

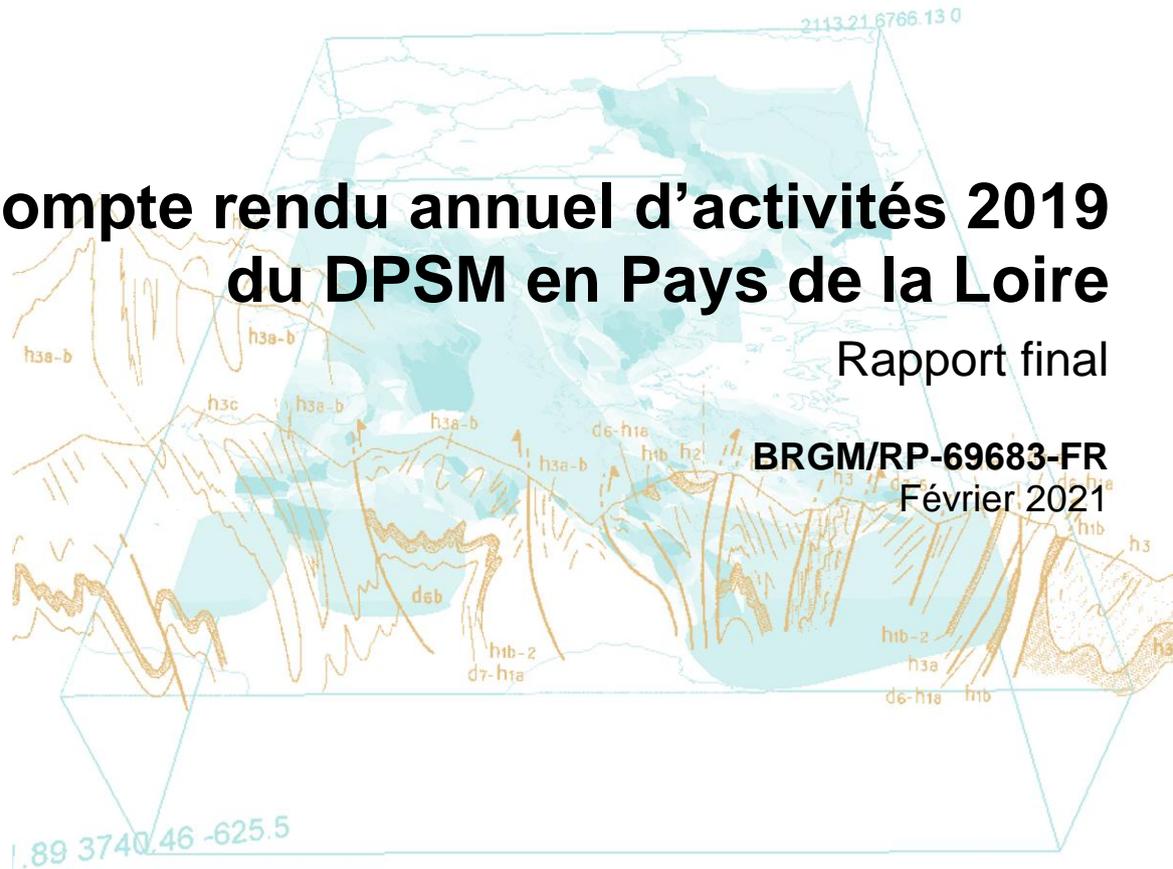


Compte rendu annuel d'activités 2019 du DPSM en Pays de la Loire

Rapport final

BRGM/RP-69683-FR

Février 2021



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Compte rendu annuel d'activités 2019 du DPSM en Pays de la Loire

Rapport final

BRGM/RP-69683-FR
Février 2021

Ph. Sabourault

Avec la collaboration de

J. Baillet, Ph. Bardon, M. Dietz, L. de Lary de Latour, F. Duré, G. Gatellier, I. Girardeau, J. Huron
et C. Piat

Vérificateur :

Nom : J.D. Barnichon

Fonction : Adjoint au chef du DPSM

Date : 25/03/2020

Signature :

Approbateur :

Nom : G. Vigneron

Fonction : Chef du DPSM

Date : 25/09/2020

Signature :

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

Contact : qualite@brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : BRGM, DRP, DPSM, Département Prévention et Sécurité Minière, UTAM Centre-Ouest, Compte rendu activités, Année 2019, Gestion opérationnelle technique après-mine, Surveillances, Mise en sécurité, Travaux, Pays de la Loire.

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

Sabourault Ph. (2021) - Compte rendu annuel d'activités 2019 du DPSM en Pays de la Loire. Rapport final. BRGM/RP-69683-FR, 43 p., 33 ill., 2 tabl., 2 ann.

Synthèse

Le présent document constitue le rapport annuel d'activités en région Pays de la Loire relatives à la mission après-mine exercée en 2019 par le DPSM pour le compte de l'État. Il dresse la synthèse de cette mission et reprend les principales conclusions des rapports spécifiques détaillés établis pour chacune des activités concernées.

- **Travaux de mise en sécurité**

La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement des Pays de la Loire (DREAL PDL) a missionné l'Unité Territoriale Après-Mine Centre-Ouest (UTAM CO) du Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour réaliser des travaux de mise en sécurité après-mine en tant que maître d'ouvrage délégué de l'État.

- **Mise en sécurité du puits du Gros Chêne au cimetière de Montjean-sur-Loire (49)**

Suite à un débouillage partiel du puits du Gros Chêne fin décembre 2018, un désordre de forme ovoïdale mettait en péril plusieurs monuments funéraires dans le cimetière de la commune de Montjean-sur-Loire. Le 9 janvier 2019, la DREAL Pays de la Loire a missionné l'UTAM Centre-Ouest pour faire procéder aux travaux de mise en sécurité. Le DPSM a conduit du 13 mai au 14 juin 2019 les travaux de traitement de la tête du puits du Gros Chêne en conformité avec le cahier des clauses techniques particulières. La réception complète et sans réserve des travaux a été prononcée le 14 juin 2019.

- **Effondrement localisé rue de la Chapelle à Montjean sur Loire (49)**

Un désordre est apparu sur la voirie (rue de la Chapelle) à Montjean-sur-Loire en juin 2019 sous forme d'un cratère subhorizontal. La DREAL Pays de la Loire a saisi l'UTAM Centre-Ouest le 23 août 2019 afin qu'elle procède à la mise en sécurité de ce fontis. L'UTAM CO a quantifié les besoins nécessaires au projet suivant les préconisations de l'expertise de GEODERIS et a ensuite conduit les travaux de mise en sécurité du fontis du 9 au 17 décembre 2019. La réception complète des travaux a été prononcée le 20 décembre 2019.

- **Dépôts de résidus de traitements de minerai**

- Terrils du Bois Vert à Abbaretz (44)

Une étude d'Interprétation de l'État des Milieux (IEM), montrant une incompatibilité de la qualité des sols des terrils du Bois Vert à Abbaretz (44) avec certains usages, a été rendue et présentée début 2019. Des mesures de gestion immédiates ont été mises en œuvre suite à cette étude, notamment la sécurisation du chemin de randonnée par la pose de clôtures et la fermeture du reste du site au public.

Un plan de gestion a été réalisé pour définir les travaux de mise en sécurité pérenne à réaliser. Ces travaux, qui consistent en la sécurisation du sentier de randonnée à pied et à vélo, seront réalisés en 2020.

Par ailleurs, suite à la réalisation de fossés de collecte des eaux acides, le site a fait l'objet d'une surveillance mensuelle de la qualité des eaux en 2019. Il sera engagé durant l'année 2020 la poursuite de l'étape 2 du projet de réalisation d'un système de collecte et traitement des eaux acides. Cette étape consiste en la réalisation d'un Plan de Conception de Travaux (PCT). Il aura pour objectifs de poursuivre le suivi de la qualité des eaux du site pendant 6 mois, de réaliser des essais de traitabilité à l'échelle du laboratoire ainsi que de définir des

solutions de collecte et de traitement des eaux par la réalisation de bilans coûts-avantages. Il s'agira ensuite d'engager, sur la base des données ainsi récoltées, la conception du système de traitement à envisager dans une optique durable à plus long terme.

- Saint Pierre Montlimart : suivi post-travaux, projet de travaux

En 2017, deux lagunes avaient été créées sur le site de Saint-Pierre-Montlimart afin d'abattre l'arsenic contenu dans les eaux de l'émergence minière. Après la réalisation des lagunes, un suivi post-travaux était prévu jusqu'en 2019. Les campagnes trimestrielles de prélèvement réalisées en 2019, en respect des recommandations du plan de gestion, ont montré que le fonctionnement des lagunes était conforme aux années précédentes (soit un taux d'abattement de l'arsenic d'environ 80 %). Depuis 2017, le site a été soumis à une forte érosion entraînant un ensablement des lagunes. Une étude de projet a été lancée afin de gérer les eaux, stabiliser le site et réaliser quelques aménagements (clôture des lagunes, aménagement de la sortie des lagunes). Les travaux pourront être réalisés à partir de 2020.

- **Surveillance d'anciens sites miniers**

La liste des installations et équipements de surveillance et de prévention des risques miniers en Pays de la Loire a été fixée par l'arrêté ministériel du 5 juin 2019 n° TREP1915801A (articles L.163 et L.174 du Code minier). Les deux campagnes d'inspection vidéo-laser de la cavité d'une ancienne mine de fer, située au droit d'une habitation à Chazé-Henry, commune d'Ombree d'Anjou (49420), n'ont pas mis en évidence d'évolution notable en 2019 depuis les précédentes inspections réalisées en 2018. Les mesures effectuées sur les six fissuromètres de cette habitation n'ont pas non plus révélé d'évolution notable par rapport aux mesures réalisées en 2018. Il est proposé de reconduire la surveillance en 2020 selon les mêmes modalités que celles de l'année 2019.

- **Études transverses : phytostabilisation des résidus miniers**

Dans le cadre de la gestion des sites miniers, le DPSM réfléchit à des solutions pour stabiliser les résidus miniers sur le long terme à partir de techniques végétales.

Pour le site d'Abbaretz, des essais de croissance en pots ont été réalisés en 2019. Ils montrent, en conditions de laboratoire, qu'un couvert végétal peut se développer sur les résidus en apportant des amendements appropriés (compost et calcaire). Sur la base de ces essais, il est prévu de réaliser des essais de plantation sur site à l'automne 2020.

Sur le site de Saint-Pierre-Montlimart des essais de plantation en pots et sur site ont été réalisés en 2019. Le suivi de ces essais permettra de sécuriser les choix de végétalisation du site en 2020.

Sommaire

1. Mission	7
2. Budget	9
3. Organisation	11
4. Activités	13
4.1. MAÎTRISE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉE DES TRAVAUX DE MISE EN SÉCURITÉ.....	13
4.1.1. Bassin minier de Montjean-sur-Loire (49)	13
4.1.2. Site du Bois Vert à Abbaretz (44)	21
4.1.3. Site de la Bellière à Saint-Pierre-Montlimart.....	27
4.2. INSTALLATIONS ET ÉQUIPEMENTS DE PRÉVENTION ET DE SURVEILLANCE DES RISQUES MINIERS, RELEVANT DES ARTICLES L.174-1 ET L.174-2 DU CODE MINIER	28
4.2.1. Surveillance de cavités	30
4.2.2. Surveillance des déformations (réseaux de nivellement).....	32
4.3. ÉTUDES TRANSVERSES	33
4.3.1. Phytostabilisation des résidus miniers.....	33
5. Gestion de l'information technique	37
6. Perspectives	39

Liste des figures

Illustration 1 – Périmètre d'intervention de l'UTAM Centre-Ouest	11
Illustration 2 – Bureaux de l'UTAM Centre-Ouest (BRGM, Orléans)	11
Illustration 3 – Plan de situation rapproché de Montjean-sur-Loire.....	13
Illustration 4 – Localisation des quatre parcelles concernées par les travaux.....	14
Illustration 5 – Désordre au 11 janvier 2019.....	15
Illustration 6 – Dispositif de sécurité de l'entreprise de pompes funèbres	15
Illustration 7 – Ensemble de pierres constituant un monument	15
Illustration 8 – Vue aérienne de l'emplacement du puits.....	16
Illustration 9 – Mise en place des blocs d'enrochement et noyage dans le béton	16
Illustration 10 – Passage du pied de mouton télécommandé et mise en place des matériaux de finition.....	17
Illustration 11 – Travaux terminés, vue sur la borne de matérialisation	17
Illustration 12 – Désordre au 9 octobre 2019	18
Illustration 13 – Sciage de l'enrobé	18
Illustration 14 – Terrassement de finition autour de l'antenne de raccordement	19
Illustration 15 – Dégâts présents sur la conduite du TAE et sous le raccordement de l'antenne n° 5 .	19
Illustration 16 – Recouvrement des réseaux en béton et bloc de béton sur conduite TAE	20

Illustration 17 – Pied de mouton sur comblement et fin de comblement avant régalage.....	20
Illustration 18 – Régalage de finition avant enrobé et vue après achèvement des travaux.....	20
Illustration 19 – Plan de localisation de la concession d'Abbaretz et des sites d'exploitation et d'exploration.....	21
Illustration 20 – Photographie aérienne du site du Bois Vert (de nos jours)	22
Illustration 21 – Clôture installée par la mairie et le Conseil Départemental le long du sentier de promenade.....	24
Illustration 22 – Clôture et panneaux installés par le DPSM en juillet 2019.....	25
Illustration 23 – Vue des lagunes après travaux (juin 2017).	27
Illustration 24 – Plan de localisation des concessions	30
Illustration 25 – Tableau récapitulatif des ouvrages surveillés en 2019.....	30
Illustration 26 – Vue en plan de l'extension de la cavité.....	31
Illustration 27 – Représentation en 3D de la cavité suivant l'axe ouest-est.....	31
Illustration 28 – SD61b, images de la cavité en 2018 (gauche) et 2019 (droite)	32
Illustration 29 – Mazuraie 2, images de la cavité en 2018 (gauche) et 2019 (droite)	32
Illustration 30 – Profils réalisés sur le terrib tabulaire du site Abbaretz, à gauche, sur une zone naturellement végétalisée et, à droite, sur une zone de résidus nus	34
Illustration 31 – Essais de croissance en pots après 8 semaines.....	34
Illustration 32 – Essais de croissance en pots sur les résidus de Saint-Pierre-Montlimart.....	35
Illustration 33 – Essais de végétalisation sur une parcelle du site	36

Liste des tableaux

Tableau 1 – Répartition des dépenses liées à l'après-mine en Pays de la Loire en 2019.	9
Tableau 2 – Usages, milieux et voies d'exposition.....	22

Liste des annexes

Annexe 1 Index des acronymes	41
Annexe 2 Indicateur de performance	43

1. Mission

Les dispositions du Code minier confèrent à l'État un large champ de responsabilités, notamment techniques après la fin de l'exploitation. Le BRGM s'est vu confier, par modification de son décret d'organisation administrative et financière¹, la mission de gestion technique des surveillances et travaux dans le cadre de l'arrêt définitif des travaux miniers et des préventions des risques miniers. Le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM a été créé spécifiquement pour cette mission.

Le BRGM, pour le compte de l'État, opère des installations hydrauliques de sécurité et met en œuvre des équipements de prévention et de surveillance d'anciens sites miniers, appartenant à l'État ou ayant été transférés à ce dernier par les anciens exploitants. De plus, le BRGM fait exécuter les ouvrages et travaux de sécurité que l'État lui demande de réaliser en tant que maître d'ouvrage délégué.

Cette mission a pris effet au 1^{er} mai 2006, avec une montée en charge progressive et géographique jusqu'en 2008, qui s'est encore accrue en 2011 avec la prise en charge des installations des MDPA et en 2017 et 2018 avec celles, notamment, des installations de stockage pétrolier souterrain de Gargenville (77) et des stations de traitement des eaux minières de Chessy (69) et de Largentière (07). La mission de maîtrise d'ouvrage déléguée a été renouvelée, par décret du 7 juillet 2016, pour une durée de six ans².

Le BRGM assure la gestion, pour le compte de l'État, des activités opérationnelles après-mine issues de tout opérateur minier, et toute substance. Cette mission est régie par voie de convention pour les dépenses « d'intervention » et par décision attributive de subvention pour les dépenses de « fonctionnement » avec le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES).

Les activités techniques couvrent :

- la gestion d'installations hydrauliques de sécurité et de traitement des eaux mises en place par les exploitants miniers qui n'ont pas été reprises par les collectivités locales, après renonciation à concession, et qui ont été transférées à l'État ;
- la surveillance de zones à risques d'instabilité de surface et d'accumulation de gaz dangereux, ou plus généralement présentant des risques pour les biens et les personnes ;
- la gestion, la remise en état et la surveillance d'installations soumises au Code de l'environnement se trouvant sur des sites miniers ;
- la maîtrise d'ouvrage déléguée pour des travaux de mise en sécurité (après sinistre ou non) ou d'implantation ou de démantèlement d'ouvrages de surveillance et de prévention ;
- la suppléance des exploitants miniers défailants ou disparus, notamment en matière de constitution de dossier technique ;
- l'accompagnement technique consécutif à une procédure d'expropriation ;
- la gestion de l'information (renseignement minier, archives, plans et documentations minières, bases de données et SIG³) ;

¹ Décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM modifié notamment par le décret n°2006-402 du 4 avril 2006.

² Décret n° 2016-933 du 7 juillet 2016 modifiant le décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM.

³ Système d'Information Géographique.

- l'appui technique aux services de l'État tant pour l'instruction des dossiers relatifs aux dégâts miniers que pour des études techniques ;
- la gestion du patrimoine foncier mis en dotation ;
- la gestion des archives techniques intermédiaires minières nécessaires à l'exercice des missions.

Les listes des installations surveillées au titre des trois premiers items ci-dessus sont publiées annuellement par arrêté interministériel⁴.

Les activités de cette mission après-mine sont couvertes par un financement spécifique sur budget de l'État au sein de la mission « Écologie, développement et mobilité durables » du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES), programme LOLF181 : « Prévention des risques ».

Cette mission fait l'objet d'une comptabilité séparée au sein des budgets et des comptes de l'établissement public BRGM.

⁴ Arrêté du 5 juin 2019 modifiant l'arrêté du 5 octobre 2016 fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du Bureau de recherches géologiques et minières.

2. Budget

L'activité du Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM est financée par l'État. Les dépenses, dans le cadre des dispositions de la LOLF, s'inscrivent au sein de la mission « Écologie, développement et mobilité durables » du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES).

Le programme 181 : « prévention des risques » comporte quatre actions. L'action n° 11 : « Gestion de l'après-mine et travaux de mise en sécurité, indemnisations et expropriations sur les sites » assure le financement des activités confiées au DPSM.

Ces dépenses relèvent des « dépenses de fonctionnement » et de deux catégories : « subventions pour charges de service public » pour un montant de 21,51 M€ et « dépenses de fonctionnement autres que celles de personnel » pour les travaux de mise en sécurité pour un montant de 9 M€.

Ces budgets font l'objet :

- d'une décision attributive de subvention pour charges de service public n° 2102616911 des 26 février et 21 novembre 2019, pour les dépenses de « fonctionnement » de 21,5 M€ ;
- d'une convention financière n° 181 SU 2201187155 relative à la gestion de l'après-mine – missions et travaux prescrits par la DGPR et les DREAL, du 19 avril 2019, convention pluriannuelle dite « de travaux » pour les dépenses « d'intervention » de 7,5 M€ ;
- d'une convention financière complémentaire n° 181 SU 2201206279 relative à la gestion de l'après-mine – missions et travaux prescrits par la DGPR et les DREAL, du 24 octobre 2019, convention pluriannuelle complémentaire dite « de travaux » pour les dépenses « d'intervention » de 1,5 M€.

En région Pays de la Loire, l'État a consacré en 2019 à l'après-mine, par l'intermédiaire du DPSM, un montant de 352 k€ dont 58 k€ de charges de sous-traitance pour les travaux de mise en sécurité et de remédiation (Tableau 1).

Région	Dépenses 2019 (en k€)		
	Dépenses totales ⁽¹⁾	dont charges externes opérationnelles	
		Fonctionnement ⁽²⁾	Travaux ⁽³⁾
Pays de la Loire	352	10	58

Tableau 1 – Répartition des dépenses liées à l'après-mine en Pays de la Loire en 2019.

(1) dépenses totales 2019 : dépenses comptabilisées comprenant les charges opérationnelles de travaux et de fonctionnement de chaque région ainsi que les charges de fonctionnement (personnel et structure) des Unités Territoriales Après-Mine proratisées sur chaque région en fonction du nombre de journées de l'UTAM consacrées à ces régions.

(2) charges opérationnelles externes de surveillance comptabilisées en 2019 dans chaque région (hors charges inter régions).

(3) charges opérationnelles externes de travaux TTC comptabilisées en 2019 dans chaque région.

3. Organisation

L'UTAM Centre-Ouest du DPSM est constituée d'une douzaine d'agents (techniciens et ingénieurs de surveillance, de travaux et d'étude). Son périmètre d'intervention s'étend sur huit régions métropolitaines : Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Centre-Val de Loire, Île-de-France, Pays de la Loire, Normandie et Nouvelle-Aquitaine (Illustration 1, en vert).

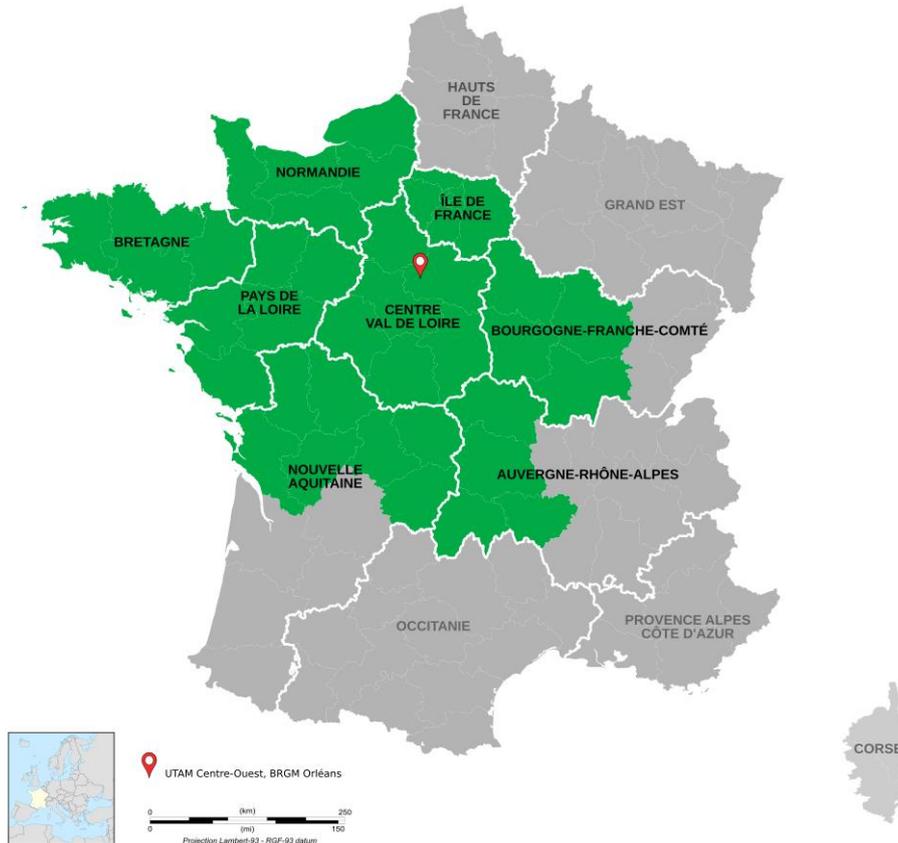


Illustration 1 – Périmètre d'intervention de l'UTAM Centre-Ouest.

L'UTAM Centre-Ouest est implantée à Orléans, au centre scientifique et technique du BRGM (Illustration 1 et Illustration 2).



Illustration 2 – Bureaux de l'UTAM Centre-Ouest (BRGM, Orléans).

4. Activités

4.1. MAÎTRISE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉE DES TRAVAUX DE MISE EN SÉCURITÉ

4.1.1. Bassin minier de Montjean-sur-Loire (49)

Montjean-sur-Loire est située dans le département du Maine-et-Loire, en région Pays de la Loire. Depuis 2015, Montjean-sur-Loire est une commune déléguée de Mauges-sur-Loire. Elle est située en rive gauche de la Loire, entre Angers et Nantes (Illustration 3).

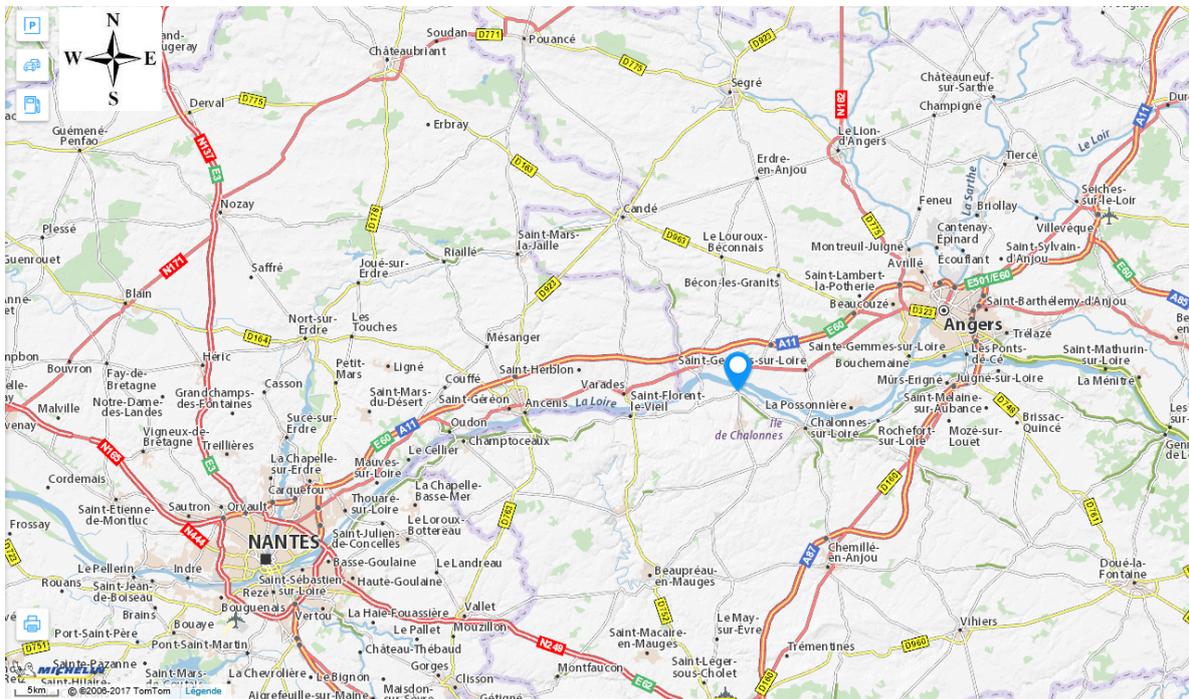


Illustration 3 – Plan de situation rapproché de Montjean-sur-Loire.

Un sillon houiller est présent sur l'Anjou, suivant une diagonale médiane : c'est le sillon houiller de Basse Loire-Anjou.

À Montjean, il existait sous l'Ancien Régime une activité d'extraction de charbon. L'exploitation des mines y fut modernisée au XVIII^e siècle. Une dizaine de couches exploitables (ou veines) furent reconnues à Montjean. Elles présentent des épaisseurs moyennes de l'ordre de 0,4 à 1,5 m avec des élargissements en amas de 7 m de puissance. Les couches du Pavillon, qui affleurent dans la zone centrale du cimetière, présentent ensemble une puissance utile de 2 à 8 m. La veine du Gros Chêne affleure en limite sud du cimetière. Les couches sont orientées tantôt de l'est vers l'ouest tantôt du sud-est vers le nord-ouest. Elles ont généralement un pendage de 40° à 70° vers le nord, d'est (La Garenne) en ouest (La Corvée). Au puits de la Tranchée, distant d'une centaine de mètres à l'est du désordre, les veines du Pavillon présentent un pendage de 70°.

On estime que 500 000 tonnes de charbon ont été extraites de la mine de Montjean entre 1750 et 1892. La concession de Montjean date du 23 juin 1806 et s'étend sur plus de 10 km², avec une première extension en 1846, une seconde en 1906 et une réduction en 1911. Plus d'une vingtaine de puits existent à Montjean, parmi lesquels : puits de la Loire, puits de la Tranchée,

puits du Cerisier, puits du Village, puits des Marronniers, puits Arthur, puits Ouest et puits du Gros Chêne. La production de charbon y cessa au début du XX^e siècle. La concession fut renoncée en 1939.

Une partie du bourg de Montjean-sur-Loire étant construite sur d'anciennes mines de charbon, il survient parfois des affaissements de terrain.

a) Mise en sécurité du puits du Gros Chêne au cimetière

• Contexte

Un désordre a été signalé par l'UTAM CO à la DREAL PDL le 27 décembre 2018, suite à un plausible débouillage partiel du puits du Gros Chêne. Les désordres sont situés sur l'emprise de l'ancienne exploitation minière de houille (mine de charbon de La Tranchée), rattachée à la concession de Montjean, et du cimetière actuel de Montjean-sur-Loire (Illustration 4). Le désordre correspondait initialement à un orifice en surface de forme ovoïde de 1,2 m x 0,7 m pour 1,7 m de profondeur (Illustration 5). La dépression était visible avant la réalisation des travaux de mise en sécurité mais ses dimensions avaient évolué (de même forme, mesurant 4,5 x 3,3 m).

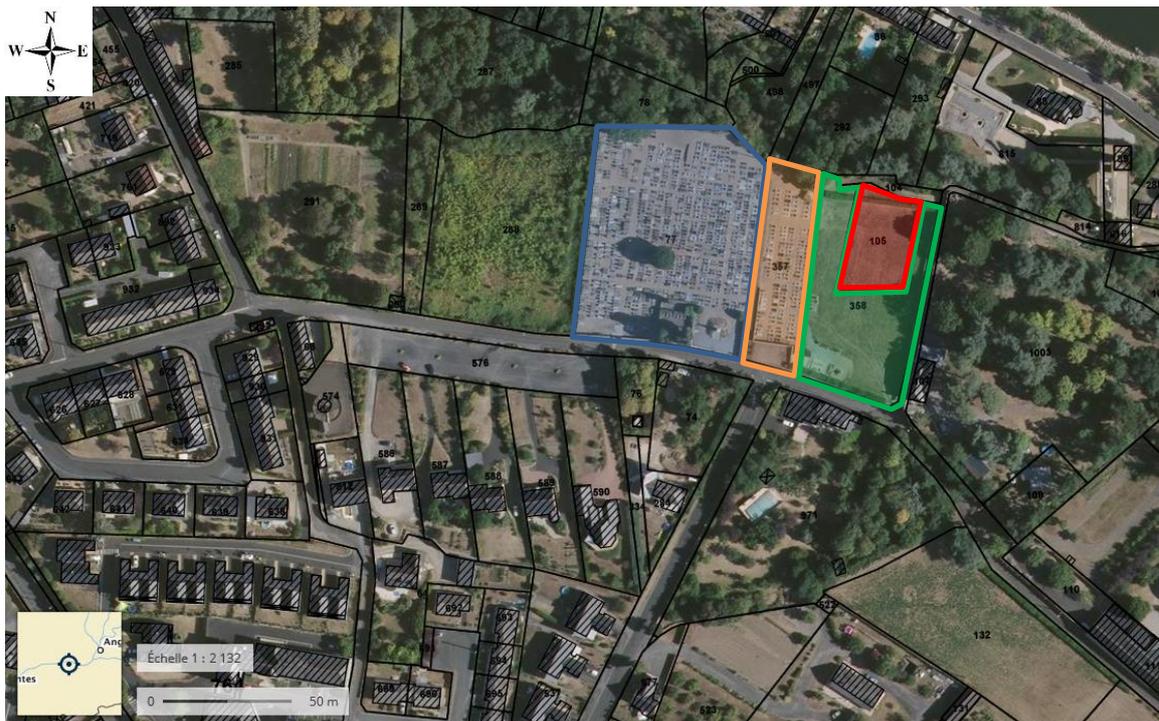


Illustration 4 – Localisation des quatre parcelles concernées par les travaux.



Illustration 5 – Désordre au 11 janvier 2019.

- **Travaux réalisés**

Exécution des travaux funéraires

Après obtention de l'accord des familles de défunts pour les travaux funéraires, l'entreprise de pompes funèbres est intervenue au droit du puits du Gros Chêne les 13 et 14 mai 2019. Un portique maintenu par des madriers fixés au sol a été installé afin de mettre son personnel en sécurité pour les travaux de dépose des monuments et d'exhumation des corps (Illustration 6). Les cercueils et reliquaires ont été préparés en amont dans leur entrepôt.



Illustration 6 – Dispositif de sécurité de l'entreprise de pompes funèbres.

Après avoir retiré les articles funéraires, les éléments des monuments ont été déposés puis entreposés sur palette à l'aide d'un camion grue équipé de sangles (Illustration 7).



Illustration 7 – Ensemble de pierres constituant un monument.

Les pompes funèbres ont réalisé les exhumations des corps les 13 et 14 mai 2019. La totalité des tombes déplacées a été replacée au niveau de l'ancien cimetière.

Exécution des travaux d'ordre minier

Les travaux ont débuté le 21 mars par la recherche de l'ouvrage minier au moyen d'une fouille. Compte-tenu de la dureté de la roche et de la présence de matériaux meubles au droit de la dépression constatée le 27 décembre 2018 sur une profondeur de 7,5 m, l'emplacement du puits a pu être confirmée (Illustration 8). Le puits présente une section carrée de 3 m de côté. Une assise périphérique a été réalisée pour maintenir le bouchon de surface en enrochements noyés dans une matrice béton sur un diamètre de 7 m, soit plus de deux fois le diamètre du puits.

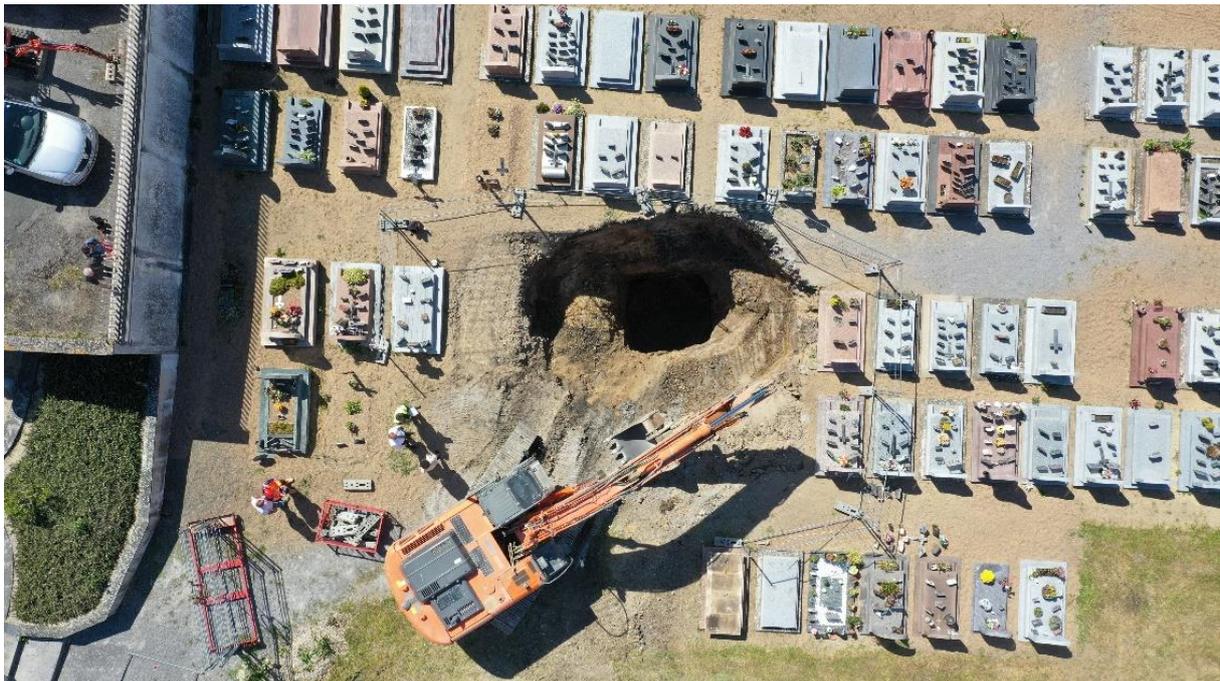


Illustration 8 – Vue aérienne de l'emplacement du puits.

Le comblement du puits a consisté à mettre en place simultanément des blocs d'enrochements noyés dans un béton (Illustration 9). Le bouchon de surface a été réalisé jusqu'à une profondeur de 1,8 m sous le terrain naturel, lui conférant une épaisseur de plus de 5 m. Le bouchon de surface a été constitué de 47 t de blocs d'enrochement noyés dans 28,5 m³ de béton.



Illustration 9 – Mise en place des blocs d'enrochement et noyage dans le béton.

Le comblement sur bouchon de surface a été réalisé avec les matériaux excavés et des matériaux inertes rapportés. Un compactage par couches de 20 cm a été fait à l'aide d'un pied de mouton télécommandé (Illustration 10). Les vingt derniers centimètres ont servi à concevoir la matérialisation de l'ouvrage en surface. Des allées ont été reproduites dans l'alignement des existantes et un espace de terre végétale a été créé pour la réalisation de la matérialisation paysagère en surface.



Illustration 10 – Passage du pied de mouton télécommandé et mise en place des matériaux de finition.

Le nom du puits, la commune, les coordonnées en Lambert 93 et le type de sécurisation effectué ont été gravés sur la plaque signalétique de la borne de matérialisation (Illustration 11). L'engazonnement de l'espace dédié à la matérialisation en surface du désordre a été réalisé mi-juin 2019, tout comme la remise en état des parcelles impactées par les travaux.



Illustration 11 – Travaux terminés, vue sur la borne de matérialisation.

b) Mise en sécurité suite à un effondrement localisé rue de la Chapelle

- **Contexte**

Un désordre a été signalé par la mairie de Montjean-sur-Loire à la DREAL PDL le 27 juin 2019 suite à un fontis apparu sur la voirie (rue de la Chapelle) à Montjean-sur-Loire. Comme le montre l'illustration 5Illustration 12, le désordre correspondait initialement à un orifice en surface de 0,2 m de diamètre. Le désordre présentait un cratère quasi horizontal orienté de 1,60 m de long par 0,6 m de large et 0,6 m de profondeur (Illustration 12).



Illustration 12 – Désordre au 9 octobre 2019.

- **Travaux réalisés**

Exécution des travaux d'ordre minier

Sous le pilotage de l'UTAM CO, l'entreprise a d'abord réalisé le sciage de l'enrobé sur toute la largeur de la rue et le trottoir de la rue de la Chapelle, sur une longueur de 5,5 mètres, correspondant ainsi à une surface de 35 m² (Illustration 13).



Illustration 13 – Sciage de l'enrobé.

La recherche par terrassement de l'antenne de raccordement n° 5 et de la conduite du TAE (réseau « tout à l'égout ») a été faite dans un premier temps pour ne pas endommager les réseaux. Une fois localisé, un ouvrier de l'entreprise a suivi manuellement les fouilles aux abords des conduites (Illustration 14).



Illustration 14 – Terrassement de finition autour de l'antenne de raccordement.

Après la mise à vue des réseaux, il a été constaté que la conduite principale du TAE était endommagée sur sa partie sommitale : elle présentait une entaille de 10 cm de large par 20 cm de long. Il a également été remarqué que des gravats en fond de fil d'eau commençaient à barrer le cheminement des eaux usées (Illustration 15). Le dessous du raccordement de l'antenne n° 5 présentait également une anomalie et a nécessité le retrait du mortier de liaison présent sur les deux conduites. Compte-tenu de la dureté de la roche à environ 1,2 m de profondeur dans la zone du désordre, le DPSM a arrêté les investigations car elles permettaient d'ores et déjà d'écartier l'origine minière du désordre.



Illustration 15 – Dégâts présents sur la conduite du TAE et sous le raccordement de l'antenne n° 5.

L'entreprise a dégagé le pourtour des canalisations et serti, à l'aide de colliers rilsan, une coquille en PVC au niveau des deux zones à réparer avant de noyer le tout dans du béton. Le béton a été mis en place de manière à obtenir un bloc d'un seul tenant et de rendre les conduites parfaitement étanches (Illustration 16).



Illustration 16 – Recouvrement des réseaux en béton et bloc de béton sur conduite TAE.

Le comblement en gravas non traités a été sélectionné pour permettre un compactage optimum après avoir au préalable remis du sable autour des conduites. Le comblement est monté jusqu'à 0,1 m environ sous le niveau fini de l'enrobé existant (Illustration 17).



Illustration 17 – Pied de mouton sur comblement et fin de comblement avant réglage.

L'entreprise a réglé la couche de gravas à 4 centimètres sous l'enrobé existant et compacté l'ensemble à l'aide d'une plaque vibrante. Le raccord d'enrobé, quant à lui, a été réalisé le 17 décembre 2019 et a permis la réouverture de la rue de la Chapelle (Illustration 18).



Illustration 18 – Réglage de finition avant enrobé et vue après achèvement des travaux.

La réception complète et sans réserve des travaux a été prononcée le 20 décembre 2019.

4.1.2. Site du Bois Vert à Abbaretz (44)

a) Contexte

La concession d'Abbaretz est située sur les communes d'Abbaretz et de Nozay, au nord-est du département de la Loire-Atlantique (Illustration 19).

La concession, d'une superficie de 934 ha 65 a, a été l'objet de deux sites d'exploitation (le Bé et le Bois Vert) et de deux sites de prospection (Beaulieu et Le Maire).

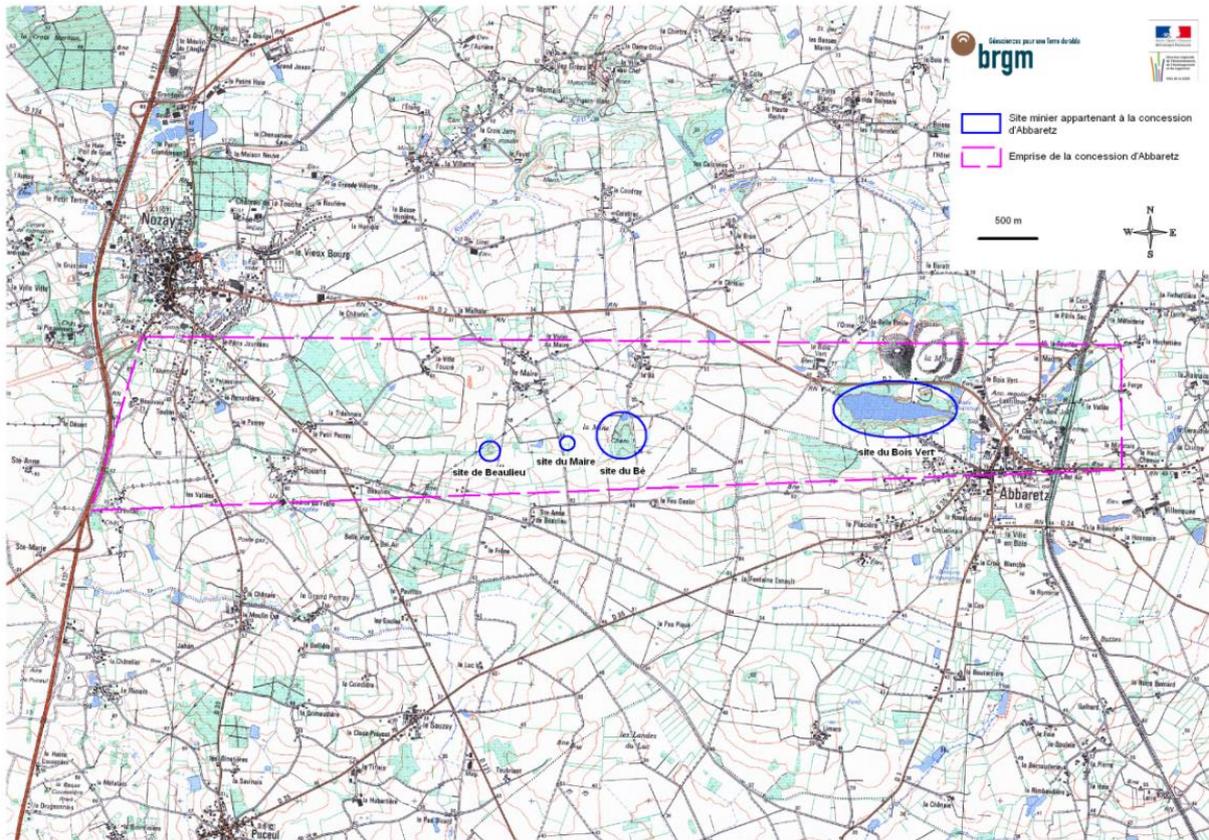


Illustration 19 – Plan de localisation de la concession d'Abbaretz et des sites d'exploitation et d'exploration.

L'exploitation principale a été réalisée à ciel ouvert sur le site du Bois Vert à l'ouest du bourg d'Abbaretz à partir de 1952. La mine à ciel ouvert a atteint des profondeurs allant de 40 m à 70 m. Le 11 mars 2004, la Société Nantaise des Minerais de l'Ouest (SNMO) fut dissoute suite au décès de son PDG et l'État hérita de la concession dite « orpheline ».

À ce jour, l'ancienne exploitation à ciel ouvert s'est remplie d'eau (lac de la Mine situé au sud du site) et le site du Bois Vert comprend des terrils (Illustration 20) composés de stériles de découverte (terril conique, matériaux plus ou moins grossiers, moins chargés en métaux) et de résidus miniers issus du traitement gravimétrique du minerai (terril tabulaire, matériaux plus fins de type sable, plus chargés en métaux). Ces résidus, soumis aux eaux météoriques, génèrent un drainage minier acide (DMA) qui engendre des écoulements d'eaux acides et chargées en métaux sur le site, liés à la présence de minéraux sulfurés (pyrite et arsénopyrite notamment) dans la paragenèse du gisement.

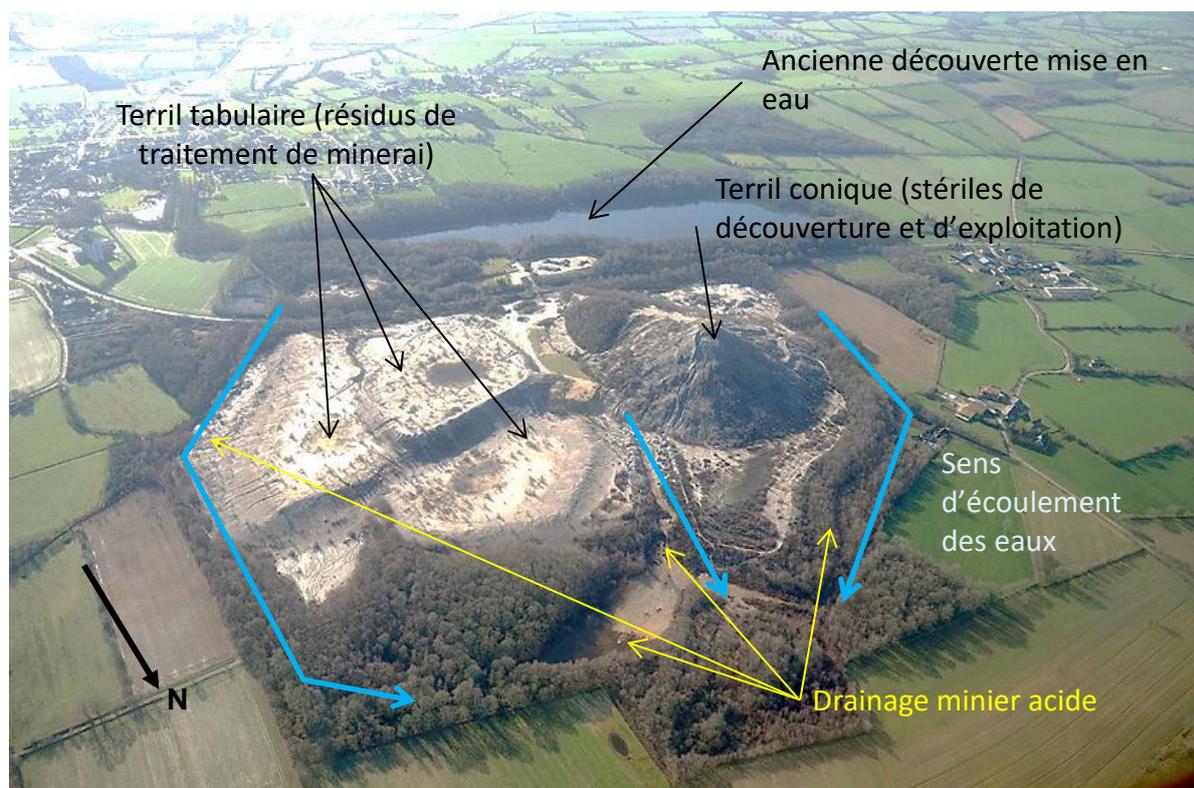


Illustration 20 – Photographie aérienne du site du Bois Vert (de nos jours).

b) Démarche d'Interprétation de l'État des Milieux (IEM)

La topographie insolite de ce site y entraîne une large fréquentation, par la population locale elle-même voire au-delà (à l'échelle régionale et nationale), attirée par diverses activités physiques (promenade, randonnées, jogging, VTT, BMX, courses d'orientation, équitation, etc.).

La démarche IEM, conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, consiste à s'assurer que l'état des milieux est compatible avec les usages constatés. Cette étude a été commandée par la DREAL Pays de la Loire.

L'étude historique et documentaire menée a mis en évidence un certain nombre de sources potentielles de pollution issues notamment des anciennes installations de traitement de minerai et des dépôts de stériles et résidus miniers.

L'étude de vulnérabilité réalisée a mis en évidence un certain nombre d'usages des milieux au droit et autour du site. Les usages, les milieux et voies d'exposition potentielles identifiés dans le schéma conceptuel préliminaire sont exposés dans le Tableau 2.

Localisation	Milieux d'exposition	Voies d'exposition	Usages
Sur site	Sols superficiels	Ingestion de sols et de poussières, Inhalation de poussières	Randonnée, promenade, pique-nique, jogging, VTT, équitation, BMX
Hors site	Eaux souterraines	Ingestion d'eau	Domestique (dont sanitaire), agricole (abreuvement)

Tableau 2 – Usages, milieux et voies d'exposition.

Une synthèse des données existantes et des investigations complémentaires sur les milieux sols superficiels et eaux souterraines ont été menées.

Les analyses réalisées sur les puits recensés autour du site ont mis en évidence une incompatibilité pour certains puits et pour certains usages (sanitaire et abreuvement).

Concernant les sols superficiels, les analyses réalisées ont démontré que le site présentait des teneurs en aluminium, arsenic, bore, béryllium et étain supérieures au fond pédogéochimique local. En l'absence de valeurs réglementaires sur le milieu sol, des calculs de risques sanitaires tenant compte de la bioaccessibilité ont été réalisés. Ces calculs ont démontré une incompatibilité pour certains usages recensés au droit de certaines zones du site.

Il a donc été recommandé de mettre en œuvre des **mesures de gestion immédiates** dans l'attente d'un plan de gestion. Ces mesures immédiates concernent notamment :

- l'information des utilisateurs d'eau souterraine non compatible et les restrictions d'usage qui s'y rapportent ;
- l'information des usagers du site (par exemple par réunion publique, bulletin municipal, etc.) et la pose de panneaux d'information au droit des terrils pour limiter l'accès du public aux zones concernées.

Des recommandations, en terme de mesures de gestion à moyen et long termes, ont été formulées pour chaque milieu, notamment :

- pour le milieu eaux souterraines : restrictions d'usage pour les puits à usage non compatible, surveillance des puits à usage sensible, mise en place d'un mécanisme de conservation de la mémoire pour garantir la pérennité de la compatibilité des usages avec la qualité du milieu, réalisation d'une étude complémentaire sur l'hydrogéologie du secteur ;
- pour le milieu sols superficiels : interdiction de l'accès du public sur certaines zones, aménagements pour garantir la pérennité de la compatibilité des usages sur d'autres zones, mise en place d'un mécanisme de conservation de la mémoire pour garantir la pérennité de la compatibilité des usages avec la qualité du milieu et réalisation d'investigations complémentaires au droit des anciennes installations de traitement du minerai.

Il a été proposé de réaliser un plan de gestion afin qu'un bilan coûts-avantages des options de gestion possibles à moyen terme soit mené avant mise en œuvre.

Conformément à l'instruction n° DGS/EA1/DGPR/DGAL/2017/145 du 27 avril 2017, le rapport a fait l'objet d'une validation par les autorités compétentes (DREAL et ARS notamment).

c) Mesures immédiates mises en œuvre suite à l'IEM

Les résultats de l'étude ayant mis en évidence des incompatibilités par rapport aux usages des sols superficiels recensés, des mesures de gestion immédiates ont été mises en œuvre dans l'attente d'un plan de gestion.

Les suites à donner à l'IEM ont été définies lors d'une réunion le 29 mai 2019 entre les services de l'État (sous-préfecture, DREAL, ARS, DDPP) et le BRGM, à savoir, pour le milieu « sols superficiels », l'interdiction temporaire d'accès au site sur toutes les zones à l'exception de la montée au terril conique de stériles miniers, dans l'attente de la réalisation du plan de gestion et de la mise en œuvre des travaux préconisés.

Concernant le milieu « eaux souterraines », les mesures de gestion immédiates ont été prises en charge par les services compétents (ARS et DDPP notamment) et une étude hydrogéologique complémentaire est en cours dans le cadre du plan de gestion du drainage minier acide.

Les résultats de l'IEM ont ensuite été présentés aux élus locaux par le DPSM lors d'une réunion le 14 juin 2019 organisée par la sous-préfecture avec le Conseil Départemental de la Loire-Atlantique (CD 44), la commune d'Abbaretz, la Communauté de Communes de la Région de Nozay, les services de l'Éducation Nationale et les services déconcentrés de l'État. La mise en œuvre de mesures de gestion immédiates a été validée, dans l'attente du plan de gestion. Ces mesures consistaient notamment à fermer l'accès au site, à l'exception de l'accès au parking et de la montée au terril conique, encadrée par la mise en place de clôtures et de panneaux d'information, la mairie devant prendre un arrêté municipal d'interdiction correspondant à ces mesures. Il avait également été validé que l'accès au sentier périphérique serait fermé en raison du trop grand nombre de passages ouverts vers les zones non compatibles.

Le plan d'implantation des clôtures à installer (clôture grillagée en périphérie du parking et le long de la montée au terril conique avec maintien d'un accès aux secours vers le reste du site et pose de panneaux d'information) a été défini le 20 juin 2019 lors d'une réunion *in situ* à Abbaretz en présence du DPSM, de la commune d'Abbaretz, de la Communauté de Communes, du CD 44, de la gendarmerie et de la DDTM 44. Lors de cette réunion, les collectivités locales ont proposé de prendre en charge la sécurisation du sentier périphérique par la pose de clôtures afin que ce dernier reste accessible aux promeneurs mais pour empêcher l'accès du public au reste du site. Le maintien de l'attrait touristique du site représente en effet un fort enjeu pour la communauté locale. Sous réserve de la bonne réalisation des travaux, cette proposition a reçu l'accord de la sous-préfecture.

Enfin, une réunion publique a eu lieu le 4 juillet 2019, en présence du DPSM, pour informer les riverains des résultats de l'IEM et des suites à donner.

Les travaux d'installation de clôtures du sentier périphérique ont été réalisés du 1^{er} au 12 juillet 2019 par la mairie et le Conseil Départemental au droit des zones donnant accès aux terrils (Illustration 21). Les tables de pique-nique ont également été démantelées.



Illustration 21 – Clôture installée par la mairie et le Conseil Départemental le long du sentier de promenade.

Un arrêté municipal d'interdiction partielle d'accès au site de la Mine côté terril (n° 201907A1) a été publié le 8 juillet 2019.

Les travaux de clôtures du parking ainsi que du chemin d'accès au belvédère du terril conique ont été réalisés du 8 au 18 juillet 2019. Dix-huit panneaux ont également été implantés dans le but d'afficher l'arrêté d'interdiction partielle. Ces travaux, financés par l'État sur des crédits d'après-mine, ont été réceptionnés par le DPSM le 18 juillet 2019. Le 30 juillet 2019, l'arrêté d'interdiction partielle n° 201907A1 ainsi que la carte présentant les zones autorisées et les zones interdites ont été affichés sur les panneaux par le DPSM (Illustration 22).



Illustration 22 – Clôture et panneaux installés par le DPSM en juillet 2019.

d) Plan de gestion simplifié suite à l'IEM

Un plan de gestion complémentaire a été élaboré par le DPSM pour identifier les travaux nécessaires à réaliser afin d'assurer sur le long terme la comptabilité de l'usage de « promenade » avec les risques présents sur le site.

Compte tenu des enjeux non sensibles recensés, des polluants présents et des volumes importants de résidus, des solutions de gestion par traitement / stabilisation sur site ou évacuation de la source de pollution en filière agréée n'ont pas été évaluées dans le cadre de cette étude, dans un principe de proportionnalité.

Trois scénarii ont été envisagés dans le plan de gestion simplifié :

- scénario 1 : la mise en sécurité du chemin de randonnée existant (en interdisant l'accès au reste du site) pour le maintien de l'usage compatible de promenade et randonnée ;
- scénario 2 : le confinement des résidus pour le maintien des usages recensés ;
- scénario 3 : la fermeture totale de l'accès au site.

Le scénario 1 comporte deux options, en complément de la mise en sécurité du chemin de randonnée existant :

- option 1 : plantation d'une clôture végétale (type haie défensive) le long du chemin périphérique existant ;
- option 2 : adaptation d'une partie du chemin périphérique existant (la partie ouest) en piste de randonnée à vélo, en adéquation avec l'usage actuel recensé.

Le scénario 2 consiste à reprofiler les résidus, les recouvrir par un géocomposite accroche-terre dans les zones de forte pente et un géotextile au niveau des zones de replat puis à les végétaliser. La gestion des eaux de ruissellement s'organise avec un réseau d'ouvrages de collecte et d'évacuation.

Le scénario 3 comporte une option :

- option 1 : clôture de toute la périphérie restante du site (en complément de la clôture de long de la route départementale D2).

Ces scénarii ont été décrits, chiffrés et intégrés dans un bilan coûts-avantages afin d'être comparés selon des critères objectifs et adaptés aux contraintes du site.

Pour mémoire, des actions sont également en cours sur ce site afin de limiter les effets du DMA (collecte des eaux, suivi environnemental, études de dimensionnement d'un système de traitement, essais de phytostabilisation et étude hydrogéologique). Les scénarii proposés sont compatibles avec ces actions (excepté la phytostabilisation avec le scénario 2) qui sont déjà engagées.

Autre élément de contexte, le développement touristique du site est un enjeu fort localement et un projet de sentier d'interprétation sur le chemin de randonnée du site est en cours par le Conseil Départemental. Ce projet peut s'inscrire en complément du scénario 1 mais se révèle incompatible avec le scénario 3.

Suite à la présentation de ces scénarii au Maître d'Ouvrage, le scénario 1 avec l'option « randonnée à vélo » a été retenu et a été proposé aux acteurs locaux (mairie, communauté de communes et conseil départemental) le 9 décembre 2019, sous réserve que ces derniers prennent en charge l'entretien du chemin et des clôtures après les travaux qui seront pris en charge par l'État au titre de l'après-mine. Le Maire d'Abbaretz a donné son accord de principe dans l'attente d'un engagement formel au niveau local sous la forme d'une délibération du conseil municipal ou communautaire.

Ces travaux de mise en sécurité seront réalisés en 2020.

e) Suivi du drainage minier acide

Les études environnementales, menées par GEODERIS et le BRGM (de 2008 à 2010), ont mis en évidence la présence d'un DMA au pied des terrils dont l'impact s'étend jusqu'au réseau hydrographique en aval du site.

Dans sa saisine du 28 février 2011, la DREAL a chargé le DPSM de mettre en place un système de traitement passif des eaux issues de ce drainage minier acide. Après une mission de maîtrise d'œuvre infructueuse, le plan de gestion pour la maîtrise de ce DMA a été réalisé par le DPSM et remis à la DREAL en 2015.

Le plan de gestion comprend trois étapes successives :

- étape 1 : collecte des flux du DMA par la réalisation de fossés et d'un bassin de rétention des fines afin de créer un point de rejet unique. Cette étape est précédée par la réalisation d'un état initial de la qualité des eaux transitant au droit du site ;
- étape 2 : suivi pendant un an pour caractériser le flux collecté (débit, concentrations, variations saisonnières, etc.), définir et dimensionner le dispositif de traitement des eaux le plus passif possible ;
- étape 3 : construction du dispositif de traitement des eaux avant rejet dans le milieu naturel.

La première étape a été réalisée en 2017. Le DPSM réalise un suivi mensuel de la qualité des eaux depuis décembre 2018. Une consultation a été lancée fin 2019 pour réaliser un Plan de Conception de Travaux (PCT). Son objectif est de compléter le suivi de la qualité des milieux de l'étape 2 et de fournir les éléments nécessaires au dimensionnement du dispositif de traitement *via* la réalisation d'essais de traitabilité à l'échelle laboratoire.

Ce PCT sera réalisé courant 2020.

4.1.3. Site de la Bellière à Saint-Pierre-Montlimart

a) Contexte

Le site de La Bellière a été le siège d'une exploitation d'or à Saint-Pierre-Montlimart (49). Suite aux études environnementales menées par le DPSM (IEM BRGM/RP-60276-FR et plan de gestion BRGM/RP-63861-FR), il a été mis en évidence la nécessité d'un système de traitement passif des eaux de l'émergence de la galerie - 30, localisée au sein des anciens dépôts de résidus de traitement de minerai. Ce système a pour objectif de diminuer l'impact des eaux de l'émergence, riches en arsenic, sur la qualité du ruisseau longeant le site, la Bellière.

Le dispositif de lagunage comprend un chenal d'alimentation et d'oxygénation des eaux de mine dont l'écoulement par gravité conduit les eaux depuis la galerie jusqu'à la lagune « amont ».

La lagune « amont » de décantation est conçue pour retenir au maximum les précipités riches en arsenic. La lagune « aval », de finition, est destinée à assurer la fin de décantation des précipités. Elle constitue également une sécurité en cas de très fortes intempéries qui augmenteraient le débit. Elle est munie d'un déversoir assurant l'écoulement dans le ruisseau.

Les travaux ont été réalisés en 2017 avec une réception prononcée le 26 juin 2017 (Illustration 23).



Illustration 23 - Vue des lagunes après travaux (juin 2017).

b) Suivi des eaux

Conformément aux recommandations du plan de gestion, un suivi post-travaux trimestriel a été réalisé de 2017 à 2019.

Le suivi prévoit les mesurages et analyses suivants :

- débit en entrée et sortie de la station et dans le cours d'eau à l'amont et à l'aval du rejet ;
- sur les cinq points suivants : émergence, chenal entre lagunes 1 et 2, sortie lagune 2, amont site et aval site :
 - paramètres *in situ* : pH, Eh, température, conductivité et oxygène dissous,

- analyses en laboratoire : Fe, As et Mn totaux et dissous, sulfates et MES⁵,
- prélèvements de sédiments en amont du site et en aval du site (Fe, As, Pb et Mn),
- spéciation de l'arsenic à l'exhaure, au rejet et à l'aval (ces analyses de spéciation seront réalisées une seule fois après les travaux d'entretien du site prévus fin 2020).

Un contrôle visuel (imperméabilité des lagunes et stabilité de l'ensemble) est réalisé en même temps que les prélèvements.

Quatre campagnes de suivi ont été réalisées en mars, juillet, octobre et décembre 2019. La moyenne des débits mesurés à l'émergence en 2019 est d'environ 16 m³/h, avec un minimum à 12 m³/h en octobre et un maximum à 19 m³/h en décembre, soit des valeurs conformes aux débits mesurés pendant l'année de suivi de référence 2012-2013 (8 à 30 m³/h). À l'émergence, la concentration en arsenic total est relativement stable au cours de l'année avec une moyenne annuelle proche de 850 µg/l (eau non filtrée). En sortie de lagunes, la moyenne des concentrations en arsenic total est proche de 180 µg/l⁶ (eau non filtrée). L'abattement moyen pour l'arsenic est donc proche de 80 % ce qui est une valeur satisfaisante étant donné le type de traitement (passif) mis en place.

Dans le cours d'eau de la Bellière, une augmentation significative des concentrations en arsenic est notée entre l'amont et l'aval du site en période de basses eaux. La valeur maximale mesurée en aval du site pour l'arsenic est de 81 µg/l⁷ (eau non filtrée) en octobre 2019 alors que la valeur mesurée en amont est inférieure à la limite de quantification (9 µg/l).

Le suivi des eaux des lagunes et du ruisseau de la Bellière va être maintenu en 2020 afin de mieux comprendre l'origine des concentrations en arsenic potentiellement élevées en basses eaux en aval du site et en raison des travaux d'entretien prévus à l'automne.

c) Travaux de pérennisation des installations

Au cours du suivi, il a été remarqué des dégradations progressives du site -en raison notamment de phénomènes d'érosion- susceptibles de porter atteinte à la pérennité des installations. De plus, des aménagements complémentaires semblaient nécessaires pour mettre en sécurité les lagunes (notamment la mise en place d'une enceinte grillagée et un réaménagement du déversoir vers la Bellière).



Illustration 24 - Illustration des phénomènes d'érosion sur le site des lagunes de la Bellière.

⁵ Matières En Suspension

⁶ Il n'a pas été tenu compte de la valeur de juillet 2019 étant donné qu'une erreur analytique est suspectée pour les échantillons prélevés en sortie de lagunes et dans le cours d'eau.

⁷ Idem note précédente.

Le 9 janvier 2019, la DREAL Pays de la Loire a missionné par courrier électronique le BRGM afin de procéder à des travaux d'entretien du site des lagunes dans l'objectif de pérenniser les installations. Suite à cette saisine, le BRGM/DPSM a préparé un cahier des charges de maîtrise d'œuvre de conception et réalisation qui a été validé le 14 mars 2019 par la DREAL Pays de Loire. Suite à la publication du marché et à l'analyse des offres, la DREAL Pays de Loire a validé la proposition du BRGM/DPSM de retenir l'entreprise Minelis pour la mission de maîtrise d'œuvre.

La mission de maîtrise d'œuvre de conception a commencé par une visite de sites en novembre 2019 et une analyse des différentes problématiques. L'objectif de la démarche était de comprendre les phénomènes afin de pouvoir proposer des solutions adaptées. L'analyse de la maîtrise d'œuvre réalisée en concertation avec le DPSM a permis de réaliser une étude de projet proposant les solutions suivantes :

- une gestion des eaux pluviales amont du site visant à dévier les eaux de ruissellement des lagunes ; ceci étant envisagé grâce à un fossé collectant les eaux amont et un reprofilage du site ;
- la stabilisation des talus en amont des lagunes par végétalisation ;
- l'arasement de tous les dépôts instables situés en amont des lagunes ou du chenal ;
- la création d'un chemin d'accès stabilisé dont les eaux de ruissellement sont gérées ;
- la mise en place localement de dispositifs anti érosion pour gérer les points singuliers (géonattes, fascines) ;
- le réaménagement de la zone de rejet pour renforcer sa tenue dans le temps et pouvoir mesurer le débit en sortie de station ;
- la mise en place d'une enceinte grillagée ;
- le curage des lagunes ainsi que l'entreposage des matériaux curés dans une fosse sur site.

Cette étude de projet va permettre la réalisation du cahier des charges travaux en 2020 dont la durée est estimée à 4 mois.

4.2. INSTALLATIONS ET ÉQUIPEMENTS DE PRÉVENTION ET DE SURVEILLANCE DES RISQUES MINIERES, RELEVANT DES ARTICLES L.174-1 ET L.174-2 DU CODE MINIER

L'UTAM Centre-Ouest est chargée d'assurer la surveillance des cavités minières dans les Pays de la Loire (Illustration 25), liées aux anciennes exploitations du bassin ferrifère de Segré à Chazé-Henry (commune d'Ombrée d'Anjou, 49240) et du bassin houiller de L'Huisserie (commune de L'Huisserie, 53970). La liste des installations et équipements de surveillance et de prévention des risques miniers en vigueur dans les Pays de la Loire a été fixée par l'arrêté ministériel n° TREP1915801A du 5 juin 2019. En région Pays de la Loire, cet arrêté mentionne pour 2019 la surveillance de cavités depuis la surface à Chazé-Henry (ancienne mine de fer) ainsi que celle de déformations du sol par un réseau de nivellement à L'Huisserie (ancienne mine de charbon).

Les ouvrages concernés par la surveillance effectuée en 2019 se situent sur les concessions de Chazé-Henry et L'Huisserie (Illustration 26).

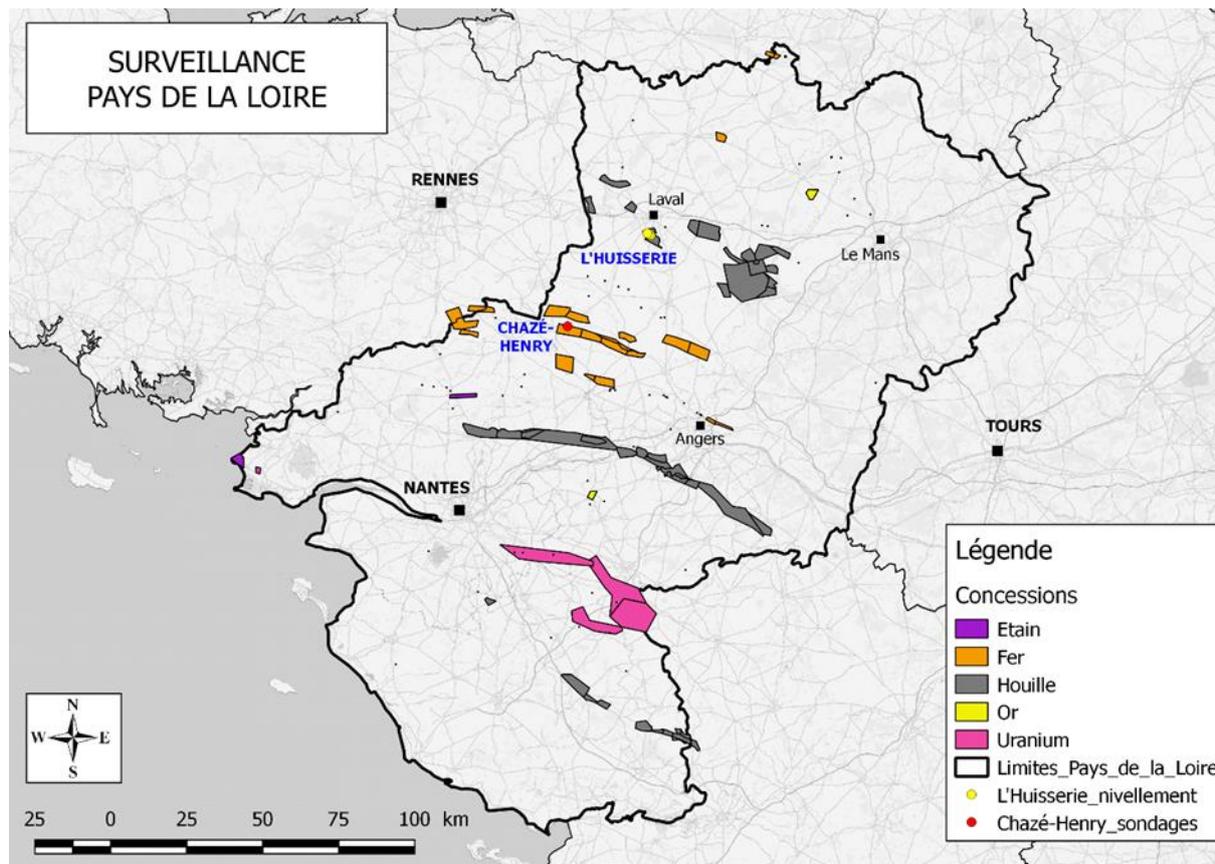


Illustration 25 – Plan de localisation des concessions.

CONCESSIONS	COMMUNES	OUVRAGES	SUBSTANCE
Chazé-Henry	Ombree d'Anjou	Forages SD61b et Mazuraie 2	Fer
L'Huisserie	L'Huisserie	Réseau de nivellement de La Moësière, L'Angerie et de La Mine	Charbon

Illustration 26 – Tableau récapitulatif des ouvrages surveillés en 2019.

4.2.1. Surveillance de cavités

L'objet de la surveillance est une cavité sous-jacente à une habitation située à proximité de l'ancien carreau de mine et au centre de la zone d'aléa fort « effondrement localisé » à Chazé-Henry (Illustration 27).

L'inspection de la cavité se fait par auscultation laser et vidéo au travers de deux forages dénommés SD61b et Mazuraie 2 (Illustration 28).

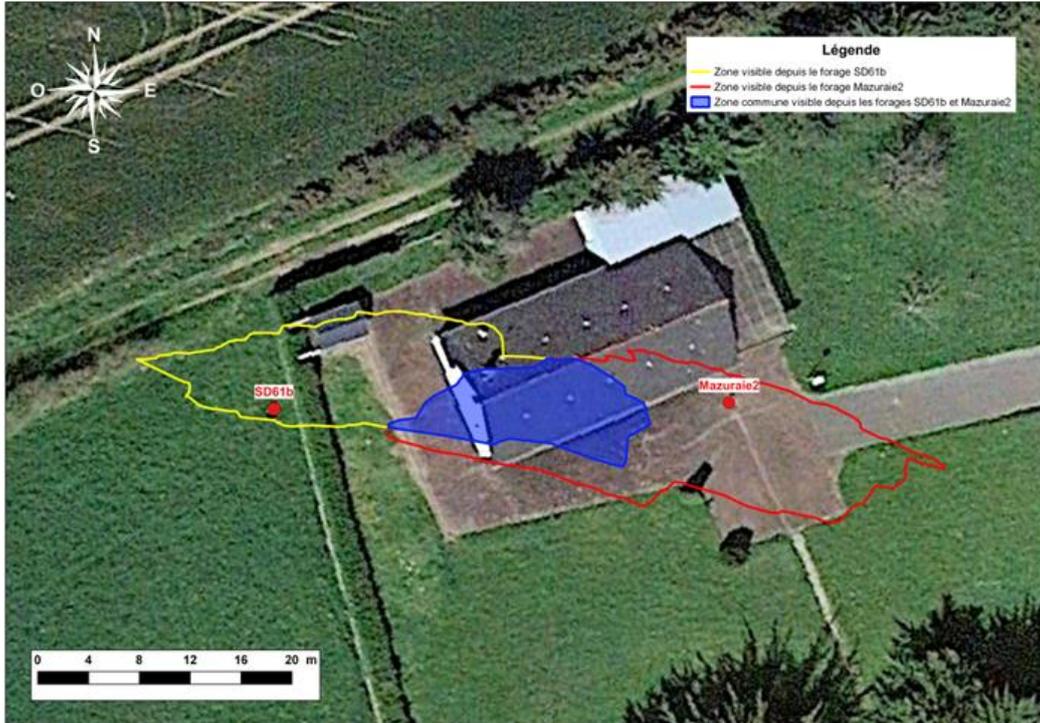


Illustration 27 – Vue en plan de l'extension de la cavité.

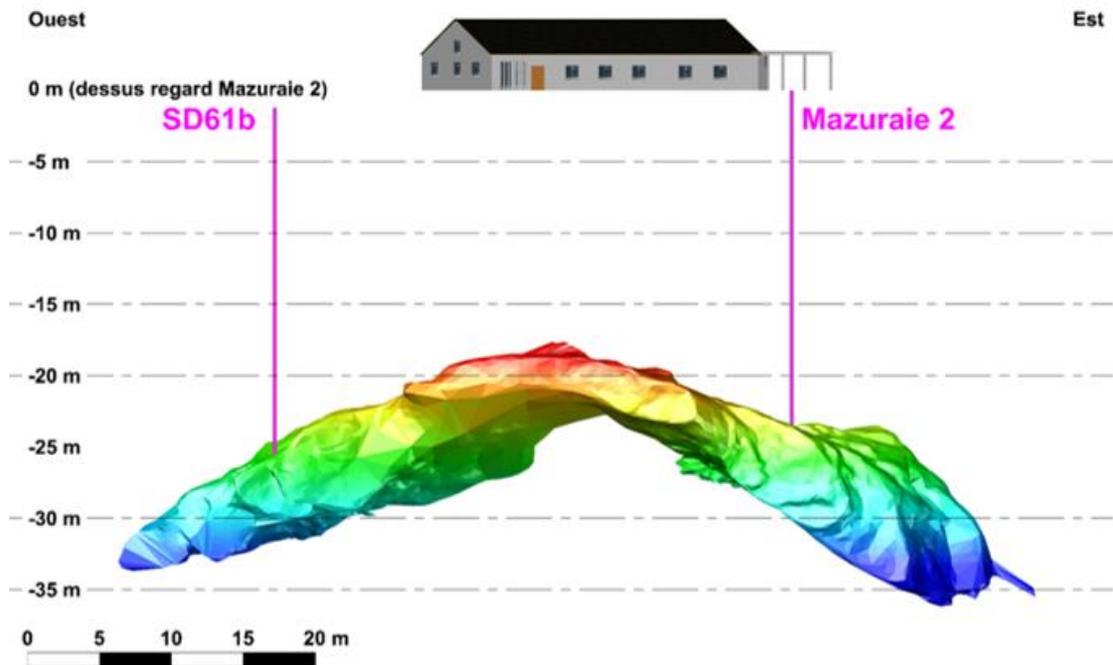


Illustration 28 – Représentation en 3D de la cavité suivant l'axe ouest-est.

En 2019, les campagnes de mesures ont eu lieu le 8 avril et le 3 septembre. La comparaison de la géométrie des vides restituée en 2019 par rapport à 2018 ne montre aucune évolution notable (Illustration 29 et Illustration 30).

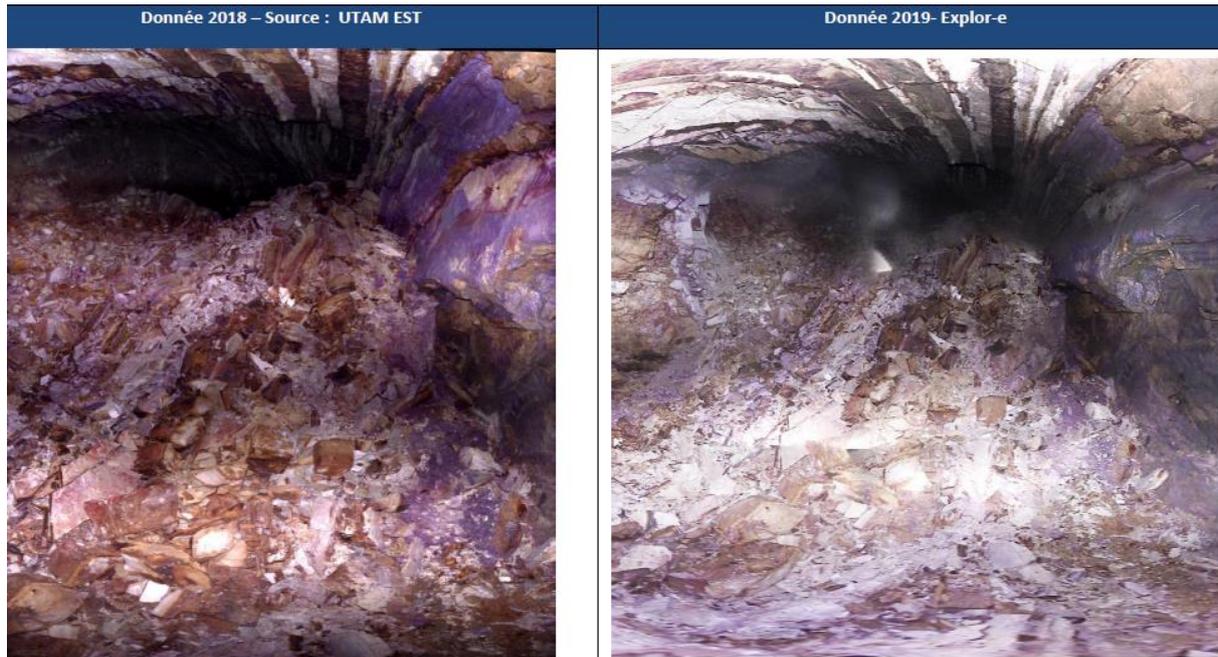


Illustration 29 – SD61b, images de la cavité en 2018 (gauche) et 2019 (droite).

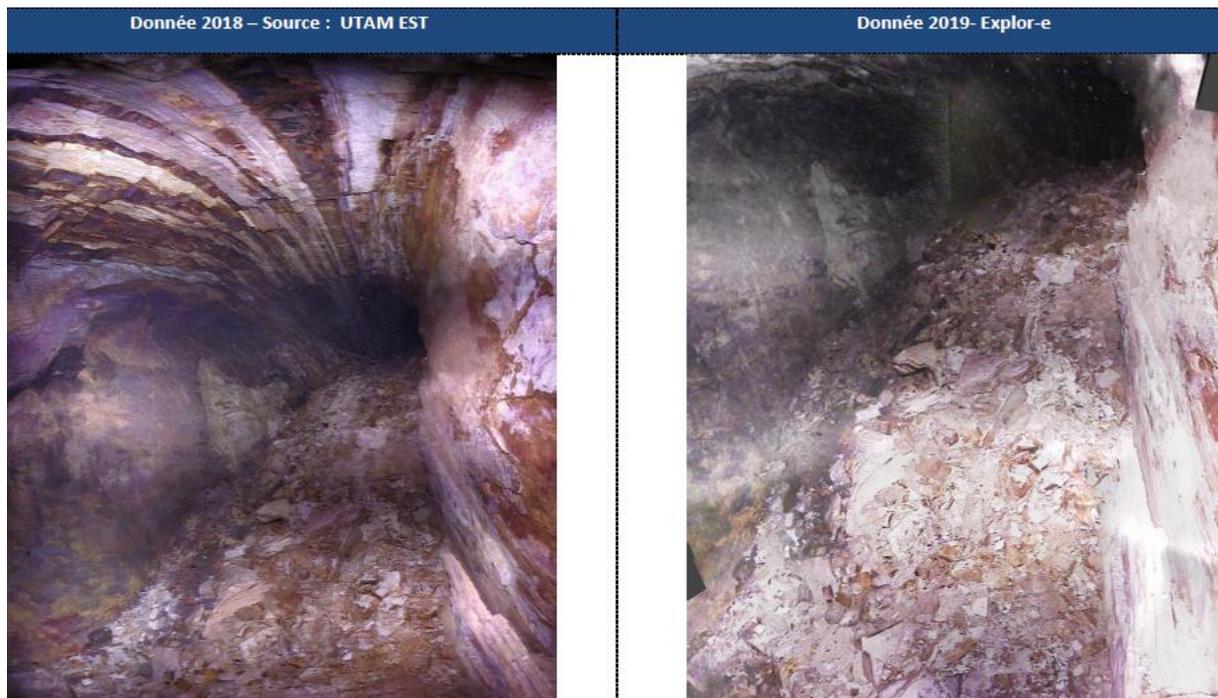


Illustration 30 – Mazuraie 2, images de la cavité en 2018 (gauche) et 2019 (droite).

De même, les mesures effectuées en 2019 sur les murs de la maison (quatre fissuromètres extérieurs et deux fissuromètres intérieurs) n'ont pas révélé d'évolution notable (fluctuations de l'ordre de 0,4 mm) par rapport aux mesures réalisées en 2018. Deux fissuromètres extérieurs, dont le marquage s'est effacé, seront remplacés en 2020.

4.2.2. Surveillance des déformations (réseaux de nivellement)

En l'absence de témoignages / observations de déformations du sol en surface à L'Huisserie en 2019, la DREAL n'a pas sollicité le DPSM pour réaliser les mesures de nivellement cette année.

4.3. ÉTUDES TRANSVERSES

4.3.1. Phytostabilisation des résidus miniers

a) Contexte et objectif

Dans le cadre de la gestion des sites miniers, le DPSM étudie des solutions pour stabiliser les résidus miniers sur le long terme. En effet, de nombreux sites miniers sont peu végétalisés et sont soumis à une forte érosion. Des techniques « alternatives » basées sur la stabilisation des sols et polluants par la végétation (la phytostabilisation), font l'objet de nombreux développements et sont de plus en plus utilisées sur des sites miniers pour stabiliser les sols, mais aussi limiter l'envol de poussière, les infiltrations d'eau et le contact direct avec les résidus. Néanmoins, il reste des éléments techniques et opérationnels à évaluer pour que la phytostabilisation puisse figurer parmi les solutions de gestion du DPSM. Le DPSM consacre ainsi un projet à l'évaluation de la faisabilité de ces technologies sur différents anciens sites miniers de métropole dont il a la charge. Les principales actions réalisées dans le cadre de ce projet sont détaillées dans les paragraphes suivants, avec un focus particulier sur les actions réalisées en Pays de la Loire.

b) Étude de faisabilité de la végétalisation des résidus d'Abbaretz (44)

Ce site est soumis à une très forte érosion, notamment du fait qu'il soit peu végétalisé. Cette étude de faisabilité, sous-traitée au bureau d'études Fertil'innov Environnement, spécialiste en végétalisation des sites miniers, a pour objectif de déterminer les conditions permettant une implantation durable de la végétation sur le site ainsi que d'en évaluer les aspects techniques et économiques. L'étude se base sur une visite et un diagnostic de site, des analyses de sols et de végétaux et des essais de croissance en pots en laboratoire pour trois types de matériaux (terril tabulaire, terril conique et berges des fossés de la zone du DMA). Un sol peut se développer naturellement sur des résidus miniers ; il s'agit toutefois d'un processus long qu'il conviendrait d'accélérer par l'ajout d'amendements.

La prestation d'une durée de 6 mois a démarré au début du mois de juillet 2019 par la visite du site et le prélèvement de sol (Illustration 31). Lors de cette mission, des amendements disponibles localement (compost enrichi et calcaire de carrière) ont été collectés afin de réaliser les tests de croissance en pots. De la grenaille de fer a aussi été retenue dans le but d'évaluer l'intérêt d'une stabilisation de l'arsenic. Pour les plantes, le choix s'est orienté vers des graminées résistantes, du lotier et des joncs présents dans la zone du DMA.

Sur la base des analyses agronomiques de sols, différentes combinaisons d'amendements et de graines ont été mises en pots. Après deux mois de croissance (Illustration 32), le développement des graminées et du lotier sur les résidus du terril tabulaire amendés avec du compost et du calcaire est comparable à un sol non pollué, ce qui laisse envisager de bonnes potentialités concernant la végétalisation de ce terril. En revanche, pour les stériles du terril conique, la croissance des végétaux sur sol amendé est significativement plus lente que sur le témoin non pollué. Dans la zone du DMA, les joncs plantés sur résidus amendés montrent un développement comparable au sol non pollué, tandis que le lotier montre un développement inférieur au témoin. Le jonc, naturellement présents sur site et contribuant déjà à stabiliser les berges des fossés, semble donc une espèce intéressante pour fixer le sol.



Illustration 31 – Profils réalisés sur le terril tabulaire du site Abbaretz, à gauche, sur une zone naturellement végétalisée et, à droite, sur une zone de résidus nus.

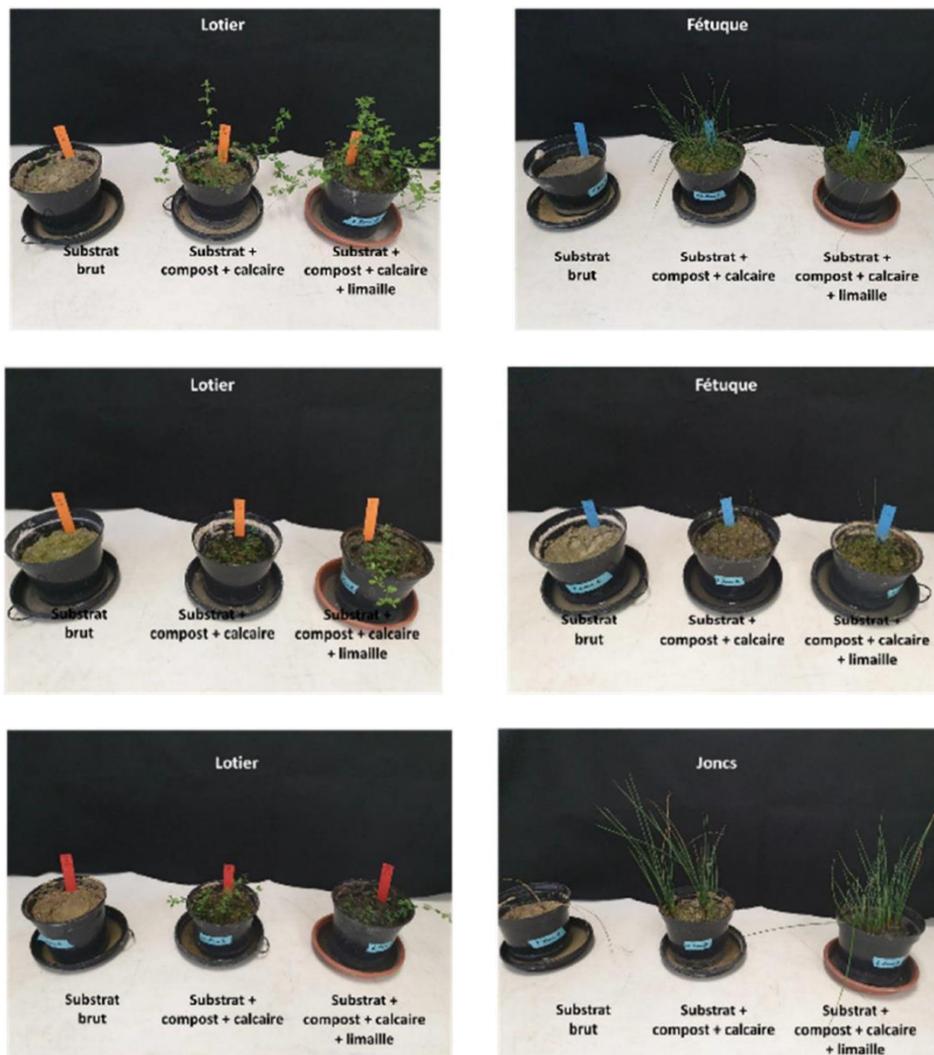


Illustration 32 – Essais de croissance en pots après 8 semaines.

Sur la base de ces résultats, le bureau d'études a dimensionné un essai pilote sur site afin de valider la solution *in situ* et d'évaluer les aspects opérationnels. Il est prévu de le réaliser à l'automne 2020 avec des parcelles d'environ 100 m² sur la base des combinaisons optimales déterminées par les tests en pots.

c) Essais de végétation sur le site de Saint-Pierre-Montlimart (49)

La végétation commence à être bien installée sur certaines zones du site de Saint-Pierre-Montlimart (la Bellière), tandis que d'autres restent toujours dépourvues de couvert végétal. La végétation étant un élément important pour la stabilité des sols superficiels, des essais de croissance en pots ont été réalisés par le DPSM au cours de l'été 2019 afin de déterminer les conditions qui permettraient le développement d'un couvert végétal. Différentes modalités ont été testées en variant les teneurs en amendements (compost enrichi) et les espèces végétales (mélange grainier type « talus sec » de bord de route ou espèces locales telles que *Agrostis* et *Houlique*). Les résultats ont été comparés à un témoin contenant du sol du site non amendé et un témoin contenant du sol non pollué. Cinquante jours après semis, une différence très nette est notée entre les pots amendés et les pots non amendés (Illustration 33). Une teneur en amendements de 5 % (en masse / masse ou « w / w ») semble suffisante pour avoir un bon développement. En effet, le résultat est comparable à un sol non pollué. Le mélange grainier « talus sec » et les espèces du site semblent les plus vigoureux. Ces résultats ont permis de dimensionner un essai sur site.

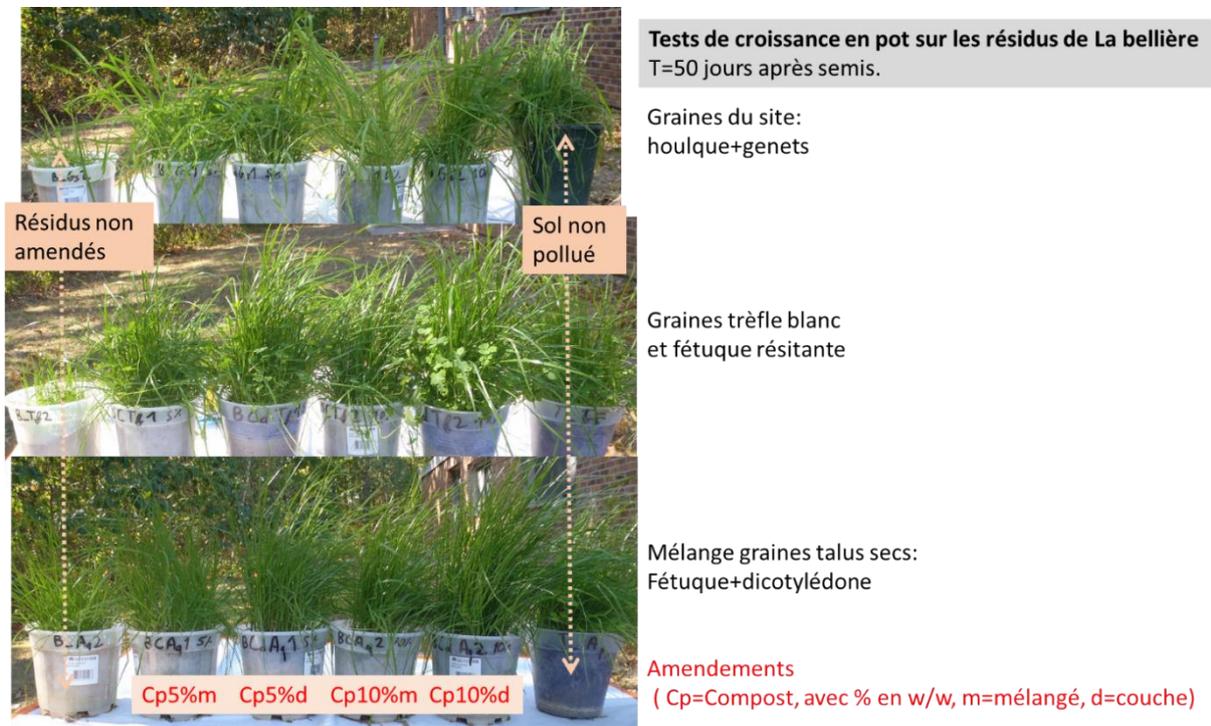


Illustration 33 – Essais de croissance en pots sur les résidus de Saint-Pierre-Montlimart.

Le 2 octobre 2019, suite aux essais en pots effectués pendant l'été 2019, deux parcelles de 12 m² ont été installées à deux endroits différents du site (Illustration 34). Ces 2 parcelles ont subi le même traitement. Elles ont été divisées en six parcelles de 2 m² chacune. Plusieurs amendements et mélanges grainiers ont été testés. Le 10 décembre 2019, un peu plus de deux mois après le semis, les parcelles non amendées ont montré un développement et un taux de couvert végétal très faible. Le meilleur développement est obtenu sur les parcelles amendées avec du terreau. Ce développement est comparable à celui d'une parcelle témoin sur sol non pollué qui a été ensemencé en même temps. Ces résultats ont été utilisés, en concertation avec la maîtrise d'œuvre, pour définir les solutions de végétalisation qui seront mises en œuvre en 2020 lors des travaux de stabilisation du site.

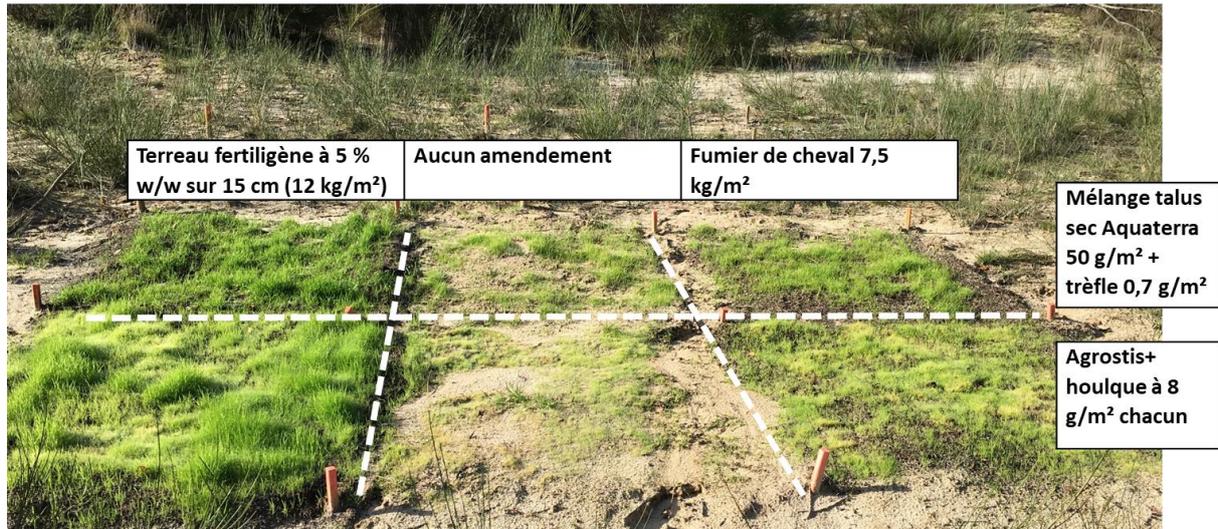


Illustration 34 – Essais de végétalisation sur une parcelle du site.

d) Autres actions réalisées en dehors du périmètre Pays de la Loire

Une étude équivalente à celle conduite sur le site d'Abbaretz, menée par le bureau d'études Microhumus, a pour objectif d'évaluer la possibilité de végétaliser le site d'Auzelles (63). En effet, ce site présente d'importants volumes de résidus dépourvus de végétation sur plusieurs hectares et soumis à une très forte érosion. Un plan de gestion est en cours de réalisation par le DPSM. Les résultats de cette étude permettront d'évaluer précisément les scénarii de gestion impliquant la végétation. L'étude a commencé fin 2019 par le prélèvement de 400 kg de sols sur site. Des premiers tests de phytotoxicité en micro-pots ont permis une présélection des mélanges grainiers. Ensuite, des pots de 4 litres seront ensemencés et des amendements locaux seront apportés. Le rapport d'étude, attendu pour mai 2020, identifiera des solutions techniques pour végétaliser ce site et proposera une justification technique ou économique de ces solutions.

5. Gestion de l'information technique

Le DPSM a pour mission l'acquisition, la gestion, l'organisation et la diffusion des données de surveillance acquises en application de sa mission après-mine. Les données acquises sont organisées en utilisant les banques de données existantes (BSS, BDES/ADES, BDSurv).

À cette fin, le DPSM a mis en place un site web aux fonctions Internet, Extranet et Intranet : <https://dpsm.brgm.fr>. Ses fonctionnalités permettent une accessibilité rapide aux données de base, notamment pour les interventions en cas de désordre d'origine minier.

La DREAL Pays de la Loire dispose d'un compte d'accès privilégié au site web du DPSM et peut ainsi consulter la majorité des rapports (mémoires de fin de travaux, etc.) et leurs annexes numériques.

De même, les bases de données suivantes sont accessibles par le site web du DPSM :

- Base Auressia : les archives techniques intermédiaires provenant de CDF ont été saisies et stockées dans la base Auressia. La base a été modifiée fin 2011 pour permettre la saisie des archives anciennes relatives aux renseignements miniers et aux dégâts de surface ;
- Base BDSurv : recense les ouvrages surveillés au titre des articles L.163-11 et L.174-1 à 4 du code minier, ou au titre du Code de l'environnement conformément à des arrêtés ministériels annuels. Les ouvrages surveillés en Pays de la Loire sont tous saisis dans la base de données ;
- Base Plans (BDPlans) : l'ensemble des plans réglementaires des concessions de CDF en Pays de la Loire a déjà été numérisé par le passé. Les plans sont disponibles au format natif et sous forme d'aperçu en PDF ;
- Base de textes de procédures d'arrêt des travaux miniers : la numérisation des derniers dossiers d'arrêt des travaux miniers et des dossiers d'arrêt de renonciation de CDF a déjà été réalisée en 2010. Les documents sont disponibles ;
- Renseignement Minier En Ligne (RMEL) : cette interface de réponse automatique a permis le traitement par le DPSM de 30 128 demandes concernant le territoire national en 2019. Toutefois, aucune d'entre elles ne concernait la région Pays de la Loire.

6. Perspectives

Les travaux de mise en sécurité à Montjean-sur-Loire (49) ont été conduits par l'UTAM Centre-Ouest en mai et juin 2019 suite à un débouillage du puits du Gros Chêne dans le cimetière et en décembre 2019 suite à un fontis sur la voirie rue de La Chapelle. Les travaux se sont déroulés en conformité avec les CCTP et dans le respect des budgets alloués.

La surveillance du site de Chazé-Henry n'a pas mis en évidence d'évolution de la cavité sous-jacente à une habitation entre 2018 et 2019.

- **Travaux de mise en sécurité d'anciens sites miniers envisagés en 2020**

Suite à l'IEM montrant une incompatibilité de la qualité des sols des terrils du Bois Vert à Abbaretz (44) avec certains usages, un plan de gestion a été réalisé en 2019 pour définir les travaux de mise en sécurité à réaliser. Ces travaux, qui consistent en la sécurisation du sentier de randonnée à pied et à vélo, seront réalisés en 2020.

Par ailleurs, il sera engagé durant l'année 2020 la poursuite de l'étape 2 du projet de réalisation d'un système de collecte et traitement des eaux acides sur le site du Bois Vert à Abbaretz (44). Cette étape consiste en la poursuite du suivi de la qualité des eaux du site pendant 6 mois, la réalisation d'essais de traitabilité à l'échelle du laboratoire ainsi que la définition de solutions de collecte et de traitement des eaux par la réalisation de bilans coûts-avantages. Il s'agira ensuite de concevoir, sur la base des données ainsi récoltées, le système de traitement optimal en termes de performance et de durabilité.

Sur le site des lagunes de Saint-Pierre-Montlimart, il est prévu de commencer les travaux d'entretien et de pérennisation des installations et de continuer le suivi environnemental des lagunes en 2020 afin de vérifier leur bon fonctionnement.

- **Surveillance d'anciens sites miniers**

Il est proposé de reconduire la surveillance du site de Chazé-Henry en 2020 selon les mêmes modalités que celles de l'année 2019.

Dans le cadre du projet transverse de phytostabilisation, il est prévu de réaliser des essais de plantation sur le site d'Abbaretz à l'automne 2020. Sur le site de Saint-Pierre-Montlimart, il est prévu de suivre les essais afin de valider les choix de végétalisation. Une étude de faisabilité de phytostabilisation est également engagée sur le site d'Auzelles (hors Pays de Loire) dans le cadre de ce projet transverse.

Annexe 1 : Index des acronymes

ARS : Agence Régionale de Santé

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

CD 44 : conseil Départemental de Loire-Atlantique

DDPP : Directions Départementales de la Protection des Populations

DDTM 44 : Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Loire-Atlantique

DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques du ministère en charge de l'environnement

DMA : Drainage Minier Acide

DPSM : Département Prévention et Sécurité Minière du BRGM

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DT : Déclaration de projet de Travaux

GEODERIS : Il s'agit d'un Groupement d'Intérêt Public (GIP) constitué entre le BRGM et l'INERIS. Il apporte à l'État (administrations centrales et services déconcentrés, en particulier les DREAL) une assistance et expertise en matière d'après-mine.

IEM : Interprétation de l'État des Milieux

LOLF : Loi Organique relative aux Lois de Finances

MDPA : Mines De Potasse d'Alsace

MOD : Maître d'Ouvrage Délégué

MTES : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

RMEL : Renseignement minier en ligne

SIG : Système d'Information Géographique

TAE : réseau « tout à l'égout »

UTAM : Unité Territoriale Après-Mine du DPSM

Annexe 2 : Indicateur de performance

L'indicateur de performance du DPSM s'appuie sur l'analyse de la maîtrise des coûts relatifs aux projets de travaux. Cette analyse est fondée sur l'écart moyen entre les coûts prévisionnels (devis) et les coûts réels des travaux (factures) pour les chantiers achevés et les factures reçues dans l'année.

À l'échelle nationale : aucun écart significatif n'a été constaté sur les travaux achevés en 2019.

Année	Écart devis / montant final travaux
2007	- 0,3 %
2008	+ 0,3 %
2009	- 3,2 %
2010	- 1,4 %
2011	- 5,0 %
2012	- 2,3 %
2013	+ 10,3 %
2014	- 3,8 %
2015	- 0,7 %
2016	- 4,1 %
2017	- 6,9 %
2018	- 7,8 %
2019	- 6,7 %

Pour la région Pays de la Loire : deux opérations de travaux ont été réceptionnées en 2019.

Lieu - objet des travaux	Coût (€ TTC)	Devis (€ TTC)	Écart devis / montant final travaux	Convention	Date réception
Montjean-sur-Loire (49) - Traitement du désordre du cimetière	41 218	46 455	- 11,3 %	2015	14/06/2019
Montjean-sur-Loire (49) - Mise en sécurité d'un fontis sur la rue de la Chapelle	16 834	18 518	- 9,1 %	2017	20/12/2019
Total	58 052	64 973	- 10,7 %		



Centre scientifique et technique
Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM)
Unité Territoriale Après-Mine Centre-Ouest
3, avenue Claude Guillemin
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France - Tél. : 02 38 64 34 34
www.brgm.fr