FOCUS SÉCURITÉ

DÉCEMBRE 2026

France Ciment



Tirs de mine dans les carrières

Contexte général

Le tir de mine est l'opération d'abattage de la roche en carrière par explosifs.
C'est la première étape clé de l'extraction des matières premières (calcaire, marne, ...) nécessaires à la fabrication du ciment.
Le processus du tir de mine est très encadré par la réglementation (Règlement Général de l'Industrie Extractive (RGIE) - titre explosifs, le Code de l'environnement, l'arrêté préfectoral d'exploitation et l'arrêté d'utilisation dès réception (UDR) ou reprise en consignation, le Code du travail (protection des salariés) et le Code de la défense (sureté des produits explosifs)) et suit une séquence précise :



- Études géologiques et géotechniques : étude de la structure de la roche, des failles et de la qualité du gisement et mesure géométrique de la zone à abattre ;
- Conception du plan de tir : élaboré à partir des données géologiques (banc massif ou multicouches) et structurales (failles, karsts) et du profil des fronts (sous cavage, pied, ...), le plan de tir définit le diamètre des trous, la hauteur du front, la distance des trous au front libre (banquette) et leur espacement (maille), la profondeur des trous et leur inclinaison, le nombre de trous, le volume abattu, le type d'explosif, la charge explosive par trou, la charge unitaire (par détonateur), la quantité totale d'explosif, les retards et le schéma d'amorçage et la séquence de mise à feu ;
- Foration : des foreuses sur chenilles percent des trous verticaux ou inclinés selon le plan de tir. Une fois les trous réalisés, ils sont ensuite vérifiés pour d'éventuelles modifications du plan de tir prévisionnel (chargement des explosifs, bourrage intermédiaire, retard, ...) ;
- Chargement des trous : mise en place de l'explosif avec généralement une charge de pied (cartouches) et un détonateur, suivie d'une charge de colonne (souvent de l'ANFO — nitrate d'ammonium plus fioul, ou des émulsions encartouchées/en vrac, ou alors recours à une Unité mobile de fabrication des explosifs (UMFE)), et d'un bourrage en partie supérieure du trou ;
- Contrôles de sécurité avant tir : le boutefeu vérifie l'ensemble du tir - chargement des trous, quantités d'explosif par trou, raccordements, zone de sécurité, absence de personnel et de riverains, conditions météo (vent, plafond nuageux, orages, visibilité), procédure de mise à feu ;
- Mise à feu : déclenchement électronique ou non électrique après le déploiement de la procédure de tir (mise en place de sentinelles selon le périmètre de sécurité, blocage de routes, signal sonore annonçant le tir) ;
- Contrôle post-tir : attente réglementaire des 3 min, vérification de l'abattage, détection de ratés, contrôle de la granulométrie (taille des blocs), vérification de l'absence de zones instables à purger, autorisation d'accès si absence d'anomalies et après dissipation des fumées.

Au niveau national, **8 accidents** liés aux tirs de mine dans les carrières ont été recensés, **entre 2002 et 2025** dans la base ARIA du BARPI (Bureau d'analyse des risques et pollutions industrielles), rattaché à la Direction générale de la prévention des risques (DGPR).
Au sein du secteur cimentier, **deux accidents** en lien avec les opérations de tirs de mine ont été enregistrés, respectivement en **2018 et en 2026.**

DESCRIPTIF DES ACCIDENTS

CIRCONSTANCES

Techniques

- Mauvais dimensionnement du plan de tir (maille inadaptée, surcharges explosives)
- Défaut de bourrage (insuffisant ou mal compacté)
- Déviation des forages (trous non conformes au plan)
- Utilisation d'explosifs inadaptés au contexte géologique

Organisationnelles

- Procédure de tir incomplète ou non respectée
- Défaut de coordination entre foreurs, boutefeu et production
- Pression de la production (réduction des temps de préparation)
- Absence de supervision du tir par un responsable qualifié
- Signalisation insuffisante du périmètre de sécurité
- Formation insuffisante du personnel au risque explosif

Humaines

- Erreur de manipulation des explosifs
- Non-respect des consignes de sécurité
- Manque de formation ou habilitation insuffisante
- Mauvaise appréciation des distances de sécurité
- Précipitation ou pression de la production
- Communication défaillante entre équipes

Environnementales

- Conditions météorologiques défavorables (vent fort, pluie)
- Topographie complexe (falaises, fractures naturelles)
- Vibrations transmises à des structures fragiles
- Instabilité naturelle du front de taille
- Conditions de visibilité réduite (poussières, brouillard)

CONSÉQUENCES

- Blessures graves
- Brûlures
- Fractures
- Décès

Exemples d'accidents réels au sein de cimenteries

1. Lors d'un tir de mine en carrière, des **projections** de blocs rocheux pouvant atteindre une **dizaine de kilogrammes** ont été observées **jusqu'à plus de 450 mètres**, provoquant des **dommages** sur les **toitures** de plusieurs habitations ainsi que sur deux **hangars** agricoles.
   À la suite de cet événement, l'inspection des installations classées s'est rendue sur le site afin d'évaluer la situation. L'analyse a mis en évidence des anomalies dans le chargement des explosifs, notamment une charge spécifique excessive, ainsi que deux facteurs aggravants liés à la conception du tir : l'orientation du front en direction des zones habitées et l'inclinaison du tir.
   En réponse, l'exploitant a renforcé la formation des agents de maîtrise à la conception des plans de tir, instauré une formalisation systématique et un contrôle rigoureux des charges spécifiques pour chaque tir, et décidé de recourir à une assistance technique externe pour les opérations réalisées dans des configurations sensibles, notamment à proximité de zones habitées.

2. Un accident similaire s'est produit dans une autre cimenterie, à la suite de la **projection** d'un bloc de pierre **d'environ 3 kg** à une distance de **400 mètres,** atteignant **l'autoroute longeant la carrière.** Cet événement n'a heureusement fait aucune victime.
   À la suite de cet accident, une enquête a été menée et l'analyse des causes a mis en évidence plusieurs facteurs contributifs, notamment le manque d'expérience du boutefeu, une sous-estimation de la quantité d'explosifs nécessaire ainsi qu'un défaut de validation technique préalable.
   Plusieurs mesures correctives ont été mises en œuvre, parmi lesquelles l'approvisionnement de la carrière en tapis de protection habituellement utilisés en milieu urbain lors des tirs de mine ; l'élaboration d'une liste de vérification (check-list) à compléter avant, pendant et après chaque tir ; la révision du dossier de prescriptions de tir, avec notamment l'intégration de tapis antiprojections (constitués de bandes de roulement de pneus recyclées) ; l'obligation de filmer chaque tir afin de faciliter l'analyse et le retour d'expérience.

Exemples de tapis antiprojections en cimenterie





Utilisation d'un tapis antiprojection
(Source : Adhérent France Ciment)

Comment j'évite ce genre d'accident ?



1	**Adapter la conception technique du tir** en maîtrisant la charge explosive, le bourrage et les paramètres de foration **en fonction des caractéristiques du massif.** Cela passe inévitablement par une mesure géométrique préalable de la zone à miner afin de disposer de données fiables pour le dimensionnement du tir. Un profilage du front est réalisé systématiquement pour la conception des tirs. Le profilage sera réalisé au DRONE autant que faire se peut, sauf aléa de météo, ou profileur laser 3D en remplacement, avec impression papier des graphiques (2D ou 3D).
2	**Définir une géométrie de tir sécurisée** en tenant compte du pendage (inclinaison des couches) et de l'orientation des couches, en évitant toute orientation ou inclinaison susceptible de provoquer des projections vers les zones sensibles.
3	Mettre en place une **organisation rigoureuse des tirs avec des procédures formalisées,** une validation des plans de tir par une **personne compétente autre que le concepteur du tir,** le respect strict des périmètres de sécurité, et le blocage de routes si nécessaire.
4	**Former et habiliter le personnel** afin de garantir la compétence des intervenants, la supervision des sous-traitants et le respect des consignes de sécurité.
5	**Intégrer les conditions environnementales** (géologie, proximité de tiers, météo) dans la préparation et la réalisation des tirs.
6	Assurer **un suivi et une amélioration** continue grâce à des **contrôles post-tir**, des réunions de revue régulières adaptées avec le ou les sous-traitants (trimestrielles, semi annuelles, annuelles) et à **l'exploitation du retour d'expérience.**

Bonnes pratiques de l'entreprise



1 Conception du tir

Adapter précisément le plan de tir à la géologie et aux conditions du massif pour limiter les vibrations et les projections.

2 Foration

Garantir des trous de mines conformes au plan (profondeur, diamètre, position) pour assurer un tir maîtrisé. Vérification des profondeurs, inclinaisons des trous et de la banquette (sondes).

3 Chargement des explosifs

Respecter strictement les quantités et la répartition des explosifs, pour éviter toute surcharge, ainsi que la charge unitaire, pour les vibrations. Il est toutefois rappelé que le boutefeu doit, conformément à ses prérogatives, adapter le plan de tir au moment du chargement s'il constate sur le terrain des conditions différentes de celles prévues lors de son élaboration.

4 Amorçage et détonation

Utiliser un système de mise à feu conforme et contrôlé pour éviter les ratés de tir.

5 Bourrage

Respecter le bourrage minimal et assurer un confinement efficace des explosifs pour empêcher les projections de blocs, en utilisant les matériaux de bourrage adapté (type gravillons propres) et en proscrivant l'utilisation de *cutting* de forage des trous de mines.

6 Sécurisation du périmètre

Appliquer une procédure de tir formalisée définissant clairement le périmètre de sécurité, la surveillance du site, le périmètre des routes à bloquer pour le tir, la localisation et les missions des sentinelles, ainsi que les modalités de mise à feu et de reprise des activités. Cette procédure doit notamment prévoir un signal sonore spécifique, identifié et connu de l'ensemble du personnel, pour annoncer le début du tir, ainsi qu'un second signal sonore distinct indiquant la fin de la procédure de tir et l'autorisation de retour aux postes d'exploitation.

7 Organisation et discipline

Appliquer des procédures strictes avec validation formelle de chaque étape du tir.

8 Formation du personnel

Former régulièrement les équipes pour réduire les erreurs humaines liées aux explosifs (maintien annuel des connaissances). À noter également que le certificat de préposé au tir est soumis règlementairement à un recyclage annuel.

9 Conditions environnementales

Adapter ou reporter le tir en cas de conditions météo (orage en particulier) ou conditions géotechniques défavorables.

10 Surveillance et retour d'expérience

Mesurer les effets du tir et analyser chaque opération pour améliorer la sécurité. Les tirs seront filmés (drone autant que faire se peut) et chaque tir fera l'objet d'un procès-verbal de réception validé en commun qualifiant le tir (étalement des matériaux, projections, granulométrie, % visuel de blocs hors norme, ressenti vibratoire et acoustique, ...).

11 Gestion des ratés de tir

Appliquer une procédure stricte et spécialisée pour sécuriser la zone, prévenir les autorités et définir le plan d'action pour neutraliser tout explosif non-déclenché. Les opérations de tir sont fréquemment confrontées à des situations particulières. À cet égard, le contenu pédagogique du certificat de préposé au tir intègre des règles et dispositions spécifiques permettant de gérer ces cas de manière appropriée et sécurisée.

L'ensemble des mesures organisationnelles, techniques et de sécurité mises en œuvre par l'entreprise doit être formalisé et intégré au dossier de prescriptions relatif aux opérations de forage et de minage, afin de garantir leur traçabilité, leur application et leur prise en compte par l'ensemble des intervenants concernés.