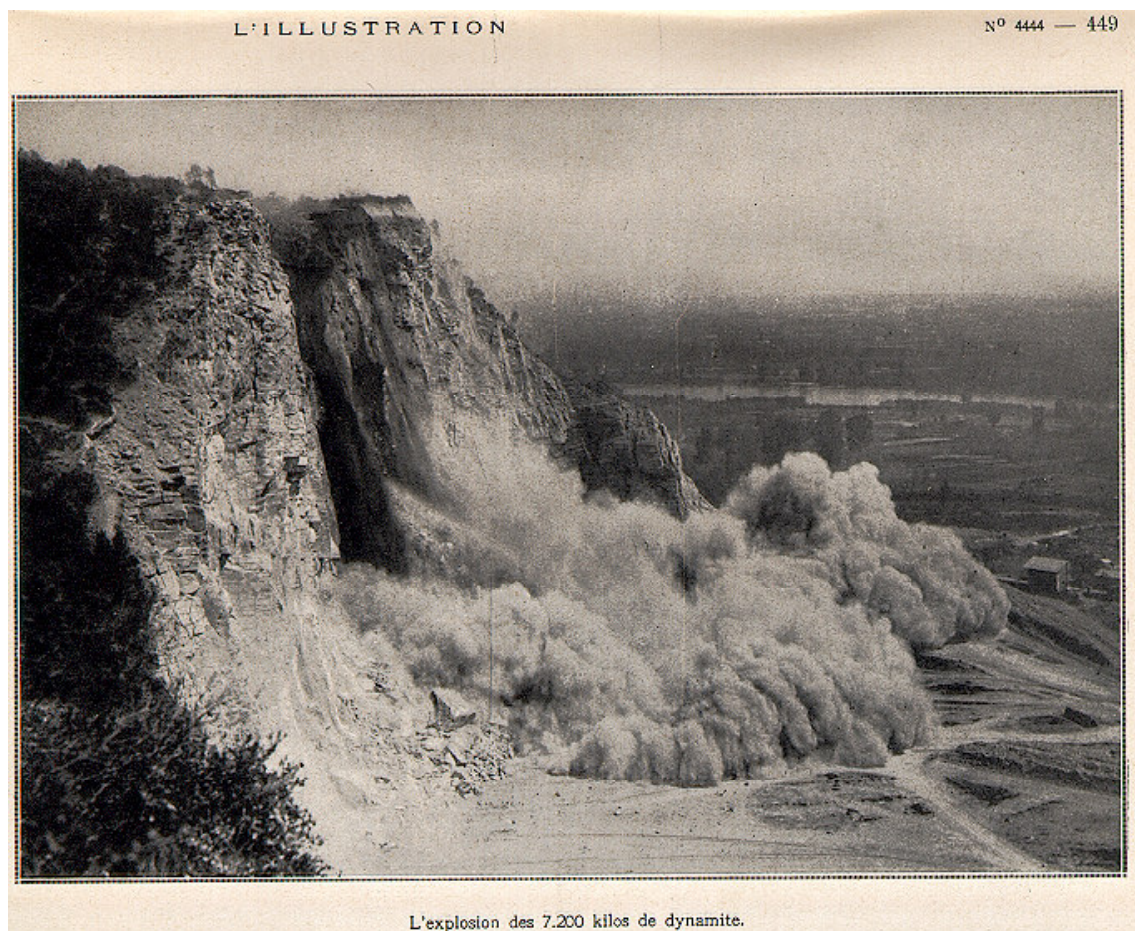


FICHES TECHNIQUES

TIR DE MINES ET SEISMES

Chacun connaît la devinette qui demande la différence entre une bombe et un obus : vu de près c'est la même chose ! Plus sérieusement, Pascal Bernasconi, responsable "recherche et développement" chez Yso Consultants, tente, pour les pages "fiches techniques" de M&C, une analyse comparative entre sismicité des tirs de mines et sismologie.



[1] Un front de 96 mètres, 7 200kg de dynamite dans 12 trous, 200 000 tonnes de roches abattues. Cela se passait en avril 1928 et « la secousse fut ressentie très loin » selon le journal de l'époque...

La sismicité des tirs de mines et la sismologie représentent deux échelles dans l'espace et dans le temps sensiblement différentes. Néanmoins ces deux domaines concernent la propagation des vibrations induites par un événement sismique si on met de côté le fait que les travaux à l'explosif sont associés à l'émission d'une surpression aérienne. Alors quelles différences y a-t-il entre un tir de mines et un séisme ?

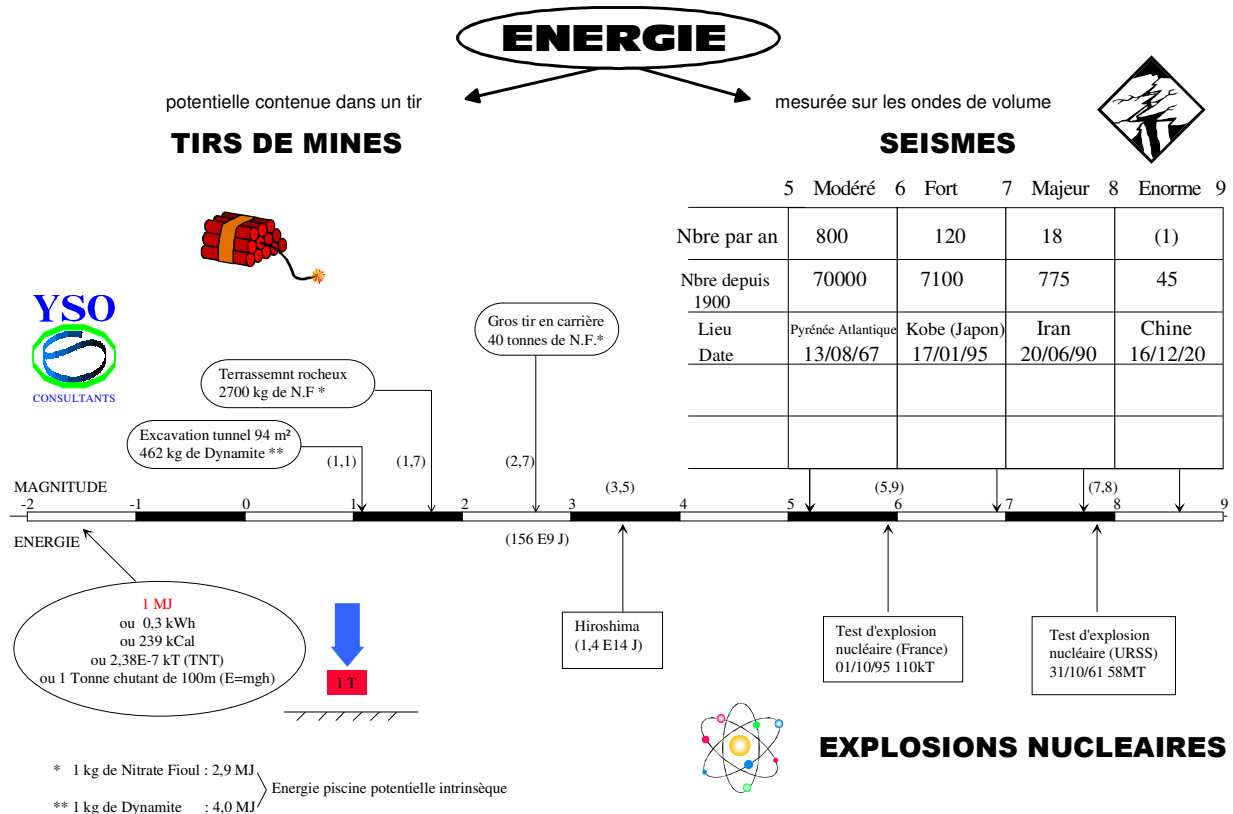
L'amplitude et la fréquence du phénomène sismique enregistré sont des paramètres fondamentaux qui les distinguent :

- en matière de tir de mines le sismologue parlera de très courte période (inférieure à 1 seconde) ;
- à l'inverse, le mineur considère un séisme comme un phénomène très basse fréquence (inférieure à 1 Hz).

Tout d'abord, il faut bien distinguer la cause, c'est-à-dire la source, dans un cas artificielle, dans l'autre naturelle. Les conséquences qui en découlent sont sans communes mesures, au sens propre comme au sens figuré. Pour un séisme, les effets secondaires catastrophiques sont nombreux avec des glissements de terrain, des fractures majeures, un changement du paysage et surtout des victimes. Les termes les plus graves pour désigner les conséquences d'un tir de mine sont loin de ces considérations. On parlera plutôt d'incidents, voire exceptionnellement d'accidents, somme toutes minimales par rapport aux autres types de risques industriels et *a fortiori* d'un risque naturel majeur, voire modéré.

Les caractéristiques de la source ou de l'émetteur

La mesure directe d'un séisme faite à plusieurs centaines de kilomètres de l'hypocentre permet d'appréhender la magnitude qui est relative à l'énergie dégagée par la source. Contrairement à un tir de mines, la source est généralement située en profondeur, dans un contexte géologique régional particulier, à l'échelle du globe avec des coordonnées *a priori* inconnues. À l'inverse,



le lieu, le volume et la quantité d'énergie potentielle contenue dans la charge explosive sont connues *a priori*.

Une remarque cependant s'impose : la détermination de l'énergie mesurée sur les ondes de volume pour un séisme est comparée sur la figure 2 à une énergie ramenée à la quantité d'énergie dite "piscine" mesurée par le fabricant dans un confinement aqueux. Elle ne correspond par conséquent en aucun cas à une énergie sismique dissipée. Les conditions de mise en œuvre, l'interaction explosif-roche et la séquence de mise à feu sont des facteurs déterminants dans l'efficacité de l'énergie explosive potentielle, le pourcentage de transformation en énergie sismique dans l'environnement par rapport à la fragmentation du rocher.

La manière d'appréhender le problème de la description de la source, que ce soit *a priori* pour les tirs de mines ou *a posteriori* pour les séismes, peut être approchée par une représentation analytique du mécanisme à la source en utilisant un tenseur des moments sismiques spécifiques. Pour une source artificielle, en l'occurrence explosive, la connaissance de la fonction source, qui représente la pression appliquée sur la paroi du trou pendant la détonation, est fondamentale.

L'intensité des dommages ou le récepteur

Il faut avant tout distinguer les effets ressentis par l'homme des dommages réellement occasionnés par l'événement sismique quel qu'il soit. Avant de s'intéresser aux dégâts éventuels, le fait de ressentir quelque chose reste très subjectif, en particulier dans le cas des tirs de mines où l'impact immédiat est d'une part attendu, d'autre part accompagné d'une surpression aérienne.

La notion de perception d'une vibration, si elle est absolue pour un capteur (à la précision près du capteur), reste très relative pour un être humain. Une vibration peut être ressentie par une personne et provoquer une gêne sans pour cela être nuisible pour la structure.

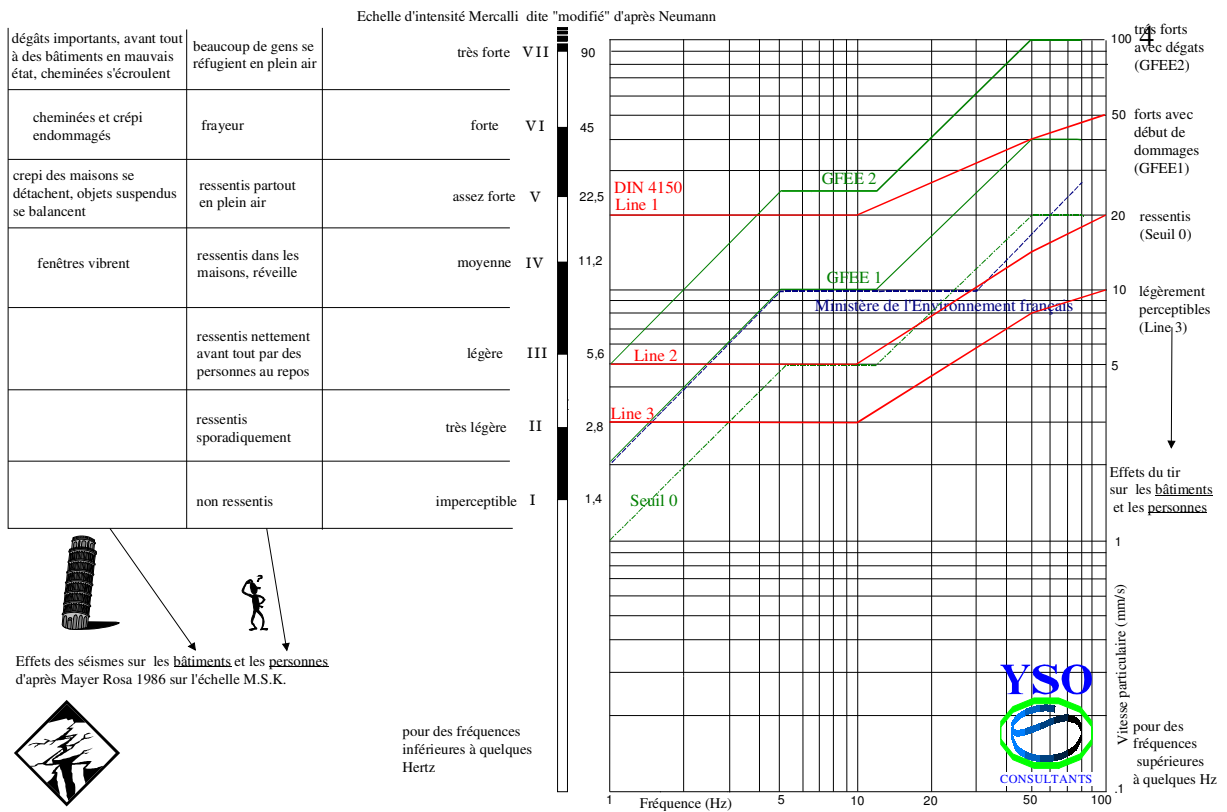
Les mesures utilisées pour évaluer les dommages aux structures sont difficilement comparables si on prend une échelle d'intensité utilisée par les sismologues ou les seuils limites pour les tirs de mines définis par les différentes normes à travers le monde dont les niveaux retenus montrent une grande disparité.

La législation fixe une limite en termes de vitesses particulières admissibles pour une structure, en fonction de la fréquence.

D'une manière générale la sollicitation d'une structure par des vibrations mécaniques dépendra du type de construction, des fondations et de la nature du sol. Il est, encore une fois, difficile de cerner les réactions d'un bâtiment quotidiennement influencé par ces paramètres. Dowding a, par exemple, étudié sur une maison instrumentée les petites déformations liées aux activités quotidiennes telles que claquements de porte, sauts, coups en tout genre, etc. ainsi que les changements d'environnement (température et humidité). Dans ce dernier cas, il a déduit un équivalent en vitesse particulière de plusieurs dizaines de millimètres par seconde. On pourrait peut-être dire que, dans certains cas, au-delà des seuils définis par la législation, le tir de mines se trouve être un révélateur de certaines anomalies au niveau du sol, des fondations ou du type de construction.

SEISMES

VIBRATIONS DUES AUX TIRS DE MINES



[3] Conséquences sur le récepteur

Les rapports de cause à effets

Agir sur la cause pour en maîtriser les effets c'est le rêve du sismologue mais pas du géophysicien qui travaille à la compréhension des événements sismiques induits par les tirs de mines. La relation entre les énergies mises en jeu et les intensités exprimées (quantitativement ou qualitativement) par une source naturelle ou artificielle n'est pas triviale. Une magnitude élevée peut correspondre à un degré faible sur l'échelle des intensités en milieu désertique par exemple. Le contexte géologique joue un rôle fondamental dans les deux configurations. Néanmoins, en ce qui concerne le tir de mines, le réglage d'autres paramètres tels que la géométrie et la performance de la charge sont possibles. On peut donc avoir une action plus pertinente sur les conséquences.

En matière de tir de mines, l'énergie potentielle explosive mise en œuvre est directement de la responsabilité de l'industriel. Le législateur impose une limite d'intensité à respecter. Toutefois, dans le domaine du minage, les normes appliquées restent très relatives car, paradoxalement, c'est avec une source connue de prime abord que l'on a le plus de difficultés à évaluer les effets directs sur les structures. Les conséquences d'un séisme ne font quant à elles aucun doute.

Science et subjectivité

La grande disparité des échelles d'intensité qualitative ou quantitative dont il est difficile de faire directement le lien avec l'énergie dissipée à la source laisse dans l'absolu une part importante à la subjectivité. Néanmoins, la sismologie aujourd'hui apporte des outils de simulation pour mettre un peu de science dans les techniques de minage et ainsi avancer objectivement dans la maîtrise de l'énergie explosive, en toute sécurité.

Il n'en demeure pas moins que, finalement, le meilleur moyen de faire la différence entre un tir de mines et un séisme... c'est peut-être de connaître les horaires des tirs en s'informant auprès des autorités locales compétentes ! •

[

Pascal Bernasconi*

* Docteur en géophysique industrielle de l'IPG Paris, responsable R&D chez YSO Consultants