

Réduire l'empreinte carbone des tirs

Exploroc le diviseur

En intervenant à la carrière SMB de Prasville (28), Exploroc est parvenue à réduire de manière impressionnante le nombre de tirs, le grammage d'explosifs, les détonateurs utilisés et le métrage foré. Un exemple montrant encore une fois le savoir-faire de ce sous-traitant soucieux de maîtriser l'empreinte CO₂ de ses tirs. Au bénéfice de ses clients.

La troisième et dernière étude commandée au cabinet Carbone 4 par Exploroc s'inscrit dans la même veine que les deux premières : elle confirme que le minage est le premier paramètre des émissions à mieux contrôler. Un retour en arrière s'impose pour comprendre le contexte. Cette société de minage avait signé en 2021 un accord-cadre avec Carbone 4, le cabinet de conseil spécialisé dans la stratégie carbone, afin d'être accompagnée dans sa démarche d'encadrement de l'empreinte CO₂ lors des tirs réalisés en sous-traitance. Pour le démontrer, deux études avaient été menées dans la foulée, l'une en Belgique à la carrière des Limites, l'autre en France, à Cérilly, dans l'Allier¹.

Le dernier volet de l'étude a été réalisé en octobre 2023 dans une exploitation de la SMB (Société des Matériaux de la Beauce²), à Prasville, en Eure-et-Loir. Elle confirme l'intérêt pour la méthode de minage employée par Exploroc au mètre cube abattu. Elle met surtout en évidence qu'il est possible de réduire l'empreinte CO₂ par une optimisation des paramètres de tir : diminution des explosifs utilisés, augmentation de la maille, baisse du grammage d'ex-

plosif et suppression du nitrate-fuel à l'aluminium. Au final, Exploroc est parvenue à éviter d'émettre 800 t de CO₂ chaque année à Prasville, « *puisque'il faut désormais 2 kg CO₂ au lieu de 3 pour produire 1 tonne de matériaux dans cette exploitation* », explique Emmanuel Patte, le président d'Exploroc. « *C'est considérable, estime-t-il. C'est l'équivalent de la contribution environnementale annuelle de 2 hectares de panneaux solaires. Ou c'est comme si les 445 habitants de Prasville avaient divisé par deux leur émission annuelle de carbone. À la carrière des Limites, nous étions parvenus à réduire les émissions de CO₂ de 200 g par tonne de matériau pour une production annuelle de 1,7 Mt. À Cérilly, le gain était proche du kilo grâce à la maîtrise des fines de minage.* »

Moins de tirs

Exploroc est intervenue à la carrière SMB de Prasville au troisième trimestre 2022 à la demande de l'exploitant qui souhaitait sous-traiter le poste foration-minage, jusqu'alors géré en interne, pour en maîtriser les coûts.

L'un des points ayant milité en faveur d'Exploroc dans l'appel d'offres était sa connaissance des particularités du calcaire de Beauce acquise chez un autre client de la région, auprès duquel la société de minage avait amélioré significativement le taux de fines dans le brut d'abattage.

« *Dès les premiers tirs chez SMB, nous nous sommes aperçus des gains qu'il était possible de réaliser, commente Benoît Sarrazin, directeur régional Ouest chez Exploroc. La maille de foration n'était que de 14 m², et l'exploitant avait pour habitude d'utiliser des cartouches en pied, puis du nitrate-fuel à l'aluminium, suivi de nitrate standard en tête, avec un certificat d'acquisition par tir de 2,5 t maxi.* »

Benoît Sarrazin (à gauche) et **Emmanuel Patte**. À la SMB, à Prasville, Exploroc est parvenue à réduire le nombre de tirs par trois, à augmenter la maille, à faire baisser le grammage d'explosif, et à supprimer l'utilisation du nitrate-fuel à l'aluminium. En matière d'émission de CO₂, l'intervention de cette société a permis de gagner 1 kg de CO₂ par tonne de matériau produit, soit 30 % des émissions de CO₂ sur l'ensemble des opérations réalisées.





Autre constat : jusqu'à l'arrivée d'Exploroc, la SMB effectuait 76 tirs à Prasville, soit deux par semaine. « Ces tirs mobilisaient du monde à la carrière ainsi que chez le fournisseur pour livrer les explosifs, avec la contrainte d'avoir une personne chargée de la programmation et de la mise à feu puisqu'il s'agissait de tirs électroniques en raison des vibrations. »

La foration faite par l'exploitant, avec 130 heures de machines par mois, était devenue une source de nuisance pour le voisinage en raison des bruits générés durant les deux postes, dont l'un commençait tôt le matin.

La première mesure prise par Exploroc a été d'augmenter le certificat d'acquisition pour le porter à 5 tonnes, explique Benoît Sarrazin : « Il fallait réduire la fréquence des tirs et en réaliser de plus importants. » Au cours de l'année 2023, Exploroc a procédé à seulement 22 tirs, soit une réduction par trois pour une production équivalente. « Au final, beaucoup de choses sont divisées par trois », complète Emmanuel Patte. Et de citer les transports routiers, comme ceux du géomètre et des équipes d'artificiers, les frais liés aux allers-retours du camion d'explosifs, mais aussi le nombre de vibrations, les risques liés à la mise en sécurité lors de chaque tir, et les risques de projection.

Exploroc ne tire pas systématiquement à 5 tonnes d'explosifs, car chaque tir est lié à la configuration du front, son linéaire et sa géométrie. « Mais l'intérêt d'avoir un certificat d'acquisition plus important permet de s'adapter à une zone compliquée en effectuant un tir plus important, et en une seule fois », commente Benoît Sarrazin. « Nous sommes montés à une moyenne de 3,2 t et avec moins de tirs, poursuit-il. Lorsque l'exploitant réalisait le minage lui-même, il atteignait quasiment le certificat d'acquisition avec une moyenne à 2,3 t pour 2,5 t autorisées. »

« Il fallait réduire la fréquence des tirs et en réaliser de plus importants. »

Réduire le grammage d'explosif

Dans l'optique de réduire les coûts du minage, Exploroc s'est ensuite attelée à augmenter la maille, en faisant passer le diamètre de foration de 115 à 134 mm, permettant à l'occasion de réduire le linéaire à forer. Ainsi, entre le premier semestre 2021, lorsque la foration était réalisée en interne, et le premier semestre 2023 où Exploroc est intervenue, l'utilisation de la foreuse est passée de 130 heures à 25 heures par mois. Concernant la maille, Exploroc l'a plus que doublé en passant de 3,5 x 4 à 5,5 x 6,2. Le sous-traitant s'est, en parallèle, attelé à réduire le grammage d'explosif mis en œuvre, en proposant une fourchette de 210 à 230 g/m³ alors qu'il était précédemment de 410 g/m³, et cela « sans constater une baisse de cadence ni une surproduction de blocs, au contraire puisque le poste BRH a baissé », commente Benoît Sarrazin. « On s'est aperçu qu'il était encore possible de travailler avec un grammage de 190 g/m³, tout en étant dans le contrat, avec un pourcentage de blocs dans le tir n'excédant pas 5 %. » Mais en matière de minage, il convient de toujours conserver une marge de manœuvre pour une exploitation fluide. « C'est le service "plus" hors contrat que nous essayons de promouvoir auprès du client », rappelle le responsable d'Exploroc.

L'installation de traitement doit être alimentée avec un tout-venant 0/800, repris à la pelle. Point positif à noter, le BRH est moins utilisé : 400 heures en 2021 contre 140 en 2023.

Carrière SMB de Prasville (28). L'exploitant a fait intervenir Exploroc afin de sous-traiter le poste foration-minage, jusqu'alors géré en interne, pour en maîtriser les coûts.



Les gains générés par Exploroc depuis le démarrage de sa prestation chez SMB à Prasville sont à l'origine d'un profit au bénéfice de l'exploitant que l'on peut évaluer à plus de 20 % sur l'abattage.

À la recherche de l'explosif le mieux adapté

Une autre piste a consisté à rechercher l'explosif le plus adapté pour travailler sur une seule zone, le plus souvent en mono-front et dans un calcaire altéré. L'exploitant utilisait précédemment un nitrate-fuel à l'aluminium, mais chez Exploroc, on n'est pas favorable à son utilisation, en particulier pour extraire un calcaire de cette nature. Explications d'Emmanuel Patte: « *Le nitrate à l'aluminium peut apporter un plus en termes d'énergie et de brisance du fait notamment d'une vitesse de détonation plus élevée, mais cela est surtout vrai lorsque l'on utilise du nitrate à la limite de son usage, proche du diamètre critique, par exemple. L'aluminium, à supposer qu'il soit fin, peut alors apporter un avantage. En diamètre plus gros, éloigné du diamètre critique donc, la justification n'est plus la même selon nous. D'autre part, on s'efforce qu'un explosif ait une vitesse de détonation supérieure à la vitesse de propagation des ondes sismiques dans le massif rocheux. Or, dans un calcaire comme celui de Prasville, cette vitesse de propagation est de l'ordre de 3 000 m/s, ce qui est déjà très au-dessous des vitesses des explosifs aluminisés ou non.* » Emmanuel Patte a une conviction réservée par rapport à ce produit et l'expérience de Prasville parle d'elle-même.

Des gains bien appréciables

Ces évolutions successives (maille, grammage, explosif) ont permis de diviser par 2,5 la facture d'explosifs, de même que les coûts de foration pour l'exploitant, explique-t-on chez Exploroc. Quelques exemples d'économies réalisées: la foration est passée de 23 000 ml à 10 000 ml et, en explosifs, la consommation a glissé de 75 centimes à 30 centimes par m³, selon les conditions 2020 (avant les hausses qui ont été imposées sur ce poste).

Exploroc réinjecte une partie de ces gains en ingénierie, en implantation 3D, en logiciel de conception de plan de forage QUB 3D, en rectitude des forages (foration fond de trou à la place de la foration hors du trou précédemment mise en œuvre), en contrôle à la sonde des forages, etc.

Ces gains générés par Exploroc depuis le démarrage de sa prestation sont à l'origine d'un profit au bénéfice de l'exploitant évalué à plus de 20 % sur l'abattage.

En matière d'émission de CO₂, l'intervention d'Exploroc a permis de gagner 1 kg de CO₂ par tonne de matériau produit, soit environ 30 % des émissions de CO₂ sur l'ensemble des opérations réalisées (forage, minage, extraction, concassage). Il s'agit là encore d'une amélioration environnementale significative.

Le calcul des émissions de CO₂ des explosifs a été réalisé par Carbone 4, qui a utilisé les facteurs d'émission du nitrate d'ammonium qui sont accessibles dans les bases ecoinvent³. Dans ces dernières, on lit que la production de nitrate d'ammonium génère 2,4 kg CO₂/kilo, l'achat de nitrate d'ammonium 2,5 kg CO₂/kilo auquel il faut ajouter du gasoil à 0,5 kg CO₂/kilo, l'aluminium à 19 kg CO₂/kilo, et les emballages qui en génèrent aussi. À partir de cette base, Carbone 4 a reconstitué le CO₂ émis produit par produit, selon la composition des explosifs. Parmi ces derniers, le nitrate standard est constitué de 94 % de nitrate et de 6 % de fioul.

À partir de la composition en masse, Carbone 4 est parvenu à reconstituer les facteurs d'émission. Il en ressort que le nitrate fioul est à 2,7 kg CO₂/kg d'explosif, et une émulsion vrac à 2,8 kg CO₂/kg. Mais avec de l'aluminium, on passe un cap: le nitrate fioul à l'aluminium est à 3,9 kg CO₂/kg d'explosif, ce qui est « *proche d'une émulsion encartouchée* », reconnaît Benoît Sarrazin. Une émulsion encartouchée est à

4,1 kg CO₂/kilo d'explosif, soit 50 % de plus qu'un nitrate à l'aluminium. « *D'un point de vue environnemental, utiliser des émulsions encartouchées ou du nitrate à l'aluminium a un impact, car cela génère 40 à 50 % de CO₂ en plus*, constate le directeur régional Ouest. *Si leur utilisation est justifiée, on peut l'admettre, mais dans le cas de Prasville, on s'aperçoit que le minage est réussi sans utiliser ces produits, ce qui explique les résultats sur le bilan carbone.* »

Bluff ou sincérité ?

Pour Emmanuel Patte, le CO₂ est avant tout un sujet politique : « *Lorsque l'on communique sur le fait de le réduire, il faut s'interroger pour savoir s'il s'agit d'un vœu pieu ou d'une volonté bien réelle.* » Le dirigeant s'est aperçu que la sous-traitance en forage peut avoir une incidence bénéfique sur le taux d'émission de CO₂, mais ce qui importe c'est « *celui qui donne les conseils en explosifs, le prescripteur* », en l'occurrence le fabricant ou l'entreprise de minage, voire un cabinet de conseil. Pourquoi ? « *Un cabinet de conseil peut faire des recommandations mais il intervient seulement une fois tous les trois ans lorsqu'il est consulté pour un problème spécifique de bloc, de vibration. Généralement, ce cabinet intervient suite à un problème de sécurité. Mais ses conseils doivent être suivis au quotidien pour en mesurer les effets. Sinon, c'est un coup d'épée dans l'eau* », prévient-il. De fait, la solution n'est pas la même selon l'interlocuteur, notamment si sa prestation est réalisée au kilo ou au m³.

D'après Emmanuel Patte, « *si l'acheteur travaille au m³, il a de multiples intérêts en commun avec son sous-traitant, puisque les solutions technico-économiques vont conduire à la fois à de la compétitivité, à de la qualité, et à ne pas dégrader l'environnement. En revanche, si l'acheteur travaille au kilo, il sera nécessairement pris dans un conflit d'intérêts avec son fournisseur* ». Lorsqu'il sous-traite le minage, l'acheteur peut estimer que les frais généraux du mineur sont de l'argent perdu. Il estime également qu'il peut mieux acheter les explosifs, surtout en tant que groupe national, « *et il a raison sur ce point* ». Mais l'expérience montre qu'une exploitation, qu'elle soit sous-traitée ou non, a régulièrement besoin de conseils en minage, que ce soit pour une question de production, de sécurité ou d'environnement. S'il travaille au kilo, l'exploitant se tournera alors naturellement vers son fournisseur d'explosifs. Il faut reconnaître aux fabricants leur expérience, leur professionnalisme et leurs compétences en matière de produits. « *L'intérêt naturel de ces derniers peut néan-*



La foreuse n'est désormais utilisée que 25 heures par mois alors que l'exploitant s'en servait, sur la même période, 130 h avant l'intervention d'Exploroc. Ce sont surtout des nuisances en moins pour le voisinage.

moins conduire vers des choix orientés. C'est un classique en matière d'industrie et l'exemple de Prasville en est une illustration », explique le dirigeant. Selon Exploroc, « *les acheteurs intègrent désormais les moins et les plus, et orientent leurs choix vers de la sous-traitance, c'est-à-dire vers une maîtrise accrue du budget.* »

La concurrence est nécessaire

« *En définitive, cet acheteur-décideur a raison sur les deux approches*, commente Emmanuel Patte, *mais compte tenu du faible nombre d'acteurs, l'expérience menée à Pravelle démontre qu'il convient de ne pas se fermer de porte* ».

Avec la concentration des fabricants d'explosifs et l'intégration des sociétés de minage, initiée depuis une bonne vingtaine d'années, la crainte du dirigeant d'Exploroc est que cette indépendance en matière de choix n'existe plus un jour. Les solutions n'iront alors pas nécessairement en faveur d'une optimisation des produits, donc pas en faveur des exploitants, ni en faveur de la maîtrise des émissions de CO₂, leur corollaire. « *Avec les prix des explosifs qui ont été doublés depuis le début de ce conflit en Ukraine, c'est d'autant plus important pour le portefeuille des exploitants, ça l'est aussi pour la planète, non ?* » questionne le dirigeant.

« *Dans le cas de Prasville, Exploroc n'a rien révolutionné mais a juste fait son travail*, commente Emmanuel Patte. *Il faut de la concurrence. Pas seulement entre les foreurs-mineurs, mais aussi entre les conseils, les prescripteurs. C'est l'émulation technique qu'il convient de préserver. C'est important pour le métier et nous le devons aux fondateurs qui nous l'ont transmis : MM. Tomasi, Alonso, Chillard, Remetter, Alessandroni, et j'en oublie.* » ■ Jean-Pierre Le Port

1. mines & carrières n° 306, octobre 2022, Tir maîtrisé = émissions carbone réduites.

2. La SMB est une société appartenant pour moitié à Lafarge Granulats et pour moitié à Eiffage route. Elle compte trois carrières implantées dans la Beauce : Guillonville (28, 45), Prasville (28) et Villermain-Baccon (41, 45). La production autorisée de ces trois sites est de 1,1 Mt/an. Trente et un collaborateurs travaillent à la SMB.

3. La base de données ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>) est la première source de données d'inventaire du cycle de vie au monde, avec plusieurs milliers d'utilisateurs dans plus de 40 pays. Les données ecoinvent sont utilisées dans l'analyse du cycle de vie, la déclaration environnementale de produit, l'empreinte carbone, la politique intégrée de produit, la gestion du cycle de vie, la conception pour l'environnement, l'éco-étiquetage et d'autres applications.