



• CONTACT

49 Rue des Garottières
44115 Haute-Goulaine
contact@groupeascia.fr
02 40 80 76 83
Ascias Groupe

• COMPÉTENCES

Études Structures
Économie TCE et VRD
Diagnostic
Béton Armé
Charpente Métallique et Bois

IFREMER

DIAGNOSTIC STRUCTURE

Toiture mareyage

0601



N°Affaire 25-135

1^{ère} diffusion 02/06/2025

Auteur D.MICHELET

Date	Indice	Modification
23/05/25	0	Rapport initial
02/06/25	A	Clarification conclusions

Maitre d'Ouvrage	Maitre d'œuvre / Expert	Bet Structure
IFREMER - Centre Bretagne AC - Service Facturier ;1625, Route de Sainte-Anne CS10070 29280 PLOUZANE	/	ASCIA INGENIERIE 49 rue des Garottières 44115 Haute Goulaine Tél : 02 40 80 76 83 contact@groupeascia.fr

Selon la loi N°57-298 du 11 Mars 1957 codifiée dans le Code de la propriété intellectuelle, le présent document est la propriété exclusive et intellectuelle de la société ASCIA Ingénierie. Par conséquent, il ne peut être ni utilisé, ni diffusé à un tiers sans notre autorisation.



SOMMAIRE

A - GÉNÉRALITÉS	4
A1 - CADRE DE NOTRE MISSION	4
A2 - LIMITES DE LA PRESTATION.....	4
A3 - DOCUMENTS FOURNIS	4
A4 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	5
A5 - ZONE CONCERNEE PAR LA MISSION.....	5
B - MÉTHODOLOGIE / MOYENS	6
B1 - MÉTHODOLOGIE	6
B2 - DESCRIPTION DU GÉORADAR.....	6
C - PRESENTATION DE L'OUVRAGE.....	8
C1 - LOCALISATION	8
C2 - DATE DE CONSTRUCTION.....	8
C3 - PRINCIPE STRUCTUREL.....	8
C4 - PHOTOGRAPHIES.....	8
D - DIAGNOSTIC STRUCTURE BETON.....	9
D1 - STRUCTURES.....	9
D2 - RÉSULTATS D'INVESTIGATIONS PLANCHERS	9
E - DESORDRES OBSERVES	11
E1 - METHODE D'EVALUATION DE L'INDICE DE RISQUE.....	11
E2 - NATURE DES DESORDRES.....	11
F - HYPOTHESES CALCUL	13



F1 - REGLEMENT	13
F2 - HYPOTHÈSES DE CHARGES	13
F3 - STABILITÉ AU FEU	14
F4 - SISMICITE.....	14
G - RESULTATS - ETAT EXISTANT	16
G1 - RESULTATS PLANCHERS	16
H - CONCLUSION ET ANALYSE	17
H1 - GENERALITES	17
H2 - ANALYSE DES RESULTATS	17
H3 - ANALYSE PATHOLOGIQUE.....	17
I - PRECONISATIONS	18
I1 - RENFORCEMENT PAR AJOUT D'UNE STRUCTURE METALLIQUE.....	18
I2 - REPARATION ET TRAITEMENT	19
I3 - REPARATION DES FISSURES	20

A - GÉNÉRALITÉS

A1 - CADRE DE NOTRE MISSION

Dans le cadre d'un projet restructuration d'implantation d'équipements de la toiture du mareyage du site IFREMER situé à Nantes (44), IFREMER a confié à ASCIA Ingénierie la réalisation d'une étude technique sur les structures existantes.

Le présent diagnostic structure a pour objet de :

- Décrire visuellement la structure existante du bâtiment
- Déterminer les caractéristiques des éléments structurels (nature des matériaux, sections...)
- Repérer les désordres et pathologies
- Trouver l'origine de ces désordres
- Déterminer la capacité portante de la structure et les surcharges admissibles
- Qualifier l'état structurel et proposer des solutions de reprises ou de renforcement

Pour réaliser le diagnostic, ASCIA Ingénierie s'est rendu sur site le **22/04/2024**.

A2 - LIMITES DE LA PRESTATION

Le présent rapport est établi pour la phase Diagnostic. Il ne peut pas servir de document d'exécution en phase travaux, ne peut pas être considéré comme une expertise au sens juridique du terme ni utilisé comme point de départ de toute action contentieuse. Il peut être joint à titre d'information.

Il n'appartient pas à Ascia Ingénierie de prendre, ou de faire prendre, toute mesure nécessitée par la détection des défauts signalés.

Les avis fournis s'appuient sur une approche par échantillonnage statistique et ne prétendent pas fournir une analyse exhaustive de la situation.

Cette mission de diagnostic constitue une aide au choix de solution. Elle ne dispense pas le client d'effectuer une étude complète des travaux à réaliser par un maître d'œuvre.

Du fait de l'évolution naturelle des ouvrages et installations, la durée de validité du présent avis est de 1 an à compter de la date de réalisation du diagnostic, notée sur la première page du rapport.

A3 - DOCUMENTS FOURNIS

Les documents particuliers à l'affaire ayant servi à l'élaboration de la présente note, sont les suivants :

- Photos de plans de coffrage

A4 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Notre étude fait également référence à des documents généraux (liste non exhaustive) :

- Règles de dimensionnement des ouvrages :
 - Nouveaux règlements
 - Eurocode 0 NF EN Mars 2003 (P 06-100-1)
 - L'Amendement A1 NF EN 1990/A1 Juillet 2006 (P 06-100-1/A1)
 - Eurocode 1 NF EN 1991-1-3 Avril 2004 (P 06-113-1/NA)
 - L'annexe nationale Française NF EN 1991-1-3/NA Mai 2007 (P06-113-1/NA)
 - Eurocode 1 NF EN 1991-1-4 Novembre 2005 (P 06-114-1)
 - L'annexe nationale Française NF EN 1991-1-4/NA Mars 2008 (P06-114-1/NA)
 - Eurocode 2 NF EN 1992 1-1 Mai 2006 (P18-720-1)
 - L'annexe nationale NF EN 1992-1-1-NA de mars 2007 (P18-711-1/NA)
- Les normes de mise en œuvre (DTU, Normes françaises et Européennes, ...)
- Les règles professionnelles, les avis techniques, ...

A5 - ZONE CONCERNEE PAR LA MISSION

Notre intervention se limite à la terrasse.

La vue aérienne ci-dessous permet d'observer l'emprise du bâtiment (en rouge). Le diagnostic porte plus particulièrement sur la zone localisée en bleu :

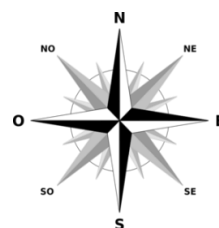


Figure 1 : Zone concernée par la mission de diagnostic structure

B - MÉTHODOLOGIE / MOYENS

B1 - MÉTHODOLOGIE

Afin de mener à bien ce diagnostic, nous avons mis en œuvre les méthodes et matériels suivants :

- Inspection et relevé géométrique des structures ;
- Réalisation de profils géoradar ;
- Modélisation et vérification, par le calcul, de la capacité portante de la structure ;

B2 - DESCRIPTION DU GÉORADAR



Le système radar StructureScan de GSSI permet d'obtenir en temps réel une image de la structure auscultée avant la réalisation de carottage, de sciage ou pour la détermination précise de ses caractéristiques.

Les antennes très haute résolution (2,6 GHz) permettent de localiser des objets de petite taille jusqu'à 50 cm de profondeur.

Le radar d'auscultation (GPR pour Ground Penetrating Radar ou georadar) fonctionne sur le principe de l'étude de la propagation d'une onde électromagnétique dans le milieu étudié.

Le système envoie une onde (un pulse) de très courte durée dans le matériau et enregistre l'amplitude et le temps d'arrivée de chaque onde réfléchi. Les réflexions sont produites au droit de tout changement dans les propriétés de conduction du courant électrique du milieu (constante diélectrique). L'amplitude de la réflexion est déterminée par le contraste de permittivité diélectrique entre l'encaissant et la cible.

Une partie de l'énergie envoyée continue aussi à se propager dans le milieu jusqu'à ce qu'elle soit trop atténuée pour être détectée. L'atténuation du signal est ainsi très variable et dépend grandement de la conductivité électrique des matériaux. Un terrain présentant une forte conductivité électrique atténuera très fortement les ondes radar et inversement.



Le métal est considéré comme un réflecteur total et est par conséquent aisément détectable. De plus, les objets situés directement sous un objet en métal ne pourront pas être détectés.

L'onde radar n'est pas émise selon une ligne droite depuis l'antenne mais elle décrit un cône d'émission d'une largeur connue. Le temps du trajet de l'onde au bord de ce cône est plus grand que celui au centre de l'antenne ; ceci est à l'origine de la forme d'hyperbole caractéristique d'un objet ponctuel. La cible est située au sommet de cette signature.

Les données brutes sont acquises et enregistrées selon des profils parallèles et peuvent être traitées sur un logiciel spécifique afin d'améliorer la lisibilité des radargrammes.

C - PRESENTATION DE L'OUVRAGE

C1 - LOCALISATION

L'ouvrage se situe à l'adresse : 44311 Cedex 03, Rue de l'Île d'Yeu, 44980 Nantes

C2 - DATE DE CONSTRUCTION

Les plans fournis sont datés de 1987.

C3 - PRINCIPE STRUCTUREL

Les données récoltées sur site nous ont permis de déduire que l'ouvrage est composé de la manière suivante :

	Description
Plancher(s)	Planchers béton armé
Murs	Voiles / panneaux BA

C4 - PHOTOGRAPHIES

Ci-dessous quelques photos générales de l'ouvrage :



D - DIAGNOSTIC STRUCTURE BETON

D1 - STRUCTURES

Les investigations réalisées et les données récoltées sur site nous ont permis de déduire que la structure porteuse est composée de la manière suivante :

Géométrie de la terrasse	
Longueur	10.8 m environ
Largeur	6.0 m environ
Toiture	Terrasse non-accessible
Clos et couvert du bâtiment	
Couverture	Couverture étanche bitumée
Principe porteur des planchers	
Plancher haut RDC	Dalle pleine béton armé reposant sur des voiles

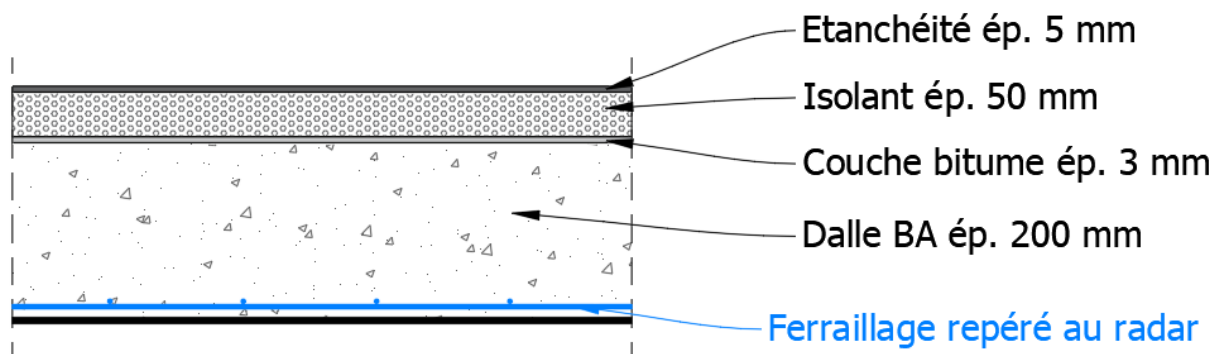
D2 - RÉSULTATS D'INVESTIGATIONS PLANCHERS

Les sondages destructifs et l'utilisation du géoradar sur les planchers nous ont permis de relever les éléments suivants :

- Espacement des aciers inférieurs (dans les 2 directions),
- Épaisseur de la dalle,
- Portée entre poutres,

Nos investigations nous ont permis de déterminer la coupe de principe de plancher suivante :

Coupe de principe plancher



Ces résultats correspondent au plan de coffrage suivant :

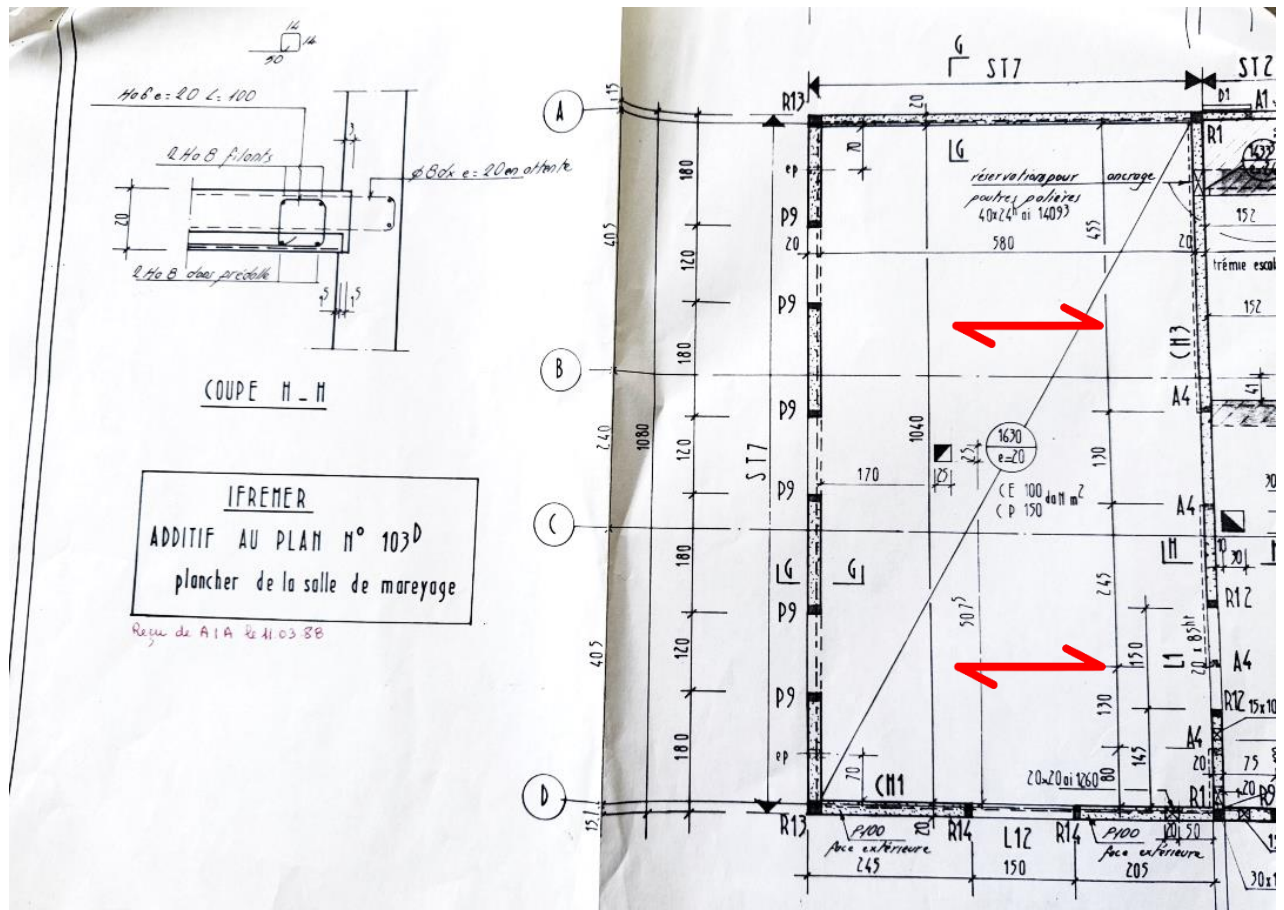


Figure 2 - Extrait du plan de coffrage fourni, avec en rouge les sens de portée

E - DESORDRES OBSERVES

L'élaboration de l'état pathologique de la structure est basée uniquement sur un examen visuel des éléments visibles lors de notre visite.


E1 - METHODE D'EVALUATION DE L'INDICE DE RISQUE






Les pathologies observées sont affectées suivant un **indice de risque** en fonction de leur importance, à savoir :

- **Indice 1** : Défauts indiquant la proximité d'un état limite de service et nécessitant soit une restriction d'utilisation, soit la mise hors service de l'ouvrage (risque pour les personnes)
- **Indice 2** : Défauts qui traduisent une modification de comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage (risque pour les biens)
- **Indice 3** : Défaut qui indique qu'une évolution risque de se faire anormalement (risque pour les biens à moyen terme)
- **Indice 4** : Défaut sans conséquence autre qu'esthétique (aucun risque)

E2 - NATURE DES DESORDRES

Lors de notre inspection, les pathologies observées sur la structure se caractérisent principalement par :

Elément concerné	Nature du désordre	Photos	Indice
Voiles de façade – Désordre répartis sur l'entièreté du bâtiment	Eclats du béton d'enrobage avec armature apparente et pertes de section minime		3

		  	
<p>Voiles de façade – Plusieurs zones distinctes du bâtiment</p>	<p>Fissures verticales et horizontales</p>	 	<p>3</p>

F - HYPOTHESES CALCUL

F1 - REGLEMENT

- Les structures sont calculées aux Eurocodes

F2 - HYPOTHÈSES DE CHARGES

CHARGES PERMANENTES (ETAT EXISTANT)

Les charges permanentes sont représentées par :

Sur le plancher terrasse

Couche bitume 3 mm :	5 daN/m ²
Isolant 50 mm :	8 daN/m ²
Étanchéité 5 mm :	8 daN/m ²
Faux plafond suspendu :	10 daN/m ²
Charges diverses (gainés, câble, luminaires) :	05 daN/m ²
Total =	36 daN/m²
	+ poids propre plancher

CHARGES PERMANENTES (PROJET)

A l'état futur, les charges permanentes qui seront ajoutées seront les suivantes :

- Nouvelles charges sur plancher
 - Pompe à chaleur poids total 1.3 T ou 1.0 T
 - Socle béton d'appui PAC ép. 6 cm : 150 daN/m²

CHARGES D'EXPLOITATION

Les charges d'exploitations sont (selon catégorie Eurocode 1) :

- Toiture inaccessible sauf pour entretien et réparation courant (H) - pente < à 15 % et recevant une étanchéité - Charge la plus défavorable entre :
 - 80 daN/m² (Sur 10 m² avec Rapport L/l < 2) ou Charge ponctuelle d'entretien de 150 daN
 - Charges climatiques

CHARGES CLIMATIQUES

Suivant l'emplacement de l'ouvrage, les hypothèses climatiques sont les suivantes :

- Charges de neige : Région A1
- Charges de vent : Zone 3 - Rugosité IIIb zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers

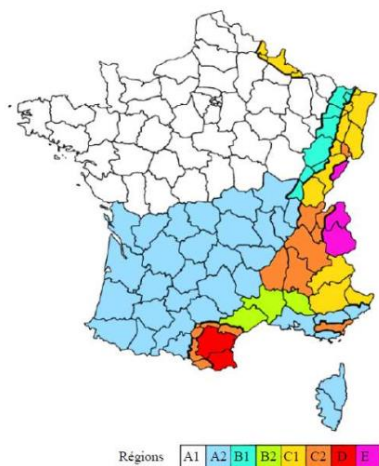


Figure 3 : Carte région neige

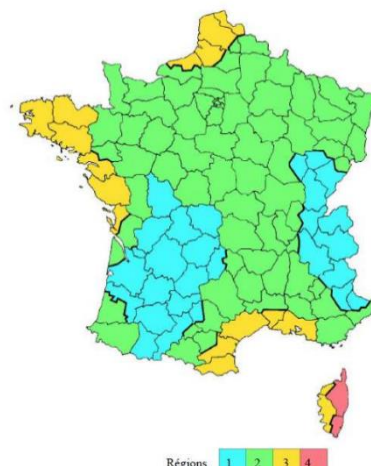


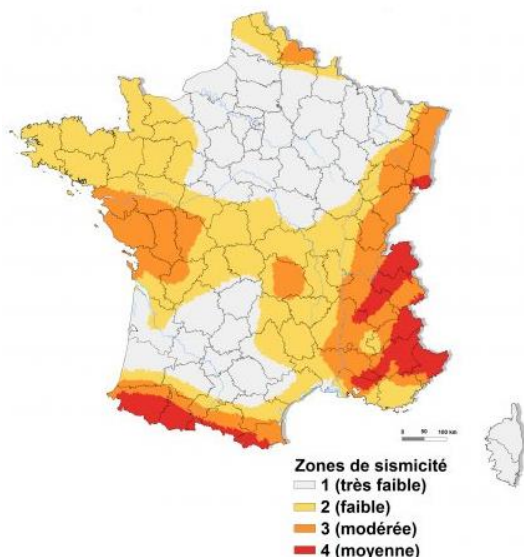
Figure 4 : Carte zone de vent

F3 - STABILITÉ AU FEU

Sans objet (à confirmer par un bureau de contrôle)

F4 - SISMICITE

Notre étude se limite à la vérification d'un bâtiment existant. L'ouvrage se situe sur la commune de Nantes (44).



Catégorie d'importance	Enjeu	Description
I	Risque minime	Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	Risque moyen	Habitations individuelles Établissements recevant du public (ERP) des catégories 4 et 5 Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, de hauteur inférieure à 28 m, et abritant au plus 300 personnes. Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. Parcs de stationnement ouverts au public.
III	Risque élevé	ERP des catégories 1, 2 et 3. Habitations collectives et bureaux, de hauteur supérieure à 28 m. Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. Établissements sanitaires et sociaux. Bâtiments des centres de production collective d'énergie. Établissements scolaires.
IV	Indispensable à la gestion de crise	Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. Bâtiments assurant le maintien des télécommunications, la production et le stockage de l'eau potable, la distribution publique de l'énergie. Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. Centres météorologiques.

- Zone de sismicité : 3 (modérée)
- Catégorie d'importance de l'ouvrage : II

L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié ne précise pas les catégories d'importance de bâtiments ni les zones sismiques concernées par l'application de la clause générale de non aggravation applicable aux bâtiments existants. Cependant, le groupe de travail AFPS a interprété le texte pour rester en cohérence avec les

dispositions applicables aux bâtiments neufs. Ainsi, tous les travaux portant sur des bâtiments de même catégorie situés dans une même zone sismique seront soumis de manière identique aux règles de construction parasismique, seul le niveau d'exigence étant différent selon que le bâtiment est neuf ou existant :

		Catégorie de bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Non-aggravation
demandée

Figure 5 : Application de la clause de non-aggravation de la vulnérabilité lors de travaux en fonction de la zone sismique et de la catégorie d'importance

Il n'y a pas d'exigence de mise à niveau sismique d'un bâtiment existant et il n'a pas été fait la demande de la part du maître d'ouvrage de mise aux normes parasismiques. Le principe de base pour le bâti existant est de **ne pas aggraver la vulnérabilité du bâtiment**. Ainsi, les travaux sur l'existant ne doivent affecter le comportement dynamique de l'ouvrage, c'est à dire :

- Ne modifie pas le centre de torsion du bâtiment
- Ne modifie pas la raideur d'un élément. La raideur des éléments n'est pas diminuée. Dans le cas d'un ajout de raideur, il faut prendre en compte la modification du centre de torsion et la redistribution des efforts.
- Ne pas affecter les diaphragmes horizontaux et le comportement monolithique de l'ouvrage.
- Ne pas ajouter de masse par rapport à ce qui est déjà en place

De plus les travaux ne concernent pas les cas suivants :

- Ajout de 30% de surface de plancher
- 30% de plancher supprimé à un niveau
- De manière générale, aucun ajout de niveau

Nous considérons que **le projet actuel entre dans les limites de non aggravation sismique**. Nous ne vérifierons donc pas la structure à l'Eurocode 8-3.

G - RESULTATS - ETAT EXISTANT

G1 - RESULTATS PLANCHERS

Sans connaissance des armatures composant le plancher, nous avons effectué un comparatif des charges avant/après afin de vérifier si la surcharge causée par l'ajout d'une PAC est admissible.

Elément concerné	Moment état existant	Moment état futur	Surcharge
Cas d'une PAC 1.3 T répartie sur un socle béton 3 m x 3 m	3800 daN.m	4640 daN.m	22%
Cas d'une PAC 1.3 T posée sur pieds		4400 daN.m	16%
Cas d'une PAC 1.0 T répartie sur un socle béton 3 m x 3 m		4590 daN.m	21%
Cas d'une PAC 1.0 T posée sur pieds		4250 daN.m	12%

Ainsi, les surcharges causées par la mise en place d'une PAC sont trop importantes pour justifier la pose de ces nouveaux équipements sur le plancher terrasse.

H - CONCLUSION ET ANALYSE

H1 - GENERALITES

Dans un premier temps, le but de la mission était de qualifier l'état structurel de l'ouvrage, caractériser les désordres et de définir l'origine de ceux-là. Pour cela, une inspection visuelle a été réalisée et des investigations ont été effectuées au niveau de la structure du bâtiment.

L'ouvrage est dans un état moyen, les matériaux sont généralement dans un état de vieillissement naturel mise à part les désordres énoncés au chapitre E.

H2 - ANALYSE DES RESULTATS

La modélisation et les calculs nous ont permis d'observer que la mise en place d'une pompe à chaleur directement sur le plancher entraînera des surcharges comprises entre 12% et 22% du chargement existant, selon le scénario de charge retenu.

Il est usuellement admis que l'on peut tolérer une surcharge de 5% de l'existant sans justification calculatoire. Les scénarios étudiés montrent un dépassement de cette valeur dans tous les cas. **Il n'est donc pas possible de justifier la pose des équipements directement sur le plancher.**

Afin de réaliser ce projet malgré tout, nous vous proposons la mise en place de cette solution :

- Faire reposer les équipements sur des **poutres métalliques qui seront exclusivement ancrées dans les murs et/ou acrotères**

Cette méthode est plus amplement décrite au chapitre I1.

H3 - ANALYSE PATHOLOGIQUE

Le récapitulatif des désordres et des solutions de renforcement préconisées sont détaillés dans le tableau ci-dessous

Nature du désordre	Cause probable	Solution de renforcement préconisée
Eclats du béton d'enrobage avec armature apparente et pertes de section minime	Faiblesses ponctuelles de l'enrobage causant une carbonatation des armatures et des éclats de béton	Réparation par méthode traditionnelle
Fissures verticales et horizontales	Fissures de retrait du béton à des points faibles de l'ouvrage	Surveillance de l'évolution des fissures et rebouchage par injection ou calfeutrement si évolution favorable

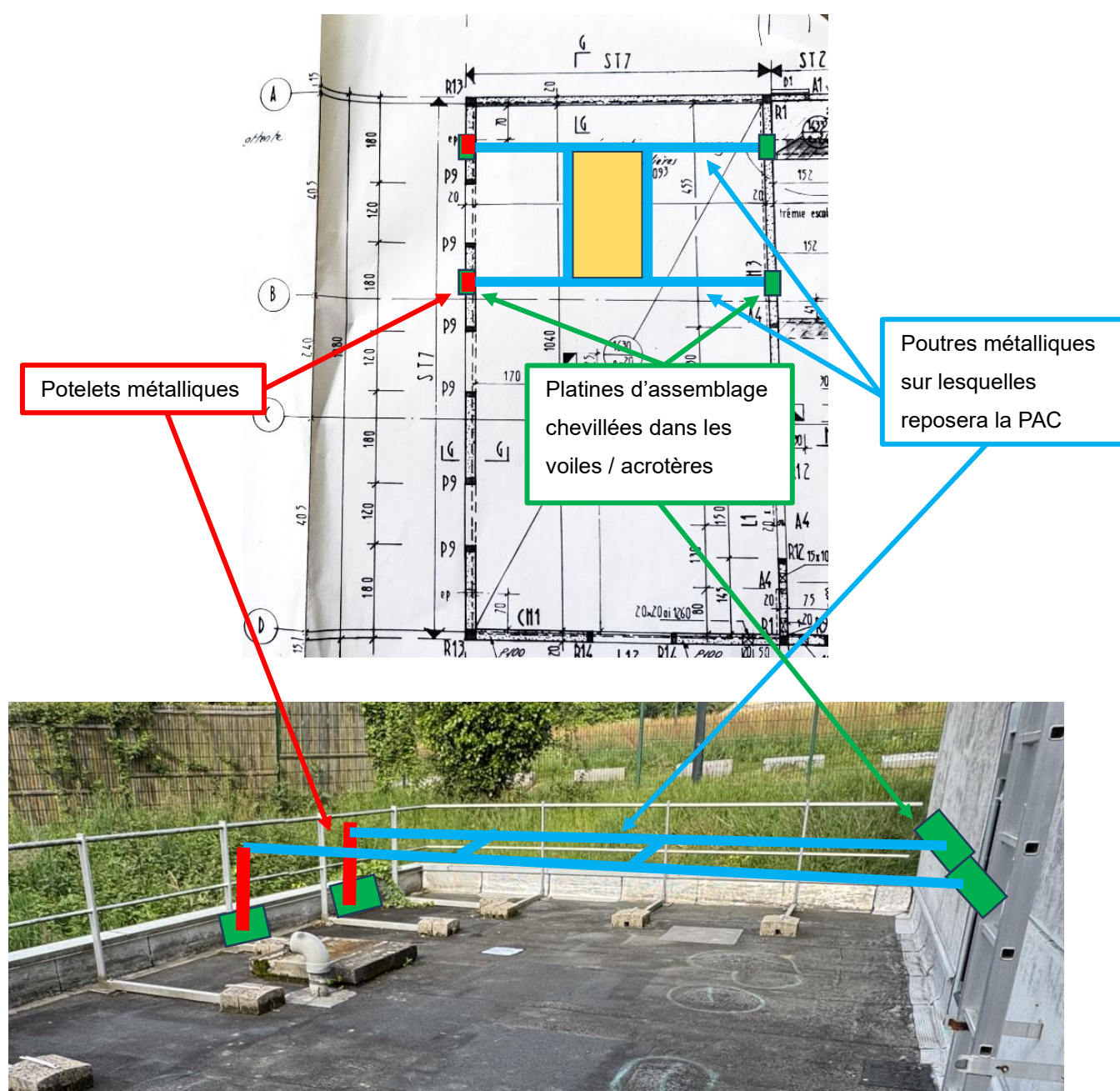
I - PRECONISATIONS

I1 - RENFORCEMENT PAR AJOUT D'UNE STRUCTURE METALLIQUE

Avec cette solution, les équipements reposeront sur des poutres métalliques qui seront, elles, en appui sur les voiles du bâtiment principal et/ou sur les acrotères. L'avantage de cette méthode est de ne pas avoir besoin de réaliser des travaux en intérieur.

Nous préconisons d'éviter de faire reposer les profilés au-dessus des linteaux en façade Sud.

Nous proposons sur le plan ci-dessous un exemple de disposition de la structure :



Des potelets devront être mis en œuvre afin de surélever suffisamment la structure pour permettre l'entretien des machines. Une hauteur de 80 cm sous la PAC est généralement nécessaire.

La disposition de la structure métallique pourra être modifiée ou complétée selon les besoins spécifiques à l'entretien de la future PAC.

Notons que les voiles devront être réparés avant la mise en place de cette structure métallique.

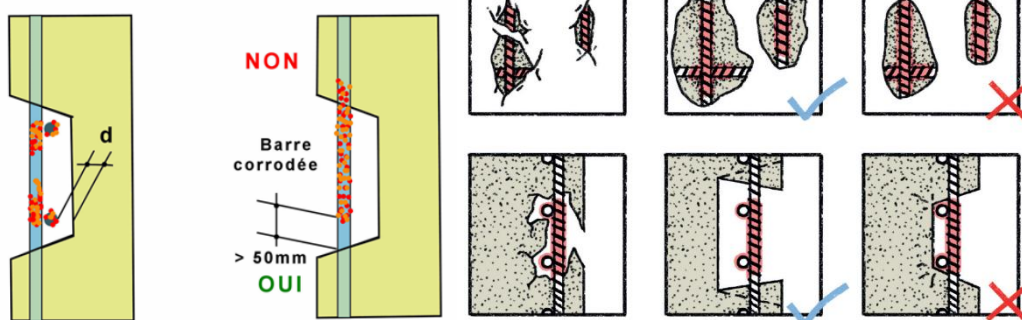
I2 - REPARATION ET TRAITEMENT

1^{ère} Méthode : La réparation traditionnelle

Les bétons seront réparés selon la méthode traditionnelle de réparation des bétons à savoir :

- Purge des bétons pollués (attention – profondeur de carbonatation non déterminée)
- Dégagement des aciers sur tout leur pourtour jusqu'à 2 cm derrière les aciers jusqu'à qu'apparaisse la partie non corrodée sur une longueur d'au moins 50 mm. Les bords des zones purgées pourront être découpés à la scie avec un angle rentrant pour favoriser la tenue du raccord (cf schéma ci-après)
- Elimination de la corrosion dans son intégralité afin d'obtenir un aspect « gris métal » par décapage et brossage soigné ou par des moyens mécaniques de type sablage.
- Remplacement des aciers ayant subis une perte de section trop importante. Pour des barres droites, la longueur de recouvrement est de $50\varnothing$
- Passivation des aciers et reprise du béton d'enrobage
- Mise en place d'un revêtement étanche

Dégagement des barres corrodées



13 - REPARATION DES FISSURES

Pour ces éléments, nous préconisons :

- Une reprise des fissures par injection d'un produit type résine époxy. L'injection aura pour but de recréer une continuité mécanique et assurer une étanchéité entre les parties disjointes
- Pour les micro-fissures (inférieures à 0,2 mm), il conviendra de réaliser un simple calfeutrement qui aura pour but d'assurer uniquement l'étanchéité entre les parties disjointes

Définition des différentes solutions de traitement des fissures :

■ **Injection** : elle a pour but de faire pénétrer dans des fissures un produit susceptible de créer une continuité mécanique et/ou une étanchéité entre les parties disjointes.

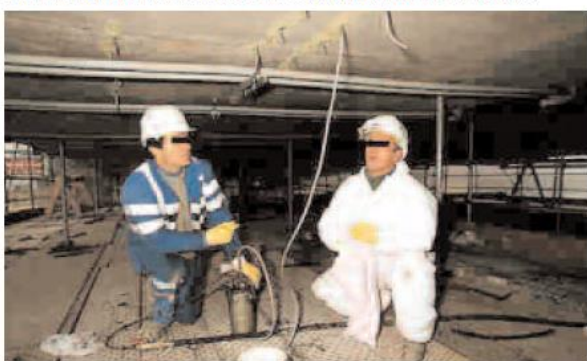


Photo n° 4 : Injection de fissures au pont de Châlons-en-Champagne (crédit photo Séttra)

■ **Calfeutrement** : le traitement de fissures actives ou non par calfeutrement consiste à colmater en profondeur les fissures par un produit plus ou moins souple (mastic ou mortier) pour rétablir une étanchéité à l'air ou à l'eau ou pour empêcher la pénétration de matières solides qui risqueraient de bloquer le mouvement des fissures. Il s'applique donc aux fissures qui ne mettent pas en jeu la résistance de la structure.

■ **Pontage** : le traitement des fissures par pontage et protection localisée consiste à recouvrir en surface des fissures actives ou non pour rétablir une étanchéité à l'air ou à l'eau ou pour empêcher la pénétration de matières solides qui risqueraient de bloquer le mouvement des fissures. Il doit permettre, si nécessaire, la mise en œuvre d'un revêtement de finition. Il s'applique donc aux fissures qui ne mettent pas en jeu la résistance de la structure. Au voisinage immédiat de la fissure, il ne faut pas mettre d'adhésif, de façon à donner à la feuille une capacité d'extension lui permettant de suivre les variations d'ouverture de la fissure.

Il est possible de distinguer trois sortes de familles de produits de pontages et protection localisée :

- les produits de pontage associant une armature en textile et un liant dans lequel l'armature est noyée. L'armature limite les risques de fissuration du liant qui assure la protection ;
- les produits de pontage associant une feuille et un adhésif qui sert à coller les bords de la feuille de part et d'autre de la fissure. Certaines feuilles peuvent être recouvertes par un revêtement de protection compatible ;
- les produits de protection localisée, qui utilisent certains revêtements de protection générale. Ils sont utilisés pour traiter une zone fissurée de surface limitée sans y incorporer d'armature.

Remarque : en cas de fissures soumises à des venues d'eau, des traitements préliminaires sont à effectuer avant de procéder à un calfeutrement ou un pontage.

■ **Joint de dilatation** : la réalisation d'un joint de dilatation fait partie des techniques de traitement de certaines fissures. Elle consiste à exécuter une coupure franche dans la structure permettant de dissocier deux parties aux comportements différents. Elle impose impérativement une étude de la stabilité et de la résistance de l'ensemble de la structure.

■ **Colmatage** : il a pour but l'obturation d'une fissure, vide, interstice ou joint par un remplissage partiel au moyen d'une injection ou de toute autre méthode sur une certaine profondeur et sans élargissement. Il s'agit de la méthode 1.5 « colmatage » visée par l'annexe A.8.2.6 de la norme NF EN1504-10.

■ **Pontage et protection localisée** : ils ont pour but de recouvrir une fissure au moyen d'un produit souple adhérent à la surface du support (revêtement, feuille préfabriquée...) afin de rétablir une étanchéité à l'air ou à l'eau mais sans bloquer les mouvements de la fissure. Pour éviter une rupture du pontage, celui-ci ne doit pas être adhérent à proximité de la fissure (c'est ce que l'on appelle la rupture d'adhérence). Ces traitements sont applicables aux fissures qui n'engagent pas la résistance de la structure. Ils recouvrent le principe 1.4 « colmatage superficiel des fissurations » ou « colmatage local » suivant les termes utilisés dans les normes de la série NF EN1504-**. Le pontage concerne une seule fissure et la protection localisée une zone restreinte avec une ou plusieurs fissures. Le pontage et la protection localisée sont traités dans le GUIDE FABEM 2.

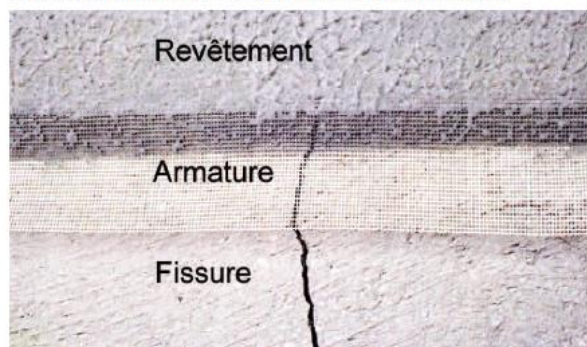
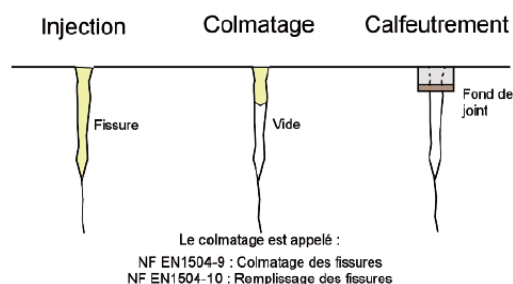


Photo n° 7 : pontage d'une fissure avec incorporation d'une armature (d'après un document Sika relatif au SikaTop107 - crédit photo Sika)

■ **Protection généralisée** : cette technique, qui est traitée dans le GUIDE FABEM 4, consiste à mettre en œuvre sur la surface de la structure non fissurée ou fissurée, sous réserve que les fissures n'engagent pas la résistance de la structure, un revêtement qui ferme les fissures et qui peut remplir d'autres rôles, tels que :

- la protection contre les pénétrations (eau, gaz, agents agressifs...),
- la protection contre des actions physiques (abrasion, érosion, gel/dégel...),
- l'aspect,
- etc.



Choix des produits

3.2

Préparation générale de l'opération

Ouvertures des fissures en mm	Milieu ambiant	Activité	Techniques de traitement	Produits utilisables	Fonctions recherchées	Observations
< 0,1	sec	mortes	peintures, minéralisateurs et consolidants	LHM, PUR, EP, acrylique /PMMA... base silicates et silicates ciment	diminution des porosités de surface	généralement le choix s'oriente vers des produits microporeux
	humide ou humide et ruisselant		nécessite un assèchement lors de la mise en œuvre	LHM, EP, émulsion PUR et EP	cuvelage ou étanchéité	pour utilisation de PUR, l'assèchement doit être strictement contrôlé ; sinon, il y a à redouter des défauts d'adhérence et d'étanchéité
de 0,1 à 0,2	sec	mortes	revêtements	LHM, PUR, EP	fermeture en surface	produits à consistance pâteuse
			injection	PUR, EP	combler un vide	résine très fluide et DPU lente. Des résines étant très diluées, elles présentent une faible résistance
		avec soufflé	revêtements souples	LHM, PUR	couvrir la fissure	produit souple à consistance pâteuse avec une épaisseur en adéquation avec le soufflé
			pontages de surface	EP, PUR	obturation locale de la surface	produit souple armé avec une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure
	humide ruisselant	mortes	injection de blocage + revêtement	gel de silice, hydrogel acrylique /PMMA, gel mixte	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface pérenne	produit réactif de blocage à condition que l'adhérence soit supérieure à la sous-pression ; le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement	hydrogel acrylique /PMMA, PUR	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
de 0,3 à 3	sec	mortes	injection	EP, ciments surbroyés	remplir et assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec soufflé	calfeutrement en engravure	mastic PUR, silicone ou acrylique...	étancher, isoler	la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile si les fissures sont sinueuses
			pontage de surface	PUR, EP	obturation locale de surface	en fonction du soufflé, une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure peut être nécessaire
	humide ruisselant	mortes	injection	gel PUR, acrylique, PMMA, gel mixte, mousse PUR	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement ou pontage	hydrogel acrylique, PMMA, PUR, mousse flexible PUR	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
de 3 à 10	sec	mortes	injection	EP, PUR, ciments surbroyés	remplir, assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec soufflé	calfeutrement en engravure	mastic PUR, silicone ou acrylique...	étancher, isoler	la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile si les fissures sont sinueuses
			pontage de surface	PUR armé, membranes collées	obturation locale de surface	les dimensions de la rupture d'adhérence sont à adapter au soufflé
	humide ruisselant	mortes	injection	mousse rigide PUR, gel mixte, hydrogel ciment...	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement ou pontage	mousse flexible PUR, gel mixte souple, hydrogel souple	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
> 10	sec	mortes	injection	ciments normaux et surbroyés	remplir, assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau
		avec soufflé	mise en place d'un joint de dilatation		ne contraindre pas les mouvements	nécessité d'une étude de la structure pour le choix du joint
	humide ruisselant	mortes	injection	mousse rigide PUR, gel mixte, coulis ciments normaux	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement ou pontage	hydrogel acrylique /PMMA, combinaison gel + Joint + PUR ou hydrogonflants en surface	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé

Tableau n°2 : choix du traitement des fissures en fonction de leur ouverture.

Figure 6 : Extrait guide STRESS, FABEM 2, page 21 - Choix du traitement des fissures en fonction de leur ouverture

Ouvertures des fissures en mm	Milieu ambiant	Activité	Techniques de traitement	Produits utilisables	Fonctions recherchées	Observations
< 0,1	sec	mortes	peintures, minéralisateurs et consolidants	LHM, PUR, EP acrylique /PMMA... base silicates et silicates ciment	diminution des porosités de surface	généralement le choix s'oriente vers des produits microporeux
	humide ou humide et ruisselant		nécessite un assèchement lors de la mise en œuvre	LHM, EP, émulsion PUR et EP	cuvelage ou étanchéité	pour utilisation de PUR, l'assèchement doit être strictement contrôlé ; sinon, il y a à redouter des défauts d'adhérence et d'étanchéité
de 0,1 à 0,2	sec	mortes	revêtements	LHM, PUR, EP	fermeture en surface	produits à consistance pâteuse
			injection	PUR, EP	combler un vide	résine très fluide et DPU lente. Ces résines étant très diluées, elles présentent une faible résistance
		avec soufflé	revêtements souples	LHM, PUR	couvrir la fissure	produit souple à consistance pâteuse avec une épaisseur en adéquation avec le soufflé
			pontages de surface	EP, PUR	obturation locale de la surface	produit souple armé avec une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure
	humide ruisselant	mortes	injection de blocage + revêtement	gel de silice, hydrogel acrylique /PMMA, gel mixte	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface pérenne	produit réactif de blocage à condition que l'adhérence soit supérieure à la sous-pression ; le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement	hydrogel acrylique /PMMA, PUR	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
de 0,3 à 3	sec	mortes	injection	EP, ciments surbroyés	remplir et assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec soufflé	calfeutrement en engravure	mastic PUR, silicone ou acrylique...	étancher, isoler	la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile si les fissures sont sinueuses
			pontage de surface	PUR, EP	obturation locale de surface	en fonction du soufflé, une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure peut être nécessaire
	humide ruisselant	mortes	injection	gel PUR, acrylique, PMMA, gel mixte, mousse PUR	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement ou pontage	hydrogel acrylique, PMMA, PUR, mousse flexible PUR	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
de 3 à 10	sec	mortes	injection	EP, PUR, ciments sur-broyés	remplir, assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec soufflé	calfeutrement en engravure	mastic PUR, silicone ou acrylique...	étancher, isoler	la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile si les fissures sont sinueuses
			pontage de surface	PUR armé, membranes collées	obturation locale de surface	les dimensions de la rupture d'adhérence sont à adapter au soufflé
	humide ruisselant	mortes	injection	mousse rigide PUR, gel mixte, hydrogel ciment...	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement ou pontage	mousse flexible PUR, gel mixte souple, hydrogel souple	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
> 10	sec	mortes	injection	ciments normaux et surbroyés	remplir, assurer une continuité	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau
		avec soufflé	mise en place d'un joint de dilatation		ne contraindre pas les mouvements	nécessité d'une étude de la structure pour le choix du joint
	humide ruisselant	mortes	injection	mousse rigide PUR, gel mixte, coulis ciments normaux	blocage d'une venue d'eau en profondeur et remplissage de continuité	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
		avec soufflé	injection de blocage + revêtement ou pontage	hydrogel acrylique /PMMA, combinaison gel + Joint + PUR ou hydrogonflants en surface	arrêt de venue d'eau + fermeture en surface et résistance aux déformations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le soufflé

Figure 7 : Extrait guide FABEM 3 page 31

Le mode opératoire à suivre suivant le Guide STRESS, FABEM 3, pour la reprise des fissures par **injection** est le suivant :

- Préparation du support
 - Relevé contradictoire des défauts (exemple : humidité, laitance, traces de calcite, algues, moisissures, lichens, balèvres, débris, huiles, graisses, fumées...) de support et des fissures
 - Préparation de la surface du support où sont situées les fissures, de façon à débarrasser le support des diverses salissures qui pourraient gêner l'injection
 - Nettoyage si nécessaires des fissures à l'aide de matériels pour effectuer de légers

repiquages, des brosses, un aspirateur, de l'air comprimé déshuilé, de l'eau sous pression, un décapeur thermique, des détergents...

- Préparation de l'injection
 - Mise en place d'injecteurs et d'évents
 - Essais de contrôle à l'air comprimé déshuilé afin de vérifier la communication entre les injecteurs et les événements
- Réalisation de l'injection
 - Préparation des produits (Possibilité d'utiliser des produits prêts à l'emploi ou de les fabriquer sur le chantier)
 - Conduite de l'injection
 - Travaux de finition



Figure 8 : Exemple d'injection par groupe d'évents