

LES EFFONDREMENTS DE TRANCHEE DANS LES CHANTIERS DE BATIMENTS ET DE TRAVAUX PUBLICS

S. KOULOUGHLI

Département de Génie Civil – Faculté des Sciences de la Technologie
Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie

Reçu le 28 Octobre 2014 – Accepté le 13 Avril 2015

Résumé

Dans le monde du travail, le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) se taille la part du lion dans les accidents selon les déclarations des responsables du secteur. Ils font d'ailleurs un lien direct entre ce nombre élevé d'accidents et le boom que connaît ce secteur avec ses nombreux chantiers qu'on observe dans toutes les régions du pays.

Les accidents relevant des effondrements de tranchées représentent un pourcentage important dans ce décompte macabre malgré l'absence de statistiques fiables.

Cet article présente une investigation sur de récents accidents liés à des effondrements de tranchées. Il présente également les standards et les exigences à observer afin de mettre un terme aux pratiques dangereuses dans la réalisation des travaux d'excavation et de tranchées sur les différents chantiers de BTP.

Mots clés : BTP, accidents, effondrement de tranchées.

Abstract

In the world of labour, a large percentage of accidents is related to the construction industry according to statements from responsables in the field. They draw a direct link between the high number of accidents and the booming activity observed all over the country in the many construction sites.

Trenching accidents account for a high percentage in the total fatalities and injuries while complete and accurate records in trenching incidents are not maintained.

This paper presents an investigation on recent trenching-related accidents. The paper discusses also the existing excavation and trenching standards and requirements in order to put an end to bad practices on the building sites

Key words: Construction industry, trenching accidents.

في عالم الشغل، قطاع البناء و الأشغال العمومية يستحوذ على حصة الأسد فيما يخص الحوادث المهنية و ذلك حسب تصاريح مسؤولي القطاع أنفسهم. و يربطون بين العدد المرتفع لحوادث العمل و النمو الذي يعرفه ميدان البناء و ما تبعه من ارتفاع في عدد الوفيات في جميع أنحاء .

أن الحوادث المهنية التي تعود إلى انهيار أعمال الحفريات تمثل الجانب الأكبر في مجموع الحوادث بالرغم من غياب الإحصاءات الدقيقة.

هذا العمل يقدم بحث عن الحوادث المهنية الأخيرة و المتعلقة بالإنهيارات في أعمال الحفر من جهة و يقدم المعايير و الطرق للحد من هذه المأساة في الوفيات المختلفة من جهة أخرى

ت مفتاحياً : البناء، الحوادث المهنية، أعمال الحفريات

Un tiers des accidents du travail enregistré à l'échelle nationale sont localisés dans le secteur d'activité du BTHP selon les statistiques de la CNAS. Le nombre d'accidents a avoisiné les 50 000 en 2013 et le secteur du BTHP se classe chaque année à la tête des activités économiques à risque avec 25% des accidents enregistrés [1]. L'Algérie a recensé 619 décès en 2013, suite aux accidents du travail, soit une hausse de 8% par rapport à 2012 et plus de 50% de ces décès ont eu lieu sur les chantiers du bâtiment et des travaux publics (tableau.1).

Tableau 1 : Répartition des accidents du travail (décès) par secteur d'activités en 2013 (source : Caisse Nationale d'Assurance Maladie des travailleurs salariés, Octobre 2014)

Intitulé de l'activité	Décès 2013
Bâtiment et TP	58,6%
Transports	20,7%
Métallurgie	6,9%
Alimentation	6,9%
Bois ameublement	6,9%
Chimie, caoutchouc	0,0%
Commerce non alimentaire	0,0%
Services	0,0%

Le tableau 2 montre le dénombrement des décès enregistrés en 2013 pour quelques types d'activités du BTHP.

Tableau 2 : Dénombrement des décès pour quelques types d'activités en BTHP en 2013 (source : Caisse Nationale d'Assurance Maladie des travailleurs salariés, Octobre 2014)

Type d'activité	Nombre de décès	Part dans le total des décès
Travaux de maçonnerie générale et gros œuvre	31	21,4%
Travaux de terrassement	16	13,8
Travaux électriques	9	6,2 %
Travaux de peinture et vitrerie	8	5,5%
Travaux de charpente	6	4,1%
Travaux de menuiserie métallique	2	1,4%
Autres travaux de construction	2	1,4%

Les accidents liés aux travaux de creusement de tranchées constituent un pourcentage important dans le lot de drames qui endeuillent nos chantiers comme le montrent les statistiques ci-dessus de plus ces accidents touchent une population jeune et dans la force de l'âge (figure 1).

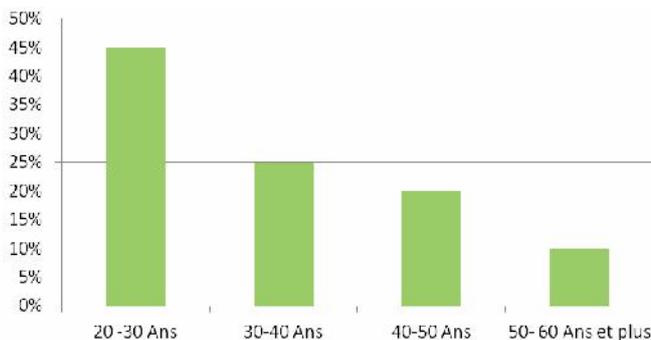


Figure 1 : Tranches d'âges touchées par les accidents d'effondrement des tranchées (statistiques établies par l'auteur)

En plus des décès, les blessures et les handicaps causés par la pratique dangereuse des travaux de creusement de tranchées représentent aussi des coûts élevés direct et indirect pour l'industrie du BTP. Les coûts directs représentent les frais médicaux et les compensations versées aux ouvriers. Les coûts indirects concernent, les pertes en productivité parmi l'ensemble des ouvriers, les poursuites judiciaires, une chute dans le morale des travailleurs surtout dans les cas de mortalité.

1. CAUSES DES ACCIDENTS

Les excavations représentent une des activités les plus risquées en construction à cause du phénomène d'effondrement (figure 2).

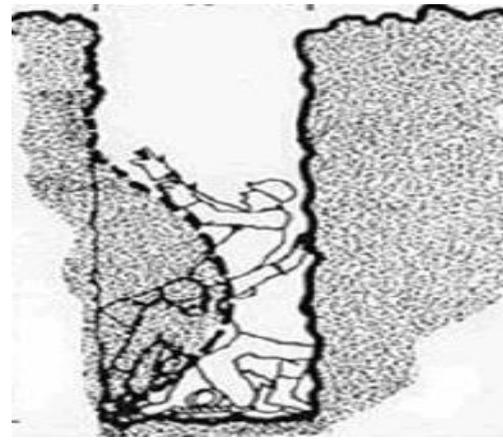


Figure 2 : Effondrement d'une tranchée

En général les accidents d'effondrement de tranchées sont dus à une préparation inadéquate de l'opération, du personnel inexpérimenté, un manque d'équipements appropriés [2].

Plusieurs facteurs tels que des fissures, l'eau, les vibrations, la météo et des excavations antérieures peuvent affecter la stabilité de la tranchée. Le temps est un facteur critique. Certaines tranchées peuvent demeurer ouvertes pendant de longues périodes, puis s'effondrer soudainement sans raison apparente.

Les principaux facteurs affectant la stabilité d'une tranchée sont le type de sol, l'humidité, les vibrations, la surcharge, l'excavation antérieure, des fondations existantes et la météo.

- **Teneur en humidité :** la quantité d'humidité dans le sol a un grand effet sur sa résistance. Une fois la tranchée ouverte, ses parois sont exposées à l'air. La teneur en humidité du sol commence à changer presque immédiatement et la résistance des parois s'en trouve affectée (ramollissement du sol). Plus une excavation demeure exposée à l'air libre longtemps, plus le risque d'effondrement augmente.
- **Les vibrations :** les vibrations provenant de différentes sources peuvent affecter la stabilité d'une tranchée. Les parois de la tranchée sont affectées par les vibrations causées par la circulation des engins ou les opérations de

construction telles que les terrassements, le compactage des sols, le battage des pieux. Toutes ces activités peuvent contribuer à l'effondrement des parois d'une tranchée.

- **Les surcharges :** une surcharge est un poids ou une charge excessif qui peut affecter la stabilité de la tranchée.

Par exemple, le sol excavé empilé près de la tranchée peut exercer une pression sur la paroi. Le placement des déblais est donc une opération très importante. Les déblais doivent être déposés aussi loin que possible du bord de la tranchée. L'équipement mobile et les autres matériaux stockés à proximité de la tranchée peuvent ajouter une surcharge qui affectera la stabilité de la tranchée.

La distance minimum requise entre le bord de la tranchée et le pied de la pile de déblais est de 1mètre (figure 3). Cette distance doit être plus grande pour les tranchées plus profondes.

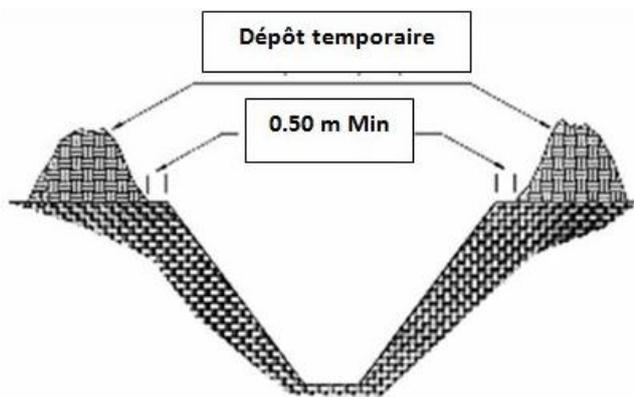


Figure 3 : Placement temporaire des sols excavés près de la tranchée

- **Excavation antérieure :** les anciennes tranchées pour services publics qui croisent ou qui sont parallèles à la nouvelle tranchée peuvent affecter sa résistance et sa stabilité. Le sol autour et entre ces anciennes excavations peut être très instable. Ce type de sol ne tiendra pas à moins d'être incliné ou étayé.
- **Les fondations existantes :** Autour de la plupart des tranchées et des excavations, il y a une zone de faille ou les surcharges, les changements de l'état du sol peuvent causer un effondrement. Lorsque la fondation d'un bâtiment adjacent à la tranchée ou à l'excavation se prolonge dans cette zone de faille, cela peut causer un effondrement de la tranchée.
- **La météo :** La pluie, la neige fondante, le dégel du sol, les égouts sanitaires peuvent modifier l'état du sol. En effet, l'eau peut réduire la cohésion du sol quelque soit sa nature. Si le sol est gelé, cela ne signifie pas qu'on réduise l'étalement ou qu'une charge plus importante sera supportée. Le gel pénètre seulement jusqu'à une certaine profondeur.

2. STANDARDS ET SPECIFICATIONS

L'organisme de la sécurité et de la santé du ministère du travail des Etats Unis d'Amérique (OSHA) définit une excavation comme une cavité, une tranchée ou une dépression faite par l'homme sur la surface de la terre par enlèvement du sol [3].

Une tranchée est définie toujours selon l'OSHA comme étant une étroite excavation sous la surface du sol dans laquelle la profondeur est plus grande que la largeur et ne doit pas excéder 4,50 mètres (Figure 4). Le creusement de tranchée est une activité courante dans les travaux publics pour l'installation ou la réparation des câbles souterrains et des canalisations.

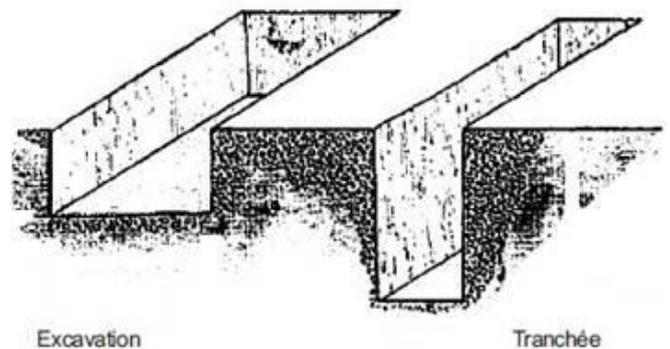


Figure 4 : Différence entre excavation et tranchée

Si la profondeur d'une tranchée dépasse 1,50 mètres, elle doit impérativement être équipée d'un système de protection lorsque les ouvriers sont à l'intérieur de la tranchée. Au-delà de 1,20 mètres de profondeur, la tranchée doit comporter des moyens d'accès, une échelle par exemple, chaque 7,50 mètres horizontalement (mètre linéaire) [4].

En plus de ces considérations techniques, le code fédéral U.S des lois et des réglementations de l'emploi dans la construction exige une inspection journalière du site par une personne compétente afin de s'assurer que les risques associés aux effondrements de tranchées sont éliminés avant d'autoriser l'accès aux ouvriers. Les compétences de l'inspection doivent être en mesure, entre autres, de :

- Classifier les types de sols sur site,
- Connaître les différents types de système de protection et comment les utiliser correctement,
- Reconnaître les situations dangereuses; avoir l'autorité pour arrêter le travail et posséder le savoir pour procéder à la correction de ces situations.

3. CLASSIFICATION DES SOLS

La capacité de déterminer correctement le type de sol est capitale du moment que cette donnée est déterminante dans le choix du système de protection contre les effondrements.

Le sol est un mélange de gravier, de sable, de silt, d'argile, d'eau et d'air dans des proportions très variables selon le type de sol. Les quantités de chacune de ces proportions vont déterminer son degré de cohésion, c'est à dire comment le sol 'va tenir' lors d'une excavation. En principe un sol cohésif est un sol où domine les argiles. Il ne s'effondre pas facilement et les tranchées dans ce type de sol sont en général assez stables. Cependant, ces sols, lorsqu'ils sont saturés (pores remplis d'eau), sont particulièrement dangereux dans les travaux d'excavation.

L'OSHA classe les sols des tranchées en 04 grandes catégories : les sols rocheux, les sols de type A, les sols de type B et les sols de type C. Dans les formations géologiques multicouches, le sol est classé sur la base de la formation la plus faible. Les sols rocheux sont les plus stables et les sols de type C sont ceux qui sont les moins stables.

Une manière d'assurer que les parois d'une tranchée ne s'affaissent pas est de les incliner en talus. Le type de roche ou de sol dicte la configuration à donner à la tranchée. Le tableau 2 montre les pentes admissibles pour tous les types de sols [5].

Tableau 2 : Dénombrement des décès pour quelques types d'activités en BTHP en 2013 (source : Caisse Nationale

Types de sol	Rapport (H : V)	Pente (°)
Roche	vertical	90°
Type A	3/4 : 1	53°
Type B	1 : 1	45°
Type C	1.1/2 : 1	34°

Deux tests au minimum sur le sol, un visuel et un manuel, doivent être menés sur chaque site devant recevoir des travaux d'excavations (tranchées). Le test visuel consiste à observer le sol excavé et à vérifier sa consistance. La mesure de la résistance au cisaillement non confinée ($Q=2Cu$) par un simple pénétromètre de poche représente un test manuel simple et efficace.

Dans beaucoup de projets de construction, des travaux sont souvent entrepris sur des sites anciennement excavés, ces sols doivent être considérés du type C quelque soit leur nature. En général, plus le sol est faible du point de vue de cohésion, plus la protection doit être importante.

4. LES SYSTEMES DE PROTECTION

Les systèmes de protection sont des méthodes pour mettre à l'abri les ouvriers contre le risque de l'effondrement de la tranchée. Si l'excavation est d'une hauteur de moins de 1.50m aucun système de protection n'est requis selon l'OSHA en l'absence d'un signe évident de danger. Pour les tranchées dont les profondeurs varient entre 1,50 mètres et 6,00 mètres, les systèmes de protection peuvent être de différentes natures [6] :

- Protection par étaielements de la tranchée,
- Protection par un rideau de palplanches,

- Protection par un caisson de tranchée (shield),
- Protection par adoucissement de la pente,
- Protection par création de gradin (benching).

Il appartient au chef de chantier et à son staff de déterminer le système le mieux adapté à leur chantier. L'adoucissement de la pente et la création de gradin dans les travaux de tranchée nécessitent un espace chantier qui peut ou ne pas être disponible. L'étaielement lui, permet une utilisation optimale des excavations verticales et offre 02 types de mise en œuvre. L'étaielement en bois est composé de planches verticales alignées (figure 5).

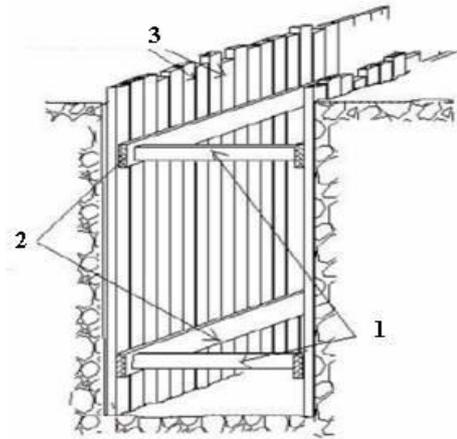


Figure 5 : Etaielement en bois

Ce système est facile à monter se compose des éléments suivants : (1) béquilles (2) moises et (3) palplanches. L'étaielement hydraulique, fait en aluminium parfois en acier, est de plus en plus utilisé.

Un écran appelé aussi caisson de tranchée (fig.6) est un autre système de protection très commun et qui représente une solution très efficace quand des installations horizontales continues sont envisagées. L'écran est placé puis traîné dans la tranchée pendant que le travail progresse. Les ouvriers doivent se tenir en dehors de la tranchée quand l'écran est déplacé. Ces caissons de tranchée peuvent être placés l'un sur l'autre et doivent dépasser d'au moins 45 centimètres au-dessus du niveau de la tranchée

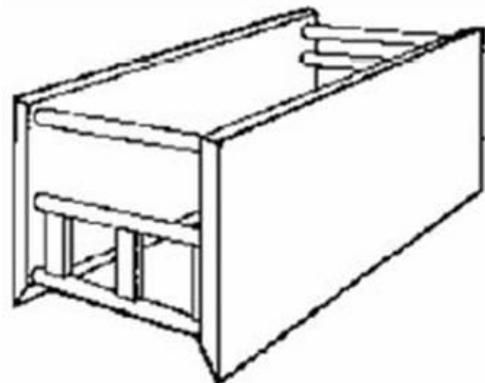


Figure 6 : Caisson de tranchée (trench box)

Que la tranchée soit protégée par des talus, des caissons ou des étaitements, elle doit contenir une échelle afin que les ouvriers puissent y entrer et en sortir facilement (figure 7).

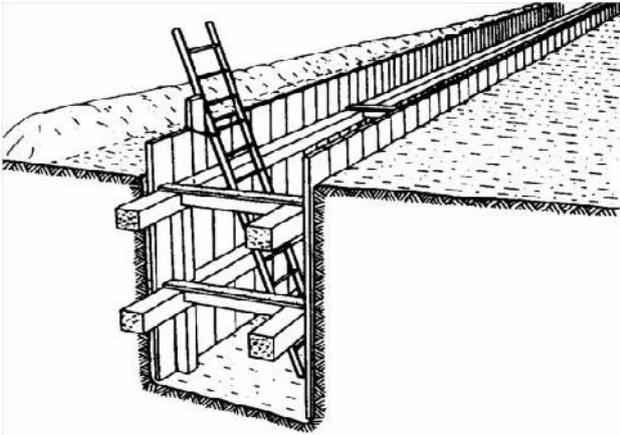


Figure 7 : Echelle dans la zone étagée

Les échelles doivent être placées dans la zone protégée par l'étalement ou un caisson de tranchée. Elles sont solidement attachées et doivent se prolonger d'au moins 1mètre au-dessus de l'étalement ou du caisson. Les échelles doivent être placées le plus près possible de l'endroit où travaillent les ouvriers et jamais à plus de 7.5 mètres. Elles sont inspectées périodiquement pour des signes de dommages.

5. INSPECTION ET CONTROLE DES EQUIPEMENTS DE PROTECTION

Tous les ouvriers sont responsables de l'inspection. Peu importe la méthode de protection choisie, elle doit être inspectée périodiquement afin de s'assurer qu'elle demeure saine et fiable. La surface voisine de l'aire de la tranchée doit être inspectée pour détecter des fissures de tension qui peuvent se développer parallèlement à la tranchée. Si des fissures apparaissent, il faut vérifier le système de protection.

CONCLUSION

Les travaux de tranchée et d'excavation figurent parmi les plus dangereux de l'industrie de la construction. Trop de travailleurs ont été blessés sur ce type de chantier, certains y ont même laissé leur vie. Les décès dans les tranchées sont, la plupart du temps, causés par l'ensevelissement d'ouvriers par suite de l'effondrement des parois. Cependant, il est possible de prévenir ce genre de scénario par une planification rigoureuse des travaux.

Pour prévenir le risque d'effondrement et protéger les travailleurs, il s'agit d'étayer les parois de la tranchée quand c'est nécessaire, c'est-à-dire installer un système de

retenue des parois en utilisant l'une des 04 méthodes suivantes:

- L'étalement en bois,
- Le caisson de tranchée,
- Les palplanches,
- Le reprofilage de la pente.

La compétition intense dans l'industrie de la construction, où les projets sont attribués sur la base du moins disant sans prendre en compte l'aspect sécurité militaire contre l'implémentation de pratiques saines dans le domaine du creusement des tranchées en particulier et celui de la construction en général. Pourtant les accidents du travail ne doivent pas être perçus comme une fatalité mais comme un dysfonctionnement de l'entreprise car la sécurité doit être gérée et intégrée dans le management de cette dernière.

L'auteur recommande les stratégies suivantes pour éviter les accidents et les décès liés aux effondrements de parois de tranchées :

- Mener des campagnes de sensibilisation sur les aléas liés au creusement des tranchées et plus particulièrement le danger de l'effondrement des parois et l'ensevelissement des ouvriers dans les médias locaux.
- Promouvoir un partenariat pour diffuser un programme d'utilisation du matériel de protection auprès des chefs d'entreprises,
- Créer dans le cadre de l'emploi des jeunes, des PME spécialisées dans la location du matériel de protection,
- Soumissionnez comme un lot séparé, la protection des tranchées dans les moyens et grands projets.

Références

- [1] Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés. Direction des Risques Professionnels, Octobre 2014.
- [2] Chemchem A., Journée d'information et de sensibilisation sur la sécurité et la santé au travail. DSP, Wilaya de Jijel, 2013.
- [3] Rekus J.F. Safety in the trenches, 1992. Occupational Health & Safety, February. 1992:26-37.
- [4] U.S. Department of Labor : Occupational Safety and Health Administration, 1995. The Most Frequently Cited OSHA Construction Standards in 1991.
- [5] U.S. Department of Labor: Occupational Safety and Health Administration, 1990. Analysis of Construction Fatalities – The OSHA Data Base 1985-1998. November 1990. Washington D.C.
- [6] Schoeder WL., Dickenson SE., Warrington Don C. ; Soils in construction. 5th Edition 2001 : 192-198.
- [7] Lew J., Luluy A., Wirahadikusumah R., Irizarry J., Arboleda C. Excavation and Trenching Safety : Existing Standards and Challenges. Purdue University, West Lafayette.