

5-5 Qualité du béton

Voici ci-dessous le résultat des examens effectués sur des carottes de béton recueillies à l'usine de meunerie SEMPAC et au grand ensemble de l'est de la ville d'EL-ASNAM.

1) Bâtiments examinés

a) Usine de meunerie SEMPAC (voir Fig. 5-1)

Structure : en béton armé, à 5 étages, 1 sous-sol, structure en cadre

Plan d'étage typique : 47,5 m x 18,0 m (= 855 m²)

Année de construction: Vers 1960

Degré des dégâts : Non écroulé, mais endommagement important

b) Grand ensemble de l'est (voir Fig. 5-2)

Structure : en béton armé, à 1 étage, rez-de chaussée sur pilotis

Plan : 16,0 m x 9,6 m (= 154 m²)

Année de construction: Construction en cours

Degré des dégâts : Endommagement important et écroulement du rez-de-chaussée

2) Nom des investigateurs, durée des recherches

a) Nom des investigateurs

Kiyoshi NAKANO

(Directeur de l'Institut des Bâtiments) } Recherches sur les lieux

Shinsuke TODA (Hazamagumi, S.A.)

Fuminori TOMOZAWA (Institut des Bâtiments) } Examen et analyse de

Hisashi TANAKA (Institut des Bâtiments) } carottes

b) Durée des recherches

5 et 6 décembre 1980 (Recherches sur les lieux)

3) Recueil et examen des carottes

Un essai d'estimation de résistance au marteau Schmit et le recueil de carottes (43 mm de diamètre) ont été effectués sur les lieux sur chaque bâtiment. En ce qui concerne les carottes, il a été décidé d'effectuer à l'Institut des Bâtiments les vérifications du poids spécifique des carottes séchées à l'air, de la résistance à la compression, de la profondeur de neutralisation de la qualité des agrégats utilisés ainsi que l'analyse de la combinaison des agrégats (Ces 2 derniers sont en cours).

4) Parties des bâtiments examinés

Les parties examinées de chaque bâtiment sont les suivantes (voir Fig. 1 et Fig. 2)

a) Usine de meunerie SEMPAC

Pilier du rez-de-chaussée

(Bâtiment de l'ouest)

: Essai au marteau Schmit

Pilier du rez-de-chaussée

(Bâtiment de l'est)

: idem

Plancher du rez-de-chaussée

(Bâtiment de l'ouest)

: idem

Plancher du rez-de-chaussée

(Près de l'ascenseur du centre): idem et recueil de 3 carottes

Pilier du 5^e étage

(Bâtiment de l'ouest)

: Essai au marteau Schmit

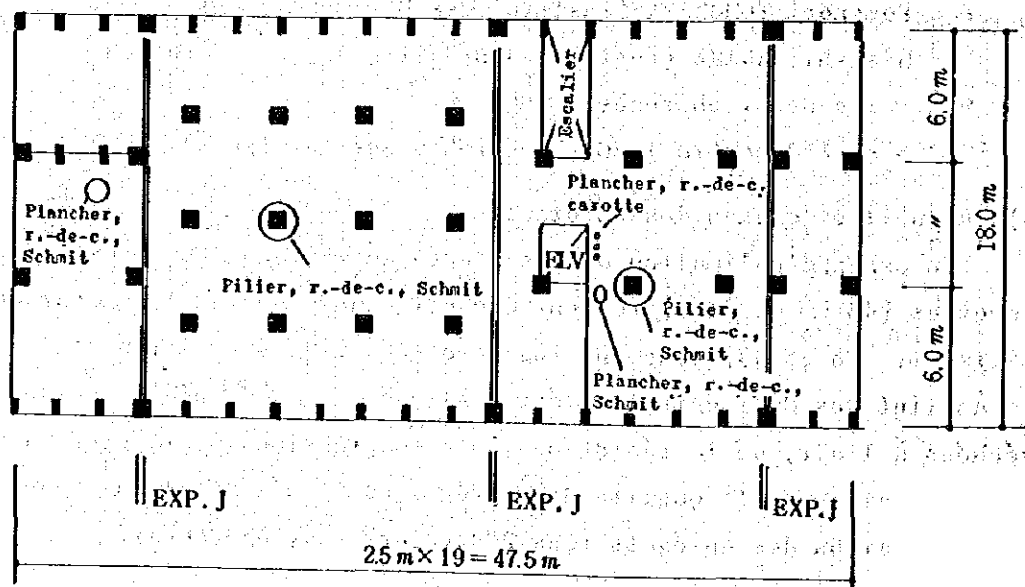
b) Grand ensemble de l'est

Pilier du rez-de-chaussée

: Essai au marteau Schmit et recueil de 2 carottes

SEMPAC Bâtiment en béton armé à 5 étages

Plan du sous-sol, du rez-de-chaussée et du 1^{er} étage.



Plan des 2^e ~ 5^e étages

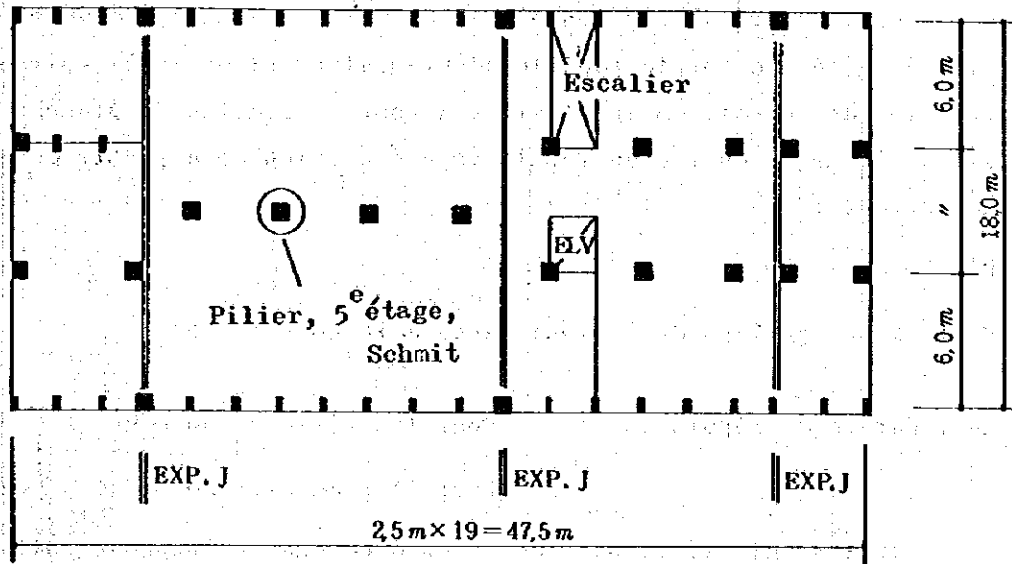


Fig. 5-1 Plans et endroits de recherches de l'usine de meunerie SEMPAC

Date de l'examen
: 6 décembre 1980
Bâtiment : Grand
ensemble de l'est

(1 étage) en béton armé

Plan du rez-de-chaussée

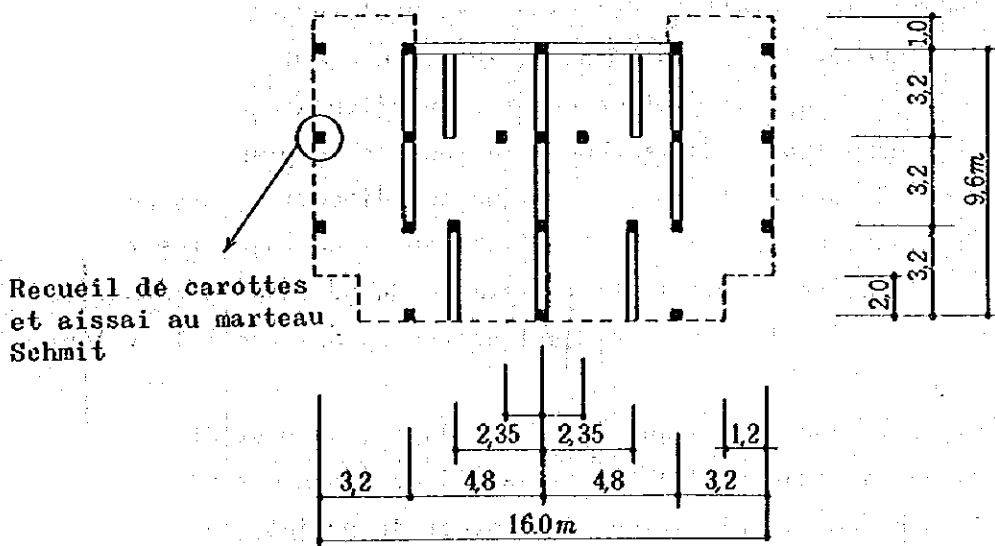


Fig. 5-2 Plan et endroit de recherches

5) Résultats des examens et observations

a) Résistance à la compression du béton

Concernant les résultats des essais au marteau Schmit, la dureté de répulsion R a été lue sur la feuille d'enregistrement et après avoir effectué la correction des essais en sens vertical pour la semelle du plancher, la valeur estimée de la dureté de répulsion a été calculée à partir de la formule suivante:

$$F = 10 R_0 - 110$$

F : Valeur estimée de la résistance à la compression

dont

R_0 : Dureté de répulsion

Pour les piliers: $\left(R_0 = R \right)$
Pour le plancher: $\left(R_0 = R + 4 \right)$

Les carottes ont été coupées de façon à ce que la longueur soit à peu près le double du diamètre. Les 2 bouts ont été couronnés D'autre part, le poids et le volume des carottes séchées à l'air ont été mesurés et le poids spécifique a été calculé avant d'effectuer l'essai. Les résultats sont indiqués sur les tableaux 5-1 ~ 5-3.

Suivant ces résultats, il est possible de dire que

i) A l'usine de meunerie SEMPA, la résistance du béton des piliers est d'environ $250 \sim 280 \text{ kg/cm}^2$, celle du béton du plancher est d'environ 150 kg/cm^2 , tandis que la résistance du béton des piliers du grand ensemble de l'est est d'environ 150 kg/cm^2 .

ii) Cependant, les résultats des essais au marteau Schmit de la surface (supposée) du plancher doivent se montrer inférieurs à la résistance réelle, à cause des effets d'abaissement de qualité du béton de surface dus aux vibrations et fluctuations par le choc à la semelle du plancher. Le diamètre des carottes est d'environ 42 mm , alors que les dimensions maxima des agrégats sont d'environ 25 à 30 mm . et doivent aussi abaisser les résultats des essais de résistance. Aussi, la résistance du béton du plancher de l'usine de meunerie SEMPAC doit être quelque peu supérieure à la valeur indiquée plus haut.

iii) Ainsi, par comparaison aux normes du Japon, on peut dire que le béton de l'usine de meunerie SEMPAC correspond au béton des bâtiments d'environ $180 \sim 210 \text{ kg/cm}^2$ de résistance des normes de projet, tandis que le béton du grand ensemble de l'est correspond à celui d'environ $135 \sim 150 \text{ kg/cm}^2$ de résistance des normes de projet.

Tableau 5-1 Résultat des essais de résistance à la compression

Entre parenthèses: Valeur moyenne

Bâtiments	Lieux des recherches	Valeur estimée de résistance à la compression par marteau Schmit (kg/cm ²)	Résistance à la compression des carottes (kg/cm ²)	Poids spécifique des carottes séchées à l'air (kg/ℓ)
	Pilier, r.-de-ch. (côté ouest)	220 (250) 280	-	-
	Pilier, r.-de-c. (côté est)	230 (250) 270	-	-
Usine de meunerie SEMPAC	Plancher, r.-de-ch. (côté ouest)	100 (150) 110	-	-
	Plancher, r.-de-ch. (centre, près de l'ascenseur)	160 (160) 160	143 112 (133) 143	2 2,28 2,26
Grand ensemble de l'est	Pilier, 5 ^e (côté ouest)	250 (275) 300	-	-
	Pilier, r.-de-ch.	150 (160) 180	167 (150) 133	2,20 2,24

Remarque: Les marteaux N° 1 et N° 2 ont été utilisés pour l'essai au marteau Schmit.

Les chiffres du dessus sont ceux de l'essai au marteau N° 1, et les chiffres du dessous, ceux de l'essai au marteau N° 2. Les chiffres de l'essai au marteau N° 2 indiquent une valeur plus grande de dureté de répulsion.

b) Neutralisation du béton

Suivant l'examen de profondeur de neutralisation du béton effectué sur les carottes fendues, les résultats ont indiqué 15 à 30 mm. Pour le béton de l'usine de meunerie SEMPAC et environ 15 mm. pour celui du grand ensemble de l'est. Le premier étant âgé de 20 ans, cette valeur ne pose pas de problème, tandis que le béton du grand ensemble a une valeur trop grande par rapport à son âge. Cela veut dire que le rapport eau/ciment du béton du grand ensemble est un peu trop grand et indique que la quantité unitaire du ciment est trop restreinte.

c) Caractéristiques généraux du béton

L'examen des carottes permet de faire les observations suivantes.

i) Agrégats utilisés

Usine de meunerie SEMPAC : Les agrégats grossiers semblent être composés de mélange de gravier, de gravier concassé et de pierres concassées. Leurs dimensions maxima sont assez petites et sont d'environ 15 à 20 mm. D'autre part, leur granulométrie semble relativement bonne. L'agrégat fin semble composé de sable de riveère et la granulométrie n'est pas mauvaise. Selon l'essai de dissolubilité à l'acide chlorhydrique, une partie des agrégats grossiers doit être de nature calcaire.

Grand ensemble de l'est : Les agrégats grossiers sont presque exclusivement en calcaire concassé et leurs dimensions maxima sont d'environ 25 à 30 mm. Les grains grossiers sont en grande quantité mais ceux de dimension moyenne ou petite sont en petite quantité, et la granulométrie est mauvaise. Les agrégats fins au contraire sont minucules et peuvent passer tous à travers un tamis de 0,3 mm., ce qui veut dire qu'ils sont de même de granulométrie mauvaise.

La quantité des agrégats ne doit pas poser de problème, mais comme nous l'avons indiqué ci-dessus, la granulométrie doit être mise en cause.

D'autre part, les coupes d'agrégats grossiers de la surface des carottes sont présentées sur les Fig. 5-3 et 5-4.

ii) Combinaison des éléments du béton

Comme il y a des agrégats de calcaire, l'analyse de la composition est difficile, mais en considérant l'état des agrégats dont nous venons de parler, il ne semble pas avoir de problème en ce qui concerne la combinaison des éléments du béton, mais dans le cas du grand ensemble de l'est, la granulométrie minuscule des agrégats fins exige surtout un plan et un contrôle minutieux de combinaison, sinon la quantité unitaire d'eau peut être trop abondante du point de vue exécutoire, ce qui pourrait entraîner la production de béton de résistance faible. De plus, l'existence excessive de grains de grand diamètre parmi les agrégats grossiers aussi tend à nuire à la résistance.

MF No. 1



MF No. 3



Fig. 5-3 Granulométrie des agrégats grossiers à la surface des carottes de béton de l'usine de meunerie SEMPAC.

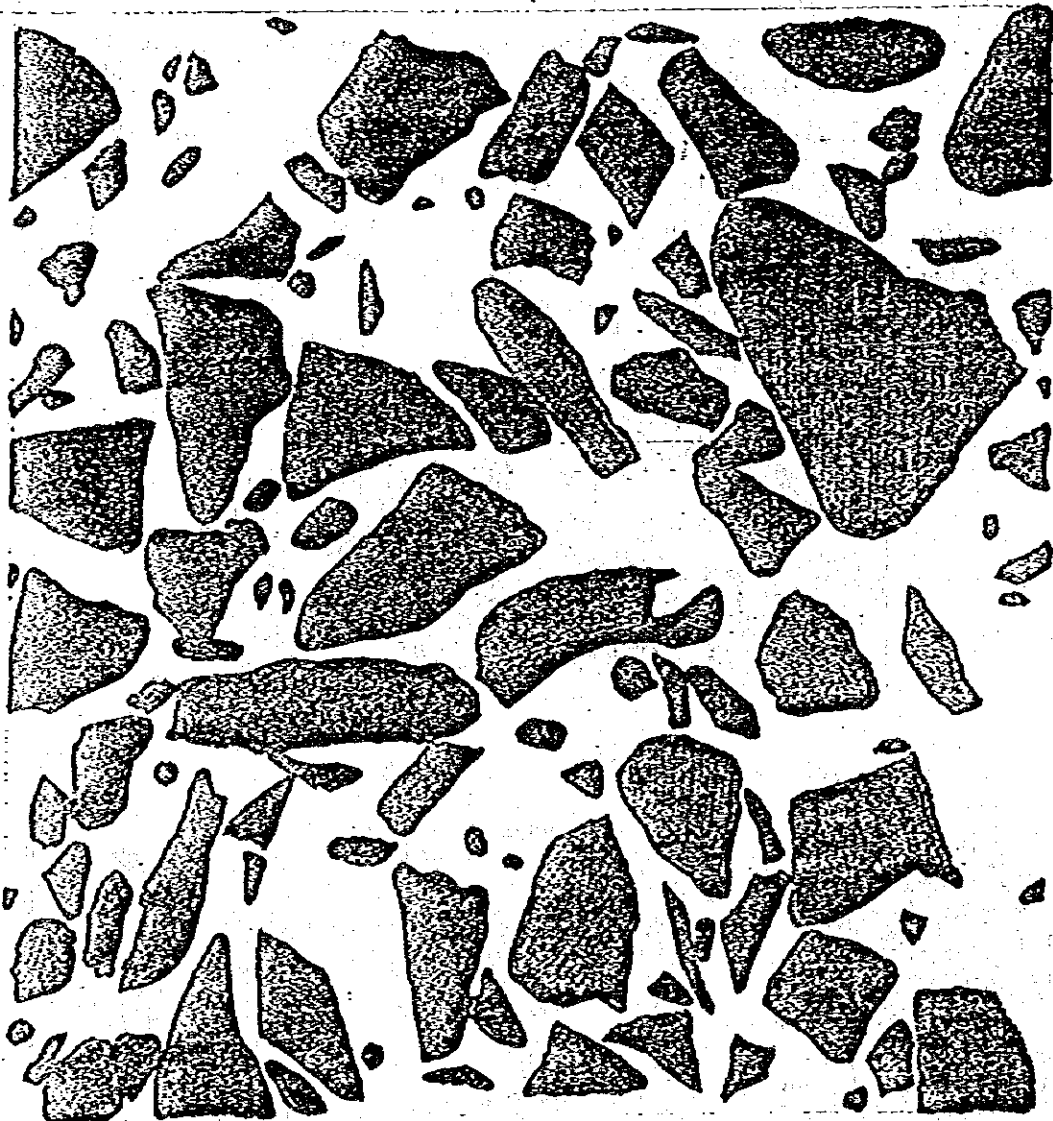


Fig. 5-4 Granulométrie des agrégats grossiers à la surface d'une carotte de béton du grand ensemble de l'est.

Tableau 5-2 Estimation de la résistance du béton par marteau Schmit

Catégorie	Lieux de mesure	Valeur moyenne R	Ro	Valeur estimée de résistance (kg/cm ²)	
				par formule (1)	par formule (2)
Grand ensemble de l'est	Pilier, r.-de-ch. (carotte N° 1)	26	26	150	154
	Pilier, r.-de-ch. (carotte N° 2)	29	29	180	193
Usine de meunerie SEMPAC	Pilier, r.-de-ch. (près du centre)	33	33	220	245
	Pilier, r.-de-ch. (près du lieu de recueil de carotte)	34	34	230	258
	Pilier, r.-de-ch. (près du centre)	39	39	280	323
	Pilier, r.-de-ch. (près du lieu de recueil de carotte)	38	38	270	310
	Plancher, r.-de-ch. (partie sud-ouest)	18	22	110	102
	Plancher, r.-de-ch. (lieu de recueil de carotte)	23	27	160	167
	GFL, r.-de-ch. (lieu de recueil de carotte)	23	27	160	167
	Pilier, 5 ^e étage	41	41	300	349
	Semelle, r.-de-ch.	17	21	100	89
Magasin des céréales	Pilier, 5 ^e étage	36	36	250	284

(1) $F = 10R_o - 110$

(2) $F = 13R_o - 184$

$R_o = R + \Delta R$ $\Delta R = 0$ (Pilier)

$\Delta R = 4$ (Plancher)

Tableau 5-3 Résultat des essais de résistance de carottes de béton

Catégorie	Diamètre d (mm)	Longueur h (mm)	Poids spécifique	Charge maximum (t)	Rectification de hauteur		Résistance à la compression (kg/cm ²)	Profondeur de neutralisation (mm)	Remarques
					h/d	Coefficient de rectification			
Grand ensemble N ^o 1	42,5	85,0	2,20	2,37	2,00	1,00	167	14, 15, 16	
Grand ensemble N ^o 2	42,9	83,7	2,24	1,93	1,95	0,996	133	13, 14, 18	
SEMPAC No. 1	42,6	83,4	2,28	2,03	1,96	0,997	143	28, 31, 32	
SEMPAC No. 2	42,7	62,5	2,28	1,68	1,46	0,956	112	15, 16, 18	
SEMPAC No. 3	43,0	76,6	2,26	2,10	1,78	0,983	143	-	

Remarque: L'essai de résistance a été effectué sur des échantillons séchés à l'air (Trempeement dans de l'eau durant 180 h., puis séchage pendant 11 jours dans une chambre de 20° C et de 60 % d'humidité).

5-6 Caractéristiques sismiques du sol et des bâtiments

Des mesures ont été effectuées avec des enregistreurs de micro vibrations sur quelques bâtiments et des sols d'EL-ASNAM et d'EL-ATTAP.

Voici ci-dessous l'aperçu des résultats.

1) Objet des mesures

Ces mesures ont été effectuées pour saisir les caractéristiques des vibrations du sol et des bâtiments qui constituent la base des plans parasismiques.

Lorsque le cycle des bâtiments coïncide avec celui du sol, l'oscillation des bâtiments s'amplifie sous l'influence d'impulsion régulière de même fréquence. Si les cycles sont différents, ce phénomène de résonance ne se produit pas et l'oscillation des bâtiments n'est pas grande.

2) Endroits des mesures

a) Sol

A EL-ASNAM, il existe des endroits au sol ferme et d'autres au sol meuble même en conditions naturelles. Ainsi, il y a des endroits au cycle court de vibrations et des endroits au cycle long de vibrations, et les mesures des caractéristiques de vibrations ont été effectuées dans des endroits différents, soit

- Dans l'enceinte de l'usine de meunerie
- A la Cité Vergers
- Dans la partie est de la ville, au grand ensemble où les immeubles à 1 étage sont nombreux.
- Sur les terrasses du côté nord de la rivière

b) Bâtiments

- Usine de meunerie
- Immeubles du grand ensemble (Bâtiments ayant reçu de grands dégâts et bâtiments peu endommagés)

3) Aperçu des résultats des mesures

Les formes d'ondes enregistrées lors des observations sont présentées sur la Fig. 5-6.

a) Cycle du sol

Le cycle dominant du sol d'EL-ASNAM est de 0,15 ~ 0,3 sec., et celui-ci peut donc être considéré sol ferme.

Les éléments cycliques doivent être dominants aux premières secousses sismiques, mais un élément de même cycle long d'environ 2 sec. a été observé

plus tard. L'existence de cet élément de même cycle long s'est révélé lors de l'observation d'un petit tremblement de terre le 5 décembre, vers 13 heures.

Les forms des ondes enregistrées sont présentées sur la Fig. 5-6.

b) Cycle des bâtiments

• Les cycles de bâtiments de l'usine de meunerie sont comme suit:

Silo de l'ouest : 0,3 ~ 0,4 sec.

Construction du centre : 0,9 ~ 1,1 sec.

Silo de l'est : 0,6 ~ 0,8 sec.

• Valeurs mesurées des immeubles du grand ensemble de l'est

Bâtiments peu endommagés : 0,2 ~ 0,25 sec.

Bâtiments endommagés fortement : 0,4 ~ 0,6 sec.

4) Observations

Les bâtiments construits récemment étant en béton armé aux murs en briques, ceux-ci ont été endommagés par l'élément de cycle court des premières secousses sismiques.

La rigidité des bâtiments endommagés par les premières secousses sismiques s'est affaiblie par la destruction des murs en briques et le cycle des bâtiments s'est changé en cycle long. Comme les ondes qui sont arrivées ensuite étaient d'un élément de même cycle, les dégâts sont devenus plus grands et c'est sans doute pour cela que de tels bâtiments ont été détruits.

5-7 Etudes de la résistance de l'usine de meunerie SEMPAC

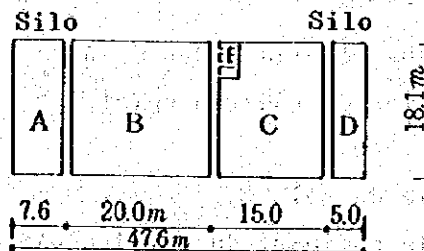
L'usine de meunerie SEMPAC qui est le bâtiment le plus haut d'EL-ASNAM (environ 31 m.) a fait l'objet d'études de résistance. La photo 13 et les notes suivantes en présentent l'aperçu.

P.N Le nord réel est à 30°

côté est

1) Diagnostic de l'usine de meunerie

Hauteur des étages	5 ^e	6,1 ^M	2 ^e	4,0 ^M
	4 ^e	4,5	1 ^{er}	4,5
	3 ^e	5,5	r.-de-ch.	4,5



Bâtiment à 5 étages

Hauteur de l'avant-toit : 30,4^M.

a) Résistance des bâtiments avant le tremblement de terre

Le calcul du diagnostic parasismique de chacun des 4 bâtiments du plan ci-contre donne le résultat indiqué à la Fig. 5-5 (a) ~ (c).

La comparaison par bâtiment et par étage des tendances des indices obtenus (Indice E_0 : Coefficient de l'effort de cisaillement) se résume de la façon suivante:

- Les résistances des bâtiments B1 et C se ressemblent mais celle du bâtiment C est plus grande.
- Les résistances des bâtiments B1 et C sont, au rez-de-chaussée et aux 1^{er} ~ 4^e étages, dans la limite de 0,1 à 0,2.
- Les résistances des bâtiments A1 et D sont d'environ 0,2 au rez-de-chaussée, mais plus grandes aux étages (~ 0,5), à cause de l'importance plus grande des murs.
- Aux bâtiments B et C, les résistances des directions N - S et E - O sont à peu près égales. Aux bâtiments A et D, celles de la direction N - S sont beaucoup plus grandes.

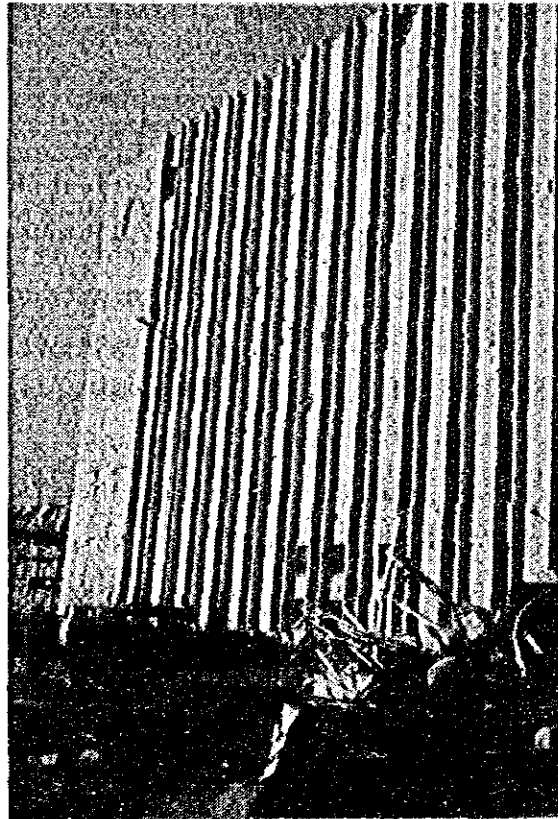


Photo 13 Aspect de l'usine de meunerie SEMPAC

b) Observations

- L'importance plus grande des dégâts dans la direction E - O et leur concentration aux étages supérieurs doivent résulter des heurts mutuels des bâtiments. Le calcul du coefficient de l'effort de cisaillement réel effectué en considérant simplement ces effets comme supplément de poids aux étages supérieurs donne la Fig. 5-5 (b). Par conséquent, l'indice E_0 des bâtiments B et C s'abaisse de 0,4 à environ 0,2 et les effets des heurts sont importants.
- Les dégâts des bâtiments B et C sont assez différents (plus considérables au bâtiment b), mais comme les indices à la Fig. 5-5 ne sont guère différents il est nécessaire d'effectuer des études plus approfondies.
- L'étude des degrés des dégâts et des résultats du diagnostic parasismique conduit à penser qu'il sera possible d'utiliser de nouveau les bâtiments en les renforçant par la disposition appropriée de murs parasismiques en béton, après avoir réparé les structures principales. Il est préférable de relever la résistance du bâtiment à 0,3 ~ 0,4.

2) Examen de vibrations de l'usine de meunerie

Les résultats des mesures des cycles propres du sol et des bâtiments sont les suivants:

Date de mesure : 5 décembre 1980

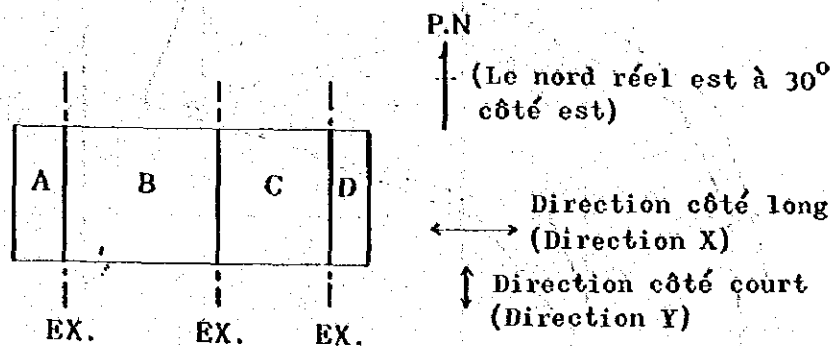
Lieux de mesure : Sol - Sur le sol à l'extérieur du parking du nord
Bâtiment - Sur le sol de l'étage supérieur (5^e étage)

D'autre part, un petit tremblement de terre est survenu au cours des mesures. Les secousses sismiques nées immédiatement après ont été enregistrées avec succès et les secousses qui doivent être dominantes lors des séismes ont été observées.

a) Cycle dominant du sol

- Micro-vibrations en temps ordinaire : 0,03 sec.
- Lors du tremblement de terre : 1,8 sec.

b) Cycle des bâtiments



	E-W	N-S
A	0,40 SEC	0,28 SEC
B	1,10	1,10
C	1,10	0,85
D	0,60	0,80

c) Observations

- Les caractéristiques des vibrations ont des points identiques aux cycles courts en temps ordinaires et lors du séisme, mais un cycle long apparaît lors du séisme ($T = 1,8 \text{ sec.}$).
- La possibilité de coïncidence des caractéristiques des vibrations du bâtiment et du sol engendrant une résonance ne peut guère survenir.
- L'état de destruction des bâtiments et celui des dégâts des installations intérieures permettent de supposer que les secousses de la surface du sol (Puissance d'entrée à la base des bâtiments) ont été d'environ 0,1 g.
- Il apparaît nécessaire d'étudier les rapports des variations des cycles propres précédant le séisme et de ceux suivant le tremblement de terre avec les dégâts structurels, à base de données plus minutieuses.
- En cas de réparations et de consolidations en vue de réutilisation, il est souhaitable de tenir compte des secousses du sol (Puissance d'entrée à la base des bâtiments) de plus de 0,15 g.

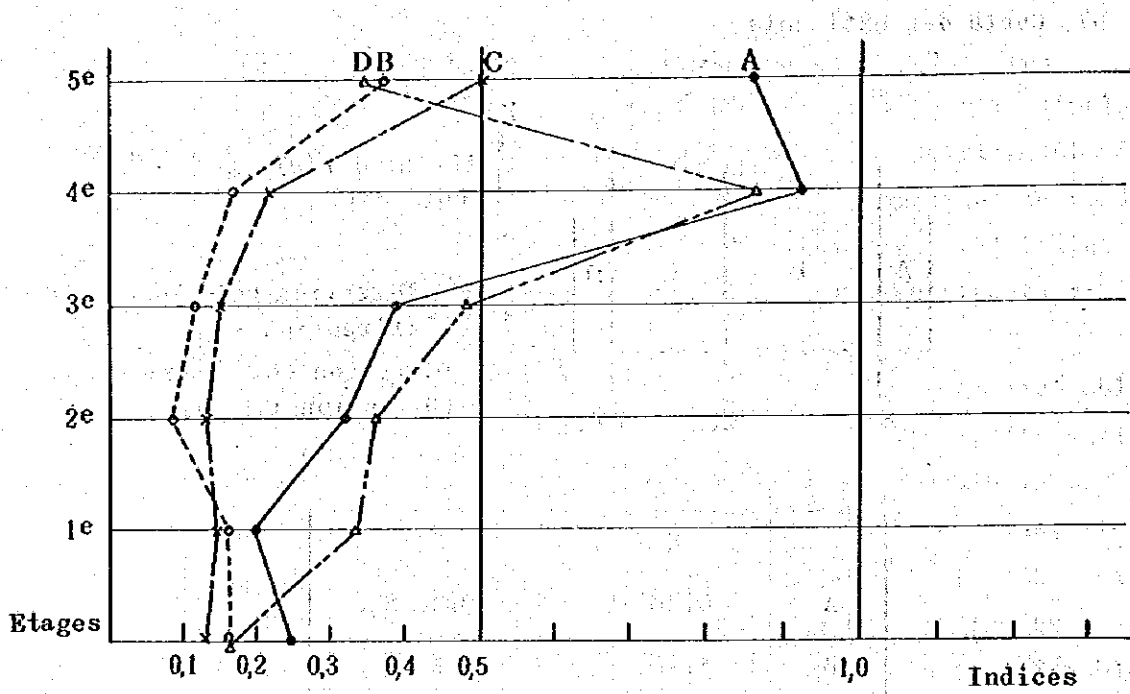


Fig. 5-5 (a) Résultat du diagnostic parasismique (Direction E - W)

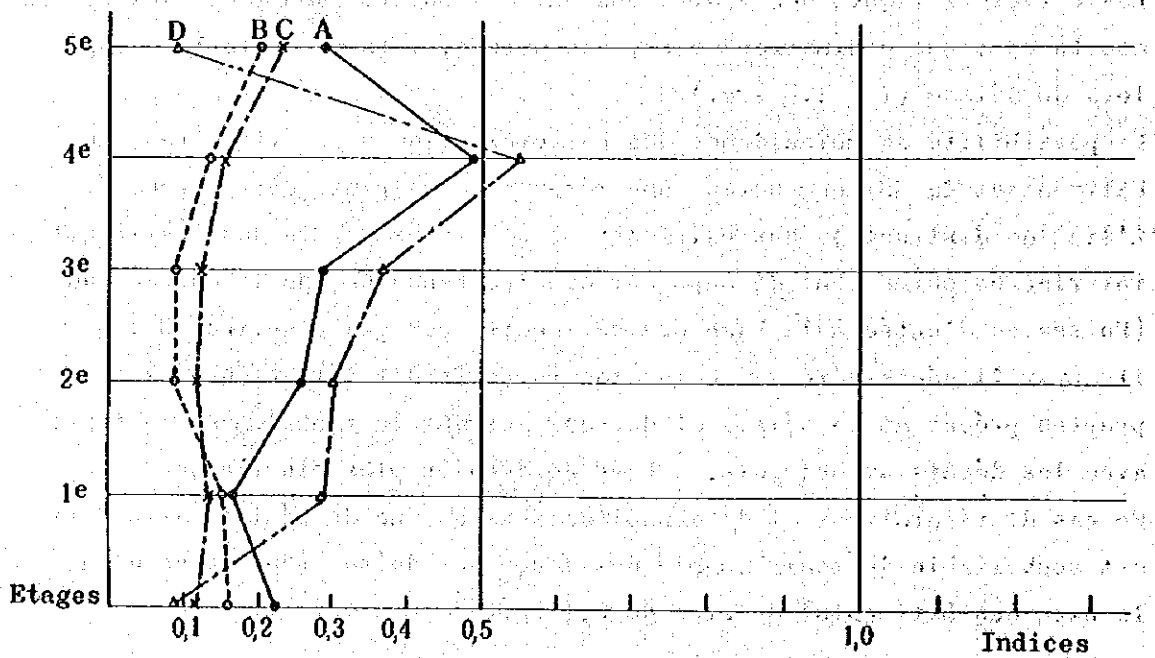


Fig. 5-5 (b) Résultat du diagnostic parasismique
(Direction E-W, en tenant compte des heurts)

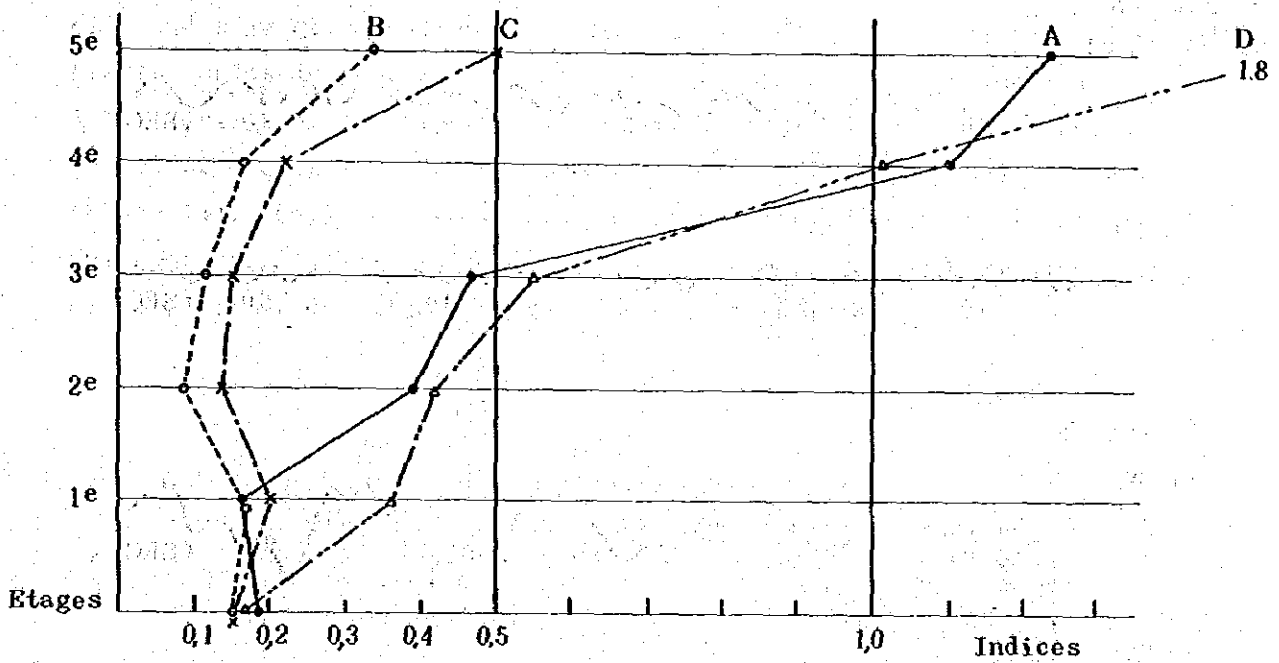
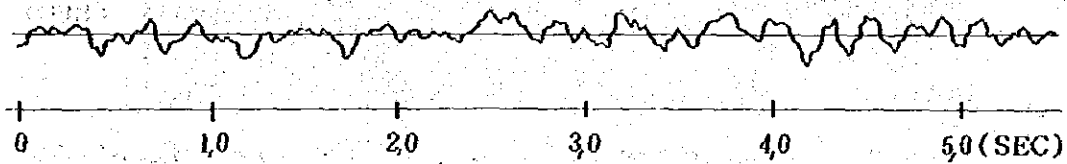


Fig. 5-5 (c) Résultat du diagnostic parasismique (Direction N-S)

a) Sol (Direction E - W)



a') Sol (5 décembre, le h. 35, immédiatement après le séisme, direction E - W)

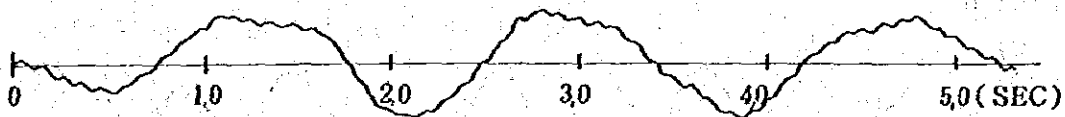


Fig. 5-6 Résultat des mesures constantes des micro-vibrations

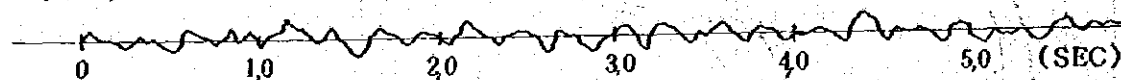
b) Plancher du 4^e étage du bâtiment

Bâtiment A

(E - W)

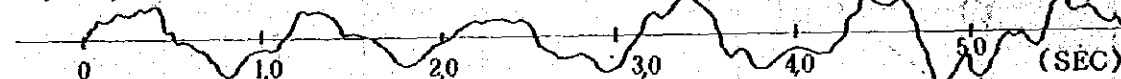


(N-S)



Bâtiment B

(E-W)



(N-S)

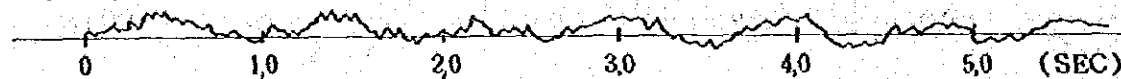


Bâtiment C

(E - W)

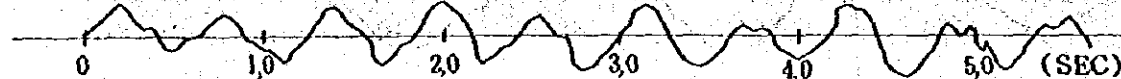


(N-S)



Bâtiment D

(E - W)



(N-S)



5-8 Etudes sur la résistance des immeubles de la partie est

Des études sur le diagnostic de la résistance des bâtiments ont été effectuées au grand ensemble en construction de l'est de la ville d'EL-ASNAM. Les immeubles de ce grand ensemble ont un plan à peu près identique. A l'intérieur de l'enceinte, il y avait ca et là des immeubles entièrement écroulés, d'autres gravement endommagés et d'autres aux dégâts moyens (Photo 14). Cette diversité nous ayant paru un phénomène intéressant en ce qui concerne l'estimation de l'accélération des secousses sismiques, nous avons effectué des études en général sur la résistance.

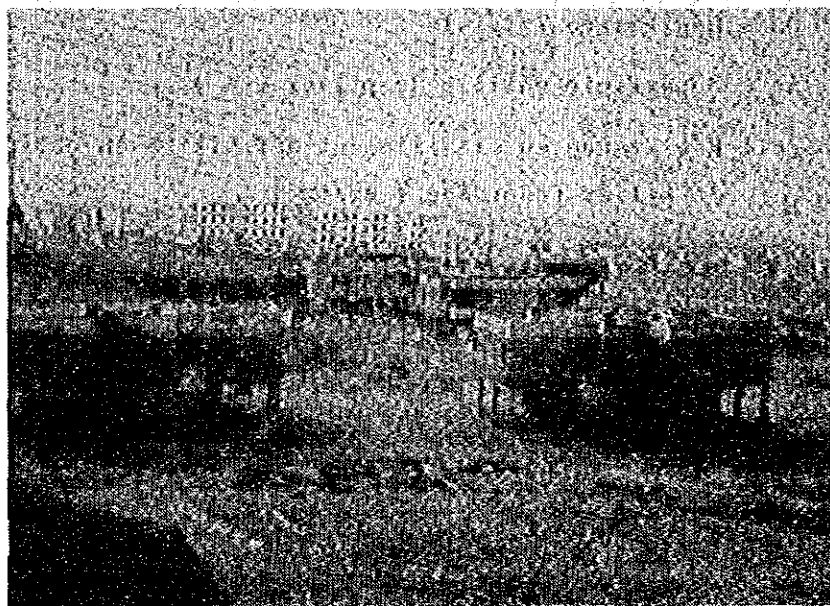


Photo 14 Grand ensemble de l'est en construction

1) Calcul approximatif du poids des couches

a) Toit

Parapet $0,2 \times 0,7 \times 2,4 \times (32 + 22) = 18^t$

Plancher $16 \times 9,6 \times 0,74 = 115^t$

Murs extérieurs $54 \times 1,6 \times 0,33 = 28^t$

Murs intérieurs $50 \times 1,6 \times 0,2 = 16^t$

Total $= 187 \rightarrow 190^t$

b) Plancher du 1^{er} étage

Plancher	$16 \times 96 \times 0.61 = 92$
Murs extérieurs	45
Murs intérieurs	21
<hr/>	
Total	$158 \rightarrow 160^t$

Poids total $W = 190 + 160 = 350^t$

2) Résistance latérale

$$Q_u = A_c \times T_c$$

dont $Q_u =$ Résistance latérale

$A_c =$ Superficie entière de pilier (cm)

$T_c =$ Résistance au cisaillement définitive en nominale de pilier (supposée 7 kg/cm)

$$Q_u = 18 \times 25 \times 25 \times 1 = 78750^{kg} \rightarrow 78.8^t$$

$$Q_u/W = 78.8/350 = 0.225$$

C'est-à-dire qu'en définitive, le coefficient de résistance au cisaillement est de 0,225 pour l'effort de cisaillement de base.

3) Cycle propre

Résultat enregistré constamment par les enregistreurs des micro-vibrations:

0,4 ~ 0,6 sec.

Valeur calculée : 0,65 sec.

$$(W = 350 t, K = 33 t/cm, T = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{W}{K}} = 0,65 \text{ sec. })$$

Les effets des murs en parpaing n'étant pas pris en compte dans la valeur de calcul, la valeur des mesures réelles est un peu plus grande.

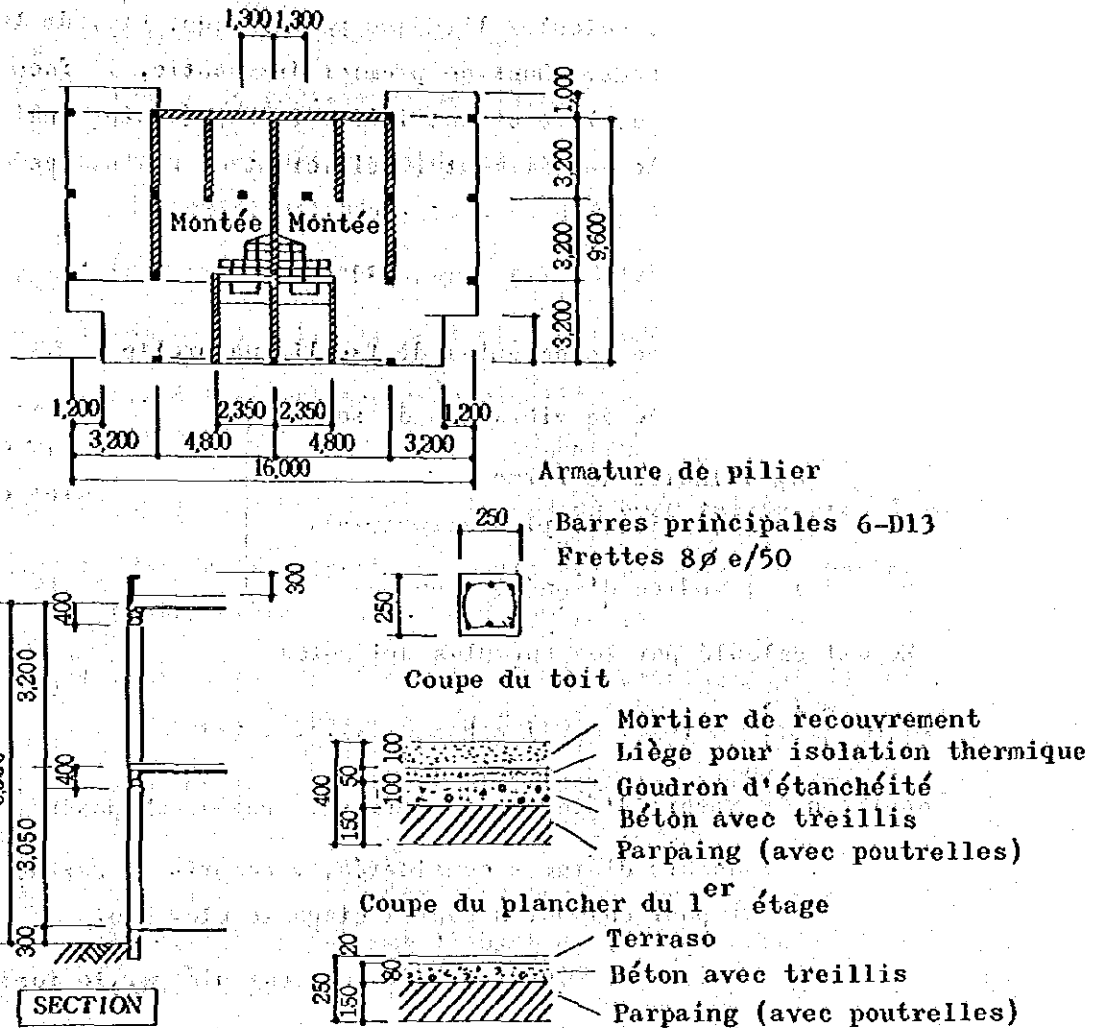


Fig. 5-7

Remarques

Il a été appliqué, en admettant les hypothèses ci-dessous, au moment du calcul de la résistance des 2 bâtiments susdits, la "Première Méthode de Diagnostic" effectuant des calculs approximatifs sans données concernant la répartition des éléments de l'armature, choisie parmi les méthodes de diagnostic parasismique proposées par le Centre de Sécurité des Constructions Particulières du Japon (Association de la Prévention des Sinistres des Bâtiments du Japon (Fondation) actuelle).

- a) La coupe des piliers se base sur des données de mesures réelles.
- b) La résistance des murs aérés que ceux en béton ne sont pas pris en compte.
- c) La résistance naturelle du béton est supposée suffisamment grande ($F_c \geq 200 \text{ kg/cm}^2$)

Il est convenu de calculer l'indice parasismique (I_s) de la structure par la formule ci-dessous. Dans ce premier diagnostic, la faculté de déformation n'est pas évaluée et cet indice I_s représente ainsi telle quelle la résistance naturelle du bâtiment (Coefficient de résistance définitive de cisaillement).

$$I_s = E_o \times G \times S_D \times T \quad \dots \dots \dots 1)$$

dont E_o : Indice fondamental de faculté naturelle

G : Indice de vibration du sol

S_D : Indice de forme
(Indice de plan structurel)

T : Indice d'années écoulées

} 1,0 dans tous
les calculs

E_o est calculé par les formules suivantes

$$E_o = \frac{n+1}{n+i} = (C_w + \alpha_1 C_c) \times P_w \quad \dots \dots \dots (2)$$

dont n : Nombre d'étages, y compris le rez-de-chaussée

i : Nombre d'étages considérés, y compris le rez-de-chaussée.
1 pour chacun; n pour l'étage le plus haut

C_w : Indice de résistance de mur, calculé par la formule (7)

C_c : Indice de résistance de pilier, calculé par la formule (8)

α_1 : (Total des résistances des piliers en déformation lors de la destruction des murs)/(Total des résistances définitives des piliers), peut être désigné 0,7, mais doit être 1,0 dans le cas de $C_w = 0$

P_w : Indice de sismicité de mur (Indice de sismicité de pilier, pilier, pour $C_w = 0$). Peut être désigné 1,0.

Ces indices de résistance C_w et C_c sont calculés par les formules suivantes:

$$C_w = \frac{r w_1}{W} \times a_{w1} + \frac{r w_2}{W} \times a_{w2} + \frac{r w_3}{W} \times a_{w3} \dots \dots \dots (3)$$

$$C_c = \frac{r C}{W} \times a_c$$

- dont C_w : Indice de résistance de mur
 C_c : Indice de résistance de pilier
 τ_{w1} : Degré d'effort moyen de cisaillement définitif de mur
(Mur entre piliers), peut être désigné 30 kg/cm²
 τ_{w2} : (Mur avec 1 pilier), peut être désigné 20 kg/cm²
 τ_{w3} : (Mur sans pilier), peut être désigné 10 kg/cm²
 τ_c : Degré d'effort moyen de cisaillement définitif de
pilier, peut être désigné 10 kg/cm²

Cependant, 7 kg/cm dans le cas où h_0/D est de plus de 6

- a_{w1} : Taux de la superficie totale des planchers et des murs
(entre piliers) = $A_{w1}/\Sigma Af$ (cm²/m²)
 a_{w2} : Taux de la superficie totale des planchers et des murs
(avec 1 piliers) = $A_{w2}/\Sigma Af$ (cm²/m²)
 a_{w3} : Taux de la superficie totale des planchers et des murs
(sans pilier) = $A_{w3}/\Sigma Af$ (cm²/m²)
 A_{w1} : Superficie totale des sections des murs efficaces dans
la direction faisant l'objet de l'étage considéré
(entre 2 piliers) (cm²)
 A_{w2} : Superficie totale des sections des murs efficaces dans
la direction faisant l'objet de l'étage considéré
(avec 1 pilier) (cm²)
 A_{w3} : Superficie totale des sections des murs efficaces dans
la direction faisant l'objet de l'étage considéré
(sans pilier) (cm²)

La définition de la superficie de mur est celle indiquée
à la figure 2.

- a_c : Taux de la superficie totale du plancher et des piliers
= $A_c/\Sigma Af$ (cm²/m²)
 A_c : Superficie totale des sections des piliers indépen-
dants de l'étage considéré (cm²)

Les piliers des murs entre 2 piliers et ceux des murs
avec 1 pilier ne sont pas compté dans A_c

ΣAf : Superficie totale des planchers des étages supérieurs à l'étage considéré (m)

w : Poids total de la partie du bâtiment supérieur à l'étage considéré (Poids mort de la partie du bâtiment + charge utile sismique)/ ΣAf (kg/m²)

Peut être désigné 1200 kg/m² dans le cas de non calcul

5-9 Proposition

5-9-1 Réforme des normes parasismiques

1) Concernant l'intensité nominale sismique de projet, il est convenable de l'améliorer dans le sens étudié actuellement pour lui donner une forme plus effective et, dans ce cas, il est préférable d'élever l'effort de cisaillement de base à environ 0,2 g. au maximum.

2) Cependant, il doit être possible d'améliorer largement la parasismicité des bâtiments, même sans élever l'effort de cisaillement de bas, en faisant attention aux points suivants:

a) Rendre obligatoire l'utilisation d'une certaine quantité de murs parasismiques pour augmenter la ténacité et de limiter le "taux de variations de rigidité par étage" pour que ces murs soient réparti en bonne proportion en ce qui concerne les plans de structure et d'introduire nouvellement un indice pour diminuer les "déséquilibres sur plan de chaque étage" (voir la nouvelle loi sur les plans parasismiques du Japon).

b) Concernant la structure en cadre de béton armé, le diamètre minimum des piliers, la disposition des barres principales, des barres de l'armature à étrier et des barres en attente, la méthode de fixation des barres des poutres à ceux des piliers et autres notions fondamentales dont il faut tenir compte pour la structure doivent être inérés dans les normes.

3) Les bâtiments d'envergure supérieur à un certain degré (Bâtiments à étages dont la superficie du plancher est supérieure à 200 m², par exemple) ne devront pas être en pierres taillées, ni en briques.

5-9-2 Améliorations des plans et des méthodes de construction

1) Institution de normes pour le béton, les armatures et autres matériaux structurels et établissement de système de vérification.

2) Construire les planchers et les murs principaux en béton armé et

perfectionner les méthodes de construction pour contribuer à l'amélioration de la parasismicité de l'ensemble des bâtiments (Ces faits servent à éviter la destruction des plaques qui pourrait causer l'écrasement du bâtiment entier, ainsi qu'à obtenir une ténacité et une résistance latérale plus élevée).

3) Amélioration des méthodes de construction pour rendre plus léger le poids mort par l'allégement du toit et des planchers (Il semble nécessaire d'adopter une méthode de construction de plancher utilisant des matériaux légers).

4) Amélioration des méthodes de répartition des barres aux jointures des piliers et des poutres, des méthodes de coulage additif et autres moyens de plans et de méthodes de construction du point de vue de l'amélioration de la parasismicité.

5) Concernant les joints de dilatation, prévention de destruction par heurts mutuels lors du séisme (Si les fissures dues aux contractions par séchage ou aux efforts thermiques sont permis, il ne faut pas prévoir des joints de dilatation, du point de vue de plan parasismique).

CHAPITRE 6

TREMBLEMENT DE TERRE DU 10 OCTOBRE 1980 ET APERCU DES MESURES D'URGENCE POUR LE SEISME

6-1 Etat des dégâts sismiques

Le tremblement de terre du 10 octobre 1980 a causé de grands dommages, surtout à EL-ASNAM, la ville capitale de la préfecture au même nom et aussi aux villes d'OUED-FODDA, d'EL-ATTAP, d'EL-ABADIA, de BENI-RACHED et aux villages des alentours (Fig. 6-1).

Le nombre des victimes s'est élevé à environ 2 800 morts (identifiés) et à plus de 8 000 blessés, et celui des sinistrés, à environ 400 mille personnes. La plupart des décédés ont péri sous les décombres des bâtiments écroulés.

D'autre part, les dommages matériels ont été considérables aux bâtiments, mais les ouvrages principaux n'ont pas subi de grands dommages.

1) Dommages des bâtiments

La proportion des bâtiments qui se sont écroulés ou qui ont reçu des dommages structurels est estimée avoir atteint 70 à 80% à EL-ASNAM, et plus de 80% à OUED-FODDA, EL-ATTAP, BENI-RACHED, EL-ABADIA et autres communes.

Suivant les recherches sur l'état actuel que l'Agence de la Normalisation des Habitations (CTC) a effectué sur environ 8 000 bâtiments dans la ville d'EL-ASNAM immédiatement après le tremblement de terre, environ 20% des bâtiments étaient intacts ou légèrement endommagés, environ 40% étaient fortement endommagés et exigeaient un examen minutieux pour savoir s'ils pourraient être utilisés de nouveau ou non, et environ 40% n'étaient plus habitables et devraient être démolis.

2) Dommages des installations de transport

a) Routes

Les routes ont été impassables à 29 endroits, surtout entre EL-ASNAM et EL-ATTAP. Il y a eu des endroits effondrés, mais les dommages n'ont pas été définitifs et ont pu redevenir passables par des réparations d'urgence.

En ce qui concerne les ponts pour routes, 6 se sont écroulés et 6 autres ont été endommagés.

b) Chemin de fer

Un effondrement du sol s'est produit entre EL-ASNAM et OUED-FODDA et les rails ont été courbés sur 300 à 400 m. D'autre part, 3 ponts ferroviaires ont été quelque peu endommagés.

3) Dommages des installations d'alimentation et de traitement

a) Installations électriques

Des dégâts sont quelque peu survenus aux poteaux, aux transformateurs, aux fils électriques aériens, mais la centrale, les sous-stations et les câbles conducteurs n'ont pas été endommagés.

b) Installations du gaz

De grands dégâts sont survenus surtout aux conduites de gaz et aux contrôleurs de pression, et l'alimentation a été interrompue d'urgence 15 à 30 mn. après le séisme.

c) Barrages

Le barrage d'OUED-FODDA a eu quelques fissures.

d) Service des eaux

Les tuyaux d'amiante reliant les barrages aux diverses villes et villages n'ont pas été endommagés, les installations de pompes non plus. Cependant, les conduites d'eau ont été quelque peu endommagés, surtout aux zones au sol instable.

e) Egouts

Les canaux souterrains et les tuyaux installés sous terre ont eu des fissures.

4) Dommages des installations téléphoniques et télégraphiques

Les lignes principales entre EL-ASNAM et OUED-FODDA ont été coupées à 3 endroits. Dans la ville d'EL-ASNAM, le central téléphonique s'est écroulé et tous les circuits de la ville ont cessé de fonctionner.

5) Incendies

Les incendies ont éclaté à 3 endroits dans EL-ASNAM (le central téléphonique, une station-service et une maison particulière), mais ont été éteints immédiatement. La plupart des bâtiments des agglomérations n'étant pas en bois, les incendies de villes ne se sont pas déclarés.

6) Troubles sociaux

Il n'y a eu que quelques vols par des enfants le jour du tremblement de terre, et pas de troubles de grande envergure, tels que des saccages en groupe.

6-2 Circonstances des mesures d'urgence pour les sinistres

Bien qu'il y ait eu de nombreux sinistres, les mesures d'urgence ont été prises systématiquement et effectuées en général d'une façon relativement satisfaisante.

1) Transmission des informations sur les sinistres

Les informations des sinistrés au peuple se sont limitées aux émissions régulières des nouvelles de télévision et de radio, mais n'ont pas fait l'objet d'émissions spéciales. Les communications mutuelles des autorités ont été assurées par l'installation provisoire de téléphones.

D'autre part, la nouvelle répandue à l'étranger de 20 000 morts par les sinistres sismiques du 10 octobre ne provient pas du Gouvernement algérien, mais d'une présomption d'une agence de presse étrangère.

2) Activités de secours

a) Guidage aux postes de secours

La préparation des postes de secours et le guidage des sinistrés ayant perdu leurs demeures à ces postes a été effectué principalement par l'armée.

b) Fourniture d'aliments et d'eau potable

Les aliments et l'eau potable ont été fournis par l'armée, surtout pendant les jours suivant le tremblement de terre, à tous les sinistrés. Des camions-citerne ont procuré l'eau potable.

c) Traitement des cadavres, mesures préventives contre l'épidémie

Les cadavres des victimes ayant péri dans la ville d'EL-ASNAM ont été enterrés dans la banlieue, à un endroit déterminé.

L'injection de vaccin anti-cholérique et l'extermination de chiens et de chats ont été effectués. L'épidémie ne s'est pas éclatée.

3) Réparations d'urgence des installations

a) Les fonctionnaires de la préfecture ont réalisé dès la survenue des sinistres sismiques, la vérification de l'état des routes, ils ont indiqué les détours, l'arrêt de la circulation et autres mesures nécessaires. Ainsi, 2 heures après la survenue du séisme, les réparations d'urgence des routes principales étaient terminées.

Le chemin de fer a été remis en service 10 jours après le tremblement de terre.

b) Installations d'alimentation et de traitement

L'alimentation en électricité a été recommencée le lendemain du séisme. Celle en eau potable, 10 jours après le tremblement de terre. Cependant, la proçuration du gaz est arrêtée d'urgence et les mesures de rétablissement d'urgence n'ont pas été prises.

c) Installations téléphoniques et télégraphiques

Le rétablissement des lignes principales reliant EL-ASNAM aux autres villes a été achevé une semaine après le séisme. Cependant, les circuits

ordinaires dans la ville n'ont pas fait l'objet de mesures de rétablissement et il n'a été réalisé que l'installation de lignes provisoires et de téléphones publics.

4) Obtention de matériaux d'urgence, etc.

La mobilisation de matériels de réparation et de transport d'urgence (bulldozer, rouleaux-compresseurs, camions-tracteurs) que possèdent les communes.

D'autre part, les mesures d'obtention de bouteilles de propane ont été prises pour remplacer le gaz de ville dont la fourniture a été arrêtée.

5) Maintien de l'ordre public

A partir du 5^e jour après le tremblement de terre, la ville d'EL-ASNAM et autres régions sinistrées fortement ont été mises sous le contrôle particulier de l'Armée qui a effectué la limitation de l'entrée des non-intéressés et autres mesures pour le maintien de l'ordre public.

6) Mesures contre la hausse des prix

Depuis la reprise des activités économiques, il n'a pas été constaté de hausse de prix excessive, mais pour les articles d'usage courant, une tendance de hausse relative s'est produite et, pour y remédier, les fonctionnaires de la préfecture ont fait la tournée pour effectuer la direction nécessaire de tous les marchands au détail.

6-3 Organisation de la prévention des sinistres de l'Algérie

1) Organisation de la prévention des sinistres du Gouvernement central

L'organisation centrale du gouvernement de la République Algérienne Démocratique et Populaire est constituée de 2 Départements, de 25 Ministères et de 6 Agences.

La construction et la gestion des équipements relèvent de la compétence du Ministère des Travaux Publics, du Ministère des Ressources en Eau, etc. En ce qui concerne les ouvrages d'art des barrages, du service des eaux, des établissements électriques, etc., des normes de plans parasismiques ont été introduites ces dernières années et l'aménagement des installations est en train d'être avancé à base de normes parasismiques déterminées.

L'organisation qui effectue le contrôle technique des bâtiments est l'Agence de la Normalisation des Habitations, organisme dépendant du Ministère de l'Habitat et de la Construction. Quant aux bâtiments construits avec des fonds gouvernementaux (environ 90% de l'ensemble des bâtiments), des examens techniques, y compris l'examen de la parasismicité, sont effec-

tués par l'Agence de la Normalisation des Habitations.

L'observation et les études des séismes sont réalisés par le Centre National de l'Astronomie, de l'Astrophysique et de la Géophysique, organisme dépendant du Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique. Cependant, l'observation des tremblements de terre n'est effectuée qu'à 7 stations d'observations sismiques éparses. Une organisation mieux aménagée et plus dense est à souhaiter.

D'autre part, il a été constitué une Commission Nationale de Coordination générale des diverses mesures que prend le Gouvernement central depuis le tremblement de terre.

2) Organisations anti-sismiques de la région d'EL-ASNAM

Les organisations anti-sismiques de la région d'EL-ASNAM sont la Préfecture, l'Armée et les équipes civiles de secours. Ce sont ces organisations qui ont collaboré pour réaliser les mesures d'urgence remédiant aux dommages survenus par le tremblement de terre.

L'organisation de la préfecture d'EL-ASNAM se compose de membres exécutifs (14 personnes), de conseillers préfectoraux (40 personnes), de représentants de communes (29 personnes) et de l'organisation régionale du parti FLN, ayant le préfet en tête. Le personnel de la Préfecture compte environ 3 000 fonctionnaires en tout qui ont été tous mobilisés pour être affectés aux activités d'urgence anti-sinistres.

Les 300 membres organisés des équipes civiles de secours auxquels se sont ajoutés des membres de préfectures voisines se sont consacrés aux activités de secours.

3) Plans d'organisations de secours

En Algérie, des plans d'organisations de secours dites "ORSEC" sont institués aux échelons respectifs de la nation et des préfectures, et il est entendu que les mesures prises par chaque organisation en cas de survenue de circonstances graves seront réalisées conformément à ces plans.

Comme ces plans sont formés non seulement pour remédier aux sinistres, mais aussi pour les circonstances graves en général dont le détail de leur contenu nous est inconnu, mais en tout cas, chaque organisme a dû réaliser les activités qui leur sont propres, suivant les plans déterminés préalablement, lors du tremblement de terre du 10 octobre.

(Nota) Les inscriptions concernant les circonstances des sinistres de ce chapitre proviennent surtout des propos des hauts personnages de la préfecture d'EL-ASNAM et ne se basent pas sur les recherches réelles effectuées par les membres de l'assistance technique.

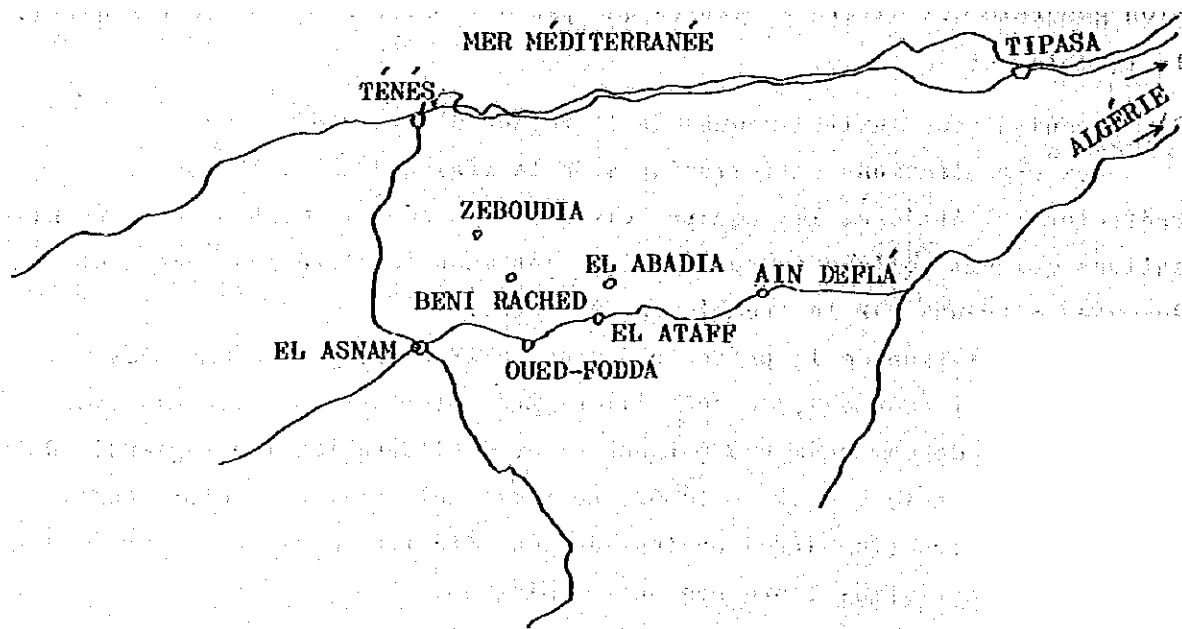
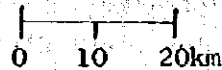


Fig. 6-1 Partie nord-ouest de l'Algérie



CHAPITRE 7

COOPÉRATION INTERNATIONALE DE TECHNOLOGIE POUR LES SÉISMES

Nous croyons que la coopération mutuelle des nations exposées aux sinistres sismiques est d'une importance éminente pour le développement des techniques parasismiques. Pour atteindre ce but, notre équipe de coopération technique fait appel au Gouvernement du Japon pour la réalisation de coopérations avec le Gouvernement de l'Algérie dans les domaines suivants:

- 1) Echange d'informations sur les tremblements de terre ainsi que sur les mesures parasismiques.
- 2) Accueillir dans les organismes nationaux d'études du Japon des étudiants spécialistes algériens, pour réaliser des études en commun et approfondir les études sismologiques et sismotechniques.

D'autre part, en cas de demandes officielles, l'équipe de coopération technique est toujours en disposition d'étudier, avec le Gouvernement du Japon, la possibilité d'envoyer en Algérie des spécialistes des tremblements de terre, de la planification de réparation des dégâts subis par le séisme ainsi que de sismotechnique.

RAPPORT PRELIMINAIRE

présenté par

L'EQUIPE DES EXPERTS ENVOYEE

PAR

LE GOUVERNEMENT DU JAPON

10 DECEMBRE 1980

TABLE DE MATIÈRES

Introduction

Chapitre I Sismologie..... page146

Chapitre II Construction..... page150

Sous-chapitre 1. Caractéristiques de dommage à la construction

Sous-chapitre 2. Problèmes concernant la structure para-sismique

Chapitre III Genie-civil et ouvrage d'art et Lif-Line..... page160

Chapitre IV Commentaire final..... page164

INTRODUCTION

Conformément à l'accord entre les gouvernements de l'Algérie et du Japon, le gouvernement du Japon a envoyé une équipe d'experts en sismologie et en engineering de trblement de terre, dirigée par S.E.M. Yuji OTSUKA, Vice-Ministre du Secrétariat Japonais de l'Aménagement du Territoire, afin d'enqueter, en collaboration avec la Commission Nationale de Coordination, sur le trblement de terre d'El-Asnam.

L'Equipe a séjourné du 1er au 12 Décembre 1980. Elle a été reçue par S.E.M. BRERHI, Ministre de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique et S.E.M. GHAZALI, Ministre de l'Habitat et de la Construction. La délégation a eu aussi nombreuses occasions de discuter et d'échanger les vues avec ses homologues Algériens et a rendu visite à El-Asnam pour se rendre compte de dégats sevis dans cette région.

Cela a permis à la délégation d'amener son enquête de façon efficace et d'obtenir des résultats satisfaisants.

La délégation présente ici quelques éléments utiles de l'enquête en forme de rapport préliminaire.

En soumettant ce rapport tous les membres de la délégation prie Dieu tout puissant à ce que la ville d'El-Asnam puisse retrouver sa vie comme dans le passé.

Chapitre I SISMOLOGIE

1 - Introduction

La partie Nord de l'Algérie, tout le long de la mer méditerranéenne est une zone sismique très active, et, cette région a souffert de nombreux tremblements de terre, provoquant des sinistres.

Cependant, les épacentres de ces tremblements de terre ne sont pas répartis uniformément, ils se trouvent en plusieurs groupes (voir fig. 1) dont l'un d'eux se trouve dans la région d'El-Asnam.

Selon la théorie récente de "plaque tectonique", la partie Nord de l'Algérie se trouve près des frontières du Nord de la plaque africaine où les plaques Afro - Eurasiennes sont entrain de se pousser mutuellement. Ceci est considéré être la cause des tremblements de terre dans la partie Nord de l'Algérie.

Les tremblements de terre qui arrivent dans une telle région ont un degré plus petit c'est à dire aux environs de 7 en magnitude, comparés aux tremblements de terre à grande magnitude par exemple, sur la côte pacifique des îles japonaise associées à la subduction d'une plaque.

Cependant, ces tremblements de terre se produisent sur terre en une profondeur minime et peuvent causer d'innombrables dommages même sur une superficie limitée, s'ils sont localisés très proche ou au dessous d'une région à dense population.

2 - Tremblement de terre d'El-Asnam du 10 Octobre 1980

La région d'El-Asnam est reconnue comme l'une des régions à haute sismicité et, auparavant a subi plusieurs tremblements de terre.

Des résultats télésismiques global (observation globale à grande distance), observations et aussi des recherches de la faille fait par les sismologues algériens, le présent tremblement de terre est considéré être la cause d'une compression de force dans la direction Nord et Sud.

L'épicentre déterminé par les observations sismiques se trouve aux environs de 5 à 6 Km au Sud - Est d'El-Asnam, et la fracture a commencé de ce joint là pour se propager à la direction Nord - Est. Cette interprétation est supportée par le fait que les lignes iso - intensité se prolongent aussi dans la même direction.

L'accumulation de l'énergie sismique par les deux temponnages de plaques africaines et eurasiennes est la principale cause des tremblements de terre en Algérie comme il a été décrit auparavant, et le mouvement de plaques est

continuel en cherchant leur endroit. Par conséquent, il est évident que les tremblements de terre d'une magnitude aux environs de 7 se produisent à plusieurs reprises dans la partie Nord de l'Algérie.

Il y a un autre fait qui peut être pris sérieusement en considération. Les régions de l'Algérie du Nord, les côtes méditerranéennes la Péninsule du Balkan, la Turquie, l'Iran et l'Himalaya appartiennent à ce qu'on appelle la grande ceinture sismique de latitude moyenne et l'activité sismique dans cette ceinture de latitude moyenne a une périodique comparaison très claire. Malheureusement l'activité présente sismique est proche de sa visière comme indiqué par les sinistres tremblements de terre arrivés successivement au Japon (1978), la Chine (1973) la Turquie (1978) la Péninsule du Balkan (1979), l'Italie (1976) etc... La durée de la grande activité continue au moins pour une période de quinze ans, suivie d'une seconde période de quinze années d'activité calme, à savoir l'activité sismique dans la ceinture a une période d'environ 30 ans. Ceci est bien connu, puisque le dernier tremblement de terre d'El-Asnam remonte à 1954.

3 - Déploiement de l'ouvrage local de l'observation sismique

L'une des contre mesures de base contre le préjudice de tremblement est d'examiner en détail la sismicité de la région concernée avec précision. Les sept stations sismiques opérant en Algérie ont apporté une grande coopération quant à l'observation globale sismique.

La possibilité de situation et de detection de l'ouvrage global a cependant une certaine limite. Il est difficile de situer la magnitude du tremblement de terre de moins 4 d'une façon précise. D'autre part, les événements fréquents des tremblements de terre augmentent arithmétiquement avec une diminution de magnitude. Par conséquent il est très important de situer la magnitude de l'endroit du tremblement de terre, au moins, en bas de 3, ensuite, une carte sur la sismicité précise de l'Algérie peut être faite d'une façon réduite à cause du grand nombre de tremblement de terre. Ceci peut être fait seulement par un ouvrage local d'une assez grande densité afin de situer les tremblements de terre indépendamment sans information d'ouvrage extérieur demandant un temps assez long.

Comme mentionné auparavant, les tremblements de terre en Algérie se produisent dans plusieurs régions à grande sismicité que leurs adjacentes régions, mais pas uniformément. Sur un tel cas l'importance d'une carte précise sur la sismicité est très appréciée, et il n'y a aucune exagération pour une telle information qui est inévitable pour le planning algérien du développement futur.

La surveillance locale de l'ouvrage permet une surveillance constante de l'activité sismique. Cela permettra de révéler la nature des tremblements de terre en Algérie, de donner une meilleure information du sinistre et éventuellement, à canaliser la prédiction du tremblement de terre.

Les spécifications générales de chaque ouvrage peuvent être déterminées soigneusement, même si le besoin est urgent pour l'Algérie. Le Japon se trouve dans une même situation que l'Algérie et il est entrain de déceler et de situer les tremblements de terre au Japon et près du Japon utilisant le même système de travail mentionné ci-dessus. Toutes les expériences faites à ce jour au Japon seront communiqué à l'Algérie afin d'édifier son propre ouvrage y compris les données, et les facilités de traitement. Des informations quantitatives seront dans notre rapport final après avoir pris en considération le commentaire de nos collègues algériens.

SHIGEJI SUYEHIRO,

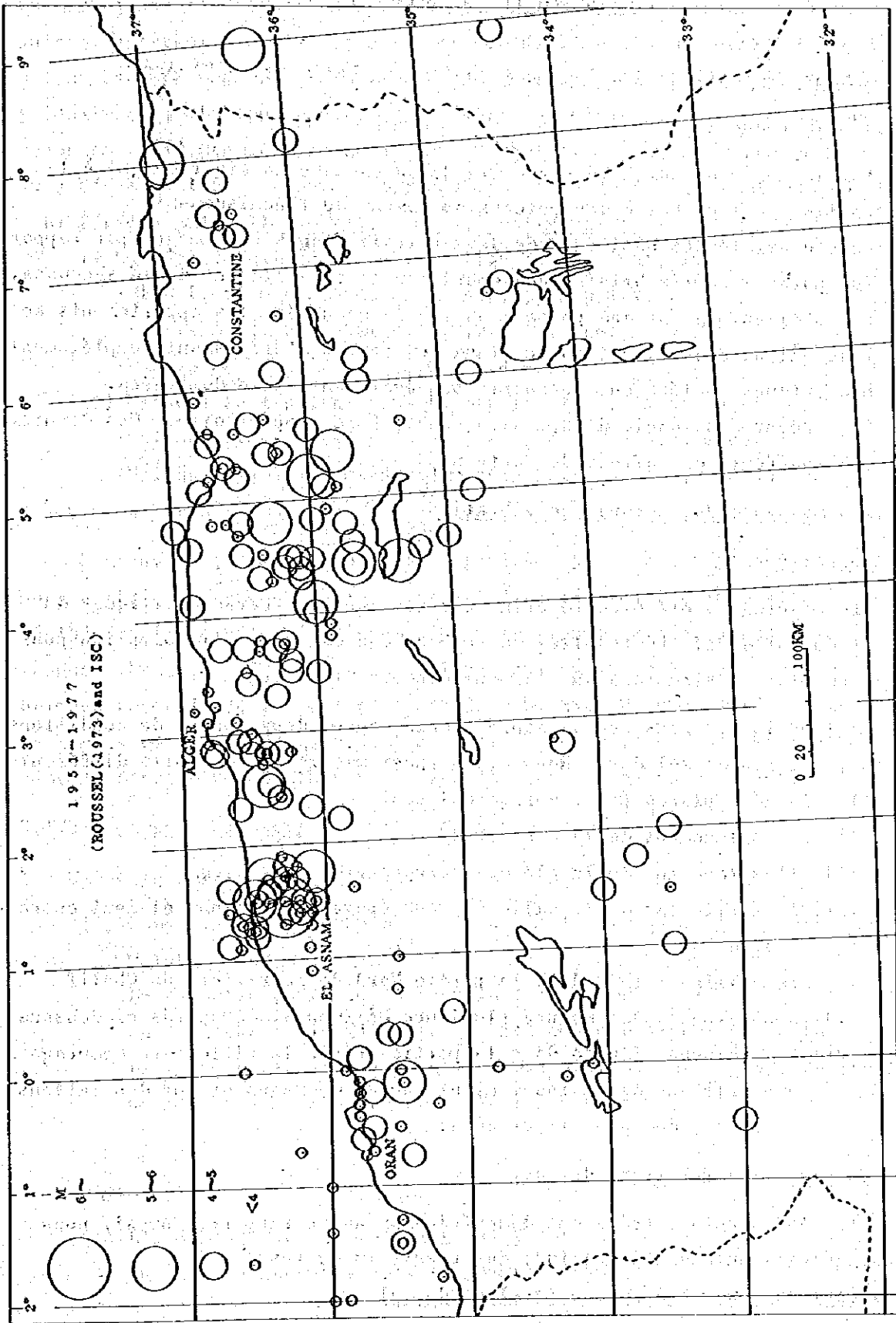
Directeur du Dpt. de l'Agence d'Observation de la
Météorologie Japonaise.

TOMEIO NAGAMANE,

Directeur du Dpt. de la Division Information,
Prédiction et Observation du Tremblement de terre
de l'Agence Météorologie Japonaise.

KAZUO HAMADA, Chercheur Principal

Centre National de Recherche pour Prévention des
sinistres - Agence de Technologie et de Science.



Chapitre II CONSTRUCTION

2.1 - Caractéristique des dommages causés aux bâtiments d'El-Asnam

2.1.1 - Introduction

- 1) Les dommages causés à la structure de la carcasse a été remarqué à la partie haute et basse des poteaux au moment du fléchissement.
- 2) On a constaté des bâtiments de deux à trois étages endommagés par rapport aux poteaux courts brisés facilement par le cisaillement de la secousse.
- 3) Les bâtiments ayant des poteaux au rez de chaussée, les appartements se trouvant au dessus, ont eu un grand dommage en s'affaissant complètement.
- 4) Les briques montées en maçonnerie ont également été endommagées.
- 5) La largeur des joints d'expansion semble être trop étroite. Ces derniers ont soufferts des effets de marteau.

2.1.2 - Esquisse des mesures de vibration

1. Objectif

Le mesurage a été exécuté afin de déterminer les caractéristiques du sol et du building. Le résultat de ce mesurage est base d'information pour faire un plan de structure du bâtiment concernant le seisme.

2. Le terrain que nous avons assuré semble donner deux sortes de conditions de sol, sol mou et sol dur. Nous avons aussi mesuré des endroits différents et sélectionné 5 places par mesurage qui sont:

- i) l'emplacement de la minoterie
- ii) l'emplacement de la clé des vergers
- iii) la partie est de la ville où deux étages de maisons étaient entrain d'être
- iv) la colline située dans la partie Nord de la rivière du Chélif
- v) Nous avons aussi mesuré plusieurs bâtiments, démontrés ci-dessous:
- vi) Les maisons situées dans la partie Est de la ville. Le mesurage a été pris sur des maisons ayant peu de dommages et sur des maisons ayant des dommages importants.

3. Esquisse des résultats de test

Les ondes enregistrées ont démontrées un autre rapport. Aussi, nous avons décrit seulement l'esquisse des résultats de test.

a) Période des vibrations naturelles du sol

D'une manière générale, la condition du sol est assez bonne à El-Asnam.

La période de la vibration naturelle est 0,15 to 0,30 second. Il semble que durant le tremblement de terre la période de vibration de 0,15 à 0,30 seconde est d'abord prédominée, puis la période de vibration de 2 secondes devient prédominante. La longue période de vibration ci-dessus ayant la période de 2 secondes a été mesurée par nous mêmes durant la secousse d'une heure trente du 5 Décembre 1980. L'enregistrement d'ondes nous démontre un autre rapport.

b) Période naturelle de vibration des bâtiments

i) La période naturelle de vibration de la minoterie

- Silo (partie ouest du bâtiment) 0,3 à 0,4 sec.
- Partie milieu du bâtiment 0,9 à 1,1 sec.
- Partie est du bâtiment 0,6 à 0,8 sec.

ii) Maisons se trouvant dans la partie est de la ville

- Maisons ayant subies peu de dommages 0,2 à 0,25 sec.
- Maisons ayant subies des dommages importants 0,4 à 0,6 sec.

4. Commentaires

Nous avons constaté que la plus part des bâtiments à El-Asnam ont leurs murs en briques et ces derniers ont été détruits par des secousses de courtes périodes qui étaient prédominantes dans le premier stade, après cela la longue vibration suivait, et le bâtiment qui avait déjà perdu le mur en briques recevait de longues périodes de vibration naturelle résonnait avec la longue période ci-dessus de secousse. La principale cause d'affaissement de plusieurs bâtiments peut être l'effet de résonnance ci-dessus.

2.1.3 - Rapport Minoterie "SEMPAC" El-Asnam

1. Capacité portante du bâtiment

(1) Capacité portante du bâtiment avant le tremblement de terre du 10 Octobre 1980.

La capacité portante de la structure du bâtiment a été déterminée en 4 blocks (voir fig. 1). La méthode d'analyse dite méthode de première évaluation est une méthode approximative (voir référence) Le résultat de l'évaluation est donné au tableau 1.

2. Commentaire

(1) L'endommagement du building est prédominant dans la direction est ouest très accentué dans les étages supérieurs.

vibrations du sol:

- (1) Vibration naturelle 0,3 seconde.
- (2) Pendant la secousse téllurgique 1,8 seconde

Les valeurs de période naturelle de vibration du bâtiment est présentée dans le tableau ci-dessous:

Direction Block	E - W	N - S
A	0,40	0,28
B	1,10	1,10
C	1,10	0,85
D	0,60	0,80

- (3) Voir appendix 1 pour les mesures d'ondes.
- (4) Commentaire

i) Il y a deux sortes de vibrations naturelles. Une de 0,3 sec. dans les conditions normales et 1,8 sec. pendant ou juste après une secousse téllurgique. Il n'a été recueilli aucune preuve de possibilité de reconnaissance entre le bâtiment et le sol.

Se basant sur l'endommagement de la structure et les machines installées à l'intérieur du bâtiment, l'accélération au sol pourrait être de l'ordre de 0,1 g (10% de l'accélération de la gravité).

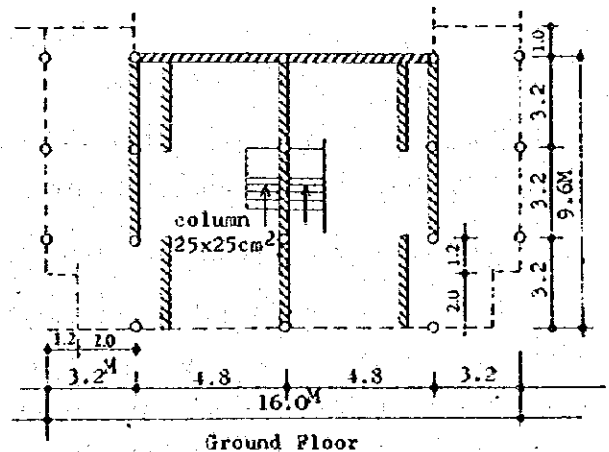
La capacité de portance devrait être augmentée à une valeur supérieure à 0,15 g à l'aide des réparations et des travaux de consolidation.

2.1.4 - Investigation on the "Maisons se trouvant dans la partie est de la ville"

(1) Approximation of Story Weight

1) Roof		
parapet	$0.2 \times 0.7 \times 2.4 \times (32+22)$	$= 18^T$
floor	$16 \times 9.6 \times 0.74$	$= 115$
ex. wall	$54 \times 1.6 \times 0.33$	$= 28$
in. wall	$50 \times 1.6 \times 0.2$	$= 16$
		$187 \rightarrow 190^T$

Seismic Evaluation (1st Evaluation of a Prototype House Method)



2) First Floor

floor $16 \times 96 \times 0,61 = 92^T$

ex. wall = 45

in. wall = 21

$158 \rightarrow 190^T$

Total Weight (W) at Ground Story

$W = 190 + 160 \rightarrow 350^T$

(2) Approximation of Lateral Force Capacity

$Q_u = A_c \times \tau_c$

where Q_u : Lateral Force Capacity

A_c : Total Section Area of Capacity

τ_c : Nominal Ultimate Shear Stress of a Column = 7 Kg/cm^2

(According to Japanese m Practico)

$Q_u = 18 \times 25 \times 25 \times 7 = 78750 \text{ Kg} \rightarrow 78,8^T$

$Q_u/W = 78,8/350 = 0,225$

The lateral force capacity of the ground story is approximated to be 0,225 in terms of the shear coefficient.

(3) Natural Period

Observed Periods: 0,4 ~ 0,6 sec.

Calculated period: 0,65 sec.

$w = 350 \text{ TON}$

$k = 33 \text{ Ton/cm}$

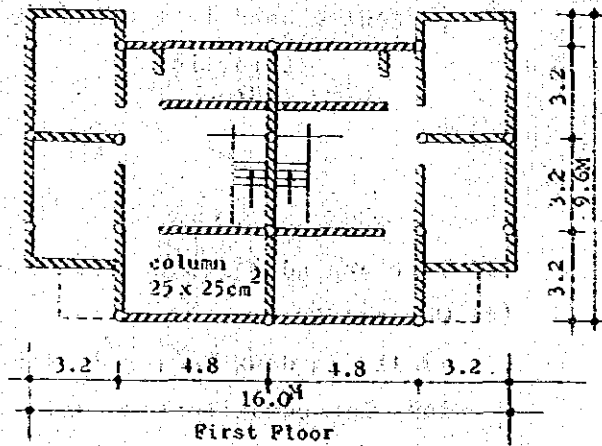
$T = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{w}{k}} \approx 0,65 \text{ sec.}$

Observed periods are a little shorter than the calculated period, because of no consideration of concrete block walls.

2.2 - Problemes concernant le plan structurel des bâtiments anti-sismiques

Nous avons appris qu'on est entrain de faire des efforts d'invention anti-sismique par les autorités algériennes et, nous avons aussi appris que les experts algériens sont entrain de préparer des plans nouveaux. A ces codes là, il nous semble qu'il n'y a pas grand chose à ajouter.

Nous ne manquerons pas de vous présenter notre nouveau code et expérience à leur apparition, dès l'année prochaine.



Plan of a Prototype House (According to field measurement)

Ce qui est toujours difficile à décider, c'est la valeur d'accélération, par rapport au manque de renseignement sur la sismicité. Variété importante des caractéristiques des bâtiments. L'économie est très importante pour la considération de ce séisme, car, avant toute construction, il faudrait établir un plan anti-sismique.

Un plan de deux étages a été adopté à notre nouveau code de bâtiment. La base de conception est que le bâtiment puisse résister aux secousses normales qui arriveront dans le futur. En cas de secousse, ce bâtiment ne portera aucun préjudice, quant à la perte de vie humaine.

En général, notre nouveau code demande le coefficient de 0,2g comme base pour les secousses moyennes, et 1g pour les fortes secousses.

Afin de tracer tout plan, il serait utile d'utiliser 0,2g sur les calculs basés sur l'élasticité pour une première étage. On utilise 1,0g sur les calculs basés sur la plasticité en deuxième étage.

D'après les calculs utilisés sur divers bâtiments, nous avons constaté que les bâtiments destinés à l'élasticité de 0,2 peuvent résister en toute sûreté aux secousses de 1g, sans affaissement et sans pertes en vie humaine.

2. Le facteur d'amplification de dynamique moyenne est important pour un plan de structure. Le facteur est une fonction de période d'élasticité fondamentale de vibration de la structure et de la condition du sol. Il y a quelque difficultés à définir la condition du sol par rapport aux méthodes de classification non déterminées.

Une autre difficulté est causé par le fait que le facteur d'amplification est toujours haut pour une vibration courte relative aux bâtiments qui sont moins important et dont le plan est moins couteux. Des réponses de modification de spectres sont nécessaires, basées sur les avis d'ingénieurs.

3. Le facteur de comportement de la structure est une bonne solution pour simplifier les caractéristiques de différentes sortes de structures.

Ces facteurs doivent être décidés, basés sur le comportement des secousses. La considération propre devrait aussi être payée sur la pratique de l'ingénieur local.

4. Le facteur de qualité est aussi une des conceptions importantes pour faire un plan.

D'après nos expériences de secousse, il serait nécessaire d'ajouter au facteur les conceptions suivantes.

- i) Raideur d'excentricité de chaque étage.
- ii) Variation de raideur latérale de chaque étage.

Ces conceptions ci-dessus mentionnées se trouvent dans notre nouveau code.

5. Les principes généraux qui sont adoptés à notre nouveau code sont comme suit:

- i) Le code de plan est fait après avoir analysé les divers renseignements suivants:
 - a) Les documents de sismologie obtenus pendant les secousses.
 - b) Les comportements de structures variés pendant les secousses.
 - c) Les résultats des essais de structures même et structures réduites effectués par le laboratoire.
 - d) Analyse dynamique des structures utilisant les techniques d'ordinateur.
 - e) Caractéristique de la matière structurelle et la qualité de main d'oeuvre.
- ii) Code de plan doit être exprimé le plus simplement possible afin d'être compris par les ingénieurs.

A. Il y a quatre classifications de bâtiments:

Les bâtiments en bois composé d'un ou deux étages et d'autres petits bâtiments classés dans le groupe A, les bâtiments qui ont une hauteur de moins de 31m et qui sont classés dans le groupe B, et ceux de moins de 60m qui sont classés dans le groupe C. Le groupe D est composé de bâtiments qui font plus de 60m B. La méthode pour faire un plan est classée en 6 catégories, ainsi que la méthode très simple qui n'a pas besoin de calculs structurels et qui est classée en première catégorie, celle qui a besoin de calcul par ordinateur est classée en sixième catégorie.

C. Les catégories de bâtiments A B C D, correspondent aux catégories de plans.

Nous sommes certains que ces méthodes sont pratiques et favorables au point de vue engineering et au point de vue financier.

2.3 - Propositions concernant le tremblement de terre pour l'amélioration et la résistance de bâtiments

2.3.1 - Révision du projet des règlements concernant le séisme

- (1) Il est bien entendu que plusieurs projets réalistes de charges sismiques ont été discutés dans ce pays, cependant il est laissé supposer à augmenter le coefficient du projet de base de cisaillement à un niveau de 0,2 g.
- (2) Cependant, même si le projet de la charge sismique n'est guère augmenté aussi bien dont on parle au dessus, la résistance des bâtiments au tremblement de terre sera d'une manière significative, améliorée à condition que les articles suivants se rapportent au détail et au planning

de construction qui sont spécifiés dans les règles du plan sismique et des standards de constructions unis.

- 1) Ajuster la quantité minimum des murs d'édifices qui seraient efficaces à éviter l'affaissement total et les dommages importants aux immeubles. En plus, fournir les indices de ratio de contrôle de raideur entre les étages adjacents et l'excentricité de raideur sur le plan de chaque étage de sorte à bien balancer les murs d'édifices qui peuvent être arrangés en deux, en ce qui concerne le plan et l'élévation (se référer à la méthode du nouveau plan sismique japonais).
- 2) Précautions à prendre. En ce qui concerne les carcasses de bâtiments, une exigence minimum du renforcement du béton armé pour les plans de bâtiments est demandée ainsi que le détail et dimension de chaque section de poteaux, et la quantité de barres renforcées en ce qui concerne l'aménagement longitudinal et transversal. Le renforcement du point de fixation de la dalle par les poteaux des bâtiments tels que ceux-ci ayant plus de deux étages ou ayant une surface de plancher de 200 m² ne seront pas en premier en structure de maçonnerie ou en structure de briques-cimentées.

2.3.2 - Amélioration de la construction en plan structural

Les améliorations suivantes en construction et en plan structural de bâtiments auront besoin d'être renforcées par le béton armé.

- (1) Fournir les modèles d'équipements structuraux, tel que le béton armé et le renforcement des barres, établir et pratiquer le système de contrôle des matériaux appropriés.
- (2) Améliorer la structure des membres, particulièrement la renforcer en béton armé pour les dalles et la composition importante des murs de façon à augmenter la résistance du bâtiment en cas de tremblement de terre.
Ceci évitera l'affaissement de la dalle en cas d'effondrement total d'un bâtiment et aura pour résultat une grande capacité de force latérale et beaucoup d'élasticité des murs en maçonnerie ou en murs de briques cimentées.
- (3) Améliorer les méthodes de construction de façon à réduire les charges du toit et du plancher (les méthodes de constructions nouvelles utilisent les matériaux légers auront besoin d'un système de planchers étudié.
- (4) Améliorer les précisions, telles que la configuration du renforcement de barres en dalles, les joints de poteaux et de construction à l'améliora-

tion de la résistance du bâtiment en cas de tremblement de terre.

- (5) Eviter le pilonnement aux joints d'expansion durant le tremblement de terre qui peut conduire à l'effondrement total ou au dommage important d'un bâtiment due à l'effet de masse additionnelle.

Du point de vue de la résistance du tremblement de terre les joints d'expansion du bâtiment ne seront pas fournis si les crévasses dues à l'effet thermal et à la contraction sont permis.

APPENDIX 2

- 2-1 CRITERION ON THE EVALUATION OF SEISMIC SAFETY OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS
by Kiyoshi NAKANO, Masaya HIROSAWA, Shin OKAMOTO
- 2-2 GUIDELINE FOR SEISMIC RETROFITTING (STRENGTHENING, TOUGHENING AND/OR STIFFENING) DESIGN OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS
- 2-3 STATE-OF-THE-ART IN ASEISMIC STRENGTHENING OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDING IN JAPAN
by Shunsuke SUGANO
- 2-4 ASEISMIC STRENGTHENING OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS
by Shunsuke SUGANO
- 2-5 DAMAGE TO A FIVE STORY RC HOTEL BUILDING DUE TO THE 1978 IZU OSHIMA KINKAI EARTHQUAKE
by Katsuki TAKIGUCHI, Kenji OKADA
- 2-6 DESIGN PROCESS OF STEEL STRUCTURES
by Hideo SUITSU
- 2-7 STANDARDS FOR ASEISMIC CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTIONS IN JAPAN
by EARTHQUAKE RESISTANT REGULATIONS FOR BUILDING STRUCTURES IN JAPAN
- 2-8 EARTHQUAKE RESISTANT REGULATIONS - A WORLD LIST 1980
- 2-9 EARTHQUAKE RESISTANT REGULATIONS - A WORLD LIST 1980 SUPPLEMENT
- 2-10 INTERNATIONAL TRAINING IN SEISMOLOGY AND EARTHQUAKE ENGINEERING 1980
by INTERNATIONAL INSTITUTE OF SEISMOLOGY AND EARTHQUAKE ENGINEERING. (I.I.S.E.), BUILDING RESEARCH INSTITUTE, MINISTRY OF CONSTRUCTION GOVERNMENT OF JAPAN

(1) Caractéristique géologique

Le sous-sol de la ville d'El-Asnam est considéré comme gisement diluvial qui s'est développé sur la terrasse de la berge de la rivière du Chélif. Les conditions du sol, généralement parlant, sont assez bonnes à supporter les bâtiments y compris les bâtiments à plusieurs étages. Ceci est supporté par le fait qu'il y avait des bâtiments dont les dommages ont été causés par le défaut d'appui des fondations.

(2) Liquéfaction

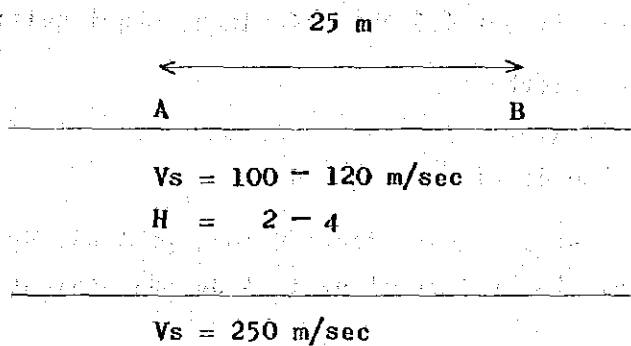
Aucune habitation ne se trouve dans la plaine de la rivière du Chélif, où un grand nombre de liquéfaction était exposé. Par conséquent on ne peut rencontrer des dommages d'édifices causés par la liquéfaction.

(3) Microzonation

Malgré la rigidité des sols à supporter les bâtiments, l'intensité de la secousse du sol n'était pas nécessairement similaire à travers la ville ou l'étendue endommagée parce que la formation de la couche du sol est variée d'une place à l'autre, dépendant de la topographie locale depuis le développement de la ville sur le côté des collines avec des pentes modérées. Par conséquent la microzonation procure des informations utiles pour l'estimation de risque sismique dans le futur et expliquerait l'entromogenité des bâtiments endommagés dans un grand projet de construction avec le même type de bâtiment.

(4) Inspection de terrain

L'inspection de terrain était accompli de façon à obtenir les propriétés du sol à cinq emplacements particuliers à El-Asnam. La méthode employée est la méthode de détection par cisaillement d'ondes qui donne les propriétés élastiques des sols et fournit les informations utiles au microzonation. Les analyses préliminaires à l'enregistrement observé ont donné un cisaillement d'onde d'une vitesse de 250 à 120 m/sec pour la surface proche du sol. Bien que l'expérience exécutée à l'usine de la Cimenterie d'El Sly, le calibre suivant du sol a estimé des enregistrements obtenus sur la surface du sol comme il est démontré dans la figure cidessous.



V_s : vitesse de cisaillement d'onde

H : profondeur de la couche de surface

Ceci est sujet aux modifications du rapport final.

2. Systèmes de "Life-Line"

(1) Définitions des systèmes de "Life-Line"

Les systèmes de "Life-Line" sont consistés de quatre groupes suivant l'entreprise de service publique.

I) Transport

Route

Chemin de fer

Cannelure de navigation

Route aérienne

II) Communication

Téléphone et télégramme

Radio et télévision

Autre système de communication locale

III) Eau

Système de distribution d'eau

Système d'égout

IV) Energie

Systèmes de distribution électrique

Systèmes de distribution de gaz

Systèmes de distribution de pétrole

(2) Damage de construction aux "Life-Line"

La ville d'El-Asnam avait été construite de toute sorte de lignes de sauvetage excepté les cannelures de navigation avant le tremblement de terre du 10 octobre 1980.

Des dégats importants ont été observés dans ce qui suit:

- I) Système du téléphone
- II) Système d'égout
- III) et le système de distribution de gaz

Le système téléphonique a subi des dégats importants spécialement à la Centrale Téléphonique. Le système d'égout et de gaz étaient aussi bien endommagés.

3. Domage fonctionnel aux systèmes de "Life-Line"

Les routes endommagées ont été rapidement rétablies, deux heures au moins après le tremblement de terre, la route nationale a été réouverte par les moyens de réparation ou des viaducs temporaires à la Préfecture d'El-Asnam. La réouverture du chemin de fer a pris dix jours.

Immédiatement après le tremblement de terre, les routes et les voies aériennes ont eu un rôle important au transport de médicaments et d'alimentation, à l'eau comestible, au machine de construction et au matériel de restauration. Le jour même du tremblement de terre on a installé un système de téléphone provisoire entre les autorités gouvernementales et la Préfecture d'El-Asnam. En cas d'urgence, les communications par radio ont été immédiatement utilisées après le tremblement de terre. La reprise de la distribution d'eau a été rétablie dix jours après la secousse tellurique. Les systèmes de distribution de gaz et d'égouts ne sont toujours pas utilisés, à cause des dommages non clarifiés. L'électricité a été rétablie au fur et à mesure, dès le deuxième jour du seisme grâce à un générateur Diesel qui est entré en action à minuit, le jour du seisme. Le gaz de ville a été remplacé par les bouteilles de gaz portables.

Par conséquent, il est recommandé à ce que la construction du pont et des conduites seront convenablement appropriées ou destinées sur plan afin de garder les systèmes de "Life-Line" pendant et après les seismes.

APPENDIX 3.

1. Procédure de plan des structures en génie civil du tremblement de terre (1980)
2. Procédés de V.S. séminaire japonais sur les systèmes de "Life-Line" (1976)
3. Recherche et pratique au Japon de l'Engineering du recent tremblement de terre (1980)
4. Préférences rattachées aux systèmes de "Life-Line"

Chapitre IV . COMMENTAIRE FINAL

Le point de vue de la délégation a été unanime quant à l'importance que revêt la coopération entre tous les pays concernés de développer la connaissance technique et scientifique afin de contrecarrer le désastre de tremblement de terre. Afin de réaliser le but ci-dessus, la délégation est prête à recommander au gouvernement du Japon de coopérer davantage avec le gouvernement Algérien dans divers domaines, notamment de:

- (1) Echange des informations concernant le tremblement de terre et les mesures à prendre contre le seisme.
- (2) Acceptation des chercheurs Algériens afin d'étudier ensemble et approfondir la connaissance scientifique sur le seisme et l'engineering du tremblement de terre dans les Instituts Nationaux du Japon.

Il est à signaler qu'un séminaire en cette matière sera tenu au Japon du mois de septembre 1981 au mois d'août 1982.

La délégation étudiera avec le gouvernement du Japon la possibilité d'envoyer en Algérie des spécialistes dans les domaines du seisme et de la planification de la reconstruction et de l'engineering, au cas où une demande formelle lui sera présentée.

JICA