

***27^e Session d'étude sur les techniques de sautage
28 et 29 octobre 2004***

Usage du simulateur de sautage Blaspa en mode interactif sur le Web

***Roger Favreau, Royal Military College, Kingston
Patrice Favreau, Blaspa Inc.***

**ÉTUDE DE SAUTAGE À L'AIDE DE SIMULATIONS SUR LE
MODÈLE INFORMATISÉ 'BLASPA' VIA LE WEB**

R. F. Favreau, Ph.D., Prof. Émérite, Royal Military College, Kingston

P. Favreau Ing., Blaspa Inc.

(pour présentation à la 27e Session d'Étude sur les Techniques du Sautage,
Université Laval, 28-29 Oct. 2004)

Roger.Favreau@Blaspa.com

Patrice.Favreau@Blaspa.com

ÉTUDE DE SAUTAGE À L'AIDE DE SIMULATIONS SUR LE MODÈLE INFORMATISÉ 'BLASPA' VIA LE WEB

R. F. Favreau, Ph.D., Prof. Émérite, Royal Military College, Kingston

P. Favreau Ing., Blaspas Inc.

(pour présentation à la 27^e Session d'Étude sur les Techniques du Sautage, Université Laval, 28-29 Oct. 2004)

I - AVANT-PROPOS :

Le modèle de sautage informatisé 'Blaspas' est basé sur une compréhension mathématique du phénomène d'excavation de roc, laquelle a été le fruit de recherche fondamentale depuis 1963. Il comprend un très grand nombre d'équations démontrées à partir des principes fondamentaux de la mécanique des roches et de la thermochimie des explosifs (e. g. références 13, 14).

La validité de ces équations a été rigoureusement établie à l'aide de comparaisons entre les résultats mathématiques prédits par ces équations et des résultats actuels de tirs effectués en mine ou en chantier (e. g. références 2, 4, 8, 9), ou à des centres de recherche (e. g. références 3, 11, 12). Cette validation unique du modèle a été rendue possible grâce à la co-opération de nombreux chantiers, mines et fournisseurs d'explosifs au Canada, au États-Unis, en Australie, en Afrique etc.

La recherche et les applications du modèle dans ces chantiers et mines a fait le sujet de quelques 70 publications, dont les références 1 à 10. Depuis son début, le modèle a été utilisé par les auteurs et d'autres afin d'effectuer des études de sautage en consultation pour les mines, chantiers de construction, et fournisseurs d'explosifs.

Essentiellement, 'Blaspas' calcule, par simulations mathématiques, les valeurs des différentes contraintes et des vitesses de déplacement de chaque morceau d'un massif rocheux qui subit un tir à l'explosif (référence 14). Les expériences en mine et les résultats des consultations effectuées depuis

quarante ans ont permis de faire le lien entre ces valeurs de contraintes et de vitesses de déplacement et la qualité des résultats des sautages, qualité telle que définit par le responsable de l'excavation du roc à la mine ou sur le chantier.

Par ce processus de comparaison et d'analyse des valeurs des contraintes et des vitesses de déplacement du roc, avec la qualité de la fragmentation, du plancher, du marinage etc. tel que reconnu par un opérateur de mine ou chantier, le modèle est devenu un outil pratique et fiable pour aider un utilisateur à dessiner et améliorer les résultats d'un tir.

Depuis son début, Blaspas a surtout été utilisé pour aider les opérateurs de grandes mines et de gros chantiers. La raison principale était son coût et son accès difficile. Maintenant, grâce au Web, il devient possible pour tous les responsables de sautages à l'explosif de faire appel à Blaspas, et ceci à un coût modique et via un accès facile.

II - ACCÈS À BLASPAS SUR LE WEB:

Le simulateur Blaspas est maintenant établi sur le web en permanence. On peut y accéder à partir de n'importe quel location à travers le monde. Afin d'y accéder, l'utilisateur rejoint le site Blaspas sur Internet à partir de son ordinateur relié à une ligne téléphonique ou à une ligne de transmission rapide. Ayant établi l'accès, il voit un menu Login (Tableau A; les expressions soulignées sont celles qui apparaissent sur l'écran de l'ordinateur ou que l'utilisateur entre sur le clavier) ; il entre son code d'utilisateur dans le cadre User, par exemple Roger.Favreau/BlaspasDemo ; il entre son mot de passe dans le cadre Password, par exemple xxxxxx, et il clique sur Login.

Ceci ouvre un écran (Tableau B) qui définit les conditions d'usage du simulateur; il clique qu'il les accepte, ce qui ouvre un menu des différents simulateurs de sautage présentement disponibles sur le web (Tableau C). Il choisit le simulateur dont il aura besoin pour l'étude qu'il envisage d'effectuer lors de la présente session. Par exemple, pour les études qui seront expliquées durant la présentation, les simulateurs dont on aura besoin seront ceux qui simulent l'intensité des ondes de choc ainsi que le déplacement et les vitesses de déplacement du roc fragmenté par le tir. Donc il clique Shock wave stress & displacement.

Ceci ouvre un écran à partir duquel on peut entrer les paramètres du tir pour lesquels on souhaite simuler l'intensité des ondes de choc ou les déplacements. À l'ouverture, cet écran montre les valeurs des paramètres utilisés lors de la dernière simulation (Tableau D). L'utilisateur entre donc les valeurs des paramètres du prochain tir qu'il souhaite simuler. Pour expliquer comment ceci est effectué, on passe au premier exemple d'étude de la présentation.

III - EXEMPLES QUI EXPLIQUENT COMMENT FAIRE UNE ÉTUDE DE SAUTAGE PAR SIMULATION VIA LE WEB:

IIIA) Simulations pour réduire le 'pied':

Par exemple, à la mine X on excave le roc stérile avec 20 pieds (20') de Nitrate (ANFO) dans un trou de 10 pouces (10'') de diamètre, un patron de 25'x25' dans un banc de 40' de hauteur, avec un collet de 25' et un sous-forage de 5'. Le responsable du marinage se plaint que le plancher a des bosses, ce qui suggère qu'il y a peut-être du pied lors des tirs. On vas donc examiner cette possibilité à l'aide d'une simulation de la méthode de tir actuel.

Pour faire ceci, l'utilisateur modifie les entrées de l'écran (Tableau D) de la façon suivante. Premièrement, dans la partie Rock de l'écran, il clique sur le numéro dans le cadre Database#/Select, ce qui ouvre un autre écran (Tableau E) qui contient la banque des propriétés mécaniques des rocs à différents secteurs de la mine X. Il clique le petit cercle à gauche du roc Hard, celui-ci étant le roc dans le secteur où il y a des bosses au plancher. Ceci fait réapparaître l'écran du Tableau D, mais le roc étant maintenant du type Hard du secteur où il y a des bosses.

Deuxièmement, il modifie les entrées de la partie Bench Geometry de l'écran. Par exemple, il clique à droite du chiffre dans le cadre Rock Height, afin que le pointeur apparaisse à cet endroit. En cliquant la touche Backspace, il efface l'ancienne valeur de la hauteur de roc; il entre ensuite la nouvelle valeur 40'. Il procède de la même façon pour changer les valeurs du patron à 25'x25', du collet à 25', du sous-forage à 5', et du diamètre de trou à 6''.

Troisièmement, il modifie les entrées de la partie Explosives de l'écran. Comme la méthode de tir à simuler n'utilise qu'une sorte d'explosif, il clique sur "v" dans le cadre (Top). Il clique ensuite sur le numéro dans le cadre Bottom, ce qui fait apparaître un autre écran (Tableau F) qui montre la banque d'explosifs disponible à cet utilisateur. Il clique sur le petit cercle à gauche de l'explosif ANFO de densité correspondante à celle qu'il charge dans ses trous. Ceci fait réapparaître l'écran du Tableau D, mais avec de la Nitrate maintenant chargée au fond du trou. Il clique dans le cadre Length, et change la longueur de la charge à 20'.

Il y a à l'écran du Tableau D des entrées pour les coûts des explosifs et du forage; ceux-ci permettent d'effectuer une étude des coûts en même temps que l'étude de sautage par simulation. Comme la présentation n'inclura pas les coûts, on les laisse tous à la valeur de 1.

L'utilisateur souhaite maintenant choisir le type de simulation dont il a besoin afin d'examiner la possibilité de "pied" lors du tir; il clique dans le petit carré du cadre Simulations – Shock Wave Stress. Les autres cadres de la partie Simulations de l'écran du Tableau D permettent d'effectuer des simulations pertinentes à d'autres aspects des tirs à l'explosif, comme sera expliqué plus tard dans la présentation.

Les entrées nécessaires à simuler la possibilité de "pied" pour les tirs dans le stérile à la mine X sont maintenant effectuées (Tableau G). Afin de partir la simulation, l'utilisateur clique sur Run Simulation. Ceci fait apparaître un autre écran intitulé Shock Wave Stress Level (voir le Tableau H), qui permet de choisir la valeur d'intensité d'onde de choc du contour qui aidera à examiner la possibilité de "pied".

Cette intensité s'appelle T_0 , et la façon de l'évaluer pour un massif rocheux donné est expliqué durant un cours complet sur l'utilisation du simulateur Blaspa. À la mine X on sait déjà que $T_0=130$ pour le roc dans le secteur où il y a peut-être du "pied". Ainsi on remplace la valeur dans le cadre Enter Stress Level for Contour par la valeur 130. Ensuite, afin de continuer la simulation, l'utilisateur clique sur Simulate à l'écran du Tableau H.

Après un certain retard, nécessaire pour effectuer cette partie de la simulation, un graphique apparaît (Tableau I) qui montre le contour avec lequel on peut évaluer si la fragmentation débute de façon adéquate partout

où il est souhaitable que le massif fragmente. Afin que la fragmentation débute de façon adéquate, il faut que le roc dans ce secteur de la mine X subisse une intensité d'onde de choc d'au moins $T_0=130$ (voir les références 1 et 2).

Selon le graphique (voir le Tableau I), l'intensité de l'onde de choc est de valeur $T_0=130$ partout à droite et au dessus du contour $T_0=130$. Donc la fragmentation débute de façon adéquate partout dans le banc, entre la face de la banquette et le trou de mine ainsi qu'entre le dessus de la banquette et le plancher, **sauf** dans un triangle au dessus du plancher à droite du trou. Ce triangle, où l'intensité de l'onde de choc est inadéquate, explique pourquoi la présente méthode de tir peut créer du pied, et donc des bosses dans le plancher.

Reste à chercher un changement à la méthode de tir qui puisse éliminer le pied. Il y a plusieurs façons d'éliminer le pied. Par exemple, on peut augmenter la longueur de la charge, disons en ajoutant 2' à la colonne d'explosif. Afin de simuler l'effet de ce changement, l'utilisateur clique sur Navigate, en haut à droite du graphique. Ceci fait apparaître un autre écran, où il clique sur New Simulation.

Ceci fait réapparaître l'écran du Tableau G, où dans la partie Explosives l'utilisateur change la valeur de 20' à 22' dans le cadre Length. Il faut aussi réduire le collet de 25' à 23' dans le cadre Collar. Il simule ce changement en cliquant Run Simulation et Simulate de nouveau, tel qu'expliqué aux paragraphes précédents.

Ceci fait apparaître un nouveau graphique (Tableau J), d'après la courbe duquel on constate que le triangle de pied est réduit, mais pas éliminé. Il retourne donc à l'écran G afin de nouveau de changer la longueur d'explosif à disons 25', et le collet à 20'. Il simule de nouveau ; ceci donne le graphique du Tableau K, d'après la courbe duquel il constate que le pied est éliminé.

On remarque que sur les graphiques J et K il y a deux courbes. La bleue est la même que pour la simulation de la méthode originale, qui crée du pied. Il est utile d'avoir le résultat de cette simulation originale (qu'on appelle simulation 'standard') disponible avec le résultat d'une simulation effectuée pour corriger le pied, car ça permet facilement d'évaluer l'amélioration obtenue par les changements des paramètres de tir.

Afin de conserver le contour associé à la méthode standard, on clique sur Study en haut du graphique de la simulation qu'on souhaite adoptée comme standard. Ceci ouvre un menu (voir le Tableau L) qui permet de cliquer sur Add simulation to study. Ceci ouvre un autre menu (voir le Tableau M) qui permet d'écrire un titre dans le cadre Title, par exemple Standard, ainsi qu'une description dans le cadre Description, par exemple Méthode qui crée du pied. Si on clique sur Ok, le résultat de la simulation en cours sera sauvegardé.

Ensuite, on clique sur Study de nouveau, et dans le menu qui apparaît (Tableau L) on clique sur Set standard, ce qui ouvre un écran qui présente la liste des simulations déjà sauvegardées pour l'étude en cours (voir le Tableau N). Parmi ces simulations, on clique celle qu'on souhaite choisir comme standard, ce qui ramène au graphique de la simulation en cours.

L'utilisateur peut chercher d'autres méthodes de tir qui éliminent le pied. Par exemple, en retournant au Tableau G, il peut de nouveau entrer 20' d'explosifs avec un collet de 25', mais réduire le fardeau de 25' à 23'. S'il simule ce changement, il obtient un graphique (voir le Tableau O) d'après la courbe duquel le pied est réduit mais encore présent. Il peut réduire le fardeau de nouveau à 20', resimuler, et constater que le pied est éliminé (Tableau P).

L'utilisateur peut maintenant décider laquelle des deux méthodes, hausser la longueur d'explosif ou réduire le fardeau, est la plus propice; l'une hausse le coût d'explosif, l'autre le coût de forage. Ou il peut simuler d'autres méthodes qui éliminent le pied, jusqu'à ce qu'il trouve la plus avantageuse. Ensuite, il la met en pratique dans la mine.

IIIB - Simulations pour réduire les blocs:

Comme autre exemple d'étude de sautage par simulation sur le Web, l'entrepreneur Y excave le roc d'un gros chantier avec un patron de 10'x12', une charge de fond de 10' de bouillie aqueuse aluminisé et une charge de colonne de 23' de Nitrate dans un trou de 6", un banc de 40', avec un collet de 12' et un sous-forage de 5'. Les opérateurs des pelles se plaignent qu'il y a des gros blocs.

Afin d'examiner cette situation à l'aide de simulations via le Web, l'utilisateur procède comme au début de la section IIIA de la présentation. Il entre le type de roc à partir de la banque de roc, il entre les paramètres de tir à l'aide de l'écran du Tableau D. Il fait encore appel à sa banque d'explosifs afin de charger le trou. Il charge 10' de bouillie aqueuse aluminisée dans le fond; il clique dans le petit carreau du cadre Top, afin de dire au simulateur qu'il y a une charge de colonne. Il clique le chiffre dans le cadre Top, clique Anfo dans la banque d'explosifs, et charge 23' de Nitrate dans le carreau Length du cadre Top.

Il clique Run Simulation (écran du Tableau D), et entre à l'écran du Tableau H l'intensité $To=290$ déjà évaluée pour le roc en question (voir le huitième paragraphe de la section IIIA), et clique Simulate à l'écran du Tableau H. Ceci montre le graphique du contour d'intensité $To=290$ (voir le Tableau Q). Ce graphique se sépare en deux courbes, soient un cratère au sommet de la banquette et un autre cratère orienté vers la face; entre ces deux courbes, il existe une zone de roc où l'intensité de l'onde de choc est inadéquate pour initier le processus de fragmentation, ce qui explique la présence de blocs.

Afin de réduire les blocs, l'utilisateur peut simuler différentes méthodes susceptibles de hausser l'intensité des ondes de choc dans la région du collet. Par exemple, il peut retourner à l'écran d'entrée des paramètres de tir (e. g. Tableau D) en cliquant New Simulation, et y augmenter la longueur de la charge de colonne de 23' à 24', et réduire le collet de 12' à 11'. S'il simule ce changement, il obtient un graphique (Tableau R) d'après la courbe duquel il constate que le volume des blocs est réduit, mais pas éliminé.

Il peut de nouveau augmenter la charge de colonne, disons à 26', et resimuler. Le nouveau graphique (Tableau S) montre que les blocs sont éliminés. Il peut simuler d'autres méthodes susceptibles de réduire les blocs, et finalement utiliser sur le chantier la méthode la plus propice et la plus économique.

IIIC - Simulations pour obtenir un marinage plus rapide:

Comme troisième exemple d'étude de sautage par simulation sur le Web, l'entrepreneur Z excave le roc d'un gros chantier avec un patron de

10'x12', une charge de colonne de bouillie aqueuse sans aluminium de 33' dans un trou de 6", un banc de 40', avec un collet de 12' et un sous-forage de 5'. Les opérateurs des pelles se plaignent que le marinage est lent et pénible pour le roc au fond de la pile.

Afin d'examiner cette situation à l'aide de simulations via le Web, l'utilisateur procède comme au début de la section IIIA de la présentation. Il entre le type de roc à partir de la banque de roc; il entre les paramètres de tir à l'aide de l'écran du Tableau D. Il fait encore appel à sa banque d'explosifs afin de charger le trou de bouillie aqueuse.

Par contre, afin d'examiner cet aspect du sautage, il ne fait pas appel au simulateur Shock Wave Stress, mais plutôt à celui Displacement (voir la référence 1), qu'il appelle en cliquant dans le petit carré à droite de ce simulateur dans le cadre Simulations. Plus bas dans le même cadre, il entre le temps T auquel il souhaite observer le déplacement, e. g. T=200 msec. après la détonation.

Il démarre la simulation en cliquant sur Run Simulation, ce qui fait apparaître un graphique (Tableau T) qui montre le déplacement du roc de la face à l'instant T=200 msec. après la détonation (courbe de droite), ainsi que le déplacement du roc dans la région du trou au même instant (courbe de gauche). À partir de ces courbes, il constate que le roc à mi-hauteur du banc se déplace beaucoup mieux que celui au plancher. Ceci explique pourquoi le marinage est lent pour le roc au fond de la pile.

Sur le dessin du Tableau T, on voit aussi les valeurs de certaines des vitesses de déplacement du roc fragmenté par le sautage. Par exemple, la vitesse moyenne de tous les fragments de roc est de 32.5'/sec, tandis que celle d'un fragment au plancher en ligne avec la face est de 41.1'/sec, et celle d'un fragment au plancher en ligne avec le trou de mine n'est que de 26.6'/sec. Cette basse valeur de la vitesse de 26.6'/sec au plancher à l'arrière du banc explique encore pourquoi le marinage est lent pour le roc au fond de la pile; ce roc n'est pas projeté de façon adéquate par la méthode de tir utilisée.

Afin de chercher à améliorer le taux du marinage pour le roc au fond de la pile, on souhaite hausser la vitesse de 26.6'/sec au plancher à l'arrière du banc. Il y a plusieurs façons de faire ceci. Par exemple, l'utilisateur du simulateur Blaspa peut retourner à l'écran du Tableau D en cliquant New

Simulation au dessus du graphique du Tableau T, et simuler l'effet d'autres chargements d'explosifs ; e. g. il peut faire appel à sa banque d'explosifs pour charger le fond du trou avec cinq pieds de bouillie aqueuse contenant de l'aluminium.

Pour faire ceci, il clique dans le petit carreau du cadre Top afin d'informer le simulateur qu'on ajoute une colonne d'explosif, ce qui fait apparaître un cadre d'entrée pour l'explosif Top. Il clique dans le carreau avec le numéro de l'explosif Top, ce qui fait apparaître sa banque d'explosifs ; là il clique le petit cercle à gauche de la bouillie aqueuse sans aluminium, ce qui charge celle-ci comme colonne d'explosif. Il change la longueur de cette colonne de 33' à 28'.

Ensuite il clique dans le carreau avec le numéro de l'explosif Bottom, ce qui fait réapparaître sa banque d'explosifs ; là il clique le petit cercle à gauche de la bouillie aqueuse avec de l'aluminium, ce qui charge celle-ci comme explosif de fond. Il entre 5' comme longueur de cette charge de fond. Il clique Run Simulation, ce qui fait apparaître le graphique des déplacements pour les nouveaux chargements d'explosifs. S'il a sauvegardé comme standard la simulation avec une pleine colonne de bouillie aqueuse sans aluminium, alors le nouveau graphique (Tableau U) montre les courbes de déplacement avec 5' de bouillie aqueuse aluminisée et 28' de bouillie aqueuse sans aluminium, superposées sur celles avec 33' de bouillie aqueuse sans aluminium.

Selon le graphique du Tableau U, on constate que les déplacements avec 5' de bouillie aluminisée sont supérieurs à ceux de la méthode standard. Si l'utilisateur considère qu'il souhaite plus d'amélioration, il reprend la procédure des deux dernier paragraphes, mais cette fois-ci avec disons 10' d'explosifs de fond. Le nouveau graphique est celui du Tableau V, d'après la courbe duquel il constate que les déplacements sont maintenant très supérieurs à ceux de la méthode standard. Par exemple, la vitesse de déplacement du roc au plancher à l'arrière du banc est maintenant de 40.1'/sec, ce qui est aussi important qu'était celle de la méthode standard au plancher en ligne avec la face.

Il y a d'autres méthodes de tir qui peuvent hausser la vitesse de déplacement du roc au plancher à l'arrière du banc. L'utilisateur peut simuler plusieurs de celles-ci, et finalement essayer au chantier celle qui semble la plus propice et la moins coûteuse.

IV - CONCLUSIONS :

La présentation explique comment accéder le simulateur Blaspas via le Web, et comment l'utiliser afin d'effectuer une étude de sautage par simulations qui cherche à améliorer un aspect donné de la qualité des résultats d'un tir. Trois exemples sont montrés parmi les nombreuses aspects qu'on peut simuler avec la version de Blaspas présentement sur le Web.

Il est évident que cette présentation n'est qu'une brève introduction sur le sujet de dessiner et optimiser les tirs à l'aide de simulations avec Blaspas sur le Web. Afin de devenir expert dans l'utilisation de Blaspas pour effectuer des études de sautage par simulations, il est souhaitable de suivre un cours 'Blaspas'. Afin d'en savoir plus sur le simulateur Blaspas, veuillez voir le site www.Blaspas.com.

Présentement, environ vingt pour cent du simulateur Blaspas est sur le Web. Comme ce simulateur de sautage est en développement depuis 40 ans, ce 20% représente quand même un très gros simulateur. On s'attend à ce qu'environ 50% du système soit accessible d'ici un an, et probablement 75% d'ici deux ans. Le reste, ainsi que de nouvelles routines, exigeront du travail de développement ; accès à ceux-ci sur le web dépendra donc de la demande des usagers.

RÉFÉRENCES :

- (1) 'How to design a blast with computer simulations', R. Favreau & P. Favreau, CIMM, Session on proven and emerging technologies, Toronto, March 2000.
- (2) 'Effet des joints sur l'affaiblissement d'un mur par un tir à l'explosif', R. Favreau, présenté à la 26e Session d'Étude sur les Techniques de Sautage, Un. Laval, oct. 2003.
- (3) 'The use of computer blast simulations to improve blast quality', Favreau, Kuzyk, Babulic, Morin, Tienkamp, CIM Bulletin, Vol. 82, 1987.
- (4) 'Exhaust temperature of explosive gases as a criterion for predicting fire hazards due to different blasting explosives', Favreau, Casey & Bellingham, CIMM, Montral, May 1986.

- (5) 'Prévision de l'intensité des vibrations à l'aide de simulations sur ordinateur', R. Favreau, présenté à la 15e Session d'Étude sur les Techniques de Sautage, Un. Laval, 29-30 oct. 1992.
- (6) 'Effet du dynamitage sur le déplacement et le foisonnement', R. Favreau, présenté à la 14e Session d'Étude sur les Techniques de Sautage, Un. Laval, 28-29 oct. 1991.
- (7) 'Generation of strain waves by an explosion in a spherical cavity', R. Favreau, *Journal of Geophysical Research*, 74, 4267, 1969.
- (8) 'Modified Vertical Retreat Mining Method at Inco's Stobie Mine', Favreau, Labine, Wilson & Caufield, CIMM, Ottawa, April 1984.
- (9) 'The use of computer blast simulations to evaluate the effect of angled holes in cast blasting', Favreau & Lilly, 3rd Conference on the use of the computer in the coal industry, West Virginia Un., July 1986.
- (10) 'Le rôle des retards lors d'un sautage à l'explosif', R. Favreau, présenté à la 19e Session d'Étude sur les Techniques de Sautage, Un. Laval, 31 oct. 1996.
- (11) 'Model rock blasting measures effect of delays and hole patterns on rock fragmentation', Bergmann, Wu & Edl, SEE, 1986.
- (12) 'Comparative studies of explosives in granite', Atchison & Tournay, U. S. Bur. of Mines Rep. 5509, 1959.
- (13) 'The Science of High Explosives', M. A. Cook, Reinhold Publishing, 1958.
- (14) 'Theory of elasticity', Love.

Tableau A: Comment accéder le simulateur BLASPA

(WWW.BLASPA.COM)

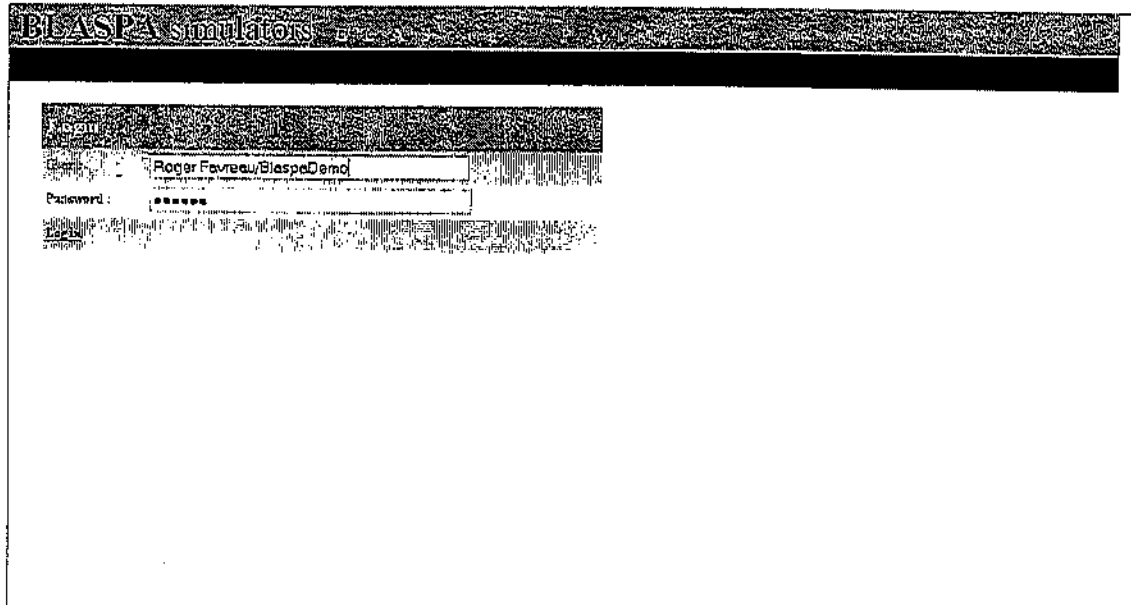


Tableau B: Conditions d'usage du simulateur BLASPA

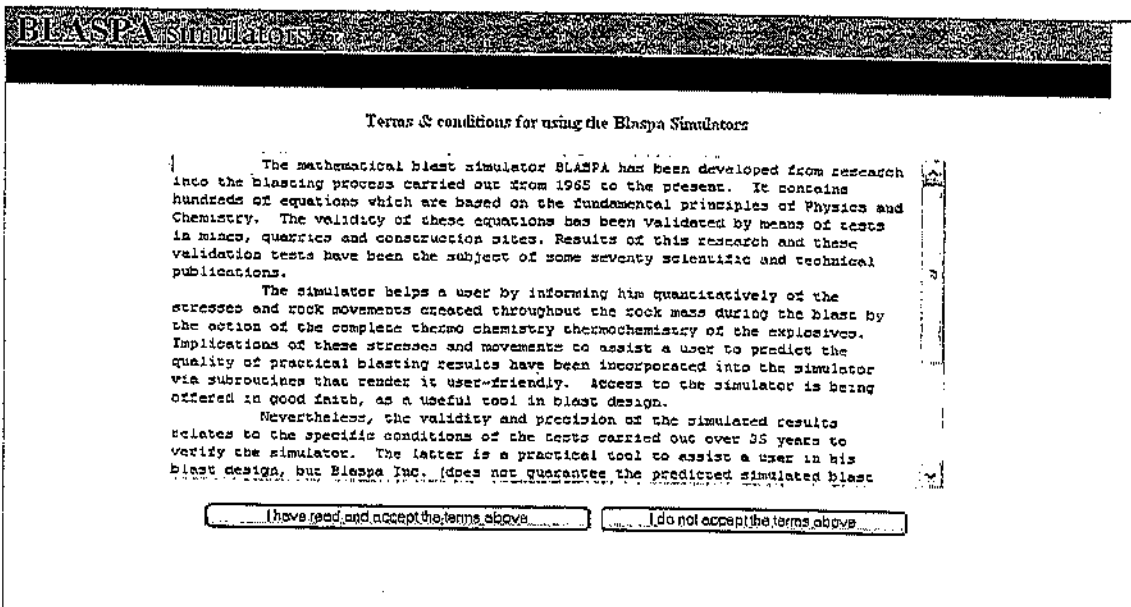


Tableau C: Les simulateurs BLASPA sur le WEB

The screenshot shows a web browser window displaying the BLASPA Simulators website. The page has a dark, textured header with the text "BLASPA Simulators" on the left and "Navigate" on the right. Below the header, a navigation bar contains the text "Welcome Roger Favrezi from Blaspa2 Demo". The main content area features a large, faint, and mostly illegible image or graphic. Below this, there are two sections of text: "SHOCK WAVE STRESS & DISPLACEMENT" and "FOLBLA". At the bottom of the page, there is a footer with the text "BLASPA Simulators" and "All rights reserved". The browser's address bar and navigation buttons are visible at the very bottom of the screenshot.

Tableau D: Entrées des paramètres de tir pour une simulation

BEASPA Simulator

Study Navigate

Input for Shock Wave Stress & Displacement

Run Simulation

Database (Select)	100002	Database (Select)	10002	Material Description	Bulk Aluminized Wolargel	Density	1.35	Length	37	Radius	1.0
Rock	Medium	Horizon (Top)	<input type="checkbox"/>								
Name		z									
Distance (m)	2.8	(Bottom)									

Rock Diameter (mm)	42
Burden (m)	10.0
Spacing (m)	12.0
Collar (m)	12.0
Sub Grade (m)	7
Diameter (mm)	8.0

Drilling (m/s)	1.0
Accessories (m/s)	1.0

Shock Wave Stress	<input type="checkbox"/>
+Wall Control	<input type="checkbox"/>
+Burden Burden	<input checked="" type="checkbox"/>
+Minimum Burden	<input type="checkbox"/>
+Control Burden	<input type="checkbox"/>
Quality Factors	<input type="checkbox"/>

X (Depth)	0.0
Y (Depth)	0
Z (Depth)	0

Time Wanted (ms)	200
---------------------	-----

Wall Control	<input type="checkbox"/>
Minimum Burden	<input type="checkbox"/>
Control Burden	<input type="checkbox"/>

Quality Factors	<input type="checkbox"/>
-----------------	--------------------------

Tableau E: Banque des roches de la mine

#	Description	Density
1	None	0.0
100001	Soft	2.7
100002	Medium	2.8
100003	Hard	3.0
100004	Very Hard	3.5

Tableau F: Banque privée des explosifs de l'utilisateur

#	Description	Density
100000	ANFO	0.85
100001	Bulk Watergel	1.15
100002	Bulk Ammonized Watergel	1.35
100003	Bulk Ammonized Emulsion	1.26
100004	Bulk Emulsion/Anti Blend 50/50	1.05

Tableau G: Entrées pour l'étude < Réduire le pied >

BLASPA Simulator

Study Navigate

Inputs for Shock Wave Stress & Displacement

Run Simulation

Depth: 100003 Rock: Hard Name: Hard Density: 3.0 (g/cm ³)	Number: 2 (Top) <input type="checkbox"/> (Bottom) <input type="checkbox"/> Material: ANFO Velocity: 10000 Pressure: 0.85 Duration: 20.0 Rise Time: 1.0	Shock Wave Stress: <input checked="" type="checkbox"/> Displacement: <input type="checkbox"/> Maximum Burden: <input type="checkbox"/> Bottom Delay (ms): <input type="checkbox"/> Quality Factors: <input type="checkbox"/>
---	---	--

Rock Burden: (ft) 140.0 Burden: (ft) 25.0 Spacing: (ft) 25.0 Cellar: (ft) 25.0 Sub Grade: (ft) 5.0 Diameter: (in) 10.0	Time Wound: (ms)
---	---------------------

Drilling: (ft) 1.0 Accessories: (ft) 1.0	Discharge: Volume: (ft ³)
---	---

Conditions: (ft)	Control: <input type="checkbox"/>
---------------------	--------------------------------------

Tableau H: Choix de l'intensité To de l'onde de choc pour le contour

ELASPA simulator

Shock Wave Stress Level

Shock Point:	229
Maximum Stress Level:	234
Stress Level Back Grade:	112
Enter Stress Level for Contour:	160

Simulate **Cancel**

Tableau I: Simulation qui explique la présence de pied

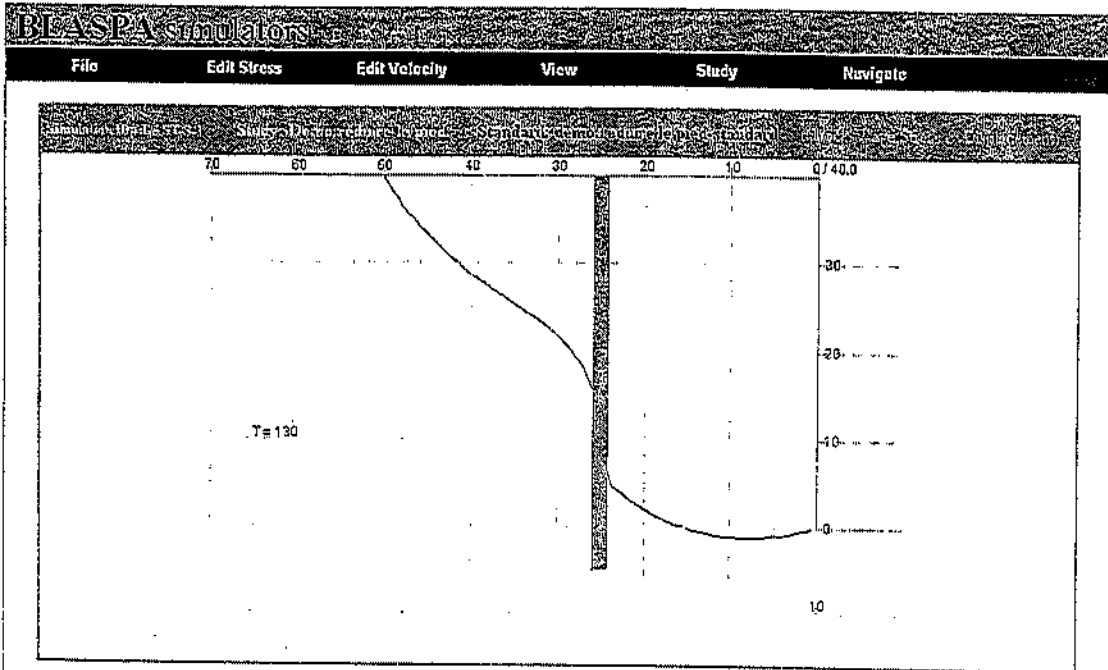


Tableau J: Réduction du pied en haussant la longueur d'explosif de 20' a 22'

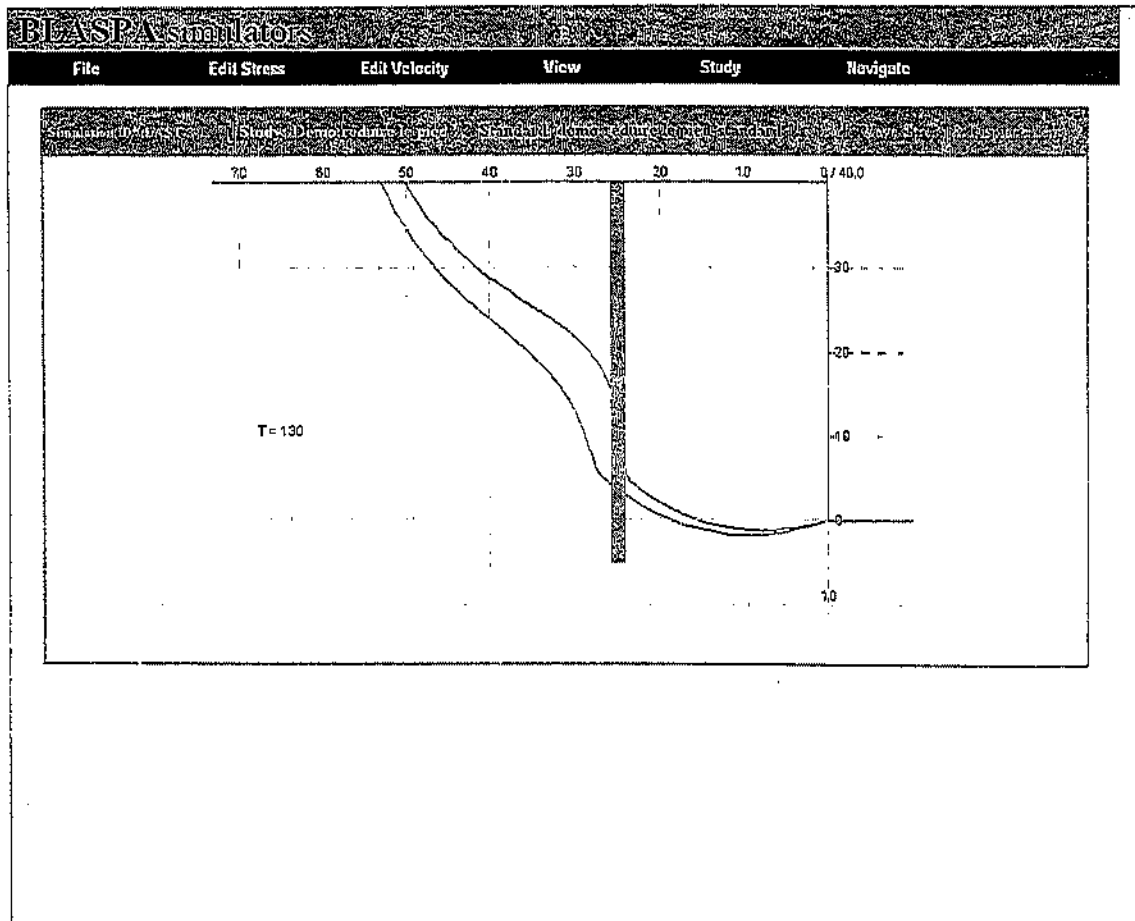


Tableau K: Élimination du pied en haussant la longueur d'explosif de 20' a 25'

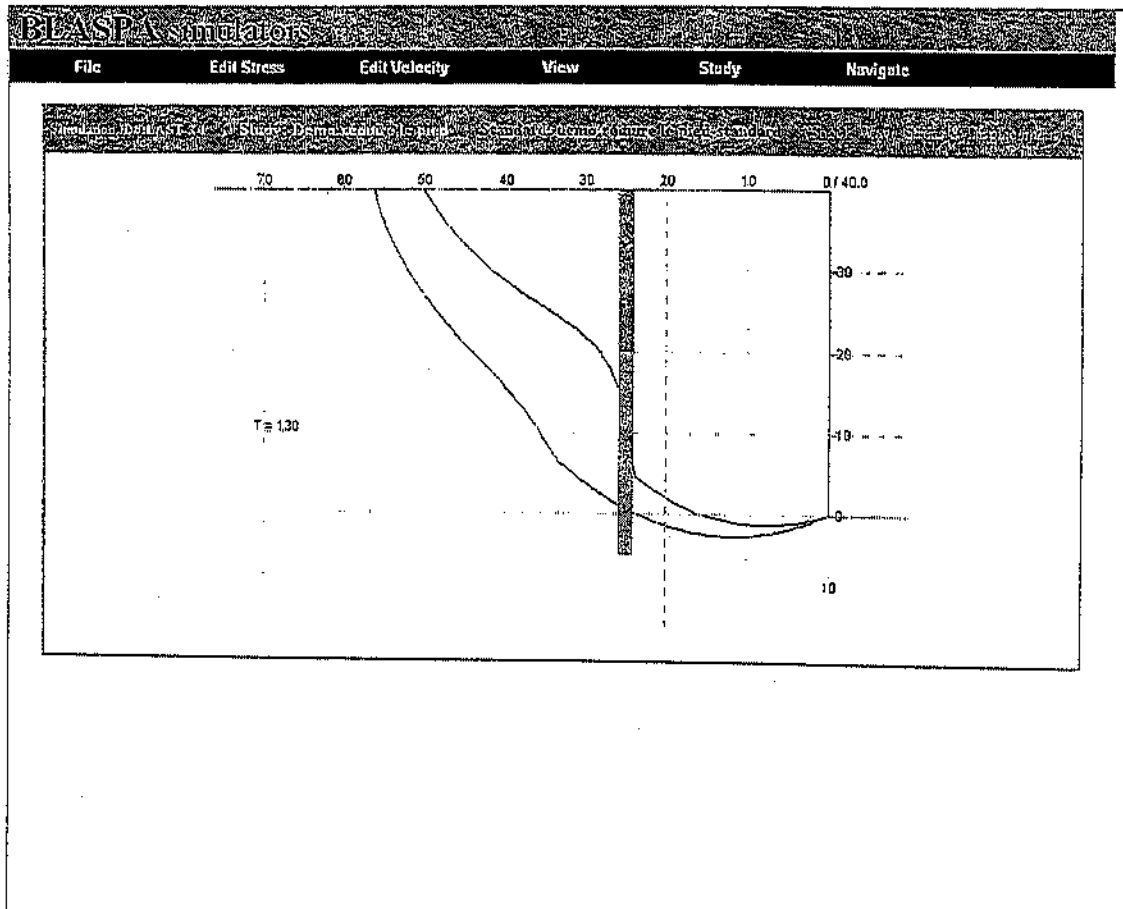


Tableau L: Écran pour sauvegarder les résultats d'une simulation

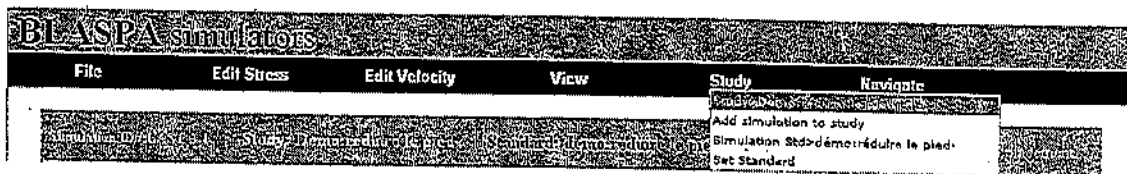


Tableau M: Écran pour ajouter un titre à une simulation à sauvegarder

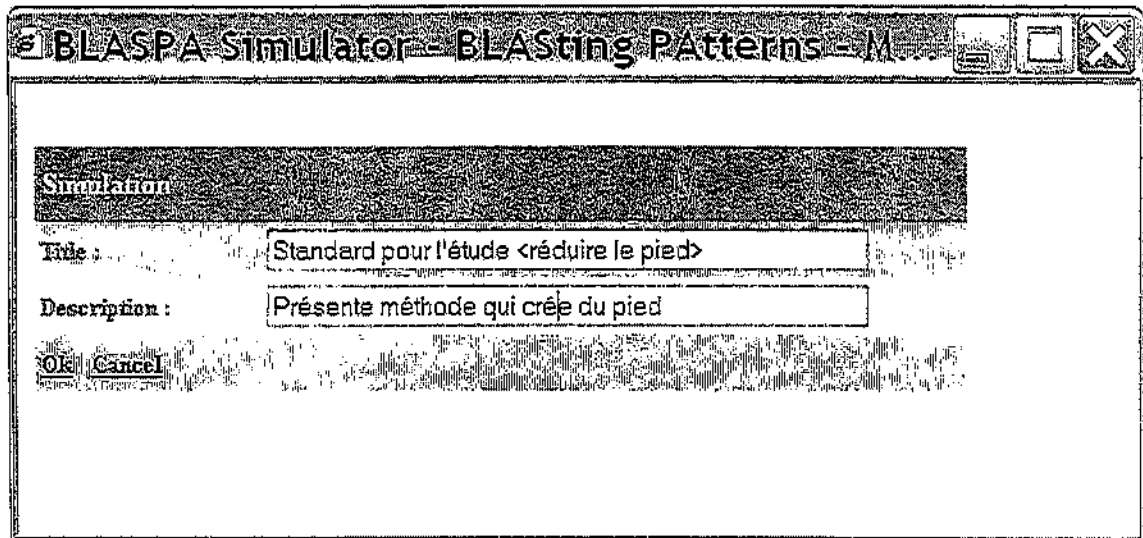


Tableau N: Tableau des simulations déjà sauvegardées

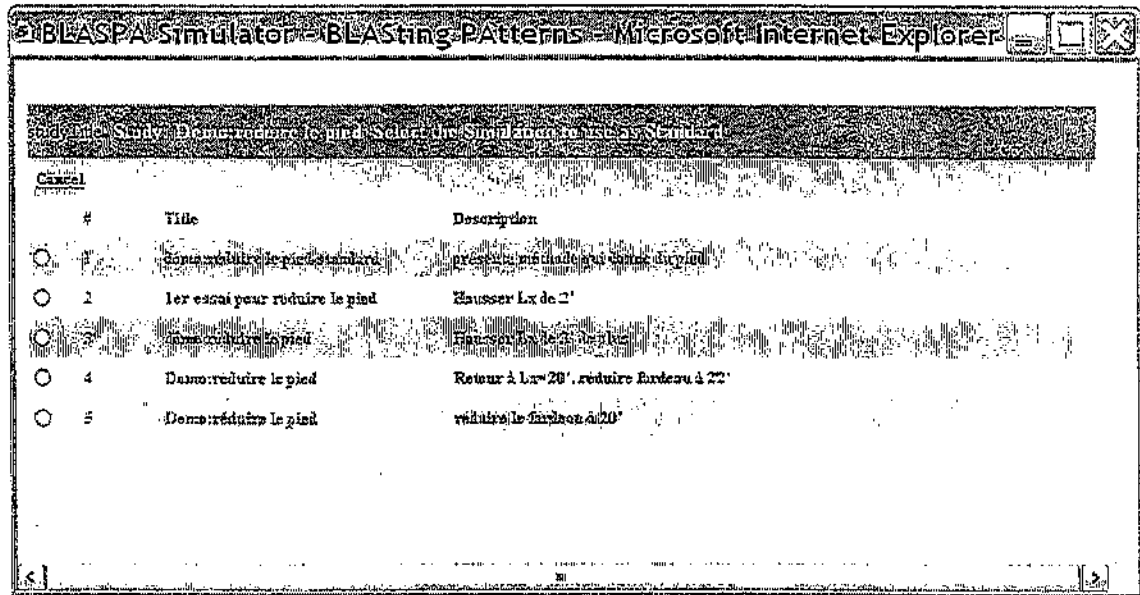


Tableau O: Réduction du pied en réduisant le fardeau de 25' à 22'

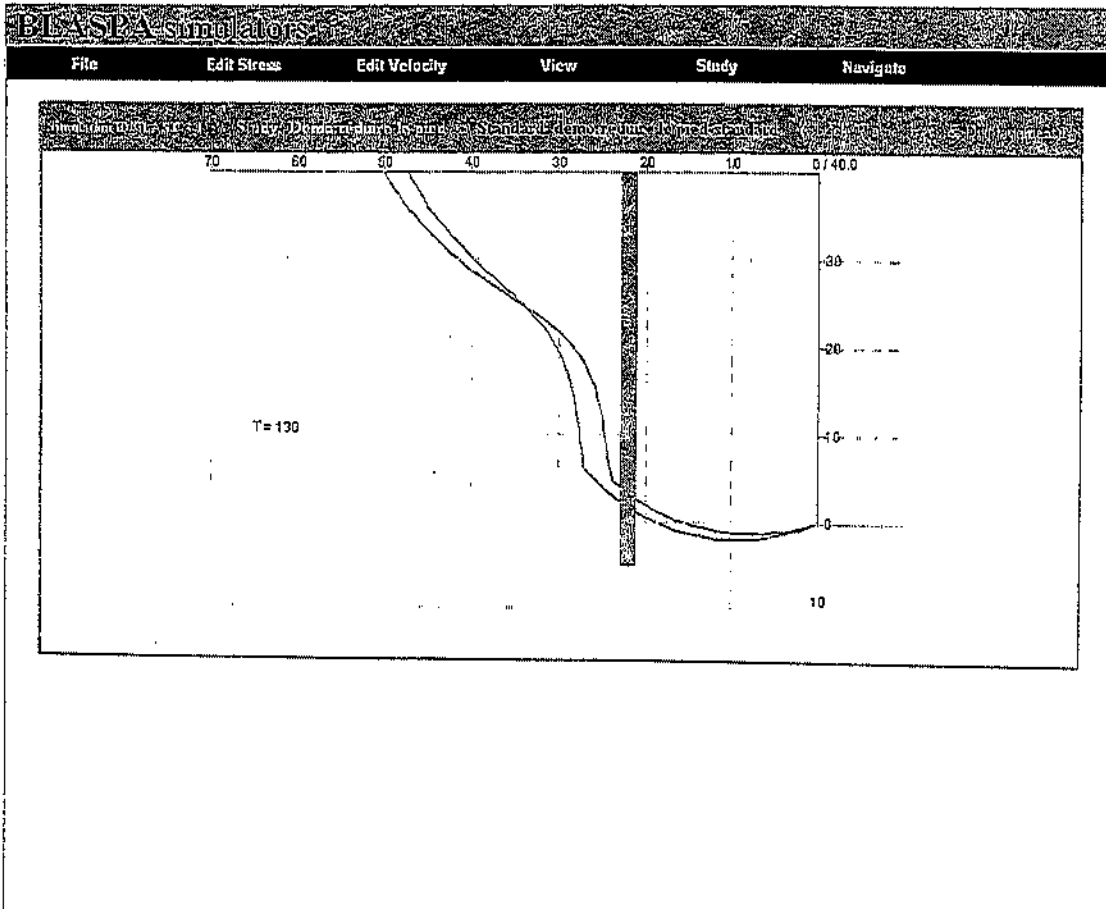


Tableau P: Élimination du pied en réduisant le fardeau de 25' à 20'

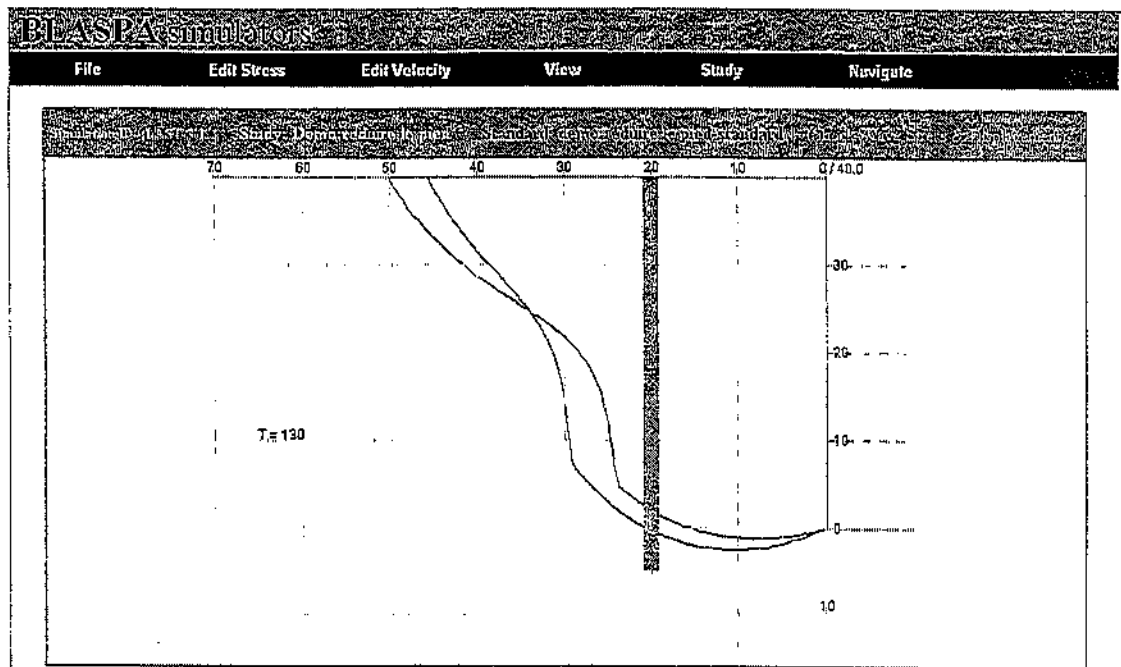


Tableau Q: Simulation qui explique la présence de blocs

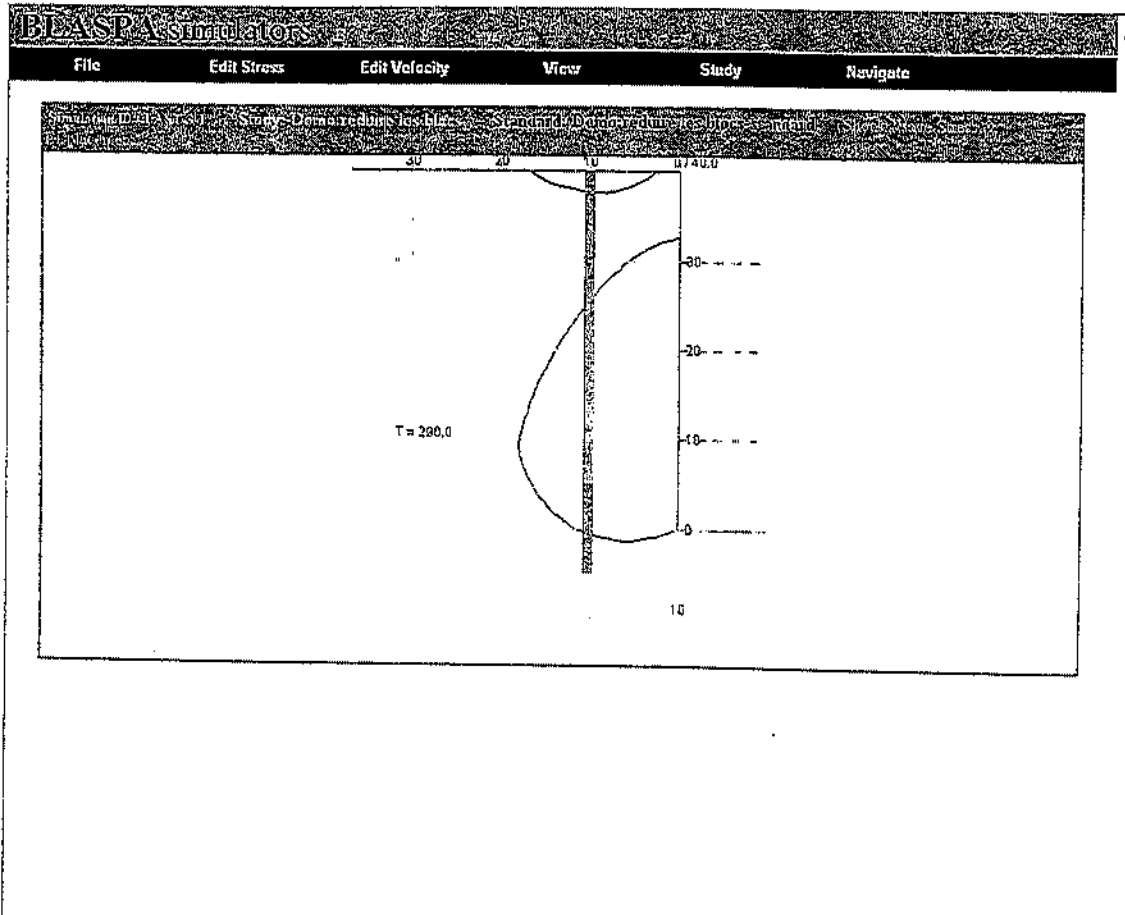


Tableau R: Réduction des blocs en haussant la longueur de Nitrate de 23' à 24'

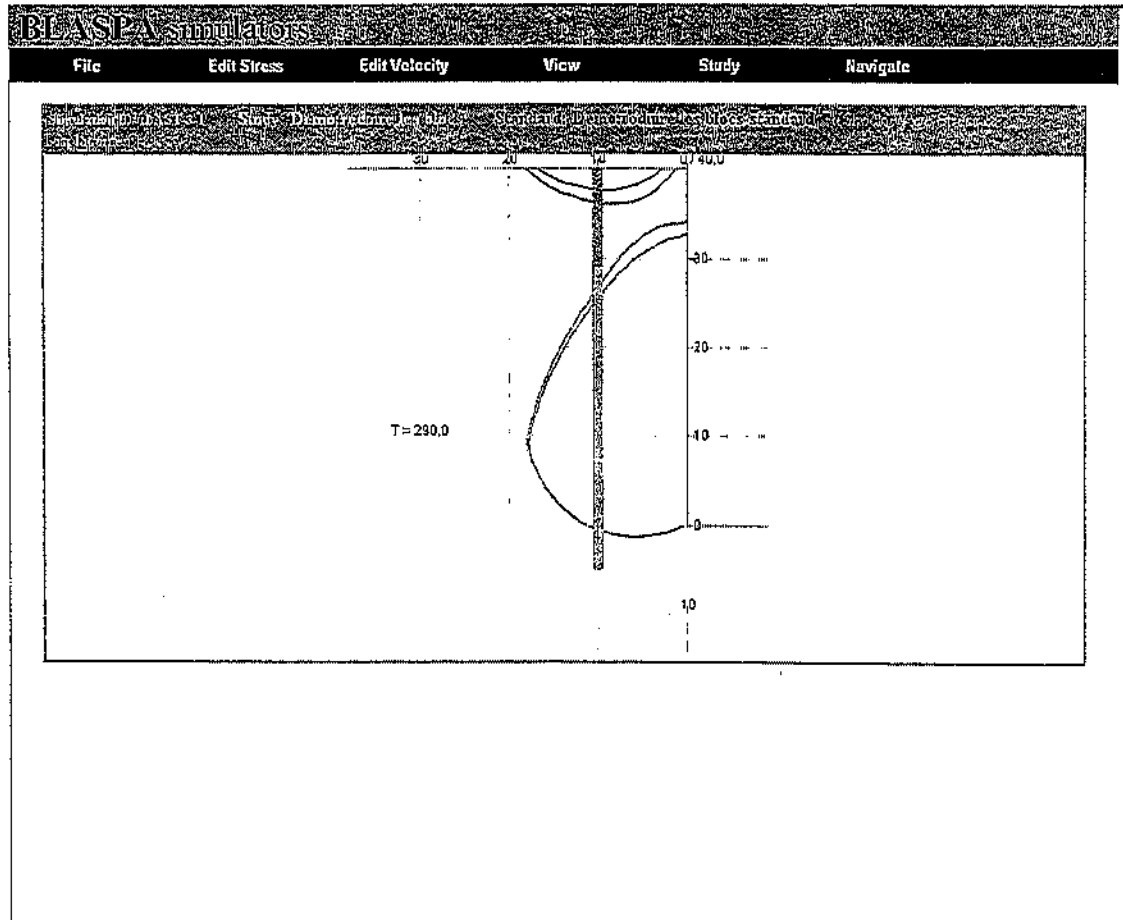


Tableau S: Élimination des blocs en haussant la longueur de Nitrate de 23' à 26'

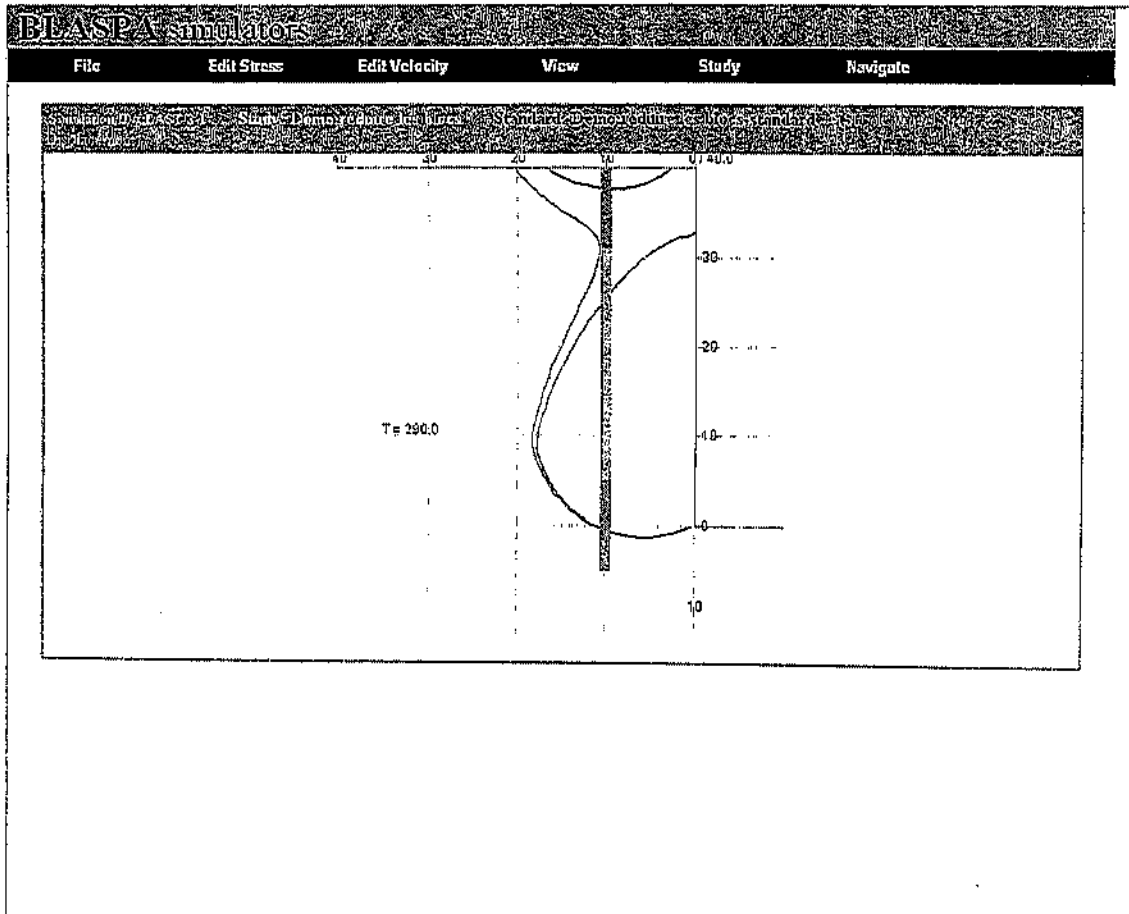


Tableau T: Simulation qui explique le marinage lent au fond de la pile

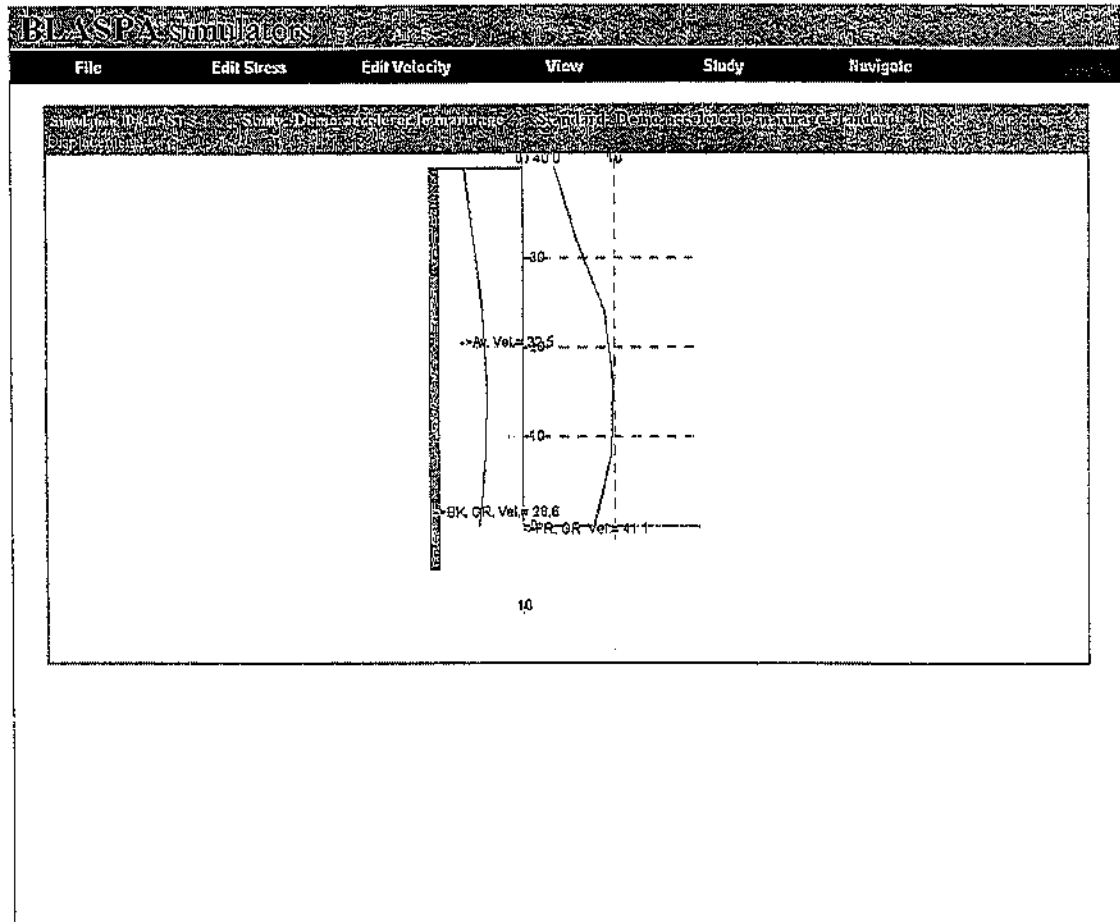


Tableau U: Accélération du marinage en ajoutant 5' de charge de fond de bouillie aluminisée

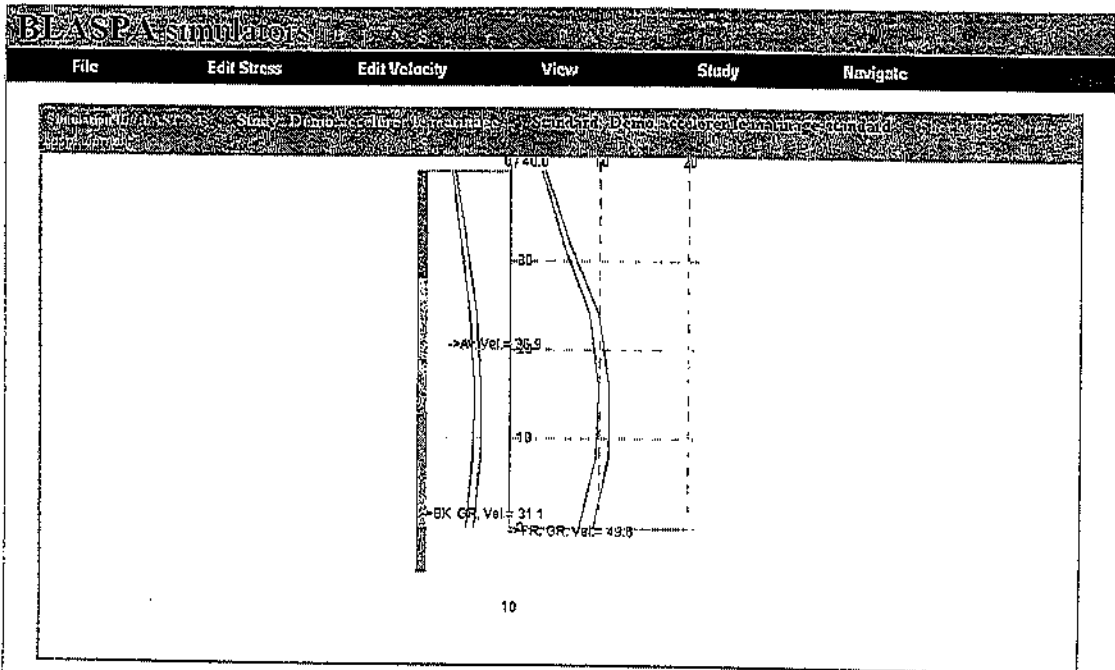


Tableau V: Accélération tout à fait adéquate du marinage en ajoutant 10' de charge de fond de bouillie aluminisée

