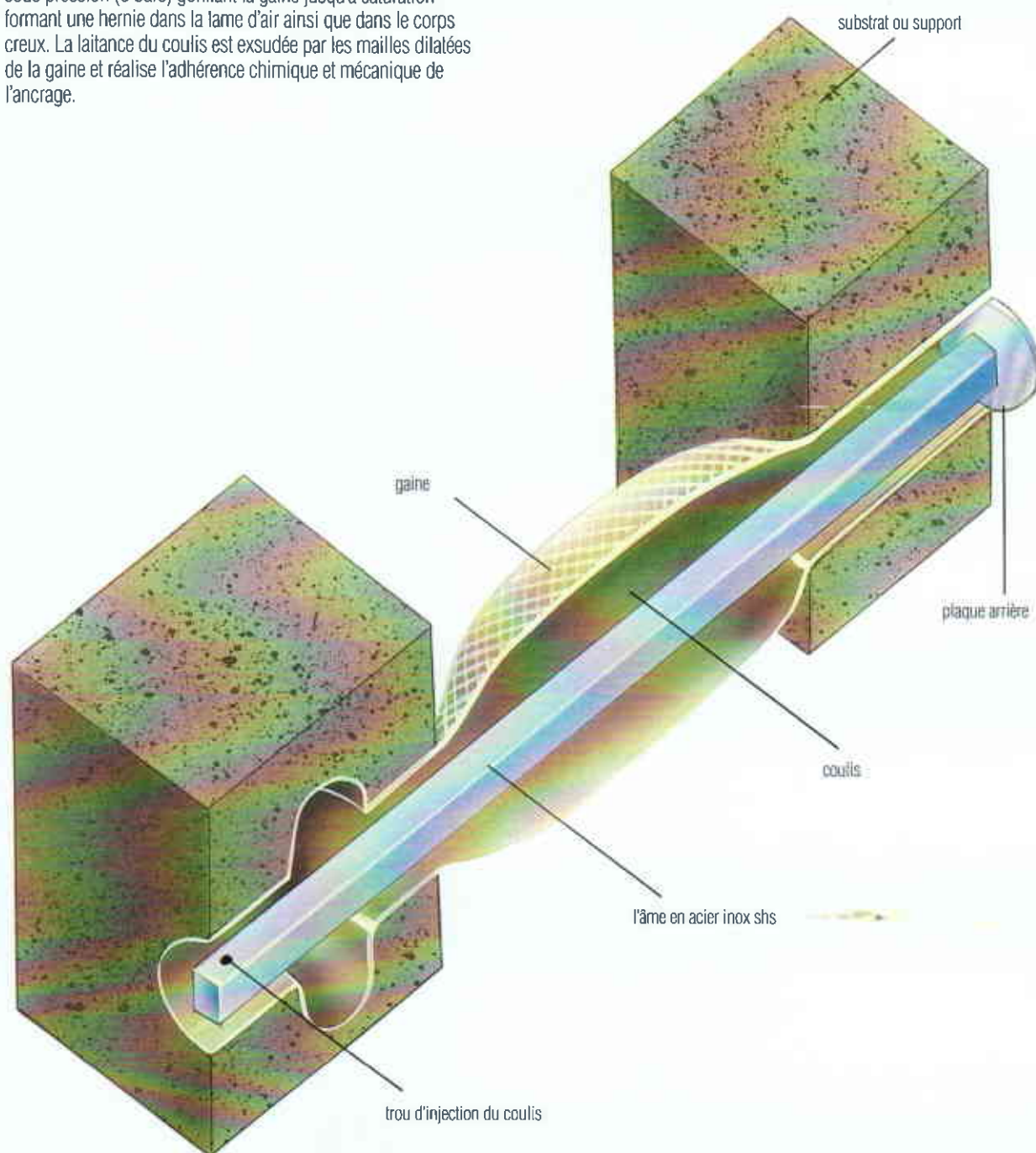


Des systèmes d'ancrage étudiés

[®]
CINTEC

PRINCIPE DES ANCRAGES CINTEC

Le principe du Système Cintec est illustré ci-dessous. L'âme en Acier Inox est insérée dans le substrat après forage des deux parois traversant la lame d'air. Le coulis est injecté sous pression (3 bars) gonflant la gaine jusqu'à saturation formant une hernie dans la lame d'air ainsi que dans le corps creux. La laitance du coulis est exsudée par les mailles dilatées de la gaine et réalise l'adhérence chimique et mécanique de l'ancrage.



Cette brochure est destinée à titre de guide de base sans autres détails. Cavity Lock Systèmes Ltd. décline toutes responsabilités en matière de mauvaise utilisation du système d'ancrage dessiné par Cintec Hark., tant en ce qui la concerne, ses employés, agents et préposés. Ils ne pourront être tenus pour responsables, même partiellement, dans des cas de dégâts, déformations, négligences, coûts, pertes, dommages ou autres conséquences causées par le non-respect, soit directement, soit indirectement, des principes d'utilisation préconisés par Cavity Lock Systèmes Ltd.

CERTIFICATION DE FORMATION

DETAILS DU MANUEL CERTIFICATION/INSTALLATION

La procédure de certification et le manuel de formation qui l'accompagne offrent des indications de base quant à l'installation du système d'ancrage Cintec. Celui-ci a été basé sur les ancrs de remplacement de ligatures murales, étant donné qu'elles incorporent les principales fonctions du système d'ancrage, tout en autorisant une application pratique dans l'immédiat. Bien que le manuel fournisse des bases solides pour l'emploi du système d'ancrage, il ne saurait couvrir complètement toutes les applications possibles. Cavity Lock Systems fournira, après négociation préalable, des informations et/ou une formation.

Les capacités de charge de l'ancre sont présentées et accompagnées d'un bref historique du système. L'objet de la certification est étudié et le manuel contient un abrégé de la méthode Cintec de remplacement d'ancres/ligatures et de la méthode des ligatures additionnelles. On trouvera également dans le manuel quelques renseignements sur la manière de localiser les ancrs et sur le perçage initial puis le perçage additionnel à travers les parois extérieures et intérieures. Sont également brièvement expliquées la procédure d'injection de coulis, ainsi que la méthode d'essai des ancrs et de remise en état des surfaces extérieures après perçage.

Cavity Lock Systems accorde une attention particulière à la sécurité au chantier et, entre autres:

1. Sécurité des accès tels que: échelles, échafaudages tubulaires, fouilles, travaux de couverture.
2. Transports, machines, palans, grues et autres appareils de levage.
3. Electricité
4. Utilisation sans danger des outils.
5. Etalement et coffrage.
6. Feu, bruit, santé, vêtements de protection, aspects sociaux.
7. Intrus.

L'attention des installateurs stagiaires est attirée sur la législation sur la santé et la sécurité, surtout en ce qui concerne l'emploi du coulis de mortier. La détection des ancrs existantes avec un matériel que l'on peut se procurer facilement est également décrite et accompagnée d'illustrations graphiques de la procédure à adopter pas à pas pour la détection, sans oublier le problème associé aux "fausses" détections éventuelles.

Le manuel explicite l'emploi des perceuses à diamant et des outils rotatifs à percussion. On trouvera dans le manuel des instructions plus détaillées sur les perceuses à diamant à usage manuel, avec une brève description de la préparation de l'outil et de son alimentation en brouillard eau/air. Le début du perçage, la pénétration de l'outil et les problèmes éventuels (coincement de l'outil par exemple) sont également mentionnés.

L'ouvrage présente des matériels de perçage avec arrosage et sous brouillard humide et, en particulier, ceux que l'on peut se procurer sans difficulté.

Le manuel contient des illustrations graphiques sur les alimentations en eau et en brouillard de la pointe des outils. Ces illustrations expliquent, pas à pas, le perçage des ancrs existantes à l'aide d'un outil à pointe diamant, ainsi que le perçage oblique et les techniques à mettre en oeuvre selon qu'il s'agit d'un feuillet extérieur ou d'un feuillet intérieur. Les méthodes d'extraction de la maçonnerie over-cored sont illustrées, ainsi que l'emploi de jauges de profondeur pour garantir l'exactitude des longueurs de perçage. Le manuel présente des illustrations analogues pour les perceuses rotatives à percussion.

Le manuel présente également le mortier utilisé et le malaxage du coulis. Cette phase est la plus importante en ce qui concerne le succès du système d'ancrage Cintec. Le produit a été formulé avec soin et, s'il est malaxé dans un milieu propre et conformément à la procédure spécifiée, les injections de coulis seront toujours réussies.

En revanche, ce succès est également associé au traitement des ancrs et du coulis dès leur arrivée à pied d'oeuvre. Il faut donc toujours les stocker et les manutentionner avec précaution.

L'emploi du pot à pression est expliqué, avec des illustrations graphiques. Les auteurs insistent sur une totale propreté à toutes les phases du malaxage de l'injection. Les illustrations graphiques expliquent pas à pas la méthode d'injection et donnent des détails sur les pressions d'injection généralement utilisées.

Le malaxage du coulis en deux étapes est expliqué en détail. La procédure spécifiée produit un coulis qui s'injecte facilement et avec succès. D'autres informations permettront à l'installateur de surveiller la procédure de malaxage puis l'injection du coulis pour en garantir le succès. On trouvera également des renseignements sur l'injection par temps chaud et froid.

Tous les stagiaires du programme de certification doivent réaliser la détection et l'extraction par perçage superficiel d'ancres réelles, puis installer une ancre, ce qui comporte le malaxage du coulis, son injection et la rénovation de la surface extérieure.

La remise en état de la surface extérieure des trous percés est décrite de manière générale, mais avec des références particulières aux revêtements suivants:

1. Enduits.
2. Crépi et harling.
3. Revêtement tyrolien.
4. Maçonnerie en brique.

Les impératifs associés aux ancrs éprouvettes et, en particulier, l'installation de la goupille d'essai par l'intermédiaire de laquelle la charge de test est appliquée, sont répertoriés.

L'injection des ancrs est illustrée spécifiquement étant donné que ceci offre des preuves visuelles et tactiles d'une bonne installation. L'attention du lecteur est attirée sur le coulis lactescent excédentaire visible qui devrait être présent en partie intérieure de la manche, et sur le fait que l'avant de l'ancre devrait être ferme au toucher, sans se déplacer dans aucune direction. Le coulis lactescent en excédent doit être immédiatement éliminé par lavage.

Dans toutes les parties du manuel et du cours de certification, on a insisté sur la propreté du personnel, du chantier et du matériel, cette propreté étant un élément fondamental d'une installation réussie et sans danger.

Les stagiaires qui ont réussi devront présenter pour inspection un certificat d'assistance et de réussite au cours de formation, accompagné de leur photographie. Cavity Lock Systems Limited visite des chantiers au hasard et les installateurs qui ne respectent pas les méthodes spécifiées risquent de perdre leur certification.

PARAMETRES DE CALCUL

LE COULIS

Presstec est un mélange à composant unique de ciment Portland, de granulats triés et d'additifs qui, mélangé à l'eau, produit un coulis pompable qui développe une bonne résistance avec un retrait minimum.

MALAXAGE

25 kg de Presstec exigent 6 litres d'eau. Le mélange peut s'effectuer soit dans un seau, avec un appareil de malaxage manuel pour plâtre (petites quantités), soit dans un malaxeur à béton pour les quantités plus grandes. La durée de malaxage doit être suffisante pour désagréger tous les grumeaux éventuels et pour produire un coulis de ciment à écoulement libre. Dans des conditions idéales, le Presstec doit être ajouté à l'eau pendant le malaxage.

Temps maximal d'utilisation

40 à 60 minutes, selon la température ambiante.

Performances physiques

TOUS les essais ont été effectués à 20°C et avec une humidité relative de 65%.

Début de prise – 160 mn

Fin de prise – 180 mn

Le coulis est réalisé spécialement en fonction des impératifs précisés. Il contient des additifs plastifiants et anti-retrait conformes aux stipulations des normes DIN d'Allemagne. Le coulis a également été approuvé par des essais de retrait accéléré et a donné toute satisfaction. Il adhère au matériau de base à travers la manche lorsque celle-ci se gonfle. La résistance de la construction in situ aux charges d'ancrage dépend du profilé utilisé. Si le profilé est une barre massive, le corps de l'ancre sera déformé. Si l'ancre est circulaire, le profilé est freiné. Sur un profilé carré, une plaque dont les dimensions sont pratiquement égales à celles du trou percé, est soudée aux deux extrémités de l'ancre pour garantir la mobilisation de la résistance du coulis. (Voir l'illustration A).

Valeurs caractéristiques de la résistance dans le temps du coulis Presstec utilisé avec les ancrs Cintec Hark

Temps après l'injection	Compression N/mm ²	Tension N/mm ²
5 heures	1,4	0,4
1 jour	23	2,9
28 jours	40	3,3

Module d'élasticité, $E = 28 \text{ kN/mm}^2$ à 28 jours.

L'ACIER

On peut déterminer la capacité des profilés d'acier à l'aide des calculs d'étude usuels, basés sur la résistance du métal. Les valeurs caractéristiques précisées ci-dessous sont associées aux normes britanniques.

Résistance caractéristique à la tension/compression des ancrs standard

(basée sur la capacité de l'acier, sous réserve des sollicitations du matériau de base et de la longueur de noyage).

Type d'ancre	Longueur minimum standard de noyage mm	Valeur minimum kN
Acier de cémentation 8 x 1 mm de diamètre	50	4,0
Acier de cémentation 10 x 1 mm de diamètre	50	6,0
Tôle d'acier 15 x 15 x 1,5	100	17,0
Tôle d'acier 20 x 20 x 2	100	30,0
Tôle d'acier 30 x 30 x 3	100	66,0

Résistance caractéristique au cisaillement des ancrs standard

(basée sur la capacité de l'acier, sous réserve des sollicitations du matériau de base et de la longueur de noyage)

Type d'ancre	Valeur minimum kN
Acier de cémentation 8 x 1 mm de diamètre	2,4
Acier de cémentation 10 x 1 mm de diamètre	3,0
Tôle d'acier 15 x 15 x 1,5	4,3
Tôle d'acier 20 x 20 x 2	10,0
Tôle d'acier 30 x 30 x 3	22,5

Résistance caractéristique de moments des ancrs standard

(basée sur la capacité de l'acier, sous réserve des sollicitations du matériau de base et de la longueur de noyage).

Type d'ancre	Valeur minimum caractéristique des moments kNmm
Acier de cémentation 8 x 1 mm de diamètre	9
Acier de cémentation 10 x 1 mm de diamètre	14
Tôle d'acier 15 x 15 x 1,5	74
Tôle d'acier 20 x 20 x 2	175
Tôle d'acier 30 x 30 x 3	590

Aciers inoxydables structuraux britanniques

Type d'acier	Nuance	Limite apparente d'élasticité N/mm ²	Résistance à la traction N/mm ²	Allongement %
Acier austénitique	304S11	180	480	40%
Acier inoxydable	304S15	195	500	40%
	304S16	195	500	40%
	316S11	190	490	40%
	316S13	190	490	40%
	316S31	210	510	40%
	316S33	210	510	40%

Les aciers conformes aux normes DIN comportent les nuances suivantes:

Type d'acier	Nuance	Limite apparente d'élasticité N/mm ²	Résistance à la traction N/mm ²	Allongement %	Dimensions Standard	BS
Acier inox standard		210	500	40%	Acier de cémentation: 8 x 1 dia. 10 x 1 dia. Tôle d'acier: 15 x 15 x 1,5 20 x 20 x 2 30 x 30 x 3	
Barres d'acier massif haute élasticité – soudable	BE40	400	500	14%	14, 16, 28, 20, 22 dia. 25, 28, 32, 36-40 dia.	
Barres d'acier massif doux	ST32-2 ST52-3	235 353	363-441 510-600	25% 22%	Idem Idem	3601 ERW 36 1775 ERW 23
Acier de cémentation doux – profilé creux Déformé en RAC??	ST37-2 ST52-3	235 353	363-441 510-600	25% 22%	Acier de cémentation: 18 x 2 dia. 20 x 2,5 dia. 25 x 4 dia.	3601 ERW 36 1775 ERW 23

LA MANCHE

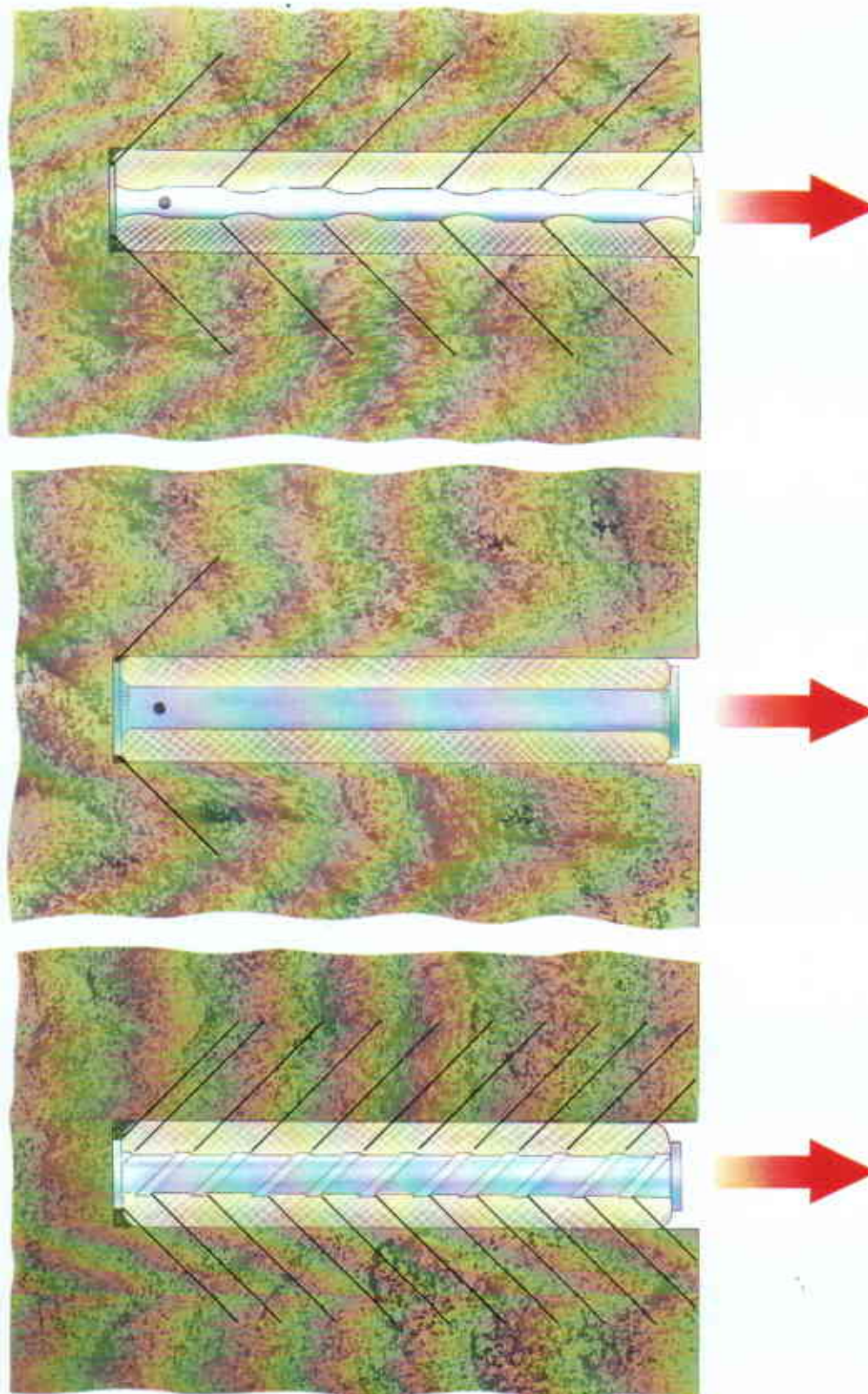
La manche s'utilise pour conformer le coulis jusqu'à sa position finale. Elle agit à la fois comme un coffrage temporaire et comme un tamis qui laisse le coulis lactescent s'écouler jusqu'au matériau de base. (Voir "Systèmes de contrôle"). La manche est à base de polyester et peut être fabriquée dans des dimensions standard de 20 à 300 mm de diamètre. Le maillage de chaque manche, ainsi que son potentiel d'expansion, peuvent également varier en fonction des applications.

LE MATERIAU DE BASE

La résistance du matériau de base ou du mortier peut déterminer la capacité d'ancrage. On peut baser les contrôles de calcul portant sur la capacité du matériau de base sur la résistance de la construction in situ aux sollicitations des ancrs, conformément aux normes nationales. Lorsque l'on ne connaît ni la résistance du matériau de base, ni celle du mortier, il faudra déterminer la capacité du matériau/mortier à partir d'essais d'ancrage réalisés in situ.

PARAMETRES DE CALCUL

A. Cône de résistance - illustré



INSTALLATION DES ANCRES STANDARD

SECURITE

L'attention du lecteur est particulièrement attirée sur les impératifs de la législation sur la santé et la sécurité au travail en ce qui concerne l'installation des ancrs et, plus spécifiquement:

1. Port de lunettes et de gants pendant le malaxage du coulis et l'installation des ancrs.
2. Utilisation d'une alimentation électrique à 220V uniquement.
3. Port du casque.
4. Emploi d'échafaudages le cas échéant.
5. Fixation appropriée des échelles utilisées.

PERÇAGE

1. Les détails spécifiques associés à un travail quelconque doivent être vérifiés en fonction des plans, schémas et spécifications appropriés. Tout écart doit immédiatement être signalé à Cavity Lock Systems Limited (CLS) – (+44 633 - 246614).
2. Marquer soigneusement les positions des ancrs avec un marqueur à cire ou à la craie selon les positions figurant sur le (ou les) plan(s).
3. Sélectionner une méthode de perçage:
(a) Diamant (b) Perceuse rotative (c) Marteau perforateur
On utilisera un gabarit pour toutes les opérations de perçage oblique.
4. Il faut utiliser un calibre tampon lorsque l'on perce une grande quantité de trous, ou vérifier les diamètres de ces trous au mètre-ruban. Ces diamètres doivent être percés dans les tolérances de 0 à 5%.
5. Il faut prendre des précautions spéciales lorsque l'on perce à l'aveugle dans les matériaux. Les matériaux doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont conformes aux indications données. Dans le cas contraire, il faut en avertir CLS. L'une des difficultés particulières est que l'on risque de terminer le perçage dans un vide qui excède le degré d'expansion de l'ancre. Si l'on soupçonne que ceci est survenu, il faut effectuer des vérifications approfondies.
6. Pour les petits trous d'ancrage de 20mm de diamètre, il faut chasser les trous à l'air comprimé après le perçage.
7. S'assurer que le trou ne présente aucune arête aiguë risquant d'endommager la manche de l'ancre. S'il en existe, demander conseil à CLS.

INSERTION DES ANCRES

1. Déballer avec soin l'ancre en s'assurant que la manche n'a pas été endommagée. Cette dernière devrait être étirée avec précaution par petites sections, ce que permettra de vérifier qu'elle n'a été ni endommagée, ni déchirée pendant le transport. Signaler immédiatement à CLS toute manche et/ou toute ancre éventuellement endommagées.
A ce stade, il faut manipuler avec grande précaution l'ancre et sa manche. L'union entre l'ancre d'acier et la manche textile est très délicate et doit être traitée en conséquence.
2. Bien vérifier l'orifice d'injection pour s'assurer qu'il est dégagé et que la manche ne le recouvre pas.
3. Placer avec soin l'ancre dans le trou percé. Pour cette opération, on peut utiliser avantageusement le poinçon ou grain à lame fine.

INJECTION DU COULIS

Matériel – le matériel suivant est obligatoire:

- | | | | |
|--|----------------------|--|-----------|
| (a) Bac de dosage ou balance | (b) Seaux propres | (c) Foreuse pour mélanger, vitesse minimum 540 tr/mn | |
| (d) Moulinet | (e) Eau propre | (f) Mortier Presstec ou analogue (approuvé) | (g) Tamis |
| (h) Obturateurs appropriés si les ancrs ne sont pas dotées de dispositif anti-retour | (i) Pot à pression?? | | |

Avant le début de l'injection, tout le matériel doit être nettoyé à fond.

1. Le mortier est généralement emballé sous sacs de 25kg.
Il faut mélanger trois (3) litres d'eau à un demi sac (12,5kg) en deux parties ou selon les instructions du fabricant.
 - (a) Ajouter lentement 12,5kg de mortier à 2 litres d'eau en malaxant continuellement pendant 4 minutes.
 - (b) Placer le dernier litre d'eau dans le mélange et continuer à malaxer pendant 2 minutes de plus.
 - (c) Le mélange devrait alors présenter une texture crémeuse et lisse. Le coulis s'écoule facilement mais colle à une tige de jauge.

En été, si la température excède 20°C, on peut augmenter de 10% la teneur en eau.
2. Placer le coulis dans le pot à pression (conformément aux instructions du fabricant du pot à pression).
3. Pressuriser le pot de 2 à 5 bars en fonction du type. La pression réelle dépendra de l'application, de la longueur des ancrs, du temps, etc. et l'on trouvera des conseils dans le manuel d'installation.
4. Découper l'ajutage d'injection pour qu'il s'adapte dans l'orifice de l'ancre.
5. Eprouver l'écoulement du coulis dans un seau approprié. Si l'écoulement est constant et si la pression est suffisante, on peut injecter le coulis dans l'ancre.
6. Adapter avec soin l'ajutage d'injection dans l'orifice de l'ancre, tout en maintenant celle-ci dans la position souhaitée.
7. Actionner le robinet de commande: le coulis va s'écouler à travers le corps de l'ancre, jusqu'à l'arrière de celle-ci, puis reviendra le long de la manche.
8. A ce stade, on peut sentir que l'ancre se cale dans le trou percé. Poursuivre l'injection tout en faisant lentement tourner l'ajutage et l'ancre pour que le coulis se répartisse uniformément autour de l'ancre d'acier.
9. La manche va ensuite se gonfler jusqu'à concurrence du diamètre du trou percé (à partir de l'arrière) et se calera en position.
10. L'ancre n'est gonflée au maximum que lorsque le coulis lactescent apparaît à travers l'avant de la manche (on notera le changement de couleur) et qu'il devient impossible de comprimer davantage la manche.
N.B. Certaines ancrs ne sont pas dotées de dispositif anti-retour, auquel cas il faut installer un obturateur approprié **immédiatement** après l'extraction de l'ajutage. La présence ou l'absence de clapet anti-retour est signalée dans le manuel d'installation.
11. Le coulis en excédent doit être éliminé par lavage. Ceci n'aura aucune répercussion sur l'ancre.

INJECTION DE COULIS PAR TEMPS FROID

1. Le responsable de l'installation doit s'assurer que la température minimum du coulis au moment de l'injection est 7°C. La température du coulis injecté ne doit jamais chuter en-deça de 5°C pendant vingt-quatre heures à partir du début de l'injection.

PROBLEMES EVENTUELS PENDANT L'INJECTION

1. Blocage du coulis – ceci survient de temps à autre et il faut en ce cas procéder comme suit:
 - (a) Nettoyer l'ajutage d'injection avec une petit vis ou un fil métallique.
 - (b) Si le blocage est au niveau du pot consulter les instructions du fabricant, puis démonter et nettoyer avant de recommencer.
2. Manche endommagée – si la manche a été endommagée, elle ne pourra pas se gonfler. L'extraire avec précaution hors du trou, laver immédiatement et complètement l'ancre, puis revérifier le trou. Il est possible d'effectuer de petites réparations au niveau de la manche en utilisant un bâton de cire chaude fondue ou en recousant au fil et à l'aiguille.

MATERIEL / MANUTENTION

MATERIEL

Le matériel suivant est obligatoire:

- (a) Bac de dosage
- (b) Seaux très propres
- (c) Foreuse pour mélanger – 12mm
- (d) Moulinet
- (e) Eau propre
- (f) Mortier Presstec
- (g) Tamis
- (h) Pot à pression

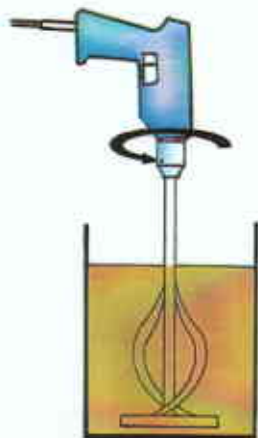
Avant le début de l'injection, tout le matériel doit être nettoyé à fond.

INJECTION DU COULIS

Conserver les ancres à pied d'oeuvre, soit dans une caisse vide, soit dans une poubelle propre. Ne pas oublier que l'union de l'acier et du textile est très délicate et doit être traitée en conséquence. Ne jamais laisser les ancres traîner sur le sol ou sur l'échafaudage, et ne jamais s'en servir pour éprouver la profondeur du trou. Placer avec précaution les ancres dans la position appropriée.

1. Le mortier est généralement emballé sous sacs de 25kg. Il faut mélanger trois (3) litres d'eau à un demi sac (12,5kg) ou 6 litres d'eau à un sac en deux parties ou selon les instructions du fabricant.
 - (a) Ajouter lentement 12,5kg, de mortier à 2 litres d'eau en malaxant continuellement pendant 4 minutes.
 - (b) Placer le dernier litre d'eau dans le mélange et continuer à malaxer pendant 2 minutes de plus.
 - (c) Le mélange devrait alors présenter une texture crémeuse et lisse. Le coulis s'écoule facilement mais colle à une tige de jauge. En été, si la température excède 20°C, on peut augmenter de 10% la teneur en eau.
2. Placer le coulis dans le pot à pression (conformément aux instructions du fabricant du pot à pression).

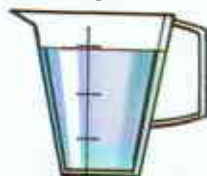
Foreuse à mélanger (540 tr/mn)



Seau propre

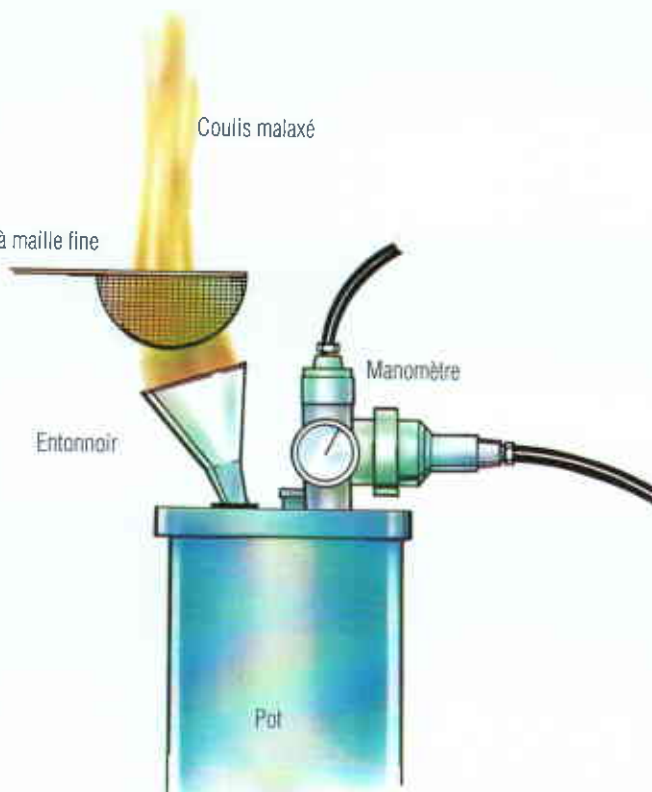


Récipient gradué

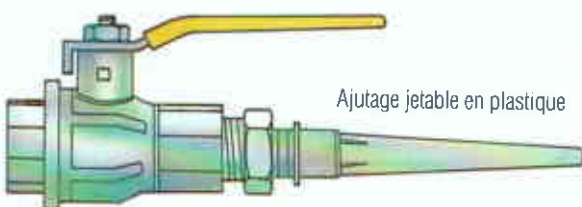


Coulis malaxé

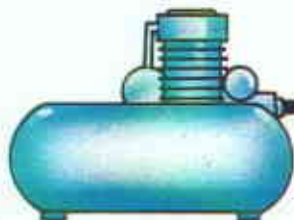
Tamis à maille fine



Soupape d'injection

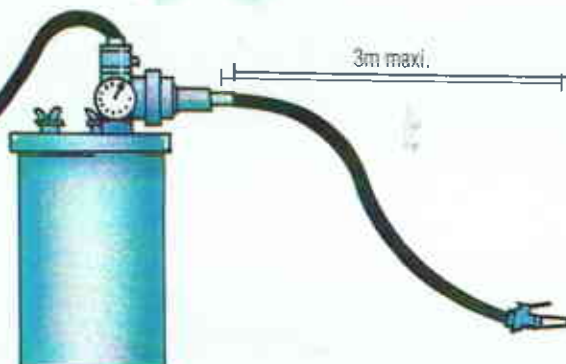


Ajutage jetable en plastique



Compresseur 0,196 m³/mn

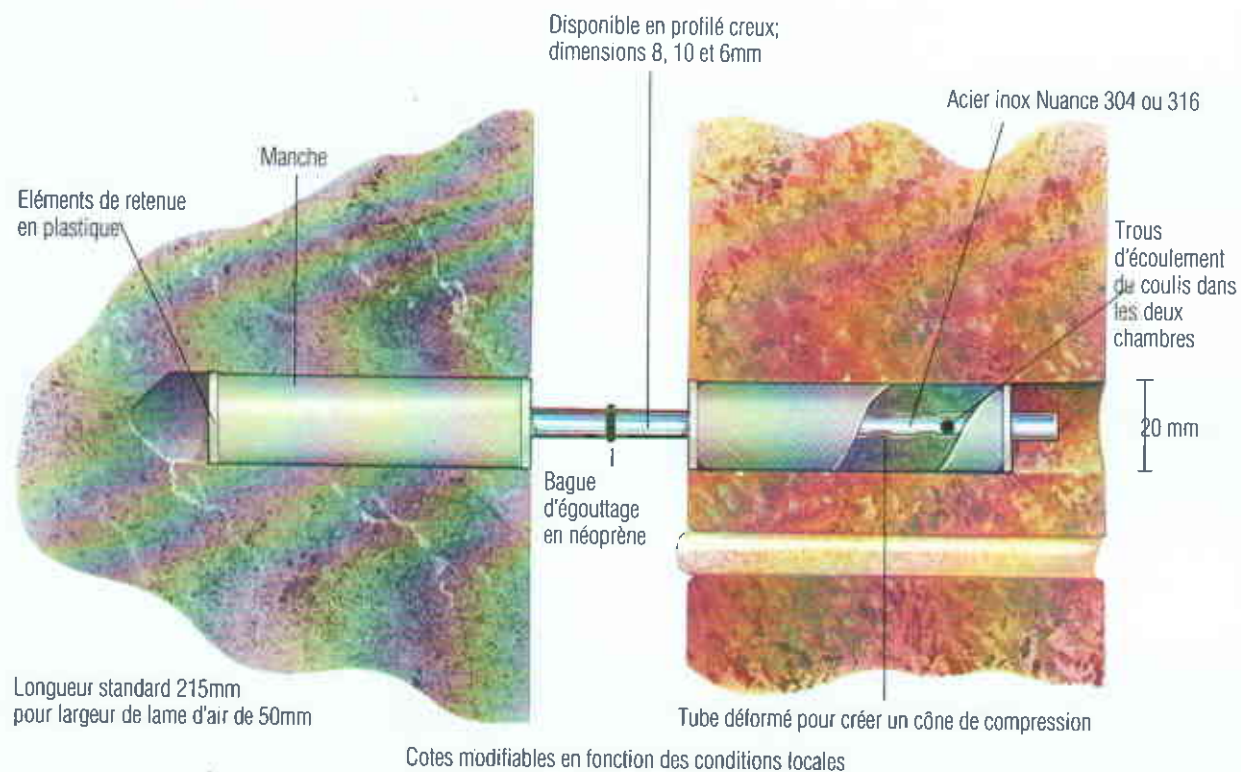
3m maxi.



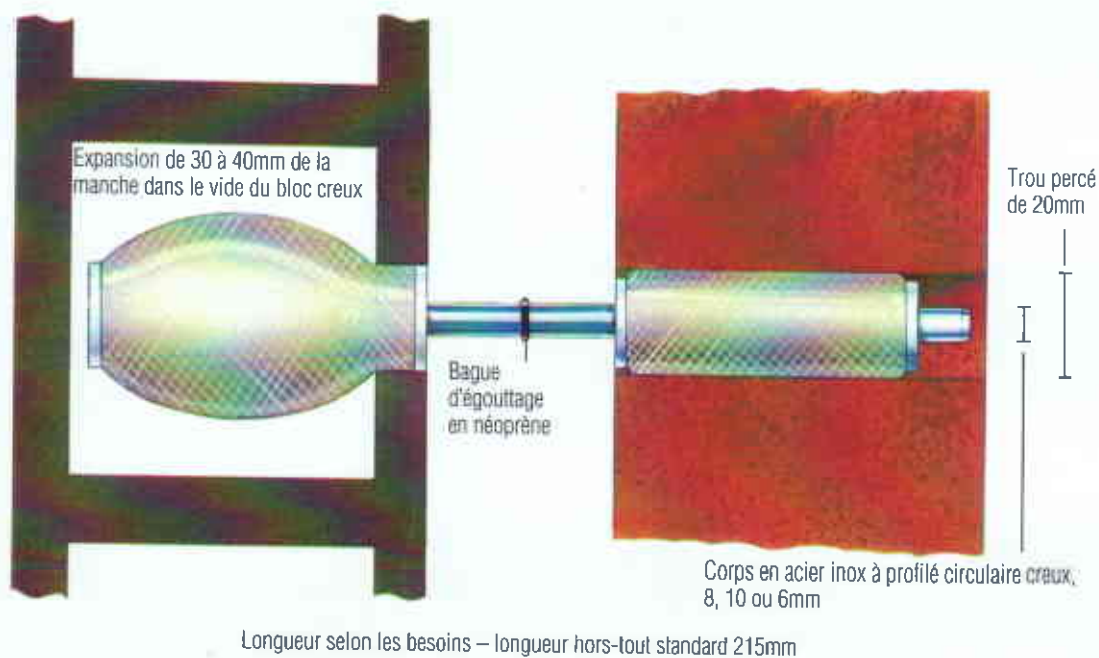
Pot à pression (dimensions selon les besoins)

ANCRES DE MUR/DE PAREMENT

TYPE RAC

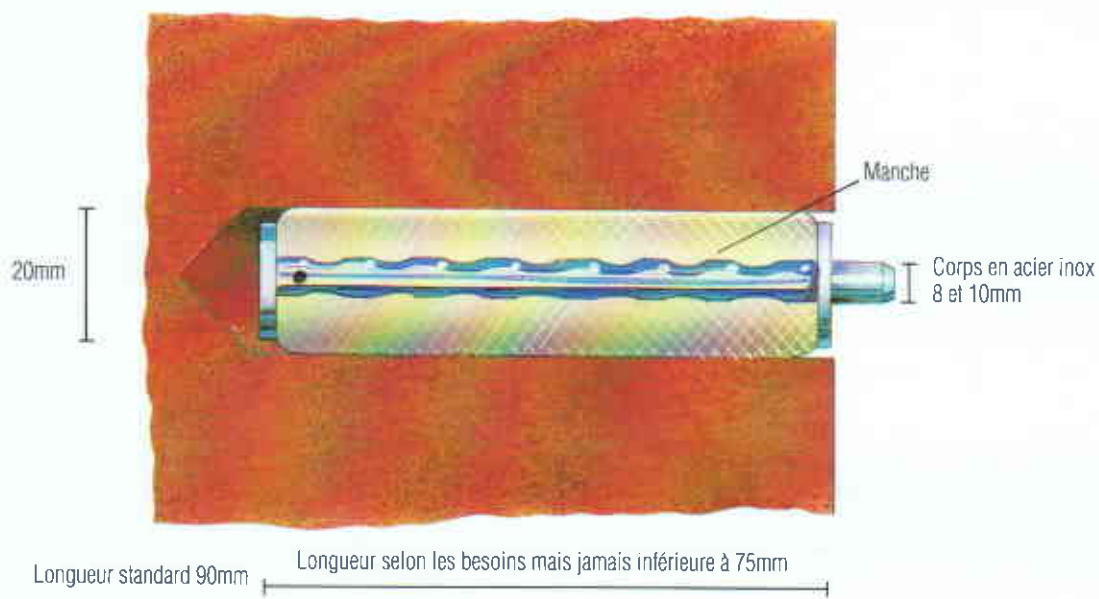


RAC pour mur creux en brique/blocs creux

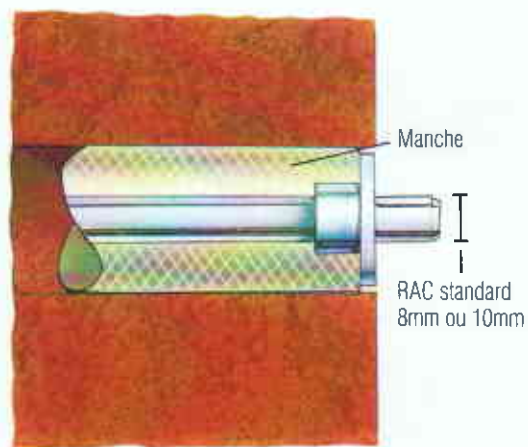


NB: On peut modifier le diamètre des manches selon les applications

Fixation simple RAC pour application sur brique simple



Fixation standard sur feuillet externe pour RAC simple



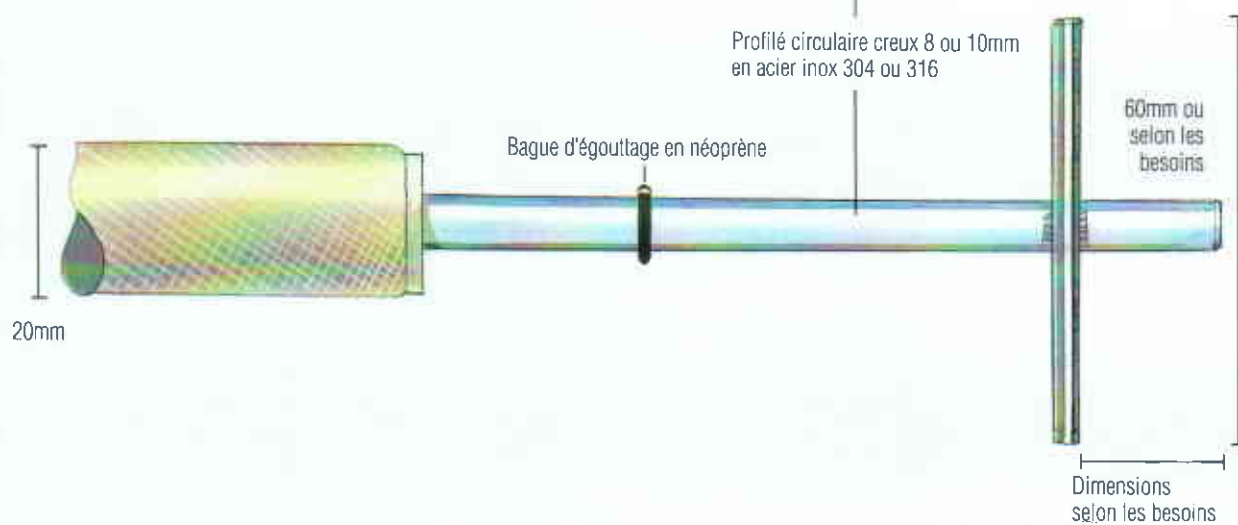
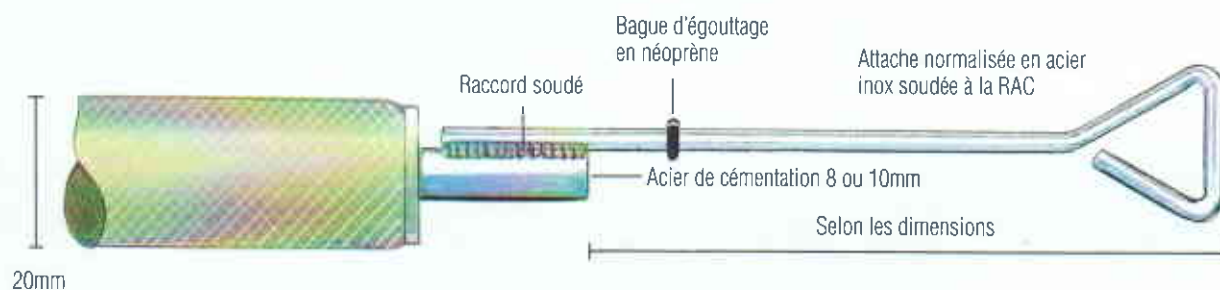
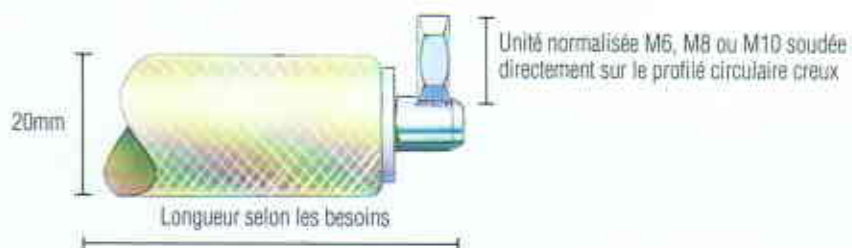
Goupille de test



La goupille de test est introduite après l'injection de l'ancrage

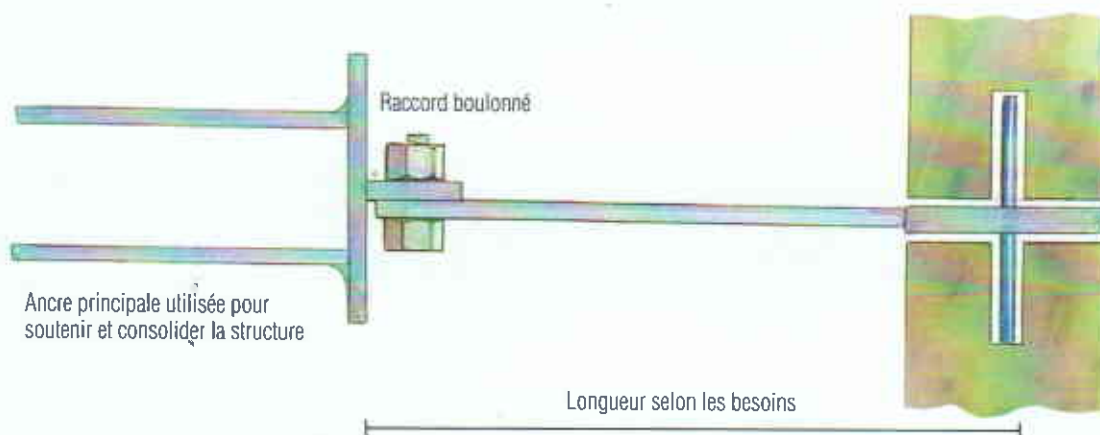
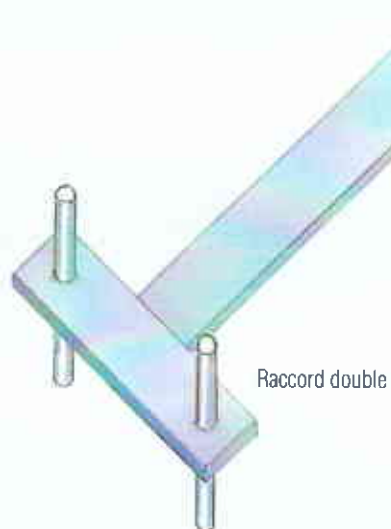
FIXATIONS SOUDEES STANDARD

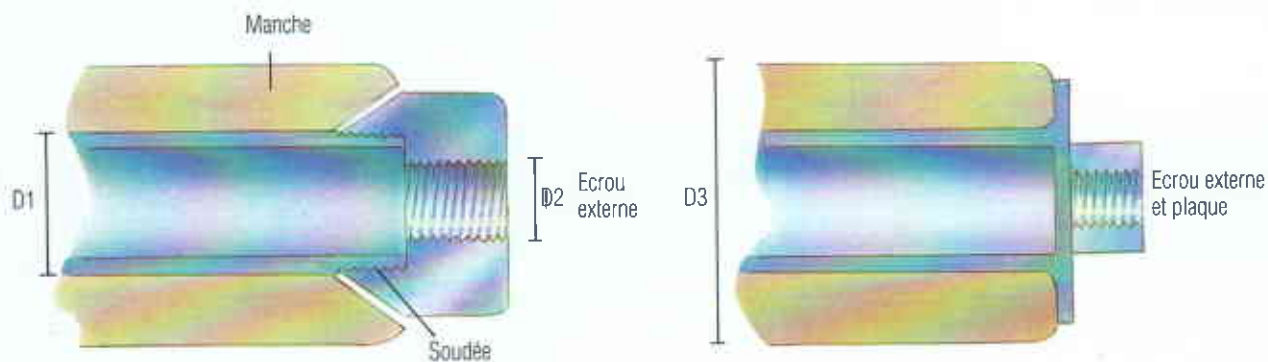
TYPE RAC



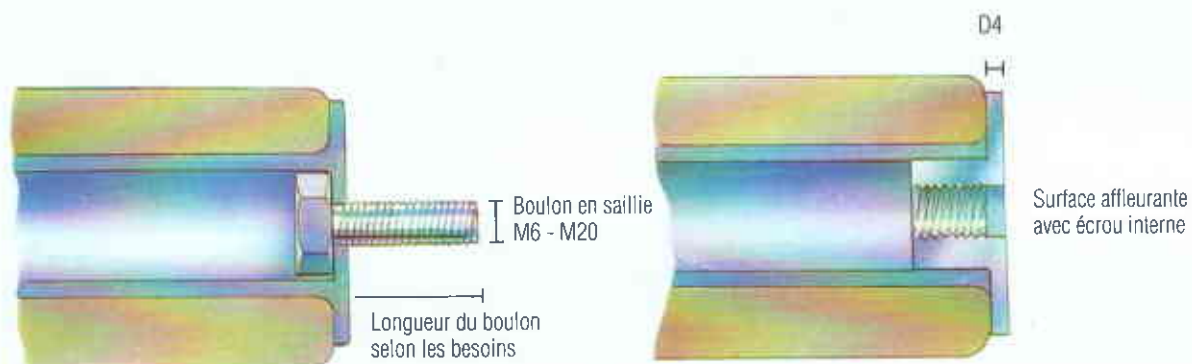
FIXATIONS SPECIALES

Rallonge d'ancre de mur pour le soutien d'un nouvel ouvrage



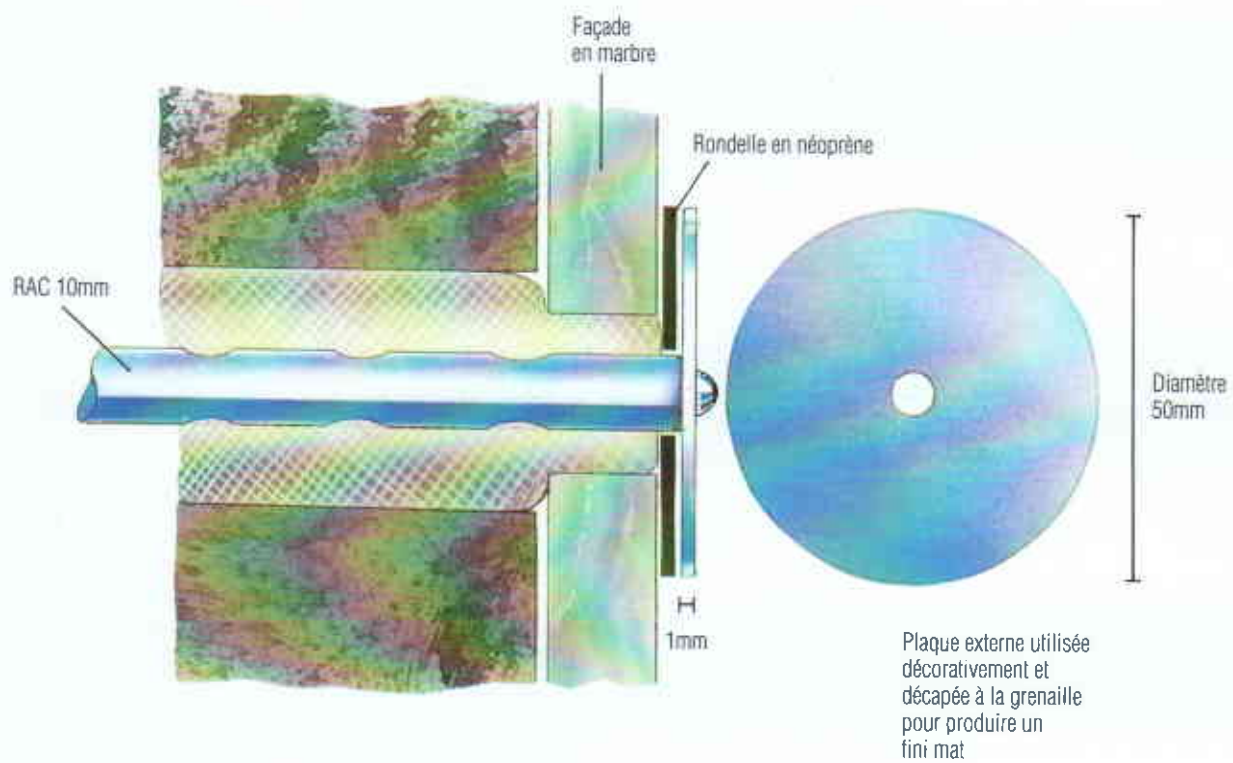


Coupe transversale



**Fixations soudées standard
RWT et WSA**

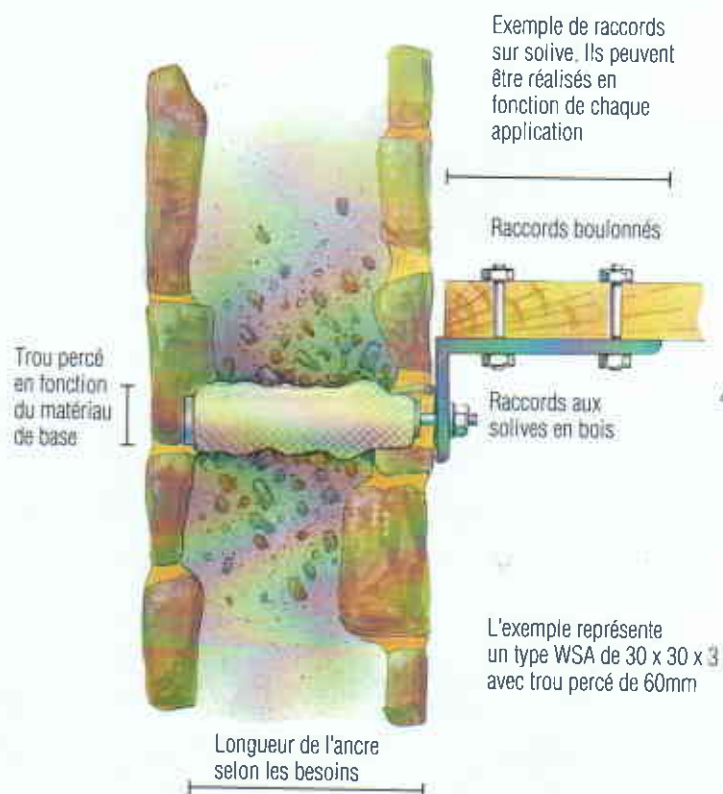
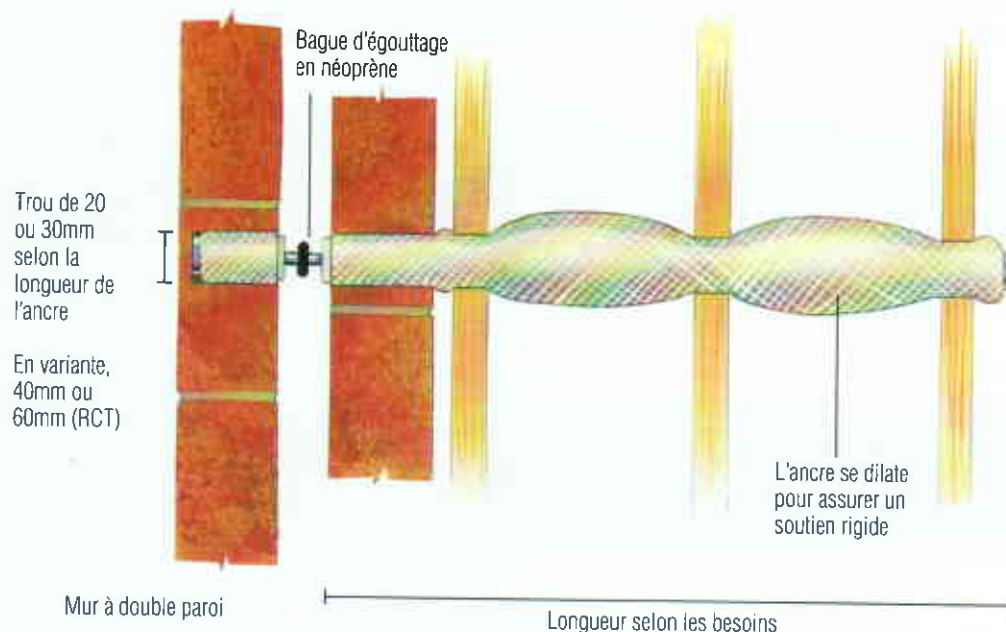
DIMENSION (COUPE)			
D1	D2	D3	D4
15 x 15	M6 à M16	30mm à 80mm	1,5mm à 4mm
20 x 20	M6 à M20	40mm à 140mm	1,5mm à 4mm
30 x 30	M6 à M30	60mm à 200mm	2mm à 6mm



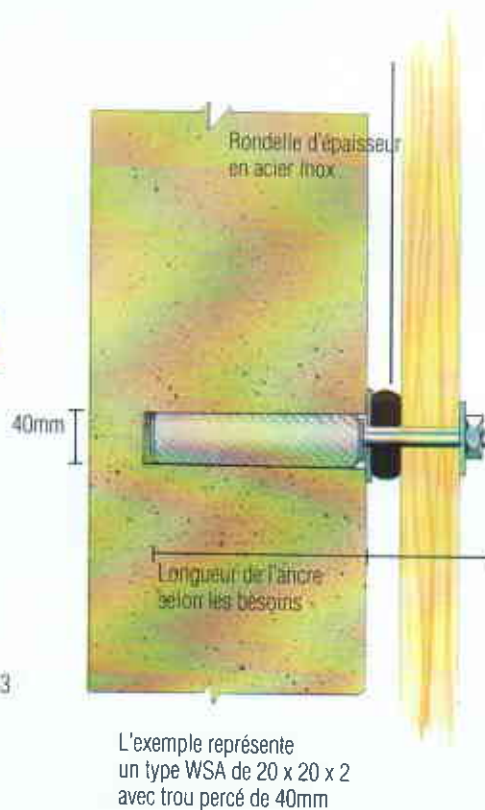
APPLICATION D'ANCRES DE MUR

TYPES RWT, WSA, RAC ET RCT

Consolidation caractéristique d'un mur à double paroi, encastrée dans les solives de plancher



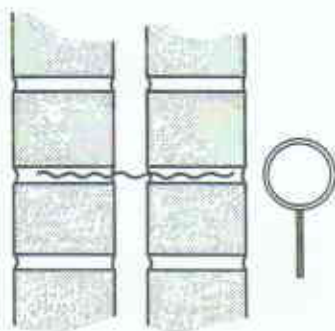
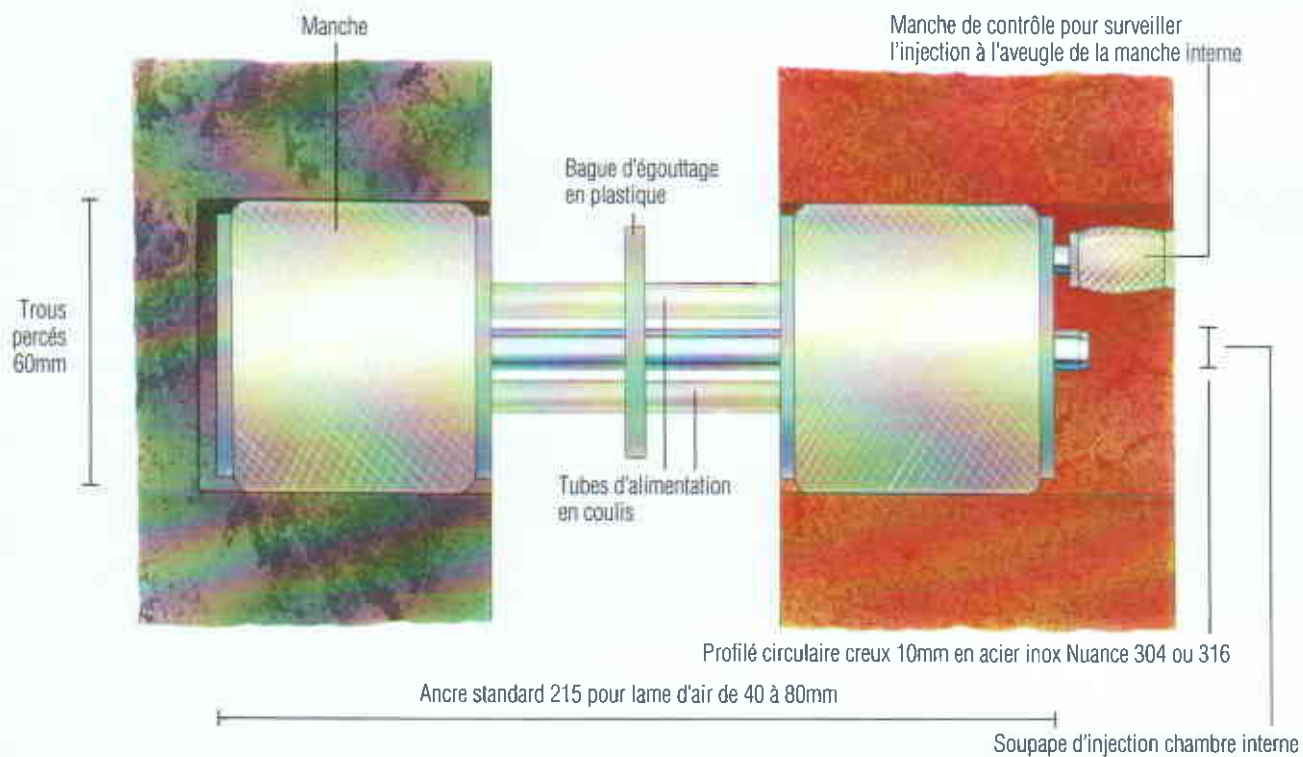
Consolidation caractéristique d'un mur en opus incertum avec encastrement dans une solive de plancher



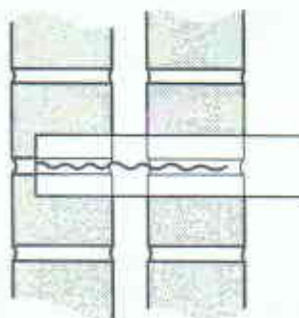
Consolidation caractéristique d'un mur à double paroi solide encastré dans les solives de plancher

ANCRE DE MUR / DE PAREMENT EN REMPLACEMENT

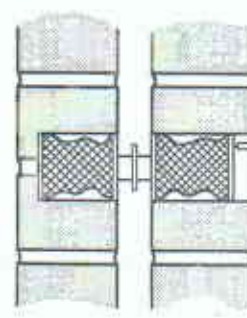
TYPE RAD



Trouver l'attache existante avec un détecteur de métaux



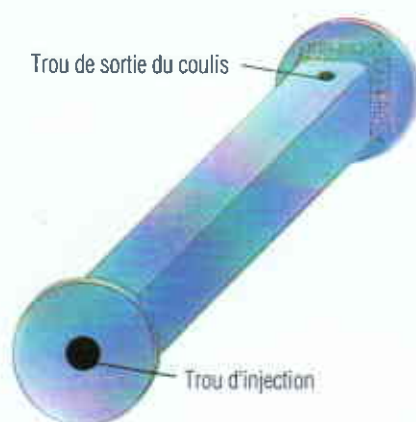
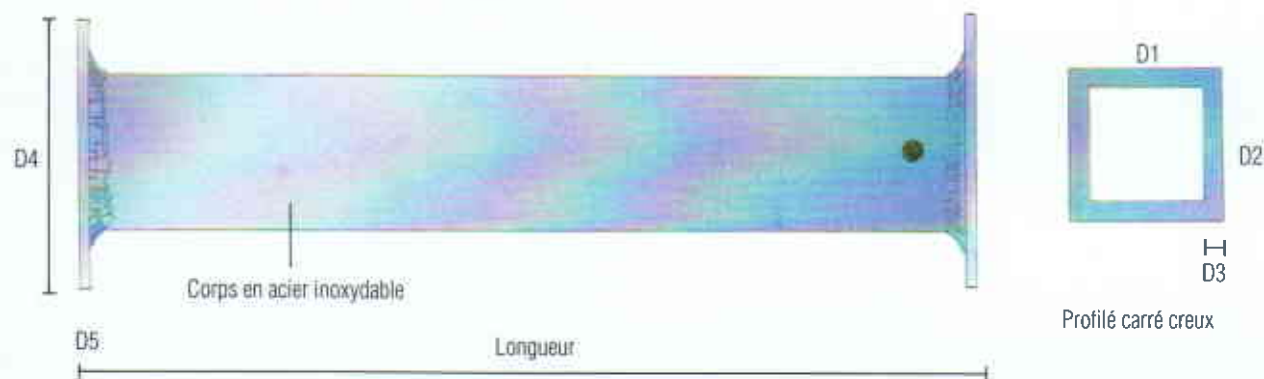
Entailler superficiellement l'attache existante



Ancrer in situ avant l'injection

ANCRE DE REPARATION

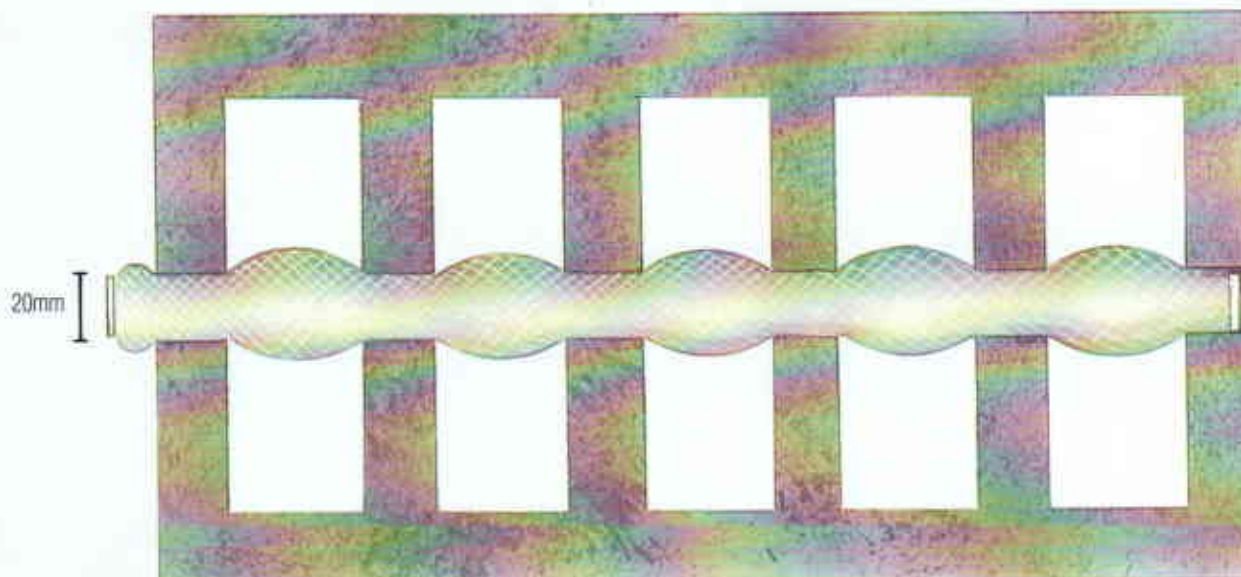
TYPE RWT ET WSA



	D1	D2	D3	D4	D5	LONGUEUR	DIMENSION DES TROUS PERCES STANDARD POUR MATERIAUX DE BONNE QUALITE
RWT 15	15mm	15mm	1.5mm	28mm	3mm	Selon besoins	30mm
RWT 20	20mm	20mm	2.0mm	36mm	3mm	Selon besoins	40mm
WSA 30	30mm	30mm	3.0mm	52mm	3-4mm	Selon besoins	60mm

Application RAC standard dans une construction en blocs creux

Acier inox 6, 8 ou 10mm
Nuance 304 ou 316



MAINTIEN D'UNE FACADE

Ancre WSA installée dans la façade existante. Un ensemble à queue d'aronde, boulonné, est fixé puis coulé dans une dalle ou des colonnes de béton in situ. Ceci autorise les mouvements du béton in situ sans déplacement du raccord d'ancrage.



ANCRES DE REPARATION

TYPE RAC

Peut s'utiliser avec tous les matériaux de construction. L'illustration représente un mur creux, mais cette solution peut également être adaptée aux murs à une seule paroi.

Trou percé de 20mm

Trou percé de 30mm

Profilé circulaire creux de 10mm en acier inox

Trou et manche largement dimensionnés lorsque les matériaux sont de mauvaise qualité ou les ancrs d'une longueur exceptionnelle

Entre 90mm et 500mm

Points de dilatation de la manche dans le blocage friable

La conception du corps de l'ancrage dépend de la charge, mais consiste normalement en un profilé carré creux de:

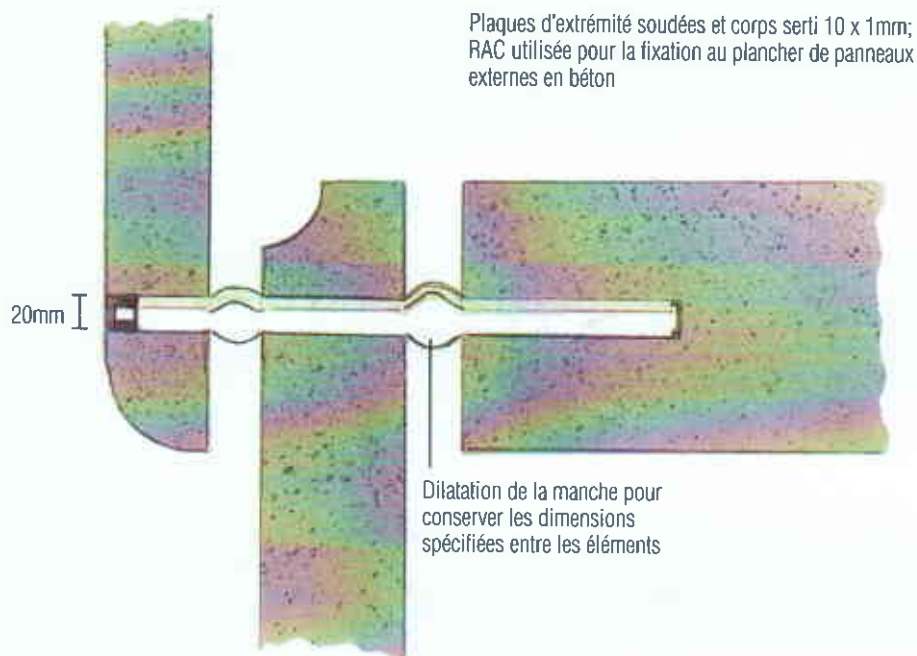
15 x 15
20 x 20 ou
30 x 30

Le nombre et la position dépendent de l'état de la structure

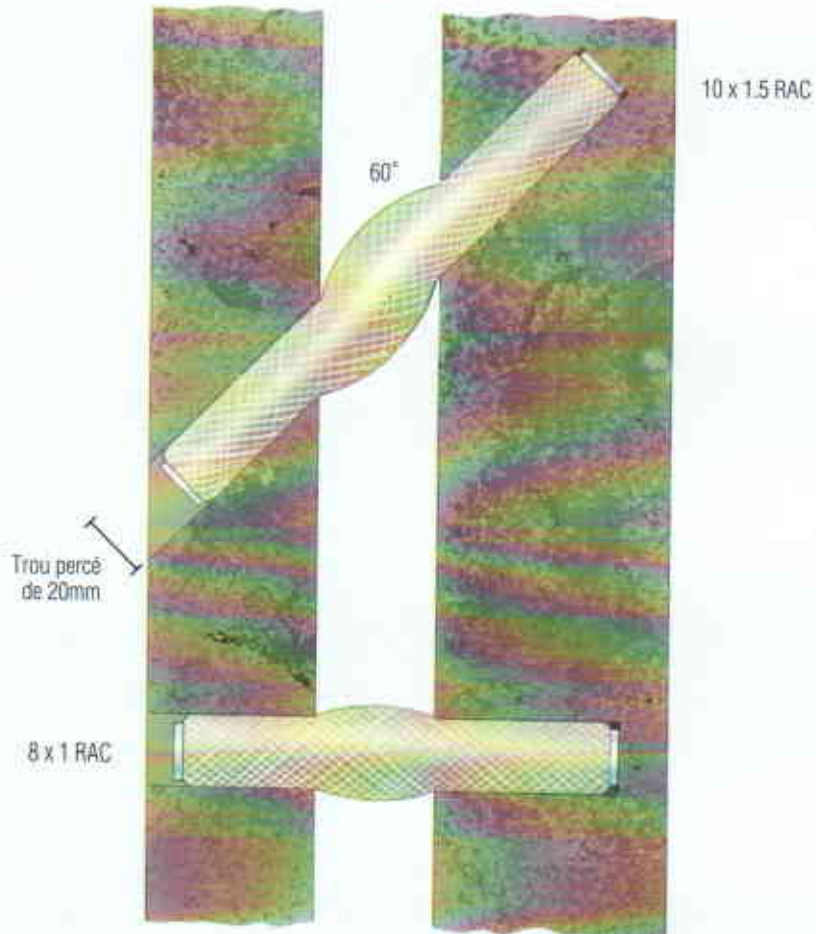
Longueur selon les besoins

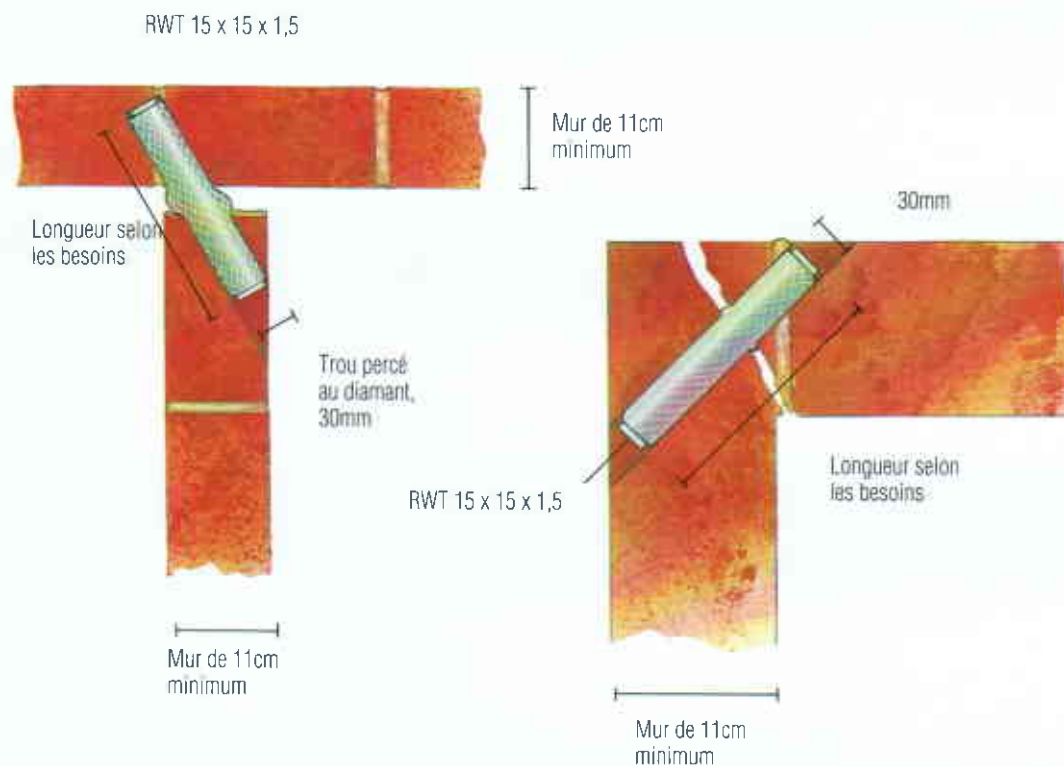
ANCRE DE REPARATION

TYPE RAC



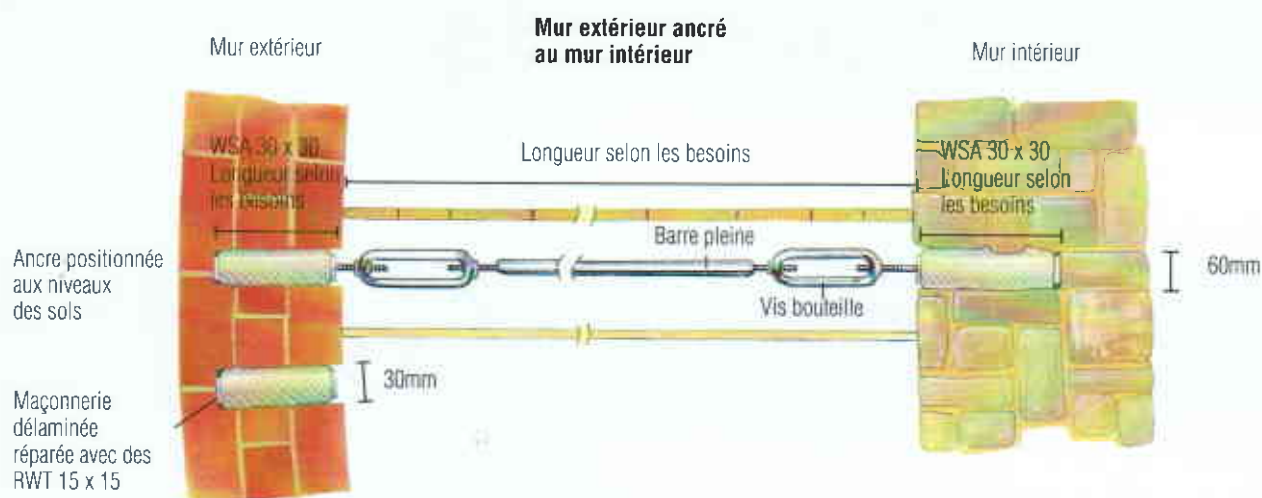
Panneau sandwich en béton





Détail raccord sur mur intérieur

Détail raccord sur mur intérieur

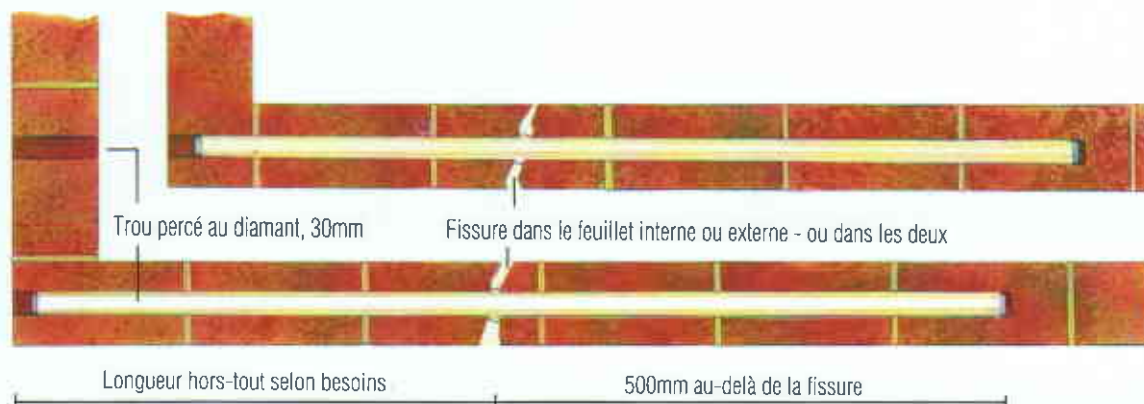
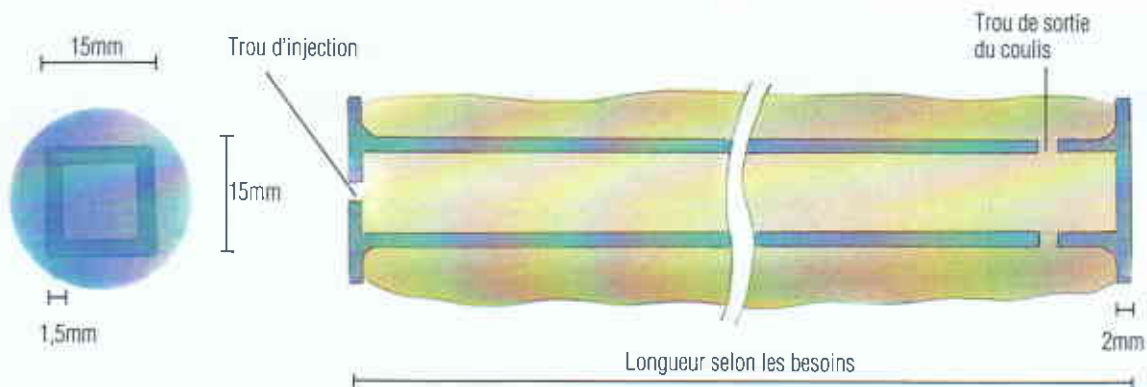


Positionnement à 900 x 450 entre-axes selon l'état du mur

Détail caractéristique de l'ancrage à un mur intérieur solide d'un mur extérieur en maçonnerie présentant un bombage et une délamination

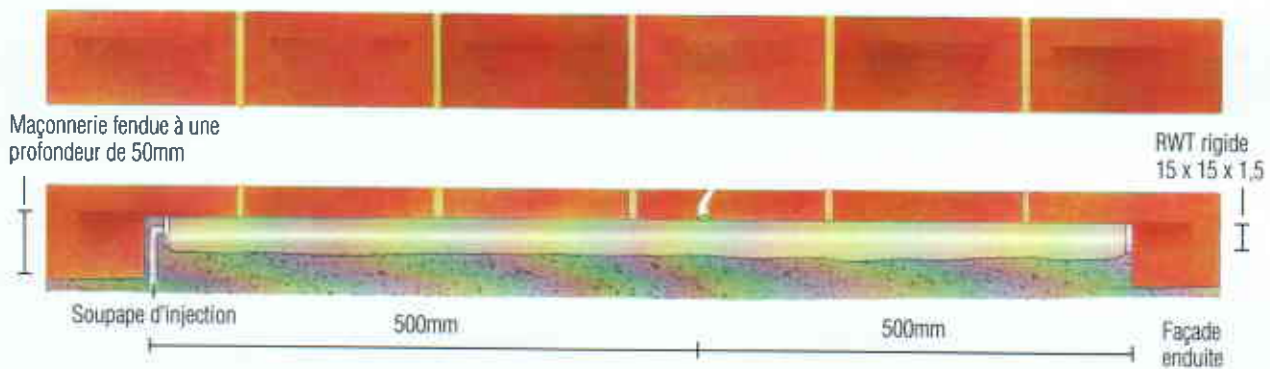
APPLICATION DES ANCRES DE REPARATION

TYPE RWT

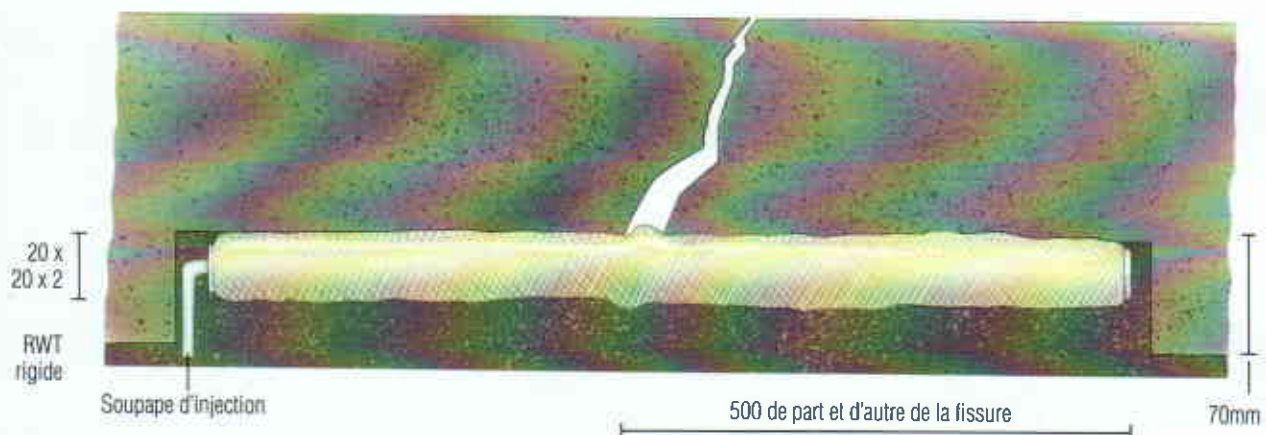




L'ancree est installée latéralement dans le mur, dans une fente découpée avec des disques au diamant ou abrasifs



Conception analogue à ci-dessus, mais en béton sans sable



RENFORCEMENT POUR BRIQUE

TYPE JRA

Ancre de support
de brique
utilisée pour
renforcer des joints
en brique affaiblis
et friables



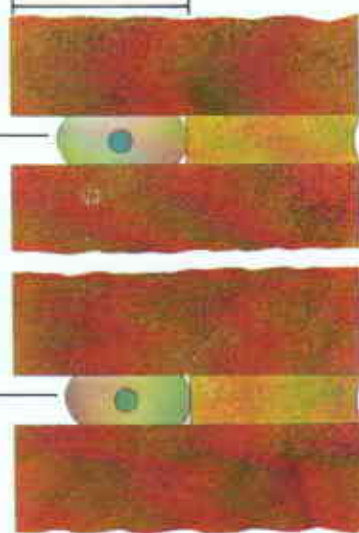
Toutes les 6 assises,
mais selon la qualité
du joint



Joint dégarni
jusqu'à 50mm

Fil d'acier inox
de 3mm
avec indentations
moulurées

Manche dilatée



Ancre de support des joints de maçonnerie en brique

Vue en plan

Barre moulurée acier inox, 3mm

20mm



Tube d'injection extrait
après la prise de l'ancre

Recouvrement 150mm



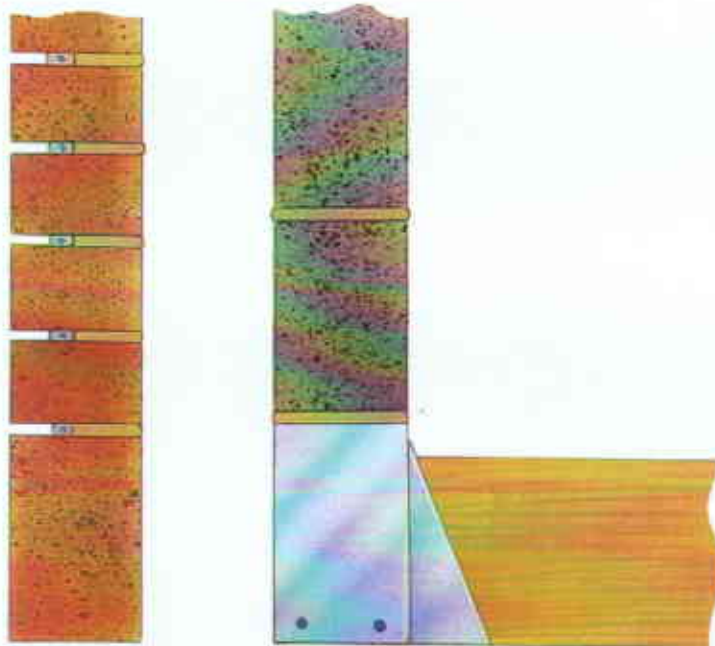
Déflexion d'une plate-bande



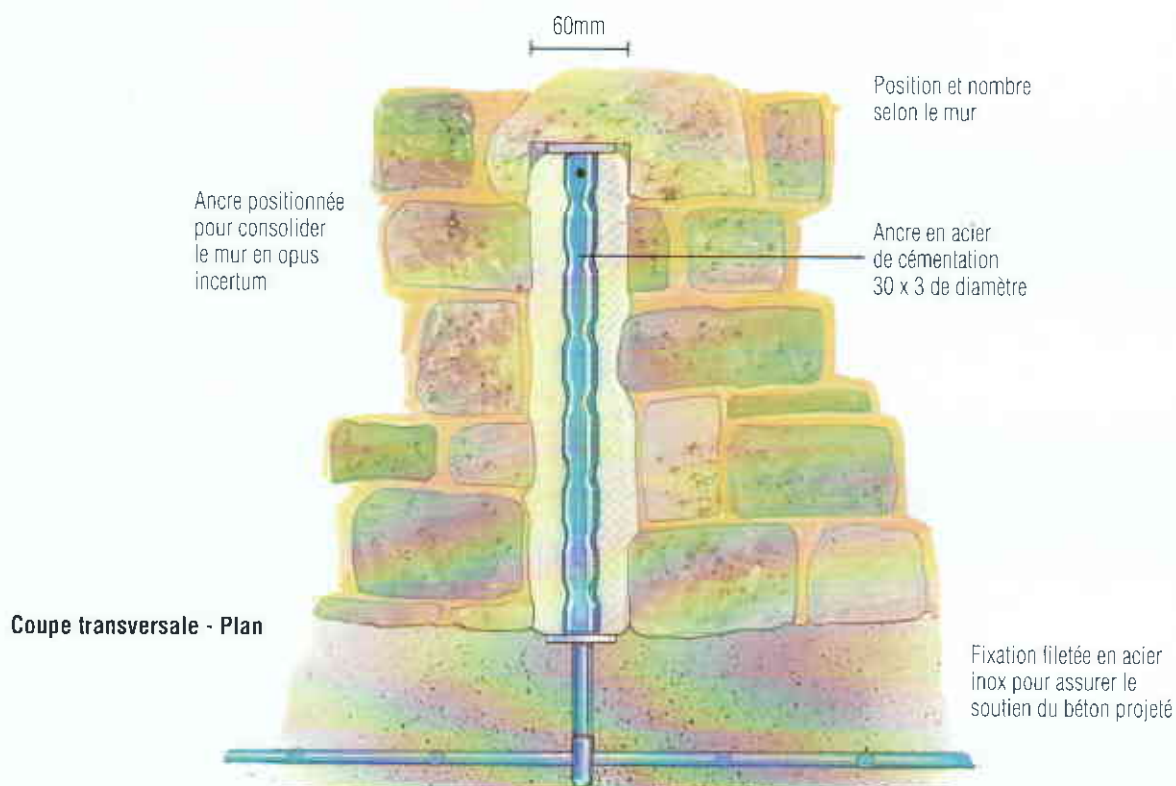
NB.

Ces travaux s'effectuent généralement
en conjonction avec l'emploi d'ancres
ou d'attaches additionnelles

Maçonnerie en brique renforcée
par l'emploi de joints correctifs
associés à des ancres de soutien
pour créer une poutre en brique

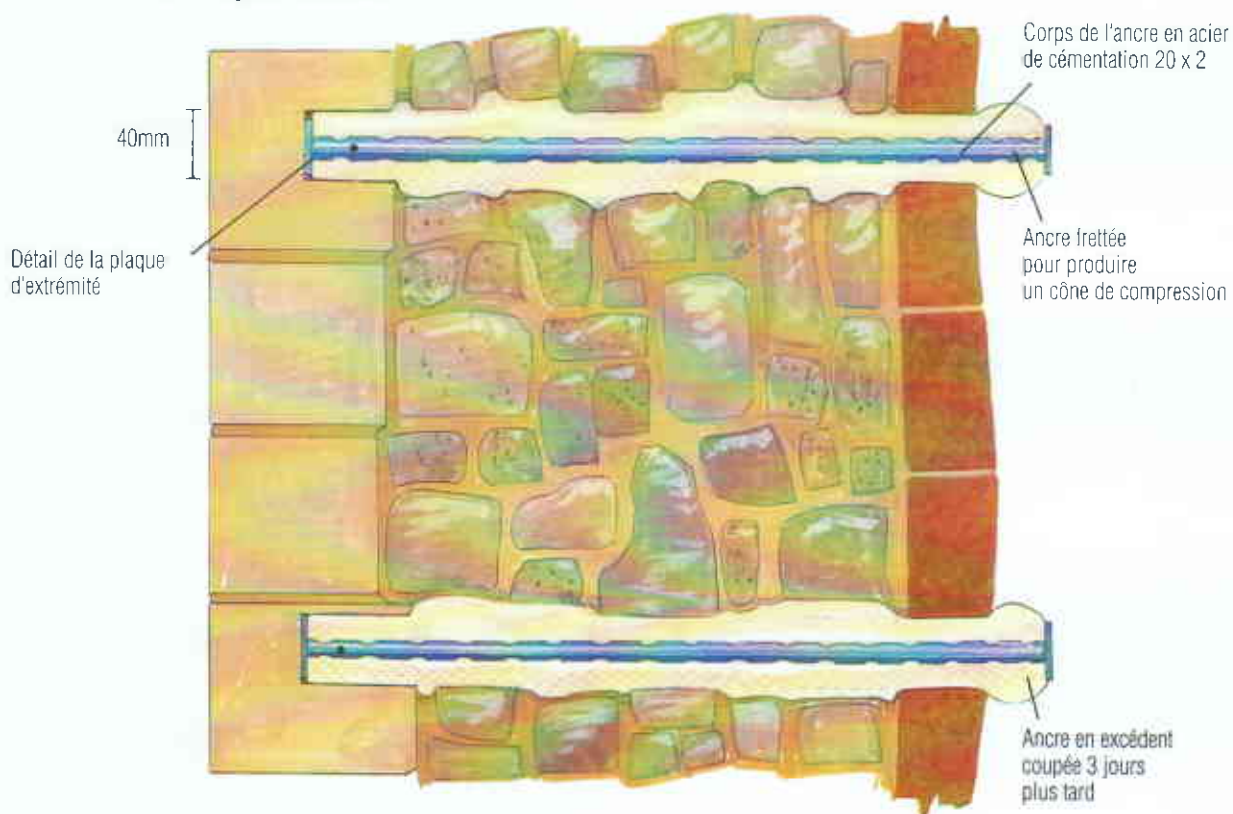


Consolidation caractéristique d'un mur en opus incertum

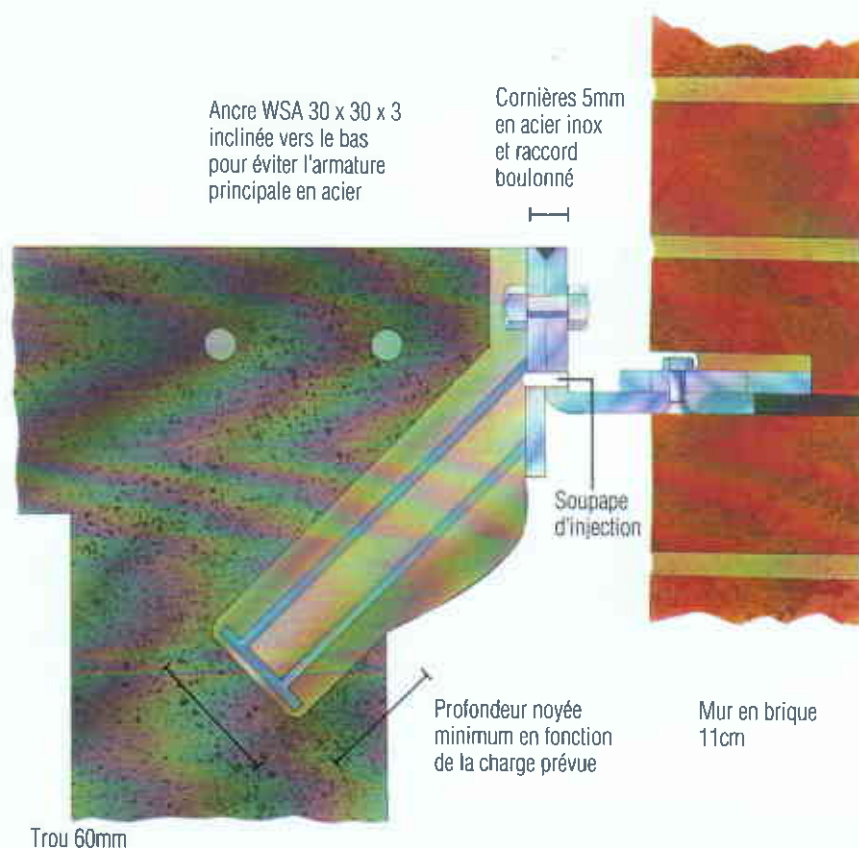
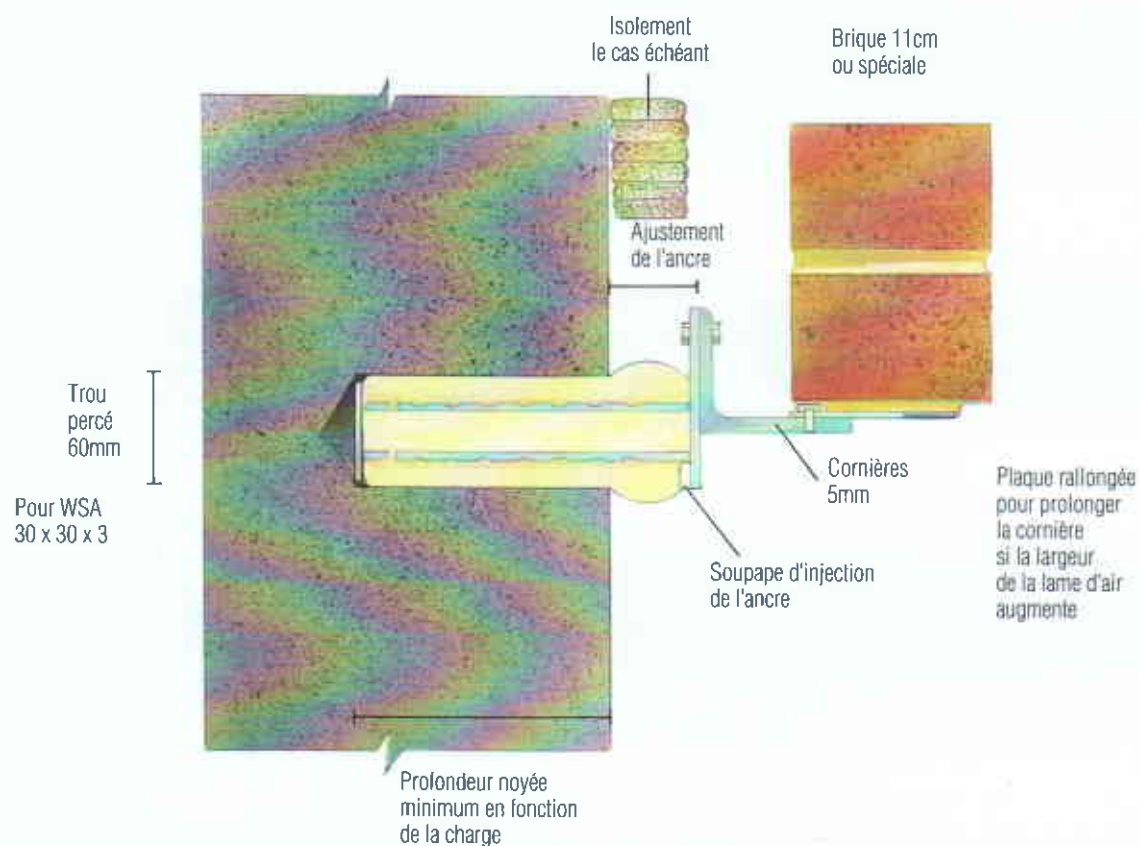


Détail caractéristique de la consolidation d'un mur en opus incertum avec des profils circulaires creux pour surmonter les difficultés qui surviennent si le mur est très déformé et pour éviter d'utiliser des ancrs de longueurs différentes

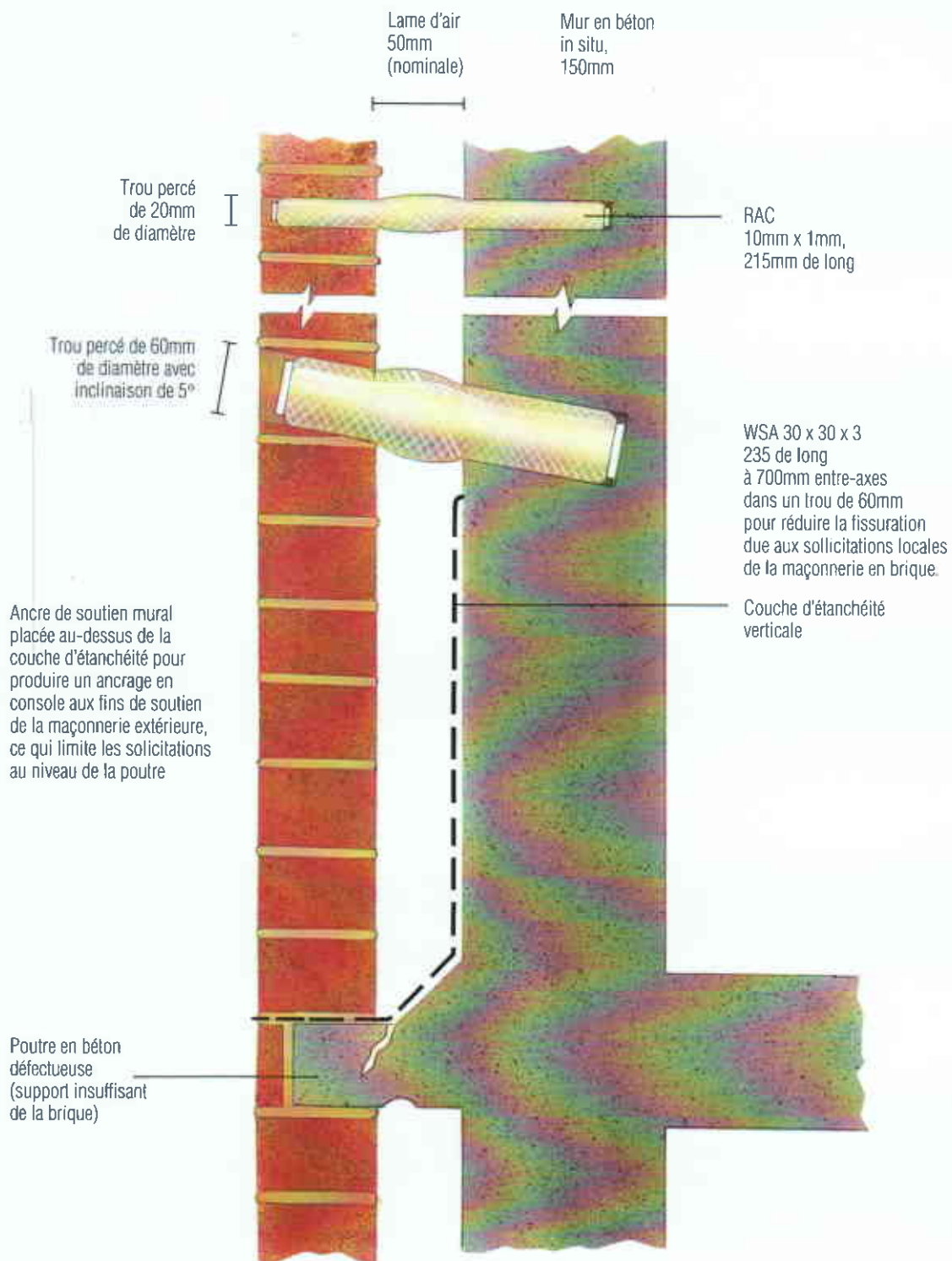
Traitement pour consolider la façade en pierre friable



Ancre de support d'une façade en brique

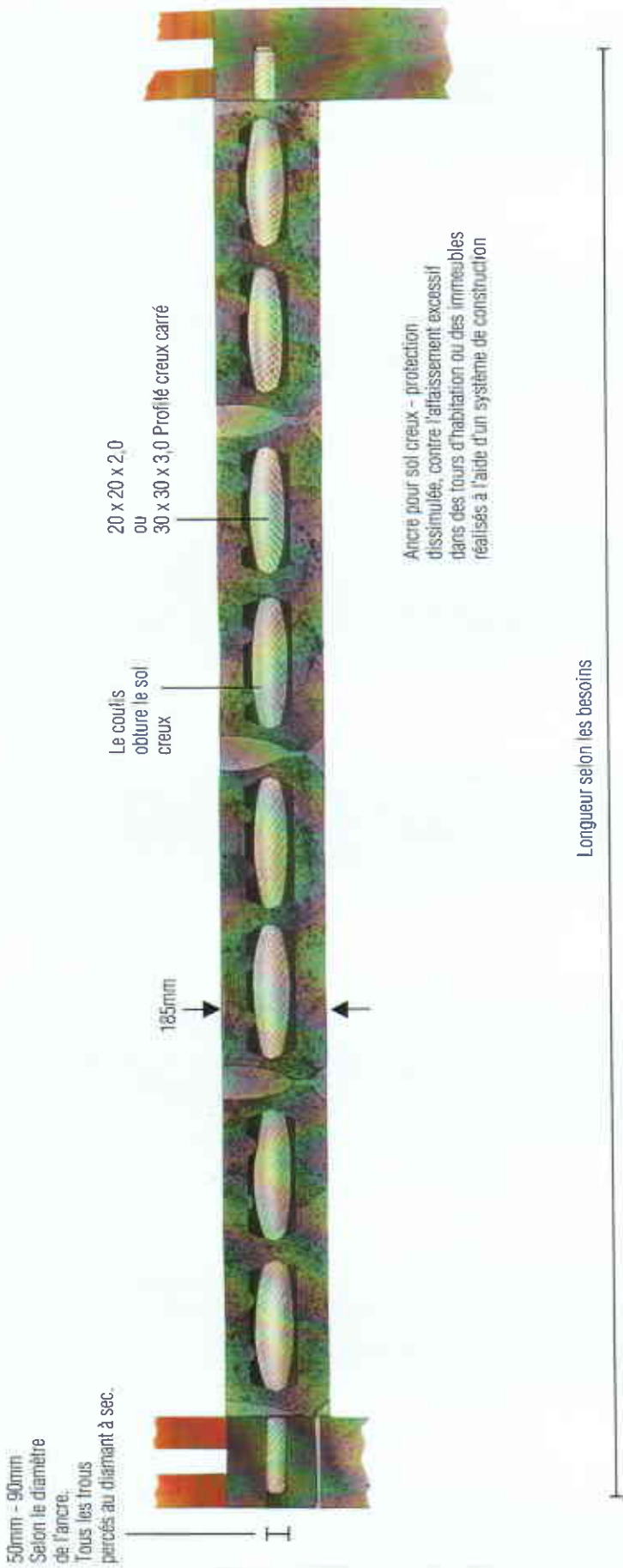


Ancre de support d'une façade en brique



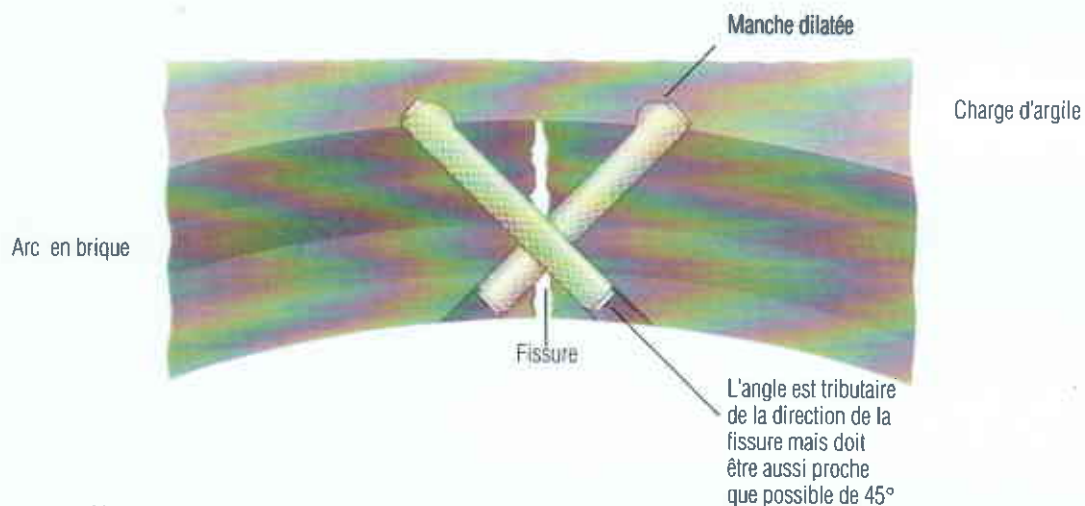
Attachement pour ensemble creux

COUPE TRANSVERSALE



L'illustration représente 8m de profilé creux carré de 20 x 20 x 2 en acier inoxydable 316

Ancrage caractéristique pour réparation de maçonnerie en brique - détail sur arc en brique



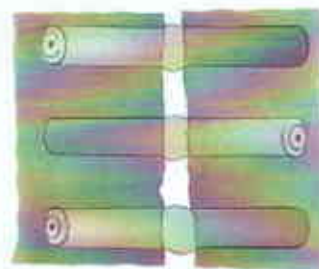
L'ancrage doit être:

Tôle 30 x 30 nuance 304, 316

Tôle 20 x 20

Tôle 15 x 15

selon la charge



Vue en plan



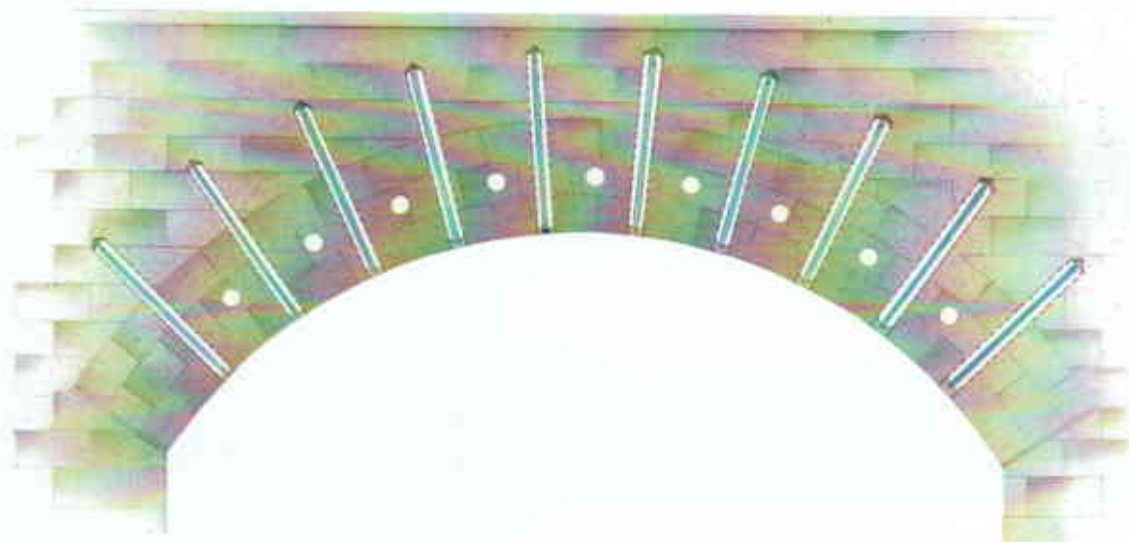
Longueur selon les besoins

Trou percé selon la dimension de l'ancrage

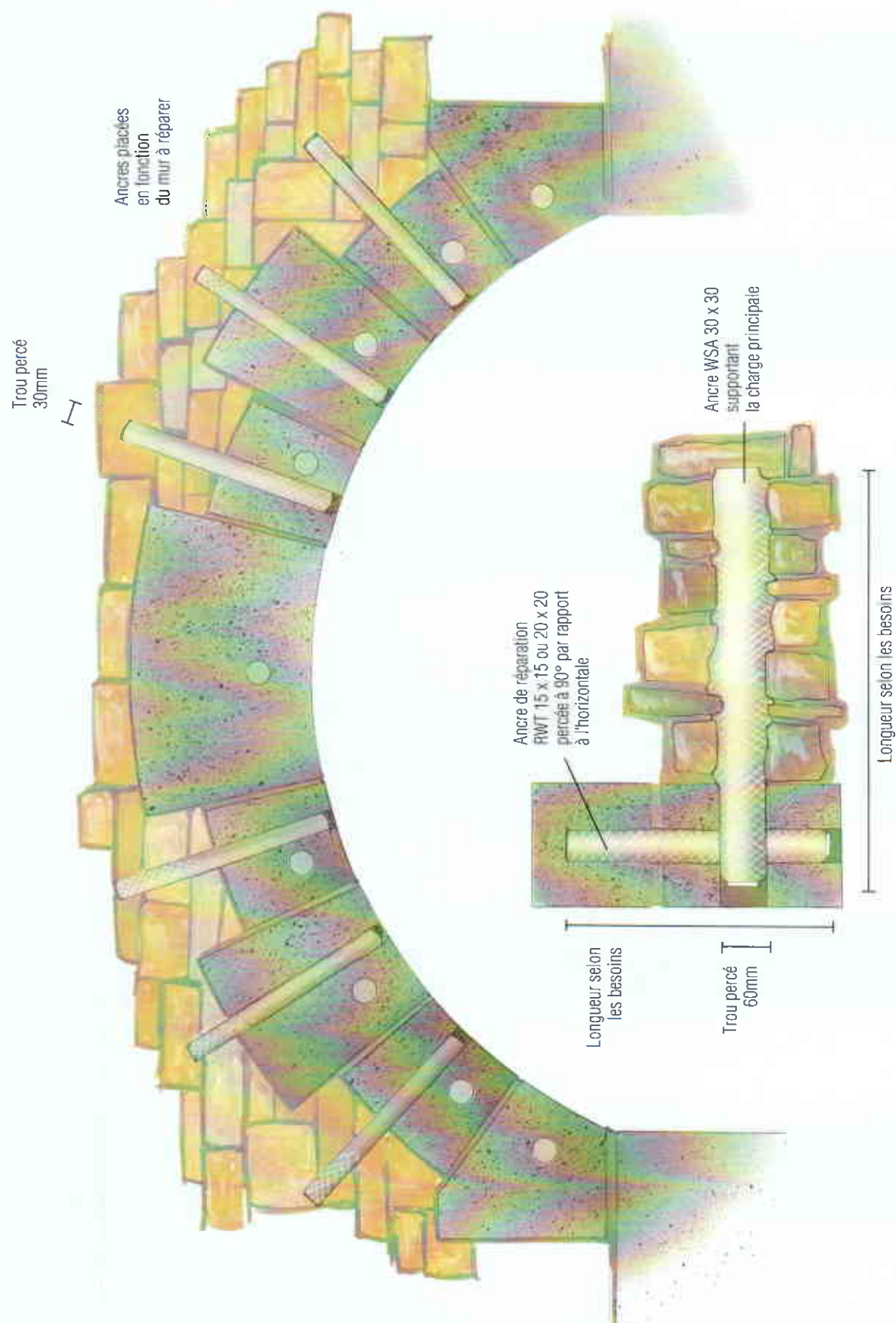
30 x 30 = 60mm

20 x 20 = 40mm

15 x 15 = 30mm



Consolidation caractéristique d'un arc



CAS D'UTILISATION

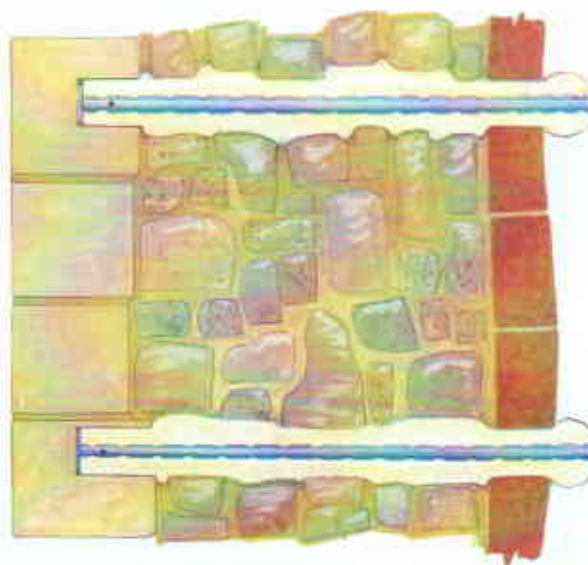
STOWE HOUSE, BUCKINGHAMSHIRE

Homologue de Buckingham Palace



Stowe House, qui était autrefois la résidence de campagne de Lord Buckingham, abrite depuis très longtemps l'une des plus grandes "Public Schools" (c'est-à-dire un collège privé) d'Angleterre. Les murs se composent d'un feuillet externe de pierre de Bath avec remplissage en moellons et d'un mur extérieur en maçonnerie; l'épaisseur hors-tout atteint 1150mm. Il s'agissait de stabiliser un pan de ce mur en injectant du coulis de ciment parmi les moellons. Il fallait cependant renforcer le mur afin qu'il puisse supporter la pression associée à cette opération.

La solution a consisté à mettre en place des ancres en acier inoxydable en ciment Cintec 20 x 2, dans des trous percés d'un diamètre nominal de 40mm, et avec des entre-axes dans la plage de 750 à 900mm. On a utilisé des ancres de 850 à 1075mm de longueur en fonction de l'épaisseur variable du mur. Pour préserver l'élégance de la façade, toutes les ancres ont été installées à partir de l'intérieur du bâtiment et on les a laissées faire saillie dans le bâtiment afin de pouvoir utiliser un corps d'ancrage standard circulaire mouluré. Après la prise, les extrémités en saillie des ancres ont été coupées afin d'affleurer avec le mur intérieur, et l'ensemble a été replâtré.



Coupe transversale du mur extérieur

REPLACEMENT D'UNE LIGATURE MURALE A CARDIFF



De nombreuses maisons de Cardiff et d'autres régions du Royaume Uni sont construites en mortier à la cendre noire. La pénétration de l'humidité à travers la maçonnerie externe et le mortier provoque la formation d'agents acidiques qui, à leur tour, provoquent la corrosion des ancrs des ligatures et, en particulier, des ancrs zingués traditionnellement utilisés au Royaume Uni.

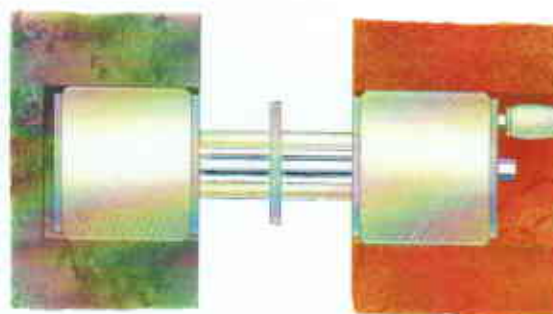
La ligature de remplacement RAD de Cintec a été spécialement mise au point pour surmonter les problèmes associés au mortier à la cendre noire et à la corrosion des ancrs. Il est recommandé d'extraire les ancrs existants étant donné que, si l'on se content de les repousser, la corrosion finira par endommager les finitions sur les parois internes de la maçonnerie du fait des forces d'expansion dues à la corrosion.

Les ancrs existants ont été retrouvés à l'aide d'un détecteur de métaux, puis enlevés par foret alésoir. L'ancre RAD Cintec 60mm de diamètre mise en place consistait en un profilé en acier inoxydable de cémentation de 10 x 1mm avec des manches aux deux extrémités (pour les parois extérieure et intérieure). Du coulis de mortier a été injecté sous pression et la paroi extérieure a été remise en état en fonction de la maçonnerie existante.

Le cliché ci-dessus (un logement caractéristique de Butetown, Cardiff) est un exemple type de l'emploi des ancrs RAD Cintec Harke. A Cardiff, plus de 500.000 ancrs RAD ont été installées pour assurer la longévité des logements de la ville et éliminer les problèmes associés à la corrosion des ancrs murales galvanisés et zingués.



Ancre additionnelle



Ligature de remplacement

CAS D'UTILISATION

MAISONS ET APPARTEMENTS A BASILDON



La Commission de New Town désirait améliorer la solidité de 400 maisons et de 200 immeubles de trois et quatre étages, pour en assurer — en particulier — la protection contre les avaries accidentelles. Elle a décidé d'utiliser les ancrs Cintec tout d'abord parce qu'elles sont économiques, mais également parce que c'est cette méthode qui gênerait le moins les locataires.

La solidité a été améliorée par l'installation d'ancres de réparation de 6m de long réunissant les façades aux élévations postérieures. Pour ce faire, il a fallu élaborer des méthodes de perçage à sec et gérer le

projet avec le plus grand soin de manière à ce que les locataires n'aient à quitter leur propriété que pendant une journée, entre 8h et 18h. Les ancrs ont été introduites à travers des sols creux en béton, le niveau étant contrôlé avec précision. Par ailleurs, cette application a exigé la mise en oeuvre de manches et de pressions d'injection spéciales. Les responsables ont veillé à tenir les locataires au courant et à répondre à leurs exigences individuelles. De ce fait, les travaux ont été réalisés dans les limites de prix et dans les délais impartis, à la satisfaction du client et des locataires.



Coupe du sol creux

CAS D'UTILISATION

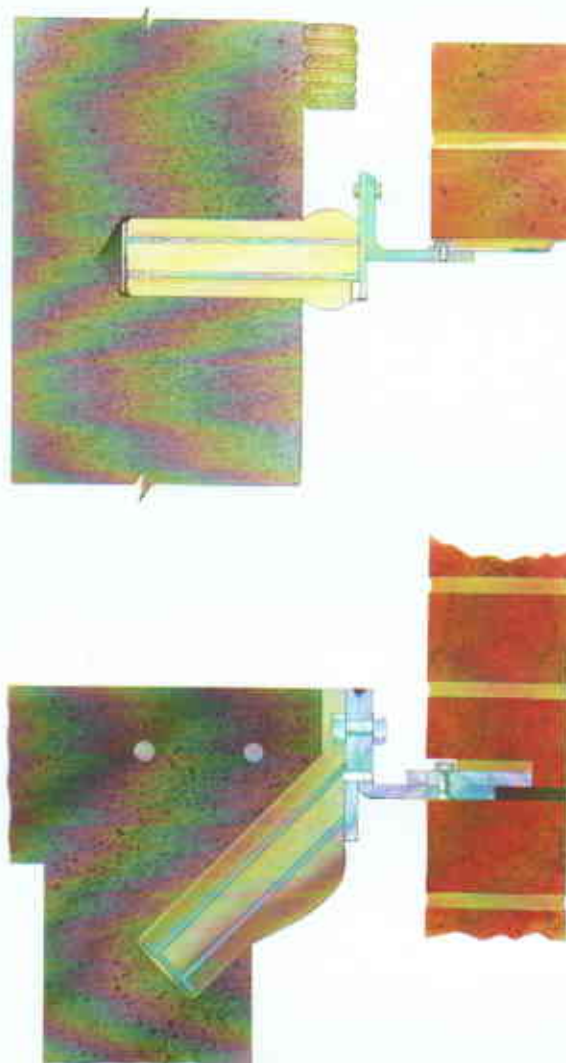
OLIPHANT COURT, PAISLEY, STRATHCLYDE, ECOSSE



La Scottish Special Housing Association a étudié et surveillé la rénovation de cette tour d'habitation de quatorze étages à l'aide des ancrs consoles et des ligatures Cintec en 1987/1988. L'immeuble se compose d'une ossature en béton armé in situ, avec un élément en surplomb qui soutient la maçonnerie de brique extérieure. C'est avant tout le mouvement et le retrait de l'ossature en béton qui étaient responsables de la fissuration des éléments en béton, avec fissuration et déformation ultérieures de la maçonnerie de brique externe.

Cette maçonnerie devait être remplacée; on a donc démantelé le feuillet extérieur, dont la reconstruction a été accélérée par la mise en place de cornières de support en acier inoxydable au niveau de chaque étage. En effet, il s'est avéré impossible d'utiliser de simples ancrs consoles horizontales dans la dalle, parce que celles-ci auraient coupé l'armature de la poutre supérieure. Ces ancrs ont donc été remplacées par des poutres à 45° et utilisées pour soutenir les cornières en acier inoxydable qui supportent le feuillet extérieur en maçonnerie de brique. Cette maçonnerie a été refaite à partir des cornières étage par étage, avec des joints de dilatation sur la face

inférieure de l'angle de dégagement. On a utilisé des ancrs RAC Cintec pour assujettir le nouveau feuillet de maçonnerie en brique au feuillet intérieur en parpaings.



Coupe transversale de la poutre de bord d'étage

CAS D'UTILISATION

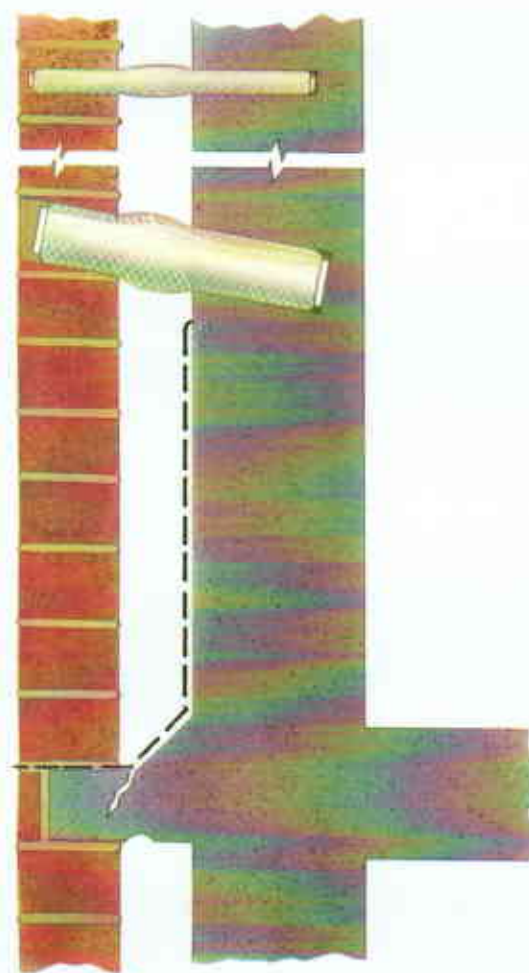
TOURS D'HABITATION, GLASGOW



La Scottish Special Housing Association a étudié et surveillé la rénovation de 18 tours d'habitation de 15 étages, rénovation effectuée à l'aide d'ancres consoles et d'ancres de mur/attachés Cintec entre 1984 et 1987, des poteaux, des poutres et des sols en les tours ont été construites béton armé in situ, avec bardage en brique sur les rebords de la dalle plancher, l'ensemble étant soutenu par l'ossature en béton. Le défaut principal était la détérioration du support en béton du revêtement en brique, avec fissuration et déformation conséquente de la maçonnerie extérieure en brique. Ces problèmes avaient été causés par un mouvement de dévers et un retrait de l'ossature en béton.

Le support assuré par l'élément en béton a été remplacé par des ancres consoles Cintec posées à 700mm entre-axes environ à chaque étage. Les ancres ont été noyées sur 90mm environ dans le feuillet intérieur en béton. Ces ancres étaient formées par des profilés en acier inoxydable de ciment de 30 x 30 x 3, avec manches externes

renfermées dans des trous de 60mm de diamètre, manches remplis par du coulis injecté sous une pression de 3 bars environ. La façade extérieure a été remplie d'un mortier expansif à forte adhérence harmonisé avec la maçonnerie en brique existante. On a par ailleurs utilisé des attaches RAC Cintec sous forme de profilés d'acier inoxydable en ciment de 10 x 1, dans un trou de 20mm de diamètre nominal pour rétablir l'intégrité des panneaux en brique au niveau de qualité stipulé. Des essais ont été réalisés en laboratoire pour déterminer la résistance à la compression du coulis de mortier ainsi que les propriétés métallurgiques et de résistance à la traction des profilés en acier inoxydable, tandis que les ancres ont été vérifiées in situ (déformation et qualité de la fixation) à l'aide d'oscilloscopes pour trous de forage.



Coupe transversale avec détail du bitume au niveau de l'étage

CAS D'UTILISATION

LE VIADUC DE WORCESTER



Le viaduc de Worcester comporte soixante-cinq arches en maçonnerie de brique, qui ont une hauteur de deux étages environ (près de la gare) jusqu'à plus de trois (à proximité de la rivière). Le manque de drainage à l'intérieur des arches avait provoqué un écartement des tympans par rapport à l'intrados, et causé des fissures longitudinales du pont. La pénétration de l'eau avait contribué à la fissuration au niveau de la naissance de certaines portées, ainsi que la délamination des éléments externes de certaines piles. Ces problèmes avaient été aggravés par les intempéries et, en particulier, par le gel et le dégel. Il était évident que l'on avait déjà tenté de rétablir l'intégrité de la structure, mais sans succès.

Des ancrés WSA en acier inoxydable de cémentation, de 30 x 30 x 3, ont été posés transversalement pour rétablir l'intégrité du raccordement entre le tympan et l'intrados, à 750mm entre-axes environ et en faisant alterner des longueurs de 2m et de 2,5m. Des ancrés de réparation ont été installées transversalement par rapport aux fissures longitudinales, lesquelles ont ensuite été remplies. Des ancrés de réparation de type RWT (tôle d'acier inoxydable de 15 x 15 x 1,5) ont été installées transversalement et diagonalement pour rétablir la stabilité des piles délaminées, après quoi les fissures ont été remplies. Des trous de drainage ont été percés à travers l'intrados et des tuyauteries en plastique ont été posées pour favoriser l'élimination de la pression d'eau existante. A ce jour, quatre arches ont été rénovées à l'aide du système Cintec et d'autres vont l'être également dans le cadre d'un programme de maintenance à longue échéance.

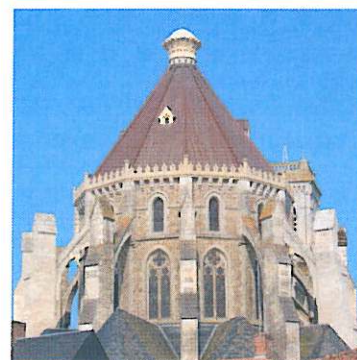
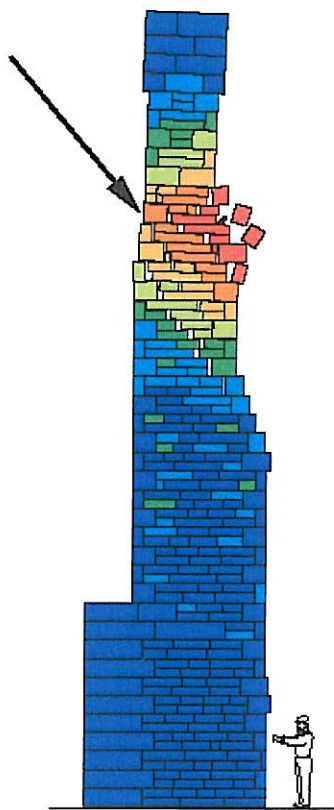
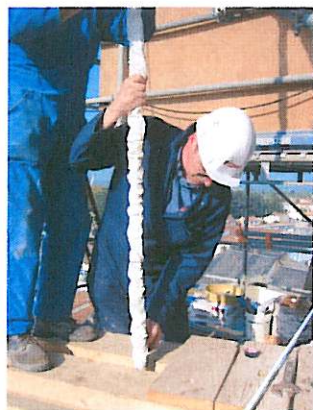
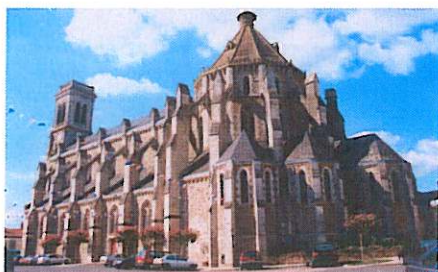


GRAND PRIX NATIONAL DE L'INGENIERIE

DOSSIER DE CANDIDATURE

RENFORCEMENT des MAÇONNERIES ANCIENNES par ANCRAGES de GRANDE LONGUEUR en INCLUSION

ANALYSE QUALITATIVE par MODELISATION aux ELEMENTS DISCRETS sous SEISMES et EFFORTS OBLIQUES



APPLICATION

RESTAURATION de l'EGLISE d'AIZENAY (85)

Auteurs :

L.ROSSEZ, Directeur d'agence
E.CHIRON, Ingénieur

07/02/2006

« Naissance d'une technologie moderne pour sauvegarder le patrimoine ancien »

Illustration avec le chantier de l'Eglise d'Aizenay (85) :

Mise au point d'une solution innovante pour restaurer les contreforts en péril

INTRODUCTION

L'innovation présentée est originale à plus d'un titre :

- ① C'est d'une part la première utilisation en France d'**ancrages de grande longueur de type CINTEC (U.K.)** mis en œuvre **en inclusion au sein des contreforts** (supérieurs à 20m) d'une église.
- ② C'est d'autre part un des premiers chantiers où le **renforcement des maçonneries anciennes** est abordé de façon qualitative avec un **logiciel spécifique aux éléments discrets (LMGC 90)**.
- ③ C'est aussi un succès puisque les désordres affectant l'édifice sont désormais contenus avec une **performance technico-économique inégalée**.
- ④ C'est enfin une voie ouverte vers de nombreuses applications concrètes permettant la **justification calculatoire et le renforcement du patrimoine ancien en zone sismique**.

1. PRESENTATION du PROJET

- ✓ L'Eglise Saint Benoît d'Aizenay, classée Monument Historique, souffrait depuis plusieurs années de fissurations importantes des contreforts : désordres visibles depuis le sol ;
- ✓ Plusieurs secousses sismiques de faibles intensités frappent la région dans la période 1995-2002 et semblent aggraver les pathologies de l'édifice ;
- ✓ Devant la chute de certaines pierres de contreforts sur l'espace public (moellon de 20kg tombé sur le parking), la municipalité engage en urgence les études de sauvegarde en 2001 ;
- ✓ Après inspection des contreforts et arcs-boutants à la nacelle et réalisation de descentes de charges et modélisations numériques : un programme de travaux de consolidation est défini en septembre 2002 ;
- ✓ Les travaux de restauration de l'Eglise débutent **en mars 2003** et s'achèvent en janvier 2005.



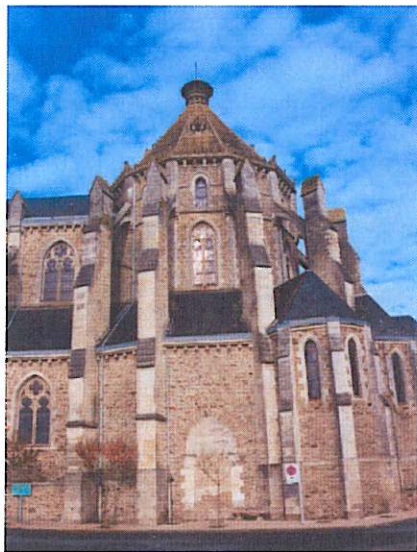
Fiche d'identité du chantier

Maîtrise d'Ouvrage :	Ville d'AIZENAY
Maîtrise d'œuvre :	Architecte du Patrimoine – P.JAUNET-BRIAND
	Bureau d'Etudes Structure – CERT structure
	Economiste de la Construction – Cbt HUET
Entreprise de Maçonnerie et Monuments Historiques :	BILLON S.A.

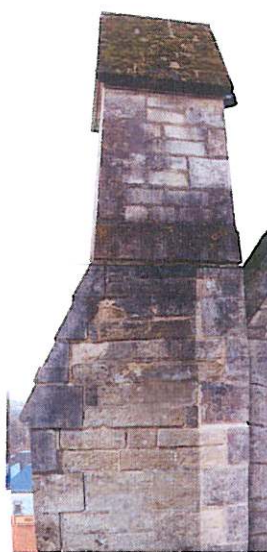
2. DIAGNOSTIC des INGENIEURS du CERT

2.1 Pathologies des contreforts

- ✓ Glissement des pierres d'angles des contreforts, principalement à la jonction contrefort / arc-boutant (concentration des efforts) ;
- ✓ Erosion des joints de chaux hydraulique, pulvérulence des mortiers anciens et hétérogénéité des pierres constitutives ;
- ✓ Apparition de fissures à la jonction contrefort / arc-boutant liées aux poussées obliques très importantes en provenance du chœur et acheminées par les arcs-boutants.



Vue d'ensemble du chœur



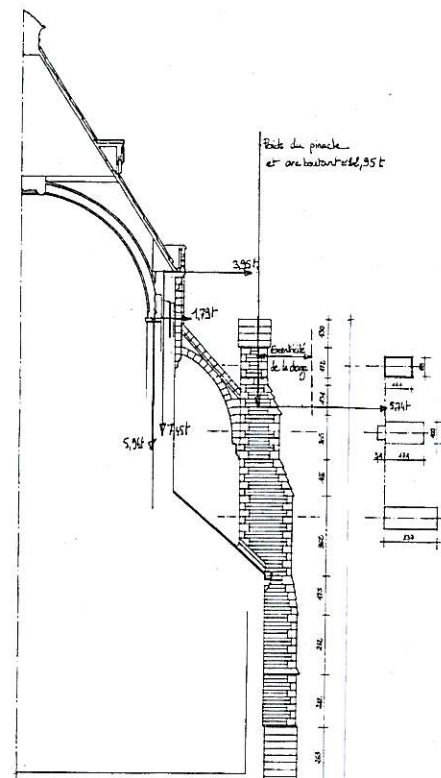
*Décollement du glacis
& fissure en escalier*



*Dégradation des pierres calcaires
& réparations anciennes au ciment*

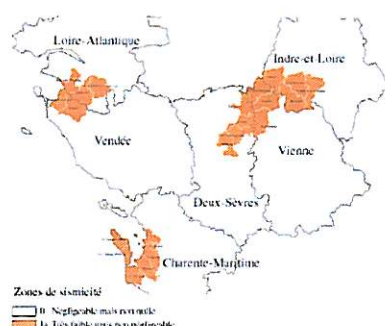
2.2 Origine des désordres

- ✓ Les fortes poussées dues au poids de la coupole et de la toiture du chœur, sont transmises par l'intermédiaire des arcs-boutants en tête des contreforts.
- ✓ La concentration des efforts obliques à la jonction contrefort / arc-boutant, zone constituée de pierres et moellons hétérogènes, provoque des fissures en escalier au droit des joints.
- ✓ Le poids propre des pinacles est insuffisant pour compenser les poussées. L'usure du temps associée aux microséismes amplifie la déstructuration des contreforts.

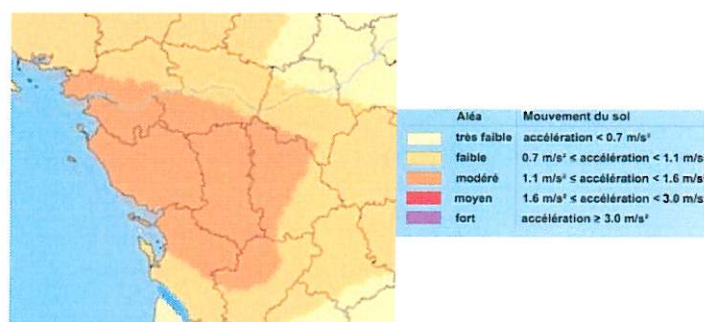


2.3 Equilibre et activité sismique

- ✓ La stabilité précaire des contreforts peut être remise en cause en cas de modification de l'équilibre des forces en présence (mouvements de sol, vibrations).
- ✓ Aizenay, située entre La Roche-sur-Yon et la **zone sismique Ia** (classement du 14 mars 1991) est au cœur de mouvements de terrain modérés récents ayant vraisemblablement contribué à amplifier les pathologies (*séismes de la Roche-sur-Yon en Janvier 1998 et de Chantonay en Juin 2001 et Mars 2002 – Intensité ≈ 4 à 5 sur l'échelle M.S.K.*).
- ✓ La nouvelle carte des aléas sismiques du **Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable** publiée en décembre dernier indique que le département de la Vendée est classé en « zone d'activité sismique modérée ».



Carte sismique actuellement en vigueur.



Nouvelle carte des aléas sismiques sur laquelle s'appuiera le futur règlement de zonage.

- ✓ Etant donné l'élancement des contreforts du chœur et l'importance des efforts de renversement qu'ils supportent, les mouvements de sol liés aux séismes récents de faible intensité sont nécessairement des facteurs aggravants notamment dans les zones préalablement fissurées.
- ✓ Dans ce cas un renforcement d'inertie sur les zones les plus exposées (contreforts) devenait impératif (chute d'un moellon de 20kg en 2002).

2.4 Solutions techniques

Solution lourde écartée :

- ✓ Il était possible d'envisager la démolition et la reconstitution de chaque contrefort en béton armé habillé d'un parement de pierres appareillées à l'identique de l'existant.
- ✓ Cette technique impose des contraintes de chantier importantes : étalement complet de la coupole du chœur et contre-butonnage par étais extérieurs (éperons) ainsi que la dépose des contreforts actuels en pierre de taille.

Une performance économique faible :

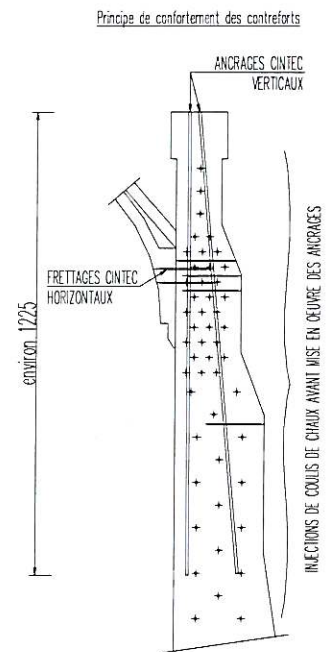
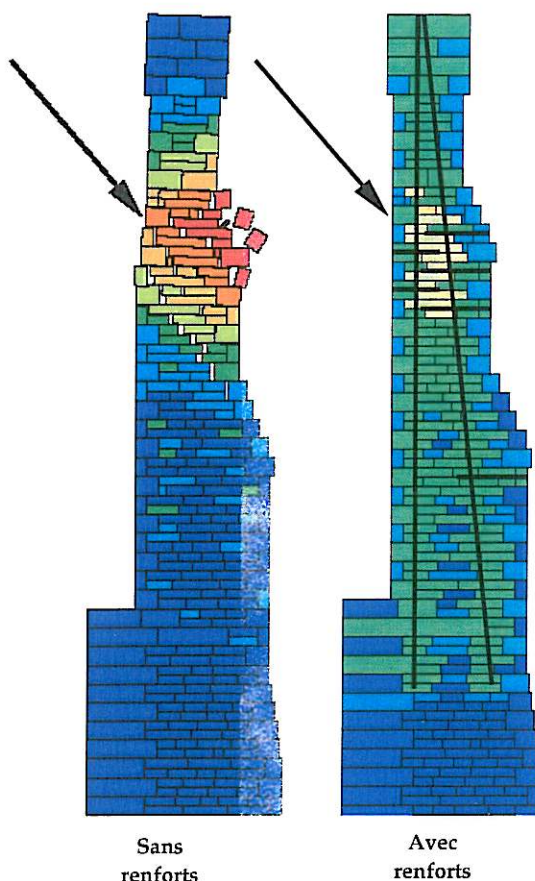
- ✓ Coût des travaux très élevé et problème de planning par rapport à l'urgence de la situation ;
- ✓ Travaux encombrants nécessitant un réaménagement très pénalisant du centre-ville ;
- ✓ Patrimoine mal préservé : contreforts neufs composites (béton et pierre de parement).

Solution innovante proposée :**Renforcement des contreforts par ancrages en inclusion de grande longueur**

- ✓ Utilisation des ancrages d'origine anglaise CINTEC®.
- ✓ Cette technologie associe une barre métallique inox à une chaussette polyester permettant l'injection sous pression de la résine (base cimentaire). Le produit de scellement est injecté dans la gaine depuis le fond du forage préalable grâce à une tubulure spécifique, sans perte de coulis.

Une solution originale, fiable et économiquement performante :

- ✓ Intervention rapide et directe sur les contreforts existants au moyen d'un échafaudage adapté avec suppression des postes étaielements et dépose complète des contreforts ;
- ✓ Ancrage garanti sur toute la hauteur du forage puisque le produit de scellement reste contenu dans la chaussette et au contact de la barre ;
- ✓ Respect du patrimoine en conservant au maximum les matériaux d'origine grâce à l'inclusion des ancrages au cœur des contreforts ;
- ✓ Coût d'intervention 3 fois inférieur par rapport aux solutions traditionnelles ;

**3. VALIDATION de la SOLUTION INNOVANTE****3.1 Analyse qualitative aux éléments discrets pour valider la performance technique**

La difficulté de la modélisation d'un contrefort en maçonneries réside dans la définition du comportement entre blocs de maçonneries.

Les calculs classiques aux **éléments finis** ne permettent pas de prévoir le comportement non linéaire des maçonneries.

Pour prendre en compte ce comportement, nous avons fait appel à un nouveau logiciel de calculs aux **éléments discrets** : le LMGC90 développé à l'Université de Montpellier II.

La modélisation aux **éléments discrets** permet de décrire de façon réaliste le comportement des maçonneries anciennes puisqu'elle prend en compte les lois de contact et de frottement entre les différents blocs (profils de rupture obtenus au droit des joints).

Dans le cas des contreforts de l'Eglise d'Aizenay, la modélisation démontre un renforcement important des contreforts munis des ancrages et frettings CINTEC® vis-à-vis des sollicitations obliques de poussées ou horizontales (mouvement du sol sous séisme).

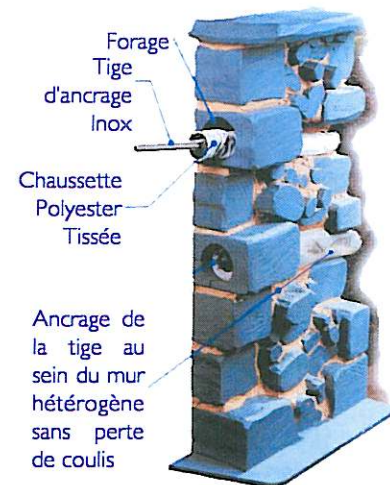
Plus largement, CERT structure développe sur la base de cette expérience un code de calcul pour la justification des bâtiments anciens sous séisme.

4. ORIGINALITE du CHANTIER

4.1 Ancrages CINTEC® à 20m du sol et sur 12m de longueur

La capacité des contreforts de l'Eglise d'Aizenay à reprendre les sollicitations obliques et horizontales a été augmentée par la mise en œuvre depuis la tête des pinacles de deux ancrages CINTEC® Ø70mm/M25 d'environ 12m de long associés à des frettages horizontaux CINTEC® en profilés circulaires creux.

La « chaussette » permet le moulage de l'ancrage dans les aspérités à l'intérieur du forage, garantissant ainsi une adhérence et une cohésion avec les pierres constitutives du contrefort, sans perte de coulis.



4.2 Inventivité et performance

- ✓ Ce chantier est une première dans la mesure où ce type de **désordres très fréquents** sur les **contreforts** des églises n'avait jamais été solutionné avec cette technique.
- ✓ Cette restauration est également innovante de part le **choix des ancrages de type CINTEC®** (très peu utilisés en France), **leur longueur** (supérieure à 12m) et **leur position** (travail à 22m de hauteur).
- ✓ La justification du renfort par une **approche calculatoire aux éléments discrets** est une avancée importante transposable sur d'autres bâtiments anciens soumis aux séismes. CERT structure et l'Université de Montpellier doivent solliciter une subvention A.N.R. pour prolonger ce travail de recherche et d'innovation.

4.3 Reportage photographique du chantier.



Le forage



Une carotte



Mise en place d'un ancrage vertical



Ancrages horizontaux prêts pour l'injection



Préparation du coulis



Ancrage vertical injecté

5. TEMOIGNAGES des ACTEURS du CHANTIER

« Techniques novatrices pour consolider l'édifice et le sauvegarder »



Mme JAUNET-BRIAND
Architecte du Patrimoine

cert

① Pouvez-vous nous décrire votre chantier d'Aizenay en quelques mots ?

Ce chantier a su allier les techniques anciennes aux techniques novatrices pour ainsi consolider l'édifice et le sauvegarder. Les travaux réalisés à 22m de hauteur, sur échafaudages de pied et en bascule, ont permis de renforcer les 5 contreforts-culées par le procédé CINTEC® par forage à la verticale et insertion d'ancrages chemisés permettant de rendre une cohésion à l'ouvrage face aux poussées, de contenir et gérer la quantité de coulis dans une "chaussette", puis de remplacer en tiroir les pierres de taille dégradées en injectant les maçonneries de remplissage au fur et à mesure de la consolidation des contreforts.

cert

② Quels avantages avez-vous trouvé à cette technologie de renforcement en comparaison aux solutions plus traditionnelles ?

Ce procédé a permis une mise en oeuvre et un renforcement définitif plus rapide qu'une solution traditionnelle de confortation en dépose - repose avec étalements et mise sur cintre ou bien de pose de tirants intérieurs (à vérifier régulièrement) pour reprendre les poussées de voûtes, charpentes et couvertures.

cert

③ Comment se comporte l'édifice depuis votre intervention sur les contreforts et les murs gouttereaux ?

Ces travaux ont été réceptionnés il y a maintenant un an. Nous n'avons pas assez de recul mais les 7 autres contreforts devraient également recevoir le même traitement pour éviter un éventuel déséquilibre futur.

« Des économies considérables »



M. HUET
Economiste de
la Construction

cert

④ Pouvez-vous nous indiquer les économies engendrées par l'utilisation de cette technologie pour le renforcement des contreforts ?

Il faut comparer cette solution aux techniques traditionnelles nécessitant :

- ✓ un étalement très important des façades de part et d'autre des contreforts. Cela revient à mettre en place des étais en poutrelles métalliques de grande longueur (24m environ), en éperon (à 45°), soigneusement fondés. L'encombrement de ce dispositif en centre-ville est d'ailleurs problématique (emprise chantier de 15m supérieure en périphérie du chœur) ;
- ✓ une dépose et repose complète du contrefort sur une quinzaine de mètre de hauteur depuis le pinacle, y compris cintrage provisoire de l'arc-boutant ;
- ✓ une restauration du contrefort avec un corps central en béton armé pour contenir les efforts et un parement pierre pour conserver l'aspect initial.

Ce type de travaux complexes et ouvrages est estimé à environ 90 000 € HT par contrefort. La solution proposée par le CERT a permis d'éviter les trois postes en question, et d'économiser ainsi environ 60 000 € HT par contrefort grâce à la simplicité de l'intervention, soit : 300 000 € HT économisés pour les 5 contreforts !

On aura donc divisé le coût des travaux par 3 pour un résultat jusqu'à présent très satisfaisant.

Cette économie permet d'envisager le traitement des contreforts non encore renforcés...

« En toute sécurité pour l'édifice et pour les hommes de l'art »



M. AVELEZ
Directeur Général de la
société BILLON S.A.

① Hormis la restauration traditionnelle du chœur et d'une partie de la nef de l'Eglise St Benoît d'Aizenay, l'originalité de ce chantier tiens à la consolidation de 5 contreforts par des forages verticaux de 12ml et de la mise en place d'ancres de type CINTEC® chemisées permettant le contrôle de l'injection du coulis autour de l'ancre, créant ainsi un renfort homogène sans risques de fuites intempestives qui fragiliseraient le maintien de l'ancre.

② La consolidation du contrefort par ce procédé permet un contrôle total des injections, la répartition des ancres verticales de 12ml et horizontales de 1.20ml ont permis le remplacement des pierres de parement en toute sécurité pour l'édifice et pour les hommes de l'art.

③ Nous n'avons pas assez de recul pour analyser le comportement de l'édifice mais tout porte à croire que les contreforts consolidés par le procédé indiqué précédemment se comporteront mieux dans le temps que leurs voisins non consolidés.