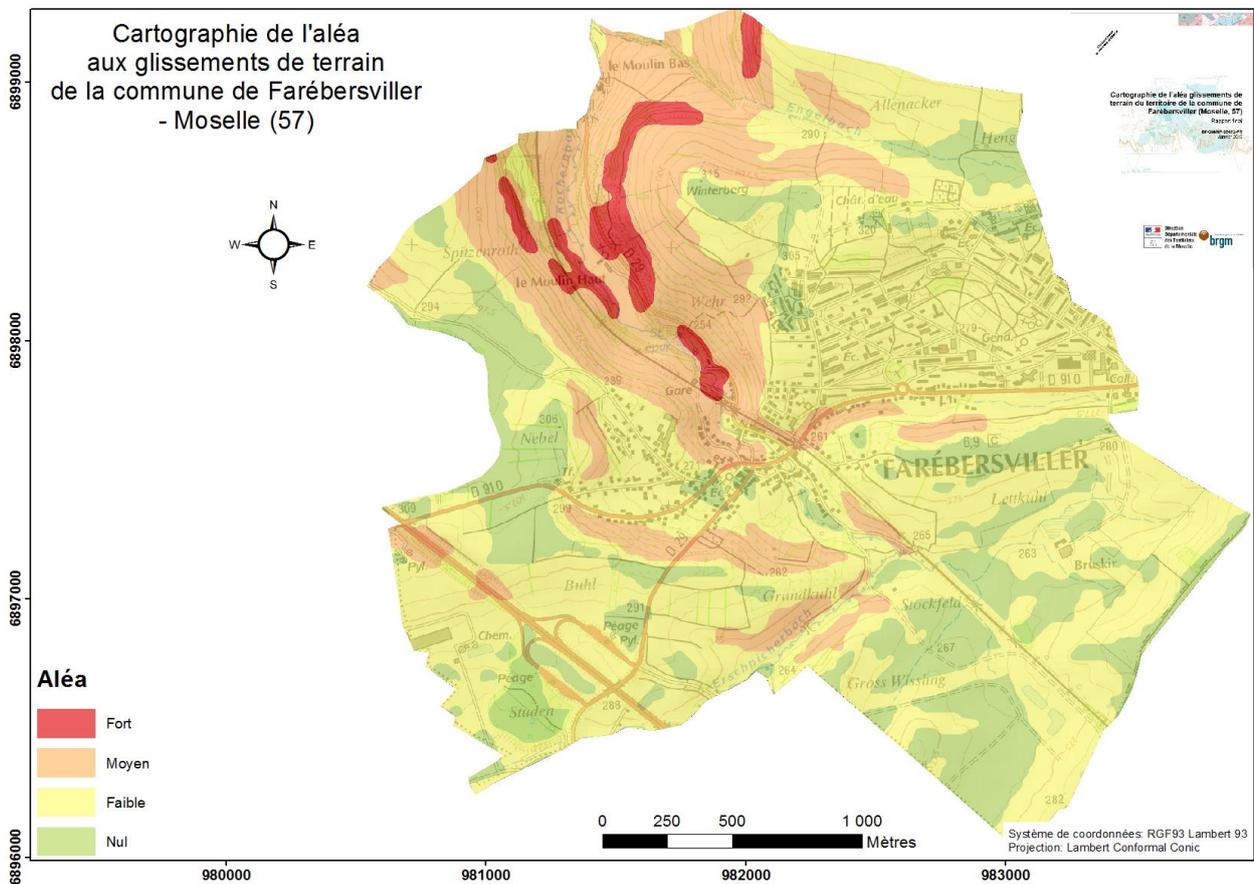
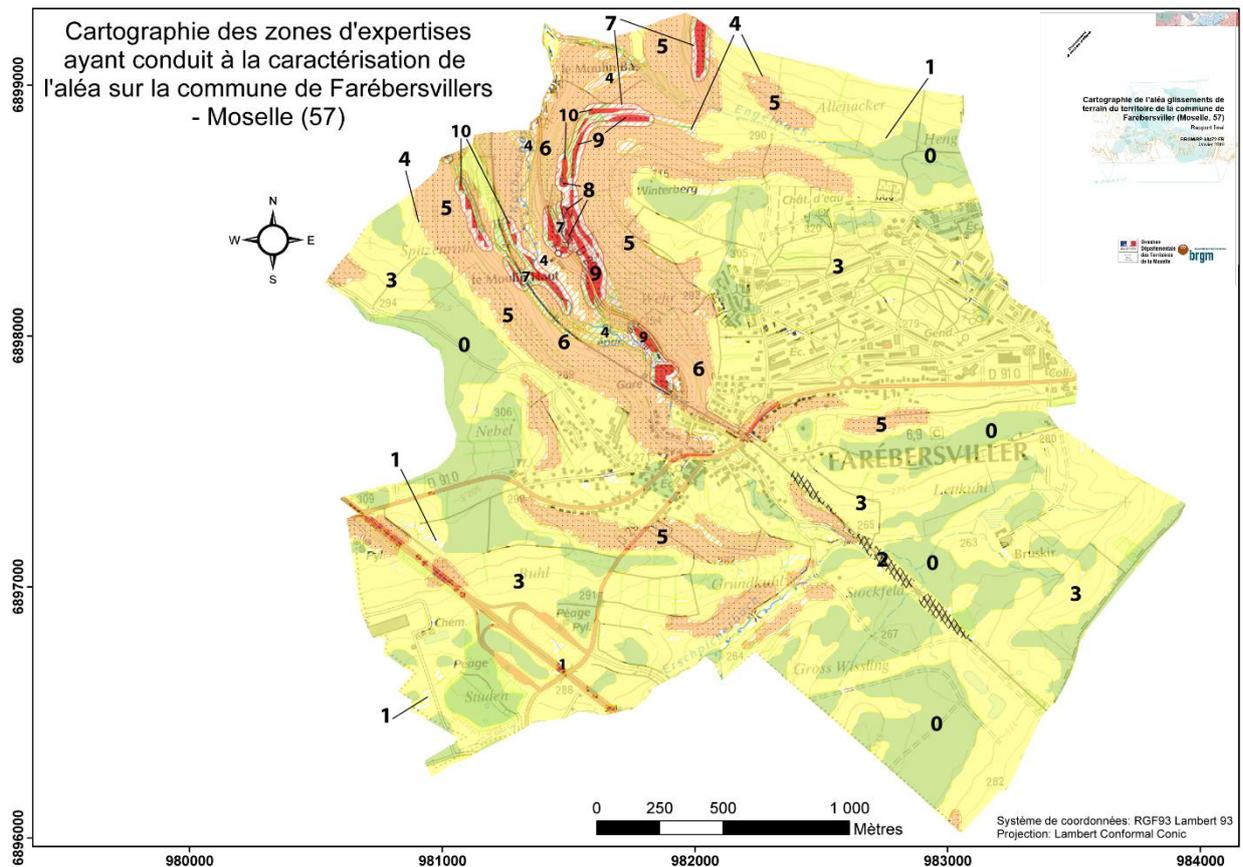


Illustration 26 - Cartographie de l'aléa aux glissements de terrain.

### 3.3.2. Zones d'expertises

Dans le cadre de cette étude, la cartographie d'aléa est réalisée à partir du croisement des pentes, des formations géologiques, des indices de glissements de terrain et des facteurs aggravants et réajustée en fonction des observations de terrain. Ces traitements ont abouti à la définition de 11 zones auxquelles est attribué un niveau d'aléa.

Ainsi, chaque zone est caractérisée par la susceptibilité aux glissements de terrain et par l'intensité attendue en cas de glissement. Ces deux paramètres dépendent du contexte géomorphologique, géologique, mais aussi de la présence ou non de facteurs aggravants. Toutes les zones sont présentées et décrites sur l'illustration 27 et en Annexe 13.



Zones	Pentes	Susceptibilité	Intensité	Observation	Aléa
0	0 à 5%		Nulle		Nul
1				Tampon/simplification	Faible
2	10 à 20%	Faible	Faible	Talus localisé	Faible
3	5 à 30%	Faible	Faible		Faible
4				Tampon/simplification	Moyen
5	10 à 50%	Faible	Moyenne		Moyen
6	20 à 30%	Moyenne	Moyenne		Moyen
7				Tampon/simplification	Fort
8	< à 20%	Faible	Forte	Glissement avéré	Fort
9	< à 30%	Moyenne	Forte		Fort
10	< à 50%	Fort	Fort		Fort

Illustration 27 – Localisation et descriptions des zones d'expertises ayant conduit à la caractérisation de l'aléa sur la commune de Farébersviller.

### **3.3.3. Limites de l'interprétation**

La présente étude a été menée en 2018. Elle se base sur l'analyse des sources documentaires disponibles et sur l'exploitation des événements connus à cette date.

Elle est donc le reflet des connaissances en cette année 2018.

La prise en compte ultérieure de données non connues ou non disponibles en 2018 (investigations, phénomènes, archives, témoignages, etc.) peut conduire à une révision des critères d'analyse de l'aléa et de la carte associée.

La carte d'aléa a été élaborée à l'échelle du 1/5000<sup>ème</sup> et livrée sur fond cadastral et ortho-photographique. Pour l'utilisation de la carte d'aléa, il convient d'exploiter cette cartographie de l'aléa en tenant compte d'une certaine marge d'imprécision. Dans les cas où différents niveaux d'aléa auraient été cartographiés sur une même parcelle, il convient d'affecter le niveau d'aléa le plus élevé à l'ensemble de la parcelle. En effet, la cartographie des zones d'aléa étant réalisée en ne tenant pas compte du sursol (bâtiments, végétation... qui ne représentent pas des paramètres pérennes sur 100 ans), les limites de zones d'aléa ne sont pas définies en fonction des limites cadastrales et elles peuvent donc régulièrement recouper les bâtiments ou les limites de parcelles.

Enfin, bien que les différentes cartographies intermédiaires soient effectuées à l'échelle du 1/5000<sup>ème</sup>, la précision de la carte d'aléa est conditionnée par le Modèle Numérique de Terrain (MNT) au pas de 25 m et par la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup>.

Les zones d'affaissement ou d'effondrement n'ont pas été ré-expertisées dans cette étude. La caractérisation de l'aléa effondrement et affaissement est en cours au sein du BRGM au moment de la rédaction de ce rapport et fera l'objet d'un rapport séparé.

## 4. Conclusions

Les mouvements de terrain pris en compte dans cette étude comprennent les glissements de terrain (glissements circulaires, glissements plans, glissements pelliculaires) ainsi que les phénomènes de reptation, de fluage et de solifluxion qui sont des mouvements dus à des instabilités gravitaires ne présentant pas de plans de cisaillements. Ainsi, ne sont pas pris en compte les phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux, les affaissements, les effondrements ou les fontis liés à la présence de cavités naturelles ou anthropiques, les coulées de boue et les mouvements rocheux (chutes de blocs et éboulements).

L'élaboration de la carte d'aléa aux glissements de terrain sur la commune de Farébersviller repose sur la prise en compte d'évènements historiques et de relevés de terrain, mais également de données générales géologiques, hydrogéologiques et topographiques.

Cette cartographie a été réalisée en plusieurs étapes :

- l'élaboration d'une carte de susceptibilité aux glissements de terrain traduisant la probabilité d'occurrence d'un glissement de terrain par secteur. Cette cartographie s'est appuyée sur les données géologiques (compétences des terrains sous-jacents), les pentes, ainsi que les indices de glissement et les facteurs aggravants relevés sur le terrain ;
- l'estimation de l'intensité des phénomènes attendus par secteur. L'intensité été ajustée au cas par cas, au vu des phénomènes historiques et des indices de glissements relevés sur le terrain ;
- le croisement cartographique des cartes et indices précédents afin d'aboutir à la cartographie de l'aléa par secteur.

La cartographie de l'aléa final (Illustration 26) sur la commune de Farébersviller a abouti à la définition des classes suivantes :

- Fort : caractérisant des secteurs où les phénomènes sont attendus avec une probabilité forte à modérée et une intensité élevée. Les parades nécessaires sont techniquement très difficiles à mettre en place et/ou leur coût est trop important pour être supporté par un groupe restreint de propriétaires ;
- Moyen : correspondant à des zones où les phénomènes de glissement sont attendus avec une probabilité faible à modérée et une intensité modérée. Le coût des parades à mettre en place peut être assumé par un groupe restreint de propriétaires mais reste trop élevé pour un propriétaire seul ;
- Faible : affilié à des zones où seuls des phénomènes de faible intensité peuvent avoir lieu, avec une probabilité faible mais non négligeable. Les parades nécessaires pour stabiliser les terrains peuvent être financées par un particulier ;
- Nul : caractérisant des secteurs où la probabilité d'occurrence d'un phénomène est très faible mais non nulle. Cependant les glissements attendus dans ces secteurs sont d'intensité très faible, ne pouvant causer de dommages aux constructions environnantes.

Ainsi, sur la commune de Farébersviller, les zones d'aléa se répartissent comme suit :

- l'aléa fort représente 2.8 % de la superficie de la commune, soit environ 19,2 ha. Il s'agit des zones présentant les plus fortes pentes dans les versants de la vallée du Kochernbach, principalement localisé le long des limites lithologiques entre les calcaires indurés du t5a et les marnes meubles sus-jacentes (ensemble marno-calcaires du t5b) ou sous-jacentes (couches grises du t4b) ;
- l'aléa moyen représente 21.6 % de la superficie totale de la zone d'étude, soit 150 ha environ. Il caractérise l'ensemble de la vallée du Kochernbach ainsi qu'une partie des versants de la vallée de l'Engelbach, au nord de la commune. Il est également présent dans la zone urbanisée, au sud de la vallée du Kochernbach, ainsi que plus localement, lorsque des pentes non négligeables affectent l'ensemble marno-calcaire du t5b ou les argiles bariolées de la Lettenkohle (t6a2) ;
- l'aléa faible représente 55.7 % de la superficie totale communale, soit environ 380 ha. Il est présent sur l'ensemble de la zone urbanisée qui se situe sur des pentes supérieures à 5 % ;
- l'aléa nul représente 19.9 % de la superficie totale communale, soit environ 130 ha. Sa répartition est diffuse, caractérisant les replats localisés au sommet des collines et dans la partie sud de la commune.

## 5. Bibliographie

**Antoine P., Cojean R., Durville J.L., Landry J., Leroi E., Marie R., Potherat P., Toulemont M., Villain J.** (2000) – Guide technique pour la caractérisation et la cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement DPPR-SDPRM, Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC), Comité Français de Géologie de l'Ingénieur (CFG). 45 p.

**Besson L., Grasz E., Toulemont M., Garry G., Durville J., et Hubert T.** (1999) - Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques de mouvements de terrain. Guide méthodologique. Édition la documentation française, ISBN: 2-11-004354-7, 78 p. Paris.

**Bichet, Vincent, et Michel Campy** (2008) - Montagnes du Jura : géologie et paysages. 1 vol. Besançon: Néo éd., ISBN: 978-2-914741-61-3, 303 p.

**Cartannaz C.** (2015) - Méthodologie de la cartographie "aléa glissements de terrain" Côte du Dogger, Meurthe et Moselle. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-63803-FR, 31 p., 19 ill.

**Cartannaz C., André V., Géron A., et Mathon C.** (2009) - Cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur la commune d'Ars-sur-Moselle (Moselle). Rapport final – BRGM/RP-57263-FR, 52 pages, 4 annexes, 8 Planches hors texte, 2 cartes A1.

**Chalumeau G.** (1974) - Corny (Moselle) Études géologiques et hydrogéologique du glissement de terrain. Rapport final – BRGM/74-SGN-096-NES, 21 pages., 12 photos, 15 cartes.

**Chevalier J.** (1999) - Prise en compte des risques de mouvements de terrain dans l'urbanisme en Moselle. Elaboration d'une carte d'aléa de mouvements de terrain au 1/5000 sur la commune de Farébersviller (57). ANTEA. 44 p., 1 fig., 4 tabl., 4 cartes hors-texte.

**Colin J-C.** (1992) - Commune de Farébersviller (57) – Parcelles du Nouveau Lotissement. Etude de la stabilité. Rapport BRGM R 35907 LOR 4S92. 45 p.

**Geisler-Cussey D.** (1986) - Middle Muschelkalk evaporitic deposits in eastern Paris Basin. *Earth Sciences Lecture notes*, 13.

**Goguel J., Guillaume M., Guillaume L., Schumacher E., Van Werveke L., Lemoine M., et Segond R.** (1960) - Carte et notice géologique de la feuille de Saint-Avold (France, 1/50000, n°165). BRGM - Orléans, 6 p.

**Guillaume M., et Limasset J-C.** (1967) - Carte et notice géologique de la feuille de Sarreguemines (France, 1/50000, n°166N). BRGM.

**Le Goff J.** (2016) - Avis suite aux mouvements de terrain survenus du 01/10/2015 au 15/07/2016 sur la commune de Farébersviller (57), dans le cadre d'une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. BRGM/RP-66127-FR. 44 p., 44 fig., 2 tabl., 4 ann.

**Le Goff J., et Raucoules D.** (2017) - Synthèse des mouvements de terrain sur la commune de Farébersviller et analyse par interférométrie radar (57). Rapport BRGM/RP -67054-FR, 131 p., 79 fig., 7 annexes.

**Sedan-Miégemole, O, J-C Baudron, E Becker, et G Fourniguet.** (2003) Expertise de l'aléa mouvements de terrain du territoire de la commune de Farébersviller (Moselle). Rapport BRGM/RP-52533-FR.

**Thiery Y, Terrier, M.** (accepté 2018). Evaluation de l'aléa glissements de terrain : état de l'art et perspectives pour la cartographie réglementaire en France. Revue Française de Géotechnique, 22 p.

**Thomaïdis C., Baudron J-C., Fourniguet G., Martin R., Florentin J., Messin M., et Arnal C.** (2002) - Mouvements de terrain dans le département de la Moselle. Identification de bassins de risques. Rapport BRGM/RP-51515-FR, 104 pages, 34 figures, 5 annexes.

**Van Werveke, L.** (1909) - Vorläufiges Gutachten über die Senkung der Bahnlinie oberhalb des Haltepunktes Pfarrebersweiler. Mit einer geologischen Karte. Strassburg i.Els, 8 p.

**Van Werveke L.** (1911) - Traduction – Seconde expertise concernant l'affaissement de la ligne de chemin de fer en amont de la station de Farébersviller. Strassburg i.Els, 9 p.

**Westen, Cees J. van, Enrique Castellanos, et Sekhar L. Kuriakose.** (2008) - Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. Engineering Geology, Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning for Land Use Planning, 102 (3): 112-31. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.010>.

## Annexe 1 :

### Les mouvements de terrain-Généralités

#### TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS

##### Les mouvements sans plans de rupture

Ces types de mouvements ne sont pas considérés comme des glissements à proprement parler puisque la mise en mouvement n'est pas caractérisée par un plan de cisaillement identifiable. Généralement dans la région traitée, seule la frange superficielle des terrains est affectée par ce type de mouvements.

- Le Fluage

Le fluage est un phénomène physique provoquant des glissements gravitaires irréversibles sous des sollicitations constantes atteignant le domaine plastique (Philipponnat G. et *al.*, 2008) (Figure 3). C'est un mouvement lent d'une masse de terrain (à matrice fine argileuse ou silteuse) non limitée par une surface de rupture clairement définie se manifestant sur des faibles ou fortes pentes. Il peut se développer sur des épaisseurs parfois importantes (plusieurs dizaines de mètres).

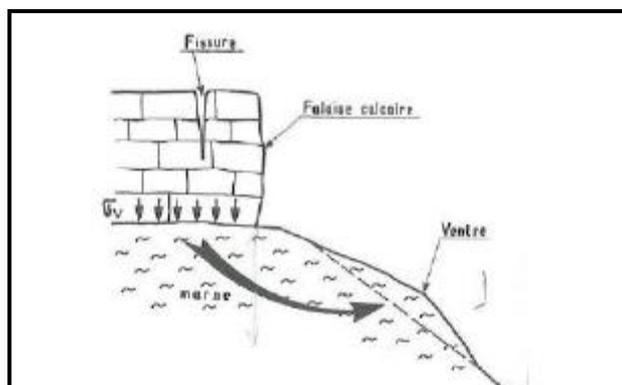


Figure 3 - Exemple de fluage sous l'effet d'une surcharge (Philipponnat et *al.*, 2008)

- La solifluxion

C'est un cas particulier du fluage. C'est un phénomène d'écoulement lent des sols. Elle concerne les sols à matrice fine (argileuse ou silteuse) et à teneur en eau marquée, sur une épaisseur de l'ordre d'un mètre, sans surface de rupture nette. Ce phénomène est provoqué par des variations de volume du sol au cours des saisons. En effet, le gel-dégel en montagne ou l'alternance des saisons sèches et pluvieuses causent la déstructuration et la perte de cohésion de ces sols gonflants et rétractables (Philipponnat G. et *al.*, 2008 ; Mathon. et *al.*, 2005).

La solifluxion s'opère sur des terrains de pente faible à modérée et se repère par un état boueux des sols, une ondulation des terrains (Philipponnat G. et *al.*, 2008) (Figure 4) et des rochers « laboureurs ».

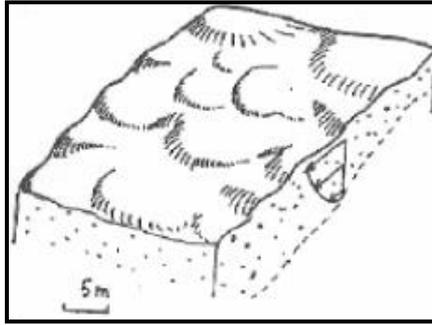


Figure 4 - Aspect ondulé des terrains dus à la solifluxion (Philipponat et al., 2008)

- La reptation

C'est le glissement lent, vers l'aval, des sols ou des formations superficielles sur un versant à pente modérée à forte (Dictionnaire de géologie, 6ème édition). Ce phénomène ne nécessite pas un état boueux du sol. Il peut se repérer par un moutonnement de faible amplitude et relativement serré. Généralement, les arbres sont inclinés ou présentent une forme dite « pipée ». Le moteur du mouvement est le propre poids du terrain associé au gonflement des argiles. Ce phénomène peut provoquer un fauchage (également appelé « basculement ») des couches géologiques sous-jacentes (Figure 5) ; ce qui entraîne une évaluation erronée de leur pendage en profondeur.

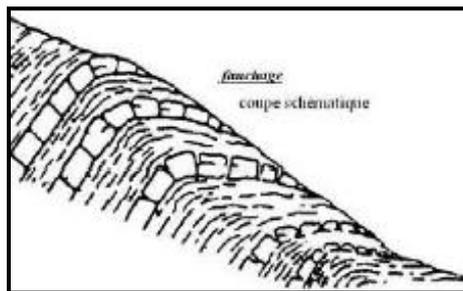


Figure 5 - Coupe montrant le phénomène de fauchage (d'après le dictionnaire de géologie Raoult et Foucault)

### **Les mouvements avec plans de rupture**

- Les glissements pelliculaires

Le glissement pelliculaire est un décrochement superficiel gravitaire affectant une mince frange de terrain à matrice fine et limitée par une surface de rupture identifiable (< 10 m de profondeur), recouvrant les versants à pente raide (> 20 %). Cette frange est fortement altérée avec des caractéristiques mécaniques faibles. Par suite d'une saturation en eau du matériel, la cohésion ou/et l'angle de frottement interne sont diminués par l'augmentation de la teneur en eau et rend le sol instable. Le terrain se détache du haut du versant et glisse par petits paquets vers le bas (Mathon C. et al., 2005). Ce type de glissement fait généralement suite au phénomène de reptation.

La morphologie de ce glissement est caractérisée par une surface moutonnée ou par des petites terrasses dans les versants, et de courtes fissures arquées ou rectilignes soulignent la tête des instabilités. Sur le terrain, il peut être délimité grâce à des entonnoirs d'effondrement créés en bordure du glissement par des infiltrations et des circulations d'eau en sub-surface.

- Les glissements plans

Il s'agit de mouvements gravitaires se traduisant par la translation d'un volume de sol ou de roche d'un versant, sur une surface de rupture approximativement plane, généralement selon la ligne de plus grande pente (Figure 6)

La particularité de ce glissement tient dans la géométrie de sa surface de rupture qui est plus ou moins rectiligne. Généralement, elle est héritée d'une discontinuité naturelle préexistante dans le terrain : joints ou limites stratigraphiques, plans de faille ou diaclases, plans de schistosité. Elle peut également correspondre soit à une couche mince de mauvaises caractéristiques mécaniques (on parlera de « couche-savon ») sur laquelle s'exerce souvent l'action de l'eau.

Les glissements plans sont le plus souvent associés à des fissures en tête et des bourrelets en pied. Ils peuvent se développer sur des épaisseurs de plusieurs dizaines de mètres et peuvent affecter des versants de faible pente (< 20 %) pour autant que les facteurs de prédisposition soient réunis.

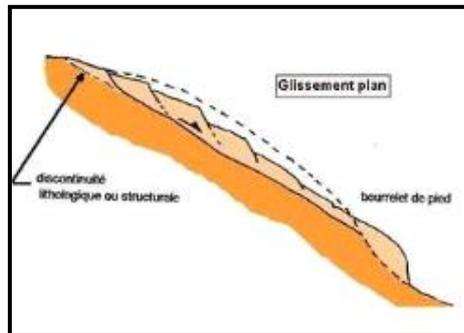


Figure 6 - Schéma d'un glissement plan

- Les glissements rotationnels ou circulaires

Ils correspondent à des mouvements gravitaires et peuvent présenter une brusque rupture de pente ainsi que des fissures en tête et des bourrelets en pied (Figure 7). Leur surface de rupture de forme circulaire et concave les différencie des glissements plans. On peut noter la présence de contre-pentes au sein de la masse glissée. De plus, ils se développent généralement au sein d'un milieu homogène et meuble (sables, silts, voire argiles) en l'absence de discontinuité marquée. Par ailleurs, plusieurs glissements rotationnels peuvent s'emboîter et former un glissement circulaire complexe, voire plan. L'apparition d'un premier glissement en bas de pente entraîne une perte de butée pour les terres situées au-dessus et provoque des glissements successifs remontant vers l'amont : on parle d'évolution régressive (Philipponat G. et al., 2008).

Les glissements circulaires peuvent avoir des profondeurs et des volumes en mouvement très variables.

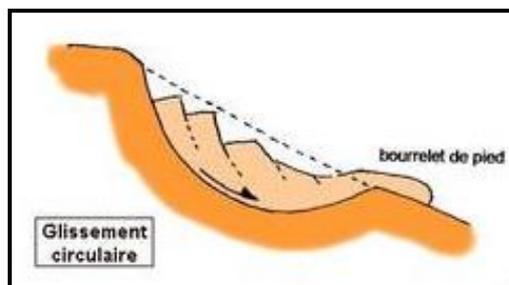


Figure 7 - Schéma d'un glissement circulaire



## Annexe 2 : Terminologie

### Aléa (Guide général PPR ; MATE/METL, 1989) :

Phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée. Cette définition élargit la notion initiale la plus appropriée « probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel », qui avait été retenue en 1984 par le DRM à partir du concept anglo-saxon de « natural hazard » pour l'établir aux PER. L'aléa devrait ainsi être hiérarchisé et cartographié en plusieurs niveaux, en croisant l'intensité des phénomènes avec leur probabilité d'occurrence. Cela reste vrai pour les PPR inondations qui devront indiquer les hauteurs de submersion et des vitesses d'écoulement pour une période de retour au moins centennale. D'autres phénomènes, par contre, sont moins facilement ou non probabilisables (bien que cela dépende aussi de l'échelle de temps à laquelle on se réfère). En ce qui concerne les mouvements de terrain, par exemple, la probabilité d'occurrence paraît souvent difficile à estimer. On recourra alors à une approche qui s'appuiera sur l'évaluation de la prédisposition du site au type de phénomène concerné.

### Colluvions (Guide méthodologique BRGM pour la Meurthe et Moselle, 2015)

Formation superficielle allochtone de granulométrie fine (Figure1).



Figure 1 – Exemple de colluvion. D'après Bichet et Campy (2008) : les montagnes du Jura

Enjeux (Guide général PPR, MATE/METL, 1989) :

Personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Les enjeux s'apprécient aussi bien pour le présent que pour le futur. Les biens et les activités peuvent être évalués monétairement, les personnes exposées dénombrées, sans préjuger toutefois de leur capacité à résister à la manifestation du phénomène pur 'aléa retenu. Dans le cadre des PPR, l'appréciation des enjeux restera qualitative.

Formation superficielle, définition appliquée au glissement de terrain) (Guide méthodologique BRGM pour la Meurthe et Moselle, 2015) :

Formation géologique généralement meuble et sujette aux glissements de terrain localisée entre la végétation et la roche compacte (substratum). Il peut s'agir de formations autochtones (substrat altérée) ou allochtones (éboulis, colluvion, etc).

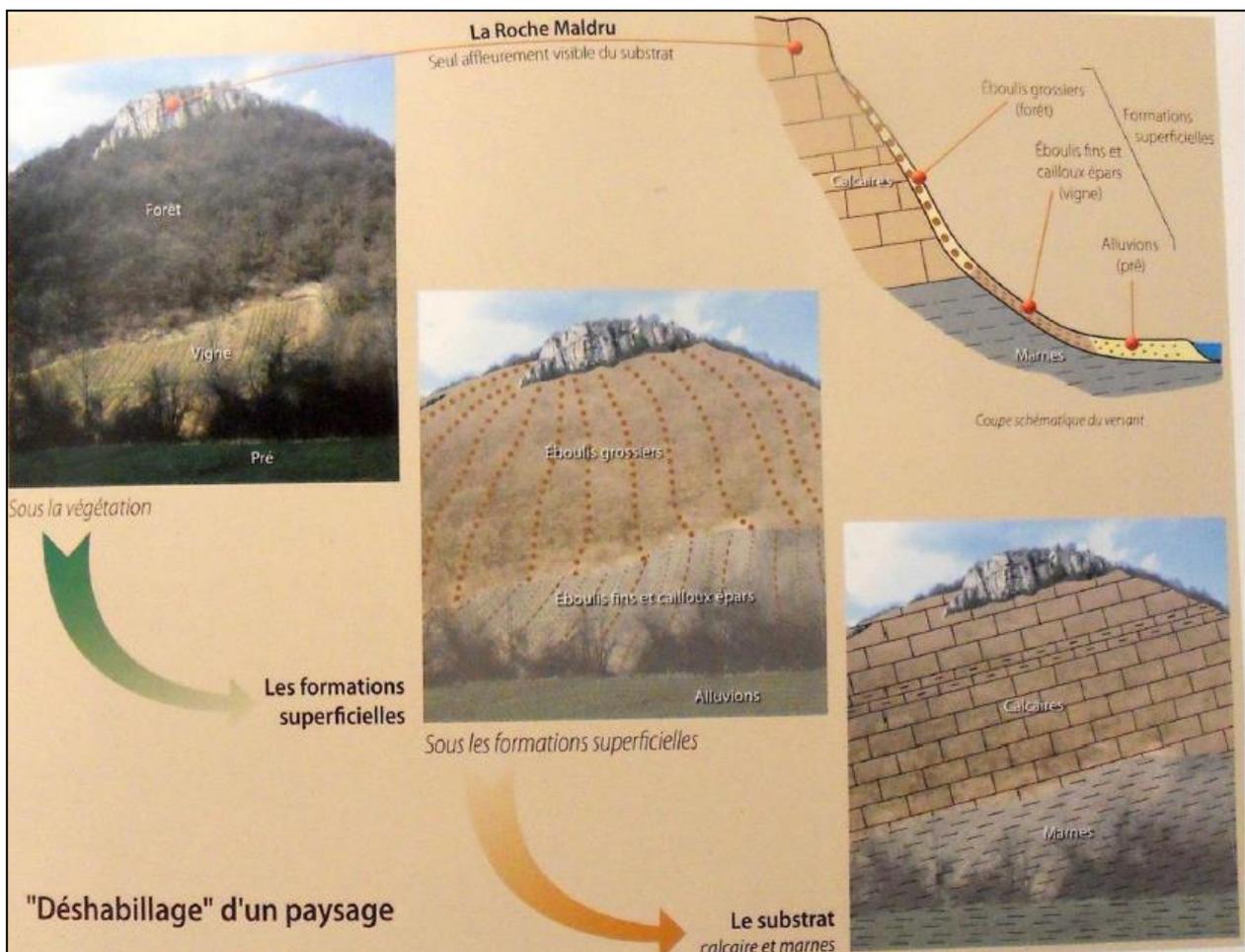


Figure 2 – Les formations superficielles dans le « déshabillage » d'un paysage. D'après Bichet et Campy (2008) : les montagnes du Jura.

Intensité d'un phénomène (Guide général PPR, MATE/METL, 1989) :

Expression d'un phénomène, évaluée ou mesurée par ses paramètres physiques.

Prévention (Guide général PPR, MATE/METL, 1989) :

Ensemble des dispositions visant à réduire les impacts d'un phénomène naturel : connaissance des aléas, réglementation et l'occupation des sols, mesures actives et passives de protection, information préventive, prévisions, alerte, plans de secours, etc.

Risque naturel (Guide général PPR, MATE/METL, 1989) :

Pertes probables en vies humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'un aléa naturel.

Ce risque croit d'autant plus que l'aléa est élevé et que la densité de population et le potentiel économique exposés augmentent. Il est donc fonction de l'aléa et de la vulnérabilité. En l'absence des constructions et des hommes, il est nul.

Vulnérabilité (Guide général PPR, MATE/METL, 1989) :

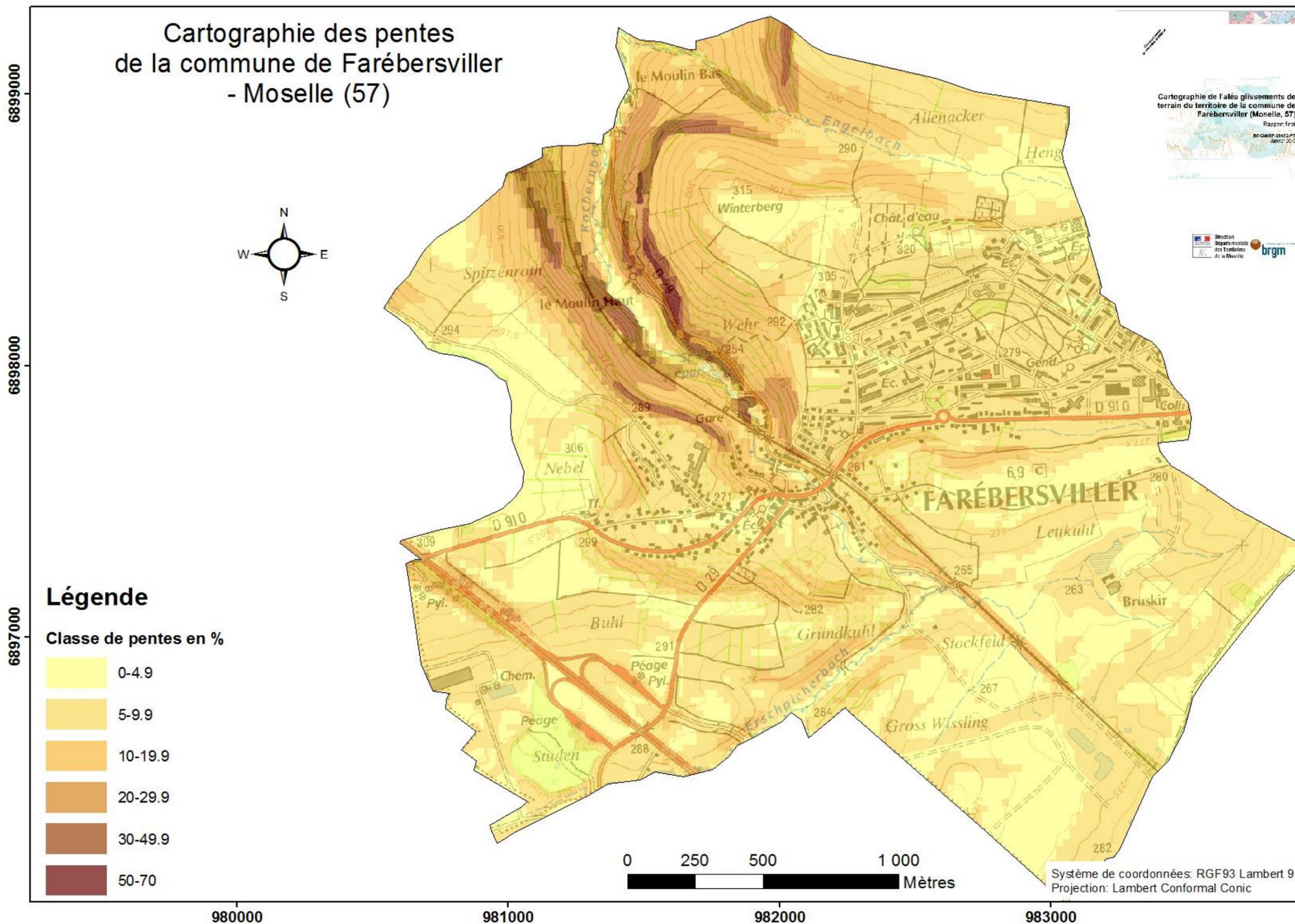
Au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux.



## **Annexe 3 :**

### **Cartographie des pentes (%) regroupées par classes.**



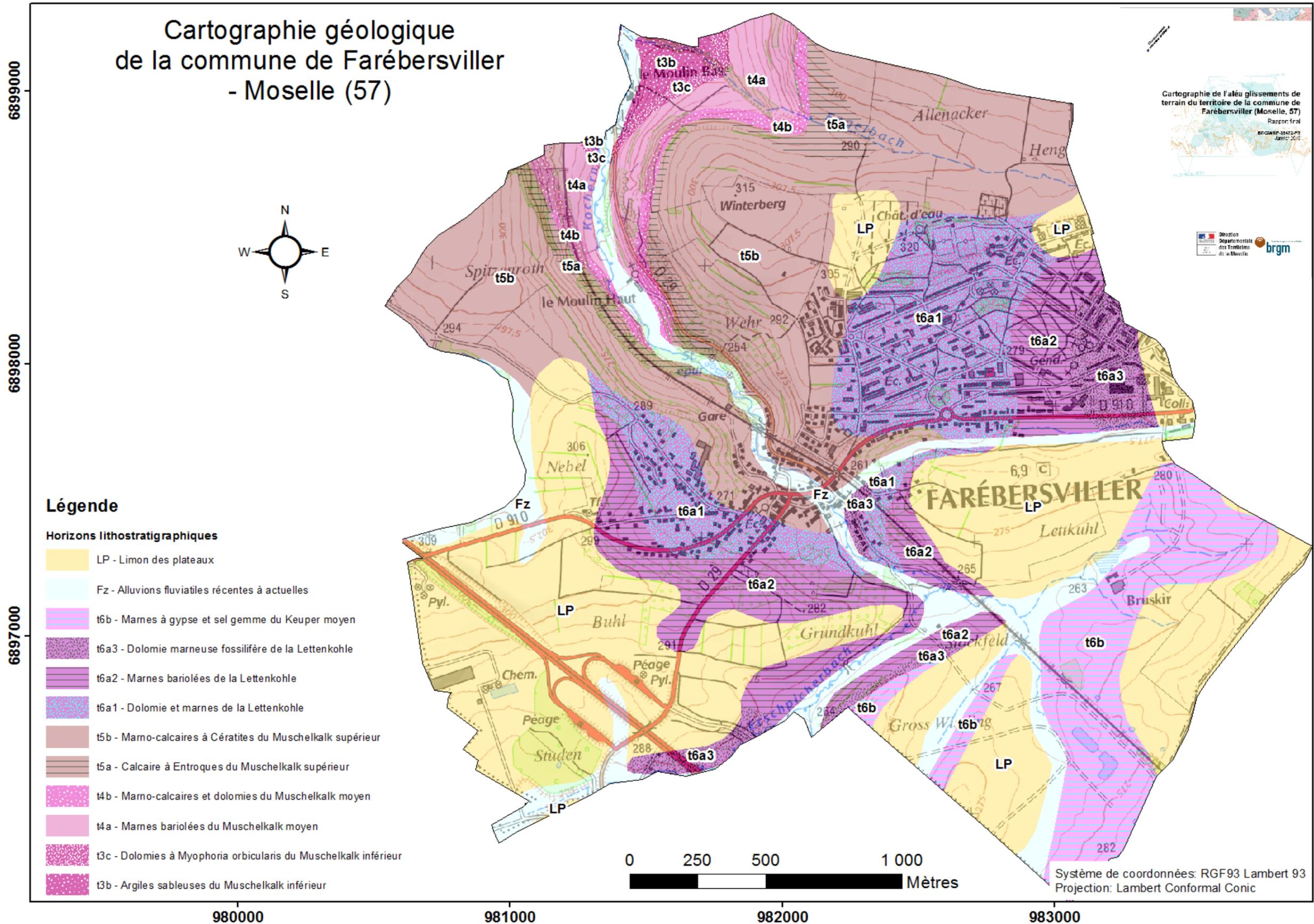




## **Annexe 4 :**

# **Cartographie géologique**



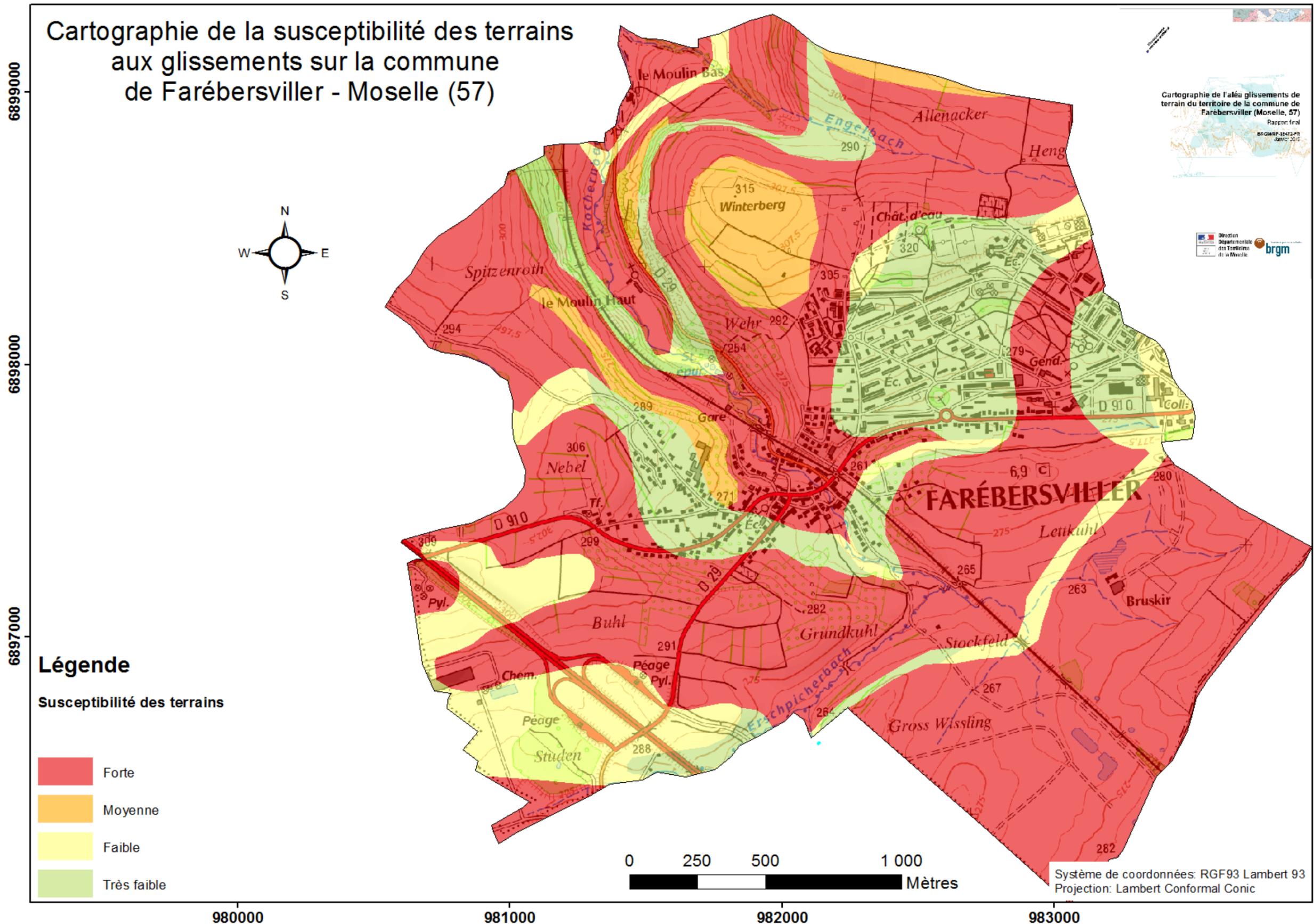




## **Annexe 5 :**

# **Cartographie de susceptibilité des terrains aux glissements de terrain**



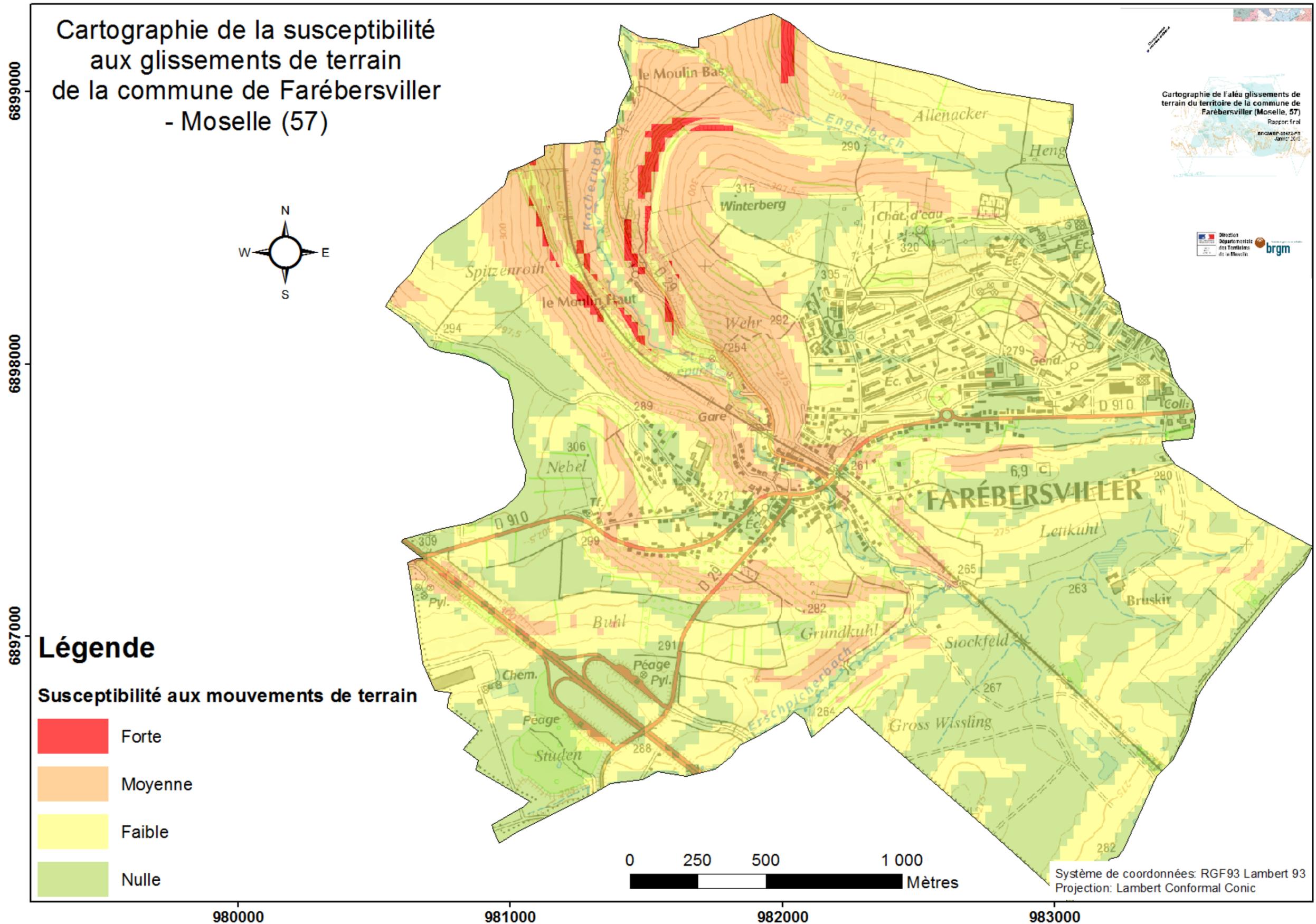




## **Annexe 6 :**

# **Cartographie de susceptibilité aux glissements de terrain**



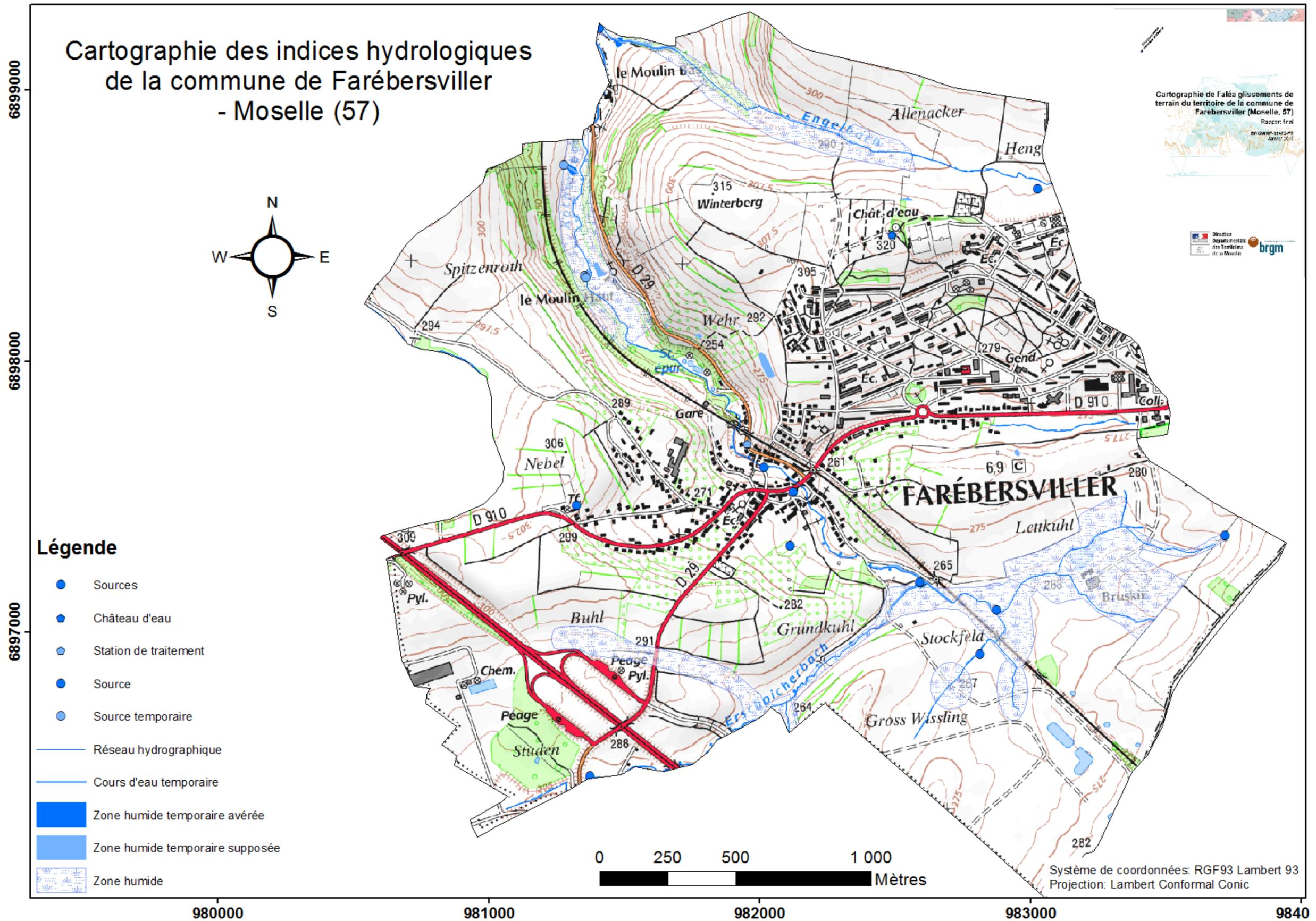




## **Annexe 7 :**

# **Cartographie des indices hydrogéologiques**



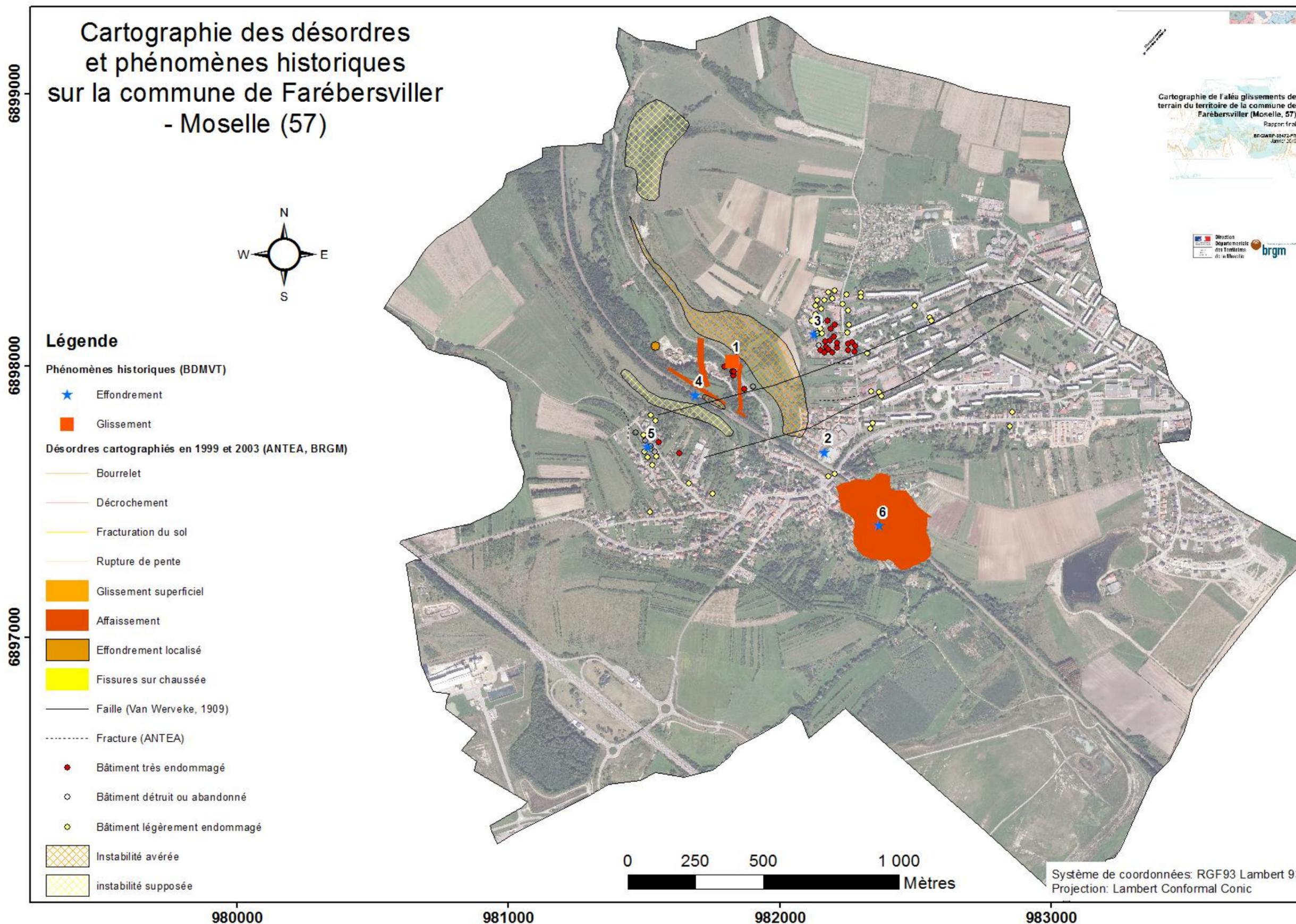




## **Annexe 8 :**

# **Liste et cartographie des désordres et phénomènes historiques**







n°	ID_BDMVT	Nom	Type
1	11520701	RD29 sortie Cocheren vers Fareb PR21 1km L 300m	Glissement
2	11520702	station d'épuration	Effondrement
3	11520703	Rue Zola	Effondrement
4	11520704	Voie SNCF Nord croisement ND910	Effondrement
5	11520706	Rue des Roziers	Effondrement
6	11520707	Voie SNCF Sud croisement ND910	Effondrement

Liste des phénomènes historiques recensés dans la base de données gérée par le BRGM (BDMVT)



## **Annexe 9 :**

### **Liste des forages et autres données**



Identifiant carte	Nom	BSS	Entreprise	Date	Z (m)	Nature Ouvrage	Prof. Max (m)	Reference bibliographique
1	C7653	01661X0006	?	1901	257	sondage	600	BSS et Service géologique allemand - L. Van Werveke - Gutachten uber der Bahnlinie oberhalb des Haltepunktes Pfarrebersweiler
2	Siviard 198	01661X0001	Internationale Bohrgesellschaft	1901	262	sondage	600.3	BSS
3	AEP	01661X0008	?	1954	217.2	forage AEP	177.2	BSS
4	RG1	non	Geoexpert	nov - déc. 1991	293	Destructif	100.7	Rapport BRGM de 1992
5	RG2	non	Geoexpert	nov. - déc. 1991		carotté	30 <sup>5</sup>	Rapport BRGM de 1992
6	SC1 aval Moulin bas	non	ANTEA	18/06/1998	223	sondage		Rapport ANTEA de 1999 (issu du rapport A13787)
7	SC1 STEP	non	ANTEA	1998	239	sondage	20	Rapport ANTEA de 1999 (issu du rapport A03984)
8	SC1 aval STEP	non	ANTEA	1998	235	sondage	15	Rapport ANTEA de 1999 (issu du fax 24/09/98)
9	SD2 STEP	non	ANTEA	1998	239	sondage	20	Rapport ANTEA de 1999 (issu du rapport A03984)
10	SD1 STEP	non	ANTEA	1998	238.5	sondage	36	Rapport ANTEA de 1999 (issu du rapport A03984)
11	SD3 STEP	non	ANTEA	1998	239	sondage	36.2	Rapport ANTEA de 1999 (issu du rapport A03984)
12	Sondage carotté amont moulin bas	non	ANTEA	1998	222	sondage		Courrier 382/98 du 28/04/98
13		01661X0063	DUQUAIT SEBA	28/02/2000	276	sondage	102	BSS
14	S1	non	FONDASOL	28/10/2000	307	sondage destructif jusque 50,3 m / puis carotté	132.4	Rapport FONDASOL MN 00 324

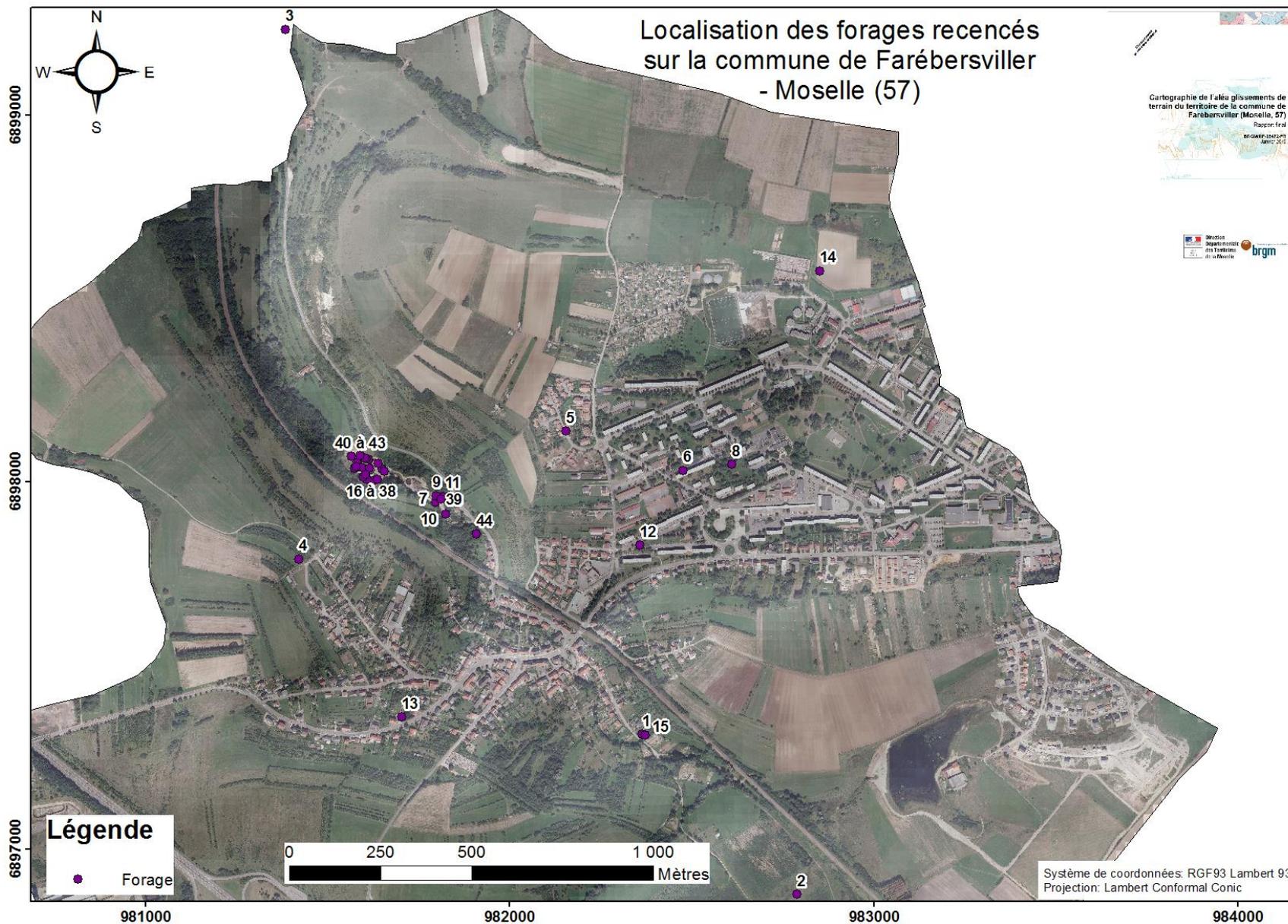
<sup>5</sup> Il y a probablement une erreur de profondeur sur le forage RG2 (rue Zola) qui est noté à 30 m de profondeur dans le rapport BRGM de 1992 mais qui recoupe les couches grises à 60 m de profondeur.

Identifiant carte	Nom	BSS	Entreprise	Date	Z (m)	Nature Ouvrage	Prof. Max (m)	Reference bibliographique
15	S2	non	FONDASOL	20/12/2000	257	sondage destructif jusque 51 m / puis carotté	146	Rapport FONDASOL MN 00 324
16	SP1	non	FONDASOL	30/04/2001	239.2	Pressiométrique	30	Rapport Fondasol MN 00 428
17	SP2	non	FONDASOL	03/05/2001	239.7	Pressiométrique	30	Rapport Fondasol MN 00 428
18	R1	non	FONDASOL	10/05/2001	234.7	Destructif	30	Rapport Fondasol MN 00 428
19	SP4	non	FONDASOL	14/05/2001	235.3	Pressiométrique	31	Rapport Fondasol MN 00 428
20	SP5	non	FONDASOL	16/05/2001	236.3	Pressiométrique	31	Rapport Fondasol MN 00 428
21	R2	non	FONDASOL	17/05/2001	234.7	Destructif	30.4	Rapport Fondasol MN 00 428
22	R3	non	FONDASOL	18/05/2001	240.2	Destructif	30.4	Rapport Fondasol MN 00 428
23	SP3	non	FONDASOL	18/05/2001	240	Pressiométrique	31	Rapport Fondasol MN 00 428
24	SP6	non	FONDASOL	24/05/2001	234.2	Pressiométrique	31	Rapport Fondasol MN 00 428
25	SP11	non	FONDASOL	05/02/2007	234.9	Pressiométrique	30	Rapport Fondasol MN 07 305
26	SP14	non	FONDASOL	14/03/2007	235	Pressiométrique	10	Rapport Fondasol MN 07 023
27	SP8	non	FONDASOL	14/03/2007	234.7	Pressiométrique	10	Rapport Fondasol MN 07 023
28	SP15	non	FONDASOL	15/03/2007	235.4	Pressiométrique	10	Rapport Fondasol MN 07 023
29	SP16	non	FONDASOL	16/03/2007	235.5	Pressiométrique	10	Rapport Fondasol MN 07 023
30	SP18	non	FONDASOL	19/03/2007	234.8	Pressiométrique	10	Rapport Fondasol MN 07 023
31	SP17	non	FONDASOL	20/03/2007	235.3	Pressiométrique	10	Rapport Fondasol MN 07 023
32	SP19	non	FONDASOL	21/03/2007	239.6	Pressiométrique	14	Rapport Fondasol MN 07 023

Identifiant carte	Nom	BSS	Entreprise	Date	Z (m)	Nature Ouvrage	Prof. Max (m)	Reference bibliographique
33	SP20	non	FONDASOL	17/04/2007	234.9	Pressiométrique	32	Rapport Fondasol MN 07 305
34	D1	non	FONDASOL	18/04/2007	235.1	Destructif	32	Rapport Fondasol MN 07 305
35	D4	non	FONDASOL	18/04/2007	234.6	Destructif	32	Rapport Fondasol MN 07 305
36	D3	non	FONDASOL	19/04/2007	235.5	Destructif	32	Rapport Fondasol MN 07 305
37	D2	non	FONDASOL	23/04/2007	234.1	Destructif	32	Rapport Fondasol MN 07 305
38	SP22	non	FONDASOL	06/09/2007	234.6	Pressiométrique	40	Rapport Fondasol MN 07 305
39	SP21	non	FONDASOL	11/09/2007	238.5	Pressiométrique	32	Rapport Fondasol MN 07 305
40	SP23	non	FONDASOL	18/09/2007	234.7	Pressiométrique	32	Rapport Fondasol MN 07 305
41	SP24	non	FONDASOL	19/09/2007	234.7	Pressiométrique	32	Rapport Fondasol MN 07 305
42	SP25	non	FONDASOL	20/09/2007	234.7	Pressiométrique	30	Rapport Fondasol MN 07 305
43	SP26	non	FONDASOL	21/09/2007	234.7	Pressiométrique	26	Rapport Fondasol MN 07 305
44		01661X0062	?	?	254	sondage	18	BSS

*Identification des forages sur la commune de Farébersviller*







## **Annexe 10 :**

### **Liste des séismes potentiellement ressentis**



Identifiant	Intensités ressenties interpolées	Intensités interpolées par classes	Qualité du calcul	Fiabilité de la donnée observée SisFrance	Date du séisme	Services
1	3.93	IV	calcul précis	données assez sûres	25/01/1348	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
2	3.88	IV	calcul précis	données assez sûres	18/10/1356	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
3	5.01	V	calcul précis	données incertaines	18/10/1356	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
4	4.33	IV-V	calcul précis	données assez sûres	01/06/1372	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
5	4.11	IV	calcul peu précis	données incertaines	21/05/1382	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
6	3.65	III-IV	calcul précis	données assez sûres	23/08/1504	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
7	4.52	IV-V	calcul peu précis	données assez sûres	06/04/1580	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
8	4.5	IV-V	calcul précis	données assez sûres	18/09/1601	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
9	5.01	V	calcul précis	données très sûres	04/04/1640	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
10	3.73	III-IV	calcul peu précis	données assez sûres	21/09/1650	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
11	5.55	V-VI	calcul précis	données incertaines	12/05/1682	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
12	5.52	V-VI	calcul précis	données assez sûres	18/09/1692	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
13	5.29	V-VI	calcul précis	données incertaines	03/08/1728	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
14	4.37	IV-V	calcul précis	données assez sûres	18/05/1733	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
15	4.35	IV-V	calcul précis	données incertaines	27/12/1755	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
16	4.9	V	calcul précis	données assez sûres	18/02/1756	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
17	3.24	III	calcul précis	données assez sûres	04/09/1763	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
18	4.26	IV-V	calcul précis	données incertaines	10/09/1774	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
19	3.73	III-IV	calcul précis	données assez sûres	29/11/1784	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
20	3.1	III	calcul peu précis	données assez sûres	25/01/1799	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
21	2.76	III	calcul peu précis	données assez sûres	11/03/1817	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
22	2.83	III	calcul précis	données assez sûres	19/02/1822	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
23	3	III	calcul précis	données assez sûres	23/02/1828	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
24	3.22	III	calcul précis	données assez sûres	03/12/1828	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
25	4.03	IV	calcul précis	données assez sûres	07/08/1829	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>

Identifiant	Intensités ressenties interpolées	Intensités interpolées par classes	Qualité du calcul	Fiabilité de la donnée observée SisFrance	Date du séisme	Services
26	2.86	III	calcul peu précis	données assez sûres	23/11/1830	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
27	3.01	III	calcul peu précis	données assez sûres	05/07/1841	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
28	4.15	IV	calcul précis	données assez sûres	29/07/1846	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
29	2.95	III	calcul précis	données assez sûres	25/07/1855	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
30	4.04	IV	calcul précis	données très sûres	01/11/1869	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
31	3.97	IV	calcul précis	données très sûres	10/02/1871	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
32	3.08	III	calcul peu précis	données assez sûres	08/10/1877	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
33	3.49	III-IV	calcul précis	données assez sûres	26/08/1878	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
34	3.67	III-IV	calcul peu précis	données assez sûres	22/07/1881	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
35	3.78	IV	calcul précis	données assez sûres	18/11/1881	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
36	2.87	III	calcul précis	données assez sûres	07/06/1886	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
37	4.33	IV-V	calcul peu précis	données très sûres	23/02/1887	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
38	2.99	III	calcul peu précis	données assez sûres	01/07/1893	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
39	3.05	III	calcul précis	données assez sûres	26/05/1910	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
40	4.13	IV	calcul très précis	données assez sûres	16/11/1911	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
41	3.1	III	calcul très précis	données assez sûres	20/07/1913	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
42	2.96	III	calcul précis	données assez sûres	12/12/1924	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
43	3.26	III-IV	calcul précis	données assez sûres	05/01/1926	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
44	3.32	III-IV	calcul précis	données assez sûres	21/02/1933	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
45	3.57	III-IV	calcul très précis	données assez sûres	08/02/1933	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
46	3.13	III	calcul très précis	données assez sûres	30/12/1935	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
47	3.32	III-IV	calcul très précis	données assez sûres	30/12/1935	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
48	3.85	IV	calcul précis	données assez sûres	28/05/1943	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
49	4.07	IV	calcul précis	données très sûres	02/05/1943	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
50	2.91	III	calcul précis	données assez sûres	14/04/1947	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>

Identifiant	Intensités ressenties interpolées	Intensités interpolées par classes	Qualité du calcul	Fiabilité de la donnée observée SisFrance	Date du séisme	Services
51	3.18	III	calcul précis	données assez sûres	07/06/1948	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
52	4.09	IV	calcul précis	données assez sûres	06/06/1948	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
53	3.98	IV	calcul précis	données assez sûres	14/03/1951	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
54	3.67	III-IV	calcul très précis	données assez sûres	24/02/1952	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
55	3.52	III-IV	calcul précis	données assez sûres	23/03/1960	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
56	4.69	IV-V	calcul précis	données assez sûres	13/05/1960	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
57	3.52	III-IV	calcul précis	données incertaines	28/04/1961	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
58	2.87	III	calcul précis	données assez sûres	14/03/1964	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
59	2.94	III	calcul très précis	données assez sûres	23/02/1970	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
60	5.31	V-VI	calcul précis	données assez sûres	22/01/1970	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
61	2.76	III	calcul précis	données très sûres	16/12/1977	
62	3.19	III	calcul très précis	données très sûres	03/09/1978	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
63	3.34	III-IV	calcul précis	données assez sûres	16/07/1980	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
64	3.92	IV	calcul précis	données très sûres	22/07/1980	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
65	2.84	III	calcul précis	données assez sûres	08/11/1983	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
66	2.85	III	calcul très précis	données assez sûres	13/04/1992	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
67	3.78	IV	calcul très précis	données très sûres	05/01/1998	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
68	3.5	III-IV	calcul très précis	données assez sûres	16/03/2001	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
69	4.03	IV	calcul très précis	données assez sûres	21/06/2001	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
70	3	III	calcul très précis	données assez sûres	22/02/2003	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
71	3.13	III	calcul précis	données assez sûres	05/12/2004	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>
72	2.9	III	calcul très précis	données incertaines	22/09/2005	<a href="#">Lien fiche SisFrance</a>

*Liste des séismes historiques potentiellement ressentis sur la commune de Farébersviller.*



## Annexe 11 :

# Cartographie des indices de glissements et des facteurs aggravants

Les indices et facteurs aggravants ont été utilisés pour ajuster la susceptibilité aux glissements de terrains ainsi que l'intensité des glissements attendus.

### a) *Ajustement de la susceptibilité*

La présence de facteurs aggravants peut augmenter la probabilité d'apparition d'un glissement de terrain. Il s'agit ici de la présence de zones humides ou de sources non captées, permanentes ou temporaires ainsi que des talwegs (zone d'accumulations des eaux de ruissellement).

La position topographique des facteurs a été jugée comme pertinente pour caractériser l'impact de ce dernier sur la stabilité d'un versant. En effet une zone humide présente en pied de versant n'aura pas le même impact sur sa stabilité que si elle est présente en haut de versant. La surface affectée par un facteur a également été utilisée pour les classer en terme d'importance afin de discriminer les facteurs ne pouvant avoir une incidence que très locale de ceux augmentant la susceptibilité d'un versant entier.

Afin d'explicitier, dans les grandes lignes, la manière dont les facteurs aggravants ont été pris en compte, un classement, basé sur des seuils empiriques, a été réalisé en leur attribuant un niveau d'importance :

- Nul : tout indice affectant une zone de moins de 500m<sup>2</sup> ou caractérisée par des pentes inférieures à 10 % ;
- Faible :
  - Tout indice dont la présence n'est que supposée et ne correspondant pas à un indice d'importance nulle ;
  - Tout indice affectant une zone comprise entre 500 m<sup>2</sup> et 1ha ou caractérisée par des pentes comprises entre 10 et 20 % ;
  - Les zones humides permanentes localisées en pied de versant ;
- Modéré :
  - Tout indice affectant une zone de plus de 1 ha et ne correspondant pas à un indice d'importance nulle ou faible ;
  - Talwegs, sources temporaires ou permanentes ainsi que les zones humides temporaires s'ils sont localisés sur des pentes de 20 à 30 % ;
  - Les zones humides permanentes localisées en partie haute de versant sur des pentes de 20 à 30 % ;
- Élevé : tout indice affectant des zones caractérisées par des pentes de plus de 30 % et ne correspondant pas à un indice d'importance nulle ou faible.

Importance de l'indice ou du facteur	Prise en compte	Susceptibilité		
		Faible	Moyenne	Forte
nulle	non			
faible	oui	X (si le secteur était en susceptibilité nulle)		
modéré	oui		X (si le secteur était en susceptibilité faible ou nulle)	
élevé	oui		X (si le secteur était en susceptibilité faible ou nulle)	X (si le secteur était en susceptibilité moyenne)

L'ajustement de la susceptibilité a été, le plus souvent, effectué à l'échelle de la zone affectée par le facteur aggravant, parfois à l'échelle d'un versant, mais jamais interpolé sur l'ensemble de la combinaison litho-pente affectée.

La cartographie présentée en Illustration 22 tient compte des éventuels ajustements réalisés selon la méthodologie explicitée ci-dessus.

### **b) Caractérisation de l'intensité**

Les phénomènes historiques, l'étendue et le type d'indices de glissement ont été pris en compte dans cette étude afin d'estimer l'intensité des phénomènes pouvant survenir. Fautes de données précises sur les épaisseurs de terrains déstabilisés, les surfaces impactées par les indices de glissements ont été utilisées comme paramètre pour caractériser qualitativement l'intensité attendue. Les indices cartographiés ont donc été classés en fonction du niveau d'intensité dont ils sont représentatifs.

Les différents seuils utilisés pour caractériser les différents niveaux d'intensité ont été établis empiriquement.

### **Phénomènes historiques et glissements de terrain actuels**

Les indices d'instabilité gravitaire caractéristiques de glissements profonds ont été classés en trois niveaux d'intensité :

- Faible : attribué à l'ensemble des glissements supposés (lorsqu'un doute subsiste sur l'origine du désordre observé) ;
- Modéré : attribué aux glissements avérés inférieurs à 50 m<sup>2</sup>, soit une petite maison ;
- Élevé : attribué aux glissements avérés supérieur à 50 m<sup>2</sup>.

### **Indices de glissements de terrain peu profonds**

Pour ce qui est des indices pouvant témoigner d'un glissement de terrain de faible profondeur (reptation, solifluxion...), deux niveaux d'intensité ont été déduits en fonction de la surface qu'ils affectent et du type d'indice :

- Les arbres pipés, dont l'origine peut être multiple (bouturage, type et âge des arbres, cicatrisation) ne sont jugés pertinents que s'ils sont associés à d'autres facteurs ou généralisés sur l'ensemble d'une zone géomorphologique homogène (lithologie et topographie similaire). Ces indices traduisent souvent des glissements peu profonds, ainsi, ils peuvent être de caractéristiques de deux niveaux d'intensité :
  - Très faible : moins de 1 tous les 5 m (ou <10 par 100 m<sup>2</sup>), témoignant de la présence éventuelle de plusieurs petites zones localement déstabilisées, sans que cela soit généralisé sur le versant ;
  - Faible : plus de 1 tous les 5 m (ou >10 par 100 m<sup>2</sup>), témoignant d'une zone globalement déstabilisée, pouvant se généraliser à tout ou partie d'un versant ;
- Le moutonnement, ne s'observe pas en secteur urbanisé et peut avoir des origines multiples (anthropisation, animaux, végétation). Il s'agit le plus souvent de glissements superficiels, deux niveaux d'intensité ont été retenus en fonction de leur étendue :
  - Très faible : le moutonnement affecte une surface inférieure à 1 ha, soit environ une parcelle agricole ;
  - Faible : le moutonnement affecte une surface supérieure à 1 ha.

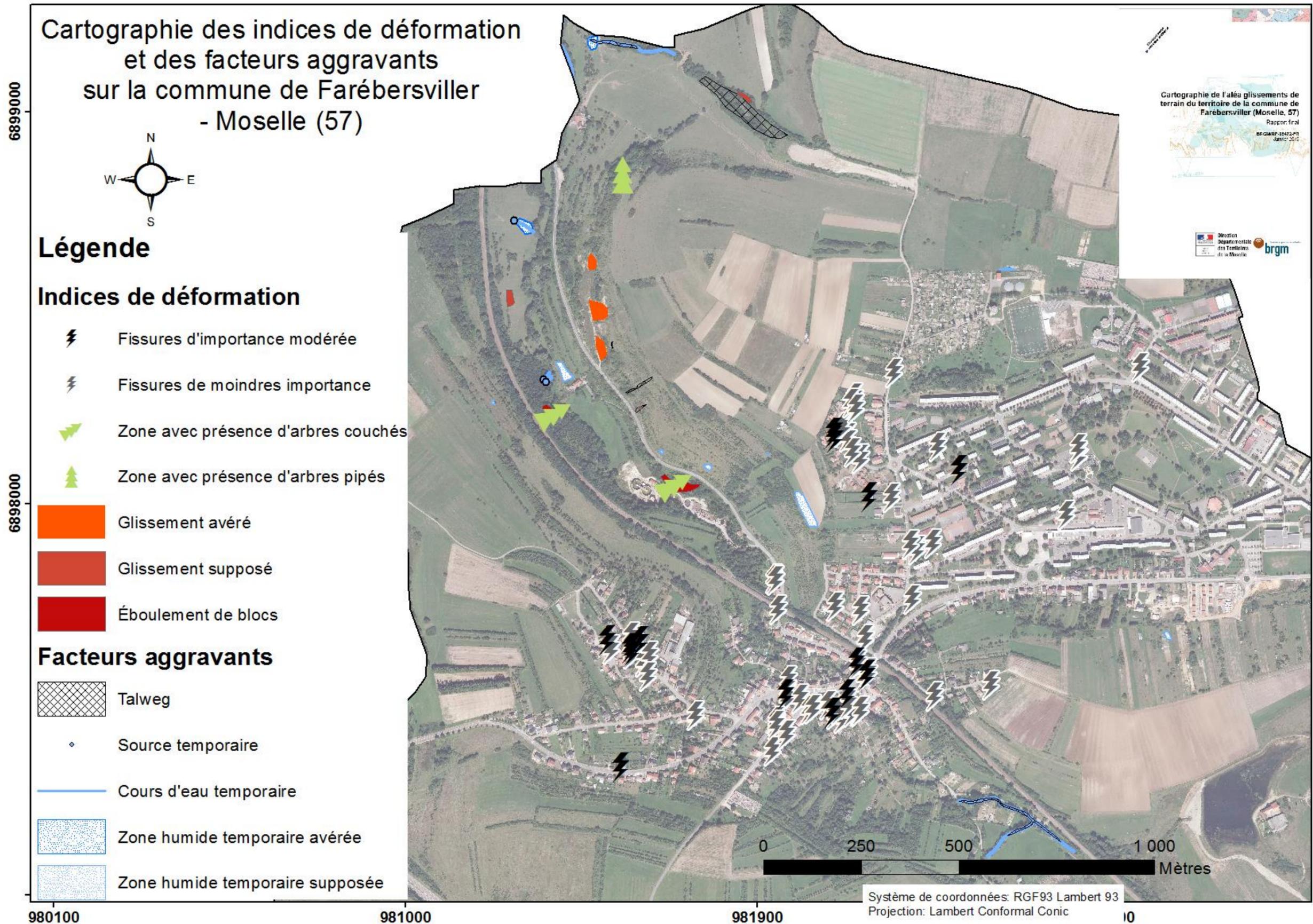
Les indices ont ainsi été jugés représentatifs du niveau d'intensité de la zone qu'ils affectent, et l'intensité a été ajustée, localement, en conséquence.

### ***c) Remarques concernant la prise en compte des indices de glissement et des facteurs aggravants***

Dans le cas d'un réajustement de la susceptibilité ou de l'intensité, l'étendue de la zone affectée par ce réajustement pourra tenir compte des caractéristiques géomorphologiques des terrains. Ainsi, dans le cas d'un indice affectant une combinaison litho-pente donnée, l'incrémentation résultante pourra être appliquée à l'ensemble des terrains montrant les mêmes caractéristiques topologiques (pente) et géologiques. L'étendue de la zone ainsi ajustée pourra être également estimée en fonction des résultats de l'expertise de terrain.

Bien que les règles d'incrémentations précitées s'appliquent dans la plupart des cas, elles pourront également être reconsidérées localement en fonction des résultats de l'expertise de terrain.







## Annexe 12 :

# Cartographie de l'aléa final

## Détail des traitements géomatiques

### Zones tampons

L'étendue maximale des terrains pouvant être affectés par d'éventuels phénomènes de glissement a été prise en compte via l'application de zones tampons. Ces zones tampons ont été appliquées en limite de zones d'aléas différents. Ce tampon correspond à une zone de sécurité au sommet et au pied de versant, ainsi que latéralement, afin de prendre en compte, en amont, l'aire d'entraînement des matériaux, en aval, l'aire de propagation des matériaux et, latéralement, la possible extension du phénomène. L'étendue potentielle de la propagation étant plus limitée dans les zones d'aléa faible que celles en aléa fort, les valeurs des tampons sont dégressives en fonction de l'aléa associé. Les différents seuils ont été établis sur retour d'expérience du BRGM dans les mêmes contextes géologiques.

Ainsi, un tampon a été appliqué sur une largeur de :

- 20 m autour des zones d'aléa de niveau fort ;
- 10 m autour des zones d'aléa de niveau moyen ;
- 5 m autour des zones d'aléa de niveau faible.

Ces valeurs ont été établies empiriquement en tenant compte des cas les plus défavorables afin d'être le plus sécuritaire possible.

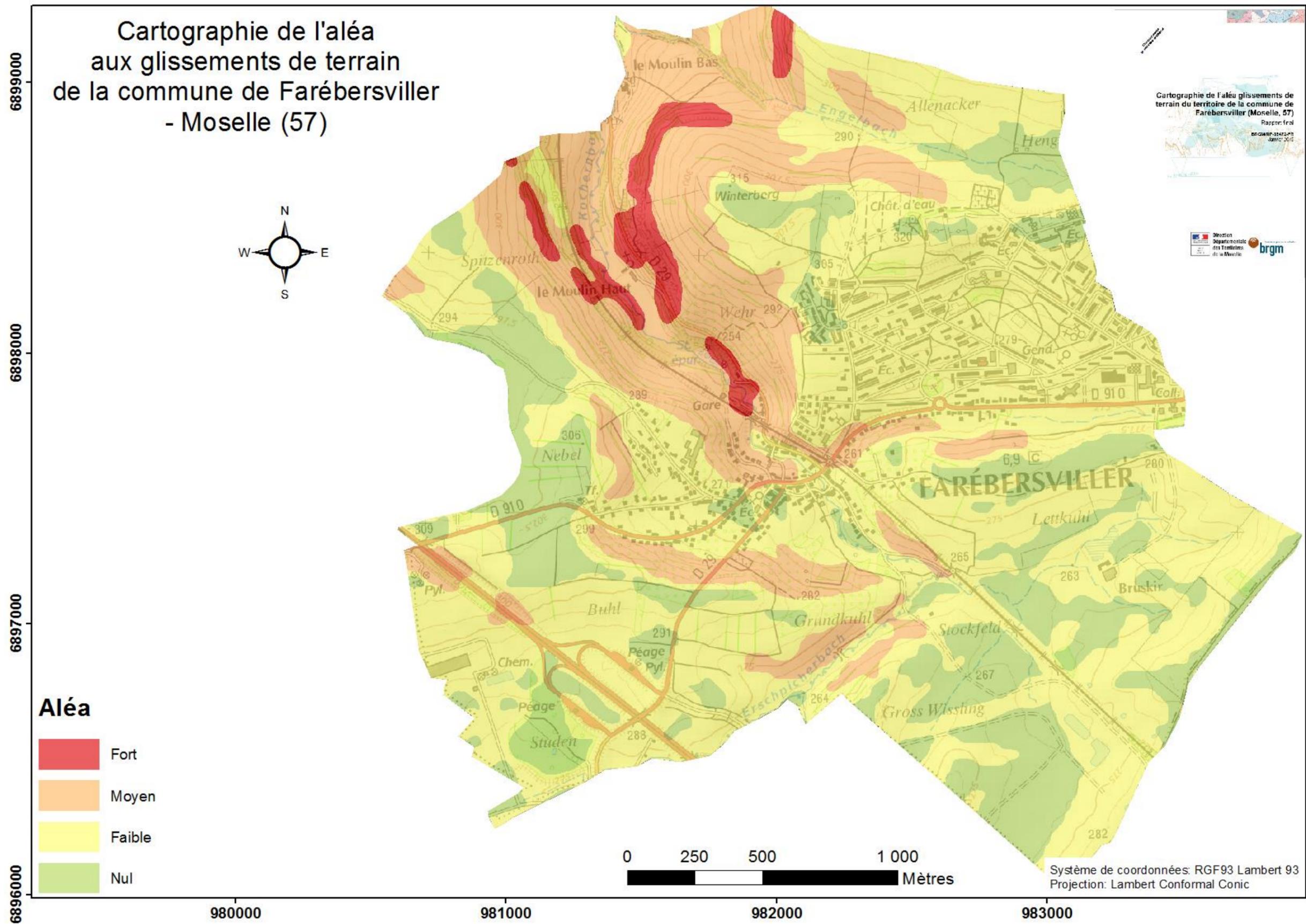
### Simplification et lissage

Lors des différents croisements SIG effectués, un certain nombre de micropixels et de découpages « dentelés » (dus aux bords de pixels) ont été créés. Une simplification et un lissage ont été effectués afin de supprimer ces artefacts et ces zones non représentatives.

Ainsi, les enclaves d'un niveau d'aléa donné, d'une largeur inférieure à 25 m, ou d'une aire inférieure à 625 m<sup>2</sup> (soit la taille d'un pixel), englobées dans un aléa d'un niveau supérieur, ont été rattachées au niveau d'aléa supérieur, au titre du principe de précaution. Dans les secteurs caractérisés en aléa Nul, les zones d'aléa Faible dont l'étendue est inférieure à la résolution finale souhaitée ont été rattachées à l'aléa Nul environnant. En effet, vu leur étendue limitée, l'intensité et la propagation attendue dans ces zones sont très faibles et les glissements potentiels ne sont pas susceptibles d'affecter l'intégrité des constructions.

De même les limites d'aléa, souvent pixélisées suite aux croisement SIG, ont été lissées, en utilisant un algorithme de lissage de type PAEK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel, approximation polynomiale avec noyau exponentiel) par soucis d'homogénéisation.



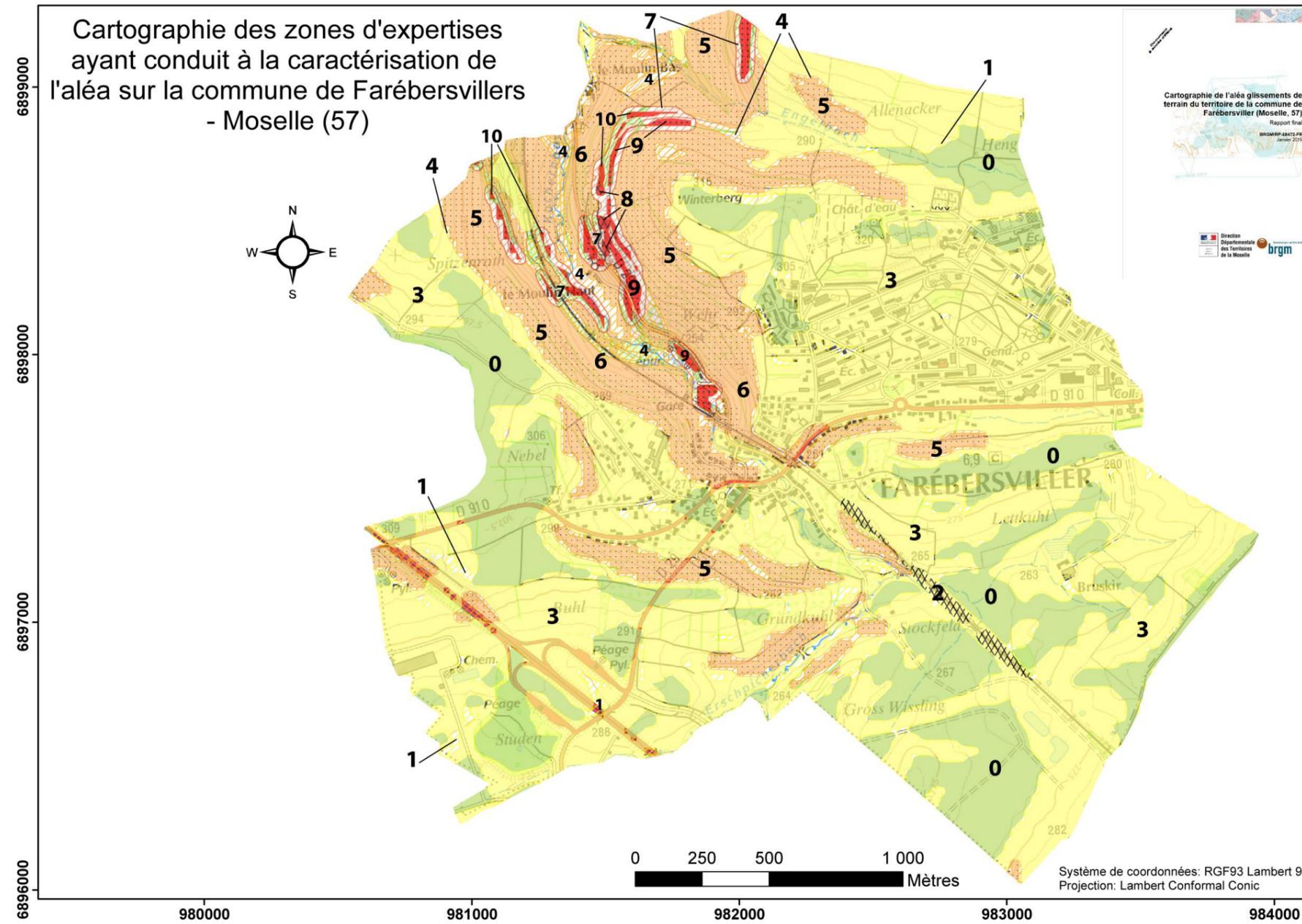




## **Annexe 13 :**

### **Localisation et description des zones d'expertises ayant permis la caractérisation de l'aléa aux glissements de terrain**





Zones	Pentes	Susceptibilité	Intensité	Observation	Aléa
0	0 à 5%		Nulle		Nul
1				Tampon/simplification	Faible
2	10 à 20%	Faible	Faible	Talus localisé	Faible
3	5 à 30%	Faible	Faible		Faible
4				Tampon/simplification	Moyen
5	10 à 50%	Faible	Moyenne		Moyen
6	20 à 30%	Moyenne	Moyenne		Moyen
7				Tampon/simplification	Fort
8	< à 20%	Faible	Forte	Glissement avéré	Fort
9	< à 30%	Moyenne	Forte		Fort
10	< à 50%	Fort	Fort		Fort



## **Planche hors texte :**

**Cartographie de l'aléa final relatif aux mouvements de terrain, au format A0**







Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemain - BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale Grand Est**  
1, avenue du Parc de Brabois  
54500 – Vandœuvre-lès-Nancy – France  
Tél. : 03 83 44 81 49