



PRÉFET DE LA MEUSE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

PPR prescrit par arrêté préfectoral en date du 08 décembre 2008

Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN)

Cavités souterraines



Commune de Savonnières-en-Perthois

RAPPORT DE PRÉSENTATION

Vu, pour être annexé à mon arrêté
N° : 2020-7863
Du : 09 décembre 2020

A Bar le Duc, le 09 décembre 2020

La Préfète de la Meuse,

Pascale TRIMBACH

Table des matières

I. Origines et contexte réglementaire.....	6
I.1 Objet et champ d'application d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN).....	6
I.2 Motivations du PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois.....	8
II. Contexte du territoire d'étude.....	16
II.1 Situation morphologique et géologique.....	16
II.2 Historique de la carrière de Savonnières-en-Perthois.....	21
II.3 Historique des effondrements survenus dans la carrière.....	24
III. Caractérisation des aléas liés aux cavités souterraines.....	27
III.1 Méthodes d'investigations des aléas.....	27
III.2 Définition des aléas.....	30
III.3 Probabilité d'occurrence des aléas.....	34
III.4 Intensité des aléas.....	42
III.5 Qualification des niveaux d'aléas.....	48
III.6 Cartographie des aléas.....	50
IV. Définition des enjeux.....	54
IV.1 Répartition démographique.....	54
IV.2 Occupations du sol.....	58
IV.3 Les voies de communication.....	61
IV.4 Les réseaux.....	61
IV.4 Enjeux patrimoniaux.....	66
IV.5 Enjeux environnementaux.....	66
V. Élaboration du règlement et du zonage réglementaire.....	69
V.1 Rappel du cadre réglementaire.....	69
V.2 Principes réglementaires par zone.....	69
V.3 Élaboration du zonage réglementaire.....	78
VI. Évaluation environnementale.....	79
VII. Bilan de la concertation et de la consultation.....	79
VII.1 Association et concertation.....	79
VII.2 Consultation officielle.....	80
VII.3 Enquête publique.....	81
VIII. Conclusion et perspectives.....	82
Annexe n°1 : Les événements historiques d'effondrements répertoriés sur la commune de Savonnières-en-Perthois.....	83
Annexe n°2 : Cartographie informative des données sur les phénomènes naturels en secteur d'étude des aléas.....	85
Annexe n°3 :Glossaire.....	86
Annexe n°4 : Bibliographie.....	92
Guides méthodologiques.....	92
Études et rapports.....	93
Sites internet.....	93

Index des illustrations

Illustration 1: Localisation géographique de Savonnières-en-Perthois (source : Google maps).....	8
Illustration 2: Secteur d'étude des aléas sur le territoire communal de Savonnières-en-Perthois.....	12
Illustration 3: Estimation de la présence de carrières souterraines sur la commune de Savonnières-en-Perthois.....	13
Illustration 4: Délimitation et entrées de carrières du secteur d'étude des aléas du PPRN de Savonnières-en-Perthois.....	14
Illustration 5: Définition du risque naturel Source : Direction Générale de la Prévention des Risques.....	15
Illustration 6: Exemple de pilier de la carrière affecté par une fracture Source : rapport BRGM 2016.....	16
Illustration 7: Géologie de la commune de Savonnières-en-Perthois (source : BRGM).....	19
Illustration 8: Schéma en coupe des couches géologiques identifiées sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source : schéma des colonnes stratigraphiques des sondages réalisés à Savonnières-en-Perthois - ©BRGM).....	20
Illustration 9: Schéma d'illustration de la carrière en chambres et piliers.....	22
Illustration 10: Réaménagement des galeries pendant l'occupation militaire (source : Y. Gaillet).....	23
Illustration 11: Vue aérienne de l'effondrement des Auvions, avec la numérotation parcellaire correspondante ©Géoportail-IGN.....	25
Illustration 12: Pilier fracturé dans le secteur des Auvions. Source : BRGM 2011.....	25
Illustration 13: Pilier fracturé en forme de diabolo au bord de l'effondrement des Auvions. Source : rapport BRGM 2016.....	26
Illustration 14: Schéma d'une remontée de voûte ou fontis. © INERIS.....	30
Illustration 15: Fontis dédoublé remonté jusqu'aux marnes Hauteriviennes (en foncé). Source : rapport BRGM 2016.....	31
Illustration 16: Fontis avec voûte maçonnée en place. Galerie des V2. Source : rapport BRGM 2016.....	31
Illustration 17: Schéma d'illustration des différents cas d'effondrement localisé au niveau d'un puits. ©INERIS.....	32
Illustration 18: Schéma d'un affaissement généralisé. ©INERIS.....	33
Illustration 19: Exemple de chute de toit dans la carrière. Source : rapport BRGM 2016.....	35
Illustration 20: Exemple de fracturation du toit de galerie. Source : rapport BRGM 2016.....	35
Illustration 21: Cartographie de la prédisposition à l'aléa d'effondrement localisé. Rapport BRGM 2017.....	37
Illustration 22: Schéma théorique de l'aire tributaire, rapport BRGM 2017.....	39
Illustration 23: Cartographie de la prédisposition à l'aléa d'affaissement généralisé. Rapport BRGM 2017.....	41
Illustration 24: Modèle utilisé pour déterminer les paramètres du fontis en surface (source : Rapport BRGM 2017).....	43
Illustration 25: Cartographie de l'intensité attendue pour l'aléa d'effondrement localisé. Rapport BRGM 2017.....	45
Illustration 26: Cartographie de l'intensité attendue de l'aléa d'affaissement généralisé. Rapport BRGM 2017.....	47
Illustration 27: Cartographie de l'aléa d'effondrement localisé. Rapport BRGM 2017.....	51
Illustration 28: Cartographie de l'aléa d'affaissement généralisé. Rapport BRGM 2017.....	52
Illustration 29: Cartographie de l'aléa de tassement résiduel. Rapport BRGM 2017.....	53
Illustration 30: Répartition démographique des habitants de Savonnières-en-Perthois.....	55

Illustration 31: Cartographie de l'occupation du sol sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT, Communauté de communes Portes de Meuse).....	59
Illustration 32: Cartographie de l'occupation du sol sur le secteur d'étude des aléas de la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT, Communauté de communes Portes de Meuse).....	60
Illustration 33: Cartographie des réseaux électrique et de télécommunications sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT).....	63
Illustration 34: Cartographie des réseaux d'eau potable et de collecte des eaux pluviales et usées sur la commune de Savonnières-en-Perthois (sources : DDT, SIVOM des quatre cantons).....	64
Illustration 35: Emplacement du réseau de gaz à haute pression sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT).....	65
Illustration 36: Cartographie des enjeux environnementaux sur la commune de Savonnières-en-Perthois.....	68
Illustration 37: Matrice de croisement des aléas et enjeux pour la définition du zonage réglementaire.....	71
Illustration 38: Matrice de croisement des aléas, pour la définition des zones R2 et R3.....	71
Illustration 39: Légende du zonage réglementaire.....	78

Index des tableaux

Tableau 1: Matrice décisionnelle de caractérisation de la probabilité d'occurrence de l'aléa effondrement localisé, selon les recommandations du guide méthodologique du Ministère de l'écologie sur les PPRN cavités souterraines abandonnées.....	36
Tableau 2: Prédilection de l'aléa d'affaissement généralisé selon le coefficient de sécurité calculé. Rapport BRGM 2017.....	40
Tableau 3 : Matrice de détermination de l'intensité d'un effondrement localisé, réalisée d'après les recommandations du ministère de l'écologie. Rapport BRGM 2017.....	43
Tableau 4: Matrice de classification de l'intensité de l'affaissement en fonction de la mise en pente. Rapport BRGM 2017.....	46
Tableau 5: Matrice de l'aléa effondrement localisé, réalisée selon les recommandations du ministère	48
Tableau 6: Matrice de classification de l'aléa affaissement généralisé, réalisée selon les recommandations du ministère de l'écologie.....	49

I. Origines et contexte réglementaire

I.1 Objet et champ d'application d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN)

La prévention des risques majeurs regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre afin de réduire l'impact d'un phénomène naturel ou anthropique prévisible sur les personnes et les biens, ainsi que réduire ses conséquences économiques, sociales et environnementales.

Les objectifs nationaux dans le cadre de la prévention des risques naturels sont d'une part l'augmentation de la sécurité des personnes, d'autre part la réduction du coût des dommages, et enfin la diminution du délai de retour à la normale après la survenance d'un risque.

L'outil essentiel de l'État pour mettre en œuvre ces objectifs est le Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles (PPRN), servitude d'utilité publique. Il vise à maîtriser l'urbanisation dans les secteurs soumis à des risques majeurs, et à prendre en compte les risques naturels dans les décisions d'aménagement et de développement.

I.1.1 Contexte réglementaire du PPRN

En application de l'article L.562-1 du Code de l'environnement sur les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN), « l'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones ».

Les conditions d'élaboration du PPRN sont précisées par les articles R562-1 à R562-10 du Code de l'Environnement.

Le PPRN est un outil réglementaire visant à limiter, dans une perspective de développement durable, les conséquences humaines, économiques et environnementales des catastrophes naturelles. Il est élaboré sous l'autorité du Préfet en association avec les collectivités locales et en concertation avec le public.

I.1.2 Objectifs du PPRN

Le PPRN, tel que défini par l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement, a pour objectifs de :

- délimiter les zones exposées au(x) risque(s) pris en compte, et en fonction de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines, ou d'autoriser ces projets en précisant les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;
- définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui incombent aux particuliers ;

- définir les mesures relatives aux biens et aux activités existant à la date de l’approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

I.1.3 Contenu du PPRN

Selon l’article R. 562-3 du Code de l’environnement, le PPRN est composé de trois documents réglementaires :

- **le rapport de présentation**, indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes, l’état actuel des connaissances sur les aléas et les enjeux, ainsi que les justifications des délimitations des zones réglementaires inscrites dans le règlement, et des prescriptions du PPRN ;
- **un plan de zonage réglementaire**, issu du croisement des aléas (fréquence et intensité des phénomènes dangereux) et des enjeux (population, biens, activités, infrastructures et patrimoine notamment), identifiant des zones inconstructibles, constructibles sous réserve d’aménagements particuliers, ou constructibles sans restriction particulière ;
- **un règlement** précisant les dispositions d’urbanisme et de construction applicables pour chaque zone réglementaire, ainsi que les mesures de protection, de prévention et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités et/ou les particuliers, concernant les aménagements existants ou futurs.

À l’issue de la consultation des collectivités et acteurs associés, les documents du PPRN sont soumis par le Préfet à une enquête publique. Les documents, éventuellement modifiés pour tenir compte des avis recueillis, sont approuvés par arrêté préfectoral.

I.1.4 Portée du PPRN

Le PPRN constitue une Servitude d’Utilité Publique. À ce titre, il doit être annexé au Plan Local d’Urbanisme (PLU) des communes concernées dans un délai d’un an à compter de l’approbation du PPRN (article L562-4 du Code de l’Environnement).

Le PPRN est opposable à tout mode d’occupation ou d’utilisation du sol. Il traduit pour les communes leur exposition aux risques tels qu’ils sont actuellement connus. Le PPRN peut également faire l’objet d’une révision, si elle est motivée par la modification de l’état des connaissances, par une modification de la vulnérabilité ou une réduction de l’aléa. En particulier, en présence d’un PLU(i), ce sont les dispositions les plus restrictives du PLU(i) et du PPRN qui s’appliquent.

Le PPRN peut prescrire des mesures aux constructions, ouvrages, biens et activités existant antérieurement à son approbation.

Le fait de construire ou d’aménager un terrain dans une zone interdite par le PPRN, ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d’utilisation ou d’exploitation prescrites par ce plan, est puni des peines prévues à l’article L480-4 du Code de l’Urbanisme. En cas de non-respect des prescriptions définies par le PPRN, les modalités d’assurance des biens et des personnes sont susceptibles d’être modifiées.

I.2 Motivations du PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois

I.2.1 Localisation géographique de Savonnières-en-Perthois

Savonnières-en-Perthois, commune du Nord-Est de la France, se situe dans le Sud du département de la Meuse (55), en région Grand-Est. Le village appartient à l'arrondissement de la ville de Bar-le-Duc, située à 20 km au nord, et à la Communauté de communes des Portes de Meuse. À la limite du département de la Haute-Marne (52), Savonnières-en-Perthois se situe à proximité de la vallée de la Saulx.

Le centre urbain le plus proche de Savonnières-en-Perthois est Saint-Dizier, situé à 15 km au Nord-Ouest dans le département de la Haute-Marne (52).

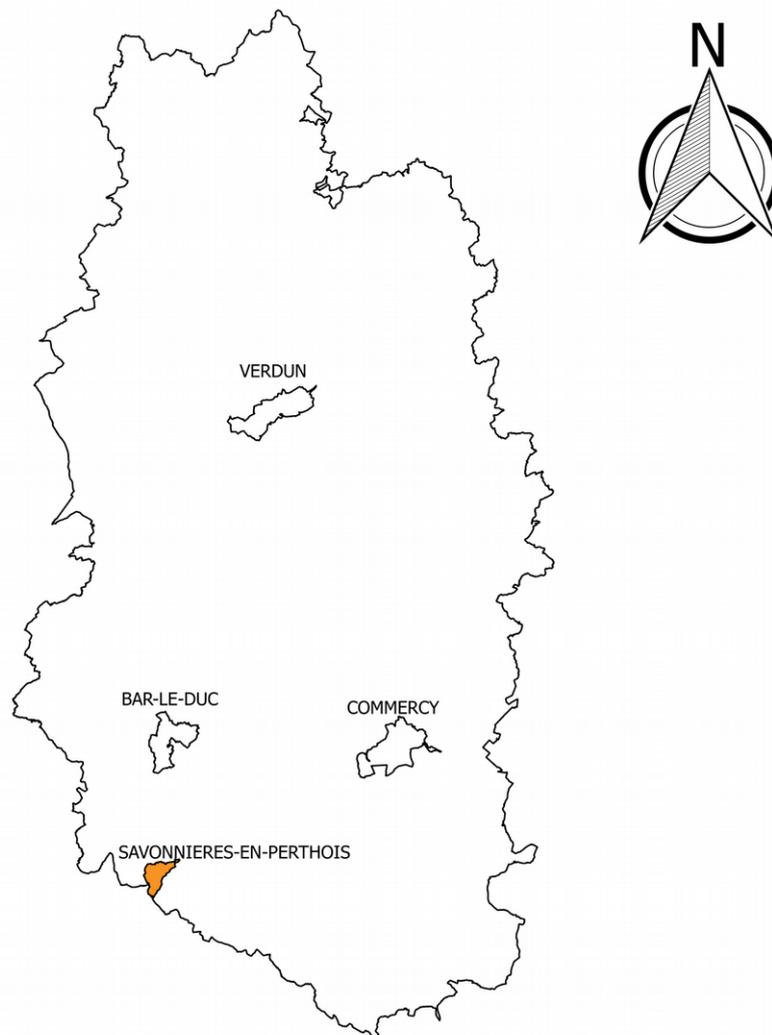
Sa superficie est de 10,07 km². La commune, qui connaît une décroissance démographique depuis 2010, a une population estimative de 422 habitants, d'après le recensement INSEE réalisé en 2016¹.



*Illustration 1: Localisation géographique de Savonnières-en-Perthois
(source : Google maps)*

1 [Recensement démographique, INSEE, 2016](#)

Localisation de Savonnières-en-Perthois



Légende

-  Savonnières-en-Perthois
-  Limite du département de la Meuse

0 10 20 km



DDT Meuse / Service Environnement / Unité
Prévention des Risques Naturels et Technologiques

créée le 02/04/2019

Données DDT.

I.2.2 Les risques de mouvements de terrain

Les mouvements de terrain sont des phénomènes d'origines très diverses. Ils regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. La prévention des risques et la protection des populations nécessitent, au moins pour les sites les plus menaçants, des études et reconnaissances délicates et coûteuses.

Les méthodes et stratégies de prévention sont à adapter aux différents types de mouvements de terrain, tels que les affaissements et les effondrements, liés à la présence de cavités souterraines d'origine naturelle ou anthropique.

I.2.3 L'exposition aux risques de la commune de Savonnières-en-Perthois

La commune de Savonnières-en-Perthois comporte un grand ensemble de carrières souterraines de calcaire sous-cavant le village et ses alentours. Seul le sous-sol de la partie centrale du bourg n'a pas été exploité, vraisemblablement pour épargner les maisons des habitants, à l'époque de la constitution des carrières.

Ainsi, la carrière autour de l'espace central de la commune est le résultat d'une exploitation souterraine intense aujourd'hui arrêtée, laissant une carrière en chambres et piliers de très grande ampleur : l'emprise totale de la Grande carrière du village est estimée à plus d'une centaine d'hectares. L'intégralité des carrières du Perthois représente une superficie encore plus importante.

En 2002, l'entreprise ROCAMAT a cessé d'exploiter les carrières à l'extérieur du bourg. Dans le cadre de cette fin d'activité ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement), l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des Risques) a réalisé une étude qui a révélé la présence d'un aléa mouvement de terrain au droit des secteurs exploités, c'est-à-dire en limite des zones urbanisées.

Dès lors, en application de l'article R111-2 du Code de l'urbanisme, toutes demandes de permis de construire et autres occupations du sol ont été refusées sur la commune en raison de la présence de cavités et de l'absence d'information précise quant à leur stabilité et leur localisation, par application du principe de précaution.

Compte tenu de l'importante exposition aux risques de mouvements de terrains liés à la présence des carrières souterraines du territoire de la commune de Savonnières-en-Perthois et afin de prendre en compte ces risques dans l'aménagement et l'urbanisme, le Préfet de la Meuse a prescrit l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels Cavités Souterraines sur le territoire de la commune de Savonnières-en-Perthois, par arrêté n°2008-2960 en date du 8 décembre 2008.

Parallèlement, la commune a lancé une étude de caractérisation détaillée des aléas sur 11 secteurs où elle souhaitait potentiellement développer son urbanisation. Cette étude réalisée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a permis de déterminer les aléas propres aux parcelles ciblées.

Ainsi, afin de réglementer l'urbanisation sur la commune et d'arrêter le gel total des constructions, décidé auparavant par principe de précaution, un PPRN a été appliqué par arrêté préfectoral n°2012-3536 en date du 21 décembre 2012 dans le cadre d'une procédure anticipée, dans l'attente de la fin des études et de l'approbation du PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois.

L'approbation du présent PPRN a donc pour but de renforcer et pérenniser la réglementation de l'urbanisme sur la commune au titre de la prévention des risques, en tenant compte de l'avancée des connaissances sur les aléas.

I.2.4 Le périmètre d'étude du PPRN

La prévention des risques majeurs regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre afin de réduire l'impact d'un phénomène naturel ou anthropique prévisible sur les personnes et les biens, ainsi que réduire ses conséquences économiques, sociales et environnementales.

Le présent PPRN est prescrit sur l'ensemble du territoire communal de Savonnières-en-Perthois. L'enjeu prioritaire de ce PPRN est de réduire l'impact des phénomènes dangereux sur les personnes et les biens, et limiter l'aggravation des risques par l'implantation de nouveaux enjeux en zone d'aléas.

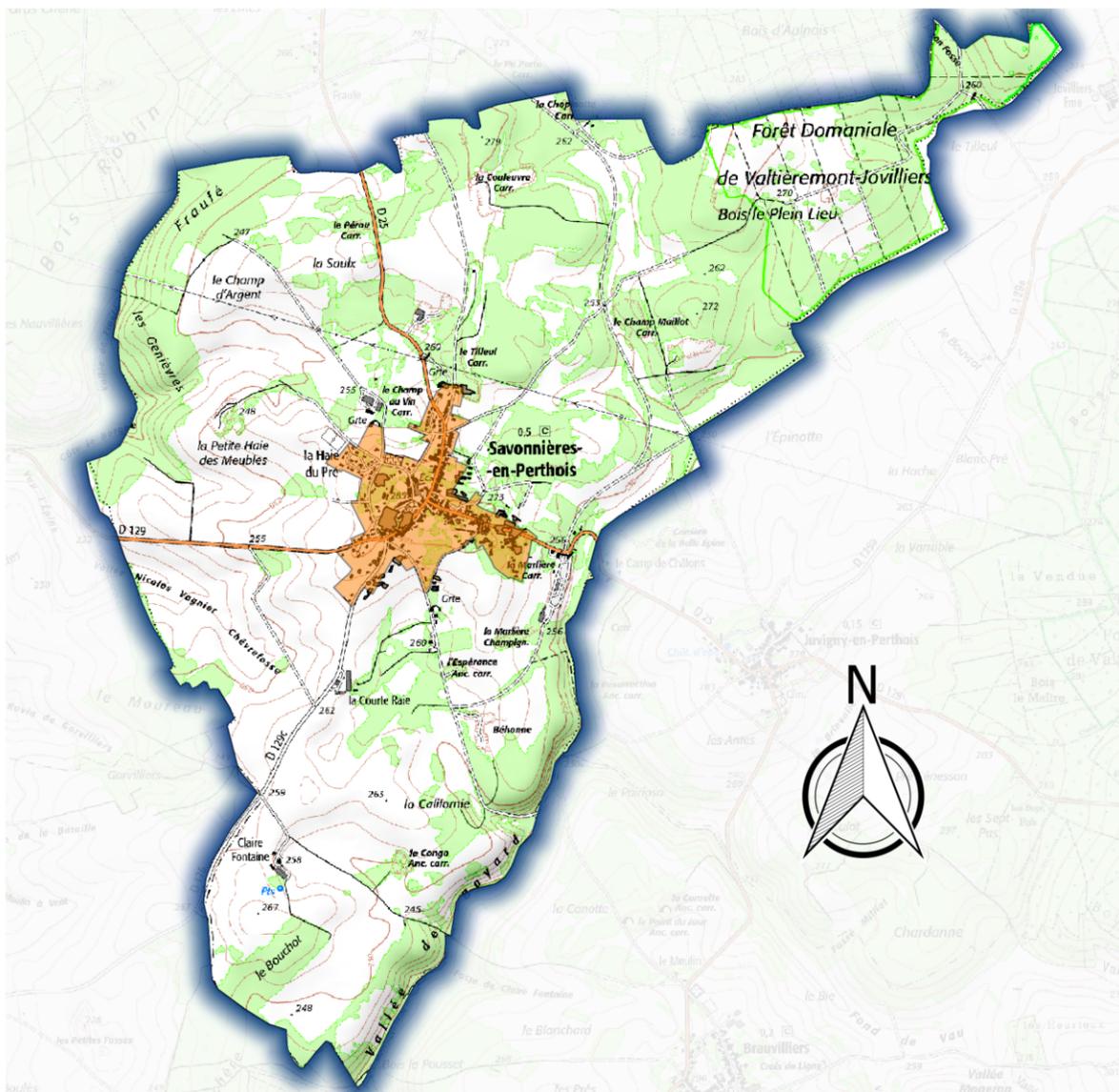
La qualification précise d'aléas a été réalisée sur l'ensemble des zones urbanisées et urbanisables de la commune. À l'inverse, les zones naturelles et agricoles n'ayant pas vocation à être urbanisées n'ont pas fait l'objet d'investigations.

Cependant, étant donné l'emprise historique supposée des carrières d'extraction sur la commune, il existe une incertitude concernant la présence d'aléas et leur niveau sur l'ensemble des zones naturelles et agricoles du territoire communal.

Les données estimatives à disposition, provenant en particulier de documents d'archives et d'associations de spéléologues, identifient notamment les lieux repérés sur la carte informative (illustration n°3, page 13) comme zones d'anciennes carrières, dont on ne peut définir précisément ni l'ampleur ni les contours exacts. Ces incertitudes sont représentées sur la carte par des zones tampons dont le centre correspond aux anciennes carrières évoquées par les documents d'archives.

Ainsi, si le périmètre du PPRN concerne l'ensemble du territoire communal de Savonnières-en-Perthois, le secteur d'étude des aléas concerne uniquement les zones urbanisées et urbanisables de la commune, comme le résume la carte (illustration n°4, page 14). La carrière étudiée (sous les zones urbanisées et urbanisables) a une emprise estimée de 36 ha.

Par principe de précaution et dans l'absence de données précises sur l'ampleur du périmètre des anciennes carrières hors secteur d'étude des aléas, le PPRN réglemente l'ensemble du territoire communal.



Territoire d'étude du PPRN
de Savonnières-en-Perthois

- Secteur d'étude des aléas
- Territoire communal

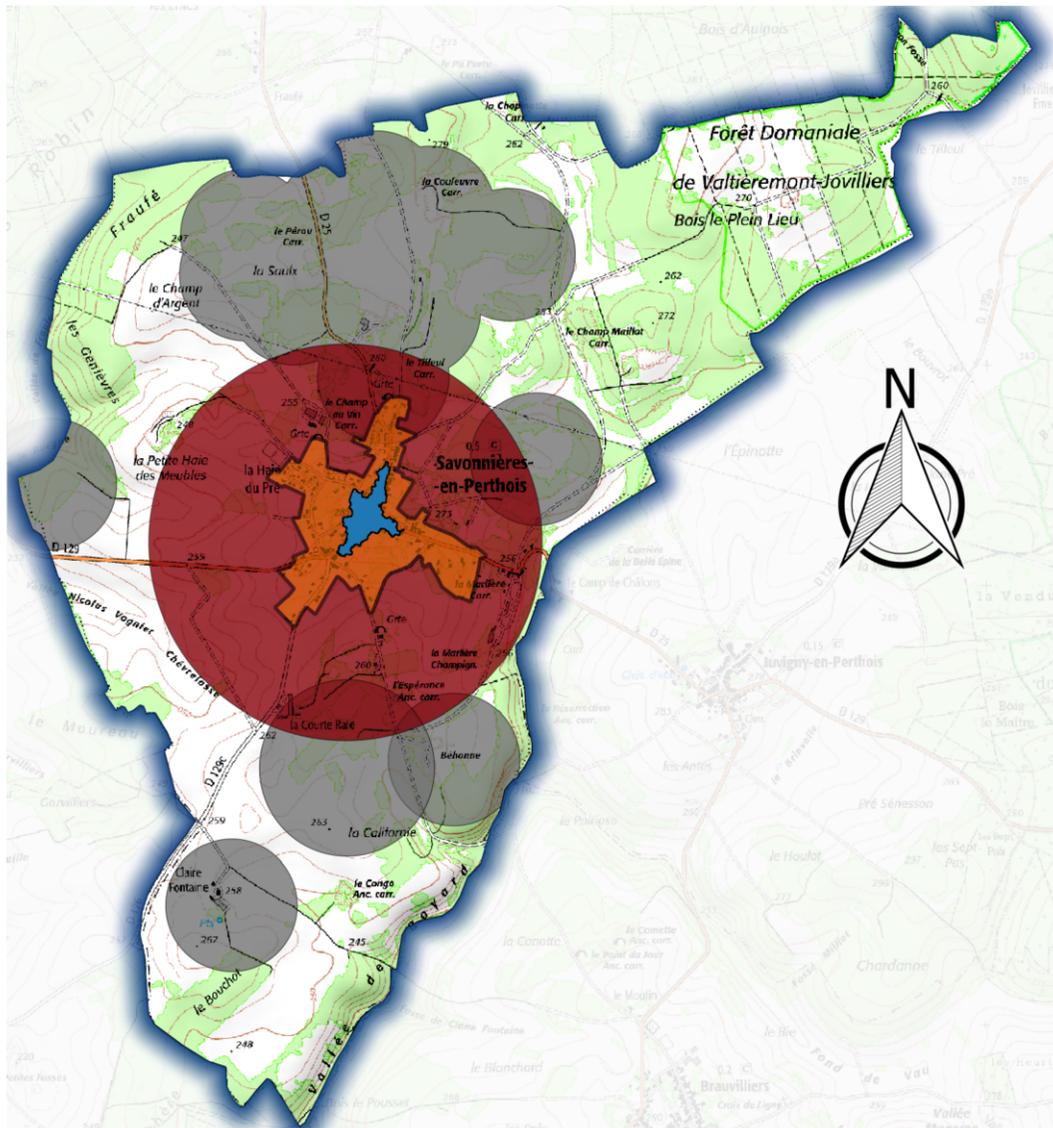
0 500 1000 m



1:25 000



Illustration 2: Secteur d'étude des aléas sur le territoire communal de Savonnières-en-Perthois



Territoire d'étude du PPRN de Savonnières-en-Perthois

- Territoire communal
- Secteur d'étude des aléas
- Zone centrale sans aléas
- Zone de présence de carrières souterraines non étudiées
- Zone tampon de carrières souterraines selon les archives

0 500 1000 m

1:25 000

Carte éditée le 12/04/2019.

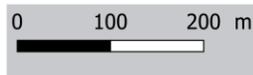
Fond de carte SCAN25 IGN.

Illustration 3: Estimation de la présence de carrières souterraines sur la commune de Savonnières-en-Perthois

Localisation de la zone d'étude du PPRN sur la commune de Savonnières-en-Perthois

Légende

- Zone d'étude
- Entrées de la carrière



1:4 000

Fond cadastral IGN le 03/04/19



Illustration 4: Délimitation et entrées de carrières du secteur d'étude des aléas du PPRN de Savonnières-en-Perthois

1.2.5 La démarche d'élaboration du PPRN

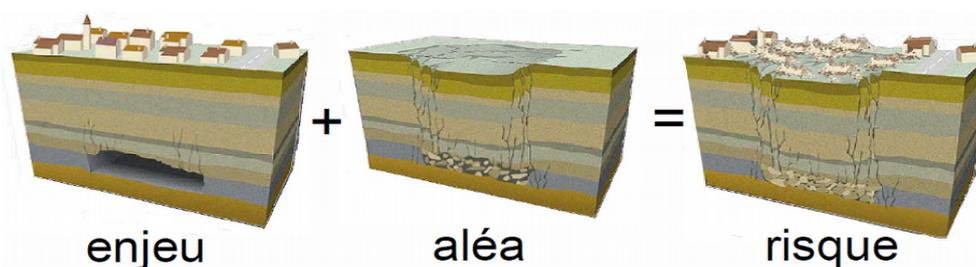
Le risque est constitué du croisement d'un aléa et d'un enjeu.

En effet, l'aléa se définit comme un évènement potentiellement dangereux, caractérisé par son intensité et sa probabilité d'occurrence. Il peut être d'origine naturelle ou anthropique. Dans le cas présent, l'aléa concerné est celui des mouvements de terrain (effondrements et affaissements) consécutifs à la présence d'anciennes carrières souterraines.

D'autre part, les enjeux se définissent comme l'ensemble des éléments qui doivent être protégés de l'aléa. Ils regroupent notamment la population, les biens, les activités économiques, les réseaux, ainsi que le patrimoine environnemental et historique. Les enjeux peuvent se caractériser par leur vulnérabilité, définie comme la mesure des dommages de toutes sortes (humains, matériels...) rapportés à l'intensité de l'aléa.

Ainsi, un aléa ne devient un risque que s'il s'applique à une zone où des enjeux sont en présence, comme le résume le schéma explicatif ci-dessous :

Illustration 5: Définition du risque naturel
Source : Direction Générale de la Prévention des Risques



La procédure d'élaboration du PPRN suit cette logique de définition du risque. En effet, après avoir identifié le périmètre d'étude, l'élaboration du PPRN Cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois s'est déroulée en plusieurs étapes.

Ce rapport de présentation s'attachera donc tout d'abord à présenter le contexte du territoire d'étude, puis décrira les différentes étapes d'élaboration du PPRN, c'est-à-dire :

- la caractérisation des aléas sur leur secteur d'étude, et la production d'une cartographie informative des aléas selon quatre niveaux (faible, moyen, fort et très fort) en tenant compte de leur intensité et leur probabilité d'occurrence ;
- l'évaluation des enjeux humains, économiques et environnementaux sur le périmètre du territoire communal ;
- l'élaboration du règlement du PPRN accompagné du zonage réglementaire correspondant.

II. Contexte du territoire d'étude

II.1 Situation morphologique et géologique

II.1.1 Contexte topographique et morphologique

Au niveau topographique, si l'altitude moyenne de Savonnières-en-Perthois est de 249 mètres environ, le plateau sur lequel est placé le centre-bourg culmine à 285 mètres NGF².

Au niveau morphologique, Savonnières-en-Perthois se situe sur le plateau entre la Saulx et la Marne, qui constitue l'unité occidentale du Barrois. Le pays de Bar se trouve au contact de la Marne et de la Meuse dont il forme les premiers reliefs au débouché de la plaine champenoise. D'un point de vue structural, il s'agit du revers calcaire de la côte des Bars, l'une des principales cuestas³ meusiennes.

Le nom de Perthois barisien est également utilisé pour désigner cette zone. Les structures sont fortement marquées par le parcellaire agricole. Les terrains crétacés (argiles et sables), plus fertiles, sont occupés par les cultures de céréales et d'herbages, tandis que les plateaux calcaires, plus pauvres en eau, sont occupés par les forêts.

Le pendage des couches se dirige vers l'Ouest, conséquence du remplissage du bassin parisien. Ce pendage général est cependant remanié par la tectonique régionale. Un réseau de fractures, de direction principale Nord-Sud, plus ou moins dense selon les secteurs, a pu être observé.

Ces fractures naturelles affectent sans distinction les piliers et le toit de la carrière. Les fractures mineures (lèvres collées) ont été appelées « poils » par les carriers, tandis que les fractures de plus grande ampleur (lèvres plus ou moins écartées) étaient nommées « viailles ».



*Illustration 6: Exemple de pilier de la carrière affecté par une fracture
Source : rapport BRGM 2016*

² <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>

³ Cuesta : forme de relief dissymétrique constituée d'un côté par un talus à profil concave (le front) en pente raide et de l'autre, par un plateau doucement incliné en sens inverse (le revers), à cause de l'érosion.

Bon nombre de ces fractures sont associées à des phénomènes karstiques. Les paysages karstiques, liés majoritairement à des roches solubles calcaires, se caractérisent par des formes de corrosion de surface, ainsi que par le développement de cavités creusées par les circulations d'eaux souterraines.

L'interfluve Saulx-Marne est une région où l'on peut rencontrer des phénomènes karstiques parmi les plus spectaculaires du bassin parisien. Ce domaine karstique est caractérisé par un faible gradient hydraulique (pente du profil des niveaux d'un système hydraulique) et la présence d'une couverture argilo-sableuse.

La majorité des phénomènes karstiques à Savonnières-en-Perthois se développent sous le niveau des carrières. Lorsque les carriers découvraient en creusant le début d'un réseau karstique, l'avancement était stoppé, limitant ainsi les désordres liés au karst. Il n'existe pas d'information concernant d'éventuels mouvements de terrain en surface en rapport avec le karst sur le site d'étude.

Le périmètre d'étude du PPRN jouxte le réseau karstique dit « de l'Avenir » régulièrement visité par des spéléologues.

Les réseaux karstiques sont identifiés sur la carte informative des phénomènes naturels en annexe n°2 du présent rapport de présentation.

II.1.2 Contexte géologique

Selon l'atlas de cartes géologiques réalisées par le BRGM en 1967, la commune de Savonnières-en-Perthois couvre les feuilles géologiques de Bar-Le-Duc au Nord et de Joinville au Sud. D'après les cartes du BRGM au 1/50000^e et les forages réalisés sur la zone d'étude, la succession des couches géologiques est la suivante, des plus récentes aux plus anciennes :

Ère du Crétacé inférieur :

- n4b et n4a : le Barrémien, représenté par des argiles ostréennes.
- n3 : Hauterivien, étage représenté par les « calcaires à Spatangue » grenus, hétérogènes, plus ou moins gréseux au sommet. Ces calcaires reposent sur une couche généralement marneuse (marnes calcaires bleues), mais parfois conglomératique. L'Hauterivien ne dépasse pas, à l'Est, les villages d'Aulnois-en-Perthois et de Savonnières-en-Perthois. Il est très riche en fossiles. L'épaisseur de l'Hauterivien est de 10 m au maximum, elle diminue en direction du Nord.
- n2 : Valanginien. Les assises supérieures du Valanginien sont formées par des sables dunaires très fins, blancs, gris ou jaunâtres en alternance. Au-dessous se place le niveau du « fer géodique » et de grès ferrugineux bruns mélangés avec du sable grossier et parfois avec de l'argile.

Les dépôts valanginiens sont largement représentés. L'épaisseur du Valanginien est très variable, elle est estimée entre 15 et 20 m sur la feuille de Joinville.

Ère du Jurassique supérieur :

- j9b : Portlandien inférieur, zone à *Cyrena rugosa*. C'est un complexe de couches calcaires, marneux, gréseux et dolomitique, de couleurs grise, beige, jaunâtre, roussâtre, blanchâtre, brunâtre et verdâtre. Dans une coupe complète comme à Savonnières-en-Perthois, le niveau moyen est constitué par du calcaire oolithique miliaire vacuolaire, gris-clair ou beige (épaisseur d'environ 3,5 m), tandis que les niveaux supérieur et inférieur sont formés par des calcaires marneux ou gréseux, gris-verdâtre. Parmi les autres roches, il faut citer la dolomie gréseuse grise.

Le calcaire oolithique vacuolaire constitue la principale richesse de cette zone. D'innombrables carrières avec de nombreuses galeries anciennes et actuelles témoignent de l'importance de l'exploitation de cette pierre, employée en architecture et même en sculpture. La zone à *Cyrena rugosa* mesure environ 10 m d'épaisseur sur la feuille de Bar-le-Duc mais peut atteindre 20 m du côté de la feuille de Joinville.

En outre, imparfaitement décrit dans les notices des feuilles géologiques, le toit des carrières souterraines est composé d'un calcaire ferrugineux durci (appelé « la garde » par les carriers) dont l'épaisseur varie de 0 à 80 cm.

Le contexte géologique de la commune de Savonnières-en-Perthois explique donc l'exploitation économique intense du banc calcaire de cette zone.

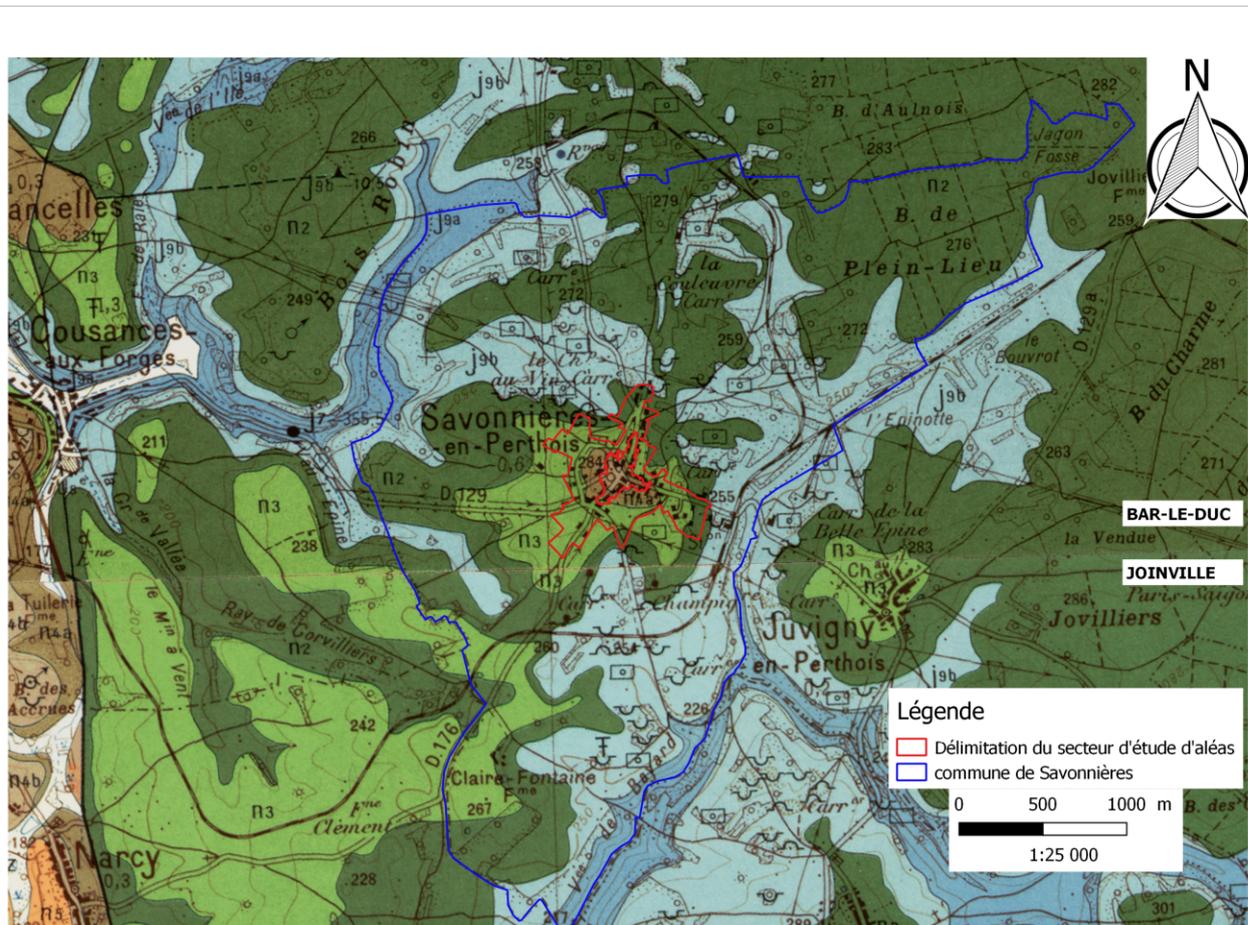


Illustration 7: Géologie de la commune de Savonnières-en-Perthois (source : BRGM)

Note : Les secteurs exploités pour l'extraction de la pierre calcaire concernent l'horizon j9b (terrain bleu clair) recouvert par les horizons n2 et n3 (terrains verts)

Légende des horizons géologiques :

- n4b** Argiles, fer oolithique, sables et grès (Barrémien supérieur - Crétacé)
- n4a** Argile ostréenne (Barrémien inférieur - Crétacé)
- n3** Calcaires à Spatangues et marnes bleutées (Hauterivien - Crétacé)
- n2** Grès ferrugineux, argiles sableux (Valanginien - Crétacé)
- j9b** Calcaires à oolithe vacuolaire homogène extrait dans les carrières de Savonnières-en-Perthois pour la production de pierre de taille (Portlandien inférieur / Tithonien supérieur – Jurassique)
- j9a** Calcaires sublithographiques, tubuleux et cariés, très durs (Tithonien inférieur – Jurassique)

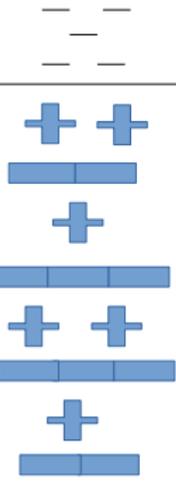
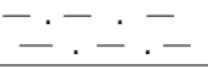
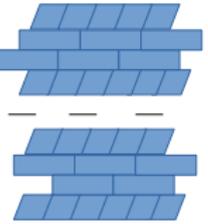
0 m	Description lithologique	Schéma des couches	Période géologique
	Argiles et limons		Quaternaire
	Présence de limon argileux ; alternance de marnes (calcaires, détritiques) et de calcaires (marneux, détritiques)		Hauterivien
	Sables fins, limoneux		Valanginien
	Calcaire dolomitique		
	Marnes		
	Alternance de dolomies , marnes et calcaires (détritiques, dolomitiques, oolitiques), présence d'argiles (calcaires, dolomitiques)		Portlandien
	Calcaire oolitique vacuolaire de Savonnières-en-Perthois		
▼	Profondeur		

Illustration 8: Schéma en coupe des couches géologiques identifiées sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source : schéma des colonnes stratigraphiques des sondages réalisés à Savonnières-en-Perthois - ©BRGM)

II.2 Historique de la carrière de Savonnières-en-Perthois

II.2.1 La pierre de Savonnières

Le nom de Savonnières-en-Perthois est connu pour sa pierre éponyme. La pierre de Savonnières est un calcaire oolithique et coquillier du Portlandien. C'est une pierre ferme mais fine (grains fins), résistante, disposant d'un haut degré de porosité, et facile à tailler. Elle offre une belle diversité de teintes, grâce à ses différents grains. C'est un calcaire massivement pur à 99,8 %, dont la porosité peut atteindre 40 %, présenté sur une masse de 3 m de hauteur, où l'on retrouve deux types de grains : demi-fine et fine.

La pierre de Savonnières a principalement été utilisée à ses débuts dans le domaine de la construction, puis a servi pour la rénovation de bâtiments, en décoration mais aussi pour la sculpture. Les villes les plus proches (Nancy, Vitry-le-François, et Chalons-en-Champagne) en ont largement profité dans leur construction. Elle est également présente sur de nombreuses façades de type Renaissance du quartier historique de la ville de Bar-le-Duc.

La pierre de Savonnières était appréciée car parmi les pierres calcaires tendres elle était très légère. En outre, son aspect initial est très bon et elle vieillit assez bien. Elle a été utilisée pour de nombreuses œuvres architecturales, aussi bien en Grand Est que dans d'autres régions.

II.2.2 Une exploitation souterraine ancienne

Le gisement de la carrière de Savonnières-en-Perthois semble être connu dès l'époque Gallo-Romaine, mais c'est à partir de 1850 que la pierre de Savonnières aurait connu une exploitation industrielle, gérée par diverses entreprises de carrières.

La méthode d'extraction utilisée est celle des chambres et piliers. L'extraction commence par la percée d'une galerie dite de reconnaissance d'une largeur de 4,5 m. Une seconde galerie du même gabarit est percée perpendiculairement à la première. D'autres galeries sont ensuite ouvertes parallèlement à la première, en veillant à laisser un espace minimal de 2 m entre chaque galerie.

Ce faisceau de galeries est ensuite recoupé en pratiquant des ouvertures régulières entre les galeries d'avancement. Cette méthode revient à « tourner » autour des futurs piliers qui sont constitués de roches abandonnées laissées en place. Le maillage ainsi décrit laisse après extraction de toute la pierre, des chambres carrées de 4,5 m de côté délimitées par des piliers de 2 m de côté, pour un rendement d'environ 90 % de masse extraite.

L'intérêt de ce procédé est d'augmenter la surface du front de taille, multipliant le nombre de chantiers réalisables simultanément. Par la suite, les galeries d'une hauteur à l'origine d'environ 3,5 m sont comblées partiellement par les déchets de taille. Ainsi, seuls 40 % de la pierre extraite sont finalement commercialisables.

L'intensité de l'exploitation des carrières se mesure grâce au taux de défrètement⁴, représentant la proportion de matériau exploité par rapport à sa quantité totale dans les cavités. Au fur et à mesure

4 Taux de défrètement : proportion de minerai exploité. Il est égal à la surface des galeries divisée par la surface totale.

de l'exploitation de la carrière, le taux de défrètement théorique est passé d'environ 70 % à 90 % aujourd'hui.

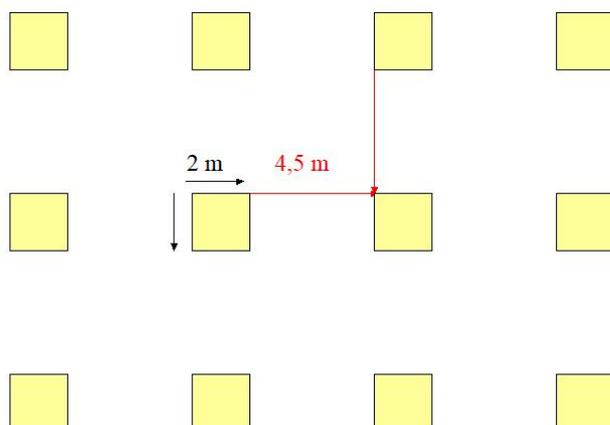


Illustration 9: Schéma d'illustration de la carrière en chambres et piliers

Cependant, à de nombreux endroits en sous-sol de Savonnières-en-Perthois, les taux de défrètement observés sont supérieurs au taux de défrètement maximal préconisé de 90 %. Une adéquation avec les taux maximaux aurait conféré une meilleure stabilité à l'immense majorité de la carrière. D'autre part, la hauteur des vides est comprise entre 2 et 3 m. Elle est parfois inférieure en cas de remblais, ou supérieure pour certaines zones où elle peut atteindre 4 m.

Au fur et à mesure de l'avancement des travaux à l'intérieur des carrières, certains secteurs ont été remblayés partiellement par les déchets de taille (seuls 40 % de la pierre extraite étant commercialisables). Les remblais cartographiés sont ceux ayant été identifiés comme remontant jusqu'au plafond de la carrière. Ils représentent 3,6 hectares soit 10 % de la carrière correspondant au secteur d'étude des aléas. Il conviendra de se reporter à la carte informative des phénomènes naturels en annexe n°2).

Jusqu'au milieu des années 1920, plusieurs sociétés familiales exploitaient et commercialisaient la pierre extraite. En 1927, la majorité de ces sociétés se regroupèrent pour former la Société d'exploitation CARRIERES DE SAVONNIERES, qui fusionna en 1964-1965 avec Civet-Pommier. D'autres fusions donnèrent naissance à la société ROCAMAT, qui exploite toujours actuellement sur la commune, à ciel ouvert.

II.2.3 Des cavités remaniées pendant la 2^e guerre mondiale

Les souterrains de Savonnières-en-Perthois furent repérés dès 1935 par l'armée française pour leur potentiel militaire. Une partie seulement de la carrière a alors été utilisée. Les travaux effectués à cette époque comprennent, sur la zone d'étude, la fortification de l'entrée de la Gare, ainsi que le renforcement par bétonnage des galeries d'accès aux souterrains de cette même entrée.

En 1940, c'est l'armée allemande qui occupe la carrière. Durant cette occupation, afin de permettre la manutention des missiles de type V2 ainsi que la circulation du matériel dans les galeries, la partie orientale de la carrière est fortement remaniée. Ainsi, des murs de soutènement sont créés dans la zone de la Gare jusqu'aux Auvions (secteur Ouest de la carrière). Deux petites salles de stockage (appelées galeries des V2) sont également réalisées par creusement du ciel et des salles de confortement à l'aide d'une voûte bétonnée. Le foudroyage d'un grand nombre de piliers donnera lieu au déclenchement d'un effondrement (détaillé dans la partie Historique des effondrements survenus dans la carrière du présent rapport de présentation).



Illustration 10: Réaménagement des galeries pendant l'occupation militaire (source : Y. Gaillet)

II.2.4 Une extraction souterraine arrêtée

Au milieu du XXe siècle, la forte demande de pierre de taille conduit à l'extension de l'exploitation des parties occidentales de la carrière. La totalité de la carrière dépasse alors la centaine d'hectares.

Exploitée souterrainement jusqu'à la fin du siècle dernier, la pierre de Savonnières est à présent seulement extraite à ciel ouvert, sur les communes de Savonnières-en-Perthois, Aulnois-en-Perthois et Brauvilliers.

Si l'exploitation souterraine d'extraction de pierre est aujourd'hui arrêtée, la carrière a en revanche été utilisée jusqu'en 2003 comme champignonnière sur une vingtaine d'hectares. Certains murs ont été bâtis pour cloisonner les champignonnières, mais ils n'ont aucun rôle de soutènement.

II.3 Historique des effondrements survenus dans la carrière

L'historique de la carrière et des événements d'effondrement qui s'y sont produits ont permis d'acquérir un ensemble de données concernant les phénomènes naturels observés (facteurs d'apparition des aléas, événements survenus ou en cours d'apparition) et recensant les ouvrages et autres modifications retrouvées au sein de la carrière (murs, remblais, puits). La connaissance des effondrements historiques présente ainsi un fort intérêt pour évaluer l'évolution de la stabilité de la carrière.

L'historique des effondrements permet de classer ces événements en plusieurs catégories :

- les effondrements survenus par dégradation progressive des chantiers comme l'effondrement dit « de la Salle des fêtes » ;
- les effondrements survenus pendant les chantiers. C'est le cas pour l'effondrement du secteur de la carrière dit « de la Belgique » en 1874, et pour les effondrements « des Auvions » en 1886 et 1944.

En 1874, un effondrement de 300 m² s'est produit au niveau du secteur dit « de la Belgique », emportant quelques mois après le puits d'accès du même nom. Les actuelles descenderies et puits de la Belgique sont les ouvrages maçonnés qui ont été refaits a posteriori. Cette disposition indique un désordre également contemporain à l'exploitation, il n'est donc pas possible de connaître les dimensions des galeries au moment de l'effondrement.

En 1886, le secteur des Auvions semblait déjà poser problème avec des galeries de « plus de 4,5 m » dont certaines atteignaient « 10 m de largeur, [...] des piliers n'avaient que 1 m à 1,5 m de côté. L'un des piliers s'est fendu sous la charge ». D'après Jaillet (un géologue ayant étudié les milieux karstiques du Barrois, et les carrières de Savonnières-en-Perthois), ce secteur n'aurait été affecté que sur quatre piliers, mais il aurait été soumis à un autre événement contemporain à l'occupation allemande durant la seconde guerre mondiale.

Pour le second effondrement des Auvions (1944), le secteur devait déjà présenter une stabilité précaire compte tenu du premier effondrement. Les travaux de reprofilage des galeries pour le passage des engins ont une nouvelle fois engendré un effondrement de grande ampleur. Ce désordre se manifeste en surface par un cratère de 50 m de long, 30 m de large et 2 m de profondeur.



Illustration 11: Vue aérienne de l'effondrement des Auvions, avec la numérotation parcellaire correspondante ©Géoportail-IGN.



*Illustration 12: Pilier fracturé dans le secteur des Auvions.
Source : BRGM 2011*



Illustration 13: Pilier fracturé en forme de diabolo au bord de l'effondrement des Auvions. Source : rapport BRGM 2016

Un tableau reprenant l'ensemble des événements survenus dans les carrières se situe en annexe n°1 du présent rapport. Seuls les effondrements du secteur « de la Belgique », celui de « la salle des fêtes » et celui des « Auvions » concernent le secteur d'étude des aléas.

III. Caractérisation des aléas liés aux cavités souterraines

III.1 Méthodes d'investigations des aléas

Depuis 2002, différentes études et investigations ont été menées. L'étude de 2002 menée par l'INERIS lors de la cessation d'activité de l'entreprise ROCAMAT a alerté sur la potentielle présence d'un risque résiduel. Puis, les différentes études menées depuis la prescription du PPRN en 2008 ont permis progressivement de caractériser et de cartographier les aléas, sur le secteur d'étude correspondant aux zones urbanisées et urbanisables comme expliqué précédemment.

III.1.1 2010 : une première appréciation des aléas

La première étude du BRGM sur Savonnières-en-Perthois a été réalisée en 2010 sur 11 secteurs sélectionnés par la municipalité pour leur possible ouverture à l'urbanisation. Elle a révélé des aléas d'effondrement et d'affaissement.

Cette première approche n'a pas permis de statuer définitivement sur la stabilité des ouvrages souterrains concernant les aléas d'effondrement. Les limites de la caractérisation de l'aléa résultent des lacunes des plans alors disponibles ainsi que de la méconnaissance des caractéristiques géologiques et géomécaniques des terrains de recouvrement de la carrière.

Pour lever les incertitudes sur la stabilité, il fallait affiner la modélisation de l'aléa et améliorer la connaissance de la nature et du comportement des terrains de recouvrement. Pour cela, des études supplémentaires ont été menées, à savoir d'une part la reconnaissance des terrains de recouvrement par sondages carottés, couplée avec des essais géomécaniques en laboratoire ; et d'autre part des essais géomécaniques permettant d'approcher la résistance ultime sur la roche de Savonnières-en-Perthois pour caractériser les aléas.

III.1.2 2012-2014 : la confirmation de la nature des aléas

Suite aux conclusions de l'étude de 2010, l'obtention de données complémentaires a été effectuée sur :

- les données altimétriques sur l'ensemble de la carrière, nécessaires à la pré-évaluation de la stabilité des secteurs sous-cavés, ainsi que la caractérisation géologique des terrains de recouvrement ;
- la topographie des travaux souterrains des 11 secteurs, réalisée notamment par des levés de géomètres experts ;
- la nature des matériaux de la pierre de Savonnières-en-Perthois pour caractériser les aléas.

Pour caractériser les terrains de recouvrement, cinq sondages carottés ont été réalisés fin 2011. Ces carottages, par leur analyse, ont permis de connaître la nature des sols qui recouvrent les carrières de Savonnières-en-Perthois. L'analyse de la lithologie des 5 sondages, couplée à une approche

bibliographique, a permis de calculer pour chaque sondage une moyenne du **taux de foisonnement**⁵ sur l'ensemble des terrains de recouvrement, ainsi que l'**épaisseur des terrains déstructurés**, donnée essentielle pour la définition des types d'aléas retenus et l'évaluation de leur niveau.

Des essais géomécaniques ont également été réalisés sur des échantillons des différents forages pour obtenir les données nécessaires à la modélisation des aléas.

La caractérisation des piliers a été établie grâce à l'échantillonnage de 13 piliers au droit des 11 secteurs par le CETE pour réaliser des essais de compression et de fluage⁶. Les essais de fluage ont été réalisés par l'IFSTTAR en 2012. En parallèle, pour connaître la résistance de la roche à des fluctuations de charge dues à la variation de la teneur en eau des terrains de recouvrement, l'IFSTTAR a également effectué des essais de fatigue. Ces tests ont permis de calculer la **résistance critique des piliers** et la **contrainte** exercée sur eux, et ainsi de déterminer le **coefficient de sécurité**.

L'étude détaillée des piliers et galeries a permis d'approcher une première valeur moyenne du **taux de défrètement** des zones de carrières, d'environ 90 %. Les relevés topographiques ont permis d'améliorer la connaissance des fronts de taille, et donc de mieux localiser certaines limites de la carrière.

La détermination des aléas a été affinée. Deux aléas ont été confirmés sur la zone d'étude :

- l'effondrement localisé, phénomène brutal ;
- l'affaissement généralisé, progressif.

L'aléa effondrement brutal généralisé a quant à lui été écarté pour la zone d'étude, à la vue de la nature du recouvrement sur Savonnières-en-Perthois.

Afin d'affiner la connaissance cartographique de ces aléas, des investigations complémentaires ont alors été réalisées.

III.1.3 2016-2017 : une cartographie fine des aléas sur le secteur d'étude

Les plans d'archives récupérés dans la littérature et auprès des spéléologues n'étant pas suffisamment précis, le BRGM a réalisé une cartographie des souterrains de la zone d'étude. Une première partie de la cartographie a été faite manuellement à l'aide de géomètres experts, sur une surface de 13,2 hectares.

Ensuite, 23 autres hectares ont été répertoriés à l'aide de l'utilisation d'un scanner laser 3D. Cette technologie a donné un relevé d'une précision centimétrique. Cette précision a permis d'identifier certaines erreurs qui apparaissaient sur les précédentes cartographies réalisées par le BRGM, en

5 Taux de foisonnement : coefficient multiplicateur du volume du matériau lorsqu'il est extrait du sol.

6 Fluage : phénomène physique qui provoque la déformation irréversible différée d'un matériau soumis à une contrainte constante, les tests servant à mesurer l'évolution des déformations et dégradations qui influenceront sur leurs performances et qualité au cours de leur vieillissement.

particulier concernant la présence de stots⁷ qui se sont révélés être des piliers de section de 2 m constituant une source d'aléas, ou à l'inverse des zones cartographiées en piliers alors qu'il existe un stot. De même, l'étude a montré que le stot central protège le centre-bourg du village des aléas. La connaissance de la localisation précise des stots est une information majeure puisque ces zones ne sont pas sous-cavées et sont donc préservées de tout aléa lié aux cavités souterraines, sauf au niveau des bordures du stot qui peuvent subir l'influence des aléas des cavités voisines.

Les ouvertures de galerie sont de 2 à 3 m pour 60 % de la carrière, 22 % sont inférieures à 2 m et 18 % sont comprises entre 3 et 4 m. Les largeurs de galerie sont comprises quant à elles, entre 4 et 5 m. On a donc un taux de défrètement moyen variant entre 85 % et 91 %.

Ces travaux complémentaires ont abouti à l'obtention de la cartographie fine des aléas sur le secteur d'étude actuel de 36 hectares, composé des zones urbanisées et urbanisables de la commune.

⁷ Stot : minerai laissé en place pour garantir la stabilité et la sécurité d'installations en surface ou en profondeur. Une zone recouvrant un stot est donc non excavée.

III.2 Définition des aléas

Au regard des événements survenus par le passé et des études menées, et comme défini précédemment, différents aléas peuvent survenir au sein des carrières de Savonnières-en-Perthois :

- **des effondrements localisés et brutaux, qui peuvent résulter de plusieurs phénomènes :**
 - la remontée de fontis par rupture du ciel de carrière ;
 - la rupture de tête de puits ;
 - le débouillage⁸ d'un puits ;
- **des affaissements généralisés progressifs, notamment par rupture de pilier ;**
- **des aléas résiduels :**
 - le tassement résiduel d'anciens effondrements ;
 - l'éboulement des entrées en cavage.

Effondrement localisé

Un effondrement localisé correspond à un effondrement du sol soudain et peu étendu. C'est un phénomène dangereux pour la vie humaine, mais qui peut aussi toucher les habitations en affaiblissant l'appui des fondations sur le sol. Si le cratère d'effondrement est d'envergure suffisante, une habitation peut être mise en pente de manière soudaine.

Ce phénomène peut apparaître suite à une remontée de cloche de fontis depuis le sous-sol, ou bien lorsqu'une tête de puits débouille et/ou s'effondre.

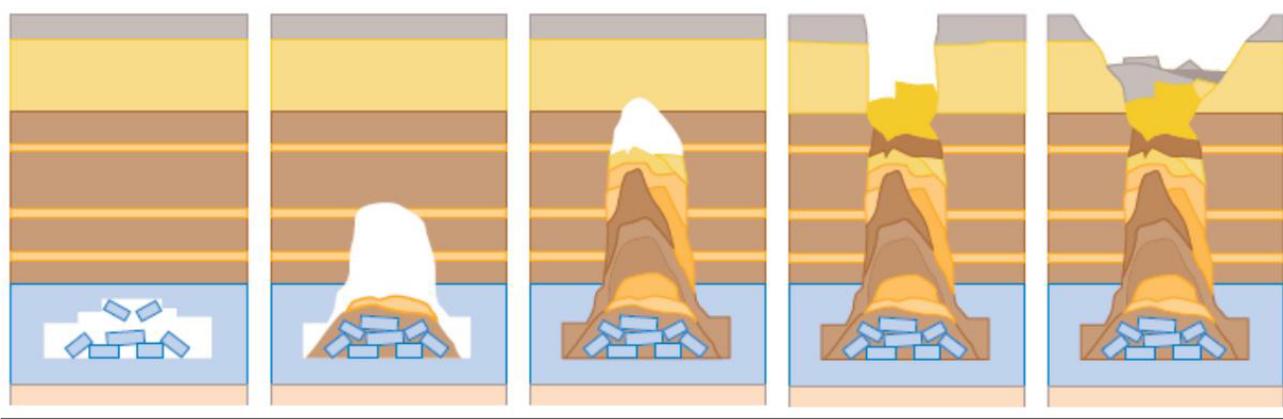


Illustration 14: Schéma d'une remontée de voûte ou fontis. © INERIS.

Remontée de fontis par rupture du ciel de carrière

Un effondrement localisé peut tout d'abord survenir suite à la remontée d'un fontis par rupture du ciel de carrière. Une montée de fontis se caractérise par un vide qui progresse vers la surface (suivant une cheminée pseudo-cylindrique dont le diamètre est proche de celui de l'effondrement initial) par rupture successive des terrains surmontant le vide initial.

⁸ Débouillage : entraînement gravitaire du matériau de comblement (voir illustration n°17)

Les mécanismes déclenchant ce phénomène sont la flexion ou le cisaillement du toit de galerie lorsque la portée est excessive, voire la chute de blocs du toit, ou la rupture d'un pilier entraînant la chute de toit. Dès lors, une montée de voûte, nommée également cloche de fontis, se forme. Cette cloche va prendre de l'ampleur au cours du temps de par son érosion. La base s'élargit et la hauteur augmente. Lorsque toutes les couches du ciel sont tombées, les terrains sus-jacents, d'une cohésion plus faible, sont atteints.

Si la hauteur de recouvrement⁹ est importante, le phénomène peut se produire sans atteindre la surface, car le foisonnement des éboulis peut venir emplir totalement la cloche de fontis et stopper son ascension. Quand le vide est suffisamment important, au regard de l'épaisseur de recouvrement, les matériaux éboulés et foisonnés se répandent sans obturer la cloche et les désordres atteignent la surface. L'effondrement prend alors la forme d'un entonnoir ou celle d'un cratère pseudo-circulaire.

La venue à jour d'un fontis est un phénomène brutal et inopiné. Rien ne laisse présager de l'apparition en surface du fontis.

La vitesse de montée vers la surface est fonction des terrains de recouvrement et de l'existence de facteurs aggravants (présence d'une nappe, infiltration...). À Savonnières-en-Perthois, au-dessus des calcaires portlandiens, il n'existe pas de bancs résistants identifiés qui pourraient réduire l'aléa, car les terrains sont de nature « meuble », composés d'argiles, de marnes, de calcaire et de sables.

Près du secteur des missiles V2 de la seconde guerre mondiale, des départs de fontis ont été observés : ils sont au nombre de six. La plupart des fontis observés sont en bordure extérieure de la zone d'étude. Dans chaque cas, la surface se trouve dans des secteurs boisés difficiles d'accès, et donc dépourvus d'enjeux humains.



Illustration 16: Fontis avec voûte maçonnée en place. Galerie des V2. Source : rapport BRGM 2016



Illustration 15: Fontis dédoublé remonté jusqu'aux marnes Hauteriviennes (en foncé). Source : rapport BRGM 2016

⁹ Hauteur de recouvrement : hauteur des terrains compris entre le toit de la carrière et la surface du terrain naturel. C'est donc la hauteur de terrain située au-dessus du toit de la carrière en un point donné.

Rupture de la tête de puits et débouillage

Un effondrement brutal peut également survenir à la suite de la rupture d'une tête de puits (effondrement des terrains meubles autour du puits formant le cratère d'effondrement) ou d'un débouillage de puits (effondrement du matériau qui scellait le puits). La rupture du puits peut se faire sur le cuvelage ou sur la tête de puits s'il n'est pas maçonné.

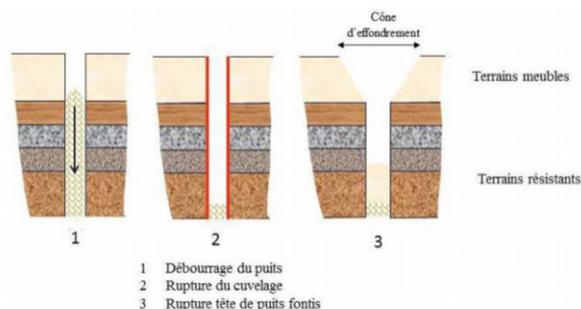


Illustration 17: Schéma d'illustration des différents cas d'effondrement localisé au niveau d'un puits. ©INERIS.

Il existe 9 puits sur le secteur d'étude. L'un d'entre eux a déjà débouillé (puits Mazelin) et un autre s'est rompu avec l'effondrement dit « de la salle des fêtes ». Il existe également deux descenderies¹⁰ avec les accès au fond et en surface. Seul l'un d'entre eux, le puits dit « de l'Amérique », présente un enjeu humain à sa surface.

En dehors des puits effondrés ou ayant débouillé, aucun des puits ni des descenderies ne sont remblayés. À l'exception du puits de la Machine, aucun des puits n'est revêtu, ce qui laisse les terrains de surface (par nature sensibles à l'eau) non protégés vis-à-vis des agressions extérieures. Pour deux de ces puits, des éboulis en fond de carrière sont visibles et marquent la chute progressive des terrains de surface.

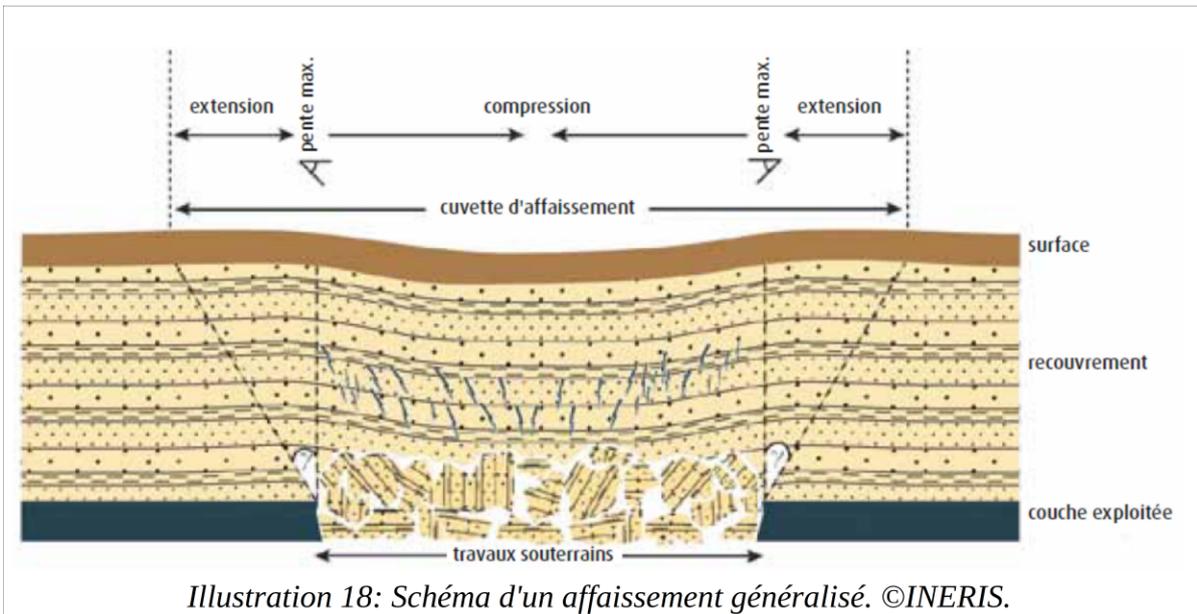
La descenderie de la Belgique est revêtue de moellons maçonnés dont l'état actuel n'est pas jugé satisfaisant.

Affaissement généralisé par rupture de piliers

Un affaissement se manifeste par une dépression topographique en forme de cuvette à fonds plats et bords fléchis, consécutive à la ruine partielle ou totale d'une carrière souterraine. Les conditions de formation peuvent réunir deux paramètres : un recouvrement qui se déforme souplement, et la présence de remblais au sein de la carrière amortissant la descente des matériaux.

Les dimensions de la zone affaissée vont dépendre de l'extension de la cavité éboulée et de l'angle de propagation des désordres dans les terrains de couverture. L'extension en surface varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

¹⁰ Descenderie : galerie qui a été creusée dans le sens de la descente



Généralement, ce ne sont pas les affaissements qui impactent directement les bâtiments et infrastructures en surface, mais plutôt les déformations du sol en bordure de la cuvette d'affaissement.

L'observation en surface de la zone d'effondrement des Auvions montre bien un aléa d'affaissement généralisé, progressif.

Autres aléas

Tassement résiduel des anciens effondrements

Là où des effondrements ont déjà eu lieu, les effondrements localisés et affaissements généralisés sont écartés. Cependant, on considère que le réarrangement des matériaux effondrés, correspondant à du tassement résiduel, peut toujours survenir.

Ces mouvements résiduels ne menacent a priori pas de ruine les éventuels ouvrages existants ou ceux futurs, mais ils devront être pris en compte lors de tout projet de construction.

Éboulement des entrées en cavage

La plupart des entrées dans les galeries sont sécurisées, à l'image de celle de la Gare (portail et galerie bétonnée). Cependant, les zones proches de ces accès sont parfois sujettes à l'instabilité, du fait d'être soumises directement aux agressions extérieures climatiques. Un entretien de ces entrées est donc prescrit par le règlement du PPRN.

III.3 Probabilité d'occurrence des aléas

Après avoir identifié la nature et la localisation précise des aléas, il est nécessaire de déterminer leur probabilité d'occurrence et leur intensité. En effet, l'aléa est un concept du risque naturel qui correspond à la probabilité qu'un phénomène se produise sur un site donné, au cours d'une période de référence, en atteignant une intensité ou gravité qualifiable ou quantifiable. La caractérisation d'un aléa repose donc classiquement sur le croisement de l'intensité prévisible du phénomène avec sa probabilité d'occurrence.

La période de référence dans le cadre de l'élaboration d'un PPRN est le long terme, soit l'échelle centennale. Il est donc nécessaire d'intégrer à l'analyse la dégradation inéluctable dans le temps des caractéristiques du massif.

Tout d'abord, la détermination de la probabilité d'occurrence des mouvements de terrain pose le difficile problème de la prévision dans le temps de la rupture des massifs rocheux. Les mouvements de terrain sont des phénomènes qui évoluent de manière quasi imperceptible durant de longues périodes avant de subir une accélération soudaine. Ils sont donc très difficilement prévisibles.

Plutôt que d'estimer une probabilité d'occurrence correspondant à une période de retour donnée (comme les séismes qui sont des phénomènes cycliques, alors que les mouvements de terrain sont non périodiques), sont déterminées les prédispositions du site au phénomène naturel étudié.

III.3.1 Probabilité d'occurrence de l'aléa effondrement localisé

Facteurs de prédisposition

Concernant la remontée de fontis par rupture du ciel de carrière, plusieurs facteurs influent sur l'aléa, en termes de prédisposition de ce dernier à se produire :

- la fracturation :

Les fractures naturelles ou anthropiques affectent la stabilité des piliers et du toit de la carrière. Les interstices créés facilitent alors la circulation de l'eau (autre facteur aggravant). Ces fractures peuvent guider la rupture du matériau. Les fractures anthropiques apparaissent suite à une fragilité locale induite par des fractures naturelles, ou à l'aménagement de la carrière.

- les venues d'eau :

Les venues d'eau matérialisent les discontinuités de la roche (fracturations mécanique et naturelle), les fracturations n'étant pas toujours visibles à l'œil nu, et participent à la dégradation de la qualité des matériaux des piliers et du toit.

- les chutes de toit et les fontis en cours (relevés sur le secteur d'étude).



Illustration 19: Exemple de chute de toit dans la carrière. Source : rapport BRGM 2016



Illustration 20: Exemple de fracturation du toit de galerie. Source : rapport BRGM 2016

Concernant les puits, en plus des facteurs de prédisposition précédents, d'autres paramètres rentrent en compte dans l'appréciation de la stabilité d'un puits, à savoir la protection du puits (bord maçonné), et la présence de remblai ou non ainsi que sa nature.

Évaluation de la probabilité d'occurrence

À partir des facteurs de prédisposition, une matrice permettant de caractériser la probabilité d'occurrence a été réalisée, en fonction du nombre et du type de facteurs de prédispositions présents.

Pour une occurrence faible, on retient un seul facteur de prédisposition (eau ou fracturation), qui est toujours préalable à une chute de toit ou un départ de fontis. Pour une occurrence moyenne, on retient deux facteurs de prédisposition : la fracturation ainsi qu'un autre facteur (eau ou chute de toit). Enfin, pour une occurrence forte, on retient trois facteurs : eau, fracturation et chute du toit ou fontis en cours, le départ de matériaux du toit étant le facteur le plus proche d'une remontée de fontis.

La probabilité d'occurrence pour le débouillage des puits est évaluée de fort à moyen, avec un seul puits sans occurrence (ancien puits effondré à proximité de la salle des fêtes). Les puits maçonnés ou débouillés ont une occurrence d'aléa moyenne. Les autres puits ont une occurrence forte.

	Probabilité d'occurrence
Présence des trois facteurs de prédisposition : fracturation, eau et chute de la « garde » ou fontis en cours	fort
Présence de deux facteurs de prédisposition (fracturation et eau ou fracturation et chute de toit)	moyen
Un facteur de prédisposition (eau ou fracturation)	faible

Tableau 1: Matrice décisionnelle de caractérisation de la probabilité d'occurrence de l'aléa effondrement localisé, selon les recommandations du guide méthodologique du Ministère de l'écologie sur les PPRN cavités souterraines abandonnées.

À partir de la matrice d'aléa a été réalisée une carte de prédisposition de cet aléa sur le secteur d'étude.

SAVONNIERES-EN-PERTHOIS

CARTE DE PRÉDISPOSITION À LA MONTÉE DE FONTIS AU 1/5 000

Le fond de carte est constitué du plan cadastral
de la commune.

Mai 2017

Légende

- ▲ Montées de cloche de fontis observées
- × Puits
- Prédiposition forte
- Prédiposition moyenne
- Prédiposition faible
- Remblais
- Effondrements

Systèmes de coordonnées:
Lambert II carto, méridien de Paris
RGF Lambert 93

0 80 160
Mètres

1:4 070

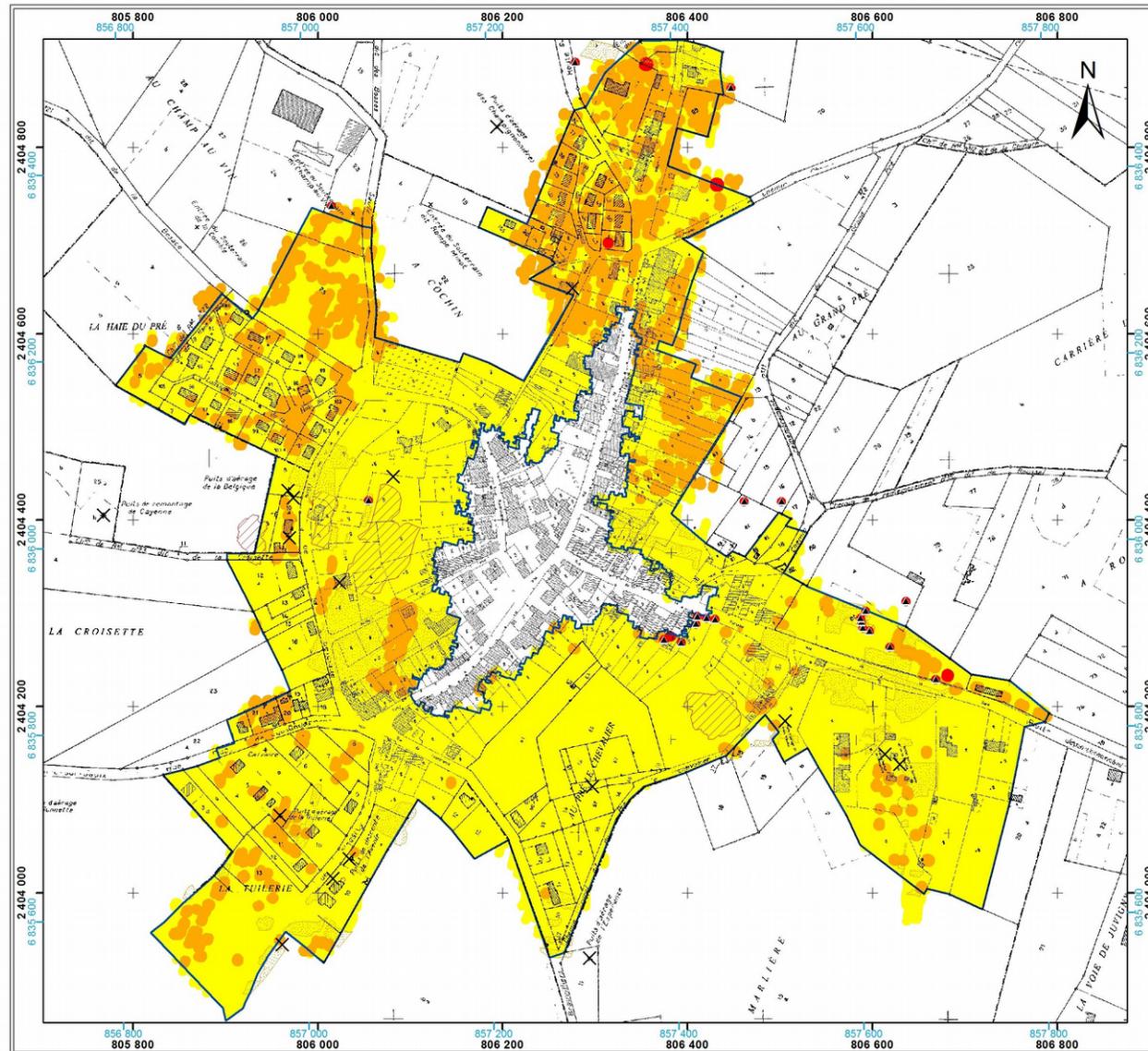


Illustration 21: Cartographie de la prédisposition à l'aléa d'effondrement localisé. Rapport BRGM 2017.

III.3.2 Probabilités d'occurrence de l'aléa affaissement généralisé

Facteurs de prédisposition à l'aléa

Pour déterminer la prédisposition de l'aléa, il faut déterminer la stabilité des piliers, étant donné que l'aléa découle de la rupture de piliers sous charge excessive. Il faut donc réaliser un diagnostic de stabilité en comparant la résistance ultime du pilier à l'intensité des sollicitations qui s'exercent sur lui. Cette comparaison permet de calculer un coefficient de sécurité.

Ensuite, la stabilité des piliers est déterminée par zones homogènes, c'est-à-dire une zone dont les paramètres varient suffisamment peu pour que les mécanismes de rupture demeurent semblables au sein de la zone. Pour déterminer chaque zone, des critères ont été retenus :

- la taille des piliers :

La taille des piliers a une influence importante sur la stabilité. Plus les piliers sont petits, plus ils sont sensibles à une irrégularité ou à une dégradation au cours du temps. En cas de maillage irrégulier de la zone d'exploitation, les piliers les plus petits constituent l'amorce potentielle d'une dégradation locale à partir de laquelle les sollicitations vont se reporter sur les piliers adjacents, entraînant un processus de dégradation plus général.

Les piliers les plus importants, dits piliers barrières, constituent des piliers suffisamment massifs laissés lors de l'exploitation pour reprendre les charges et arrêter la propagation d'un phénomène de rupture. 25 piliers barrières sont identifiés dans la zone d'étude.

- le taux de défruitement :

Le calcul du taux de défruitement permet d'obtenir une estimation de la dimension des vides pour un secteur donné. Cela permet d'évaluer la stabilité de l'ouvrage pour chaque secteur donné.

Il se calcule en divisant la surface des vides par la surface totale.

Les zones barrières correspondent à un taux inférieur à 20 %. Sur Savonnières-en-Perthois, le taux de défruitement se situant entre 39 % et plus de 90 %, de telles zones barrières n'existent pas. Les zones avec un taux supérieur à 90 % sont considérées comme fragilisées.

- les zones effondrées ou remblayées :

Les zones effondrées peuvent intervenir comme facteur de sur-contrainte des piliers entourant le secteur. Quant aux zones remblayées, elles diminuent l'intensité de l'affaissement (moins de vide à combler).

Dans chacune de ces zones, on va déterminer les paramètres de sollicitation et de résistance ultime des piliers.

- la sollicitation du pilier :

Les sollicitations varient selon la position du pilier. Que ce soit au bord de la carrière, ou par rapport aux autres piliers, ou dans une zone de fracturation.

La méthode la plus courante pour calculer la contrainte verticale moyenne dans les piliers est celle du modèle de l'aire tributaire. Cette méthode consiste à calculer le poids d'une colonne de terrain située au-dessus de la section horizontale du pilier. La sollicitation est calculée comme une force qui s'applique sur le pilier.

Pour les piliers en bordure d'une zone effondrée, la méthode sous-estime la contrainte appliquée. Dans ce cas, un coefficient de sur-contrainte peut être appliqué pour tenir compte de l'augmentation de la contrainte verticale :

- si la zone se situe en bordure d'effondrement, on applique un coefficient de sur-contrainte de 20 %;
- si on se situe entre deux zones effondrées, on applique un coefficient de sur-contrainte de 45 %.

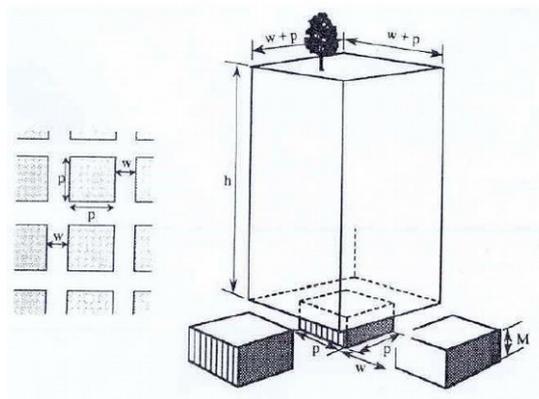


Illustration 22: Schéma théorique de l'aire tributaire, rapport BRGM 2017

- la résistance ultime des matériaux :

La résistance ultime est déterminée en employant la résistance à la compression simple en milieu saturé en eau (il est possible que les piliers soient saturés en eau), à partir des résultats obtenus en laboratoires lors des études.

Évaluation de la classe de probabilité d'occurrence

À l'aide des données décrites précédemment, on peut calculer le coefficient de sécurité pour l'ensemble de la carrière. D'autre part, la stabilité des piliers n'est plus assurée à long terme à partir de 20 m de terrain de recouvrement.

Les guides de l'INERIS et de l'IFSTTAR permettent de déterminer plusieurs niveaux de probabilité d'occurrence :

Tableau 2: Prédiposition de l'aléa d'affaiffement généralisé selon le coefficient de sécurité calculé. Rapport BRGM 2017.

Niveau d'occurrence	Coefficient de sécurité
forte	inférieur à 1
moyenne	compris entre 1 et 1,2
faible	compris entre 1,2 et 1,5
supposée nulle	supérieur ou égal à 1,5

À partir de cette matrice a ainsi été réalisée une carte de prédiposition de cet aléa sur le secteur d'étude.

SAVONNIERES-EN-PERTHOIS

CARTE DE LA PRÉDISPOSITION LIÉE À L'AFFAISSEMENT GÉNÉRALISÉ AU 1/5000

Le fond de carte est constitué du plan cadastral
de la commune.

Mai 2017

Légende

Prédisposition

- forte
- moyenne
- faible

Systèmes de coordonnées:
Lambert II carto, méridien de Paris
RGF Lambert 93

0 85 170
Mètres

1:4 200

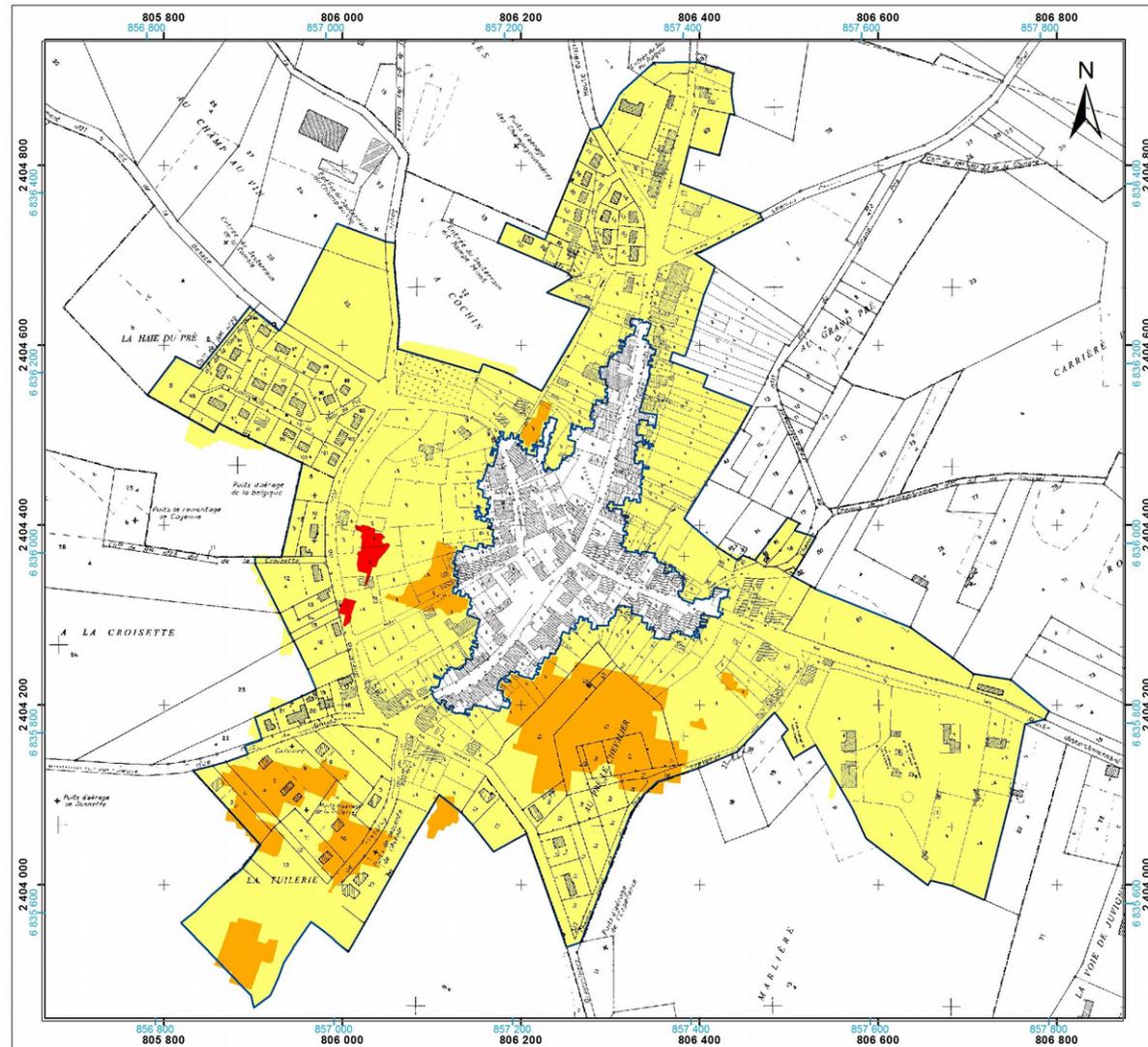


Illustration 23: Cartographie de la prédisposition à l'aléa d'affaissement généralisé. Rapport BRGM 2017.

III.4 Intensité des aléas

L'intensité du phénomène caractérise l'ampleur des répercussions attendues. De manière à hiérarchiser les conséquences, il est d'usage de définir plusieurs classes d'intensité (de limitée à élevée), dont on s'attachera à définir le nombre et le contenu en fonction de la nature des phénomènes attendus sur le site.

III.4.1 Intensité de l'aléa effondrement localisé

Paramètres déterminants des remontées de fontis

L'intensité de l'aléa caractérise sa dangerosité vis-à-vis des personnes et des biens : ce sont les dimensions de l'entonnoir en surface survenant lors d'une remontée de fontis ou d'un effondrement de tête de puits, qui définissent alors le niveau de danger.

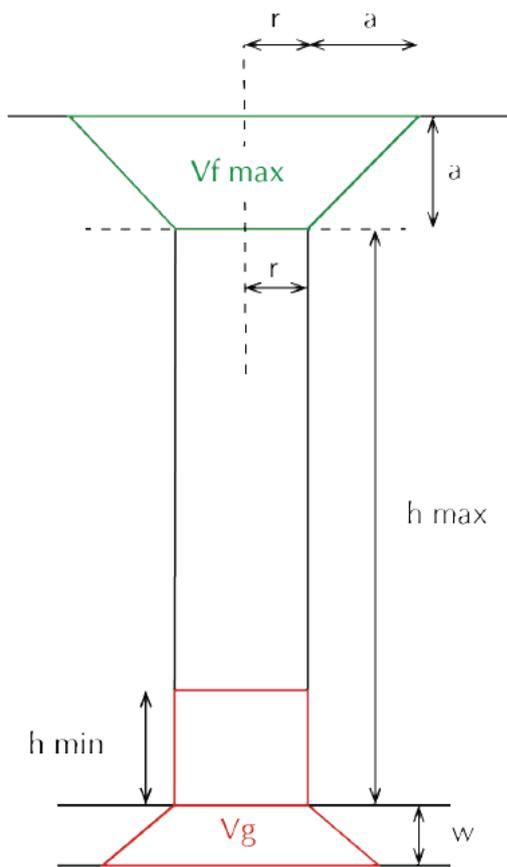
Pour déterminer ces paramètres, la méthode des volumes a été utilisée. On modélise la cavité formée en surface par un tronc de cône défini par deux paramètres : le diamètre et la profondeur. Cette méthode permet de déterminer si un fontis perce ou non en fonction de la hauteur de recouvrement, de la dimension des galeries et du coefficient de foisonnement. Cette méthode est adaptée aux terrains de Savonnières-en-Perthois, notamment en raison de l'absence de terrains résistants. Un calcul a été opéré sur chaque croisement de galeries dans la zone d'étude.

Pour pouvoir réaliser les calculs, le taux de foisonnement a été établi lors des études, ainsi que la hauteur des terrains de recouvrement. De plus, la hauteur des terrains non structurants (qui vont s'effondrer lors de l'apparition du fontis en surface) est établie à 4 m sur Savonnières-en-Perthois.

Trois cas peuvent apparaître :

- si h_{max} est inférieur à la hauteur de recouvrement : le fontis ne perce pas, il est bloqué par auto-foisonnement¹¹ ou est très limité ;
- si la hauteur de recouvrement est comprise entre h_{max} et h_{min} (définis sur le schéma page suivante) : le fontis perce, on peut déterminer la profondeur et le diamètre du cratère ;
- si la hauteur de recouvrement est inférieure à h_{min} : le fontis perce et la cheminée du fontis ne suffit pas à combler le vide souterrain ; dans ce cas on retient une intensité maximum (élevée).

11 Il y a auto-foisonnement ou auto-comblement quand il y a suffisamment de matériau qui s'effondre pour combler le fontis. Lors de l'effondrement de matériau, le foisonnement de celui-ci fait qu'il augmente de volume, d'où la possibilité d'un comblement par le seul matériau issu de la cloche de fontis.



Vg : volume à combler dans la galerie

Vf max : volume maximum du fontis

h min : hauteur telle que le volume foisonné de la cheminé soit égal au volume accessible dans les travaux souterrains

h max : hauteur telle que le volume foisonné de la cheminée soit égal au volume accessible dans les travaux souterrains augmenté du volume de la cheminée = **hauteur maximale de remontée du fontis.**

Illustration 24: Modèle utilisé pour déterminer les paramètres du fontis en surface (source : Rapport BRGM 2017)

Évaluation de l'intensité

La matrice de détermination de l'intensité est proposée dans le tableau suivant, en fonction de la profondeur et du diamètre du fontis créé :

		Profondeur			Conséquences redoutées
		P < 0,5 m	0,5 < P < 2 m	P > 2 m	
Diamètre	$\Phi < 3 \text{ m}$	Limitée	Modérée	Élevée	Trou éventuellement profond mais suffisamment étroit pour ne pas affecter une fondation classique
	$3 \text{ m} < \Phi < 10 \text{ m}$	Modérée	Élevée	Élevée	Cratère suffisamment large pour ruiner une construction récente en béton même sur radier
	$\Phi > 10 \text{ m}$	Modérée	Élevée	Élevée	Cratère important avec parois abruptes et risque d'engloutissement d'une ou plusieurs constructions

Tableau 3 : Matrice de détermination de l'intensité d'un effondrement localisé, réalisée d'après les recommandations du ministère de l'écologie. Rapport BRGM 2017.

Ces catégorisations de profondeur et diamètre sont recommandées par le guide PPRN cavités souterraines ainsi que par GEODERIS (groupe d'expertise des risques de l'après-mine, formé par le BRGM et l'INERIS). Pour le cas de la profondeur entre 0,5 et 2 m et un diamètre entre 3 et 10 m, on retient une intensité élevée pour la sécurité, une chute de 1,5 à 2 m pouvant être mortelle pour une personne.

Intensité des zones concernées par des puits

L'intensité des zones proches des puits est considérée comme maximale compte tenu de leur dimension et de l'absence de matériaux pouvant foisonner (puits non remblayés).

Le puits Mazelin, déjà effondré, pourrait avoir une intensité attendue plutôt faible, mais en l'absence de données sur le tassement des matériaux, l'intensité attendue est moyenne.

À partir de la matrice précédente, a été réalisée une carte d'intensité de l'aléa d'effondrement localisé sur le secteur d'étude.

Sur cette carte, on retrouve :

- ≈ **12,7 %** de la zone d'étude (36 ha) en intensité **très limitée**. Cela correspond aux zones d'effondrement et aux zones remblayées ;
- ≈ **42,7 %** de la zone d'étude en intensité **limitée**, où le fontis ne percera pas ou très peu ;
- ≈ **12 %** de la zone d'étude en intensité **modérée** ;
- et ≈ **32,6 %** de la zone d'étude et en intensité **élevée**, où la cheminée de fontis ne comblera pas le vide souterrain.

SAVONNIERES-EN-PERTHOIS

CARTE DE L'INTENSITÉ ATTENDUE POUR L'ALÉA FONTIS
AU 1/5000

Le fond de carte est constitué du plan cadastral
de la commune.

Mai 2017

Légende

- ✕ Puits
- ▨ Effondrements
- ▲ Fontis
- ▨ Remblais
- intensité élevée
- intensité modérée
- intensité limitée
- intensité nulle à très limitée

Systèmes de coordonnées:
Lambert II carto, méridien de Paris
RGF Lambert 93

0 85 170
Mètres

1:4 261

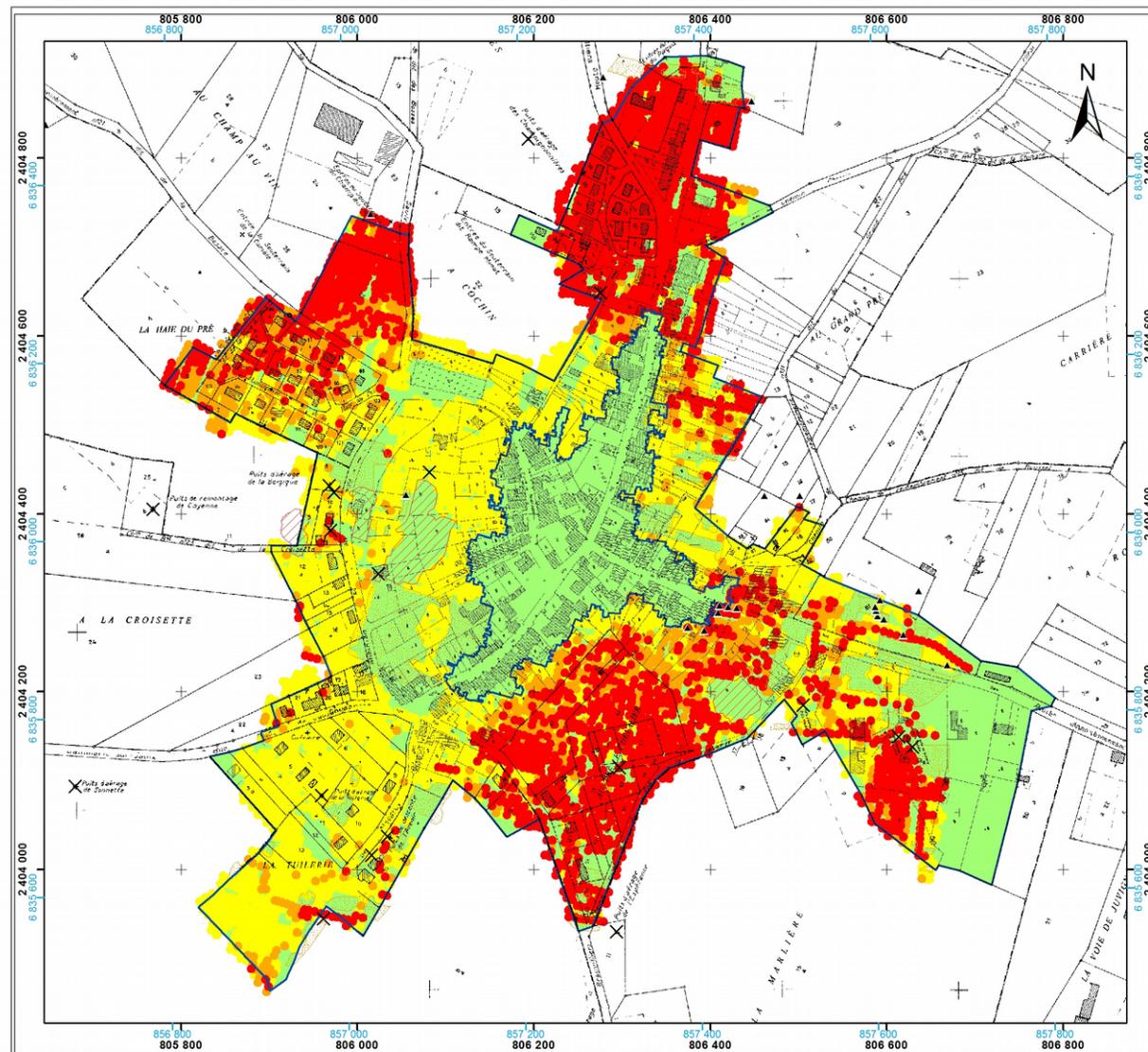


Illustration 25: Cartographie de l'intensité attendue pour l'aléa d'effondrement localisé. Rapport BRGM 2017.

III.4.2 Intensité de l'aléa affaissement généralisé

Paramètres déterminants

Les classes d'intensité d'un affaissement sont définies par **la mise en pente, ou pendage**, ainsi que les déformations horizontales de la surface.

Le pendage et les déformations horizontales en surface dépendent eux-mêmes de la géométrie des vides, du taux de défrètement, du pendage des couches d'exploitation (différence d'angle entre la couche d'exploitation et un plan horizontal) et de la nature des terrains de recouvrement.

Selon la largeur du secteur impacté, la répercussion en surface peut permettre la formation d'une cuvette à fond plat, on parle alors de largeur critique, et la cuvette a comme profondeur l'affaissement vertical maximal. Sinon, on doit calculer une valeur dite d'affaissement réel, qui est nécessairement inférieure à la valeur maximale.

À partir de la valeur d'affaissement (maximale ou non), on peut calculer le pendage, ou pourcentage maximum de pente au niveau des bordures de la cuvette, comme indiqué sur le schéma présentant l'affaissement. Le calcul du pendage permet alors de connaître la classe d'intensité du secteur.

Évaluation de l'intensité

Ainsi, on détermine chaque classe d'intensité selon la mise en pente. Pour les secteurs d'occurrence supposée nulle, l'intensité n'a pas été calculée.

Étant donné la faible profondeur des travaux souterrains, les pentes calculées varient entre 1,9 et 16 % sur le secteur d'étude.

c	Intensité	Conséquences redoutées
$P < 1$	Très limitée	Désordres perceptibles uniquement pour les bâtiments sensibles
$1 < P < 3$	Limitée	Désordres légers de types fissures isolées sans atteintes aux fonctionnalités du bâtiment
$3 < P < 6$	Modérée	Fissures visibles à l'extérieur. les portes et fenêtres coïncent et certaines canalisations se rompent
$P > 6$	Élevée	Désordres structurels importants. Bâtiments inhabitables.

Tableau 4: Matrice de classification de l'intensité de l'affaissement en fonction de la mise en pente. Rapport BRGM 2017.

À partir de la matrice a été réalisée une carte de l'intensité de l'aléa sur le secteur d'étude.

III.5 Qualification des niveaux d'aléas

III.5.1 Niveaux d'aléa de l'effondrement localisé

La caractérisation de l'aléa effondrement localisé se fait par croisement entre la probabilité d'occurrence et l'intensité. Le niveau de l'aléa est déterminé par la matrice d'aléa suivante. Il existe quatre niveaux d'aléa : **très fort, fort, moyen et faible**.

La carte de l'aléa effondrement localisé se situe en illustration 27. L'analyse de cette cartographie montre qu'il existe sur la zone d'étude 0,8 hectares en aléa très fort (soit 2,2 % de la zone d'étude) ; 9,1 hectares en aléa fort (28,1 %) ; 10,5 hectares en aléa moyen (30,7 %) et 18,5 hectares en aléa faible (63,5 %).

Pour reporter graphiquement l'aléa, une marge de sécurité est utilisée, afin de prendre en compte les incertitudes sur le contour des vides souterrains par rapport à la surface (1 m), sur le report cartographique (1 m) et sur l'extension latérale possible des désordres en cas de remontée non verticale (4 m). **Au total, on conserve une marge de sécurité totale de 6 mètres.** Pour les puits et les descenderies, autour de l'emprise est ajoutée une zone tampon de niveau d'aléa décroissant pour prévenir l'affaissement des sols déstructurés en surface.

Probabilité d'occurrence Intensité	Faible	Moyenne	forte
	Très limitée (affaissements et effondrements auto-remblayés)	Faible	Faible
Limitée (affaissements nets et petits fontis)	Faible	Moyen	Moyen
Modérée (effondrements localisés)	Moyen	Moyen	Fort
Élevée à très élevée (fontis importants)	Moyen	Fort	Très Fort

Tableau 5: Matrice de l'aléa effondrement localisé, réalisée selon les recommandations du ministère

III.5.2 Niveaux d'aléa de l'affaissement généralisé

L'aléa d'affaissement généralisé est obtenu en croisant la prédisposition à la rupture avec l'intensité. Comme le phénomène de rupture de piliers n'est pas prévisible à court terme, il n'y a pas d'aléa majeur ou très fort. Il y a donc 3 niveaux de classification : **fort, moyen et faible**.

Probabilité d'occurrence	Faible	Moyen	Fort
Intensité			
Très limitée	Faible	Faible	Moyen
Limitée	Faible	Moyen	Moyen
Modérée	Moyen	Moyen	Fort
Élevée	Moyen	Fort	Fort

Tableau 6: Matrice de classification de l'aléa affaissement généralisé, réalisée selon les recommandations du ministère de l'écologie

Pour le report cartographique de l'aléa, une marge de sécurité est prise en compte. Cette marge de sécurité est calculée selon l'angle d'influence de l'affaissement. Si un secteur est en bordure de zone vierge ou d'un pilier suffisamment large, cette marge de sécurité est de 6 m. Lorsque l'exploitation est bordée par un effondrement sur une surface importante, elle est de 20 m. Les autres secteurs ont une marge de 11 m. On ajoute à cette marge une incertitude de position et de report cartographique, soit 2 m. Ces données sont résumées dans le tableau suivant (tableau 7) :

Zone concernée	En bordure de zone vierge ou d'un pilier large	En bordure d'un effondrement important	Autres secteurs
Marge de sécurité en fonction de la zone	6 m	20 m	11 m
Incertainitude de report cartographique	2 m	2 m	2 m
Marge de sécurité totale	8 m	22 m	13 m

L'analyse de la cartographie de l'aléa révèle que 20 % de la zone d'étude est en aléa fort, 37,4 % est en aléa moyen et 42,6 % est en aléa faible.

III.5.3 Niveaux d'aléa de tassement résiduel

Dans les zones où des effondrements ont déjà eu lieu, il n'y a pas d'aléa effondrement localisé ou affaissement généralisé. On considère donc un **aléa de tassement** des matériaux effondrés. Le niveau d'aléa affecté est **faible**. Il ne menace a priori pas de ruine les éventuels ouvrages concernés, existants ou futurs, cependant il devra être pris en compte lors de tout projet de construction.

La carte de l'aléa se trouve dans la partie suivante. L'aléa de tassement résiduel est localisé sur 3 % de la zone d'étude.

III.6 Cartographie des aléas

À partir des occurrences et intensités des aléas référencés, l'aléa étant égal au croisement de l'intensité et de l'occurrence du phénomène, les niveaux d'aléas ont été déterminés pour chacun. Des cartographies de ces aléas ont ainsi été réalisées (pages suivantes).

Ces cartes servent d'appui à la création du zonage réglementaire en prenant en compte les enjeux sur la commune et plus précisément sur le secteur d'étude des aléas, pour l'évaluation des risques.

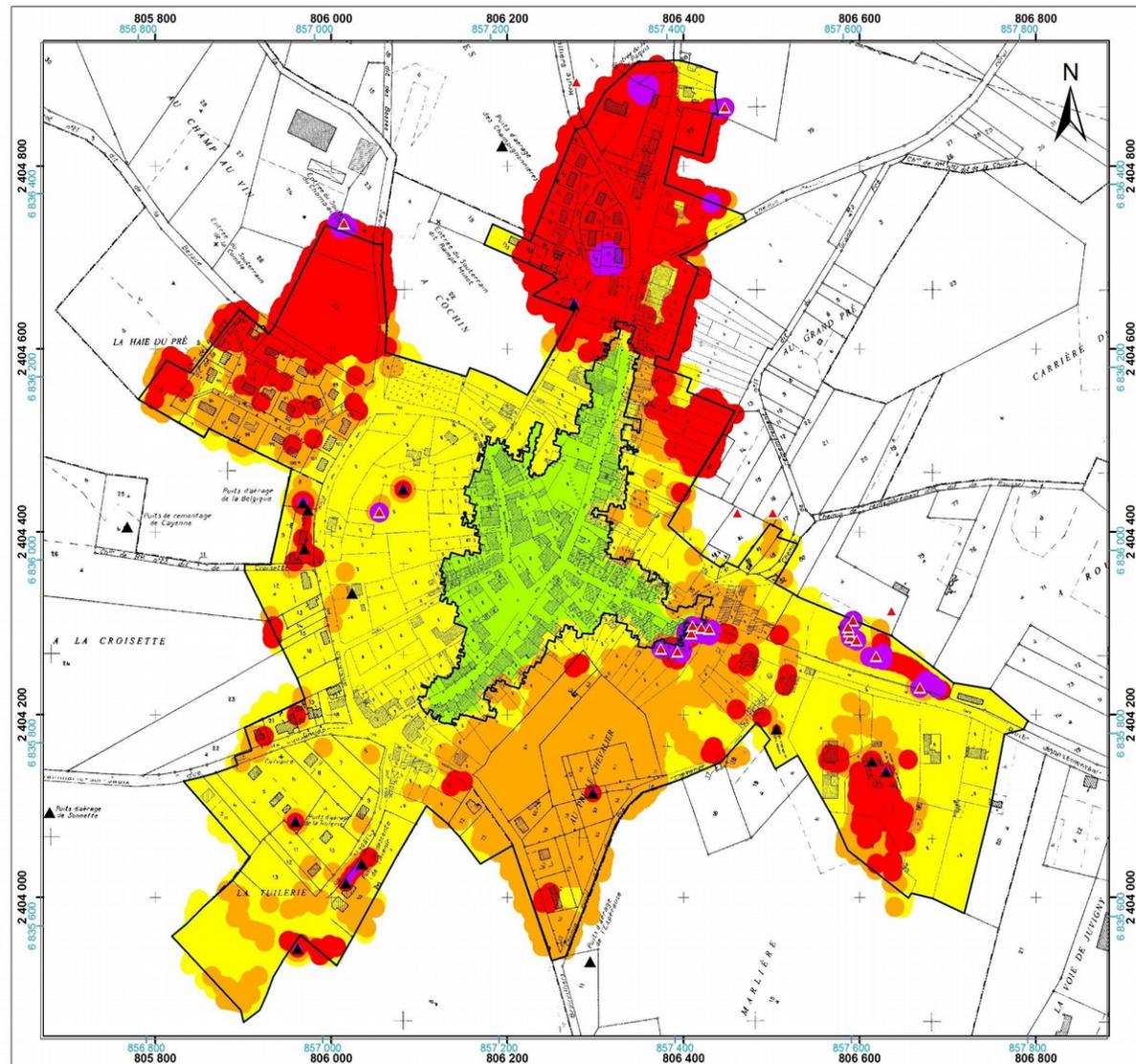


Illustration 27: Cartographie de l'aléa d'effondrement localisé. Rapport BRGM 2017.

SAVONNIERES-EN-PERTHOIS

CARTE DE L'ALÉA AFFAISSEMENT GÉNÉRALISÉ AU 1/5000

Le fond de carte est constitué du plan cadastral de la commune.

Mai 2017

Légende

Aléa affaissement généralisé

- faible
- moyen
- fort
- Stot central
- Zone non investiguée

Systèmes de coordonnées:
Lambert II carto, méridien de Paris
RGF Lambert 93

0 85 170
Mètres

1:4 200

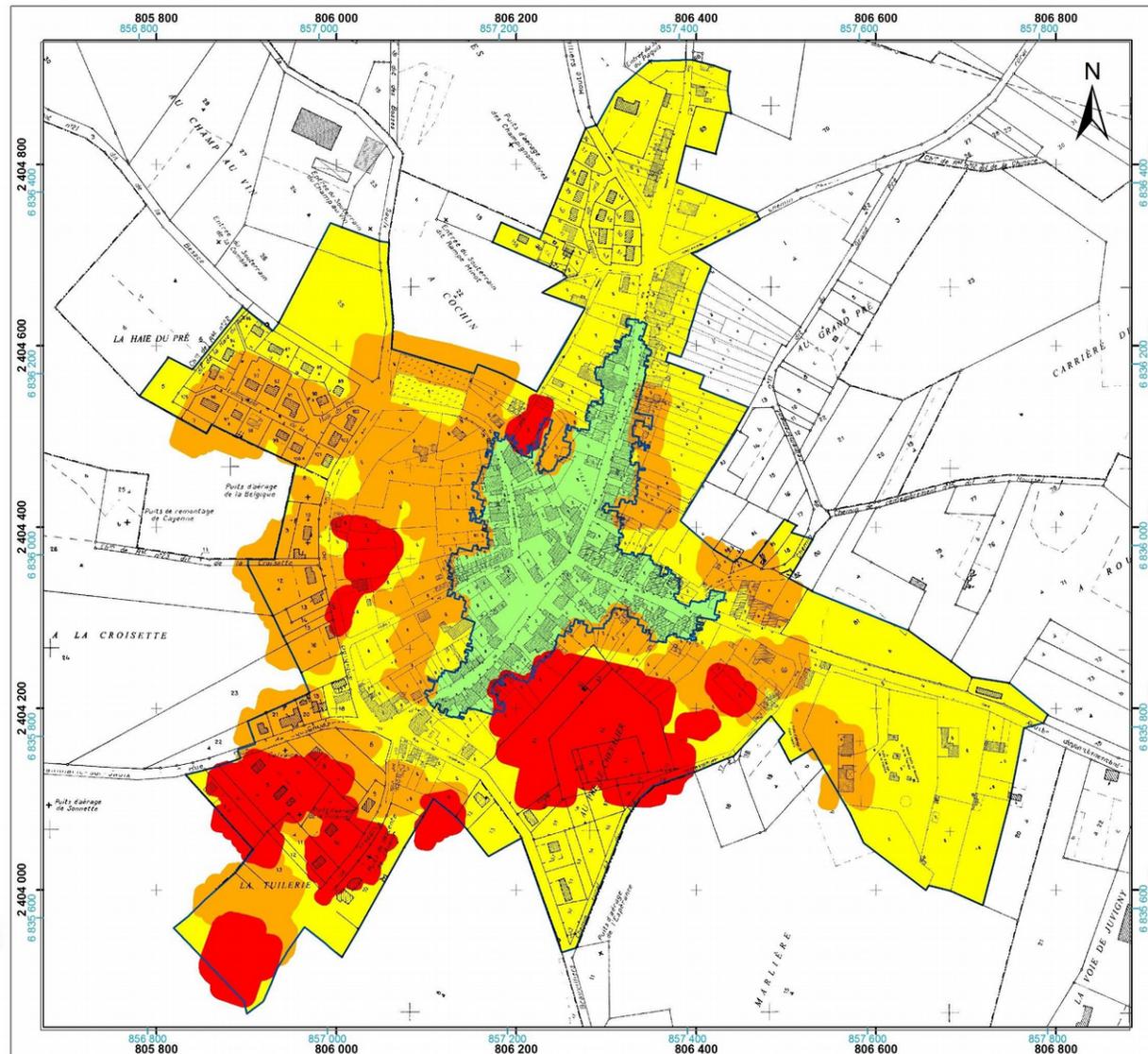


Illustration 28: Cartographie de l'aléa d'affaissement généralisé. Rapport BRGM 2017.

SAVONNIERES-EN-PERTHOIS

CARTE DE L'ALÉA TASSEMENT RÉSIDUEL AU 1/5 000

Le fond de carte est constitué du plan cadastral de la commune.

Mai 2017

Légende

- ▲ Montées de cloche de fontis observées
- ▲ Puits
- ▭ Limites des zones investiguées
- alea_tassement_residuel

Systèmes de coordonnées:
Lambert II carto, méridien de Paris
RGF Lambert 93

0 85 170
Mètres

1:4 253

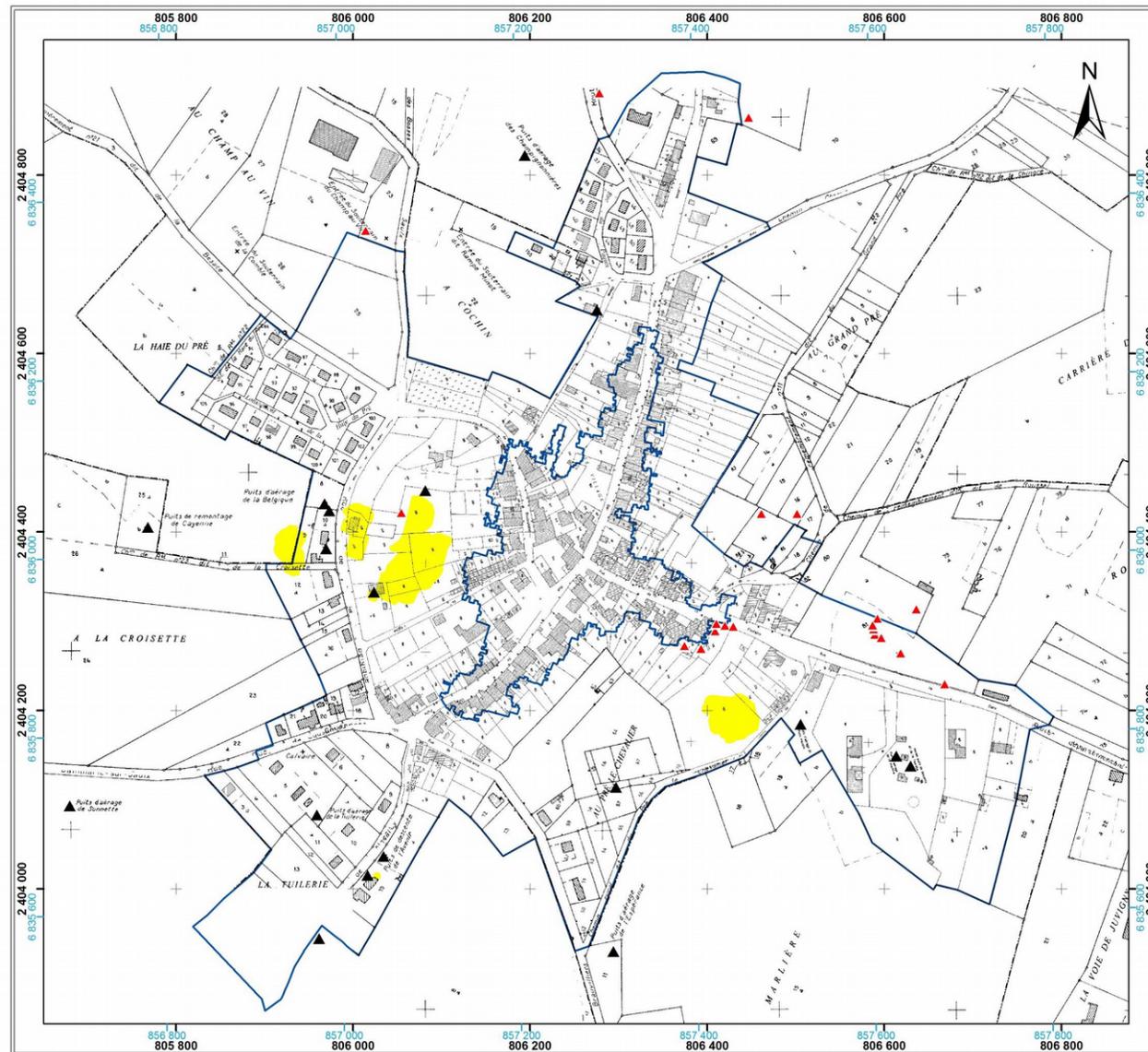


Illustration 29: Cartographie de l'aléa de tassement résiduel. Rapport BRGM 2017.

IV. Définition des enjeux

Après avoir identifié et cartographié les zones d'aléas, il importe de déterminer les enjeux à partir d'une analyse de l'occupation du sol. Les enjeux se définissent comme les personnes, les biens, les activités ainsi que le patrimoine historique et environnemental qui peuvent être soumis à un aléa.

Dans le cadre du PPRN de Savonnières-en-Perthois, les principaux enjeux sont :

- les zones d'habitat existantes;
- les équipements publics ou privés : Équipements Recevant du Public (ERP), locaux d'activités et commerces ;
- les équipements nécessaires à la gestion de crise ;
- les réseaux électriques et de communication ;
- les infrastructures routières ;
- les réseaux d'eau et d'assainissement, qui représentent un enjeu mais également un potentiel facteur aggravant de l'aléa par infiltration d'eau dans les cavités souterraines ;
- les secteurs que la commune souhaite ouvrir à l'urbanisation (potentiels enjeux futurs) ;
- le patrimoine.

Les enjeux sont caractérisés en fonction du nombre de personnes exposées et au regard de la valeur économique, patrimoniale ou environnementale des biens exposés.

Ils se caractérisent également en fonction de leur vulnérabilité. La vulnérabilité définit la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un évènement donné. Par exemple, les enfants ou les personnes âgées sont des populations plus vulnérables que des adultes en bonne santé. De même, un quartier difficile d'accès pour les secours est plus vulnérable.

En raison de la priorisation des enjeux humains, l'enjeu prioritaire à préserver concerne les zones urbanisées exposées aux risques, et les voies de communication pouvant servir à une éventuelle évacuation ou à l'arrivée de secours en cas de crise.

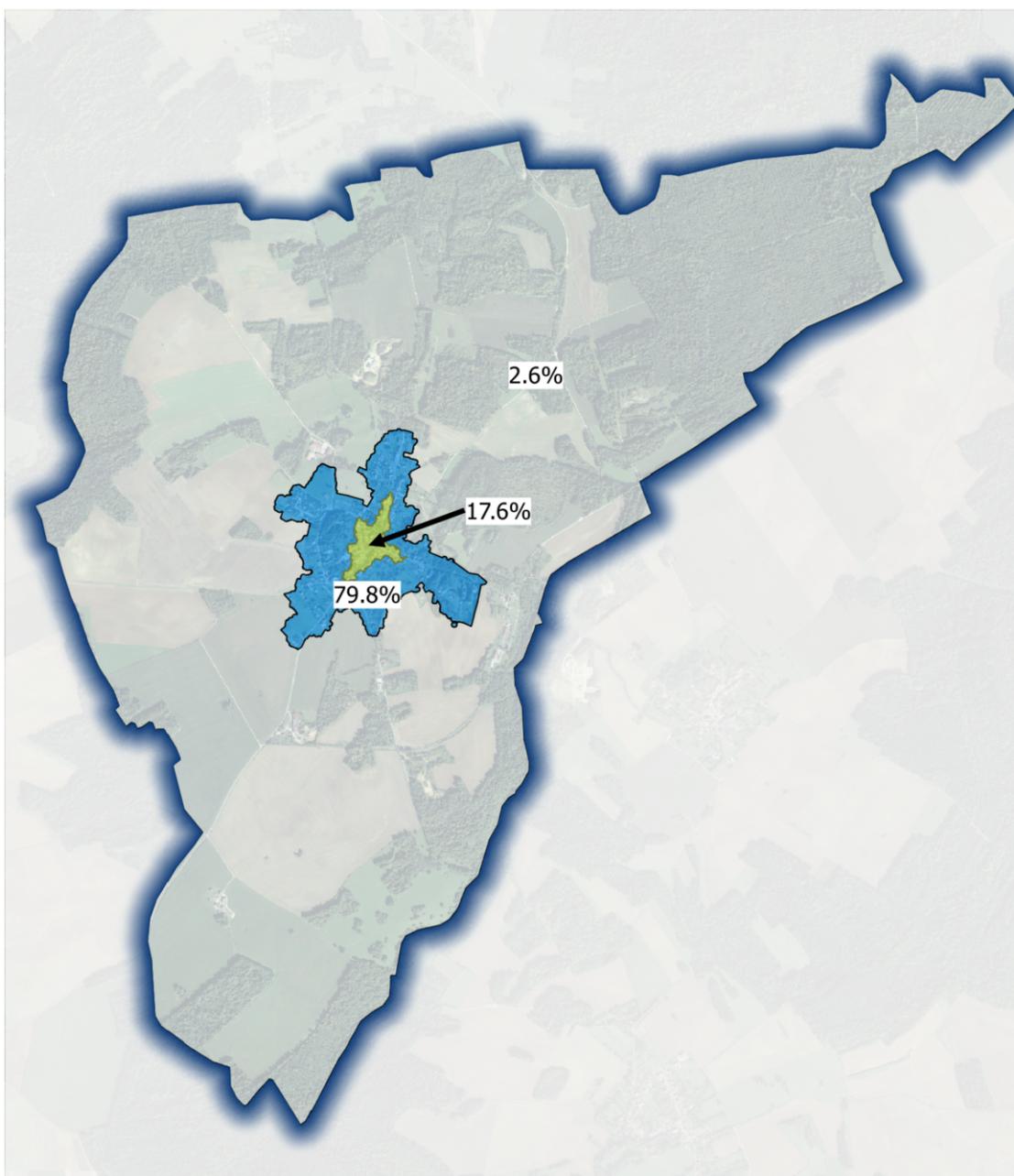
La seconde priorité est constituée par les réseaux d'eau (distribution d'eau potable, réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales) pouvant aggraver les aléas par l'apparition de fuites d'eau, provoquant alors une infiltration d'eau dans les cavités souterraines et donc leur fragilisation.

IV.1 Répartition démographique

La commune de Savonnières-en-Perthois compte une population totale de 422 habitants au titre des populations légales de 2016, selon l'INSEE¹².

	Population en 2011	Population en 2016	Taux d'évolution
Savonnières-en-Perthois	471	422	-10,4%

12 Source : [INSEE, Populations légales 2016 Commune de Savonnières-en-Perthois](#)



Répartition démographique de la population de Savonnières-en-Perthois

- Territoire communal
- Zone d'aléas identifiés
- Zone sans aléas

DDT de la Meuse / Service Environnement / Unité Prévention des Risques
 Réalisée le 16/07/2019.
 Fond de carte orthophotographies ©IGN.
 Données DDT, INSEE.

0 250 500 m



Echelle 1/25000 en A1.



Illustration 30: Répartition démographique des habitants de Savonnières-en-Perthois

Sur cet ensemble, près de 80 % de la population est exposée aux aléas déterminés dans le présent PPRN et environ 17 % de la population est protégée de toute excavation située dans la partie non excavée de la zone d'étude (stot central). Enfin, plus de 2 % de la population se situe hors du territoire d'étude, dans des zones agricoles et naturelles où d'anciennes carrières ont potentiellement été exploitées.

Secteur	Zone centrale épargnée par les aléas	Zone des aléas déterminés	Zone hors du secteur d'étude des aléas (zones agricoles et naturelles)
Proportion démographique sur la commune de Savonnières-en-Perthois selon l'exposition à l'aléa	18%	80%	3%

Population exposée à l'aléa effondrement localisé

L'aléa effondrement localisé est le plus dangereux pour la population, puisque non prévisible depuis la surface et brutal. On considère qu'il met en danger la vie humaine dès la formation d'un cratère d'une profondeur supérieure à 0,50 m.

La survenance d'un effondrement localisé a des conséquences sur la structure des bâtiments (pertes d'appui des fondations, dommages structurels), en fonction du diamètre du cratère apparaissant en surface, pouvant aller jusqu'à un basculement de la structure.

Environ 49 % des habitants de la commune de Savonnières-en-Perthois sont concernés au minimum par un niveau d'aléa moyen d'effondrement localisé, soit un phénomène d'effondrement localisé s'il survient, d'une profondeur moyenne comprise entre 0,50 m et 2,00 m, et d'un diamètre moyen du cratère en surface compris entre 3 m et 10 m.

Niveau d'aléa d'effondrement localisé	Sans aléa	Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Proportion démographique de la commune concernée par l'aléa effondrement localisé	26%	25%	19%	28%	2%

Population exposée à l'aléa affaissement généralisé

L'affaissement généralisé s'il survient, peut donner lieu en fonction de son intensité à plusieurs niveaux de dommages. Évènement progressif présentant des signes avant-coureurs visibles en surface, il est donc sans danger immédiat pour les personnes mais peut toutefois provoquer des conséquences matérielles importantes sur les bâtiments.

Niveau d'aléa d'affaissement généralisé	Sans aléa	Faible	Moyen	Fort
Proportion démographique de la commune concernée par l'aléa affaissement généralisé	20%	36%	34%	10%

Un guide du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) élaboré en 2004¹³ sur la construction en zone d'affaissements indique 5 niveaux possibles d'endommagement en fonction de l'intensité de l'aléa observé :

- **niveau 1** : fissures très légères ;
- **niveau 2** : fissures légères visibles de l'intérieur, portes et fenêtres pouvant se coincer, possibles besoins de réparations aux murs et plafonds ;
- **niveau 3** : fissures légères visibles de l'extérieur, portes et fenêtres coincées, canalisations rompues ;
- **niveau 4** : parquets et sols en pente, murs hors d'aplomb ou bombés, quelques déchaussements dans les poutres ; en cas de compression, chevauchement des joints dans les toits et soulèvement du gros œuvre en maçonnerie avec crevasses horizontales ;
- **niveau 5** : le bâtiment doit être reconstruit partiellement ou complètement, les poutres de la charpente et des planchers sont déchaussées, les murs penchent fortement et doivent être étayés, les fenêtres sont brisées et tordues ; il y a un gauchissement et un bombement des planchers et des murs en zone de compression.

Du niveau 1 à 3, la sécurité des occupants est assurée, car les désordres prévisibles ne sont susceptibles de provoquer aucun effondrement des parties d'ouvrages (absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipements). À partir du niveau 4, la sécurité des occupants est menacée, car des effondrements de parties d'ouvrages sont possibles.

¹³ Source : Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif, CSTB, 2004

IV.2 Occupations du sol

La commune de Savonnières-en-Perthois ne dispose pas actuellement d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU). Toutefois, un PLU intercommunal (PLUi) est en cours d'élaboration, porté par la Communauté de communes des Portes de Meuse, sur le territoire de l'ancienne Communauté de communes de la Saulx et du Perthois.

Le plan de zonage établi dans ce cadre, sert de base pour définir les enjeux d'occupation du sol. Ces données sont complétées par les données rassemblées par la Direction Départementale des Territoires de la Meuse.

Secteurs urbanisés et urbanisables

Tout d'abord, les zones urbaines centrales de la commune peuvent se distinguer en deux zones :

- la partie ancienne du centre-bourg ;
- les zones d'urbanisme récent, correspondant aux deux lotissements construits dans les années 1980.

La partie du centre-bourg historique préservée des cavités souterraines abrite la majorité du patrimoine communal et des habitations traditionnelles en pierre locale, les principaux Équipements Recevant du Public (la mairie, l'église et l'école primaire) ainsi que la plupart des commerces.

Quant à elle, la zone urbaine sous-cavée est constituée d'habitations, du centre de La Poste et d'une salle des fêtes ayant une valeur patrimoniale spécifique.

Deux lotissements, celui de la Haie des Prés (ou Haie du Pré) à l'Ouest, et celui du Pâquis au Nord (construit en 1980), ont contribué au développement plus récent de la commune. Excentrés, ils sont donc situés hors de la zone centrale exempte d'aléas.

Ces zones urbaines comprennent quelques parcelles dites « en dent creuse », potentiellement disponibles pour accueillir de nouvelles constructions.

Enfin, la commune inclut dans sa partie urbanisée, des zones de jardin qui n'ont donc pas vocation à être ouvertes à l'urbanisation, les seules constructions envisageables étant des abris de jardins.

Secteurs non urbanisés

La zone urbaine est entourée de zones naturelles et agricoles, hors du secteur d'étude des aléas, qui n'ont pas vocation à accueillir de nouvelles constructions, à l'exception de bâtiments d'exploitation pour les activités agricoles.

En conclusion, le territoire est constitué de zones urbanisées et urbanisables d'une part (centre-bourg historique, lotissements récents, dents creuses et zones de jardins urbains), et d'espaces non urbanisés d'autre part (zones naturelles et agricoles).

La carte ci-dessous localise les principaux enjeux d'occupation du sol sur la commune de Savonnières-en-Perthois.

Occupation du sol de la commune de Savonnières-en-perthois

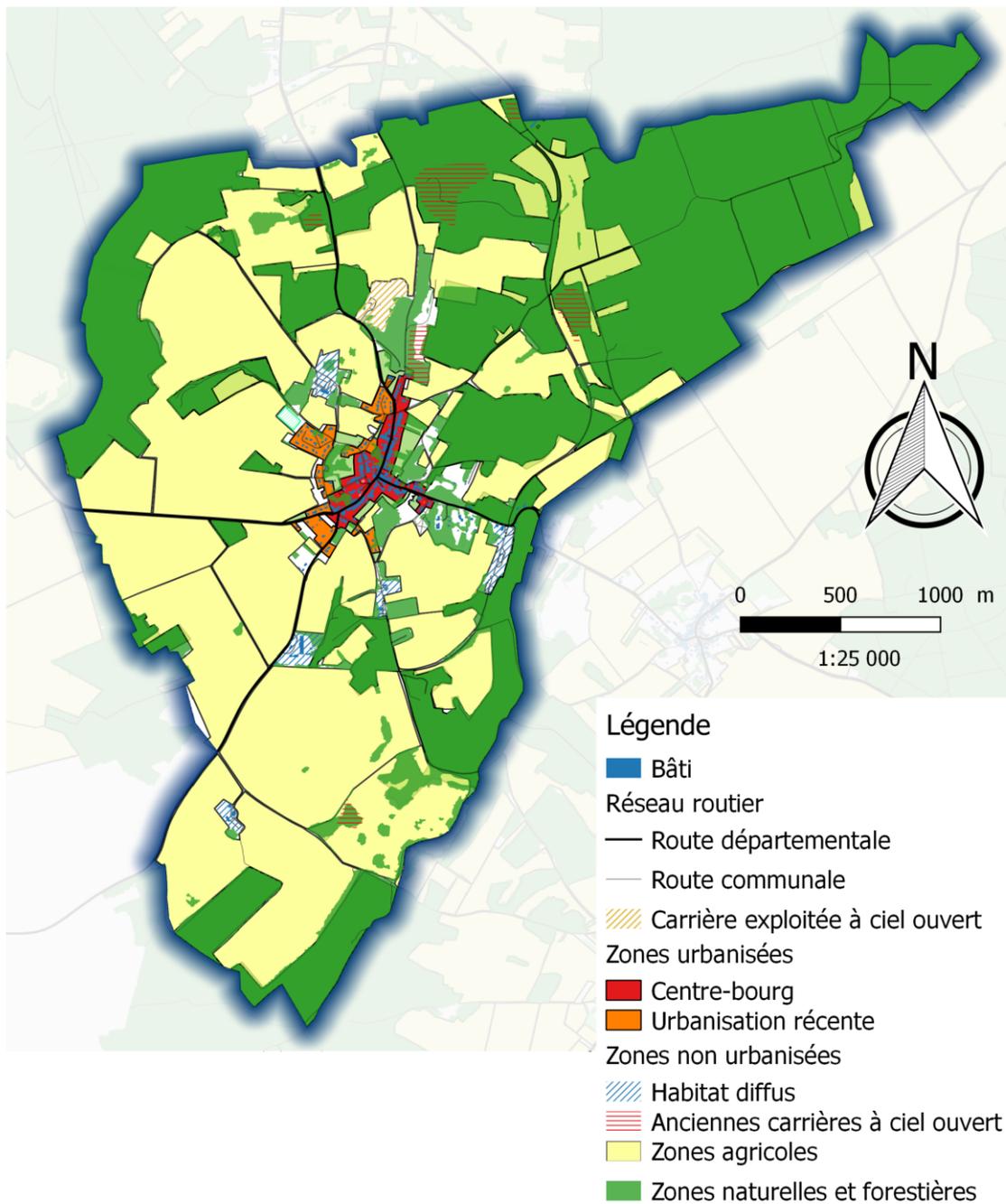
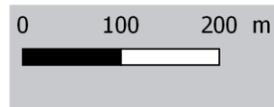


Illustration 31: Cartographie de l'occupation du sol sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT, Communauté de communes Portes de Meuse)

**Enjeux situés sur la zone d'étude
du PPRN de Savonnières-en-Perthois :**
Occupation du sol et bâtiments

-  Limites du secteur d'étude des aléas
-  Secteur non excavé
-  Réseau routier
- Occupation du sol**
-  Centre-bourg historique
-  Zones d'urbanisme récent
-  Zones de jardins
-  Zones naturelles
-  Zones agricoles
- Bâtiments**
-  Etablissements Recevant du Public (ERP)
 - 1 : Eglise
 - 2 : Mairie
 - 3 : Salle des Fêtes
 - 4 : Ecole
 - 5 : Préau
 - 6 : La Poste
-  Habitations individuelles
-  Annexes inhabitées
-  Equipement sportif
-  Activités et Commerces
-  Bâtiments agricoles
-  Autres



1:5 500

Fonds cadastral le 19/06/19

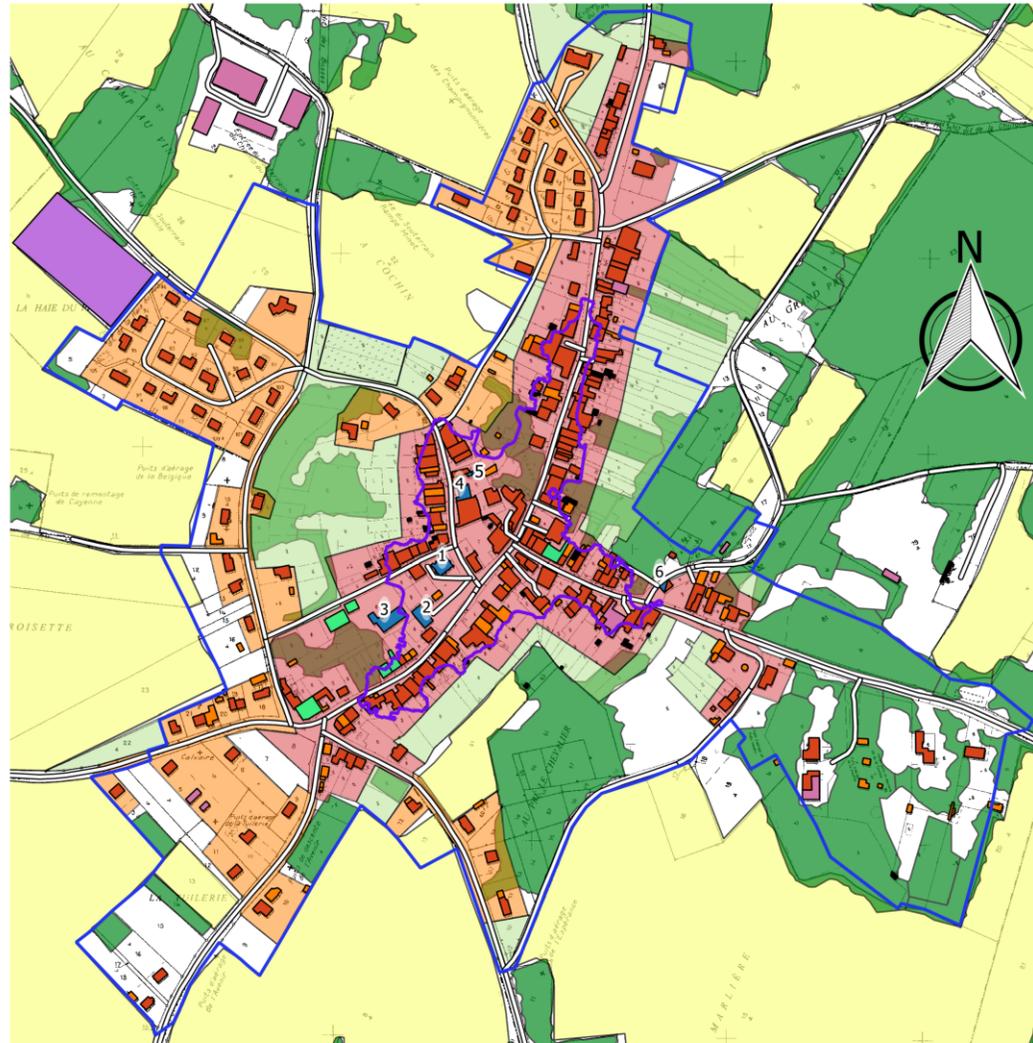


Illustration 32: Cartographie de l'occupation du sol sur le secteur d'étude des aléas de la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT, Communauté de communes Portes de Meuse)

IV.3 Les voies de communication

3 routes départementales, sous la responsabilité du Conseil Départemental, desservent la commune. La route départementale 25 traverse la commune et le centre-bourg, sur une longueur de 2,5 km, entre Aulnois et Juvigny. La route départementale 129 provenant de Cousances jusqu'au centre-bourg sur une longueur de 1,5 km, et la route 129C en direction de la Haute-Marne au Sud sont les deux autres axes de communication départementaux.

Les autres axes routiers du territoire sont communaux.

Des effondrements localisés peuvent se produire au niveau des routes. Il est donc important pour l'autorité départementale de gestion des routes de connaître les zones à risques pour mettre en place des modalités de gestion des risques sur les infrastructures.

IV.4 Les réseaux

Comme indiqué précédemment, la survenance d'un affaissement généralisé provoque une mise en pente du sol, créant des zones de dépression et des zones de compression. Ce phénomène peut provoquer des désordres pouvant aller jusqu'à la rupture des réseaux et canalisations.

Le réseau électrique

Deux réseaux aériens électriques sont répertoriés sur la commune. Un réseau aérien de transit à haute tension (63 kV) passe à l'extérieur de la zone d'étude. Et un réseau de desserte aérien de 20 kV et moins, qui se situe en partie sur la zone d'étude, dessert notamment les lotissements. Ces réseaux transportent l'électricité à partir des transformateurs électriques.

Il est à noter la présence de 4 transformateurs électriques sur la commune. Des réseaux de télécommunications enterrés sont aussi présents. La carte ci-après localise les principaux enjeux communaux concernant le réseau électrique et de télécommunications.

Les réseaux d'eau

Les réseaux de distribution d'eau potable et d'assainissement sont gérés par le Syndicat Intercommunal des quatre cantons. Les tracés de ces réseaux suivent les axes de communication de la commune, comme indiqué sur la carte ci-après.

Le réseau d'assainissement collectif est majoritairement unitaire : dans ce système de collecte, toutes les eaux (eaux usées et eaux pluviales) transitent par une seule et même canalisation et se mélangent.

Toutefois, les lotissements de la Haie des Prés et du Pâquis sont équipés de réseaux de collecte séparatifs des eaux usées. Le lotissement de la Haie des Prés dispose aussi d'un réseau de canalisation de collecte du pluvial, contrairement au lotissement du Pâquis.

Le réseau pluvial est géré par la commune. L'écoulement se fait vers le sud sur le secteur du Fromageon (hors zone d'étude), mais l'écoulement semble difficile à la limite du secteur d'étude En

effet, le réseau d'eaux pluviales au niveau du déversoir d'orage situé rue de Narcy semble bouché. C'est également le cas en dehors du lotissement de la Haie des Prés, soit en dehors de la zone d'étude, où le garage d'une habitation est régulièrement inondé lors d'évènements pluvieux importants.

Il est à noter que plusieurs maisons ne sont pas raccordées aux réseaux unitaires ou pluviaux collectifs.

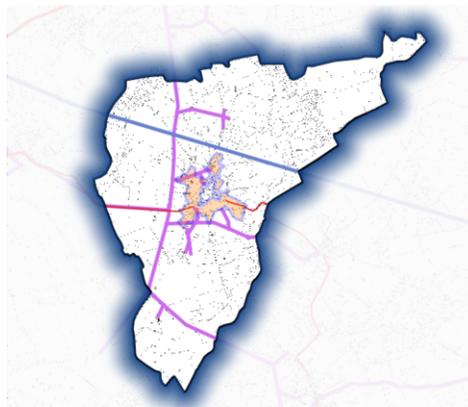
Les réseaux d'eau non collectifs pouvant fragiliser les cavités souterraines en raison de l'infiltration d'eau en profondeur, le PPRN interdit la mise en place de dispositif d'infiltration à la parcelle des eaux pluviales sur l'ensemble du territoire communal.

Le réseau de gaz à haute pression

Un réseau de transit de gaz à haute pression passe au Nord-Est de la commune, en dehors du secteur d'étude des aléas du PPRN.

**Enjeux situés sur la zone d'étude
du PPRN de
Savonnières-en-Perthois :
Réseaux électrique
et de télécommunications**

-  limite communale
-  Zonage du secteur d'étude du PPRN
- Réseau électrique
- Réseau électrique aérien
-  20 kV
-  63 kV
-  Transformateurs
-  réseaux enterrés de télécommunication



1:75 000

Fonds cadastral IGN le 16/07/19

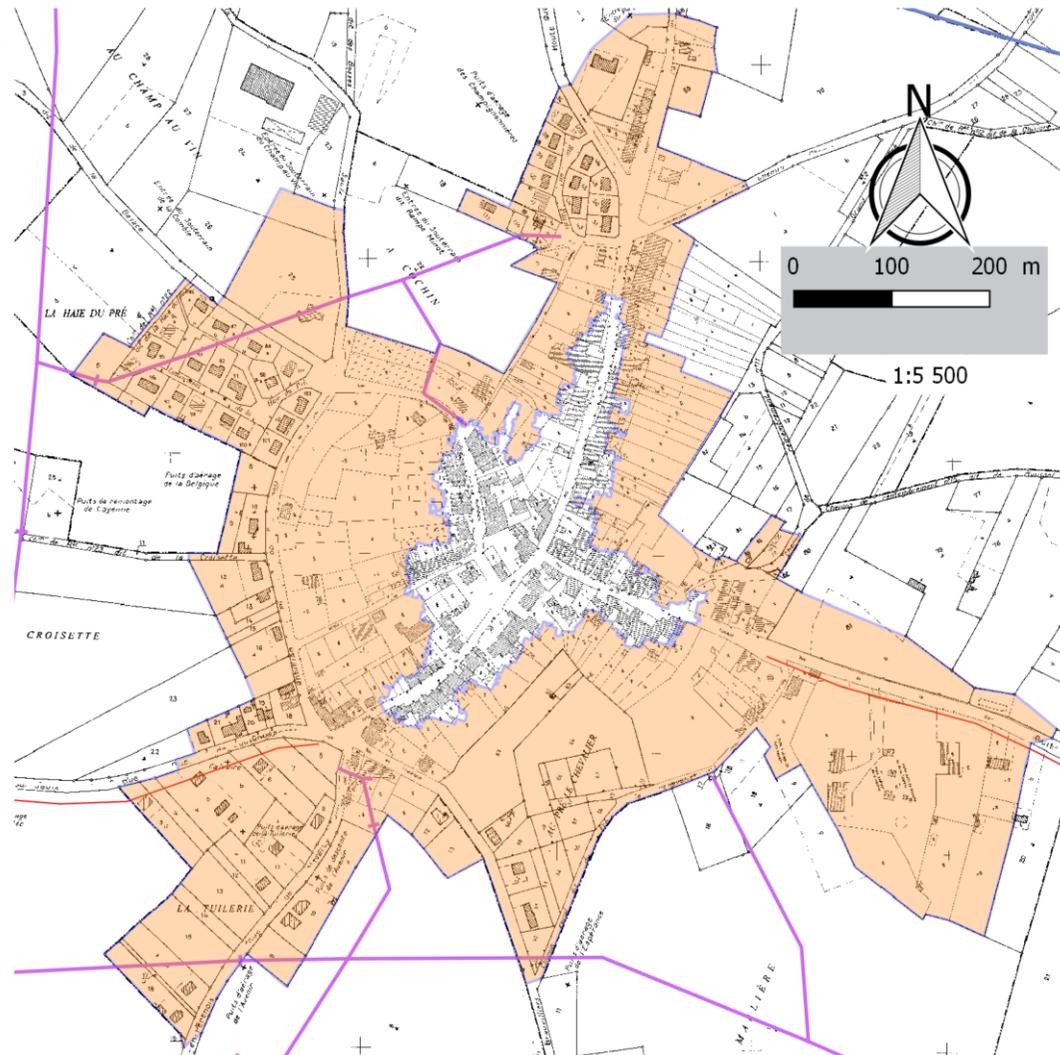


Illustration 33: Cartographie des réseaux électrique et de télécommunications sur la commune de Savonnières-en-Perthois (source des données : DDT)

**Enjeux situés sur la zone d'étude
du PPRN de
Savonnières-en-Perthois :
Réseaux d'eau potable
et d'assainissement**

limites de secteur d'étude du PPRN

Réseau d'eau potable

Réseau de distribution

Réseau pluvial

● Déversoirs d'orage

● Exutoires

réseau pluvial

Réseau d'eaux usées

● Station de pompage

réseau séparatif d'eaux usées

Réseau unitaire

Fonds cadastral IGN

Données DDT, SIVOM des 4 cantons

réalisée le 16/07/19

1:75 000

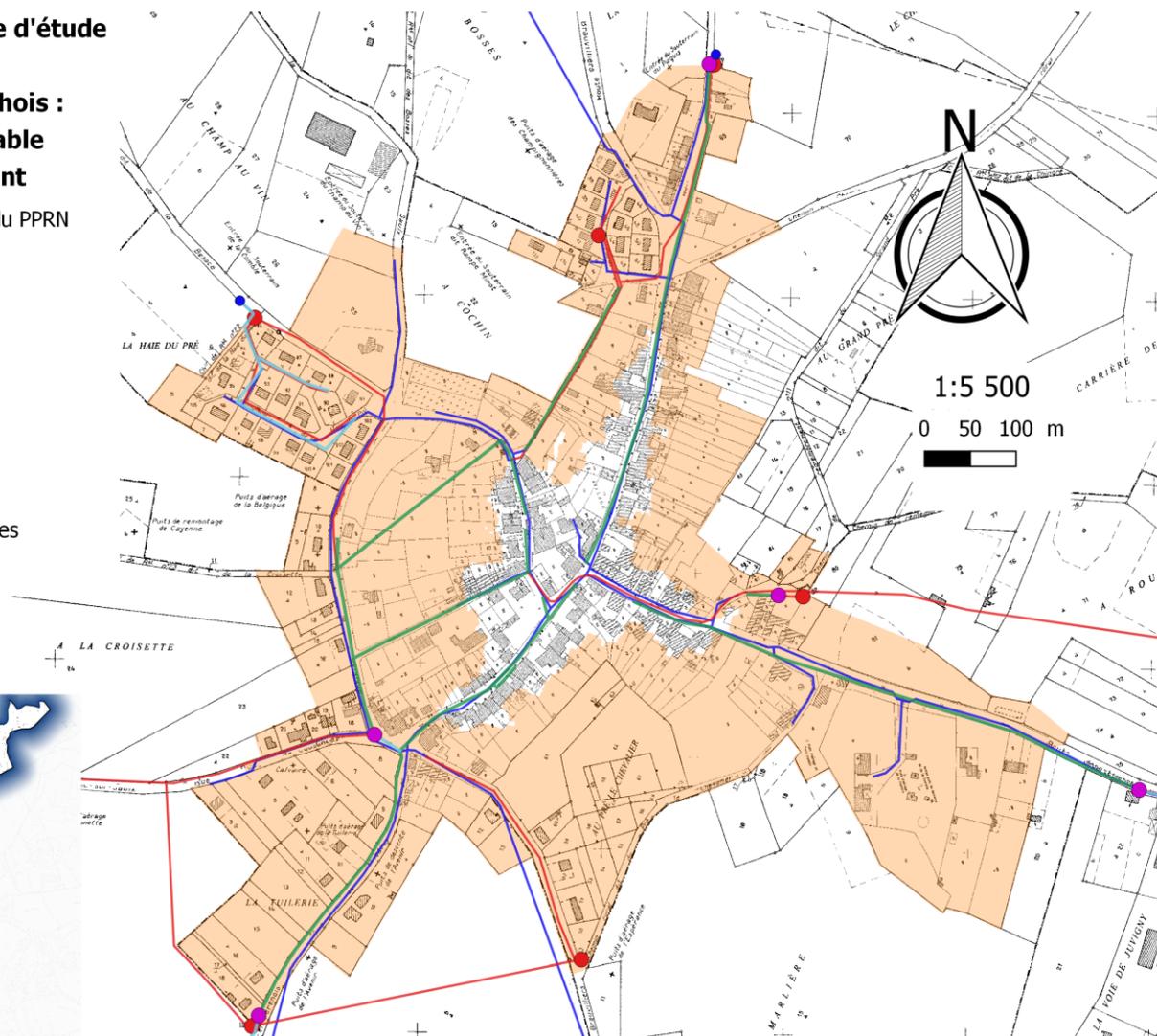
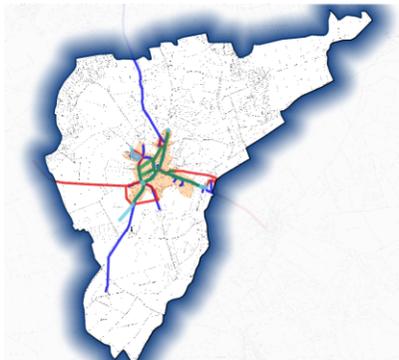


Illustration 34: Cartographie des réseaux d'eau potable et de collecte des eaux pluviales et usées sur la commune de Savonnières-en-Perthois (sources : DDT, SIVOM des quatre cantons)

Enjeux situés sur la zone d'étude
du PPRN de Savonnières-en-Perthois :
réseaux de gaz

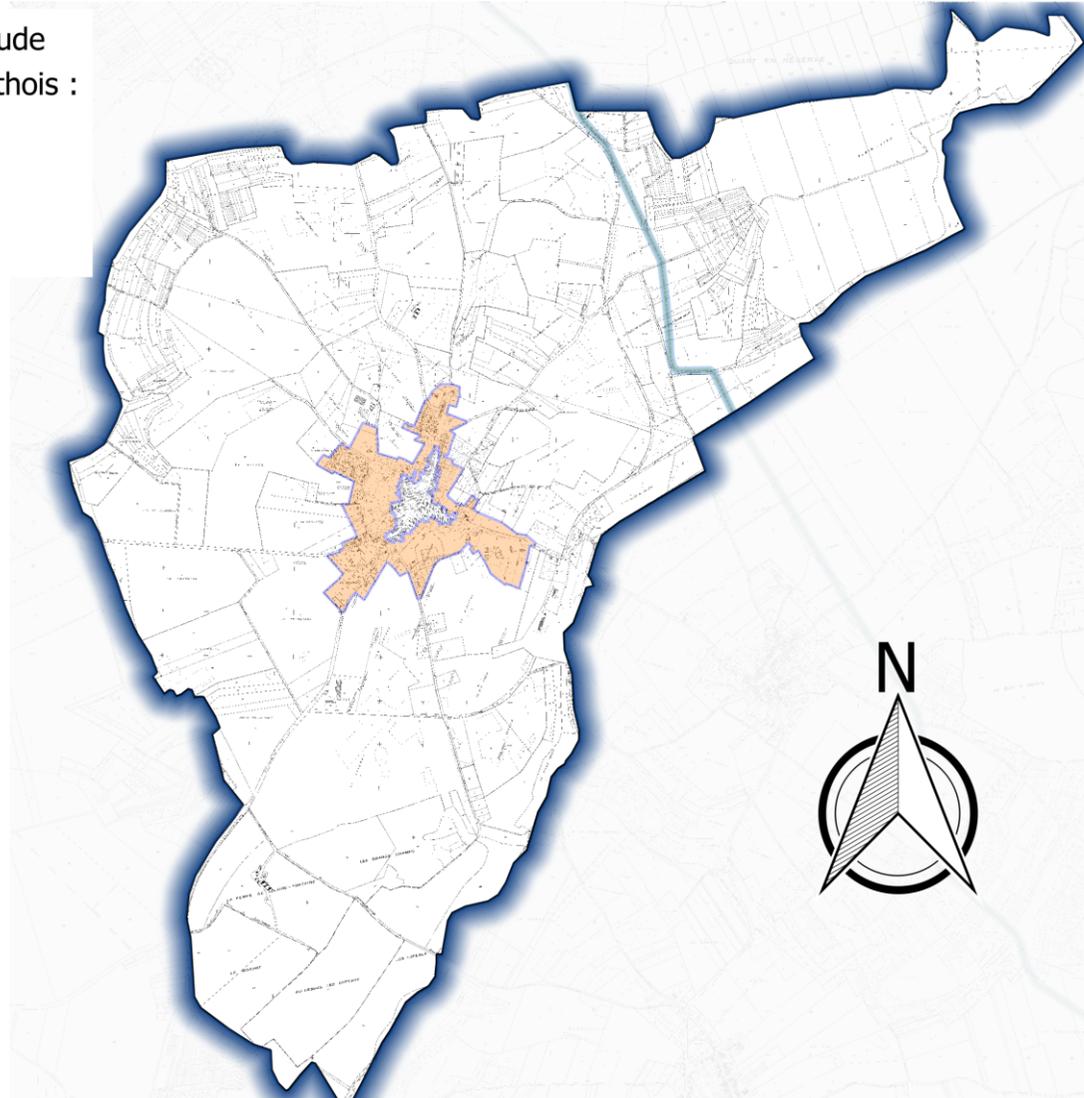
-  Zonage du secteur d'étude du PPRN
- Réseau de gaz
-  Canalisation

0 500 1000 m



1:25 000

Fond cadastral IGN le 20/03/2019



*Illustration 35: Emplacement du réseau de gaz à haute pression sur la commune de Savonnières-en-Perthois
(source des données : DDT)*

IV.4 Enjeux patrimoniaux

Situé sur le diverticule romain de Naix aux Forges au Chatelet, près de Fontaines sur Marne, Savonnières est habité dès l'antiquité¹⁴. Des fouilles ont permis la découverte d'une stèle sculptée d'un enfant ailé, ainsi que d'un sarcophage mérovingien.

Au-delà des carrières dont l'historique a fait l'objet précédemment d'une description précise, quelques bâtiments remarquables font ainsi partie du patrimoine communal. Ils sont pour la majorité construits en pierre de Savonnières.

Fondée en 1178, l'église Saint Maurice est détruite par un incendie lors de l'invasion des Suédois en 1344. Elle subit un nouvel incendie au 17^e siècle.

Les cloches trouvent dorénavant leur place dans le jardin du presbytère. Le presbytère actuel (ou la cure) a été construit en 1718.

La mairie a été construite au cours des années 1850.

Le monument aux morts est érigé en 1921 sur la place du village. Sur ce monument sont inscrits les noms des soldats morts pendant la guerre de 1914-1918 et pendant la guerre de 1939-1945.

D'autre part, la salle des fêtes est à l'origine l'ancienne chapelle, ou temple, du camp américain de *Trois fontaines*. Elle a été transportée et remontée à Savonnières-en-Perthois en juin 1968.

Enfin, le train a relié depuis 1880 jusqu'à 1960, les communes de Naix-aux-Forges et d'Ancerville. Le transport des voyageurs est assuré jusqu'en 1935. Les Allemands utilisèrent la voie pour transporter des munitions pendant la Seconde Guerre Mondiale. La voie de chemin de fer a été démantelée dans les années 1960.

De plus, les cavités souterraines en elles-mêmes renferment un patrimoine géologique, historique, biologique et artistique.

IV.5 Enjeux environnementaux

En matière de richesse environnementale, les carrières souterraines de la commune sont un habitat privilégié pour certaines espèces de chiroptères.

En effet, 15 des 22 espèces de chauve-souris répertoriées en Lorraine sont présentes en hivernage dans les carrières souterraines de la commune, dont 6 d'entre elles figurent sur la liste arrêtée le 16 novembre 2001 modifiée justifiant la désignation du site comme zone Natura 2000.

Le Petit Rhinolophe est l'une des chauves-souris les plus menacées d'Europe et son statut de conservation est jugé vulnérable en France. Les carrières de la région du Perthois accueillent pour cette espèce plus de 50 % de la population hibernante de Lorraine, et 3 % de la population hibernante française.

14 [Patrimoine historique de Savonnières-en-Perthois, Communauté de communes des Portes de Meuse](#)

Le site revêt également un intérêt régional pour le Vespertilion à oreilles échanquées, bien représenté avec 10 % de la population lorraine.

Au vu du suivi scientifique effectué vis-à-vis de ces espèces, et des connaissances obtenues depuis 2016, il s'avère que les cavités de Savonnières-en-Perthois sont :

- d'une importance nationale pour la conservation des chauves-souris selon la méthodologie nationale de hiérarchisation des sites ;
- le site le plus important au niveau régional pour plusieurs espèces : Vespertilion à oreilles échanquées (*Myotis emarginatus*), groupe des Oreillardes (*Plecotus auritus/Plecotus austriacus*), groupe des Vespertillons à museau noir (*Myotis mystacinus/Myotis brandtii*) ;
- certainement le site d'hibernation le plus important en termes d'effectifs pour le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) au niveau national, voire européen.

À ce titre, ce site des « carrières du Perthois » fait donc l'objet de plusieurs protections réglementaires listées ci-après :

- l'inscription au réseau écologique européen « Natura 2000 » en tant que Zone Spéciale de Conservation (ZSC), directive habitats ;
- la présence d'une Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1 et d'une ZNIEFF de type 2 ;
- la présence d'un Espace Naturel Sensible (ENS).

Le site Natura 2000 est pour l'heure constitué des points d'entrée des cavités souterraines, il est donc estimé à quelques hectares.

Toutefois, une note de la commission européenne en date du 03/10/2016 conclut que l'étendue à considérer pour l'application de l'arrêté portant création du site Natura 2000 « doit être considérée comme portant sur l'ensemble des cavités servant de gîte à chiroptère dont les points d'accès sont indiqués sur les cartes jointes à l'arrêté ».

Une procédure de modification du périmètre du site Natura 2000 est en cours, qui pourrait augmenter le périmètre du site de protection jusqu'à 1 800 ha, représentant alors l'intégralité physique des cavités et le secteur d'alimentation des chiroptères en surface.

Les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde prévues dans le règlement doivent donc être rendues compatibles avec la protection et la préservation de ces espèces protégées. Pour ce faire, le règlement du PPRN prescrit de mettre en place les mesures de confortement et de

V. Élaboration du règlement et du zonage réglementaire

V.1 Rappel du cadre réglementaire

L'article L. 562-1 du Code de l'environnement précise que les PPRN ont pour objet, en tant que de besoin :

1. de délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles, pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;
2. de délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions ;
3. de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones identifiées, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;
4. de définir, dans les zones identifiées, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le croisement des aléas et des enjeux permet d'élaborer le règlement du PPRN et le zonage réglementaire correspondant, tous deux pièces opposables aux tiers, définissant d'une part les interdictions et prescriptions concernant les projets nouveaux, et d'autre part prescrivant des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde pour les biens nouveaux et existants.

V.2 Principes réglementaires par zone

Dans le cadre réglementaire rappelé ci-dessus, les objectifs généraux des PPRN consistent en l'amélioration de la sécurité des personnes, ainsi que la limitation voire la réduction du coût des dommages, en prévenant les préjudices humains et les dommages susceptibles d'être générés par des mouvements de terrains dus aux cavités souterraines d'exploitation de pierre calcaire qui sous-cavent la commune.

Ainsi, trois objectifs de prévention sont identifiés qui guideront l'élaboration du règlement et du zonage réglementaire du PPRN de Savonnières-en-Perthois :

- éviter l'aggravation des risques en limitant la construction de nouveaux enjeux en zone d'aléas ;
- éviter l'aggravation des aléas ;
- protéger la population en mettant en œuvre des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde adaptés techniquement et soutenables financièrement.

Généralement, deux catégories de zones sont réglementées dans les PPRN cavités souterraines. Tout d'abord, les zones R, de couleur rouge, interdisent sauf exception toute urbanisation, afin d'éviter l'installation de nouveaux enjeux en zones d'aléas. Des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde sont également prescrites afin d'améliorer la sécurité des personnes et des biens existants, tout en respectant le principe de soutenabilité financière de ces mesures.

D'autre part, les zones B, de couleur bleue, sont constructibles sous conditions. Des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde peuvent également être prescrites. Les zones indirectement exposées aux aléas mais dont l'occupation du sol peut avoir un impact sur l'aggravation des aléas des zones voisines, font également l'objet de prescriptions.

Les mesures de protection, de prévention et de sauvegarde prescrites doivent être mises en œuvre dans un délai maximal de 5 ans après l'approbation du PPRN. Certaines de ces mesures sont susceptibles d'être financées partiellement par le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM, dit fonds Barnier).

Afin de définir ces zones pour le PPRN de Savonnières-en-Perthois auxquelles sera appliqué le règlement, et dans le respect des principes de prévention, les aléas et les enjeux étudiés ont ainsi été croisés selon la matrice suivante, en fonction du niveau d'aléas (effondrement localisé, affaissement généralisé, tassement résiduel) d'une part et de la nature des enjeux d'autre part :

Nature de l'aléa	Niveau d'aléas	Nature des enjeux		
		Secteur non urbanisé	Secteur urbanisé et urbanisable	
Effondrement localisé	Très fort Présence de puits	Sans objet	Zone Rouge R1	
	Très fort Absence de puits		Zone Rouge R2a	
	Fort		Zone Rouge R2b	
	Moyen		Zone Rouge R2c	
	Faible		Zone Rouge R2d	Zone Rouge R3
Affaissement généralisé	Fort		Zone Rouge R2	
	Moyen		Zone Rouge R2	
	Faible		Zone Rouge R2	Zone Rouge R3
Tassement résiduel	Faible		Zone Rouge R2	Zone Rouge R3
Zone centrale exempte d'aléas	Sans aléa		Zone Bleue B	
Hors zone d'étude	Niveau d'aléas indéterminé	Zone Rouge R4	Sans objet	

Illustration 37: Matrice de croisement des aléas et enjeux pour la définition du zonage réglementaire

La zone R3 se définit par la conjugaison des aléas faibles d'effondrement localisé **et** d'affaissement généralisé, comme résumé dans l'illustration 39. C'est pourquoi une zone concernée par un aléa faible d'effondrement localisé peut être située en zone rouge R2 ou R3 en fonction du niveau de l'aléa affaissement généralisé, et inversement.

Niveau de l'aléa effondrement localisé	Niveau de l'aléa affaissement généralisé		
	Faible	Moyen	Fort
Très fort (en l'absence de puits d'aération)	Zone Rouge R2a	Zone Rouge R2a	Zone Rouge R2a
Fort	Zone Rouge R2b	Zone Rouge R2b	Zone Rouge R2b
Moyen	Zone Rouge R2c	Zone Rouge R2c	Zone Rouge R2c
Faible	Zone Rouge R3	Zone Rouge R2d	Zone Rouge R2d

Illustration 38: Matrice de croisement des aléas, pour la définition des zones R2 et R3

Chaque type d'aléa (effondrement localisé, affaissement généralisé et tassement résiduel) a été caractérisé comme vu précédemment par son niveau, de faible à très fort. Il est à noter que l'aléa

tassement résiduel est systématiquement de niveau faible, comme justifié page 49 du rapport de présentation.

Les enjeux ont été catégorisés en deux familles principales, comme décrit et cartographié pages 58 à 60 du document : les secteurs urbanisés et urbanisables d'un côté, les secteurs non urbanisés de l'autre.

Ce croisement a permis de définir sept zones rouges et une zone bleue, dont les caractéristiques et prescriptions réglementaires sont précisées ci-après.

V.2.1 La zone rouge R1

La zone rouge R1, comprise dans le secteur urbanisé et donc dans le secteur d'étude des aléas, est concernée par un niveau très fort d'aléas d'effondrement localisé, lié à la présence d'anciens puits d'aéragage.

Au niveau des enjeux humains identifiés pour l'élaboration du PPRN, un hangar inhabité et une maison d'habitation sont présents dans cette zone. La maison d'habitation est située au-dessus du « puits de l'Amérique » et est donc concernée par un aléa très fort d'effondrement localisé et brutal.

Règles d'urbanisme

Cette zone rouge est couverte par un niveau d'aléas (très fort et de déclenchement brutal dû au phénomène de rupture de tête de puits) tel que la mise en œuvre de mesures de protection adaptées est indispensable pour la sécurisation des personnes et des biens. Cette sécurisation nécessite en général des investissements coûteux presque impossibles à supporter par des particuliers et difficilement gérables par une collectivité.

Le principe retenu pour les projets d'urbanisme est donc l'interdiction de toutes installations, travaux, constructions et nouvelles occupations du sol, sauf exceptions précisées dans le règlement qui concernent en particulier des mesures de réduction de vulnérabilité.

Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Des mesures de comblement des puits correspondants et de protection sont prescrites pour les enjeux humains, afin d'assurer la mise en sécurité des personnes et des biens au regard du niveau d'aléas identifiés dans cette zone.

Dans l'attente du traitement du risque par suppression de l'aléa (comblement du puits) ou de l'enjeu humain (acquisition amiable du bien), une surveillance annuelle par inspection visuelle et une fois tous les deux ans par inspection vidéo sont également prescrites, ainsi qu'à la suite de tout évènement d'effondrement.

Il faut noter que les carrières souterraines peuvent être un lieu d'hivernage pour certaines espèces protégées de chiroptères, comme précisé dans la section du document sur les enjeux environnementaux. À ce titre, la mise en œuvre des mesures prescrites, de comblement et de surveillance, devra éviter les périodes d'hivernage des espèces protégées de chiroptères identifiées.

La période d'interdiction de cette mise en œuvre est donc de début novembre à fin mars, sauf cas d'urgence mettant en jeu la sécurité des personnes et des biens.

D'autre part, le maintien et l'entretien des couverts végétalisés¹⁵ des galeries d'accès aux carrières est rendu obligatoire sous maîtrise d'ouvrage des propriétaires sur leurs propriétés respectives, et de la commune sur le domaine public, en conservant le système racinaire superficiel existant. En effet, cet entretien permet de réduire l'aléa de déstabilisation et d'éboulement des entrées de cavage, décrit page 33 du rapport.

De même, l'entretien de la végétation à proximité des puits d'aéragé identifiés est rendu obligatoire, sous maîtrise d'ouvrage des propriétaires sur leurs propriétés respectives et de la commune sur le domaine public. En effet, le mauvais entretien des puits et la prolifération de matière végétale peuvent fragiliser leur structure et aggraver l'aléa d'effondrement par rupture de tête de puits.

En outre, il est interdit de modifier ou de dégrader la structure des cavités souterraines au fond, afin de ne pas aggraver les risques d'effondrement ou d'affaissement en surface.

Enfin, les infiltrations d'eau dans les cavités pouvant aggraver l'aléa, toute infiltration des réseaux d'eau (distribution d'eau potable, assainissement et eaux pluviales) est interdite. Des prescriptions spécifiques sont précisées aux gestionnaires de ces réseaux, dans l'objectif de non aggravation des aléas.

Les gestionnaires d'autres réseaux (réseaux routiers, communications, électricité et gaz) doivent également prendre leurs dispositions afin d'éviter un endommagement de ces réseaux en cas de survenance d'un effondrement ou d'un affaissement.

V.2.2 La zone rouge R2

La zone rouge R2, comprise dans le secteur urbanisé et donc dans le secteur d'étude des aléas, est concernée par un niveau d'aléas d'effondrement localisé de faible à très fort (sans puits d'aéragé), ainsi que par un niveau d'aléas d'affaissement généralisé de moyen à fort.

Règles d'urbanisme

Cette zone rouge est couverte par un niveau d'aléas tel que la mise en œuvre de mesures de protection conséquentes est indispensable pour la sécurisation des personnes et des biens. Cette sécurisation nécessite en général des investissements coûteux presque impossibles à supporter par des particuliers et difficilement gérables par une collectivité.

Le principe retenu pour les projets d'urbanisme est donc l'interdiction de toutes installations, travaux, constructions et nouvelles occupations du sol, sauf exceptions précisées dans le règlement qui concernent en particulier des mesures de réduction de vulnérabilité.

15 Couverts végétalisés : ensemble de végétaux recouvrant le sol de manière permanente ou temporaire.

Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Le maintien et l'entretien des couverts végétalisés des galeries d'accès aux carrières est rendu obligatoire sous maîtrise d'ouvrage des propriétaires sur leurs propriétés respectives, et de la commune sur le domaine public, en conservant le système racinaire superficiel existant. En effet, cet entretien permet de réduire l'aléa de déstabilisation et d'éboulement des entrées de cavage, décrit page 33 du rapport.

En outre, il est interdit de modifier ou de dégrader la structure des cavités souterraines au fond, afin de ne pas aggraver les risques d'effondrement ou d'affaissement en surface.

Les infiltrations d'eau dans les cavités pouvant aggraver l'aléa, toute infiltration des réseaux d'eau (distribution d'eau potable, assainissement et eaux pluviales) est interdite. Des prescriptions spécifiques sont précisées aux gestionnaires de ces réseaux, dans l'objectif de non aggravation des aléas.

Les gestionnaires d'autres réseaux (réseaux routiers, communications, électricité et gaz) doivent également prendre leurs dispositions afin d'éviter un endommagement de ces réseaux en cas de survenance d'un effondrement ou d'un affaissement.

Enfin, considérant le coût financier de mesures de confortement si elles devaient être prescrites sur l'ensemble de cette zone, sont uniquement prescrites des mesures de surveillance à proximité des enjeux humains (habitations, bâtiments d'activités avec enjeux, Établissements Recevant du Public), afin de connaître l'évolution des aléas, d'anticiper leur aggravation et d'optimiser la gestion de crise le cas échéant.

La surveillance des zones d'affaissement généralisé est rendue obligatoire tous les 5 ans quel que soit le niveau d'aléas, et à la suite d'un affaissement constaté, les affaissements étant de nature progressive. Cette surveillance pourra se faire en surface avec le suivi des mouvements topographiques du sol, à l'aide de systèmes de repères de nivellement positionnés sur les façades des bâtiments ou sur les trottoirs.

Concernant l'aléa effondrement localisé, en raison notamment de sa nature brutale, la fréquence obligatoire de la surveillance de cet aléa diffère en fonction du niveau d'aléas. C'est pourquoi la zone rouge R2 a été divisée en 4 sous-zones (R2a, R2b, R2c et R2d) dont les prescriptions sont identiques à l'exception de la mise en œuvre des mesures de surveillance de l'aléa effondrement localisé, comme décrit ci-après :

Dénomination de la zone	Niveau de l'aléa effondrement localisé	Fréquence de surveillance au fond des carrières
Zone R2a	Très fort (en l'absence de puits d'aéragé)	Une fois par an
Zone R2b	Fort	Une fois tous les deux ans
Zone R2c	Moyen	Une fois tous les 5 ans
Zone R2d	Faible	Une fois tous les 10 ans

Le règlement précise les modalités de la surveillance prescrite pour chaque type de zone.

Il faut noter que les carrières souterraines peuvent être un lieu d'hivernage pour certaines espèces protégées de chiroptères, comme précisé dans la section du document sur les enjeux environnementaux. À ce titre, la mise en œuvre des mesures de confortement prescrites devra éviter les périodes d'hivernage des espèces protégées de chiroptères identifiées. La période d'interdiction de cette mise en œuvre est donc de début novembre à fin mars, sauf cas d'urgence mettant en jeu la sécurité des personnes et des biens.

V.2.3 La zone rouge R3

La zone rouge R3, comprise dans le secteur urbanisé et donc dans le secteur d'étude des aléas, est concernée par un niveau d'aléa d'effondrement localisé **faible**, et par un niveau d'aléa d'affaissement généralisé **faible**.

Règles d'urbanisme

Bien que le niveau d'aléas soit faible dans cette zone, l'état actuel des connaissances ne permet pas d'autoriser l'urbanisation de ce secteur. En effet, l'autorisation de projets d'urbanisme supposerait que ces projets respectent des prescriptions constructives afin de se prémunir des aléas de niveau faible d'effondrement et d'affaissement et ainsi de garantir la sécurité des personnes et des biens. Or, les possibilités techniques et la supportabilité financière de ces prescriptions constructives pour une collectivité et a fortiori pour un particulier, sont pour l'heure inconnues.

En parallèle de la procédure d'élaboration du PPRN, la définition de ces mesures de constructibilité fait l'objet d'une étude menée par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Au terme de cette étude, les nouvelles connaissances recueillies permettront alors d'engager le cas échéant une procédure de révision du PPRN.

Dans le présent PPRN, le principe retenu pour les projets d'urbanisme est donc l'interdiction de toutes installations, travaux, constructions et nouvelles occupations du sol, sauf exceptions précisées dans le règlement qui concernent en particulier des mesures de réduction de vulnérabilité.

Par exception et en raison du niveau faible des aléas dans cette zone, sont également autorisés sous conditions les travaux de réhabilitation ou de démolition et reconstruction d'infrastructures nécessaires au fonctionnement des services publics. Les conditions de mise en œuvre de ces projets consistent notamment en la réalisation d'une étude d'impact du projet sur la stabilité des carrières, et en la mise en œuvre de mesures nécessaires à la sécurité des personnes et des biens.

Les extensions de bâtiments existants sont autorisées sous conditions. Ces extensions ne doivent pas faire l'objet d'une création d'un nouveau logement, elles doivent se limiter à une surface de plancher de 20 m² et les structures porteuses du bâtiment ne doivent pas être modifiées afin de ne pas aggraver l'aléa ou d'exposer de nouveaux enjeux au risque.

Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Le maintien et l'entretien des couverts végétalisés des galeries d'accès aux carrières est rendu obligatoire sous maîtrise d'ouvrage des propriétaires sur leurs propriétés respectives, et de la commune sur le domaine public, en conservant le système racinaire superficiel existant. En effet, cet entretien permet de réduire l'aléa de déstabilisation et d'éboulement des entrées de cavage, décrit page 33 du rapport.

En outre, il est interdit de modifier ou de dégrader la structure des cavités souterraines au fond, afin de ne pas aggraver les risques d'effondrement ou d'affaissement en surface.

Les infiltrations d'eau dans les cavités pouvant aggraver l'aléa, toute infiltration des réseaux d'eau (distribution d'eau potable, assainissement et eaux pluviales) est interdite. Des prescriptions spécifiques sont précisées aux gestionnaires de ces réseaux, dans l'objectif de non aggravation des aléas.

Les gestionnaires d'autres réseaux (réseaux routiers, communications, électricité et gaz) doivent également prendre leurs dispositions afin d'éviter un endommagement de ces réseaux en cas de survenance d'un effondrement ou d'un affaissement.

Enfin, étant donné le coût financier de mesures de confortement si elles devaient être prescrites sur l'ensemble de cette zone, sont uniquement prescrites à proximité des enjeux humains (habitations, bâtiments d'activités avec enjeux, Établissements Recevant du Public), des mesures de surveillance afin de connaître l'évolution des aléas, d'anticiper leur aggravation et d'optimiser la gestion de crise le cas échéant.

La surveillance des zones d'affaissement généralisé, de niveau faible dans cette zone, est rendue obligatoire tous les 5 ans, et à la suite d'un affaissement constaté, les affaissements étant de nature progressive. Cette surveillance pourra se faire en surface avec le suivi des mouvements topographiques du sol, à l'aide de systèmes de repères de nivellement positionnés sur les façades des bâtiments ou sur les trottoirs.

La surveillance des zones d'effondrement localisé, de faible niveau dans cette zone, est rendue obligatoire une fois tous les 10 ans.

Le règlement précise les modalités de la surveillance prescrite pour cette zone.

Il faut noter que les carrières souterraines peuvent être un lieu d'hivernage pour certaines espèces protégées de chiroptères, comme précisé dans la section du document sur les enjeux environnementaux. À ce titre, la mise en œuvre des mesures de confortement prescrites devra éviter les périodes d'hivernage des espèces protégées de chiroptères identifiées. La période d'interdiction de cette mise en œuvre est donc de début novembre à fin mars, sauf cas d'urgence mettant en jeu la sécurité des personnes et des biens.

V.2.4 La zone rouge R4

La zone rouge R4, constituée de zones naturelles et agricoles, se situe hors des secteurs urbanisés et urbanisables. À ce titre, et comme expliqué précédemment, cette zone qui concerne l'ensemble du territoire communal hors du secteur d'étude des aléas, n'a pas fait l'objet d'une évaluation détaillée ni d'une cartographie du niveau des aléas.

Toutefois, et comme précisé en première partie de ce rapport, les archives départementales et les différentes sources sur l'existence de carrières, relatent la présence de carrières au-delà du secteur d'étude des aléas, dont les contours et l'état de stabilité n'ont pas été déterminés précisément.

Règles d'urbanisme

Par application du principe de précaution et en raison de la nature non urbanisée de cette zone, le principe retenu pour les projets d'urbanisme est l'interdiction de toutes installations, travaux, constructions et nouvelles occupations du sol, sauf exceptions précisées dans le règlement qui concernent en particulier des mesures de réduction de vulnérabilité.

Sont également autorisées sous conditions les extensions de bâtiments existants. Ces extensions ne doivent pas faire l'objet d'une création d'un nouveau logement, elles doivent se limiter à une surface de plancher de 20 m² et les structures porteuses du bâtiment ne doivent pas être modifiées afin de ne pas aggraver l'aléa ou d'exposer de nouveaux enjeux au risque.

Par exception, sont admises sous conditions les constructions et extensions d'installations sans occupation humaine permanente, nécessaires au maintien d'activités économiques sur le territoire, comme les installations agricoles et forestières.

Pour autoriser ces créations ou extensions, il sera notamment nécessaire de démontrer l'absence de cavités souterraines dans un rayon de 30 m à l'aplomb du projet, ou si des cavités sont présentes, l'absence d'aléas sur les enjeux en surface.

Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Le maintien et l'entretien des couverts végétalisés des galeries d'accès aux carrières est rendu obligatoire sous maîtrise d'ouvrage des propriétaires sur leurs propriétés respectives, et de la commune sur le domaine public, en conservant le système racinaire superficiel existant. En effet, cet entretien permet de réduire l'aléa de déstabilisation et d'éboulement des entrées de cavage, décrit page 33 du rapport.

En outre, il est interdit de modifier ou de dégrader la structure des éventuelles cavités souterraines au fond, afin de ne pas aggraver les risques d'effondrement ou d'affaissement en surface.

Les infiltrations d'eau dans les cavités pouvant aggraver l'aléa, toute infiltration des réseaux d'eau (distribution d'eau potable, assainissement et eaux pluviales) est interdite. Des prescriptions spécifiques sont précisées aux gestionnaires de ces réseaux, dans l'objectif de non aggravation des aléas.

Les gestionnaires d'autres réseaux (réseaux routiers, communications, électricité et gaz) doivent également prendre leurs dispositions afin d'éviter un endommagement de ces réseaux en cas de survenance d'un effondrement ou d'un affaissement.

V.2.5 La zone bleue B

La zone bleue B, zone centrale urbanisée principalement constituée du centre-bourg historique, est protégée de tout aléa du fait de l'absence d'excavation. Elle est toutefois réglementée par le PPRN, car ses usages peuvent aggraver indirectement les aléas des zones voisines exposées aux cavités souterraines.

Toutes les constructions, installations, travaux et occupation du sol sont autorisées au titre du PPRN, en raison de l'absence d'aléa.

Par exception, et pour respecter l'objectif de non aggravation des aléas sur les zones voisines, sont interdits l'installation et l'usage de piscines creusées, ainsi que l'installation et l'usage de réseaux d'eau fonctionnant par infiltration.

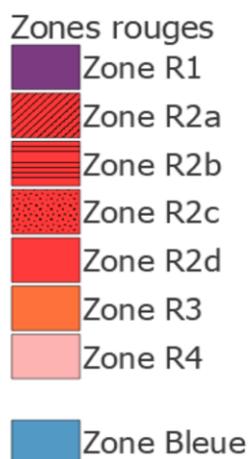
Dans le même objectif, toute infiltration des réseaux d'eau est interdite, et un raccordement aux réseaux collectifs est rendu obligatoire.

V.3 Élaboration du zonage réglementaire

À partir des principes réglementaires décrits ci-dessus pour chaque zone, le plan de zonage réglementaire associé au règlement a été élaboré, et décliné à deux échelles pour un objectif de lisibilité.

Le plan de zonage réglementaire se lit donc d'une part à l'échelle 1/10 000^e, montrant le zonage sur l'ensemble du territoire communal, sur le fond de carte SCAN 25 de l'IGN, en format A1.

Il se lit d'autre part à l'échelle 1/2 000^e, avec un zoom opéré sur le secteur d'étude des aléas, sur le fond parcellaire cadastral au format A1.



*Illustration 39:
Légende du zonage
réglementaire*

VI. Évaluation environnementale

Conformément à l'article R.122-17-II du Code de l'environnement, les PPRN pris en application de l'article L. 562-1 du Code de l'environnement, peuvent faire l'objet d'une évaluation environnementale.

À ce titre, l'Autorité Environnementale du Commissariat Général à l'Environnement et au Développement Durable (CGEDD) a été saisie le 27 mai 2019 dans le cadre d'une procédure de cas par cas afin de statuer sur la nécessité ou non de réaliser une évaluation environnementale.

Le 24 juillet 2019, le CGEDD a informé la Direction Départementale des Territoires et la Préfecture de la Meuse, maîtres d'ouvrage du projet, de sa décision de ne pas soumettre le projet de PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois à la réalisation d'une évaluation environnementale.

En effet, le CGEDD a statué sur l'absence d'incidence notable prévisible du PPRN eu égard aux enjeux environnementaux du territoire communal décrits pages 66 à 68 du présent rapport, et inventoriés notamment par les Zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF), dans la mesure où :

- les mesures de comblement et de surveillance prescrites par le règlement seront mises en œuvre en dehors des périodes d'hivernage des espèces de chiroptères identifiées ;
- le PPRN envisage comme seuls travaux de confortement le comblement d'ouvrages de puits où des enjeux humains sont concernés, qui seront ponctuels et circonscrits au périmètre des puits.

Le 18 novembre 2019, le CGEDD a confirmé sa décision de ne pas soumettre le projet de PPRN à la réalisation d'une évaluation environnementale.

VII. Bilan de la concertation et de la consultation

VII.1 Association et concertation

L'élaboration du PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois a fait l'objet d'une association et d'une concertation constantes des acteurs concernés par le projet, en particulier la commune de Savonnières-en-Perthois, la Communauté de communes des Portes de Meuse et les citoyens.

Cette concertation s'est en particulier manifestée par l'organisation de réunions à destination des élus d'une part, et de la population d'autre part, à chaque étape de l'élaboration du projet de PPRN.

Tout d'abord, les résultats des études d'aléas et le lancement de la démarche du PPRN ont été présentés aux élus le 16 février 2018, et en réunion publique le 16 mars 2018, animée par la Secrétaire Générale de la Préfecture de la Meuse. À cette occasion, les cartes d'aléas ont fait l'objet d'un affichage en mairie afin d'en informer l'ensemble de la population.

Puis, le projet global de PPRN, comprenant les règles d'urbanisme et les mesures de prévention, a été présenté à son tour aux élus les 26 février 2019 et 14 juin 2019, ainsi qu'aux habitants de la commune le 28 juin 2019 en réunion publique, animée à nouveau par le Secrétaire Général de la Préfecture.

Suite à cette réunion publique, la carte du projet de zonage réglementaire a été transmise en grand format à la commune pour affichage.

VII.2 Consultation officielle

Le 19 août 2019, le projet de PPRN a été envoyé pour consultation réglementaire, en application de l'article R. 562-7 du Code de l'environnement et de l'arrêté préfectoral n°2008-2960 du 8 décembre 2008 prescrivant l'élaboration du PPRN, aux collectivités et organismes suivants :

- la Commune de Savonnières-en-Perthois ;
- la Communauté de Communes des Portes de Meuse ;
- la Chambre d'agriculture de la Meuse ;
- le Centre régional de la propriété forestière ;
- la Chambre de commerce et d'industrie de la Meuse ;
- la Chambre des métiers et de l'artisanat de la Meuse ;
- le Conseil départemental de la Meuse ;
- le SIVOM des Quatre cantons ;
- les gestionnaires de réseaux : ENEDIS, RTE, GRDF et GRT Gaz ;
- l'Association Spéléologique de Haute-Marne ;
- le Groupe d'Études et de Recherches Spéléologiques Meusien ;
- le Comité Départemental de Spéléologie de la Meuse ;
- la Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères (CPEPESC).

Les collectivités et organismes suivants ont émis un avis dans les délais impartis :

- le Conseil municipal de la commune de Savonnières-en-Perthois dont les remarques ont été prises en compte ;
- la Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères (CPEPESC) de Lorraine dont les remarques ont également été prises en compte ;
- le Conseil départemental de la Meuse, qui a émis un avis favorable ;
- l'Association Spéléologique de Haute-Marne, qui a émis un avis favorable.

Les avis suivants ont été réputés favorables :

- la Communauté de Communes des Portes de Meuse ;
- la Chambre d'agriculture de la Meuse ;
- le Centre régional de la propriété forestière ;
- la Chambre de commerce et d'industrie de la Meuse ;
- la Chambre des métiers et de l'artisanat de la Meuse ;
- le SIVOM des Quatre cantons ;
- les gestionnaires de réseaux : ENEDIS, RTE, GRDF et GRT Gaz ;
- le Groupe d'Études et de Recherches Spéléologiques Meusien ;
- le Comité Départemental de Spéléologie de la Meuse.

La consultation a donc été close au 21 octobre 2019, et a fait l'objet d'un rapport de consultation.

VII.3 Enquête publique

Après consultation officielle des acteurs intéressés par le projet de PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois, ce dernier a été soumis à enquête publique, du lundi 27 janvier 2020 au vendredi 28 février 2020 inclus, conformément à l'arrêté préfectoral n°2019-3059 du 23 décembre 2019 portant ouverture de l'enquête publique. Cette enquête publique a fait l'objet des mesures de publicité et d'affichages prévues par l'arrêté.

Monsieur Serge BROGGINI a été désigné commissaire-enquêteur de cette enquête publique suite à la décision n°19-142 CE du 16 décembre 2019 prise par le Tribunal administratif de Nancy.

Au cours de la période d'enquête publique, le commissaire enquêteur a reçu 12 visites et enregistré 1 remarque écrite et 6 courriers. Il a rencontré le Maire de Savonnières-en-Perthois ainsi que le porteur du projet de PPRN.

Le commissaire-enquêteur a transmis son procès-verbal de synthèse de l'enquête publique à la Préfecture le 03 mars 2020.

Conformément à l'ordonnance n°2020-306 du 25 mars 2020 relative à la prorogation des délais échus pendant la période d'urgence sanitaire et à l'adaptation des procédures pendant cette même période, s'appliquant entre le 12 mars et le 23 juin 2020, le délai de 15 jours échu au porteur de projet pour produire ses observations suite à ce procès-verbal a été repoussé jusqu'au 30 juin 2020.

Ainsi, le Service Environnement de la DDT a rendu son rapport en réponse à l'enquête publique au commissaire enquêteur le 30 juin 2020.

Enfin, le commissaire-enquêteur a rendu son rapport d'enquête publique le 15 juillet 2020, dans lequel il émet un **avis favorable** au projet de Plan de Prévention des Risques Naturels cavités souterraines sur la commune de Savonnières-en-Perthois.

VIII. Conclusion et perspectives

En parallèle de l'approbation et de la mise en œuvre du PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois, afin d'approfondir les connaissances sur la nature des risques de mouvements de terrain sur la commune de Savonnières-en-Perthois, deux études complémentaires seront menées.

L'une d'entre elles, dont la maîtrise d'œuvre est assurée par le BRGM, a pour but d'établir grâce à des méthodes géophysiques, un modèle prédictif d'évolution des cloches de fontis, afin de mieux évaluer l'imminence des aléas d'effondrements localisés. À l'avenir, ces résultats pourront être utilisés afin de caractériser plus précisément le niveau de l'aléa d'effondrement localisé, et donc de prioriser en fonction des zones exposées les mesures éventuelles de confortement.

L'autre étude, sous maîtrise d'œuvre du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), a pour objectif de définir les possibilités techniques et économiques de mise en œuvre de méthodes constructives pour des bâtiments neufs permettant de résister à des aléas d'effondrement localisé et d'affaissement généralisé tels que ceux rencontrés sur la commune de Savonnières-en-Perthois, en particulier dans les zones d'aléas faibles.

En fonction des résultats de cette étude, le PPRN pourrait à l'avenir être révisé pour prendre en compte, le cas échéant, les méthodes permettant de construire en garantissant la sécurité des occupants.

Compte tenu de l'évolution constante des connaissances sur la nature des aléas mouvement de terrain liés aux cavités souterraines, le PPRN cavités souterraines de Savonnières-en-Perthois pourra être modifié ou révisé s'il apparaît une aggravation de l'état des cavités souterraines, après le déclenchement d'un phénomène, si des travaux importants supprimant l'aléa sont réalisés, ou encore si l'état des connaissances sur les aléas ou les méthodes de réduction de vulnérabilité avance significativement.

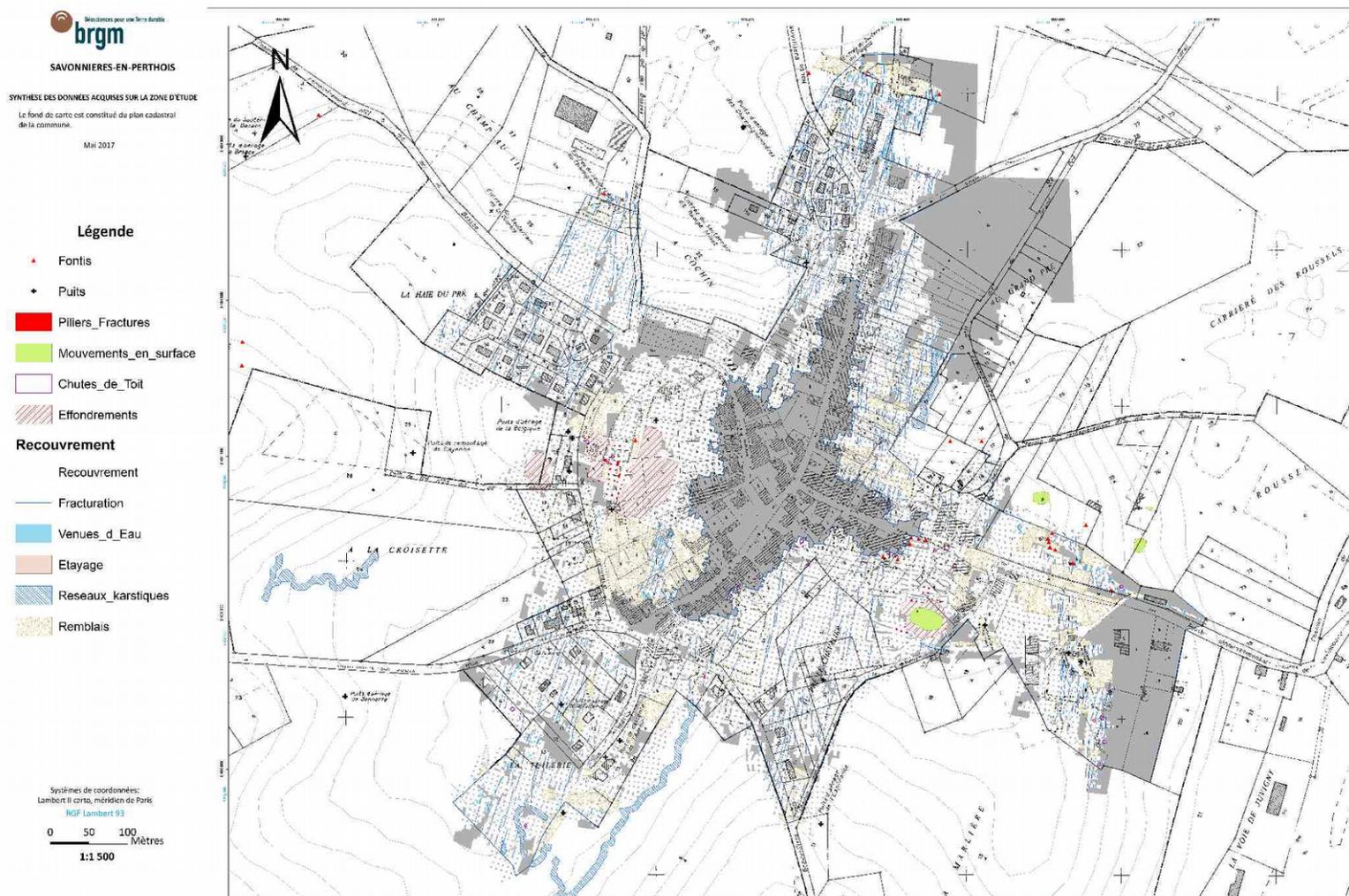
Les procédures de modification et de révision du PPRN sont régies par l'article L. 562-4-1 du Code de l'Environnement.

Annexe n°1 : Les évènements historiques d'effondrements répertoriés sur la commune de Savonnières-en-Perthois

Secteur	Date	Description	Géométrie fond/jour	Cause probable / origine supposée
Belgique	1874	Effondrement généralisé + localisé (puits) Rupture des maçonneries du puits, rupture des piliers au niveau du puisard, sans certitude	Superficie de 300m ² dans les écrits et 1 000 m ² sur site. Légère cuvette difficilement visible en surface dans un champ labouré	Mauvais dimensionnement des travaux
Salle des fêtes	Inconnue	Effondrement généralisé : Rupture des piliers et foisonnement des terrains de recouvrement Le remblaiement important du secteur limite les conséquences de cet effondrement	Deux effondrements, l'un de 1 000m ² , l'autre de 5 000 m ² et un puits effondré. Les conséquences en surface ne sont pas visibles	Rupture des piliers sous la charge suite au mauvais dimensionnement des galeries (taux de défruitement trop important)
Carrière Roussel	21/22 mars 1886	Effondrement localisé par chute du ciel à proximité du versant, les chambres et piliers donnent désormais directement au jour. Survenue brutale.	Hors secteur	La nature des dégâts observés par les ingénieurs des mines de l'époque suggèrent que l'effondrement est la conséquence de l'alternance gel/dégel dans un secteur présentant d'importantes venues d'eau
Entrée de la Besace	Inconnue	Effondrement localisé par chute du ciel. Éboulement de la galerie d'accès aux souterrains. Effondrement des cavages en place	Hors secteur	Calcaire altéré à proximité du versant, galeries mal dimensionnées (taux de défruitement trop important) et probables venues d'eau (altération de la roche et gélifraction)
Entrée de la Sonnette	Inconnue	Effondrement localisé par chute du ciel. Éboulement de la galerie d'accès aux souterrains. Effondrement des cavages en place	Hors secteur	Calcaire altéré à proximité du versant, galeries mal dimensionnées (taux de défruitement trop important) et probables venues d'eau (altération de

				la roche et gélifraction)
Auvions (1)	1886	Effondrement généralisé par Rupture des piliers et foisonnement des terrains de recouvrement	Emprise de 4 piliers d'après les écrits	Rupture des piliers sous la charge suite au mauvais dimensionnement des galeries (taux de défruitement trop important)
Auvions (2)	Fin de l'occupation allemande ?	Effondrement généralisé par Rupture des piliers et foisonnement des terrains de recouvrement. Volume des débris estimé à 12 000m ³	Emprise de 2 800m ² environ en profondeur et de 600 m ² en surface formant une cuvette d'environ 2 m au de hauteur au maximum de l'affaissement.	Rupture des piliers sous la charge suite au mauvais dimensionnement des galeries (taux de défruitement trop important). Foudroyage de piliers lors du réaménagement de la carrière en 1943/1944 et mauvais dimensionnement des piliers maçonnés de remplacement
Puits Mazelin	Inconnue	Effondrement localisé (puits) : l'intérieur du puits et le soutènement semble s'être éboulé	Diamètre de 1,5 m	Mauvais dimensionnement de la protection du puits
Puits effondré	Inconnue	Effondrement localisé (puits) : La zone éboulée semble avoir été murée pour être confinée.	Carré de 8 m par 8 m	Fragilisation suite à l'effondrement de la salle des fêtes et rupture de puits comme pour la Belgique.
Auviot	06/2018	Effondrement localisé	Hors zone d'étude ; 140 m de l'entrée du « souterrain du Pâquis » et 90 m de la première habitation; jusqu'à 2 m de profondeur, largeur 5 m, longueur 6 m	semble être rupture de toit sans rupture de pilier (d'où la présence de surélévations).

Annexe n°2 : Cartographie informative des données sur les phénomènes naturels en secteur d'étude des aléas



Annexe n°3 :Glossaire

Aléa

Un aléa naturel est la manifestation d'un phénomène naturel. Il est caractérisé par sa probabilité d'occurrence (ou prédisposition dans le cas des mouvements de terrain), et l'intensité de sa manifestation (largeur et hauteur de fontis, pente de l'affaissement). Il entre dans le domaine des possibilités, donc des prévisions sans que le moment, les formes ou la fréquence en soient déterminables à l'avance.

Anthropique

Qui résulte de l'action de l'homme.

Bassin de risque

Unité physique homogène soumise à un même évènement naturel.

BRGM

Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Carrières souterraines (≠ de mines)

Cavités creusées dans les sols pour permettre l'extraction de matériaux de construction (calcaire, craies, argile *etc*). Différentes techniques d'extraction ont été utilisées, qui ont entraîné des cavités de taille et de géométrie diverses (exploitations en chambres et piliers par exemple).

La différence entre mine et carrière dépend de la substance extraite (article L.100-1 du Code Minier). Le Code Minier, dans son article L.111-1, donne une liste exhaustive des substances dites minières (notamment combustibles fossiles, sels de sodium ou de potassium, métaux...). Toutes les autres substances, dont la pierre calcaire, sont considérées comme substances de carrière (article L.100-2 du Code Minier).

Catastrophe naturelle :

Phénomène ou conjonction de phénomènes naturels dont les effets peuvent être dommageables aussi bien vis-à-vis des personnes, des biens matériels ou immatériels que du milieu naturel.

Centre urbain :

Se caractérise par son histoire, une occupation des sols importante, une continuité du bâti et la mixité des usages entre logement, commerce et services.

CETE

Centre d'Études Techniques de l'Équipement. Depuis le 1er janvier 2014, les 8 CETE et trois services techniques centraux, le Certu, le Cetmef et le Setra ont fusionné pour former le CEREMA (Centre d'études et d'expertise pour les risques, la mobilité, l'environnement et l'aménagement), établissement public d'ingénierie et de recherche tourné vers l'appui aux politiques publiques.

Changement de destination

Changement d'usage d'un bien susceptible de modifier la nature d'un enjeu, le nombre de biens et de personnes et/ou leur vulnérabilité.

Cuesta

Terme utilisé en géomorphologie pour désigner une forme de relief dissymétrique constituée d'un côté par un talus à profil concave (le front), en pente raide et, de l'autre, par un plateau doucement incliné en sens inverse (le revers), à cause de l'érosion. D'origine espagnole, le mot est passé dans le lexique de la géomorphologie et présente l'avantage d'éviter toute confusion avec les côtes, au sens de littoral.

CSTB

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

Débourrage (d'un puits)

Entraînement gravitaire du matériau de comblement.

Défruitement

Rapport entre les vides après extraction de matériau, et la masse entourant ces vides (notamment le rapport entre les chambres formées par exploitation et les piliers restant entourant ces chambres). Le taux de défruitement correspond à la proportion de minerai exploité.

Dent creuse

Une dent creuse est, en urbanisme, un espace non construit entouré de parcelles bâties. Une telle situation peut résulter d'une ancienne zone agricole où une unique parcelle est restée vierge de constructions, ou de la démolition d'un édifice sans reconstruction ultérieure.

Descenderie

Galerie qui a été creusée dans le sens de la descente.

Développement durable

Le développement durable répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Il se définit par un développement économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable.

Domages :

Conséquences défavorables d'un phénomène naturel sur les biens, les activités et les personnes. Ils sont en général exprimés sous forme quantitative ou monétaire, il peut s'agir de dommages directs, indirects (induits), intangibles (non quantifiables)...

Enjeux

Les enjeux sont les personnes, biens et activités susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Leur détermination permet, en fonction d'aléas déterminés, d'évaluer les risques supportés par une collectivité d'après la vulnérabilité observée. Lors de l'élaboration d'un projet de PPR, la détermination des enjeux permet d'orienter l'élaboration des objectifs de prévention et des documents réglementaires.

ERP

Les établissements recevant du public (ERP) sont des bâtiments dans lesquels des personnes extérieures sont admises. Peu importe que l'accès soit payant ou gratuit, libre, restreint ou sur invitation. Une entreprise non ouverte au public, mais seulement au personnel, n'est pas un ERP. Les ERP sont classés en catégories qui définissent les exigences réglementaires applicables (type d'autorisation de travaux ou règles de sécurité par exemple) en fonction des risques.

Étude géotechnique

Les études géotechniques ont pour principal objet les études de sol pour la construction d'ouvrages (pavillons, immeubles, voiries, ouvrages d'art...), et notamment la définition des fondations, mais aussi dans le cadre de diagnostics pour des ouvrages sinistrés. Elles traitent également des phénomènes de mouvement de sol (glissement, affaissement et autres), de déformation (tassements sous charges) et de résistance mécanique.

Fluage

Phénomène physique qui provoque la déformation irréversible différée d'un matériau soumis à une contrainte constante, les tests servant à mesurer l'évolution des déformations et dégradations qui influenceront sur leurs performances et qualité au cours de leur vieillissement.

Foisonnement

Capacité d'un sol ou de gravats à augmenter de volume lorsqu'on le déplace. On parle de matériaux « en place » lorsqu'il est dans le sol compacté. On parle de matériaux foisonné une fois qu'il a été extrait. Pour évaluer l'augmentation naturelle de volume, on calcule le coefficient de foisonnement (ou taux de foisonnement) : proportion de volume supplémentaire sur le volume initial ramené à 100.

Fontis

Apparition soudaine en surface d'un entonnoir de quelques mètres de rayon et quelques mètres de profondeur. Les dimensions du fontis dépendent de l'importance du vide et de la nature des terrains qui le séparent de la surface. Le fontis fait suite à une dégradation progressive de la voûte d'une galerie qui remonte peu à peu dans le recouvrement jusqu'à percer au jour.

Géologie

Science qui traite de la composition, de la structure, de l'histoire et de l'évolution des couches externes de la Terre, et des processus qui la façonnent.

Géomécanique

La géomécanique est l'outil mathématique de la géotechnique ; elle synthétise la mécanique des sols, la mécanique des roches. Lors d'études géotechniques pour aménager et/ou exploiter la subsurface terrestre, afin de projeter, construire et entretenir un ouvrage, d'assurer la stabilité d'une excavation souterraine ou d'un soutènement, ou encore éviter la rupture et limiter le tassement d'une fondation d'ouvrage, on doit poser des problèmes de géomécanique et les résoudre par le calcul. Ils concernent la déformation ou le déplacement du géomatériau (sol, roche et/ou eau), sous l'action de la gravité à laquelle peuvent s'associer des efforts spécifiques, induits par un événement naturel ou par la mise en œuvre du sous-sol du site de construction.

Gestion de crise

Lorsqu'un phénomène dangereux survient, il peut dépasser les capacités des ouvrages de protection s'ils existent : seule la gestion de crise permet alors une atténuation des conséquences. Celle-ci est composée de deux volets qui sont la préparation de l'intervention des services de secours et leur coordination lors de la survenance d'une catastrophe naturelle ou technologique. L'étude de terrain réalisée lors de la définition des enjeux dans le PPR aide à l'élaboration de ces plans d'intervention par le repérage des éléments stratégiques pour la gestion de crise.

Gradient hydraulique

Pente du profil des niveaux d'un système hydraulique.

Hauteur de recouvrement

Hauteur des terrains compris entre le toit de la carrière et la surface du terrain naturel. C'est donc la hauteur de terrain située au-dessus du toit de la carrière en un point donné.

Hydrogéologie

Science qui étudie l'eau souterraine. Son domaine d'étude repose sur la géologie et l'hydrologie.

ICPE

Installations Classées pour la Protection de l'Environnement : installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

IFSTTAR

Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.

INERIS

Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques.

Interfluve

Région située entre deux cours d'eau.

INSEE

Institut National des Statistiques et des Études Économiques.

Karst

Massif calcaire dans lequel l'eau a creusé de nombreuses cavités. On parle de massifs ou de reliefs karstiques.

Marnes

Les marnes sont intermédiaires entre les calcaires et les argiles, et le terme « marne » ne désigne pas une espèce pétrographique bien définie. On passe ainsi des calcaires marneux, qui ne contiennent que 5 à 35 % d'argile, aux marnes argileuses (de 65 à 95 % d'argile), par l'intermédiaire des marnes au sens strict (de 35 à 65 % d'argile).

Natura 2000

Réseau européen d'espaces naturels identifiés pour la qualité, la rareté ou la fragilité des espèces animales ou végétales et leurs habitats naturels (institué par la directive 92/43/CEE). Il vise à maintenir la diversité biologique à l'échelle de l'Union européenne.

NGF

Le nivellement général de la France (NGF) constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire français métropolitain ainsi qu'en Corse, dont l'Institut Géographique National (IGN) a aujourd'hui la charge. Ce réseau est actuellement le réseau de nivellement officiel en France métropolitaine.

Oolithique

Qui comporte des oolithes, qui sont des dépôts de carbonate de calcium formant des petits grains sphériques, semblables à des œufs de poisson de 0,5 à 2 mm.

PCS

Le plan communal de sauvegarde (PCS) est en France un outil réalisé à l'échelle communale, sous la responsabilité du maire, pour planifier les actions des acteurs communaux de la gestion du risque en cas d'évènements majeurs naturels, technologiques ou sanitaires. Il a pour objectif l'information préventive et la protection de la population.

Il se base sur le recensement des vulnérabilités et des risques présents ou futurs sur la commune (notamment dans le cadre du dossier départemental sur les risques majeurs établi par le préfet du département) et des moyens disponibles (communaux ou privés) sur la commune.

Il prévoit l'organisation nécessaire pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques.

Pendage

Pente d'une strate ou d'une couche qui se mesure d'après l'angle formé par la ligne de plus grande pente et l'horizontale, en degrés ou en grades.

PLU(i)

Plan Local d'Urbanisme (intercommunal).

PMR

La définition légale d'une « Personne à Mobilité Réduite » inclut l'ensemble des personnes qui éprouvent des difficultés à se déplacer, de manière provisoire ou permanente.

Il s'agit de « toutes les personnes ayant des difficultés pour utiliser les transports publics, telles que, par exemple, personnes souffrant de handicaps sensoriels et intellectuels, personnes en fauteuil roulant, personnes handicapées des membres, personnes de petite taille, personnes âgées, femmes enceintes, personnes transportant des bagages lourds et personnes avec enfants (y compris enfants en poussette) ».

PPR(N)

Le Plan de Prévention des Risques (Naturels) est un outil réglementaire visant à limiter, dans une perspective de développement durable, les conséquences humaines, économiques et environnementales des catastrophes naturelles. Il correspond aux composantes de prévention et d'information de la gestion des risques. En aucun cas il ne constitue un programme de travaux, ni une organisation de gestion de crise.

Prescriptions

Le règlement du PPR précise les mesures applicables à chaque zone réglementaire du document cartographique, en distinguant les mesures obligatoires et les simples recommandations.

Les prescriptions ont un caractère réglementaire : elles constituent des mesures obligatoires qui doivent être mises en œuvre. Ces mesures obligatoires qui peuvent aller jusqu'à l'interdiction, peuvent concerner les projets nouveaux et activités nouvelles de même que les biens existants, ou encore relever des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

Prévention

Consiste à ne plus ajouter de nouveaux enjeux vulnérables à des biens actuellement exposés à l'aléa, et à soustraire progressivement les enjeux à l'aléa.

Protection

La protection, vise à atténuer les effets des phénomènes dangereux, pour protéger les enjeux existants. Lorsque les aléas sont de faible importance, il est possible de s'en protéger, par la réalisation de mesures de traitements consistant à minimiser la gravité du phénomène redouté.

Puits

Cavité physique verticale connectant deux niveaux de profondeurs différentes. Les puits peuvent être naturels ou artificiels. Dans ce dernier cas, ils permettent de mettre en relation la surface et la galerie souterraine d'où l'on extrait le minerai.

Recommandations

Le règlement du PPR précise les mesures applicables à chaque zone réglementaire du document cartographique en distinguant les mesures obligatoires et les simples recommandations.

Les recommandations n'ont pas un caractère réglementaire : elles ne constituent pas des mesures obligatoires mais sont des conseils utiles notamment pour ne pas aggraver le phénomène et réduire la vulnérabilité. Le pétitionnaire les mettra en œuvre selon son appréciation.

Risque

Le risque est la combinaison d'un aléa (événement susceptible de porter atteinte aux personnes, aux biens et/ou à l'environnement) et d'un enjeu (personnes, biens ou environnement) susceptible de subir des dommages et des préjudices. Un événement grave observé en un lieu désert n'est donc pas un risque important, mais un événement moyennement grave survenant dans une zone à forte présence humaine représente un risque non négligeable.

SIVOM (Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple)

Établissement public exerçant des compétences qui lui ont été transférées par des communes.

Stot

Matériau laissé en place pour garantir la stabilité et la sécurité d'installations en surface ou en profondeur. Une zone recouvrant un stot est donc non excavée.

SUP

Servitude d'Utilité Publique : une servitude est une charge existant de plein droit sur les immeubles (bâtiments et terrains) et qui a pour effet de limiter voire d'interdire l'exercice du droit des propriétaires sur ces immeubles, ou d'imposer la réalisation de travaux. Une servitude est dite d'utilité publique lorsqu'elle est instituée dans un but d'intérêt général. Elle s'impose à tous (État, collectivités territoriales, entreprises, particuliers, *etc*).

Tréfonds

Il désigne le volume de terre se trouvant sous la surface du sol dont une personne est détentrice. Le mot est synonyme de « sous-sol ». Dans le cas des cavités souterraines, il arrive que le sous-sol ait été vendu séparément du sol dans des actes privés.

Vulnérabilité

La vulnérabilité caractérise la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un événement donné. Par exemple, les enfants ou les personnes âgées sont des populations plus vulnérables que des adultes en bonne santé. De même, un quartier difficile d'accès pour les secours est plus vulnérable qu'un quartier proche des grandes voies de circulation.

Annexe n°4 : Bibliographie

Guides méthodologiques

1. BERENGER N. *La Gestion Du Risque Cavités Souterraines : Guide À L'usage Des Collectivités*. CEREMA; 2017. <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/gestion-du-risque-cavites-souterraines>
2. BRGM. *Cavités. Dossier enjeux des géosciences*. 2017. https://www.brgm.fr/sites/default/files/enjeux_des_geosciences_cavites.pdf
3. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) ; Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR). *Guide Méthodologique Plan De Prévention Des Risques Naturels Cavités Souterraines Abandonnées*. La Défense; 2012.
4. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) ; Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) ; Service des Risques Naturels et Hydrauliques (SRNH) ; Bureau de l'Action Territoriale (BAT). *JURISQUES Prévention Des Risques Naturels Jurisprudence Commentée.*; 2013.
5. Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM) ; Ministère du Logement et de l'Habitat Durable (MLH). *Plans De Prévention Des Risques Naturels (PPRN) Guide Général*. La Défense; 2016.
6. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD). *Plans De Prévention Des Risques Naturels Prévisibles (PPR) Cahier De Recommandations Sur Le Contenu Des PPR.*; 2006.
7. COHEN K, FINNEY S, GIBBARD P. *Charte Stratigraphique Internationale*. International Commission on Stratigraphy; 2012. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2012French.pdf> Accessed April 29, 2019.
8. BRGM. *Guide De Lecture Des Cartes Géologiques De La France*. http://sigespoc.brgm.fr/IMG/pdf/guide_de_lecture_de_la_carte_geologique_a_1_50_000.pdf Accessed April 29, 2019.
9. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. *Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif*, 2004

Études et rapports

1. INERIS. Avis Géotechnique Sur Les Ouvrages Souterrains Concernés Par L'abandon D'exploitation De La Société ROCAMAT.; 2002.
2. BRGM – Direction Régionale Grand Est. *Cartographie Des Aléas Mouvements De Terrain Au Droit De 11 Secteurs Des Cavités Souterraines De Savonnières-En-Perthois (Meuse)*.; 2010.
3. BRGM – Direction Régionale Grand Est. *Cartographie De L'aléa Effondrement/Affaissement De La Commune De Savonnières-En-Perthois.*; 2017.
4. Conservatoire d'espaces naturels Champagne-Ardenne – *Document d'objectifs, Site Natura 2000 FR4100247 Carrières du Perthois : sites à chauves-souris (Meuse)*, avril 2016.
5. Champin Jennifer – Mémoire de Master M1 géographie, Université de Nancy – *Étude et inventaire du patrimoine des carrières souterraines de Savonnières-en-Perthois dans la Meuse (55)*, 2014.

Sites internet

1. Les carrières de la Meuse. Exxplore.fr. <https://www.exxplore.fr/pages/Savonnieres.php>. Published 2019. Accessed April 30, 2019.
2. La carrière de Savonnières-en-Perthois. Derelicta.pagesperso-orange.fr. <http://derelicta.pagesperso-orange.fr/savo1.htm> . Published 2019. Accessed April 30, 2019.
3. Accueil | Légifrance, le service public de la diffusion du droit. Legifrance.gouv.fr. <https://www.legifrance.gouv.fr/>. Published 2019. Accessed April 30, 2019.
4. Géoportail. Geoportail.gouv.fr. <https://www.geoportail.gouv.fr/> . Published 2019. Accessed April 30, 2019.
5. *Savonnières-En-Perthois Hier Et Aujourd'hui*. Communautés de Communes Saulx-et-Perthois <http://savonnieresenperthois.org/codecom/images/savonnieres-en-perthois-1.pdf> . Accessed April 30, 2019.