

# Exploroc numérise ses plans de tirs

Au prochain congrès-exposition de la Sim, à Angers, la société Exploroc présentera son logiciel d'implantation des tirs de mines. L'outil réalisé en interne a pour objectif de réduire les risques d'erreur humaine lors de la conception des plans. Il permet surtout de gagner du temps lors de chaque projet et donne le moyen de préparer les tirs à venir en les "industrialisant". Il compile surtout 20 années d'expérience et la méthodologie des différents métiers de la société. Rencontre avec son dirigeant, Emmanuel Patte.

*Mines & carrières : Pourquoi avoir voulu créer votre outil d'implantation du plan de tir et quels étaient les objectifs de votre démarche ?*

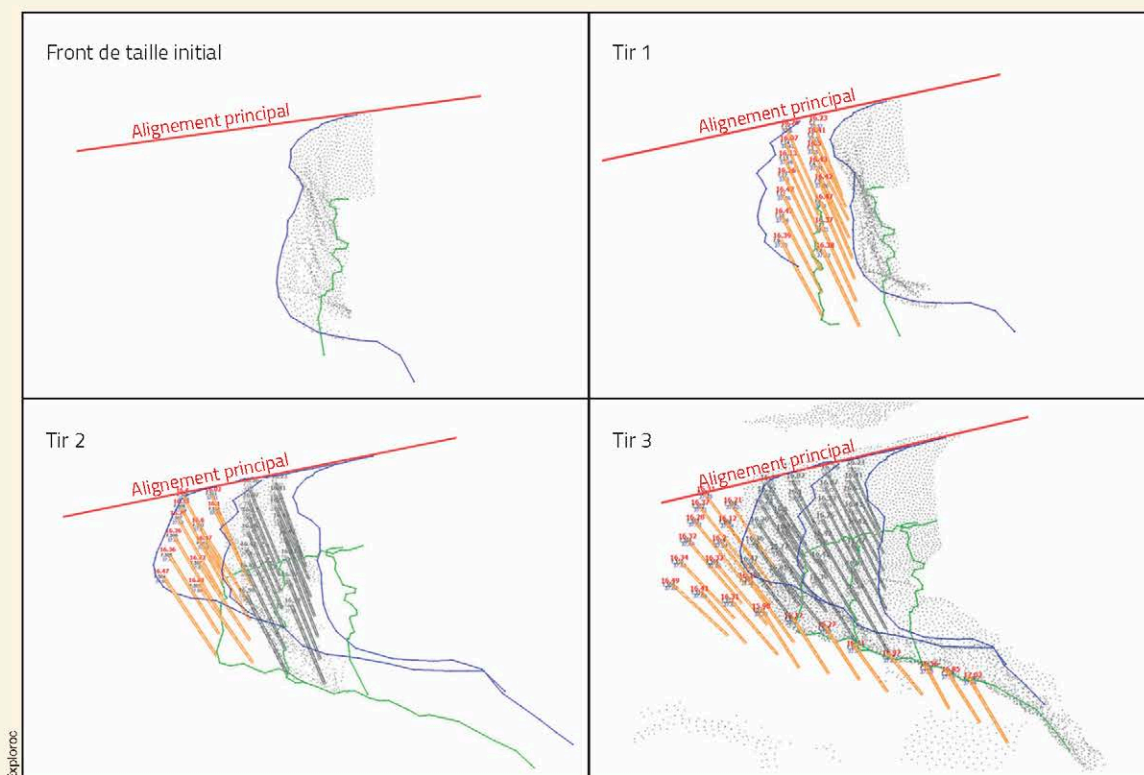
**Emmanuel Patte :** Cela fait plusieurs années que ce projet de logiciel était en réflexion chez nous. Pour le mettre au point, nous avons consulté des sociétés proposant ce type de solution ou s'en approchant. Nous nous sommes aperçus que nous ne trouverions pas ce que nous cherchions. Car il aurait fallu adapter les logiciels du marché à nos procédures internes. Ce n'était pas le but recherché et cette solution aurait constitué un compromis pour un résultat que nous n'estimions pas en ligne avec ce que nous proposons déjà. Nous nous sommes rendus à l'évidence qu'il fallait développer nous-même ce logiciel. Pour y parvenir, nous avons recruté un ingénieur ayant une excellente maîtrise des différents logiciels 3D ainsi qu'une

expérience du secteur minier au Maroc, chez Managem. Mais surtout, ce logiciel est la réflexion des équipes d'Exploroc qui ont apporté leur sensibilité pour aboutir au meilleur de l'expérience de la société.

*m&c : En quoi consistent vos procédures et qu'ont-elles de singulier ?*

**E. P. :** Nos procédures définissent une méthodologie demandant en premier de gérer le schéma d'exploitation de la carrière et ensuite de dimensionner les tirs de façon industrielle, c'est-à-dire avec une qualité régulière et maîtrisée.

En arrivant pour la première fois dans une carrière, on s'aperçoit qu'elle ne correspond pas toujours au schéma d'exploitation, comme le prévoit le plan de phasage, notamment en termes de précision : les carreaux peuvent être trop hauts ou trop bas, et les fronts







Le logiciel d'implantation du plan de tir travaille à partir du relevé 3D du géomètre.

pas orientés dans l'alignement prévu. Pour respecter ce critère, il faut déterminer les lignes de l'alignement définitif et cela dès le démarrage de l'exploitation d'une tranche, en positionnant la rangée de trous parallèle à la ligne définitive, de manière à progresser simultanément par rapport à cette ligne. Il est certain qu'au démarrage, si le front n'est pas parallèle, il faut définir un triangle de manière à ce que la dernière rangée de tir soit parallèle à l'alignement définitif. De même, si le carreau n'est pas à la cote, il faudra le corriger progressivement.

En implantant le nouveau front de taille, il faut également tenir compte des imperfections en tête pour des raisons de sécurité, mais aussi des reculs ou des avancées.

#### *m&c : Comment votre logiciel peut-il corriger ces imperfections ?*

**E. P. :** Il permet d'abord de respecter le phasage d'exploitation à chaque tir de mines, en descendant avec une pente donnée à l'altitude voulue car il travaille en trois dimensions. À l'aide d'un relevé des zones de tir réalisé en 3D par nos géomètres, le logiciel implante chaque trou et conçoit le plan de foration en tenant compte du phasage d'exploitation et des paramètres qui lui ont été intégrés.

Pour chaque trou, le logiciel prend en compte sa position, son inclinaison, sa visée c'est-à-dire son orientation par rapport au nord, sa profondeur et sa surprofondeur, ainsi que l'angle.

Il faut préciser que la profondeur du trou dépend de l'altitude du point de départ et de l'altitude du point d'arrivée, autrement dit de la cote projet pour ce dernier point.

Le paramètre essentiel dont il tient compte est la maille réelle de foration, et cette dernière doit être la plus reproductible possible. Mais il est impératif que le résultat du tir soit extrêmement traçable : on ne change un paramètre que lorsque l'on est certain de ce qui a été réalisé. C'est l'un des objectifs de notre logiciel 3D. On doit donc toujours valider que ce qui a été fait dans le tir est bien ce qui était prévu dans la procédure employée.

#### *m&c : Quelles sont les étapes de création d'un plan de tir dans votre logiciel ?*

**E. P. :** Une fois le front de taille purgé, le RGIE précise qu'il est possible de travailler à 2 m du front pour planter la première rangée, mais rien n'empêche de la mettre à 3 m ou à 3,50 m comme on le fait chez nous. Ensuite, en fonction des tolérances supérieures et inférieures sur les mailles, le concepteur du plan de tir a des centaines de combinaisons pour établir son projet tout en respectant le RGIE.

Et c'est à ce niveau que l'on donne au logiciel des règles pour qu'il réalise le plan de foration attendu. Ce plan considère qu'il doit y avoir répétition du schéma d'exploitation, c'est-à-dire que la rangée arrière du tir doit être parallèle au schéma d'exploitation. C'est le moyen de préparer les tirs suivants en facilitant les étapes à venir, à savoir en rendant le travail industriel grâce à des supports reproductibles.

Le second point pris en compte par le logiciel est de viser la cote projet, et le troisième est la sécurité. La démarche de réflexion du logiciel est dans cet ordre, même si, évidemment, la sécurité demeure la priorité au final.

Concernant la sécurité, le logiciel fait en sorte que chaque trou respecte l'épaisseur en pied avec 10 % au maximum de tolérance à la baisse, mais également l'épaisseur minimale en tête définie. Dans la procédure d'implantation d'Exploroc, nous allons plus loin que les préconisations du RGIE pour sécuriser le travail sur le front de taille : nous implantons les trous à au moins 3,50 m du bord. Ainsi, lorsqu'il n'y a plus de mètre de forage trop proche de la surface libre, les trous peuvent être entièrement remplis d'explosifs, et cela sans prendre de risque. Les avantages sont évidents : le plan de chargement est plus simple à faire, et il est surtout plus sécurisé. Le résultat de tir est plus performant grâce à l'énergie homogène qu'il a été possible de mettre dans chacun des trous.

À l'inverse, en mettant les trous à 2 m du bord, les plans de chargement sont plus complexes à réaliser : il faut étager les charges, mettre du cordeau détonant et utiliser moins d'explosif. La méthode a un intérêt d'un point de vue économique, cependant les consignes à donner aux artificiers sont plus délicates. Elles doivent être décrites quasiment pour chaque profil de trou et le risque d'erreur humaine n'est jamais à écarter. En outre, le résultat d'un tir étagé sera toujours plus aléatoire en termes de blocométrie. Les trous de la rangée arrière devront compenser la sous-charge de devant avec potentiellement des effets arrières.



**m&c : A quelle difficulté répond le mieux votre logiciel ?**

**E. P. :** À vrai dire à plusieurs. Il est surtout amené à faire un arbitrage en raison des centaines de combinaisons envisageables pour créer le plan de tir, et cela parce que différentes approches sont utilisées dans la profession pour implanter la deuxième rangée de trous. Il est clair que pour la première rangée, une fois rentrés à l'intérieur et connaissant l'épaisseur en pied et en tête, le logiciel déduit l'angle d'inclinaison puisque les trous doivent être parallèles et suivre la même visée. C'est sur la deuxième rangée que l'on doit définir un plan le plus aligné possible. Une première approche consiste à maximiser le volume du trou : si la première rangée a suivi les défauts du front de taille, la deuxième rangée se cale derrière et reproduit les défauts visibles sur le front de taille, avec un résultat potentiellement irrégulier du fait d'une découpe non plane.

La démarche que nous menons consiste en revanche à laisser un support le plus plan possible puisqu'implanté "plan" et aligné. Comparée à la première rangée, la deuxième se voit accorder des tolérances à la baisse – jamais à la hausse – afin d'adapter la maille. On y parvient en demandant au logiciel quelle peut être l'épaisseur minimale entre la première et la deuxième rangée : est-ce que pour 4 m, le logiciel accepte de descendre à 3,50 m, voire plus bas ? Il faut que la deuxième rangée serve à réaligner le front en gommant les imperfections du départ. S'il est trop difficile de réaligner le front, la deuxième rangée peut être positionnée en quinconce. Le cas échéant, une troisième rangée est à créer.

La deuxième rangée doit donc jouer sur un ensemble de paramètres, avec assez d'épaisseur en pied et en tête pour éviter que deux trous se rapprochent avec le risque de surcharge.

C'est pour cette raison que les trous doivent être gérés en 3D sur la première rangée, comme sur la deuxième, voire sur la troisième rangée. On s'aperçoit que le nombre de combinaisons est très important. La combinaison idéale sera celle qui aura rempli le cahier des charges décrit comme on vient de le faire, avec le linéaire de forage optimal et, par conséquent, selon un coût de revient optimisé. Elle respectera bien entendu le schéma d'exploitation, la sécurité des intervenants en bord de front, tout en maximisant la sécurité des charges au regard des risques de projections.

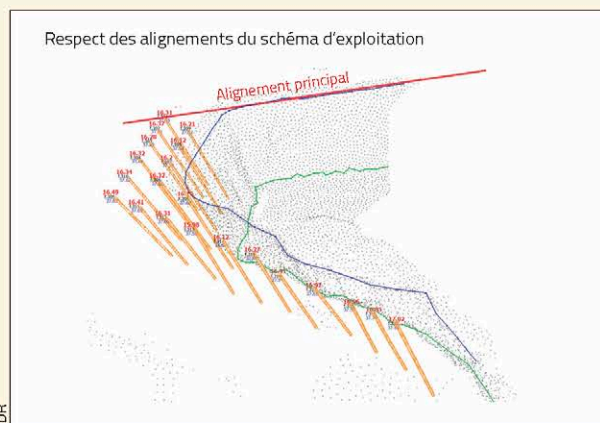
**m&c : Le prix de revient est-il le dernier critère pris en compte par le logiciel ?**

**E. P. :** Il est intégré tout au long de la définition du plan. À partir du moment où des tolérances inférieures sont définies, le logiciel devra les utiliser, mais le moins possible pour éviter la perte de linéaire foré, de détonateurs, de cordons et d'explosifs. D'où la volonté de se rapprocher le plus possible de la maille théorique.

Un critère auquel nous tenons particulièrement est d'écarter toute surépaisseur entre des trous à l'intérieur du tir. En deuxième comme en troisième rangée, un trou ne peut pas pousser plus que ce dont il a été



Les procédures mises en place par Exploroc définissent une méthodologie demandant d'abord de gérer le schéma d'exploitation de la carrière et ensuite de dimensionner les tirs de façon industrielle, c'est-à-dire avec une qualité régulière et maîtrisée.



prévu. La procédure du logiciel accepte uniquement de légères surépaisseurs pour des questions de sécurité en première rangée, et en particulier au niveau d'un éperon qui est la principale zone de risques avec un espace géométrique plus complexe à gérer, couplé parfois à une décompression du massif.

Entre la première et la deuxième rangée, et entre la deuxième et la troisième rangée, en l'occurrence à l'intérieur du maillage, on s'accorde une tolérance à la baisse avec un léger surcoût de minage. C'est le prix à payer pour le réalinement.

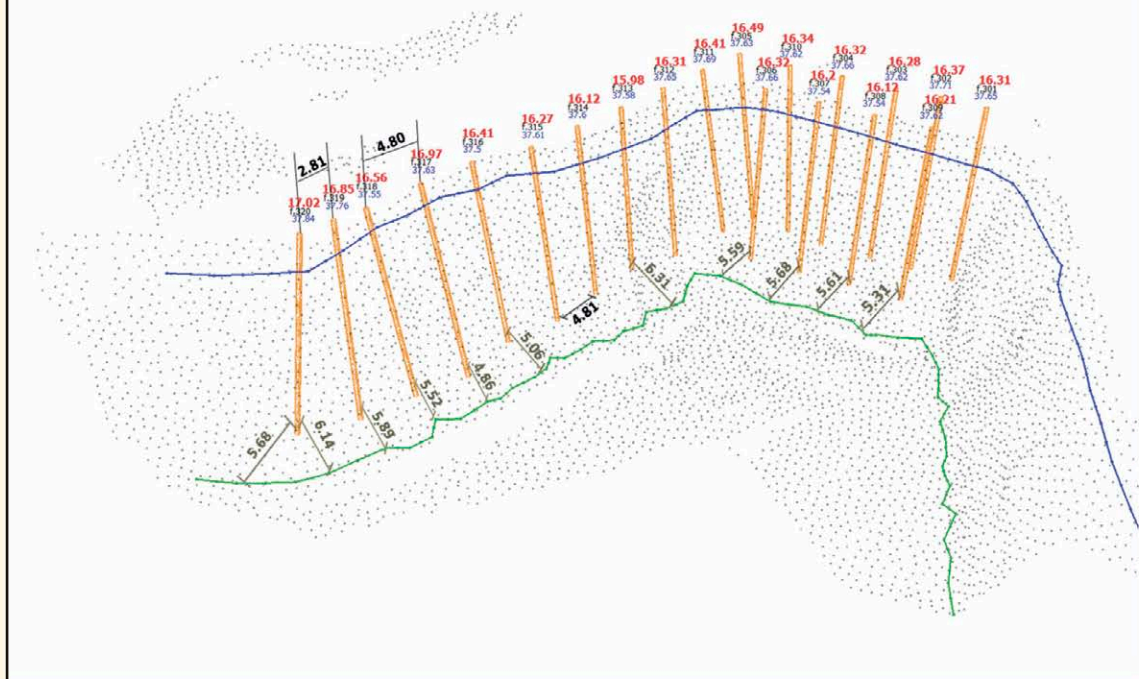
Le logiciel parcourra toutes les combinaisons, décalera un trou sur le côté, modifiera un angle, bref il passera en revue les différentes options pour aboutir au plan final.

S'il faut retenir une chose de cet outil, c'est qu'il ne s'enferme pas dans un schéma préétabli.

**m&c : Quel contrôle est effectué sur le plan de foration ?**

**E. P. :** Le plan de foration est autocontrôlé par le logiciel, puis examiné par le chef de chantier minage qui le valide sur une sortie papier. C'est un double contrôle que nous nous imposons avec le géomètre chargé d'implanter le plan sur le terrain en respectant la procédure. Puis, après foration, l'épaisseur de la banquette sera contrôlée à la sonde.





À l'étape suivante – que nous finalisons – le logiciel et la foreuse communiqueront pour que la foreuse localise la position de chaque trou et fore à la profondeur et à l'inclinaison prévues dans le plan. Il sera ensuite possible d'effectuer le contrôle du travail réalisé par la foreuse, comme cela se pratique déjà en matière de traçabilité.

**m&c :** *Quels moyens ont été consacrés au développement de ce logiciel ?*

**E. P. :** Pour ce projet, nous avons bénéficié d'un financement de la BPI à hauteur de 30 % en recherche et développement. Le budget global se situe entre 100 000 et 150 000 € pour deux années de travail, avec de la sous-traitance pour mettre au point la présentation graphique du logiciel.

**m&c :** *Quels gains sont attendus en utilisant ce logiciel ?*

**E. P. :** Il rendra le travail plus rapide et performant. Pour concevoir un plan de foration au bureau, un géomètre de chez Exploroc passe une heure et demie à deux heures lorsqu'il conçoit des plans de foration complexes. Il travaille sur ordinateur à partir du relevé 3D, positionne la rangée de trous parallèle au schéma d'exploitation et implante ensuite les autres rangées par rapport à celles qu'il a implantées sur le terrain. Puis, il imprime et contrôle son travail à la règle graduée à échelles multiples, et modifie son plan le cas échéant. Après, il le montre au chef de chantier minage qui peut lui demander des modifications sur quelques trous. Le plan est ensuite imprimé et confié au foreur. Parfois, des trous doivent être déplacés, et le géomètre doit alors retourner à la carrière pour prendre de nouvelles mesures.

Il est clair que le logiciel permettra d'aller beaucoup plus vite : le plan de foration attendu sera élaboré en dix minutes sitôt le relevé de front 3D effectué à la carrière. Et en restant sur place, le géomètre aura juste à positionner les trous avec son appareil de topo et à les

signaler au sol à la peinture. Il n'aura plus à revenir sur le site comme il pouvait le faire précédemment.

**m&c :** *Et pour l'exploitant, quels seront les bénéfices d'avoir eu un plan réalisé à partir de ce logiciel ?*

**E. P. :** Il profitera d'un processus encore plus industrialisé et verrouillé, toujours reproductible mais avec un contrôle accru et une précision qui sera montée d'un cran par rapport à ce que nous avons proposé jusqu'à présent. L'exploitant gagnera également en précision de sa granulométrie.

Le grand intérêt pour lui sera de diminuer le plus possible le risque d'erreur humaine. Les intervenants de cette opération parleront la même langue, avec plan de tir validé par chacun d'entre eux.

Sans ce logiciel, nous appliquions déjà systématiquement un engagement de relevé fait par un scanner 3D, et un exploitant l'aura toujours, avec une conception du plan faite sur AutoCAD. Mais en plus, il aura un contrôle plus abouti par le logiciel.

Tous les sites sur lesquels intervient Exploroc bénéficieront de cette technologie sitôt qu'elle sera mise en place.

**m&c :** *Comment percevez-vous l'évolution technologique dans la profession ?*

**E. P. :** Notre profession vit dans un équilibre économique sous pression où les pertes peuvent être très vite importantes. Des tirs de qualité relative coûtent cher au mineur lorsqu'il lui est demandé une reprise de blocs, une prise en charge de la pelle ou la reprise du carreau. Ces coûts sont plus importants encore lorsque l'exploitant comptabilise sa cadence effective d'exploitation ou sa perte de gisement du fait de l'excédent de scalpage. Face à ce contexte technique et économique, mieux vaut avoir des outils pour accompagner le développement. Notre logiciel amènera sa pierre à l'édifice. ■

*Propos recueillis par Jean-Pierre le Port*