

# EFFETS DES AFFAISSEMENTS MINIERS SUR LES CONSTRUCTIONS DANS LE BASSIN HOULLER DU ZONGULDAK-TURQUIE

**Ali İhsan EROL**

Universite Karaelmas de Zonguldak, Ecole Superieur des Metiers de Zonguldak, Zonguldak-Turquie

## RESUME

Dans les zones ou l'on effectue des travaux d'exploitation sous-jacente, il se cree des affaisemenets de surface par suite d'extraction de houille ainsi qu'ils sont aussi vus dans le Bassin Houiller de Zonguldak. En cet article, apres avoir reconnu brievement le Bassin Houiller du Zonguldak, les effets dus aux affaisements miniers sont expliques. Puis les dommages d'affaisements observes et l'etat existant de Bassin du Zonguldak du point de vue des effets sur les batiments d'affaisement minier sont examines. Ensuite les mesures de protection des batiments contre les effets d'affaissement et les propositions de solution qui interessent au Bassin de Zonguldak sont presentees.

**Mots-cles :** Tassement, Affaissement, Bassin, Houillere, Batiment

## ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASI'NDA MADEN İŞLETİLMESİNDEN DOĞAN ZEMİN ÇÖKMELERİNİN YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

### ÖZET

Zonguldak Kömür Havzasında da görüldüğü gibi, yeraltı maden işletme çalışmalarının yapıldığı bölgelerde kömür üretimi nedeniyle zemin yüzeyinde çökmeler meydana gelmektedir. Bu makalede Zonguldak Kömür Havzası kısaca tanıtıldıktan sonra, zemin çökmelerinin neden olduğu etkiler açıklanmaktadır. Sonra, zemin çökmelerinin binalar üzerindeki etkileri bakımından Zonguldak Havzası'nın mevcut durumu ve gözlenmiş oturma zararları incelenmektedir. Daha sonra, oturma zararlı etkilerine karşı binaların korunma önlemleri ve Zonguldak Havzası'na ilişkin çözüm önerileri sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Oturma, Çökme, Havza, Kömür, Bina

### 1. INTRODUCTION

La prevention des dommages causes par l'exploitation miniere est un probleme extremement important sur les plans techniques, economiques et sociaux.

La forme a la disposition constructive a donner a un ouvrage dans la zone influencee par l'exploitation miniere souterraine est une tache qui n'a pas ete reconnue dans tout son ampleur. Un projet d'un batiment, adapte aux conditions techniques et aux contraintes du sol bati, ne peut pas etre bonne aussi bien techniquement qu'economiquement.

La plupart des batiments constituent un assemblage de murs en maçonnerie avec des plafonds et des toits qui sont constitues par l'un des trois materiaux de construction: bois, acier et beton arme, ou se composent de deux materiaux differents. Dans une region miniere, si les batiments sont construits en briques sont generalement fractures. Les fractures qui se sont developpees particulierement aux angles des fenetres et des portes se propagent le long de toute la hauteur du batiment.

Les spécialistes en matière de construction sont habitués à considérer le sol des fondations comme un élément passif de la construction qui doit offrir aux

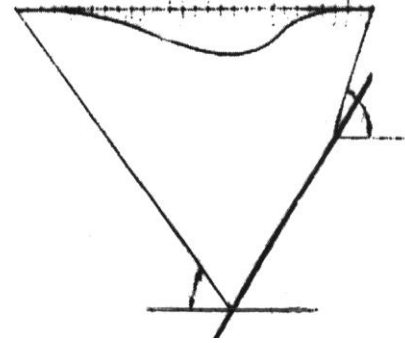
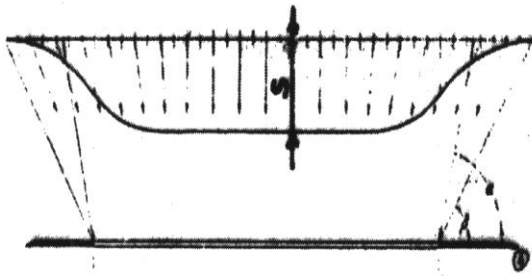


Figure 1. Affaissements Miniers

efforts exercés par le bâtiment une réaction d'appui suffisante. La science de l'ingénieur de construction s'est préoccupée pour les éléments portant de construction de l'absorption des forces mais non des déformations provenant d'une modification des conditions d'appui. Mais si le sol de fondation se met de lui-même en mouvement, indépendamment des charges que lui fait subir le bâtiment, il en résulte un changement fondamental des hypothèses et des modes de construction habituellement admis. Pour comprendre la raison des dégâts sur les bâtiments, il est suffisant d'avoir une vue assez sommaire du phénomène des affaissements miniers.

## 2. AFFAISSEMENTS MINIERS

Lorsque l'on crée un vide dans le sous-sol par suite d'exploitation minière, les terrains qui surmontent ce vide veulent le combler et ainsi créent les mouvements complexes.

Le déplacement des points en surface comporte non seulement une composante verticale mais également des composantes horizontales. À la fin du mouvement, on appelle l'affaissement un déplacement d'un point de la surface suivant la verticale et le déplacement dans le plan horizontal (Decherf, 1973).

Comme ces composantes varient d'un point à un autre, deux points voisins subissent des déplacements différentiels. Il est très important de le considérer car une maison qui se déplacerait en bloc soit verticalement soit horizontalement ne subirait pas de dégât. Lorsqu'on exploite une surface suffisamment importante il s'est formé, lorsque les terrains ont retrouvé un état d'équilibre, une cuvette à fond plat. Tous les points du fond plat sont descendus verticalement de la même longueur  $S$  (affaissement maximum). Dans cette zone, courbure et

déformation sont nulles. Tous les autres points ont subi un affaissement inférieur à  $S$ , mais les uns sont dans une zone de compression et les autres dans une zone d'extension. Les limites entre zone en compression et zone en extension peuvent être déplacées. Un point pourra ainsi se trouver successivement dans une zone d'extension, puis dans une zone de compression (Figure 1).

Les paramètres permettent de déterminer le comportement des bâtiments et du matériel dans les régions minières. Les paramètres qui servent à prévoir l'ampleur des dommages dus à l'exploitation minière sont les suivantes (Palat, 1973).

- ampleur de l'affaissement de la surface
- inclinaison et courbure de la surface
- contraintes horizontales (contraintes de compression et de tension).

Il est assez difficile de délimiter avec précision la zone influencée à la surface par l'exploitation. On observe de grandes variations de l'angle limite tant en Turquie qu'à l'étranger. Ces variations sont dues à divers facteurs: la pente de la veine, la nature géologique du terrain, la profondeur de l'exploitation, la largeur du panneau exploité, la présence de failles, l'existence de stots laissés dans les veines supérieures.

La valeur de l'affaissement dépend peu de la nature des terrains superficiels. Les déformations subies par ces terrains dépendent essentiellement de la nature de ces terrains et peuvent varier sensiblement suivant leur hétérogénéité. Les morts-terrains formés de marne argileuse, par exemple, jouent le rôle d'amortisseurs des déformations. La craie compacte, au contraire, transmet directement et sans atténuer les déformations.

### 3. BASSIN HOULLER DE ZONGULDAK

Les Gisements Houillers de la Region de la Mer Noire Occidentale couvrent une place de 160 km de long et 20-30 km de large allant jusqu'a Eređli de Inebolu dans la cote de la Mer Noire Occidentale. Le Bassin Houillers du Zonguldak fait partie de la longue bande des Gisements Houillers de la Region de la Mer Noire Occidentale. La surface de sol a une structure topographique montagneuse. Les plaines, les vallees couvrent une tres faible place. Dans le Bassin Houiller du Zonguldak, les sols dont la pente est plus de 0.40 couvrent une grande place.

Dans le Bassin Houiller du Zonguldak, la production de houille est executee depuis environ 165 ans. Cette production de l'houille est effectuee par les compagnies etrangeres jusqu'a 1940 et l'Etat apres 1940.

Le nombre des veines houilleres existantes est environ 52. Les epaisseurs des veines varie a 10m de 0.80 m. La structure geologique des gisements est tres variable et les ont de plans de nombreuse failles naturelles. Les veines exploitees sont generalement minces, de 0.80 m a 2 m, aux profondeurs actuelles de 500 a 1000 m. Il sont rares les panneaux dont la largeur depasse 200 m. L'exploitation est conduite par longues tailles avec foudroyage.

Les regions de la production houillere du Bassin du Zonguldak sont les suivantes:

1. La Region Kozlu (9 km<sup>2</sup>)

- la Zone Incirharmaný
- la Zone Ihsaniye

2. La Region Uzülmez (20 km<sup>2</sup>)

- la Zone Çaydamar
- la Zone Asma-Dilaver

3. La Region Karadon (32 km<sup>2</sup>)

- la Zone Karadon
- la Zone Kilimli
- la Zone Gelik

4. La Region Armutcuk (38 km<sup>2</sup>)

- la Zone Kandilli
- la Zone Alacaađzý

5. La Region Amasra (7 km<sup>2</sup>)

- la Zone Amasra
- la Zone Azdavay

Les reserves houilleres sont estimees a 2 milliards de tonnes (2 % des reserves houille mondial). La production dehouilleres effectues jusqu'au moment est environ 300 millions de tonnes. 1/3 des reserves houilleres de la Region Kozlu et 1/5 de celles de la Region Armutcuk se trouvent sous la Mer Noire.

L'histoire de la ville de Zonguldak remonte a 1800 de notre epoque. La ville, qui a 250000 habitants environ, est un zone minier important en Turquie. La superficie de la ville couverte par le massif de protection est de 5 km<sup>2</sup>. Les gisements sous la ville de Zonguldak ont une epaisseur totale de 40 m. Les reserves dehouilleres sont estimees a 150 millions de tonnes environ. Le pendage des couches varie de 0° a 90°. Les reserves houilleres situees sous la ville de Zonguldak se presentent en plusieurs couches a des profondeurs varient de 400 a 1200 m.

### 4. EFFETS DES AFFAISSEMENT MINIERS SUR LES BATIMENTS

L'exploitation souterraine des couches de charbon entraine des deformations du sol dont la nature, l'ampleur, l'etendue et l'evolution dependent de nombreux facteurs geologiques et miniers l'evolution dependent de nombreux facteurs geologiques et miniers. Les dommages aux immeubles provoquent non seulement par l'affaissement mais surtout par les deformations (les variations differentielles de longueur). Les deformations de la surface qui resultent de l'exploitation miniere sont de nature continue ou discontinue. Ces deformations sont la cause essentielle des dommages cause aux immeubles par les affaissements miniers. Elles se transmettent aux batiments de deux facons differentes: par pression des terrains sur les murs verticaux enterres, par frottement du sol sur les fondations.

Ces deformations affectent les constructions. L'ampleur et la nature des dommages dependent des indicateurs de deformation du sol sur lequel les constructions sont situees, de la nature et de l'etat technique des batiments et de leur resistance a ces deformations (Figure 2).

Dans les regions Kozlu et Uzülmez, la production houillere s'effectue a l'heure actuelle sous la ville Zonguldak. Les batiments situes sur ces regions sont endommages.

Dans le Bassin Houiller du Zonguldak, ils sont examines, en vue de determiner des dommages de l'affaissement, les etats des dommages sur 30 batiments dans les regions differentes d'exploitation minières. Il est vu qu'ils sont legers de 30 % des dommages observes en Zonguldak, severes de 25 %, tres severes de 45 % a la fin de l'etude fait selon les criteres de classification de dommage mis au point d'Angleterre et les Etats-Unis. Il est vu qu'il produit generalement des fractures de 0.5-20 cm sur les coins fenetres et portes (Erol, 1987).



Figure 2. Les batiments endommages en raison d'affaissement minier dans le Bassin Houiller de Zonguldak

Les raisons des dommages de l'affaissement qui sont vus largement dans tout le Bassin Houiller du Zonguldak sont:

- a ne pas appliquer, dans le Bassin Houiller du Zonguldak, les methodes des exploitations minières qui reduissent l'affaissement et les systemes de construction preventif contre l'affaissement.
- a avoir a la surface de la large base des batiments et a etre produit des materiaux faible qualite.
- a etre inconvenant, de point de vue les effets de l'affaissement, de sa construction de sol geologique et topographique.
- a batir des habitations sur les regions des l'exploitation minières.

## 5. MESURES DE PROTECTION DES CONSTRUCTIONS

Methodes a utiliser pour reduire les degats de surface peut classer en: methodes de construction les mieux

adaptees pour resister aux mouvements du sol et methodes d'exploitations visant a obtenir les deformations minima de sol.

Les mesures preventives ressortissant a l'ingenierie des mines sont des methodes qui reduisent au minimum les effets de l'exploitation miniere a la surface. Les mesures preventives ressortissant a l'ingenierie de la construction sont des methodes propres a consolider les constructions et le materiel ou a en accroître l'elasticite pour les adapter aux effets escomptes de l'exploitation miniere. Ces deux types de mesures sont utilises conjointement ou separement, selon la resistance des constructions et les effets des travaux miniers envisages.

Dans les projets de nouvelles constructions, il est in-dispensable d'appliquer les principes suivants:

a) Choisir des constructions portantes rigides quand il ne veut rien deformation sous l'effet de l'exploitation miniere. Prevoir des constructions flexibles la ouest permise une deformation sous l'influence des travaux souterrains, tant du point de vue de l'exploitation que de point de vue l'aspect esthetique et statique (Baker, 1974).

b) Un batiment resiste mal aux deformations s'exerçant suivant sa grande longueur: En ce cas, il faut l'orienter de telle sorte que son grand axe soit parallele aux lignes d'egal affaissement.

c) Les batiments isoles de dimensions aussi reduites que possible (de l'ordre de 15mx15m) constituent la solution ideale.

d) Pour les batiments plus grands dont la longueur depasse 20-25m, il faut prevoir la creation de joints de rupture.

e) Il faut reduire au minimum la liaison sol-superstructure. Pour cette raison, on peut citer les suivantes pour les habitations normales:

- ne descendre les fondations qu'au minimum indis-pensable pour les mettre a l'abri du gel.

- eviter les immeubles partiellement excaves, les caves ne seront admises que si les fondations doivent etre descendues pour trouver un sol de caracteristiques suffisantes pour la stabilite de l'ouvrage.

- construire les fosses a vidanger en dehors du bati-ment et a les raccorder par une liaison souple.

f) Pour les batiments plus importants, il faut, de plus, les poser "flottants" sur le sol, en les asseyant sur une dalle de beton reposant sur le sol par l'intermediaire

d'un materiau plastique ou friable. Sous cette dalle, le sol pourra se deformer sans que les forces horizontales ne soient transmises aux murs porteurs de la const-ruction.

g) Preferer les planchers en beton arme reposee sur le sol.

h) Utiliser un mortier aussi souple que possible (mortier a la chaux).

i) Prevoir des fenetres et des huisseries en bois qui sont plus souples et plus facilement reajustees, en cas de deformations, que les encadrements metalliques.

j) Eviter la transmission sur des surfaces reduites d'efforts importants.

k) Recherche, pour les batiments, la forme d'un const-ruccion sans saillie ni dans un plan vertical, ni dans un plan horizontal.

## 6. PROPOSITIONS DE PROTECTION DES BATIMENTS POUR LE BASSIN HOULLER DE ZONGULDAK

La plupart des constructions masonnees et les constructions ossaturees qui sont bati dans le Bassin Houiller Zonguldak sont endommagees en raison de l'affaissement minier. Surtout les murs et les plafonds sont fractures. Les fractures visibles se sont developpees particulierement aux angles des fenetres et des portes (Figure 2).

Dans les pays ou l'industrie miniere joue un rôle de premier plan, les dommages miniers peuvent se reduire en grande partie, si les conditions sont convenables, en utilisant la technologie et la science de l'ingenieur d'affaissement minier. Dans tels pays, on peut faire les travaux suivants

- on peut determiner où, quand et combien d'affaissement peut se produire par une production houillere avec une faute de  $\pm 5$

- on peut etre possible a reduire des dommages en utilisant les methodes d'exploitations minierees qui servent a obtenir au sol les deformations minima.

- on peut realiser la protection des batiments existant contre l'effet de l'affaissement constituant les deformations de 1-3 mm/m.

-on peut utiliser, pour batir des constructions nouvelles, les methodes de construction adaptees a resister aux mouvements du sol.

- on peut, a l'aide des lois et des reglements, proteger les droits juridiques des exploitants miniere et des personnes soumis au dommage par suite de l'affaissement minier.

- on peut appliquer les projets propres a l'urbanisme prepares en considerant les travaux miniers.

Les particularites des Bassins Houillers dans les pays etrangers sont: Il convient, du point de vue l'affaissement minier, de l'etat geologique, tectonique et topographique, les veines de houille sont plat ou faible pente. Pour ces raisons, l'application des connaissances et des technologies propres a l'ingenieur d'affaissement ne puit pas etre suffisamment fructueuse dans les pays en se developper qui presentent la grande difference de point de vue social et economique.

Les evaluations et les analyses decrites ci-dessus montrent qu'on ne profitera pas directement des connaissances existantes et des technologies qui concernent l'ingenieur d'affaissement dans le Bassin Houiller Zonguldak.

Du fait qu'il n'y a pas d'une methode du calcul d'affaissement qu'elle est convenable aux conditions du Bassin Houiller Zonguldak, les calculs de l'affaissement et les estimations des dommages n'ont pas a l'exactitude suffisant (Kuşcu, 1983).

Dans le Bassin Houiller Zonguldak, l'application des methodes d'exploitation avec remblayage ne sont pas generalement possible parce que les methodes d'exploitation avec remblayage hydrolique ou a sec sont causees de l'augmentation du coût environ 70 % d'apres la methode d'exploitation avec foudrayage du toit.

D'autre part, il ne convient pas l'application des methodes de la production partielle en raison du faible nombre des reserves de charbon exploitables. Il ne convient aussi pas d'application des methodes de la production harmonique en raison des conditions geologiques inconvenantes du Bassin Houiller du Zonguldak.

Dans le Bassin Houiller Zonguldak, les effets sur les batiments de l'affaissement miniers sont assez grands en raison de l'exploitation des veines de charbon situees sur l'une et l'autre ou superieur. Pour cette raison, dans les zones oules effets de l'affaissement sont grands, ni proteger les constructions existantes

contre les effets de l'exploitation miniere ni choisir des constructions portantes rigides dans les projets du batiments nouveaux ne produissent pas une solution economique.

Pour ces raisons, en vue de reduire les problemes d'affaissement minier dans le Bassin Houiller Zonguldak, il est necessaire mettre au point des normes et des reglements juridique et administratif en matiere de construction et les appliquer.

Dans le Bassin Houiller Zonguldak, il est indispensable d'executer les travaux suivants:

- determiner des zones a faire la production de l'houille sous les locaux d'habitation en considerant les conditions economiques, sociales et juridiques propres au probleme de l'affaissement.

- ne pas permettre a batir des constructions nouvelles dans telles zones.

- ne pas produire de l'houille sous les batiments a proteger.

- elaborer des plans de la prosperite en considerant les travaux miniers dans les regions d'exploitation du sous-sol comme Kozlu, Kilimli, Çatalağzı et Zonguldak.

- prendre en considerer les futurs travaux d'exploitation lors de la choix de l'emplacement des oeuvres importantes comme l'hôpital et l'ecole.

- dans les plans de l'urbanisme, destiner les champs aux grands batiments d'habitation collective a proximite de la region de l'exploitation.

- assurer les services sous-structure des emplacements qui destinent aux batiments d'habitation.

Dans le Bassin Houiller Zonguldak, il doit aussi effectuer les suivantes:

- ajouter le coût des dommages dus a l'exploitation miniere au prix de vente de charbon et utiliser ces parts pour eliminer les dommages de l'affaissement minier.

- informer tous les concernes des stades de production des veines epaisees et ne pas permettre a batir les batiments sur ces zones.

- permettre a batir les constructions provisoires ou l'on utilise des materiaux de la construction de bois ou de beton leger dans les regions d'exploitation miniere.

## 7. CONCLUSIONS

Dans le Bassin Houiller du Zonguldak, les mouvements du terrain dus de l'exploitation miniere sont causes aux problemes important du point de vue technique, economique, social et juridique. Dans le Bassin Houiller Zonguldak, il n'existe pas, a l'heure actuelle, d'un different systeme de la construction qui utilise en vue de proteger les constructions contre les mouvements de sol dus a l'affaissement minier.

La construction portante est un tres important element qui dirige projeter. Lors de projeter, ingenieurs et architectes doivent determiner et choisir la plus convenable construction portante. Toutefois, il faut informer de tous solutions pour pouvoir faire la choix. D'autre part, il faut d'evaluer selon les conditions lui-meme les problemes specials. Dans ces cas, il ne possible pas generalement proposer un solution normal. Dans tels cas, mettre au point les generals principes de l'application propres a une solution ont une grande importante.

Dans les pays comme France, Tchecoslovaquie, Russie, Pologne, Allemagne, Angleterre il est vu que, grace a l'intervention des gouvernements, il a ete possible, pour les nouvelles constructions, de parer aux effets dommageables des affaissements miniers en imposant des mesures preventives qui, dans la tres grande majorite des cas, representent moins de 1 % de la valeur de la construction. Il est egalement vu que les precautions imposees sont suffisantes.

Dans le Bassin Houiller Zonguldak, les problemes d'affaissement minier ont un passe d'environ 150 ans. Il n'est pas possible de prevenir et resoudre ces problemes avec les decisions et les mesures a prendre a etroite echelle. Pour cette raison, il doit preparer une lois et un reglement en examinant parfaitement le creer d'une organisation qui est competent completement de point de vue assurer la coordination.

## 8. BIBLIOGRAPHIE

Baker, M. 1974. Mesures Architecturales Pour Reduire des Dommages l'Affaissement Minier, Pennsylvania.

Decherf, J. 1973. "Duree de Repercussion des Affaissements Miniers" Annales des Mines de Belgique, Liege.

Erol, A. 1987 Les Systems de Construction qui Utilisent contre les Mouvements de Sol Dus a

l'Exploitation Miniere, Madencilik, XXVI, (3), 23-32.

Kuþçu, P. 1983. Etude et le Mesure des Mouvements de Sol Dus a l'Extraction de Charbon Souterrain dans le Bassin Houiller du Zonguldak, La these Doctorat, Universite Yýldýz, Ýstanbul.

Palat, P., Leleux, R., 1973. Prise en Compte, dans la Regon du Nord Pas-de-Calais, du Probleme des Affaissemenets Miniers, Annales des Mines de Belgique (liege) 1005-1016.

Proust, A. 1964. Etude sur les Affaissements Miniers dans le Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, Douai