



# **PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERS DU BASSIN DE MAY-SUR-ORNE**

**Communes de Feuguerolles-Bully, Fontenay-le-Marmion, Maltot,  
May-sur-Orne, Saint-André-sur-Orne et Saint-Martin-de-Fontenay.  
Communes déléguées de Garcelles-Secqueville, Rocquancourt  
et Saint-Aignan-de-Cramesnil**



## **NOTE DE PRESENTATION**



## Sommaire

1	Définition et démarche d'élaboration d'un PPRM.....	7
1.1	Objet et portée du PPRM.....	7
1.2	Contenu du PPRM.....	8
1.3	Prescription du PPRM.....	8
1.4	Élaboration du PPRM.....	9
1.5	Application et évolution du PPRM.....	10
2	Présentation de la zone d'étude.....	12
2.1	Situation et cadre géographique.....	12
2.2	Le milieu naturel.....	14
2.2.1	Morphologie.....	14
2.2.2	Contexte géologique.....	14
2.2.2.1	Les formations précambriennes.....	14
2.2.2.2	Les formations primaires.....	14
2.2.2.3	Les formations secondaires.....	15
2.2.2.4	Les formations quaternaires.....	15
2.2.2.5	Coupe géologique.....	15
2.2.3	Le réseau hydrographique.....	16
2.2.4	Le réseau hydrogéologique.....	16
2.2.5	Contexte végétal.....	17
2.3	Habitat et cadre humain.....	17
2.4	Évolution démographique.....	18
2.5	Activité économique.....	20
2.6	Les infrastructures.....	20
3	Historique de l'exploitation.....	22
3.1	Les concessions.....	22
3.2	La fermeture de l'exploitation minière.....	23
3.3	Le stockage souterrain d'hydrocarbures.....	24
3.4	L'exploitation des eaux d'exhaure.....	24
3.5	Les désordres recensés.....	25
4	Qualification de l'aléa.....	27
4.1	Les fonds de plan utilisés.....	27
4.2	Méthode d'élaboration des cartes d'aléas.....	27
4.3	Description et qualification des aléas miniers.....	29
4.3.1	Les effondrements localisés.....	29
4.3.2	Remontée d'une cloche de fontis.....	29
4.3.2.1	Rupture d'une tête de puits.....	30
4.3.2.2	Marge d'influence induite par un effondrement localisé.....	31
4.3.2.3	Définition du niveau d'aléa.....	33
4.3.2.4	Travaux de comblement en secteur d'effondrement localisé.....	35
4.3.3	Les affaissements.....	37
4.3.3.1	Cas général.....	37
4.3.3.2	Cas des gisements pentés.....	38
4.3.3.3	Définition du niveau d'aléa.....	38

4.3.4	La pollution des eaux.....	39
4.3.5	L'émanation de gaz de mines.....	40
4.3.6	Rayonnements ionisants.....	40
4.3.7	Les inondations par les eaux d'exhaure.....	41
5	Les enjeux.....	42
5.1	Incidence de l'aléa sur le bâti.....	42
5.2	Principe d'élaboration de la carte des enjeux.....	42
5.3	Enjeux communaux et vulnérabilité aux risques miniers.....	43
5.3.1	Commune de Feugueroles-Bully.....	43
5.3.1.1	Les enjeux communaux.....	43
5.3.1.2	Enjeux vulnérables.....	44
5.3.2	Commune de Fontenay-le-Marmion.....	44
5.3.2.1	Les enjeux communaux.....	44
5.3.2.2	Enjeux vulnérables.....	45
5.3.3	Commune déléguée de Garcelles-Secqueville.....	45
5.3.3.1	Les enjeux communaux.....	45
5.3.3.2	Enjeux vulnérables.....	45
5.3.4	Commune de Maltot.....	46
5.3.4.1	Les enjeux communaux.....	46
5.3.4.2	Enjeux vulnérables.....	46
5.3.5	Commune de May-sur-Orne.....	46
5.3.5.1	Les enjeux communaux.....	46
5.3.5.2	Enjeux vulnérables.....	47
5.3.6	Commune déléguée de Rocquancourt.....	47
5.3.6.1	Les enjeux communaux.....	47
5.3.6.2	Enjeux vulnérables.....	47
5.3.7	Commune déléguée de Saint-Aignan-de-Cramesnil.....	48
5.3.7.1	Les enjeux communaux.....	48
5.3.7.2	Enjeux vulnérables.....	48
5.3.8	Commune de Saint-André-sur-Orne.....	48
5.3.8.1	Les enjeux communaux.....	48
5.3.8.2	Enjeux vulnérables.....	49
5.3.9	Commune de Saint-Martin-de-Fontenay.....	49
5.3.9.1	Les enjeux communaux.....	49
5.3.9.2	Enjeux vulnérables.....	49
5.4	Élaboration des cartes de zonage réglementaire.....	50
6	Le plan de zonage réglementaire.....	51
6.1	Traduction des aléas en zonage réglementaire.....	51
6.1.1	Les zones rouges RE3 :.....	51
6.1.2	La zone rouge RE2 et REp:.....	52
6.1.3	La zone rouge RA :.....	52
6.1.4	La zone rouge RE1 :.....	52
6.1.5	La zone bleue BE :.....	52
6.1.6	La zone bleue BA :.....	52
6.1.7	La zone « bleue » BPN :.....	52
6.2	Nature de mesures réglementaires.....	53
6.2.1	Bases légales.....	53

6.2.2 Dispositions constructives.....	53
6.2.2.1 Objectifs de performance.....	53
6.2.2.2 Études et dispositions constructives.....	54
6.2.2.3 Guides techniques.....	54
7 Bibliographie.....	55
8 Glossaire.....	57



# Plan de Prévention des Risques Miniers du bassin de MAY-SUR-ORNE

## 1 Définition et démarche d'élaboration d'un PPRM

Le plan de prévention des risques miniers (PPRM) du bassin de May-sur-Orne concerne les communes de Feuguerolles-Bully, Fontenay-le-Marmion, Maltot, May-sur-Orne, Saint-André-sur-Orne et Saint-Martin-de-Fontenay et les communes déléguées de Garcelles-Secqueville (commune nouvelle Le Castelet), Saint-Aignan-de-Cramesnil (commune nouvelle Le Castelet) et Rocquancourt (commune nouvelle Castine-en-Plaine). Il est établi en application de l'**article L.174-5 du code minier**.

L'**article L.174-5 du code minier**, indique que l'État élabore et met en œuvre des plans de prévention des risques miniers, dans les conditions prévues aux **articles L.562-1 à L.562-7 du code de l'environnement**. Ces plans emportent les mêmes effets que les plans de prévention des risques naturels prévisibles.

Toutefois, les dispositions de l'**article L 561-3 du code de l'environnement** relatives au fonds de prévention des risques naturels majeurs ne sont pas applicables aux PPRM dont le financement est en conséquence en totalité à la charge de l'État.

En revanche, en complément du dispositif de prévention des risques et donc indépendamment du présent PPRM, l'**article L.155-3 du code minier** étend la responsabilité de l'exploitant ou du titulaire du titre minier et institue une garantie de l'État en cas de disparition ou de défaillance du responsable. Dans cette situation, l'État devient garant de la réparation des dommages ; il est subrogé dans les droits des victimes à l'encontre du responsable. Il en est de même en cas de renonciation des concessions (situation du bassin minier de May-sur-Orne).

### 1.1 Objet et portée du PPRM

Les plans de prévention des risques miniers ont été institués par le législateur dans le but d'assurer la sécurité des personnes et des biens. Ils permettent d'assujettir les autorisations de construire à des prescriptions de nature à prévenir les dommages susceptibles d'affecter les constructions en cas d'accident ou d'affaissement minier. Ils doivent aussi rendre inconstructibles les zones dans lesquelles il n'existerait pas de prescriptions raisonnablement envisageables pour assurer cette prévention. Ils peuvent limiter ou interdire l'exercice d'activités professionnelles ou autres. Ils peuvent même assujettir la construction des réseaux et infrastructures à des règles particulières.

Le PPRM approuvé vaut servitude d'utilité publique au titre de l'**article L 562-4 du code de l'environnement**. Il doit être annexé aux plans locaux d'urbanisme. Il est opposable aux demandes

de permis de construire et autres autorisations d'urbanisme régies par le code de l'urbanisme.

En complément du présent PPRM, l'analyse des risques miniers présents sur le bassin de May-sur-Orne a conduit l'État à mettre en place une surveillance des ouvrages miniers en application de l'**article L.174-2 du code minier** afin d'identifier les évolutions de la stabilité des terrains et de décider des éventuels travaux de mise en sécurité à réaliser. Par ailleurs, des procédures d'expropriation peuvent être engagées en cas de risque minier menaçant gravement la sécurité des personnes, en application de l'**article L.174-6 du code minier**.

## **1.2 Contenu du PPRM**

Conformément à l'**article R. 562-3 du code de l'environnement**, le plan de prévention des risques miniers du bassin de May-sur-Orne comporte :

- la présente **note de présentation**, qui présente la zone d'étude, la nature et l'importance des risques miniers pris en compte ainsi que la probabilité de leur survenance et leurs conséquences possibles. Trois types de documents graphiques y sont annexés : une carte informative synthétisant l'information minière disponible, une carte des aléas des phénomènes et une carte des enjeux. Ces documents ont été réalisés sur la base de la bibliographie existante, d'observations de terrain et d'enquêtes auprès des principaux acteurs locaux ;
- un **plan de zonage réglementaire**, élaboré sur la base du croisement de la cartographie des aléas et de la cartographie des enjeux ;
- un **règlement**, qui précise les règles applicables dans les différentes zones définies ainsi que les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

## **1.3 Prescription du PPRM**

Les modalités de prescription des PPRM sont définies à l'**article R. 562-2 du code de l'environnement**.

Le **décret n° 2000-547 du 16 juin 2000** relatif à l'application **des articles L.174-5 et L.174-6** du code minier précise les spécificités des PPRM et énumère les principaux risques à prendre en compte.

Pour ce qui concerne le plan de prévention des risques miniers du bassin de MAY-SUR-ORNE, l'arrêté préfectoral du 14 janvier 2005 prescrivant l'établissement du plan mentionne les risques suivants :

- les affaissements ;
- les effondrements localisés ou fontis ;
- les inondations ;
- les émanations de gaz dangereux ;
- la pollution des sols et des eaux ;
- les émissions de rayonnements ionisants.



À noter que les études d'aléas complémentaires menées depuis la prescription du PPRM ont conduit à conclure que les risques liés aux émanations de gaz dont le radon (gaz naturellement radioactif dégagé par le sol), la pollution des sols et les rayonnements ionisants sont nuls. Ces phénomènes ne sont donc pas retenus dans le PPRM.

Les risques finalement pris en compte sont donc :

- les effondrements localisés ;
- les affaissements ;
- la pollution des eaux,
- les inondations. (précisons pour ce dernier risque qu'il ne s'agit que des inondations d'origine minière et que dans le cas de la mine de May-sur-Orne, le risque est considéré comme nul dès lors que les exutoires actuellement en service seront maintenus en l'état.)

Le décret n° 2000-547 du 16 juin 2000 relatif à la mise en œuvre des articles L.174-5 et L.174-6 du code minier précise les conditions juridiques à remplir pour que soit prescrit un PPRM. Dans le cas présent, l'ensemble des concessions concernées ayant été renoncé, rien ne s'oppose donc à la mise en place d'un PPRM sur le secteur de May-sur-Orne.

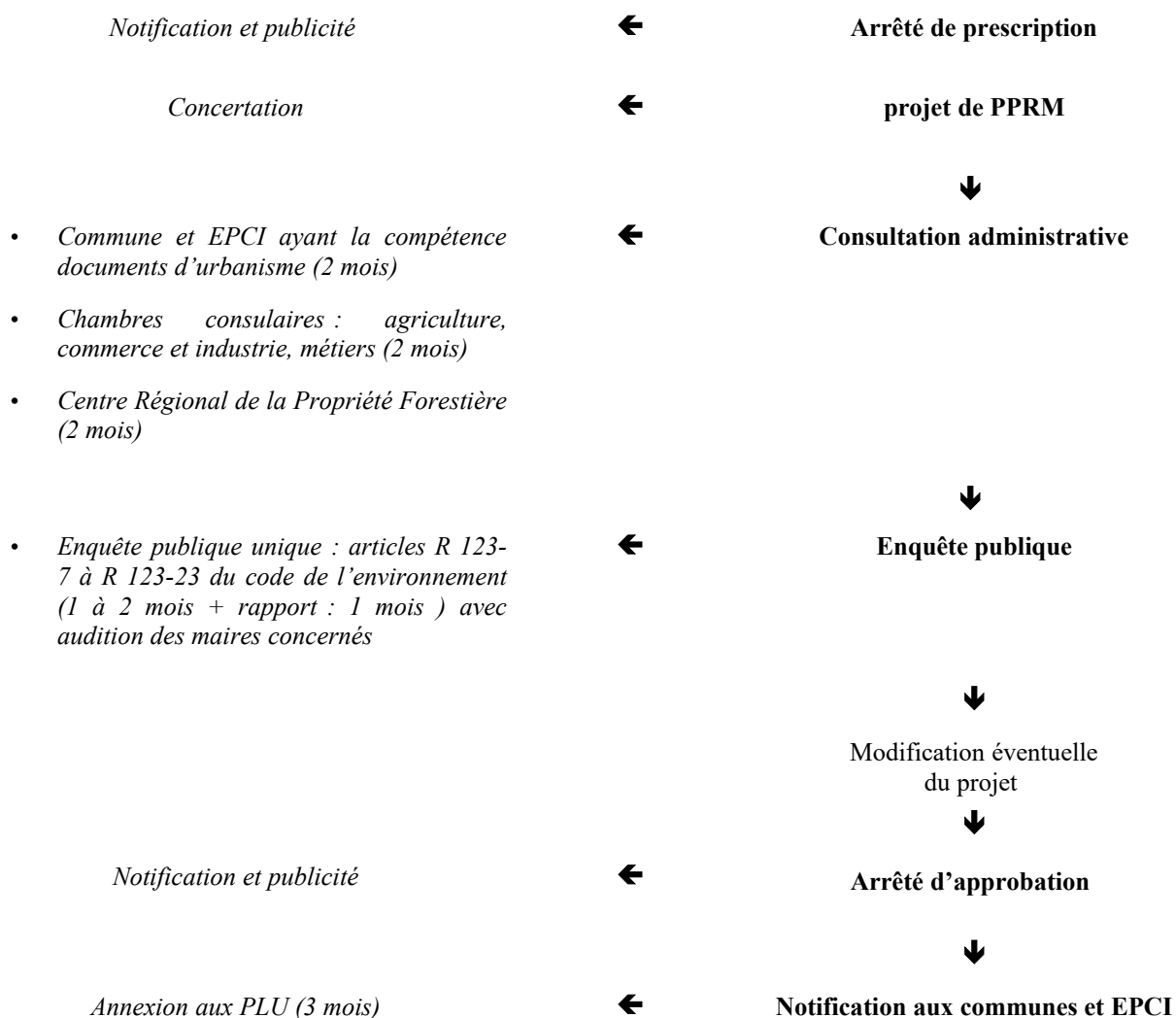
L'élaboration du PPRM du bassin de May-sur-Orne a donc été **prescrite par arrêté préfectoral du 14 janvier 2005**.

## **1.4 Élaboration du PPRM**

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Calvados a instruit, en collaboration avec la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, l'élaboration du présent plan de prévention.

La procédure administrative d'élaboration du PPRM est présentée ci-après. Elle ne fait pas apparaître les phases d'étude (détermination des aléas, des enjeux, croisement des deux cartographies et élaboration d'un projet de règlement), qui interviennent en amont, avant la consultation administrative sur le projet.

## Déroulement de la procédure PPRM



### **1.5 Application et évolution du PPRM**

Le projet de PPRM, éventuellement amendé à l'issue des consultations et de l'enquête publique, est approuvé par arrêté préfectoral. Il vaut alors servitude d'utilité publique mais doit, pour être opposable aux tiers, être annexé aux documents d'urbanisme lorsqu'ils existent.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans les mairies, aux sièges des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) concernés, au siège de la DDTM et, sous forme de fichiers électroniques, sur le site Internet de la Préfecture du Calvados.

Le PPRM peut être révisé au terme d'une procédure identique à celle de son élaboration (art. L. 562-4-1 du code de l'environnement). Toutefois, la révision peut porter sur une partie du territoire couvert par le plan.

Lorsque les évolutions à apporter à un PPRM ne portent pas atteinte à l'économie générale du plan, la procédure de modification peut être utilisée. Cette procédure peut notamment être mobilisée pour rectifier une erreur matérielle, modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ou modifier les documents graphiques pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait.

Le PPRM peut également faire l'objet d'une adaptation (art. L. 562-4-1 du code de l'environnement) dans les conditions définies à l'article L. 300-6-1 du code de l'urbanisme.

## 2 Présentation de la zone d'étude

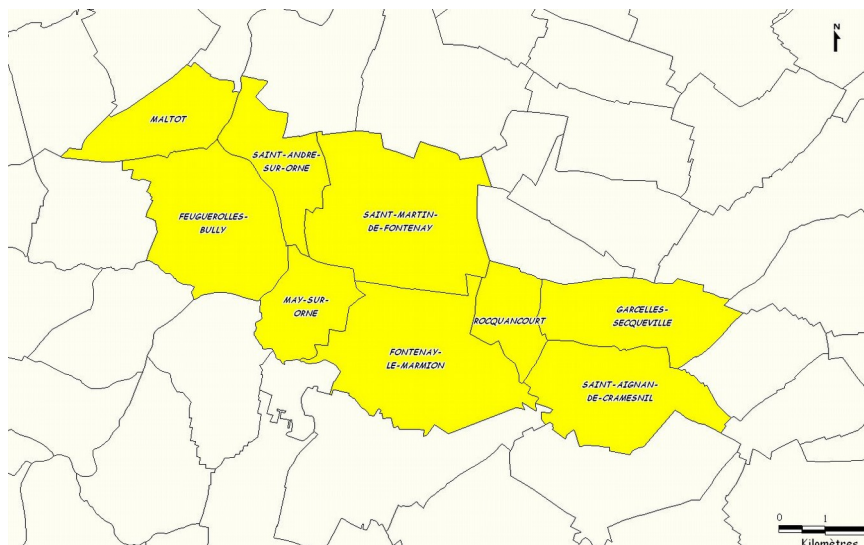


Figure 2.1: Périmètre d'étude

### 2.1 Situation et cadre géographique

La zone d'étude se situe au centre du département du Calvados, à quelques kilomètres au sud de l'agglomération caennaise. Elle couvre une superficie de 5 577 hectares (55,77 km<sup>2</sup>) et concerne 9 communes de la CAMPAGNE DE CAEN : Feuguerolles-Bully, Fontenay-le-Marmion, Maltot, May-sur-Orne, Saint-André-sur-Orne et Saint-Martin-de-Fontenay et les communes déléguées de Garcelles-Secqueville, Rocquancourt et Saint-Aignan-de-Cramesnil.

Ces 9 communes et communes déléguées se répartissent entre l'Orne et la voie routière Caen - Falaise (RN 158). Quatre d'entre elles sont limitrophes avec l'Orne. Il s'agit de Feuguerolles-Bully et Maltot en rive gauche et de Saint-André-sur-Orne et May-sur-Orne en rive droite.

Cette partie du département s'inscrit en marge d'une région très rurale où le monde agricole est encore fortement représenté, malgré la proximité de Caen et la présence d'une petite agglomération formée par les bourgs de Saint-Martin-de-Fontenay, May-sur-Orne et Saint-André-sur-Orne.

Les 9 communes étudiées sont administrativement rattachées à l'arrondissement de Caen et dépendent de deux cantons différents.

Commune Commune déléguée	Établissement public de coopération intercommunale	Canton	Superficie en hectares
Feuguerolles-Bully	Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon	Évrecy	818

Commune Commune déléguée	Établissement public de coopération intercommunale	Canton	Superficie en hectares
Fontenay-le- Marmion	Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon	Évrecy	1016
Garcelles-Secqueville	Communauté urbaine Caen la mer	Évrecy	564
Maltot	Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon	Évrecy	424
May-sur-Orne	Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon	Évrecy	349
Rocquancourt	Communauté urbaine Caen la mer	Évrecy	275
Saint-Aignan-de- Cramesnil	Communauté urbaine Caen la mer	Évrecy	691
Saint-André-sur-Orne	Communauté urbaine Caen la mer	Caen 5	368
Saint-Martin-de- Fontenay	Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon	Évrecy	1072



Figure 2.2: Localisation de la zone d'étude

## **2.2 Le milieu naturel**

### **2.2.1 Morphologie**

La zone d'étude occupe un vaste plateau faiblement incliné vers le nord et localement marqué par de très légers vallonnements. La vallée de l'Orne traverse l'extrémité ouest du territoire étudié. Celles de la Laize et de la Guigne soulignent sa limite sud-ouest. Profondes d'une cinquantaine de mètres et relativement étroites, voire encaissées pour les deux dernières, ces vallées constituent les principaux reliefs du secteur.

Les altitudes sont faibles. Elles s'étagent entre 121 mètres sur la commune déléguée de Saint-Aignan-de-Cramesnil et une dizaine de mètres au niveau de l'Orne.

### **2.2.2 Contexte géologique**

La région de May-sur-Orne se situe sur l'emplacement d'un ancien bassin sédimentaire dont le sous-bassement se compose de terrains de l'ère précambrienne et du début de l'ère primaire. Plusieurs phases tectoniques, liées à divers cycles orogéniques, ont ponctué l'histoire géologique de cette région, notamment au cours de l'ère primaire (événements conduisant à la formation des montagnes). Elles ont conduit au plissement et au métamorphisme de certains dépôts sédimentaires en formation schisteuses. Sous l'effet de ce métamorphisme régional, une partie du substratum profond, initialement sédimentaire, a ainsi subi une recristallisation qui a donné naissance à de nouvelles roches à aspect feuilleté (transformation physique des matériaux sédimentaires en schiste, sous l'effet des contraintes, des pressions et des températures infligées). Les contraintes tectoniques lui ont également imposé une structure plissée composée d'une succession de synclinaux et d'anticlinaux à flancs plus ou moins redressés, voire parfois couchés. Le synclinal dit de May-sur-Orne en est le témoin.

#### **2.2.2.1 Les formations précambriennes**

Elles sont composées de dépôts détritiques marins rattachés à l'étage du Briovérien (fin du précambrien). Elles sont prédominantes dans le sud du département du Calvados dont elles constituent la base du substratum.

#### **2.2.2.2 Les formations primaires**

Elles intéressent plus particulièrement la zone d'étude. Elles sont constituées depuis leur base :

- de matériaux conglomératiques et gréseux du Cambrien inférieur, d'épaisseur très variable (8 à 90 mètres) ;
- des schistes et calcaires du Cambrien inférieur, d'une puissance d'environ 300 mètres ;
- d'un important empilement de grès feldspathiques (formation des grès de Caumont du cambrien inférieur). Épais de 600 à 800 mètres, ces matériaux se présentent sous la forme de petits bancs décimétriques séparés par de minces couches argileuses ;
- de la formation des schistes d'Urville (Ordovicien). Puissante d'environ 110 mètres, c'est à la base de cette formation que se rencontre le niveau de minerai de fer exploité dans les différentes concessions minières de la région de May-sur-Orne. La couche de minerai

n'excède pas quelques mètres d'épaisseur ;

- de grès quartzites micacés à intercalation de siltites noires (formation des Grès de May de l'Ordovicien supérieur) atteignant 260 mètres d'épaisseur ;
- de schistes noirâtres d'environ 80 mètres d'épaisseur (formation de la Tillite de Feuguerolles de l'Ordovicien supérieur), caractérisés par une granulométrie très fine mais refermant des galets de taille centimétrique ;
- d'un niveau de schistes fins noirs puissant d'environ 30 mètres, alternant avec des lits centimétriques de grès et de quartzites (formation des schistes à fucoïdes du Silurien).

L'ensemble des formations primaires forme un synclinal (pli en forme de « U ») légèrement couché (« synclinal de May ») résultant des déformations tectoniques subies lors du cycle hercynien (cycle orogénique intervenu dans la seconde moitié de l'ère primaire et responsable, entre autres, de la formation du Massif Armoricaïn). Le flanc nord du synclinal de May est ainsi subvertical tandis que son flanc sud présente un pendage vers le nord oscillant entre 45° et 60°. Encaissées en discordance dans les dépôts précambriens, les formations primaires affleurent selon une bande de plus de 2 kilomètres de large orientée approximativement nord-ouest / sud-est.

L'activité tectonique de la région s'est également traduite par l'apparition de nombreuses failles inverses (failles chevauchantes) engendrant des décalages dans les formations géologiques, voire le dédoublement de certains bancs. C'est ainsi que deux couches de minerai se superposent localement sur le flanc sud du synclinal de May.

### **2.2.2.3 Les formations secondaires**

La région a par la suite fait l'objet d'un troisième cycle de sédimentation qui est intervenu au milieu de l'ère secondaire (Jurassique) et correspondant à une transgression marine sur la bordure orientale du Massif Armoricaïn. Cet épisode sédimentaire s'est traduit par des dépôts à dominante calcaire et marneuse, voire argileuse, dont les épaisseurs ne dépassent guère quelques mètres. Ces dépôts reposent en discordance sur les formations précambriennes et primaires.

### **2.2.2.4 Les formations quaternaires**

Des matériaux d'origine quaternaire nappent fréquemment la surface du sol. Il s'agit la plupart du temps de loess éoliens (dépôts de particules fines véhiculées par les vents), et de colluvions argileuses provenant de l'altération des formations en place. Ces dépôts peuvent atteindre localement quelques mètres d'épaisseur.

### **2.2.2.5 Coupe géologique**

La coupe géologique suivante, extraite de la carte géologique locale, présente au niveau du bassin de May-sur-Orne l'agencement des formations géologiques rencontrées (juxtaposition des formations géologiques et plissements).

La couche de gisement y est figurée par la mince ligne rouge au niveau du synclinal de May-sur-Orne. Cette coupe permet de visualiser les deux bancs de minerai exploités à quelques kilomètres de distance et la différence d'inclinaison des flancs nord et sud du synclinal :

- Flanc nord vertical au niveau de Saint-Martin de Fontenay, Saint-André-sur-Orne (partie droite du synclinal) qui implique une superposition verticale des galeries minières ;



- Flanc sud incliné entre 45° et 60° au niveau de Feugueroles-Bully, May-sur-Orne, Fontenay-le-Marmion, Rocquancourt qui implique une superposition en marches d'escalier des galeries minières.

Cette différence de géométrie engendre une manifestation différente en surface de la ruine de l'édifice minier : les risques d'effondrements / affaissements sont matérialisés sur une bande plus étroite sur le flanc nord redressé et plus large sur le flanc sud moins redressé (voir cartes d'aléas).

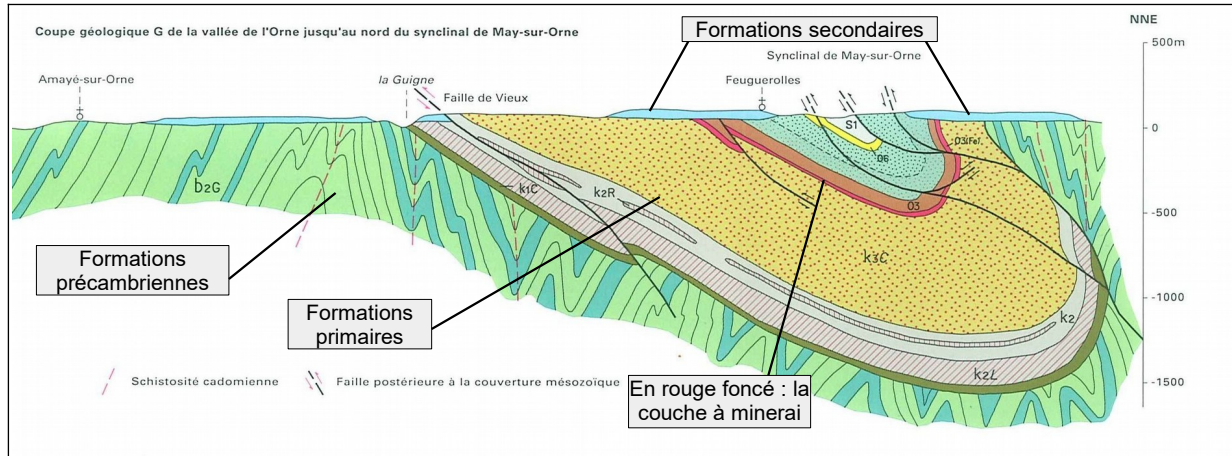


Figure 2.3: extrait de la carte géologique n°145 - Villers-Bocage - BRGM 2002.

## 2.2.3 Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique s'articule autour de l'Orne. Ce fleuve côtier s'écoule en direction de Caen puis se jette dans la Manche au niveau de Ouistreham. Il reçoit les eaux de deux affluents en pénétrant sur la zone d'étude. Il s'agit du ruisseau de la Guigne au niveau de la commune de Feugueroles-Bully (rive gauche de l'Orne) et de la rivière de la Laize au niveau de la commune de May-sur-Orne (rive droite de l'Orne).

Près des trois quarts ouest de la zone d'étude sont drainés en direction de l'Orne, soit par le biais des deux affluents, soit directement vers le fleuve via de petites combes ou par ruissellement. Toutefois, compte-tenu de la morphologie du secteur (plateau très faiblement penté) une grande partie de l'eau s'infiltre avant d'atteindre l'Orne.

Les eaux du quart est restant s'évacuent en direction du nord. Elles cheminent en empruntant des talwegs généralement faiblement marqués.

L'axe routier Caen-Falaise (RN158) se situe au niveau de la ligne de partage des eaux entre le bassin versant de l'Orne et le reste de la zone d'étude.

## 2.2.4 Le réseau hydrogéologique

La région renferme deux aquifères distincts séparés par un niveau argileux mais discontinu, intercalé entre les formations primaires et secondaires.



**L'aquifère du primaire** se traduit par une saturation des formations, avec une plus forte abondance d'eau dans les niveaux de grès que dans les schistes. Cet aquifère n'est toutefois pas exploitable du fait de la faible perméabilité de la roche. La plupart des cavités minières recourent cet aquifère. Le niveau des eaux d'exhaure est maintenu dans les galeries à un niveau moyen de +13 mètres par le biais d'émergences présentes au niveau des galeries de May-sur-Orne et de Saint-André-sur-Orne.

**L'aquifère du jurassique** est contenu dans les formations calcaires superficielles. Il se compose de deux nappes présentes dans deux formations distinctes et séparées par un horizon imperméable de calcaires argileux. Contrairement au précédent, il est exploitable.

Une partie des eaux de l'aquifère du jurassique communique avec certaines galeries d'exploitation situées au droit de Rocquancourt, contribuant ainsi à leur submersion. Ces eaux autrefois exploitées pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération caennaise ont été par la suite pompées pour l'irrigation d'une exploitation fruitière.

### **2.2.5 Contexte végétal**

Les prairies et espaces cultivés prédominent en occupant près de 90% de la surface de la zone d'étude. Le territoire se compose de vastes parcelles où la culture de la betterave est la plus courante et semble devancer celle des céréales.

La zone d'étude est très peu boisée. Seules les abords de l'Orne, de la Laize et de la Guigne accueillent quelques boisements et bosquets de feuillus, la plupart du temps sur des terrains relativement escarpés.

## **2.3 Habitat et cadre humain**

La région de May-sur-Orne a su, jusqu'à présent, conserver une certaine ruralité, soulignée par une forte présence agricole. Toutefois, du fait de la proximité de l'agglomération caennaise, un fort développement de l'urbanisation est observé. On remarque ainsi autour des villages l'apparition de couronnes urbaines pavillonnaires, consommatrices d'espace et grignotant petit à petit le domaine agricole. Un bâti de type individuel tend à se mettre en place, aux dépens de projets collectifs ou semi-collectifs, et modifie peu à peu la physionomie du paysage. Cette partie de la plaine de Caen se métamorphose ainsi lentement pour endosser un caractère plus résidentiel composé d'îlots urbains plus ou moins étendus. Cette mutation progressive s'explique aisément par la proximité de l'agglomération caennaise et par de bonnes dessertes routières permettant des temps de trajets très courts en direction du pôle urbain et d'autres grands bourgs du sud du département. La population qui s'y installe profite du double avantage, lui permettant de profiter d'un cadre de vie reposant sans s'éloigner de la ville et de ses nombreux services.

Globalement, les zones urbanisées respectent le style architectural régional. Seuls quelques bâtiments, datant généralement de l'époque minière, et l'aménagement de zones d'activités économiques s'en écartent.

Les trois communes de May-sur-Orne, Saint-Martin-de-Fontenay et Saint-André-sur-Orne forment une petite agglomération urbaine. Les bourgs de ces trois communes se rejoignent le long de la RD562a et s'imposent comme le point central de la zone d'étude. La présence de nombreux

commerces de proximité et d'épiceries l'anime, en attirant une clientèle au-delà des limites communales. Plus généralement, les infrastructures sportives et les établissements publics, tels que le collège Guy de Maupassant, qu'ils accueillent les rendent incontournables du fait des rattachements territoriaux qui leur sont attribués.

## 2.4 Évolution démographique

La pression foncière constatée sur le terrain est confirmée par l'analyse des trois derniers recensements nationaux. On constate qu'à de rares exceptions la population croît régulièrement à chaque recensement, avec pour certaines communes, de fortes poussées démographiques.

Les tableaux suivants résument les résultats des recensements nationaux entre 1962 et 1999 et partiels depuis 2006.

**Résultats des recensements (nombre d'habitants) réalisés entre 1962 et 2015 (source : INSEE)**

Année recensement Commune / commune déléguée	1962	1968	1975	1982	1990	1999	2006	2011	2015
Feuguerolles-Bully	580	566	612	904	1105	1125	1279	1375	1418
Fontenay-le-Marmion	1064	1045	1262	1408	1375	1470	1606	1612	1887
Garcelles-Secqueville	297	318	296	301	408	505	709	766	854
Maltot	338	327	337	382	538	575	768	870	1071
May-sur-Orne	1049	1085	1240	1345	1635	1716	1859	1802	1903
Rocquancourt	440	506	503	530	519	581	700	819	869
Saint-Aignan-de-Cramesnil	330	337	363	332	325	361	467	515	538
Saint-André-sur-Orne	905	1044	1156	1242	1310	1606	1857	1865	1802
Saint-Martin-de-Fontenay	766	895	1319	1418	1884	1881	2068	2572	2594
<i>Nombre total d'habitants</i>	5769	6123	7088	7862	9099	9820	11312	12196	12936

**Evolution de la population entre 1962 et 2015 (en%)**

Variation Commune / commune déléguée	1962 / 1968	1968 / 1975	1975 / 1982	1982 / 1990	1990 / 1999	1999 / 2006	2006 / 2011	2011 / 2015	1962 / 2015
Feuguerolles-Bully	-0,2	+8,1	+47,7	+22,2	+1,8	+13,7	+7,5	+3,1	+144
Fontenay-le-Marmion	-1,8	+20,8	+11,6	-2,3	+6,9	+9,3	+0,4	+17	+77
Garcelles-Secqueville	+7,1	-6,9	-1,7	+35,5	+23,8	+40,4	+8	+11,5	+187
Maltot	-0,3	+3,1	13,4	+40,8	+6,9	+33,6	+13,3	+23,1	+217
May-sur-Orne	+3,4	+14,3	+8,5	+21,6	+5	+8,3	-3,1	+5,6	+81
Rocquancourt	+15	-0,6	+5,4	-2,1	+11,9	+20,5	+17	+6,1	+97

Variation Commune / commune déléguée	1962 / 1968	1968 / 1975	1975 / 1982	1982 / 1990	1990 / 1999	1999 / 2006	2006 / 2011	2011 / 2015	1962 / 2015
<b>Saint-Aignan-de-Cramesnil</b>	+2,1	+7,7	-8,5	-0,3	+11,1	+29,4	+10,3	+4,5	+63
<b>Saint-André-sur-Orne</b>	+15,4	+10,7	+7,3	+5,7	+22,5	+15,6	+0,4	-3,3	+99
<b>Saint-Martin-de-Fontenay</b>	+16,8	+47,4	+7,5	+32,9	-0,2	+9,9	+24,4	+0,8	+238
<b>Evolution globale</b>	+6,1	+15,8	+10,9	+15,7	+7,9	+15,2	+7,8	+6,1	+124

La lecture de ces deux tableaux confirme la pression foncière observée sur le terrain. La population totale de la zone d'étude a plus que doublé en 50 ans avec, selon les communes, des évolutions parfois irrégulières, voire en légères dents de scie. Parmi les fortes croissances, on notera celle de Saint-Martin-de-Fontenay qui a vu sa démographie augmenter de 238 % sur la période considérée. Les trois communes de May-sur-Orne, Saint-André-sur-Orne et Saint-Martin-de-Fontenay rassemblent près de la moitié des habitants (6299 habitants sur un total de 12936). Sachant qu'un contournement routier permet d'éviter cette agglomération, et qu'il a été conçu de sorte à pouvoir la desservir, tout semble indiquer qu'un nouveau pôle urbain prend forme à ce niveau.

Cette croissance démographique constatée souligne l'intérêt qui est porté au sud de l'agglomération caennaise et lui impulse un certain dynamisme, la population du bassin minier de May-sur-Orne ayant plus que doublé depuis 1962 en passant de 5769 habitants à 12936 habitants en 2015.

Le graphique suivant met en avant l'évolution de la population de chaque commune.

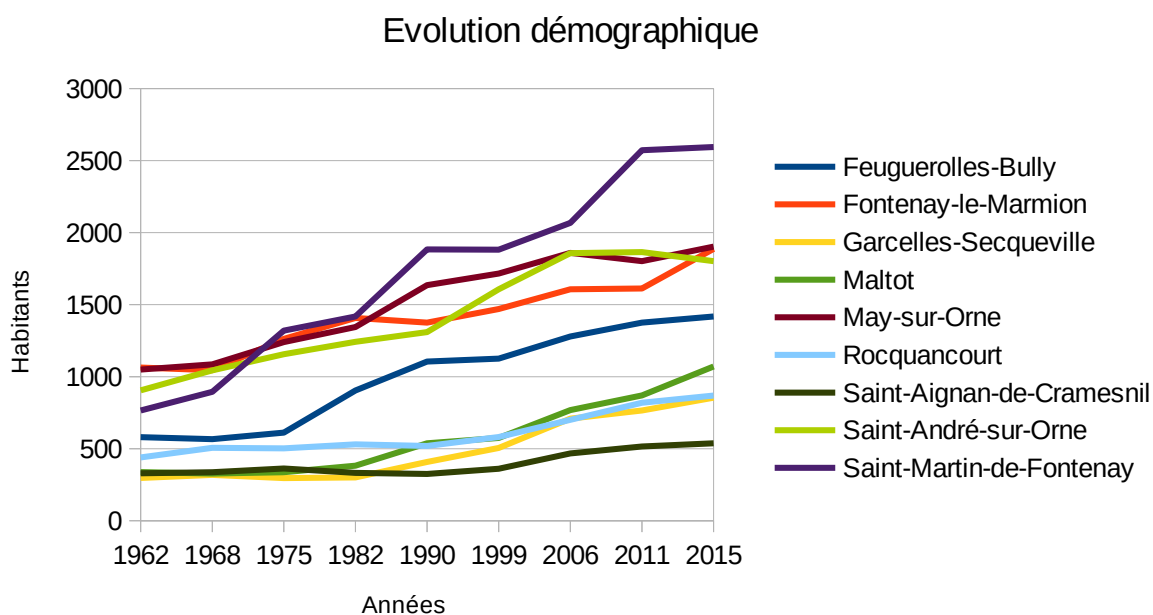


Figure 2.4: Courbes démographiques communales entre 1962 et 2015

## **2.5 Activité économique**

Les activités économiques de la zone d'étude sont très variées. L'étendue des terres cultivées indique que l'agriculture occupe une place importante. La production de betteraves et de céréales prédomine. Une vaste zone de production maraîchère et fruitière occupe également une partie du territoire des communes de Fontenay-le-Marmion et de Saint-Martin-de-Fontenay.

Économiquement, la région de May-sur-Orne propose un bassin d'emploi composé d'industries dont une importante activité de recyclage de matériaux, d'entreprises de construction (carrières, constructions, etc.) et d'activités commerciales. L'agriculture est très représentée. Elle est orientée vers la culture de la betterave sucrière, l'exploitation céréalière et le maraîchage.

Le premier employeur local semble être l'entreprise de recyclage de matériaux implantée sur la commune déléguée de Rocquancourt et employant environ 350 personnes. Cette société située dans l'extrémité est du bourg s'étend sur plusieurs hectares.

Plusieurs autres sociétés de taille moyenne participent à l'essor économique de ce secteur. Leur domaine d'activité est très varié. On citera entre autres l'entreprise d'injection plastique de Feuguerolles-Bully, la fabrique d'équipement de contrôle industriel et l'atelier de confection de Saint-André-sur-Orne, la société fabriquant des emballages en bois à May-sur-Orne.

La grande distribution est également représentée avec un supermarché et un magasin de bricolage implantés sur la commune de Saint-Martin de Fontenay.

Le secteur du BTP n'est pas en reste avec la présence d'une vaste carrière située dans l'extrémité nord de la commune de Saint-André-sur-Orne et fournissant des granulats issus de niveaux de grès rose (production de sable et graviers).

Enfin, un réseau d'activités artisanales et commerçantes complète ce tissu économique en proposant de nombreux services de proximité.

A noter également l'importance des emplois dans les écoles et les autres services publics.

La zone d'étude dispose donc d'un bassin d'emploi relativement important et diversifié occupant quelques centaines de salariés. Cette partie du département dépend également beaucoup de l'agglomération caennaise, qui offre une plus large diversité d'emploi et draine une grande partie de la population locale.

## **2.6 Les infrastructures**

La zone d'étude jouit d'un réseau routier performant. Elle est traversée par la RN158 qui est un des axes de communication majeur du département. Cette grande ligne droite à deux fois deux voies de circulation parcourt la plaine de Caen sur environ 25 kilomètres pour relier Caen à Falaise. Un échangeur aménagé à cheval sur les communes de Rocquancourt et de Saint-Martin-de-Fontenay dessert une voie annexe (RD562) de la RN158 et permet de contourner l'agglomération de May-sur-Orne, tout en la desservant. Cette déviation qui est connectée au périphérique caennais au niveau de Fleury-sur-Orne s'impose également comme une seconde porte d'accès en direction de Falaise, ce qui évite de concentrer toute la circulation sur un unique point d'accès à la RN158. Cet

aménagement permet ainsi de soulager le trafic du périphérique à la hauteur d'Ifs, entre les sorties 11 et 13. Il permet enfin de se diriger vers le sud-ouest du département, en direction de Condé-en-Normandie et de Flers.

Un réseau de voies départementales parallèles aux grands axes de communication maille efficacement le territoire en reliant les communes entre elles. Depuis l'aménagement de la déviation de la RD562, la RD562a joue un rôle de desserte locale en traversant l'agglomération de May-sur-Orne.

Deux routes principales parcourent transversalement la zone d'étude en reliant les communes. La RD89 s'étire entre Saint-Martin-de-Fontenay et Feuguerolles-Bully et la RD41 relie Garcelles-Sequeville à Fontenay-le-Marmion. La RD235 s'impose comme un troisième axe important en assurant une liaison nord-sud entre Saint-Martin-de-Fontenay et Fontenay-le-Marmion. Un maillage routier secondaire complète ces voies de circulation en offrant des conditions de déplacement satisfaisantes.

Enfin, une voie de chemin de fer désaffectée emprunte la vallée de l'Orne en direction de Flers. Une voie verte a été aménagée par le Département dans l'emprise ferroviaire.

### 3 Historique de l'exploitation

Le minerai du bassin normand était connu depuis plusieurs siècles. Les zones d'affleurement, en l'absence de calcaires jurassiques de recouvrement, semblent avoir été le siège d'exploitation dès le Moyen Âge. À ces endroits, le minerai était relativement altéré (tendre et riche en fer) et facilement exploitable. C'est à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle que l'exploitation souterraine a véritablement commencé.

#### 3.1 Les concessions

La mine de fer de May-sur-Orne concernait quatre concessions établies sur les deux flancs du synclinal.

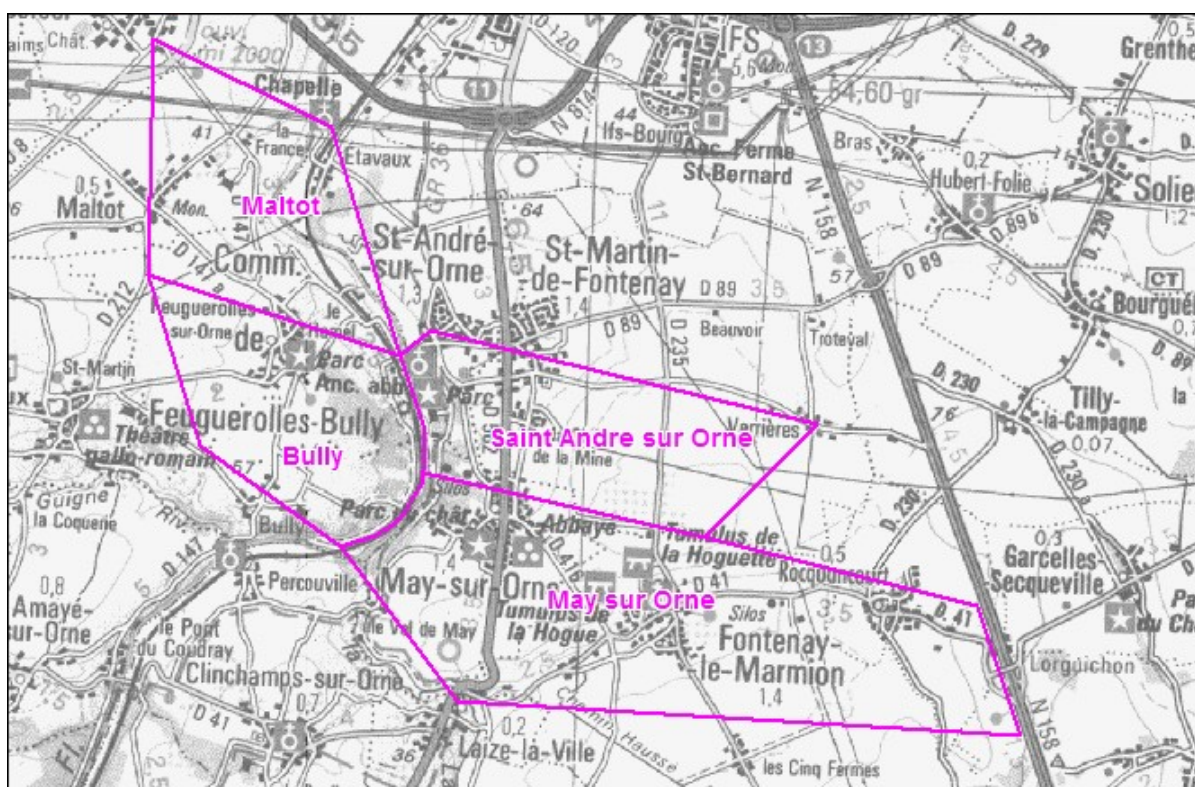


Figure 3.1: localisation des concessions.

#### ➤ Concession de May-sur-Orne

- ➔ superficie : 964 ha, flanc sud
- ➔ instituée par décret du 5 mars 1896, renoncée le 4 décembre 1975
- ➔ communes et communes déléguées concernées : Saint-Martin-de-Fontenay, May-sur-Orne, Clinchamps-sur-Orne, Bully, Laize-la-Ville, Fontenay-le-Marmion, Rocquancourt et Saint-Aignan-de-Cramesnil

➤ **Concession de Saint-André-sur-Orne**

- ➔ superficie : 389 ha, flanc nord
- ➔ instituée par décret du 1<sup>er</sup> septembre 1893, renoncée le 4 décembre 1975
- ➔ communes concernées : Saint-André-sur-Orne, Saint-Martin-de-Fontenay, May-sur-Orne et Fontenay-le-Marmion

➤ **Concession de Bully**

- ➔ superficie : 402 ha, flanc sud
- ➔ instituée par décret du 5 mars 1896, renoncée le 4 décembre 1975
- ➔ communes concernées : Feuguerolles-Bully

➤ **Concession de Maltot**

- ➔ superficie : 430 ha, flanc nord
- ➔ instituée par décret du 3 juin 1903, renoncée le 4 décembre 1975
- ➔ communes concernées : Saint-André-sur-Orne, Feuguerolles, Maltot et Eterville  
cette concession n'a fait l'objet que de travaux de recherche d'emprise très réduite

L'exploitation industrielle de la mine de May-sur-Orne a été mise en œuvre par la Société des Mines et Produits Chimiques (SMPC) qui fut le dernier exploitant de la mine jusqu'à sa fermeture en 1968.

Il est à noter que d'autres concessions sont réparties le long du synclinal de May-sur-Orne mais n'ont jamais été exploitées. Il s'agit de Garcelles, Fierville, Ouville, Ouézy, Condé-sur-Ifs et Saint-Pierre-sur-Dives.

### **3.2 La fermeture de l'exploitation minière**

La production annuelle était en moyenne de 650 000 à 700 000 tonnes, avec un maximum de 726 000 tonnes en 1955. Le minerai était vendu à des usines françaises, anglaises, belges, allemandes et hollandaises.

Afin d'améliorer le prix de revient de l'exploitation, une campagne de modernisation a été amorcée en 1957 et, en 1963, un nouveau siège d'extraction a été mis en place. Mais cette modernisation s'est accompagnée d'une baisse des effectifs entre 1961 et 1967 (de 668 ouvriers et 85 cadres et agents de maîtrise en 1961, à 266 ouvriers et 61 agents de maîtrise et cadres en 1967).

En 1967, certains clients suspendirent leurs achats, entraînant ainsi une chute rapide de l'exploitation avec l'annonce par la SMPC d'une fermeture certaine pour septembre 1968 et le licenciement du personnel de mars à août. La fin des travaux d'exploitation eut lieu en avril 1968 et la fermeture définitive le 1<sup>er</sup> septembre de la même année. Des travaux de fermeture furent alors prescrits afin d'assurer la protection du public et réalisés en 1968. La renonciation aux quatre concessions fut acceptée le 4 décembre 1975. Deux activités ont néanmoins permis de continuer, plus ou moins directement, la vie de la mine :

- le stockage souterrain d'hydrocarbures;
- l'exploitation des eaux d'exhaure.

### **3.3 Le stockage souterrain d'hydrocarbures**

Dès 1969, la société GEOSTOCK s'est intéressée au site de la mine souterraine de MAY-SUR-ORNE pour étudier la possibilité d'un stockage souterrain stratégique d'hydrocarbures. Le 30 juin 1971, un accord est signé entre la SMPC et GEOSTOCK. Ensuite, les travaux d'aménagement de la mine ont été mis en œuvre par la société Géomines-Caen (filiale de GEOSTOCK) et des essais de stockage ont débuté dès 1971. L'autorisation de l'exploitation du stockage a été délivrée par un décret du 26 décembre 1975, après la renonciation des 4 concessions. L'utilisation des vides pour le stockage souterrain d'hydrocarbures liquides s'est traduite par un transfert de responsabilité en matière de sécurité publique entre la SMPC et la société GEOMINES CAEN, gestionnaire du stockage pour le compte des compagnies pétrolières.

Seules cinq ouvertures ont été maintenues accessibles pour contrôler le stockage, pour l'aéragé et pour l'exhaure : le puits Saint-André, le puits Central et le puits Urbain-le-Verrier (ULV) ainsi que les galeries de niveau I (flanc sud) et B (flanc nord). La capacité de stockage était supérieure à 5 millions de m<sup>3</sup>.

En 1982, le stockage a été perturbé par une activité microbienne productrice de méthane dont la maîtrise a demandé à la société Géomines-Caen plus d'un an d'efforts techniques et financiers. Durant cette période, l'exploitation du stockage a dû être interrompue. Compte tenu de ces difficultés, la décision de vidange complète a été prise et mise en œuvre de 1984 à 1988. Cette vidange a été suivie d'une période d'observation, à l'issue de laquelle l'autorisation du remplissage en eau des cavités souterraines a été accordée. La remontée des eaux a été conduite entre 1989 et 1991, accompagnée de mesures de sa qualité.

Au terme du remplissage des cavités, la qualité des eaux d'exhaure, canalisées par l'ancien pipeline d'alimentation du stockage vers une station de traitement sur le port de Caen, a fait l'objet d'un suivi pendant plus de 2 ans avant que le rejet direct à l'Orne soit autorisé, le 10 août 1993. La renonciation au stockage souterrain a ensuite été accordée par arrêté du ministre de l'industrie le 3 août 1994.

### **3.4 L'exploitation des eaux d'exhaure**

En 1925, des venues d'eau très importantes, en provenance de la base des calcaires jurassiques, ont été interceptées. Ces calcaires, beaucoup plus perméables que les schistes et grès sont le siège, à leur base, d'une zone d'accumulation d'eau constituant des sources intéressantes pour le captage. Ces sources ont provoqué des venues d'eau intempestives qui ont obligé à renforcer l'exhaure qui se faisait par les galeries de niveau.

En 1955, ces réserves furent utilisées afin d'alimenter l'agglomération caennaise, en réaménageant un ancien puits (puits Taraud) reliant le niveau 1 à la surface. En 1962, la gestion de ce puits fut confiée au Syndicat d'exploitation des eaux d'exhaure des mines de May-sur-Orne, suite à une



convention signée le 2 février 1961 avec la SMPC pour une durée de 99 ans.

En 1965, une autre installation de pompage fut mise en place au puits de Rocquancourt et exploitée par une exploitation fruitière, la société « La Crête de Fontenay » (2 juin 1965 pour 99 ans).

À la fermeture du stockage, une convention de remise des installations fut signée entre la société Géomines-Caen et le Syndicat d'exploitation des eaux pour le maintien de l'accès aux ressources dans les galeries de la mine par les puits Taraud et de Rocquancourt. Ces travaux furent réalisés pendant l'exécution des travaux de fermeture du stockage.

Notons que ces eaux proviennent de sources liées au percement de la nappe des calcaires jurassiques (cote NGF + 44 m) et s'écoulant jusqu'à la galerie de niveau I (cote NGF + 25 m au droit de Rocquancourt). Ainsi, compte tenu de la cote maximale atteinte par le stockage (- 15 m NGF), il semble que ces eaux ne pouvaient être, en aucun moment, en contact direct avec les hydrocarbures, ce qui a permis leur exploitation pour l'agriculture locale.

### **3.5 Les désordres recensés**

L'étude de GEODERIS de 2004 (*référence 1 dans le chapitre 7 Bibliographie*) précise que moins d'une dizaine de désordres a été recensée. La totalité des désordres en surface connus à ce jour sont des effondrements localisés correspondant à l'ouverture en surface d'un cratère de forme circulaire ou en forme allongée selon l'axe des travaux miniers. Ces effondrements sont liés à l'instabilité de puits, de galeries ou d'exploitations situées à faible profondeur. Ils se sont tous produits après que l'exploitation minière ait été achevée. L'ensemble des désordres recensés a été repéré sur les cartes informatives annexées à la présente note de présentation. L'étude de 2004 a été complétée en 2006 par une évaluation des aléas environnementaux (*référence 4 dans le chapitre 7 Bibliographie*).

#### **Sur le flanc nord :**

Plusieurs effondrements localisés se sont produits entre 1958 et 1959, puis en juin 1973. Ces effondrements étaient situés à environ 1 km à l'est de l'entrée de la galerie de niveau B, en limite sud des communes de Saint-André-sur-Orne et de Saint-Martin-de-Fontenay. Aujourd'hui remblayés et les terrains remodelés, ces effondrements ne sont plus guère visibles. Il s'agit probablement d'effondrements localisés de petites dimensions (fontis) résultant de l'éboulement des terrains de couverture à l'emplacement de galeries proches de la surface. En effet, il semble que l'épaisseur du recouvrement au-dessus de ces travaux miniers n'excède pas 10 m, dont au maximum 5 m de terrains jurassiques (calcaires altérés de mauvaise tenue).

Plus récemment, un fontis est apparu en janvier 2018, à Saint-Martin-de-Fontenay, dans un champ à proximité de l'Espace Coisel. La cavité a été comblée en mars de la même année avec des blocs et du béton.

#### **Sur le flanc sud :**

L'étude de 2004 recense deux d'effondrements localisés de nature différente.

L'un correspond à un effondrement localisé important, longitudinal et en forme de gouttière. Ses

dimensions sont de 25 à 30 m de largeur pour une longueur voisine de 150 m et une profondeur de 8 à 10 m. Il serait manifestement dû à la rupture de la « couronne » (toit immédiat) proche de la surface, sur le flanc du coteau bordant l'Orne, à un endroit où la dalle des calcaires jurassiques n'est pas présente. Cet effondrement aurait eu lieu en 1919 et résulterait de l'éboulement des terrains des chantiers des niveaux supérieurs en suivant, en surface, la trace de ces chantiers. À noter que ce type d'effondrement est classique dans les exploitations minières pentées des bassins ferrifères de l'ouest.

Le second effondrement localisé résulte de l'éboulement d'une galerie très proche de la cheminée de Bully plutôt que du débouillage des remblais d'une des cheminées d'aérage (hypothèse parfois émise). À ce jour, toutes les cheminées ont été remblayées et ne sont plus visibles. Mentionné dans les archives de la DRIRE (devenue la DREAL), ce désordre résulte d'un fontis relativement récent (1995). De forme circulaire, le diamètre du cratère était de l'ordre de 8 m et sa profondeur d'une dizaine de mètres. Ses flancs étaient très raides. Au fond du trou, se distinguait la présence de vides non comblés (ancienne galerie).

Depuis l'édition des études de 2004 et de 2006, d'autres désordres se sont produits et ont été expertisés puis traités.

Le premier, rue du Clos Saint Joseph à Saint-Martin-de-Fontenay, correspondait à une dépression sur la chaussée d'une dizaine de mètres carrés de surface et de quelques décimètres de profondeur. La circulation des poids lourds y avait été interdite. Les reconnaissances de ce désordre par sondages ont montré la présence d'un vide sous la chaussée de quelques mètres cubes sous lequel reposaient des remblais anthropiques. D'après le témoignage d'un riverain, ces remblais correspondaient au matériau de comblement d'un effondrement datant des années 1940.

Le second, s'est produit en 2007 en limite de l'enceinte du parking à l'arrière du garage automobile de la Cité Taraud à Fontenay-le-Marmion. Il s'agissait, d'un effondrement localisé de forme circulaire de 5 m de diamètre et de 0,5 m de profondeur. En limite de cet effondrement des fractures de 0,3 m de large, ouvertes et profondes étaient observées. L'expertise de ce désordre a montré qu'il correspondrait au tassement des remblais de l'ancienne cheminée d'aérage inclinée qui desservait les travaux miniers (niveau supérieur) à une quinzaine de mètres de profondeur.

## 4 Qualification de l'aléa

Conformément à la circulaire du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels l'élaboration d'un PPRM relève des compétences de deux services distincts de l'État : la DREAL et la DDTM. Ces deux services collaborent, dans le cadre d'une équipe projet, à toutes les étapes de l'élaboration du PPRM. La maîtrise d'ouvrage des études préalables à la prescription du PPRM et des études d'aléas est assurée par la DREAL, jusqu'à l'établissement de la carte des aléas. La maîtrise d'ouvrage du recensement et de la cartographie des enjeux est assurée par la DDTM. La DDTM élabore le plan de zonage réglementaire et rédige le règlement, avec le concours de la DREAL. Ces deux services collaborent à la rédaction de la note de présentation.

### 4.1 Les fonds de plan utilisés

Les cartes d'aléas initiales ont été réalisées sur l'orthophotoplan (photos aériennes géoréférencées en coordonnées Lambert I). Pour les pièces graphiques du PPRM, l'utilisation de fonds de plan cadastraux (BD parcellaire de l'IGN) a été préférée pour des raisons de lisibilité des limites de propriété et de compatibilité avec les documents d'urbanisme. Le zonage des aléas a donc été retranscrit sur plans avec les limites cadastrales, tout comme les enjeux, pour produire le zonage réglementaire, par l'intermédiaire d'un tableau de croisement (Cf chapitre 6.1). Ces différentes cartes ont été établies à l'échelle 1/5 000 (1 centimètre sur la carte représente 50 mètres sur le terrain).

### 4.2 Méthode d'élaboration des cartes d'aléas

La détermination et la qualification des aléas miniers (effondrement, affaissement, émanation de gaz de mine dont le radon, inondation par les eaux d'exhaure, pollution des eaux et des sols, rayonnements ionisants) ont été assurées par INERIS et GEODERIS (organismes parapublics) sous le pilotage de la DREAL Basse-Normandie devenue aujourd'hui DREAL Normandie. Les méthodes mises en œuvre sont décrites dans les rapports d'étude suivants (*référéncés dans le chapitre 7 Bibliographie*) :

Études spécifiques « mouvements de terrain » :

- Bassin minier de May-sur-Orne étude préliminaire à la réalisation d'un plan de prévention des risques miniers (PPRM) cartographie de l'aléa mouvement de terrain GEODERIS - 14 juin 2004 ;
- Étude des risques liés à la présence de travaux miniers souterrains peu profonds : synthèse des investigations avis sur les risques et propositions de mesures de prévention ou de mise en sécurité - GEODERIS - 14 juin 2006 ;
- Bassin minier de May-sur-Orne mise à jour de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain – GEODERIS - 30 septembre 2008 ;
- Bassin ferrifère de May-sur-Orne, concession de Saint-André-sur-Orne, mise à jour de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain – GEODERIS – 7 septembre 2011 ;
- Révision de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain dans la zone 11-12 de la mine de fer de May-sur-Orne – GEODERIS – novembre 2013 ;

- Bassin minier de May-sur-Orne - mise à jour de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain – GEODERIS – novembre 2014 ;
- Bassin ferrifère de May-sur-Orne - mise à jour de la cartographie des aléas mouvements de terrain des communes de May-sur-Orne et de Fontenay-le-Marmion – GEODERIS – 29 novembre 2017 ;
- Bassin ferrifère de May-sur-Orne – mise à jour de la cartographie des aléas mouvements de terrain sur la commune de Fontenay-le-Marmion – GEODERIS – 11 avril 2019.

#### Études spécifiques radon, et aléas environnementaux :

- Mesures de radon à l'aplomb des anciens travaux miniers de May-sur-Orne et Soumont - GEODERIS - 10 juillet 2006 ;
- Exploitation de fer et stockage souterrain d'hydrocarbures de May-sur-Orne (Calvados) Phase aléa du Plan de Prévention des Risques Miniers – Aléas environnementaux – INERIS - 30 mars 2006.

Les aléas miniers résiduels sur le secteur de May-sur-Orne concernent essentiellement les mouvements de terrain (effondrements localisés et affaissements). Les étapes et les supports ayant conduit à la détermination des aléas correspondants sont les suivants :

- analyse de toutes les archives, témoignages et études disponibles ;
- géoréférencement des points de repère encore accessibles au jour (localisation par GPS différentiel) et calage du plan des travaux miniers sur l'orthophotoplan ;

Le résultat de ce travail cartographique, essentiel pour la définition des aléas, a été analysé en tenant compte d'une incertitude de calage induite par les multiples étapes conduisant à son affichage (dépouillement des plans d'archives disponibles, levée des points de référence encore visibles, opération de report du plan sur l'orthophotoplan, etc.). Cette incertitude a été estimée égale à 10 mètres pour l'ensemble des travaux, à l'exception des points parfaitement localisés (indices encore visibles au jour) où elle est nulle et des cavités qui ont fait l'objet de reconnaissances où elle est de 2 mètres ;

- réalisation d'études géotechniques (forages, études microsismiques, etc.), géologiques (nature et tenue des terrains, analyses chimiques, etc.), hydrogéologiques (écoulement des eaux, analyses, etc.) ;
- modélisation de l'évolution des terrains en fonction des connaissances scientifiques du moment ; cette modélisation a permis de déterminer les conséquences que pourrait avoir en surface l'éboulement des cavités souterraines ;
- zonage de l'aléa selon son type (effondrement, affaissement...) et son importance potentielle.

Le bilan des études d'aléas « mouvements de terrains » se compose de rapports et de documents cartographiques qui présentent les informations collectées au cours des différentes investigations réalisées (calage du plan des travaux, ouvrages débouchant au jour, courbes de niveau, emplacement des désordres observés, etc.) et les conséquences en termes d'aléas de la présence de ces cavités.

Dans le cas de May-sur-Orne, plusieurs phases d'investigations ont été menées afin de mieux préciser le contour des zones d'aléas d'effondrement localisé dans les secteurs urbanisés. Elles

ont conduit à ré-ouvrir des accès aux travaux souterrains et à mettre en place une surveillance périodique.

### **4.3 Description et qualification des aléas miniers**

Les phénomènes miniers pris en compte par l'arrêté de prescription du PPRM sont passés en revue dans les paragraphes suivants, même si au final ils n'engendrent pas tous de l'aléa.

Comme indiqué précédemment, les deux principaux aléas susceptibles d'avoir des conséquences sur les enjeux de surface sont de type mouvements de terrain : effondrement localisé et affaissement. L'aléa pollution des eaux souterraines concerne également une étendue importante, mais son niveau est faible et n'engendre pas de contraintes importantes. Les autres aléas envisagés sont considérés de niveau nul avec comme réserve, en ce qui concerne l'aléa inondation, que les ouvrages permettant l'exhaure soient maintenus en état.

#### **4.3.1 Les effondrements localisés**

Les effondrements localisés se manifestent en surface par la formation brutale d'un cratère dont les dimensions varient en fonction du volume des vides souterrains à l'origine de l'événement et de leur profondeur. Ils peuvent avoir différentes origines dont la rupture d'anciens travaux et de chambres situés à faible profondeur, la rupture des puits ou l'éboulement de galeries isolées proches de la surface (moins de 30 mètres).

#### **4.3.2 Remontée d'une cloche de fontis**

Il s'agit d'un phénomène lié à la présence d'une cavité (travaux, chambre, galerie) située à faible profondeur.

Des chutes de toit récurrentes se manifestent localement au niveau de zones affaiblies de la voûte. Elles entraînent la formation d'une cloche de fontis qui progresse ensuite lentement vers la surface. Selon les caractéristiques des cavités, le phénomène peut ou non atteindre la surface. Ainsi, si le vide est peu profond, il a de fortes chances de déboucher au jour et de provoquer un effondrement localisé (fontis). À l'inverse, s'il est profond, le foisonnement du terrain désorganisé par la progression de la cloche de fontis peut, petit à petit, combler le vide et ainsi stabiliser le phénomène avant qu'il n'atteigne la surface.

De tels phénomènes entraînent généralement l'apparition d'effondrements cylindriques dont le diamètre peut varier fortement en fonction de la configuration des cavités à l'origine de leur formation (diamètres variant d'un mètre à plusieurs mètres, voire plus dans certains cas).

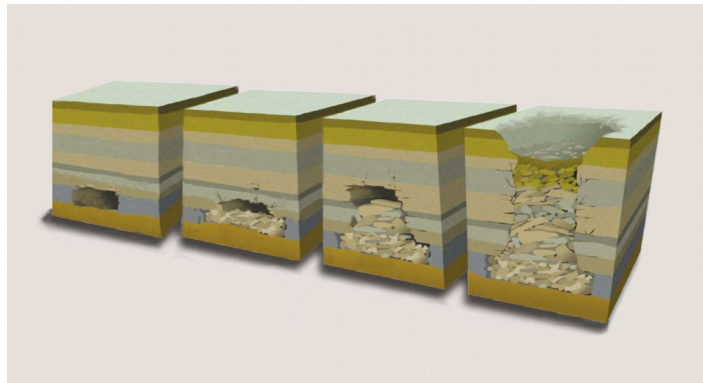


Figure 4.1: formation et progression vers la surface d'une cloche de fontis.

Dans le schéma ci-dessus, la couche verte correspond aux terrains de surface meubles, qualifiés de « mobilisables ». Si la remontée de la cloche peut s'étaler sur une période très longue (plusieurs décennies), une fois que celle-ci atteint les terrains mobilisables, l'effondrement se propage brutalement vers la surface en formant un cône d'effondrement dont l'angle dépend de la stabilité de ces terrains.

Ce phénomène se manifeste très rapidement en surface et ne donne pas de signes avant coureurs perceptibles. En revanche, s'il est possible d'inspecter l'intérieur des cavités concernées, une surveillance régulière de leur voûte peut permettre de détecter la présence de cloches de fontis et ainsi d'anticiper le phénomène. Les visites de surveillance réalisées au niveau des galeries des flancs nord et sud, au droit d'enjeux en surface (habitations, commerces, local industriel...), permettent de détecter l'amorce de fontis et de les traiter (par comblement) avant que ceux-ci n'atteignent la surface (phénomène lent).

#### **4.3.2.1 Rupture d'une tête de puits**

L'effondrement localisé peut également être la conséquence de la rupture d'une tête de puits. Dans ce cas, le phénomène est lié soit à la présence d'un ancien puits recouvert, soit au débouillage d'un puits remblayé.

Dans le premier cas, l'effondrement est lié à la rupture de la dalle de fermeture et / ou des parois du puits (figure de gauche ci-après). Le second cas correspondant aux ouvrages qui ont été remblayés. On peut observer à leur niveau un débouillage des remblais vers les galeries et à terme, la formation d'une cloche de fontis puis un effondrement en surface (figure de droite ci-après).

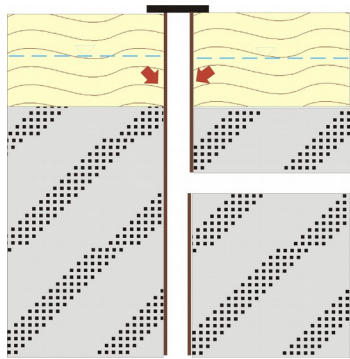


Figure 4.2: rupture de la dalle de couverture et / ou des parois d'un puits.

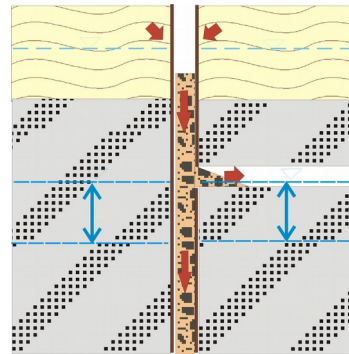


Figure 4.3: débouffrage d'un puits.

#### 4.3.2.2 Marge d'influence induite par un effondrement localisé

En prenant en compte une marge d'influence périphérique supplémentaire, l'aléa effondrement se matérialise au-delà de la projection sur la surface de l'emprise réelle des cavités minières.

Tout effondrement localisé peut avoir un impact latéral important en surface, plus étendu que les cavités à l'origine de son apparition. En progressant dans des terrains rocheux une cloche de fontis aura tendance à se maintenir plus ou moins droite en traversant des terrains durs. Mais dès qu'elle atteindra des terrains meubles, elle engendrera un effondrement selon un certain cône, dont la pente maximale est estimée à  $45^\circ$  (angle d'influence).

Cette valeur de  $45^\circ$  conduit à prendre en compte une marge d'influence égale à l'épaisseur des terrains meubles de surface (règle trigonométrique). Dans le cas de May-sur-Orne, une épaisseur moyenne de 5 mètres de terrain meuble de surface a été constatée dans les secteurs investigués par sondages. Cinq mètres de marge d'influence périphérique sont alors ajoutés. Dans les autres secteurs, l'épaisseur de terrains meubles est considérée égale à 10 mètres (10 mètres de marge d'influence ajoutés).

À ce principe d'affichage sont également intégrées les incertitudes liées au positionnement des cavités signalées précédemment (incertitude pouvant varier entre 2 et 10 mètres).

Les schémas suivants illustrent les règles d'affichage intégrant la notion de marge d'influence au niveau des galeries minières. Le premier correspond au cas général de travaux à faible profondeur (galerie isolée ou succession verticale de travaux d'exploitation comme sur le flanc nord du synclinal de May-sur-Orne).

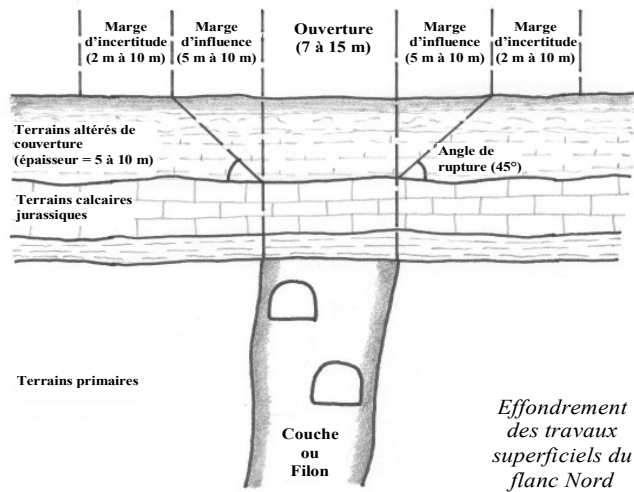


Figure 4.4: marges supplémentaires prises en compte au niveau d'un gisement vertical exploité à faible profondeur pour déterminer l'emprise de l'aléa.

Le deuxième schéma présente le cas spécifique des gisements pentés que l'on rencontre sur le flanc sud du synclinal de May-sur-Orne. Dans cette configuration, il faut rajouter la zone sur laquelle les épontes peuvent rompre (voir schéma).

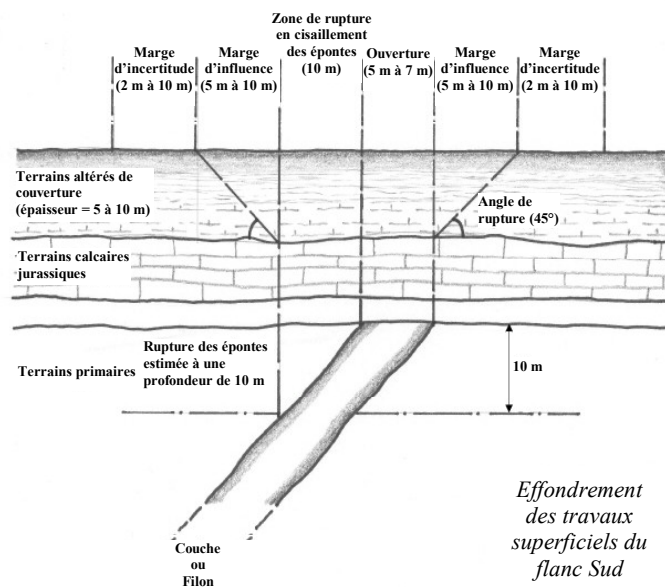


Figure 4.5: marges supplémentaires prises en compte au niveau d'un gisement penté pour déterminer l'emprise de l'aléa.

Au total, la largeur d'une zone d'aléa effondrement localisé correspond donc la somme de l'ouverture (emprise des travaux concernés), de la largeur de rupture possible des épontes dans les cas des travaux dans les gisements inclinés, de la marge d'influence prise de chaque côté de la cavité et de la marge d'incertitude prise de chaque côté des travaux impliqués et de leur zone



d'influence..

L'aléa d'effondrement localisé généré par les puits miniers est également pourvu d'une marge périphérique d'influence et d'incertitude. La marge d'influence est la même que pour les galeries (prise en compte d'un angle d'influence de 45° au niveau de terrains meubles de surface de 5 à 10 mètres d'épaisseur). Celle d'incertitude varie entre 0 et 10 mètres. Certains puits encore visibles en surface sont positionnés très précisément, ce qui explique l'absence d'incertitude à leur niveau.

Le schéma suivant illustre l'emprise de l'aléa d'effondrement localisé au niveau des puits miniers.

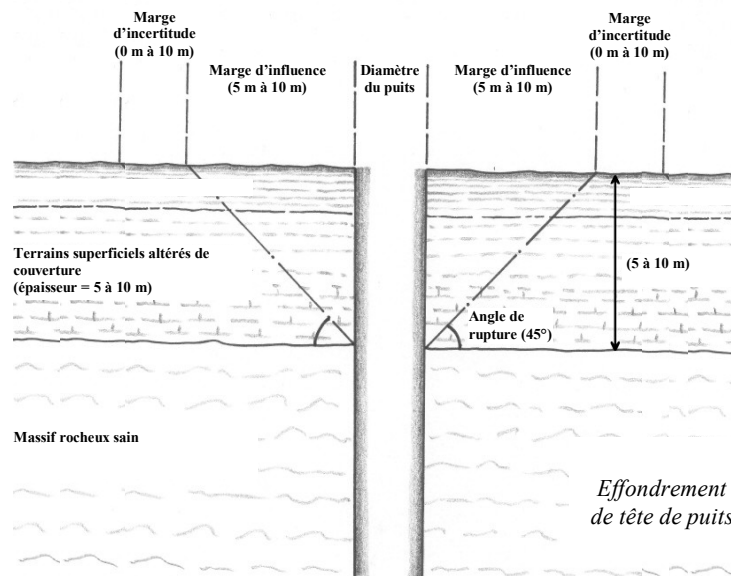


Figure 4.6: marges supplémentaires prise en compte autour de la tête d'un puits pour déterminer l'emprise de l'aléa.

#### 4.3.2.3 Définition du niveau d'aléa

D'une façon générale, le niveau de l'aléa résulte du croisement entre l'intensité des phénomènes observés et leur probabilité d'occurrence. Dans le cas des risques miniers, on parle plutôt de prédisposition du sol aux mouvements de terrain que de probabilité d'occurrence.

##### ➤ Prédisposition du sol aux mouvements de terrain :

La prédisposition est estimée en fonction des connaissances disponibles, notamment sur l'état géotechnique des cavités, la résistance des terrains de recouvrement, l'historique des événements observés dans le secteur. Plusieurs facteurs interviennent dans sa détermination :

- des facteurs propres aux ouvrages miniers souterrains : portées entre appuis des voûtes, nature et épaisseur des premiers bancs rocheux de recouvrement, existence de soutènements ;
- des facteurs de prédisposition liés au recouvrement dans lequel peuvent se propager les fontis : présence de bancs homogènes suffisamment épais et résistants au-dessus des galeries, épaisseurs des terrains sédimentaires jurassiques recouvrant les bancs exploités, épaisseur total du recouvrement des travaux conditionnant le foisonnement des matériaux en cas

d'apparition de cloche de fontis.

D'une façon générale, il a été admis qu'au-delà d'une profondeur d'exploitation d'une cinquantaine de mètres, la probabilité de fontis en surface devenait négligeable dans le cas des galeries minières du bassin de May-sur-Orne.

➤ **Intensité du phénomène :**

Pour l'effondrement localisé, trois catégories d'intensité sont définies, comme indiqué dans le tableau suivant.

Classe d'intensité	Diamètre de l'effondrement
Faible	$\varnothing < 2-3 \text{ m}$
Moyenne	$2-3 \text{ m} < \varnothing < 10 \text{ m}$
Forte	$10 \text{ m} < \varnothing$

L'intensité du phénomène dépend essentiellement de la configuration des cavités (forme et volume de vide) et des caractéristiques des terrains de recouvrement (épaisseur des terrains meubles en surface dans lesquels l'effondrement peut se propager avec une pente de 45°).

Le tableau suivant indique le principe de croisement intensité/prédisposition aboutissant au niveau d'aléa.

Prédisposition	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Intensité			
Faible			
Moyenne			
Forte			

Sur la base de ces critères, l'aléa d'effondrement localisé est affiché au niveau des travaux miniers réalisés jusqu'à une cinquantaine de mètres de profondeur. Au-delà de 50 m, les phénomènes d'effondrement ne se propagent pas en surface. Le niveau de l'aléa varie de faible à fort en fonction des caractéristiques physiques et géotechniques des édifices miniers et des caractéristiques de leur environnement géologique.

Sur les cartes représentant l'ensemble du bassin minier, l'aléa d'effondrement localisé se matérialise sous la forme de deux bandes étroites, parallèles et distantes d'environ un kilomètre, soulignant bien les deux flancs affleurants du synclinal de May-sur-Orne. Il traverse les bourgs de May-sur-Orne, de Fontenay-le-Marmion (flanc sud du synclinal) et de Saint-Martin-de-Fontenay (flanc nord du synclinal).

#### 4.3.2.4 Travaux de comblement en secteur d'effondrement localisé

Face au risque d'effondrement localisé, des travaux de comblement de galerie ont été réalisés. Ils ont consisté à injecter du coulis de ciment dans des cavités les plus superficielles ou à combler des puits. Ces actions ont, dans certains cas, permis de modifier le niveau de l'aléa, voir de le supprimer. Elles se sont déroulées sur plusieurs communes :

##### **Période 2007- 2008 :**

- Comblement à l'aide de matériaux granulaires secs de vides rue du Clos Saint-Joseph sur la commune de **Saint-Martin-de-Fontenay** : les travaux ont permis de rouvrir une route qui était fermée à la circulation à cause du risque d'effondrement. L'aléa fort d'effondrement a toutefois été maintenu en raison des exploitations sous-jacentes non traitées et de l'absence d'injection des remblais (anciens et actuels). La surveillance des travaux sous-jacents est toujours maintenue.
- Comblement par coulis de béton de la cheminée d'aération de la Supérette à **Fontenay-le-Marmion** : ancienne cheminée en mauvais état qui débouchait près du pignon nord-est de la supérette de la rue du Parc. L'aléa lié à la cheminée a été supprimé, mais d'autres travaux miniers imposent de conserver un aléa de niveau fort.
- Comblement par coulis de béton du puits d'Harcourt (32 rue Jules Ferry) sur la commune de **May-sur-Orne** : ces travaux ont permis de supprimer l'aléa lié au puits mais d'autres travaux miniers imposent de conserver un aléa effondrement localisé de niveau fort. La surveillance de ces exploitations est toujours maintenue.
- Comblement, à l'aide de matériaux granulaires secs, de vides rue de la Mine et rue Eugène Figeac sur la commune de **May-sur-Orne** : les travaux ont permis de diminuer le niveau d'intensité d'effondrement et donc de passer d'un niveau fort à moyen dans les deux zones traitées. La surveillance des exploitations sous-jacentes est toujours maintenue.
- Comblement par injection de béton de la galerie des morts terrains au droit d'une habitation route d'Harcourt sur la commune de **May-sur-Orne** : les travaux ont permis de réduire l'aléa de fort à moyen dans toute la zone traitée, ici limitée à l'habitation. La surveillance des exploitations sous-jacentes est toujours active.
- Comblement par enrochement et coulis de béton au droit du garage Citroën à **Fontenay-le-Marmion** : les travaux ont supprimé l'aléa lié à l'effondrement de la tête de la cheminée mais la zone du garage Citroën demeure en aléa effondrement localisé de niveau fort lié aux exploitations souterraines desservies par cette cheminée. La surveillance de ces exploitations est toujours maintenue.

##### **Période 2008 – 2011 :**

- Comblement sous une habitation 53 route d'Harcourt et la RD 562 à **Saint-Martin-de-Fontenay**. Les travaux ont notamment consisté au comblement par coulis de ciment des 9 chambres d'exploitations sous-jacentes à la galerie de niveau B du flanc nord vertical. Ceci a conduit à supprimer l'aléa effondrement localisé au droit des zones traitées.

##### **Période 2013 – 2014 :**

- Comblement d'une cavité peu profonde (5 m) sous la rue Juno à **Saint-Martin-de-Fontenay**.

Les travaux ont consisté en la réalisation d'un comblement jusqu'au refus de la cavité avec du béton. Ces travaux ont permis de supprimer l'aléa au droit de cette cavité. Néanmoins, la zone est maintenue en aléa de niveau fort, en raison de l'influence des exploitations adjacentes non traitées. La surveillance des travaux sous-jacents est toujours maintenue.

- Comblement par coulis de béton des premiers mètres de la descente interne d'Harcourt à **May-sur-Orne** sous deux habitations et un jardin entre la rue Jules Ferry et la rue Pasteur. Les travaux ont permis de diminuer le niveau de prédisposition à l'aléa de très sensible à sensible mais l'aléa a été maintenu au niveau fort, en raison des exploitations non traitées, desservies par cette descente d'Harcourt et situées entre la galerie des morts-terrains et de la galerie de niveau I. Le maintien de la surveillance de ces travaux est toujours actif.
- Poursuite de comblements sous deux habitations mitoyennes et jardins rue de l'Espérance à **Fontenay-le-Marmion** : les travaux ont consisté en un appoint de comblement par injection de béton dans deux cavités contiguës creusées dans les morts terrains se trouvant au droit de deux habitations mitoyennes et de jardins rue de l'Espérance. Ces travaux ont permis diminuer le niveau de prédisposition à l'aléa de très sensible à sensible mais l'aléa a été maintenu au niveau fort, en raison de l'influence des exploitations sous-jacents non traitées et anciennement éboulées. Le maintien de la surveillance des travaux sous-jacents est toujours actif.
- Comblement d'une cavité peu profonde (8 m) sous la RD 41 à **Fontenay-le-Marmion** : les travaux ont consisté en la réalisation du comblement de la cavité avec du béton. Les travaux ont permis de réévaluer le niveau d'aléa d'un niveau fort à moyen sous la portion de la RD 41 concernée. La surveillance des travaux depuis le niveau I est toujours maintenue.

#### **Période 2014 – 2015 :**

- Comblement par un coulis de béton d'une cavité peu profonde (16 m) sous la RD 41b à **Fontenay-le-Marmion** : les travaux ont permis de réévaluer le niveau d'aléa d'un niveau fort à moyen sous la portion de la RD 41b concernée. La surveillance des travaux depuis le niveau I est toujours maintenue.

#### **Période de 2016 – 2019**

- En 2016, comblement par injection de coulis de ciment de la galerie dite des « morts terrains » sur un linéaire de 200 m et de l'ancienne dynamitière au droit d'habitations le long des rues Jules Ferry et Pasteur à **May-sur-Orne**, à une profondeur comprise entre 7 et 10 m. Les travaux ont permis de réduire l'aléa effondrement localisé du niveau fort à moyen sur le secteur concerné.
- En 2017, comblement par injection de coulis de ciment de la galerie dite des « morts terrains » sur un linéaire d'environ 90 m au droit d'habitations et de jardins le long de la rue de l'Espérance à **Fontenay-le-Marmion**, à une profondeur de 13 m. Les travaux ont permis de réduire l'aléa effondrement localisé du niveau fort à moyen sur le secteur concerné ainsi que l'emprise de l'aléa.
- En mars 2018, comblement d'un fontis, apparu en janvier 2018, par mise en place de blocs et injection de béton dans un champ à proximité de l'espace Coisel à **Saint-Martin-de-Fontenay**.
- Entre mars et juin 2018, comblement par injection de coulis de ciment de la galerie dite des « morts terrains » sur un linéaire d'environ 130 m entre les rues Léonard Gilles et de l'Espérance à **Fontenay-le-Marmion**, à une profondeur comprise entre 7 et 10 m. Les travaux ont permis de réduire l'aléa effondrement localisé du niveau fort à moyen sur le secteur concerné.

- En avril 2019, comblement par injection de coulis de béton de la galerie dite des « morts terrains » sur un linéaire de 230 m entre la rue Paul Samson à l'ouest et les terrains agricoles à l'est sur la commune de **May-sur-Orne** ainsi que le comblement d'une chambre d'exploitation avec du tout-venant. Les travaux ont permis de réduire l'aléa effondrement localisé du niveau fort à moyen sur le secteur concerné.

### 4.3.3 Les affaissements

#### 4.3.3.1 Cas général

L'affaissement est un phénomène progressif lié à la présence de cavités à moyenne ou grande profondeur. La rupture de ces cavités se propage vers la surface en provoquant un tassement des terrains qui se traduit par la formation d'une cuvette d'affaissement.

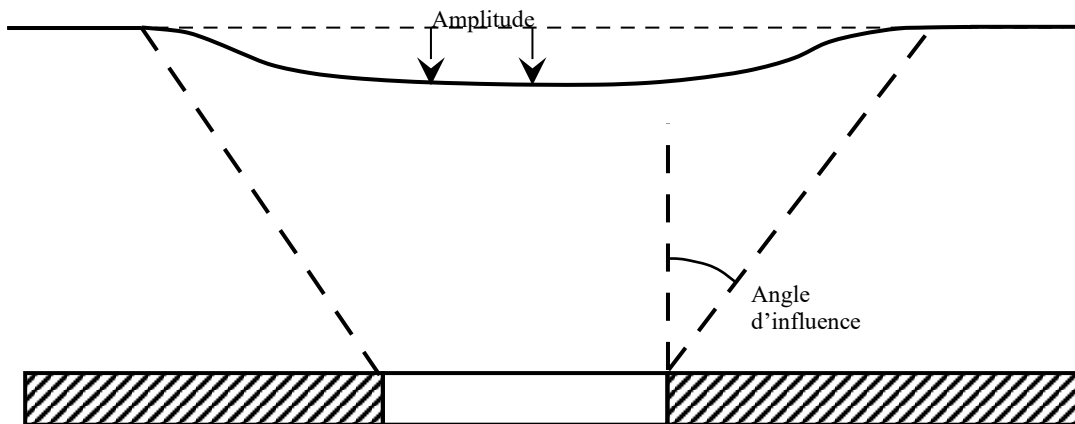


Figure 4.7: schéma d'un affaissement.

Du fait de l'angle d'influence, cette cuvette peut dépasser la zone concernée par les travaux miniers et le phénomène se manifeste nécessairement sur une surface importante (quasiment même principe de manifestation que les effondrements localisés). Toutefois, si l'affaissement est lié à un effondrement massif des travaux miniers, l'angle d'influence peut également se manifester à plus grande profondeur au niveau des formations rocheuses.

D'autre part, en raison du foisonnement des terrains, la profondeur maximale de la cuvette sera bien inférieure à la hauteur du vide souterrain présent. En effet, lorsque les matériaux supérieurs s'effondrent, ils occupent ensuite un volume plus important que celui qu'ils occupaient précédemment. On observe ainsi un phénomène d'auto comblement qui explique qu'au-delà d'une certaine profondeur, le phénomène ne se manifeste plus en surface. Cette profondeur a été évaluée à 300 mètres sur le secteur de May-sur-Orne.

L'impact est plus fortement ressenti au niveau des habitations en limite de cuvette, car elles peuvent être soumises à des contraintes importantes d'étirement et de cisaillement. En revanche, il est possible qu'un bâtiment situé au centre d'une cuvette ne subisse aucun dommage malgré un

affaissement de plusieurs mètres.

#### 4.3.3.2 Cas des gisements pentés

Dans le cas du bassin minier de May-sur-Orne, on peut s'attendre à des bordures de cuvette dissymétriques au niveau du gisement penté, comme le montre la figure suivante. L'inclinaison du banc exploité peut en effet entraîner des angles d'influence différentiels. L'angle sera plutôt redressé côté amont de la galerie avec une résultante en surface plus pentue en bordure de cuvette. Le terrain a tendance à « s'asseoir ». Il sera plus ouvert côté aval, le terrain dissipant le phénomène d'affaissement. L'inclinaison du gisement induit donc une pente d'influence plus forte à l'amont.

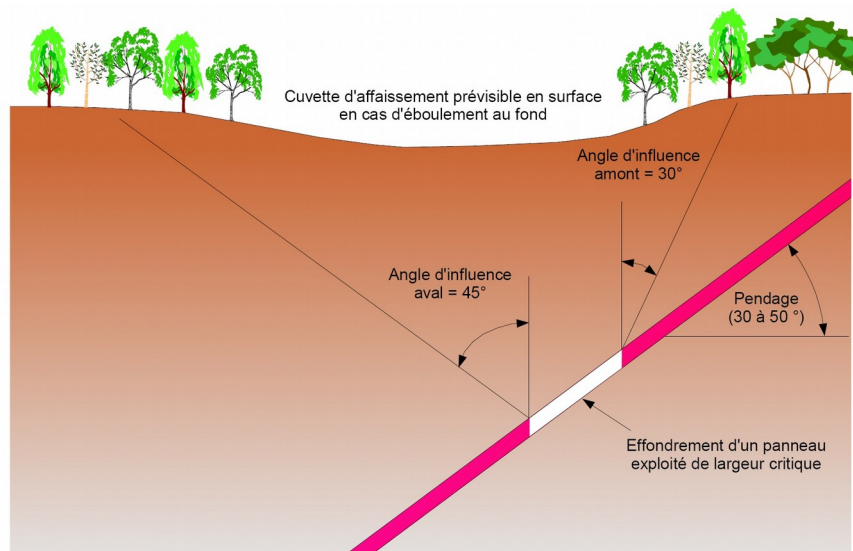


Figure 4.8: affaissement dans le cas de travaux pentés (angles d'influence amont et aval). Remarque : les angles de ce schéma sont pris à titre d'exemple et ne correspondent pas forcément aux conditions de May-sur-Orne.

#### 4.3.3.3 Définition du niveau d'aléa

Le principe de définition du niveau d'aléa d'affaissement (croisement intensité-prédisposition) est le même que pour l'aléa d'effondrement localisé, avec toutefois certains critères propres au phénomène d'affaissement.

##### ➤ Prédisposition du sol aux mouvements de terrain :

Les facteurs pour les affaissements sont quasiment identiques à ceux des effondrements localisés :

- facteurs propres aux ouvrages miniers souterrains : portées entre appuis des voûtes, nature et épaisseur des premiers bancs rocheux de recouvrement, existence de soutènements ;
- facteurs de prédisposition liés au recouvrement dans lequel peuvent se propager les mouvements de terrain : présence de bancs homogènes suffisamment épais et résistants au-dessus des galeries, épaisseur du recouvrement des travaux miniers (ou profondeur des travaux miniers) conditionnant le foisonnement des matériaux en cas de mouvement de terrain.

➤ **Intensité du phénomène :**

Une seule classe d'intensité du phénomène est retenue. Elle est caractérisée par les déformations de terrain attendues en surface :

- mise en pente maximale des terrains de 4 % en bordure des cuvettes d'affaissement.
- élongation linéaire maximale du terrain de 10 mm/m aux endroits de plus forte courbure de la cuvette d'affaissement.

En tenant compte de l'intensité attendue du phénomène et d'une prédisposition du sol aux mouvements de terrain estimée « peu sensible », le niveau d'aléa affaissement retenu est faible pour les secteurs relevant de ce type de phénomène sur le bassin minier de May-sur-Orne.

Trois grandes zones d'aléa faible d'affaissement ont été ainsi identifiées:

- sur la commune de Feuguerolles-Bully, dans le quartier de la Bruyère et en bordure de l'Orne.
- sur les communes de May-sur-Orne, Fontenay-le-Marmion, et la commune déléguée de Rocquancourt où l'aléa affaissement est largement représenté.
- sur les communes déléguées de Garcelles-Secqueville et de Saint-Aignan-de-Cramesnil où l'aléa affaissement est très ponctuellement présent.

#### **4.3.4 La pollution des eaux**

Des analyses ont été réalisées sur les eaux d'exhaure des galeries des deux flancs du synclinal (galerie B du flanc nord et galerie 1 du flanc sud) pour établir la qualité des eaux d'exhaure de la mine et l'impact de cette activité sur les eaux souterraines et les eaux de surface. Les principaux facteurs pris en compte sont l'entraînement de métaux par lessivage des parois de la mine et l'entraînement d'hydrocarbures liés à l'ancien stockage d'hydrocarbures.

Le rapport INERIS du 30 mars 2006 (*référence 4 dans le chapitre 7 Bibliographie*) reprend l'ensemble des résultats disponibles dans les archives, au-delà des analyses réalisées depuis 2004. Il qualifie la contamination des eaux souterraines des formations primaires de faible. Pour les eaux de surface, la pollution est considérée comme nulle du fait de la dilution des eaux d'exhaure par le débit de l'Orne.

Concernant la présence de substances minérales dans l'eau, il précise en conclusion (§ 5) que la définition et la cartographie des aléas environnementaux sont confrontées à une difficulté particulière : différenciation entre les apports liés à l'activité anthropique et ceux liés aux phénomènes d'érosion et de transport d'éléments chimiques provenant d'anomalies géochimiques naturelles. Ainsi, pour les eaux de surface ou les eaux souterraines une minéralisation naturelle pouvait préexister à l'activité minière et il est difficile de différencier ce qui est lié à la présence des cavités de ce qui existait avant leur creusement.

C'est pour cette raison que **l'aléa pollution des eaux est qualifié de faible au niveau de l'aquifère des formations primaires**. Dans son rapport du 30 mars 2006, l'INERIS précise : « *Cet aléa est étendu à l'ensemble de l'aquifère minier (flanc nord et flanc sud) dont l'extension correspond à la superficie des travaux souterrains autour desquels une marge supplémentaire de l'ordre de 250 m est ajoutée (de part et d'autre) afin de prendre en compte la zone d'influence (au niveau des nappes*

du Primaire) hydrogéologique et hydrogéochimique ». L'aquifère des couches de recouvrement secondaires (calcaire jurassique) n'est pas concerné, car situé au-dessus et non communicant avec celui des formations primaires (voir le chapitre 3.3 du rapport INERIS du 30 mars 2006). Pour éviter toute mise en relation entre les aquifères des formations primaires et du jurassique, le règlement du PPRM interdit toute exploitation d'eau au sein de l'aquifère du Primaire.

L'aléa «pollution de nappe» fait l'objet d'une représentation spécifique sur les cartographies d'aléas du PPRM.

**Pour les eaux de surface (l'Orne), l'aléa est évalué à un niveau nul.**

#### **4.3.5 L'émanation de gaz de mines**

Ce type d'aléa est lié à la présence de gaz dans les cavités minières et à l'impact que les émanations de ces gaz peuvent avoir en surface.

L'étude de cet aléa a été envisagée selon trois axes :

- Les **gaz de mines « classiques »**, principalement le méthane (CH<sub>4</sub>) plus connu sous le nom de grisou mais dont la présence ne concerne que les gisements houillers et non le minerai de fer. Par ailleurs, le gisement est très faiblement producteur d'autres gaz (éventuellement CO<sub>2</sub> ou CO) dont la présence en quantité parfois nettement plus importante que dans l'atmosphère extérieure, est essentiellement liée à la mauvaise ventilation des cavités.
- L'impact du **stockage souterrain d'hydrocarbures** qui, au cours de son exploitation, a été à l'origine d'une production de méthane par dégradation bactérienne des hydrocarbures. Les analyses effectuées depuis n'ont jamais permis de détecter une présence importante de méthane dans les cavités, celui-ci en étant la plupart du temps complètement absent.

**Le rapport INERIS du 30 mars 2006 permet d'écarter l'aléa gaz de mine « classique » ainsi que l'aléa « méthane » lié à l'activité de stockage d'hydrocarbures.**

- L'impact de la présence de **radon** qui a été détecté en quantité importante dans les cavités, mal ventilées. Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle. Il est présent en quantité variable dans les sols et migre vers la surface à travers les fracturations ou la porosité du terrain. Des mesures de radon en surface ont été menées à l'aplomb des anciens travaux miniers ainsi que dans des secteurs non concernés par les travaux. L'objet de l'étude était de définir si le radon qui est présent naturellement dans les sols, pouvait migrer plus facilement vers la surface du fait de la présence des cavités. Les résultats obtenus montrent que les teneurs de radon en surface ne sont pas influencées par l'existence des cavités.

**Le rapport GEODERIS du 10 juillet 2006 permet d'écarter l'aléa « radon ».**

#### **4.3.6 Rayonnements ionisants**

Les données disponibles sur le minerai et la nature géologique environnante permettent de considérer l'aléa « **rayonnement ionisant** » comme **nul à négligeable** (chapitre 3.6. du rapport GEODERIS du 14 juin 2004). Cet aléa est mentionné dans l'arrêté de prescription du PPRM en référence à la présence potentielle de radon. Tout aléa lié à la présence de radon en lien avec l'activité minière a été écarté (voir § 4.3.5. émanation de gaz de mine).



### **4.3.7 Les inondations par les eaux d'exhaure**

Les eaux d'exhaure des deux flancs du synclinal rejoignent l'ORNE via des exutoires aménagés de sorte à permettre un transit sans encombre des débits d'émergence. **Le risque d'inondation par ces eaux est considéré comme nul**, sous réserve d'un maintien en l'état des exutoires existants.

## 5 Les enjeux

### 5.1 Incidence de l'aléa sur le bâti

Dans les zones d'effondrement localisées et de fontis, la ruine de l'édifice minier est susceptible de provoquer des dégâts soudains et irréversibles sur le bâti. L'ampleur des dégâts dépend de l'intensité du phénomène. Dans ces zones, où la sécurité des personnes peut également être directement compromise, une surveillance est mise en place et le cas échéant, les dispositions évoquées au paragraphe 1.1 (travaux de confortement, expropriation) pourront être mises en œuvre. L'aléa effondrement localisé concerne un nombre limité de bâtiments et d'habitations, ce qui permet de limiter les mesures de surveillance à une petite partie du territoire.

L'aléa affaissement est beaucoup plus étendu. Il concerne un plus grand nombre de bâtiments, dont une majorité d'habitations. En cas d'affaissement, les bâtiments sont soumis à un phénomène se déroulant en 3 phases :

- le sol s'incurve avec un centre de courbure vers le bas (formation convexe, dite en dôme) : la distance entre les constructions s'agrandit.
- le sol s'incurve avec un centre de courbure vers le haut (formation concave dite « en cuvette ») : la distance entre les constructions diminue.
- les contraintes du sol se compensent pour trouver leur équilibre et les constructions reviennent à une position proche de l'horizontale (sauf bords de cuvette).

Les schémas suivants illustrent les 3 phases décrites.

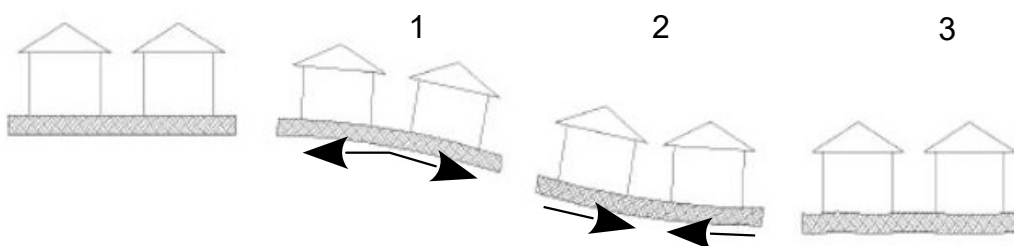


Figure 5.1: effort subis par le bâti en cas d'affaissement

### 5.2 Principe d'élaboration de la carte des enjeux

Les cartes d'enjeux permettent de cerner les zones présentant une vulnérabilité vis-à-vis des phénomènes d'effondrement et d'affaissement susceptibles de se produire. La typologie de l'occupation du sol retenue concerne les voies de communication, les zones urbanisées, les espaces de loisirs et les autres zones (agricoles ou naturelles). Au sein des zones urbanisées, quatre secteurs ont été différenciés :

- les centres-bourgs ou centres-villages (lorsqu'ils sont concernés par l'aléa) ;

- les secteurs d'urbanisation (périphérie urbaine, zones pavillonnaires, villages, hameaux) ;
- le bâti isolé (bâti détaché du reste du tissu urbain) ;
- les zones ou secteurs à caractère économique ;

Les bâtiments publics, les enjeux opérationnels, et d'une manière plus générale les établissements recevant du public ont été localisés et identifiés (mairies, établissements scolaires, locaux sportifs, etc.).

Les voies de communication ont été subdivisées en trois catégories :

- routes principales (nationales et départementales) ;
- routes départementales (réseau à caractère secondaire) ;
- routes communales.

La méthodologie d'élaboration des PPR stipule que seuls les enjeux existants peuvent être pris en compte. Les enjeux futurs tels que ceux figurant dans les documents d'urbanisme ne peuvent être retenus par le PPRM, à l'exception des projets déjà autorisés (dotés d'un permis de construire ou de toute autre autorisation administrative) en attente de construction. Les zones urbanisables définies par les documents d'urbanisme (zones AU des plans locaux d'urbanisme), s'étendant au-delà des zones déjà urbanisées, sont toutefois affichées pour information.

Les enjeux ont été identifiés sur la totalité des territoires communaux, au-delà de l'emprise de l'aléa, ce qui permet de constater l'organisation générale des communes et d'identifier l'environnement proche des secteurs exposés aux risques miniers. L'emprise des aléas miniers (effondrement, affaissement) a été reportée sur la cartographie des enjeux, en confondant les phénomènes et les niveaux d'aléas entre eux, afin de mettre en évidence les enjeux vulnérables aux risques miniers. Les cartes des enjeux établies pour chaque commune sont annexées à la présente note.

### **5.3 Enjeux communaux et vulnérabilité aux risques miniers**

L'étude de GEODERIS de mai 2016 « Bassin ferrifère de May-sur-Orne (14) - Synthèse de l'évaluation et de la cartographie des aléas « mouvements de terrain » liés à l'ancienne activité minière » (*référence 9 dans le chapitre 7 Bibliographie*) recense de manière précise les différents enjeux en zone d'aléa effondrement localisé. Les paragraphes suivants présentent une synthèse des enjeux par commune.

#### **5.3.1 Commune de Feuguerolles-Bully**

##### **5.3.1.1 Les enjeux communaux**

La commune de Feuguerolles-Bully présente deux centres urbanisés qui, par leur regroupement, ont donné ce nom composé à la commune située en rive gauche de l'Orne. L'essentiel de son bâti est implanté sur la bordure d'un plateau et domine ainsi le cours d'eau.

Le bourg de Feuguerolles est légèrement excentré dans la moitié nord du territoire communal. Son centre ancien regroupe la totalité des bâtiments publics communaux. Il comprend la mairie, une école, une cantine scolaire, une salle des fêtes, une salle des associations et une médiathèque, réunies dans le même quartier. Une imposante église s'élève également en son centre. Plusieurs lotissements sont bâtis à sa périphérie, entraînant un certain étalement urbain.

Le village de Bully est de taille plus modeste et s'étend de part et d'autre de la RD147. Situé dans l'extrémité sud de la commune, en retrait du bourg, il ne connaît pas la même expansion que ce dernier. Au contraire, il semble mieux maîtriser son urbanisation, ce qui lui permet de conserver un certain cachet.

Quelques hameaux, dont celui de l'ancienne gare, et des constructions isolées complètent le bâti.

Plusieurs sociétés sont installées sur la commune. Le bourg de Feuguerolles et le village de Bully accueillent chacun des entreprises implantées à leur périphérie. Une zone d'activités économiques plus vaste s'étend dans la vallée de l'Orne, non loin du hameau de l'ancienne gare. Près de cette zone d'activités, plus au sud, on note également la présence d'une friche industrielle correspondant à une partie des anciennes installations minières.

La commune projette la réalisation de quelques projets immobiliers en extension urbaine au sud-ouest de son bourg mais également dans deux secteurs situés dans le tissu urbain.

### **5.3.1.2 Enjeux vulnérables**

Une zone d'aléa faible d'affaissement s'avance jusqu'à la bordure sud-est du bourg de Feuguerolles, en englobant plusieurs pavillons. Une trentaine d'habitations du quartier de la Petite Bruyère est ainsi concernée. Les bâtiments publics communaux ne sont pas exposés aux aléas miniers.

La friche minière présente en vallée de l'Orne est concernée par le même type et la même intensité d'aléa (faible).

Enfin, un puits et une galerie de recherche, traduits en aléa moyen d'effondrement, impactent sur quelques dizaines de mètres de large des terrains agricoles et boisés au sud-est du lieu-dit Les Douets.

## **5.3.2 Commune de Fontenay-le-Marmion**

### **5.3.2.1 Les enjeux communaux**

Le bourg de Fontenay-le-Marmion est organisé au croisement de la RD41 et de la RD235. Il s'étend progressivement le long de ces deux voies en accueillant régulièrement de nouveaux lotissements. Il bénéficie de la proximité de RD562 qui le dessert directement via un échangeur situé quelques centaines de mètres au sud. Aménagée en deux fois deux voies de circulation, cette route permet de relier rapidement la RN158 et le périphérique caennais.

La mairie, deux groupes scolaires (écoles primaire et maternelle), une salle polyvalente et un ensemble sportif (terrain et gymnase) sont regroupés dans le bourg.

Une petite zone d'habitat s'est développée le long de la RD41 dans la vallée du Laize (vallée

affluente de l'Orne) au lieu-dit Le Val. Constitué d'un habitat relativement lâche, elle tend à être rejointe par le bourg. On note également deux hameaux situés aux lieux-dits Les Cinq Fermes et Cité Albert Taraud.

Le secteur est du bourg, au contact de la RD41 connaît un fort développement de type pavillonnaire.

Économiquement, la commune accueille plusieurs secteurs d'activités situés dans le bourg et les hameaux. Parmi les domaines économiques représentés, on note une majorité d'entreprises en rapport avec l'agriculture.

### **5.3.2.2 Enjeux vulnérables**

Une bande d'aléas fort, moyen et faible d'effondrement, liée à la présence d'une galerie plus ou moins profonde, traverse la commune, quasiment de part en part selon un axe est-ouest. Elle concerne le bourg de Fontenay-le-Marmion au nord de la RD41, où plusieurs constructions sont concernées par de l'aléa fort à faible. Elle s'étire également sous le hameau Cité Albert Taraud dont toute la bordure sud-est exposée à des aléas fort, moyen ou faible.

Un aléa faible d'affaissement est plus largement présent de part et d'autre du bourg, au nord de la galerie traduite en aléa d'effondrement. . Quelques rares constructions dans le bourg sont exposées à l'aléa. L'aléa affecte de manière plus importante des constructions de la Cité Albert Taraud.

## **5.3.3 Commune déléguée de Garcelles-Secqueville**

### **5.3.3.1 Les enjeux communaux**

Rattachée à la commune nouvelle Le Castelet depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019, la commune déléguée de Garcelles-Secqueville est constituée de deux villages. Celui de Garcelles, qui s'impose comme le pôle de vie, se situe au centre de son territoire, le long de la RD41 et de la RD230a. Il accueille la mairie, l'école et la salle des fêtes qui sont implantés le long de la RD41, non loin du carrefour avec la RD230a. Progressivement, le village de Garcelles s'étend au nord de la RD41, par des lotissements successifs, en s'écartant de ces deux voies de circulation, pour former un vaste ensemble pavillonnaire.

Le village de Secqueville se situe à environ un kilomètre à l'est de Garcelles. Il est organisé autour du carrefour routier formé par la RD41, la RD229 et la RD229a. Il présente un bâti individuel beaucoup plus lâche que celui de Garcelles.

Enfin, la pointe ouest de la commune s'avance jusqu'à la RN158 où elle partage une zone d'activités économiques avec Rocquancourt.

### **5.3.3.2 Enjeux vulnérables**

L'extrémité sud-ouest de la commune est très marginalement concernée par une zone d'aléa faible d'affaissement. Cette zone d'aléa s'affiche sur la RD41, non loin de l'embranchement avec la RN158, et sur un terrain situé entre cette route et celle desservant la zone d'activités.

La commune déléguée de Garcelles-Secqueville est donc très faiblement exposée aux aléas miniers.

### **5.3.4 Commune de Maltot**

#### **5.3.4.1 Les enjeux communaux**

Le village de Maltot est situé au centre de la commune. Il est organisé le long de la RD212 et de la RD147a et englobe le rond-point aménagé au croisement de ces deux routes. Son développement se fait au nord et au sud de ce carrefour routier en accueillant essentiellement des lotissements par tranches successives. Au sud, il s'étire ainsi jusqu'à la limite communale avec Feuguerolles-Bully. De nouveaux projets d'urbanisme sont envisagés au nord de la zone bâtie comme au sud du bourg à proximité de la mairie.

La commune dispose de plusieurs bâtiments publics, tous réunis au niveau du village. On dénombre ainsi la mairie, une crèche, une garderie périscolaire, une salle polyvalente, un hôpital de jour et une agence postale.

A l'écart du village, la commune accueille un centre de formation en alternance installé dans la propriété du château de Maltot.

#### **5.3.4.2 Enjeux vulnérables**

La bordure communale sud-est de Maltot est très localement impactée par une bande étroite d'aléa moyen d'effondrement de faible emprise correspondant à une galerie de recherche. Cette zone d'aléa, d'extension très limitée, est située en rive gauche de l'Orne, à l'aval de la RD147. Elle concerne une zone agricole. Aucune construction de la commune n'est exposée aux aléas miniers.

### **5.3.5 Commune de May-sur-Orne**

#### **5.3.5.1 Les enjeux communaux**

Le bourg de May-sur-Orne forme la partie sud de l'agglomération urbaine qu'elle constitue avec les communes de Saint-André-sur-Orne et de Saint-Martin-de-Fontenay. Aménagé initialement au croisement de la RD562 (devenue RD562a) et de la RD41b, il s'est progressivement développé le long de ces deux routes jusqu'à rejoindre les bourgs des communes voisines. Ce développement urbain s'est accompagné de la construction d'un contournement routier (déviation de la RD562) pour absorber le trafic routier transitant par l'agglomération. La croissance urbaine de May-sur-Orne est essentiellement marquée par la réalisation de lotissements qui ont vu le jour le long de la RD562a et de la RD41b et qui se sont étendus de part et d'autre de ces routes, tissant ainsi une toile urbaine étendue.

Le bourg accueille divers commerces de proximité participant à son animation et à son attractivité. Quelques secteurs d'activités économiques sont également installés en bordure d'agglomération et près de la vallée de l'Orne. Des vestiges de l'époque minière sont présents en limite avec Saint-Martin-de-Fontenay. Sans ré-affectation, ils laissent derrière eux une friche industrielle.

Enfin, dans la partie ouest de la commune, en bordure de la vallée de l'Orne, on note la présence d'un bâti excentré du bourg complétant l'habitat communal.

Quelques projets de renouvellements urbains et d'extensions urbaines sont envisagés par la

commune. La physionomie du bourg devrait ainsi évoluer en cœur de bourg et sur sa bordure est.

Le bourg de May-sur-Orne accueille un grand nombre de bâtiments publics. Très regroupés, ils se situent à proximité du croisement de la RD562a et de la RD41b. On y recense la mairie, un centre scolaire, une cantine scolaire, une garderie, une bibliothèque, une salle des fêtes, une salle polyvalente, un musée et une agence postale.

### **5.3.5.2 Enjeux vulnérables**

Une bande d'aléa fort à moyen d'effondrement de plusieurs mètres de large correspondant à la présence d'une galerie minière qui traverse la partie sud du bourg de May-sur-Orne. Orientée selon un axe nord-ouest / sud-est, elle concerne plusieurs pavillons. Une seconde galerie dotée d'un puits est également présente au niveau de la zone d'activité jouxtant au nord-ouest la friche minière (limite communale avec Saint-Martin-de-Fontenay). Classée en aléa moyen d'effondrement, elle concerne le parking d'une entreprise.

Le bourg de May-sur-Orne est très largement concerné par une vaste enveloppe d'aléa faible d'affaissement qui occupe sa partie centrale. Cet aléa englobe un grand nombre de propriétés, l'agence postale, un cabinet médical, l'église, ainsi que tous les bâtiments publics de la commune (mairie, école, garderie, bibliothèque, salles polyvalentes, cantine, vestiaires des équipements sportifs). Seul un quart nord-est et l'extrémité sud du bourg ne sont pas exposés aux aléas miniers (mouvements de terrains).

## **5.3.6 Commune déléguée de Rocquancourt**

### **5.3.6.1 Les enjeux communaux**

La commune déléguée de Rocquancourt est rattachée depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019 à la commune nouvelle de Castine-en-Plaine. Le village de Rocquancourt se situe au sud du territoire de la commune nouvelle. Son centre ancien est aménagé le long de la RD41. Il s'est ensuite développé au nord et au sud de cette route sous une forme pavillonnaire. Plusieurs lotissements ont ainsi vu le jour. Ses bâtiments publics sont implantés à proximité de la RD41, au niveau de l'emplacement d'origine du village. On dénombre ainsi la mairie, un centre scolaire, une cantine scolaire, une salle polyvalente et une bibliothèque. Rocquancourt projette d'étendre son urbanisation au nord-est du tissu bâti.

Un hameau accueillant plusieurs villas est également installé au lieu-dit Lorguichon, en bordure de la RN158. Aménagé avant la transformation de la RN158 en axe de circulation rapide à deux fois deux voies, il est aujourd'hui coupé en deux par cette route.

Enfin, au sud-est de son village, Rocquancourt accueille, au même lieu-dit Lorguichon, une vaste zone d'activités qui comporte un important centre de recyclage de matériaux.

### **5.3.6.2 Enjeux vulnérables**

La moitié sud du village ainsi que le hameau et la zone d'activités de Lorguichon sont concernés par une vaste zone d'aléa faible d'affaissement qui inclut les bâtiments publics communaux et l'église.

À l'extrémité ouest de la commune déléguée, sur la limite communale avec Fontenay-le-Marmion, un puits minier, en pleine zone agricole, est classé en aléa moyen d'effondrement.

### **5.3.7 Commune déléguée de Saint-Aignan-de-Cramesnil**

#### **5.3.7.1 Les enjeux communaux**

La commune déléguée de Saint-Aignan-de-Cramesnil est rattachée depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019 à la commune nouvelle Le Castelet. Le village de Saint-Aignan-de-Cramesnil se situe au centre du territoire de la commune déléguée, le long de la RD80. Il se présente en deux secteurs bâtis d'importance inégale séparés par une bande agricole d'une centaine de mètres de large.

La partie est du village, qui est la plus étendue, s'est développée autour de son centre ancien où se trouvent la mairie et l'école implantées côte à côte. Elle accueille également une maison de retraite installée sur sa bordure est. La commune a privilégié le développement de son village sur cette partie. Quelques lotissements ont ainsi vu le jour au sud et au nord de la RD80. De nouveaux projets sont envisagés au sud en extension urbaine et au nord entre deux secteurs bâtis.

Sa partie ouest du village s'étale beaucoup moins. Le bâti s'organise autour d'un hameau ancien construit à l'origine en léger retrait de la RD80. Un centre culturel a été aménagé à son extrémité est.

La commune déléguée de Saint-Aignan-de-Cramesnil s'étire à l'ouest jusqu'à la RN158. Trois zones d'activités sont présentes le long de cette route, dont deux sont situées à cheval sur des communes voisines (zone d'activités de la Jalousie, limitrophe avec la commune de Cintheaux et zone d'activités de Lorguichon, limitrophe avec la commune déléguée de Rocquancourt). Quelques habitations isolées jouxtent celle de La Jalousie.

#### **5.3.7.2 Enjeux vulnérables**

Une zone d'aléa faible d'affaissement occupe localement la pointe nord-ouest de la commune. Elle englobe l'échangeur RN158 / RD41 ainsi que la zone d'activités de Lorguichon.

### **5.3.8 Commune de Saint-André-sur-Orne**

#### **5.3.8.1 Les enjeux communaux**

Le bourg de Saint-André-sur-Orne est intégré à l'agglomération de May-sur-Orne. Il en constitue l'extrémité nord. Le centre ancien du village de Saint-André-sur-Orne se situe en bordure de l'Orne. Son développement s'est effectué vers la RD562a tout en s'étirant le long de la RD89 et la RD233. De nombreux lotissements ont ainsi vu le jour, dont certains sont composés de maisons jumelées. Le bourg ne peut guère s'étendre vers l'ouest en direction de la commune de Feugerolles-Bully du fait de la barrière naturelle que forme l'Orne. Ses possibilités d'extensions se situent donc plutôt vers le nord nord-ouest.

Le bourg réunit l'ensemble des bâtiments publics communaux. On dénombre ainsi la mairie, située dans sa partie ancienne, deux centres scolaires, une salle polyvalente, un foyer associatif pour personnes handicapées et une agence postale. Le bourg héberge également un centre



d'apprentissage par le travail dans sa partie sud et quelques infrastructures sportives dotées de bâtiments.

Le hameau d'Étavaux, présent au nord de la commune, constitue le second pôle urbanisé de la commune. De taille beaucoup plus modeste, il connaît un développement maîtrisé. Il accueille de temps en temps de nouvelles constructions liées à des projets individuels, à l'inverse du bourg qui est visé par des opérations immobilières de plus grande envergure.

Quelques constructions isolées excentrées du reste de l'urbanisation complètent le bâti.

La commune héberge plusieurs zones d'activités économiques à la périphérie de son bourg, dont deux desservies par la RD562a, ainsi qu'une vaste carrière de granulats située entre le bourg et le hameau d'Étavaux, au niveau de la terrasse bordant la vallée de l'Orne.

### **5.3.8.2 Enjeux vulnérables**

Une bande d'aléa fort d'effondrement liée à la présence d'une galerie à faible profondeur est affichée sur quelques centaines de mètres de longueur au sud du bourg. Elle affecte le parking de la salle polyvalente et longe le bâtiment du centre d'apprentissage par le travail sans l'impacter. Une seconde bande d'aléa moyen d'effondrement est présente au sud de la précédente. Elle correspond à une galerie disposant d'une entrée chemin des Moulins, en bordure de l'Orne.

## **5.3.9 Commune de Saint-Martin-de-Fontenay**

### **5.3.9.1 Les enjeux communaux**

Le bourg de Saint-Martin-de-Fontenay constitue la partie centrale de l'agglomération de May-sur-Orne. Il établit la jonction entre les bourgs de Saint-André-sur-Orne et de May-sur-Orne. Originellement implanté à l'intersection de la RD562a et de la RD89, il s'est progressivement étendu le long de la RD562a en accueillant régulièrement de nouveaux lotissements. Il réunit plusieurs bâtiments publics communaux et établissements publics inter-communaux. La mairie et un groupe scolaire sont implantés à proximité de la RD89 et un collège ainsi qu'un gymnase sont présents en bordure de la RD562a au lieu-dit Cité de la Mine.

Un réseau de petits commerçants et un supermarché de taille moyenne animent le bourg et plus globalement l'agglomération.

Les hameaux de Verrières et de Troteval, ainsi que quelques constructions isolées présentes dans la partie est de la commune complètent l'habitat.

Outre des activités commerciales, la commune héberge, quelques zones à vocation économique, (petite industrie, transport, etc.) situées au sein ou à proximité de son bourg.

### **5.3.9.2 Enjeux vulnérables**

Une galerie minière située à une quinzaine de mètres de profondeur traverse l'extrémité sud du territoire communal, selon une orientation nord-ouest - sud-est. Elle affecte la partie sud du bourg au niveau des quartiers de la Cité de la Mine et des Carelles. Elle est alors majoritairement traduite en aléa fort d'effondrement sur une largeur de plusieurs mètres. Une petite zone d'aléa faible

d'effondrement la borde dans l'extrémité est du quartier de la Cité de la Mine. Plusieurs constructions sont concernées par l'un ou l'autre de ces niveaux d'aléas.

Deux puits miniers sont également présents au sein du quartier de la Cité de la Mine. Ils génèrent un aléa faible d'affaissement qui se connecte à l'aléa fort d'effondrement de la galerie.

La galerie minière se prolonge au sud-est du bourg. À ce niveau, elle concerne uniquement des terrains agricoles. Son intensité d'aléa d'effondrement décroît alors vers un niveau moyen puis faible du fait de son approfondissement. Elle croise au lieu-dit Les Quarante Acres un puits minier traduit en aléa moyen d'effondrement.

## **5.4 Élaboration des cartes de zonage réglementaire**

La carte de zonage réglementaire répond à la ligne de conduite fixée par la circulaire du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels.

Le zonage réglementaire est issu du croisement de la carte des aléas et de la carte des enjeux. Il se compose de deux catégories de zones réglementaires établies en fonction du type et du niveau d'aléa affiché et des enjeux présents. Tout enjeu englobé par un aléa minier constitue un bien vulnérable. C'est au niveau de ces zones vulnérables que le PPRM doit apporter une réponse réglementaire pour limiter voire éviter la survenance de dégâts matériels et éviter la mise en danger de personnes, en cas de manifestation de l'aléa.

Le zonage réglementaire est donc lié aux aléas identifiés tout en s'attachant à tenir compte des aménagements communaux existants. Le PPRM permet d'instaurer, dans la mesure du possible, une réglementation en accord avec le fonctionnement actuel des communes et de veiller à permettre une gestion adéquate des enjeux présents.

Le tableau du chapitre 6.1 ci-après présente les règles de traduction réglementaire des aléas miniers en fonction des types de phénomènes identifiés, de leur niveau d'intensité et des enjeux.

Conformément à la circulaire du 6 janvier 2012, le zonage réglementaire et le règlement associé ont été élaborés selon les trois grands principes suivants :

- diminuer les risques pour les personnes et assurer leur sécurité ;
- permettre une vie locale acceptable tout en limitant les risques pour les biens ;
- contenir le risque financier pour la collectivité en cas de survenance des phénomènes.

## 6 Le plan de zonage réglementaire

Le zonage réglementaire, établi sur fond cadastral au 1/5 000, définit des zones inconstructibles et des zones constructibles mais soumises à prescriptions. Les mesures réglementaires applicables dans ces dernières zones sont détaillées dans le règlement du PPRM.

### 6.1 Traduction des aléas en zonage réglementaire

Le zonage réglementaire définit :

- une **zone inconstructible**<sup>1</sup>, appelée zone « rouge » (R) qui regroupe les zones d'aléa fort et certaines zones d'aléa moyen et faible (voir tableau suivant). Dans ces zones, certains aménagements tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent cependant être autorisés (voir règlement) ;
- une **zone constructible**<sup>1</sup> ou **aménageable sous conditions** de conception, de réalisation, d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa, appelée zone « bleue » (B) qui correspond à certaines zones d'aléa faible d'effondrement ou d'affaissement (voir tableau suivant).
- des **zones où l'exploitation** des eaux souterraines et la réalisation d'ouvrages profonds sont réglementés afin de ne pas aggraver l'aléa : zone « BPN ».

Les conditions énoncées dans le règlement PPRM sont applicables à l'échelle de la parcelle.

Traduction de l'aléa en zonage réglementaire

Règlement applicable	Aléas					
	Effondrement localisé			Effondrement puits	Affaissement	Pollution de nappe
Enjeux	Fort	Moyen	Faible	Moyen faible	Faible	Faible
Zone urbanisée	RE3	RE2	BE	REp	BA	BPN
Zone non urbanisée	RE3	RE2	RE1	REp	RA	BPN

#### 6.1.1 Les zones rouges RE3 :

La zone RE3 caractérise les zones exposées à l'aléa fort d'effondrement localisé.

<sup>1</sup>**Remarque** : Les termes « inconstructible » et « constructible » sont réducteurs au regard du contenu de l'article 40.1 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987. Il paraît néanmoins judicieux de porter l'accent sur l'aspect essentiel de l'urbanisation : la construction. Il n'empêche que les autres types d'occupation du sol sont pris en compte. Ainsi, dans une zone rouge (inconstructible) certains aménagements, exploitation... pourront être autorisés. Inversement, dans une zone bleue (constructible sous condition) certains aménagements, exploitations... pourront être interdits.

Cette zone présente des risques pour les personnes et les biens, leur préservation est donc primordiale. En effet, la nature du risque pouvant aboutir à des effondrements de terrain brutaux localisés, l'inconstructibilité est quasi totale.

### **6.1.2 La zone rouge RE2 et REp:**

La zone RE2 caractérise les zones exposées à un aléa moyen d'effondrement localisé.

La zone REp caractérise les zones exposées aux effondrements de puits.

Elles présentent un risque pour les biens et les personnes. Les constructions nouvelles sont interdites. Les extensions limitées sont néanmoins autorisées.

### **6.1.3 La zone rouge RA :**

La zone RA caractérise les zones non urbanisées exposées à un aléa faible d'affaissement

Ces zones présentent un risque pour les biens. Afin de limiter le risque financier, les constructions nouvelles à usage d'habitation ou à vocation économique sont interdites. Seuls certains bâtiments agricoles peuvent être admis sous réserve de prescriptions et de ne pas pouvoir être implantés hors zone de risque.

### **6.1.4 La zone rouge RE1 :**

La zone RE1 caractérise les zones non urbanisées exposées à un aléa faible d'effondrement localisé.

Ces zones présentent un risque pour les biens. Afin de limiter le risque financier, les constructions nouvelles à usage d'habitation ou à vocation économique sont interdites. Seuls certains bâtiments agricoles (pas d'occupation humaine permanente) peuvent être admis sous réserve de prescriptions et de ne pas pouvoir être implantés hors zone de risque.

### **6.1.5 La zone bleue BE :**

La zone BE caractérise les zones urbanisées exposées à l'aléa faible d'effondrement. Elle autorise, sous certaines conditions, des constructions nouvelles à usage d'habitation, économique ou public et certains établissements recevant du public (ERP).

### **6.1.6 La zone bleue BA :**

La zone BA caractérise les zones urbanisées exposées à un aléa faible d'affaissement. Compte tenu du risque quasiment nul pour les personnes (la manifestation du phénomène en cause se traduit par l'apparition de cuvettes avec une mise en pente des terrains situés dans l'emprise de la dépression), les constructions nouvelles peuvent être autorisées sous certaines conditions.

### **6.1.7 La zone « bleue » BPN :**

La zone BPN caractérise les zones exposées à un aléa faible de pollution de la nappe de l'aquifère du primaire. Ces eaux présentent un risque pour la santé, en conséquence une exploitation de la nappe est interdite.

## 6.2 Nature de mesures réglementaires

### 6.2.1 Bases légales

La nature des mesures réglementaires applicables est définie aux articles R. 562-3 à R. 562-5 du code de l'environnement. Les prescriptions d'un PPRM sont les mesures d'urbanisme, de construction, éventuellement de gestion, voire de traitement de l'aléa qui sont rendues obligatoires.

### 6.2.2 Dispositions constructives

Les dispositions constructives ne peuvent pas toujours être clairement identifiées. Dans ce cas, le règlement affiche les objectifs de performance à atteindre.

#### 6.2.2.1 Objectifs de performance

Le centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) a établi, dans un guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif (annexe II à la présente note), une classification des endommagements que peut subir une construction. Cinq niveaux d'endommagement ont ainsi été définis, par ordre croissant de sinistralité (N1 à N5). Du niveau N1 à N3, les désordres prévisibles ne provoquent aucun effondrement du bâtiment et le CSTB considère qu'une remise en état du bâtiment est envisageable sans diagnostic particulier. À partir du niveau N4, la ruine du bâtiment est possible et menace la sécurité des occupants. Le CSTB considère que, pour le niveau N4, un diagnostic préalable de la structure est nécessaire et qu'une reprise en sous-œuvre généralisée est souvent nécessaire. Pour le niveau N5, une remise en état n'est pas envisageable.

Niveau d'endommagement	Importance du dommage	Exemple de dommage (plus de précisions en annexe II du règlement)
N 1	très léger ou négligeable	Fissures d'aspect
N 2	léger	Fissures légères dans les murs
N 3	appréciable	Portes coincées et canalisations rompues
N 4	sévère	Poutres déchaussées et murs bombés
N 5	très sévère	Planchers et murs désolidarisés et instables

Au-delà du niveau N3, compte tenu des dégâts prévisibles sur le bâti (risques de chute d'éléments porteurs ou d'équipements), il y a lieu de considérer que la sécurité des occupants des constructions, en l'absence de dispositifs de surveillance adaptés, peut être mise en jeu.

En conséquence, afin de garantir le maintien de la sécurité de l'ensemble des occupants et des utilisateurs vis-à-vis des données issues de l'étude détaillée des aléas, le règlement du PPRM autorise, dans certaines zones, des constructions sous réserve du respect d'objectifs de performance. Il prescrit néanmoins le respect d'objectifs de performance reposant sur un niveau d'endommagement maximal admissible N3 en cas de survenance de l'aléa défini sur le secteur considéré.

### **6.2.2.2 Études et dispositions constructives**

Les mesures mises en œuvre pour répondre à ces objectifs de performance sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives. Elles sont applicables aux constructions futures et leur mise en œuvre relève de la seule responsabilité des maîtres d'ouvrage.

En vue de respecter ces dispositions, le PPRM prescrit la réalisation d'une étude préalable à la charge du pétitionnaire. Cette étude principale pourra englober plusieurs études spécifiques (étude géotechnique, dimensionnement des fondations et des structures des bâtiments...). Sa finalité est d'assurer la faisabilité du projet et d'en définir les conditions de mise en œuvre particulières afin de respecter les objectifs de performances fixés. Afin d'aider le maître d'ouvrage ainsi que les professionnels de la construction dans des choix constructifs adaptés, le CSTB a établi deux guides techniques (cf. 6.2.2.3).

Conformément au f) de l'article R. 431-16 du code de l'urbanisme, seule sera exigée dans le dossier de permis de construire une attestation signée de l'architecte du projet ou d'un expert, certifiant d'une part de la réalisation d'une étude préalable permettant de déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation de la construction projetée telle que définie dans le règlement du PPRM, et respectant donc le niveau d'endommagement maximal prescrit, et constatant d'autre part que le projet prend en compte les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation définies par cette étude au stade de la conception.

### **6.2.2.3 Guides techniques**

Le CSTB a établi deux guides de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type de fontis\* de niveau faible (annexe I à la présente note) et situé en zone d'aléa de type affaissement progressif (annexe II à la présente note). Suivant le type de construction envisagée, les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre peuvent s'appuyer sur ces guides pour concevoir le projet de manière à limiter le niveau d'endommagement du bâti en cas de survenance de l'aléa.

## 7 Bibliographie

1. Bassin minier de May-sur-Orne Concessions de Bully, Maltot, May-sur-Orne et Saint-André-sur-Orne (Calvados) - Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM). Cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » - GEODERIS - 14 juin 2004.
2. Etude des risques liés à la présence de travaux miniers souterrains peu profonds : synthèse des investigations avis sur les risques et propositions de mesures de prévention ou de mise en sécurité - GEODERIS - 14 juin 2006.
3. Mesures de radon à l'aplomb des anciens travaux miniers de May-sur-Orne et Soumont – GEODERIS - 10 juillet 2006.
4. Exploitation de fer et stockage souterrain d'hydrocarbures de May-sur-Orne (Calvados) Phase aléa du Plan de Prévention des Risques Miniers – Aléas environnementaux – INERIS - 30 mars 2006.
5. Bassin minier de May-sur-Orne Mise à jour de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain – GEODERIS - 30 septembre 2008.
6. Bassin ferrifère de May-sur-Orne, concession de Saint-André-sur-Orne, mise à jour de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain – GEODERIS – 7 septembre 2011.
7. Révision de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain dans la zone 11-12 de la mine de fer de May-sur-Orne – GEODERIS – novembre 2013.
8. Bassin minier de May-sur-Orne Mise à jour de la cartographie de l'aléa mouvement de terrain – GEODERIS – novembre 2014.
9. Bassin ferrifère de May-sur-Orne Synthèse de l'évaluation et de la cartographie des aléas mouvements de terrain liés à l'ancienne activité minière – Edition par commune – GEODERIS – 26 mai 2016.
10. Bassin ferrifère de May-sur-Orne (14) – Commune de Saint-Martin-de-Fontenay – Évaluation du risque de la zone Z10 – Avis sur les propositions du DPSM de faisabilité d'un traitement par comblement – GEODERIS – 21 juin 2016.
11. Bassin ferrifère de May-sur-Orne (14) – Mise à jour de la cartographie des aléas mouvements de terrain des communes de May-sur-Orne et de Fontenay-le-Marmion – GEODERIS – 29 novembre 2017.
12. Bassin ferrifère de May-sur-Orne (14) – Mise à jour de la cartographie des aléas mouvements de terrain sur la commune de Fontenay-le-Marmion – GEODERIS – 11 avril 2019.
13. Bassin ferrifère de May-sur-Orne (14) – Mise à jour de la cartographie des aléas mouvements de terrain sur la commune de May-sur-Orne – GEODERIS – 29 avril 2020.
14. Plans cadastraux au 1/5000 des 9 communes et communes déléguées.
15. Carte topographique 1613 O au 1/25 000 – Bretteville-sur-Laize - Série Bleue IGN - 2005
16. Carte topographique 1513 E au 1/25 000 – Thury-Harcourt - Série Bleue IGN - 1997.

17. SCAN 25 IGN de la zone d'étude.
18. Carte géologique de la France n°145 au 1/50 000 – Villers-Bocage – BRGM - 2002.
19. Carte géologique de la France n°146 au 1/50 000 – Mézidon – BRGM - 1999.
20. Orthophotoplans de la zone d'étude.
21. Documents d'urbanisme des communes de la zone d'étude.



## 8 Glossaire

**Affaissement** : déformation souple sans rupture et progressive de la surface du sol, se traduisant par une dépression topographique en forme de cuvette généralement à fond plat et bords fléchis en "s" (pas de crevasse marquée sur les bords).

**Aléa** : phénomène naturel ou d'origine anthropique de probabilité d'occurrence et d'intensité donnée. L'aléa correspond au croisement entre l'intensité de l'évènement attendu et sa probabilité d'occurrence. Ainsi, l'aléa faible peut correspondre à différentes configurations : probabilité moyenne et intensité très faible ou probabilité très faible et intensité moyenne.

**Aléas miniers** : aléas résultant de l'exploitation des mines tels que les mouvements de terrain en surface (fontis, effondrements, affaissements, tassements), la modification des écoulements d'eau, l'émanation de gaz, etc.

**Annexes** : locaux secondaires constituant des dépendances destinées à un usage autre que l'habitation tels que les réserves, celliers, remises, abris de jardins, serres, ateliers non professionnels, garages, locaux à vélos. Elles peuvent être attenantes ou non à l'habitation principale.

**Changement de destination** : évolution d'un bâtiment existant lorsqu'il passe d'une des 5 catégories définies par le code de l'urbanisme à une autre de ces mêmes catégories à savoir :

- exploitation agricole et forestière : exploitation agricole, exploitation forestière;
- habitation: logement, hébergement ;
- commerce et activités de service : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, hébergement hôtelier et touristique, cinéma ;
- équipements d'intérêt collectif et services publics : locaux et bureaux accueillant du public des administrations publiques et assimilés, locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés, établissements d'enseignement, de santé et d'action sociale, salles d'art et de spectacles, équipements sportifs, autres équipements recevant du public ;
- autres activités du secteur secondaire et tertiaire : industrie, entrepôt, bureau, centre de congrès et d'exposition.

**Eaux d'exhaure** : eaux d'infiltrations se retrouvant dans les travaux miniers et évacuées en surface.

**Effondrement localisé** : désordre qui apparaît brusquement en surface (même si parfois le phénomène se prépare pendant des années), par une montée progressive du vide vers la surface, avec un diamètre en surface pouvant atteindre plusieurs mètres.

**Enjeux** : personnes, biens, activités, moyens, infrastructures, patrimoines susceptibles d'être affectés par un phénomène .

**Éponte** : chacune des parois (supérieure, inférieure) d'un filon de minerai.

**Extension d'une construction** : tout projet visant à augmenter l'emprise au sol du bâti existant à l'exception des terrasses non couvertes de plain pied avec le rez-de-chaussée. Dans le présent PPR, sont considérées comme extensions du bâti existant, les constructions telles que les pièces d'habitation, vérandas, attenants au bâti principal

**Fontis** : effondrement brutal mais localisé se manifestant sous la forme d'un entonnoir ou d'un cratère. Il est le plus souvent provoqué par la rupture du toit d'une cavité, la cloche de vide remontant plus ou moins lentement vers la surface jusqu'au développement brutal d'un cratère en surface.

**Galerie** : voie d'accès ou d'exploitation en souterrain. Les dimensions, très variables, sont déterminées par la hauteur des bancs à extraire, la circulation pour l'évacuation des blocs, la solidité du ciel.

**Gisement** : lieu où l'on rencontre une substance ou des matériaux exploitables.

**Maître d'œuvre** : concepteur ou directeur des travaux

**Maître d'ouvrage** : propriétaire et financeur des travaux

**Niveau d'endommagement** : niveau de sinistralité susceptible d'affecter une construction sous l'effet d'un aléa. Dans le présent PPR, cinq niveaux d'endommagement par ordre croissant de sinistralité (N1 à N5) sont définis. Du niveau N1 au niveau N3, les désordres prévisibles ne provoquent aucun effondrement de la construction. À partir du niveau N4, la ruine de la construction et menace la sécurité des occupants.

- N1 : Fissures d'aspect
- N2 : Fissures légères dans les murs
- N3 : Portes coincées et canalisations rompues
- N4 : Poutres déchaussées et murs bombés
- N5 : Planchers et murs désolidarisés et instables

**Orthophotoplan** : image aérienne ou satellitale de la surface terrestre rectifiée pour éliminer les déformations dues aux reliefs et à la perspective.

**Puits** : orifice vertical, créant un accès depuis la surface ou depuis d'autres galeries superposées. Le diamètre et la forme varient selon l'utilisation, aérage, extraction, descente du personnel ou acheminement des matériels.

**Reconstruction à l'identique** : construction d'un bâtiment en remplacement, sur la même unité foncière, d'un bâtiment détruit régulièrement édifié. L'emprise de la reconstruction pourra avoir un positionnement différent si cela participe à réduire la vulnérabilité du nouveau bâti et de ses occupants.

**Synclinal** : plissement concave de la roche (en forme de creux).

**Vulnérabilité** : au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un

phénomène sur les enjeux. On distingue la vulnérabilité économique et la vulnérabilité humaine. La première traduit généralement le degré de perte ou d'endommagement des biens et des activités exposés à l'occurrence d'un phénomène d'une intensité donnée. La vulnérabilité humaine évalue les préjudices potentiels aux personnes dans leur intégrité physique et morale.