

Modèle : Productivité en chambre-magasin
Niveau : Micro

Mode d'utilisation

Introduction

Le but du modèle est de pouvoir calculer une productivité réaliste à partir de données recueillies sur le terrain et d'estimer l'effet lorsque certains paramètres sont changés. Les facteurs physiques (configurations de chantier, patron de support de terrain, longueur forée, etc.) et les facteurs de temps (durée du quart de travail, nombre de mineurs, temps dans le chantier, etc.) constituent les paramètres de base du modèle. Plusieurs cases dans le tableur ont été laissées libres afin de permettre à l'utilisateur de personnaliser le modèle selon ses besoins.

Ce document aidera l'utilisateur en :

- décrivant l'approche utilisée pour faire les calculs de productivité;
- donnant une description des onglets dans le fichier « Excel » et de leurs fonctions;
- identifiant les types de données requises et en indiquant où les entrer; et
- décrivant les différentes sections du modèle.

1. Approche du modèle

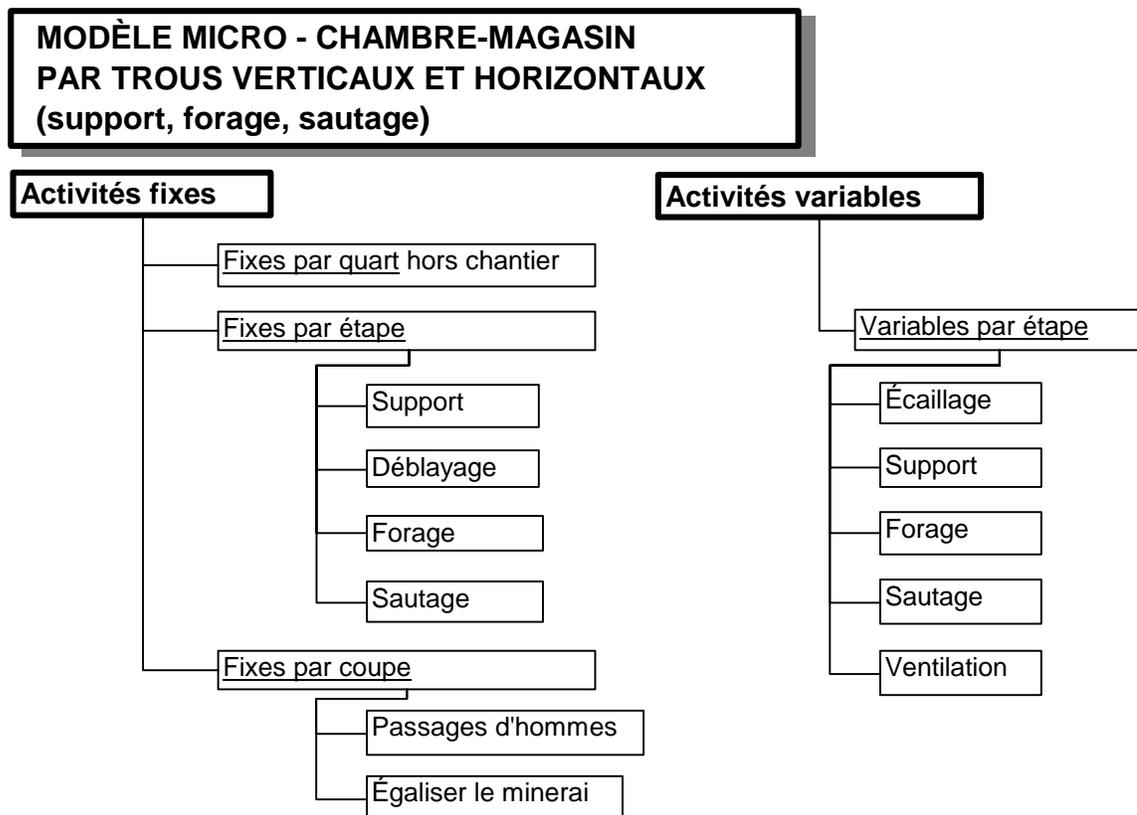
L'approche globale du modèle est basée sur le cycle normal de travail dans les chantiers. Chaque étape de minage est séparée en activités ou tâches que les mineurs doivent effectuer quotidiennement. Certaines activités, tel que le forage, se répètent à chaque avance, et d'autres activités, telle que la construction de passages d'hommes, ne s'effectuent qu'une fois par coupe. Cette façon de procéder permet à l'utilisateur de se situer rapidement dans le cycle de minage et de pouvoir s'assurer que tous les éléments sont inclus.

De plus, puisque la plupart des activités de minage comportent des aspects variables et des aspects fixes, le modèle traite ces derniers séparément. Afin de bien percevoir la différence entre les deux types, un exemple est donné pour chacun des aspects.

L'aspect variable de chaque tâche est, dans le modèle, considéré comme étant directement proportionnel au nombre de mineurs, c'est-à-dire que le temps requis pour effectuer une tâche sera deux fois plus court si on a deux mineurs au lieu d'un. Par exemple, le temps requis pour forer les trous d'une volée sera de 120 minutes si on a deux mineurs et de 240 minutes si on a un mineur.

D'autre part, l'aspect fixe d'une tâche dans le modèle est la partie qui n'est pas directement proportionnelle. Par exemple, le temps requis pour la construction d'un passage d'hommes par deux ou trois mineurs n'est pas directement proportionnel au nombre de mineurs. Avec deux mineurs, on a besoin d'environ 400 minutes, alors que 300 minutes sont requises avec trois mineurs. Le ratio de 400/300 minutes est de 1,33, alors que le ratio 3/2 mineurs est de 1,5. Il est possible d'observer une relation entre le nombre de personnes et le temps de réalisation de la tâche, mais celle-ci est souvent très difficile à déterminer. C'est pour cette raison que toutes les tâches qui possèdent cette caractéristique sont classées comme étant fixes dans le modèle.

Afin de mieux visualiser la relation entre les informations traitées par le modèle et le cycle de travail, l'organigramme suivant résume les différents aspects sous forme schématique.



2. Avertissement

Le présent modèle n'effectue pas de vérification automatique avertissant l'utilisateur lorsqu'il entre des données erronées. Par conséquent, il est très important de prendre le temps de vérifier les données entrées.

Les résultats obtenus à partir de ce modèle ne remplacent pas une étude détaillée requise pour une étude de faisabilité. Ressources naturelles Canada n'accepte aucune responsabilité à l'égard de conséquences présumées, directes ou indirectes à la suite de l'utilisation des résultats obtenus de ce modèle.

3. Les onglets

Le fichier contient trois onglets : Trous_vert, Trous_hor et Dessins. Voici leurs principales fonctions et une courte description de chacun des onglets :

Trous_vert : Calcul de productivité en chantier selon différents paramètres et configurations de chantier pour le minage par trous verticaux.

Trous_hor : Calcul de productivité en chantier selon différents paramètres et configurations de chantier pour le minage par trous horizontaux.

Dessins : Illustrations des étapes communes de minage par trous verticaux et par trous horizontaux.

Il est à noter que les onglets sont tous indépendants et ne sont pas reliés les uns aux autres par des formules.

4. Les sections du modèle

Étant donné que le minage par trous verticaux comporte des éléments différents du minage par trous horizontaux, deux modèles distincts ont été développés. Les deux modèles ont la même approche et suivent les mêmes étapes de base. Toutefois, le minage par trous horizontaux compte une étape de plus. Voici la liste des étapes pour chacun des deux types de minage :

Trous verticaux

- Activités directes fixes par quart (hors chantier)
- Activités directes fixes par étape (dans le chantier)
 - Support de terrain
 - Forage
 - Sautage
- Activités directes fixes par coupe (dans le chantier)
 - Passages d'hommes
 - Autres activités par coupe

- Activités directes variables par étape (dans le chantier)
 - Dimensions de la coupe
 - Écaillage
 - Support de terrain
 - Forage
 - Chargement et Sautage
 - Ventilation
- Résumé pour la coupe

Trous horizontaux

- Activités directes fixes par quart (hors chantier)
- Activités directes fixes par étape (dans le chantier)
 - Support de terrain
 - Forage
 - Sautage
- Activités directes fixes par coupe (dans le chantier)
 - Passages d'hommes
 - Autres activités par coupe
- Activités directes variables par étape (dans le chantier)
 - Dimensions de la coupe
 - Écaillage
 - Support de terrain
 - Forage
 - Chargement et Sautage
 - Ventilation
- Résumé par front de taille
 - Calcul du nombre possible d'avances par quart
- Résumé pour la coupe.

4.1 Description des sections du modèle

4.1.1 Activités directes fixes par quart (hors chantier)

Cette section tient compte de tout le temps requis pour les activités hors chantier qui est attribué à chaque mineur lors du calcul de la productivité. Ce temps total a un effet important sur le nombre possible d'avances par quart dans l'environnement de minage par trous horizontaux.

4.1.2 Activités directes fixes par étape (dans le chantier)

Les activités directes fixes par étape permettent de vérifier les travaux requis selon le cycle de minage.

- Support de terrain :

Dans le cycle conventionnel de minage, le support de terrain constitue la première étape de minage réalisée au début du quart. Les activités fixes sont normalement reliées à la mobilisation et démobilitation du matériel pour effectuer les travaux de cette étape. Il faut donc évaluer le temps requis pour apporter le matériel, construire la plate-forme de forage (si nécessaire) et ranger le matériel.

Puisque la plate-forme est normalement nécessaire pour le forage et le chargement des trous, son démantèlement fait alors partie de la section du sautage. Il est à noter que, lors du minage par trous verticaux, l'utilisation de plate-forme n'est pas courante.

- Forage :

Les activités fixes de forage sont également reliées à la manutention de matériel. Les activités durant le forage (déplacements de la foreuse, ainsi que le changement de tiges et de trépan) sont incluses dans la productivité de forage dans la section « Activités directes variables - Forage ».

- Sautage :

Cette section porte sur les activités fixes avant et après le sautage.

Avant le sautage, les principales activités sont reliées à la manutention de matériel lors de l'installation et du rangement des équipements pour le chargement d'explosifs. La plate-forme est normalement enlevée juste avant le sautage.

Il faut soutirer le minerai afin de créer l'espace requis pour le sautage. Cette étape est parfois difficile à coordonner et les mineurs doivent attendre que le soutirage soit terminé. Si cette situation est présente dans l'étude, il faut entrer un temps moyen par avance. Généralement, cette problématique est seulement reliée au minage par trous horizontaux.

Après le sautage, il est nécessaire de vérifier les accès au chantier et, dans certains cas, un écaillage supplémentaire est requis. Il arrive souvent que les conduits de ventilation doivent être réparés.

4.1.3 Activités directes fixes par coupe (dans le chantier)

Les activités par coupe sont généralement effectuées une fois par coupe. Elles ont un effet majeur sur la productivité moyenne. Il est donc important de bien les estimer.

- Passages d'hommes :

Dans cette section, vous devez estimer le temps requis pour la préparation des lieux, le déplacement du matériel dans le chantier et la construction des passages d'hommes. Les estimations de temps doivent tenir compte du nombre de mineurs. Si vous changez le nombre de personnes dans la section « Résumé pour la coupe », il est important de vérifier si vos estimations sont encore valides.

- Autres activités par coupe :

Dans cette section, vous devez ajouter les facteurs qui entraînent des arrêts occasionnels de production. Il est important de mentionner que certaines opérations minières égalisent le minerai une fois par coupe au lieu de soutirer le minerai après chaque sautage. C'est dans cette section qu'il faut insérer l'estimation du temps requis pour cette opération. Ceci doit être fait en fonction de la capacité de transport du niveau inférieur, des équipements utilisés et du personnel dans le chantier.

4.1.4 Activités directes variables par étape (dans le chantier)

Dans le modèle de minage par trous verticaux, il y a deux colonnes : paramètres des volées d'ouverture et paramètres de la coupe. Par contre, dans le modèle de minage par trous horizontaux, il y a trois colonnes : paramètres du front de taille, paramètres de la coupe et paramètres des volées d'ouverture. Les calculs de temps requis sont faits par colonne, ce qui permet de suivre la méthode de calcul.

- Dimensions de la coupe :

Cette section sert à définir la longueur, largeur et hauteur de la coupe, ainsi que les paramètres des volées d'ouverture et la densité du minerai pour le minage par trous verticaux et horizontaux. Dans le minage par trous horizontaux, les paramètres du front de taille et le nombre d'avances sont également définis.

Lorsque vous cherchez à optimiser la longueur des avances en trous horizontaux, c'est dans cette section que vous devez changer les longueurs forées et cassées.

- Écaillage :

Dans cette section, la productivité d'écaillage est définie comme le temps requis pour laver et écailler un (1) mètre de chantier (le toit et les deux épontes). Il est possible d'établir cette productivité moyenne en divisant le temps total requis pour une avance par la longueur de l'avance. Ce paramètre demeure inchangé lorsque vous changez la longueur des avances.

- Support de terrain :

Dans cette section, vous devez entrer dans la partie droite la longueur des trous à forer pour le type de support et le nombre de boulons par 1,2 mètre d'avance pour le toit et chaque éponte.

Dans la colonne de gauche de cette section, vous devez également inscrire le temps moyen d'installation par boulon. Lorsque le devis de support requiert du treillis ou des bandes métalliques, le temps moyen par boulon devrait inclure ces types de support.

Le temps requis pour exécuter le forage est calculé à partir des données de la section « Forage ».

- Forage :

Dans la colonne de droite, le modèle calcule la productivité moyenne de forage basée sur un trou de 2,4 mètres. Les données requises sont, premièrement, le temps requis pour forer un trou de 1,2 mètre pour calibrer le modèle en fonction du type de roche ou de foreuse, et, deuxièmement, le temps moyen pour le repositionnement et changement de tiges et de trépan pour un trou de 2,4 mètres. Par la suite, le modèle calcule le temps moyen pour forer un trou de 2,4 mètres qu'il convertit en une productivité de mètres forés par heure. Pour vous assurer de la productivité moyenne, il suffit de diviser la longueur totale forée pour une avance de 2,4 mètres par son temps de forage. Il est à noter que cette productivité est également utilisée pour calculer le temps de forage pour le support de terrain.

Dans la colonne de droite de la section « Patron de forage », vous devez entrer le nombre de trous par front de taille dans le cas des trous horizontaux. Pour les trous verticaux, vous devez entrer le fardeau et le nombre de trous par rangée.

Toujours dans la colonne de droite, le modèle calcule les facteurs de tonnes par mètre foré et tonnes par trou. Ces facteurs sont intéressants pour comparer différentes approches de minage.

Dans la colonne des « Paramètres des volées d'ouverture », vous devez entrer le nombre de trous forés et dynamités par volée dans le cas des trous horizontaux.

- Chargement et Sautage :

La section sur le sautage permet de calculer le temps requis pour le nettoyage des trous et le chargement d'explosifs. Vous devez entrer la productivité par trou dans la colonne de gauche.

Dans la colonne de droite, vous pouvez calculer le facteur poudre moyen si vous entrez le diamètre des trous de forage et la densité volumique de l'explosif. Dans chaque colonne, le modèle calcule la quantité requise d'explosifs selon les paramètres entrés.

Dans le modèle de minage par trous verticaux, il faut également entrer le nombre de « trous par sautage » dans la colonne des « Paramètres de la coupe ». Ce nombre de trous doit être un multiple du nombre de trous par rangée apparaissant dans la section « Patron de forage ». Le modèle calcule la longueur de chaque section dynamitée à partir du fardeau entré dans la colonne de droite.

- Ventilation :

La section sur la ventilation doit être remplie dans le cas des délais occasionnés par un manque de ventilation dans les chantiers. Si le temps disponible entre les quarts de travail est suffisant pour ventiler les chantiers, il n'est pas nécessaire d'inscrire un temps par sautage. Le modèle calcule le temps total à partir du temps entré par sautage multiplié par le nombre calculé de sautages. Le nombre total de sautages prend en considération les volées d'ouverture et les sautages en trous verticaux ou les avances en trous horizontaux.

4.1.5 Résumé par front de taille

Cette section du modèle s'applique seulement au minage par trous horizontaux. Le but est de vérifier le nombre possible d'avances par quart selon les paramètres entrés. Le modèle rassemble toutes les données sauf celles par coupe (section 4.1.3) et les résume sous forme de tableau.

C'est également dans cette section que vous devez entrer le nombre de personnes travaillant dans le chantier et la durée des quarts de travail. Toutefois, pour le modèle de minage par trous verticaux, ces informations sont contenues dans la section « Résumé pour la coupe ».

La case de « taux d'imprévus » représente le niveau d'incertitude et de la variation de vos données. Plus la variation des données est faible, plus le pourcentage diminuera. Par contre, si la variation est élevée, il est suggéré de conserver un pourcentage pour les imprévus supérieur à 15%. Il est à noter que le modèle calcule le temps alloué pour les imprévus en minutes. Ce temps aide à visualiser l'impact d'un faible taux de pourcentage d'imprévus.

- Calcul du nombre possible d'avances par quart :

Cette section affiche le nombre d'avances pouvant être faites selon le cas étudié. Ce nombre n'est pas utilisé automatiquement dans les calculs de productivité. Dans la section suivante, vous devez entrer le nombre moyen que vous jugez le plus probable pour toute la coupe.

4.1.6 Résumé pour la coupe

Dans cette section, le résumé de toutes les données est présenté sous forme de tableau. Tel qu'il a été mentionné dans la section précédente pour le minage par trous horizontaux, le nombre de personnes dans le chantier, la durée du quart et le pourcentage d'imprévus doivent être entrés (voir explication dans la section 4.1.5).

Le modèle effectue un sommaire détaillé par activité directe fixe et variable pour ensuite faire un calcul des heures-hommes requises. Il est à noter que la ligne des activités directes variables apparaît à deux endroits. La ligne du haut retranscrit les heures calculées dans les différentes sections du modèle tandis que les chiffres du bas correspondent aux chiffres de la ligne du haut divisés par le nombre de personnes.

Le résumé par quart-homme permet de visualiser la distribution du travail dans le chantier et à l'extérieur du chantier.

Dans la section 6 de ce document, vous trouverez la liste complète des données requises pour utiliser le modèle de productivité en chambre-magasin.

5. Utilisation du modèle

Le modèle de productivité en chambre-magasin permet de :

- simuler la productivité selon des données recueillies sur le terrain
 - pour des chantiers actifs; et
 - lors d'un changement dans la méthode de minage
- valider de nouvelles approches de minage; et
- valider l'intérêt d'importer un nouveau concept et/ou de nouvelles technologies.

Les principaux facteurs utilisés dans le modèle sont :

- la configuration du chantier;
- le patron de support;
- le patron de forage et la longueur des avances;
- le nombre de personnes dans le chantier;
- la durée des quarts de travail;
- les délais dus au déblayage; et
- les délais relatifs à la ventilation.

5.1 Changements dans la méthode ou configuration de chantier

Dans le but de simuler l'effet d'un changement dans l'opération, il est important, dans un premier temps, de simuler la situation actuelle afin de calibrer le modèle. La plupart des opérations minières possèdent en grande partie l'information requise pour utiliser le modèle. Lorsque les données ne sont pas disponibles, il suffit d'aller prendre quelques mesures sous terre.

Il est aussi important de bien noter les changements apportés ainsi que leurs effets sur la productivité. L'importance de certains facteurs sur le niveau de productivité peut alors être quantifiée. Il est donc possible de cibler les facteurs critiques pour améliorer la productivité moyenne.

5.2 Validation de nouvelles approches de minage

Le modèle permet de simuler de nouvelles approches ou idées. On peut quantifier l'effet du changement de technologies sur la productivité du chantier. De plus, les changements de type de foreuse, des patrons de forage et de soutènement donnent des résultats instantanés.

Toutefois, il est très important de ne pas sous-estimer l'effet des temps fixes d'une nouvelle technologie. Ces temps fixes, parfois difficiles à évaluer, peuvent facilement faire augmenter ou diminuer l'attrait de cette nouvelle méthode.

Afin d'estimer l'effet sur la productivité lorsqu'une nouvelle méthode de minage est importée d'une mine à une autre, il est important de prendre le plus de renseignements possibles sur l'autre opération. La liste de données requises pour utiliser le modèle (voir la section suivante) identifie les données importantes à recueillir durant les visites.

6. Les données requises

Afin de faciliter la compréhension du modèle, un code de couleur vous aide à repérer les cases où vous devez entrer les données.

- Les cases jaunes indiquent les endroits où vous devez entrer les données spécifiques à l'étude. Toutes les autres cases sont verrouillées pour empêcher les modifications des formules qui pourraient entraîner de mauvais résultats.
- Les cases vertes identifient des résultats obtenus à partir des données entrées.

Les prochaines sections du document contiennent la liste des données requises pour utiliser le modèle. Tel qu'il a été expliqué précédemment, les données sont séparées en deux sections, fixes et variables.

6.1 Données fixes

Dans le cas où la définition du terme « données fixes » n'est pas claire, il est recommandé de relire la section 1 « Approche du modèle ». Vous pourrez clarifier la distinction entre les données de type fixe et les données dites variables. Les éléments variables du modèle sont énumérés dans la prochaine section.

Voici donc la liste des activités fixes les plus communément réalisées. Si vous avez des activités qui ne font pas partie de la liste, vous n'avez qu'à les ajouter dans les cases prévues à cet effet dans le modèle.

Horaire (section 5.0 du modèle)

Nombre d'hommes requis		hommes
Nombre d'heures par quart		heures

Temps fixes hors chantier (section 1.0 du modèle)

Cage (début et fin de quart)		minutes
Déplacements (puits - refuge - puits)		minutes
Autres délais de déplacements		minutes
Aller-retour au chantier		minutes
Supervision		minutes
Planification du travail		minutes
Remplir les rapports journaliers		minutes
Lunch		minutes
Autres – vérification des accès		minutes
		minutes
		minutes

Activités reliées au support de terrain (section 2.0 du modèle)

Apporter équipement et matériel		minutes
Installer la plate-forme		minutes
Ranger le matériel		minutes
		minutes

Activités reliées au forage (section 2.0 du modèle)

Préparer matériel		minutes
Ranger équipement et matériel		minutes
		minutes
		minutes

Activités reliées au sautage (section 2.0 du modèle)

Apporter les explosifs		minutes
Apporter et préparer le matériel		minutes
Ranger équipement et explosifs		minutes
Enlever la plate-forme		minutes
Raccorder le sautage		minutes
Vérification des accès (aux endroits de travail)		minutes
Écaillage extra (ailleurs que dans les endroits de travail)		minutes
Réparer et installer ventilation		minutes
Délai de déblayage avant le sautage		minutes
		minutes
		minutes

Activités reliées aux passages d'hommes (section 3.0 du modèle)

Préparatifs à la construction		minutes
Apporter le matériel		minutes
Construire les passages d'hommes		minutes

Ranger le matériel		minutes
		minutes
		minutes

Autres activités par coupe (section 3.0 du modèle)

Géologues		minutes
Arpenteurs		minutes
Mécaniciens et électriciens		minutes
Égaliser minerai avec racloir		minutes
Réparer l'accès principal		minutes
		minutes

6.2 Données variables

Voici les données variables que vous devrez estimer ou mesurer dans votre opération :

Dimensions de la coupe (section 4.1 du modèle)

Longueur de la coupe		mètres
Largeur moyenne de la coupe		mètres
Hauteur de la coupe		mètres

Volées d'ouverture (trous verticaux et horizontaux) (section 4.1 du modèle)

Longueur forée		mètres
Longueur cassée		mètres

Patron de forage (trous verticaux et horizontaux) (section 4.4 du modèle)

Fardeau entre les rangées (trous verticaux)		mètres
Espacement entre les trous (trous verticaux)		mètres
Nombre de trous/front de taille (trous horizontaux)		trous

Écaillage (section 4.2 du modèle)

Temps d'écaillage par mètre longitudinal		minutes/mètre
--	--	---------------

Support de terrain (section 4.3 du modèle)

Temps d'installation/boulon		minutes/boulon
Patron du toit		nombre de boulons par 1,2 m longitudinal
		longueur forée/boulon
Patron de l'éponte supérieure		nombre de boulons par 1,2 m longitudinal
		longueur forée/boulon
Patron de l'éponte inférieure		nombre de boulons par 1,2 m longitudinal
		longueur forée/boulon

Taux de forage (section 4.4 du modèle)

Temps de forage pour 1,2 mètre		minutes
Temps de repositionnement par trou de 2,4 mètres		minutes

Chargement d'explosifs (section 4.5 du modèle)

Nettoyer et charger les trous		minutes/trou
Nombre de trous/sautage (trous verticaux)		trous/sautage

Ventilation (section 4.6 du modèle)

Temps d'attente pour l'évacuation des gaz durant le quart		minutes/sautage
---	--	-----------------