

### 3.5 TECHNIQUES DE DÉMOLITION ET D'EXTRACTION DU BÉTON DÉTÉRIORÉ

- On peut classer les techniques de démolition en fonction de leurs **principes d'opération**<sup>1</sup>:
  - **Techniques dynamiques**
    - Elles mettent à profit la **faible résistance à l'impact** du béton. Le béton est brisé par application de chocs répétés.
  - **Techniques mécaniques**
    - Elles exploitent la **faible résistance en tension** du béton. On crée une contrainte en traction supérieure à la résistance en tension.
  - **Techniques abrasives**
    - Utilisation de diamants pour user le béton selon des plans préférentiels.
  - **Techniques thermiques**
    - Le béton est fondu à l'état de lave ou de laitier.
- On peut aussi classer les techniques de démolition **selon l'effet** qu'elles produisent<sup>1</sup>:
  - **Techniques de démolition profondes**
    - Désagrégation et démolissage du béton sur toute son épaisseur (**dynamite et explosifs**). On les utilise lorsqu'on désire démolir complètement une structure ou une partie de structure.

---

1. Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), 35 p.

## ◦ Techniques de démolition de surface (deux catégories)

### - **Enlèvement** du béton détérioré

- \* Marteau piqueur
- \* Hydrodémolition

### - **Préparation** de la surface à réparer

- \* Nettoyage au jet de sable

## ◦ Techniques de découpage et de perçage

- Découpage des différentes composantes de la structure en **sciant** ou en exécutant une série de **perforations rapprochées**. Ces techniques sont souvent utilisées pour **délimiter** précisément **l'étendue** de certaines réparations.
- Le **rendement** et l'efficacité des différentes techniques de démolition peut **varier beaucoup en fonction de la qualité du béton**.
- Une **combinaison** de deux ou plusieurs **techniques** peut être nécessaire pour effectuer une préparation de surface ou une **réparation de surface**.
- Le **choix** d'une technique de démolition dépend de **nombreux critères** tels que:
  - Localisation du site (intérieur, extérieur)
  - Restrictions sur le bruit, poussières, vibrations, émanations, collecte des débris ou des résidus liquides.
  - Travaux sur échafaudages ?
  - Épaisseur de démolition
  - Qualité du béton
  - Présence d'armatures ?
  - etc.

### 3.5.1 Méthodes de démolition profondes

- L'utilisation **d'explosifs** est une technique souvent utilisée lorsqu'on désire **détruire une structure**.
  - Beaucoup de bruit.
  - Beaucoup de poussières
  - Beaucoup de vibrations
  - Beaucoup de projectiles
  - Rendement élevé
  - Faible coût
  
- On peut aussi utiliser de **gros marteaux hydrauliques** montés sur des rétro-excavatrices (brise-roches). Ces équipements produisent des chocs puissants à la pointe du marteau et permettent de **détruire le béton armé**.
  
- On utilise aussi des **mâchoires brise-béton hydrauliques** (casse noix). Ces équipements ont l'avantage de produire beaucoup moins de vibrations (Fig. 3.33).
  - Bruit important
  - Vibrations
  - Poussières
  - Surfaces densément microfissurées

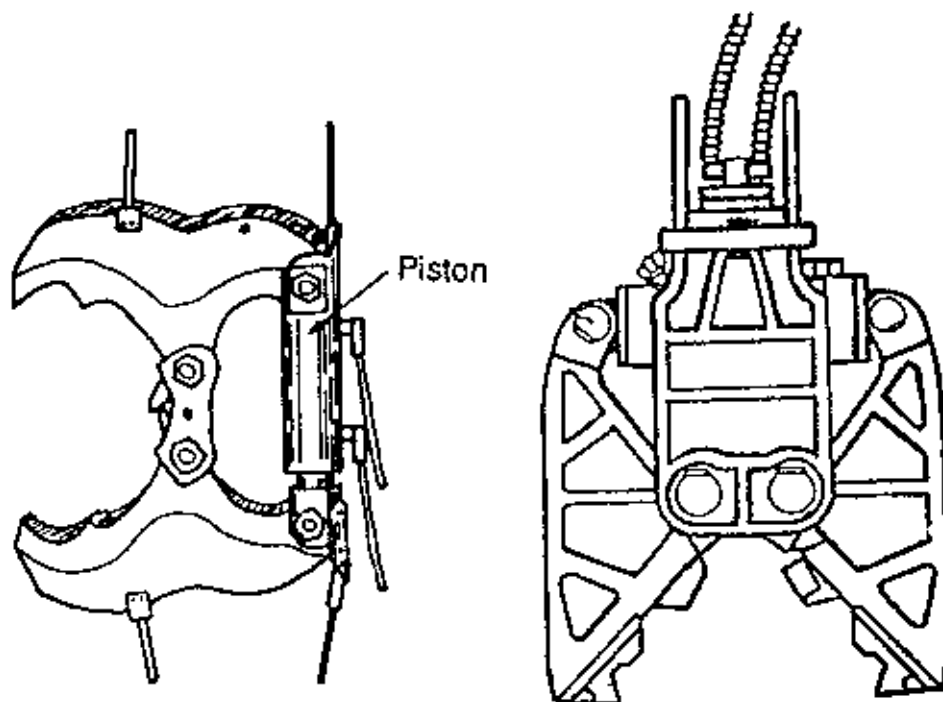


Fig 3.33 - Deux types de mâchoires brise-béton hydrauliques

[tiré de Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGQ), 35 p.]

- Une autre technique consiste à introduire un **écarteur mécanique** ou hydraulique dans un trou de forage (Fig 3.34). La tension induite par l'écarteur fissure le béton. La **position des trous** doit être choisie avec soins car elle détermine **l'efficacité de la méthode**.
  - Cette technique est principalement applicable dans le cas du **béton non armé**. Pour le béton armé, il faut préalablement **couper les armatures** au chalumeau.
  - Pas de poussières
  - Nécessite des forages
  - Mal adapté pour le béton armé
  - Pas très rapide

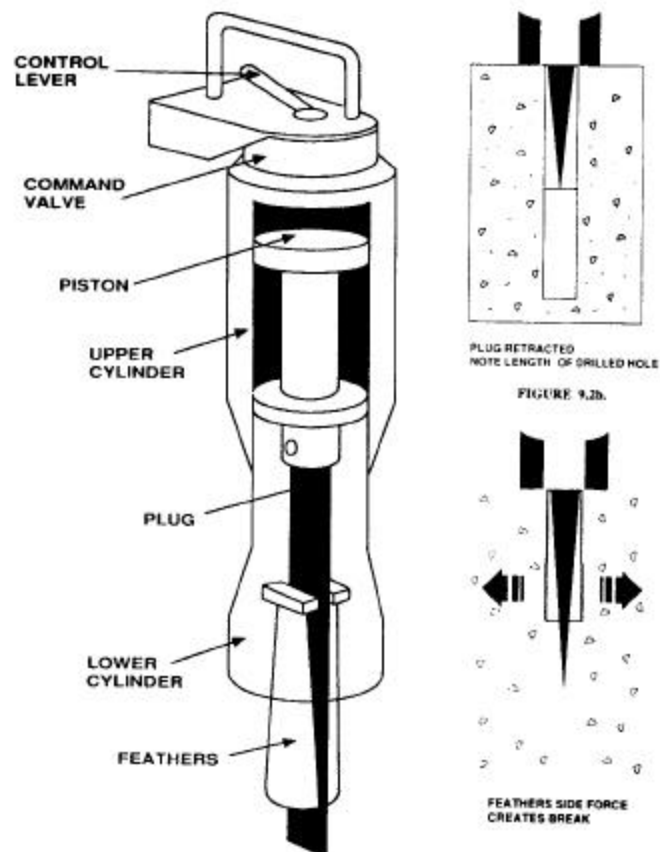


Fig 3.34 - Principe de fonctionnement d'un écarteur mécanique

[tiré de Mailvaganam, N. P. *Repair and protection of concrete structures*, CRC Press, Boca Raton, USA, 473 p.]

- Des **agents expansifs** peuvent être utilisés pour faire **éclater** le béton. L'agent expansif (à base de CaO) prend de l'expansion et exerce une forte contrainte (30 à 100 MPa) sur les parois du trou de forage (généralement en moins de 24 heures).
  - Dans le cas du béton armé, il faut, en plus, couper les armatures.
  - Pas de poussières
  - Nécessite des forages
  - Mal adapté pour le béton armé
  - Pas très rapide

### 3.5.2 Méthodes de démolition de surface

#### n Enlèvement du béton détérioré

- Les méthodes les plus **fréquemment employées** sont les **méthodes par percussion**. Ces outils sont fréquemment utilisés en raison de la facilité d'utilisation et de leur coût relativement faible.
  - **Marteau piqueur léger (Fig 3.35):**
    - Masse de moins de 14 kg
    - 1000 à 2000 coups par minutes
    - Beaucoup de bruit
    - Peu de vibration
    - Peu de projectiles
    - Bonne qualité de surface
    - Coût relativement élevé par m<sup>2</sup> de surface (200\$/m<sup>2</sup>)
    - Le rendement varie beaucoup en fonction de la qualité du béton, de la présence d'armatures et de l'opérateur.

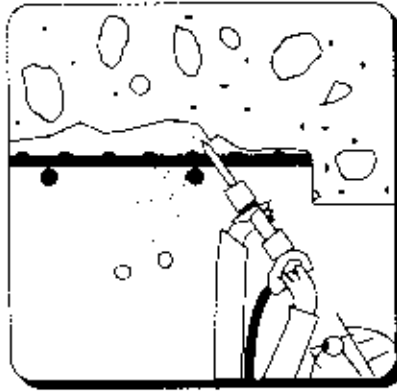


Fig 3.35 - Représentation schématique d'un marteau piqueur léger.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.]

° **Brise béton (Fig 3.36):**

- Masse comprise entre 15 et 30 kg
- Poinçonnement à la verticale
- Beaucoup de bruit
- Plus de vibrations
- Moins bonne qualité de surface (fissuration)
- Coût relativement faible (70\$/m<sup>2</sup>).
- Peut endommager et décoller les barres d'armature

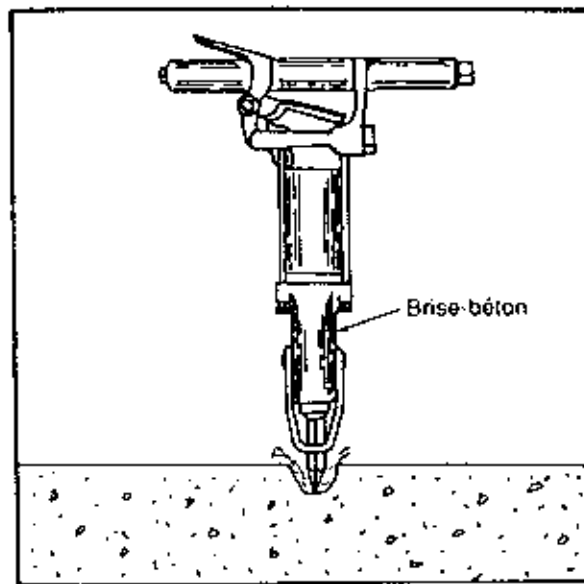


Fig 3.36 - Schéma d'un brise béton

[tiré de Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), 35 p.].

° **Mini brise-roche:**

- Cet équipement peut être installé sur des **mini-bras métalliques** (type Kubota). Ces équipements possèdent un taux de production plus élevé et on peut les utiliser dans **n'importe quelle position** (Fig 3.37).

- Beaucoup de bruit
- Beaucoup de vibrations
- Mauvaise qualité de surface (fissuration)
- Faible coût (50\$/m<sup>2</sup>)
- Risque élevé d'endommagement des barres d'armature

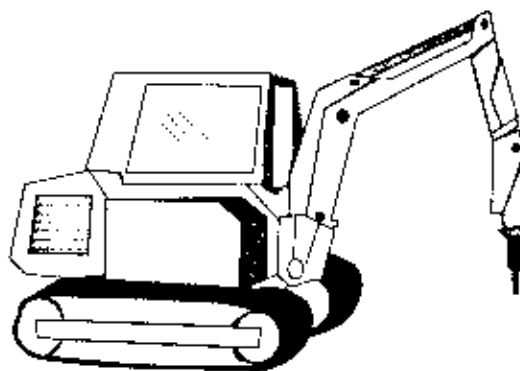


Fig 3.37 - Représentation schématique d'un minibrise-roche.

[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

• **L'hydrodémolition** utilise un ou plusieurs jets d'eau à **très haute pression** pour briser ou enlever le béton détérioré en surface. Cette technique est de plus en plus populaire au Québec, notamment pour la réparation de stationnement multi-étagé.

° Cette technique utilise des **jets d'eau** à très haute pression (138 à 276 MPa). **La pression hydraulique peut être ajustée en fonction de la profondeur de démolition ou en fonction d'un critère basé sur la qualité minimale du béton à enlever.**

- ° On peut réaliser des **démolitions profondes** (complètes) dans le cas de dalles minces en béton armé (100 mm ou plus).
- ° **L'hydrodémolition est une technique de démolition sélective.**
- ° Il existe des **lances manuelles** à un seul jet pouvant être utilisées par un opérateur (Fig 3.38). Ce type d'équipement est utilisé pour les **endroits difficiles d'accès**.
- ° Il existe aussi des **équipements à plusieurs jets** pouvant essentiellement être utilisés sur des surfaces horizontales (Fig 3.39). Ces systèmes perfectionnés sont dotés de plusieurs jets dont le déplacement peut être programmé pour déterminer précisément la profondeur et la superficie du béton à démolir.

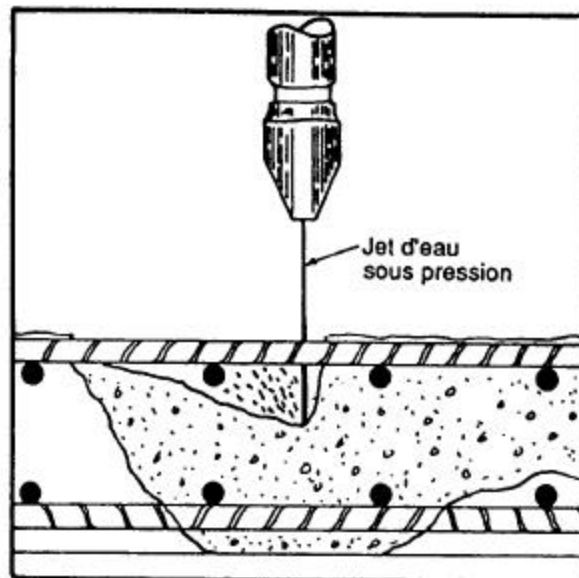


Fig 3.38 - Schéma du principe d'hydrodémolition à un seul jet.

[tiré de Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), 35 p.].



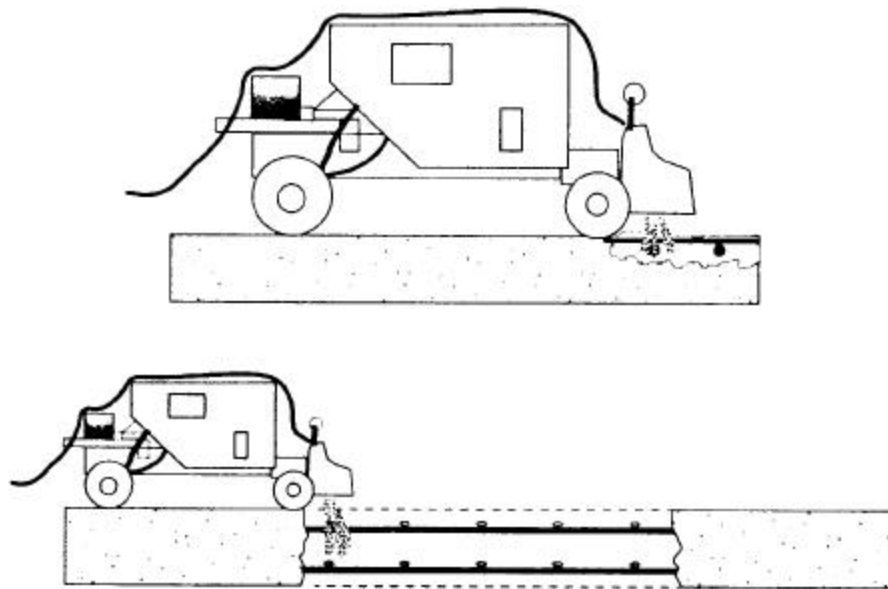


Fig 3.39 - Schéma du principe d'hydrodémolition multi-jets.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- Beaucoup de bruit
  - Peu de vibration
  - Peu de poussière
  - **Beaucoup de résidus liquides** qui peuvent boucher les systèmes de drainage. **Il faut prévoir un nettoyage régulier des conduites et des surfaces.**
  - **Très bonne qualité de surface**
  - **Rendement très élevé** (effectue le même travail que 20 à 40 hommes munis de marteaux piqueurs.
  - Coût relativement élevé ( $120\$/m^2$ )
  - **N'endommage pratiquement pas les barres d'armature**
  - Bon nettoyage des barres d'armature
  - **Nécessite de grandes quantités d'eau propre** (100 à 250 L/minute)
- La **scarification** est une technique qui permet d'enlever rapidement une épaisseur de quelques centimètres de béton en vue d'un **nouveau resurfaçage ou d'une correction de profil.**
    - Les scarifieuses sont munies de plusieurs **pointes métalliques** rotatives (rouleaux dentelés) qui percutent et brisent le béton (Fig 3.40).

- Certains gros équipements sont munis d'aspirateurs ou de récupérateurs permettant de ramasser les particules.
- **On ne peut utiliser la scarification lorsqu'on risque de rencontrer des aciers d'armature ou sur des surfaces verticales.**

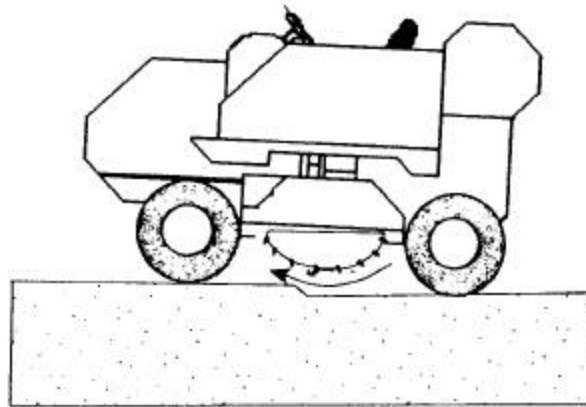


Fig 3.40 - Schéma du principe d'opération du scarifieuse.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- Méthode très rapide (100 m<sup>2</sup>/heure)
  - Assez bonne préparation de surface (bonne texture)
  - Surface fortement fissurée
  - Beaucoup de bruit
  - Faible coût
- Il existe aussi **d'autres techniques plus spécialisées** ou en développement <sup>2</sup>
    - **Méthodes électriques.**
      - Enlèvement du béton qui recouvre les armatures en faisant passer un **courant électrique** dans la barre d'armature (**expansion des barres qui séchauffent**) - Obligation de connecter les électrodes.

<sup>2</sup> Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), 35 p.

- Un courant **électrique est induit** pour chauffer les barres d'armature - Pas nécessaire de connecter des électrodes - Mise en oeuvre plus complexe.

- **Technique par micro-ondes.**

- **Chauffage de l'eau** contenue dans le béton. La pression de **vapeur** ainsi créée est suffisante pour fragmenter le béton sur une épaisseur de 2 à 3 mm - **Nouvelle technique propre et relativement prometteuse.**

## n **Techniques de préparation de surface**

- Le **jet de sable**, le **jet de billes** et le **meulage** sont des techniques qui permettent **l'enlèvement d'une mince couche** (quelques mm) de béton.
- Le nettoyage par **jet de sable** consiste en un **flot de particules** de sable tamisé fin entraînées à haute vitesse par un **jet d'air comprimé**. Les chocs usent le béton et/ou nettoient la surface, ce qui permet un meilleur contact entre l'ancien et le nouveau béton.
  - Enlèvement de la laitance, saletés, huiles, etc.
  - Cette technique est aussi utilisée pour le nettoyage des armatures corrodées.
  - Beaucoup de poussières
  - Projection humide préférable
- La **projection de billes** consiste à projeter à haute vitesse des **billes d'acier** (environ 2 mm de diamètre) (Fig 3.41). Les billes d'acier sont aspirées immédiatement après leur projection sur le béton pour être réutilisées.
  - Cette technique produit **moins de poussière**. La profondeur du béton qui est enlevé est généralement de quelques mm mais peut être plus importante si désirée.

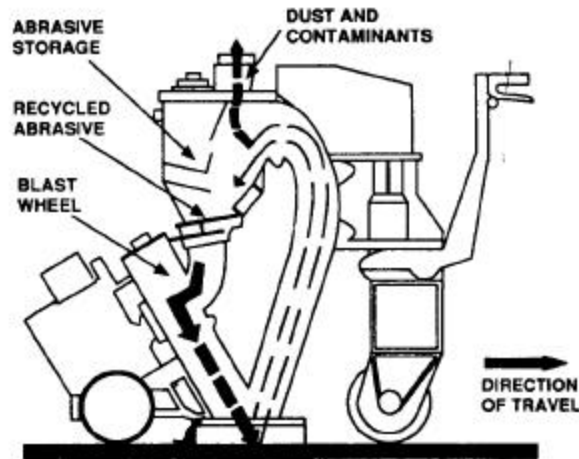


Fig 3.41 - Principe de fonctionnement d'un appareil à projection de billes (*shot blasting*)  
 [tiré de Mailvaganam, N. P. *Repair and protection of concrete structures*, CRC Press, Boca Raton, USA, 473 p.]

- Le **meulage** est une technique qui enlève une certaine épaisseur de béton par abrasion. Ce sont généralement des disques diamantés juxtaposés qui usent le béton à la profondeur désirée.
  - Cette technique permet **d'enlever des membranes caoutchoutées** pour lesquelles le jet de sable et le jet de billes sont à peu près inefficaces.

### 3.5.3 Méthodes de découpage et de perçage

- Des **câbles diamantés** peuvent être utilisés pour scier le béton sur des épaisseurs considérables (barrages par exemple). Ils nécessitent habituellement des trous d'accès pour être mis en place (Fig. 3.42).

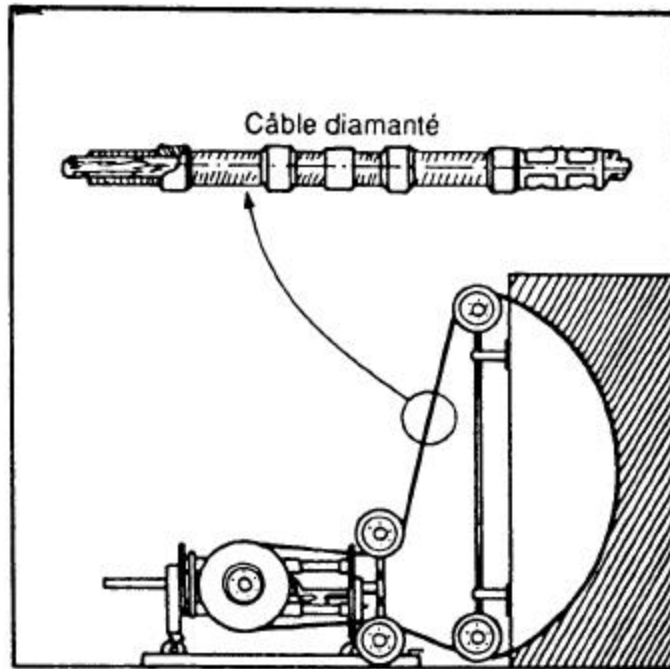


Fig 3.42 - Principe de fonctionnement d'un câble diamanté

[tiré de Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), 35 p.]

- L'utilisation de **lances thermiques** est une technique de perçage du béton qui ressemble à celle du chalumeau à acétylène. Lorsque l'acier est chauffé au rouge à une température de 900 °C, il se consume en présence d'oxygène. **Cette réaction d'oxydation dégage suffisamment d'énergie pour liquéfier le béton (3500°C)** (Fig 3.43).

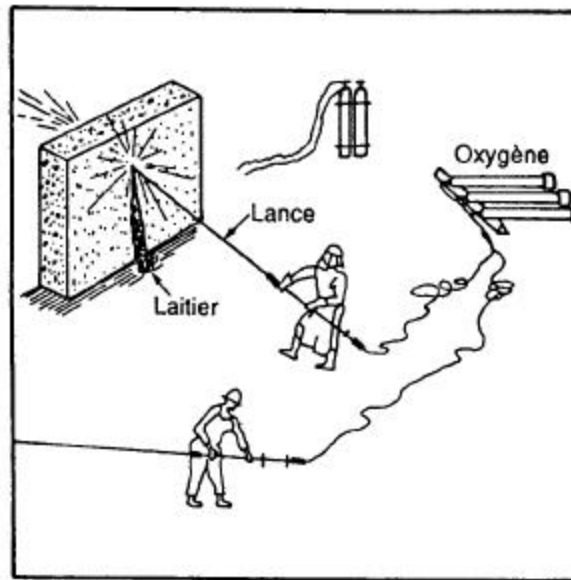


Fig 3.43 - Principe de fonctionnement d'une lance à oxygène.

[tiré de Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGQTQ), 35 p.].

- La **lance à jet de flamme** est une technique similaire à la lance thermique mais la chaleur de fusion est obtenue par la **combustion de kérosène et d'oxygène**. La flamme produite est accélérée à une vitesse de 1500 m/s (Mach 5) et permet de percer le béton encore plus rapidement que la lance à oxygène
  - Très bruyant.
- La **lance à plasma** utilise l'électricité pour produire un arc électrique qui entretient la combustion d'une poudre métallique placée entre deux électrodes (Fig 3.44)
  - Les lances thermiques sont **bien adaptées** pour le découpage des **structures fortement armées** car l'armature sert de combustible supplémentaire et accélère le découpage (on peut perforer le béton, armé ou non, jusqu'à 3 m de profondeur).

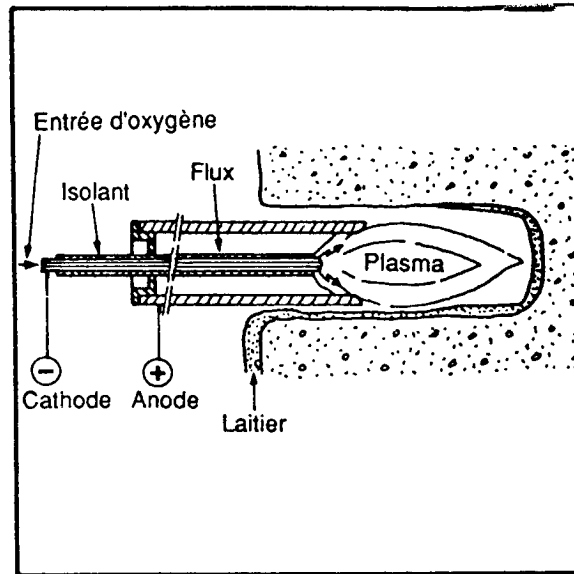


Fig 3.44 - Principe de fonctionnement d'une lance à plasma.

[tiré de Pigeon, M. et Beaupré, D. 1990 *Guide pratique des techniques de démolition et d'extraction du béton détérioré*, Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), 35 p.]

## 3.6 PRÉPARATION DES SURFACES ET DES ACIERS D'ARMATURE CORRODÉS

### 3.6.1 Préparation des surfaces à réparer

- L'étape de préparation des surfaces est une **opération importante** dont la qualité d'exécution gouverne en grande partie la **performance de la réparation** (Fig. 3.45).

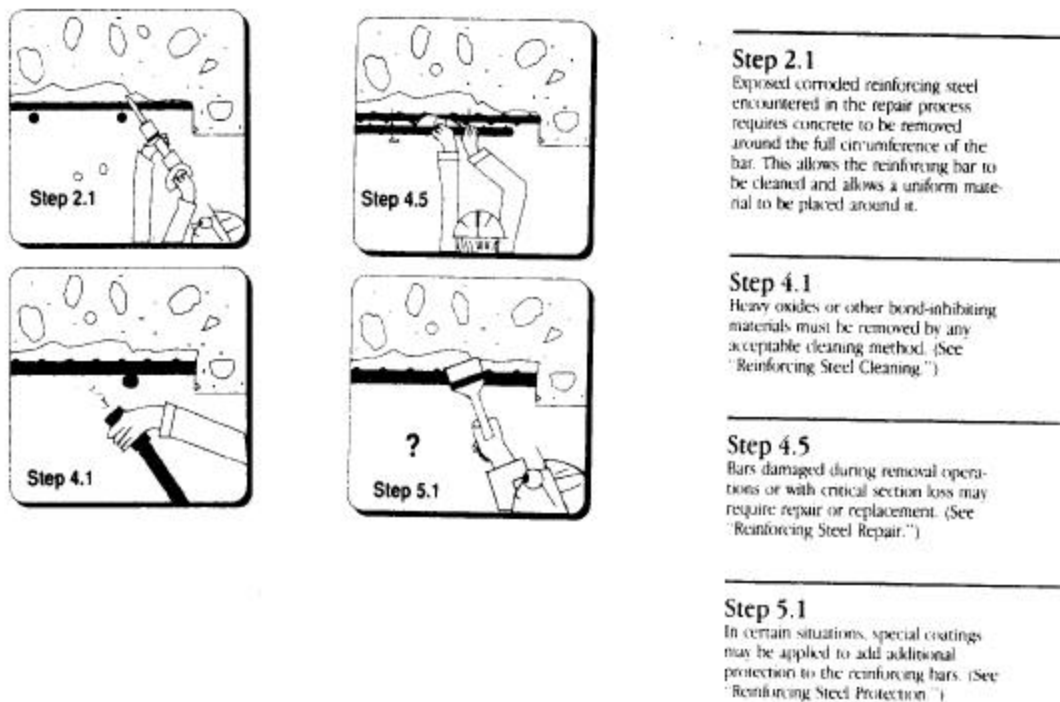


Fig 3.45 - Principales étapes de préparation de surface.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- En général, une **bonne préparation** de surface vise à obtenir une surface **sèche, régulière, propre, sans poussière, sans saletés et sans huile.**
- La **préparation d'une surface à réparer comporte quatre grandes étapes**

n **Localisation de la zone à réparer.**



- ° Il est important de **prévoir des renforts** ou des supports avant de procéder à toute démolition d'une partie d'un élément structural.

#### n Enlèvement du béton détérioré à l'aide d'une méthode appropriée.

- ° Attention lorsque qu'on prévoit rencontrer des aciers d'armature! **Nettoyer les barres** corrodées en surface ou **remplacer les barres** intensivement corrodées.
- ° Il faut **éviter de microfissurer** le béton près de la surface. Les granulats désolidarisés doivent être enlevés (Fig 3.46).

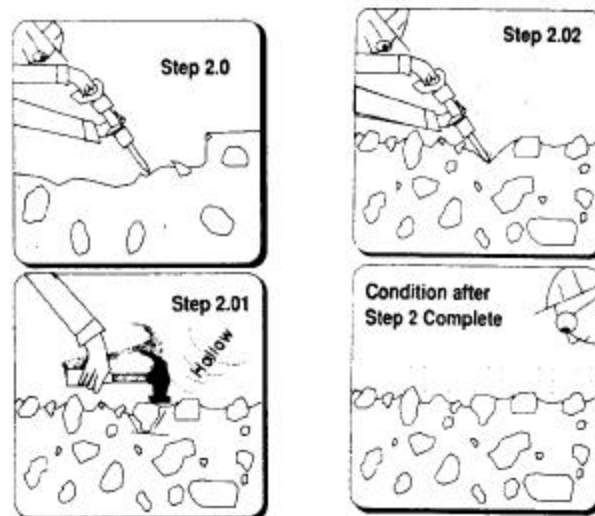


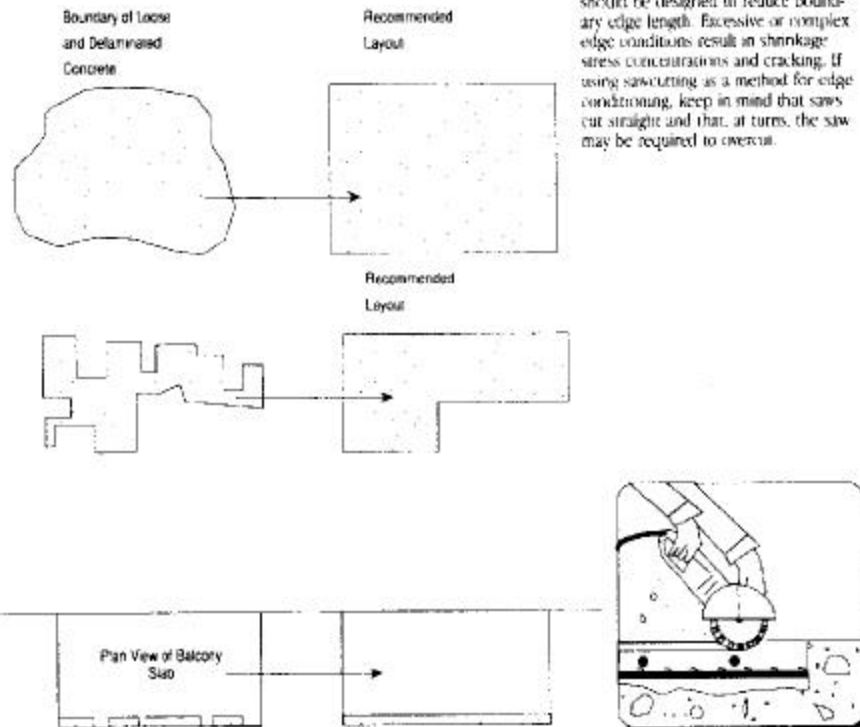
Fig 3.46 - Vérification de l'état de la surface avant de procéder à l'application d'un produit de réparation.

[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

#### n Préparation de la surface et du périmètre de la réparation.

- ° On doit choisir une géométrie qui permet de **minimiser le périmètre** (Fig. 3.47).
- ° Avec la grande majorité des produits de réparation à base de ciment Portland, on doit **scier le périmètre** de la réparation sur une **profondeur d'au moins 25 mm**. Les parois verticales de la zone à réparer doivent être à environ 90° par rapport à la surface.

LAYOUTS SHOULD BE MADE AS SIMPLE AS POSSIBLE.



Adapted from ACI 308R-90 - Surface Preparation Guidelines, ACI 308R-90, dated 10/15/89

Fig 3.47 - Quelques critères pour le choix de la géométrie du périmètre.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.]

## n Nettoyage de la surface et des aciers d'armature.

- ° Pour enlever les débris et la poussière.
- ° La capacité des matériaux de réparation à «mouiller (lien chimique)» les surfaces varie beaucoup d'un matériau à l'autre. Par conséquent, **l'adhérence** d'un matériau de réparation dépend surtout du **lien mécanique avec le substrat** (Fig 3.48).

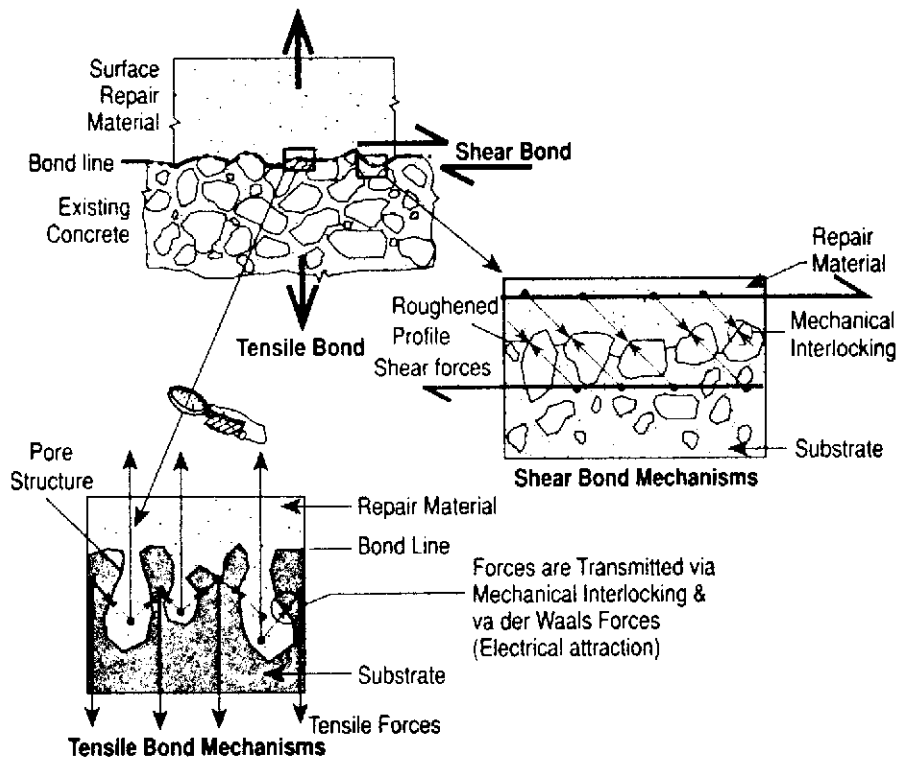


Fig 3.48 - Représentation schématique du développement du contact entre un matériau de réparation et le vieux béton.  
 [tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- Dans le cas des matériaux de type **inorganiques**, (à base de ciment Portland par exemple) le vieux béton doit préférentiellement être dans un **SSS** pour prévenir l'assèchement rapide d'un matériau de réparation et par conséquent, **limiter le retrait et la fissuration** (Fig 3.49).

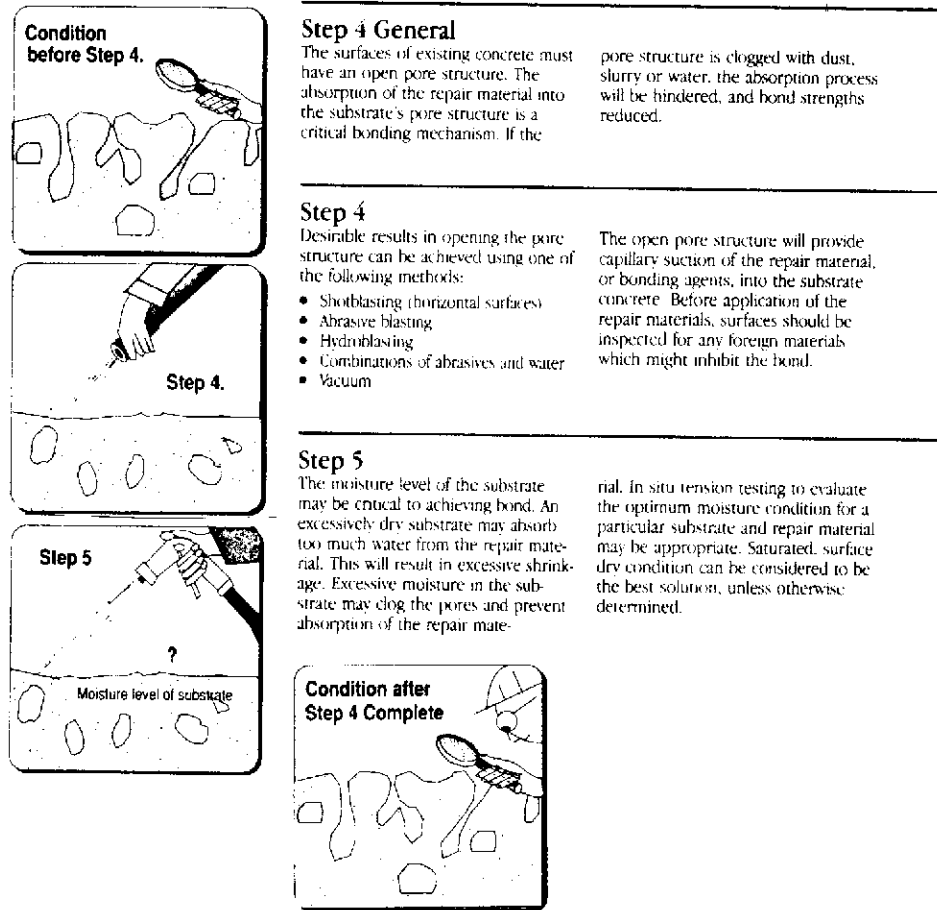


Fig 3.49 - Quelques recommandations pour la préparation des surfaces.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- Dans le cas des matériaux **inorganiques** (résines, époxy, etc.) la surface doit préférablement être **sèche** (on peut vérifier la présence d'humidité en recouvrant la surface d'une **feuille de plastique pendant 24 heures**).
- ° L'enlèvement des **contaminants** permet de développer un **meilleur contact** entre le liant d'accrochage (ou le matériau de réparation) et le vieux béton.
- Le béton contaminé avec de **l'huile et des graisses** doit être nettoyé avant de procéder à l'application d'un produit de réparation. Des **détergents, du trisodium phosphate ou d'autre produits spécialisés** doivent être utilisés. Ce nettoyage doit être suivi d'un **bon rinçage**.

- **On ne doit pas utiliser de solvant.** Ceux-ci peuvent permettre aux huiles de se diluer et de pénétrer plus profondément sous la surface.

### 3.6.2 Nettoyage et préparation des aciers d'armature

- Les réparations de surface comportant des barres d'armature sont plus critiques car il est généralement nécessaire de **restaurer la capacité structurale** en **remplaçant les barres** très corrodées ou en **restaurant l'adhérence des barres** corrodées avec la matrice de béton (nouveau matériau de réparation).
  - Il faut **exposer et dégager** toutes les barres présentant des signes de corrosion (Fig 3.50 et 3.51).
  - Le **périmètre** de la réparation doit être scié sur une profondeur **d'au moins 25 mm** en évitant d'endommager les barres avec la scie.

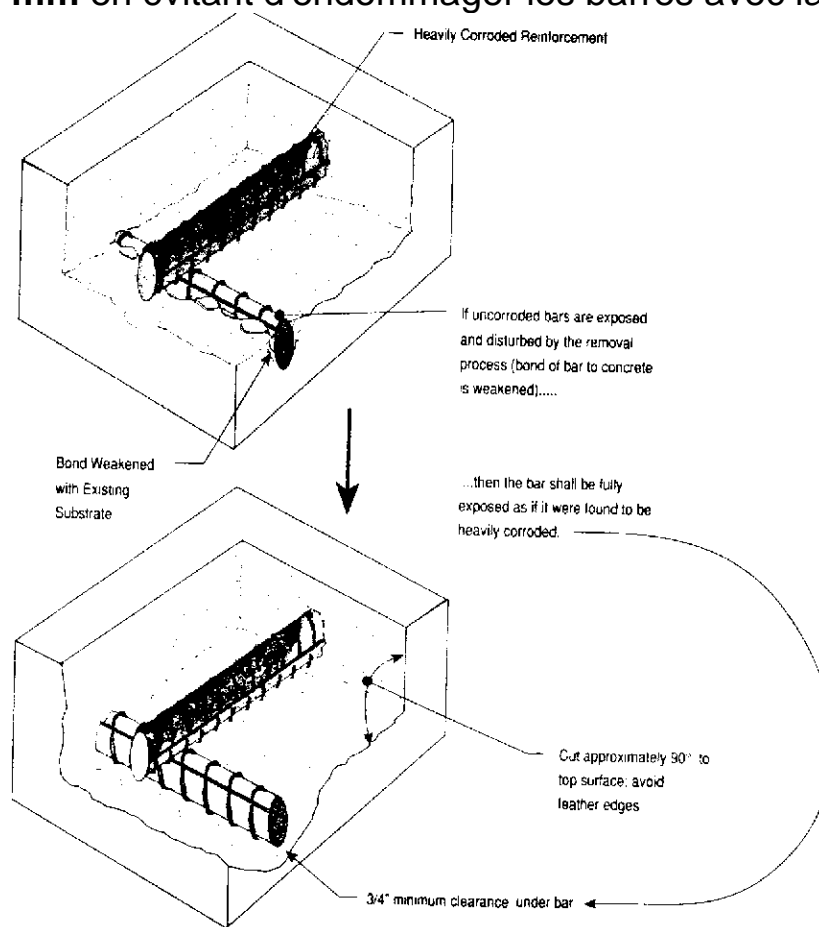


Fig 3.50 - Préparation d'une surface comportant des barres d'armature.  
[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

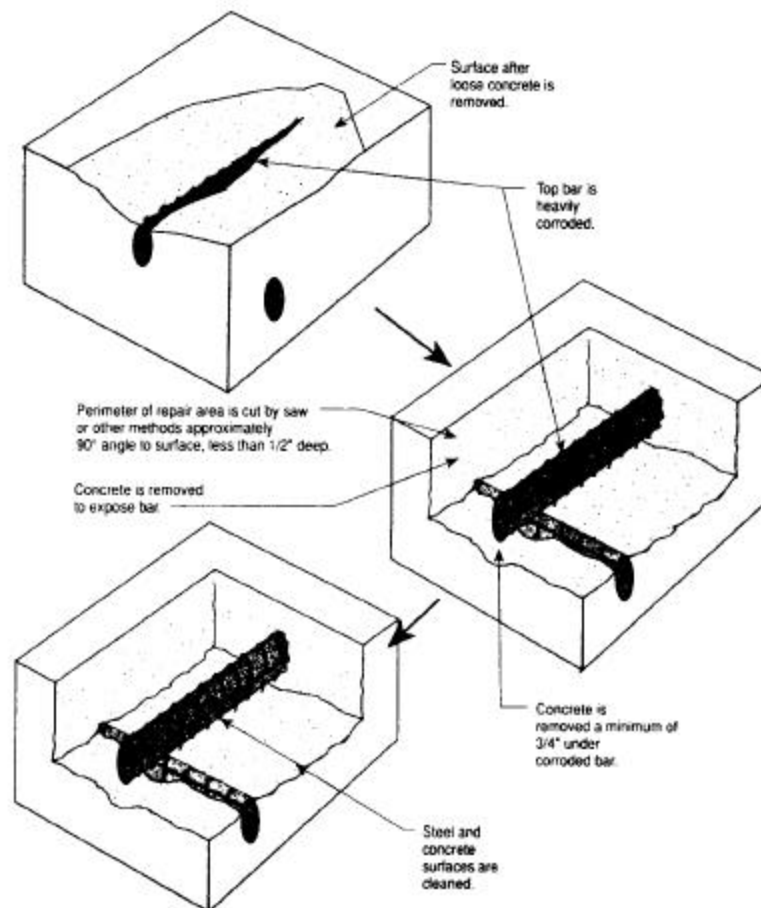
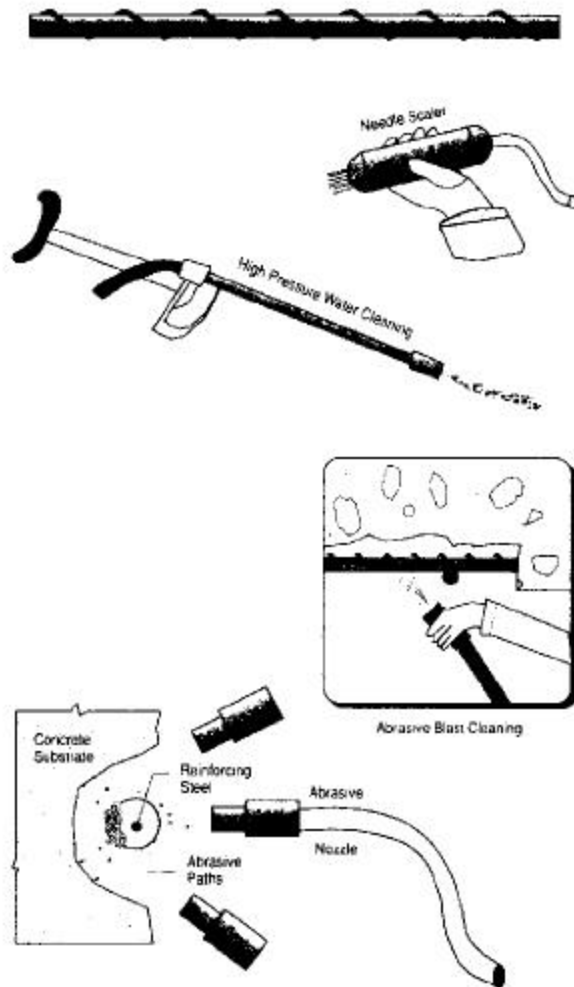


Fig 3.51 - Préparation d'une surface comportant des barres d'armature.  
 [tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- ° Il faut enlever la **corrosion de surface** sur les barres.
  - Plusieurs techniques sont disponibles (Fig 3.52).



Adapted from IACRS—Surface Preparation Guideline 57M, October 15, 1989

### General Procedure

All heavy rust and scale should be removed from the rebar to promote maximum bond with repair materials. A tightly bonded light oxide build-up may develop after cleaning. This is usually not detrimental to bond. If a protective coating is being applied to the rebar, the manufacturer's recommendations for surface preparation should be followed.

### Needle Scalers

Needle scalers are pneumatic tools utilizing a group of small diameter steel rods powered by an internal piston. The steel rods hit the intended surface, causing removal of surface materials. Needle scalers are effective tools for removal of heavy oxide layers, as well as for surface cleaning of small areas of concrete.

### High Pressure Water Cleaning

High pressure water (3,000 to 10,000 psi (20.7 to 69 MPa)) cleans concrete and steel surfaces, removing unsound materials. Water mixed with sand cleans faster and results in a roughened surface which will promote a better bond with coatings or with repair materials.

### Abrasive Blast Cleaning

Abrasives mixed with pressurized air and projected through a nozzle are the best method of providing steel or concrete surfaces with a clean profiled surface. Airborne debris (dust) is an environmental concern when using this method. Water can be injected at the nozzle to reduce dust in this process.

### Power Wire Brushing

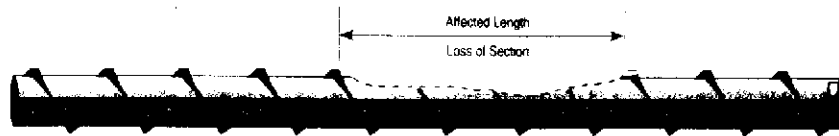
A power wire brush is an effective tool for removing unwanted oxide from steel surfaces. Wire brushing is a very slow and ineffective operation when rebar has to be cleaned on the back side.

Fig 3.52 - Techniques de nettoyage des barres d'armature.

[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

- ° Il faut **dégager** toutes les barres qui montrent des signes d'une mauvaise adhérence avec le béton (**corrosion de surface, fissuration** autour de la barre provoquée lors des travaux de démolition du vieux béton).
- ° Il faut prévoir un **dégagement d'au moins 25 mm** tout autour des barres qui ont été dégagées.
- ° Les barres dont la **section est réduite de plus de 25%** doivent généralement être remplacées (évaluation structurale souvent nécessaire) (Fig. 3.53).

- On peut **ajouter des barres** supplémentaires (attention à l'épaisseur d'enrobage minimal et à la longueur d'ancrage minimale).
- On peut aussi **relier mécaniquement** les barres à l'aide de différentes techniques d'assemblage.

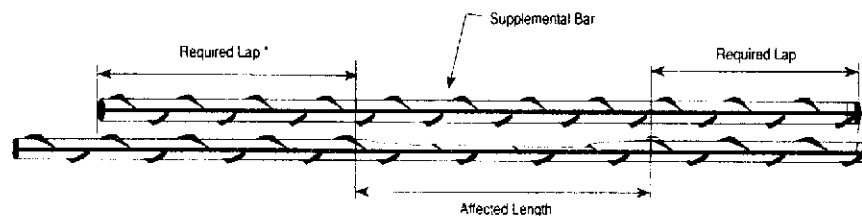


If the reinforcing steel has lost more than 25% of its cross section (or 20% if two or more adjacent bars are affected), then reinforcing steel repair is generally required.

Note: When damage to reinforcing steel is uncovered, it is good practice to perform a structural review of situation.

If repairs are required for the reinforcing steel, one of the following methods should be used:

1. Supplemental bar over affected length. New bar may be mechanically spliced to affected bar or placed parallel to existing bar.
2. Complete bar replacement.



Typical Splice Methods

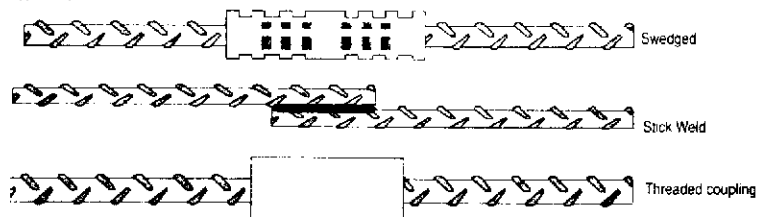


Fig 3.53 - Remplacement des barres d'armature corrodées.

[tiré de Emmons, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated*, R.S. Means Company, Kingston, Ma, 1994, 295 p.].

### 3.6.3 Quelques spécifications techniques typiques pour les réparations des structures de béton armé.

- Les figures 3.54 à 3.63 sont extraites de quelques ouvrages spécialisés traitant de la réparation des structures de béton armé. **Elles présentent certains détails techniques utiles pour la réparation des structures de béton armé.**



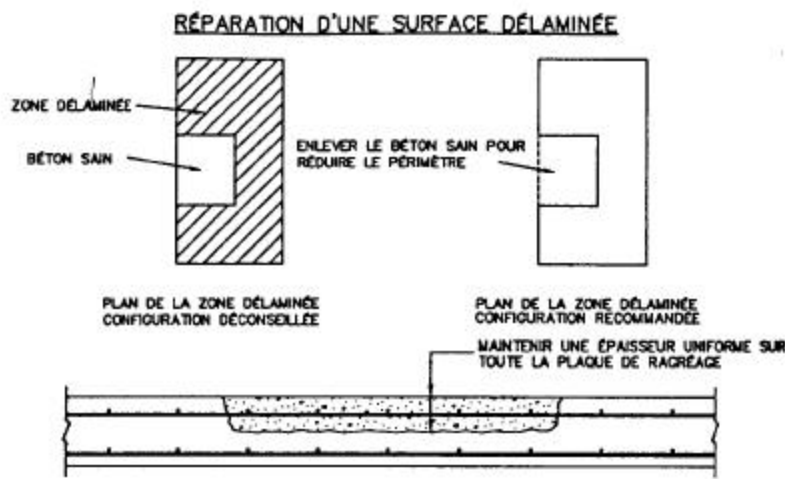


FIG. 8.1

**ÉTAPES**

1. Mettre en place un système d'étolement provisoire, calculé par un ingénieur qualifié. Découper à la scie le long des bords de la zone délaminée, jusqu'en haut des barres d'armature. Prendre soin de ne pas découper les barres.
2. Commencer à retirer le béton le long des bords. Si de la corrosion est observée sur le pourtour, continuer à retirer le béton au-delà de ces limites, jusqu'à ce que l'acier d'armature ne présente plus de signe de corrosion. Retirer le béton au-delà de ces limites, jusqu'à ce que l'acier d'armature ne présente plus de signe de corrosion.
3. Réaliser le pourtour de la réparation de manière à obtenir des bords quasi verticaux que possible et non pas biseautés.
4. Poursuivre l'enlèvement du béton sous les deux réseaux d'armature supérieurs, jusqu'à au moins 25 mm sous le réseau du bas. Enlever le béton détérioré jusqu'au béton sain. Retirer tout le béton brisé.
5. Découper au jet de sable toutes les barres d'armature exposées, jusqu'au métal nu. Déterminer la perte d'aire transversale des barres. Ajouter de nouvelles barres au besoin. Toutes les barres pleine longueur gravement détériorées par la corrosion doivent être remplacées par des armatures à enduit d'époxyle. Appliquer une couche d'enduit époxyle sur les barres découpées afin de les isoler électriquement du béton environnant.
6. Débarrasser la cavité de tous les débris et matériaux lâches. Arroser le support et laisser l'eau pénétrer toute la nuit, de manière à obtenir un support saturé mais sec en surface. Appliquer un laitier de liaisonnement présentant un rapport ciment/sable de 1:1 sur la surface de la cavité. Éviter de former des floques. Couler un béton ayant un faible rapport eau/ciment (0,40) renforcé de gravillon et finir le béton.
7. Pendant la couée, placer un repère dans le béton, à l'endroit où l'on pourra prélever une éprouvette pour déterminer le pouvoir de liaisonnement entre la zone de ragréage et le support de béton existant et ce, en veillant à ne pas couper une armature.
8. Procéder à un essai de liaisonnement. Le pouvoir de liaisonnement doit être supérieur à 0,8 MPa (100 lb/po<sup>2</sup>). Pour ces essais, il faut utiliser des échantillons représentatifs de l'ensemble des réparations.
9. On peut recourir à l'hydrodémolition plutôt que d'utiliser des marteaux à air comprimé.
10. Toujours lisser le matériau de ragréage vers le matériau ancien pour maintenir une liaison efficace entre la plaque de ragréage et les bords de la cavité.

**NOTE :** Éviter les plaques de ragréage de forme irrégulières.

Fig 3.54 - Réparation d'une surface délaminée.

[tiré de *Lignes directrices pour la conception, la construction, la réfection et l'entretien d'ouvrages de stationnement durables*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Mars 1994, 234 p.]

### RÉPARATION SUR TOUTE L'ÉPAISSEUR DE LA DALLE

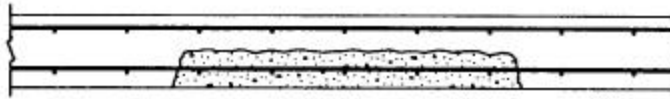


#### ÉTAPES

1. METTRE EN PLACE UN SYSTÈME D'ÉTAIEMENT PROVISOIRE, CALCULÉ PAR UN INGÉNIEUR QUALIFIÉ.
2. TRACER LA ZONE DÉLAMINÉE SUR LA FACE SUPÉRIEURE ET LA SOUS-FACE DE LA DALLE. ENLEVER LE BÉTON JUSQU'À L'ARMATURE. DÉTERMINER L'ÉTENDUE DE LA CORROSION DES BARRES D'ARMATURE ET TRACER DE NOUVELLES LIMITES AU BESOIN. ENLEVER TOUT LE BÉTON, DÉTÉRIORÉ OU SAIN, JUSQU'À CE QUE LES BARRES NE PRÉSENTENT PLUS DE CORROSION. DÉCOUPER À LA SCIE LE LONG DU POURTOUR FINAL, SANS COUPER LES ARMATURES, ET RETIRER TOUTE LA ZONE DÉTÉRIORÉE.
3. DÉCAPER LES ARMATURES AU JET DE SABLE JUSQU'AU MÉTAL NU. ÉVALUER LA PERTE D'AIRE TRANSVERSALE DES BARRES D'ARMATURE. AU BESOIN, AJOUTER DE NOUVELLES BARRES À ENDUIT D'ÉPOXYDE. APPLIQUER UNE COUCHE D'ENDUIT ÉPOXYDE SUR LES BARRES EXISTANTES AFIN DE LES ISOLER ÉLECTRIQUEMENT DU NOUVEAU BÉTON.
4. APPLIQUER LE LAITIER DE LIAISONNEMENT ET COULER LE BÉTON DE LA MANIÈRE INDICUÉE À LA FIGURE 3.1.

Fig 3.55 - Réparation sur toute l'épaisseur d'une dalle.  
[tiré de: *Lignes directrices pour la conception, la construction, la réfection et l'entretien d'ouvrages de stationnement durables*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Mars 1994, 234 p.]

### RÉPARATION D'UNE SOUS-FACE DÉLAMINÉE



#### ÉTAPES

1. ON DOIT ESSENTIELLEMENT SUIVRE LES MÊMES ÉTAPES QUE POUR LA RÉPARATION D'UNE DÉLAMINATION DE SURFACE.
2. ON PEUT COULER LE BÉTON SELON L'UNE DES MÉTHODES SUIVANTES :
  - A) UTILISER DU BÉTON PROJETÉ
  - B) METTRE EN PLACE UN COFFRAGE ET POMPER LE BÉTON.POUR LA RÉPARATION D'UNE SOUS-FACE DÉLAMINÉE, IL N'EST PAS RECOMMANDÉ D'APPLIQUER LE MATÉRIAU À LA TRUELLE DANS LA CAVITÉ, PARCE QUE LA PLAQUE OBTENUE N'OFFRIRA PAS UN RENDEMENT ET UNE DURABILITÉ SATISFAISANTS. L'APPLICATION À LA TRUELLE NE CONVIENT QUE POUR LES PETITS TRAVAUX DE RAGRÉAGE (300 X 300 MM), MAIS IL FAUT TENIR COMPTE DU FAIT QUE CETTE RÉPARATION NE SÉRA PAS VRAIMENT DURABLE.

NOTE : CETTE MÉTHODE N'EST RECOMMANDÉE QUE SI LA DALLE FAIT 200 MM OU PLUS D'ÉPAISSEUR. DANS LE CAS DE DALLES PLUS MINCES, ON PROCÉDERA COMME AVEC LES DÉLAMINATIONS TRAVERSANTES.

Fig 3.56 - Réparation d'une sous-face délaminiée.  
[tiré de: *Lignes directrices pour la conception, la construction, la réfection et l'entretien d'ouvrages de stationnement durables*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Mars 1994, 234 p.]

## RÉPARATION D'UNE COLONNE DÉLAMINÉE

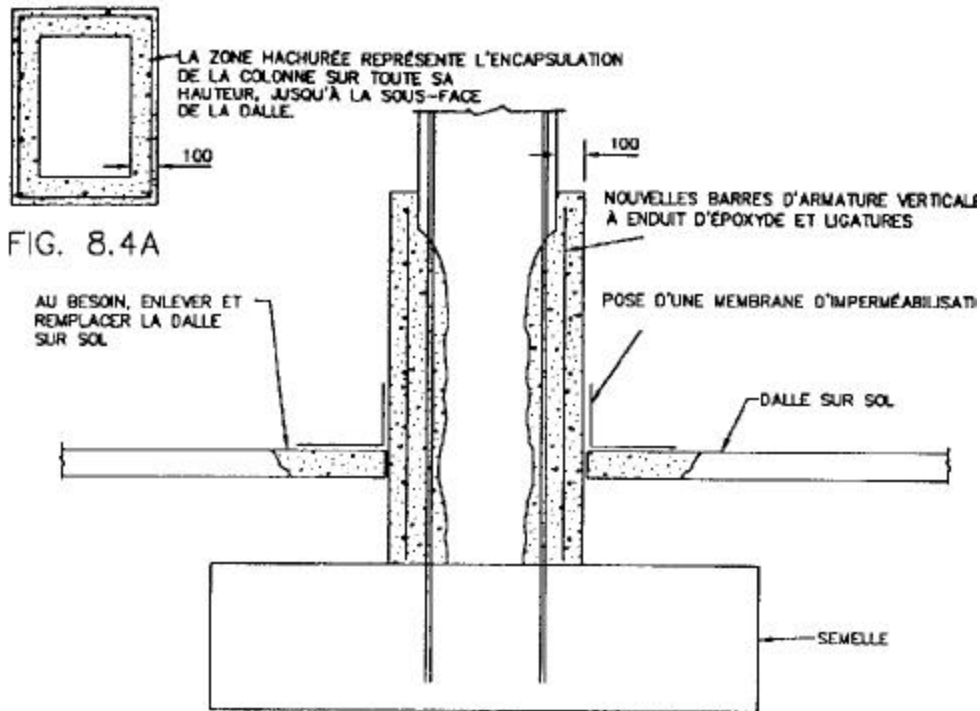


FIG. 8.4A

AU BESOIN, ENLEVER ET REMPLACER LA DALLE SUR SOL

FIG. 8.4

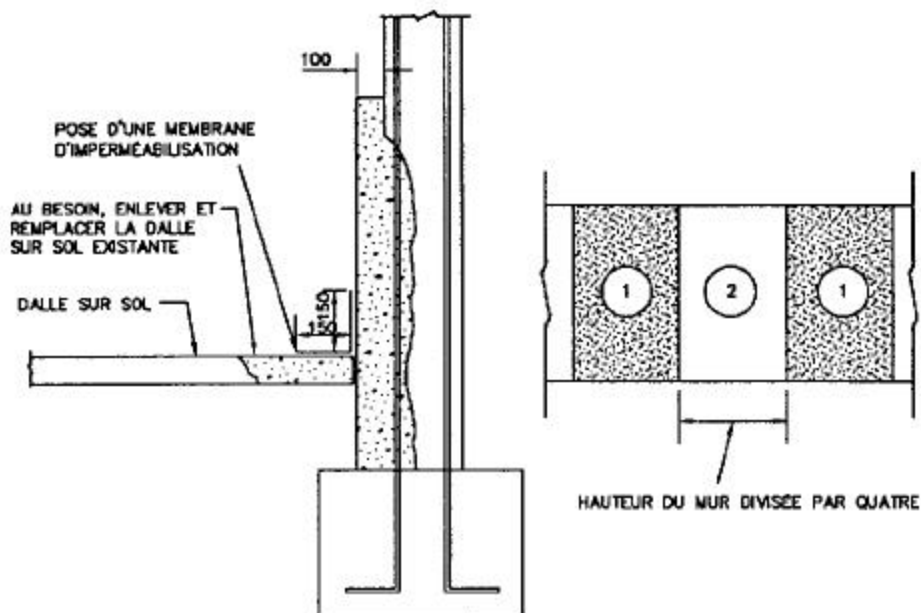
### ÉTAPES

1. AVANT D'ENLEVER UNE PARTIE QUELCONQUE DU BÉTON DÉLAMINÉ, ÉVALUER LA CHARGE QUI S'EXERCE SUR LA COLONNE ET SA CAPACITÉ À SUPPORTER CETTE CHARGE UNE FOIS QUE LE BÉTON DÉLAMINÉ AURA ÉTÉ ENLEVÉ. EN EFFET, CERTAINES DES COLONNES D'UN OUVRAGE DE STATIONNEMENT PEUVENT SUPPORTER LA PLUS GRANDE PARTIE DES CHARGES EXERCÉES PAR LE BÂTIMENT SUS-JACENT.
2. S'IL EST ÉTABLI QUE LE BÉTON ET LES ARMATURES QUI RESTENT APRÈS ENLEVEMENT DU MATÉRIAU DÉLAMINÉ OU SAIN PEUVENT SUPPORTER LES CHARGES, ON PEUT ALORS PROCÉDER À L'ENLEVEMENT DE TOUT LE BÉTON DÉLAMINÉ ET D'UNE PARTIE DU BÉTON SAIN, DERRIÈRE LES ARMATURES. ENLEVER LE BÉTON DE MANIÈRE À EXPOSER TOUTES LES BARRES D'ARMATURE CORRODÉES ET À RETIRER TOUT LE BÉTON DÉTÉRIORÉ. RETIRER 20 MM DE BÉTON AUTOUR DES ARMATURES EXPOSÉES.
3. DÉCAPER AU JET DE SABLE LES BARRES D'ARMATURE EXISTANTES JUSQU'AU MÉTAL NU. ÉVALUER LA PERTE D'AIRE TRANSVERSALE DES BARRES. AJOUTER DE NOUVELLES BARRES AU BESOIN.
4. COULER UN PILIER DE BÉTON À FAIBLE RAPPORT EAU/CIMENT DE LA MANIÈRE INDICUÉE À LA FIGURE CI-DESSUS.
5. AU BESOIN, REMPLACER LA DALLE SUR SOL EXISTANTE. DONNER À LA NOUVELLE DALLE UNE PENTE NÉGATIVE PAR RAPPORT À LA COLONNE. PLACER UNE MEMBRANE D'IMPERMÉABILISATION À LA BASE DE LA COLONNE.
6. S'IL EST ÉTABLI QUE L'AIRE TRANSVERSALE NETTE DE LA COLONNE APRÈS ENLEVEMENT DU BÉTON NE PERMET PAS DE SUPPORTER LES CHARGES, IL FAUDRA EXÉCUTER LES TRAVAUX D'ENLEVEMENT ET DE RÉFECTION SECTION PAR SECTION OU, ALORS, DÉCHARGER LA COLONNE AU MOYEN D'UN SYSTÈME D'ÉTAIEMENT CALCULÉ AVEC SOIN. UNE AUTRE MÉTHODE CONSISTE À LAISSER EN PLACE LE BÉTON DÉTÉRIORÉ ET À ENCAPSULER LA TOTALITÉ DE LA COLONNE DANS UNE NOUVELLE COLONNE PLEINE HAUTEUR; VOIR LA FIGURE 8.4A.
7. LES DÉTAILS DOIVENT ÊTRE CONÇUS PAR UN INGÉNIEUR EN CHARPENTE EXPÉRIMENTÉ.

Fig 3.57 - Réparation d'une colonne délaminée.

[tiré de: *Lignes directrices pour la conception, la construction, la réfection et l'entretien d'ouvrages de stationnement durables*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Mars 1994, 234 p.]

### RÉPARATION D'UN MUR EN BÉTON DÉLAMINÉ



#### ÉTAPES

1. POUR LA RÉFÉCTION D'UN MUR EN BÉTON, IL FAUT PROCÉDER PAR SECTION ALTERNÉE. AINSI, ON RÉPARERA LA SECTION 1, PUIS LA SECTION 2, SEPT JOURS PLUS TARD.
2. LA MÉTHODE DE RÉFÉCTION EMPLOYÉE EST LA MÊME QUE POUR LA RÉFÉCTION DES COLONNES.
3. ON PEUT RÉPARER LES ZONES ISOLÉES DE DÉLAMINATION DANS DES MURS PEU CHARGÉS EN Y APPUQUANT UN MATÉRIAU DE RAGRÉAGE À LA TRUELLE.

Fig 3.58 - Réparation d'un mur en béton délaminé.

[tiré de: *Lignes directrices pour la conception, la construction, la réparation et l'entretien d'ouvrages de stationnement durables*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Mars 1994, 234 p.]

RACCORDEMENT D'UNE COLONNE EXISTANTE À UNE NOUVELLE DALLE APRÈS ENLÈVEMENT COMPLET DE L'ANCIENNE DALLE

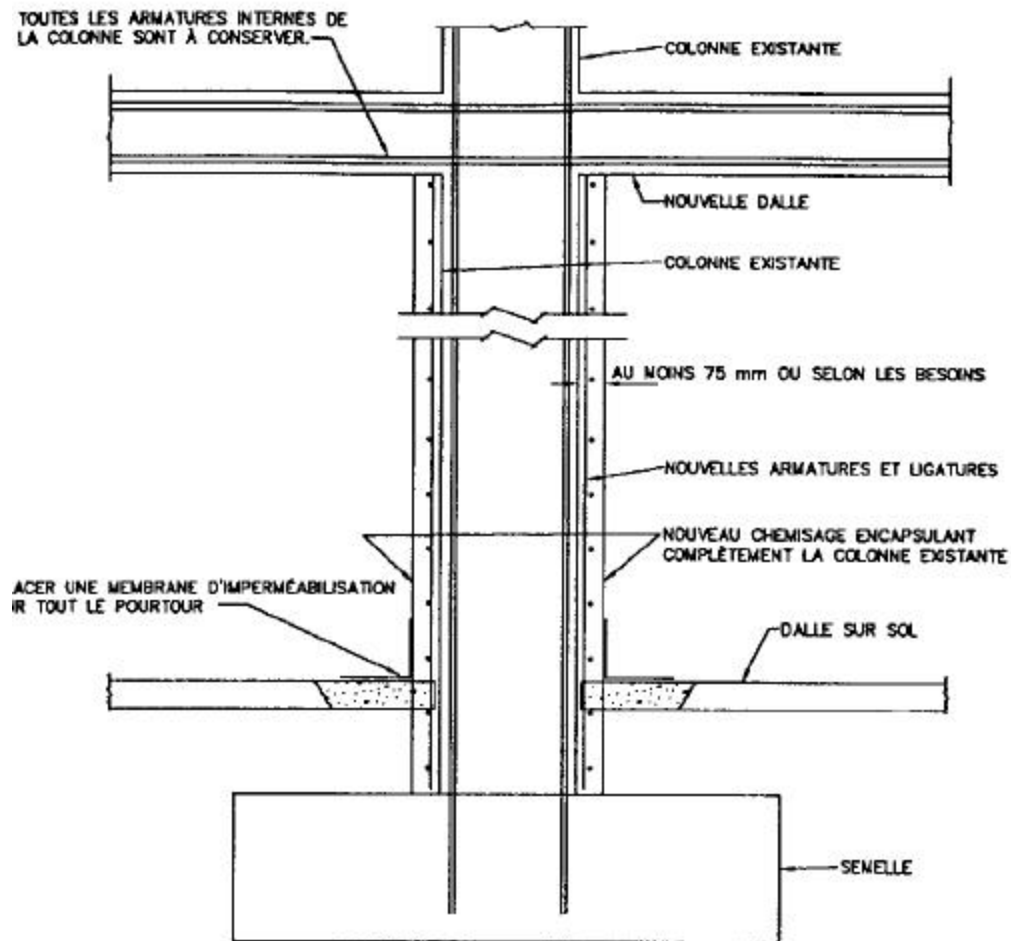


FIG. 8.7

ON PEUT UTILISER CE DÉTAIL S'IL EST IMPOSSIBLE D'ENLEVER LE BÉTON DE LA MANIÈRE INDICUÉE À LA FIGURE 8.6.  
IL FAUT PRÉVOIR AUTOUR DE LA COLONNE L'ESPACE SUPPLÉMENTAIRE NÉCESSAIRE POUR LOGER LE CHEMISAGE.

Fig 3.59 - Réparation d'une colonne existante à une nouvelle dalle après enlèvement complet de l'ancienne dalle.

[tiré de: *Lignes directrices pour la conception, la construction, la réfection et l'entretien d'ouvrages de stationnement durables*, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Mars 1994, 234 p.]

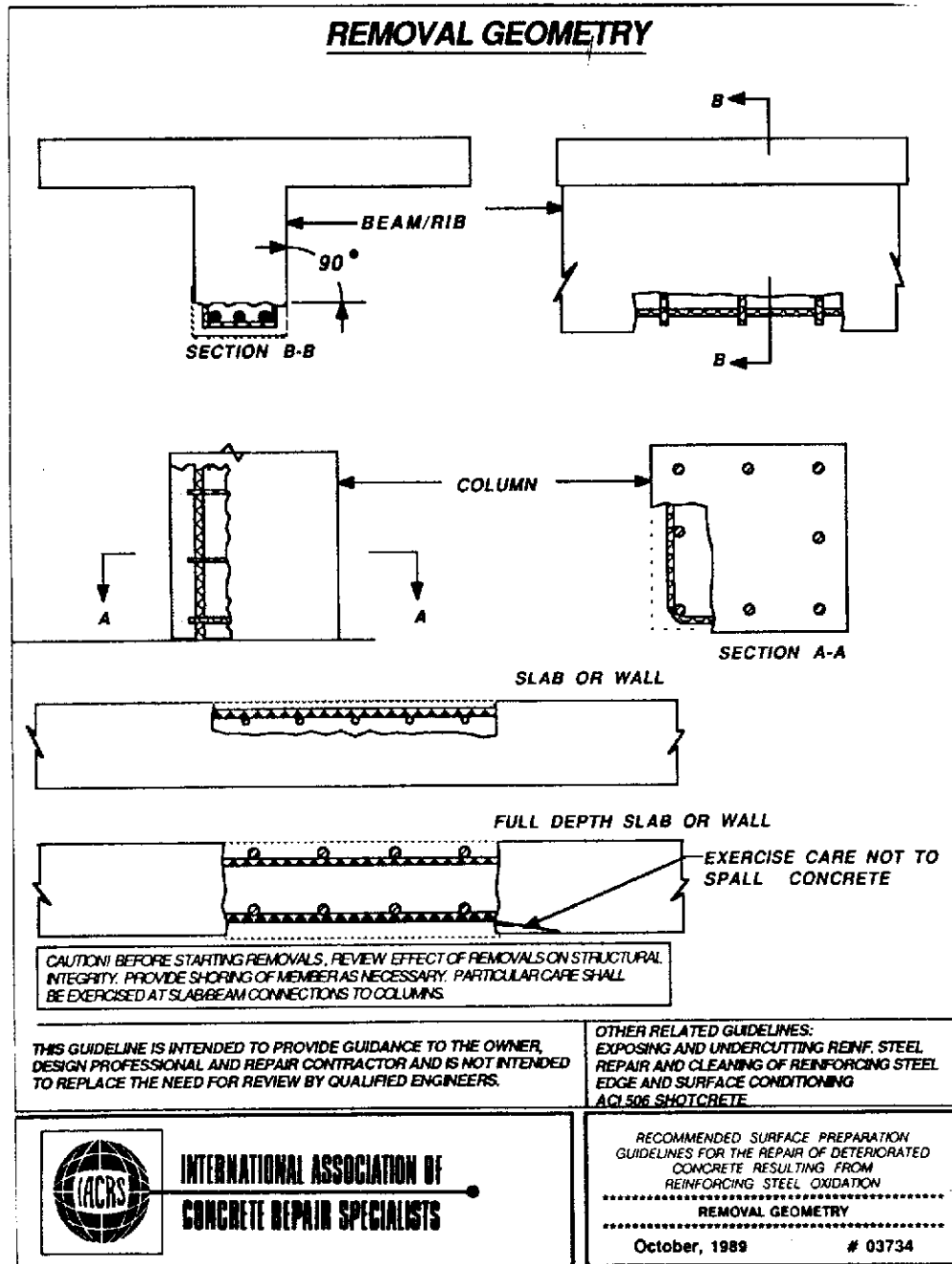


Fig 3.60 - Enlèvement du béton détérioré.  
[tiré de: *Surface preparation guidelines for the repair of deteriorated concrete resulting from reinforcing steel oxidation*, Technical Guidelines Committee, International Concrete Repair Institute, Washington, D.C. 1995].

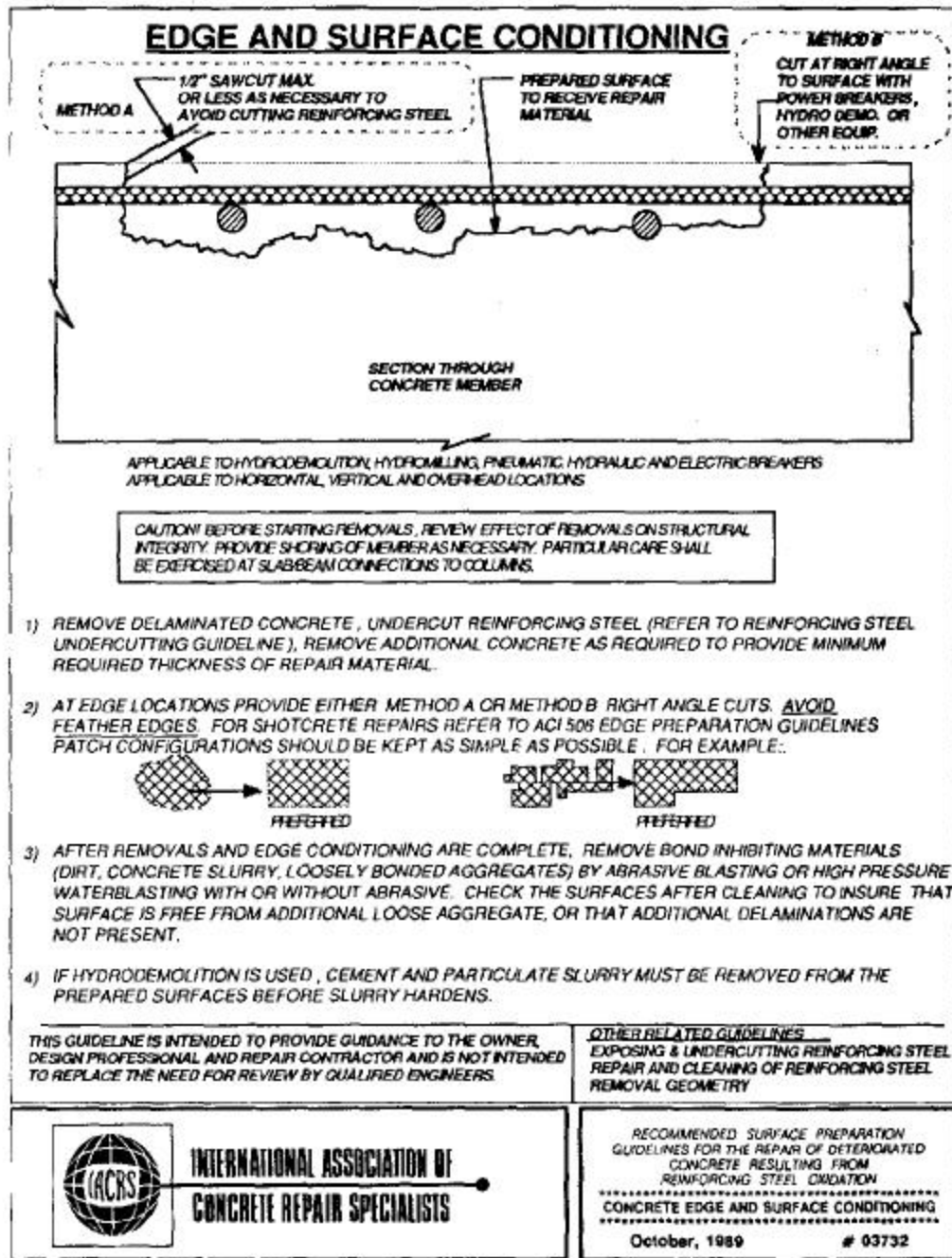


Fig 3.61 - Préparations de surface et du périmètre.

[tiré de: *Surface preparation guidelines for the repair of deteriorated concrete resulting from reinforcing steel oxidation*, Technical Guidelines Committee, International Concrete Repair Institute, Washington, D.C. 1995].

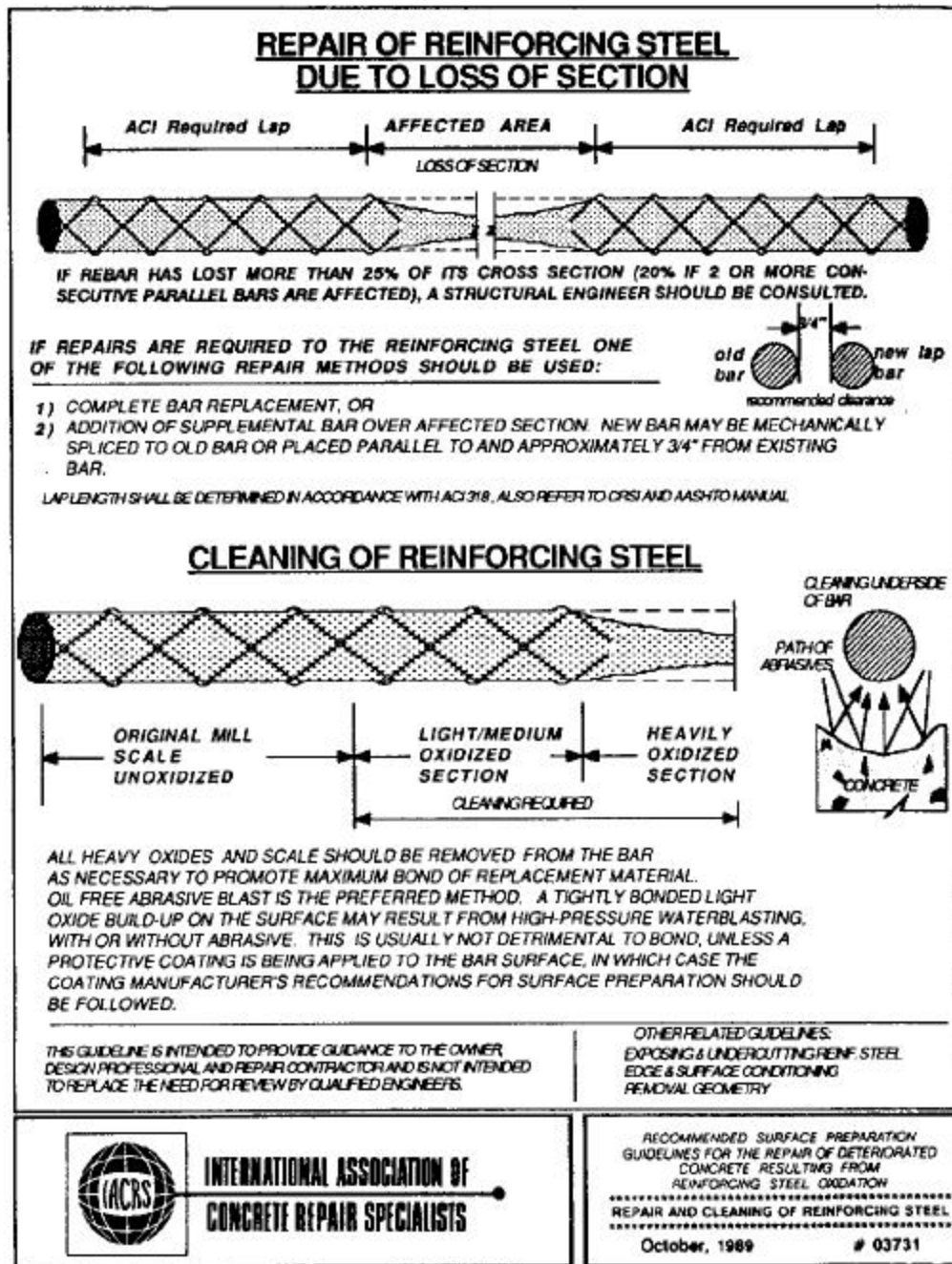


Fig 3.62 - Réparation d'un béton armé comportant des barres fortement corrodées.  
[tiré de: *Surface preparation guidelines for the repair of deteriorated concrete resulting from reinforcing steel oxidation*, Technical Guidelines Committee, International Concrete Repair Institute, Washington, D.C. 1995].



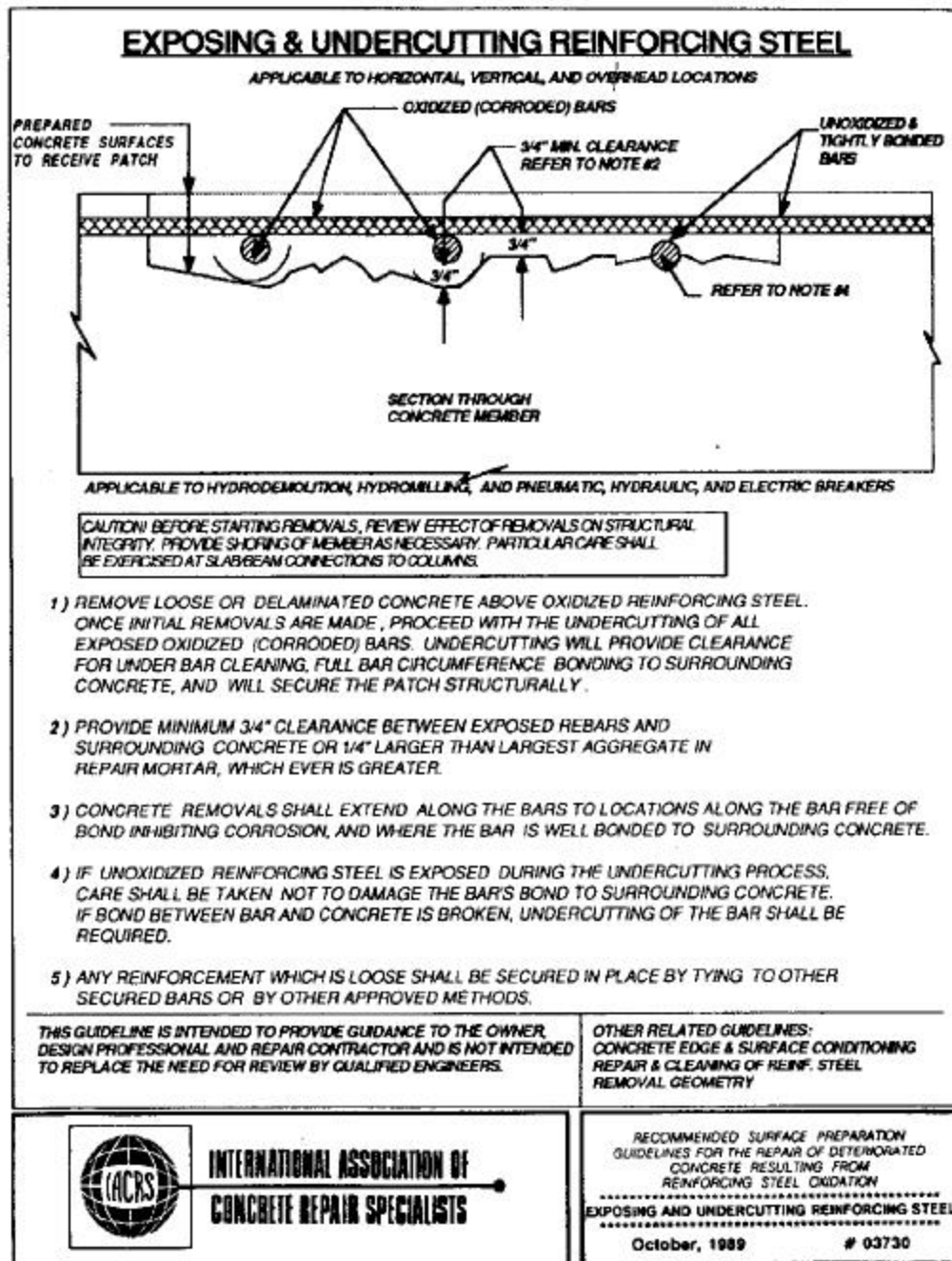


Fig 3.63 - Spécifications pour le dégagement et le nettoyage des barres d'armature.  
[tiré de: *Surface preparation guidelines for the repair of deteriorated concrete resulting from reinforcing steel oxidation*, Technical Guidelines Committee, International Concrete Repair Institute, Washington, D.C. 1995].