



Confortement des ouvrages : un atout majeur pour la réduction de la vulnérabilité sismique

Par Hamid AZZOUC, PDG du CTC Chlef
Crédits photographies : H. Azzouz

Avant de développer les techniques connues de confortement des structures, il y a lieu de bien distinguer entre le confortement et la réparation.

La réparation consiste à intervenir sur un ouvrage donné, pour lui redonner pratiquement les mêmes caractéristiques qu'il avait avant les désordres subis ; par exemple un plafond effondré, une cloison éclatée ou fissurée et même un élément porteur (poteau ou poutre ...) fissuré ou détérioré seront restaurés pour redonner à l'ouvrage son niveau de sécurité initial. Ainsi réparé, un séisme de même magnitude provoquera en général les mêmes désordres.

Le confortement par contre, consiste à intervenir (études et réalisation) sur un ouvrage pour lui conférer une résistance supérieure à celle qu'il avait avant les désordres subis. Le confortement nécessite souvent l'augmentation des sections des éléments porteurs de la structure (gainage, chemisage, corsetage), et même l'introduction de nouveaux éléments (voiles de contreventement). Ainsi, l'ouvrage pourra résister à un séisme de magnitude supérieure fixée au préalable.

Pour décider du type d'intervention à effectuer sur la construction, il est nécessaire de mener auparavant des expertises approfondies et des investigations poussées pour connaître le comportement de l'ouvrage avant et après les réparations ou confortements à entreprendre. (Voir figure : méthodologie d'approche pour la prise de décision).



introduction de voiles de contreventement

Les désordres subis par les structures peuvent en général être classés en trois catégories :

- ◆ Les erreurs de conception, de construction ou d'exécution qui affectent les ouvrages neufs, et qui vont de l'erreur de calcul à la mauvaise qualité du béton, en passant par les erreurs de ferrailage ou le manque de soins pour l'exécution de certains détails jugés secondaires.
- ◆ Le vieillissement naturel : actions climatiques, agressions du milieu, corrosion due aux atmosphères industrielles, aux ambiances marines, à l'action des intempéries ...;
- ◆ Les accidents dus à des causes mécaniques : surcharges non prévues à l'origine, chocs dus à des véhicules et s'exerçant sur les parties sensibles d'une structure, secousses sismiques ou mouvements de terrains se traduisant par des affaissements, des tassements ou des tassements différentiels.

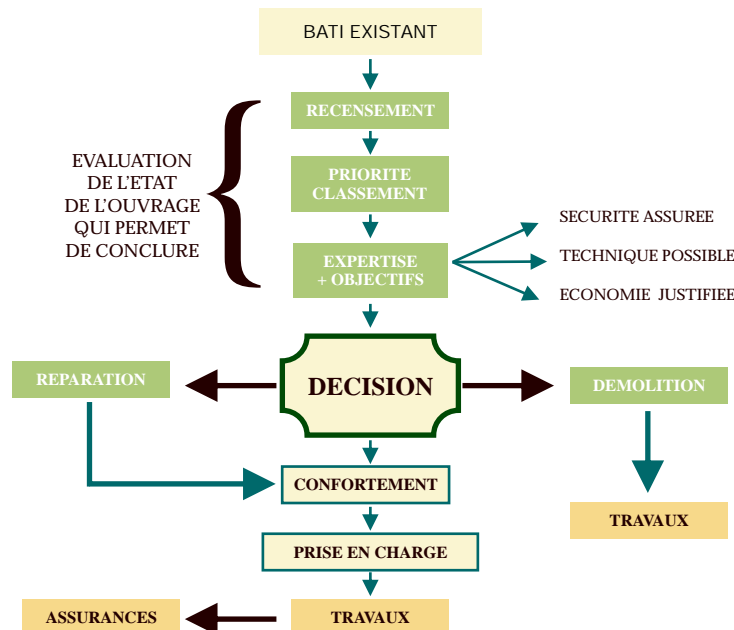
Suivant la gravité des désordres on effectue soit le confortement (ou renforcement) soit des réparations.

Méthodologie de la réparation ou du renforcement d'une structure

L'analyse d'une structure, son examen et la définition du projet ultérieur de réparation ou de renforcement suppose une exacte connaissance des raisons et des causes qui amènent à se poser le problème. La méthodologie peut se résumer à :

- ◆ Analyser des désordres :
 - causes (étude du dossier technique, conception),
 - inventaire,
 - évolution (mesures par extensomètre et témoins),
 - surveillance (analyse des mesures sur une période suffisamment longue).
- ◆ Avoir une bonne connaissance de la structure existante
 - évaluation de la résistance de la structure,
 - évaluation de la capacité portante d'un ouvrage après réparation ou confortement.

METHODOLOGIE D'APPROCHE POUR LA PRISE DE DECISION



Chemisage poteaux, poutres et nouveaux voiles

◆ Juger de l'opportunité de la réparation ou du confortement.

Dans certains cas, le confortement peut s'avérer impossible à réaliser à cause des difficultés techniques qu'il soulève ou du fait des dépenses qu'il engendre et qui dépasseraient le ratio économique fixé par le maître de l'ouvrage.

Les principales techniques actuelles de réparation et renforcement des ouvrages consistent à :

- ◆ L'application de certains produits enduits et revêtements.
 - Les polymères thermoplastiques prêts à l'emploi. Leur mise en oeuvre nécessite leur chauffage pour abaisser la viscosité (peu utilisé en réparation du béton).
 - Les polymères thermodurcissables, les deux composants sont à mélanger au moment de l'emploi provoquant réaction chimique.
 - Les liants hydrauliques (et leur association avec des polymères)...
- ◆ La reconstitution du béton
 - les réparations externes, qui sont exécutées à la surface du béton :
 - épaufrures ;
 - armature de béton armé apparente (corrosion) ;
 - faïençage ;



fissuration interne réparée par injection de résine

- fissures de faible profondeur ;
- flaches et trous ;
- usure superficielle du béton.
- les réparations internes :
- injections de fissures profondes ;
- injections des cavités.
- ◆ La technique du collage de plaques métalliques, lamelles ou fibres de carbone
 - armatures collées ;
 - plats collés (cornières et tôles) ;
 - dalles contrecollées.
- ◆ l'utilisation du béton projeté
 - Projection par voie sèche :



Poutre renforcée par collage de lamelles en carbone

Les qualités obtenues sont primordiales pour la plupart des travaux de réparation ou de renforcement (en plafond ou sur mur). La voie sèche est recommandée.

- Projection par voie humide :
Si les critères d'adhérence et de résistance mécanique ne sont pas primordiaux et que l'on recherche une projection faible sans production de poussière, la voie humide peut être retenue (confortement de petites galeries ou tuyaux en béton).

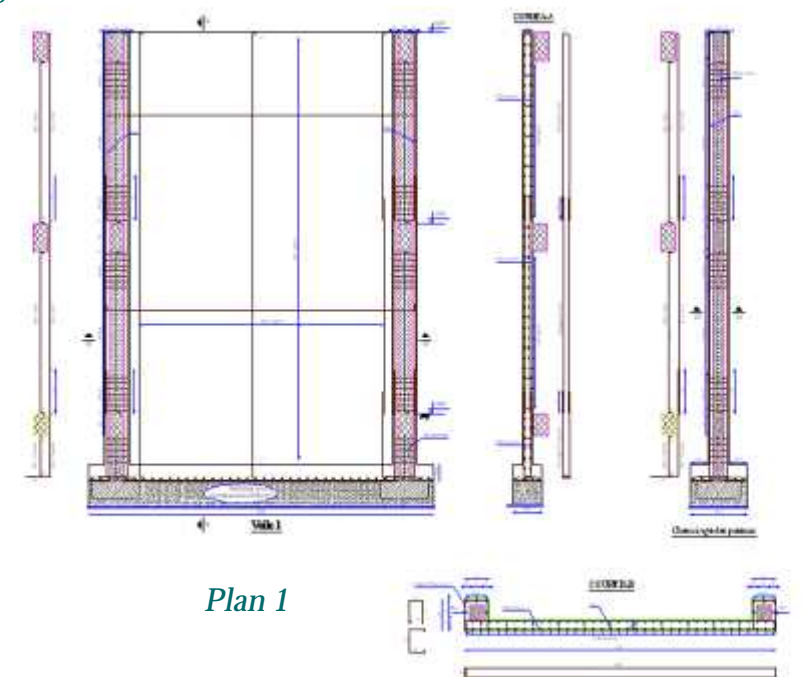
- L'utilisation de précontrainte additionnelle :
Les différentes techniques de précompression utilisées emploient des câbles, des tirants et des cerces.



Chemisage ou gainage de poteaux (J-D)

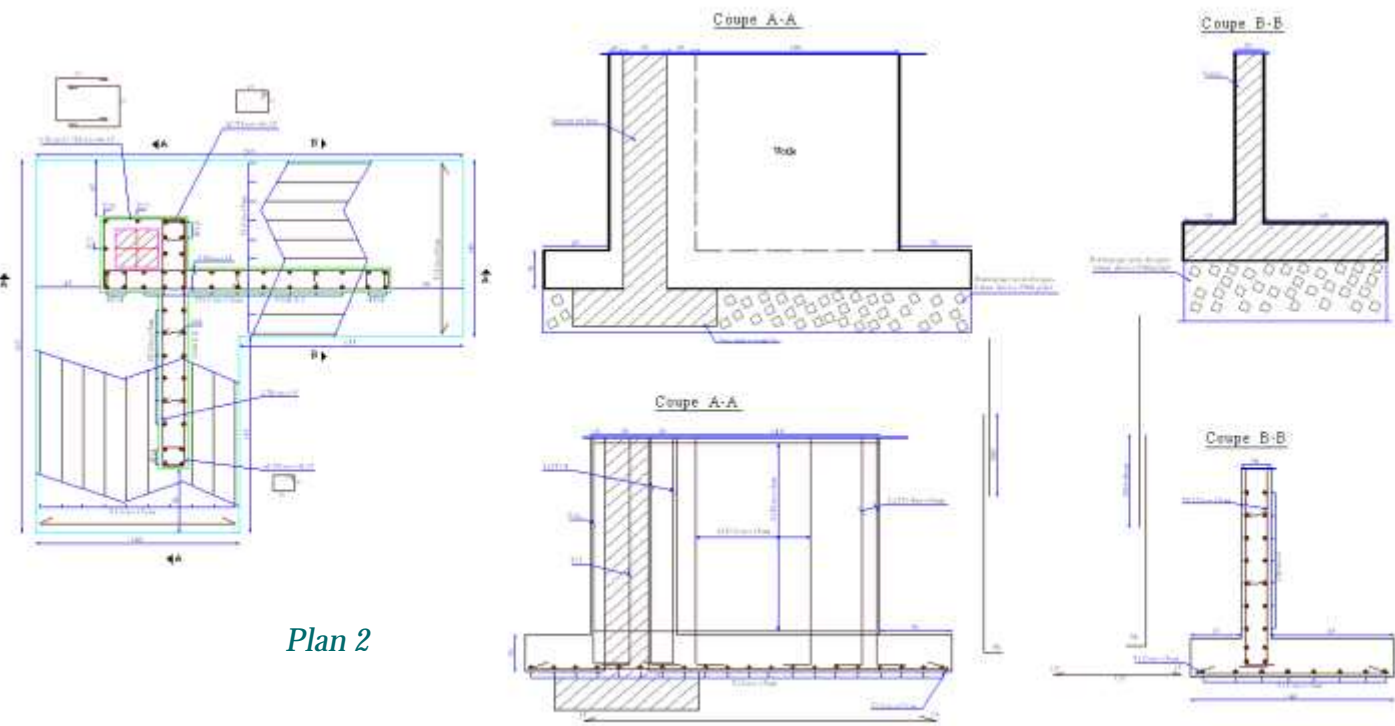
- Le confortement et création d'éléments porteurs ou de contreventement :
Chemisage des éléments de structures (système de fondations, poteaux, poutres portiques...), Introduction de voiles de contreventement, palées triangulées, etc.

Plans types de confortements d'ouvrages :

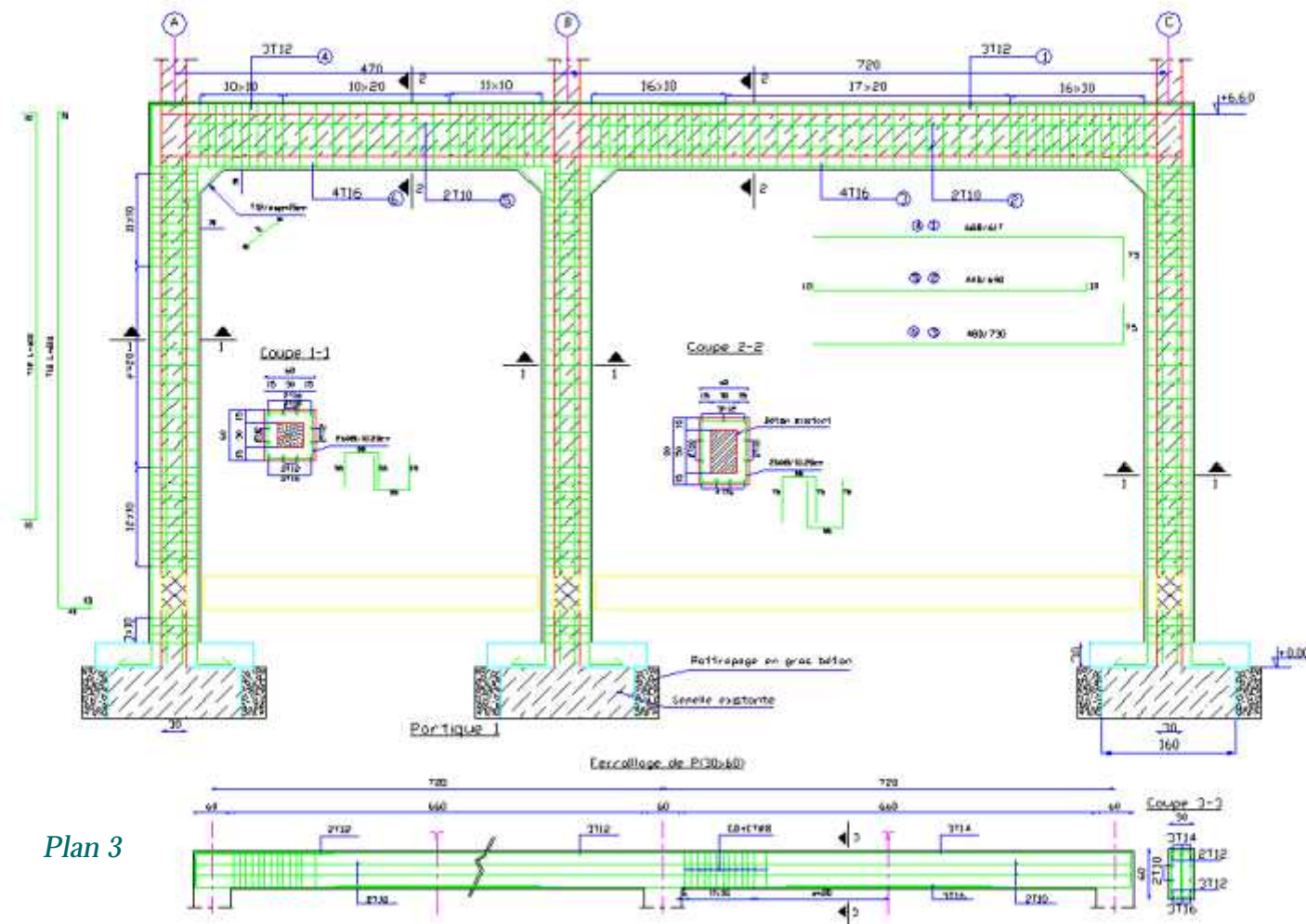




Plans types de confortements d'ouvrages :



Plan 2



Plan 3

التوطيد والتعزيز للمباني يضمن الحد من مفعولها أمام الزلزال

Conclusion :

Les ouvrages récents conçus selon le Règlement Parasismique Algérien en vigueur présentent moins de désordres, ils seront en général réparés pour une utilisation immédiate. Les coûts de réparations seront d'autant plus faibles que l'ouvrage est bien entretenu.

Les réparations concernent également certains ouvrages anciens (non calculés au séisme) et qui se sont relativement bien comportés. Il n'est pas exclu d'envisager leur confortement préventif pour diminuer leur vulnérabilité, surtout s'ils sont considérés comme ouvrages stratégiques ou ayant un caractère culturel et historique.

Les ouvrages qui nécessitent un confortement doivent faire l'objet d'investigations poussées, d'études appropriées et de travaux de réalisation de qualité avec les matériaux de choix et un contrôle rigoureux du processus de confortement de la conception à la fin des travaux. Ces actions nécessitent un bureau d'études et une entreprise expérimentés en confortement des structures. Le contrôle rigoureux est la condition de réussite d'une opération de confortement.

Pour des raisons économiques évidentes, il ne suffit pas de réparer ou de conforter après la survenance d'un séisme ; mais de construire parasismique et d'opter en même temps pour un programme pluriannuel de confortement préventif de toutes les constructions en zones sismiques. Enfin l'entretien régulier est aussi un facteur prépondérant dans la pérennité des ouvrages.

يتمثل توطيد المباني في القيام بدراسات وأشغال بناء لمبنى في عرض إعطائه مقاومة أكبر من التي يكسبها قبل أن يصيبه الضرر. فهو غالبا ما يتطلب الزيادة في مقاطع العناصر الحاملة، للهيكل أو القيام ببناء جديد حامل، فهكذا يكون بإمكان هذا المبنى مقاومة زلزال ذات شدة أكبر محددة مسبقا. للتمكن من اختيار نوع التدخل على البناية من الواجب القيام بدراسات مدققة وتحاليل تسمح معرفة كيفية تحرك ومقاومة المبنى قبل وبعد الترتيق أو التوطيد اللذان سيسرع فيهما. تصنف الأضرار التي تصيب الهياكل إلى ثلاثة أصناف : منها من يتعلق بأخطاء في التصميم أو في البناء وتمس المباني الجديدة، التلف الطبيعي الراجع إلى التقدم في البناية، والحوادث الراجعة إلى أسباب ميكانيكية مثل الهزات الأرضية وحركات التربة. فحسب خطورة الضرر تقوم بالتوطيد (التقوية) أو الترتيق. التقنيات الرئيسية لترتيق وتوطيد المباني تتمثل حاليا في وضع بعض مواد الطلاء والتليس، إعادة إنشاء الخرسانة، تقنية لصاق الصفائح الحديدية والصفائح أو الألياف الكربونية، إستعمال الخرسانة المسقطة، تقنية الضغط المسبق المضاف، والتوطيد وخلق عناصر حاملة. إن المباني الحالية التي صممت حسب القانون الجزائري لمقاومة الزلزال لم تصيب بأضرار فادحة، فبالإمكان ترقيتها لاستغلالها على الفور. فكافة هذه الترتيقات تكون ضعيفة كلما كانت الصيانة جيدة. الترتيقات تخص أيضا بعض المباني القديمة (غير مصممة أخذا بعين الاعتبار ظاهرة الزلزال) التي قاومت نسبيا للزلزال. هذا لا يعني أنه لا يجب القيام بالتوطيد الوقائي للحد من ضعفها والأخص إذا كانت هذه المباني ذات طابع ثقافي وتاريخي. بالنسبة للمباني التي تتطلب التوطيد فمن الواجب القيام بتحليلات مدققة ودراسات خاصة مع أشغال بناء جديدة مستعملة مواد بناء ذات نوعية وكذلك القيام بالمراقبة الفعلية لكل سريرة التوطيد. كل هذه الأفعال تتطلب مكتب دراسات ومنشآت ذات خبرة معتبرة في ميدان توطيد المباني. تبقى المراقبة الفعلية الشرط الرئيسي لنجاح عملية التوطيد. من أجل أسباب اقتصادية لا يجب التوطيد أو الترتيق بعد ظهور الزلزال فقط ولكن من الواجب القيام ببناءات مقاومة للزلزال مع وضع برنامج للتوطيد الوقائي لكل البنايات الكائنة بالمناطق الزلزالية. أخيرا من الإمكان القول أن الصيانة المنتظمة تشكل أيضا عاملا أساسيا لدوام المباني.

BULLETIN D'ABONNEMENT*

Recevez les numéros dès leur parution
Abonnez-vous et profitez de notre offre

Oui, je m'abonne à partir du Numéro 05 :

- 01 An (4 numéros) = 1600 DA TTC + 240 DA de frais de port
- Tarif étudiants : 01 An (4 numéros) = 1400 DA TTC (joindre copie de la carte) + 240 DA de frais de port
- Tarif étranger : 01 An (4 numéros) (frais de port inclus)
Maghreb = 25 €, Proche-Orient : 30 €, Europe = 50 €
- Nombre d'exemplaires :

Mes coordonnées

Nom et prénom :
Raison sociale :
Adresse :
Code Postal : Ville : Pays :
Tél. : Fax :
E-mail : Web :

Mode de Paiement :

- Virement bancaire à l'ordre de "Eurl AL.UR éditions" BNA/Liberté Alger 605.30000 4646 /91 (joindre une copie de l'ordre de virement)
- Mandat postal à l'ordre de "Eurl AL.UR éditions" 21, rue Abane Ramdane, Alger (joindre le talon au bulletin d'abonnement)

- J'aimerais recevoir vos anciens Numéros :
- N° 01 : "Ces autres pollutions..."
 - N° 02 : "Habiter mieux, habiter autrement"
 - N° 03 : "Tourisme de demain: questions d'idées..."

Date d'effet :

Cachet et signature :
(Obligatoire pour les sociétés)

A adresser sous enveloppe timbrée à :
ALUR éditions, Revue " vies de villes "
21, rue Abane Ramdane, Alger
Ou bien : par fax (joindre une copie de l'ordre de virement) au 021 73 99 82
ou par Internet : contact@viesdevilles.com

* Ce bulletin d'abonnement annule les précédents.