

Affaissements du sol

Effets sur les maisons modestes

National Building Studies, Special Report n° 12 (1).

Traduction résumée par

L. DENOEL,

Professeur émérite à l'Université de Liège.

Cette brochure émane d'une Commission mixte ressortissant aux ministères des Travaux Publics, de l'Hygiène et des Combustibles. Elle est destinée aux Administrations communales, aux architectes et aux urbanistes des régions minières. Cette Commission a procédé à un nivellement général embrassant 34 propriétés minières, suivi d'un autre plus détaillé pour 10 d'entre elles. Ils seront suivis par d'autres pour contrôler les effets du temps sur les dégâts miniers. Sans attendre les conclusions à tirer de cet important travail qui demandera beaucoup de temps, le présent s'occupe des dégâts aux maisons de construction ordinaire pour les décrire et rechercher les mesures préventives à conseiller.

Pour les personnes non initiées à l'exploitation des houillères, un premier chapitre donne un aperçu des méthodes anglaises et de la formation des affaissements de la surface du sol. Les faits essentiels de l'étendue de l'aire influencée de la formation d'une cuvette d'affaissement, de sa progression corrélatrice à celle du chantier sont bien exposés et illustrés de bons schémas (2). Il en est de même des effets sur les bâtiments, suivant qu'ils sont sur le bord ou au centre de la cuvette d'affaissement, la variation dans les inclinaisons et dans les efforts de tension et de compression que l'avancement des chantiers amène.

Les dégâts varient énormément en intensité suivant les circonstances locales, mais le rapport n'apporte sur ce point que des généralités connues.

La partie originale et particulièrement intéressante consiste dans les 15 photographies représen-

tant de façon claire les dégâts typiques, tels que :

- 1) un entonnoir en cours de remblayage;
- 2) un mur de clôture dont les crevasses obliques sont attribuées aux efforts de tension horizontale, les joints des briques restant de niveau;
- 3) et 4) le bombement des dalles de pavement et d'une des canalisations en acier dans la zone de compression;
- 5) cassure d'esponges. Flexion et cisaillement. Hors-plomb accentué et disjonction des murs s'ouvrant largement vers le haut.
Ouverture des joints du pavement.
- 6) rue en terrain plat. Effets de torsion;
- 7) Petit entonnoir de 2 m de diamètre et de 6 m de profondeur. Crevasses dans un mur de clôture adjacent;
- 8) lézardes typiques autour des encadrements de portes et fenêtres;
- 9) et 10) disjonctions verticales s'ouvrant vers le haut et dues à l'incurvation de la surface du sol. Maisons contiguës mais bâties séparément et sans liaison des murs de pignon;
- 11) large crevasse oblique dans un mur de refend. Flexion et cisaillement;
- 12) ancrage d'une maison par une bande en fer U au niveau du premier étage;
- 13), 14) et 15) dégâts très graves et dislocations dus au mouvement de bascule à l'affleurement d'une faille ou d'une ligne de cassure.

Un second chapitre est intitulé *Etude générale d'un problème d'affaissements miniers*. A première vue, ce chapitre semble entrer dans des détails techniques minutieux, mais du point de vue des dépenses de construction, si l'on veut éviter aussi bien un défaut qu'un excès de précaution, il est nécessaire de posséder tous les éléments d'information.

(1) « Mining Subsidence — Effects on Small Houses » by an Inter-Departmental Committee. Ministry of Works (H.M. Stationary Office, Londres 1951, 22 pp., 15 fig., 1 s. 9 d.).

(2) Notons que ces diagrammes ne font intervenir que les lignes de cassures traditionnelles sans aucune allusion aux « angles limites » des géomètres allemands et néerlandais.

La probabilité de dégâts aux bâtiments dépend des mouvements du sol, de la situation des bâtiments par rapport aux travaux miniers, du type et de la construction du bâtiment et des renforts qui y sont spécialement apportés. Dans certains cas, les dégâts à prévoir sont assez minces et leur réparation est moins coûteuse que ne seraient des modes de constructions aptes à résister. Ailleurs au contraire, ces constructions spéciales s'imposent en prévision de forts dégâts. Enfin dans certaines situations nettement dangereuses, on devrait prohiber l'érection de bâtiments. Quand on veut bâtir en terrain vierge, le risque peut s'estimer approximativement si l'on est sur une mine dont le plan d'aménagement général est connu; autrement, il est très vague et le problème des dépenses de construction est très difficile à résoudre. On peut établir des présomptions par comparaison avec les investigations faites dans des régions minées, mais il est nécessaire d'accumuler beaucoup de données statistiques qui font défaut actuellement.

Dans le choix d'un site pour de nouvelles maisons, les préférences s'établissent dans l'ordre suivant :

- 1) champs miniers complètement épuisés, affaissement terminé et pas d'inondation;
- 2) terrains où l'exploitation paraît improbable eu égard aux conditions géologiques et autres;
- 3) terrains où les veines supérieures sont épuisées et où l'exploitation se poursuit en profondeur.

Les promoteurs devraient pouvoir trouver des documents d'information près du Conseil National des Charbonnages et du Ministère des Combusti-



Fig. 1. — Lézardes dans un mur de jardin causées par de fortes tensions horizontales.

bles, où sont déposés les plans des mines abandonnées, et près des Comités de Recherches Scientifiques et Industrielles et des autorités ayant l'expérience des dégâts miniers. On doit rassembler,



Fig. 2. — Importantes conduites à gaz en acier poussées hors du sol par compression horizontale.

d'une part, les plans des travaux déjà faits, les piliers réservés, les fouilles et les données concernant les morts-terrains, la nature et la profondeur des couches restant à exploiter; d'autre part, les observations faites au sujet des dégâts à la surface.



Fig. 3. — Dommages typiques à des maisons contiguës. Il est à remarquer que les maisons à droite ont eu leur façade complètement reconstruite.

Des informations doivent être prises au sujet du mode de construction et de fondation des maisons affectées; celles-ci doivent être reportées sur un plan à une échelle assez grande pour qu'on puisse y figurer l'intensité des dégâts. L'aire examinée doit être divisée en trois secteurs :

- a) vers le centre des chantiers, et à distance des failles;
- b) zones adjacentes aux limites des propriétés minières ou des panneaux, aux piliers réservés ou massifs permanents, c'est-à-dire les zones les plus sujettes à graves dégâts;
- c) zones des failles reconnues et des fronts restés longtemps inactifs.

Un plan et une coupe illustrent cette subdivision.

Dans chaque zone, on fera le relevé du nombre de maisons endommagées et des frais de réparation rapportés, par exemple, à l'unité de surface ou à une autre unité conventionnelle.

Toutes ces informations seront contrôlées par une visite des lieux. On notera spécialement les formes particulières des affaissements et des lézardes dans chacune des trois zones. S'il est possible d'avoir le programme des travaux futurs, on en dressera un plan, on y reportera l'emplacement des bâtiments à construire et on tâchera de déterminer s'ils se trouveront dans l'une ou l'autre des trois zones de danger. D'après cela, on décidera s'il faut des mesures de précautions spéciales et lesquelles. Si le programme des travaux futurs est inconnu, on se guidera d'après un nivellement et les présomptions rationnelles. Le Comité National des Houillères sera informé des projets comportant des précautions spéciales.

Dans l'état actuel, il n'est pas possible d'assigner des valeurs quantitatives aux différents fac-



Fig. 4. — Dégradations d'une partie de murs dus à des efforts de cisaillement.

teurs dont il a été question ci-dessus ni d'évaluer le coût des mesures de précaution. L'expert technique se basera sur sa documentation et sur son propre jugement.

PRECAUTIONS RECOMMANDEES

a) Plan et construction des maisons.

Les bâtiments doivent être orientés de telle sorte que l'axe le plus petit soit dans la direction de la plus grande pente de la cuvette d'affaissement. Ceci requiert une considération approfondie de la topographie locale et de l'effet probable des chantiers futurs.

La meilleure forme pour résister aux effets de l'affaissement est celle de bâtiments isolés agissant séparément.

Des lignes de maisons contiguës sont à déconseiller. S'il faut retenir le plan de rues, on laissera un intervalle entre les maisons en vue de permettre un certain mouvement. Un bungalow sera plus sujet à être endommagé qu'une maison à deux étages, présentant la même surface totale de planchers.

Les annexes ne doivent pas être solidaires du bâtiment principal; elles doivent pouvoir se mouvoir de façon indépendante.

Les intervalles entre les maisons doivent être libres d'obstructions et s'étendre dans les fondations; ils doivent être assez larges pour que les deux bâtiments voisins ne viennent pas en contact lors de la déformation du sol. La distance doit être d'au moins 5 cm pour des maisons à deux étages.

Les pavements entre deux unités doivent être en matériaux flexibles, par exemple en macadam, sans résistance appréciable à la compression horizontale. Le béton solide et continu ne doit pas être employé.

La forme la plus convenable pour une maison est celle qui donne aux murs, extérieurs et intérieurs, la plus grande raideur et la plus grande résistance à la flexion.

Les murs de refend supportant des charges doivent être continus depuis les fondations jusqu'au niveau des combles et être reliés aux murs principaux.

Les baies sont une cause de faiblesse dans les

murs et doivent être aussi étroites que possible eu égard aux autres considérations. Le mieux est d'encadrer les portes et les fenêtres d'une large maçonnerie de briques de sorte que le mur, renforcé ou non, reste aussi solide que possible.

Les linteaux arqués sont à proscrire. Les fenêtres en pan coupé et celles en saillie affaiblissent la construction. Les baies de porte affaiblissent plus que celles des fenêtres et il faut les placer de préférence dans les petits côtés du bâtiment. Si elles sont dans le long côté, il faut les mettre au milieu plutôt que vers les extrémités. Les portes de devant et d'arrière ne doivent pas être dans la même axe. Les portes des maisons voisines ne doivent pas être adjacentes.

Afin de faire fonction de diaphragmes horizontaux, les planchers et les toitures en plateforme doivent être reliés à tous les murs et pas seulement à ceux qui portent les poutres ou solives. Pour les plafonds, on recommande le plâtre ou la fibre incombustible.

Pour assurer l'écoulement des eaux en cas de dénivellation, il faut donner aux cheneaux une pente convenable.

b) Précautions de structure.

Le bâtiment doit résister à des efforts, soit verticaux, soit horizontaux. La protection contre les mouvements horizontaux est relativement simple et peut être réalisée par une fondation sur une dalle de béton légèrement armé, reposant sur forme de sable. La dalle en béton relie les murs, et le lit de base constitue une surface de glissement. La résistance de la dalle à l'extension dans la direction des axes principaux doit être calculée pour la moitié du poids de la construction multiplié par le coefficient de frottement sur la base (coefficient qu'on peut estimer à 2/3). La tension admissible dans les barres d'armature en acier peut être de 16 kg/mm² et la compression dans le béton à 1:2:4 peut être de 110 kg/cm².

On néglige l'effet du vent et de la neige et la surcharge des planchers peut être estimée à 45 kg par m².

Avec de telles contraintes et une bonne répartition des aciers, on ne doit s'attendre qu'à de très faibles lézardes. Entre la forme de sable et la face inférieure de la dalle de béton, on devrait intercaler une couche de fort carton imperméabilisé.

Ces précautions seront en général suffisantes pour prévenir de grands dégâts, sauf le cas de grandes différences dans les mouvements verticaux. Le mortier le plus faible compatible avec la charge normale des murs doit être employé; cela permettra aux murs de s'adapter sans lézardes fâcheuses aux mouvements du sol. Si le sol de fondation présente une certaine plasticité, les dégâts seront moindres qu'en roche dure.

La résistance des murs à la flexion peut être renforcée par des armatures dans la maçonnerie. Mais ce renforcement coûteux ne s'impose que dans le cas de fortes différences dans les affaissements, par exemple, cassures au voisinage des limites des chantiers. Les barres horizontales peuvent être placées dans n'importe quel mur de briques, mais les barres verticales ne peuvent être

employées que dans des murs d'au moins 25 cm d'épaisseur. Des précautions spéciales sont exigées dans la combinaison de l'acier avec la maçonnerie de briques, le métal n'étant pas protégé contre la corrosion comme il l'est dans le béton armé. En ce qui concerne les détails de composition et de mise en œuvre, on peut se référer au Code pratique (1948) CP₁₁₁ « Structural Recommendations for Load Bearing Walls ».

APPENDICE

En application des principes qui précèdent, le rapport donne les plans et les coupes d'un couple de maisons isolé, et ce, dans les deux hypothèses

d'un terrain miné ou non miné. Il s'agit de maisons à un étage de 6 m de largeur, avec une porte et une fenêtre de façade (6 planches). Pas de caves Terrain plat. La situation des portes et fenêtres est modifiée. La principale innovation consiste dans la fondation sur béton armé sur une forme de sable (épaisseur de chacune : 15 cm). Trois dispositions sont indiquées pour les barres d'armature correspondant à des hypothèses sur l'intensité des tensions.

Nous reproduisons ici les plans des fondations en béton armé suivant deux projets marqués I et II. Dans chaque cas, la couche de sable ou d'autres matériaux granuleux est fortement tassée et

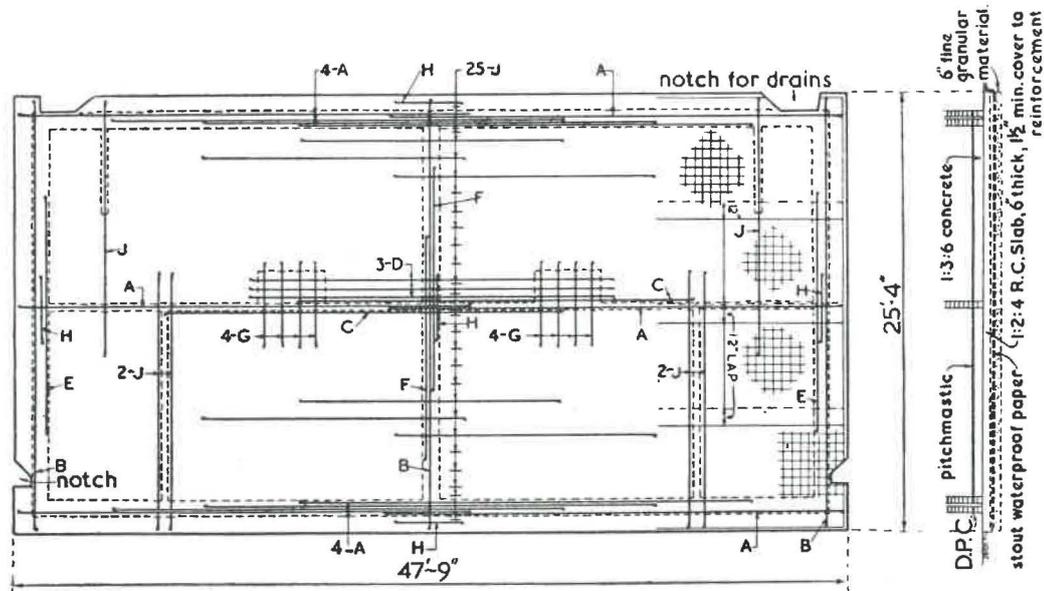


Fig. 5.

ARMATURE N° I

Barres en acier doux B.S. 785 sans crochets.

Barres A à G, diam. 1''/2. — Barres H et J, diam. 1''/4.

Poids total des aciers : 564 kg.

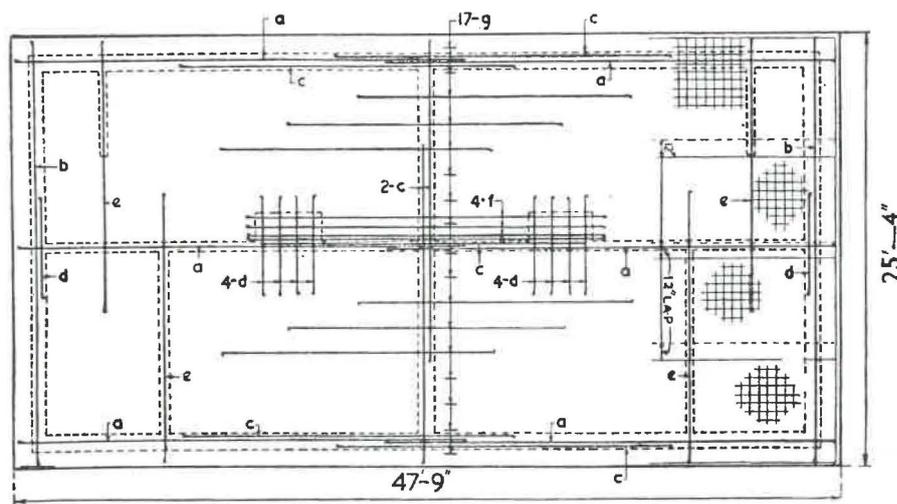


Fig. 6.

ARMATURE N° II

Barres sans crochets. — Acier à haute tension B.S. 784 et B.S. 1144.

a, b, c : 2 barres entrelacées, diam. 3''/8. — d, e, f : idem, diam. : 1''/4. — g : barre simple, diam. 1''/4.

Poids total des aciers : 406 kg.

nivelée. On la recouvre d'une feuille de carton imperméabilisé avec joints à recouvrement. Les tamis d'acier, à mailles carrées de 15 cm de côté, sont posés immédiatement sur le carton avec un joint approprié sur les bords. Ils servent de grilles de support aux longues barres d'armature qui y sont reliées par du fil de fer; ces barres doivent être noyées dans le béton à 4 cm de distance de la face.

Le projet n° III comporte une armature double; l'une près du fond, l'autre à la partie supérieure, chacune proprement noyée dans le béton. Elles

sont identiques et composées d'un faisceau de barres ayant toute la longueur du bâtiment (14 m) et 2,10 m de largeur (suivent les calculs justificatifs).

Les dépenses supplémentaires sont comprises entre 13 et 20 £, auxquelles on peut ajouter 5 £ pour le renforcement du mur mitoyen et l'aménagement spécial des canalisations.

Cette brochure substantielle dans sa forme condensée présente un grand intérêt pour tous les architectes et spécialement pour les bâtisseurs de cités ouvrières.