



HAL
open science

La surveillance des mines de fer de May-sur Orne : un exemple de dispositif évolutif au service de la prévention et de la sécurité minière

Michel Dietz, Jean-Paul Crabeil, Georges Vigneron

► To cite this version:

Michel Dietz, Jean-Paul Crabeil, Georges Vigneron. La surveillance des mines de fer de May-sur Orne : un exemple de dispositif évolutif au service de la prévention et de la sécurité minière. Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, Jul 2012, Bordeaux, France. pp.707-714. hal-00802965

HAL Id: hal-00802965

<https://brgm.hal.science/hal-00802965>

Submitted on 20 Mar 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA SURVEILLANCE DES MINES DE FER DE MAY-SUR-ORNE : UN EXEMPLE DE DISPOSITIF ÉVOLUTIF AU SERVICE DE LA PRÉVENTION ET DE LA SÉCURITÉ MINIÈRE

THE SURVEILLANCE OF IRON MINES OF MAY-SUR-ORNE : AN EXEMPLE OF CONSTANTLY EVOLVING SYSTEM DEDICATED TO PREVENTION AND MINE SAFETY

Miche DIETZ¹, Jean-Paul CRABEIL², Georges VIGNERON¹

1 BRGM/DPSM, Orléans, France

2 FLODIM, Manosque, France

RÉSUMÉ — Depuis 2007, la dégradation de l'état des ouvrages de la mine de May-Sur-Orne (Calvados) nécessite l'évolution constante du dispositif de surveillance. Ainsi, les visites au fond par les galeries encore accessibles sont complétées par des surveillances à partir du jour par forage et auscultation video-laser.

ABSTRACT — Since 2007, the deterioration of the mine site structures of May-Sur-Orne (Calvados) requires the constant evolution of the surveillance operations. Thus, the underground inspections by the still accessible galleries are completed by monitoring from the surface by drilling and video-laser auscultation.

1. Introduction : le contexte géologique et minier

Le bassin ferrifère de May-sur-Orne se situe en Normandie à 10 km au sud-sud-ouest de la ville de Caen (Figure 1), il a été exploité, pour l'essentiel par la Société des Mines et Produits Chimiques (SMPC), de 1896 à 1968. Le minerai de fer, d'âge ordovicien, se situe dans un massif dont le mur et le toit sont constitués par des schistes et grès. Ce massif primaire est plissé en un synclinal orienté approximativement est-ouest. Ce synclinal est recouvert en discordance par une série à dominante calcaire du Jurassique inférieur et moyen, dont l'épaisseur varie de 0 à 60 m. La couche du minerai de fer présente une puissance de 2 à 7 m. Elle se subdivise localement en deux couches distinctes séparées d'un intercalaire réduit.

Au plus fort de l'exploitation, ce sont 700 000 tonnes de minerai qui étaient extraits chaque année. Pour le flanc nord, la couche de minerai est quasi verticale (Figure 1), les travaux miniers s'étendent d'est en ouest sur 3,5 km, ils sont globalement superposés et la zone concernée en surface est relativement réduite. Pour le flanc sud, la couche de minerai présente un pendage de 45° à 65°, les travaux miniers s'étendent d'est en ouest sur 6 km, sont peu superposés et plongent en direction du nord. La profondeur maximale des cavités est de 450 mètres. L'exploitation a été menée sur plusieurs panneaux (Figure 2) accessibles par des galeries horizontales de niveau, dont les plus superficielles sont surmontées de travaux anciens ainsi que de galeries dites de « morts-terrains », percées en limite ou au sein du recouvrement

jurassique. Ces travaux sont donc peu profonds (de l'ordre de la vingtaine de mètres). Après la renonciation des concessions minières, les cavités ont été exploitées comme stockage souterrain d'hydrocarbures liquides entre 1971 et 1988 (Maury, 1972). La renonciation à l'autorisation de stockage souterrain a finalement été acceptée en 1994 par arrêté du ministre chargé des mines.

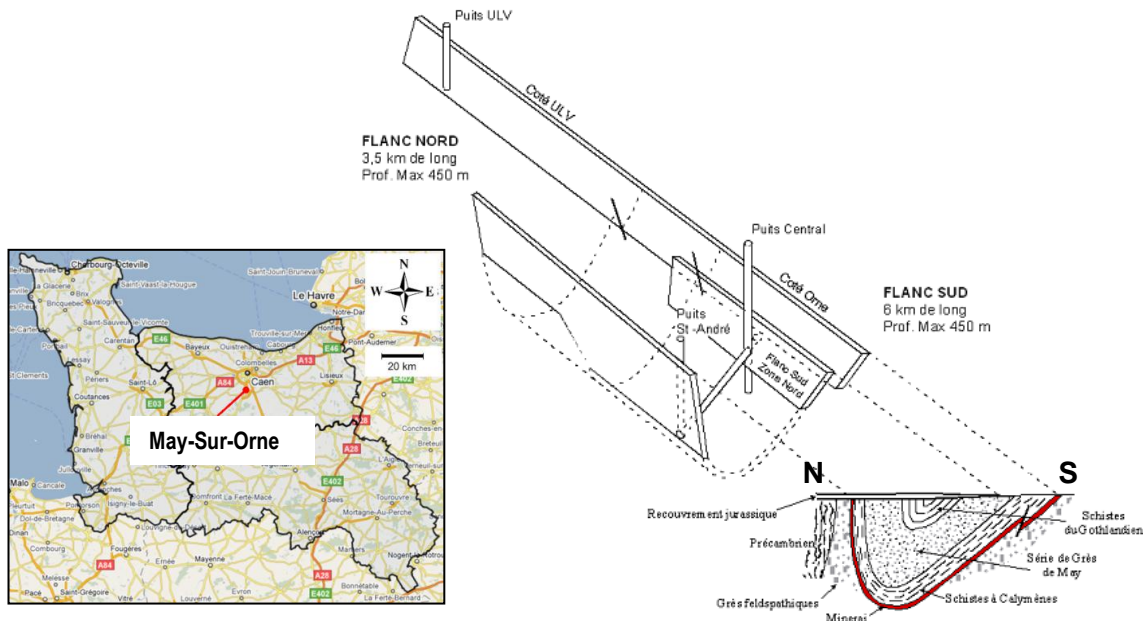


Figure 1 . Localisation et bloc diagramme du gisement de May-sur-Orne

2. Problématique après-mine : les aléas, la prévention et les mises en sécurité

Depuis 2007, à la demande de l'Etat et suite aux études d'aléas « mouvements de terrain » et à l'évaluation du risque associé conduite entre 2003 et 2006 (Franck, 2006 ; Delaunay *et al.*, 2012), des visites de surveillance semestrielles par le fond sont effectuées par le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM sur les flancs nord et sud du synclinal constituant le gisement. Elles ont pour objectif de relever et de suivre l'évolution potentielle des dégradations des galeries ou des toits des chambres des niveaux les plus superficiels et non ennoyés de la mine. Quarante-quatre zones d'enjeux ont été définies de la manière suivante : zones 1 à 15 sur le flanc nord, et zones 16 à 44 sur le flanc sud.

Lorsqu'il existe des enjeux (habitations, infrastructures...) au droit de cavités minières en cours de dégradation, des recommandations de traitement par comblement sont préconisées par le service de l'Etat appuyé par son expert en matière de risque minier, GEODERIS. Pour réaliser ces traitements et ces mises en sécurité, l'Etat missionne le DPSM (Dietz *et al.*, 2012).

3. La surveillance : le dispositif et les méthodes

La surveillance est effectuée par des visites des cavités accessibles situées au droit des zones d'enjeux, ou à partir de la surface, pour les cavités non accessibles ou trop dangereuses pour le personnel.

3.1. La surveillance par visites du fond

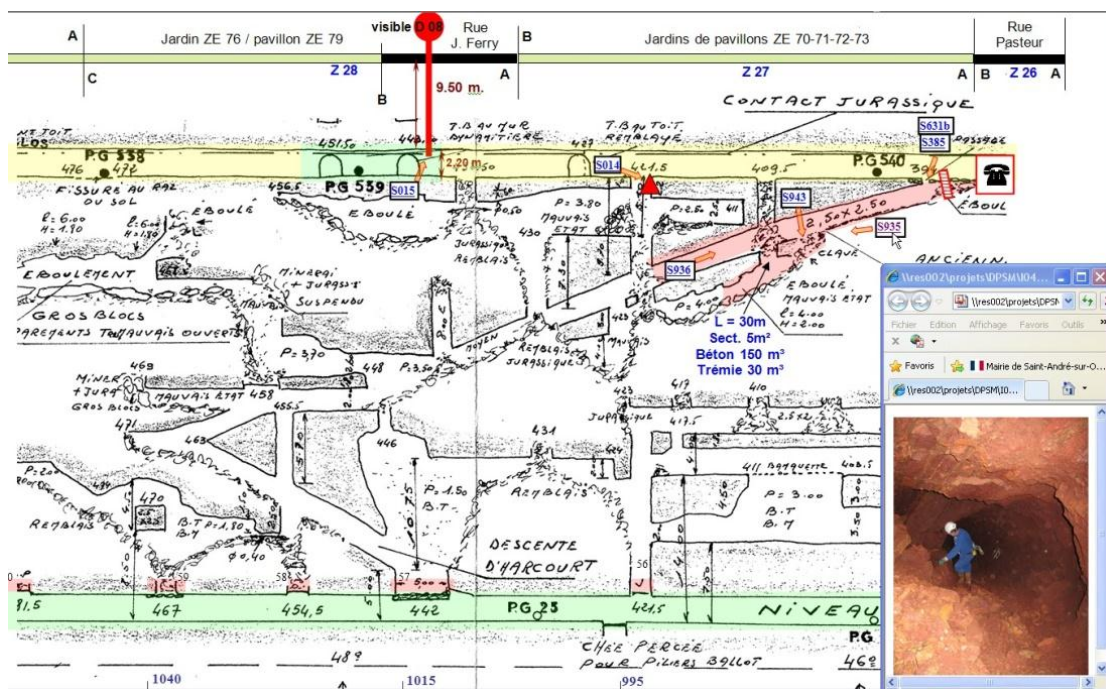
Les visites des ouvrages souterrains sont les premières méthodes de surveillance mises en œuvre dès 2007. Elles sont effectuées par une équipe de quatre techniciens du BRGM/DPSM/UTAM Centre-Ouest et consistent à inspecter visuellement les galeries et travaux des flancs nord et sud du synclinal, à marquer les zones instables, à prendre des photos et à relever des mesures au télémètre (Figure 2). Les circuits retenus dépendent des enjeux de surface et de l'accessibilité des galeries. La périodicité des visites est semestrielle (en avril et septembre).

Les visites ont nécessité la mise en place d'aménagement conséquents afin de sécuriser les parcours (mise en place d'échelles, de caillobotis, de lignes de vie de panneaux de signalisation et de 5 000 m de ligne généphoniques pour la communication).



Figure 2 . Visite du fond et marquage des zones instables

Le document de restitution de ces visites est présenté sous la forme d'un « road book » (Figure 3), mis à jour d'une visite à l'autre.



Ce « road book » utilise comme base les plans datant de 1973. Afin de capitaliser l'information, les équipes en charge de la surveillance ont reportés sur ces plans les enjeux de surface (en haut), le repérage métrique (en bas), une évaluation de la stabilité des zones (sous forme de code couleur), les différents aménagements et des liens permettant d'avoir accès aux photos des différentes visites prises à partir de stations identiques. L'évolution des ouvrages souterrains entre deux visites peut ainsi être aisément évaluée.

3.2. La surveillance par inspection depuis la surface

La surveillance à partir de la surface est réalisée semestriellement sur les zones non accessibles depuis le fond. Elle est effectuée à l'aide d'un outil ($\varnothing = 76$ mm et $L = 1,95$ m) combinant une caméra et un laser orientables, à partir de forages tubés PVC en 110 mm de diamètre réalisés jusqu'au toit des cavités (Figure 4).

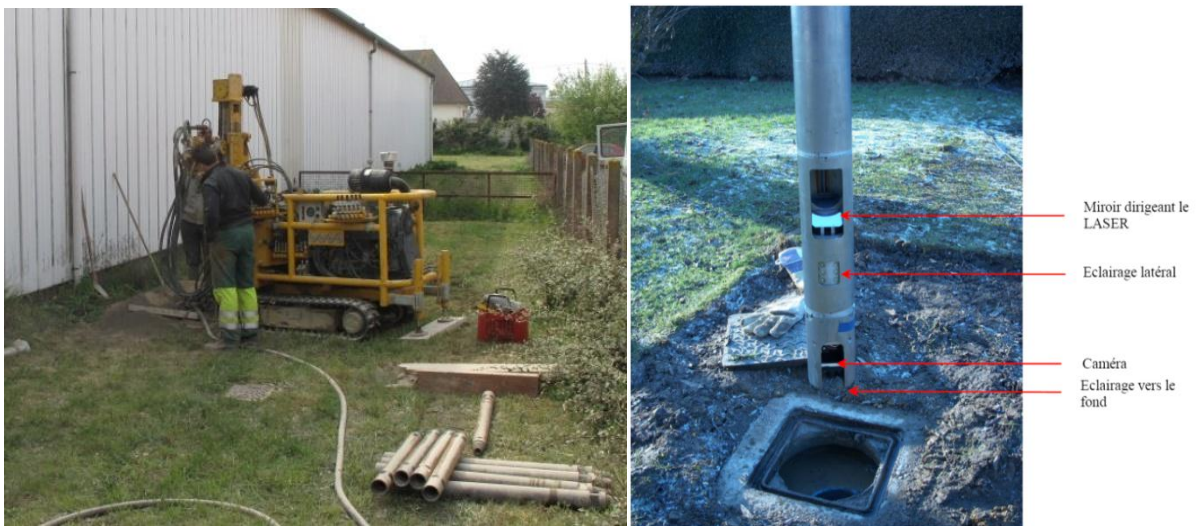


Figure 4 . A gauche : Réalisation d'un forage pour une inspection à partir de la surface (forage D40bis sur le flanc Nord). A droite : détail de l'outil de mesure.

L'acquisition de données dans la cavité consiste en coupes circulaires avec un pas de 2° . Ces coupes sont réalisées dans des plans horizontaux ou inclinés (tirant partie du miroir orientable) afin de couvrir toute la cavité. Jusqu'à cinquante coupes peuvent ainsi être réalisées pour la reconnaissance des galeries complexes. L'ensemble permet une excellente restitution du vide avec un calcul robuste du volume. Ces données géométriques sont complétées par l'acquisition d'images numériques haute-définition (sur 20 à 30°) qu'il est possible d'assembler afin d'avoir un panorama complet de la cavité.

La répétition à intervalle régulier de l'acquisition permet de surveiller l'évolution de la géométrie et du volume de la cavité.

Le rendu est géo-référencé, l'outil d'acquisition possédant un compas fluxgate. Il est donc ainsi possible de restituer exactement dans l'espace la position des cavités par rapport aux enjeux (Figure 5).

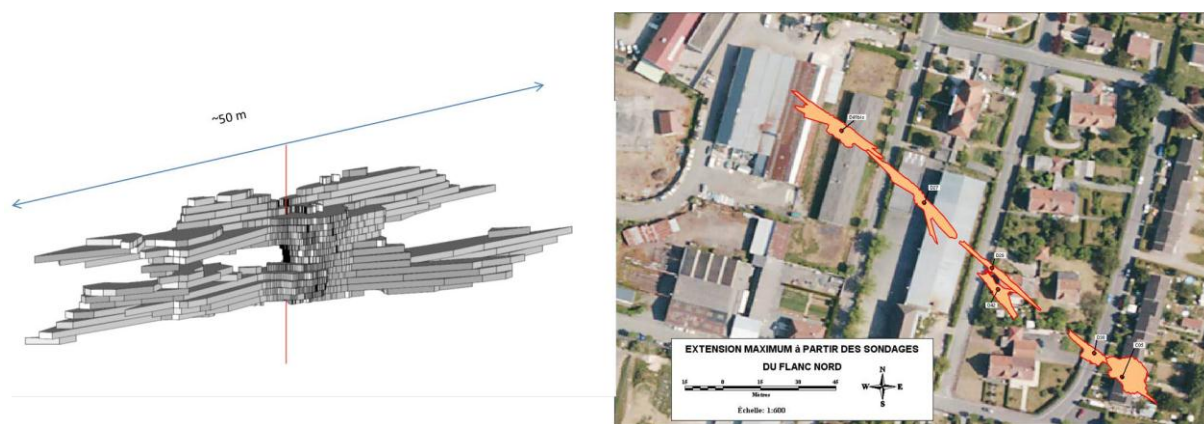


Figure 5 . A gauche : restitution d'une cavité en 3D. A droite : exemple de localisation des vides par rapport aux enjeux (flanc Nord)

En complément de ces investigations, un forage a également été réalisé à proximité d'une zone de développement de fontis et équipé de manière à permettre des mesures inclinométriques.

3.3. Moyens complémentaires de surveillance

En complément de ces surveillances et afin de prévenir le risque d'un effondrement plus généralisé, des réseaux de nivellements, au nombre de 12, ont été implantés sur l'ensemble des zones urbanisées situées à l'aplomb des installations souterraines. Ces réseaux représentent 344 points au total. Les mesures de nivellement sont réalisées à la demande de l'Etat.

4. Un dispositif en adaptation constante : évolution dans le temps et dans l'espace

4.1. Apports respectifs des différentes méthodes de surveillance et critères d'évolution

Les surveillances depuis le fond présentent l'avantage d'un contrôle in situ avec une appréciation fine des risques d'instabilités. Les outils mis en place (repérage, modalités d'observations et de capitalisation des informations) permettent une surveillance ayant pour objectif le meilleur contrôle possible des évolutions. Cette surveillance peut cependant être limitée par le maintien de conditions de sécurité satisfaisantes pour les personnes la réalisant. Ainsi, des zones en évolution rapide, celles qui paraissent justement les plus pertinentes à suivre, peuvent se révéler inaccessibles.

Les opérations depuis la surface permettent d'assurer dans ce cas la poursuite de la surveillance. Les moyens utilisés permettent d'avoir accès à des paramètres et des images des cavités suffisantes pour poser un diagnostic. Néanmoins, il s'agit d'une méthode nécessitant la réalisation de forages, pas toujours aisés à implanter en zone urbanisée. Par ailleurs, le point d'émergence des forages en galerie n'est pas toujours optimum du fait des incertitudes sur les plans des cavités minières. Enfin,

les mesures laser et les photographies peuvent être perturbées par des obstacles et montrent des limitations liées à la distance. Ces moyens permettent néanmoins d'assurer une bonne continuité de la surveillance dans les zones en évolution rapide. La Figure 6 illustre ainsi l'évolution de la dégradation d'une zone du flanc nord : les deux photos du haut ont été prises lors de visites fond. A la suite de la ruine du pilier, les visites du fond ont été arrêtées fin 2009 dans ce secteur. Un forage (D41bis) réalisé en 2011 a permis de poursuivre l'observation de la zone. Les deux photos du bas ont ainsi été prises lors de ces inspections à partir du jour.

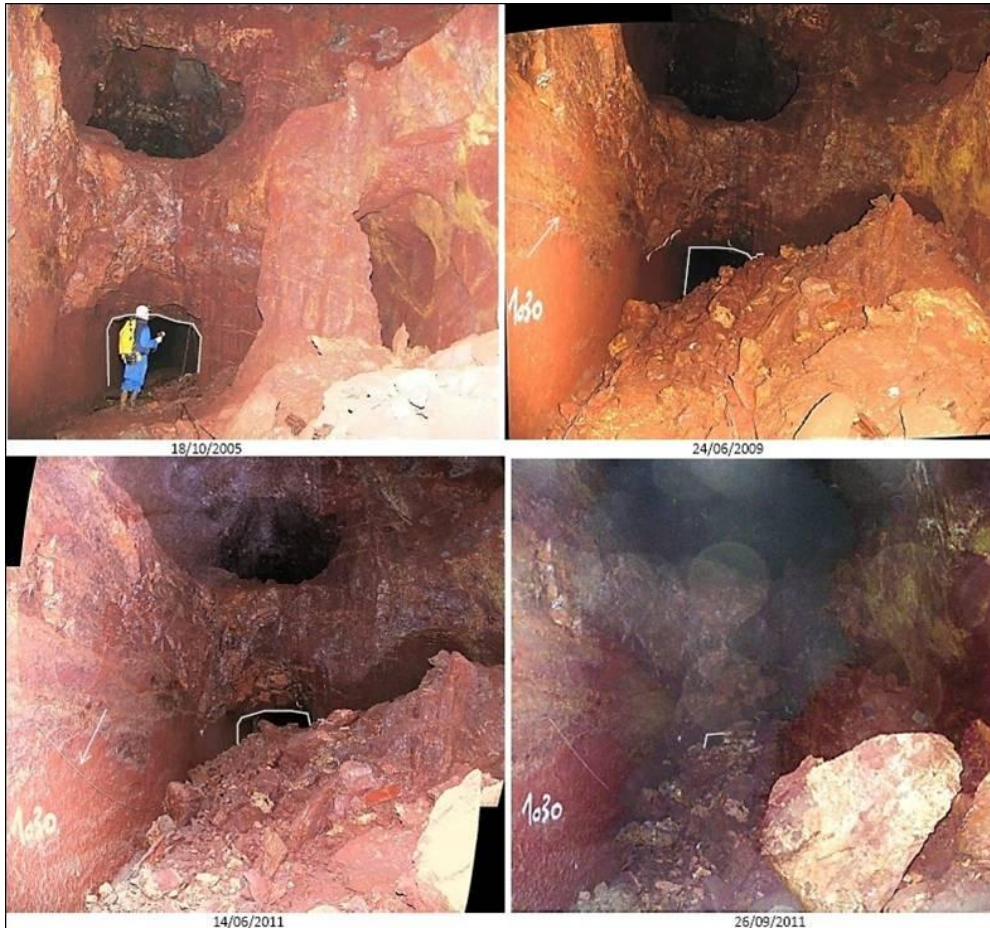


Figure 6 . Evolution de la dégradation en zone 10a cote 1035 à 1040 - Flanc nord

Le premier critère d'évolution des surveillances est donc la sécurité des personnes en charge de cette surveillance. S'agissant de zones montrant des instabilités, ce critère est très rapidement suivi par la prise en compte des enjeux de surface (sécurité des personnes et des biens en surface). En effet, il convient alors de décider si l'évolution de la zone nécessite des travaux de mise en sécurité. Dans la négative, il devient alors pertinent de poursuivre la surveillance de cette zone interdite d'accès au fond avec des moyens mis en œuvre depuis la surface.

4.2. Les évolutions futures envisagées

Les différentes évolutions du système de surveillance s'inscrivent donc naturellement dans une croissance des surveillances depuis la surface. Le nombre de forages pour cette surveillance est ainsi passé de quatre en 2008 à douze en 2011. On observe également un « morcellement » des zones visitées au fond avec notamment certaines portions de galeries, situées au-delà de parties instables, non visitées et non surveillées.

Afin d'assurer la surveillance de ces d'ouvrages et dans l'objectif de limiter les forages, le DPSM envisage de réaliser des puits d'accès de type « trou d'homme » (tubés en diamètre de 1 m) permettant d'accéder aux parties de galeries aujourd'hui inaccessibles. De tels ouvrages ont déjà été réalisés lors de travaux de mises en sécurité notamment pour le passage des hommes et du matériel (Dietz *et al.*, 2012). Peu profonds (de l'ordre de la vingtaine de mètres), ils peuvent dans certains cas (visite impossible sur un long linéaire suite à un éboulement ponctuel) présenter une alternative technique et économique intéressante par rapport aux surveillances jour puisqu'ils permettent d'éviter la réalisation de plusieurs forages pour des inspections laser et vidéos. Dans tous les cas cependant, la sécurité sera soigneusement étudiée avant la mise en place de telles surveillances.

5. Conclusion

Depuis 2007, la surveillance des anciennes mines de fer dans le synclinal de May-sur-Orne a évolué en permanence, au fur et à mesure de la dégradation des ouvrages. Le dispositif est aujourd'hui constitué (Figure 7) :

- de surveillances à partir du fond, sur les zones à aléa « effondrement localisé » fort (galeries les plus proches de la surface) ;
- de surveillances à partir du jour à l'aide de quatorze forages, positionnés en fonction des évolutions des structures souterraines et des enjeux en surface ;
- de réseaux de nivellement, couvrant les zones urbanisés à l'aplomb de l'ensemble des installations souterraines et destinés à suivre l'aléa « effondrement généralisé »

Le dispositif est en évolution permanente dans le temps et dans l'espace sous l'influence :

- des modifications des conditions de sécurité au fond ;
- de la position respective des zones montrant des dégradations des ouvrages miniers et des enjeux en surface ;
- de l'analyse technico-économique des différentes solutions possibles d'évolution de la surveillance ou de traitement et de mise en sécurité des ouvrages. Cette analyse prend également en compte les contraintes, notamment de surface ainsi que les évolutions des techniques et des matériels.

La mise en œuvre de différentes techniques, visant à assurer la permanence de la surveillance en respectant la sécurité des personnes, est donc ainsi sans cesse

confrontée aux enjeux et optimisée au regard des contraintes et des moyens mis en œuvre.

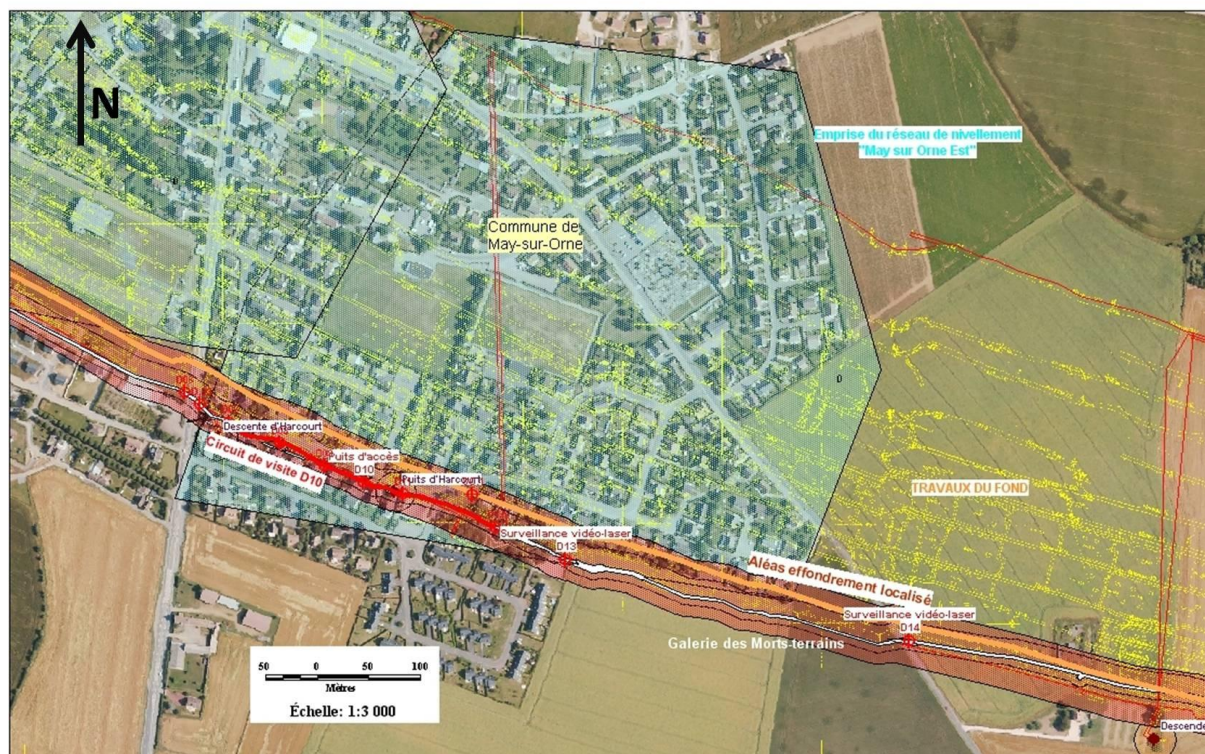


Figure 7 . Exemple d'organisation spatiale des surveillances - Flanc sud de May-sur-Orne (note : du fait du pendage de la zone exploitée, la profondeur des travaux souterrains augmente vers le nord)

Références bibliographiques

Delaunay T., Vachette C. (2012). Bassin minier de May-sur-Orne (Calvados, France), Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM). GESPRIM 2012, Congrès International sur la gestion des rejets miniers et l'après mine, Marrakech 3-6 avril 2012, sous presse.

Dietz M., Pelletier M., Ben Slimane K., Saunier M. (2012).: Mise en sécurité d'un pavillon et d'une route départementale situés à l'aplomb d'anciennes exploitations minières de fer à May-sur-Orne (Calvados, France). GESPRIM 2012, Congrès International sur la gestion des rejets miniers et l'après mine, Marrakech 3-6 avril 2012, sous presse.

Franck C. (2006). Convention n°04 2 77 5778 - Bassin minier de May-sur-Orne – Etude des risques liés à la présence de travaux miniers peu profonds : Synthèse des investigations – Avis sur les risques et propositions de mesures de prévention ou de mise en sécurité, rapport GEODERIS W2006/037 – 5BNO3100, 28 p. + 141 p. d'annexes fig., coupes, phot. HT.

Maury V. (1972). Aménagement de la mine de May-sur-Orne en stockage souterrain d'hydrocarbures. Revue de l'Industrie Minérale. Cahier 4 du Comité Français de Mécanique des Roches, 73-84.