



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

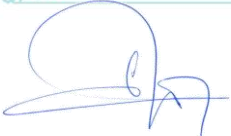

Rapport final

BRGM/RP-71969-FR

Version 0 du 19 octobre 2022

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM

Léval Alix, Rabin Mickael

Vérificateur :		Approbateur :	
Nom :	B. Colas	Nom :	N. KOEBERLE
Fonction :	Ingénieur géotechnicien	Fonction :	Directeur régional Grand Est
Date :	15/09/2022	Date :	17/10/2022
Signature :		Signature :	

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

Contact : qualite@brgm.fr



**Direction
Départementale
des Territoires
de la Moselle**

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctq> ou par ce code :



Mots clés : Cartographie d'aléa, glissement de terrain, Moselle, Amnéville, Hagondange, Marange-Silvange

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

Léval Alix, Rabin Mickael (2022) – Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange. Rapport final V0. BRGM/RP-71969-FR, 125 p., 64 ill, 4 ann., 4 cartes hors-texte.

© BRGM, 2022, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-20/01/2022

Synthèse

La commune d'Amnéville a fait l'objet de plusieurs glissements de terrain au sein du versant en amont du cimetière et du lotissement de l'Orée du Bois. Le glissement de terrain le plus récent apparu en 2016 à proximité des glissements anciens (parcelles 213, 214 et 215) a fait l'objet d'une reprise de mouvements durant l'hiver 2018-2019 qui a conduit à évacuer les habitations situées sur ces 3 parcelles.

D'un point de vue géologique, les glissements de terrain affectent les marnes du Domérien (Lias moyen) qui forment le soubassement de la butte du Bois de Coulange. Cette butte s'étend sur trois communes : Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange. Les versants présents au sud-ouest de la commune de Marange-Silvange sont composés des marnes du Toarcien, appelées schistes cartons, connus également pour leur très forte sensibilité aux glissements de terrain.

Le BRGM a été mandaté par la DDT de Moselle (57) pour évaluer et cartographier l'aléa lié à ce phénomène sur les trois communes : Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange, à l'échelle du 1 : 5 000^{ème}.

La cartographie de l'aléa aux glissements de terrain suit les orientations de la méthode en cours de développement au niveau national (groupe de travail MEZAG pour le Ministère de la Transition Energétique, DGPR) adaptée au contexte lorrain des côtes du Dogger.

Pour chaque secteur lithologiquement et morphologiquement homogène, la carte résultante représente le niveau d'aléa le plus fort issu de l'étude de la probabilité d'occurrence des phénomènes d'intensité faible, moyenne et forte. Par exemple, si en un point donné, la probabilité d'occurrence des glissements d'intensité faible, moyenne et forte présentent respectivement un aléa faible, un aléa nul et un aléa nul, alors le niveau d'aléa retenu en ce point sera l'aléa faible (le plus élevé des 3 niveaux).

La zone d'étude représente une superficie de 26,5 km², et les données cadastrales issues du PCI d'avril 2022 recensent un total de 16916 bâtiments répartis avec 5695 bâtiments sur la commune d'Amnéville, 6733 bâtiments sur la commune d'Hagondange et 4488 bâtiments sur la commune de Marange-Silvange.

Les niveaux d'aléa caractérisés se répartissent comme suit :

- Aléa Nul : 14 km² (52,7 %). Il s'agit des zones de fond de vallées sur chacune des communes ainsi que des zones plates de plateaux calcaires (sur la commune de Marange-Silvange) et des plateaux argileux des buttes localisées sur les 3 communes. La majeure partie des zones urbanisées des communes d'Amnéville et Hagondange sont localisées au sein de zone d'aléa nul. Environ un tiers de la zone urbanisée de Marange-Silvange est situé en zone d'aléa nul ;
- Aléa Faible : 5,4 km² (20,3 %). Il s'agit de la bordure de plateau calcaire sur la commune de Marange-Silvange, ainsi que des hauts et bas de versants argileux à pente très douce localisés sur les 3 communes. Un talus localisé situé dans la plaine alluviale de la Moselle sur la commune d'Amnéville est également concerné par de l'aléa faible. La majeure partie de la zone urbanisée de Marange-Silvange est comprise dans un niveau d'aléa faible ;

- Aléa Moyen : 6,6 km² (24,7 %). Cet aléa concerne les zones de pentes douces à fortes dans les versants argileux. Il s'agit des versants intermédiaires argileux de la vallée de Marange-Silvange, des versants doux des collines argileuses localisés sur les trois communes, ainsi que du versant nord de la colline du Bois de Coulange situé sur la commune d'Amnéville. Une partie de talus localisé située dans la plaine alluviale sur la commune d'Amnéville est également concernée par de l'aléa moyen. Un peu moins d'un tiers de la zone urbanisée de la commune de Marange-Silvange est située au sein d'un niveau d'aléa moyen ;
- Aléa Fort : 0,4 km² (1,6 %). Il s'agit du secteur déstabilisé sur le versant nord de la colline du Bois de Coulange sur la commune d'Amnéville, ainsi que des zones de fortes pentes localisées en haut de versant de la vallée de Marange-Silvange. Une partie de talus localisé située en fond de vallée sur la commune d'Amnéville est également concernée par de l'aléa fort. Aucune zone urbanisée de la commune d'Hagondange est concernée par ce niveau d'aléa. Sur la commune d'Amnéville, quelques bâtis localisés au niveau du lotissement de l'Orée du Bois sont concernés par de l'aléa fort ainsi que quelques bâtis de la commune de Marange-Silvange ;
- Non expertisé : 0,2 km² correspondant à un secteur en perpétuelle évolution, il s'agit de la carrière de Jaumont, en activité au sud-ouest de la commune de Marange-Silvange.

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. OBJET DE L'ETUDE.....	11
1.2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE.....	12
1.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE	12
1.3.1. Généralités.....	12
1.3.2. Description des formations géologiques du substratum.....	13
1.3.3. Description des formations superficielles.....	17
1.3.4. Aspects structuraux.....	18
1.4. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	18
1.5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	19
2. Collecte et structuration des données.....	23
2.1. ARCHIVES DU BRGM	23
2.2. ENQUÊTE AUPRÈS DES MAIRIES	23
2.3. BASE DE DONNEES DU SOUS-SOL (BSS)	24
2.4. BASE DE DONNEES MOUVEMENTS DE TERRAIN (BDMVT).....	25
3. Cartographie de l'aléa « glissement de terrain »	27
3.1. METHODOLOGIE.....	27
3.1.1. Principe général	27
3.1.2. Terminologie	28
3.1.3. Grandes étapes.....	31
3.2. MISE EN APPLICATION	34
3.2.1. Préparation des données lithologiques.....	34
3.2.2. Inventaire des glissements de terrain	37
3.2.3. Cartographie géomorphologique	47
3.2.4. Caractérisation de la susceptibilité au glissement de terrain.....	65
3.2.5. Caractérisation de l'intensité	72
3.2.6. Caractérisation de l'aléa au glissement de terrain	81
3.3. Répartition des glissements et indices de mouvements connus par intensité et niveau d'aléa	89
4. Conclusion	91
5. Limites des cartes et illustrations et échelle de restitution.....	95
6. Bibliographie	97

Liste des figures

Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude	12
Illustration 2 : Colonne lithostratigraphique des formations présentes sur la zone d'étude	13
Illustration 3 : Extrait de la carte géologique harmonisée à l'échelle du 1/50 000ème du département de la Moselle sur la zone d'étude (source BRGM) – Légende en Illustration 4	14
Illustration 4 : Légende de la carte géologique harmonisée.....	14
Illustration 5 : Cartographie des unités hydrogéologiques de la zone d'étude (source BDLISA – eau France)	19
Illustration 6 : Cartographie des grands ensembles morphologiques et repères hydrologiques	21
Illustration 7 : Cartographies des sondages issus de la base de données du sous-sol (BSS) et des rapports bibliographiques	25
Illustration 8 : Organigramme de synthèse de la méthode de caractérisation de l'aléa au glissement de terrain.....	33
Illustration 9 : Reclassification des ensembles lithostratigraphiques en ensemble lithologique à l'échelle régionale et communale (en gras : les faciès présent à l'échelle des communes)	36
Illustration 10 : Correspondance entre les ensembles géologiques communaux et les ensembles lithologiques des formations superficielles	37
Illustration 11 : Tableau des ensembles lithologiques régionaux (notés en gras ceux présents sur la zone d'étude)	38
Illustration 12 : Localisation des glissements et indices de déstabilisation inventoriés sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange	40
Illustration 13 : Photographies du glissement de terrain n°3 présentant des niches d'arrachements, des bourrelets de pied et un indice de vide.....	41
Illustration 14 : Localisation des inclinomètres et reports, sur coupe schématique du secteur, des profondeurs de ruptures interprétées par Compétence Géotechnique (extrait du rapport BRGM de 2019 – RP-69278-FR).....	43
Illustration 15 : Coupe schématiques représentant deux niveaux de ruptures supposés (extrait du rapport BRGM de 2019 – RP-69278-FR)	43
Illustration 16 : Photographie d'un glissement superficiel (n°4)	44
Illustration 17 : Photographies de l'indice indirect de mouvement de terrain (n°6) : nombreux arbres penchés ou pipés.....	44
Illustration 18 : Photographie d'un glissement superficiel (n°12) affectant un talus sur la commune d'Hagondange	45
Illustration 19 : Photographie du glissement profond (n°16) affectant un talus routier	46
Illustration 20 : Photographie d'un glissement superficiel ancien (n°17) affectant un talus localisé.....	46
Illustration 21 : Affleurement de calcaires massifs observés au sein de la zone d'étude	47
Illustration 22 : Calcaires mal stratifiés à débit grossier (à gauche) et à débit en plaquette (à droite)	48
Illustration 23 : Cartographie des unités lithologiques constituant le substrat	49

Illustration 24 : Profils verticaux au sein des formations de crassier présentant des sables indurés	50
Illustration 25 : Profil vertical au sein d'une formation de crassier présentant un aspect induré	50
Illustration 26 : Etude diachronique des photographies aériennes anciennes dans le secteur de crassier à Amnéville et report des limites cartographiques des ensembles géomorphologiques de crassier et de la localisation des photographies de l'illustration 24 (source des photographies aériennes : https://remonterletemps.ign.fr)	51
Illustration 27 : Affleurement de colluvions observé sur la zone d'étude	52
Illustration 28 : Cartographie des unités lithologiques des formations superficielles	54
Illustration 29 : Cartographie des épaisseurs mobilisables et localisation des sondages issus de la BSS et de la bibliographie.....	55
Illustration 30 : Sigles et nomenclatures attribués à chaque ensemble géomorphologique.....	56
Illustration 31 : Tableau résumant les caractéristiques principales des ensembles géomorphologiques.....	57
Illustration 32 : Diagramme en boîte illustrant les quartiles Q25, Q50 et Q75 d'un profil topographique	57
Illustration 33 : Cartographie des ensembles géomorphologiques homogènes identifiés sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange (Légende complète en Illustration 34).....	64
Illustration 34 : Légende complète de la cartographie des ensembles géomorphologiques	65
Illustration 35 : Echelle de classification de la sensibilité au glissement de terrain.....	66
Illustration 36 : Hiérarchisation de la sensibilité des ensembles lithologiques présents dans les côtes du Dogger dans la région Grand Est (notés en gras celle présentes sur la zone d'étude).....	66
Illustration 37 : Critères de caractérisation lithologique et hiérarchisation de leur sensibilité au glissement de terrain	67
Illustration 38 : Comparaison de la sensibilité lithologique entre lithologies régionales et communales.....	68
Illustration 39 : Sensibilité lithologique communale des formations mobilisables	68
Illustration 40 : Hiérarchisation de la sensibilité géomorphologique au glissement de terrain des différents ensembles communaux	70
Illustration 41 : Glissements de terrain localisés sur les versants de marnes feuilletées sur les communes limitrophes (en vert) et inventaire des glissements de terrain au sein de la zone d'étude (en rouge) sur fond de carte géologique imprimée au 1 :50 000 ^{ème}	71
Illustration 42 : Nombre de glissements de terrain et indices d'instabilité par ensemble géomorphologique et susceptibilité au glissement de terrain par ensemble géomorphologique	72
Illustration 43 : Exemple d'échelle d'intensité (guide méthodologique (1999), COTECH et retour d'expérience du BRGM)	73
Illustration 44 : Hiérarchisation des ensembles géomorphologiques par niveau d'intensité maximale connue. Aucun indice n'a été cartographié pour 19 des 28 ensembles géomorphologiques reconnus (nc = non connue).....	74
Illustration 45 : Répartition des glissements et indices de déstabilisation cartographiés par niveau d'intensité	75

Illustration 46 : Description des paramètres définissant géométrie du glissement (modifié depuis Domej et al., 2020).....	77
Illustration 47 : Représentation schématique du ratio entre les paramètres des dimensions reliées (Domej et al., 2020) (la moyenne des quatre valeurs de ratio est utilisée : $H/D=5,78$).....	77
Illustration 48 : Exemple d'échelle d'intensité (guide méthodologique (1999), COTECH et retour d'expérience du BRGM).....	77
Illustration 49 : Schéma conceptuel résumant l'approche géométrique utilisée pour estimer la profondeur maximale possible d'un glissement de longueur et d'angle de pente connu. Le niveau d'intensité correspondant à chaque profondeur tel que défini sur l'illustration 48, est représenté par les couleurs rouge (forte), orange (moyenne) et jaune (faible). Et détermination des seuils de pente en fonction des intensités moyenne et forte (SpM et SpF)	78
Illustration 50 : Caractérisation de l'intensité maximale possible par ensemble géomorphologique	79
Illustration 51 : Caractérisation de l'intensité maximale possible par ensemble de talus localisé.....	80
Illustration 52 : Caractérisation de l'intensité maximale retenue (de référence) par comparaison des intensités maximales connues et possibles	81
Illustration 53 : Diagramme en boîte représentant la comparaison entre le seuil SpM et le percentile Q25.....	82
Illustration 54 : Table des probabilités d'occurrences par niveau d'intensité.....	83
Illustration 55 : Tableau présentant les paramètres de construction des scénarios de probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée	84
Illustration 56 : Matrice de définition de l'aléa.....	85
Illustration 57 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain de niveau d'intensité faible	86
Illustration 58 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain de niveau d'intensité moyen... ..	86
Illustration 59 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain de niveau d'intensité fort	87
Illustration 60 : Définition de l'aléa pour chaque ensemble géomorphologique.....	88
Illustration 61 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange.....	89
Illustration 62 : Répartition de la densité de glissements et indices de mouvement en fonction du niveau d'aléa et selon leur intensité	90
Illustration 63 : Statistiques des zones d'aléas cartographiées sur la commune d'Amnéville....	92
Illustration 64 : Statistiques des zones d'aléas cartographiées sur la commune de Hagondange	92
Illustration 65 : Statistiques des zones d'aléas cartographiées sur la commune de Marange-Silvange.....	93
Illustration 66 : Cartographie des bâtiments par niveau d'aléa – Zoom sur le secteur de la butte du Bois de Coulange (sur photographies aériennes).....	94
Illustration 67 : Cartographie des bâtiments par niveau d'aléa – Zoom sur le secteur de la vallée de Marange-Silvange (sur photographies aériennes).....	94

Liste des annexes

Annexe 1	: Liste des documents collectés lors des recherches bibliographiques	99
Annexe 2	: Analyse de la BDMVT et localisation des mouvements retenus	105
Annexe 3	: Tableaux de synthèse des données issues de forages sélectionnés.....	109
Annexe 4	: Inventaire des glissements et indices de déstabilisation cartographiés sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange	113
Annexe 5	: Logigramme décisionnel utilisé pour la construction des scénarios d'événements.....	117
Annexe 6	: Cartographie de l'aléa glissement de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange	121

Cartes hors-texte

Cartographie de l'aléa glissement de terrain sur la commune d'Amnéville au 1/5 000^{ème}

Cartographie de l'aléa glissement de terrain sur la commune d'Hagondange au 1/5 000^{ème}

Cartographie de l'aléa glissement de terrain (partie Nord) sur la commune de Marange-Silvange au 1/5 000^{ème}

Cartographie de l'aléa glissement de terrain (partie Sud) sur la commune de Marange-Silvange au 1/5 000^{ème}

1. Introduction

1.1. OBJET DE L'ETUDE

La commune d'Amnéville a fait l'objet de plusieurs glissements de terrain au sein du versant en amont du cimetière et du lotissement de l'Orée du Bois.

Depuis 1916 des glissements de terrain répétés affectent certains secteurs de la commune d'Amnéville (cimetière, lotissement de l'Orée du Bois).

D'après les cartes géologiques, ces glissements de terrain affectent les marnes du Domérien (Lias moyen) qui forment le soubassement de la butte du Bois de Coulanges. Cette butte s'étend sur trois communes : Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange. Par ailleurs, les versants présents au sud-ouest de la commune de Marange-Silvange sont composés des marnes du Toarcien, appelées schistes cartons, connus pour leur très forte sensibilité aux glissements de terrain.

Dans ces contextes, la DDT et le BRGM ont engagé la réalisation d'une cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les trois communes : Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange, à l'échelle du 1/5 000^{ème}.

Les phénomènes de chutes de blocs, de retrait-gonflement, les affaissements et effondrements liés à la présence de cavités naturelles ou anthropiques tout comme les coulées de boues ne seront pas pris en compte dans cette étude.

Dans le cadre de PPRN, l'évaluation de l'aléa au glissement de terrain consiste à définir la probabilité d'occurrence d'un phénomène de type « glissement », d'intensité donnée, sur une période de référence de 100 ans. Pour ce faire, il est nécessaire de réaliser un levé lithologique détaillé des terrains présents sur le territoire à cartographier (les communes) et de les caractériser vis-à-vis de leur stabilité, qui dépend notamment des contextes morphologiques. Un inventaire des phénomènes de glissements de terrain connus ou des indices de déstabilisation observés est impératif afin de définir les scénarios de références (caractérisant les intensités de phénomènes redoutés). Cartographiquement, le croisement de la probabilité d'occurrence et du niveau d'intensité caractérise l'aléa en tout point du territoire.

L'évaluation de l'aléa, et notamment dans sa composante « probabilité d'occurrence », est basée sur l'expertise et demeure qualitative. Elle est basée sur les données disponibles au moment de la réalisation de la carte (aucune modélisation ou investigation géotechnique complémentaires notamment ne sont réalisées). Un modèle numérique de terrain (MNT) avec une résolution de 5 m a été utilisé dans le cadre de cette étude. Celui-ci permet d'identifier les variations de pentes et certains indices de glissement de terrain.

1.2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude est localisée à l'est du Bassin Parisien, entre Thionville au nord et Metz au sud (Illustration 1).

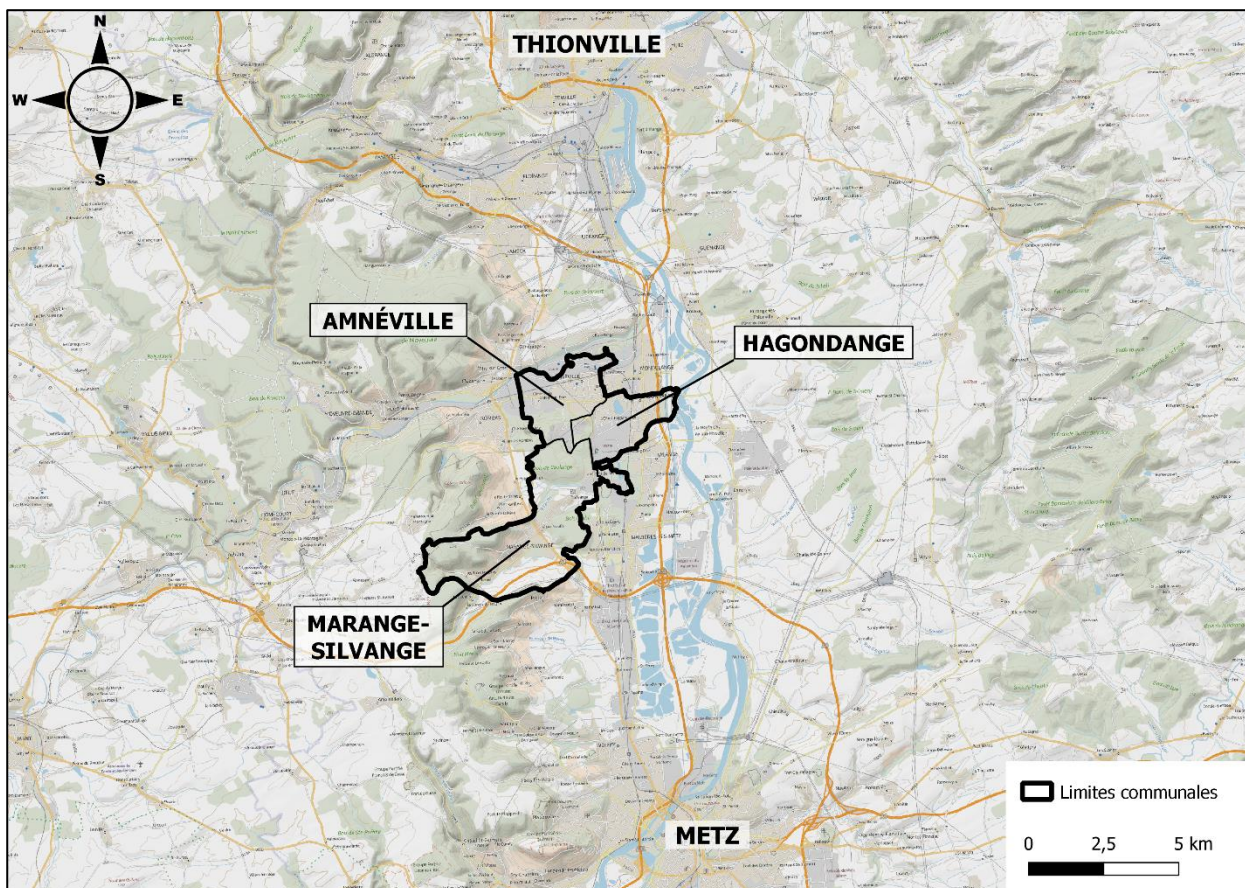


Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude

1.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

1.3.1. Généralités

Le sous-sol du territoire de la zone d'étude est constitué par une succession de couches de sédiments déposés par la mer à l'ère Secondaire (Mésozoïque), pendant la période du Jurassique, et plus précisément à l'époque du Lias (Jurassique inférieur) et du Dogger (Jurassique moyen), soit entre environ -186 et -168 millions d'années. Les formations du Lias, qui constituent le pied de la Côte de Moselle, et recouvrent la majeure partie de la zone d'étude sont essentiellement argileuses et marneuses. Les formations du Dogger, qui constituent le front et le revers de la côte (le plateau) sont calcaires (Illustration 2).

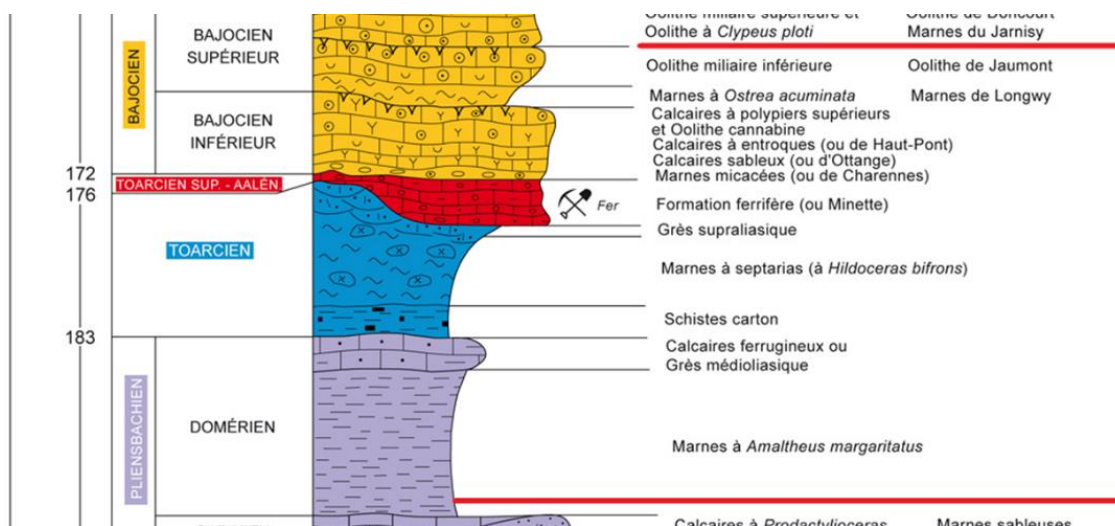


Illustration 2 : Colonne lithostratigraphique des formations présentes sur la zone d'étude

Le substratum est masqué en fond de vallée par les formations superficielles récentes. Ce sont les alluvions fluviales présentes dans la vallée de l'Orne au nord, dans la vallée de la Moselle à l'est ainsi que sur le plateau du Bois de l'Abbé. Ces dépôts alluvionnaires localisés dans des zones fortement urbanisés sont associés à des dépôts anthropiques de remblais. Des dépôts de crassiers sont également cartographiés au sein du territoire de la commune d'Amnéville.

1.3.2. Description des formations géologiques du substratum

Les formations géologiques issues de la carte géologique harmonisée à l'échelle du 1/50 000^{ème} du département de la Moselle sont présentées ci-après (Illustration 3 et Illustration 4).

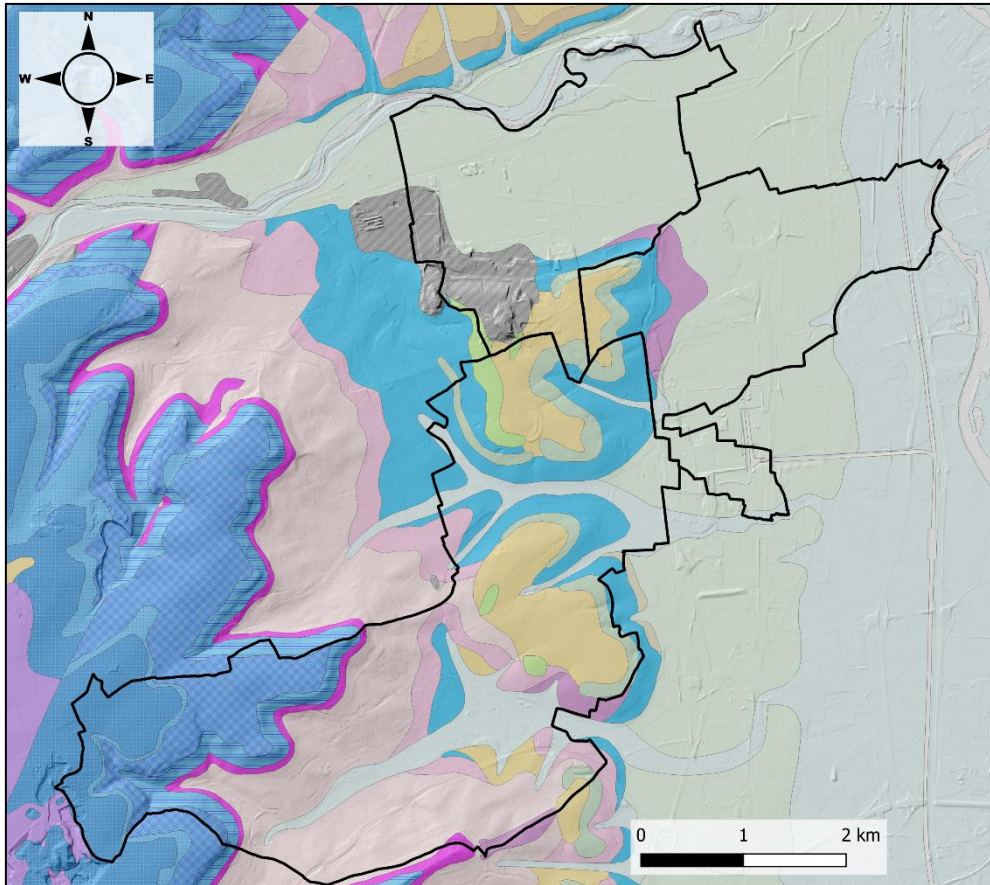


Illustration 3 : Extrait de la carte géologique harmonisée à l'échelle du 1/50 000ème du département de la Moselle sur la zone d'étude (source BRGM) – Légende en Illustration 4

Carte géologique harmonisée (1/50000ème)


















-  Remblais, déblais de mine, crassiers
-  Alluvions fluviales récentes à actuelles
-  Alluvions anciennes des basses terrasses (5 - 8m)
-  Alluvions anciennes des moyennes terrasses (30-35m)
-  Alluvions anciennes des très hautes terrasses (55-60m)
-  Alluvions très anciennes, résiduelles, des hautes terrasses (90-100m)
-  Dépôts de versants : éboulis, colluvions
-  Marnes de Longwy, Oolithe de Jaumont (Bajocien supérieur)
-  Limons des plateaux : couvertures limono-argileuses, limons d'altération sur formations argilo-silteuses
-  Calcaires gréseux à chailles (Calcaires siliceux de l'Orne, Calcaire gréseux de Valleroy) (Bajocien inférieur-supérieur)
-  Calcaires récifaux à polypiers (Bajocien inférieur)
-  Marnes micacées, calcaires sableux, calcaire à entroques, calcaires à polypiers (Bajocien inférieur indifférencié)
-  Formation ferrifère oolithique ("Minette de Lorraine") (Toarcien supérieur-Aalénien)
-  Argiles bitumineuses ("Schistes cartons"), marnes à septaria, argiles sableuses ("Grès superliasiques") (Toarcien indifférencié)
-  Marno-calcaires gréseux à Pleuroceras spinatum ("Grès médioliasiques") (Domérien supérieur)
-  Marnes à Amaltheus margaritatus (Domérien inférieur)
-  Réseau hydrologique

Illustration 4 : Légende de la carte géologique harmonisée

Les descriptions suivantes sont issues des cartes géologiques de BRIEY et UCKANGE et de leurs notices, ainsi que de la carte géologique harmonisée du département de la Moselle et de son rapport associé. Cette description respecte la succession des formations géologiques rencontrées au substratum, des plus anciennes aux plus récentes.

Les descriptions suivantes sont regroupées selon les ensembles stratigraphiques de la carte géologique harmonisée, et non pas par ensemble lithologique (même nature de sol). Ils regroupent régulièrement plusieurs lithologies différentes qui sont décrites dans les paragraphes afférents mais seront bien séparés lors de la description des terrains reconnus in situ.

La description des ensembles lithologiques communaux observés sur le terrain est détaillée en section 3.2.3.a) et 3.2.3.b).

a) Jurassique inférieur (Lias)

1) Marnes à *Amaltheus margaritatus* et grès médioliasique (Domérien)

Cette série est représentée par 100 m (au nord de Metz) à 180m (au sud de Thionville) de marnes à niveaux à septaria, à ovoïdes et à nodules calcaires. La faune présente est caractérisée par des ammonites pyrriteuses (*Amaltheus margaritatus*, *Lytoceras fimbriatum*).

Au-dessus, les grès médioliasiques sont représentés par environ 15m de marnes s'enrichissant en niveau gréseux au sommet. Les dix premiers mètres sont constitués de marnes à *Pleuroceras spinatum* et les 5 derniers mètres sont caractérisés par des marnes sableuses à bancs de grès argileux et friables bleus et jaune sales à l'altération (*Pecten aequivalis*).

Lithologies principales : marne (33 % < CO₃ < 66 %), marne sableuse, marne bioclastique

Altération : Ces marnes et marnes gréseuses s'altèrent en argiles ou argiles sableuses, dont l'épaisseur peut atteindre autour de 4m sur les versants.

2) Argiles bitumineuses ("Schistes cartons"), marnes à septaria, argiles sableuses ("Grès supraliasiques") (Toarcien indifférencié)

À la base de cette série, les schistes cartons ont une épaisseur de 15 à 20 m. Il s'agit de marnes bitumineuses noires ou grises, indurées, qui gonflent et acquièrent une schistosité marquée par altération météoritique, du fait de leur surconsolidation, ce qui leur confère des caractéristiques géotechniques très médiocres.

Au-dessus se situe l'ensemble des marnes à septaria et argiles sableuses (« Grès supraliasiques ») qui a une épaisseur de 100 à 110 m. Cet ensemble gris noir, essentiellement marneux débute par 15 à 20 m de schistes argileux à nodules calcaires, puis 10m d'argiles sableuses, suivi de 25 à 40 m de marnes et argiles sableuses à nodules calcaires et concrétions marneuses et terminé par 25 à 40 m de marnes à septaries et de grès principalement représentés par des marnes sableuses très tendres, annonçant les faciès détritiques plus grossiers du minerai de fer sus-jacentes.

Lithologies principales : marne sableuse, argile bitumineuse, marne (33 % < CO₃ < 66 %).

Altération : Ces marnes s'altèrent très facilement sur plusieurs mètres, donnant des argiles fines peu cohésives. La transition vers la roche mère passe par un faciès feuilleté (dû à la structure interne de ces argiles) se traduisant par autant de plans de discontinuité et donc de glissement potentiel.

3) Formation ferrifère oolithique ("Minette de Lorraine") (Toarcien supérieur-Aalénien)

Cette formation ferrugineuse, à l'origine du minerai de fer ou « minette », est représentée par une épaisseur variable allant de 20 à 60 m. Il s'agit d'un ensemble de sédiments détritiques (oolithes, bioclastes calcaires, quartz, etc.) à stratifications obliques, pouvant se décomposer en séquences débutant par des argiles, puis des grès et se terminant par des calcarénites contenant les horizons minéralisés. Cette formation affleure à flanc de coteau.

Lithologies principales : oolithe ferrugineuse, grès coquiller, argile.

Altération : Sur la zone d'étude l'altération de ce faciès se présente sous forme de plaquettes calcaires de taille centimétrique à décimétrique englobées dans une matrice argileuse.

b) *Jurassique moyen (Dogger)*

1) Marnes micacées (Marnes de Charentes), Calcaires sableux d'Ottange, calcaires à entroques (Calcaires de Haut-Pont) (Bajocien inférieur)

La partie basse de cette formation correspond, sur une épaisseur moyenne de 20 m, aux « marnes micacées » (marnes de Charentes) (argilites à fraction quartzreuse ou micacée fine non négligeable). Elle peut présenter de petits bancs de calcaire à entroques, coquilliers ou gréseux, ainsi que des niveaux conglomératiques.

Au-dessus, la formation des calcaires sableux d'Ottange et calcaires à entroques a une épaisseur totale de l'ordre de 30 à 45 m. Les calcaires entroquitiques et gréseux deviennent de plus en plus abondants en montant dans la série, et l'on passe ainsi aux calcaires sableux. On y note un certain nombre de niveaux conglomératiques, ainsi que des passées oolithiques ferrugineuses. Les calcaires à entroques se présentent en petits bancs à stratifications obliques, séparés par des interbancs sableux, de moins en moins abondants vers le sommet. Il y a passage franc à la formation suivante.

Lithologies principales : marne (33 % CO_3 66 %), calcaire sableux, calcaire à entroques.

Altération : S'altèrent en argiles sableuses pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur.

2) Calcaires récifaux à polypiers (Bajocien inférieur) et calcaires siliceux (calcaires de la Fentsch)

Cette formation est représentée par une épaisseur de 40 m à Marange-Silvange. Il s'agit d'un ensemble récifal de teinte grise à lithologie très variée allant des calcaires cristallins aux calcaires sublithographiques en passant par des calcaires oolithiques et bioclastiques. Les stratifications sont souvent obliques, mais peuvent être horizontales, et se biseauter sur les récifs.

Les calcaires siliceux se développent lenticulairement au détriment des calcaires à polypiers et de l'Oolithe de Jaumont. D'épaisseur très variables, ils atteignent 20 à 25 m aux abords de la zone d'étude (à Rombas et Fameck). Ils sont représentés par une succession de bancs décimétriques de calcaires gréseux souvent très durs et d'interbancs plus minces de marnes gréseuses. Ils contiennent fréquemment des niveaux de chailles grises décimétriques.

Lithologies principales : calcaire récifal, calcaire micritique, calcaire oolithique, calcaires siliceux.

Altération : Du fait de la fracturation affectant les massifs, l'altération de ces calcaires se manifeste par un débit en blocs de tailles décimétriques joints par des argiles d'altération.

3) Marnes de Longwy, Oolithe de Jaumont (Bajocien supérieur)

Les marnes de Longwy, sont représentées sur la feuille de Briey par 1 à 2 m de marno-calcaires sableux. Elles peuvent être localement absentes et remplacées par le faciès des calcaires siliceux (calcaires de la Fentsch).

Au-dessus, l'oolithe de Jaumont, d'épaisseur très variable, jusqu'à 20 m, correspond à des calcaires oolithiques et coquilliers jaunes, à stratifications obliques, présentant de nombreuses alvéoles de dissolution millimétriques.

Lithologies principales : marne (33 % < CO₃ < 66 %), calcaire oolithique.

Altération : Ces calcaires présentent généralement une altération en débit en blocs ou en plaquettes centimétriques à décimétriques, résultant du croisement entre une forte densité de fracturation et une stratification oblique. Ces blocs ou plaquettes calcaires alimentent les zones d'accumulation de colluvions.

1.3.3. Description des formations superficielles

Les formations superficielles, dont les limites cartographiques ont été modifiées suite aux observations de terrain (cf. section 3.2.1.b), sont décrites à partir des notices des cartes géologiques, du rapport de la carte géologique harmonisée et des observations de terrain. Elles sont listées ci-dessous.

1) Alluvions fluviatiles anciennes à actuelles

Les alluvions actuelles constituent le remplissage des vallées majeures de la Moselle et de l'Orne ainsi que des vallées plus étroites des ruisseaux de La Barche et du Billeron (sur la commune de Marange-Silvange). D'épaisseur variable, ils sont constitués d'éléments grossiers de taille également variable (galets, graviers et sables) au sein d'une matrice fine argileuse à argilo-sableuse.

Les alluvions anciennes, de même composition, correspondent aux alluvions perchées des terrasses et sont localisées sur les plateaux et pourtour de plateaux (notamment au Bois de Coulange et Bois de l'Abbée).

Lithologie principale : argiles, galets, graviers.

2) Remblais, crassiers

Ces dépôts anthropiques de crassiers correspondent aux amoncellement de déchets, scories et sables de hauts-fourneaux provenant d'usine métallurgique. Ils sont fortement représentés sur la commune d'Amnéville, au niveau du versant nord de la butte du bois de Coulange.

Les remblais constituent les matériaux remaniés résultant d'importants travaux de constructions.

Lithologie générale : déchets, scories et sables de hauts-fourneaux et déblais de construction.

3) Colluvions

Non cartographiés au sein de la zone d'étude sur les cartes géologiques au 1/50 000^{ème} de Briey et d'Uckange, cette formation superficielle a toutefois été observée sur le terrain. Ces colluvions correspondent à l'accumulation des produits d'altérations les plus fins des calcaires présents en amont des versants. Ils sont composés d'argiles de décalcification et de blocs calcaires anguleux centimétriques, à décimétriques. En partie haute des versants, ces colluvions sont localement remplacés par des formations d'éboulis (plus graveleux).

Les formations de recouvrement limoneuses principalement cartographiées sur la carte d'Uckange au niveau des plateaux n'ont pas été observées sur le terrain.

1.3.4. Aspects structuraux

Ce secteur fait partie de la bordure orientale du Bassin Parisien, le pendage moyen des séries sédimentaires est donc de 3° à 4° en direction du sud-ouest. Le territoire étudié n'est pas affecté par des failles régionales.

1.4. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

La zone d'étude est caractérisée par 5 unités hydrogéologique (Illustration 5) :

- 1) Le grand système aquifère formé par les **alluvions actuelles à anciennes de la Moselle et de ses affluents** (ici représentés par l'Orne). Cette entité hydrogéologique à nappe libre de milieu poreux est largement représentée en fond de vallée sur les communes d'Amnéville et Hagondange ;
- 2) L'unité semi-perméable constituée des **grès médioliasiques du Domérien, grès et calcaires gréseux et marnes du Pliensbachien du Bassin Parisien**. Il s'agit d'une entité hydrogéologique à parties libres et captives de milieu poreux ;
- 3) L'unité imperméable formée des **Grès supraliasiques, marnes et schistes carton du Lias supérieur du Bassin Parisien**.
- 4) L'unité semi-perméable correspondant à la **formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien de l'est du Bassin Parisien**. Cette entité hydrogéologique à parties libres et captives est caractérisé par un milieu fissuré.

- 5) L'unité aquifère des **calcaires du Bajocien du Bassin Parisien** constitué une entité hydrogéologique à parties libres et captives de milieu fissuré.

Du fait de sa position perchée, l'aquifère des calcaires du Bajocien contribue à alimenter des circulations diffuses au niveau de la formation des Argiles bitumineuses ("Schistes cartons"), marnes à septaria, argiles sableuses ("Grès supraliasiques") du Toarcien, sur lesquelles sont observées des sources, du fait du caractère relativement peu perméable de cette formation (Illustration 6).

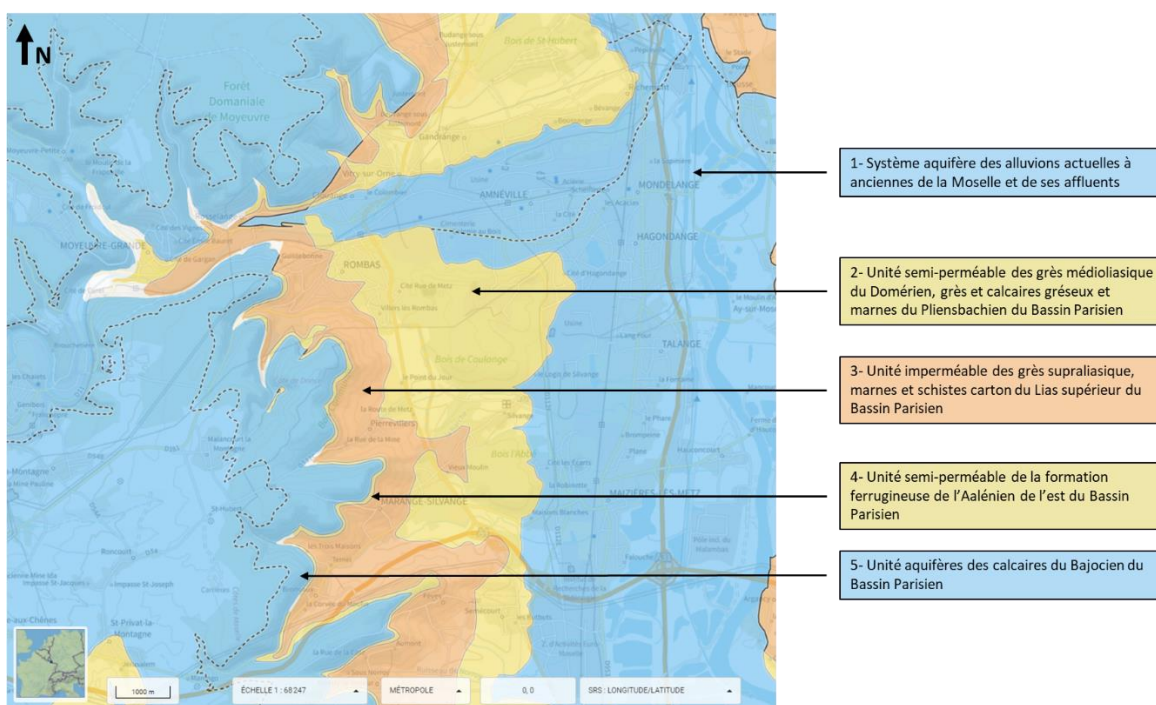


Illustration 5 : Cartographie des unités hydrogéologiques de la zone d'étude (source BDLISA – eau France)

1.5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

D'un point de vue hydrologique, la zone d'étude est longée au nord d'Amnéville par l'Orne, et bordée à l'est par la Moselle qui traverse l'extrémité nord-est de la zone d'étude au sein de la commune de Hagondange. Le site d'étude est donc localisé à trois kilomètres au sud-ouest de la zone de confluence entre l'Orne et la Moselle.

La zone d'étude est localisée dans le contexte du front de cuesta du Dogger incisé par trois rivières, qui sont du nord au sud, l'Orne (cours d'eau majeure), La Barche, et Le Billeron (cours d'eau secondaires), qui délimitent trois collines sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange.

Sur ce secteur, le front de cuesta n'est pas marqué par des falaises, car du fait de l'érosion, les plateaux calcaires ne sont armés que par la base du Bajocien qui forme tout au plus des ressauts de quelques mètres peu marqués dans la morphologie.

On peut donc séparer le territoire étudié en trois parties :

1) La plaine alluviale de la Moselle sur les communes d'Amnéville et Hagondange :

Le fond de vallée s'étend sur les communes d'Amnéville (au nord) et Hagondange (à l'est) à une altitude comprise entre 160 m et 170 m. Correspondant environ aux deux tiers de la surface de chacune de ces deux communes, ce fond de vallée est constitué des alluvions récentes de la Moselle et de l'Orne, son affluent. Du fait de sa morphologie typique de plaine alluviale (pente très faible et vallée large), ce secteur est fortement urbanisé et industrialisé.

2) Les collines marneuses du Bois de Coulange, Bois de Vuidencel et du Bois l'Abbé :

La Butte témoin du Bois de Coulange, dont le plateau culmine à 226 m d'altitude, est localisée sur les trois communes : au sud du territoire d'Amnéville, à l'ouest du territoire d'Hagondange et au nord du territoire de Marange-Silvange. Les reliefs formés par les buttes du Bois de Vuidencel et du Bois l'Abbé sont localisés au centre de la zone d'étude sur le territoire de Marange-Silvange. Le plateau reliant ces deux buttes culmine à une altitude de 227 m.

La colline du Bois de Coulange (au nord) est séparée de celles du Bois de Vuidencel et du Bois l'Abbé (au sud) par une vallée étroite, où s'écoule (d'ouest en est) le ruisseau *La Barche* et qui s'élargit à l'est sur la plaine alluviale de la Moselle. Cette vallée étroite (80 m à 140 m de large) dont l'altitude varie de 190 m à l'ouest à 170 m à l'est est constituée de faciès argileux sur les marnes du substratum.

Ces reliefs témoins sont constituées essentiellement de formations argileuses et marneuses. Les versants sont caractérisés par des pentes douces (6° à 13°) à très douces (3° à 6°), à l'exception du versant nord de la butte du Bois de Coulange marqués par des pentes raides (>13°).

Le versant nord de la Butte du Bois de Coulange présente une topographie fortement remaniée dans sa partie ouest en raison des dépôts anthropiques de crassier¹ pouvant atteindre localement plus de 10 m d'épaisseur.

Le plateau du Bois de Coulange est fortement urbanisé dans sa partie nord, sur le territoire des communes d'Amnéville et d'Hagondange. Tandis que les versants et le plateau du Bois de Vuidencel et du Bois l'Abbé sont occupés par des zones urbanisés de Marange-Silvange.

3) Le plateau calcaire et la vallée de Marange-Silvange :

Le secteur ouest de Marange-Silvange est caractérisé par ses plateaux calcaires surplombant des versants constitués des faciès argilo-sableux du Toarcien. La transition entre le plateau calcaire, culminant à environ 370 m d'altitude, et le versant argileux est marqué en haut de versant par des coteaux raides (pente >13°) recouvertes par des formations de colluvions. Les pentes en bas des versants s'adoucissent : qualifiées « d'intermédiaires », elles sont majoritairement comprises entre 6 et 13° et dépassent localement les 13°.

Le versant opposée, du relief témoin localisés au sud-est de la commune présente des pentes à la répartition similaire.

¹ Amoncellement de déchets, scories et sables de hauts-fourneaux d'usine métallurgique

Le secteur sud du territoire de Marange-Silvange est traversé par le ruisseau du *Fond de Billeron* provenant du sud-ouest de la commune et rejoignant la Moselle à l'est de la zone d'étude. Le fond de vallée ainsi formé est étroit dans la partie sud (150 à 200 m de large) et s'élargit dans la partie centrale de la commune (autour de 600 m de large). Ce fond de vallée, constitué de faciès argileux sur les marnes du substratum, est caractérisé par des altitudes de près de 215 mètres au sud, à 175 mètres dans la partie centrale.

Les zones urbanisées s'étendent principalement en fond de vallée et remonte en bas de versant des coteaux ouest.

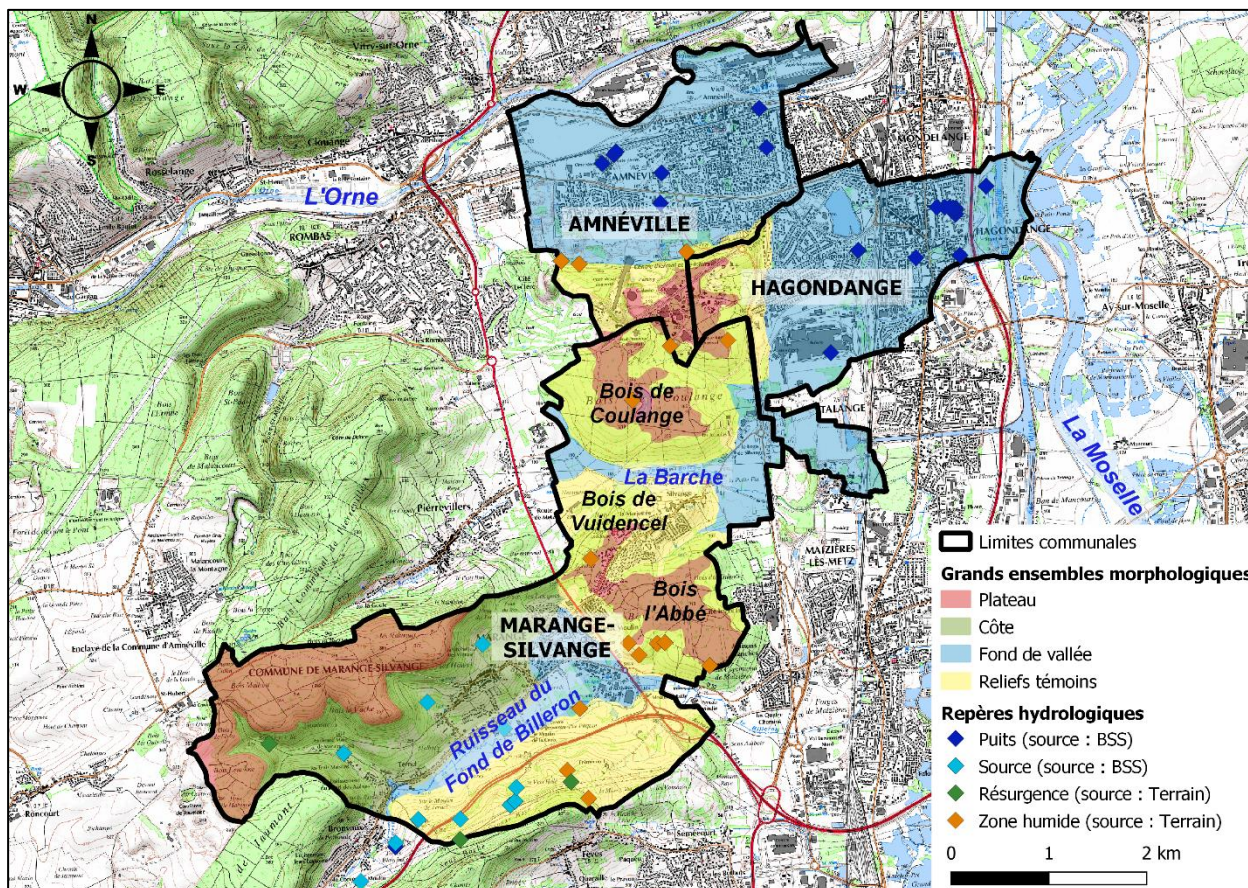


Illustration 6 : Cartographie des grands ensembles morphologiques et repères hydrologiques

2. Collecte et structuration des données

La phase documentaire est couplée à la reconnaissance de terrain (cf. section 3.2.2) qui précise la nature et la géométrie des mouvements historiques, et identifier les indices d'éventuels instabilités non reconnus lors de la phase bibliographique. La collecte des informations disponibles (données et observations) s'appuie sur :

- la Banque de données du Sous-Sol (BSS) gérée par le BRGM (<http://infoterre.brgm.fr/>) ;
- les archives du BRGM (rapports, cartes géologiques) ;
- les dossiers communaux disponibles dans les locaux du BRGM à Nancy ;
- une enquête auprès des mairies ;
- la base de données mouvement de terrain du portail Géorisque (<http://www.georisques.gouv.fr/>).

2.1. ARCHIVES DU BRGM

Au cours de la phase bibliographique, plusieurs documents ont été recueillis au sein des archives du BRGM. Il s'agit :

- des cartes géologiques de BRIEY et UCKANGE, accompagnée de leurs notices ;
- de la carte géologique harmonisée à l'échelle du 1/50 000^{ème} du département de la Moselle et de son rapport associé ;
- de documents et rapports issus des archives au sein des locaux du BRGM à Nancy ;
- des rapports d'anciennes études réalisés sur le secteur en archive sur le serveur local du BRGM ou disponibles sur le portail infoterre (<http://infoterre.brgm.fr/>) ;

La liste complète des documents issus des archives du BRGM et consultés pour cette étude est fournie en Annexe 1.

2.2. ENQUÊTE AUPRÈS DES MAIRIES

Une enquête a été réalisée auprès des communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange, par le biais d'un mail envoyé en date du 04/03/2022 faisant la demande :

- des rapports ou comptes rendu géotechniques relatifs à des sondages, prélèvements ou étude de sols ;
- des rapports ou comptes rendu relatifs à des dimensionnement de fondations ou de confortement de talus ;
- une liste des secteurs soumis à - ou de projets ayant dû faire l'objet de - prescriptions de construction particulières (incluant, si possible, les documents relatifs à ces prescriptions) ;
- des rapports ou comptes rendu relatifs à des mouvements de terrain (glissements de terrain) même anciens ;
- à défaut de documents papier, toute information, ou liste, de cas correspondant à ceux cités dans les points précédents.

Le retour des mairies a permis de collecter 14 rapports géotechniques d'étude de sol dont les données des forages et sondages ont permis de compléter les informations de la BSS (cf. section 2.3).

La liste complète des rapports fournis par les mairies et consultés pour cette étude est détaillée en Annexe 1.

Les mairies n'ont pas mentionné d'éventuelles indices de mouvements de terrain (hormis ceux déjà référencés au niveau du cimetière d'Amnéville).

2.3. BASE DE DONNEES DU SOUS-SOL (BSS)

La banque du sous-sol (BSS) renseigne les données issues des forages, sondages, puits ou sources existants sur le territoire national. Dans le cadre de cette étude, cette base de données a été agrémentée des forages et sondages issus des rapports géotechniques recueillis lors de la phase bibliographique. Les données de forages ont été utilisées pour obtenir des informations sur la nature et l'épaisseur des terrains meubles présents localement.

Ainsi un totale de 121 forages (dont 71 provenant de la BSS) est disponible sur la zone d'étude et à proximité immédiate.

Parmi les différents forages, les premiers mètres ne sont pas toujours décrits précisément, car leur caractérisation ne correspondant pas à l'objectif initial des forages, c'est notamment le cas de ceux atteignant une profondeur importante. Seuls les forages apportant suffisamment de données sur la nature et l'épaisseur des formations de surface ont été utilisés. Ainsi, un total de 30 forages a finalement été retenu (Illustration 7). La description des forages retenus et les informations déduites sont présentés en Annexe 3.

Certains secteurs de la zone d'étude, notamment la zone du plateau d'Amnéville, ont fait l'objet de nombreux travaux et terrassements important (décaissements de plusieurs mètres, déplacement de talus de crassier...). Des forages ont pu être réalisés à des dates antérieures à ces terrassements, de ce fait les épaisseurs mobilisables ont été validées, dans la mesure du possible, par des observations de terrain.

Dans la suite de ce rapport, pour des raisons de simplicité de lecture, les forages seront nommés par les 4 dernières lettres de leur identifiant BSS, propres à chaque forage.

3. Cartographie de l'aléa « glissement de terrain »

3.1. METHODOLOGIE

3.1.1. Principe général

L'aléa correspond à la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité donnée (définition du Guide général PPRN, 2016). 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 PPRN, 2016).

La méthodologie proposée s'appuie sur les phases d'analyses inspirées du Guide Méthodologique pour l'élaboration des Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain (PPRmt) (MATE/METL, 1999), des résultats des groupes de travail (Cotechs, MEDDE, 2015) à l'échelle nationale dans la perspective de la révision des guides méthodologiques PPR Montagne. Elle évalue :

- la probabilité d'occurrence (assimilée à la prédisposition des sites à produire un événement donné dans une période de référence). Cette démarche consiste à reconnaître la sensibilité des terrains présents, la prédisposition due à la topographie des secteurs, les antécédents connus, les indices précurseurs observables et les symptômes d'évolution et d'identifier les paramètres favorables au déclenchement des processus d'instabilité ;
- l'intensité des phénomènes en termes de potentiel de dommages, de grandeur physique du phénomène (volume, vitesse de mouvement) ou selon l'importance des mesures qu'il pourrait être nécessaire de mettre en œuvre pour se prémunir des phénomènes. Cette approche est basée sur les données disponibles concernant les phénomènes historiques ou cartographiés sur le terrain ainsi que sur l'épaisseur de terrains mobilisables (terrains superficiels non consolidés et frange d'altération).

Cette approche est qualitative et les niveaux de sensibilités au glissement de terrain, d'intensité des phénomènes ou de probabilité d'occurrence ont été classés en catégories allant de négligeable à forte.

La méthodologie appliquée dans cette étude est détaillée dans les chapitres suivants. Elle a consisté à définir la probabilité d'occurrence de glissement d'une intensité donnée par zone géomorphologique homogène, ce pour les trois niveaux d'intensité retenus sur les communes, faible, moyenne et forte. Cartographier l'aléa revient à répondre aux questions suivantes en chaque point du territoire :

- quelle est la probabilité d'occurrence d'un glissement d'intensité faible ?
- quelle est la probabilité d'occurrence d'un glissement d'intensité moyenne ?
- quelle est la probabilité d'occurrence d'un glissement d'intensité forte ?

Avec les définitions de probabilité d'occurrence suivantes :

- négligeable : correspond à une probabilité négligeable dans une période de retour de 100 ans ;
- faible : la probabilité est non négligeable dans les 100 ans bien qu'incertaine ;
- moyenne : l'apparition de glissement est crainte dans les 100 ans et probable en cas de modifications topographiques ;
- forte : l'apparition de phénomène est certaine dans les 100 ans, d'ailleurs plusieurs existent déjà dans le même contexte.

Et les définitions d'intensité suivantes :

- faible : qui peut affecter des murets ou des constructions légères (appentis, abris de jardins) ;
- moyenne : qui peut affecter une maison sans conduire à sa ruine ;
- forte : qui peut affecter plusieurs maisons et/ou conduire à leur ruine ou leur inhabitabilité.

La connaissance des phénomènes historiques constitue une étape essentielle permettant d'une part d'appréhender la sensibilité d'un site et d'autre part d'identifier les conditions d'environnement (MATE/METL, 1999). Cette étape permet en particulier de caractériser l'intensité des phénomènes connus et d'identifier les contextes favorisant l'occurrence du phénomène (lithologique, géomorphologique et hydrologique). En l'absence de phénomène sur un site donné, le guide PPR admet qu'un phénomène de référence puisse être utilisé s'il a été observé dans un secteur proche présentant une configuration similaire (MATE/METL, 1999).

La caractérisation de l'aléa est définie à partir d'une probabilité d'occurrence basée sur une période de retour de 100 ans. Dans le cadre d'une étude d'aléa, l'inventaire réalisé se base sur :

- les données renseignées en BDMVT qui intègrent principalement les phénomènes ayant lieux proches des enjeux et qui présentent des incertitudes de localisation et d'origine des mouvements ;
- et sur un inventaire fait dans le cadre de cette étude et qui ne reflète donc que l'état des instabilités existantes à un instant données (période de réalisation des campagnes de terrain).

Le recensement des mouvements issus de ces deux sources ne permet donc pas de traduire à lui seul la probabilité d'occurrence sur 100 ans. Les critères lithologiques et morphologiques régulièrement identifiés dans les terrains sujets à des glissements de terrain (tel que les plans de débit, l'état décomprimé, les pentes à partir d'une certaine valeur), ont donc été considérés comme des facteurs contrôlant cette probabilité d'occurrence. Celle-ci a donc été caractérisée par secteurs géomorphologiques homogènes en tenant compte de la présence ou absence de ces critères.

3.1.2. Terminologie

Dans un souci de clarté, les différents termes et leur définition tel qu'entendu dans le reste de ce rapport sont définis ci-après :

Ensembles géologiques : Ensembles de même étage géologique (ex : Aalénien, Bajocien) tels que décrits dans les cartes géologiques à l'échelle du 1 :50 000ème.

Ensembles lithologiques : Ensembles de même composition lithologique (ex : Calcaire, Marnes).

Ensembles géomorphologiques : Ensembles partageant les mêmes caractéristiques lithologiques, morphologiques (topographie et position par rapport aux versants) et hydrologiques. Ces ensembles sont définis à partir des données disponibles et de l'expertise de terrain.

Sensibilité lithologique : La sensibilité qu'un ensemble lithologique a par rapport au phénomène de glissements redoutés. Le critère principal permettant de la caractériser est son niveau de compétence (meuble ou induré) ; sa granulométrie générale et son comportement en état saturé d'eau, s'il est connu, sont également pris en compte

Sensibilité géomorphologique : La sensibilité qu'un ensemble géomorphologique a par rapport aux glissements redoutés. Elle est définie en fonction de la sensibilité lithologique, de son état hydrique général et de la morphologie globale de l'ensemble considéré. Les variations de pentes locales au sein de ces ensembles géomorphologiques influenceront la probabilité d'apparition de glissement qui pourra donc varier au sein d'un ensemble donné en fonction de la pente locale et de l'intensité considérée.

Susceptibilité au glissement de terrain : peut se traduire par la sensibilité finale d'un secteur au phénomène de glissement de terrain, une fois tous les critères lithologiques, morphologiques et hydrologiques pris en compte, sans tenir compte de l'intensité des phénomènes. Comme tout phénomène est caractérisé par une intensité qui sera, au minimum, d'intensité faible, la susceptibilité correspond également à la probabilité d'apparition d'un phénomène d'intensité au moins faible.

Probabilité d'apparition (ou d'occurrence) : correspond à la probabilité qu'un glissement de terrain d'une intensité donnée se produise dans les 100 ans. Elle est donc toujours rattachée à un niveau d'intensité du glissement considéré et est définie à dire d'expert sur la base de la susceptibilité au glissement de terrain, et des seuils de pentes associés à chaque niveau d'intensité.

Épaisseur de terrains meubles : elle correspond le plus souvent à l'épaisseur des terrains superficiels additionnée à celle des franges d'altération. Ces épaisseurs sont définies sur la base des données de forages présentes dans la base de données du sous-sol (BSS) et des observations de terrains. La variation d'épaisseur locale au sein d'un ensemble géomorphologique pourra également être prise en compte si cela s'est avéré pertinent suite aux observations de terrain (zone d'accumulation importante en bas de pente ou dans talweg isolés, ou épaisseurs importantes de déblais anthropiques).

Longueur maximale de glissement possible : elle correspond à la plus grande longueur de pente continue sur l'ensemble géomorphologique considéré. Une pente est considérée comme continue tant qu'elle n'est pas recoupée par une zone de replat identifiée sur les MNT. Elle ne correspond pas forcément à une longueur de glissement probable mais est retenue, par sécurité, comme la longueur maximale possible. Elle est caractérisée en cinq classes (moins de 5 m ; environ 25 m ; environ 50 ; environ 75 m et plus de 100 m).

Profondeur maximale de glissement possible : elle correspond à l'épaisseur de terrains pouvant être déstabilisés et entraînés dans un glissement de terrain. Il s'agit de la profondeur qu'un glissement pourrait atteindre en théorie en tenant compte des pentes, de l'épaisseur de terrain meubles et de la longueur maximale de glissement possible du secteur considéré. Elle contrôle l'intensité maximale possible pour chaque ensemble géomorphologique.

Seuil de pente par intensité : il s'agit des valeurs de pentes limites qui ont été définies pour chaque niveau d'intensité. Ces valeurs ont été définies comme la valeur de pente nécessaire, pour une longueur de glissement donnée, pour qu'un glissement puisse atteindre une profondeur donnée. La profondeur est utilisée pour classer les niveaux d'intensité attendus selon les bornes suivantes :

- < 2 m : intensité faible ;
- 2 à 5 m : intensité moyenne ;
- > 5 m : intensité forte.

Le seuil noté SpM : correspond donc à la valeur de pente minimale pour qu'un glissement d'une longueur donnée (cf. longueur maximale de glissement possible) puisse atteindre une profondeur de 2 m et donc une intensité moyenne. Il en est de même pour le seuil noté SpF qui fera référence à l'intensité forte et se référera à la profondeur de 5 m.

Intensité maximale connue : elle détermine la plus forte intensité connue dans un ensemble géomorphologique donné. Elle est déterminée d'après les données historiques disponibles et les expertises de terrain. Elle est caractérisée, en fonction des données disponibles, par le volume ou la surface déstabilisée, la gravité des dégâts engendrés ou les parades nécessaires pour s'en prémunir. Sa classification est basée sur les tables des guides méthodologiques et des Cotech (Comité Technique) existants. Sa détermination permet de guider l'établissement des scénarios d'évènements déterminés par ensembles géomorphologiques.

Intensité maximale possible : elle correspond à un niveau d'intensité jugé le plus haut qui puisse être atteint par un glissement de terrain ayant une probabilité d'apparition non négligeable (décrite sur la période de référence). Elle est caractérisée en fonction de l'épaisseur des terrains meubles, de la morphologie locale (dimensions et géométrie du versant), de la longueur maximale de glissements possible ainsi que sur le retour d'expérience des phénomènes connus. Elle peut différer de l'intensité maximale connue, partant du principe que tous les phénomènes connus n'ont pas systématiquement une probabilité forte de se reproduire à l'avenir ou qu'un phénomène caractéristique de l'intensité la plus probable sur un secteur donné n'est pas forcément connu (trop ancien ou trop éloigné des zones à enjeux).

Intensité maximale de référence : il s'agit, pour un ensemble géomorphologique donné, de la plus forte intensité jugée comme probable de survenir. Elle correspond à la plus forte des deux intensités définies précédemment (connue et possible).

Scénarios d'évènements : ils correspondent à l'association d'une probabilité d'apparition d'un phénomène d'intensité donnée. La caractérisation de ces scénarios tient compte de la susceptibilité au glissement de terrain du secteur, correspondant à la probabilité d'apparition de phénomène d'intensité faible, de l'intensité maximale de référence et des seuils de pentes par ensemble géomorphologique.

3.1.3. Grandes étapes

Dans la pratique, les différentes étapes de la caractérisation de l'aléa au glissement de terrain sont les suivantes :

1) **Inventaire des mouvements** connus à l'échelle régionale puis communale (cf. section 3.2.2). Les données issues de la base de données mouvement de terrain, gérée par le BRGM (BD MVT) permettent d'extraire un inventaire régional des mouvements de terrains par grand ensemble géologique (lithostratigraphie) harmonisés à l'échelle régionale. Cette base de données renseigne près de 2000 évènements sur la région Grand Est dont environ 900 sont localisés dans les Côtes du Dogger. C'est cet ensemble géomorphologique qui a été retenu pour réaliser l'analyse régionale car il inclut les morphologies rencontrées sur les communes de la zone d'étude. L'inventaire à l'échelle communale est basé sur les données d'archives et des bases de données disponibles, ainsi que les informations communiquées par la DDT57 et les communes. Il est complété par un relevé des glissements et des indices de mouvements réalisé sur le terrain.

2) **Cartographie des formations du substrat et de surface** (cf. section 3.2.3.a) et b). Ces cartes sont réalisées sur le terrain à partir des données des cartes géologiques au 1 :50 000^{ème} (BRGM) dont les ensembles lithostratigraphiques sont rassemblés en ensembles lithologiques et dont les limites sont ajustées à l'échelle du 1 :5 000^{ème} lorsque cela est nécessaire. La nature et l'épaisseur des formations superficielles (meubles) sont cartographiées sur le terrain, lorsqu'elles sont visibles, et sur la base des données des forages renseignés dans la banque du sous-sol gérée par le BRGM (BSS) dans le cas contraire. En cas d'incertitude, sans possibilité d'affiner la connaissance lithologique à l'échelle du 1 :5 000^{ème}, les données de la carte géologique imprimée à l'échelle du 1 :50 000^{ème} sont conservées.

3) **Définition des ensembles géomorphologiques** (cf. section 3.2.3.d). Les ensembles géomorphologiques sont définis sur la base des observations de terrain et des données topographiques à disposition (Lidar 50 cm ; MNT 5 m).

4) **Caractérisation des sensibilités intrinsèques** (lithologiques et géomorphologiques) et de la **susceptibilité au glissement de terrain** (cf. section 3.2.4). Les différentes sensibilités sont d'abord décrites par ensemble lithologique (uniquement basé sur la nature et la compétence des terrains) puis par ensemble géomorphologique (en ajoutant l'influence de la topographie et de l'hydrographie). Ce travail est réalisé à l'échelle régionale, sur la base des 900 évènements renseignés, puis décliné à l'échelle communale en tenant compte des variations locales, que ce soit de lithologie, de morphologie ou des conditions hydriques des versants. Il en découle une sensibilité par secteur géomorphologique, tenant compte des paramètres locaux cités précédemment, qui correspond à la probabilité d'apparition d'un glissement d'une intensité au minimum faible : appelée susceptibilité au glissement de terrain.

5) **Caractérisation de l'intensité** (cf. section 3.2.5). Cette caractérisation se base sur deux approches :

- Une caractérisation de l'intensité des phénomènes connus dont on retient l'intensité maximale connue par ensemble géomorphologique ;
- Une caractérisation de l'intensité maximale possible, ne correspondant pas forcément à la plus probable, basée sur la profondeur maximale possible (en fonction de l'épaisseur des terrains meubles et de la topographie).

Pour chaque ensemble géomorphologique, une intensité maximale de référence est retenue et correspond à la plus forte des deux intensités définies précédemment (connue ou possible).

6) **Détermination des scénarios d'évènements** (cf. section 3.2.6.a), b) et c). Ils sont définis par ensemble géomorphologique en fonction de la susceptibilité au glissement de terrain et des intensités maximales connues et possibles. Chaque scénario correspond à une probabilité d'apparition de glissement par niveau d'intensité.

7) **Cartographie de l'aléa résultant** (cf. section 3.2.6.d). Chaque scénario permet de définir un niveau d'aléa dont le plus élevé est retenu au final par ensemble géomorphologique.

L'organigramme ci-après indique les différentes étapes de la méthode, leurs liens et leurs modes d'acquisition (Illustration 8).

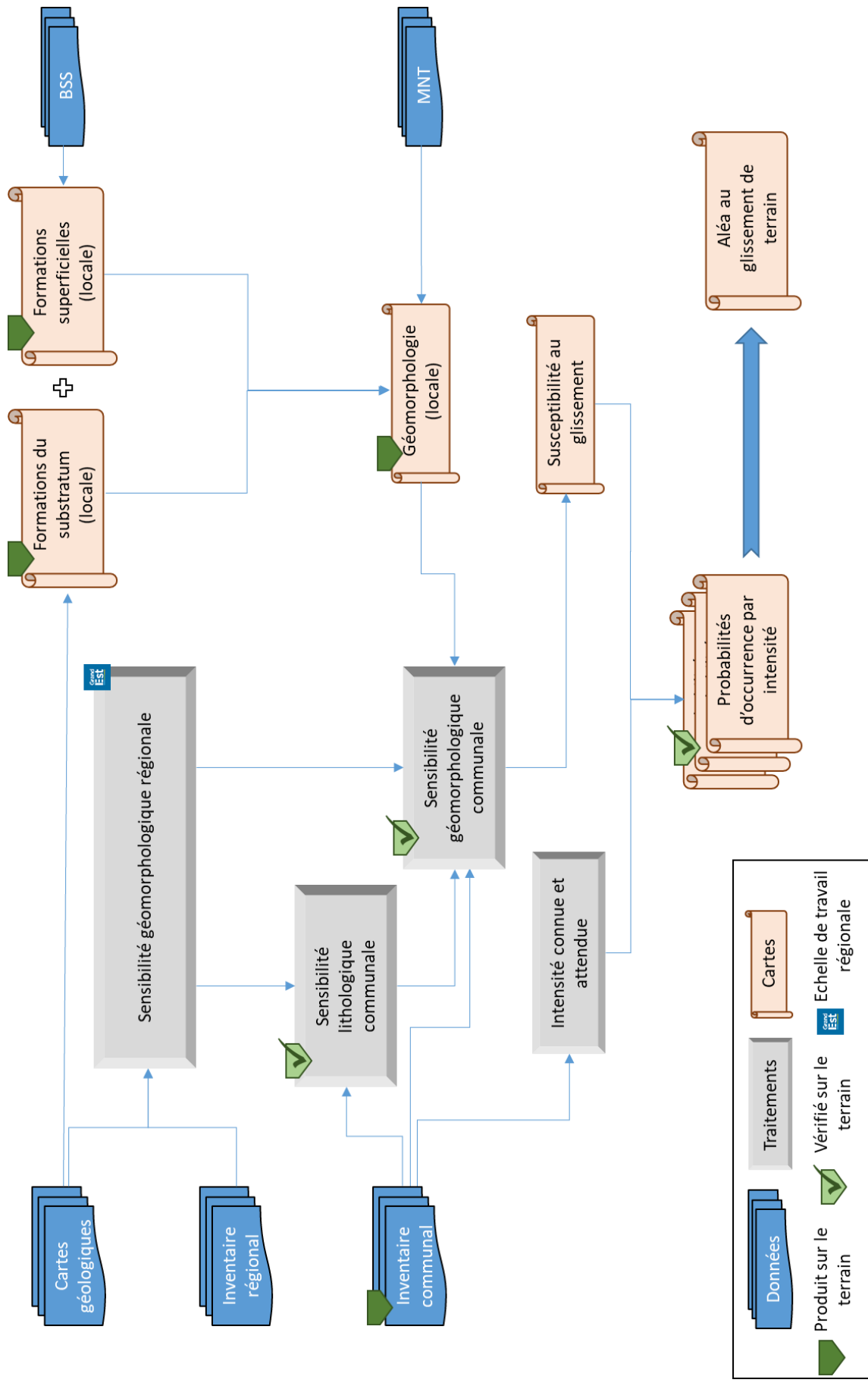


Illustration 8 : Organigramme de synthèse de la méthode de caractérisation de l'aléa au glissement de terrain

3.2. MISE EN APPLICATION

3.2.1. Préparation des données lithologiques

Dans le cadre de cette étude d'aléa au glissement de terrain, seule la lithologie générale (nature des terrains) des formations lithostratigraphiques a été cartographiée. L'objectif est de différencier les secteurs en fonction de la lithologie globale, et non de la stratigraphie (époque géologique). A ce titre les ensembles lithostratigraphiques tels que cartographiés sur les cartes géologiques au 1 :50 000^{ème} ont été reclassés par ensembles lithologiques. Cet exercice est réalisé uniquement pour les formations du substratum.

a) Reclassification lithologique du substrat à l'échelle régionale et communale

Les niveaux géologiques connus à l'échelle régionale ont ainsi été reclassés en ensembles lithologiques (Illustration 9). Cette reclassification s'est faite sur la base des descriptions des notices des cartes géologiques et du retour d'expérience du BRGM.

À l'échelle régionale, les variations latérales de faciès lithologiques ne sont pas intégrées dans la cartographie harmonisée et certains ensembles correspondent à plusieurs lithologies dont les répartitions respectives ne sont pas connues. Après avoir identifié les lithologies réellement présentes sur la commune, elles seront comparées aux ensembles régionaux en estimant que la densité de mouvement à l'échelle régionale est :

- surestimée si seule la lithologie la plus stable (calcaires) d'un ensemble donné est présente sur la commune ;
- sous-estimée si seule la lithologie la plus instable (marnes) d'un ensemble donné est présente sur la commune.

On distingue huit (8) ensembles lithologiques caractérisant les formations du substratum :

- CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes ;
- MARN : Marnes ;
- CAO-MARN : Calcaires oolithiques ou marnes ;
- CAMA-MARN : Calcaires massifs ou marnes ;
- MARN-MARF : Marnes ou marnes feuilletées ;
- CAGR-MARN : Calcaires gréseux ou marnes ;
- CA-MARN : Calcaires ou marnes ;
- ARG1 : Argiles.

A l'échelle communale, la reclassification lithologique des ensembles géologiques a été réalisée à partir des cartes géologiques imprimées au 1 :50 000^{ème} (carte de BRIEY et UCKANGE), de leur notice, ainsi que des observations de terrain (Illustration 9). Les faciès des ensembles lithostratigraphiques communaux (tels que décrit dans la notice de la carte géologique) présents sur le territoire de la commune sont notés en gras dans le tableau en Illustration 9.

Ainsi, sur le territoire de la zone d'étude, on distingue seulement quatre ensembles lithologiques caractérisant les formations du substratum :

- CAMA : Calcaires massifs ;
- CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes ;
- MARN-MARF : Marnes ou marnes feuilletées ;
- MARN : Marnes.

Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

Lithostratigraphies régionales	Descriptions de la carte géologique harmonisée	Lithologies générales	Notation des cartes géologiques imprimées		Lithostratigraphies communales (description des cartes géologiques de BRIEY et UCKANGE)	Lithologies communales (du substrat)
			BRIEY	UCKANGE		
Calcaires et marnes du Bathonien	Calcaires cristallins ("caillasses") à Anabacia, marnes à tébratules (Bathonien inf.)	CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes				
Marnes de gravelotte et Jamisy du Bajocien Sup	Marnes du Jamisy et de Gravelotte, calcaire coquillier de Vernéville (Bajocien sup.)	MARN : Marnes				
Calcaires et marnes du Bajocien sup	Calcaires oolithiques divers, marnes du Jamisy et de Gravelotte, calcaire coquillier de Vernéville (Bajocien sup.)	CADO-MARN : Calcaires oolithiques ou marnes				
Calcaires du Bajocien Sup	Oolithe de Jaumont / oolithe militaire inférieure, marnes de Longwy, calcaires siliceux de l'Orne (Bajocien sup.)	CAMA-MARN : Calcaires massifs ou marnes	J1c - Bajocien sup. J1b-c - Bajocien sup.		Marnes de Longwy, Oolithe de Jaumont Calcaires siliceux (Calcaires de la Fentsch)	CAMA : Calcaires massifs CAMA : Calcaires massifs
Calcaire et marnes du Bajocien Inf et Moyen	Calcaires à polyptiers, calcaire à entroques, calcaire sableux, marnes micacées (Bajocien)	CAMS-MARN : Calcaire mal stratifié ou marnes	J1b - Bajocien moy.		Calcaires à Polyptiers	CAMA : Calcaires massifs
Calcaire Aalénien	Formation ferrifère oolithique ("Minette de Lorraine") (Toarcien supérieur-Aalénien)	CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes	J1a - Bajocien inf. 19 - Aalénien	I6 - Aalénien	Formation ferrugineuse : marnes et calcaires ferrugineux	CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes
Marnes et schistes du Toarcien	Argiles et "Schistes cartons" (Toarcien inférieur)	MARN-MARF : Marnes ou Marnes feuilletées	17-8 - Toarcien	I5a à I5d - Toarcien	Argiles bitumineuses ("Schistes cartons"), marnes à septaria, marnes sableuses ("Grès supraliasiques")	MARN-MARF : Marnes ou Marnes feuilletées
grès médioliasiques Domérien sup	Marno-calcaires gréseux à Pleuroceras spinatum ("Grès médioliasiques") (Domérien supérieur)	CAGR-MARN : Calcaires gréseux ou marnes	I6b - Pliensbachien (Domérien)	I4c - Charmouthien sup. (Domérien)	Grès médioliasiques (grès et marnes)	MARN : Marnes
Marnes du Domérien moyen	Marnes à Amaltheus margaritatus (Domérien inférieur)	MARN : Marnes	I6a - Pliensbachien (Domérien)	I4b - Domérien	Marnes à Amalthees	MARN : Marnes
Marnes et calcaires du Carixien	Marnes à Uptonia jamesoni, calcaires à Productylloceras davoei, marnes à Zeilleria numismalis (Carixien) Calcaires à Echioceras raricostatum, marnes à U. jamesoni, calcaires à P. davoei (Lotharingien supérieur-Carixien)	CA-MARN : Calcaires ou marnes				
Argiles du Sinémurien	Argiles à Promicroceras (Sinémurien supérieur)	ARGI : Argiles				
Marnes et calcaires du Sinémurien	Alternances de calcaires et de marnes gris-bleues à gryphées ("Calcaire à gryphées") (Hettangien p.p.- Sinémurien s.s.)	CA-MARN : Calcaires ou marnes				

Illustration 9 : Reclassification des ensembles lithostratigraphiques en ensemble lithologique à l'échelle régionale et communale (en gras : les faciès présent à l'échelle des communes)

b) *Reclassification lithologique des formations superficielles à l'échelle communale*

A l'échelle des formations superficielles, l'approche régionale n'est pas pertinente du fait des trop nombreuses variations. A titre d'exemple, les dépôts de colluvions dépendent des zones d'alimentation et les remblais dépendent de la localisation des zones urbanisées.

La méthode générale retenue consiste à regrouper les lithologies en fonction des faciès communaux signalés sur les cartes géologiques (dépôts quaternaires : alluvions, colluvions) et des faciès de recouvrement ou d'altération du substratum identifiés sur le terrain.

Le tableau ci-après résume la correspondance entre les étages lithostratigraphiques et la lithologie générale des formations superficielles (Illustration 10).

	Notation des cartes géologiques imprimées		Lithostratigraphies communales (description des cartes géologiques de BRIEY et UCKANGE)	Lithologies communales	
	BRIEY	UCKANGE		Formation Quaternaire	Formation d'altération des formations du substratum
Formation Quaternaire	X	X	Crassier	CRAS : Crassier	
	FZ	FZ ; Fy ; Fv ; Fu	Alluvions modernes et alluvions anciennes	ALL-REMB : Alluvions et remblais remaniés homogènes	
Formation du substratum	J1c - Bajocien sup.		Marnes de Longwy, Oolithe de Jaumont		CTFA : Calcaires très fracturés ou altérés
	J1b-c - Bajocien sup		Calcaires siliceux (Calcaires de la Fentsch)		
	j1b - Bajocien moy.		Calcaires à Polypiers		
	j1a - Bajocien inf.		Calcaires sableux et calcaires à entroques, Marnes micacées (marnes de Charennes)Marnes micacées (Marnes de Charennes)	COLL : Colluvions	
	I9 - Aalénien	I6 - Aalénien	Formation ferrugineuse : marnes et calcaires ferrugineux	COLL : Colluvions	CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes
	I7-8 - Toarcien	I5a à I5d - Toarcien	Argiles bitumineuses ("Schistes cartons"), marnes à septaria, marnes sableuses ("Grès supraliasiques")		ALTAS : Altérites : Argiles à passées sableuses
	I6b - Pliensbachien (Domérien)	I4c - Charmouthien sup. (Domérien)	Grès médioliasiques (grès et marnes)		ALTAS : Altérites : Argiles à passées sableuses
I6a - Pliensbachien (Domérien)	I4b - Domérien	Marnes à Amalthées		ALTA : Altérites : Argiles dominantes	

Illustration 10 : Correspondance entre les ensembles géologiques communales et les ensembles lithologiques des formations superficielles

3.2.2. Inventaire des glissements de terrain

La base de données mouvements de terrain (BDMVT) recense les phénomènes avérés de types glissements de terrain, éboulements, effondrements, coulées de boue et érosions de berges sur le territoire français (métropole et DOM) dans le cadre de la prévention des risques naturels mise en place depuis 1981. Les informations renseignées dans cette base ont été utilisées pour définir la sensibilité des différents ensembles géologique ainsi que les caractéristiques des glissements survenus à l'échelle régionale. Cette approche a été affinée et couplée à l'expertise de terrain à l'échelle communale.

Tous les secteurs ne sont pas accessibles (propriétés privées, versants trop escarpés ou envahit d'une végétation impénétrable, zones industrielles clôturées) et les mesures de pentes sont alors issues des levés topographiques disponibles.

a) Inventaire à l'échelle régionale

Les données de la BDMVT ont été analysées à l'échelle régionale. Une extraction de l'ensemble des mouvements de terrains renseignés dans la BDMVT a été réalisée sur l'ensemble des côtes du Dogger (ensemble géomorphologique régional) de la région Grand Est (8684 km²). Le détail de cette analyse est précisé en Annexe 1 de ce rapport. Elle a ainsi permis de définir un classement relatif de la sensibilité des différents ensembles géologiques présents dans des contextes géomorphologiques similaires (côtes du Dogger).

Les contextes géomorphologiques présents sur le secteur d'étude sont :

- Les plateaux calcaires formant les revers de cuestas ;
- Les versants calcaires constituant les parties supérieures du front de cuestas
- Les vallées entaillant le front de cuesta ;
- Les versants marneux formant les bas de front de cuestas.

Certaines formations présentes sur le secteur d'étude se retrouvent à l'échelle régionale sous diverses appellations, il s'agit :

- Des marnes du Domérien
- Des marnes et schistes du Toarcien
- Des calcaires et marnes de l'Aalénien ;
- Des calcaires gréseux et récifaux du Bajocien inférieur à moyen ;
- Des calcaires oolithiques de Jaumont et calcaires récifaux du Bajocien supérieur (sur les points hauts du plateau au sud-ouest de Marange-Silvange).

L'ensemble des lithologies régionales des côtes du Dogger est présenté dans le tableau en Illustration 11.

Regroupement lithologique régional	Surface (km ²)	Nombre d'évènement à l'échelle régionale Grand Est	Pourcentage d'évènement à l'échelle régionale Grand Est (%)	Densité de mouvements régionaux /100km ²
MARN-MARF : Marnes ou marnes feuilletées	635,8	420	56	66,1
MARN : Marnes	820,8	70	9	8,5
CAGR-MARN : Calcaires gréseux ou marnes	348,3	18	2	5,2
CA-MARN : Calcaires ou marnes	1118,5	48	6	4,3
ARGI : Argiles	854,8	35	5	4,1
CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes	3618,7	146	19	4,0
CAOO-MARN : Calcaires oolithiques ou marnes	1818,0	11	1	0,6
CAMA-MARN : Calcaires massifs ou marnes	1556,5	8	1	0,5
TOTAL	10771,2	756	100	

Illustration 11 : Tableau des ensembles lithologiques régionaux (notés en gras ceux présents sur la zone d'étude)

Au total, 662 mouvements sont connus sur le Grand Est affectant les ensembles lithologiques présents sur les communes étudiées (en gras dans le tableau précédent). La grande majorité est localisée dans les marnes feuilletées qui sont largement représentées dans la région (plus de 600 km²) et comptabilisent 420 glissements de terrains répertoriés (56 % des évènements répertoriés à l'échelle régionale).

b) Inventaire à l'échelle communale

Trois mouvements de terrain sont répertoriés dans le BDMVT (n°10100004 ; n°11501901 ; n°11501903). Ils sont localisés sur la commune d'Amnéville dans le secteur du cimetière et du lotissement de l'Orée du Bois. Aucun glissement de terrain n'est répertorié dans la BDMVT sur les territoires des communes de Marange-Silvange et Hagondange.

Au cours des visites de terrain, 20 indices de glissements ou glissements ont été observés et répertoriés. Ceux-ci ont été classés en différentes catégories :

- **Indices indirects** (2 cas) : zone présentant des indices (arbres penchés ou pipés, topographie irrégulière) pouvant témoigner d'un glissement sans pour autant que ce dernier soit observable ;
- **Glissement ancien** (4 cas) : glissement recouvert de végétation et dont la niche d'arrachement n'est plus marquée dans la topographie ou issu de la BDMVT sans trace d'activité actuelle sur le terrain ;
- **Glissement de berge** (1 cas) : glissement situé dans la zone d'influence direct d'un cours d'eau ;
- **Glissement superficiel** (11 cas) : glissement dont la profondeur suspectée est inférieure à 2 m ;
- **Glissement profond** (1 cas) : glissement dont la profondeur suspectée est supérieure à 2 m ;
- **Glissement complexe ou emboité** (1 cas) : correspondant au glissement de l'Orée du Bois (indice n°3 – Illustration 12) (cf. description détaillée ci-après).

Ainsi en cumulant les données de la BDMVT et celles de terrain, un total de 20 indices (avérés ou suspectés) de glissements de terrain est recensé sur le territoire des trois communes étudiées (Illustration 12 et Annexe 4).

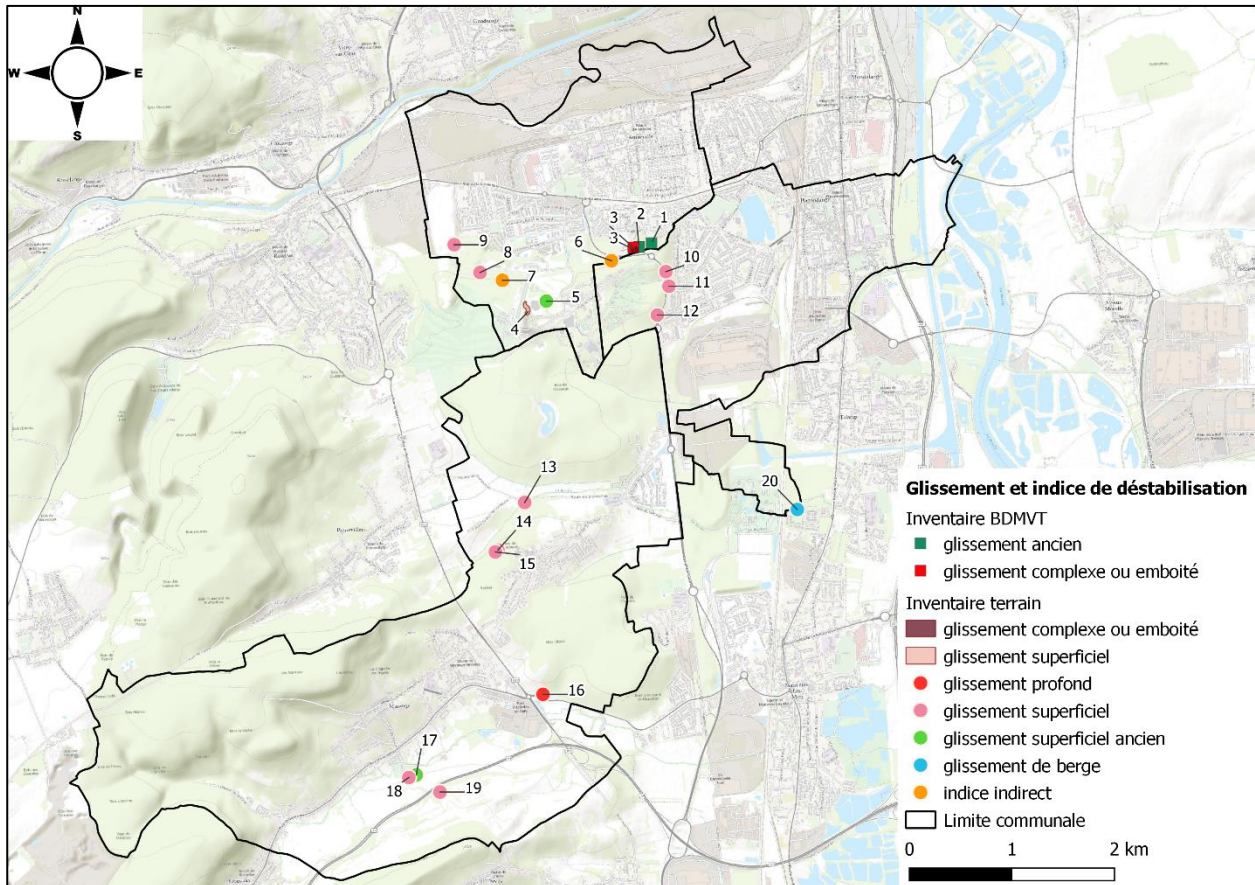


Illustration 12 : Localisation des glissements et indices de déstabilisation inventoriés sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

• **Amnéville :**

Au total, 9 indices (avérés ou suspectés) de glissements de terrain est recensé sur le territoire de la commune d'Amnéville.

La base de donnée nationale sur les mouvements de terrain mentionne deux glissements de terrain (n°2 – id. 11501903 et n°1 – id. 11501901, Illustration 12 et Annexe 4) sur le versant à proximité immédiate du cimetière, datant respectivement de 1965 (3 m de largeur, 15 m de longueur, pour une profondeur de rupture à 2 m) et de 1994 (60 m de largeur avec un décrochement sur 1 m). Le rapport d'ANTEA (ANTEA, A0 2347, 1995) indique une réactivation de ces deux glissements en janvier 1995.

La bibliographie permet également de retrouver trace d'évènements plus anciens sur le même secteur datant de 1916, 1938/38 et 1961, sans information d'intensité et ou de volume (BRGM, A 00010, 1994).

La base de donnée nationale sur les mouvements de terrain mentionne également le glissement de terrain (n°3 – id. 10100004, Illustration 12 et Annexe 4) plus récent apparu en 2016 à proximité des glissements anciens, au niveau de la rue de l'Orée du Bois (parcelles 213, 214 et 215).

Ce glissement (n°3) a fait l'objet d'un rapport d'expertise du BRGM en 2016 (BRGM, RP-66155-FR) ainsi que d'une étude géotechnique détaillée, réalisée par le bureau d'étude Compétence Géotechnique.

Une reprise des mouvements durant l'hiver 2018-2019 a conduit à évacuer les habitations situées sur ces 3 parcelles. Suite à cet événement, l'expertise menée par le BRGM en 2019 (BRGM, RP-69278-FR) émet des recommandations quant à l'instrumentation et au suivi du glissement et met également en avant la forte sensibilité au glissement de terrain de l'ensemble du versant affecté.

❖ Description détaillée du glissement complexe ou emboîté de l'Orée du Bois (n°3) :

Le glissement n°3 présente plusieurs niches d'arrachement en tête de versant et une accumulation des terrains en bas de versant formant des bourrelets de pied. Des indices de vide ont également été observés au sein de ce versant (Illustration 13).



Illustration 13 : Photographies du glissement de terrain n°3 présentant des niches d'arrachements, des bourrelets de pied et un indice de vide

Ainsi, ce glissement fait l'objet, depuis 2016, d'une étude géotechnique détaillée avec suivi d'inclinomètres et de nivellement, réalisée respectivement par le bureau d'étude Compétence Géotechnique et un géomètre expert.

Les mesures géotechniques indiquent une forte profondeur de glissement mais un doute est émis sur la représentativité de ces mesures. Les relevés inclinométriques de 2019 indiquent la présence d'un plan de glissement à 14 m de profondeur dans le versant ainsi qu'une déstabilisation des terrains jusqu'à plus de 10 m au droit de la parcelle 215 (Illustration 14).

Le rapport d'expertise RP-69278-FR (BRGM, 2019) relève les incohérences suivantes :

- « le rapport n'indique pas l'orientation des axes de mesures A et B, ne permettant pas de projeter les déplacements cumulés en carte ou en coupe » ;
- « les valeurs mesurées sont parfois diamétralement opposées d'un inclinomètre à l'autre » ; « les profondeurs de ruptures mesurées posent question lorsqu'on les compare au profil topographique du secteur. En effet, un plan de rupture à 10 m de profondeur au niveau de l'inclinomètre CG4 pose la question de son point de résurgence, l'inclinomètre étant situé en pied de versant, aucune bordure libre (de contrainte) n'est disponible pour permettre le déplacement des terrains » (cf. Illustration 14) ;
- « sur un même inclinomètre, certaines mesures présentent des déplacements cumulés inférieurs aux mesures antérieures » ;
- et « les valeurs mesurées au niveau des profondeurs de forte déformation présentent des incohérences, avec des augmentations linéaires des déplacements cumulés, parfois des ruptures dans les séries de données et des sauts importants dans les valeurs ».

Le rapport RP-69278-FR précise que « des profondeurs de ruptures à 6 ou 7 m au niveau des inclinomètres CG1 et 2, semblent plus cohérentes avec la topographie du versant, cependant, une profondeur de rupture à 4 m de profondeur au niveau du CG4 semble encore étonnamment profonde étant donné qu'il se situe déjà hors versant ».

Le suivi, toujours en cours au moment de la rédaction de ce rapport, n'a pour le moment pas confirmé ces valeurs. Une période de suivi plus longue est nécessaire pour conclure sur la réelle profondeur de ce glissement.

L'Illustration 14 et l'Illustration 15, issus du rapport BRGM de 2019, présentent par des coupes schématiques les niveaux de ruptures supposés.

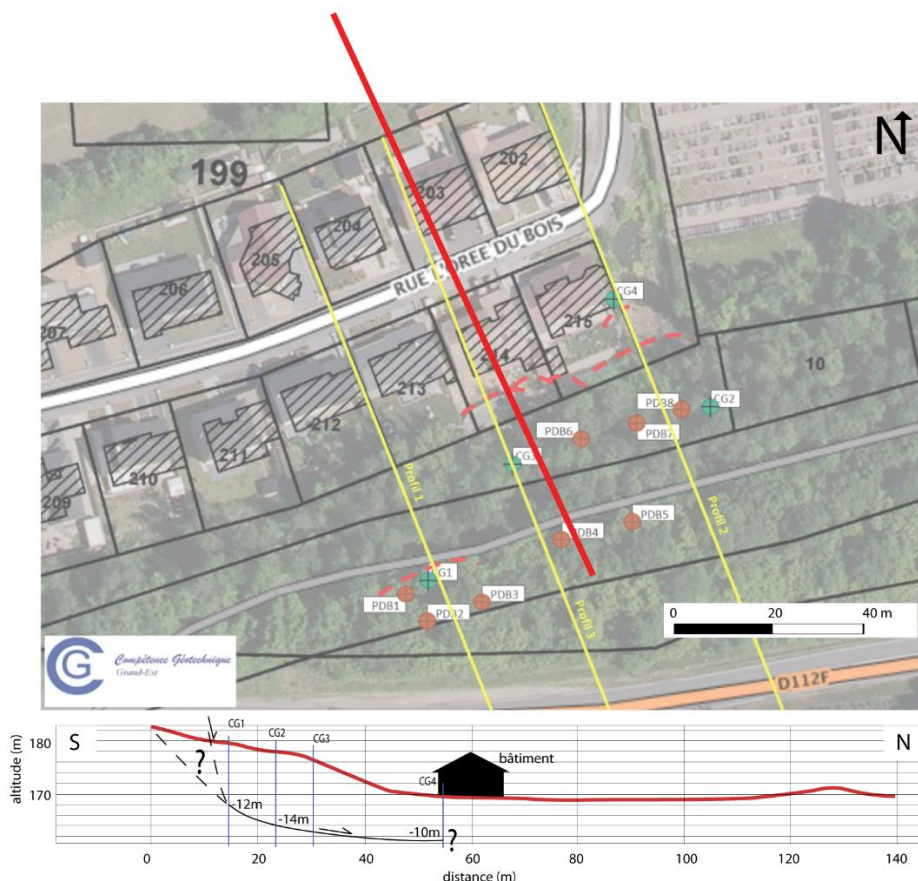


Illustration 14 : Localisation des inclinomètres et reports, sur coupe schématique du secteur, des profondeurs de ruptures interprétées par Compétence Géotechnique (extrait du rapport BRGM de 2019 – RP-69278-FR)

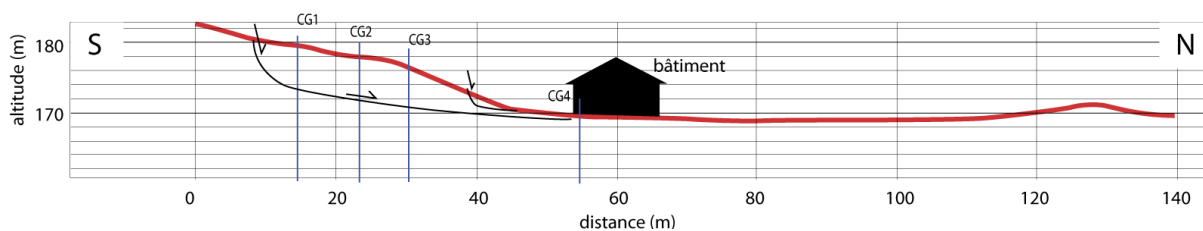


Illustration 15 : Coupe schématiques représentant deux niveaux de ruptures supposés (extrait du rapport BRGM de 2019 – RP-69278-FR)

Les trois glissements (n° 1 ; n°2 ; n°3 - Illustration 12) sont localisés au sein d'un secteur au terrain hétérogène constitué d'éléments de crassier et d'argiles provenant de l'altération des marnes du Domérien.

Les glissements superficiels n°4, n°8, n°9, le glissement superficiel ancien n°5 et l'indice indirect de glissement n°7 affectent les terrains constitués de crassiers.

La photographie ci-dessous donne un exemple de glissement superficiel observé sur le terrain (Illustration 16).



Illustration 16 : Photographie d'un glissement superficiel (n°4)

L'indice de glissement (n° 6) se situe au sein d'un versant raide argileux et humide (Illustration 17).

n°6 – indice indirect de mouvement de terrain :
nombreux arbres penchés ou pipés



Illustration 17 : Photographies de l'indice indirect de mouvement de terrain (n°6) : nombreux arbres penchés ou pipés

- **Hagondange :**

Quatre glissements de terrain ont été observés sur la commune d'Hagondange. Trois glissements superficiels (n° 10 ; 11 ; 12) affectent des talus locaux raides au sein des versants argileux (Illustration 18). Un glissement de berge (n° 20) a été identifié le long du cours d'eau *La Barche*.

n°12 – glissement superficiel



Illustration 18 : Photographie d'un glissement superficiel (n°12) affectant un talus sur la commune d'Hagondange

- **Marange-Silvange :**

Sur le territoire de la commune de Marange-Silvange, 7 phénomènes ont été observés. Un glissement superficiel (n°13) et un glissement profond (n°6) affectent des talus locaux ou routier au sein des argiles reposant sur les marnes (Illustration 19). Quatre glissements superficiels (n°14, n°15, n°18 n°19) et un glissement superficiel ancien (n°17) affectent des talus locaux au sein des argiles à passées sableuses sur les marnes feuilletées (Illustration 20).



Illustration 19 : Photographie du glissement profond (n°16) affectant un talus routier

n°17 – glissement superficiel ancien



Illustration 20 : Photographie d'un glissement superficiel ancien (n°17) affectant un talus localisé

3.2.3. Cartographie géomorphologique

La carte géologique utilisée lors de cette étude découle d'un travail de terrain s'appuyant sur les cartes géologiques imprimées à l'échelle du 1 :50 000^{ème} de BRIEY et d'UCKANGE et complétée par l'étude des sondages issus de la BSS dans et autour de la zone d'étude. Cette approche a permis d'affiner le calage lithostratigraphique et d'apporter une meilleure estimation de la nature et de la géométrie des corps sédimentaires, et de cartographier les formations du régolithe (formations superficielles : dépôts quaternaires et faciès d'altération).

Ces différents ensembles lithologiques sont décrits dans la suite de ce rapport en distinguant les formations du substrat et les formations superficielles.

a) *Ensembles lithologiques du substrat*

→ CAMA : Calcaires massifs

Les calcaires massifs correspondent au regroupement des formations géologiques des calcaires à polypiers, calcaires siliceux et calcaires oolitiques. Ils sont représentés sur le plateau au sud-ouest de la commune de Marange-Silvange.

Les calcaires massifs sont visibles à l'affleurement sur une hauteur de 1 à 2 m, et sont caractérisés par des bancs de puissances pluridécimétriques (20 à 50 cm environ) présentant une fracturation perpendiculaire à la stratigraphie (Illustration 21). Ces calcaires sont **peu sensibles à l'apparition de glissement de terrain.**



Illustration 21 : Affleurement de calcaires massifs observés au sein de la zone d'étude

➔ CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes

Cet ensemble correspond au regroupement des marnes micacées, calcaires à entroques, calcaires sableux du Bajocien inférieur ainsi que les calcaires (formation ferrifère) de l'Aalénien. Formations sous-jacentes aux calcaires massifs décrites ci-dessus, elles forment la bordure de ce plateau.

Les calcaires mal stratifiés sont visibles à l'affleurement sur des épaisseurs de 1 à 3 m environ. Sur la zone d'étude ils sont observables sous deux aspects distincts :

- En bancs métriques, à stratifications obliques peu marqués et caractérisés par un débit grossier ;
- Ou présentant un débit en plaquette important empêchant d'observer l'état non altéré de la roche (Illustration 22).

Ces calcaires mal stratifiés associés à des marnes présentent **une sensibilité faible à moyenne au glissement de terrain.**



Illustration 22 : Calcaires mal stratifiés à débit grossier (à gauche) et à débit en plaquette (à droite)

➔ MARN-MARF : Marnes ou marnes feuilletées (du Toarcien)

Les marnes et marnes feuilletées sont largement représentées sur la zone d'étude au sein de la commune de Marange-Silvange. Elle constitue les versants de la vallée traversée par le cours d'eau du *Billeron*, et arme également la butte du Bois l'Abbé.

Les marnes feuilletées sont systématiquement recouvertes d'une frange d'altération et n'affleurent donc pas à l'état sain sur le territoire de la zone d'étude.

Ces marnes et marnes feuilletées présentent **une sensibilité moyenne à forte au glissement de terrain.**

➔ MARN : Marnes (du Domérien)

Les marnes du Domérien constituent le substrat majoritairement présent au sein de la zone d'étude. Elles recouvrent ainsi l'ensemble du territoire des communes d'Amnéville et d'Hagondange. A Marange-Silvange ce substrat est cartographié au niveau de la butte du bois de Coulange, en bas de versant de la butte du bois l'Abbé, ainsi qu'en fond de vallée.

Systématiquement recouvertes d'une frange d'altération les marnes du Domérien n'affleurent pas l'état sain sur le territoire de la zone d'étude.

Ces marnes présentent **une sensibilité faible à moyenne au glissement de terrain.**

La cartographie des unités lithologiques du substrat est représentée en Illustration 23.

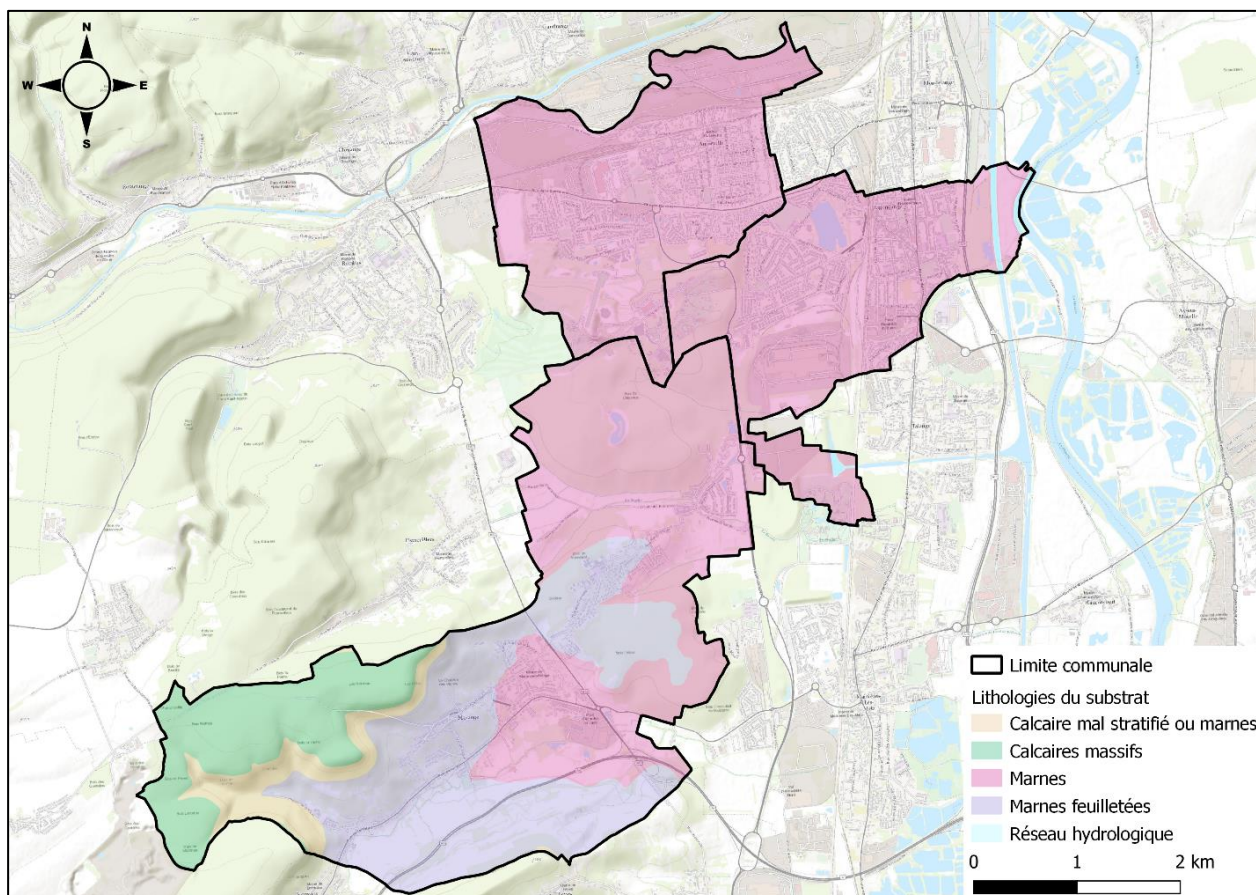


Illustration 23 : Cartographie des unités lithologiques constituant le substrat

b) Ensembles lithologiques des formations superficielles

➔ CRAS : Crassier

Les formations de crassier proviennent de l'amoncellement de déchets, scories et sables de hauts-fourneaux provenant d'usine métallurgique. Ceux-ci sont localisés sur le versant nord de la butte du Bois de Coulange à Amnéville. La cartographie de cette formation a été réalisée à partir des observations de terrain, des données BSS ainsi que des photographies aériennes anciennes (téléchargeable sur le portail IGN « remonter le temps », Illustration 26).

Ces formations de crassier présentent en surface des terrains plutôt sableux. Localement des profils verticaux montrent des sables très indurés (Illustration 24 et Illustration 25).



Illustration 24 : Profils verticaux au sein des formations de crassier présentant des sables indurés



Illustration 25 : Profil vertical au sein d'une formation de crassier présentant un aspect induré

En pied de versant, en tout cas localement, ont été observés des blocs de fonderie cylindrique de taille métrique à plurimétrique.

Les profils observés sur le terrain montrent au moins 10m d'épaisseur, ce qui est confirmé par les forages des bureaux d'étude *Compétence Géotechnique* et *Fondasol* qui indique des épaisseurs d'au moins 10 à 15 m.

D'après les forages de *Compétence Géotechnique* et les observations de terrain, la zone de forêt à l'ouest du « Snowhall » semble être au moins localement argileuse et dépourvue de crassier, ce qui semble également être confirmé par l'étude diachronique des photographies aériennes anciennes (Illustration 26).

En recoupant les observations de terrain (notamment la présence de crassier en pied de versant couvert de végétation – cf. Illustration 24 à gauche) et les photographies aériennes anciennes (disponibles sur le portail « Remonter le temps » de l'IGN), il apparaît que les dépôts de crassier sont antérieurs à 1948 (date de la photographie aérienne la plus ancienne disponible) et peuvent donc être recouverts de forêt (Illustration 26).

Au vu des incertitudes, de la répartition des crassiers, et afin d'éviter du micro-zonage, cette zone de forêt à l'ouest du « Snowhall » est également cartographiée en crassier dans son intégralité.

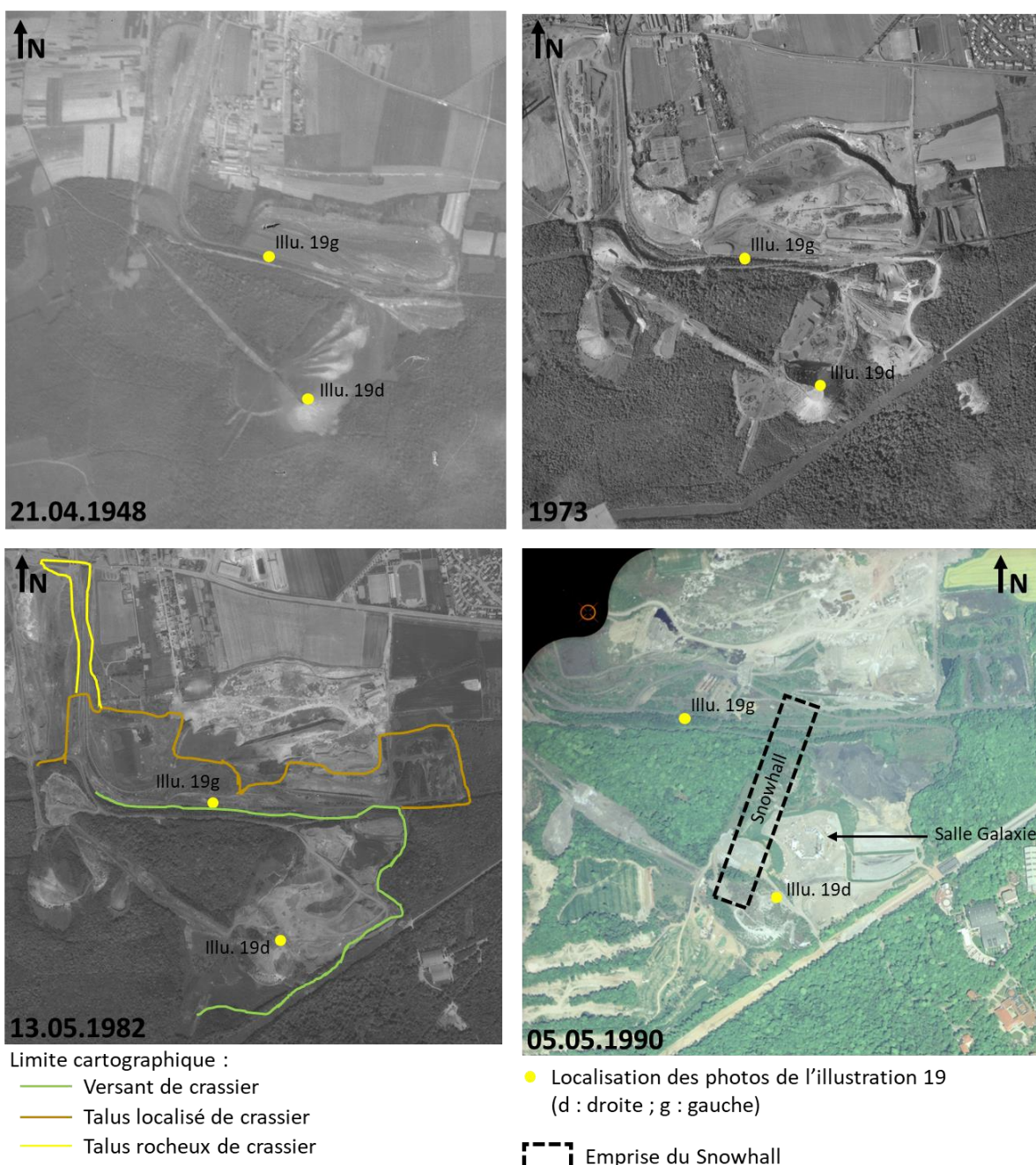


Illustration 26 : Etude diachronique des photographies aériennes anciennes dans le secteur de crassier à Amnéville et report des limites cartographiques des ensembles géomorphologiques de crassier et de la localisation des photographies de l'illustration 24 (source des photographies aériennes : <https://remonterletemps.ign.fr>)

➔ ALL-REMB : Alluvions et remblais remaniés homogènes

Cet ensemble lithologique regroupe les alluvions de la plaine alluviale de la Moselle ainsi que les alluvions anciennes localisés sur le plateau du Bois de Coulange. Ces alluvions sont principalement constituées de galets de taille centimétrique englobés au sein d'une matrice argilo-sableuse. Localisé dans des secteurs fortement urbanisés, cet ensemble comprend également des remblais. D'après les observations de terrain ces remblais sont constitués des terrains en place remaniés et contenant également des blocs divers (béton, briques, etc) de taille centimétrique à décimétrique. Cet ensemble d'une épaisseur pouvant atteindre 12 m repose sur les marnes du Domérien.

➔ COLL : Colluvions

Les colluvions sont des dépôts de pente, résultant de la mobilisation des niveaux d'altération des formations sus-jacentes (calcaires sur la zone d'étude). Il s'agit donc de l'accumulation de débris centimétriques à décimétriques, de calcaires en blocs ou en plaquettes au sein d'une matrice sableuse à argileuse (Illustration 27). Ces dépôts reposent sur les « calcaires mal stratifiés et marnes » ainsi que sur les « marnes ou marnes feuilletées » du Toarcien. Les observations de terrain ont permis d'estimer leur épaisseur entre 2 et 5 m. Dans un souci d'homogénéisation de la cartographie, cette formation englobe localement des formations de haut de versant de type éboulis (très peu représentées) à dominante sensiblement plus graveleuse.



Illustration 27 : Affleurement de colluvions observé sur la zone d'étude

➔ CTFA : Calcaires très fracturés ou altérés

Présente uniquement sur les plateaux et bordures de plateaux de la commune de Marange-Silvange, cette formation résulte de l'altération en surface des calcaires massifs. Le sondage BSS000KPXW localisé sur les plateaux calcaires à proximité de la zone d'étude indique une épaisseur d'un mètre correspondant à l'altération des calcaires.

L'altération in-situ des plateaux calcaires peut se traduire par un passage progressif depuis la roche mère non altérée à des calcaires fracturés puis des argiles d'altération comprenant plus ou moins des blocs calcaires.

Sur le terrain, il est difficile d'observer les argiles d'altération localisées sur des parties planes et donc très végétalisées du plateau. En bordure du plateau, des calcaires très fracturés sont observés.

Localement le passage entre les blocs calcaires compris dans une matrice argileuse et les colluvions se fait de façon progressive. La limite entre les deux a donc été cartographiée en se basant sur la morphologie du versant.

➔ ALTAS : Altérites : argiles à passées sableuses

Les argiles à passées sableuses sont le produit de l'altération des marnes feuilletées du Toarcien ainsi que des grès médioliasiques. Dans son ensemble, cette formation argileuse présente localement quelques niveaux sableux. Au vu de leur condition d'affleurement médiocre, il n'a cependant pas été possible de les cartographier précisément sur le terrain. De plus, leur cartographie n'étant pas homogène sur les cartes géologiques existantes, tout cet ensemble a été caractérisé comme « argiles à passées sableuses ». Celles-ci recouvrent l'ensemble des versants de la vallée de Marange-Silvange, ainsi que la partie sommitale de la butte du Bois l'Abbé. Leur épaisseur n'étant pas observable sur le terrain a été estimée à partir des données du sondage BSS000KRFK indiquant une épaisseur de près de 10 m en versant.

➔ ALTA : Altérites : argiles dominantes

Les argiles résultent de l'altération des marnes du Domérien. Elles recouvrent donc cette formation sur les versants de la butte du bois de Coulanges, en pied de versants de la butte du Bois l'Abbé, au niveau du fond de vallée séparant ces deux buttes, ainsi qu'en fond de vallée en partie centrale de la commune de Marange-Silvange. Leur épaisseur est estimée entre 2 et 5 mètres (BSS - forage BSS002PUNG).

La cartographie des unités lithologiques des formations superficielles est représentée en Illustration 28.

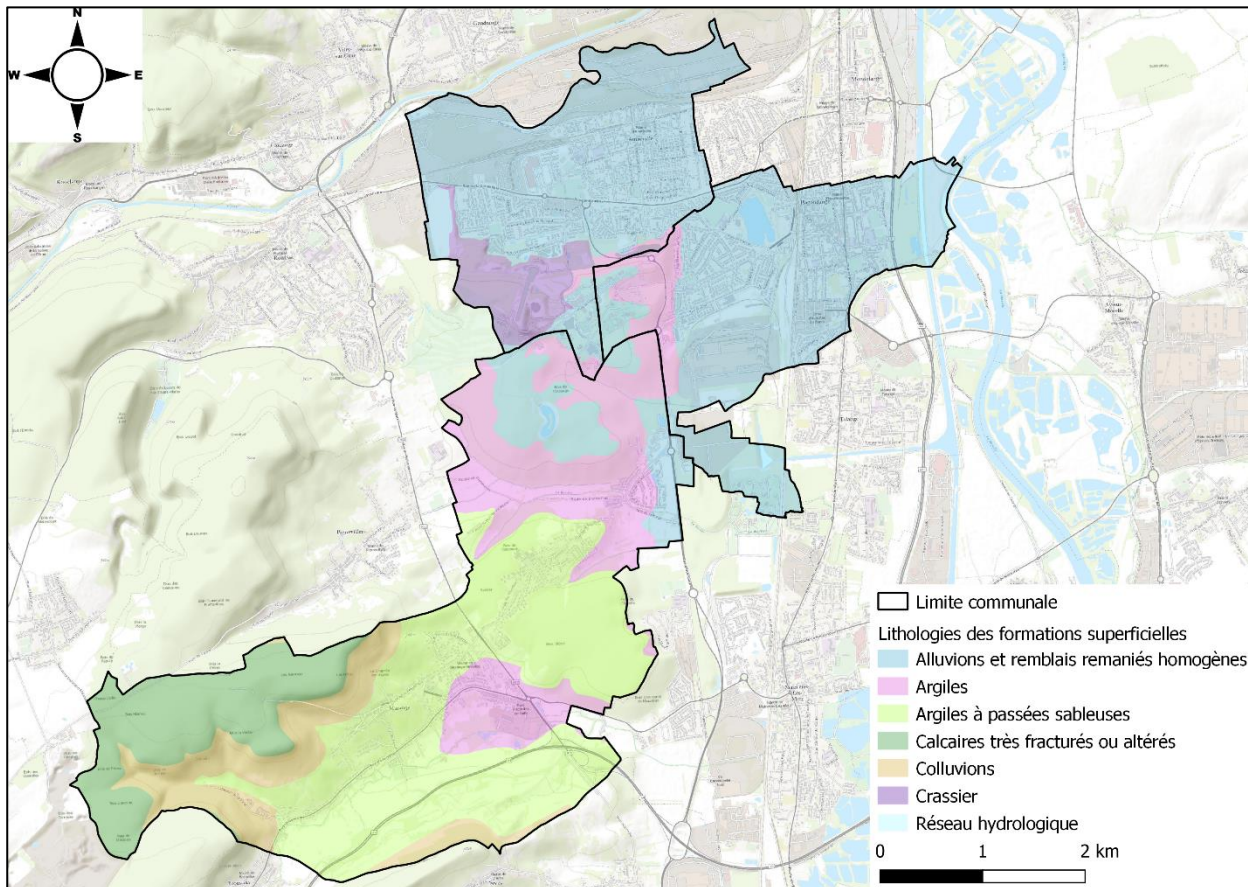


Illustration 28 : Cartographie des unités lithologiques des formations superficielles

c) **Épaisseur des formations mobilisables**

Les formations mobilisables correspondent aux formations de dépôts quaternaires (alluvions, colluvions, etc..) ainsi qu'à la frange altérée des formations du substrat. L'épaisseur des formations mobilisables a été estimée, pour chaque ensemble géomorphologique, à partir des observations de terrain et des données issues de la BSS (Illustration 29 et Annexe 3) (cf. section 2.3).

Un certain nombre de forages a été sélectionné pour la précision et la qualité des informations qu'ils fournissent sur le secteur d'étude dont le détail est présenté en Annexe 3.

La discontinuité des observations de terrain et des données issues de la BSS nécessite d'extrapoler les données disponibles à l'échelle du zonage géomorphologique. Ainsi, pour chaque ensemble géomorphologique, les épaisseurs mobilisables ont été classées en trois catégories : inférieur à 2 m ; entre 2 et 5 m ; supérieur à 5 m.

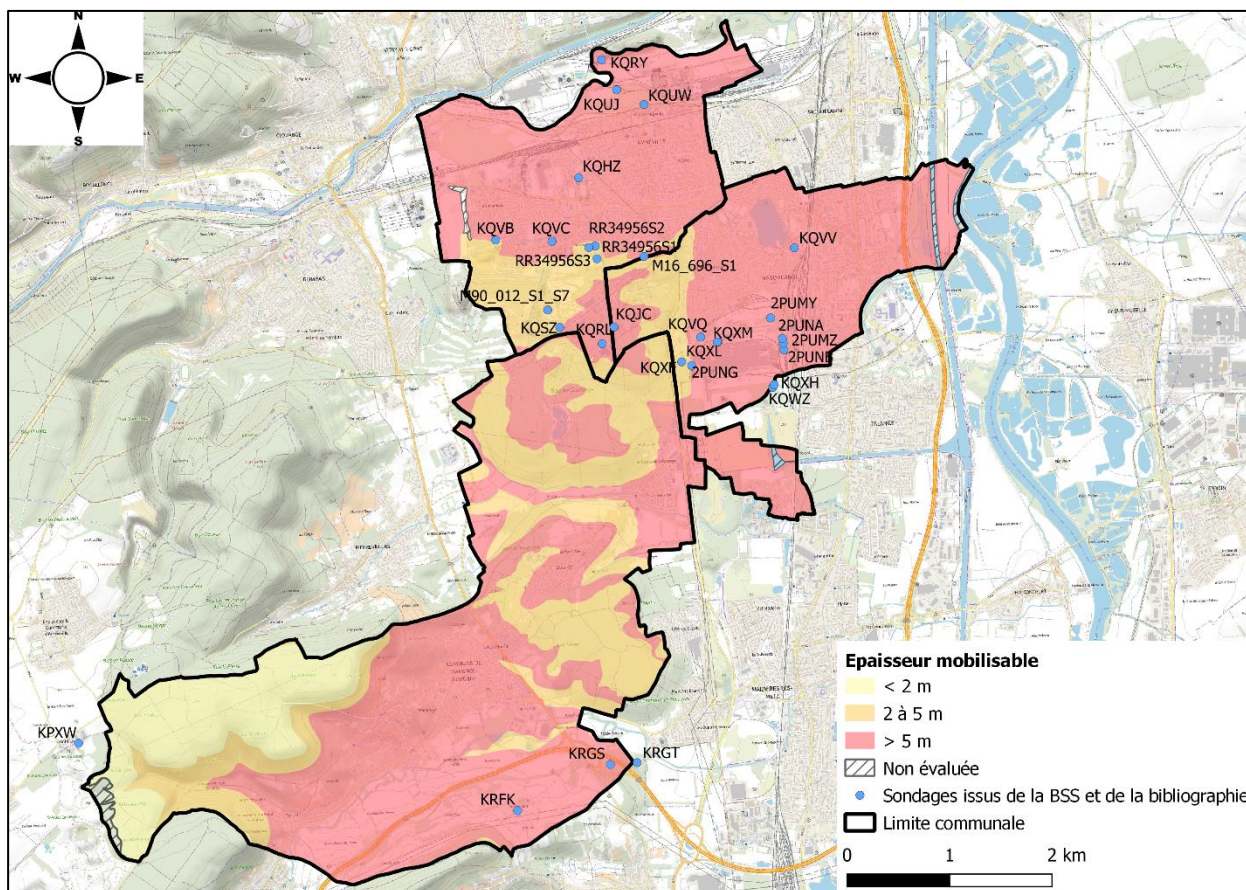


Illustration 29 : Cartographie des épaisseurs mobilisables et localisation des sondages issus de la BSS et de la bibliographie

d) Cartographie des ensembles géomorphologiques communaux

Des ensembles géomorphologiques ont été cartographiés à l'échelle communale sur la base des observations de terrain. Il s'agit d'ensembles partageant les mêmes caractéristiques lithologiques, que ce soit celles du substrat ou des formations superficielles, morphologique (versants, plateaux, etc.) et les mêmes pentes générales. Cet assemblage permet de mutualiser les observations faites sur le terrain à différents endroits mais ayant un contexte géomorphologique similaire et permet également d'éviter des micro-zonages dus à des variations de pente trop locales. Ces **ensembles présentent un comportement homogène face au glissement de terrain**. Les limites entre les différents ensembles ont été tracées sur la base des données du MNT au 5m, des limites géologiques des cartes imprimées à l'échelle du 1/50 000^{ème} et redéfinies sur le terrain et des observations de terrain.

Au total, 28 ensembles géomorphologiques ont été définis lors de cette cartographie. Chaque ensemble géomorphologique est identifié par un sigle identifié dans le tableau ci-après (Illustration 30).

Sigle	Ensemble géomorphologique
PCA	Plateau calcaire
BPCA	Bordure de plateau calcaire
CCA	Carrière calcaire
VRCCA	Versant raide de colluvions sur calcaires
VICCA	Versant intermédiaire de colluvions sur calcaires
VRCMF	Versant raide de colluvions sur les marnes feuilletées
VICMF	Versant intermédiaire de colluvions sur les marnes feuilletées
VRASMF	Versant raide argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées
VIASMF	Versant intermédiaire argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées
VDASMF	Versant doux argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées
VTDASMF	Versant très doux argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées
FVASM	Fond de vallée argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées
PASMF	Plateau argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées
PASM	Plateau argileux à passées sableuses sur les marnes
VTDASM	Versant très doux argileux à passées sableuses sur les marnes
VDASM	Versant doux argileux à passées sableuses sur les marnes
FVASM	Fond de vallée argileux à passées sableuses sur les marnes
VDAM	Versant très doux argileux sur les marnes
VDAM	Versant doux argileux sur les marnes
VRAHM	Versant raide argileux humide sur les marnes
FVAM	Fond de vallée argileux sur les marnes
PALA	Plateau alluvionnaire argileux
TL	Talus localisé
FVAL	Fond de vallée alluvionnaire
VCR	Versant de crassier
VCRD	Versant de crassier déstabilisé
TLCR	Talus localisé de crassier
TRCR	Talus rocheux de crassier

Illustration 30 : Sigles et nomenclatures attribués à chaque ensemble géomorphologique

Afin de simplifier la nomenclature des ensembles géomorphologiques, la formulation « sur marnes feuilletées » est utilisé à la place de « sur marnes ou marnes feuilletées » pour les ensembles géomorphologiques concernés par le substrat des « marnes ou marnes feuilletées » du Toarcien.

Le tableau ci-après résume les caractéristiques principales de chacun de ces ensembles (Illustration 31).

Ensemble géomorphologique	Morphologie	Formation superficielle	Formation du substrat	Pente représentative majoritaire (Q25 - Q75)
PCA	Plateau	Calcaires très fracturés ou altérés	Calcaires massifs	1,21° - 2,79°
BPCA	Bordure de Plateau	Calcaires très fracturés ou altérés	Calcaires massifs	4,18° - 9,50°
CCA	Carrière	Calcaires très fracturés ou altérés	Calcaires massifs	/
VRCCA	Versant raide	Colluvions	Calcaire mal stratifié ou marnes	10,48° - 19,73°
VICCA	Versant intermédiaire	Colluvions	Calcaire mal stratifié ou marnes	6,24° - 10,19°
VRCMF	Versant raide	Colluvions	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	10,48° - 19,73°
VICMF	Versant intermédiaire	Colluvions	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	6,24° - 10,19°
VRASMF	Versant raide	Argiles à passées sableuses	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	10,48° - 19,73°
VIASMF	Versant intermédiaire	Argiles à passées sableuses	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	6,24° - 10,19°
VDASMF	Versant doux	Argiles à passées sableuses	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	5,91° - 8,17°
VTDASMF	Versant très doux	Argiles à passées sableuses	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	2,91° - 5,15°
FVASMF	Fond de vallée	Argiles à passées sableuses	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	0,56° - 2,08°
PASMF	Plateau	Argiles à passées sableuses	Marnes ou Marnes feuilletées (du Toarcien)	1,21° - 2,79°
PASM	Plateau	Argiles à passées sableuses	Marnes (du Domérien)	1,21° - 2,79°
VTDASM	Versant très doux	Argiles à passées sableuses	Marnes (du Domérien)	2,91° - 5,15°
VDASM	Versant doux	Argiles à passées sableuses	Marnes (du Domérien)	5,91° - 8,17°
FVASM	Fond de vallée	Argiles à passées sableuses	Marnes (du Domérien)	0,56° - 2,08°
VTDAM	Versant très doux	Argiles	Marnes (du Domérien)	2,91° - 5,15°
VDAM	Versant doux	Argiles	Marnes (du Domérien)	5,91° - 8,17°
VRAHM	Versant raide	Argiles	Marnes (du Domérien)	10,48° - 19,73°
FVAM	Fond de vallée	Argiles	Marnes (du Domérien)	0,56° - 2,08°
VCR	Versant	Crassier	Marnes (du Domérien)	10,48° - 19,73°
VCRD	Versant	Crassier	Marnes (du Domérien)	10,48° - 19,73°
TLCR	Talus localisé	Crassier	Marnes (du Domérien)	1,45° - 12,38°
TRCR	Talus localisé	Crassier	Marnes (du Domérien)	3,26° - 18,56°
PALA	Plateau	Alluvions et remblais remaniés homogènes	Marnes (du Domérien)	1,21° - 2,79°
TL	Talus localisé	Alluvions et remblais remaniés homogènes	Marnes (du Domérien)	1,45° - 12,38°
FVAL	Fond de vallée	Alluvions et remblais remaniés homogènes	Marnes (du Domérien)	0,56° - 2,08°

Illustration 31 : Tableau résumant les caractéristiques principales des ensembles géomorphologiques

Afin de simplifier la description de ces ensembles, ceux-ci ont été regroupés par formation de substrat et formations superficielles identiques.

Les valeurs de pentes exprimées ci-dessous par ensembles géomorphologiques sont caractérisées par le 25^{ème} percentile (Q25) et le 75^{ème} percentile (Q75) déterminés à partir des valeurs de pente provenant du MNT. Elles définissent la valeur maximale de pente présente sur 25 % (Q25) ou 75 % (Q75) de la surface de chaque ensemble géomorphologique en s'affranchissant des quelques valeurs extrêmes très localisées (Illustration 32).

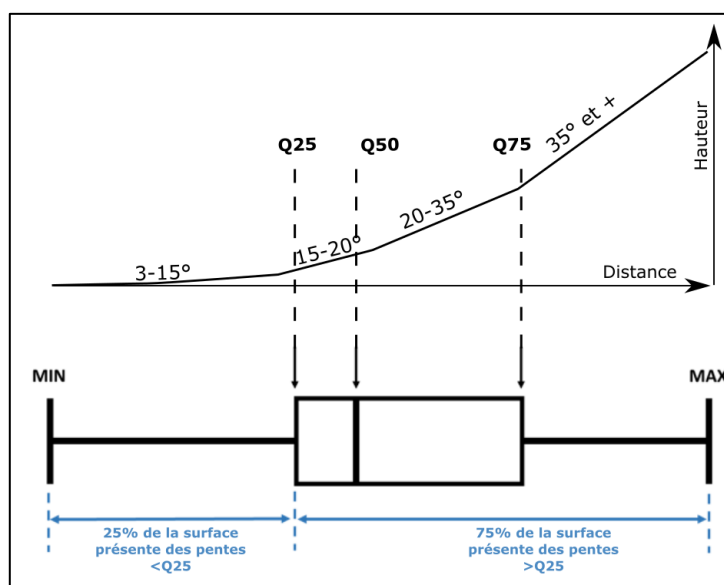


Illustration 32 : Diagramme en boîte illustrant les quartiles Q25, Q50 et Q75 d'un profil topographique

→ Calcaires très fracturés ou altérés sur calcaires massifs

→ *Plateau calcaire (PCA) et bordure de plateau calcaire (BPC)*

L'extrémité ouest de la commune de Marange-Silvange est représentée par les faciès calcaires. Le substrat composé des calcaires massifs correspond au regroupement des calcaires à polytiers, calcaires siliceux, marnes de Longwy et calcaire oolithique de Jaumont. Cette formation a été considérée comme très fracturée ou altérée en surface sur une épaisseur inférieure à 2 mètres, le forage KPXW indiquant 1 mètre d'altération. Le **plateau calcaire (PCA)** localisé à l'extrémité ouest de la zone d'étude, est caractérisé par des pentes de 1 à 3° (Q25-Q75). La **bordure de plateau calcaire (BPC)** marque la transition entre le plateau calcaire et les versants raide sous-jacents de colluvions sur calcaires. La gamme de pente représentée est plus large et comprend des valeurs allant de 4° (Q25) à près de 10° (Q75). Ces ensembles ne sont pas urbanisés et sont actuellement sous couvert forestier.

→ *Carrière calcaire (CCA)*

Cet ensemble regroupe le secteur en cours d'exploitation correspondant à la carrière de Jaumont, au sud-ouest de Marange-Silvange. La topographie et le recouvrement des terrains étant sujets à des modifications régulières, il n'est pas possible de caractériser un aléa au glissement de terrain sur ce secteur. Il n'a donc pas été expertisé dans la suite dans cette étude.

→ Colluvions sur calcaires mal stratifié ou marnes

→ *Versants raide et intermédiaire de colluvions sur calcaires (VRCCA et VICCA)*

Les ensembles sous-jacents aux formations calcaires de plateau sont représentés par un substrat constitué de calcaires mal stratifiés, correspondant au regroupement des calcaires sableux et calcaires à entroques, ainsi que des calcaires Aalénien. Ces formations sont recouvertes en surface par des colluvions d'une épaisseur comprise entre 2 et 5 mètres. Ces ensembles sont localisés en haut de versant de la vallée de Marange-Silvange. Principalement représentés par des zones forestières, ils atteignent les abords des zones urbanisées au sud de Marange-Silvange (secteur « Les Trois Maisons » et « Lotissement du Fond des Aulnes »). Les valeurs de pente ont permis de caractériser deux zones géomorphologiques distinctes. Le **versant raide de colluvions sur calcaires (VRCCA)** est défini par des pentes fortes comprises environ entre 10° et 20° (Q25-Q75). Le **versant intermédiaire de colluvions sur calcaires (VICCA)** est défini par des pentes plus faible allant d'environ 6° à 10° (Q25-Q75).

→ Colluvions sur les marnes ou marnes feuilletées (du Toarcien)

→ *Versants raide et intermédiaire de colluvions sur les marnes feuilletées (VRCMF et VICMF)*

L'ensemble des versants de la vallée de Marange-Silvange est ensuite caractérisé par un substrat constitué des marnes feuilletées du Toarcien. En haut de versant, ces marnes sont recouvertes par des colluvions. En considérant l'épaisseur des colluvions et l'épaisseur d'altération des marnes feuilletées, l'épaisseur mobilisable atteint plus de 5 mètres. De la même manière, les **versants raides de colluvions sur les marnes feuilletées (VRCMF)** sont distingués des **versants intermédiaires de colluvions sur les marnes feuilletées (VICMF)** par leur gamme de pente. Les versants raides sont représentés par des pentes entre 10° et 20°, tandis que les versants intermédiaires sont représentés par des pentes entre 6° et 10°. Ces ensembles géomorphologiques sont représentés par des zones forestières, des zones viticoles ou agricoles ainsi que quelques secteurs urbanisés au sud de Marange-Silvange (secteur « Les Trois

Maisons » et « Lotissement du Fond des Aulnes ») et sur le versant orienté est (partie haute de la rue de la Taye).

→ Altérites (argiles à passées sableuses) sur les marnes ou marnes feuilletées (du Toarcien)

L'altération des marnes feuilletées du Toarcien se présente en surface par des argiles à passées sableuses. Ainsi en dessous des hauts de versants de colluvions, les versants de la vallée de Marange-Silvange sont constitués en substrat par les marnes feuilletées du Toarcien recouvertes en surface par des argiles à passées sableuses. Ces versants sont découpés en quatre ensembles géomorphologiques en fonction des valeurs de pente.

→ *Versant raide argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VRASMF)*

La zone de versant raide est caractérisée par des pentes comprises entre 10 et 20° et représente un petit secteur au sud de la commune de Marange-Silvange, principalement sous couvert forestier et contenant un bâtiment. Cette zone représente une petite surface qui résulte du croisement particulier entre de fortes pentes comprises dans un grand versant et la présence de marnes feuilletées s'altérant en argiles sableuses.

→ *Versant intermédiaire argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VIASMF)*

Le versant intermédiaire est caractérisé par des pentes comprises entre 6° et 10°. Cet ensemble représente la majorité des versants de la vallée de Marange-Silvange. Le versant orienté ouest est occupé par des champs et des prés tandis que le versant opposé est en partie urbanisé.

Trois glissements de terrains ont été observés au sein de cet ensemble géomorphologique (n° 17, 18, 19 - Illustration 33). Ces trois phénomènes sont des glissements superficiels localisés au sein de talus en bord de route. Le glissement 17 est ancien tandis que les glissements 18 et 19 sont actuels.

→ *Versant doux argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VDASMF)*

Le versant doux est défini par des pentes comprises environ entre 6° et 8° (Q25-Q75). Cet ensemble est localisé en zone forestières sur le versant ouest du Bois de Vuidencel, ainsi que sur une partie du versant sur du Bois l'Abbé.

Cet ensemble géomorphologique est concerné par deux glissements superficiels localisés au sein de talus en bordure de chemin (n° 14 et 15 - Illustration 33).

→ *Versant très doux argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VTDASMF)*

Le versant très doux, représenté par des valeurs entre environ 3° et 5°, correspond au bas de versant de la vallée de Marange-Silvange, ainsi qu'au bordure du plateau du Bois de Vuidencel et du Bois l'Abbé. Cet ensemble est urbanisé sur les bas de versant orienté est, ainsi qu'en bordure de plateau du Bois l'Abbé.

→ *Fond de vallée argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (FVASM)*

Les argiles à passées sableuses sur les marnes feuilletées sont également représentées en fond de vallée dans la partie sud de la commune de Marange-Silvange. Cet ensemble est caractérisé par des pentes comprises entre 0,5° et 2°.

→ *Plateau argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (PASM)*

Le plateau localisé en zone centrale de la commune de Marange-Silvange, allant du Bois l'Abbé à l'est au Bois de Vuidencel à l'ouest est également représenté par cette même composition lithologique. La zone urbanisée de la commune de Marange-Silvange traverse cet ensemble.

Sur les versants et en fond de vallée, l'épaisseur mobilisable est estimée à plus de 5 mètres (BSS000KRFK) tandis qu'elle est comprise entre 2 et 5 mètres sur le plateau.

→ Altérites (argiles à passées sableuses) sur les marnes (du Domérien)

Le grès médioliasique, décrit comme des marnes et marnes sableuses, présente également une altération de type argiles à passées sableuses. Cette unité lithostratigraphique repose sur le substrat des marnes du Domérien, et correspond donc aux ensembles géomorphologiques caractérisés par des argiles à passées sableuses sur les marnes du Domérien.

L'épaisseur mobilisable sur les versants et en fond de vallée est estimée à plus de 5 mètres, tandis qu'elle est comprise entre 2 et 5 mètres sur les plateaux.

→ *Plateau argileux à passées sableuses sur les marnes (PASM)*

Ainsi la partie est du plateau du Bois l'Abbé est formé d'argiles à passées sableuses sur les marnes du Domérien. Uniquement sous couvert forestier cet ensemble est caractérisé par des pentes comprises entre 1 et 3° environ (Q25-Q75).

→ *Versant très doux argileux à passées sableuses sur les marnes (VTDASM)*

Les versants très doux, caractérisés par des faibles pentes comprises entre environ 3° et 5° (Q25-Q75) sont localisés en bas de versant de la vallée de Marange-Silvange ainsi que sur les versants du Bois l'Abbé et Bois de Vuidencel. Cet ensemble est représenté par des zones forestières et des zones urbanisées de la commune de Marange-Silvange.

→ *Versant doux argileux à passées sableuses sur les marnes (VDASM)*

Les versants doux, localisés sur les versants de la butte du Bois l'Abbé et du Bois de Vuidencel, sont représentés par des pentes comprises entre 6° et 8° (Q25-Q75). Majoritairement constitué de zones forestières, cet ensemble est également cartographié sur des secteurs urbanisés de la commune de Marange-Silvange.

→ *Fond de vallée argileux à passées sableuses sur les marnes (FVASM)*

Localisé en fond de vallée dans la partie centrale de la commune de Marange-Silvange, en zone urbanisée, cet ensemble est caractérisé par des pentes comprises entre 0,5° et 2°.

→ Altérites (argiles) sur les marnes (du Domérien)

L'altération des marnes à Amaltheus du Domérien est représentée par des argiles sur une épaisseur comprise entre 2 et 5 mètres (4,4m indiqué par le forage BSS002PUNG). Les ensembles ayant cette configuration lithologique s'étendent sur les trois communes de la zone d'étude.

→ *Versant très doux argileux sur les marnes (VTDAM)*

Les versants très doux argileux sur les marnes (VTDAM) du Domérien, caractérisés par des pentes entre 3° et 5° (Q25-Q75) sont localisés en bordure des fonds de vallée sur la commune de Marange-Silvange, en bas de versants des buttes du Bois l'Abbé, ainsi qu'en haut et bas de versant de la butte du Bois de Coulange. Cet ensemble majoritairement constitué de zones forestière, comprend également des zones urbanisées en bas des versants ainsi qu'une partie du zoo d'Amnéville en haut de versant.

Deux glissements de terrains sont localisés au sein de cet ensemble géomorphologique (n° 13 et 16 - Illustration 33). Le glissement n°13 correspond à un glissement superficiel localisé au sein d'un talus localisé. Le glissement n°16 est un glissement profond situé au sein d'un talus routier, il présente un rejet de 1,5m, une largeur de 10 à 12m et une longueur de 7 à 8m.

→ *Versant doux argileux sur les marnes (VDAM)*

Les versants doux constituent les parties centrales des versants de la butte du Bois de Coulange et de la butte du Bois l'Abbé. Cet ensemble est caractérisé par des pentes comprises entre 6° et 8° (Q25-Q75). Cet ensemble, principalement cartographié en zone forestière, touche un secteur urbanisé dans la partie nord de la commune de Marange-Silvange, ainsi qu'une partie du zoo sur la commune de Hagondange.

Au sein de cet ensemble, trois glissements de terrains superficiels sont cartographiés au niveau de talus locaux en bordure de chemin forestier (n° 10, 11, et 12 - Illustration 33).

→ *Versant raide argileux humide sur les marnes (VRAHM)*

Le versant nord de la butte du Bois l'Abbé, est caractérisé par des pentes plus fortes comprises entre 10° et 20° (Q25-Q75). Ce versant, localisé en zone forestière sur les communes d'Amnéville et Hagondange, fait également l'objet d'une forte humidité constaté sur le terrain par une végétation typique (prêle).

Un indice de glissement est cartographié au sein de cet ensemble, celui-ci correspond à la présence de nombreux arbres penchés au sein du versant pouvant témoigner de sa déstabilisation. Cet indice est représentatif de l'ensemble géomorphologique cartographié.

→ *Fond de vallée sur marnes (FVAM)*

Les fonds de vallée localisés sur la commune de Marange-Silvange, sont caractérisés par cette configuration lithologique. Ils sont définis par des pentes comprises entre 0,5° et 2°.

→ Crassier sur les marnes du Domérien

→ *Versant de crassier (VCR)*

Le secteur nord-ouest du versant de la butte du Bois de Coulange a fait l'objet de dépôt de crassier. Afin d'éviter tout micro-zonage, cet ensemble regroupe de façon globale le versant affecté par ces dépôts. Les limites ont été tracées à l'aide des données des forages disponibles sur le secteur, des photographies aériennes anciennes, ainsi que des observations de terrain. Ces crassiers reposent sur les marnes du Domérien, pouvant présenter une altération argileuse. Cet ensemble caractérisé par des pentes entre 10 et 20° (Q25-Q75) est fortement anthropisé dans sa partie est (secteur du « Snowhall », golf et villa Pompéi).

L'épaisseur des dépôts de crassier est indiquée à au moins 15 mètres d'après les forages M90_012 S1 à S7 du rapport géotechnique de Fondasol.

Cet ensemble géomorphologique est concerné par 3 glissements de terrain superficiel (n° 4, 5, et 8 - Illustration 33). Ces glissements sont localisés au niveau de talus locaux, le n°5 est un glissement ancien, tandis que les glissements 4 et 8 sont des glissements actuels. Le glissement 4 affectant l'ensemble d'un talus est représentatif des phénomènes pouvant affecter ce secteur. Un indice de glissement de terrain est également observé au sein de cet ensemble, et correspond à la présence de nombreux arbres penchés (n° 7 - Illustration 33).

→ *Talus localisé de crassier (TLCR)*

Le bas de ce versant, est constitué de plateformes terrassées entre des talus de crassier entre 3 et 10 mètre de haut (pouvant atteindre localement plus de 10 mètres). Cet ensemble est majoritairement localisé en zone urbanisé ou en cours de construction.

Un glissement de terrain superficiel est observé dans cet ensemble (n° 9 - Illustration 33) au niveau d'un talus.

→ *Talus rocheux de crassier (TRCR)*

Sur la partie ouest, une continuité d'un talus présente le comportement d'un talus rocheux. En effet, l'affleurement présente un aspect rocheux sous forme de profil vertical à l'apparence stable avec également des surplombs. Ce talus est donc considéré comme non sensible au glissement de terrain (Illustration 25).

→ *Versant de crassier déstabilisé (VCRD)*

Le secteur versant nord du bois de Coulange, au-dessus du lotissement de l'Orée du Bois et du cimetière d'Amnéville est composé d'éléments de crassier (blocs de résidus de fonderies et de scories, de taille centimétriques à plurimétriques) au sein d'argiles remaniées probablement issues de l'altération des marnes du Domérien. Ce versant fait actuellement l'objet d'un glissement de terrain actif (n° 3 - Illustration 33) et a donc été cartographié dans un zonage distinct considéré comme **versant de crassier déstabilisé**. Deux autres glissements anciens, datant de 1994 et 1965, sont également cartographiés au sein de cet ensemble (n° 1, 2 - Illustration 33).

→ Alluvions et remblais remaniés homogènes sur les marnes (du Domérien)

Les zones d'alluvions et de remblais remaniés résultant des secteurs fortement urbanisés présentent une lithologie similaire (galets et éléments décimétriques au sein d'une matrice argilo-sableuse). Ainsi afin d'éviter la cartographie de micro-zonage, les alluvions et remblais remaniés font partie des mêmes ensembles géomorphologiques. Les épaisseurs d'alluvions et de remblais remaniés sont de plus de 5 mètres sur l'ensemble de ces secteurs. Ces ensembles reposent sur le substrat des marnes du Domérien.

→ *Plateau alluvionnaire argileux (PALA)*

Le plateau alluvionnaire argileux est localisé sur la butte du Bois de Coulange et est défini par des pentes comprises entre 1 et 3°. Cet ensemble situé à cheval sur les trois communes est caractérisé par des zones forestières ainsi que des zones anthropisées (centre thermal et de loisirs).

→ *Fond de vallée alluvionnaire (FVAL)*

Le fond de vallée alluvionnaire, défini par des pentes comprises entre 0,5° et 2°, est localisé sur la partie nord et nord-est de la zone d'étude, principalement sur les communes de Amnéville et Hagondange. Cet ensemble est majoritairement situé en zone urbanisée.

Un glissement de berge est cartographié au sein de cet ensemble sur la commune d'Hagondange en bordure du cours d'eau *La Barche* (n° 20 - Illustration 33). Celui-ci observé sur photographies aériennes n'a pas pu être confirmé sur le terrain du fait de la reprise importante de végétation, pouvant présumer de l'ancienneté du mouvement.

→ *Talus localisé (TL)*

Au vu de l'étendue de la zone urbanisée en plaine alluviale, et de la faible pente caractérisant ce secteur, une cartographie exhaustive des talus localisés n'a pas été réalisée. Celle-ci a été réalisée sur la base d'un MNT d'une résolution à 25m afin d'éviter de prendre en compte des talus trop petit en terme de surface. Seuls les talus de plus de 3m de haut et de pente supérieure à 6° ont été considérés.

Sur la commune d'Amnéville, deux zones de talus localisés sont cartographiées. Ces talus ont une hauteur majoritairement comprise entre 3m et 10m pour des pentes comprises entre 6 et 13° et localement plus de 13°.

L'illustration 33 ci-dessous présente la cartographie des ensembles géomorphologiques sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange. La légende complète de cette cartographie est présente en illustration 34.

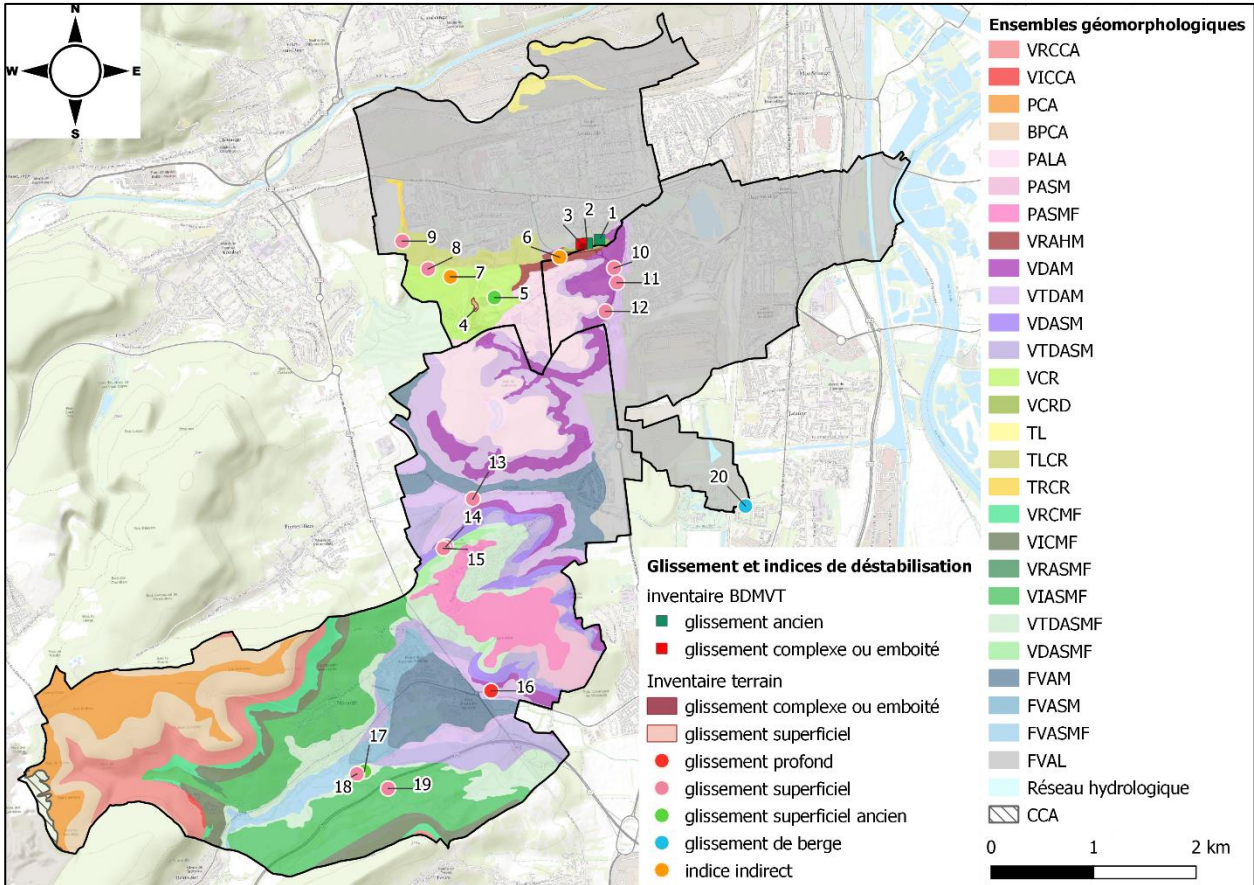


Illustration 33 : Cartographie des ensembles géomorphologiques homogènes identifiés sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange (Légende complète en Illustration 34)





























Ensembles géomorphologiques	
	Versant raide de colluvions sur calcaires (VRCCA)
	Versant intermédiaire de colluvions sur calcaires (VICCA)
	Plateau calcaire (PCA)
	Bordure de plateau calcaire (BPCA)
	Plateau alluvionnaire argileux (PALA)
	Plateau argileux à passées sableuses sur les marnes (PASM)
	Plateau argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (PASMF)
	Versant raide argileux humide sur les marnes (VRAHM)
	Versant doux argileux sur les marnes (VDAM)
	Versant très doux argileux sur les marnes (VTDAM)
	Versant doux argileux à passées sableuses sur les marnes (VDASM)
	Versant très doux argileux à passées sableuses sur les marnes (VTDASM)
	Versant de crassier (VCR)
	Versant de crassier destabilisé (VCRD)
	Talus localisé (TL)
	Talus localisé de crassier (TLCR)
	Talus rocheux de crassier (TRCR)
	Versant raide de colluvions sur les marnes feuilletées (VRCMF)
	Versant intermédiaire de colluvions sur les marnes feuilletées (VICMF)
	Versant raide argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VRASMF)
	Versant intermédiaire argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VIASMF)
	Versant très doux argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VTDASMF)
	Versant doux argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (VDASMF)
	Fond de vallée argileux sur les marnes (FVAM)
	Fond de vallée à argiles à passées sableuses sur les marnes (FVASM)
	Fond de vallée argileux à passées sableuses sur les marnes feuilletées (FVASMF)
	Fond de vallée alluvionnaire (FVAL)
	Réseau hydrologique
	Carrière calcaire (CCA)

Illustration 34 : Légende complète de la cartographie des ensembles géomorphologiques

3.2.4. Caractérisation de la susceptibilité au glissement de terrain

La caractérisation de la susceptibilité s'est faite en plusieurs étapes (cf. section 3.1.3, Illustration 8) :

- Caractérisation de la sensibilité géomorphologique régionale ;
- Caractérisation de la sensibilité lithologique communale ;
- Caractérisation de la sensibilité géomorphologique communale ;
- Caractérisation de la susceptibilité au glissement de terrain.

Les incertitudes sur les surfaces de chaque ensembles, géologiques, lithologiques, ou géomorphologiques (en particulier à l'échelle régionale) et la non exhaustivité des inventaires ne permet pas de définir un niveau de sensibilité unique pour chaque ensemble. Il est donc systématiquement proposé, dans les classifications suivantes, des classes de sensibilité couvrant deux niveaux d'importance : « faible à moyenne » ou « moyenne à forte » par exemple. Seule la susceptibilité finale sera caractérisée par un niveau unique, ce choix final sera fait à dire d'expert en tenant compte de tous les critères définis et des observations de terrain.

a) Sensibilité géomorphologique régionale

Les mouvements de la BDMVT sélectionnés sont localisés au niveau des côtes du Dogger sur le territoire du Grand-Est (cf. section 3.2.2.a) et Annexe 1) . La répartition de ces mouvements à l'échelle régionale dépend intrinsèquement du contexte géomorphologique. De ce fait, la classification des ensembles géologiques par densité de mouvement au km² permet d'obtenir directement la sensibilité géomorphologique régionale.

Ainsi, la densité de mouvements connus rapportée à une surface de 100 km² a été calculée et utilisée pour classer les ensembles lithologiques du plus au moins sensibles au glissement de terrain. L'échelle de classification de la sensibilité a été établie à dire d'expert en se basant sur le retour d'expérience du BRGM (Illustration 35 et Illustration 36).

Mvt/100km ²	Sensibilité
>100	Forte à très forte
10 à 100	Moyenne à forte
1 à 10	Faible à moyenne
0.1 à 1	Négligeable à faible
< 0.1	Négligeable

Illustration 35 : Echelle de classification de la sensibilité au glissement de terrain

Regroupement lithologique régional	Surface (km ²)	Nombre d'évènement à l'échelle régionale Grand Est	Densité de mouvements régionaux /100km ²	Sensibilité géologique
MARN-MARF : Marnes ou marnes feuilletées	635,8	420	66,1	Moyenne à forte
MARN : Marnes	820,8	70	8,5	Faible à moyenne
CAGR-MARN : Calcaires gréseux ou marnes	348,3	18	5,2	Faible à moyenne
CA-MARN : Calcaires ou marnes	1118,5	48	4,3	Faible à moyenne
ARGI : Argiles	854,8	35	4,1	Faible à moyenne
CAMS-MARN : Calcaires mal stratifiés ou marnes	3618,7	146	4,0	Faible à moyenne
CAOO-MARN : Calcaires oolithiques ou marnes	1818,0	11	0,6	Négligeable à faible
CAMA-MARN : Calcaires massifs ou marnes	1556,5	8	0,5	Négligeable à faible

Illustration 36 : Hiérarchisation de la sensibilité des ensembles lithologiques présents dans les côtes du Dogger dans la région Grand Est (notés en gras celle présentes sur la zone d'étude)

Le calcul de densité de mouvements n'est pas réalisé pour les formations superficielles seules car leur cartographie à l'échelle régionale est trop lacunaire pour permettre une estimation de leur superficie. Leurs sensibilités sont donc traitées à part.

b) Sensibilité lithologique communale

À l'échelle communale, seule la sensibilité lithologique des formations mobilisables (cf. section 3.2.3.c) a été caractérisée car seule la frange superficielle (meuble) des terrains est susceptible d'être affectée par des glissements de terrain au sein de la zone d'étude. En effet, ni la taille des versants ni la structure géologique (absence de plis, stratification horizontale) ne laisse présager de glissements de très grande envergure pouvant mobiliser les terrains indurés ou non altérés.

Les lithologies rencontrées à l'échelle communale ont été comparées aux grands ensembles lithologiques régionaux afin de caractériser leur sensibilité au glissement de terrain.

À l'échelle régionale, les grands ensembles lithologiques régionaux peuvent parfois regrouper des lithologies hétérogènes (variations latérales de faciès) qui ne se retrouvent pas à l'échelle communale. Afin de pouvoir comparer les observations de terrain aux lithologies régionales, elles ont été caractérisées selon trois critères :

- la **dureté (indurée ou non)** : correspond à l'aspect morphologique de la lithologie à l'affleurement, les lithologies indurées se présentent sous forme de falaises ou de plans « naturels » très raides voire verticaux ;
- la **granulométrie (fine, intermédiaire ou grossière)** : elle correspond à la taille des éléments majoritairement présents (millimétriques, centimétriques ou décimétriques) et ne s'applique qu'aux terrains non indurés ;
- et les **caractéristiques mécaniques (décomprimée, présentant des plans de débit, compacte ou massive)** : les marnes feuilletées, par exemple, présentent souvent un débit centimétrique à décimétrique qu'ils soient indurés ou non. Les colluvions correspondent quant à eux à des terrains décomprimés à l'inverse des marnes saines qui sont compactes. Le terme de "massive" est réservé aux lithologies indurées se présentant en bancs métriques ou plus.

Les tableaux en Illustration 37 présente les trois critères et leur hiérarchisation relative par rapport à leur sensibilité au glissement de terrain :

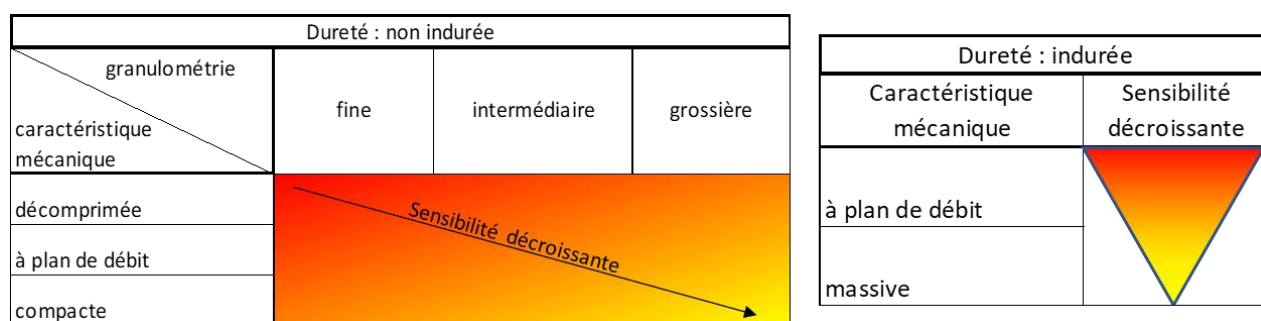


Illustration 37 : Critères de caractérisation lithologique et hiérarchisation de leur sensibilité au glissement de terrain

Les lithologies régionales ont également été classées selon ces trois critères en considérant leur état le plus souvent observé à l'affleurement, d'après le retour d'expérience du BRGM (c.-à-d. à l'état altéré). En comparant les lithologies communales aux lithologies régionales (reclassées selon ces trois critères) il a été possible de proposer une hiérarchisation de leur sensibilité au glissement de terrain (détail de la hiérarchisation en Illustration 38 et Illustration 39);

Classement de la lithologie régionale par sensibilité géologique				Classement de la lithologie communale par sensibilité lithologique		
Lithologies régionale	Caractéristiques lithologiques (dureté, granulométrie, caractéristique mécanique)	Densité de mouvements régionaux /100km ²	Sensibilité géologique	Lithologie communale	Caractéristiques lithologiques (dureté, granulométrie, caractéristique mécanique)	Sensibilité lithologique
Marnes feuilletées	non indurée, fine, à plan de débit	66,1	Moyenne à forte	Argiles à passées sableuses	non indurée, fine, décomprimée	Forte
				Alluvions et remblais remaniés homogènes	non indurée, fine (à intermédiaire), décomprimée	Moyenne à forte
				Marnes feuilletées	non indurée, fine, à plan de débit	Moyenne à forte
				Colluvions	non indurée, intermédiaire, décomprimée	Moyenne
				Argiles	non indurée, fine, compacte	Moyenne
Marnes	non indurée, fine, compacte	8,5	faible à moyenne	Marnes	non indurée, fine, compacte	faible à moyenne
Calcaires gréseux ou marnes	non indurée, intermédiaire, compacte	5,2	faible à moyenne			
Calcaires ou marnes	non indurée, grossière, compacte	4,3	faible à moyenne			
Argiles	non indurée, fine, compacte	4,1	faible à moyenne			
Calcaire mal stratifié ou marnes	indurée, à plan de débit	4,0	faible à moyenne	Calcaire mal stratifié ou marnes	indurée, à plan de débit	faible à moyenne
				Crassier	indurée, à plan de débit	faible
				Calcaires très fracturés ou altérés	indurée, à plan de débit	Négligeable à faible
Calcaires oolithiques ou marnes	indurée, massive	0,6	Négligeable à faible			
Calcaires massifs ou marnes		0,5	Négligeable à faible	Calcaires massifs	indurée, massive	Négligeable à faible

Illustration 38 : Comparaison de la sensibilité lithologique entre lithologies régionales et communales

Lithologie communale des formations superficielles	Caractéristiques lithologiques (dureté, granulométrie, caractéristique mécanique)	Sensibilité lithologique
Argiles à passées sableuses	non indurée, fine, décomprimée	forte
Alluvions et remblais remaniés homogènes	non indurée, fine (à intermédiaire), décomprimée	Moyenne à forte
Colluvions	non indurée, intermédiaire, décomprimée	Moyenne
Argiles	non indurée, fine, compacte	Moyenne
Crassier	indurée, à plan de débit	faible
Calcaires très fracturés ou altérés	indurée, à plan de débit	Négligeable à faible

Illustration 39 : Sensibilité lithologique communale des formations mobilisables

c) Sensibilité géomorphologique communale

La sensibilité géomorphologique traduit la probabilité qu'un glissement de terrain (d'une intensité au moins faible) puisse survenir, au-delà de la composition lithologique des terrains (prise en compte à travers la sensibilité lithologique), les pentes sont un critère prépondérant dans le déclenchement d'un glissement de terrain. La répartition des pentes dans chaque ensemble géomorphologique communal a donc été comparée à celle des ensembles régionaux afin de trouver des correspondances. Pour chaque ensemble, les pentes inférieures au 75^{ème} percentile ont été considérées comme les plus représentées dans l'ensemble considéré (i.e. 75 % de la surface présente des pentes inférieures à cette valeur), et les différents ensembles, communaux et régionaux, ont été classés en fonction de cette valeur. Partant du principe que la sensibilité d'un ensemble géomorphologique donné, avec les mêmes formations de surface, augmente avec l'augmentation des pentes les plus représentées, il a été possible de proposer une hiérarchisation des ensembles géomorphologiques communaux (Illustration 40). Cette hiérarchisation permet de définir la sensibilité réelle d'un secteur en tenant en compte les pentes sur lesquelles les lithologies sont présentes. Une lithologie peut ainsi être caractérisée par une sensibilité lithologique forte au regard des autres (au vu de sa composition) mais n'être présente que sur des pentes faibles, il en résultera donc une sensibilité géomorphologique faible voire négligeable pour des pentes inexistantes ou inférieures à 3°.

Géomorphologie	Formations de surface	Pente Q25	Pente Q50	Pente Q75	Sensibilité des formations de surface (lithologique)	Sensibilité géomorphologique
VRASMF	Argiles à passées sableuses	10,48	15,17	19,73	forte	moyenne
VIASMF	Argiles à passées sableuses	6,24	8,09	10,19	forte	
VDASMF	Argiles à passées sableuses	5,91	6,89	8,17	forte	
VDASM	Argiles à passées sableuses	5,91	6,89	8,17	forte	
VTDASMF	Argiles à passées sableuses	2,91	4,02	5,15	forte	faible
VTDASM	Argiles à passées sableuses	2,91	4,02	5,15	forte	négligeable
PASMF	Argiles à passées sableuses	1,21	1,96	2,79	forte	
PASM	Argiles à passées sableuses	1,21	1,96	2,79	forte	
FVASMF	Argiles à passées sableuses	0,56	1,08	2,08	forte	
FVASM	Argiles à passées sableuses	0,56	1,08	2,08	forte	moyenne
TL	Alluvions / Remblais remaniés homogènes	1,45	4,05	12,38	Moyenne à forte	
PALA	Alluvions / Remblais remaniés homogènes	1,21	1,96	2,79	Moyenne à forte	
FVAL	Alluvions / Remblais remaniés homogènes	0,56	1,08	2,08	Moyenne à forte	
VRAHM	Argiles	10,48	15,17	19,73	Moyenne	moyenne
VDAM	Argiles	5,91	6,89	8,17	Moyenne	
VTDAM	Argiles	2,91	4,02	5,15	Moyenne	faible
FVAM	Argiles	0,56	1,08	2,08	Moyenne	négligeable
VRCMF	Colluvions	10,48	15,17	19,73	Moyenne	moyenne
VRCCA	Colluvions	10,48	15,17	19,73	Moyenne	
VICMF	Colluvions	6,24	8,09	10,19	Moyenne	
VICCA	Colluvions	6,24	8,09	10,19	Moyenne	
VCRD	Crassier	10,48	15,17	19,73	faible	forte
VCR	Crassier	10,48	15,17	19,73	faible	moyenne
TRCR	Crassier	3,26	8,82	18,56	faible	négligeable
TLCR	Crassier	1,45	4,05	12,38	faible	moyenne
BPCA	Calcaires très fracturés ou altérés	4,18	5,77	9,50	Négligeable à faible	faible
PCA	Calcaires très fracturés ou altérés	1,21	1,96	2,79	Négligeable à faible	Négligeable
CCA	Calcaires très fracturés ou altérés	3,13	6,10	11,54	Négligeable à faible	Non évaluée

Illustration 40 : Hiérarchisation de la sensibilité géomorphologique au glissement de terrain des différents ensembles communaux

d) Susceptibilité au glissement de terrain

A partir de la sensibilité géomorphologique régionale, la dernière étape consiste à utiliser l'inventaire des phénomènes et indices de mouvements à l'échelle communale afin de caractériser la susceptibilité au glissement (cf. section 3.1.3, Illustration 8)

La BDMVT recense 27 mouvements supplémentaires sur le territoire des communes alentours (Vitry-sur-Orne, Clouange, Rombas, Pierrevillers, Bronvaux, Norroy-le-Veneur) (Illustration 41). Ces glissements seraient localisés au sein des ensembles indifférenciés sur les marnes feuilletées (aucune étude géomorphologique n'a toutefois été réalisée sur ces communes), justifiant d'une sensibilité moyenne pour les versants sur marnes feuilletées.

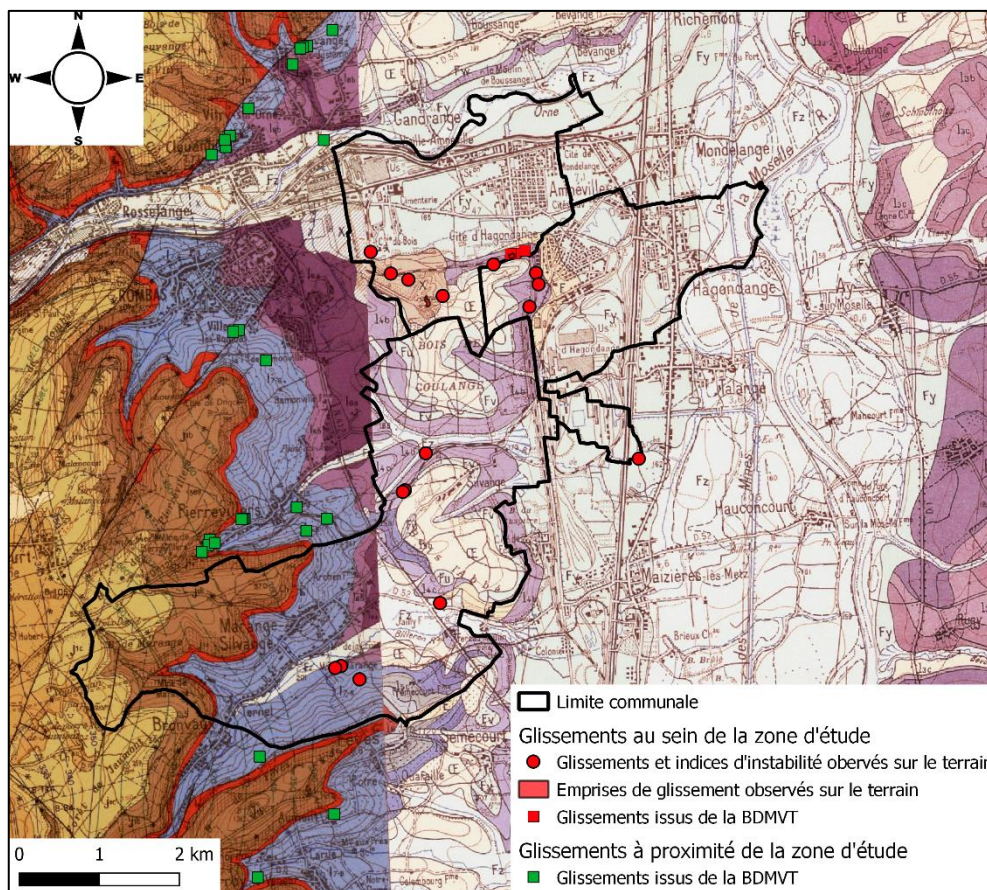


Illustration 41 : Glissements de terrain localisés sur les versants de marnes feuilletées sur les communes limitrophes (en vert) et inventaire des glissements de terrain au sein de la zone d'étude (en rouge) sur fond de carte géologique imprimée au 1 :50 000^{ème}

Le nombre de phénomènes relevé à échelle communal (20 au total) (Illustration 42) n'a pas été jugé suffisamment représentatif pour modifier la sensibilité géomorphologique défini précédemment (cf. section 3.2.4.c). La susceptibilité au glissement de terrain définie par ensemble géomorphologique est résumée dans le tableau en Illustration 42.

Géomorphologie	Géomorphologie	Nombre de glissements et indices d'instabilité	Susceptibilité au glissement de terrain	
Versant de crassier destabilisé	VCRD	3	Forte	
Versant raide argileux à passées sableuses sur marnes feuilletées	VRASMF		Moyenne	
Versant raide de colluvions sur marnes feuilletées	VRCMF			
Versant intermédiaire argileux à passées sableuses sur marnes feuilletées	VIASMF	3		
Versant intermédiaire de colluvions sur marnes feuilletées	VICMF			
Versant doux argileux à passées sableuses sur marnes feuilletées	VDASMF	2		
Versant doux argileux à passées sableuses sur marnes	VDASM			
Versant raide argileux humide sur marnes	VRAHM	1		
Versant doux argileux sur les marnes	VDAM	3		
Versant raide de colluvions sur calcaires	VRCCA			
Versant intermédiaire de colluvions sur calcaires	VICCA			
Versant de crassier	VCR	4		
Talus localisé de crassier	TLCR	1		
Talus localisé	TL			Faible
Versant très doux argileux à passées sableuses sur marnes feuilletées	VTDASMF			
Versant très doux argileux à passées sableuses sur marnes	VTDASM	2		
Versant très doux argileux sur les marnes	VTDAM		Négligeable	
Bordure de plateau calcaire	BPCA			
Plateau sur marnes feuilletées	PASMF			
Plateau argileux à passées sableuses sur marnes	PASM			
Plateau alluvionnaire argileux	PALA			
Plateau calcaire	PCA			
Fond de vallée sur marnes feuilletées	FVASMF			
Fond de vallée à argiles à passées sableuses	FVASM			
Fond de vallée alluvionnaire	FVAL	1		
Fond de vallée argileux sur marnes	FVAM			
Talus rocheux de crassier	TRCR			
Carrière calcaire	CCA			Non évaluée
		TOTAL : 20		

Illustration 42 : Nombre de glissements de terrain et indices d'instabilité par ensemble géomorphologique et susceptibilité au glissement de terrain par ensemble géomorphologique

3.2.5. Caractérisation de l'intensité

Pour chaque ensemble géomorphologique, l'intensité a été caractérisée de deux manières :

- l'intensité maximale connue, basée sur la caractérisation de l'intensité des phénomènes inventoriés ;
- l'intensité maximale possible, déterminée à partir d'une estimation de la profondeur de glissement ayant une probabilité non négligeable d'apparaître dans les 100 ans.

Le niveau maximum d'intensité ainsi caractérisé a été retenu comme niveau d'intensité maximale de référence pour chaque ensemble géomorphologique.

a) Caractérisation de l'intensité maximale connue

L'évaluation de l'intensité des phénomènes s'appuie sur une approche naturaliste de type expertise, excluant tout recours à des études complémentaires sauf lorsque celles-ci sont déjà disponibles. Elle est basée, selon les données disponibles, sur l'ampleur des mesures à mettre en œuvre pour se protéger du phénomène, le niveau de dommages attendus, la surface considérée ou le volume déstabilisé (Illustration 43). Les indices indirects pouvant témoigner d'un phénomène sont également pris en compte dans la caractérisation de l'intensité (arbres penchés, topographies irrégulières, fissures).

Niveau d'intensité	Niveau d'importance des parades	Niveau d'importance des dégâts	Niveau d'importance de l'aire géographique et du volume attendu	
Faible	Parades réalisables à l'échelle de la parcelle - Supportables financièrement par un propriétaire individuel	Pas de dommage structurel, gros œuvre très peu touché	Surface mobilisée faible, inférieure à 1 000 m ²	Volume mobilisé faible inférieur à 1000 m ³
Moyenne	Parades réalisables à l'échelle de la collectivité - Supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)	Dommage au gros œuvre sans ruine probable – réparation possible	Surface mobilisée de l'ordre du 1 000 à 100 000 m ²	Volume mobilisé relativement important de l'ordre de 1 000 à 10 000 m ³
Forte	Parades au cout prohibitif et/ ou techniquement difficile	Dommage important au bâti (gros œuvre) avec ruine probable – réparation très couteuse	Intéressant une aire géographique débordant le cadre parcellaire - Surface mobilisé de l'ordre du km ²	Volume mobilisé important de l'ordre de 10 000 à 100 000 m ³
Majeure	Parades au cout prohibitif et/ ou techniquement impossible	Destruction des bâtiments de la zone		Volume mobilisé très important : plusieurs millions de m ³

Illustration 43 : Exemple d'échelle d'intensité (guide méthodologique (1999), COTECH et retour d'expérience du BRGM)

L'intensité maximale connue a ainsi été caractérisé pour les 20 glissements ou indices inventoriés sur le territoire de la zone d'étude (localisés au sein de seulement 9 ensembles géomorphologiques) (Illustration 44 et Illustration 45).

Géomorphologie	Intensité max connue	Nombre de glissements ou indices d'intensité :			
		forte	moyenne	faible	Négligeable
VCRD	Forte	1		2	
VCR	Moyenne		1	3	
VIASMF	Faible			3	
VDASMF	Faible			2	
VRAHM	Faible			1	
VDAM	Faible			3	
VTDAM	Faible			2	
TLCR	Faible			1	
FVAL	Négligeable				1
BPCA	nc				
PCA	nc				
VRASMF	nc				
VRCMF	nc				
VICMF	nc				
VDASM	nc				
VTDASMF	nc				
VTDASM	nc				
PALA	nc				
PASMF	nc				
PASM	nc				
FVASMF	nc				
FVAM	nc				
FVASM	nc				
VRCCA	nc				
VICCA	nc				
TRCR	nc				
TL	nc				
TL	nc				
TL	nc				
CCA	nc				

Illustration 44 : Hiérarchisation des ensembles géomorphologiques par niveau d'intensité maximale connue. Aucun indice n'a été cartographié pour 19 des 28 ensembles géomorphologiques reconnus (nc = non connue).

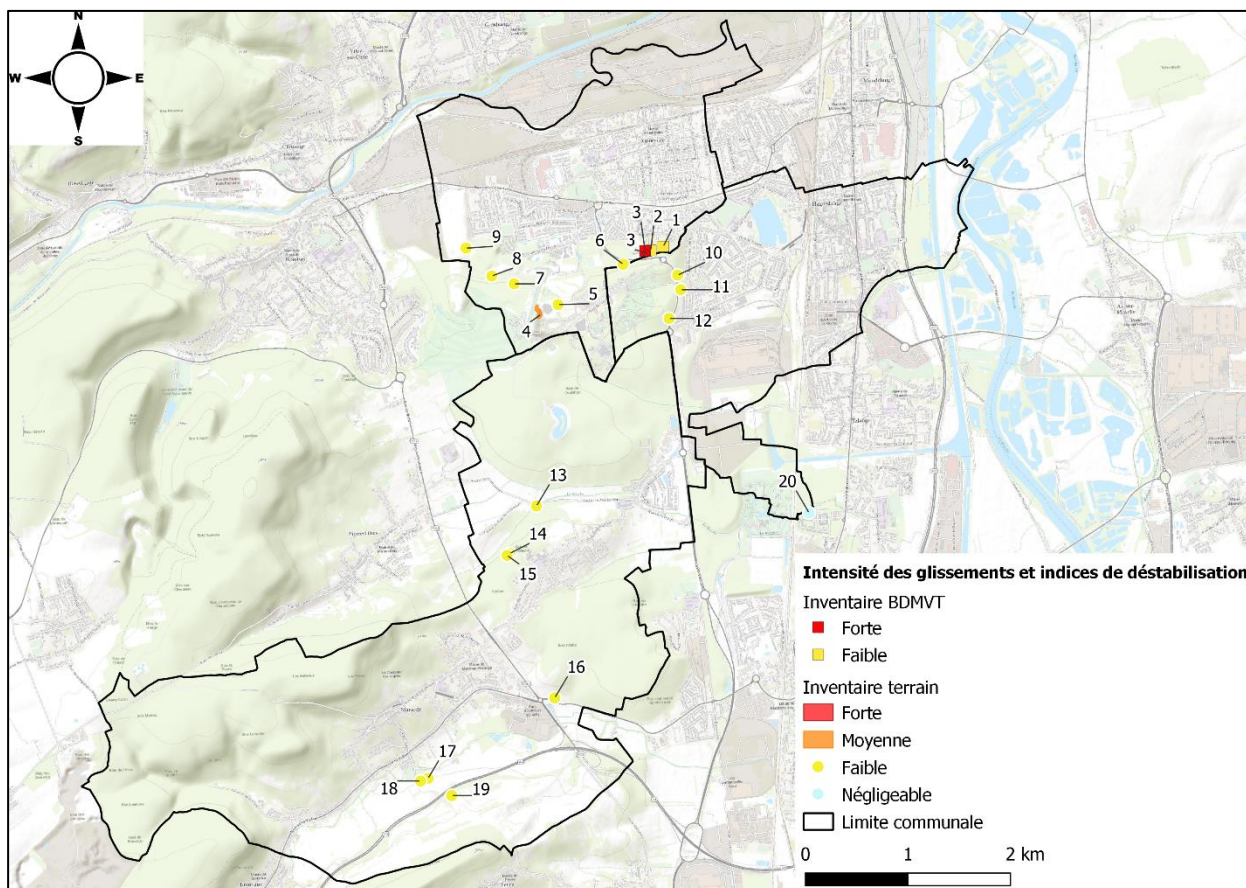


Illustration 45 : Répartition des glissements et indices de déstabilisation cartographiés par niveau d'intensité

b) Détermination de l'intensité maximale possible

Pour chaque ensemble géomorphologique identifié à l'échelle communale, l'intensité maximale possible a été caractérisée en fonction de la profondeur maximale de glissement possible. Elle correspond à la profondeur maximale d'un glissement ayant une probabilité non négligeable de survenir dans les 100 ans. Cette profondeur dépend de :

- l'épaisseur de terrains meubles en surface ;
- la pente du versant considéré ;
- et la longueur maximale du glissement possible.

• Épaisseur des terrains meubles

L'épaisseur des terrains meubles en surface a été estimée à partir des observations de terrain et des données de forages renseignées en BSS (voir section 3.2.3.c) et Annexe 3). Elle correspond à la frange d'altération du substrat géologique parfois surmontée de dépôts superficiels quaternaire tels que des colluvions ou des alluvions. La nature de ces terrains est décrite en section 3.2.3.b).

- **Plus fortes pentes représentatives des versants**

Les valeurs de pentes les plus représentées par ensembles géomorphologiques ont été caractérisées à partir des données du MNT par la valeur de pente représentant le 75ème percentile de leur distribution, permettant ainsi de définir la valeur maximale de pente présente sur 75 % de la surface de l'ensemble géomorphologique en s'affranchissant des quelques valeurs extrêmes très localisées et ne représentant pas de surfaces significatives.

- **Longueur maximale de glissement possible**

Les longueurs maximales de glissements possibles ont été définies comme étant la plus grande longueur de pente continue et régulière pour un ensemble géomorphologique donné. C'est-à-dire la longueur du plus grand versant sans replat intermédiaire. Elles ont été définies sur la base des observations de terrain et mesurées à partir des données lidar dans un plan horizontal, elles correspondent donc, dans un plan vertical, à la base d'un triangle rectangle reliant l'amont à l'aval du versant (Illustration 49).

Afin de simplifier leur caractérisation, ces longueurs ont été classées en 5 classes :

- 100 m ou plus : correspondant à de très grands versants continus, l'ensemble des versants de la zone d'étude entre dans cette catégorie. ;
- De l'ordre de 75 m : sont concernés certains talus localisés situés sur le territoire de la commune d'Amnéville;
- De l'ordre de 50 m : aucun versant de cette longueur n'a été identifié ;
- De l'ordre de 25 m : seul le talus rocheux de crassier est concerné ;
- De l'ordre de 5 m ou moins : correspondant à des zones relativement plates où seuls des glissements de talus sont attendus. C'est le cas des zones de plateaux et de fond de vallée.

- **Profondeur maximale de glissement possible**

En se basant sur une approche géométrique simple, une profondeur maximale de glissement possible a été déterminée en fonction de la longueur maximale de glissement possible et de la répartition des pentes par ensemble géomorphologique. Le principe est basé sur le fait qu'un glissement peut se produire uniquement s'il existe un point de sortie possible des terrains glissants depuis l'amont de la pente, c'est-à-dire qu'un plan de rupture de glissement ne peut pas être plus profond que le point le plus bas du secteur.

Plusieurs études statistiques (Domej *et al.*, 2020 ; Jaboyedoff, M. *et al.*, 2020 et références incluses) se sont intéressés aux relations entre les différentes dimensions des glissements de terrain, à savoir (Illustration 46) :

- la profondeur (D) ;
- la longueur (L) ;
- et la hauteur (Hoe), correspondant à la différence d'altitude entre le point haut et le point bas du glissement.

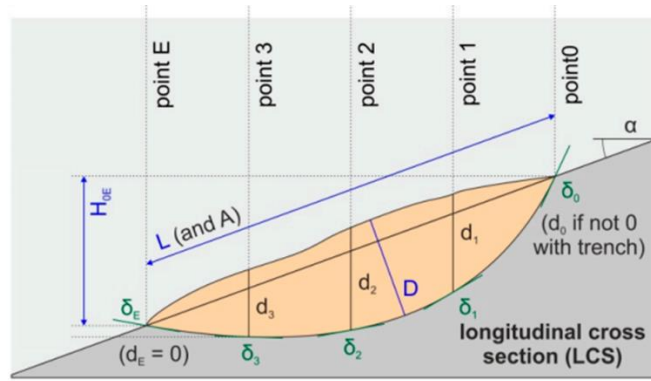


Illustration 46 : Description des paramètres définissant géométrie du glissement (modifié depuis Domej et al., 2020)

L'analyse de 277 glissements sur 40 pays dans le monde a permis de définir des relations entre les différentes dimensions des glissements (Domej et al., 2020). Afin de prendre en compte les différentes valeurs de pente des versants, une approche en coupe a été utilisée, reliant la hauteur à la profondeur de glissement. La moyenne des quatre valeurs de ratio est utilisée : $H/D = 5,78$ (Illustration 47).

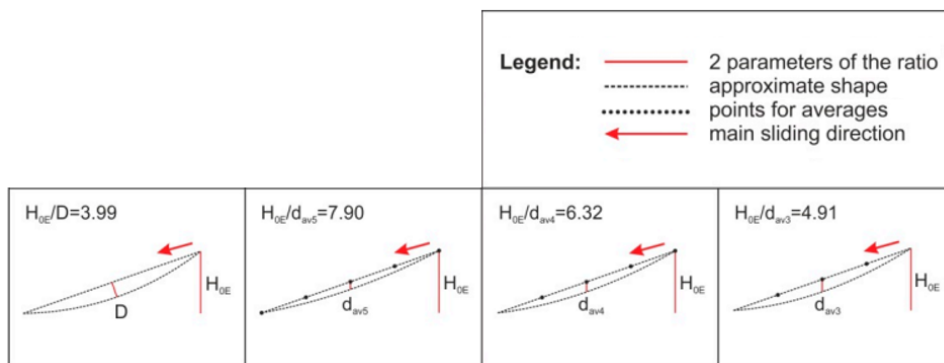


Illustration 47 : Représentation schématique du ratio entre les paramètres des dimensions liées (Domej et al., 2020) (la moyenne des quatre valeurs de ratio est utilisée : $H/D=5,78$)

Les seuils de profondeur de glissement attendus pour chaque niveau d'intensité ont été définis à dire d'expert et sur la base du retour d'expérience du BRGM. Ils sont également en adéquation avec la méthodologie nationale MEZAG en cours de développement, et sont présentés ci-après (Illustration 48) :

Profondeur maximale de glissement possible	Niveau d'intensité
Inférieure à 2 m	Faible
2 à 5 m	Moyenne
Supérieure à 5 m	Forte

Illustration 48 : Exemple d'échelle d'intensité (guide méthodologique (1999), COTECH et retour d'expérience du BRGM)

L'intensité maximale possible a ainsi été estimée pour chaque ensemble géomorphologique cartographié sur la base de cette approche géométrique mais bornée par l'épaisseur maximale de terrains meubles en surface (Illustration 49), estimant que la probabilité qu'un plan de glissement puisse affecter le substrat géologique non altéré est négligeable.

La probabilité qu'un glissement atteigne une profondeur caractéristique d'une intensité moyenne (> 2 m) ou forte (> 5 m) a été caractérisée en comparant la pente minimum nécessaire pour atteindre ladite profondeur (déterminée par l'approche géométrique définie précédemment) et la répartition des pentes dans l'ensemble géomorphologique considéré.

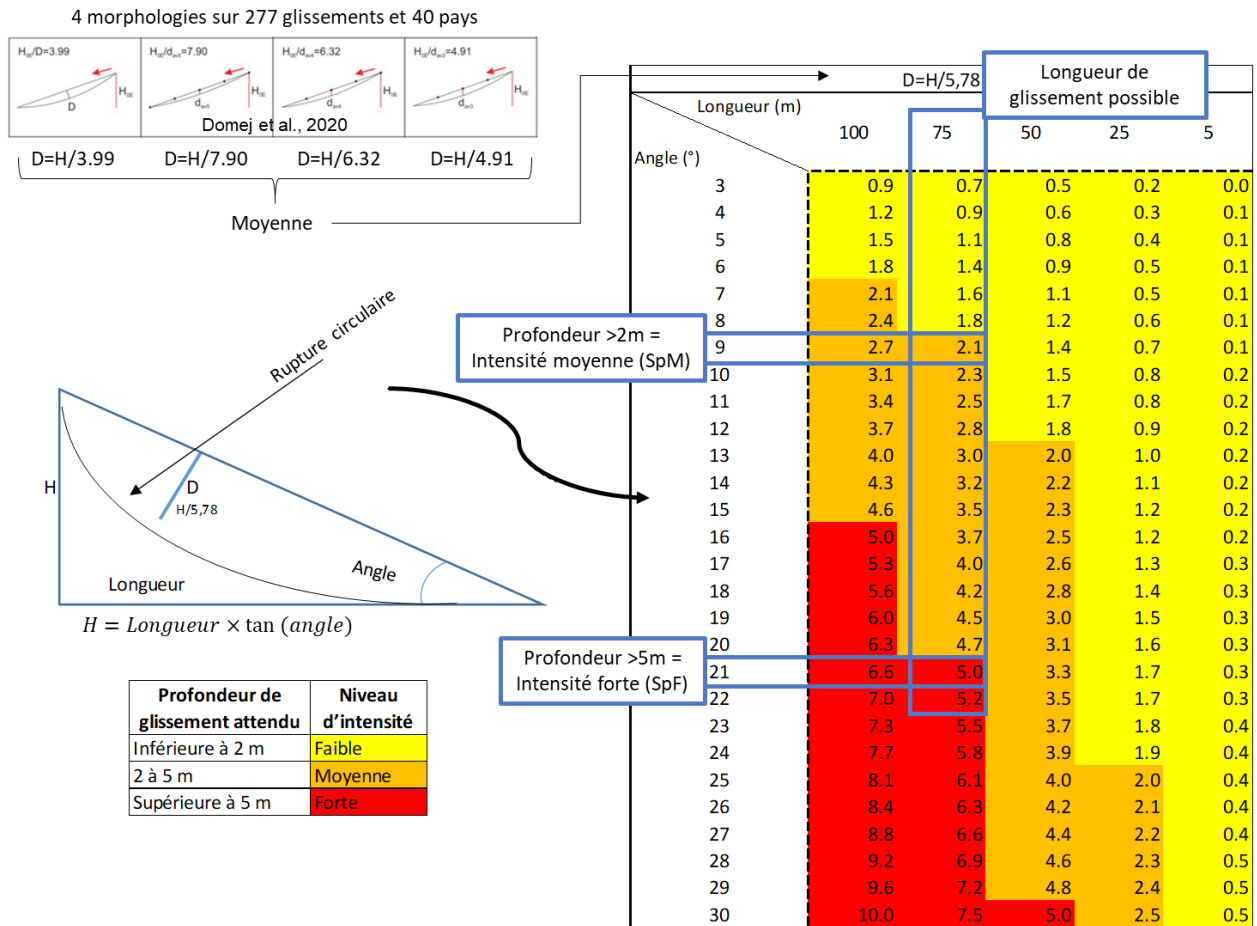


Illustration 49 : Schéma conceptuel résumant l'approche géométrique utilisée pour estimer la profondeur maximale possible d'un glissement de longueur et d'angle de pente connu. Le niveau d'intensité correspondant à chaque profondeur tel que défini sur l'illustration 48, est représenté par les couleurs rouge (forte), orange (moyenne) et jaune (faible). Et détermination des seuils de pente en fonction des intensités moyenne et forte (SpM et SpF)

À titre d'exemple, en considérant une longueur maximale de glissement possible de 75 m, l'approche géométrique utilisée ici permet de déterminer qu'une pente de 9° (notée par la suite SpM) est nécessaire pour qu'un glissement atteigne 2 m de profondeur et de 21° (notée par la suite SpF) pour une profondeur de 5 m, correspondant respectivement à un glissement d'intensité moyenne et forte (Illustration 49).

➔ Intensité maximum possible sur versants

Le tableau suivant (Illustration 50) résume les paramètres ayant permis la caractérisation de l'intensité maximale possible pour chaque ensemble géomorphologique communal :

Intensité max possible							
Géomorphologie	Épaisseur mobilisable max (m)	Longueur max de glissement probable	SpM	SpF	Q75 (pente max)	Profondeur max de glissement possible	Intensité max possible
VRASMF	>5	100	>7°	>16°	19,73	6	Forte
VRCMF	>5	100	>7°	>16°	19,73	6	Forte
VCRD	>5	100	>7°	>16°	19,73	6	Forte
VIASMF	>5	100	>7°	>16°	10,19	3	Moyenne
VICMF	>5	100	>7°	>16°	10,19	3	Moyenne
VDASMF	>5	100	>7°	>16°	8,17	2,4	Moyenne
VDASM	>5	100	>7°	>16°	8,17	2,4	Moyenne
VCR	2-5	100	>7°	>16°	19,73	5	Moyenne
VRAHM	2-5	100	>7°	>16°	19,73	5	Moyenne
VDAM	2-5	100	>7°	>16°	8,17	2,4	Moyenne
VRCCA	2-5	100	>7°	>16°	19,73	5	Moyenne
VICCA	2-5	100	>7°	>16°	10,19	3	Moyenne
BPCA	<2	100	>7°	>16°	9,50	2	Faible
VTDASMF	>5	100	>7°	>16°	5,15	1,5	Faible
VTDASM	>5	100	>7°	>16°	5,15	1,5	Faible
VTDAM	2-5	100	>7°	>16°	5,15	1,5	Faible
PCA	<2				2,79		Négligeable
PALA	>5				2,79		Négligeable
FVAL	>5				2,08		Négligeable
PASMF	2-5				2,79		Négligeable
PASM	2-5				2,79		Négligeable
FVSMF	>5				2,08		Négligeable
FVAM	>5				2,08		Négligeable
FVASM	>5				2,08		Négligeable

Remarques :

1°/ La profondeur max de glissement possible est limitée par la valeur d'épaisseur mobilisable maximum

2°/ SI $Q75 < 3^\circ$ ALORS Intensité max possible = Négligeable

3°/ SI épaisseur mobilisable max < 2 ALORS Intensité max possible = Faible ;
 SI $2 < \text{épaisseur mobilisable max} < 5$ ALORS Intensité max possible = Faible ou Moyenne
 SI épaisseur mobilisable max > 5 ALORS Intensité max possible = Faible ou Moyenne ou Forte

4°/ SI $Q75 < SpM$ ALORS Intensité max possible = Faible
 SI $SpM < Q75 < SpF$ ALORS Intensité max possible = Moyen
 SI $Q75 > SpF$ ALORS Intensité max possible = Fort

Illustration 50 : Caractérisation de l'intensité maximale possible par ensemble géomorphologique

➔ Intensité maximum possible des talus localisés

Les zones géomorphologiques particulières de type « talus localisé » ont été traitées à part. En effet, pour ces ensembles géomorphologiques, l'intensité attendue dépend des trois facteurs précédents (épaisseur de terrains meubles, pente représentatives du talus, longueur maximum de glissement probable) et également de la hauteur du talus.

Les seuils de pente représentatives sont déterminés à partir du tableau en Illustration 49 en fonction de la longueur maximum de glissement possible (cf. *SpM* et *SpF* décrit au paragraphe précédent). Seuls les talus de plus de 3m de haut, 6° de pente et 50m de large ont été cartographiés, selon les règles et seuils décrits sous l'illustration 51 ci-après.

Le tableau suivant (Illustration 51) présente la combinaison des paramètres ayant permis la caractérisation de l'intensité maximum possible pour chaque ensemble de talus localisé :

Géomorphologie	Épaisseur mobilisable max (m)	Longueur max de glissement probable	Hauteur de talus (m)	Pente représentative (MNT_25m)	Intensité max possible
TRCR	0	/	/	/	Nul
TL	>5	75	>10	>21	Forte
	>5	75	>10	9-21	Moyenne
	>5	75	3-10	6-9	Faible
TLCR	2-5	50	3-10	>13	Moyenne

Détail des cas rencontrés :

1°/ Épaisseur mobilisable nulle --> pas de phénomène de glissement --> pas d'évaluation de l'intensité

2°/ SI Épaisseur < 5m ALORS Intensité max possible = Faible ou Moyenne

SI Hauteur < 10m ALORS Intensité max possible = Faible ou Moyenne

3°/ - SI Hauteur > 10m ET Épaisseur > 5m ET Pente > *SpF* (21° pour une longueur de 75m)

ALORS Intensité max possible = Forte

- SI Hauteur > 3m ET Épaisseur > 2m ET Pente > *SpM* (9° pour une longueur de 75m et 13° pour une longueur de 50m) ALORS Intensité max possible = Moyenne

- SI Hauteur > 3m ET Épaisseur > 0,5m ET Pente > 6° ALORS Intensité max possible = Faible

Illustration 51 : Caractérisation de l'intensité maximale possible par ensemble de talus localisé

c) Intensité maximale de référence

L'approche permettant de définir l'intensité maximale possible ne tient pas compte des surfaces de glissement potentielles sur discontinuités, il est donc possible que des mouvements connus aient une intensité supérieure à celle estimée par l'approche géométrique (cf. section 3.2.5.b). Une intensité maximale de référence a donc été retenue pour chacun des ensembles géomorphologiques en comparant les deux intensités définies précédemment (connue et possible) et en retenant le niveau d'intensité le plus élevé (Illustration 52).

Géomorphologie	Intensité max connue	Intensité max possible	Intensité de référence
BPCA		Faible	Faible
PCA		Négligeable	Négligeable
VRASMF		Forte	Forte
VRCMF		Forte	Forte
VCRD	Forte	Forte	Forte
VIASMF	Faible	Moyenne	Moyenne
VICMF		Moyenne	Moyenne
VDASMF	Faible	Moyenne	Moyenne
VDASM		Moyenne	Moyenne
VTDASMF		Faible	Faible
VTDASM		Faible	Faible
PALA		Négligeable	Négligeable
FVAL		Négligeable	Négligeable
VCR	Moyenne	Moyenne	Moyenne
VRAHM	Faible	Moyenne	Moyenne
VDAM	Faible	Moyenne	Moyenne
VTDAM	Faible	Faible	Faible
PASMF		Négligeable	Négligeable
PASM		Négligeable	Négligeable
FVASM		Négligeable	Négligeable
FVAM		Négligeable	Négligeable
FVASM		Négligeable	Négligeable
VRCCA		Moyenne	Moyenne
VICCA		Moyenne	Moyenne
TRCR		Nul	Nul
TL		Forte	Forte
TL		Moyenne	Moyenne
TL		Faible	Faible
TLCR	Faible	Moyenne	Moyenne
CCA		Non évaluée	Non évaluée

Illustration 52 : Caractérisation de l'intensité maximale retenue (de référence) par comparaison des intensités maximales connues et possibles

3.2.6. Caractérisation de l'aléa au glissement de terrain

Le niveau d'aléa résulte du croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité (Illustration 56, cf. section 3.1.3, Illustration 8). Des scénarios d'évènements ont été déterminés par ensembles géomorphologiques homogènes tels que définis précédemment. Pour chaque ensemble, chaque niveau d'intensité (faible, moyenne ou forte) a été affilié à un niveau de probabilité d'occurrence (négligeable, faible, moyenne ou forte).

La répartition statistique des pentes a également été utilisée pour caractériser les probabilité d'occurrences de mouvements d'intensité moyenne ou forte.

En risque naturel, que ce soit en risque sismique comme en chute de bloc ou encore en glissement de terrain, les retours d'expériences montrent que la fréquence des évènements diminue avec l'augmentation de leur intensité. La probabilité d'apparition de glissement d'intensité ne pourra donc pas excéder celle d'intensité n-1. La détermination des scénarios respecte donc ce principe de non-augmentation de la probabilité avec l'augmentation de l'intensité considérée.

a) Principes généraux de la caractérisation des scénarios

Chacun des deux paramètres définis à l'issue des étapes antérieures permet de proposer un ou plusieurs scénarios par ensemble géomorphologique :

- La susceptibilité au glissement de terrain correspond à la probabilité d'apparition d'un phénomène d'intensité faible ;
- L'intensité maximale de référence permet :
 - d'attribuer une probabilité d'apparition au minimum faible à un phénomène d'intensité égale à l'intensité maximale de référence ;
 - de fixer une valeur d'intensité au-delà de laquelle la probabilité d'apparition est négligeable.

Ces principes permettent de caractériser la probabilité d'occurrence d'intensité faible et de fixer les probabilités d'occurrences d'intensité moyenne et forte sur « négligeable » ou « faible ou plus ».

La répartition statistique des pentes dans les ensembles géomorphologiques permet ensuite de définir plus précisément la probabilité d'occurrence d'intensité moyenne et forte.

b) Répartition statistique des pentes

Pour chaque ensemble géomorphologique, les percentiles 25, 50 et 75 (Q25, Q50 et Q75) de la répartition des pentes ont été calculées à partir du MNT (5 m). Ces percentiles permettent de définir les valeurs de pentes maximales pour respectivement, 25 %, 50 % et 75 % de la surface de la zone d'étude. Ces valeurs sont comparées aux seuils de pentes SpM, SpF (cf. section 3.2.5.b) selon les règles décrites sous les Illustration 50, Illustration 51 et Illustration 53.

Ainsi, à titre d'exemple, la comparaison « SpM < Q25 » signifie qu'au moins 75 % de la surface de la zone d'étude est représenté par des pentes supérieurs aux seuils de pentes SpM (Illustration 53).

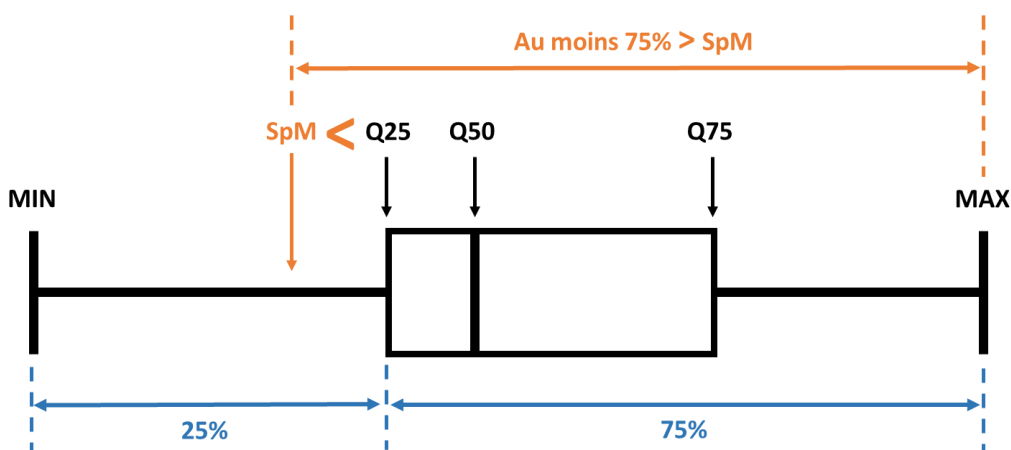


Illustration 53 : Diagramme en boîte représentant la comparaison entre le seuil SpM et le percentile Q25

Précisons que cette caractérisation ne peut en aucun cas diminuer la probabilité estimée à partir des principes généraux décrits précédemment. Ainsi, si l'intensité maximale de référence est de niveau moyen, la probabilité d'occurrence d'intensité moyenne ne pourra pas être nulle et sera faible au minimum.

c) Construction des scénarios

La construction des scénarios d'évènements est résumée dans la tableau suivant (Illustration 54). Le logigramme décisionnel est présenté en Annexe 5 :

Probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée selon l'intensité de référence (Iref) et la susceptibilité au glissement (S)							
		Iref					
		Faible		Moyenne		Forte	
S	Nulle	Proba d'intensité faible	Négligeable		Négligeable		Négligeable
		Proba d'intensité moyenne	Négligeable		Négligeable		Négligeable
		Proba d'intensité forte	Négligeable		Négligeable		Négligeable
	Faible	Proba d'intensité faible	Faible		Faible		Faible
		Proba d'intensité moyenne	Négligeable		Faible		Faible
		Proba d'intensité forte	Négligeable		Négligeable		Faible
	Moyenne	Proba d'intensité faible	Moyenne		Moyenne		Moyenne
		Proba d'intensité moyenne	Négligeable		Moyenne si SpM<Q25 Faible sinon		Moyenne si SpM<Q25 Faible sinon
		Proba d'intensité forte	Négligeable		Négligeable		Moyenne si SpF<Q25 Faible sinon
	Forte	Proba d'intensité faible	Forte		Forte		Forte
		Proba d'intensité moyenne	Négligeable		Forte si SpM*<Q25*** Moyenne si Q25<SpM<Q50 Faible sinon		Forte si SpM<Q25 Moyenne si Q25<SpM<Q50 Faible sinon
		Proba d'intensité forte	Négligeable		Négligeable		Forte si SpF**<Q25 Moyenne si Q25<SpF<Q50 Faible sinon
					*SpM = seuil de pente pour atteindre une intensité moyenne	**SpF = seuil de pente pour atteindre une intensité forte	
***Q25/50 = percentile 25/50 des pentes dans l'ensemble géomorphologique considéré							

Illustration 54 : Table des probabilités d'occurrences par niveau d'intensité

Ainsi, pour chaque zone géomorphologique homogène, la construction détaillée des trois scénarios, en fonction de l'intensité de référence, de la susceptibilité au glissement et des seuils de pente, est présentée dans le tableau en Illustration 55.

Construction des scénarios de probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée selon l'intensité de référence et la susceptibilité au glissement (=sensibilité Géomorphologique)											
Géomorphologie	Intensité de référence	Sensibilité Géomorphologique	Q25	Q50	SpM	SpF	Test SpM	Test SpF	Probabilité d'Intensité Faible	Probabilité d'Intensité Moyenne	Probabilité d'Intensité Forte
VCRD	Forte	Forte	10,48	15,17	>7°	>16°	SpM < Q25	SpF > Q50	Forte	Forte	Faible
VRASMF	Forte	Moyenne	10,48	15,17	>7°	>16°	SpM < Q25	SpF > Q25	Moyenne	Moyenne	Faible
VRCMF	Forte	Moyenne	10,48	15,17	>7°	>16°	SpM < Q25	SpF > Q25	Moyenne	Moyenne	Faible
VCR	Moyenne	Moyenne	10,48	15,17	>7°	>16°	SpM < Q25	/	Moyenne	Moyenne	Négligeable
VRAHM	Moyenne	Moyenne	10,48	15,17	>7°	>16°	SpM < Q25	/	Moyenne	Moyenne	Négligeable
VIASMF	Moyenne	Moyenne	6,24	8,09	>7°	>16°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
VICMF	Moyenne	Moyenne	6,24	8,09	>7°	>16°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
VRCCA	Moyenne	Moyenne	10,48	15,17	>7°	>16°	SpM < Q25	/	Moyenne	Moyenne	Négligeable
VICCA	Moyenne	Moyenne	6,24	8,09	>7°	>16°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
VDASMF	Moyenne	Moyenne	5,91	6,89	>7°	>16°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
VDAM	Moyenne	Moyenne	5,91	6,89	>7°	>16°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
VDASM	Moyenne	Moyenne	5,91	6,89	>7°	>16°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
VTDAMF	Faible	Faible	2,91	4,02	>7°	>16°	/	/	Faible	Négligeable	Négligeable
VTDAM	Faible	Faible	2,91	4,02	>7°	>16°	/	/	Faible	Négligeable	Négligeable
VTDASM	Faible	Faible	2,91	4,02	>7°	>16°	/	/	Faible	Négligeable	Négligeable
BPCA	Faible	Faible	4,18	5,77	>7°	>16°	/	/	Faible	Négligeable	Négligeable
PASMF	Négligeable	Négligeable	1,21	1,96			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
PASM	Négligeable	Négligeable	1,21	1,96			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
PALA	Négligeable	Négligeable	1,21	1,96			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
FVAMF	Négligeable	Négligeable	0,56	1,08			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
FVAM	Négligeable	Négligeable	0,56	1,08			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
FVAL	Négligeable	Négligeable	0,56	1,08			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
FVASM	Négligeable	Négligeable	0,56	1,08			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
PCA	Négligeable	Négligeable	1,21	1,96			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
TL	Forte	Moyenne	1,45	4,05	>9°	>21°	SpM > Q25	SpF > Q25	Moyenne	Faible	Faible
TL	Moyenne	Moyenne	1,45	4,05	>9°	>21°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
TLCR	Moyenne	Moyenne	1,45	4,05	>13°	>30°	SpM > Q25	/	Moyenne	Faible	Négligeable
TL	Faible	Moyenne	1,45	4,05	>9°	>21°	/	/	Moyenne	Négligeable	Négligeable
TRCR	Nul	Négligeable	3,26	8,82			/	/	Négligeable	Négligeable	Négligeable
CCA	Non évaluée	Non évaluée	3,13	6,10			/	/	Non évaluée	Non évaluée	Non évaluée

Remarques :
 1°/ Probabilité d'intensité faible = Sensibilité Géomorpho
 2°/ En gras : intensité de référence détermine la probabilité d'intensité moyenne ou forte
 3°/ En bleu : le test SpM détermine la probabilité d'intensité moyenne
 4°/ En orange : le test SpF détermine la probabilité d'intensité forte

Illustration 55 : Tableau présentant les paramètres de construction des scénarios de probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée

d) Cartographie de l'aléa glissement de terrain

Le niveau d'aléa est obtenu en croisant l'intensité de référence à la probabilité d'occurrence par application d'une matrice de croisement basée sur le travail de groupes d'experts dans le cadre de comités techniques et du retour d'expérience du BRGM (Illustration 56).

Les données permettant de définir les valeurs seuils utilisées dans la caractérisation de l'aléa (épaisseurs mobilisables, longueur de glissement attendu, seuils de pentes...) ont été déduites de valeurs observées ponctuellement ou déduite d'une répartition statistique. Ceci implique des incertitudes qui nécessitent de prendre des valeurs sécuritaires tant d'un point de vue de la caractérisation de la probabilité que de l'intensité. Cette prise de position sécuritaire initiale justifie d'appliquer une matrice de croisement d'aléa adaptée. Celle proposée ici accorde tout de même un peu plus de poids à l'intensité qu'à la probabilité d'occurrence car il s'agit du facteur le plus impactant en terme de mesure de sécurité à mettre en place et d'urbanisme.

		Intensité			
		Négligeable	Faible	Moyenne	Forte
Probabilité d'occurrence	Négligeable	Nul	Nul	Nul	Nul
	Faible	Nul	Faible	Moyen	Fort
	Moyenne	Nul	Faible	Moyen	Fort
	Forte	Nul	Moyen	Fort	Fort

Illustration 56 : Matrice de définition de l'aléa

A titre d'exemple, une probabilité moyenne qu'un phénomène d'intensité moyenne ait lieu se traduit par : « un évènement probable qui impliquera des dommages aux bâtiments touchés mais sans impliquer sa ruine et dont les parades sont réalisables à l'échelle de la collectivité ou par un ensemble de particulier » justifiant ainsi d'un aléa moyen.

Inversement, une probabilité faible qu'un phénomène d'intensité forte ait lieu se traduit par : « un évènement rare, mais qui impliquera la ruine des bâtiments touchés et dont les parades sont techniquement difficiles à mettre en place » justifiant donc d'un aléa fort.

Trois cartes d'aléa ont ainsi été réalisées, une par niveau d'intensité (Illustration 57, Illustration 58 et Illustration 59).

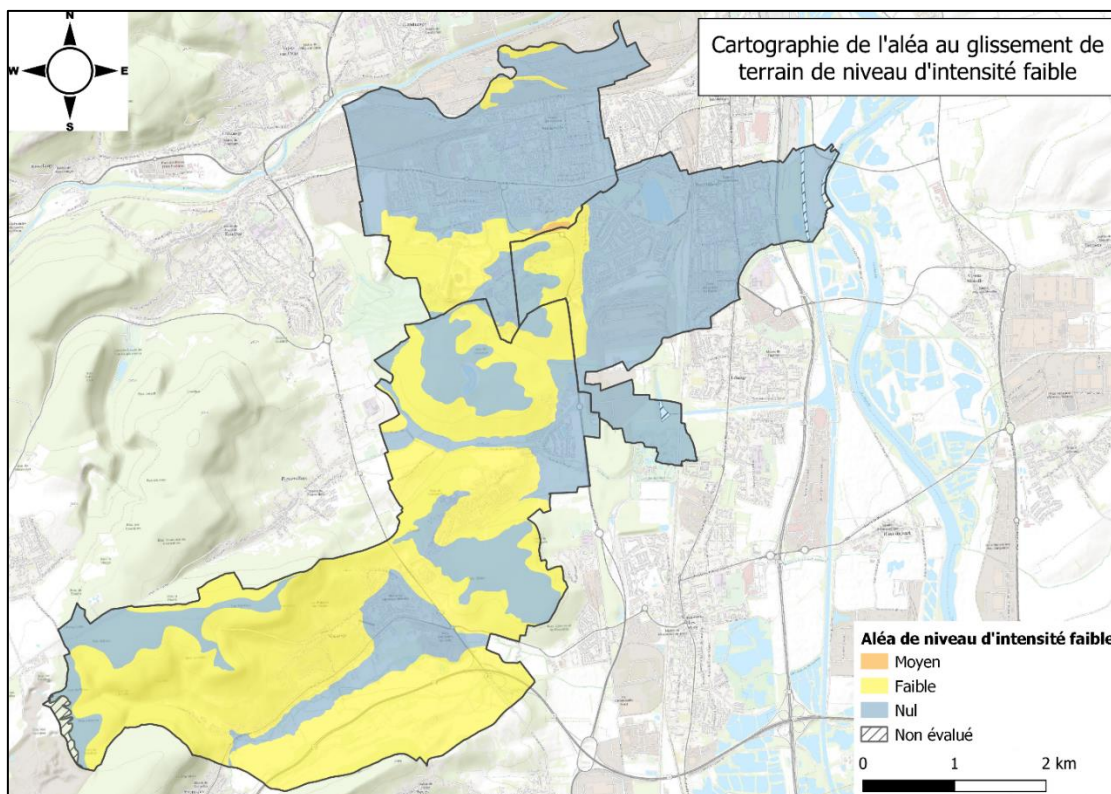


Illustration 57 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain de niveau d'intensité faible

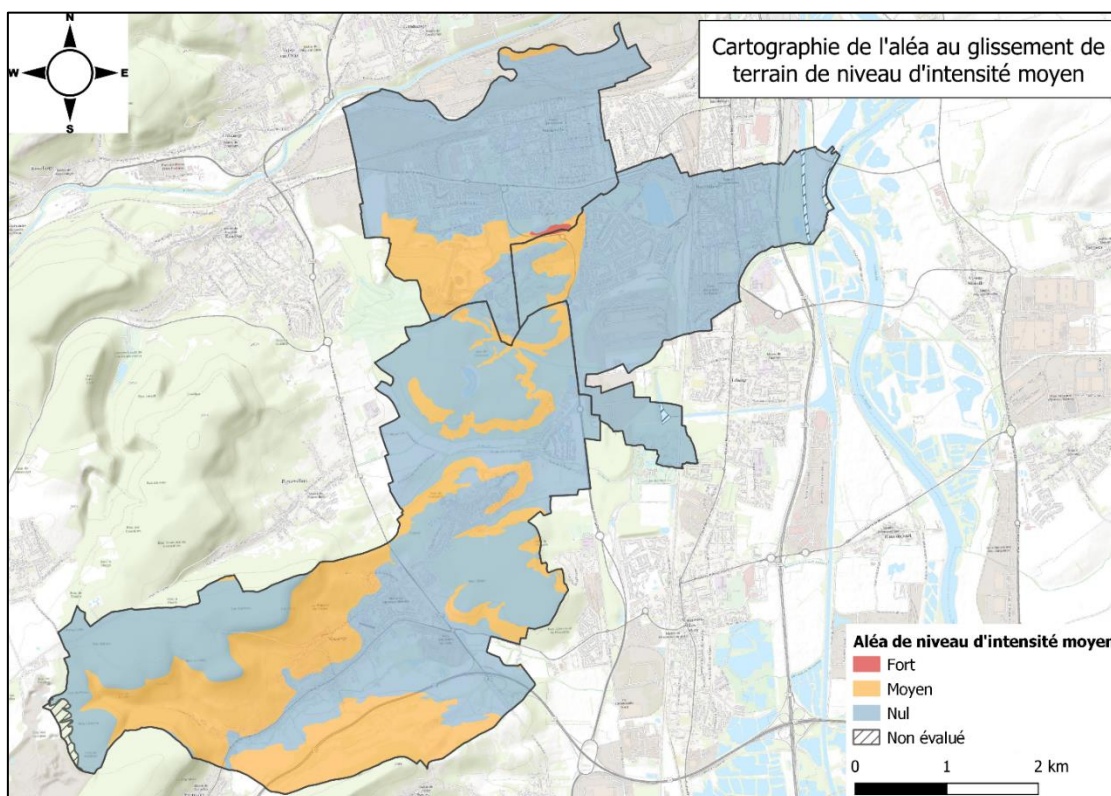


Illustration 58 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain de niveau d'intensité moyen

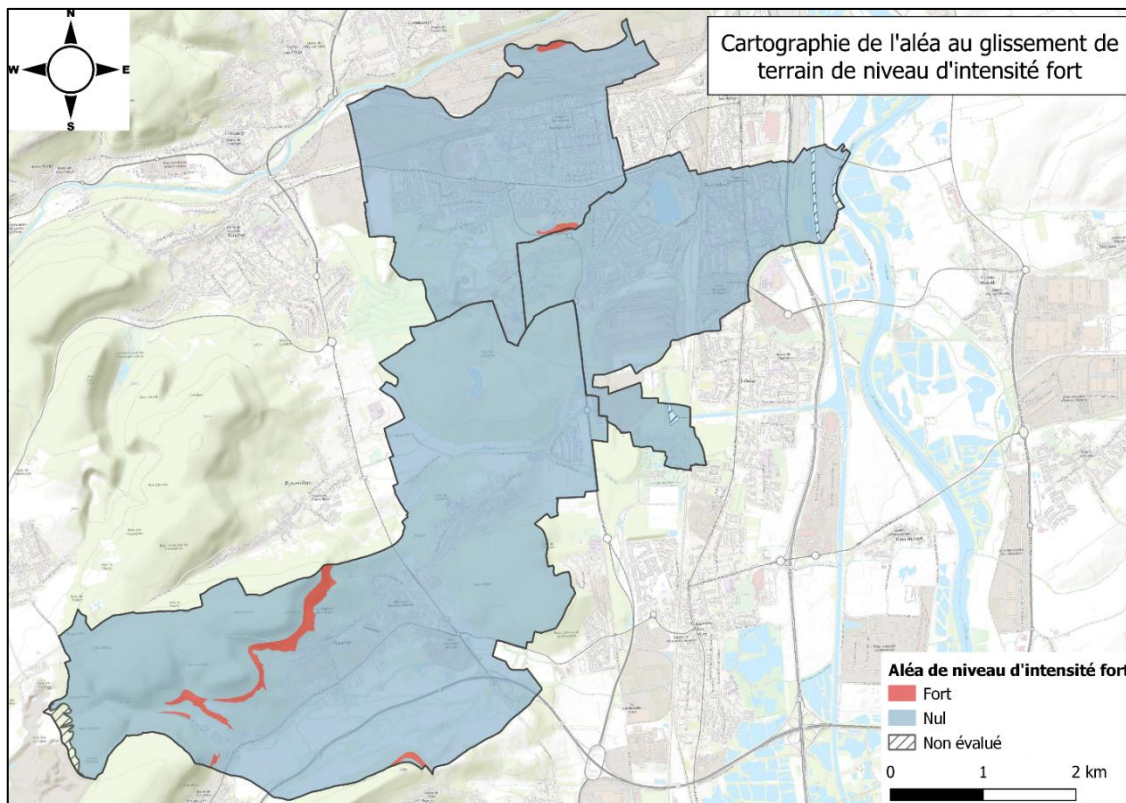


Illustration 59 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain de niveau d'intensité fort

La carte d'aléa finale résulte de l'intégration des trois précédentes en retenant l'aléa le plus impactant sur chaque secteur. Le niveau d'aléa final retenu par ensemble géomorphologique est résumé en Illustration 60.

Geomorphologie	Probabilité d'Intensité Faible	Probabilité d'Intensité Moyenne	Probabilité d'Intensité Forte	Aléa pour un niveau d'intensité faible	Aléa pour un niveau d'intensité moyen	Aléa pour un niveau d'intensité fort	ALEA Retenu
VCRD	Elevée	Elevée	Faible	Moyen	Fort	Fort	FORT
VRASMF	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible	Moyen	Fort	FORT
VRCMF	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible	Moyen	Fort	FORT
VCR	Moyenne	Moyenne	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VRAHM	Moyenne	Moyenne	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VIASMF	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VICMF	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VIRCCA	Moyenne	Moyenne	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VIRCCA	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VDASMF	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VDAM	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VDASM	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
VTDASMF	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Nul	Nul	FAIBLE
VTDAM	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Nul	Nul	FAIBLE
VTDASM	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Nul	Nul	FAIBLE
BPCA	faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Nul	Nul	FAIBLE
PASMF	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
PASM	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
PALA	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
FVASMF	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
FVAM	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
FVAL	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
FVASM	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
PCA	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
TL	Moyenne	Faible	Faible	Faible	Moyen	Fort	FORT
TL	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
TLCR	Moyenne	Faible	Négligeable	Faible	Moyen	Nul	MOYEN
TL	Moyenne	Négligeable	Négligeable	Faible	Nul	Nul	FAIBLE
TRCR	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Nul	Nul	Nul	NUL
CCA	Non évaluée	Non évaluée	Non évaluée	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué

Illustration 60 : Définition de l'aléa pour chaque ensemble géomorphologique

Le zonage résultant a ensuite été nettoyé des éventuels artefacts liés aux traitements SIG et une bande de sécurité a été ajoutée autour de chaque niveau d'aléa tenant compte de l'incertitude de positionnement lié au levé GPS et des retranscriptions de terrain (5 m). Par sécurité, en secteur d'aléa négligeable, une zone de 10m de large a été appliquée autour des zones d'aléa faible afin de prendre en compte l'éventuelle influence d'actions anthropiques à proximité des zones d'aléa.

Le zonage de l'aléa a été vérifié sur le terrain, notamment en zone urbanisée où les pentes actuelles ne sont pas systématiquement correctement représentées sur les MNT disponibles. Une attention particulière a été portée aux limites à proximité des bâtiments existants et celles-ci ont été ajustées lorsque cela était nécessaire (nettoyage des artefacts cartographiés liés au MNT).

La cartographie finale de l'aléa au glissement de terrain est présentée en Illustration 61.

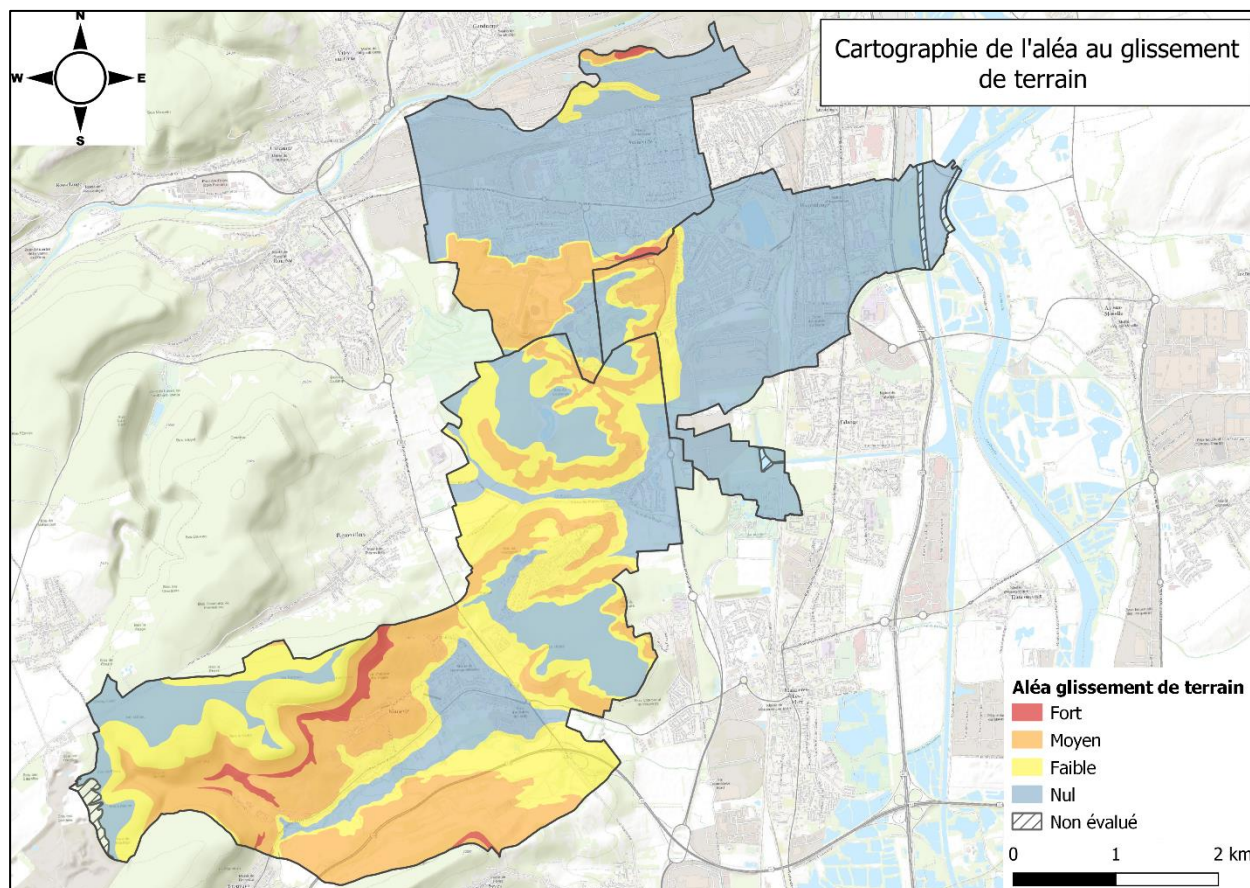


Illustration 61 : Cartographie de l'aléa au glissement de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

Pour une surface totale d'environ 26,5 km², les communes de la zone d'étude sont concernées par 14 km² d'aléa nul (52,7 %), 5,4 km² d'aléa faible (20,3 %), 6,6 km² d'aléa moyen (24,7 %) et 0,4 km² d'aléa fort (1,6 %). Une zone d'environ 0,2 km² (0,7 %) n'a pas été expertisée car elle correspond à un secteur en perpétuelle évolution, il s'agit de la carrière de Jaumont, en activité au sud-ouest de la commune de Marange-Silvange.

3.3. REPARTITION DES GLISSEMENTS ET INDICES DE MOUVEMENTS CONNUS PAR INTENSITE ET NIVEAU D'ALEA

Le glissement de terrain d'intensité forte connue est bien localisé au sein d'une zone caractérisée par un aléa fort.

Le glissement de terrain d'intensité moyenne connue ainsi qu'une majeure partie des phénomènes d'intensité faible (15 glissements ou déstabilisations de terrain) sont réparties au sein des zones d'aléa moyen.

Les deux autres observations de déstabilisation de terrain d'intensité faibles sont incluses au sein de zone d'aléa faible.

Un seul phénomène d'intensité négligeable est localisé au sein d'un talus localisé en fond de vallée compris dans une zone d'aléa négligeable.

L'illustration 62 présente sous forme de diagramme la répartition de densité de glissements et indices de mouvements par niveau d'aléa et selon leur niveaux d'intensité.

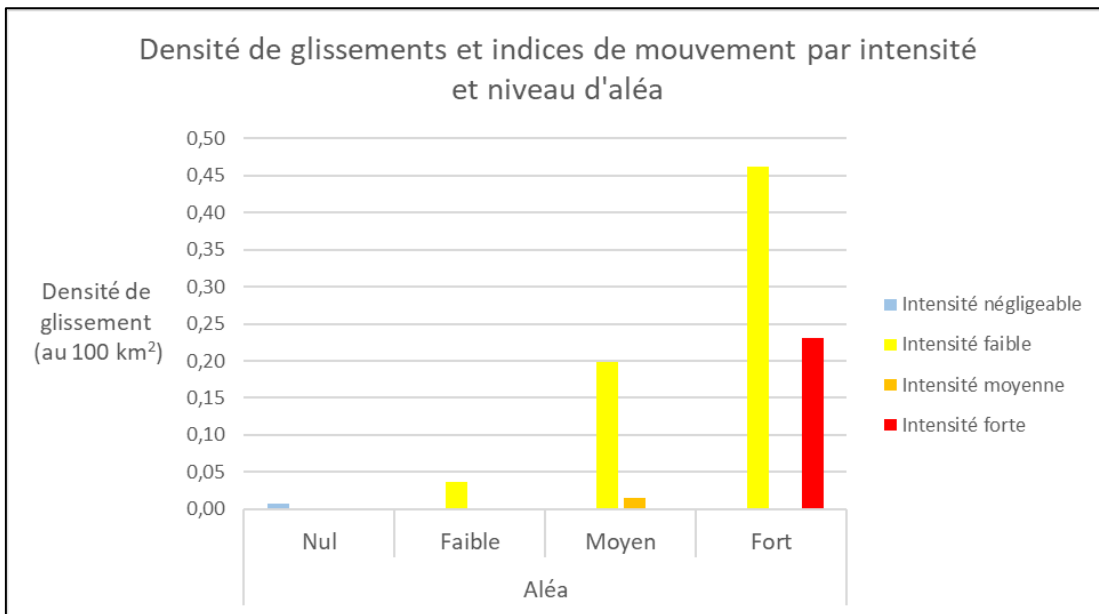


Illustration 62 : Répartition de la densité de glissements et indices de mouvement en fonction du niveau d'aléa et selon leur intensité

En règle générale, on s'attend à ce que le nombre de phénomène d'une intensité donnée augmente avec le niveau d'aléa et, que le nombre de phénomène diminue avec l'augmentation de l'intensité considérée au sein de secteurs de même niveau d'aléa. Le graphique montre que le nombre de phénomène d'intensité moyenne semble anormalement bas. Ceci traduit probablement la non exhaustivité de l'inventaire à l'échelle communale potentiellement due à plusieurs paramètres :

- La faible période d'observation : l'inventaire a été réalisé dans le cadre de cette étude sur quelques jours de terrains répartis sur 2 mois et il n'existait aucun inventaire communal plus ancien ;
- Le caractère récent (à l'échelle géologique) de nombreux talus et versants anthropiques (crassiers) : ces versants relativement récents n'ont pas forcément terminé de se rééquilibrer gravitairement et n'ont pas livré tous les glissements encore possibles ;
- Les difficultés d'observation : les zones très végétalisées ou inaccessibles (privées, ou impénétrables) ne permettent pas d'expertiser l'intégralité de la surface d'étude.

Ceci étant la répartition des évènements au sein des classes calculées demeure remarquablement cohérente.

4. Conclusion

Les cartographies réalisées dans le cadre de cette étude utilisent les données existantes des diverses bases de données gérées par le BRGM (BSS, BDMVT). L'ensemble des données et résultats intermédiaires est acquis et/ou vérifié sur le terrain, cependant, ne pouvant couvrir l'intégralité de la surface des communes étudiées (en particulier hors zone urbanisée), certains secteurs ont été cartographiés par extrapolation des observations avoisinantes.

La cartographie de l'aléa aux glissements de terrain suit les orientations de la méthode en cours de développement au niveau national (groupe de travail MEZAG pour le Ministère de la Transition Energétique, DGPR) adaptée au contexte lorrain des côtes du Dogger. La méthode valorise un inventaire régional qui à l'appui des données événementielles locales permet de caractériser le comportement des ensembles géomorphologiques communaux au regard des glissements de terrain.

Pour chaque secteur lithologiquement et morphologiquement homogène, la carte résultante représente le niveau d'aléa le plus fort issu de l'étude de la probabilité d'occurrence des phénomènes d'intensité faible, moyenne et forte. Par exemple (cf. Illustration 60 – ligne VTDAM), si en un point donné, la probabilité d'occurrence des glissements d'intensité faible, moyenne et forte présentent respectivement un aléa faible, un aléa nul et un aléa nul, alors le niveau d'aléa retenu en ce point sera l'aléa faible (le plus élevé des 3 niveaux).

L'aléa est donc classé en quatre niveaux, fort, moyen faible et nul, ce dernier niveau correspond à des secteurs où la probabilité qu'un glissement se produise est négligeable sur une période de retour de 100 ans.

Les niveaux d'aléa caractérisés se répartissent comme suit :

- **Aléa Nul** : 14 km² (52,7 %). Il s'agit des zones de fond de vallées sur chacune des communes ainsi que des zones plates de plateaux calcaires, sur la commune de Marange-Silvange, et des plateaux argileux des buttes localisées sur les 3 communes. La majeure partie des zones urbanisées des communes d'Amnéville et Hagondange sont localisées au sein de zone d'aléa nul. Environ un tiers de la zone urbanisée de Marange-Silvange est situé en zone d'aléa nul ;
- **Aléa Faible** : 5,4 km² (20,3 %). Il s'agit de la bordure de plateau calcaire sur la commune de Marange-Silvange, ainsi que des hauts et bas de versants argileux à pente très douce localisés sur les 3 communes. Un talus localisé situé en fond de vallée sur la commune d'Amnéville est également concernée par de l'aléa faible. La majeure partie de la zone urbanisée de Marange-Silvange est compris dans un niveau d'aléa faible. ;
- **Aléa Moyen** : 6,6 km² (24,7 %). Cet aléa concerne les zones de pentes fortes à douces dans les versants argileux. Il s'agit des versants intermédiaires argileux de la vallée de Marange-Silvange, des versants doux des collines argileuses localisés sur les trois communes, ainsi que du versant nord de la colline du Bois de Coulanges situé sur la commune d'Amnéville. Une partie de talus localisé située en fond de vallée sur la commune d'Amnéville est également concernée par de l'aléa moyen. Un peu moins d'un tiers de la zone urbanisée de la commune de Marange-Silvange est située au sein d'un niveau d'aléa moyen ;

- **Aléa Fort** : 0,4 km² (1,6 %). Il s'agit du secteur déstabilisé sur le versant nord de la colline du Bois de Coulange sur la commune d'Amnéville, ainsi que des zones de fortes pentes localisées en haut de versant de la vallée de Marange-Silvange. Une partie de talus localisé située en fond de vallée sur la commune d'Amnéville est également concernée par de l'aléa fort. Aucune zone urbanisée de la commune d'Hagondange est concernée par ce niveau d'aléa. Sur la commune d'Amnéville, quelques bâtis localisés au niveau du lotissement de l'Orée du Bois sont concernés par de l'aléa fort ainsi que quelques bâtis de la commune de Marange-Silvange ;
- **Non expertisé** : 0,2 km² correspondant à un secteur en perpétuelle évolution, il s'agit de la carrière de Jaumont, en activité au sud-ouest de la commune de Marange-Silvange.

Les tableaux ci-après résument quelques valeurs statistiques des zones d'aléas cartographiées sur chacune des communes (Illustration 63, Illustration 64 et Illustration 65) :

Amnéville				
Aléa	Surface (km ²)	% de surface	Bâtiments	
			Nombre	%
Non évaluée	0,0	0,0	0	0,0
Nul	4,5	78,0	5506	96,7
Faible	0,2	3,5	51	0,9
Moyen	1,0	17,5	128	2,2
Fort	0,1	1,0	10	0,2
TOTAL	5,8	100,0	5695	100,0

Illustration 63 : Statistiques des zones d'aléas cartographiées sur la commune d'Amnéville

Hagondange				
Aléa	Surface (km ²)	% de surface	Bâtiments	
			Nombre	%
Non évaluée	0,1	1,8	0	0,0
Nul	4,8	87,5	6376	94,7
Faible	0,3	5,1	199	3,0
Moyen	0,3	5,4	158	2,3
Fort	0,0	0,1	0	0,0
TOTAL	5,5	100,0	6733	100,0

Illustration 64 : Statistiques des zones d'aléas cartographiées sur la commune de Hagondange

Marange-Silvange				
Aléa	Surface (km ²)	% de surface	Bâtiments	
			Nombre	%
Non évaluée	0,1	0,5	0	0,0
Nul	4,6	30,4	1457	32,5
Faible	4,9	32,1	1663	37,1
Moyen	5,3	34,5	1360	30,3
Fort	0,4	2,4	8	0,2
TOTAL	15,2	100,0	4488	100,0

Illustration 65 : Statistiques des zones d'aléas cartographiées sur la commune de Marange-Silvange

L'étude de la répartition des bâtiments par niveau d'aléa met en évidence la présence d'un total de 18 bâtiments impactés par de l'aléa fort (Illustration 63 et Illustration 65). Dix d'entre eux sont localisés sur la commune d'Amnéville au niveau du lotissement de l'Orée du Bois. Ce secteur correspond à un talus de près de 30 mètres de haut, entre la route D112F et le cimetière, constitué de remblais grossier (crassier) et d'argiles et dont le pied a été déstabilisé (Illustration 66). Et les 8 autres sont situés sur la commune de Marange-Silvange sur le versant du Toarcien des côtes du Dogger à l'ouest de la commune (Illustration 67). Aucun bâti n'est concerné par de l'aléa fort sur la commune d'Hagondange.

La majeure partie des bâtiments de la commune d'Amnéville et Hagondange est concernée par de l'aléa faible (respectivement 96,7 % et 94,7 %). La majeure partie des bâtiments de Marange-Silvange est concernée par de l'aléa faible (environ 37 %), tandis que l'aléa nul et l'aléa moyen concerne un peu moins de deux tiers du nombre de bâtis total (respectivement 32,5 % et 30,3 %).

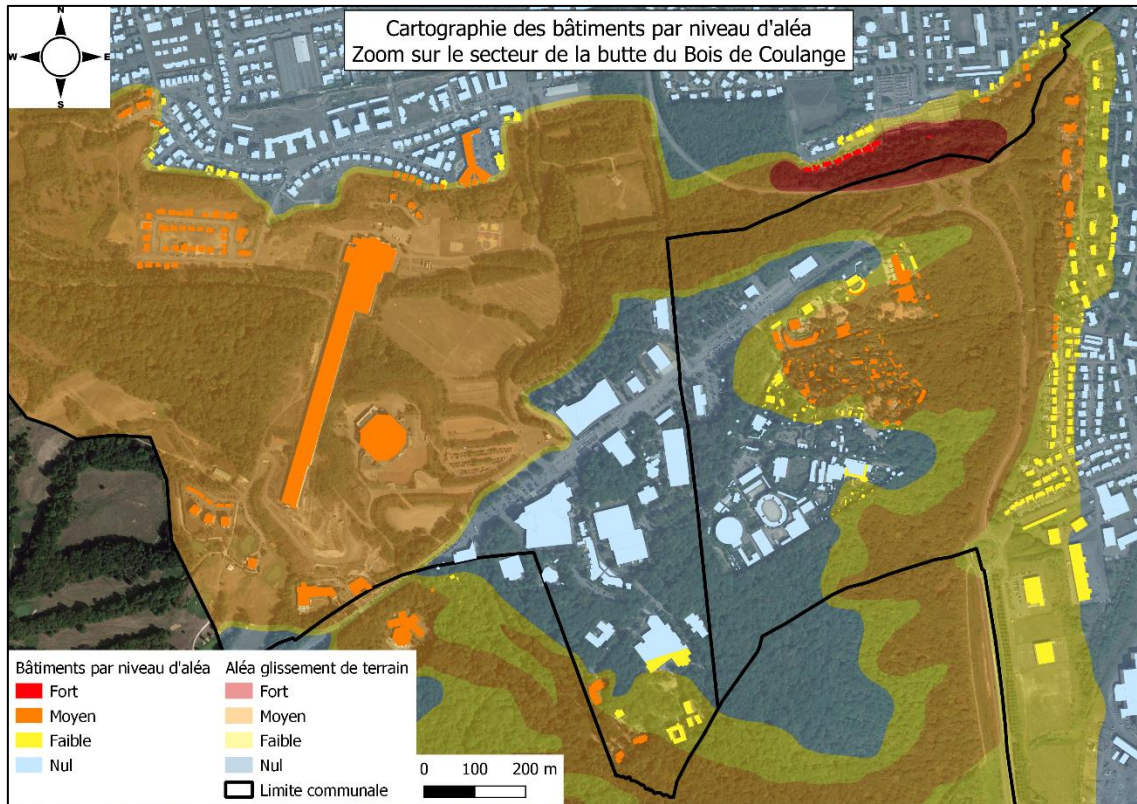


Illustration 66 : Cartographie des bâtiments par niveau d'aléa – Zoom sur le secteur de la butte du Bois de Coulange (sur photographies aériennes)

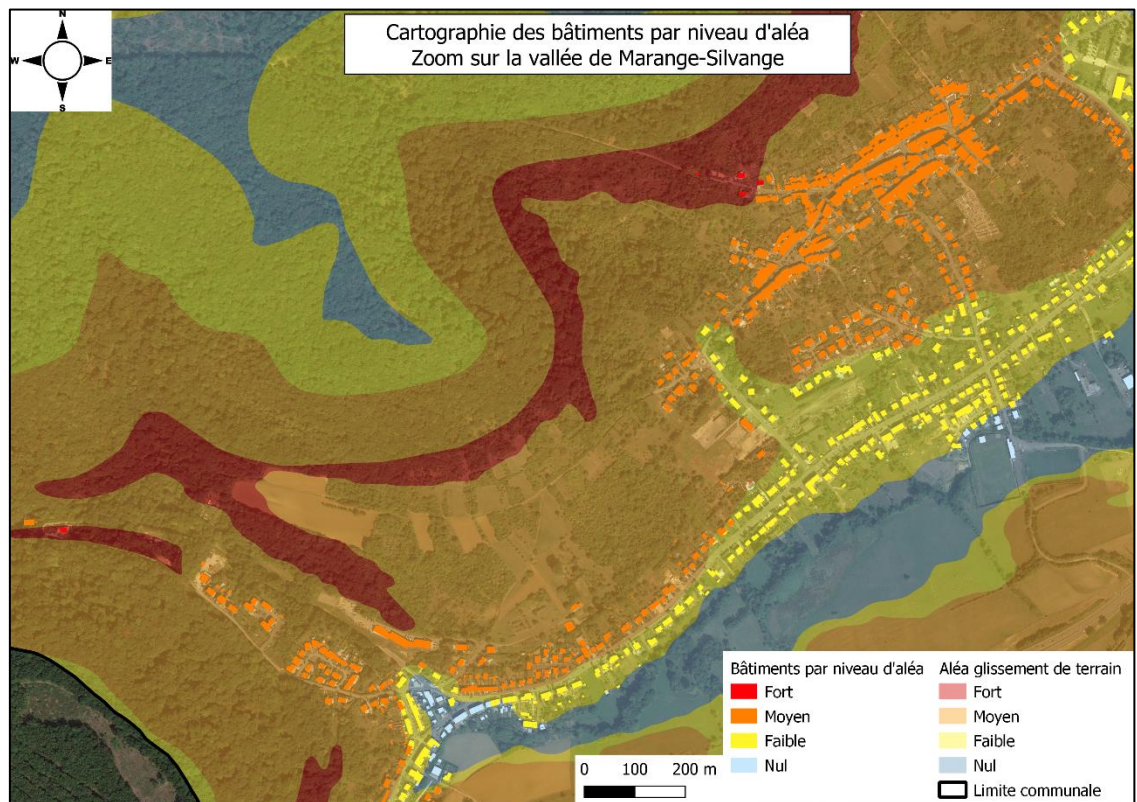


Illustration 67 : Cartographie des bâtiments par niveau d'aléa – Zoom sur le secteur de la vallée de Marange-Silvange (sur photographies aériennes)

5. Limites des cartes et illustrations et échelle de restitution

La présente étude qui a été menée en 2022 est le reflet des connaissances à cette date. La cartographie est basée sur l'analyse des sources documentaires alors disponibles (méthodologies, connaissances des mécanismes...) et sur l'exploitation des événements historiques connus. La prise en compte ultérieure de données non connues ou non disponibles en 2022 (investigations, phénomènes, archives, témoignages, seuils de déclenchements, etc.) peut conduire à une révision des critères d'analyse et de la carte associée.

Toutes les cartes produites dans ce rapport, ont été réalisées pour un rendu à l'échelle du 1/5 000^{ème}, et toute utilisation de ces cartes ou données cartographiques à une échelle plus fine est à proscrire. Les limites telles que tracées ou représentées sur les diverses illustrations sont valables pour une échelle cartographie à l'échelle du 1/5 000^{ème} et ont donc une incertitude de 5 m. Pour des soucis de clarté et de visibilité à l'échelle d'une page A4, certaines illustrations montrent des agrandissements des cartes qui ne correspondent en aucun cas à des documents de travail pouvant être utilisés pour définir des limites d'aléa, ces agrandissements sont présentés à titre illustratif et sont non contractuels.

Les incertitudes de positionnement ou de localisation des observations de terrains sont toutes inférieures à 5 m et sont donc comprises dans l'incertitude cartographique liée à l'échelle de rendu finale (1/5 000^{ème}).

La carte de l'aléa « glissement de terrain est livrée en version papier au format A0 (échelle 1/5 000^{ème}). La précision des limites de zones cartographiées à cette échelle est de 5 m auxquels il faut ajouter l'épaisseur du trait de report (1 mm pour 5 m).

6. Bibliographie

Besson L. (MIRNAT 38), Durville JL. (LCPC), Garry G., Grasz E. (DGUHC), Hubert T., Toulemont M. (DPPR) (1999) – Guide méthodologique "Plans de prévention des risques naturels (PPR), risques mouvements de terrain".

Chaussidon C., Grua B., (1992) – Anciens bassin de décantation du crassier d'Amnéville – Etude géotechnique pour la mise ne place d'un remblai de recouvrement. R 34 956 LOR 4S 92.

Colin J-C. (1994) – Mairie d'Amnéville - Glissement affectant le cimetière communal – Analyse de stabilité et solutions de stabilisation. Rapport BRGM A 00010

Colin J-C. (1995) – Mairie d'Amnéville – Glissement du cimetière communal en janvier 1995. Rapport ANTEA - A 02347.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2018) – Diagnostic Géotechnique "Lotissement L'orée du Bois Glissements et Mouvements de terrains". Dossier M16-696.

Domej G., Bourdeau C., Lenti L., Martino S., Pluta K., (2020) – Shape and Dimension Estimations of Landslide Rupture Zones via Correlations of Characteristics Parameters. Geosciences 10,198.

FONDASOL (1990) – Rapport d'étude "Construction d'une salle de spectacles sur le crassier d'Amnéville". Rapport M90/012.

Grabenstaetter L. (2016) – Avis technique sur un glissement de terrain affectant le lotissement de l'Orée du Bois à Amnéville (57). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-66155-FR. 23 p., 16 ill., 1 ann.

Jaboyedoff M., Carrea D., Derron M.-H., Oppikofer T., Penna I.M., Rudaz, B. (2020) – A review of methods used to estimate initial landslide failure surface depths and volumes. Engineering Geology, 267, 105478.

Le Roux J., Bellowini J-P., Pironon B., Steiner P. (1983) – Notice explicative de la feuille de Briey à 1 :50 000.

Rabin M. (2019) – Avis sur un glissement de versant en amont de la rue de l'Orée du Bois à Amnéville (57). Rapport BRGM/RP- 69278-FR. 51 p.,19 ill., 7 ann.

Roger J. (2007) - Carte géologique harmonisée du département de Moselle. Rapport géologique. BRGM/RP-55492-FR, 105 p., 3 fig., 2 tableaux, 4pl. hors-texte.

Théobald N., Heintz E., Hillard F., Lemoine M. (1959) - Notice explicative de la feuille d'Uckange à 1 :50 000.

Annexe 1 : Liste des documents collectés lors des recherches bibliographiques

Liste des documents issus des archives du BRGM et consultés pour cette étude (1/4) :

ARTELIA (2020) – Projet d'extension du Snowhall d'Amnéville (57) Dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau. Rapport 4 63 3316.

ARTELIA (2020) – Projet de réaménagement du Snowhall d'Amnéville (57) Diagnostic complémentaire des sols au droit du projet de luge t du tubing . Note d'intervention 8514333.

Babot Y., Lebon P. (1988) – Etude des contraintes géotechniques en vue de la réhabilitation des friches industrielles de l'usine d'Hagondange (57). Rapport BRGM - 88 SGN 261 LOR

Benyahia A. (1989) – Etude et réalisation d'un forage à Amnéville. Rapport BRGM SGR/LOR n°89/80

Bonvallet J., RUCQUOI D. (1980) – Etude hydrogéotechnique du cimetière et de son environnement immédiat -commune d'Amnéville (57). Rapport 80 SGN 278 LOR.

BRGM (1963) – Alimentation en eau potable des usines d'Hagondange et de leurs zones d'habitation.

BRGM (1966) – Rapport géologique concernant le glissement de terrain au cimetière d'Amnéville (Moselle)

BRGM (1968) – Rapport géologique relatif au projet d'agrandissement du cimetière communal - ville d'Amnéville (Moselle).

BRGM (1972) – Etude géologique, Projet de forage aux grès du Trias inférieur - Complexe de loisirs - Parc de coulange. Rapport BRGM SGR/NES n°72-14

BRGM (1974) – Etablissement des périmètres de protection du captage qui alimente la ville - commune d'Hagondange (57). Rapport BRGM 138-1-32.

BRGM (1986) – Enquête hydrogéologique réglementaire - Extension du cimetière de Marange-Silvange (57). Rapport BRGM SGR/LOR n°86/62

Liste des documents issus des archives du BRGM et consultés pour cette étude (2/4) :

BRGM (2021) – Courrier d'août 2021 du BRGM à la DDT 57 au sujet de l'évolution des désordres sur les propriétés de la rue de l'orée du bois à Amnéville. N/Réf : NCY 21 L 124.

Chaussidon C., Grua B. (1992) – Etude géotechnique pour la mise en place d'un remblai de recouvrement - Anciens bassins de décantation du crassier d'Amnéville (57). Rapport BRGM - R 34 956 LOR 4S 92.

Chevalier J. (1990) – Possibilité d'infiltration des eaux pluviales du projet de lotissement du "Trou le Loup" à Amnéville (57). Rapport BRGM SGR/LOR n°90/78

Colin J-C. (1994) – Analyse de la stabilité du glissement affectant le cimetière communal d'Amnéville. Rapport ANTEA A 00010.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2007) – Compte-rendu géotechnique Mission Avant projet de lotissement, Amnéville (Moselle) Affaire n°M07-048.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2008) – Rapport d'étude géotechnique sondages et essais de sol, Amnéville (Moselle) Affaire n°M07-048B.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2009) – Courrier de janvier 2009 de Compétence Géotechnique à la mairie d'Amnéville, au sujet de sondage complémentaire effectué sur la parcelle n°16 au lotissement de l'Orée du Bois. N/Réf : M09-01-022 SD, Dossier : M07-048 B.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2018) – Diagnostic géotechnique- lotissement L'Orée du Bois Glissements et Mouvements de Terrains, Amnéville (57) Dossier n°M16-696.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2019) – Diagnostic géotechnique- lotissement L'Orée du Bois Glissements et Mouvements de Terrains, Amnéville (57) Dossier n°M16-696 V2.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2021) – Pose d'équipements inclinométriques - Lotissement L'Orée du Bois Glissements et Mouvements de Terrains, Amnéville (Moselle) Dossier n°M16-696-B.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2021) – Courrier de septembre 2021 de Compétence Géotechnique à la mairie d'Amnéville - relevées des inclinomètres Lotissement L'orée du Bois. N/Réf : M21-09-160-CB. Dossier M16-696B.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2021) – Courrier de septembre 2021 de Compétence Géotechnique à la mairie d'Amnéville - diagnostique géotechnique - Lotissement L'orée du Bois. N/Réf : M21-07-. Dossier M16-696B.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2022) – Courrier d'avril 2022 de Compétence Géotechnique à la mairie d'Amnéville - relevées des inclinomètres Lotissement L'orée du Bois. N/Réf : M22-04-080-CB. Dossier M16-696B.

Liste des documents issus des archives du BRGM et consultés pour cette étude (3/4) :

ICR (2019) – Diagnostic Lotissement l'Orée du Bois 57360 Amnéville.

Finet L. (2019) – Rapport d'expertise à monsieur le Président du Tribunal Administratif de Strasbourg - n°2 rue de l'Orée du Bois

Finet L. (2019) – Rapport d'expertise à monsieur le Président du Tribunal Administratif de Strasbourg - n°4 rue de l'Orée du Bois

Finet L. (2019) – Rapport d'expertise à monsieur le Président du Tribunal Administratif de Strasbourg - n°6 rue de l'Orée du Bois

FONDASOL (1971) – Rapport d'étude sondages et essais de sol ville d'amnéville - construction de batiments H.L.M. Lieu-dit "Trou Montauban". Rapport n°M.141/72.

FONDASOL (1972) – Rapport d'étude sondages et essais de sol ville d'amnéville - zone de loisirs. Rapport n°M.141/72.

FONDASOL (1973) – Rapport d'étude de sols et de fondations - construction des CES 600 - ville d'Amnéville. Dossier M.216/73.

Gallani F. Géomètre-Expert (2021) – Affaire Auscultation Talus Amnéville - Plan de situation des points d'auscultation - Coordonnées des points d'auscultation : Etat 0 - Etat 1. Dossier n°21-184

Gallani F. Géomètre-Expert (2021) – Affaire Auscultation Talus Amnéville - Comparaison de points : Etat 0 - Etat 1.

Gallani F. Géomètre-Expert (2021) – Affaire Auscultation Talus Amnéville - Comparaison de points : Etat 0 - Etat 2.

Gallani F. Géomètre-Expert (2022) – Affaire Auscultation Talus Amnéville - Plan de situation des points d'auscultation - Coordonnées des points d'auscultation : Etat 0 - Etat 3. Dossier n°21-184

Gallani F. Géomètre-Expert (2022) – Affaire Auscultation Talus Amnéville - Comparaison de points : Etat 0 - Etat 3.

Gallani F. Géomètre-Expert (2022) – Affaire Auscultation Talus Amnéville - Comparaison de points : Etat 0 - Etat 4.

Grabestaetter L. (2016) – Avis technique sur un glissement de terrain affectant le lotissement de l'Orée du Bois à Amnéville (57). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-66155-FR. 23 p., 16 ill., 1 ann.

Liste des documents issus des archives du BRGM et consultés pour cette étude (4/4) :

Guillaume L. (1927) – Examen hydrogéologique - Projet d'alimentation en eau potable de la commune de Hagondange (Moselle)

Guillaume L. (1933) – Examen hydrogéologique - Projet d'alimentation en eau potable des communes d'Amnéville et Montois-Lamontagne (Moselle).

Guillaume L. (1951) – Ville de Hagondange. Projet d'extension de la station élévatoire. Rapport BRGM A0431.

Guillaume M. (1954) – Alimentation en eau potable de la ville d'Hagondange (Moselle). Création d'une galerie captante dans les alluvions de la Moselle. Rapport préliminaire - travaux de reconnaissance. Rapport BRGM A0642.

Le Roux J., Bellorini J-P., Pironon B., Steiner P. (1983) – Notice explicative de la feuille de Briey à 1/50 000.

Maiaux Cl. (1979) – Compte-rendu de surveillance hydrogéologique d'un forage profond aux Grès du Trias inférieur - Centre de Loisirs Bois de Coulange. Rapport BRGM 79 SGN 292 LOR.

Maiaux Cl. (1979) – Station thermale d'Amnéville (Moselle) - Protection de la source Saint Nicolas périmètre sanitaire d'émergence. Rapport BRGM R-33334-LOR-4S-91.

Mussey J., Puyoo S. (1989) – Alimentation en eau du Parc de loisirs et faisabilité d'un étang - Rapport n°1 d'avancement des travaux. Rapport SGR/LOR n°89/3

Rabin M., (2019) – Avis sur un glissement de versant en amont de la rue de l'Orée du Bois à Amnéville (57). Rapport BRGM/RP- 69278-FR. 51 p., 19 ill., 7 ann.

Roger J. (2007) – Carte géologique harmonisée du département de Moselle. Rapport géologique. BRGM/RP-55492-FR, 105 p., 3 fig., 2 tableaux, 4pl. hors-texte.

Schmitt D. (2019) – Rapport d'auscultation Géometre Expert - Lévée initial (opération n°0) du 04/06/2019 opération n°1 du 01/07/2019. Dossier : 5492.

SIEGVO (2021) – Courrier de septembre 2021 de SIEGVO à la mairie d'Amnéville au sujet de

Théobald N., Heintz E., Hillard F., Lemoine M. (1959) – Notice explicative de la feuille d'Uckange à 1/50 000.

Liste des documents fournis par les mairies et consultés pour cette étude (1/2) :

Colin J-C. (1995) – Glissement du cimetière communal d'Amnéville en janvier 1995. Rapport de visite du 13/02/1995. Rapport ANTEA A 02347, 7 pages.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2003) – Rapport d'étude geotechnique sondages et essais de sol - Construction d'une piste de ski Indoor, Amnéville (Moselle). Affaire n°M03-353.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2003) – Rapport d'étude geotechnique sondages et essais de sol - Construction d'une piste de ski Indoor, Amnéville (Moselle) - Rapport complémentaire n°1. Affaire n°M03-353.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2004) – Etude geotechnique d'execution - Construction d'une piste de ski Indoor, Amnéville (Moselle). Affaire n°M04-012.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2006) – Rapport d'étude geotechnique sondages et essais de sol, Gymnase - COSEC Rue des pêcheurs Hagondange (Moselle). Affaire n°M06-034.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2008) – Rapport d'étude geotechnique sondages et essais de sol, Lotissement "l'Orée du Bois", Amnéville (Moselle). Affaire n°M07-048B.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2008) – Rapport d'étude geotechnique sondages et essais de sol, "Le Galaxie" Construction d'une cage d'Ascenseur, Amnéville (Moselle). Affaire n°M08-296.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2011) – Rapport d'étude geotechnique sondages et essais de sol, Extension de la salle des fêtes Hagondange (Moselle). Affaire n°M11-399.

Liste des documents fournis par les mairies et consultés pour cette étude (2/2) :

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2014) – Rapport d'étude géotechnique sondages et essais de sol, Galaxie Dimensionnement de micropieux, Amnéville (Moselle). Affaire n°M14-280.

COMPETENCE GEOTECHNIQUE (2021) – Rapport géotechnique Rue de la Fontaine, rénovation de l'école Paul Verlaine, Création d'un ascenseur - Hagondange (Moselle). Affaire n°M21-737.

FONDASOL (1992) – Rapport d'étude sondages et essais de sol -mairie d'Amnéville, Construction d'une Salle de Spectacles sur le crassier d'Amnéville. Rapport M.90/012.

FONDASOL (1992) – Rapport d'étude sondages et essais de sol - ville d'Amnéville construction d'un hotel dans le parc de Coulange. Rapport M.92/153 et plan annexé.

FONDASOL (1994) – Rapport d'étude sondages et essais de sol - Centre thermal d'Amnéville construction d'un centre de remise en forme. Rapport M.94.315 et plan annexé.

FONDASOL (2000) – Rapport d'étude de sol - Construction du Thermapolis 2 au Centre thermal et touristique à Amnéville. Rapport M00.015 et plan annexé.

FONDASOL (2002) – Courrier de mai 2002 de Fondasol à la mairie d'Amnéville - Etude géotechnique complémentaire - projet thermapolis 2. Affaire n° M02099 et plan annexé.

FONDASOL (2003) – Etude géotechnique Glissement de terrain au cimetière d'Amnéville. Affaire n° M02-060.

FONDASOL (2021) – Rapport étude géotechnique G1+G2 phase AVP - extension d'une crèche Hagondange. Rapport n°PR.57GT.21.0204-001.

SIMECSOL (1989) – Reconnaissance de sols - Centre thermal et de loisirs salle de spectacles Amnéville. Affaire 72 89 649

TERRAFOR (2015) – Rapport géotechnique - étude de faisabilité géotechnique G2-AVP Extension arrière de l'école de musique existante hagondange. Affaire : 55 / 2015.

Annexe 2 : Analyse de la BDMVT et localisation des mouvements retenus

Une analyse statistique a été menée sur l'ensemble des glissements de terrain inventoriés dans la région Grand Est. Les événements inventoriés ont été repris de la base de données MVT gérée par le BRGM. Les données de la BD MVT sont enregistrées par de nombreux opérateurs différents au fil de l'eau, c'est-à-dire à l'issue de chaque étude ou expertise, par la personne en charge de l'étude ou par une personne tierce, en différé ou non. Certains phénomènes sont également renseignés sur la base de témoignage ou de bribes d'informations d'archives, ne permettant pas toujours d'obtenir une description ou une localisation précise. Cette hétérogénéité d'opérateur et de mode d'enregistrement entraîne une très forte hétérogénéité du niveau d'information renseigné par événement.

Dans le Grand Est, sur 1949 glissements de terrain répertoriés, seuls 325 ont une valeur de pente renseignée sans qu'aucune information ne soit mentionnée sur la source de cette information. Il n'est ainsi pas possible de savoir s'il s'agit de la pente moyenne du versant avant glissement ou de la pente la plus forte au sein du glissement par exemple. Il n'est donc pas possible de les comparer entre elles.

La nature géologique du terrain affecté par le mouvement est renseignée pour moins de la moitié des événements inventoriés (948 événements sur 1949). Cette information est cohérente avec la nature des terrains décrite sur la carte géologique au 1/50 000^{ème} dans la majorité des cas (666/948).

Des informations concernant la précision de localisation des glissements sont également renseignées. Pour un certain nombre de cas (285 / 1949), la précision de localisation est communale ou kilométrique et les autres informations ne permettent pas d'affilier une description lithologique, pour 187 cas, à l'événement.

Un travail de vérification de localisation et d'appartenance géologique a été réalisé sur les événements du Grand Est afin de classer le plus de glissements possibles en fonction de l'étage géologique concerné.

En conservant tous les glissements pour lesquels la nature géologique des terrains affectés était renseignée ou déductible de la carte géologique au 1/50 000^{ème}, 1044 événements ont pu être conservés après vérification pour l'analyse statistique sur la région Grand Est.

Le détail du travail de vérification est présenté dans les points développés ci-après.

Vérification de l'étage géologique affecté pour les 948 phénomènes possédant cette information.

Les informations relatives à la lithologie des 948 événements pour lesquels elles sont présentes, peuvent être de deux origines :

- 1) issue de l'observation et de la description des terrains affectés par le glissement par l'expert ayant renseigné la base de données ;
- 2) issue d'une estimation a posteriori, par un autre opérateur.

Dans le second cas, le niveau d'information est très hétérogène, ne renseignant parfois que l'étage, voire l'ère, géologique auquel les terrains pourraient appartenir, ou correspondant à la copie de la description issue de la carte géologique harmonisée au 1/50 000ème. L'origine et l'exactitude de l'information ne sont alors pas renseignées et ne peuvent être déduite.

La nature géologique a donc été déduite, lorsque possible, de la carte géologique au 1/50 000ème, ou de la description présente dans la base de données, après vérification de la cohérence entre leur localisation, les descriptions des cartes géologiques (imprimées et harmonisées) et les autres informations renseignées dans la base de données.

Cette vérification a permis de relocaliser un certain nombre d'évènements plus précisément.

723 (sur 948) évènements ont ainsi pu être conservés, les 225 autres ne présentant pas d'informations dans la base de données permettant d'identifier la nature des terrains géologiques concernés.

Détermination de l'étage géologique affecté pour les 1001 données ne possédant pas l'information :

Sur les 1001 données restantes, les 489 événements présentant une précision de localisation hectométrique ou supérieure et sans informations sur la nature des terrains affectés ont été retirés de la suite de l'analyse.

La nature lithologique des terrains affectés par les 512 glissements restant, possédant donc une précision de localisation métrique à décamétrique, a été déduite des cartes géologiques au 1/50 000^{ème}. La précision de ces cartes a également été prise en compte et seuls les événements localisés à plus de 50 m d'une limite géologique cartographiée au 1/50 000^{ème} ont été conservés. Ce dernier traitement a amené à retirer 191 enregistrements supplémentaires, portant à 321 le nombre de phénomènes pour lesquels, la nature géologique a pu être déduite de la carte géologique au 1/50 000^{ème}.

Classification des mouvements par ensembles géologiques sur les côtes du Dogger en Grand Est :

Une base de données de 1044 évènements, renseignant, pour chaque, évènement, la nature lithologique du terrain affecté a pu ainsi être obtenue sur l'ensemble du territoire du Grand Est.

Parmi ces 1044 évènements, la nature des formations superficielles participant à un glissement a pu être identifié pour 1000 d'entre eux et 743 sont localisés dans les terrains formant les revers de cuestas des côtes du Dogger.

Une densité de mouvements par ensemble géologique a ainsi pu être calculée et utilisée pour hiérarchiser ces ensembles au regard de leur sensibilité au glissement de terrain.

Afin de pouvoir comparer les mouvements à l'échelle régionale, notamment pour les rapporter à un ensemble géologique de superficie connue à cette échelle, deux hypothèses de départ fortes ont dû être établies :

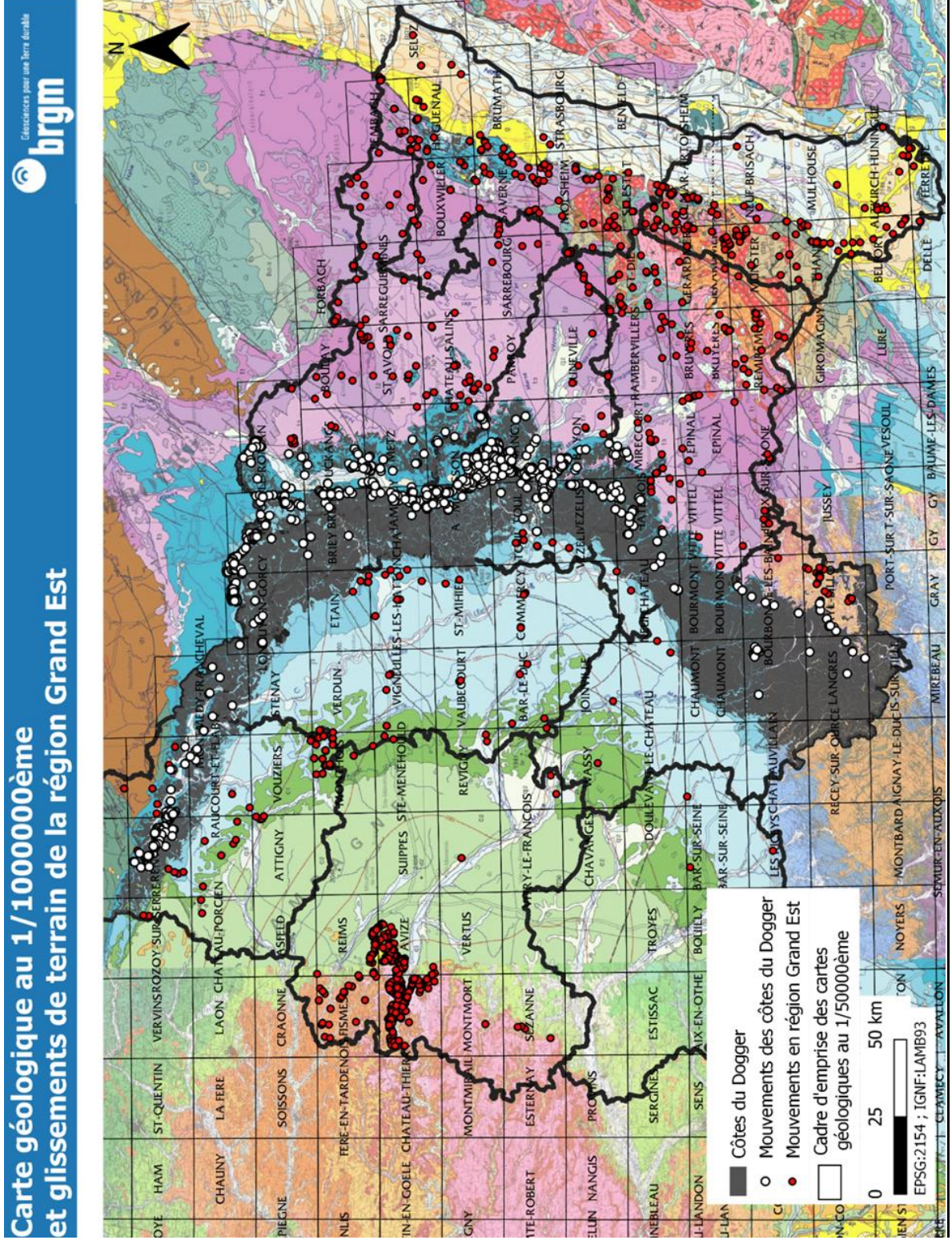
- Homogénéité lithologique des ensembles géologiques issus de la cartographie harmonisée :

La carte harmonisée rassemble les terrains en fonction de l'étage géologique auquel ils appartiennent (i.e. l'âge de dépôt). Cependant, à une même période géologique, différents types de dépôts peuvent avoir lieu en fonction du secteur. Ainsi, les sédiments accumulés pendant la période de l'Aalénien par exemple, sont principalement calcaires à l'échelle régionale mais sont localement uniquement composés de marnes. Ces variations, appelées variations latérales de faciès, impliquent un comportement différent face au glissement de terrain mais n'ont pas pu être pris en compte à l'échelle régionale. Ces variations concernent des surfaces relativement réduites à l'échelle régionale mais d'une importance déterminante à l'échelle communale.

- Principe d'implication systématique du substrat :

Les formations superficielles ne sont pas cartographiées de manière homogène à l'échelle régionale, il n'est donc pas possible d'en connaître leur superficie et, donc, d'en déduire un nombre de mouvement associé. De plus leur incidence sur l'aléa glissement de terrain dépend fortement de leur épaisseur, très variable spatialement, et non connue la plupart du temps. Pour ces raisons, tout glissement renseigné dans la BD MVT a été rattaché au substrat géologique.

Ces hypothèses de départ amènent à des approximations qui ne permettent pas d'établir des limites de prédisposition de façon absolue, ni d'identifier des classes de pentes plus propices au déclenchement de glissement de terrain. Elles permettent néanmoins de comparer les densités de mouvements par ensembles géologiques et obtenir une hiérarchisation de leur sensibilité au glissement de terrain.



Annexe 3 : Tableaux de synthèse des données issues de forages sélectionnés

Un certain nombre de forages a été sélectionné pour la précision et la qualité des informations qu'ils fournissent sur le secteur d'étude.

Les tableaux ci-après synthétisent les données BSS utilisées pour estimer les épaisseurs de formations meubles en surface.

Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

Identifiant (BSS ou n° de rapport)	Sources	Communes	Formation supérieure	Substrat	Lithologie formation supérieure	Epaisseur mobilisable (m)
BSS000KPXW	BSS	Amnéville	1m PRE/CALCAIRE/ARGILE, JAUNE : Caillasse et argile jaune	3m calcaire oolithique jaune à pâte fine parfois coquiller et dur	Calcaires altérés et argiles	1
BSS000KRFK	BSS	Marange-Silvange	1,15m Terre végétale, limon et caillasses sablo-argileux ; 2,15m éboulis limon argilo-sableux jaune, rare calcaire ferrugineux	2,70m argilo-sableux gris vert ; 3,4m argile grise schisteuse fossilifère ; 5,6m marne gris noir schisteuse compacte fossilifère ; 3,4,6m marne gris noir schisteux (schistes cartons) ; 0,20m Grès argileux gris dur ; 5,65m marne gris fossilifère, grès argileux gris	Limons argilo-sableux	9,4
BSS000KRGS	BSS	Marange-Silvange	0,25m Terre végétale et galets siliceux ; 0,25m gravier siliceux (argileux) ; 0,30m argiles très plastiques et galets rares		Alluvions	5,95
BSS000KRGT	BSS	Semécourt	0,2m Terre ; 0,2m sable argileux brun ; 1,3m mélange grave argileuse et lentille d'argille	1,7m marne altéré vert gris et marne schisteuse micacé altere brun ; 1,6m marne gris vert silteux ; 0,2m calcaire compact gris bleu ; 12,3m marne gris bleu silteux micacé fossif ; 3,5m marne ; 0,2m calcaire lithographique pyriteux ; 3,3m alt. marne calcaire	Alluvions	3,4
BSS000KQWZ	BSS	Talange	0,3m Terre végétale avec remblais argileux ; 2m argile bariolée marron-gris ; 4,6m sable argileux marron avec graviers	3,6m marne grise	Argiles, Alluvions	6,9
BSS000KQXH	BSS	Talange	0,5m Remblais sablo-argileux marron ; 0,1m ancienne dalle béton ; 6,2m argile ocre marron ; 1,2m sable ocre saturé en eau	1m marne beige plastique	Alluvions	8
BSS002PUNB	BSS	Hagondange	1m sables et limons ; 4m argile limoneuse brun ocre ; 2m sables brun beige à matrice limoneuse ; 5m sables et graviers limoneux bruns à noirs		Limons, Alluvions	12
BSS002PUMZ	BSS	Hagondange	1m Remblais divers dont sables et limons ; 7m argile limoneuse brun ocre ; 2,5m sables et graviers argileux	1,5m marnes grises	Remblai, alluvions anciennes	10,5
BSS002PUNA	BSS	Hagondange	2m sables et limons ; 3m argile limoneuse brun ocre ; 5m sables et graviers argileux brun ocre	2m marnes grises	Alluvions anciennes	10
BSS002PUMY	BSS	Hagondange	1m Remblais divers dont sables et limons ; 3m argile limoneuse brun ocre ; 6m sables et graviers	2m marnes grises	Remblais, Alluvions	10
BSS002PUNG	BSS	Hagondange	1m Remblais graveleux ; 0,6m argile beige/ocre humide ; 4,4m argile grise humide ; 2,6m Sables argileux ocre-saturés en eau puis sables rosés non argileux		Remblais, Alluvions (argiles)	8,6
BSS000KQVQ	BSS	Hagondange	0,4m Crasse compacte ; 0,6m Limon verdâtre ; 5,2m Limon argileux sableux brun jaune ; 2,4m Limon verdâtre avec quelques graviers ; 3,4m sable + graviers		Remblais, limons, alluvions	12
BSS000KQXF	BSS	Hagondange	0,4m remblais de crasse ; 1,3m remblais d'argile et de crasse ; 1,5m remblais argileux marron beige ; 4,3m argile bariolée ; 0,5m sable argileux marron	2m marne grise	Remblais (crassier), alluvions	8
BSS000KQXM	BSS	Hagondange	0,7m Remblais caillouteux, 4,5m argile sableuse beige ; 2,9m sable argileux grisâtre ; 2,1m sable et gravier	0,6m marne grise	Remblais, alluvions	10,2
BSS000KQXL	BSS	Hagondange	0,8m Remblais caillouteux ; 4,6m argile sableuse beige ; 3,3m sable argileux grisâtre ; 1,8m Sable et gravier	0,3m marnes grises	Remblais, alluvions	10,5

Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

Identifiant (BSS ou n° de rapport)	Sources	Communes	Formation supérieure	Substrat	Lithologie formation supérieure	Epaisseur mobilisable (m)
BSS000KQVV	BSS	Hagondange	1,5m Remblais divers, limon et blocs ; 1,5m limon sableux ; 2m sable et graviers ; 1m sable + gros graviers ; 2,5m sable gris avec quelques graviers	1,5m marne	Remblais, alluvions	8,5
BSS000KQRL	BSS	Amnéville	6m Terrasse d'alluvions andennes : sable et graviers dans une matrice de plus en plus argileuse (argile altérée jaunâtre)	140m ROC/Argile, gris bleu / Marne, gris bleu / Calcaire en nodule	Alluvions andennes	6
BSS000KQSZ	BSS	Amnéville	1,8m Remblai (laitier principalement) ; 3,2m Limon argilo-sableux et micacé ; 7m dépôts anthropiques (sable siliceux beige et sable siliceux plus grossier avec des éléments noirs : dépôts de l'ancien crassier)	107m marne à Amaltheus (marne feuilletés gris foncé à passées plus ou moins sableuses, micacées avec des ovoïdes calcaires)	Remblai, crassier	12
BSS000KQJC	BSS	Hagondange	0,3m Terre végétale, limon brun ; 0,5m limon argileux sableux roux ; 1m sable argileux roux ; 0,9m mél. sable, gravier brun ; 1,3m mélange sable, gravier argileux bigarré	0,2m argile limoneuse brune ; 0,8m argile marneuse à marne argileuse gris bleue ; 6m marne gris-beue	Limons, alluvions	5
BSS000KQVC	BSS	Amnéville	1,6m laitier ; 0,9m scories ; 0,5m argiles ; 3,3m alluvions	0,7m marnes grises	Crassier, alluvions	6,3
BSS000KQVB	BSS	Amnéville	1,5m laitier ; 0,5m scories ; 0,7m argiles ; 3,3m alluvions	1m marnes grises	Crassier, alluvions	6
BSS000KQHZ	BSS	Amnéville	0,4m Terre, limon brun ; 0,4m alluvions : gravier calcaire argileux ; 2,6m alluv. : gravier, calcaire ; 2,2m alluvions : mélange gravier, calcaire, sable argileux	0,2m marne bleu altéré ; 1,4m marne bleu compact	Limons, alluvions	5
BSS000KQUW	BSS	Amnéville	0,7m Remblais ; 2,3m alluvions sableuses ; 3,1m alluvions	0,4m marne bleue	Remblais, alluvions	6,1
BSS000KQUJ	BSS	Amnéville	1,6m Remblai graveleux induré du crassier ; 0,8m remblai graveleux du crassier ; 4,1m remblai induré graveleux du crassier ; 5m alluvions : grave sableuse belge	1,5m marne gris bleu	Remblais, crassier	11,5
BSS000KQRY	BSS	Amnéville	0,6m Terre végétale ; 2m sable brun fin plus ou moins argileux débris coquilliers ; 1,4m sable jaune galets graviers calcaires, qq modules de marnes grise verte brune altérée remaniée petits graviers	0,35m marne grise plastique remaniée petits galets graviers ; 2,65m marne grise compacte plus ou moins fissurée verticalement ; 7,10m marne grise compacte, une ovoïde à 9,80m, fissures verticales	Alluvions	4,35
M16_696_S2	Bibliographie	Amnéville	0,2m limon brun à racines ; 1,2m limon brun à fragments divers (béton crasse, briques)	1,9m argile brun-jaune à br clr ; 1,2m argile brun-kaki +/- marneuse ; 4,5m argile marneuse kaki à br-verdatre ; 4,5m marne altérée grise ; 3m marne grise saine ; 5m marne très altérée à marne argileuse grise ; 3,5m marne grise saine	Limon, remblais	13,5
RR34956S1	Bibliographie	Amnéville	6,2m scories gris bleu peu consistant (remblais) ; 8m argile peu consistante ; 0,5m graviers ds matrice argileuse, peu consistante	1,8m marne gris-bleu consistante	Crassier, alluvions	14,7
RR34956S2	Bibliographie	Amnéville	8,1m scories gris bleu peu consistant (remblais) ; 2m argile gris - beige à verdâtre peu consistante	1,1m marne gris - bleu altérée	Crassier, argiles	11,2
RR34956S3	Bibliographie	Amnéville	5,6m scories gris bleu peu consistant (remblais) ; 1,3m blocs dans matrice argileuse, peu consistant ; 1,9m argile beige à verdâtre peu consistante	1,2m marne gris-bleu altérée, peu consistante	Crassier, alluvions	10
M90_012_S1_S8	Bibliographie	Amnéville	10 à 15m de crassier		Crassier	15

Annexe 4 : Inventaire des glissements et indices de déstabilisation cartographiés sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

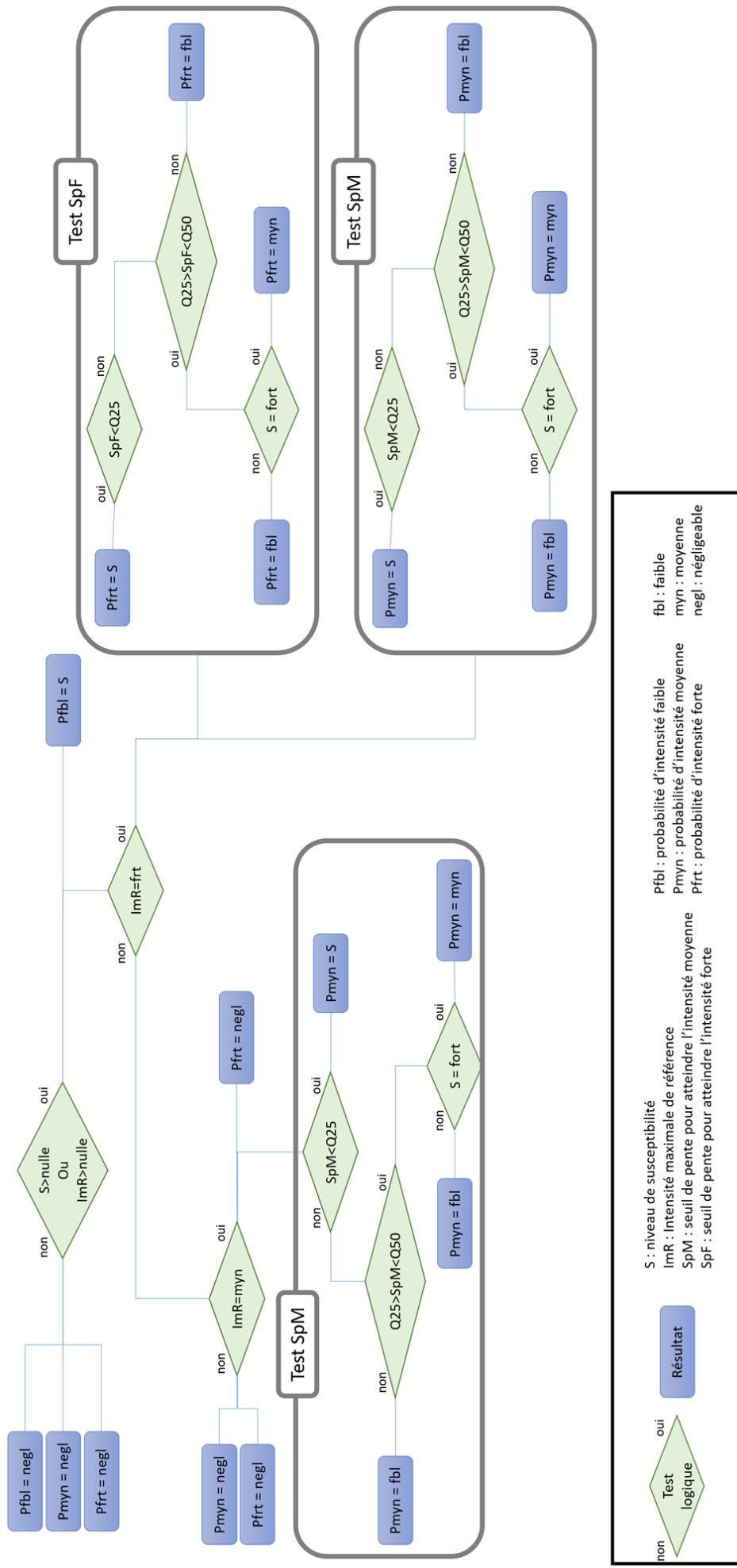
Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

n°	Commune	Type	Description	Mesure	Date	Source	Géomorphologie	Intensité connue
1	Amnéville	glissement ancien	Localisé dans l'angle sud-est du cimetière. 60m largeur, décrochement 1m. Origine naturelle : pluie	1m de rejet ; 60m de large	1994	BDMVT (id. 11501901)	VCRD	faible
2	Amnéville	glissement ancien	Localisé dans l'angle sud-ouest du cimetière. Longueur : 15m ; largeur : 3m ; profondeur de rupture estimée à 2m ; pente avant rupture : 13°	environ 2m de profondeur ; 3m de large ; 15m de long ; pente avant rupture 13°	1965	BDMVT (id. 11501903)	VCRD	faible
3	Amnéville	glissement complexe ou emboîté	Localisé en pied de versant de l'Orée du Bois. Pente avant rupture 8° L'ensemble du versant est destabilisé. En tête : niche d'arrachement d'environ 50m de large, avec 1m de rejet et décalage d'un muret. En milieu de versant, côté ouest : niche arrachement de 3-4 m large, de 1,20m haut et des indices de zone de creux à proximité. En pied de versant : bourellet en pied sur la terrasse et destruction d'un muret. Nombreux indices de destabilisation (arbres basculés ou couchés) au niveau d'un talus à la topographie chaotique constitué de terrain argilo-sableux sur des crassiers. Pente de 30°.	Pente avant rupture de 8°	2016 (actif)	Terrain	VCRD	fort
				1 à 1,20m de rejet ; environ 50m de large ; environ 55m de long				
4	Amnéville	glissement superficiel	Nombreux indices de destabilisation (arbres basculés ou couchés) au niveau d'un talus à la topographie chaotique constitué de terrain argilo-sableux sur des crassiers. Pente de 30°.	Pente de 30°		Terrain	VCR	moyen
5	Amnéville	glissement superficiel ancien	Potential trace d'un ancien départ de glissement d'environ 3m de large pour quelques dizaines de cm de profondeur et pour environ 3m de long au sein d'un talus argileux avec des pentes supérieures à 30°. Peu d'indices de destabilisation, quelques arbres penchés.	25cm de profondeur ; 3m de large ; 3m de long ; Pente >30°		Terrain	VCR	faible
				Pente 28°		Terrain	VRAHM	faible
7	Amnéville	indice indirect	Le versant présente des indices d'instabilité (arbres penchés). Pente 28°. Quelques arbres penchés vers l'aval. Pente 18°. Sol à matrice argileuse.	Pente 18°		Terrain	VCR	faible
8	Amnéville	glissement superficiel	Plusieurs niches d'arrachements sur 1 à 2-3m de large, environ 1m de long, 20-40cm de haut, affectant la tranche superficielle. Pente environ 35°	20-40cm de rejet ; 1-3m de large ; 1m de long ; Pente environ 35°		Terrain	VCR	faible
9	Amnéville	glissement superficiel	Glissement superficiel de 30 à 50 cm de prof pour 1 à 2 m de large sur 1m de long au sein d'un talus à la topographie hétérogène constitué de crassier et de remblais variés (bloc béton, sable).	30-50cm de profondeur ; 1-2m de large ; 1m de long		Terrain	TLCR	faible
10	Hagondange	glissement superficiel	Successions de petits glissements de moins d'un mètre carré pour une vingtaine de cm de profondeur, terrain argileux à galets et pente 30°.	environ 20cm de profondeur ; <1 m ² de surface ; Pente de 30°		Terrain	VDAM	faible
11	Hagondange	glissement superficiel	Niches arrachement superficiel en tête de talus. 30° de pente	Pente de 30°		Terrain	VDAM	faible
12	Hagondange	glissement superficiel	Niches d'arrachement superficiel de 20-39cm de rejet, au sein d'un talus d'alluvions argileuses à 28° de pente.	20-39cm de reje ; Pente de 28°		Terrain	VDAM	faible

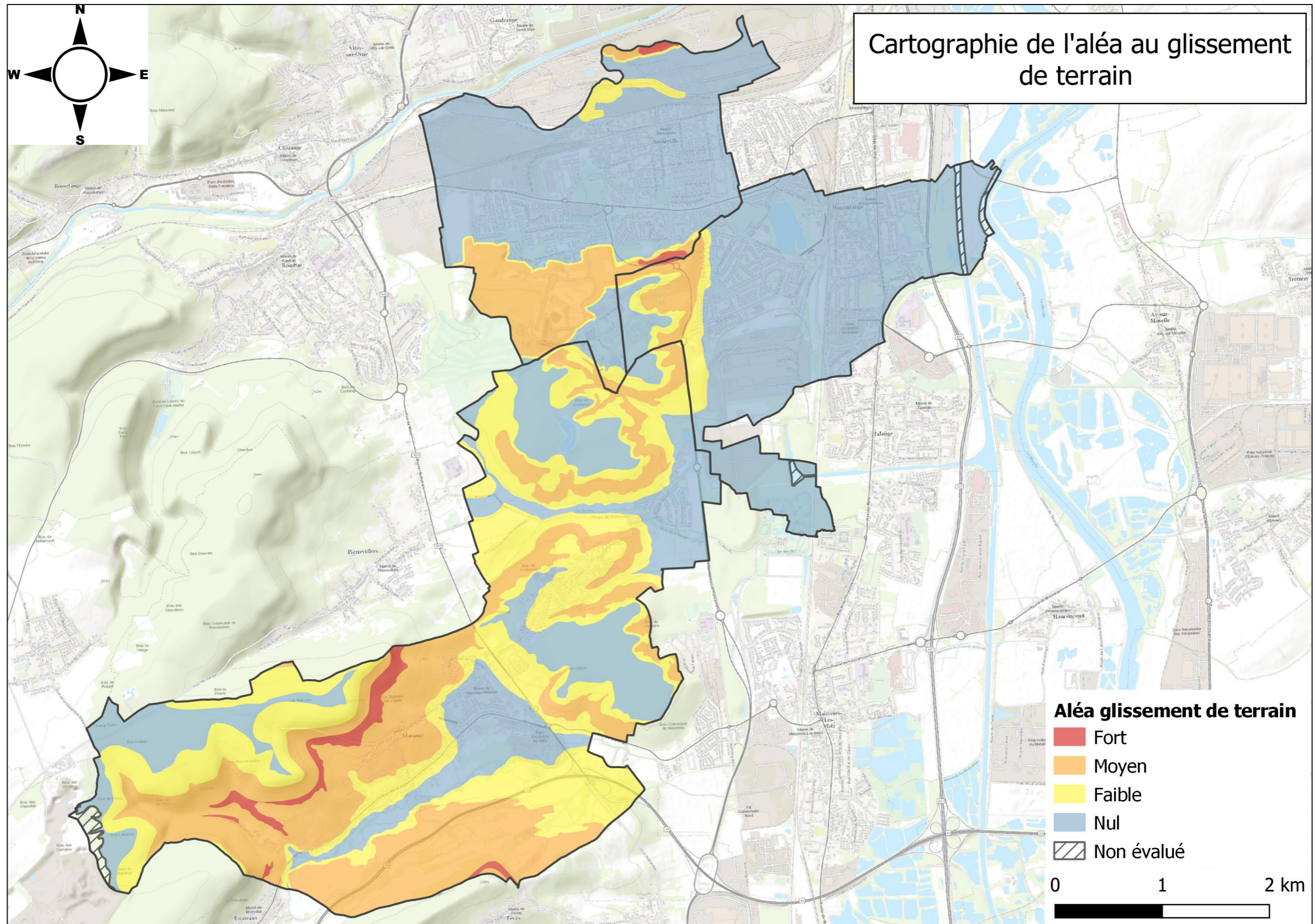
Cartographie de l'aléa glissements de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange

n°	Commune	Type	Description	Mesure	Date	Source	Géomorphologie	Intensité connue
13	Marange-Silvange	glissement superficiel	Quelques traces de déstabilisation superficielles (niches d'arrachement) sur 2-3m de large, sur environ 30cm de haut affectant la tranche superficielle, au sein d'un talus qui semble remanié. Pente moyenne de 25°	30cm de profondeur ; 2-3m de large ; Pente moyenne de 25°		Terrain	VTDAM	faible
14	Marange-Silvange	glissement superficiel	Glissement dans un talus argileux, de 8,60m de large sur environ 7-8m de de long (bourrelet de pied déblayé pour le passage du chemin), 1m de rejet. Les arbres à proximités sont penchés ou pipés. Pente initiale d'environ 18°	1m de rejet ; 8,60m de large ; 7-8m de long ; Pente initiale de 18°		Terrain	VDASMF	faible
15	Marange-Silvange	glissement superficiel	Petits glissements de 4-5m de large, 3m de long et 50cm de rejet au sein d'un talus de moins de 2m de haut.	50cm de rejet ; 4-5m de large ; 3m de long		Terrain	VDASMF	faible
16	Marange-Silvange	glissement profond	Zone déstabilisée de 7,8m de long, 10-12m de large et 1,5m de rejet au sein d'un talus de 6-7m de haut et Talus routier de 26° de pente composé de terrain argileux à blocs calcaires. Présence d'un filet textile sur le talus et passage d'un cours d'eau en pied.	1,5m rejet ; 10-12m large ; 7,8m long ; Pente 26°		Terrain	VTDAM	faible
17	Marange-Silvange	glissement superficiel ancien	Traces d'un ancien glissement superficiel, recouvertes par une végétation importante, niveau d'escarpement en tête de talus de 50-60cm de haut, 25-30m de large pour 7-8m de long. Terrain de nature argileuse. Pente entre 10° et 17° environ. Passage d'un cours d'eau en pied du talus.	50-60m de haut ; 25-30m de large ; 7-8m de long ; Pente entre 10 et 17°		Terrain	VIASMF	faible
18	Marange-Silvange	glissement superficiel	Petit escarpement de 15cm de haut sur 5-6m de large, en pied de talus, 20 à 30 cm au dessus du niveau du cours d'eau passant au pied du talus.	15cm de rejet ; 5-6m de large		Terrain	VIASMF	faible
19	Marange-Silvange	glissement superficiel	En bordure du chemin, en tête du talus aval, 2 niches d'arrachements sur environ 40cm de haut, 1m de long et 1m de large. Terrain argileux avec en surface présence de qq blocs calcaire ou remblais de 10-15cm.	40cm de rejet ; 1m de large ; 1m de long		Terrain	VIASMF	faible
20	Hagondange	glissement de berge	Traces de déstabilisation visibles sur photographie aérienne au niveau d'un talus longé d'un cours d'eau. Rien de visible sur le terrain à cause de la végétation importante. Terrain en surface constitué d'argiles sableuses, sables et galets dans le ruisseau.			Terrain	FVAL	Négligeable

Annexe 5 : Logigramme décisionnel utilisé pour la construction des scénarios d'événements



Annexe 6 : Cartographie de l'aléa glissement de terrain sur les communes d'Amnéville, Hagondange et Marange-Silvange





**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Grand Est – Site de Nancy

1 rue Jean Zay

54500 Vandœuvre-lès-Nancy

Tél. : 03 83 44 81 49

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm