

ETUDE PROSPECTIVE D'UNE RESSOURCE STRATEGIQUE : L'EXPLOITATION EN SOUTERRAIN DU GYPSE DANS LA MAURIENNE

Coordinateurs : Faouzi Hadj Hassen et Isabelle Thévenin (Géosciences)

Encadrants : Faouzi Hadj-Hassen, Isabelle Thévenin, Bruno Tessier, Damien Goetz, Hedi Sellami et Emmanuel Ledoux

Centre de recherche concerné : Centre de Géosciences

Lieu : 35 rue Saint Honoré, 77300 Fontainebleau, France

RESUME

Le gypse de la carrière de Saint-Jean-de-Maurienne est exploité à ciel ouvert et sert à alimenter le complexe industriel plâtrier de Chambéry ainsi que les cimenteries régionales. La carrière a atteint ses limites autorisées et son extension à ciel ouvert s'avère impossible pour des raisons essentiellement environnementales. La poursuite de l'exploitation de cette ressource, classée maintenant stratégique, fait face à de nombreux écueils. Une des solutions envisagées par Placoplatre serait, à moyen terme, de développer des techniques d'extraction des gisements identifiés en souterrain. Le gisement du Mont Charvin constitue un bon exemple d'accumulation de contraintes inconciliables, à causes desquelles il paraît irréalisable d'y ouvrir une carrière à ciel ouvert. Cependant, les conditions géologiques et géotechniques difficiles du gisement, d'une part, et les oppositions locales, d'autre part, constituent de vrais obstacles à son développement. Le MIG se propose de mener une étude prospective sur la faisabilité de l'extension en souterrain de l'exploitation sur ces terrains. Il s'agit de traiter tous les aspects de ce projet à la fois techniques : caractéristiques géologiques et géotechniques, réserves exploitables, infrastructures d'accès, stabilité à long terme des ouvrages, méthode d'abattage, aérage des travaux souterrains, ainsi que les aspects environnementaux et socioéconomiques : impact sur le régime hydrogéologique, l'environnement et l'écosystème, acceptabilité sociale et évaluation économique.

1. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Une part majoritaire des ressources géologiques en substances de carrières est exploitée pour la production de granulats mais aussi pour la fabrication de matériaux de construction destinés aux secteurs du bâtiment et des travaux publics (ciment, béton, plâtre, chaux, verre...). Doté de nombreux atouts : isolant thermique, régulateur de l'hygrométrie, résistant au feu et isolant acoustique, le plâtre s'est imposé comme un produit incontournable pour la construction durable. Il est fabriqué à partir du gypse qui est une roche sédimentaire provenant de l'évaporation de l'eau de mer en milieu lagunaire. En France, les gisements exploitables sont estimés à 350 Mt, dont près de 70% se situent dans le Bassin parisien. 5.2 Mt de gypse sont extraites chaque année pour approvisionner l'industrie du plâtre (80 % du volume), du ciment (15 %), des engrais agricoles (5 %), de la céramique ou encore l'industrie médicale et dentaire.

La carrière à ciel ouvert de Saint-Jean-de-Maurienne est située à flanc de montagne sur 300 m de dénivelé et s'étend sur une superficie de 41 ha sur les deux communes de Saint-Jean-de-Maurienne et de Saint-Pancrace en Savoie (Figure 1). Son exploitation a commencé en 1981 avec actuellement une production annuelle de gypse et d'anhydrite de l'ordre de 280 000 t.



Figure 1 : Vue de la carrière de gypse de Saint-Jean-de-Maurienne

Deux techniques d'exploitation sont pratiquées dans cette carrière : la méthode traditionnelle en fronts et gradins sur la partie basse, et la méthode en plan incliné sur la partie supérieure pour tenir compte de contraintes géotechniques spécifiques. Ce dernier mode nécessite de commencer l'extraction par le sommet en respectant une pente d'un angle maximum de 38°. L'extraction du gypse est alors réalisée à la fois par tir à l'explosif et mécaniquement.

La carrière arrive bientôt à ses limites autorisées et la question de son extension se pose de façon très aigüe. Compte tenu de la sensibilité de la région qui comprend un parc national, 4 sites classés en protection de biotope et 8 sites Natura 2000, la poursuite de l'exploitation à ciel ouvert s'avère très difficile et se trouve confrontée à une opposition locale très forte. La seule alternative qui permettrait d'assurer l'accès à cette ressource et garantir ainsi la pérennité d'approvisionnement du complexe industriel plâtrier de Chambéry serait d'envisager une exploitation souterraine.

L'activité tectonique des Alpes a conduit à la formation d'un gisement avec des caractéristiques géologiques et géotechniques très complexes : couches de gypse et d'anhydrite très plissées avec des pendages très variables, contact entre gypse et anhydrite non marqué, fracturation dense avec différentes orientations, altération des terrains et perte de leur résistance... Ces conditions difficiles constituent un véritable défi pour la mise en œuvre d'une exploitation souterraine.

2. OBJECTIFS ET ORGANISATION

Le MIG a pour objectif de réaliser une étude prospective sur la faisabilité de l'exploitation en souterrain du prolongement du gisement exploité dans la carrière de gypse de Saint-Jean-de-Maurienne. Le travail commence par analyser les conditions actuelles de l'exploitation à ciel ouvert et par caractériser le secteur concerné par le projet d'extension. Les principaux aspects techniques à traiter dans l'étude portent sur la géologie du gisement qui est à la fois complexe et peu connue, l'estimation des réserves exploitables, la définition des infrastructures d'accès, le choix de la méthode d'exploitation, le dimensionnement géotechnique des ouvrages et de leurs soutènements afin de garantir la stabilité à long terme de l'exploitation, la technique d'abattage à l'explosif ou mécanique et enfin l'aérage des travaux miniers souterrains. Outre ces aspects techniques, l'étude doit aussi intégrer le volet environnemental et socioéconomique du projet. Il s'agit de prendre connaissance de la réglementation liée à ce type d'extension et de mener les analyses nécessaires sur l'impact de l'exploitation envisagée sur le régime hydrogéologique, l'environnement et l'écosystème. L'acceptabilité sociale sera également abordée en se basant sur les travaux réalisés par l'exploitant dans ce cadre ainsi que sur une recherche d'informations et d'actualités locales.

Le MIG sera réalisé en 3 semaines bloquées du lundi 20 novembre au vendredi 8 décembre 2023. La première semaine sera consacrée à l'acquisition des connaissances préalables sur les principaux thèmes à traiter en s'appuyant essentiellement sur des conférences et des visites d'entreprises et de chantiers ainsi que sur les échanges avec les acteurs industriels et institutionnels. Au cours des deux autres semaines, les

élèves réaliseront des "mini-projets" dans le but d'appréhender de manière quantifiée la complexité des enjeux et des problèmes posés et de proposer des solutions ou des pistes de réflexion.

2.1 Visites

Quatre visites sont prévues dans la première semaine du MIG. La première sera effectuée à l'Inspection Générale des Carrières (IGC) à Paris qui présentera ses activités et les moyens qu'elle met en œuvre pour gérer les risques liés aux carrières souterraines dans une région aussi sensible que Paris et les départements de la Petite Couronne (<https://www.paris.fr/pages/tout-savoir-sur-les-sous-sols-2317>).

Une journée entière sera consacrée à la deuxième visite chez le partenaire du MIG la société PLACOPLATRE. Il s'agit de découvrir les exploitations du gypse de l'est parisien à ciel ouvert (Bois Gratuel) et en souterrain (Bernouille) ainsi que le plus grand complexe plâtrier du monde à Vaujours (<https://www.placo.fr/nos-carrieres>).

La visite la plus importante se déroulera dans la vallée de la Maurienne et s'étalera sur trois journées. Elle commencera par la découverte de la carrière actuelle à ciel ouvert de Saint-Jean-de-Maurienne et du projet d'extension en souterrain. Une sortie de terrain sera réalisée pour mieux se rendre compte du contexte géologique du gisement et de ses difficultés. On profitera des travaux actuels de construction du grand projet du Tunnel Euralpin Lyon Turin, situés à proximité de la carrière, pour visiter un chantier en phase de creusement dans le but de comparer les méthodes utilisées dans les domaines minier et du génie civil (<https://www.telt.eu/fr/>).

2.2 Mini-projets

Le travail sera organisé autour de 6 mini-projets menés par petits groupes de 5 à 6 élèves qui les amèneront à rassembler les différents éléments de la réflexion en vue d'une synthèse générale.

Mini-projet 1 : La carrière à ciel ouvert de Saint-Jean-de-Maurienne et le projet d'extension en souterrain

La première phase de ce mini-projet consiste à décrire les conditions actuelles de la carrière à ciel ouvert et à caractériser le secteur du projet d'extension de l'exploitation en souterrain. Cela concerne essentiellement les contextes géologique et hydrogéologique du gisement ainsi que l'évaluation des réserves exploitables. La seconde phase est consacrée au choix de la méthode d'exploitation à mettre en œuvre et à l'analyse de ses variantes. Cette phase comprend également la définition des infrastructures d'accès, d'aéragé et de desserte du gypse.

Mini-projet 2 : Dimensionnement géotechnique de l'exploitation souterraine

En s'appuyant sur les données acquises sur le secteur du projet d'extension concernant la géologie des terrains, une étude géotechnique sera menée pour dimensionner les ouvrages de la méthode d'exploitation retenue. Les caractéristiques mécaniques des roches nécessaires pour la conduite de cette étude seront déterminées au préalable à l'aide d'une campagne d'essais en laboratoire réalisée pour les besoins du MIG. Le dimensionnement portera sur les infrastructures d'accès et d'aéragé, les chambres et les piliers, les planches de gypse à abandonner au toit et au mur et les moyens de renforcement nécessaires pour garantir la stabilité à long terme de l'exploitation (boulonnage et grillage du toit des chambres et remblayage postérieur). Selon la géométrie du gisement, la possibilité d'une exploitation par niveaux superposés sera examinée. Des modélisations analytique et numérique seront mises en œuvre dans cette étude géotechnique.

Mini-projet 3 : Abattage minier et aéragé des travaux souterrains

Outre l'aspect géotechnique, deux autres volets techniques de l'exploitation souterraine seront traités dans ce mini-projet : l'abattage minier et l'aéragé. Pour le premier, il s'agit de faire le choix entre l'abattage à l'explosif et l'abattage mécanique, voire même une combinaison des deux méthodes en fonction des conditions de l'exploitation et des restrictions imposées par l'environnement sur l'utilisation de l'explosif et sur le niveau de vibrations induites. En ce qui concerne l'aéragé, il faut dimensionner le circuit en termes

de ventilateurs et de conduites d'air par rapport aux infrastructures envisagées. Ce mini-projet comprend aussi la définition des équipements à mettre en œuvre pour garantir la production escomptée.

Mini-projet 4 : Etude hydrogéologique

Ce mini-projet commencera par une analyse approfondie du contexte hydrogéologique de la Maurienne notamment dans la zone concernée par la carrière souterraine. L'impact de l'exploitation souterraine du gypse sur le régime hydrogéologique et la qualité des aquifères ainsi que les risques encourus à la suite d'une instabilité mécanique seront aussi évalués. Comme pour le volet géotechnique, l'étude hydrogéologique s'appuiera sur des modélisations analytique et numérique.

Mini-projet 5 : Cadre législatif, environnemental et social

Le développement d'une carrière ou le renouvellement d'une autorisation d'exploitation dans une région aussi sensible que celle de la Maurienne doit intégrer, en plus des aspects techniques abordés dans les mini-projets précédents, l'évaluation de l'impact environnemental de l'exploitation et son acceptabilité sociale. Ce mini-projet commencera donc par rappeler le cadre législatif établi par l'administration. L'étude à mener sur l'impact environnemental et sur l'écosystème concerne les bruits, les vibrations le flux des engins, la faune et la flore. Cette étude doit être complétée par l'analyse des dangers et les mesures d'évitement et de réduction. L'empreinte carbone sera également évaluée en examinant la solution d'électrification des travaux souterrains. L'acceptabilité sociétale sera traitée en collaboration avec la société en charge de l'exploitation en analysant les données disponibles sur des enquêtes publiques, l'intérêt que présente le projet en termes d'emploi et de création de vides pouvant contenir des déblais de terrassement et de creusement liés à des projets de type tunnel Euralpin.

Mini-projet 6 : Evaluation économique du projet souterrain

A partir des éléments acquis dans les autres mini-projets, il s'agit de développer un modèle économique (investissement initial pour le développement du projet, coût opératoire, recettes liées à l'exploitation, cashflows actualisés) pour pouvoir évaluer l'intérêt d'un tel projet et éventuellement comparer les variantes d'extension possibles (valeur actuelle nette et taux de rentabilité interne). Des études de sensibilité seront ensuite menées pour mettre en évidence les paramètres qui pourraient affecter fortement la rentabilité du projet, et qui nécessiteraient des analyses plus approfondies.

2.3 Planning

Semaine 1

Lundi 20/11 Ecole IGC - Paris	- Présentation du MIG - F. Hadj-Hassen - Conférence sur la filière du gypse – N. Petit (Placoplatre) - Visite de l'Inspection Générale des Carrières
Mardi 21/11 Placoplatre – Vaujourn Ecole	- Visite de la carrière souterraine de Bernouille - Visite de la carrière à ciel ouvert du Bois Gratuel - Visite de l'usine de plâtre de Vaujourn - Recherche documentaire à l'Ecole
Mercredi 22/11 Voyage Saint-Jean-de-Maurienne	- Départ vers Saint-Jean-de-Maurienne - Visite de la carrière à ciel ouvert du gypse
Jeudi 23/11 Saint-Jean-de-Maurienne	- Visite du tunnel Euralpin (TELT) - Observations en surface du site d'étude et acquisition des données nécessaires
Vendredi 24/11 Saint-Jean-de-Maurienne	- Géologie de terrain - Retour à Paris

Semaine 2

Lundi 27/11 Fontainebleau	Réalisation des mini-projets 1 à 3 menés par groupes en parallèle. Compléments d'informations techniques et scientifiques par groupes de projet.
Mardi 28/11 Fontainebleau	
Mercredi 29/11 Fontainebleau	
Jeudi 30/11 Fontainebleau	
Vendredi 01/11 Fontainebleau	Synthèse des mini-projets 1 à 3 et restitution Coordination des résultats en vue des mini-projets 4 à 6.

Semaine 3

Lundi 04/12 Fontainebleau	Réalisation des mini-projets 4 à 6 menés par groupes en parallèle. Compléments d'informations techniques et scientifiques par groupes de projet.
Mardi 05/12 Fontainebleau	
Mercredi 06/12 Fontainebleau	
Jeudi 07/12 Fontainebleau	
Vendredi 08/12 Paris	Synthèse des mini-projets 4 à 6 et restitution Préparation du plan du rapport final

2.4 Contacts**Faouzi Hadj-Hassen**

Centre de Géosciences – Mines Paris PSL

e-mail : faouzi.hadj_hassen@minesparis.psl.eu

Portable : + 33 6 76 10 35 92

Isabelle Thénevin

Centre de Géosciences – Mines Paris PSL

e-mail : isabelle.thenevin@minesparis.psl.eu

Tél : + 33 1 64 69 48 96