



# **Dilution du minerai et contrôle qualité dans les mines à ciel ouvert**

Utilisation du GPS haute – précision et d’une solution basée sur la géologie et le contrôle des minerais.

# À propos de l'auteur

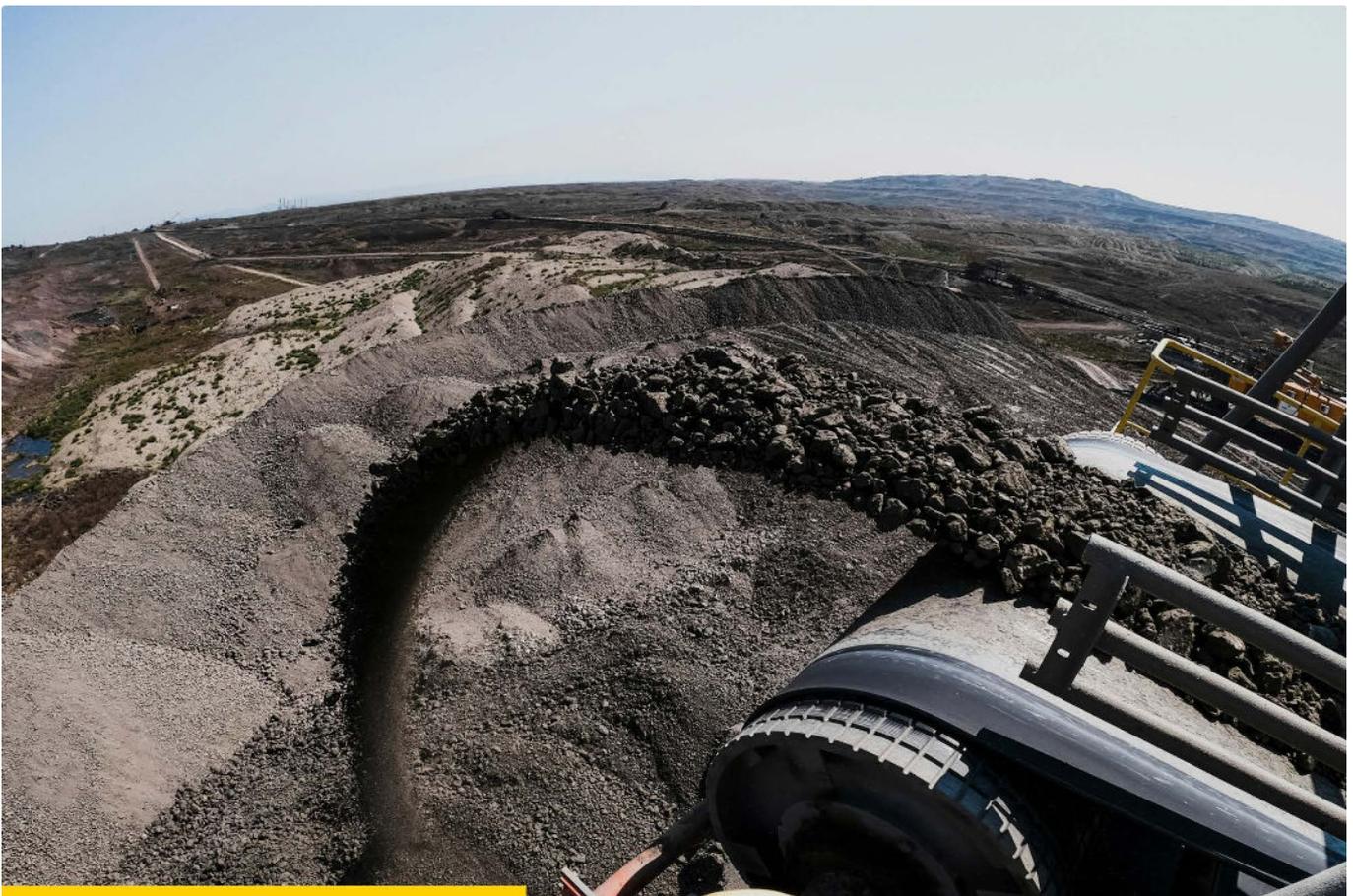
Amitava est un ingénieur des mines chevronné qui a travaillé dans les domaines de l'exploitation minière, de la planification minière, des services techniques, du conseil en exploitation minière et de la numérisation des mines à l'échelle mondiale. Il occupe actuellement le poste de Directeur des Opérations Produits chez GroundHog et y est notamment responsable des opérations produits, de la transformation digitale et de la réussite client et soutient



le développement produit ainsi que la stratégie de développement commercial. M. Dutta possède une expertise approfondie dans la mise en œuvre de la numérisation des mines, de l'automatisation des mines et de l'amélioration de l'efficacité des processus pour des mines hautement mécanisées. Il a démontré ses capacités dans la numérisation des mines, les logiciels de planification minière, les solutions de gestion de flotte, la simulation minière, la gestion des actifs d'équipement, l'optimisation des actifs, ainsi que de nombreux outils d'excellence opérationnelle. Il a mis avec succès en œuvre de nombreux projets visant à réduire les coûts et à économiser de l'énergie pour améliorer l'efficacité des processus miniers.

# Introduction

La dilution dans le secteur minier fait référence à l'inclusion de matière stérile qui n'est pas séparée du minerai pendant les opérations minières et est extraite avec le minerai. Cette matière stérile se mélange au minerai et est ensuite envoyée à l'usine de traitement, entraînant une augmentation du tonnage total et une diminution de la teneur moyenne par rapport au plan initial. Le contrôle de la dilution est crucial pour maintenir la viabilité économique et la durabilité des projets miniers.



# Dilution interne et externe

La dilution dans les opérations minières peut être interne et externe. En se référant à un bloc minier, la dilution se produit dans deux zones différentes. La Figure 1 montre un bloc minier et un banc décrivant la dilution interne et externe. La dilution interne se produit en raison de la présence de stériles au sein du gisement. La dilution externe se produit à la zone de contact du minerai en raison de la forme irrégulière du corps minéralisé.

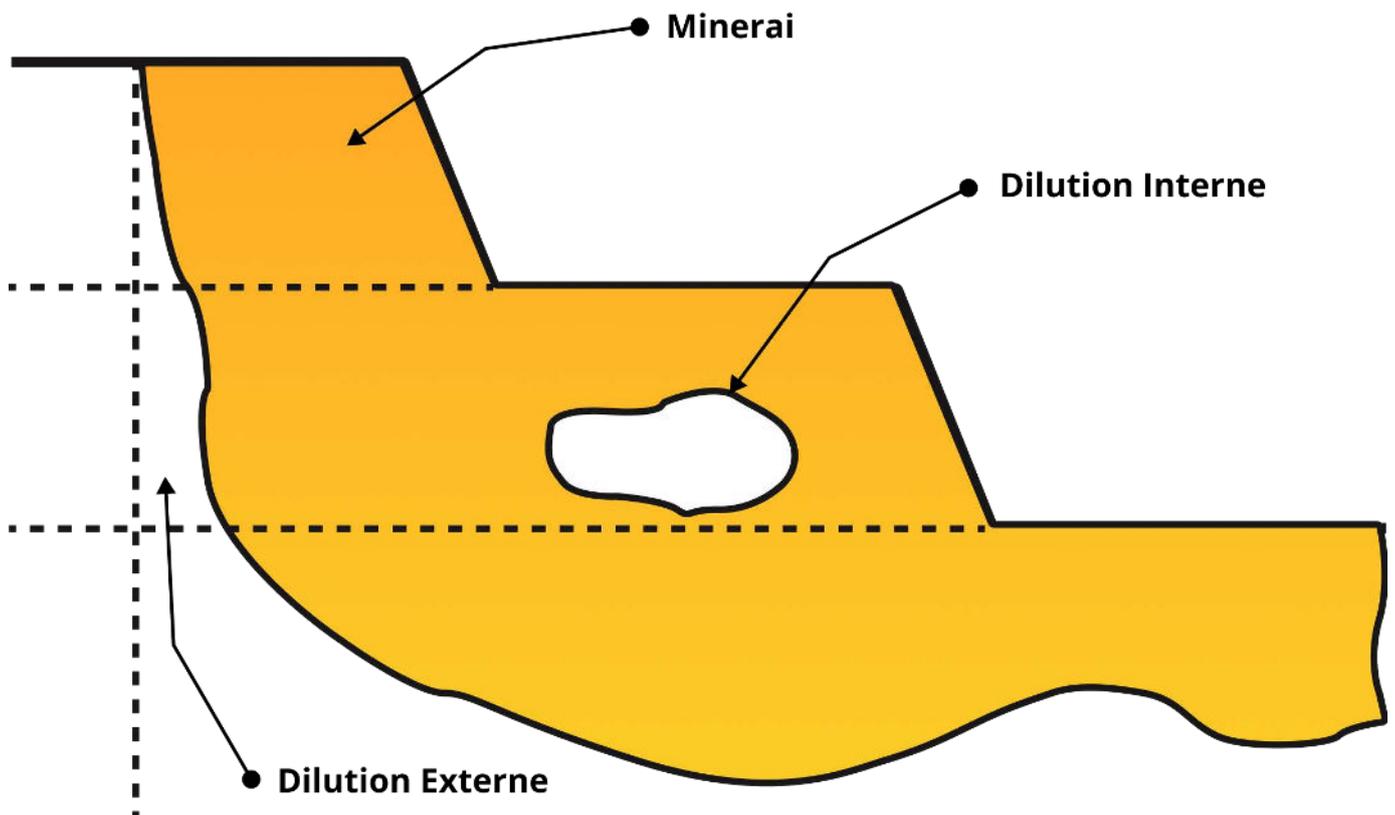


figure 1

# Dilution interne

- a dilution interne se produit à l'intérieur d'un bloc minier dans lequel des poches de stériles ne peuvent pas être séparées et sont extraites avec le bloc ;
- elle se produit également lorsqu'on a un matériau de faible teneur entouré de matériau à haute teneur ;
- parfois, à l'intérieur d'un bloc minier, il existe des inclusions de stériles ou des poches de minerai de faible teneur qui ne peuvent pas être séparées et sont inévitablement extraites avec le bloc minier ;
- les degrés de dilution interne peuvent varier selon les différents types de gisements ; en particulier, les distributions lithologiques et de teneur influencent significativement le degré de dilution ;
- Il est difficile, voire impossible, d'éviter la dilution interne. La quantité de dilution interne varie selon les différents types de gisements. La lithologie et la répartition des teneurs sont des facteurs importants dans la dilution interne.

# Dilution externe

- elle fait référence aux stériles en dehors du gisement de minerai qui sont extraits à l'intérieur du bloc minier ;
- La dilution externe varie en fonction de la géologie, de la forme du gisement de minerai, des techniques de forage et de dynamitage, de l'échelle des opérations et de la taille de l'équipement.
- Ce type de dilution peut être contrôlée en utilisant un équipement adéquat et des pratiques minières appropriées. Les initiatives suivantes peuvent être utilisées pour minimiser la dilution externe :
- définir les surfaces de contact entre le minerai et les stériles ;
- sélectionner l'équipement adéquat pour atteindre la sélectivité souhaitée ;
- extraire le minerai le long des surfaces de contact ;
- modéliser les effets de la dilution inévitable.

# Impacts de la dilution sur la valeur d'une mine

L'une des principales conséquences de la dilution est la réduction de la teneur en alimentation du broyeur. Une teneur en alimentation plus faible signifie des revenus moindres. Pour un minerai de teneur marginale, la dilution peut réduire les teneurs à un tel point qu'il devient non rentable à traiter, en d'autres termes, la dilution peut transformer un bloc de minerai en stérile.

Ainsi, en raison de la dilution :

- Il y aura une perte de matériau et les réserves globales de la mine diminueront dans une fosse donnée.
- L'énergie et les matériaux utilisés dans l'usine de traitement pour traiter la partie de stériles de l'alimentation sont gaspillés. Par conséquent, le coût d'exploitation unitaire du broyeur augmente directement en fonction du facteur de dilution.

# Les méthodes de contrôle de la dilution des minerais

Le contrôle de la dilution est essentiel pour maximiser la récupération du minerai et minimiser les stériles inutiles, ce qui peut avoir un impact significatif sur la rentabilité globale de la mine. En incorporant des méthodologies de contrôle de la dilution dans leurs pratiques minières, les entreprises peuvent optimiser leurs opérations et obtenir de meilleurs résultats en termes d'extraction de minerai et d'utilisation des ressources. Pour cela, elles doivent mettre en place des stratégies pour contrôler efficacement la dilution parmi lesquelles :

- la modélisation géologique précise et Connaissance du gisement de minerai: il faut améliorer la précision des modèles géologiques et la connaissance du gisement de minerai pour délimiter précisément les limites des zones de minerai et de stériles ;
- la démarcation précise de la zone de contact du minerai: utilisation de sous-blocs / méthode de pourcentage partiel lors de la modélisation du gisement de minerai près de la zone frontière du minerai ;
- une conception optimisée de la mine: élaborer des conceptions minières détaillées qui prennent en compte les caractéristiques géologiques du gisement de minerai. Mettre en place des hauteurs de bancs et des angles de pente qui minimisent la perte de minerai et le mouvement de stériles ;
- une sélection de la hauteur de banc basée sur le plongement et l'angle du corps minéralisé: hauteur de banc plus basse pour un corps minéralisé fortement incliné ;

- la planification minière: Séquencement des opérations basé sur le grade et les objectifs de tonnage. Élaborer un plan de contrôle de qualité basé sur les exigences de qualité ;
- plan de Forage et de Dynamitage: élaborer un plan de forage et de dynamitage pour les faces de minerai et de stériles séparément ;
- techniques de Forage et de Dynamitage: utiliser des techniques de forage et de dynamitage de précision pour réduire les dommages au gisement de minerai et à la roche environnante, réduisant ainsi la dilution pendant le processus de dynamitage. Forage précis à la zone de contact du minerai en utilisant la technologie GPS HP.
- nettoyage du contact du minerai avant le dynamitage de la face de minerai: développer les faces de minerai en éliminant les stériles dans la zone de contact. Nettoyer les contacts du minerai et enlever tout matériau stérile de la zone de contact du minerai avant le dynamitage de la face de minerai ;
- conception de dynamitage appropriée : concevoir les schémas de dynamitage pour éviter les fractures excessives et les cassures, minimisant ainsi la dilution causée par le dynamitage ;
- analyse de fragmentation: effectuer régulièrement une analyse de fragmentation pour évaluer l'efficacité du dynamitage et ajuster les techniques au besoin pour réduire la dilution ;
- contrôle de teneur efficace: mettre en place des procédures de contrôle de teneur efficaces pour déterminer avec précision la teneur du minerai extrait, réduisant ainsi le risque de dilution dû au mélange de matériaux à haute et basse teneur ;

- mise à jour du modèle de bloc basée sur l'analyse des échantillons de trous de dynamitage: analyser les échantillons de déblais de forage et mettre à jour le modèle de bloc régulièrement ;
- sélection et opération de l'équipement : utiliser l'équipement minier approprié capable d'extraire sélectivement le minerai sans dilution inutile ;
- contrôle en temps réel du minerai: mettre en place des pratiques de contrôle en temps réel du minerai en utilisant la technologie embarquée et l'analyse de données pour guider précisément les activités minières. Il est également important de penser à l'utilisation de la technologie GPS HP (GPS Haute Précision) pour les opérations de chargement.
- manipulation appropriée des matériaux: utiliser des méthodes efficaces de manipulation des matériaux et de transport du minerai pour minimiser les pertes de minerai et de stériles ;
- utilisation d'un système d'alerte de mauvais transport pour un déversement potentiel au mauvais endroit: Les alertes de mauvais transport pour les camions détournés de leur itinéraire désigné éliminent les risques de déversement au mauvais endroit ;
- gestion appropriée des stocks et de l'homogénéisation: gérer les stocks pour les différents grades de minerai et transférer le matériau de minerai vers et depuis les tas désignés en fonction des exigences de qualité ;
- formation et supervision: s'assurer que les opérateurs et le personnel minier reçoivent une formation adéquate et une supervision pour éviter la dilution due à l'erreur humaine ;

- stabilité géotechnique: maintenir la stabilité géotechnique pour éviter tout déplacement indésirable du minerai et des stériles ;
- validation et réconciliation: Valider régulièrement les résultats de production par rapport aux plans miniers pour identifier les zones de dilution excessive et prendre des mesures correctives ;
- surveillance et reporting: mettre en place des systèmes complets de surveillance et de reporting pour suivre les niveaux de dilution et identifier les zones potentielles d'amélioration ;
- amélioration continue: favoriser une culture d'amélioration continue au sein des opérations minières pour aborder de manière proactive les défis liés à la dilution ;

En adoptant ces stratégies et en optimisant continuellement les pratiques minières, les opérations minières peuvent contribuer au contrôle efficace des dilutions interne et externe, ce qui se traduira par des taux de récupération de minerai améliorés et une rentabilité accrue.

# Usage de la technologie du GPS Haute Précision (GPS HP) pour le contrôle de la teneur des minerais

Ces dernières années, l'industrie minière a connu une augmentation significative de l'adoption de la technologie GPS de haute précision pour les opérations de forage et d'excavation de précision. Cette approche innovante a révolutionné les opérations minières, améliorant l'efficacité, réduisant les coûts et renforçant les mesures de sécurité.

Le GPS de haute précision est utilisé dans le forage et l'excavation pour maximiser la récupération du minerai, augmenter la productivité de manière sûre et durable. La technologie GPS de haute précision est principalement utilisée pour obtenir une précision au niveau du centimètre dans les opérations minières.

Elle est utilisée pour le forage et l'excavation de haute précision lors de l'exploitation minière dans des strates hétérogènes où le contrôle de la teneur est très important, ainsi que pour le forage/l'excavation au contact du minerai pour être précis.

Son utilisation permet de garantir que le forage et l'excavation sont effectués conformément au plan de forage et au plan d'excavation pour maintenir les paramètres de forage planifiés (taux de recouvrement, espacement, profondeur et angle de forage) et excaver selon les blocs d'excavation planifiés. En fin de compte, cela aide à créer des bancs et des rampes conformément à la conception de la mine. Ainsi, la technologie GPS de haute précision dans les équipements de forage et d'excavation aide à maintenir les paramètres de banc conçus et à assurer le contrôle de la qualité du minerai.

# Technologie GPS de haute précision de GroundHog

GroundHog utilise des unités GPS de haute précision basées sur RTK (Real-Time Kinematic). Elles sont installées sur les foreuses de trous de dynamitage, les excavatrices et les bulldozers pour garantir la conformité aux paramètres de conception de la mine avec une meilleure précision pour une productivité et une sécurité accrues.

La technologie GPS de haute précision est une technologie de pointe qui fournit une précision de positionnement au niveau du centimètre en temps réel. Elle fonctionne en utilisant un réseau de stations de référence et une station de base, combinés à des algorithmes avancés, pour offrir une précision inégalée.

# Navigation et contrôle améliorés des équipements

L'un des avantages les plus significatifs de la technologie GPS de haute précision dans l'exploitation minière est sa capacité à fournir une navigation précise et un contrôle des équipements. En intégrant la technologie GPS HP dans les équipements de forage et d'excavation, les opérateurs bénéficient d'une visibilité en temps réel et d'informations de positionnement précises. Cela leur permet de guider leurs équipements le long de points désignés avec la plus grande précision, même dans des terrains difficiles ou des gisements complexes.

La précision au centimètre près du GPS de haute précision garantit que les équipements de forage et d'excavation peuvent suivre des emplacements précis pour le forage et l'excavation aux zones de contact du minerai, réduisant ainsi la dilution du minerai. Cela non seulement améliore l'efficacité opérationnelle, mais conduit également à des économies substantielles en réduisant le gaspillage de matériau et en diminuant les travaux supplémentaires.



Haute précision



Basse précision



les opérations minières peuvent optimiser leur productivité tout en réduisant leur empreinte écologique. Cette approche ciblée est essentielle pour maximiser la récupération du minerai et augmenter la productivité dans l'industrie minière.

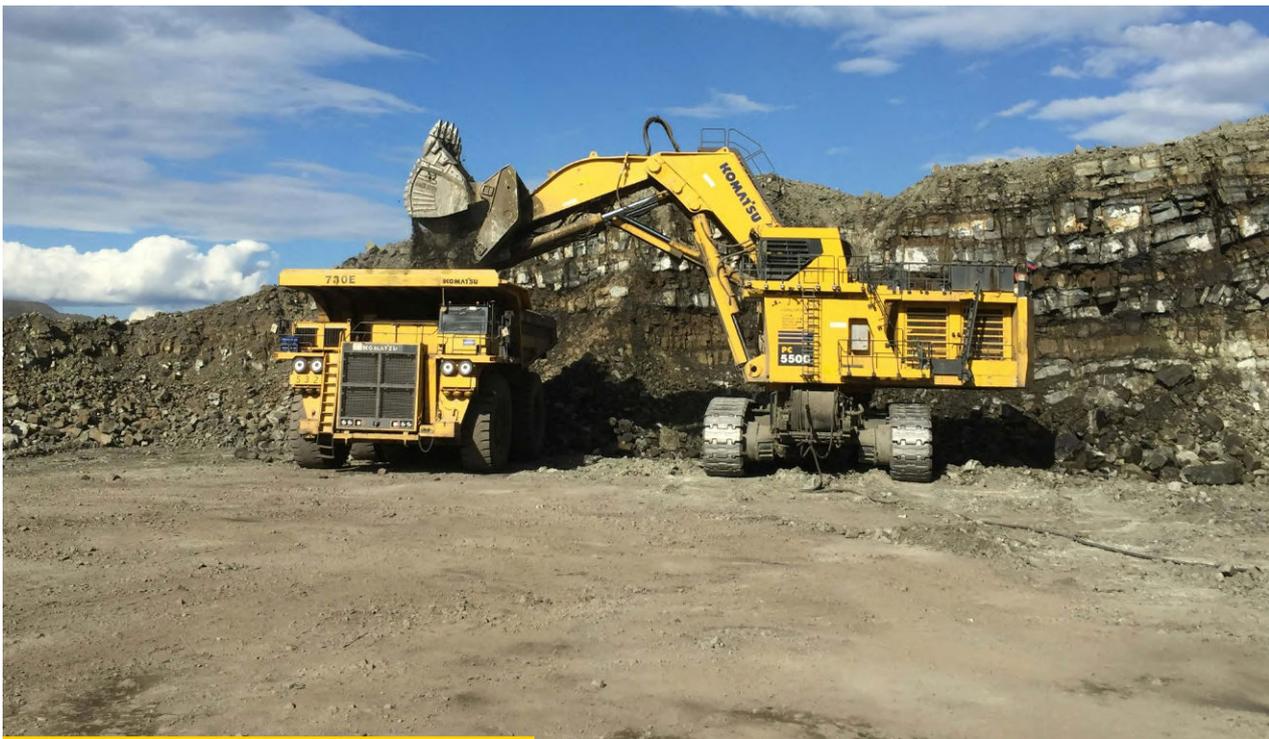
La technologie joue un rôle crucial dans la mise en œuvre du creusement de haute précision. Fournir de meilleurs retours d'information en temps réel pour une meilleure planification minière et garantir une meilleure conformité au plan est la première étape pour améliorer la productivité. Des technologies telles que les drones fournissent aux planificateurs et aux décideurs une meilleure compréhension du terrain.

Les pelleteuses hautement sophistiquées avec des capteurs intégrés à des systèmes GPS et SIG de haute précision, à l'analyse de données et à l'apprentissage automatique contribuent à atteindre une grande conformité avec le plan pendant l'exécution.

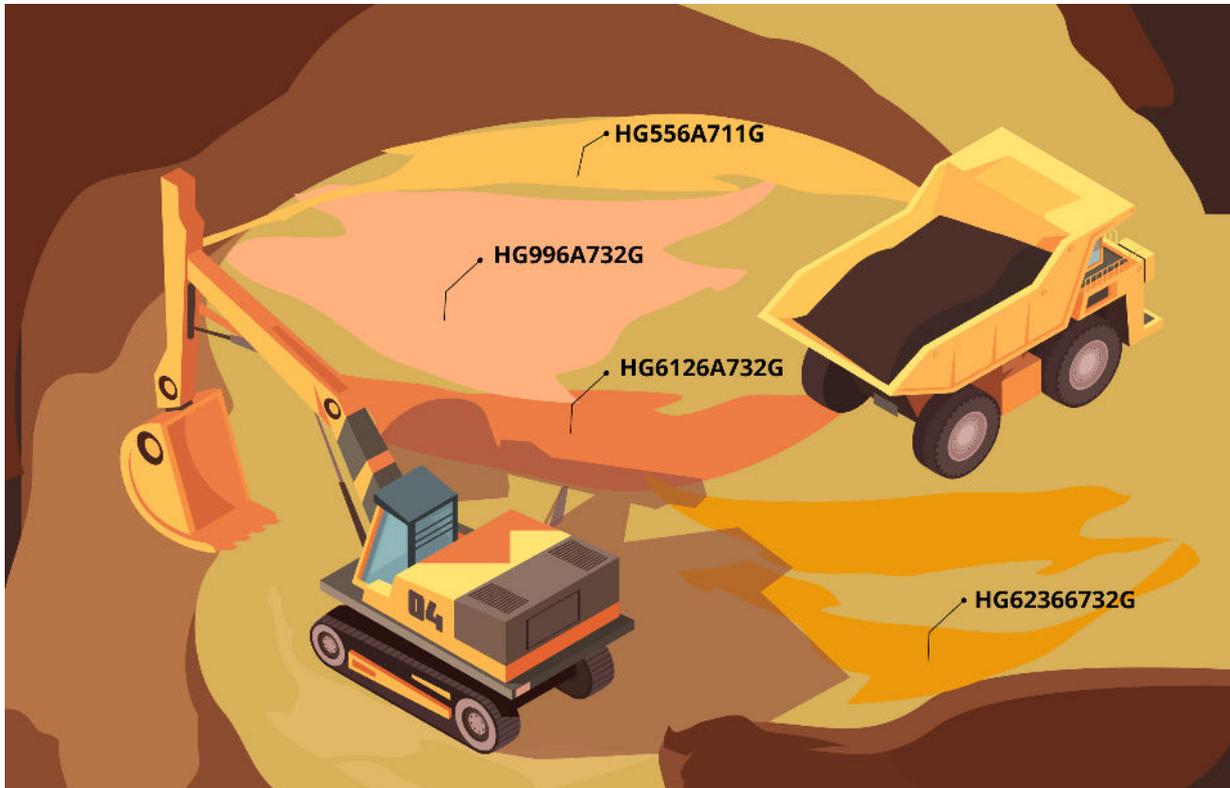
Les pelleteuses guidées par laser sont un atout qui fournit aux opérateurs un modèle de terrain 3D détaillé, permettant des mesures précises et des données de localisation précises. Un résultat direct est que cela élimine les suppositions et réduit le risque d'erreurs humaines.

La technologie GPS de haute précision est l'une des avancées les plus remarquables dans les pelleteuses, redéfinissant la précision et l'exactitude. Avec des systèmes GPS de haute précision embarqués, les opérateurs de pelleteuses peuvent naviguer et contrôler la machine avec un niveau de précision sans précédent.

Les signaux satellites aident à localiser précisément la pelleteuse en temps réel, intégrant ces informations dans la machine et la tablette de l'opérateur pour une précision accrue dans les tâches d'excavation.



Chargement du minerai par une excavatrice



Excaver des blocs contenant des différents grades de minerai

Dans des terrains complexes avec des mesures et des angles critiques, les pelleteuses équipées de GPS de haute précision peuvent effectuer des tâches avec une précision inégalée, garantissant que la teneur en minerai extraite corresponde parfaitement au plan. Ce niveau de haute précision améliore la qualité du travail de la pelleteuse, réduit le gaspillage de matériau et les coûts, et fait gagner du temps. L'opérateur est également alerté lorsqu'il excave en dessous de la hauteur de banc, réduisant ainsi la sur-excavation de matériau stérile sous le minerai/charbon.

# Défis liés à la mise en œuvre du forage et de l'excavation de haute précision

Malgré les nombreux avantages du forage et de l'excavation de haute précision, la mise en œuvre de ces techniques présente son lot de défis. La formation et l'expertise de la main-d'œuvre sont cruciales pour implémenter efficacement les techniques de forage et d'excavation de haute précision.

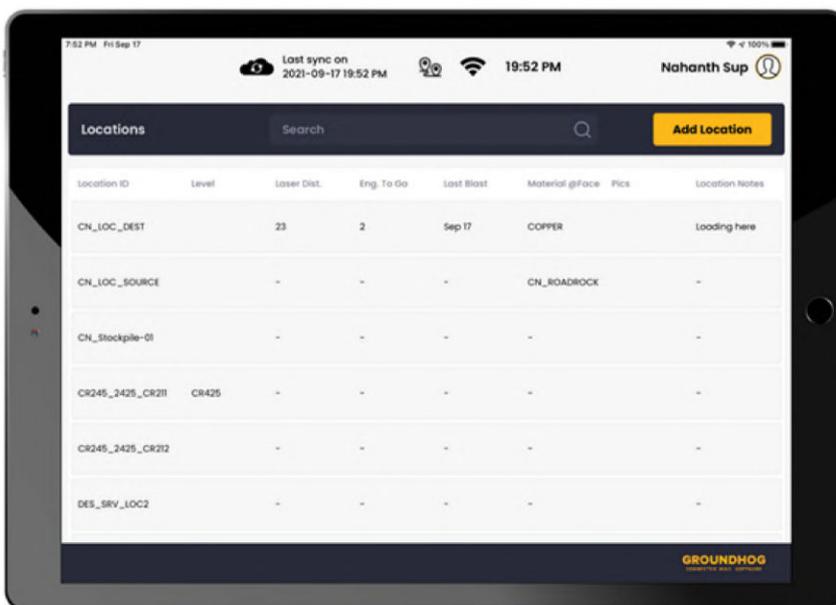
Des opérateurs qualifiés familiarisés avec les machines et technologies avancées jouent un rôle crucial. Des programmes de formation complets pour les travailleurs ou le recrutement de professionnels expérimentés contribuent à surmonter ce défi.

## Solution de géologie et de contrôle du minerai de GroundHog

La solution de Géologie et de Contrôle du Minerai de pointe de GroundHog garantit le contrôle de la dilution du minerai à différentes étapes des opérations minières.

# Applications de géologie de GroundHog

Les géologues peuvent suivre les différentes qualités de matériaux disponibles sur les fronts et dans les tas de stockage grâce aux applications de Géologie de GroundHog. Sur la base de l'analyse des échantillons de trous de forage, les géologues peuvent identifier les différents grades de minerai sur les fronts de minerai et peuvent déplacer le matériau du front de minerai (source) vers les concasseurs / tas de stockage (destination) en fonction des exigences en termes de qualité et de quantité des usines de traitement.



# GroundHog OpsCenter pour le suivi des mouvements de matériaux

GroundHog OpsCenter peut suivre le mouvement des matériaux de la source à la destination tout au long du quart de travail en temps réel. Cela facilite la conciliation entre le plan et les opérations réelles à des intervalles plus courts pour maintenir les écarts possibles sous contrôle.



Le déplacement des matériaux de la source à la destination

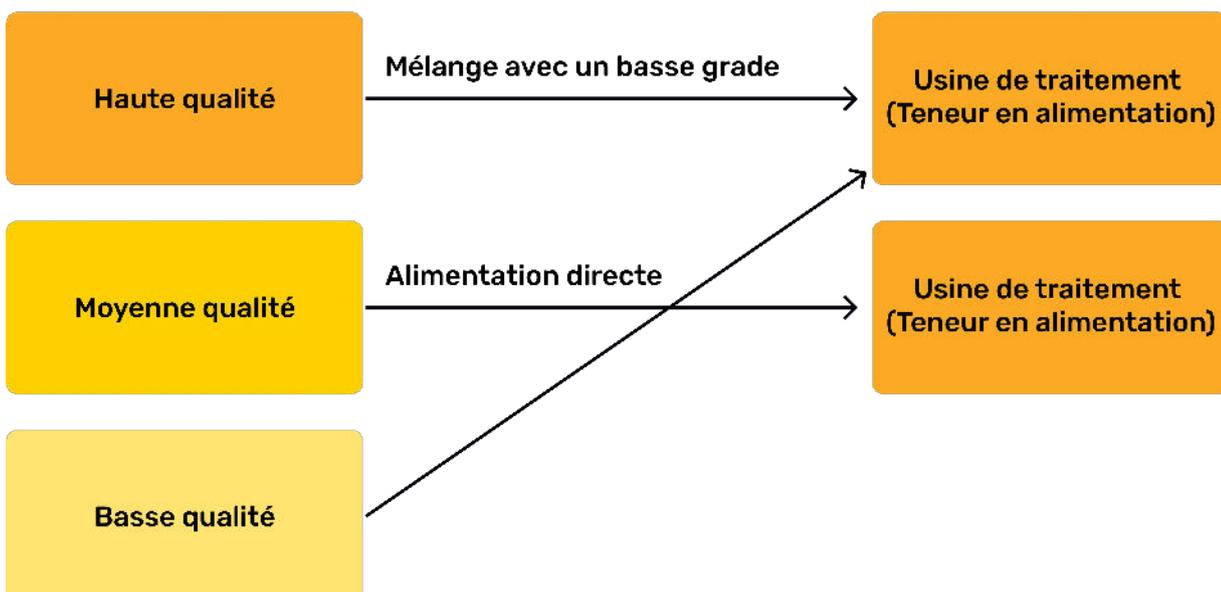


# Contrôle QA / QC de GroundHog - mélange du minerai aux fronts de taille et aux stocks

Le module de mélange de matériaux de GroundHog garantit le mélange approprié de différentes teneurs de minerai pour maintenir les exigences de qualité et de quantité de l'alimentation du broyeur. En fonction de la disponibilité des matériaux, le mélange peut être effectué aux fronts de taille ou aux stocks. Le minerai de qualité peut être directement alimenté au concasseur. Le minerai de haute et de basse teneur doit être mélangé correctement en fonction des exigences de teneur en alimentation. Le module de mélange de matériaux peut être utilisé pour mélanger à la fois les propriétés chimiques (valeur de teneur) et les propriétés physiques (minerai dur, minerai tendre, morceaux, fines, etc.) du minerai.

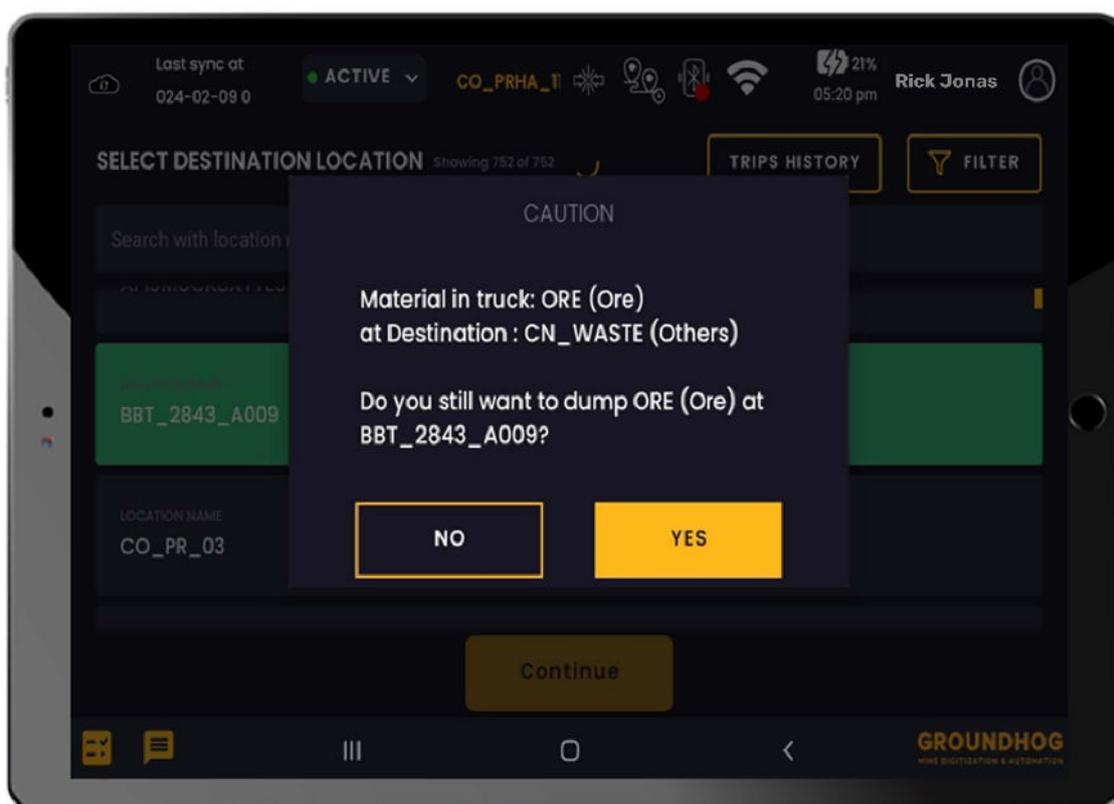
Front de minerai / Tas de stockage (Source)

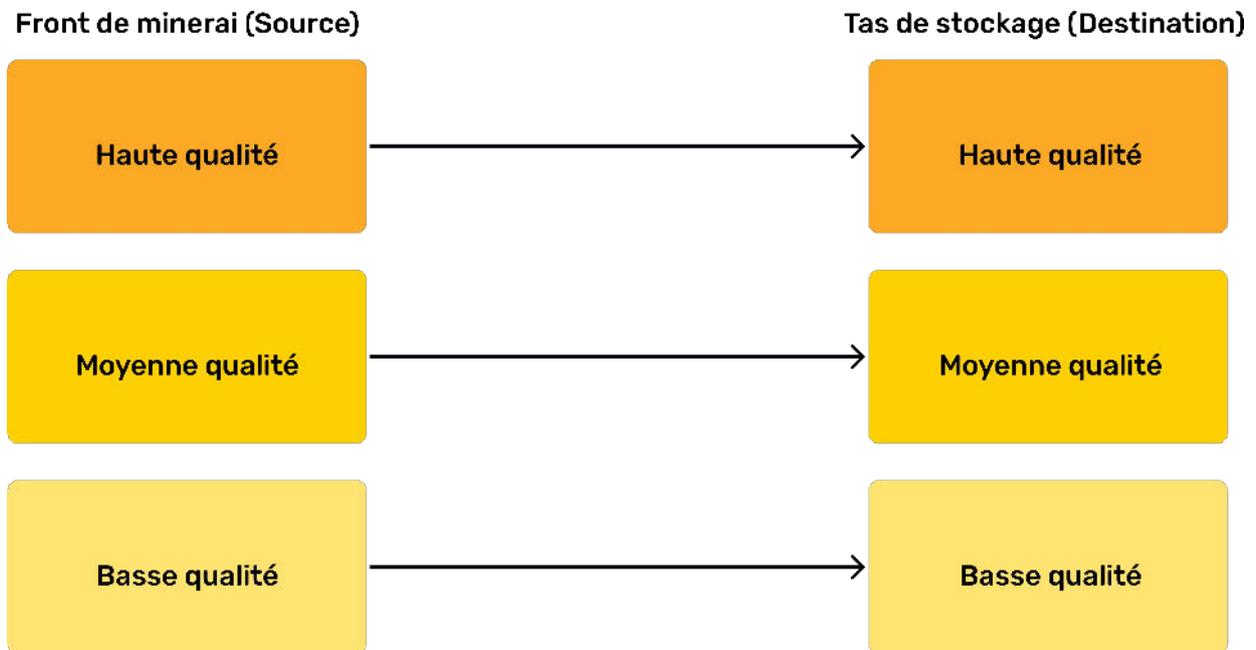
Concasseur primaire (destination)



# Alerte de déviation aux conducteurs de camions pour l'écart de l'itinéraire désigné

Les itinéraires de la source à la destination sont définis en fonction du type de matériau à manipuler par les conducteurs de camions. Si, pour une raison quelconque, les conducteurs s'écartent de leur trajet désigné et se dirigent vers la mauvaise destination, le système générera une alerte pour éviter le déversement de matériaux au mauvais endroit. Les alertes de mauvais transport préviennent les déversements au mauvais endroit et éliminent le mélange de stériles au minerai. Le résultat direct est la réduction de la dilution du minerai.





Un suivi correct des matériaux est nécessaire pour éviter les erreurs de transport.

# À propos de GroundHog

GroundHog est une solution unifiée pour la digitalisation et l'automatisation des opérations minières. La plateforme intègre de manière transparente divers flux de travail, couvrant les processus de forage, de dynamitage, de chargement et de transport, pour améliorer la productivité et minimiser les écarts par rapport au plan.

Chez GroundHog, nous sommes à la pointe de la technologie GPS de haute précision, donnant ainsi du pouvoir aux opérations minières à l'échelle mondiale. Nos solutions de pointe sont conçues pour offrir une précision, une fiabilité et des performances exceptionnelles. Avec notre technologie GPS de haute précision, les applications de géologie et de contrôle du minerai, les entreprises minières peuvent libérer tout le potentiel de leurs opérations minières, optimiser leur productivité et stimuler une croissance durable.

Prêt à découvrir la puissance de la technologie GPS de haute précision et des applications de géologie et de contrôle du minerai pour le contrôle de la dilution du minerai ? Contactez-nous dès aujourd'hui pour planifier une démonstration personnalisée de nos solutions innovantes. Notre équipe d'experts vous guidera à travers les fonctionnalités, avantages et capacités de notre technologie, adaptées spécifiquement à vos besoins miniers. Ne manquez pas cette opportunité de révolutionner vos opérations minières avec la technologie GPS de haute précision de GroundHog pour le forage et l'excavation, ainsi que les applications de Géologie et de Contrôle du Minerai pour le contrôle de la qualité du minerai. **Contactez-nous dès maintenant**

**Traduit par : TSAYO  
BOGNING Gaius  
Marcial, Ingénieur des  
mines et de la  
Géologie.**

---





[groundhogApps.com](http://groundhogApps.com)

Publié par:  
**GroundHog**