



# Cartographie du risque

## étude sur la ville de Varangéville

Kamila

### RÉSUMÉ

La ville de Varengeville est une commune française située dans le département de Meurthe-et-Moselle, en région Grand Est. Nous étudierons les aléas, risques et la vulnérabilité de ce secteur.

F.RUBY – A. PFRIMMER – C. DIDION  
Master 1 de géographie

Professeur Bensaadi

# Table des matières

Introduction :	3
I. ENJEUX	5
Carte des enjeux	5
II. ALEA	6
L'aléa inondation :	6
Carte de l'aléa inondation	7
L'aléa minier :	8
Carte aléa minier	8
III. VULNERABILITE	9
Carte vulnérabilité inondation	13
Carte de vulnérabilité minière	17
<b>Conclusion</b>	18

## Introduction :

Varangéville est une petite ville française de 3782 habitants en 2014. Elle se situe dans le département de Meurthe-et-Moselle, en région Grand Est. La ville est polarisée par Nancy qui se situe au sud de celle-ci. La ville appartient, avec les communes de Saint-Nicolas-de-Port et Dombasle-sur-Meurthe, à un pôle secondaire entre Nancy et Lunéville.

Varangéville est surtout connue grâce à son activité minière. À Varangéville est, en effet, exploitée la dernière mine de sel souterraine de France. L'exploitation de Varangéville regroupe deux activités différentes : la saline avec la production de sel par évaporation de saumure provenant de la dissolution du sel et la mine qui extrait le sel gemme par puits et galeries. Cette exploitation entraîne des risques pour la population, car la commune est construite sur la mine de sel qui est toujours en activité. Des personnes travaillent en effet toujours à 200 mètres de profondeur en dessous des habitations. Le risque minier se caractérise par des mouvements de sol, des affaissements ou des effondrements. Ces derniers peuvent être définis comme l'affaissement brusque du sol

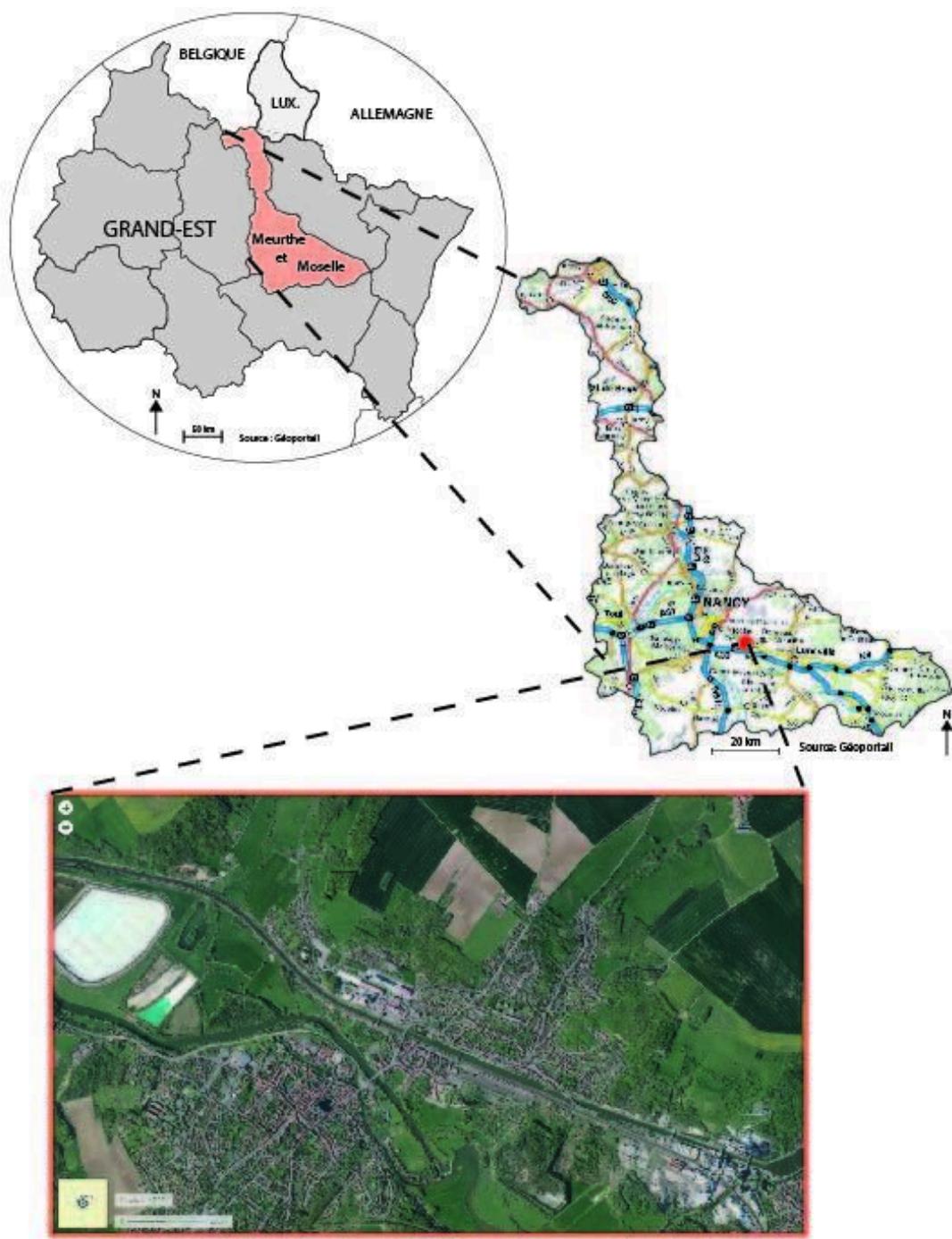
En plus d'être soumise à un risque minier, la commune de Varangéville est également soumise à un risque inondation venant de la Meurthe. Pour rappel une inondation est une augmentation du niveau d'eau dans le lit mineur d'un cours d'eau qui entraîne un débordement dans le lit majeur. Ces inondations sont des inondations lentes, de plaine.

L'inondation et les mouvements de terrains sont des risques. Le risque peut se définir comme un aléa couplé à des enjeux et à une vulnérabilité. L'aléa correspond à la survenue d'un élément indésirable, ici l'inondation et les mouvements de terrain. Mais les zones touchées concentrent des enjeux et des activités humaines ce qui provoque une vulnérabilité. C'est ainsi que l'on peut parler de risque.

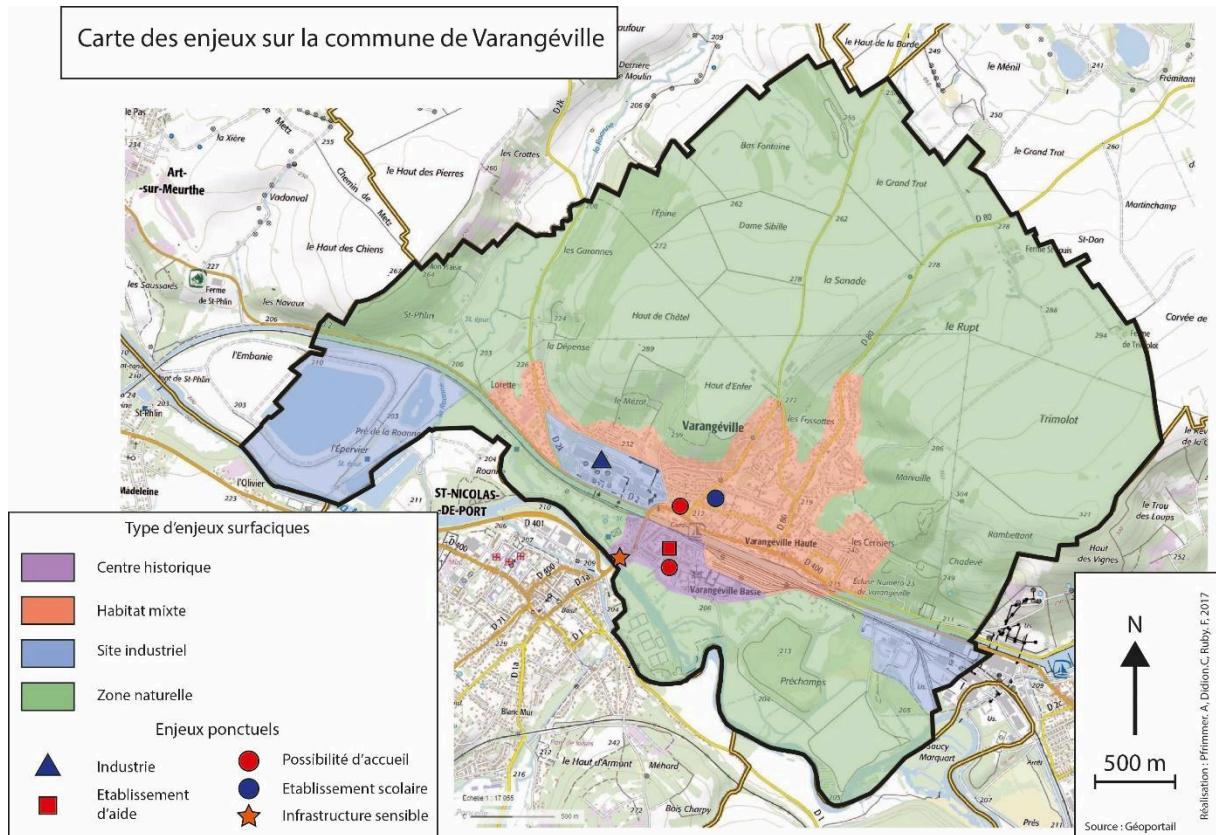
Ces inondations et effondrements peuvent engendrer de graves conséquences comme nous le verrons dans la suite de notre travail.

Au cours de notre travail, nous avons identifié et cartographié les aléas et les enjeux sur le territoire de la ville, ce qui nous a donné les zones les plus menacées. Nous avons ainsi abouti à la localisation de la vulnérabilité de la ville de Varangéville. Cette ville nous semble intéressante à étudier puisqu'il y a deux risques distincts. Cela nous donne donc plus de matière à étudier et de connaissances spécifiques à développer. Notre travail se structure selon la méthodologie que nous avons suivie.

## Localisation de la ville de Varangéville



## I. ENJEUX



Nous avons élaboré une carte des enjeux grâce à notre observation sur le terrain. Cette carte nous permettra d'aboutir à une carte finale de vulnérabilité. Donc nous cherchons à localiser les zones et éléments les plus menacés et ceux qui pourraient être décisifs en cas de risques. Les zones et éléments les plus menacés peuvent être illustrés par les établissements scolaires.

Nous avons décidé de faire ressortir les enjeux surfaciques. Le premier enjeu est le centre historique puisqu'il est protégé, c'est un patrimoine et il faut le conserver. Puis le deuxième enjeu est l'habitat mixte puisque si l'habitat est touché par un aléa, nous devons reloger la population. Ensuite, les sites industriels représentent un enjeu économique et une des usines élabore des produits potentiellement toxiques qui pourraient nuire à la population, à l'environnement. Le dernier enjeu est la zone naturelle puisqu'il peut y avoir des conséquences sur l'environnement et les écosystèmes. Ensuite, nous avons les enjeux ponctuels avec tout d'abord l'industrie du sel qui est entièrement sur le commune de Varangéville. Les possibilités d'accueil sont le gymnase et l'espace Prieuré et elles sont donc susceptibles d'accueillir un grand nombre de personnes en cas d'aléa. Ce sont donc des enjeux.

L'espace d'aide est la mairie, qui est également un enjeu car c'est le lieu où la population vient chercher les informations. L'établissement scolaire est le dernier enjeu représenté puisque les enfants sont les plus fragiles donc leur sécurité représente un très fort enjeu. Nous avons sélectionné ces éléments car ils possèdent les enjeux les plus importants.

Donc, dans la représentation des espaces de la commune, nous avons d'abord cartographié la zone naturelle en vert pour rappeler la verdure de la végétation. Puis, pour les habitats mixtes nous avons intégré la totalité de l'urbanisation à part le centre historique puisqu'il sera dans une autre catégorie.

L'habitat mixte prend en compte à la fois le pavillon, les maisons à étage et les immeubles. Nous avons choisi la couleur orange, qui est proche de celle du rouge qui représente les zones urbanisées. Ici, nous avons choisi l'orange car le bâti n'est pas aussi dense que dans des plus grandes villes comme Nancy.

Nous avons cartographié les deux zones industrielles pour leur forte emprise au sol en prenant en compte les bassins d'évaporation. Seule l'usine des Salines est représentée aussi de façon ponctuelle parce que l'ensemble de l'activité est sur Varangéville, contrairement à l'usine Solvay. De plus, elle est la cause de l'aléa. C'est pourquoi nous avons voulu le mettre en évidence. La couleur bleue est un choix de représentation.

Pour le centre historique qui est le plus densément peuplé, nous avons choisi le violet car cette couleur est plus intense que l'orange. Cela traduit l'ancienneté et la densité de cet espace urbain. Dans cet espace, nous avons des maisons à étages, des commerces, la mairie et l'ensemble du patrimoine avec l'église.

Les symboles ponctuels bleus représentent les espaces les plus sensibles. Ce sont l'usine représentée par un triangle et l'école représentée par un rond, selon des choix cartographiques. L'école est un lieu particulièrement vulnérable car il accueille des enfants, population vulnérable qu'il est impératif de mettre en sécurité. Au contraire, les figurés rouges représentent les espaces d'accueil et de soutien. La mairie, représentée par un carré, serait le pilote des actions d'aides et de secours en cas de crise. Le gymnase et l'espace Prieuré seraient les espaces d'accueil, le gymnase pour l'aléa inondation et l'espace Prieuré pour l'aléa minier. Nous les avons représentés en rond par choix.

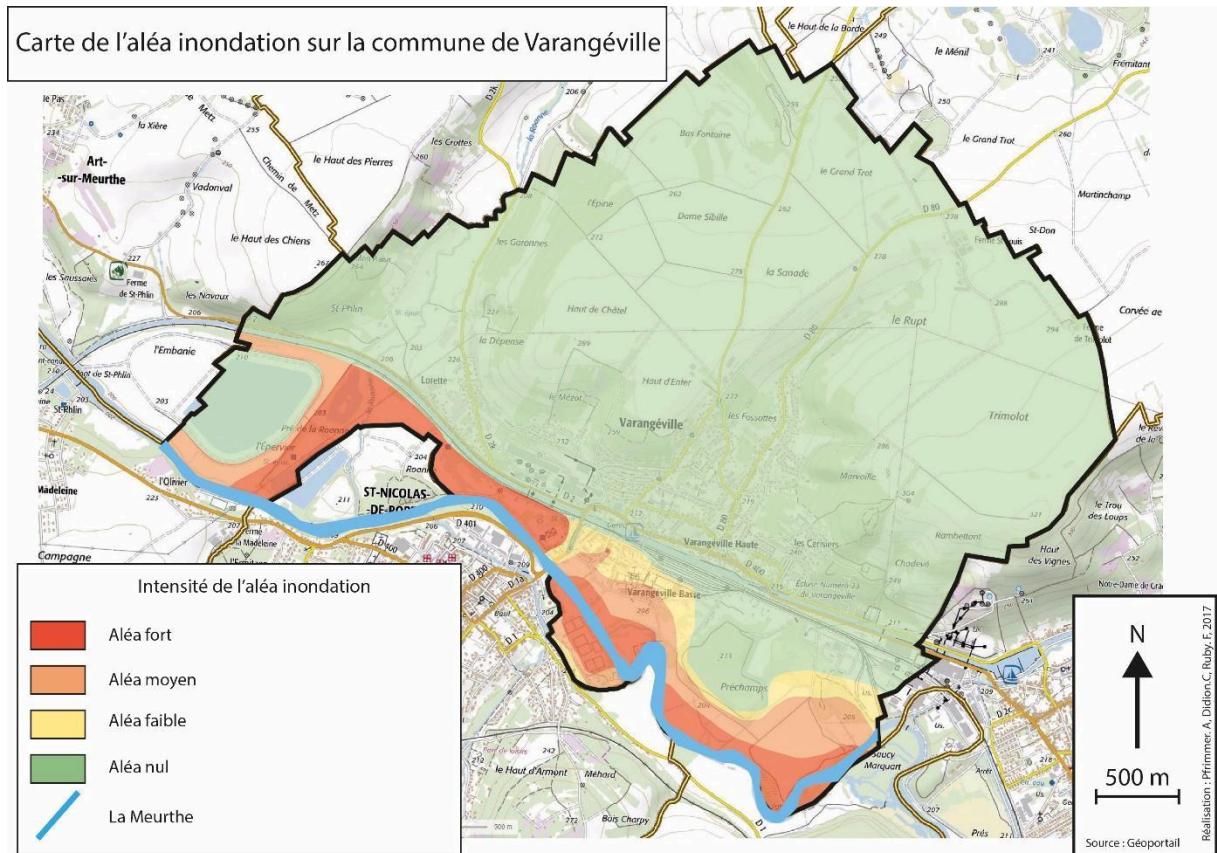
Enfin, nous avons l'infrastructure sensible avec le pont pour le passage des secours provenant de Nancy. Il est représenté par une étoile orange. La couleur est un choix mais le figuré représente des espaces ou des éléments dangereux ou importants.

## II. ALEA

### L'aléa inondation :

La commune de Varangéville est donc soumise à un double aléa. Ces aléas sont du type inondation et effondrement. Dans cette partie, nous traiterons dans un premier temps de l'aléa inondation puis nous aborderons l'aléa effondrement.

L'aléa inondation, à Varangéville, vient de la rivière de la Meurthe. Cette rivière sert de limite communale pour les communes de Varangéville et de Saint-Nicolas-de-Port. Le type d'inondation apporté par ce type de cours d'eau est du type lente de plaine. Ce type d'inondation, bien que fréquent, est rarement mortel. Pour mieux visualiser cet aléa nous avons décidé de réaliser une carte le représentant. Cette carte fut réalisée en se basant sur les données recueillies sur le site Vigi crue. Il est aussi important de préciser que Varangéville est la ville la plus touchée par les inondations, beaucoup plus que Saint-Nicolas-de-Port. Cette différence s'explique par plusieurs facteurs, le premier est la topographie. En effet, la plaine alluviale de la Meurthe s'arrête au niveau de la limite communale. Après cette limite, le relief de côte protège les zones urbaines, notamment le cœur historique de la commune. Le deuxième facteur est le bras mort aménagé au 19ème siècle pour servir à l'industrie installée dans la commune de Saint-Nicolas-de-Port. Cet espace peut servir à écrêter une éventuelle crue.



Comme la carte nous le montre bien, la commune peut être divisée en deux entités. Au Nord la ville "haute" construite sur la côte qui n'est pas concernée par l'aléa d'où le terme d'aléa nul. Au Sud, la ville "basse" qui s'étend entre la Meurthe, source de l'aléa, et le canal de la Marne au Rhin. Ce canal agit comme une barrière contre les inondations. Il n'y a donc que la partie basse de l'urbain de Varangéville qui est soumis à l'aléa inondation. De plus, on remarque qu'il existe des zones qui ne sont également pas concernées par l'aléa. La première, à l'Ouest du territoire communal, correspond au bassin d'évaporation utilisé par les Salines. Ce bassin étant entouré d'une digue de plusieurs mètres de haut, il n'est pas soumis au risque inondation. Le deuxième au centre de la commune est le pont qui permet de relier la ville "haute" à la ville "basse". De ce fait, cet ouvrage s'élève et ne pourra jamais être inondé. Enfin, le dernier espace qui n'est pas concerné par l'aléa et qui est présent dans la plaine alluviale de la Meurthe correspond à une petite butte. Ce relief qui ne culmine qu'à quelque mètre suffit pour le protéger même des inondations exceptionnelles.

Le reste du territoire varangévillois qui se trouve dans la plaine alluviale est soumis à des degrés différents à l'aléa inondation. Le degré d'aléa fort présent sur la carte correspond aux zones où, lors d'inondation décennale, le niveau de l'eau est d'au moins 0,75 m. Les zones d'aléa fort sont donc les zones les plus fréquemment inondées.

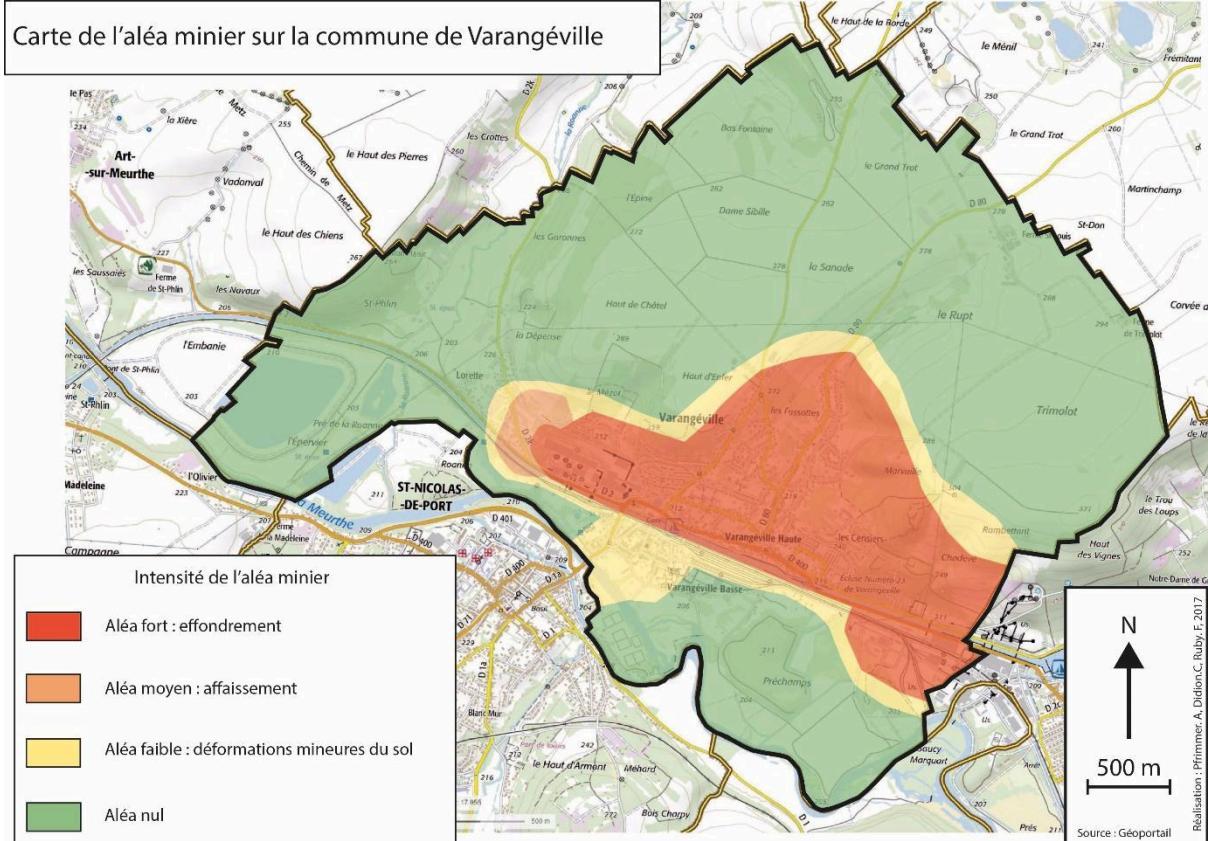
Ensuite nous avons établi un aléa moyen qui correspond aux territoires où lors d'une crue centennale le niveau de l'eau atteint au moins 0,75 m. On observe que pour ce degré d'aléa, la zone urbaine commence à être impactée par les inondations.

Nous avons, enfin, établi un degré d'aléa faible qui correspond aux espaces impactés, c'est-à-dire que l'eau les atteint par une inondation millénale ou exceptionnelle. Lors d'une telle inondation, on observe que quasiment l'ensemble de la zone urbaine est concernée.

### L'aléa minier :

L'aléa minier ou effondrement touche, en comparaison de l'aléa inondation, une zone beaucoup plus grande. Cet aléa vient de la présence d'une concentration de sel en sous-sol. Le sel est, à Varangéville, exploité depuis l'époque moyenâgeuse et continue encore actuellement avec les Salins du Midi et de l'Est. A noter également qu'une partie de l'exploitation se fait sur le territoire communal de Saint-Nicolas-de-Port. Les techniques mises en œuvre sont toujours des galeries de mines avec des piliers de soutènement qui maintiennent la structure. Sous l'urbanisation se trouve donc un réseau de galeries qui entraîne des vides en sous-sol. A l'heure actuelle tant que la mine est en exploitation, on peut considérer que l'aléa effondrement est maîtrisable. En effet, le pompage de l'eau résiduelle en fond de galeries permet de supprimer la dissolution du sel. De plus, un projet d'extension de la mine est prévu à l'horizon de 2024. Toutefois, nous avons trouvé intéressant de nous intéresser à cet aléa. Nous avons donc compilé tous les documents que nous avons trouvés pour créer une carte de l'aléa minier. Nos principales sources sont la carte de GEODERIS réalisée pour le préfet et la municipalité de Varangéville. Nous nous sommes aussi servis de documents réalisés par les Salines elles-mêmes.

Lors de notre analyse de ces documents nous avons émis des critiques. La principale porte sur la carte du GEODERIS. En effet, quand on compare cette carte avec les documents des Salines nous avons remarqué que les galeries d'exploitation exploitées dans les années 1970 n'étaient pas prises en compte dans la carte GEODERIS. Nous en avons pris compte et nous avons remarqué qu'une partie de l'urbain, correspondant à la ville "basse", était soumis à un double aléa inondation et minier.



Lors de nos recherches, nous avons pu identifier trois types de phénomènes liés à l'aléa minier. Ces phénomènes sont, du plus important au moins important, des risques d'effondrement, des risques d'affaissement et enfin des **déformations mineures du sol**. Le pompage de l'eau dans les galeries permet de limiter les risques de dissolution. Cette dissolution aurait pour conséquence la création de nouveaux vides en sous-sol et cela attaquerait les piliers de soutènements, créant ainsi un risque réel. L'eau pourrait créer un phénomène de fluage, c'est-à-dire qu'avec le temps le sel se tassera et les mines pourraient faire l'objet d'éboulement de près, et d'affaissements de terrain de 3 mètres. C'est avec tout cela en tête que nous avons fait cette carte.

Comme on peut le voir sur la carte, la quasi-totalité de l'espace urbanisé de Varangéville est soumis à un aléa fort correspondant aux phénomènes d'effondrements. Seule la ville "basse" serait épargnée par les effondrements. Pour rappel, les effondrements sont des phénomènes brutaux.

On remarque aussi qu'il existe une zone à l'Ouest des Salines qui est soumise à un aléa moyen correspondant à des affaissements. Les affaissements sont des déformations souples sans rupture progressive de la surface du sol. Des affaissements ont déjà été observés dans cette zone.

Nous avons, également, voulu prendre en compte le fait qu'une zone, bordant les zones d'affaissements et d'effondrements, pouvait être soumise à des phénomènes d'aléas faibles moins importants correspondant à des mouvements superficiels du sol. Les conséquences sont essentiellement les infrastructures sous forme de fissure. Pour le classement de la ville "basse" dans cette catégorie, nous avons estimé que les galeries présentes sous la zone urbaine représentaient un risque.

Enfin l'aléa nul correspond aux zones où le risque minier n'est pas présent. A Varangéville, ces zones sont surtout présentes sur le plateau et sur la plaine alluviale de la Meurthe. On remarque qu'aucune zone bâtie n'est concernée par l'aléa nul. L'aléa minier, avec son risque d'effondrement, a

motivé une décision de la préfecture déclarant l'ensemble de la commune de Varangéville inconstructible. Cette décision entraîne de grands problèmes d'urbanisme dans la commune.

### III. VULNERABILITE

Comme pour la représentation de l'aléa nous avons choisi de traiter séparément les deux aléas. Nous avons donc fait deux tableaux mais leur construction est identique.

Ainsi les colonnes représentent les sortes de vulnérabilité. Elles sont au nombre de trois : vulnérabilité humaine, économique et environnementale. Nous les avons différenciées car elles ne sont pas sensibles aux aléas de la même façon et elles ne suivent pas les mêmes logiques. Ces vulnérabilités qualifient les éléments qui se trouvent dans les zones concernées.

La vulnérabilité humaine s'intéresse donc aux habitants de la ville, aux employés des usines et aux personnes de passage. La vulnérabilité économique représente les dommages en terme économique que peuvent subir les différents types d'infrastructures face aux deux aléas. Enfin la vulnérabilité environnementale permet de qualifier les impacts que subirait l'environnement en fonction des dommages aux éléments listés.

Par la suite nous avons aussi distingué pour chaque élément et chaque vulnérabilité les degrés de l'aléa. Pour les deux aléas il y a trois degrés : faible, moyen et fort.

Dans les lignes des tableaux nous avons listé de façon exhaustive les éléments et infrastructures qui se trouvent dans les zones concernées par l'aléa. Il faut donc noter que cette liste est plus importante que les enjeux que nous avons représentés sur la carte d'enjeu. Certains éléments ne sont en effet pas des enjeux mais ils sont soumis à un ou deux aléas.

Les deux tableaux semblent assez semblables. Les différences sont dues au fait que la zone d'aléa minier est plus étendue.

Avant d'expliquer comment nous avons complété les tableaux il faut justifier des éléments particuliers.

Dans le tableau de l'aléa inondation seules les maisons à étage sont traitées. Le centre historique est, en effet, la seule zone urbanisée de la ville touchée par les inondations. Or les caractéristiques du bâti sont un habitat dense avec des maisons à étages.

Dans le tableau de l'aléa minier le gymnase est traité deux fois. Cependant sa fonction diffère : le gymnase est à la fois un espace sportif d'accueil mais aussi un espace d'hébergement d'urgence. Ainsi les vulnérabilités ne sont pas identiques.

Dans les deux tableaux, le pont fait partie des infrastructures sensibles. C'est le pont qui enjambe la Meurthe et qui permet de relier Varangéville à Saint-Nicolas-de-Port. C'est le moyen d'accès rapide des secours venant des communes alentour et de Nancy. Il a donc un rôle important dans la gestion de crise, ce qui fait augmenter sa vulnérabilité.

Une fois la structure du tableau construite nous l'avons complété. Pour chaque croisement de case entre élément, degré d'aléa et vulnérabilité nous avons essayé de déduire la vulnérabilité. Nous l'avons séparé en quatre degrés. Ils sont représentés par une graduation de couleur : vert, jaune, orange et rouge. Le code couleur permet donc de montrer une gradation dans l'importance de la vulnérabilité. Les couleurs donnent une meilleure compréhension.

Lorsque la case est complétée par ce symbole « Ø » cela signifie que l'élément n'est pas concerné par ce degré d'aléa. Par exemple une infrastructure qui est uniquement présente dans une zone où le risque est celui des affaissements, ne sera pas vulnérable, car pas concernée, aux effondrements.

## JUSTIFICATION CARTES

### Tableau inondation

Dans ce tableau nous avons traité des différents éléments présents dans les zones inondables définies plus tôt dans notre travail.

Même si un élément n'est que dans une zone il est influencé aussi par les autres degrés d'aléa. Par exemple, les terrains sportifs non bâti se trouvent dans la zone d'aléa fort. Cependant nous avons rempli le tableau aussi pour l'aléa moyen et faible. Les terrains seront de toute façon inondés mais la hauteur d'eau change.

		Vulnérabilité humaine			Vulnérabilité économique			Vulnérabilité environnementale		
		Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible
Espace sportif non bâti		J	J	J	J	J	J	V	V	V
Zone agricole en herbe		V	V	V	O	O	O	O	O	O
Infrastructure sensible	Pont	O	O	R	O	O	O	V	V	V
	Déver-soir	Ø	Ø	Ø	Ø	J	J	Ø	V	V
Habitation	À étage	Ø	J	J	Ø	J	J	Ø	V	V
Espace d'aide	Ateliers communaux	Ø	J	J	Ø	J	O	Ø	V	V
Commerces		Ø	J	J	Ø	O	O	Ø	V	V
Usine en activité : Solvay		Ø	J	J	Ø	O	O	Ø	J	J
Espace d'accueil	Mairie	Ø	J	J	Ø	O	O	Ø	V	V
	Espace Prieuré	Ø	Ø	O	Ø	Ø	J	Ø	Ø	V
Patrimoine		Ø	Ø	J	Ø	Ø	O	Ø	Ø	V

Nous avons estimé le degré de vulnérabilité de chaque infrastructure en fonction du degré d'aléa auxquels elles sont soumises.

Tout d'abord les espaces sportifs non bâtis, des surfaces agricoles en herbe et le pont se trouvent dans la zone d'aléa fort. Ils sont donc concernés par les trois degrés d'aléa, à des hauteurs d'eau différentes.

Les espaces sportifs non bâtis sont des stades avec des terrains en herbe. Nous avons estimé la vulnérabilité humaine comme **jaune** car ce sont des inondations de plaine, lentes qui laissent le temps d'évacuer. À cela s'ajoute qu'en cas de fortes pluies qui entraînent des inondations les terrains ne sont pas fréquentés. Le degré de vulnérabilité économique est identique car ce sont des terrains d'herbes qui ne risquent pas ou peu d'être endommagés. Les terrains inondés n'auront pas d'impact sur l'environnement. La vulnérabilité environnementale est donc **en vert**

Les zones agricoles laissées en herbe ne sont pas fréquentées ou très rarement. La vulnérabilité humaine est donc **en vert**. Cependant elles sont utilisées pour le pâturage. Des inondations auront donc des conséquences sur l'agriculture est donc sur l'économie. Cependant les impacts ne seraient pas très graves. C'est pourquoi nous avons estimé la vulnérabilité économique **en ORANGE**. Le degré de vulnérabilité environnementale est identique car la flore voire la faune présentes sur ces surfaces seront soumises aux inondations. Cependant il n'y a pas d'espèces rares ou protégées à ces endroits.

En ce qui concerne le pont nous avons qualifié la vulnérabilité humaine **en orange**. Cette infrastructure est en effet fréquentée et est surtout le lieu de passage des secours. Lors des autres degrés d'aléa la hauteur d'eau augmente ce qui amplifie la vulnérabilité. Le degré de vulnérabilité économique est estimé **en orange** car si les inondations entraînent des dommages à l'intégrité de la structure du pont des travaux seront à prévoir. Cela aura des coûts économiques et un impact sur les flux dans les communes. Le pont, même si sa structure est impactée, n'aura pas d'impact sur l'environnement, ce qui explique que la vulnérabilité environnementale est **en vert**.

Ensuite dans les zones soumis à un aléa moyen se trouvent le déversoir, des habitations uniquement à étages, les ateliers communaux, des commerces, l'usine Solvay et la mairie.

Ce déversoir n'est pas du tout fréquenté par des individus. C'est pour cela qu'il n'y a pas de vulnérabilité humaine. Ce déversoir permet de gérer le débit de la Meurthe vers un ancien bras mort. Ainsi la vulnérabilité économique est au niveau jaune car les impacts économiques ne seront présents que si la structure est touchée. En cas d'inondation l'environnement ne sera pas touché.

Les habitations concernées sont uniquement à étages. Cela est couplé au fait que les inondations sont lentes. C'est pour cela nous avons considéré que la vulnérabilité humaine est en jaune. Les étages seront des refuges aux habitants. La vulnérabilité économique est au niveau jaune aussi. Les inondations vont en effet entraîner des dommages aux habitations et à l'intérieur. Mais malgré les dommages, l'environnement n'en subira pas les conséquences.

Nous avons considéré que les ateliers communaux accueillent des véhicules qui peuvent aider la population en cas de risques. C'est donc un espace de stockage et de travail mais il y a toujours le temps d'évacuer lors de la survenue d'inondation. C'est pourquoi la vulnérabilité est en jaune. La vulnérabilité économique est quant à elle en orange lors d'un aléa faible car la hauteur d'eau augmente et peut entraîner des dommages aux véhicules. Mais aucun impact ne touchera l'environnement.

La logique est la même pour les commerces. La vulnérabilité humaine est en jaune car il est possible d'évacuer et les commerces ne sont pas des lieux de refuge. Par contre, la vulnérabilité économique est en orange car l'eau entraîne des dégâts. Il faudra donc remettre en état les commerces et le temps de la fermeture les commerces subiront des pertes économiques mais il n'y a pas d'impacts sur l'environnement à noter.

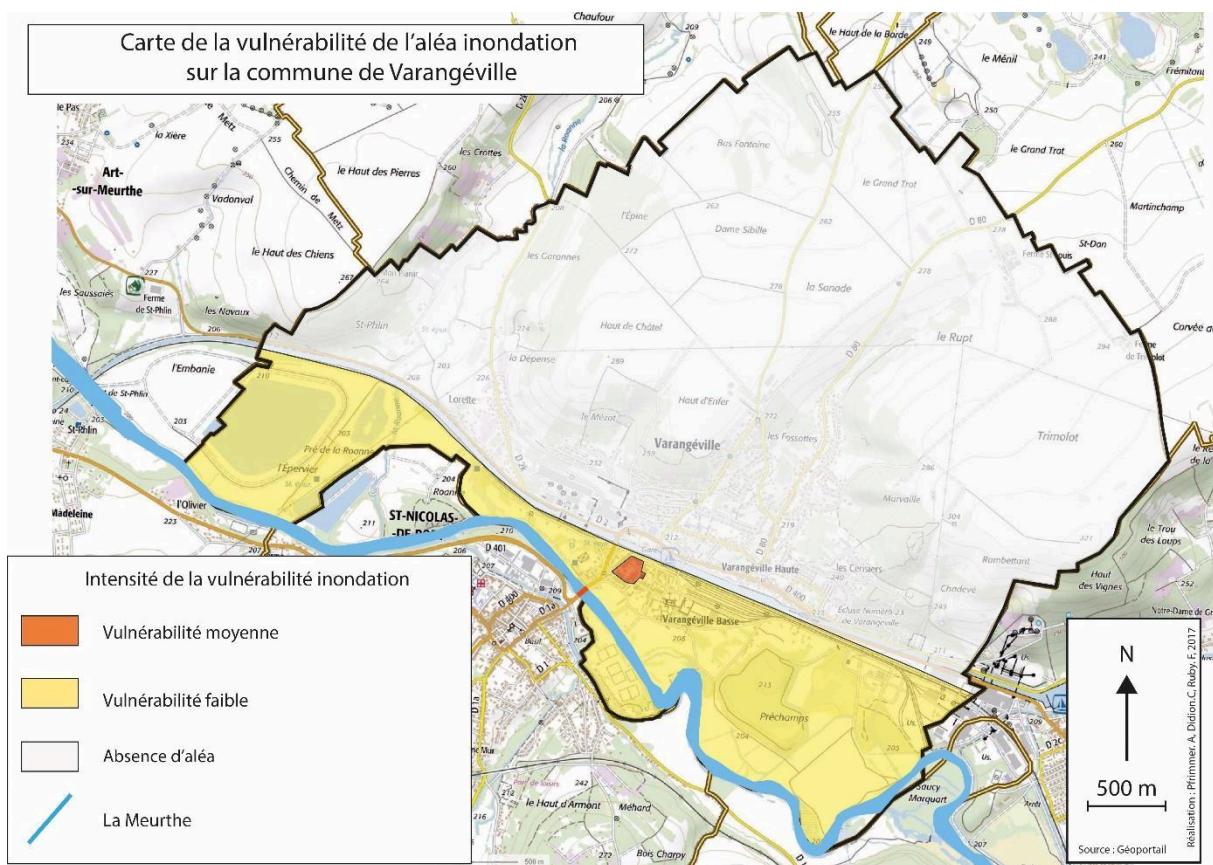
L'usine Solvay est située en grande partie sur la commune de Dombasle mais une partie des espaces de stockage sont sur Varangéville. La vulnérabilité humaine est en jaune car en cas d'inondation les travailleurs pourront partir. Cependant la vulnérabilité économique est en orange car les matières et les produits stockés ne résisteront pas nécessairement à l'eau. La vulnérabilité environnementale est en jaune. L'usine produit en effet du bicarbonate de soude. En cas d'inondation la concentration dans l'eau pourra être trop élevée et causer des dommages à l'environnement.

Le dernier élément concerné par l'aléa moyen et faible est la mairie. C'est un espace d'accueil de la population et un lieu d'information. Même si c'est un établissement recevant du public la vulnérabilité humaine est en jaune car il y a plusieurs étages. La vulnérabilité économique est, elle, en orange à cause du matériel présent sur le site. La vulnérabilité environnementale est en vert car il n'y a pas d'impact.

Enfin l'espace Prieuré et les éléments de patrimoine se trouvent dans les zones uniquement soumis à un aléa faible.

L'espace Prieuré est le second espace d'accueil dans les zones inondables. C'est une salle associative qui sert d'espace d'accueil en cas d'affaissement ou d'effondrement. Cependant il n'y a pas d'étage. Nous avons donc considéré que la vulnérabilité humaine est en orange si des habitants sont accueillis dans ce lieu après des mouvements de terrain. La vulnérabilité économique est en jaune. L'inondation n'entraîne pas d'impacts sur l'environnement.

L'église de Varangéville fait partie du patrimoine et est concernée par l'aléa faible. Entre le bâtiment et la rivière se trouve une zone en herbe qui fait office de tampon. C'est pour cela que l'église n'est concernée que par le degré faible. La vulnérabilité humaine est en jaune car ce n'est pas un lieu de refuge et il n'est pas très fréquenté. Cependant la vulnérabilité économique est en orange à cause des dégâts qui nécessitent des rénovations. Il n'y aurait pas d'impacts notables en cas d'inondations pour l'environnement.



#### Tableau vulnérabilité minier

La société qui exploite les galeries de mines, les Salins du Midi et de l'Est, est toujours en activité. Les galeries sont donc surveillées. Cependant l'incertitude sur le futur est présente. Il est compliqué de prévoir les évolutions des galeries même si des modèles sont connus. Il ne faut pas non plus oublier

que le risque d'accident est présent. C'est ainsi que nous avons fait une proposition de carte de vulnérabilité concernant cet aléa.

Un élément présent dans la zone de mouvement de terrain ne sera soumis qu'à cet aléa. Cependant un élément qui est soumis à l'aléa effondrement pourra aussi subir un affaissement ou un mouvement de terrain. L'effondrement peut être précédé de signe précurseur. C'est pour cela que les colonnes des trois aléas sont complétées pour ces éléments.

		Vulnérabilité humaine			Vulnérabilité économique			Vulnérabilité environnementale		
		Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible
Habitation	Plain-pied	R	O	J	R	O	J	V	V	V
	À étage	R	O	J	R	O	O	V	V	V
	Plus de 2 étages	R	R	J	R	O	O	V	V	V
École		R	R	J	R	O	J	V	V	V
Commerces		R	O	J	R	R	J	V	V	V
Espaces industriels en activité	Salins du Midi et de l'Est	R	O	J	R	R	R	V	V	V
	Solvay	R	O	J	R	O	J	J	J	J
Zone agricole en herbe		J	J	J	O	J	J	J	J	J
Zone naturelle : forêt		J	J	J	V	V	V	R	J	J
Espace sportif	Bâti	R	O	J	R	O	J	V	V	V
Espace d'accueil	Gymnase	R	R	J	J	J	J	V	V	V
	Mairie	Ø	Ø	J	Ø	Ø	J	Ø	Ø	V
	Espace Prieuré	Ø	Ø		Ø	Ø		Ø	Ø	
Espace d'aide : Ateliers communaux		Ø	Ø	J	Ø	Ø	J	Ø	Ø	V
Patrimoine		Ø	Ø	J	Ø	Ø	J	Ø	Ø	V

Infrastructure sensible	Pont	Ø	Ø	O	Ø	Ø	O	Ø	Ø	V
	Voies ferrées	Ø	Ø	J	Ø	Ø	O	Ø	Ø	V

Nous avons appliqué la même méthode pour l'aléa minier. L'espace touché par cet aléa est plus vaste que celui touché par l'aléa inondation. Nous avons appliqué la même méthode en listant les éléments présents dans l'espace touché et en estimant leur vulnérabilité en fonction du type de mouvement de terrain, c'est-à-dire du degré de l'aléa.

De nombreux éléments sont concernés par le risque d'effondrement. Ils sont au nombre de 8 : les habitations de plain-pied, à étages ou avec plus de deux étages, l'école, les commerces, des espaces industriels en activité (les Salins du Midi et de l'Est et Solvay), des zones agricoles en herbe, des zones naturelles forestières et un espace sportif bâti qui sert aussi d'espace d'accueil.

Les habitations sont de trois types. Des maisons de plain-pied, des maisons avec un étage et des immeubles avec plus de deux étages sont présents dans cette zone. Pour un aléa de degré fort, la vulnérabilité humaine est en rouge. Les effondrements sont, en effet, des phénomènes brutaux et donc dangereux. La vulnérabilité économique est au même degré car les habitations ne seront plus habitables. Pour un aléa moyen nous avons estimé la vulnérabilité humaine en orange car le phénomène est moins important. Cependant pour les habitations où le nombre d'étage dépasse deux, la vulnérabilité est en rouge car les étages répercutent les dommages. La vulnérabilité économique est aussi descendue d'un niveau pour les mêmes raisons. En cas de petit mouvement de terrain, les habitations ne subiraient plus d'impacts dangereux. Cependant avec la répercussion dans les étages la structure des maisons à étages ou des immeubles seraient impactées, entraînant des coûts économiques. C'est pour cela que nous avons mis la vulnérabilité humaine en jaune et la vulnérabilité économique en orange pour les habitations, sauf pour les maisons de plain-pied. Dans tous les cas, les dommages causés aux structures n'auraient pas de conséquences sur l'environnement.

L'école est un lieu qui accueille une population vulnérable que sont les enfants. C'est pourquoi la vulnérabilité humaine est en rouge, sauf pour le degré d'aléa faible où seuls des dommages aux structures seraient notés, où elle est en jaune. La vulnérabilité économique est graduellement importante en fonction des degrés d'aléa à cause des impacts sur la structure de l'école. Pour l'environnement nous avons estimé qu'il n'y aurait pas de conséquences.

De nombreux commerces sont présents dans les zones touchées par cet aléa. Mais il faut noter que certains ne sont concernés que par le faible degré. Pour le degré fort la vulnérabilité humaine est en rouge car, à la nature du phénomène s'ajoute le fait que les commerces sont fréquentés et sont des lieux de travail. Quand le degré de l'aléa diminue, la vulnérabilité humaine aussi. En ce qui concerne la vulnérabilité économique, elle est en rouge pour les deux premiers degrés de l'aléa car les dommages aux structures et le temps de la fermeture entraîneraient des pertes économiques. Aux différents degrés de l'aléa il n'y aurait pas d'impact environnemental.

Deux entreprises industrielles se trouvent sur la commune de Varangéville. Elles sont toutes les deux concernées par l'aléa minier. L'entreprise la plus touchée est les Salins du Midi et de l'Est. Toutes les parties de sa production et de ses bureaux sont en effet dans une zone à risque avec un degré d'aléa fort. Nous avons ici estimé cette vulnérabilité dans le cas d'un accident alors que l'usine fonctionne toujours ou si une partie de la production continue contrairement à l'exploitation des galeries. La vulnérabilité humaine est décroissante en fonction du degré de l'aléa. Mais elle est en rouge pour l'aléa fort car de nombreux employés travaillent sur le site, y compris dans les galeries. Nous avons jugé que la vulnérabilité économique serait en rouge pour les trois degrés car un mouvement de terrain entraînerait un arrêt de la production et des dommages aux machines et

espaces de stockage ainsi qu'à leur contenant. Cependant aucun impact ne serait notable pour l'environnement. La vulnérabilité est donc en vert.

La seconde usine concernée est Solvay. La majeure partie de sa production se trouve sur la commune voisine de Dombasle-sur-Meurthe. Cependant des espaces de stockage se trouvent à Varangéville ainsi que les lieux de chargements portuaires. La vulnérabilité économique sera donc moins importante que pour les salines. Elle est en effet décroissante en fonction du degré car ce n'est qu'une partie de l'usine qui est touchée et ni des bâtiments, ni la production. Cependant des employés travaillent sur cet espace. La vulnérabilité humaine est donc en rouge pour le degré d'aléa fort. Elle est décroissante avec les degrés. Nous avons estimé la vulnérabilité environnementale en jaune car Solvay produit du bicarbonate de soude. Ce produit peut avoir des conséquences dans le cas où une grande quantité de produit se déverserait dans l'environnement.

Des zones agricoles laissées en herbe sont concernées par cet aléa. Elles sont utiles comme zone de pâturages. La fréquentation humaine est donc faible. Ainsi la vulnérabilité humaine est en jaune. Cependant en cas d'effondrement les terrains ne seront plus utilisables et il peut y avoir des pertes animales. C'est pourquoi nous avons estimé la vulnérabilité économique pour le degré d'aléa fort en rouge. Elle est en jaune pour les deux autres degrés car les impacts seront moins importants. Par exemple, les surfaces pourront être encore utilisées. Même s'il n'y a pas de flore ou de faune protégées sur ces terres, en cas de mouvement de terrain ce sont des éléments inhérents à l'environnement qui subiront des conséquences. La vulnérabilité environnementale est donc en jaune.

Les zones en herbe ne sont pas les seules touchées. Une partie des forêts autour de Varangéville le sont aussi. La vulnérabilité humaine est en jaune car les forêts sont peu fréquentées. Mais il y a quand même des usagers tels que les promeneurs. Cette forêt n'est pas exploitée. La vulnérabilité économique est donc en vert car aucun impact sur l'économie ne découle de cet aléa. Cependant la vulnérabilité environnementale est en rouge pour le degré fort et jaune pour les deux autres. Un effondrement entraînerait en effet une destruction du milieu dans la zone touchée.

Le dernier élément présent dans la zone d'effondrement est un des espaces d'accueil : le gymnase. Il remplit deux fonctions distinctes. Tout d'abord c'est un espace qui permet d'accueillir les habitants dont les maisons seraient inondées. La vulnérabilité humaine est donc importante pour cette fonction, d'où la vulnérabilité estimée en rouge. En tant qu'espace d'accueil la dimension économique n'entre pas en compte, contrairement à la fonction sportive du bâtiment. En tant qu'espace sportif bâti la vulnérabilité économique est en rouge pour le degré fort, orange pour le degré moyen et jaune pour le degré faible. L'infrastructure subirait en effet des dommages à la structure qui entraîneraient des coûts économiques pour y remédier. Il faut cependant noter que la vulnérabilité reste importante pour le degré fort car l'aléa est brutal et le gymnase fréquenté. Elle diminue en fonction du degré. Pour les deux fonctions il n'y aura pas de conséquences sur l'environnement.

Les autres éléments sont concernés par des mouvements de terrain de faible ampleur. Les impacts ne seraient sensibles qu'au niveau des infrastructures et des habitations. La mairie et l'espace Prieuré, les ateliers communaux, l'église, le pont et des voies ferrées sont concernés

Tout comme pour les inondations, la mairie est un espace d'accueil et d'informations. Cependant elle est uniquement concernée par les mouvements de terrain de faible ampleur. Les dommages seraient faibles et ne concernent que les structures. Ainsi la vulnérabilité humaine et économique sont estimés en jaune. La vulnérabilité environnementale est, quant à elle, en vert car il n'y aurait pas d'impact.

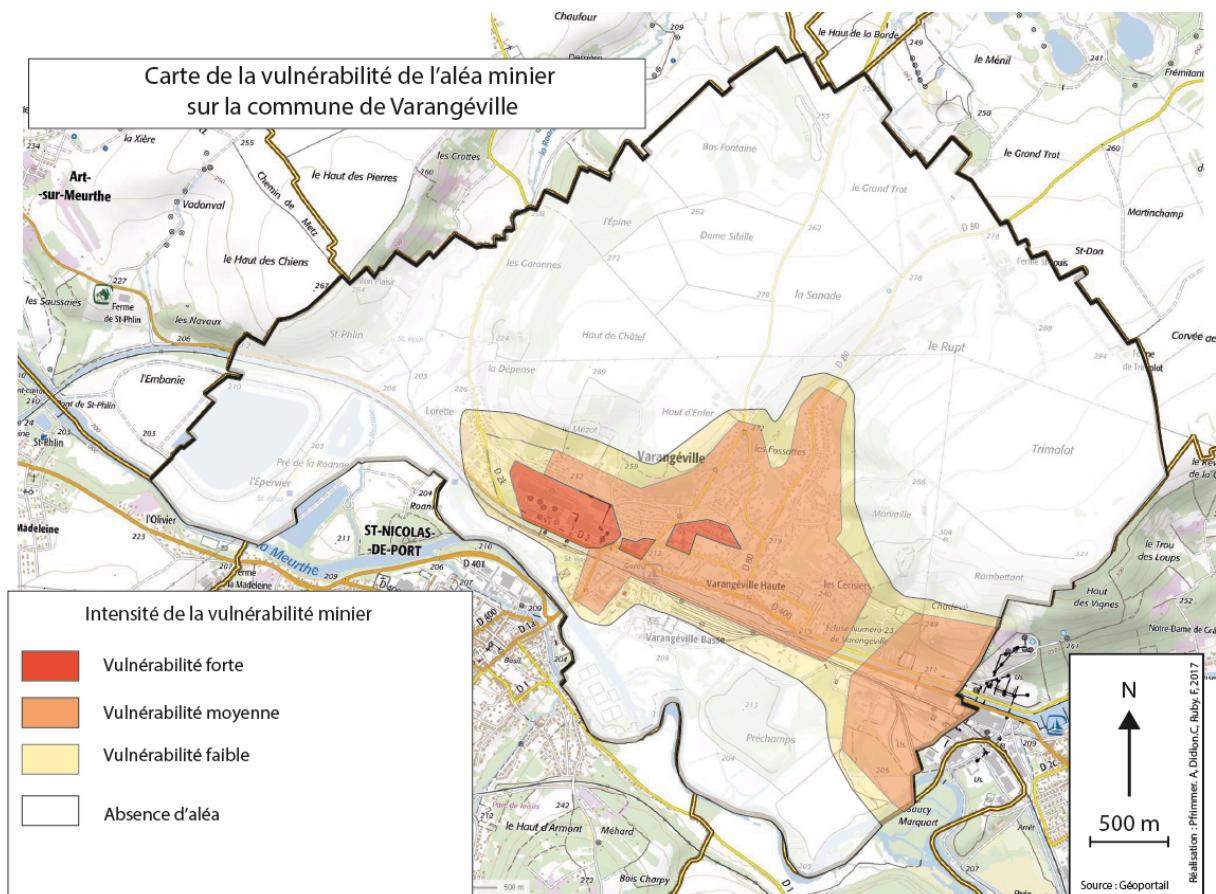
La logique est la même pour l'espace Prieuré qui peut servir d'espace pour accueillir les personnes concernées par un effondrement. Le degré de vulnérabilité est donc identique à celui pour la mairie.

Les ateliers communaux sont des lieux de travail mais aussi de stockage de véhicules qui peuvent aider lors de la survenue d'un aléa. Cependant tout comme pour la mairie et l'espace Prieuré les dommages seraient restreints aux structures et de faible ampleur. La vulnérabilité humaine, tout

comme économique, est en jaune. L'environnement ne serait pas touché. Le dernier type de vulnérabilité est donc estimé en vert.

L'église de Varangéville fait partie du patrimoine de la ville. Elle est soumise en degré d'aléa minier faible. La structure pourrait être endommagée. Cela entraînerait des coûts économiques de remise en état, l'édifice était déjà fragilisé. La vulnérabilité économique est donc en orange. Cependant ces dommages ne représentent pas un risque pour les individus. Ainsi la vulnérabilité humaine est en jaune. Tout comme les autres éléments les dommages n'auraient aucune conséquence sur l'environnement.

Deux infrastructures de transports et de mobilité sont concernées : le pont et une partie des voies ferrées. Le pont est le même que celui concerné par les inondations. La vulnérabilité humaine est donc en orange car elle est fréquente et c'est la voie de passage des secours. La vulnérabilité économique est en orange aussi car si l'intégrité de sa structure n'est plus assurée, il sera nécessaire de la reconstruire et de bloquer une route importante. En ce qui concerne les voies ferrées la vulnérabilité humaine est en jaune car la majeure partie des voies sont des voies de stockage. La vulnérabilité économique est en orange car un mouvement de terrain même de faible ampleur nécessite de remettre en état les voies et pourrait bloquer la circulation. Pour les deux infrastructures la vulnérabilité environnementale est en vert.



#### CARTE DE VULNÉRABILITÉ (soit on laisse cette partie ici et on met les cartes à la fin , soit on met cette partie juste avant les tableaux et les cartes après les tableaux correspondants)

A partir des tableaux de vulnérabilité complété nous avons créé deux cartes de vulnérabilité, une pour chaque aléa.