

# GUIDE TECHNIQUE



Recommandations professionnelles sur le chevillage

Mai 2014

Membres de la commission technique « Chevilles » ayant rédigé les recommandations :

- C. MOULINIER (Président) Hilti France SA
- C. DUSSAUGEY (Secrétariat) Cisma
- B. CHERAMY ETANCO S.A.S
- JM. BERG Fischer S.A.S
- V. ROSTAIND SPIT
- PM. GUSMAN RAWL
- X. GUERIN SIMPSON STRONG-TIE
- O. KIEFFER WURTH



Entreprises adhérentes au Cisma en Mai 2014

| <b>Sommaire</b>                                                                                                                                                                                 | <b>Page</b>                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                               | Préambule ..... 4                                                                                      |
| 2                                                                                                                                                                                               | Objectif de ce document ..... 4                                                                        |
| 3                                                                                                                                                                                               | Documents de référence ..... 4                                                                         |
| 4                                                                                                                                                                                               | Réglementation..... 5                                                                                  |
| 4.1                                                                                                                                                                                             | Règlement Produits de la construction UE N° 305/2011 applicable au 1 <sup>er</sup> juillet 2013..... 5 |
| 4.2                                                                                                                                                                                             | Déclaration de performances..... 7                                                                     |
| 4.3                                                                                                                                                                                             | Liste des caractéristiques essentielles pour faire référence à des chevilles..... 7                    |
| 5                                                                                                                                                                                               | Définitions des notions de base ..... 8                                                                |
| 5.1                                                                                                                                                                                             | Béton fissuré / non fissuré ..... 8                                                                    |
| 5.2                                                                                                                                                                                             | Application à usage multiple ..... 11                                                                  |
| 5.3                                                                                                                                                                                             | Application non structurale ..... 13                                                                   |
| 6                                                                                                                                                                                               | Qualification des chevilles selon le type, l'application et le support..... 13                         |
| 6.1                                                                                                                                                                                             | Tableau de synthèse..... 13                                                                            |
| 6.2                                                                                                                                                                                             | Chevilles métalliques et chimiques ( <i>ETAG 001</i> ) ..... 16                                        |
| 6.3                                                                                                                                                                                             | Scellement de fers à béton ( <i>TR 023</i> ) ..... 25                                                  |
| 6.4                                                                                                                                                                                             | Chevilles plastiques ( <i>ETAG 020</i> ) ..... 30                                                      |
| 6.5                                                                                                                                                                                             | Chevilles plastiques pour ETICS ( <i>ETAG 014</i> ) ..... 31                                           |
| 6.6                                                                                                                                                                                             | Chevilles à injection pour maçonnerie ( <i>ETAG 029</i> ) ..... 35                                     |
| 7                                                                                                                                                                                               | Dimensionnement..... 36                                                                                |
| 8                                                                                                                                                                                               | Cas spécifiques..... 37                                                                                |
| 8.1                                                                                                                                                                                             | Tenue au feu ..... 37                                                                                  |
| 8.2                                                                                                                                                                                             | Tenue au séisme ..... 38                                                                               |
| Annexe A Nouveautés concernant les ancrages de sécurité avec toutes les chevilles<br>(Notions communes à <i>annexe C de l'ETAG 001</i> , <i>EOTA TR 029</i> et au <i>pr EN 1992-4</i> )..... 43 |                                                                                                        |
| A.1                                                                                                                                                                                             | Applications couvertes ..... 43                                                                        |
| A.2                                                                                                                                                                                             | Diamètre du trou de passage ..... 43                                                                   |
| A.3                                                                                                                                                                                             | Distribution des charges de cisaillement (paragraphe 4.2.2.1) : ..... 44                               |
| A.4                                                                                                                                                                                             | Charge de cisaillement sans effet de levier (paragraphe 4.2.2.3) : ..... 46                            |
| A.5                                                                                                                                                                                             | Prise en compte de l'angle de la force de cisaillement pour la rupture béton en bord<br>de dalle 46    |
| A.6                                                                                                                                                                                             | Prise en compte de l'excentricité pour la rupture en bord de dalle..... 46                             |
| Annexe B Comparaison des méthodes de dimensionnement des chevilles mécaniques<br>et chevilles à scellement sans implantation variable..... 47                                                   |                                                                                                        |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annexe C Comparaison des méthodes de dimensionnement des chevilles à scellement avec implantation variable ..... | 55 |
| Annexe D <i>ETAG 020</i> relatif aux chevilles plastiques .....                                                  | 64 |
| D.1 Méthode de dimensionnement .....                                                                             | 64 |
| D.2 Béton .....                                                                                                  | 64 |
| Annexe E <i>ETAG 029</i> relatif aux chevilles à scellement pour maçonnerie .....                                | 66 |
| E.1 Méthode de dimensionnement .....                                                                             | 66 |
| E.2 Méthode de conception-calcul A .....                                                                         | 66 |
| E.3 Méthode de conception-calcul B .....                                                                         | 69 |
| Annexe F Dimensionnement au feu selon <i>EOTA TR 020</i> .....                                                   | 69 |
| F.1 Généralités .....                                                                                            | 69 |
| F.2 Vérifications en traction .....                                                                              | 69 |
| F.3 Vérifications en cisaillement .....                                                                          | 70 |
| F.4 Combinaison des charges .....                                                                                | 71 |
| Annexe G Essais sur chantier .....                                                                               | 72 |
| G.0 Introduction .....                                                                                           | 72 |
| G.1 Objet .....                                                                                                  | 72 |
| G.2 But des essais .....                                                                                         | 72 |
| G.3 Essais .....                                                                                                 | 74 |
| G.4 Résultats d'essais .....                                                                                     | 76 |
| G.5 Rapport d'essai .....                                                                                        | 77 |
| Annexe H Plan type d'une Déclaration des Performances DoP .....                                                  | 78 |

## 1 Préambule

Cette version des règles professionnelles tient compte de tous les documents de référence européens disponibles au 18 juillet 2013 et annule et remplace toutes les versions précédentes des recommandations professionnelles sur le chevillage.

Elle remplace la version de Juillet 2013 dans laquelle plusieurs erreurs ont été détectées dans les tableaux 17 et 18. De plus le tableau 9 a été clarifié.

## 2 Objectif de ce document

Ce document présente 5 sections principales :

- Réglementation (paragraphe 4) ;
- Définitions des notions de base (paragraphe 5) ;
- Qualification des chevilles selon le type, l'application et le support (paragraphe 6) ;
- Dimensionnement (paragraphe 7) ;
- Cas spécifiques (paragraphe 8) ;

et 8 annexes pour les détails des sections.

Il a un caractère relativement exhaustif de par la diversité des membres de la commission « Chevilles » Cisma et de leur implication au niveau européen.

Les professionnels français de la construction pourront y trouver le meilleur état de l'art en matière de réglementation, dimensionnement et usage des chevilles métalliques et plastiques pour béton et maçonnerie.

## 3 Documents de référence

Le tableau ci-dessous liste les documents publiés ou à paraître relatifs aux chevilles de sécurité.

**Tableau 1 : Documents publiés relatifs aux chevilles de sécurité**

| Numéro   | Date de la dernière version publiée | Titre                                                                                          |
|----------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ETAG 001 |                                     | Chevilles métalliques pour béton                                                               |
| Partie 1 | Avril 2013                          | Généralités sur les chevilles de fixation                                                      |
| Partie 2 | Avril 2013                          | Chevilles à expansion par vissage à couple contrôlé                                            |
| Partie 3 | Avril 2013                          | Chevilles à verrouillage de forme                                                              |
| Partie 4 | Avril 2013                          | Chevilles à expansion par déformation contrôlée                                                |
| Partie 5 | Avril 2013                          | Chevilles à scellement                                                                         |
| Partie 6 | Octobre 2012                        | Chevilles pour applications par points de fixation multiple pour applications non structurales |
| Annexe A | Avril 2013                          | Précision sur les essais                                                                       |
| Annexe B | Novembre 2006                       | Précisions sur les essais relatifs aux conditions d'emploi admissibles                         |
| Annexe C | Octobre 2010                        | Conception calcul des ancrages                                                                 |
| Annexe E | Avril 2013                          | Evaluation des chevilles métalliques sous actions sismiques                                    |

| Numéro                              | Date de la dernière version publiée | Titre                                                                                                            |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ETAG 014                            |                                     | Chevilles plastiques pour les ETICS                                                                              |
| ETAG 014                            | Février 2011                        | Chevilles plastiques pour systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit                                   |
| ETAG 020                            |                                     | Chevilles plastiques                                                                                             |
| Partie 1                            | Mars 2012                           | Généralités, incluant les annexes suivantes :                                                                    |
| Partie 2                            | Mars 2012                           | Chevilles plastiques pour béton normal                                                                           |
| Partie 3                            | Mars 2012                           | Chevilles plastiques pour maçonnerie pleine                                                                      |
| Partie 4                            | Mars 2012                           | Chevilles plastiques pour maçonnerie creuse                                                                      |
| Partie 5                            | Mars 2012                           | Chevilles plastiques pour béton cellulaire                                                                       |
| Annexe A                            | Mars 2012                           | Détails des essais                                                                                               |
| Annexe B                            | Mars 2012                           | Recommandations pour les essais sur chantiers                                                                    |
| Annexe C                            | Mars 2012                           | Méthodes de conception-calcul des ancrages                                                                       |
| ETAG 029                            |                                     | Chevilles à scellement par injection pour maçonnerie                                                             |
| ETAG 029                            | Avril 2013                          | Cheville à scellement par injection pour maçonnerie                                                              |
| Annexe A                            | Avril 2013                          | Détails des essais                                                                                               |
| Annexe B                            | Avril 2013                          | Recommandations pour les essais sur chantier                                                                     |
| Annexe C                            | Avril 2013                          | Méthode de conception                                                                                            |
| Rapports techniques complémentaires |                                     |                                                                                                                  |
| TR 018                              | Mars 2003                           | Évaluation des chevilles à scellement à couple contrôlé                                                          |
| TR 020                              | Mai 2004                            | Évaluation des chevilles métalliques pour béton en ce qui concerne la résistance au feu                          |
| TR 023                              | Novembre 2006                       | Évaluation des ancrages de fers à béton                                                                          |
| TR 025                              | Juin 2007                           | Détermination de la transmittance thermique des Chevilles Plastiques pour ETICS                                  |
| TR 026                              | Juin 2007                           | Évaluation de la rigidité des têtes de Chevilles Plastiques pour ETICS                                           |
| TR 029                              | Septembre 2010                      | Conception des chevilles à scellement                                                                            |
| TR 045                              | Février 2013                        | Conception calcul des chevilles sous actions sismiques                                                           |
| Pr EN 1992-4                        |                                     |                                                                                                                  |
| prEN 1992-4                         | En cours de révision                | Eurocode 2: Calcul des structures en béton — Partie 4 : Conception et calcul des éléments de fixation pour béton |

Les ETAG vont devenir des DEE (Document d'évaluation européen) sous le règlement UE 305/2011.

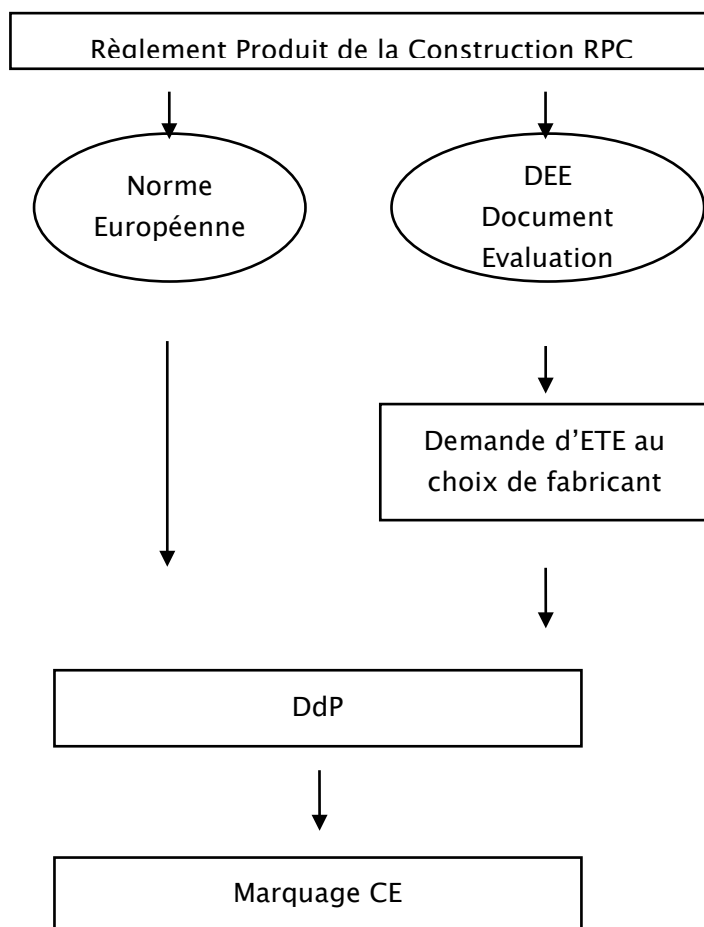
## 4 Réglementation

### 4.1 Nouveau règlement Produits de la construction UE N° 305/2011 applicable au 1<sup>er</sup> juillet 2013

Le règlement remplace la Directive Européenne 89-106 CEE « Produit de la Construction » (DPC) de 1989, et renforce la notion d'engagement du fabricant sur les performances de ses produits. Ce règlement s'applique directement sans avoir besoin d'être transposé en droit national.

Le règlement couvre 7 exigences essentielles :

1. Résistance mécanique et stabilité,
2. Sécurité en cas d'incendie,
3. Hygiène, santé et environnement (extension du champ d'application à l'utilisation, la construction et la déconstruction),
4. Sécurité d'utilisation,
5. Protection contre le bruit,
6. Economie d'énergie et isolation thermique,
7. Utilisation durable des ressources naturelles.



L'harmonisation européenne dont les objectifs sont :

- la libre circulation des produits en Europe et
- l'harmonisation des réglementations techniques des Etats Membres

a conduit à l'adoption de la Directive Européenne, puis du Règlement Européen qui définissent des exigences essentielles et renvoient à des documents techniques pour la conformité.

Dans le cadre de la directive de 1989, des guides ETAG relatifs aux chevilles ont été développées en vue de permettre d'apposer le marquage CE. Voir en chapitre 3 la liste des documents européens publiés. Les guides ETAG en vigueur au 1<sup>er</sup> juillet 2013 seront transformés automatiquement en DEE.

**Tableau 1 : Comparaison des documents spécifiés dans la nouvelle réglementation actuelle et l'ancienne réglementation**

| Ancienne Directive (DPC) avant 1/07/2013 |                                      | Nouveau Règlement (RPC) après 1/07/2013 |                                                         |
|------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Anglais                                  | Français                             | Anglais                                 | Français                                                |
| ETAG                                     | Guide d'ATE                          | EAD<br>(European Assessment Document)   | DEE<br>(Document d'Evaluation Européen)                 |
| ETA<br>(European Technical Agreement)    | ATE<br>(Agrément Technique européen) | ETA<br>(European Technical Assessment)  | ETE <sup>(1)</sup><br>(Evaluation Technique Européenne) |
| Autres,.....                             | /                                    | STD<br>Specific Technical Documentation | DTS<br>Document Technique d'Application                 |
|                                          |                                      | DoP<br>Declaration of Performance       | DdP<br>Déclaration de Performances                      |

- (1) :    – Les ATE restent applicables jusqu'à la fin de leur validité  
           – A ce jour le contenu des ETE n'est pas défini

## 4.2 Déclaration de performances

La déclaration de performances est un outil réglementaire qui engage le fabricant sur l'usage prévu et les performances de son produit. Pour apposer le marquage CE, le fabricant est tenu de déclarer dans la Dop les performances des caractéristiques essentielles sur lesquelles il communique dès l'instant où celles-ci sont dans l'ETE. Une copie de la déclaration de la performance de chaque produit mis à disposition sur le marché est fourni soit sous forme papier ou électronique dans la ou les langues requises dans le pays concerné.

Une proposition de format de Déclaration de performance est fournie en Annexe H.

## 4.3 Liste des caractéristiques essentielles pour faire référence à des chevilles

Les critères importants à prendre en considération pour le choix des caractéristiques essentielles pertinentes sont :

- L'application (structurelle, de sécurité, multiple, isolation ...) voir paragraphe 6.2.2 Tableau 9;
- Le type de chevilles adapté (matériau support, résistance à corrosion, type de charge, feu, sismique ...) voir paragraphe 6.1 Tableau 7 ;

- La méthode de dimensionnement voir paragraphe 7 Tableau 12.

Le marquage CE est le seul marquage qui atteste la conformité du produit de construction avec les performances déclarées correspondant aux caractéristiques essentielles couvertes par l'Evaluation Technique Européenne (ETE).

## 5 Définitions des notions de base

### 5.1 Béton fissuré / non fissuré

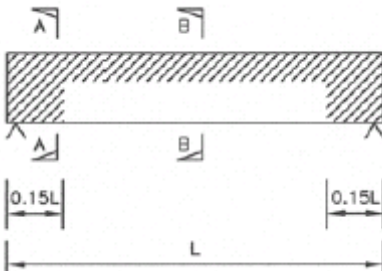
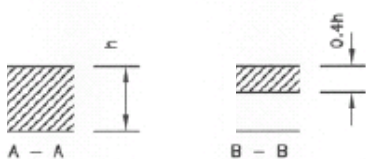
Lors du choix d'une cheville, il est important de connaître la nature du matériau support et s'il s'agit de béton, son état de fissuration. En effet, toutes les chevilles ne sont pas qualifiées pour béton fissuré (voir § 6.2.2).

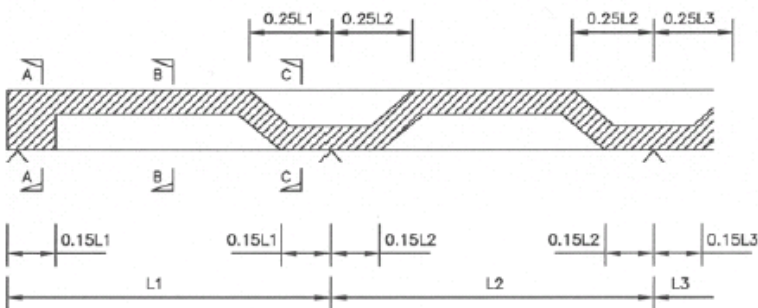
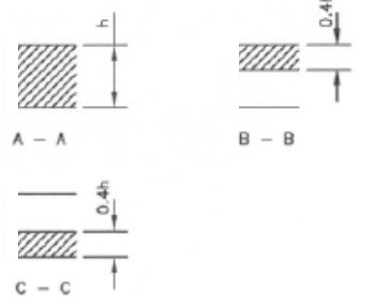
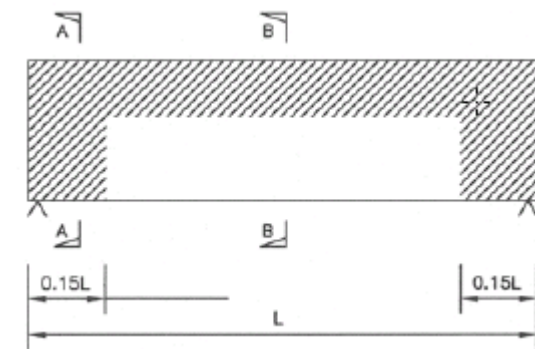
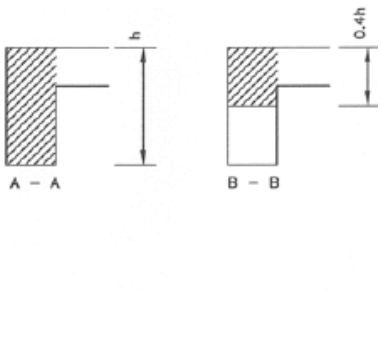
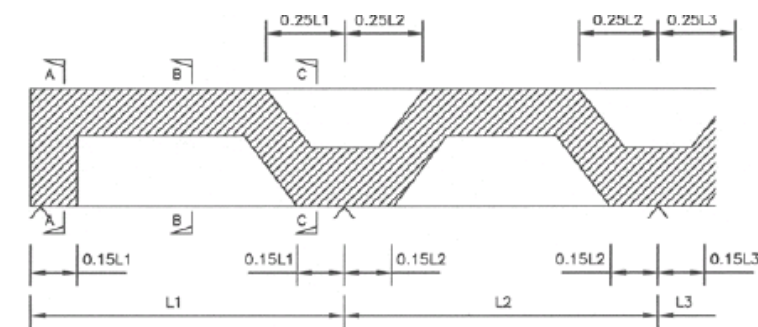
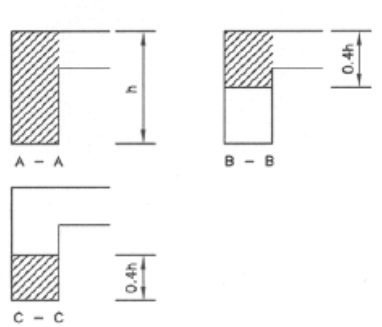
Le tableau ci-après propose quelques précisions sur la localisation des zones de béton non fissuré pour quelques parties d'ouvrages simples dans des conditions géométriques et de chargement spécifiées dans le tableau ci-après.

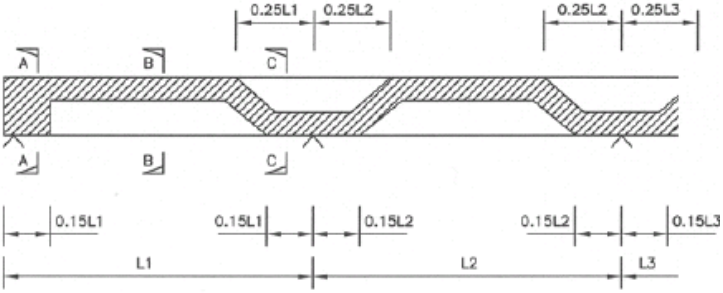
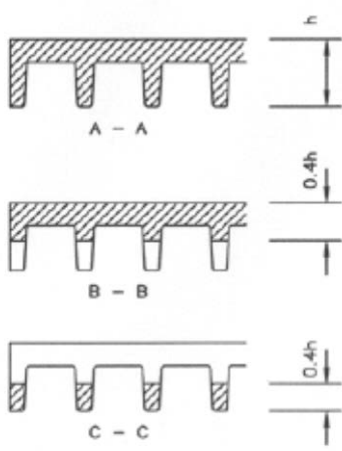
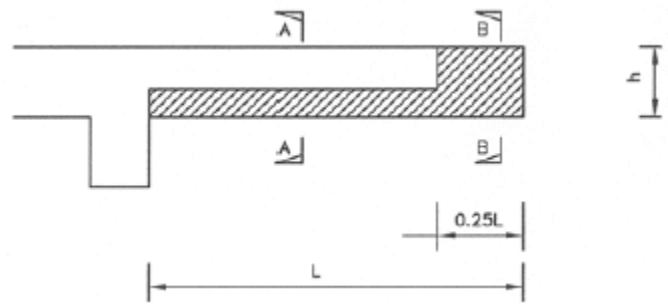
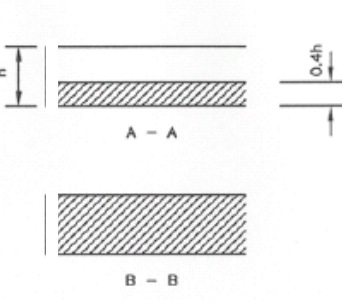
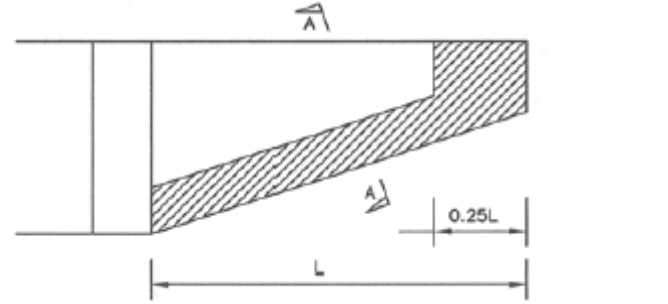
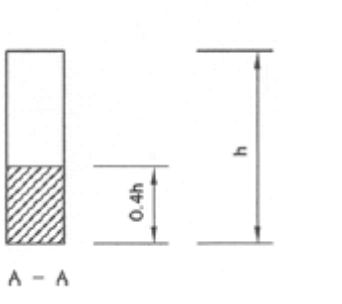
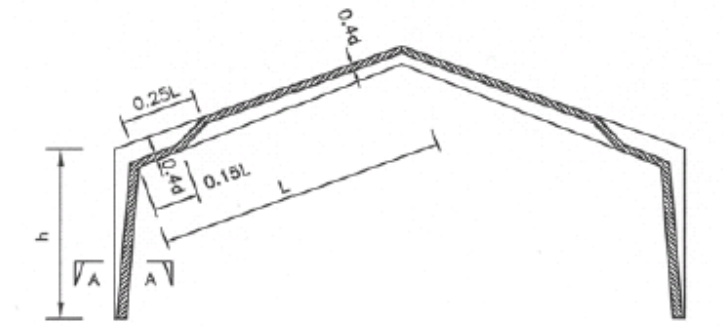
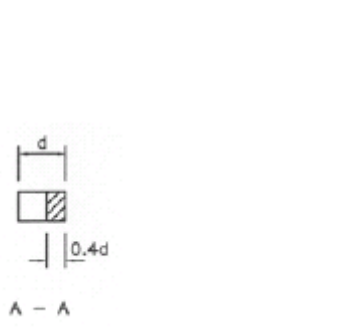
**IMPORTANT** : Il appartient au concepteur de vérifier l'état de fissuration de son ouvrage selon les codes de calculs en vigueur ou de considérer que le béton est fissuré.

Note : Le tableau ci-après est extrait du projet de rapport technique *CEN/TC250/SC2/WG2 "Effect of cracking"*.

**Tableau 2 : Zones de béton fissuré dans les ouvrages**

| Les zones hachurées correspondent aux zones de béton non fissuré |                                                                                     |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Partie d'ouvrage                                                 | Zones de béton non fissuré dans la longueur de la partie d'ouvrage                  | Zones de béton non fissuré dans les sections de la partie d'ouvrage                   |
| Dalle pleine sur appuis simples                                  |  |  |

| Les zones hachurées correspondent aux zones de béton non fissuré |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Partie d'ouvrage                                                 | Zones de béton non fissuré dans la longueur de la partie d'ouvrage                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Zones de béton non fissuré dans les sections de la partie d'ouvrage                   |
| Dalle pleine sur plusieurs appuis                                |  <p>Note : Les longueurs des différentes travées ne doivent pas différer de plus de 15%. Le chargement est principalement uniformément réparti. Aucune différence significative de chargement ne devra apparaître dans les différentes travées et pendant la durée de vie de l'ouvrage.</p>   |    |
| Poutre sur appuis simples                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |
| Poutre sur plusieurs appuis                                      |  <p>Note : Les longueurs des différentes travées ne doivent pas différer de plus de 15%. Le chargement est principalement uniformément réparti. Aucune différence significative de chargement ne devra apparaître dans les différentes travées et pendant la durée de vie de l'ouvrage.</p> |  |

| Les zones hachurées correspondent aux zones de béton non fissuré |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Partie d'ouvrage                                                 | Zones de béton non fissuré dans la longueur de la partie d'ouvrage                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Zones de béton non fissuré dans les sections de la partie d'ouvrage                   |
| Plancher nervuré sur plusieurs appuis                            |  <p>Note : Les longueurs des différentes travées ne doivent pas différer de plus de 15%. Le chargement est principalement uniformément réparti. Aucune différence significative de chargement ne devra apparaître dans les différentes travées et pendant la durée de vie de l'ouvrage.</p> |    |
| Dalle en porte-à-faux                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
| Poutre en porte-à-faux                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| Portique                                                         |  <p>Note : ce schéma suppose que les moments prépondérants sont apportés par les charges permanentes (le vent n'inverse pas les moments des charges permanentes).</p>                                                                                                                     |  |

Le tableau 3 ci-dessous propose une méthode conventionnelle pour la définition des ouvrages ou parties d'ouvrages servant de support à l'ancrage pour lesquels on considère que le béton est, soit non fissuré, soit fissuré.

**Tableau 3 : Classification des ouvrages en fonction de leur probabilité de fissuration**

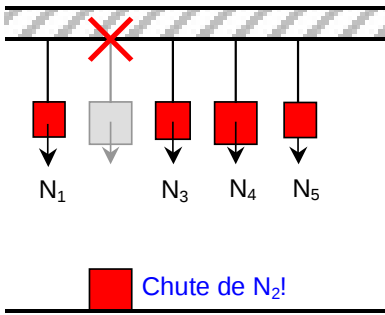
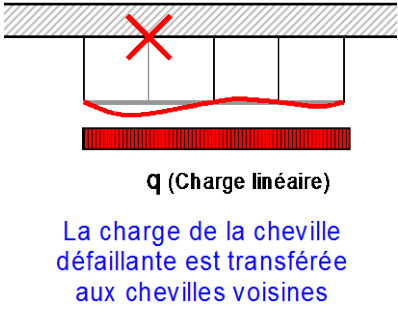
| Ouvrages ou parties d'ouvrage support d'ancrage                                                                                                                                                                                                                                                               | Etat du béton |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Non fissuré   | Fissuré |
| Elément fléchi (dalle, longrine, poutre, panne) :<br>– en béton armé<br>– en béton précontraint *                                                                                                                                                                                                             | X             | X       |
| Mur extérieur de bâtiment :<br>– non armé (selon BAEL) ou avec armature de peau<br>– en béton armé *                                                                                                                                                                                                          | X             | X       |
| Mur intérieur de bâtiment                                                                                                                                                                                                                                                                                     | X             |         |
| Poteau de rive ou d'angle<br>Poteau intérieur                                                                                                                                                                                                                                                                 | X             | X       |
| Dallage radier                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | X       |
| Zones de clavetage d'une construction réalisée à base d'éléments préfabriqués                                                                                                                                                                                                                                 |               | X       |
| Extrémité d'éléments fléchis (ex : nez de balcon en porte à faux)                                                                                                                                                                                                                                             | X             |         |
| Cuvelage                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | X             |         |
| * Dans le cas où le poseur ne peut avoir la connaissance de la nature du béton (précontraint, armé), ce béton sera considéré comme fissuré.<br>Note : Sur prescription du bureau d'étude, le classement peut être modifié (cas par exemple de poteau intérieur participant au contreventement des bâtiments). |               |         |

## 5.2 Application à usage multiple

Il est également important lors du choix d'une cheville de connaître l'application et notamment le type d'usage. En effet, les qualifications de chevilles diffèrent selon que l'application soit à usage unitaire ou multiple (voir § 6.2.2).

Le tableau 4 présente de manière schématique la différence entre usage unitaire et usage multiple.

**Tableau 4 : Schéma de principe application usage unitaire vs usage multiple**

| a) Usage unitaire                                                                                                                | b) Usage multiple                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ruine de la cheville = ruine du système</p>  | <p>Ruine de la cheville <math>\neq</math> ruine du système</p>  <p><math>q</math> (Charge linéaire)</p> <p>La charge de la cheville défaillante est transférée aux chevilles voisines</p> |

Trois critères permettent de définir cette notion d'usage multiple :

$n_1$  = nombre de points de fixation alignés

$n_2$  = nombre de chevilles par points de fixation

$n_3$  = valeur de charge de calcul de la sollicitation à l'état limite ultime quelle que soit sa direction par point de fixation en dessous de laquelle il n'est pas nécessaire de vérifier la rigidité du système. Cette vérification de rigidité permet de prouver qu'en cas de rupture d'un point de fixation, les points voisins reprennent réellement la charge supplémentaire.

Dans tous les cas, l'arrangement des points de fixation doit satisfaire les critères  $n_1$  (nombre de points de fixation) et  $n_2$  (nombre de chevilles par point de fixation). Lorsque, en outre, la valeur de calcul de l'action  $N_{sd}$  est supérieure à la valeur  $n_3$ , il doit être justifié que l'élément fixé est capable de transmettre les efforts appliqués aux chevilles avoisinantes en cas de glissement excessif ou de rupture d'une cheville de fixation.

Note : extrait de l'ETAG 001 partie 6

#### 7.1 Méthodes de conception calcul des ancrages

*L'élément à fixer est conçu de telle manière qu'en cas de glissement excessif ou de ruine d'une cheville, les actions peuvent être transmises aux chevilles voisines, sans violation significative des performances de l'ancrage aux états limites de service et aux états limites ultimes.*

*Compte tenu de sa faible probabilité d'occurrence, cette justification peut être menée en considérant qu'il s'agit d'une situation accidentelle. La justification à mener, qui concerne l'élément fixé, peut donc être conduite en considérant les coefficients partiels de sécurité correspondant aux situations accidentelles, à savoir :*

- 1 pour les actions
- 1,15 pour la résistance du béton

*Les valeurs de  $n_1$ ,  $n_2$  et  $n_3$  sont de la responsabilité de chaque Etat membre et diffèrent selon les chevilles. Les valeurs valides en France sont données au tableau 5.*

**Tableau 5 : Valeurs de n1, n2 et n3 en France**

|                | <i>ETAG 001 partie 6</i><br>(chevilles métalliques et chimiques) | <i>ETAG 020</i> (chevilles plastiques): Deux cas possibles |                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|
| n <sub>1</sub> | ≥ 3                                                              | ≥ 3                                                        | ≥ 4                |
| n <sub>2</sub> | ≥ 1                                                              | ≥ 1                                                        | ≥ 1                |
| n <sub>3</sub> | ≤ 4,5 kN (450 daN)                                               | ≤ 3 kN (300 daN)                                           | ≤ 4,5 kN (450 daN) |

### 5.3 Application non structurelle

Un autre paramètre important pour le choix de la cheville concerne le type d'application entre structurelle et non structurelle (voir § 6.2.2).

Rappel des définitions de la norme *NF EN 1990 : 2003* (Eurocode 0, indice de classement P 06–100–1)

Structure : assemblage de pièces conçu pour supporter des charges et assurer un degré suffisant de rigidité

Élément structural : partie d'une structure, identifiable physiquement, par exemple une colonne, une poutre, une dalle, un pieu de fondation

Système structural : éléments porteurs d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil, et la manière selon laquelle ils fonctionnent ensemble

Ces définitions très théoriques permettent difficilement dans la pratique de déterminer ce qui est structural de ce qui ne l'est pas. Le tableau 9 donne des exemples d'application à titre indicatif.

## 6 Qualification des chevilles selon le type, l'application et le support

### 6.1 Tableau de synthèse

De très nombreux textes régissent la qualification des chevilles et leur dimensionnement. Le tableau 7 synthétise quel document est applicable pour quelle cheville et quelle application.

**Tableau 7 : Tableau de synthèse**

| Référentiel <sup>1)</sup> |                                                                  | Critère de choix |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|----------|---|--|--|
|                           |                                                                  | ETAG 001 P1      | ETAG 001 P2<br>opt 1 à 6 | ETAG 001 P2<br>opt 7 à 12 | ETAG 001 P3<br>opt 1 à 6 | ETAG 001 P3<br>opt 7 à 12 | ETAG 001P4<br>opt 1 à 6 | ETAG 001P4<br>opt 7 à 12 | ETAG 001P5<br>opt 1 à 6 | ETAG 001P5<br>opt 7 à 12 | ETAG 001 P6 | ETAG 001 -<br>Annexe E | TR 018 | TR 020 | TR 023 | TR 029 | TR 045 | ETAG 014 | ETAG 020 P1 | ETAG 020 P2 | ETAG 020P3 | ETAG 020P4 | ETAG 020 P5 | ETAG 029 |   |  |  |
| Matériau support          | Béton fissuré ou non fissuré                                     | X                | X                        |                           | X                        |                           | X                       |                          | X                       |                          | X           | X                      | X      | X      |        | X      | X      | X        | X           | X           |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Béton non fissuré uniquement                                     | X                |                          | X                         |                          | X                         |                         | X                        |                         | X                        |             |                        |        |        |        |        |        |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Maçonnerie pleine                                                |                  |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        | X        | X           |             | X          |            |             | X        |   |  |  |
|                           | Maçonnerie creuse                                                |                  |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        | X        | X           |             |            | X          |             | X        |   |  |  |
|                           | Béton cellulaire                                                 |                  |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        | X        | X           |             |            |            | X           | X        |   |  |  |
|                           | Béton d'agréats légers                                           |                  |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        | X        | X           |             |            |            |             |          | X |  |  |
| Type de chevilles         | Expansion par vissage                                            | X                | X                        | X                         |                          |                           |                         |                          |                         | X                        | X           |                        | X      |        |        |        | X      |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Verrouillage de forme                                            | X                |                          |                           | X                        | X                         |                         |                          |                         | X                        | X           |                        | X      |        |        |        | X      |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Expansion par déformation                                        | X                |                          |                           |                          |                           | X                       | X                        |                         | X                        |             |                        | X      |        |        |        |        |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Scellement de tiges filetées (a)                                 | X                |                          |                           |                          |                           |                         |                          | X                       | X                        | X           | X                      |        |        |        | X      | X      |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Scellement de douilles taraudées (b)                             | X                |                          |                           |                          |                           |                         |                          | X                       | X                        | X           | X                      |        |        |        |        | X      |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Scellement de fers à béton (c)                                   | X                |                          |                           |                          |                           |                         |                          | X                       | X                        |             |                        |        |        | X      | X      |        |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Scellements d'éléments de fixation à profondeur variable (a,b,c) | X                |                          |                           |                          |                           |                         |                          | X                       | X                        |             |                        |        |        |        | X      |        |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Scellements d'éléments de fixation à couple contrôlé             | X                |                          |                           |                          |                           |                         |                          | X                       | X                        |             |                        | X      |        |        |        |        |          |             |             |            |            |             |          |   |  |  |
|                           | Plastique                                                        |                  |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        | X        | X           | X           | X          | X          | X           |          |   |  |  |
|                           | Métalliques à injection                                          |                  |                          |                           |                          |                           |                         |                          |                         |                          |             |                        |        |        |        |        |        |          |             |             |            |            |             | X        |   |  |  |

|                     |                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|---------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
|                     | (+ tamis)                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| Type d'applications | Application unitaire              | X | X | X | X | X | X | X | X | X |   | X | X | X |   | X | X |   |   |   |   |   |   |  | X |
|                     | Non structurelle multiple         | X |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X | X | X |  |   |
|                     | Reprise de fers à béton selon EC2 | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|                     | Résistance au feu                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |   |   | X |   | X | X | X | X | X |  |   |
|                     | Résistance au séisme              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |

Voir § 8.2 du présent document

1) Les titres des documents cités sont donnés au § 3.

Note : La commission technique Chevilles Cisma recommande des chevilles sous ATE dans le cas d'applications de sécurité (risque en vie humaine, conséquences économiques graves ou aptitude de l'ancrage à remplir sa fonction). Dans le cas contraire, se référer à la documentation du fabricant.

## 6.2 Chevilles métalliques et chimiques (ETAG 001)

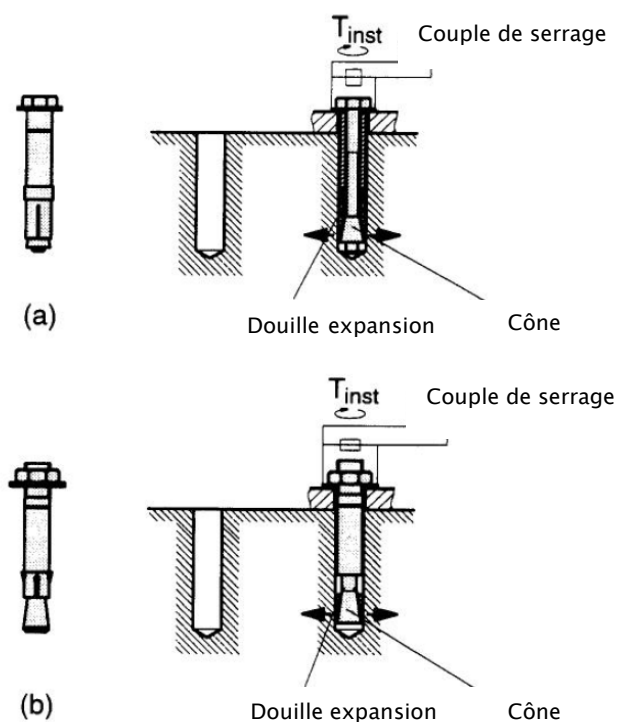
### 6.2.1 Généralités

Les chevilles métalliques et chimiques sont couvertes par le guide *ETAG 001*.

- La partie 1 couvre les généralités.

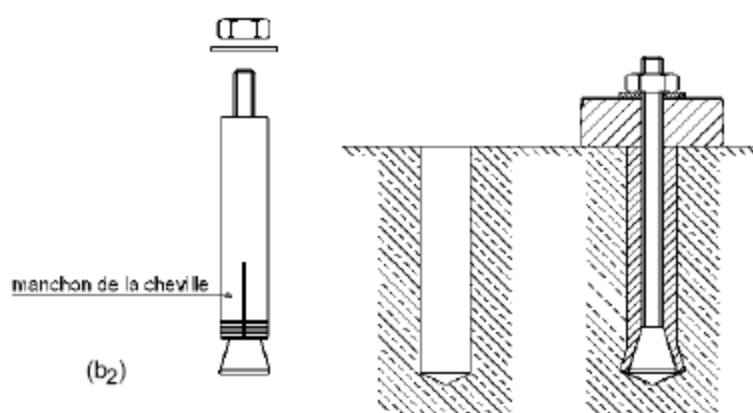
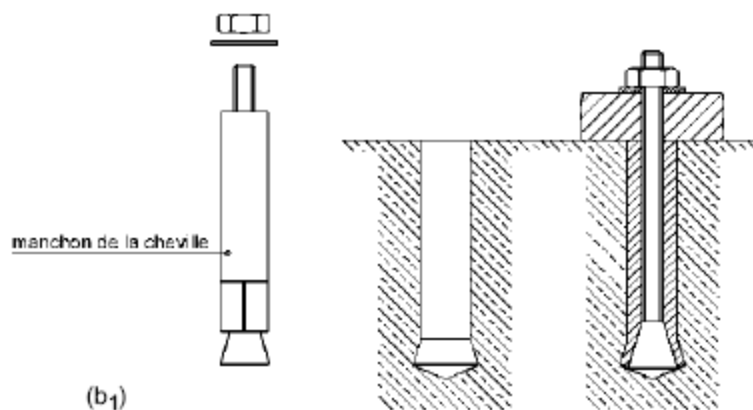
Les parties suivantes couvrent les différentes familles de chevilles :

- Partie 2 : Cheville à expansion par vissage à couple contrôlé : Cheville pour laquelle la douille est expansée par un élément d'expansion. L'expansion est réalisée par l'application d'un couple de serrage sur la vis ou sur l'écrou. La vis ou l'ensemble tige filetée et écrou font partie intégrante de la cheville. L'ancrage est réalisé au moyen de ce couple.

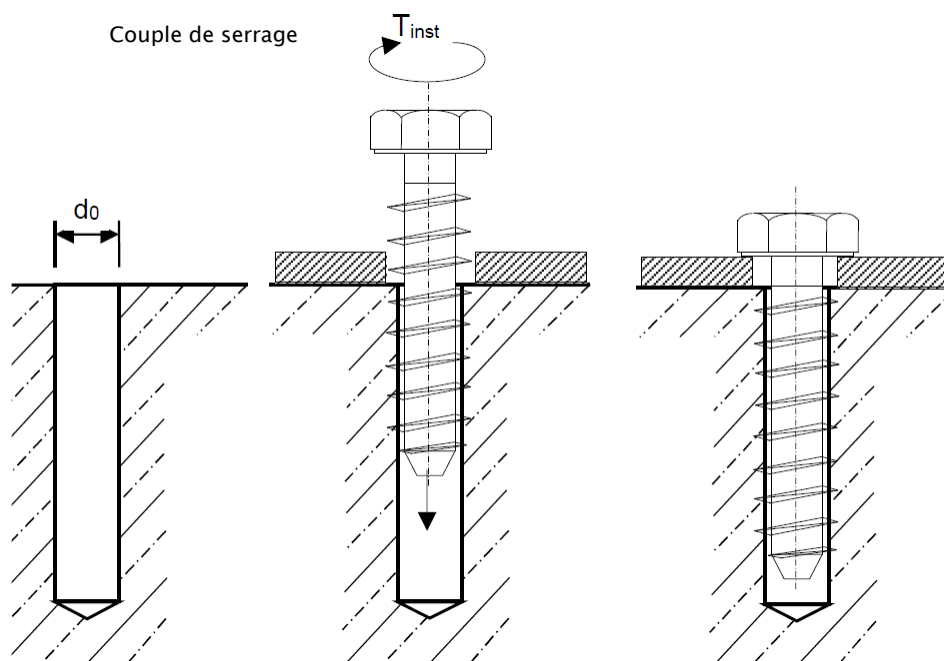


- Partie 3 : Cheville à verrouillage de forme : Cheville ancrée par un verrouillage mécanique obtenu grâce à un évidement créé dans le béton. Cet évidement est :
  - o soit réalisé à l'aide d'un foret spécial après forage du trou cylindrique et avant la mise en place de la cheville,
  - o soit réalisé par la cheville elle-même pendant sa mise en place dans le trou cylindrique.

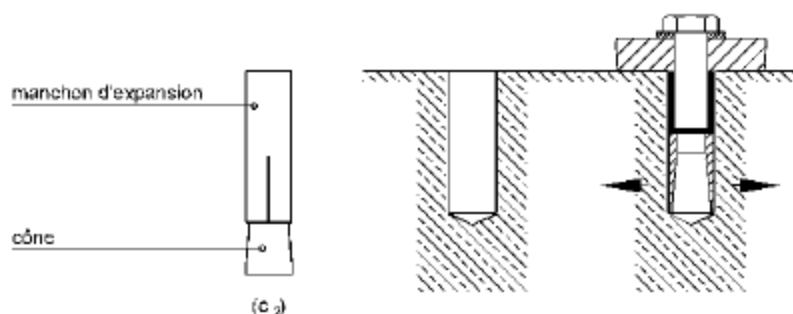
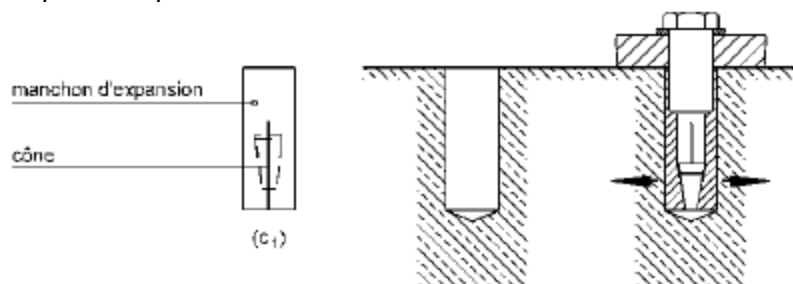
La partie 3 couvre également les vis à béton.



(b) Exemple de chevilles à verrouillage de forme  
(3<sup>e</sup> partie)

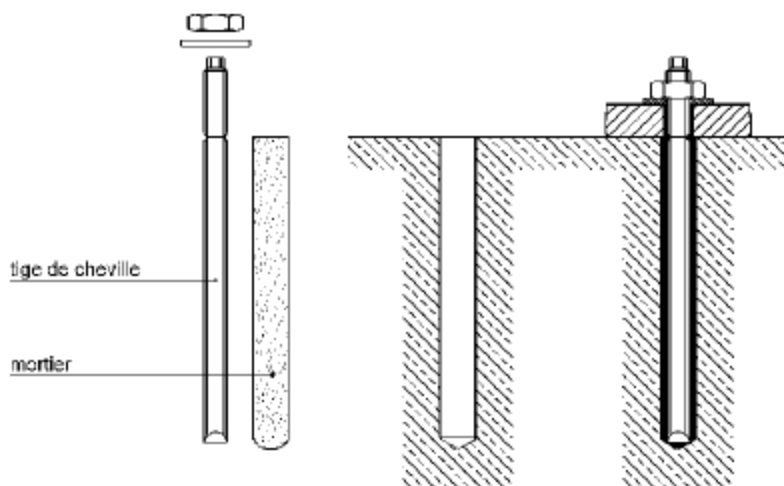


- Partie 4 : Cheville à expansion par déformation contrôlée (à expansion par frappe) : Cheville pour laquelle la douille est expansée en y introduisant l'élément d'expansion par frappe. L'ancrage est réalisé par le déplacement de cet élément.



c) Exemple de chevilles à expansion par déformation contrôlée (4<sup>e</sup> partie)

- Partie 5 : Cheville à scellement (chevillage et scellement de fers à béton) : Cheville ancrée par scellement de la tige d'ancrage ou du fer d'armature dans un trou foré, à l'aide d'un mortier (mortier-colle à base de résine par exemple). L'ancrage est réalisé par l'intermédiaire de la tige d'ancrage ou du fer d'armature.



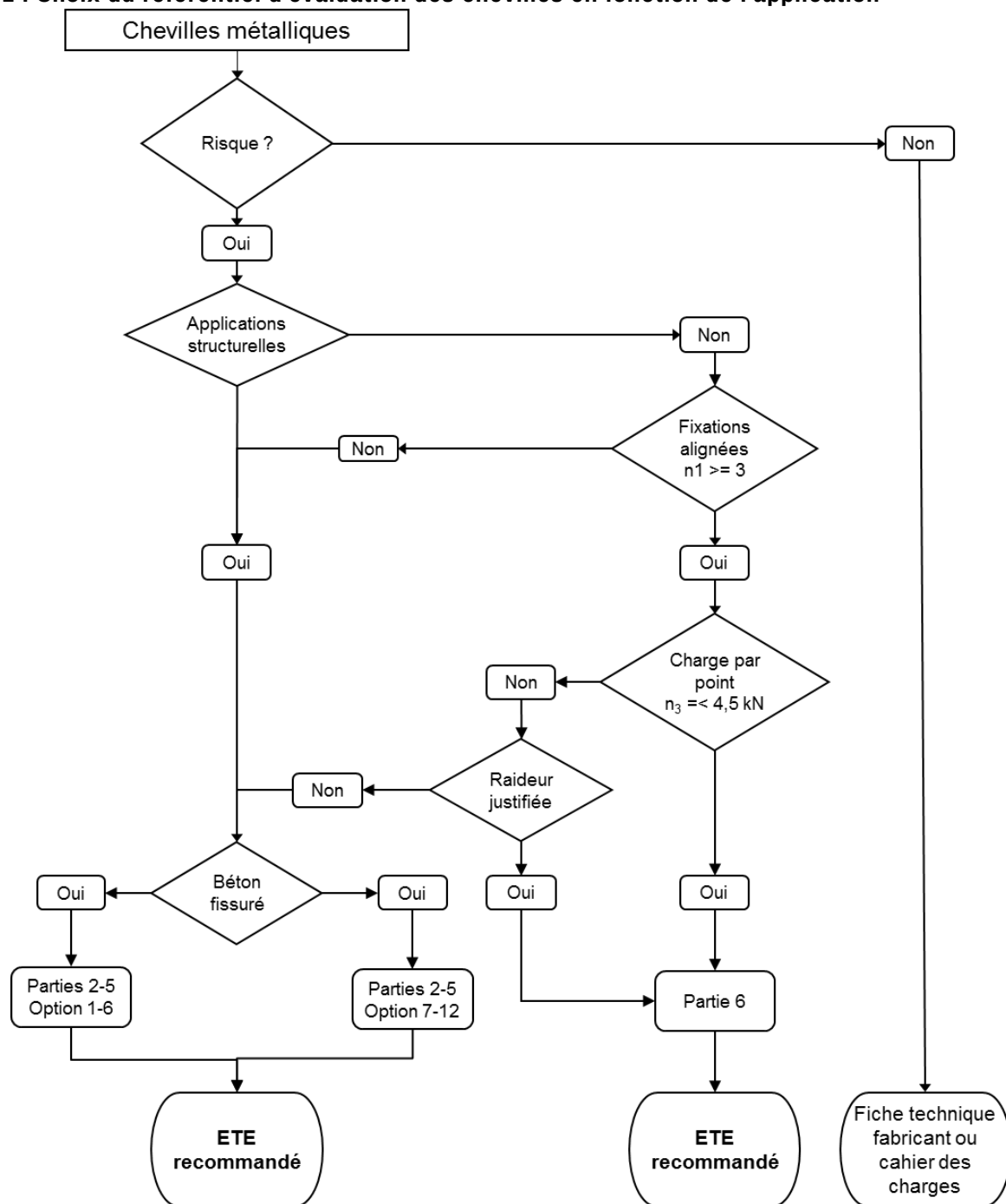
d) Exemple de chevilles à scellement (5<sup>e</sup> partie)

- La partie 6 couvre tous les types de chevilles pour application non structurale à usage multiple (voir § 5.2 et 5.3 pour les définitions et le § 6.2.2 pour les interactions entre les différentes parties du guide ETAG 001).

### **6.2.2 Sélection des produits en fonction du type d'ancrage et de l'application**

La définition des notions de base utilisées est donnée en § 5.

La figure 1 présente sous forme de logigramme les questions à se poser avant de sélectionner une cheville pour une application donnée dans le béton.

**Figure 1 : Choix du référentiel d'évaluation des chevilles en fonction de l'application****Rappel :**

$n_1$  = nombre de points de fixation alignés

$n_2$  = Nombre de chevilles par point de fixation

$n_3$  = valeur de charge de calcul de la sollicitation quelle que soit sa direction par point de fixation en dessous de laquelle il n'est pas nécessaire de vérifier la rigidité du système. Cette vérification de rigidité permet de prouver qu'en cas de rupture d'un point de fixation, les points voisins reprennent réellement la charge supplémentaire.

Note : Dans tous les cas, l'arrangement des points de fixation doit satisfaire les critères  $n_1$  (nombre de points de fixation) et  $n_2$  (nombre de chevilles par point de fixation). Lorsque, en outre, la valeur de calcul de l'action  $N_{sd}$  est supérieure à la valeur  $n_3$ , il doit être justifié que l'élément fixé est capable de transmettre les efforts appliqués aux chevilles avoisinantes en cas de glissement excessif ou de rupture d'une cheville de fixation,. Compte tenu de sa faible probabilité d'occurrence, cette justification peut être menée en considérant qu'il s'agit d'une situation accidentelle. La justification à mener, qui concerne l'élément fixé, peut donc être conduite en considérant les coefficients partiels de sécurité correspondant aux actions accidentelles, à savoir 1 pour les actions et 1,15 pour le béton (voir § 5.2).

Le tableau 8 montre les différentes interactions entre les différentes parties du guide *ETAG 001* et la figure 1 présente un logigramme pour déterminer quelle qualification est nécessaire en fonction de l'application.

**Tableau 8 : Interaction entre les différentes parties du guide ETAG 001**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Applications structurales ou applications non structurales autres que par points de fixation multiples |                                                     | Applications non structurales par points de fixation multiples |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Béton fissuré                                                                                          | Béton non fissuré                                   | Béton fissuré et non fissuré                                   |
| Cheville mécanique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Partie 2, 3 ou 4 <sup>1) 2)</sup><br>Options 1 à 6                                                     | Partie 2, 3 ou 4 <sup>1) 2)</sup><br>Options 7 à 12 | Partie 6 <sup>3)</sup>                                         |
| Cheville à scellement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Partie 5 <sup>1) 2)</sup><br>options 1 à 6                                                             | Partie 5 <sup>1) 2)</sup><br>options 7 à 12         |                                                                |
| <p>1) Une cheville évaluée selon le guide <i>ETAG 001 Parties 2 à 5</i> avec une option 1 à 6 est également utilisable pour des applications de la Partie 6 (non structurales par points de fixations multiples). La réciproque n'est pas vraie.</p> <p>2) Une cheville évaluée selon le guide <i>ETAG 001 Parties 2 à 5</i> avec une option 7 à 12 (béton non fissuré) n'est pas utilisable directement pour les applications de la <i>Partie 6</i> (non structurales par points de fixations multiples).</p> <p>3) L'utilisation de chevilles <i>Partie 6</i> est conditionnée par les exigences du domaine d'emploi (nombre de points de fixation, nombre de chevilles par point de fixation, charge par point de fixation, raideur de l'élément supporté).</p> |                                                                                                        |                                                     |                                                                |

Le tableau 9 a été construit en utilisant le logigramme de la figure 1 au § 6.2.2 pour chacune des applications listées (les colonnes « sécurité », « domaine structural » et « redondance » donnent les réponses aux questions du logigramme).

Les informations données dans ce tableau sont limitées au choix des chevilles à utiliser sans préjuger des règles de conception des applications citées.

La *Partie 6* de l'*ETAG 001* ou l'*ETAG 020* ne peuvent être utilisées que si l'application est une application non structurale à usage multiple. L'*ETAG 029* peut s'appliquer pour toute application pour laquelle une cheville sous guide 001 ou 020 est acceptée.

**Tableau 9 : Liste des applications**

| N° | Applications                                                                                          | Documents de référence de l'application (non exhaustifs) | Sécurité | Domaine structurel | Redondance (respect des valeurs de $n_1$ , $n_2$ et $n_3$ ) |           | Guide ETAG 001                         | Guide ETAG 020 applicable |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|---------------------------|
|    |                                                                                                       |                                                          |          |                    | Unitaire                                                    | Multiplie |                                        |                           |
| 1  | Elément d'ancrage pour structures                                                                     | Eurocodes                                                | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 2  | Poteau de structure<br>Platine d'ancrage                                                              | Eurocodes                                                | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 3  | Auvent métallique sur poteaux                                                                         | Eurocodes                                                | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 4  | Appui de charpente liaison poutre bois / structure béton                                              | EN 1995-1-1                                              | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 5  | Structure de charpente fixée par consoles sur mur                                                     | EN 1995-1-1                                              | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 6  | Reprise de structure existante par ancrage sur nouveau support                                        | EN 1992-1-1                                              | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 7  | Ancrage de fers en attente                                                                            | EN 1992-1-1                                              | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Partie 5                               | Non                       |
| 8  | Charpente bois fixée directement sur radier béton                                                     | EN 1995-1-1                                              | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 9  | Ossature métallique fixée sur le béton sauf bardage                                                   | EN 1993-1-1                                              | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 10 | Pierre naturelle ou revêtement de façades préfabriqué sur patte agrafe fixée sur béton, sans ossature | DTU 55.2<br>DTU 20.1                                     | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 11 | Verrière en encorbellement                                                                            |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 12 | Support temporaire de structure                                                                       | EN 12812<br>EN 12881-1                                   | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 13 | Balcon sur consoles en porte à faux fixé sur structure béton                                          | Eurocodes                                                | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 14 | Installation de défense incendie type Sprinkler                                                       | ISO 6182-11<br>R1 APSAD<br>NF E 12-845                   | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 15 | Réseaux lourds suspendus pour l'industrie chimique                                                    | NF EN 15608                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Parties 2 à 6 (au choix du concepteur) | Au choix du concepteur    |
| 16 | Garde-corps accessibles au public                                                                     | NFP 06-111-2 (A1)<br>NF P 01-012                         | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
|    | Garde-corps industriels                                                                               | NF E 85-015                                              | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
|    | Garde-corps pour ponts et ouvrages d'art                                                              | XP 98-405                                                | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
|    | Garde-corps pour stade et salle de spectacles                                                         | NF EN 13200-3                                            | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 17 | Main courante                                                                                         | NF P 01-012                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 18 | Bardage sur ossature bridée                                                                           | Cahier CSTB                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |

| N°     | Applications                                                                     | Documents de référence de l'application (non exhaustifs) | Sécurité | Domaine structurel | Redondance (respect des valeurs de $n_1$ , $n_2$ et $n_3$ ) |           | Guide ETAG 001                         | Guide ETAG 020 applicable |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|---------------------------|
|        |                                                                                  |                                                          |          |                    | Unitaire                                                    | Multiplie |                                        |                           |
|        |                                                                                  | N°3194 / 3316/ 3725                                      |          |                    |                                                             |           |                                        |                           |
| 18 bis | Bardage sur ossature librement dilatable                                         | Cahier CSTB N°3194 / 3316/ 3725                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 6 (au choix du concepteur) | Au choix du concepteur    |
| 19     | Echafaudage sur pied                                                             | NF EN 12811-1                                            | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 20     | Echafaudage suspendu                                                             | NF EN 12811-1                                            | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 21     | Mur de parement en briques                                                       | NF EN 845-1                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 22     | Barrière de sécurité                                                             | NF P98-420                                               | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 23     | Glissière de sécurité                                                            | NF P 98-410<br>NF P 98-411<br>NF P98-412<br>NF P98-413   | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 24     | Echelles de secours                                                              |                                                          | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 25     | Candélabres                                                                      | NF EN 40-3-1<br>NF EN 40-3-2<br>NF EN 40-3-3             | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 26     | Matériel de levage, palans                                                       | NF EN 14492-1<br>NF EN 14492-2,<br>NF ISO 16625          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 27     | Matériel de levage, monorails fixés au plafond                                   | NF EN 14492-2                                            | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 28     | Equipements divers fixés aux murs, p.ex. paraboles, antennes, luminaires, relais |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 29     | Rail de portes coulissantes                                                      | NF EN 1527                                               | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 30     | Marquise                                                                         |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 31     | Pont élévateur pour voitures fixé sur radier béton                               | NF EN 1570-1                                             | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 32     | Hampes de drapeaux                                                               |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 33     | Enseignes (1 ou 2 suspentes)                                                     |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 34     | Enseignes (au moins 3 suspentes)                                                 |                                                          | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6                               | Oui                       |
| 35     | Climatiseurs fixés sur consoles (moins de 3 consoles)                            | NF EN 14511-1<br>NF EN 15218                             | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |
| 36     | Groupe de ventilation fixé au plafond                                            |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5                          | Non                       |

| N° | Applications                                                       | Documents de référence de l'application (non exhaustifs)                 | Sécurité | Domaine structurel | Redondance (respect des valeurs de $n_1$ , $n_2$ et $n_3$ ) |           | Guide ETAG 001 | Guide ETAG 020 applicable |
|----|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|----------------|---------------------------|
|    |                                                                    |                                                                          |          |                    | Unitaire                                                    | Multiplie |                |                           |
| 37 | Echelles de stockage (rack)                                        | NF E 85-016                                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 38 | Tuyauteries suspendues : distribution et évacuation                | NF EN 1057<br>NF EN 12115<br>NF EN 15012<br>NF EN 1329-1<br>NF EN 1566-1 | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 39 | Réseaux horizontaux fixés sur murs                                 | NF P 52-305 (DTU65.10)<br>NF EN 1329-1<br>NF EN 1566-1                   | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 40 | Réseaux lourds sur supportage acier fixé sous plancher             | NF DTU 60.5                                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 41 | Réseaux eaux en tubes cuivre suspendus                             | NF DTU 60.5                                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 42 | Plafonds suspendus                                                 | NF P68-202 (DTU25.231)<br>NF DTU 58.1                                    | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 43 | Cadre de menuiseries extérieures (dormants)                        | NF P23-305<br>NF P24-301<br>NF DTU 36.5                                  | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 44 | Passerelles de maintenance suspendues                              | NF EN ISO 14122-2<br>NF E 85-014                                         | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 45 | Passerelles de maintenance en porte à faux (sur console)           |                                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5  | Non                       |
| 46 | Abris de voiture fixés sur la structure                            |                                                                          | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5  | Non                       |
| 47 | Escalier de service fixé sur mur                                   |                                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5  | Non                       |
| 48 | Chemins de câbles suspendus                                        | UTE C 15-520                                                             | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 49 | Gaine de ventilation suspendue                                     | Résistance matériaux                                                     | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 50 | Structure métallique pour conduite de fumée fixée sur mur en béton | Résistance matériaux                                                     | Oui      | Oui                | X                                                           |           | Parties 2 à 5  | Non                       |
| 51 | Rails de guidage d'ascenseurs                                      | NF EN 81-1<br>NF EN 81-2                                                 | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |
| 52 | Monte escalier pour personne à mobilité réduite                    | NF EN 81-41                                                              | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6       | Oui                       |

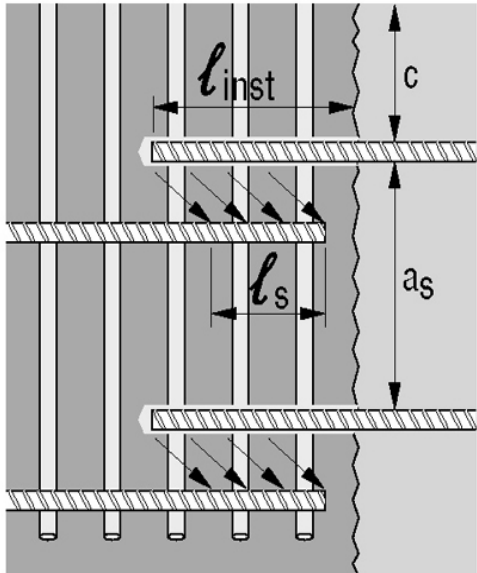
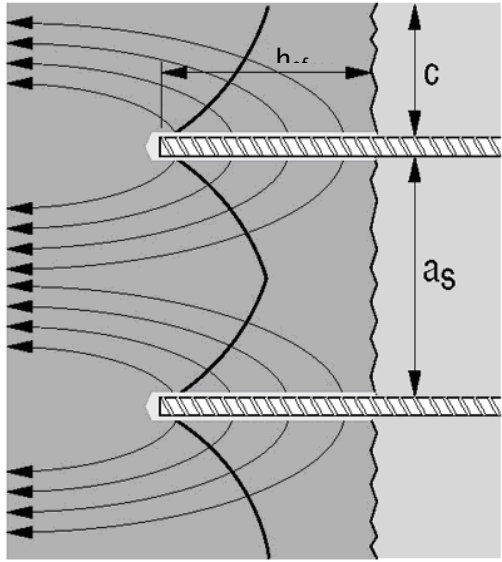
| N° | Applications                                                   | Documents de référence de l'application (non exhaustifs) | Sécurité | Domaine structurel | Redondance (respect des valeurs de $n_1$ , $n_2$ et $n_3$ ) |           | Guide ETAG 001      | Guide ETAG 020 applicable |
|----|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|---------------------------|
|    |                                                                |                                                          |          |                    | Unitaire                                                    | Multiplie |                     |                           |
| 53 | Equipements lourds fixés sur murs, p.ex. chauffe-eau, citernes |                                                          | Oui      | Non                | X                                                           |           | Parties 2 à 5       | Non                       |
| 55 | Fixation de consoles d'étagères                                |                                                          | Non      | Non                |                                                             |           | CE pas nécessaire   |                           |
| 56 | Rail pour portes coulissantes / pliantes fixées sur mur        | EN 1527                                                  | Non      | Non                |                                                             |           | CE pas nécessaire   |                           |
| 57 | Radiateurs fixés au sol / au mur                               |                                                          | Non      | Non                |                                                             |           | CE pas nécessaire   |                           |
| 58 | Convoyeurs fixés au sol                                        | NF-EN 15512<br>NF EN 15620                               | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6            | Oui                       |
| 59 | Colonne montante eau                                           |                                                          | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6            | Oui                       |
| 60 | Barrières de séparation de trafic (délinéateur)                | NF P 98-431,<br>NF P 98-432,<br>NF P 98-433              | Non      | Non                |                                                             |           | CE pas nécessaire   |                           |
| 61 | Glissières anti-choc (protection d'immeuble)                   | NF EN 1317-2, NF EN 1317-5,<br>circulaire 88-49          | Non      | Non                |                                                             |           | CE pas nécessaire   |                           |
| 62 | Colonne sèche                                                  |                                                          | Oui      | Non                |                                                             | X         | Partie 6            | Oui                       |
| 63 | Sièges de stade                                                | NF EN 13200<br>NF EN 12727                               | Oui      | Non                | X                                                           | X         | Selon la conception |                           |
| 64 | Fixation de ralentisseurs                                      | ST 0.65<br>certifié Certu                                | Oui      | Non                | X                                                           | X         | Selon la conception |                           |
| 65 | Accélérateur en tunnel                                         | Note info<br>CETU 14                                     | Oui      | Non                | X                                                           |           | Partie 3            | Non                       |
| 66 | Signalétique sur infrastructure routière                       | XP P 98-550-1                                            | Oui      | Non                | X                                                           | X         | Selon la conception |                           |
| 67 | Délinéateurs                                                   | Guide technique<br>Setra                                 | Non      | Non                |                                                             |           | CE pas nécessaire   |                           |

### 6.3 Scellement de fers à béton (TR 023)

#### 6.3.1 Chevillage d'éléments d'armature

Un système de scellement à injection de barres d'armature peut être évalué et calculé selon deux théories différentes schématisées dans le tableau 10.

**Tableau 10 : Théories de scellement de barre d'armatures**

| Conception béton armé ( <i>EC2</i> )<br>Calcul suivant <i>EOTA TR 23</i> et <i>EC2</i><br>Voir paragraphe 2.2 | Théorie Chevilles ( <i>ETAG 001</i> )<br>Calcul selon <i>EOTA TR 029</i>           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |  |

La théorie des chevilles est basée sur des essais sur des blocs et dalles de béton non-armé et prend l'hypothèse du transfert de charge sur béton en traction oblique. Les exigences de distances au bord et entraxe chevilles sont basées sur un mode de rupture cône béton. Les chevilles amènent des efforts importants sur l'ouvrage. Le bureau d'études ou maître d'œuvre est tenu de contrôler l'aptitude de l'ouvrage support à reprendre l'effort (cas de fixation unitaire) ou la totalité des efforts (cas de groupe de fixations) qui transitent par les chevilles (selon le § 7 de l'*annexe C de l'ETAG 001* ou du *EOTA TR 029*).

En conception béton armé, l'ancrage des armatures est basé sur le transfert des efforts sur les armatures voisines. Les longueurs d'ancrage et de recouvrement sont basées sur des modes de rupture par éclatement. L'éclatement est contrôlé par les armatures transverses.

Des exemples d'applications en conception béton armé (scellement de fers à béton) sont données en figure 2.

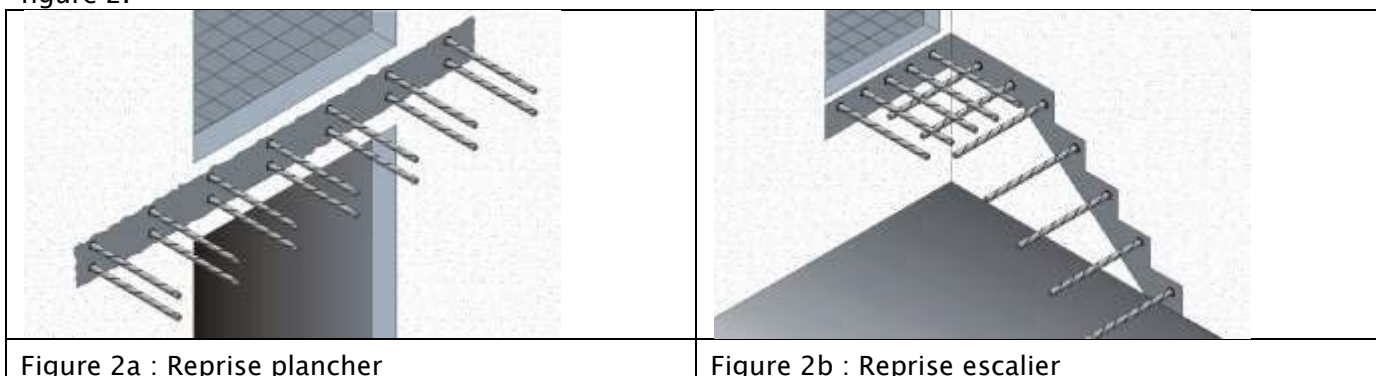


Figure 2a : Reprise plancher

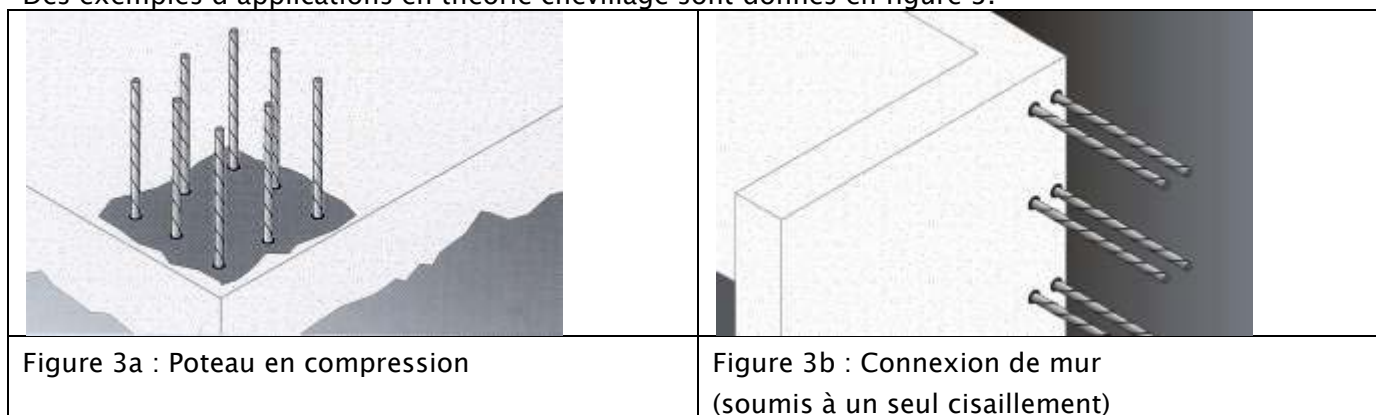
Figure 2b : Reprise escalier

**Figure 2 : Exemples de conception béton armé**

Dans certains agréments techniques européens on pourra trouver des armatures installées avec des résines de scellement dont le dimensionnement des ancrages est fait selon la théorie des chevilles du Rapport technique *TR 029* de l'EOTA. Ce cas est réservé à des applications soumises à cisaillement comme par exemple l'attache par des « goujons » des tables de compression aux nervures des poutres béton, la liaison entre murs soumis à un cisaillement (pas de traction), la liaison entre la semelle de fondation et un poteau entièrement comprimé.

Note : Dès lors que la barre d'armature est soumise à un effort de traction (règles des coutures), on repasse en conception béton armé.

Des exemples d'applications en théorie chevillage sont donnés en figure 3.



**Figure 3 : Exemples de conception en théorie cheville**

### 6.3.2 Scellement de fers à béton en statique

Il existe 2 référentiels conduisant au marquage CE des résines de scellement pour armatures. Le tableau 11 représente une comparaison de ces deux procédures.

**Tableau 11 : Comparaison des deux procédures EOTA et CEN pour la qualification des résines de scellement pour armatures**

| Référentiel                     | EOTA                                                                                                              | CEN                                                                                         |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| DOCUMENTS                       |                                                                                                                   |                                                                                             |
|                                 | Agrément Technique Européen<br>ETAG 001 Partie 1 et 5<br>EOTA TR 023<br>EN 1992-1-1                               | NF EN 1504-6<br>NF EN 1881<br>NF EN 1544<br>NF EN 1504-9                                    |
| DOMAINE D'EMPLOI                |                                                                                                                   |                                                                                             |
| Domaine visé                    | Idem barres d'armatures droites<br>coulées en place selon <i>EN 1992-1-1</i>                                      | Réparation d'éléments structuraux en<br>béton armé                                          |
| Durabilité                      | 50 ans                                                                                                            | Non quantifiée                                                                              |
| TYPE DE PRODUITS DE SCHELLEMENT |                                                                                                                   |                                                                                             |
|                                 | Mortiers synthétiques, mortiers à base<br>de ciment ou un mélange des 2,<br>contenant des charges et des additifs | Produits à base de liants hydrauliques<br>ou résines synthétiques ou encore<br>leur mélange |
| BARRES D'ARMATURES              |                                                                                                                   |                                                                                             |
|                                 | Selon <i>EN 10080</i> classe B ou C                                                                               | Selon <i>EN 10080</i> classe B ou C                                                         |

| Référentiel                  | EOTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CEN                                                                                                                         |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TYPE DE SUPPORTS             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                             |
| Béton                        | Béton fissuré ou non, non-carbonaté<br>C12/15 à C50/60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Béton simple ou armé                                                                                                        |
| TYPE D'USAGE                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                             |
| Type d'usage                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recouvrement d'armatures pour la liaison de dalles et de poutres ou d'un poteau ou d'un mur sur une fondation</li> <li>-Ancrage direct d'armatures en extrémité de dalles ou poutres, simplement appuyé</li> <li>-Ancrage direct d'armatures pour élément principalement en compression. Les armatures subissent une contrainte en compression</li> <li>-Ancrage direct d'armatures pour reprendre les efforts de traction</li> </ul>   | Réparation d'éléments structuraux en béton armé                                                                             |
| Conditions                   | <p>Les barres d'armatures peuvent être placées dans des trous réalisés à l'aide d'un marteau perforateur ou par carottage diamant.</p> <p>Les barres d'armatures peuvent être utilisées dans la plage de température - 40°C à + 80°C (température maximale à court terme + 80°C et température maximale à long terme + 50°C)</p> <p>Les barres d'armatures peuvent être installées dans du béton sec ou humide. Elles ne peuvent pas être installées dans des trous inondés</p> | Non défini                                                                                                                  |
| Catégories                   | Selon les résultats d'un essai de corrosion, il existe deux catégories d'utilisation selon le taux chlorure / ciment en % du matériau support : (CI 0.20) ou (CI 0.40)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Selon essai suivant la norme <i>EN 1015-17</i> , la tenue en ion chlorure du produit d'ancrage ne doit pas dépasser 0,05 %. |
| ESSAIS D'APTITUDE A L'EMPLOI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                             |
| Installation béton sec       | 5 essais Ø max prof 10xØ béton C20/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                             |
| Installation béton humide    | 5 essais Ø max prof 10xØ béton C20/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                             |
| Fluage                       | 5 essais Ø12 prof 10xØ béton C20/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 essais Ø16 mm prof 150 mm                                                                                                 |
| Gel/dégel                    | 5 essais Ø12 prof 10xØ béton C50/60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                             |
| Direction                    | 5 essais Ø max prof 10xØ béton                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                             |

| Référentiel                                                | EOTA                                                                                                            | CEN                                                                  |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| d'installation (sol, mur, plafond)                         | C20/25                                                                                                          |                                                                      |
| Installation à profondeur maximum                          | 5 essais Ø max prof maxi béton C20/25                                                                           |                                                                      |
| Injection correcte                                         | 5 essais Ø max prof 10xØ tube transparent                                                                       |                                                                      |
| <b>ESSAIS RELATIFS AUX CONDITIONS ADMISSIBLES D'EMPLOI</b> |                                                                                                                 |                                                                      |
| Résistance Adhérence béton C20/25                          | 15 essais (Ø12 ; Ø25 ; Ø max mm) prof 10xØ                                                                      | 3 essais Ø16 mm prof 150 mm                                          |
| Résistance Adhérence béton C50/60                          | 5 essais Ø25 mm prof 7XØ                                                                                        |                                                                      |
| Durabilité                                                 | 3x10 essais (fluide alcalin, atmosphère sulfureuse)                                                             |                                                                      |
| Résistance à la corrosion de l'armature                    | 3 essais par mesure de courant et potentiel                                                                     |                                                                      |
| Détermination de la profondeur d'ancrage minimum           | 15 essais (Ø12 ; Ø25 ; Ø max mm) prof 10xØ béton C20/25 fissuré 0,3 mm                                          |                                                                      |
| <b>DIMENSIONNEMENT</b>                                     |                                                                                                                 |                                                                      |
| Données pour le calcul                                     | Adhérence caractéristique $f_{bd}$ variant en fonction du produit, de sa mise en œuvre et de la classe de béton | Pas de dimensionnement actuellement FD P 18 823 en cours de révision |
| Méthode applicable                                         | EC2 + conditions de recouvrement béton et entraxe<br>Profondeur d'ancrage minimum                               | Pas de dimensionnement actuellement FD P 18 823 en cours de révision |

La commission technique « Chevilles » du Cisma recommande d'utiliser le référentiel EOTA pour évaluer, qualifier et dimensionner les scellements de fers à béton à base de résines synthétiques ou hybrides.

### 6.3.3 Scellement de fers à béton avec tenue au feu

Le rapport technique EOTA TR020 est en cours de révision et devrait couvrir également les résines pour scellement de fer à béton. Par conséquent, les données de tenue au feu des dites résines pour scellement de fers à béton seront spécifiées dans les évaluations techniques européennes après la publication de cette révision.

Dans l'attente, il existe des données de tenue au feu validées par des laboratoires feu agréés.

Principe de dimensionnement à respecter pour les calculs au feu fer à béton selon l'Eurocode 2 :

- Les longueurs de scellement sont calculées à froid selon l'*Eurocode 2* et le *TR 023*.
- Il convient ensuite de calculer la longueur de scellement au feu.
- La longueur de scellement à retenir est la plus grande des deux longueurs.

#### 6.3.4 Scellement de fers à béton avec tenue au séisme

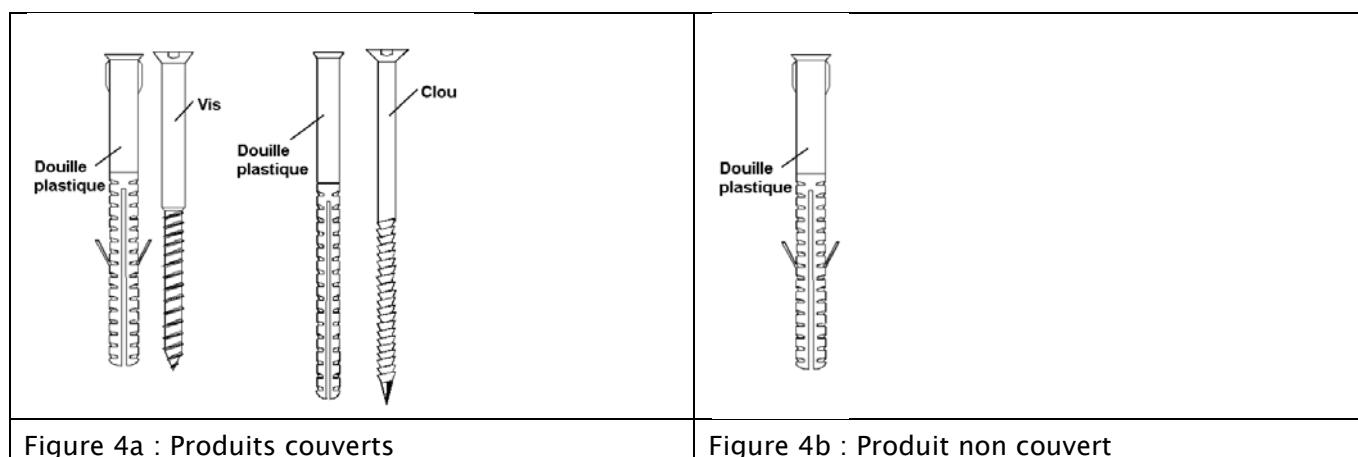
Dans l'attente d'un document européen visant la tenue en zone sismique pour les scellements de fers à béton, il existe une évaluation française (DTA du CSTB) pour qualifier les résines en zone sismique.

Ces documents contiennent les adhérences de calcul en zone sismique ( $f_{bd,seisme}$ ) à utiliser pour le dimensionnement selon l'Eurocode 2 et l'Eurocode 8.

### 6.4 Chevilles plastiques (ETAG 020)

#### 6.4.1 Introduction

Le guide *ETAG 020* couvre l'installation, au travers de pièces à fixer, de chevilles d'un diamètre extérieur minimum de 8 mm composées d'un corps en matière plastique (polyamide, polyéthylène, polypropylène ...) et d'un élément d'expansion (vis ou clou). Cette installation peut être réalisée dans les bétons (de classe minimale C12/15 et maximale C50/60, fissuré et non fissuré) et les maçonneries (briques pleines, briques creuses, béton cellulaire). La méthode couvre des profondeurs d'ancrages minimales de 40 mm pour le béton et 50 mm pour tous les autres supports, l'épaisseur des supports étant au minimum de 100 mm. La figure 4 précise ce qu'est une cheville plastique au titre du guide *ETAG 020*.



**Figure 4 : Définition d'une cheville plastique selon le guide ETAG 020**

#### 6.4.2 Domaine d'application

Les applications couvertes sont celles pour lesquelles il est nécessaire de satisfaire à l'exigence essentielle n°4 de la Directive Produit de la Construction (la ruine de la fixation représente un risque pour la vie humaine), sachant que la stabilité de l'ouvrage est également couverte par le respect de cette exigence essentielle n° 4, et pour lesquelles la notion d'usage multiple est assurée. Par usage multiple, il est entendu qu'en cas de défaillance de l'un des ancrages, la charge maintenue au préalable par cette dernière puisse être transférée aux ancrages voisins sans que cela n'altère la fixation de l'élément fixé (Voir § 5.2).

**Avertissement :** Dans certaines maçonneries creuses françaises (bloc de béton creux par exemple) et lorsque la cheville est implantée sur une seule paroi, un changement de méthode de perçage (comme indiqué en § 2.2 des ATE) peut entraîner des déplacements importants. Dans ces cas particuliers, il convient de ne pas modifier la méthode de perçage recommandée par le fabricant ou de refaire des essais sur chantier en cisaillement (en plus des essais de traction préconisés par le guide *ETAG 020*).

## **6.5 Chevilles plastiques pour ETICS (*ETAG 014*)**

### **6.5.1 Documents**

- ETAG 014 Chevilles Plastiques pour fixation de Système d'Isolation Thermique par l'Extérieur avec enduit mince
- ETAG 004 Système d'Isolation Thermique par l'Extérieur avec enduit mince
- TR 025 Détermination de la transmittance thermique des Chevilles Plastiques pour ETICS
- TR 026 Evaluation de la rigidité des têtes de Chevilles Plastiques pour ETICS

### **6.5.2 Domaine d'emploi**

Le guide *ETAG 014* couvre les chevilles destinées à la réalisation d'ancrages multiples pour la fixation des systèmes Composites d'Isolation Thermique par l'Extérieur avec enduit mince sur béton et maçonneries (systèmes sans lame d'air), dits ETICS couverts par le guide *ETAG 004*.

### **6.5.3 Type de chevilles**

Le guide *ETAG 014* couvre les types de chevilles suivants :

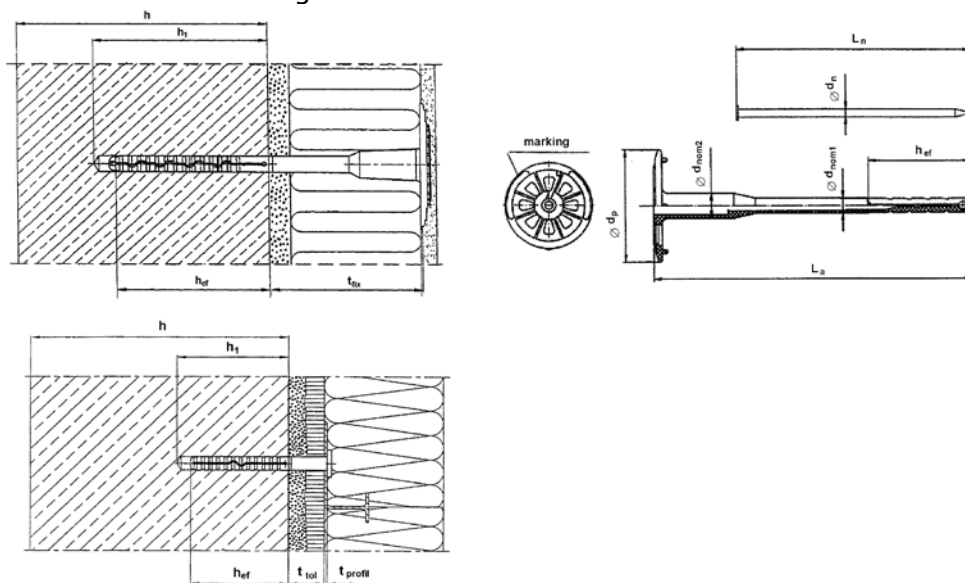
- Chevilles plastiques avec vis comme éléments d'expansion
- Chevilles plastiques avec clous comme éléments d'expansion

Ces chevilles sont des systèmes complets comprenant :

- Un élément d'expansion en acier ou matériau polymère
- Une douille plastique en matériau polymère

Dimensions :

- Diamètre extérieur minimum 5 mm
- Profondeur d'ancrage minimum 25 mm



#### 6.5.4 Type de supports (Catégories d'utilisation)

Le guide *ETAG 014* couvre les matériaux supports suivants :

- Catégorie A : Béton de poids normal C 12/15 à C 50/60
- Catégorie B : Maçonneries pleines
- Catégorie C : Maçonneries creuses ou perforées
- Catégorie D : Béton d'agréats légers
- Catégorie E : Béton cellulaire

Des combinaisons de catégories sont possibles.

Les résistances caractéristiques données dans les ATE ne valent que pour les matériaux supports cités dans le dit ATE.

#### 6.5.5 Type d'usage

Le type d'usage de la cheville est explicité dans le § 1.2 de l'ATE. Ces chevilles sont destinées à reprendre des efforts de traction, elles sont utilisées pour la reprise des charges dues à la dépression sous l'effet du vent. Elles ne sont pas utilisées pour la reprise du poids propre du Système d'Isolation Thermique par l'Extérieur.

#### 6.5.6 Essais d'aptitude à l'emploi

Les essais doivent être conduits sur les matériaux supports revendiqués dans l'ATE.

Le programme est le suivant :

- Essais pour la détermination de la résistance caractéristique
- Essais de sécurité d'installation

- Essais selon absorption d'eau des corps de chevilles
- Essais en température (40°C)
- Essais de charges répétées
- Essais de relaxation 500 heures
- Essais au couple de serrage maximum
- Essais de fluage

D'autres essais pour vérifier la durabilité des chevilles sont également prévus.

## 6.5.7 Résistance caractéristique d'une cheville

### 6.5.7.1 Classe de résistance de la fixation

La résistance caractéristique d'une cheville en traction est pondérée des effets des essais d'aptitude à l'emploi.

La classe de résistance est déterminée en fonction de la résistance caractéristique de la cheville dans le support considéré, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

La valeur caractéristique de la cheville dans le support considéré, est définie comme suit :

- Pour les supports neufs visés par l'ETE, ou des supports existants de catégorie d'utilisation A (béton de granulats courants) selon l'ETAG 014 la résistance caractéristique est indiquée dans l'Evaluation Technique Européenne de la cheville ;
- Pour le cas des supports neufs non visés par l'ETE ou existants, des essais sur site doivent être pratiqués selon le §6.7 afin de déterminer la résistance caractéristique de la cheville. Ceci n'est valable que si la cheville a été évaluée pour la famille de support (catégorie d'utilisation A, B, C, D, E).

La valeur caractéristique (notée  $N_{Rk}$ ) permet de déterminer la classe de la cheville dans le support considéré, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

| $N_{Rk}$ (N) | 1500 | 1200 | 900 | 750 | 600 | 500 | 400 | 300 |
|--------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Classe       | 1    | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |

Cette classe de résistance est une des composantes qui permet de définir le plan de chevillage selon le cahier CSTB 3701.

### 6.5.8 Particularités pour la fixation des bandes filantes pour protection incendie

Les chevilles employées pour la fixation des bandes filantes pour protection incendie : le clou ou la vis d'expansion doit être métalliques.

### 6.5.9 Particularités avec tenue au séisme

Selon le cahier du CSTB 3699, les chevilles pour fixation d'ETICS en zone sismique doivent être :

- de classe de résistance 1, 2 ou 3,
- avec éléments d'expansion métalliques.

### 6.5.10 Essais sur chantier

Pour une utilisation des chevilles sur des matériaux supports différents de ceux décrits dans l'agrément technique européen, des essais sur chantier seront nécessaires pour déterminer la résistance caractéristique.

L'annexe G « Recommandations à l'usage des professionnels de la construction pour la réalisation d'essais de chevilles sur site (ou sur chantier) » décrit la méthode d'essai et l'évaluation (Cette méthode est conforme à l'annexe D du guide ETAG 014 et au cahier du CSTB 3696).

## 6.6 Chevilles à injection pour maçonnerie (ETAG 029)

### 6.6.1 Introduction et domaine d'application

Le guide ETAG 029 couvre :

- a) les chevilles à injection avec :
  - Élément d'ancrage : tige filetée, barre d'armature, douille en acier, acier inoxydable ou fonte
  - Mortiers synthétiques, mortiers à base de ciment ou un mélange des 2, contenant des charges et des additifs
  - Tamis métallique ou plastique
  - Ancrage minimum 50 mm
- b) les matériaux de base (d'épaisseur minimum  $h = 80$  mm) :
  - argile
  - silico-calcaire
  - béton (granulats courant)
  - béton léger
  - béton cellulaire
  - matériaux similaires

Le guide ETAG 029 concerne uniquement les charges statiques ou quasi-statiques et ne concerne pas les charges de :

- fatigue
- dynamique
- sismique

Les maçonneries couvertes peuvent être de différentes formes :

- pleine
- creuse ou perforée

### 6.6.2 Catégorie d'utilisation

Les ATE définiront des catégories d'utilisation

- vis-à-vis du matériau de base :
  - o Catégorie d'utilisation b: Cheville métallique à injection pour maçonnerie pleine\*)
  - o Catégorie d'utilisation c: Cheville métallique à injection pour maçonnerie creuse ou perforée
  - o Catégorie d'utilisation d: Cheville métallique à injection pour béton cellulaire

\* couvre aussi les maçonneries à perforation verticale jusqu'à 15% de section creuse

La catégorie c intègre la catégorie b.

- vis-à-vis de l'installation et de l'usage :
  - o Catégorie d'utilisation d/d: Installation et usage dans des supports secs, en atmosphère intérieure sèche

- o Catégorie d'utilisation w/d: Installation dans des supports humides et utilisation dans des supports secs, en atmosphère intérieure sèche
- o Catégorie d'utilisation w/w: Installation et usage dans des supports humides, en atmosphère humide.

La catégorie d'utilisation w/w intègre la catégorie d/w (installation sur support sec et utilisation en atmosphère humide). La première lettre de la catégorie d'utilisation (d pour dry – sec et w pour wet – humide) correspond à la qualité du support pendant l'installation et la seconde à l'environnement pendant l'usage.

- vis-à-vis de la température en service :
  - o Plage de température Ta : – 40 °C à + 40 °C  
(température max à long terme + 24 °C et température max à court terme + 40 °C)
  - o Plage de température Tb : – 40 °C à + 80 °C  
(température max à long terme + 50 °C et température max à court terme + 80 °C)
  - o Plage de température Tc à la demande du fabricant : – 40 °C à T1  
(température max à court terme T1 > + 40 °C, température max à long terme 0,6 T1 à 1,0 T1)

## 7 Dimensionnement

Les méthodes de dimensionnement à utiliser sont spécifiées dans l'ATE correspondant de la cheville.

| Documents de référence |                                                                             | Applications structurales et/ou de sécurité |                        |                              | Applications multiples |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
|                        |                                                                             | Sollicitations STATIQUE / QUASI-STATIQUE    | Sollicitations FEU (1) | Sollicitations SISMIQUES (1) |                        |
| EN 1992-4              | Norme Européenne harmonisée pour la conception calcul des ancrages          | X                                           | X                      | X                            | X                      |
| Annexe C               | Chevilles métalliques pour béton – Conception calcul des ancrages           | X                                           |                        |                              | X                      |
| TR029                  | Conception des chevilles à scellement                                       | X                                           |                        |                              |                        |
| TR045                  | Conception calcul des chevilles sous actions sismiques                      |                                             |                        | X                            |                        |
| TR023                  | Évaluation des ancrages de fers à béton                                     | X                                           |                        |                              |                        |
| TR020                  | Évaluation des chevilles pour béton en ce qui concerne la résistance au feu |                                             | X                      |                              |                        |

|                           |                                                                                                 |  |  |  |   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---|
| ETAG<br>001 –<br>Partie 6 | Chevilles pour applications par points de fixation multiple pour applications non structurelles |  |  |  | X |
| ETAG<br>020 –<br>Annexe C | Chevilles plastiques – Méthodes de conception – calcul des ancrages                             |  |  |  | X |

(1) Pour le dimensionnement au feu et au séisme, il convient de vérifier également un calcul en statique.

## 8 Cas spécifiques

### 8.1 Tenue au feu

#### 8.1.1 Chevilles métalliques et chimiques (*EOTA TR 020*)

Une cheville peut prétendre (conformément à la réglementation) à une tenue au feu dès lors que ceci est indiqué dans l'ATE concerné (par référence au rapport technique *EOTA TR 020*).

Il faut pour cela un ATE option béton fissuré (option 1 à 6 ou partie 6) et :

- Pour les chevilles métalliques, au choix du fabricant :
  - soit des essais selon § 2.3 du rapport technique *EOTA TR 020*,
  - soit une approche simplifiée (§ 2.2 du rapport technique *EOTA TR 020*).
- Pour les chevilles à scellement, il est impératif d'effectuer des essais selon § 2.3 du rapport technique *EOTA TR 020*.

Enfin, pour faire un calcul de résistance au feu, hypothèse est faite que le béton doit au moins avoir une résistance au feu similaire.

Le dimensionnement au feu des chevilles métalliques et chimiques se fait ensuite selon la méthode décrite dans le rapport technique *EOTA TR 020* et est décrit en annexe F.

Note : Des travaux sont en cours au niveau de l'EOTA pour modifier ce *TR 020* pour inclure les chevilles pour béton non fissuré.

#### 8.1.2 Chevilles plastiques (*ETAG 020*)

La tenue au feu n'est pas prise en compte dans l'*ETAG 020*. Il est toutefois admis qu'une fixation de diamètre 10 mm dont le corps est composé de polyamide et est équipée d'une vis métallique de diamètre minimum de 7 mm, ancrée à une profondeur minimale de 50 mm, la résistance au feu est d'au moins 90 minutes (R90) si la charge admissible est inférieure à 80 daN (pas de charge de traction permanente).

## 8.2 Tenue au séisme

### 8.2.1 Préambule

Depuis Juin 2013, il existe un référentiel européen pour les chevilles en zone sismique (voir §8.2.3).

La méthode dimensionnement selon méthode française CISMA (§8.2.2) reste applicable jusqu'au 1<sup>er</sup> Janvier 2014, date d'application obligatoire de l'Eurocode 8.

### 8.2.2 Méthode de dimensionnement selon méthode française CISMA

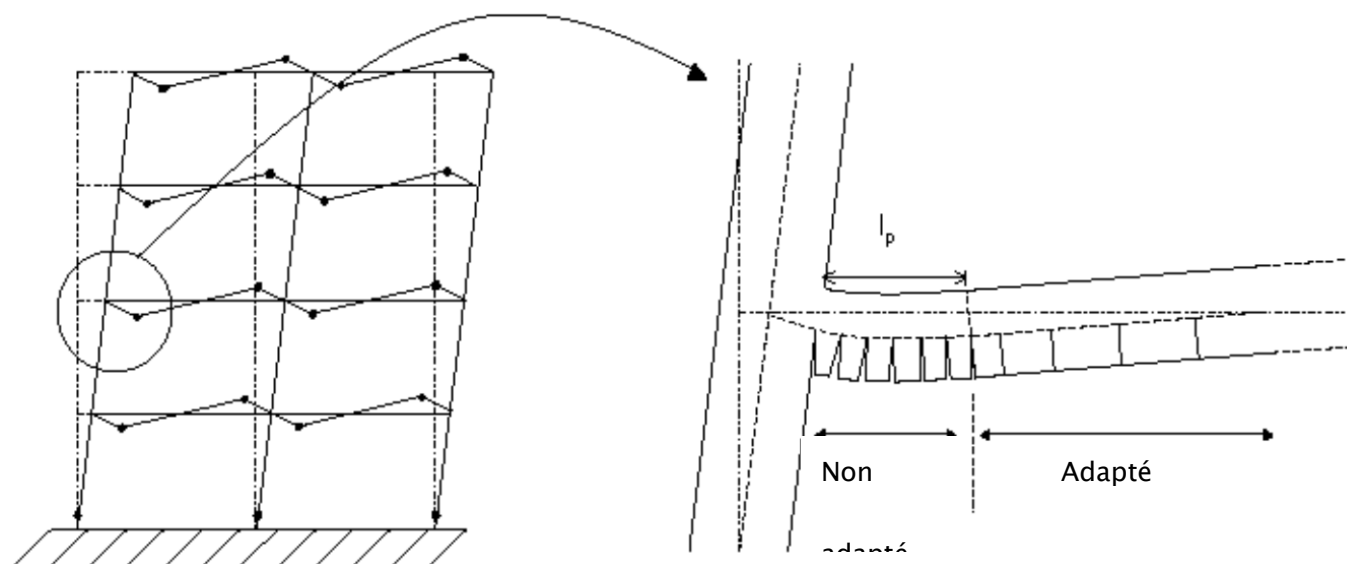
#### 8.2.2.1 Domaine d'application

Le but de ce paragraphe est de proposer une méthode de dimensionnement des chevilles métalliques pour béton en zone sismique, sur la base d'une étude menée par le CSTB au cours de l'année 2003, à la demande du MTPS, relative aux chevilles soumises à des actions sismiques.

#### 8.2.2.2 Hypothèses de base

Trois conditions préliminaires sont retenues :

1. Utiliser une cheville portant le marquage CE sur la base d'un ATE selon *ETAG 001 Parties 2 à 5* pour un usage en béton fissuré (option 1 à 6).
2. Ne pas utiliser les chevilles pour des usages où elles participent à la stabilité générale du bâtiment.
3. Ne pas implanter les chevilles dans les zones critiques de la structure béton au sens de la définition des règles *PS 92* (§ 11.1.2.1).



#### 8.2.2.3 Résistances à prendre en compte

Il convient de déterminer les valeurs caractéristiques de la résistance en traction et en cisaillement d'une cheville isolée sous sollicitation de type sismique.

En traction, et pour chaque mode de ruine, on prendra :

$$N_{Rk,sis} = 0,75 N_{Rk}$$

En cisaillement, et pour chaque mode de ruine, on prendra

$$V_{Rk,sis} = 0,4 V_{Rk}$$

si la cheville a fait l'objet d'essais de cisaillement de type sismique permettant de garantir une valeur de ruine au moins égale à la moitié de celle obtenue pour la même cheville sous sollicitation statique.

Une manière de le prouver est d'avoir pour la cheville une homologation ICC-ESR, comprenant la tenue au séisme.

Dans le cas contraire, on prendra  $V_{Rk,sis} = 0,3 V_{Rk}$

#### 8.2.2.4 Coefficients partiels de sécurité

Pour passer aux valeurs de calcul, il convient de prendre les coefficients partiels de sécurité suivants correspondants à des charges accidentelles :

$$\gamma_{Mc} = \gamma_{Msp} = \gamma_{Mp} = \gamma_c \cdot \gamma_2$$

avec :  $\gamma_c = 1,15$  (coefficient partiel de sécurité béton sous sollicitation accidentelle)

$\gamma_2 = 1$  ou  $1,2$  ou  $1,4$  selon la valeur donnée dans l'ATE correspondant.

Soit trois valeurs possibles  $1,15$  ou  $1,38$  ou  $1,61$ .

Le coefficient  $\gamma_{Ms}$  ne change pas et correspond donc à la valeur donnée dans l'ATE.

#### 8.2.3 Méthode de dimensionnement selon le référentiel Européen

Le groupe chevilles de l'EOTA a publié en Juin 2013, un référentiel européen pour la qualification des chevilles sous sollicitations sismiques en traction et cisaillement et effet de la fissuration du béton :

- ETAG 001 – Annexe E : Evaluation des chevilles métalliques soumises aux actions sismiques
- TR045 : Rapport technique pour le dimensionnement des chevilles métalliques soumises aux actions sismiques.

##### 8.2.3.1 Les catégories de performances sismiques

Les chevilles métalliques pour béton pourront être qualifiées dans l'ETE selon deux catégories de performances sismiques C1 ou C2. Le tableau 13 précise les exigences de catégorie de performances sismiques fonction de l'activité sismiques et de la classe d'importance des bâtiments (tableau 14) .

**Tableau 13 : Exigences de catégories de performances sismiques des chevilles**

| Activité sismique<br>(1) | Accélération au<br>niveau du sol $a_g \cdot S$ (2) | Classe d'importance selon EN 1998-1, 4.2.5 |                 |     |    |
|--------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-----|----|
|                          |                                                    | I                                          | II              | III | IV |
| Très faible              | $a_g \cdot S \leq 0,05.g$                          | Qualification : ETAG 001 Partie1-5         |                 |     |    |
| Moyen / fort             | $0,05.g < a_g \cdot S \leq 0,1.g$                  | C 1                                        | C1(3) / C 2 (4) | C 2 |    |
| Moyen / fort             | $a_g \cdot S > 0,1 g$                              | C 1                                        | C 2             |     |    |

(1) Définition selon EN 1998-1 Section 3.2.1

(2)  $a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$  Accélération au niveau du sol pour les classes de sol A selon EN 1998-1, Tableau 3.1

$\gamma_1$  = Facteur d'importance des bâtiments selon EN 1998-1, 4.2.5;

$a_{gR}$  = Accélération au niveau du sol de référence pour les classes de sol A selon EN 1998-1, 3.2.1;

S = Paramètre du sol selon EN 1998-1, 3.2.2 ;

(3) C1 pour fixations d'éléments non structurels

(4) C2 pour fixation d'éléments structurels

*Note: Les catégories de performance recommandées sont données dans le TR 045. Les valeurs de  $a_g$  ou de  $a_g \cdot S$  utilisés dans un Etat Membre pour définir les seuils des classes de sismicité peuvent être trouvées dans les Annexes Nationales de L'EN 1998-1 et peuvent être différentes de celles données dans le tableau 13. En plus, l'attribution des catégories de performance sismique C1 et C2 et des classes d'importance des bâtiments est de la responsabilité de chaque Etat Membre.*

**Tableau 14 : Catégorie d'importance des bâtiments**

| Catégorie | Coefficient<br>$\gamma_1$ | Types de bâtiment                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I         | 0,8                       | Bâtiments dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visés par les autres catégories.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| II        | 1,0                       | Maison individuelle<br>Immeubles d'habitation (moins de 28 m)<br>Bâtiments à usage commercial ou de bureaux (moins de 300 personnes et moins de 28 m)<br>Bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle (moins de 300 personnes)<br>Bâtiments abritant les parcs de stationnement ouverts au public                                                                                                                    |
| III       | 1,2                       | Établissements scolaires<br>Etablissements recevant du public ERP (plus de 300 personnes)<br>Immeubles habitation ou bureaux (plus de 28 m)<br>Bâtiment à usage commercial ou industriel (plus de 300 personnes)<br>Bâtiments production d'énergie quelle que soit leur capacité d'accueil                                                                                                                                          |
| IV        | 1,4                       | Bâtiments vitaux pour le pays, notamment<br>Bâtiments abritant les moyens de secours<br>Bâtiments contribuant au maintien des communications<br>Bâtiments assurant le contrôle de la circulation aérienne des aéroports<br>Bâtiments des établissements de santé,<br>Bâtiments de production ou de stockage d'eau potable,<br>Bâtiments des centres de distribution publique de l'énergie<br>Bâtiments des centres météorologiques. |

### 8.2.3.2 Les essais de qualification des fixations au séisme

L'Annexe E de l'ETAG 001 décrit l'ensemble des essais à réaliser pour qualifier les fixations au séisme pour chacune des catégories.

**Tableau 15 : Catégorie d'essais pour la catégorie de performances C1**

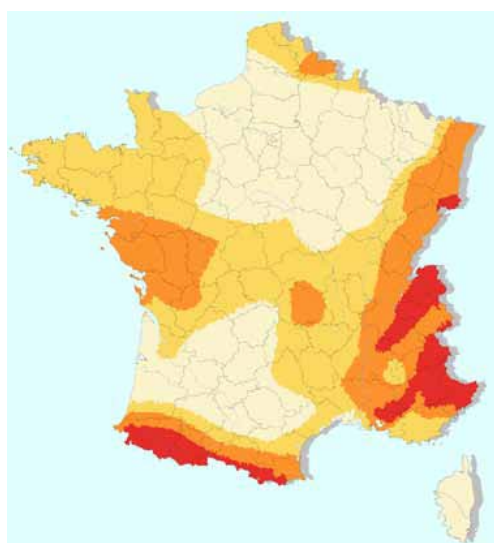
| Essai no. | But de l'essai                                        | Béton  | Largeur de fissures w [mm] |
|-----------|-------------------------------------------------------|--------|----------------------------|
| C1.1      | Fonctionnement sous charges de traction pulsatoires   | C20/25 | 0,5                        |
| C1.2      | Fonctionnement sous charges de cisaillement alternées | C20/25 | 0,5                        |

**Tableau 16 : Catégorie d'essais pour la catégorie de performances C2**

| Essai no. | But de l'essai                                                                          | Béton  | Largeur de fissures w [mm]                                            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| C2.1.a    | Essai de référence en traction béton faible résistance                                  | C20/25 | 0,8                                                                   |
| C2.1.b    | Essai de référence en traction béton résistance élevée                                  | C50/60 | 0,8                                                                   |
| C2.2      | Essai de référence en cisaillement                                                      | C20/25 | 0,8                                                                   |
| C2.3      | Fonctionnement sous charges de traction pulsatoires                                     | C20/25 | 0,5 ( $\leq 0,5 \cdot N/N_{max}$ )<br>0,8 ( $> 0,5 \cdot N/N_{max}$ ) |
| C2.4      | Fonctionnement sous charges de cisaillement alternées                                   | C20/25 | 0,8                                                                   |
| C2.5      | Fonctionnement sous charges de traction permanente et variation d'ouverture de fissures | C20/25 | $\Delta w_1 = 0,0$<br>$\Delta w_2 = 0,8$                              |

### 8.2.3.3 L'application en France

Le territoire français est divisé en 5 zones de sismicité croissante selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010. La zone sismique des communes est consultable sur le site <http://macommune.prim.net>



| Zone | Sismicité   | $a_{gr}$ (m/s <sup>2</sup> ) |
|------|-------------|------------------------------|
| 1    | Très faible | 0,4                          |
| 2    | Faible      | 0,7                          |
| 3    | Modéré      | 1,1                          |
| 4    | Moyen       | 1,6                          |
| 5    | Forte       | 3,0                          |

Le tableau 17 indique les accélérations sismiques à prendre en compte fonction des classes de bâtiments et des 5 zones de sismicité du territoire français

**Tableau 17 : Accélération sismique**

| Zone sismique | $a_{gr}$ | $a_g$ en fonction de la catégorie d'importance du bâtiment ( $m/s^2$ ) |              |               |              |
|---------------|----------|------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|
|               |          | Catégorie I                                                            | Catégorie II | Catégorie III | Catégorie IV |
| Très faible   | 0,4      |                                                                        |              | 0,84          | 0,98         |
| Faible        | 0,7      |                                                                        |              |               |              |
| Modéré        | 1,1      |                                                                        |              | 1,32          | 1,54         |
| Moyen         | 1,6      |                                                                        |              | 1,92          | 2,24         |
| Fort          | 3,0      |                                                                        |              | 3,6           | 4,2          |

Le tableau 18 précise les catégories de performances C1 ou C2 fonction des niveaux d'accélération sismique et des catégories d'importance des bâtiments

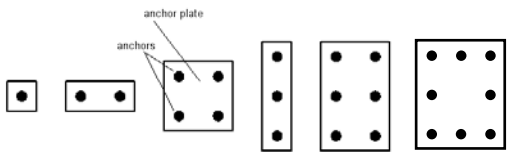
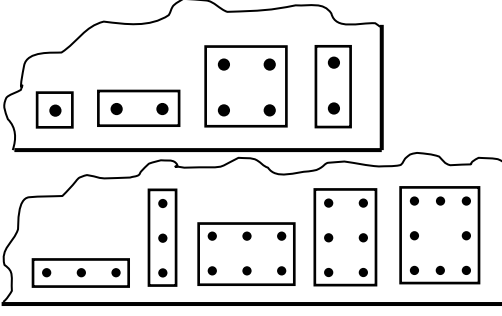
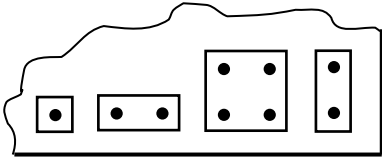
**Tableau 18 : Choix des catégories de performances C1 ou C2 (avec coefficient de sol  $S = 1$ )**

| Zone sismique | $a_{gr}$ | $a_g$ en fonction de la catégorie d'importance du bâtiment ( $m/s^2$ ) |              |                                                                  |              |
|---------------|----------|------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|--------------|
|               |          | Catégorie I                                                            | Catégorie II | Catégorie III                                                    | Catégorie IV |
| Très faible   | 0,4      |                                                                        |              | C1 pour éléments non structurels<br>C2 pour éléments structurels | C2           |
| Faible        | 0,7      |                                                                        |              |                                                                  |              |
| Modéré        | 1,1      |                                                                        |              | C2                                                               | C2           |
| Moyen         | 1,6      |                                                                        |              | C2                                                               | C2           |
| Fort          | 3,0      |                                                                        |              | C2                                                               | C2           |

## Annexe A

### Nouveautés concernant les ancrages de sécurité avec toutes les chevilles (Notions communes à *annexe C de l'ETAG 001*, *EOTA TR 029* et au *pr EN 1992-4*)

#### A.1 Applications couvertes

|                                           |                                                                                      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | Annexe C de 2010 ou EOTA TR 029 de 2007 et<br>pr EN 1992-4                           |
| Loin des bords, toute direction de charge |    |
| Près des bords en traction                |   |
| Près des bords en cisaillement            |  |

#### A.2 Diamètre du trou de passage

Les méthodes sont valables si le diamètre du trou de passage dans la pièce à fixer n'excède pas les valeurs données dans le tableau 4.1 de l'*annexe C* ou du *EOTA TR 029*, sauf dans les cas suivants :

- En traction, un diamètre du trou de passage plus grand est autorisé si une rondelle de taille appropriée est utilisée.
- En cisaillement ou combinaison de traction et cisaillement, si l'espace entre le trou et la pièce à fixer est rempli avec un mortier de résistance à la compression suffisante ou solution équivalente.

**A.3 Distribution des charges de cisaillement (paragraphe 4.2.2.1) :**

## - Distinction en fonction des modes de ruine

## o Rupture acier et rupture du béton par effet de levier

⇒ toutes les chevilles reprennent les charges de cisaillement (si le diamètre du trou de passage n'excède pas les valeurs données dans le tableau 4.1 de l'annexe C ou du EOTA TR 029)

| Diamètre extérieur $d$ ou $d_{nom}^{1)}$                 | [mm] | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 |
|----------------------------------------------------------|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Diamètre $d_f$ du trou de passage dans l'élément à fixer | [mm] | 7 | 9 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 30 | 33 |

<sup>1)</sup> diamètre  $d$  si le boulon est en contact avec l'élément à fixer; diamètre  $d_{nom}$  si le manchon est en contact avec l'élément à fixer

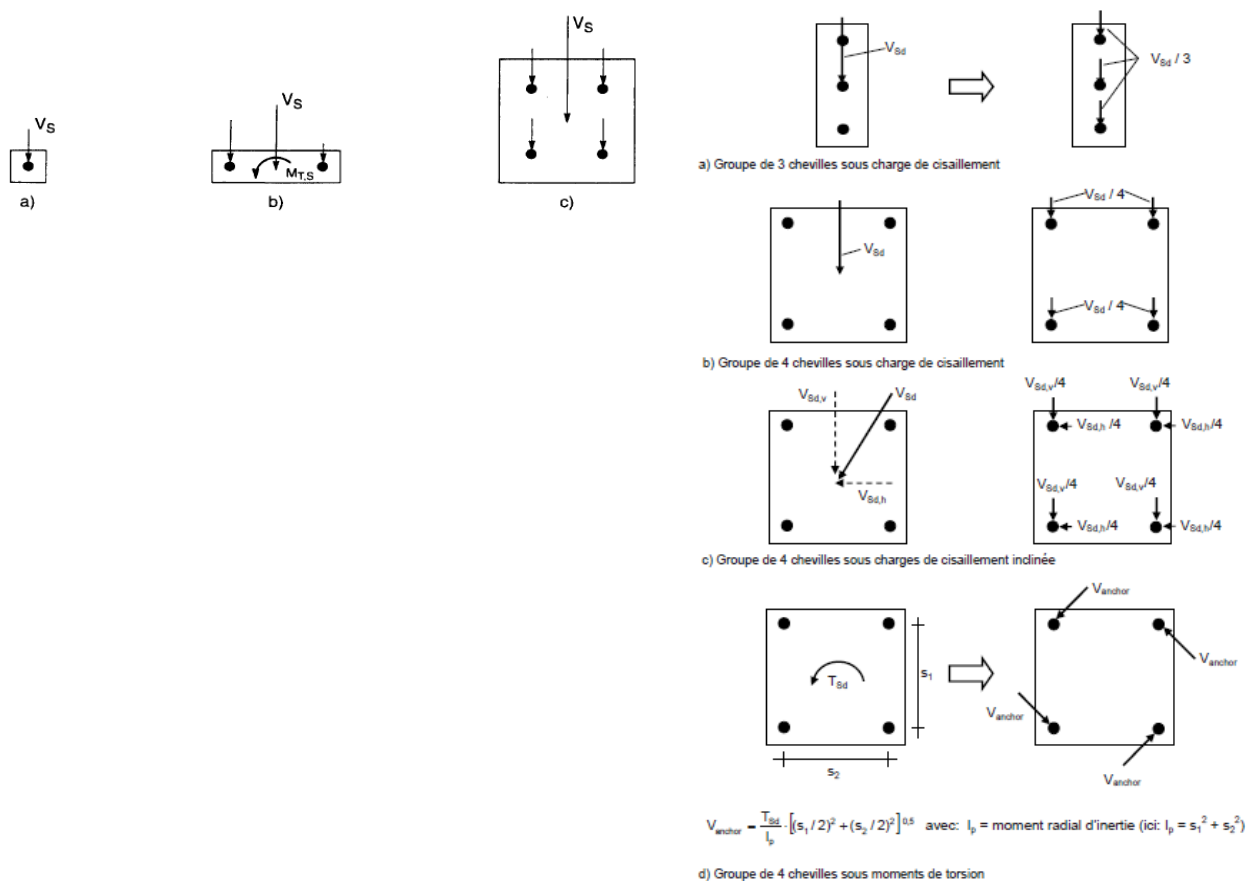


Figure A.1

**Figure A.2 Distribution des charges de cisaillement quand toutes les chevilles reprennent le cisaillement (rupture acier et par effet de levier)**

o Rupture du béton en bord de dalle

- Charge de cisaillement parallèle au bord : Toutes les chevilles reprennent cette charge de cisaillement
- Charge de cisaillement perpendiculaire au bord : Seules les chevilles les plus défavorables (les plus proches du bord) reprennent la charge de cisaillement

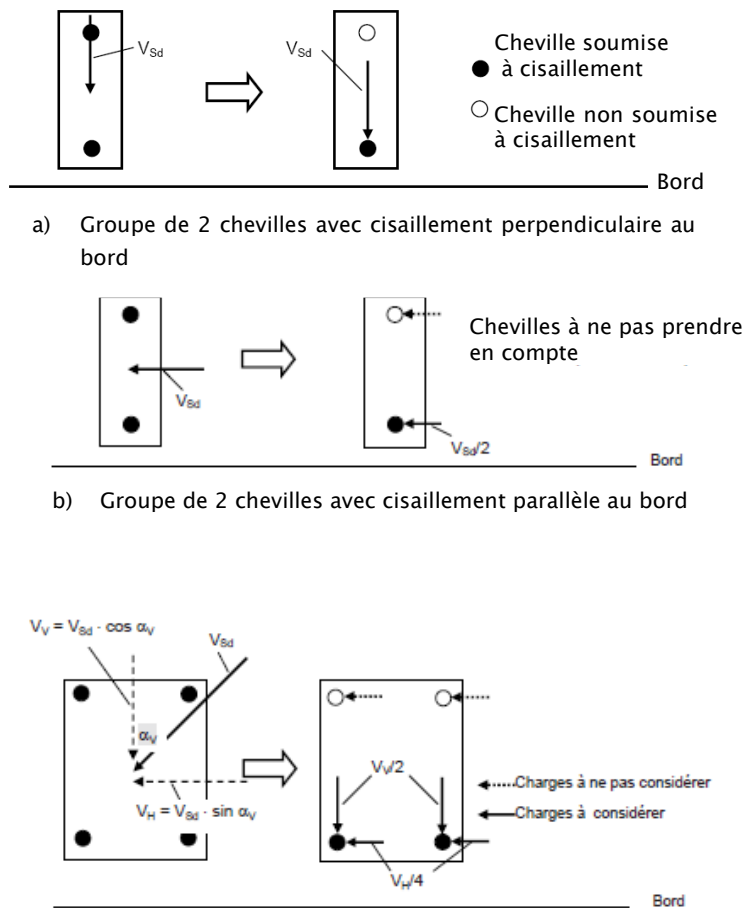


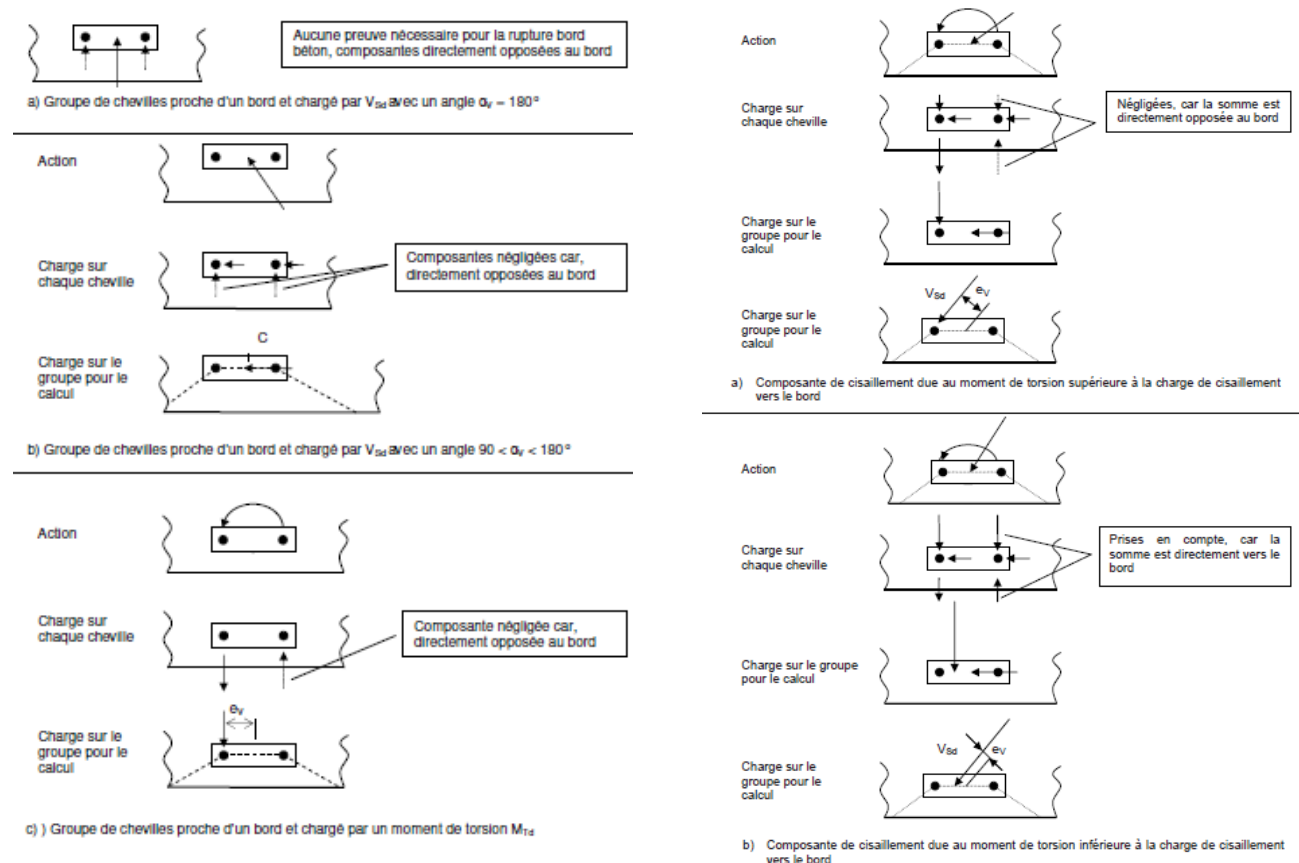
Figure A.3

Figure A.4 Distribution des charges de cisaillement quand seules les chevilles les plus défavorables reprennent le cisaillement (rupture béton bord de dalle)

#### A.4 Charge de cisaillement sans effet de levier (paragraphe 4.2.2.3) :

Nouvelle définition de l'épaisseur de la couche de ragréage :  $\leq d/2$  (au lieu de :  $\leq 3\text{mm}$ )

#### A.5 Prise en compte de l'angle de la force de cisaillement pour la rupture béton en bord de dalle



#### A.6 Prise en compte de l'excentricité pour la rupture en bord de dalle

Situation ancienne :

- Excentricité non prise en compte dans le cas de charge agissant « loin des bords »
- Près des bords, au maximum, deux chevilles sont considérées comme reprenant des charges  $\Rightarrow$  une seule direction d'excentricité est prise en compte

Situation nouvelle :

- 2 excentricités peuvent se produire
- Prise en compte des moments de torsion
- Preuve à fournir pour les groupes de 6 et 8 chevilles loin des bords

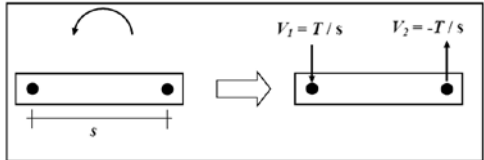
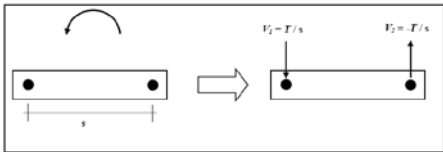
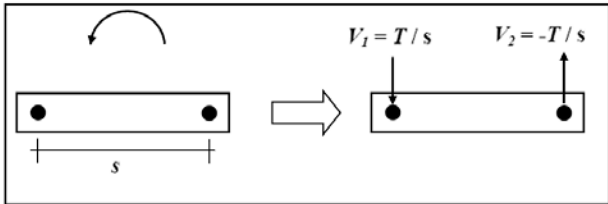


**Annexe B****Comparaison des méthodes de dimensionnement des chevilles mécaniques et chevilles à scellement sans implantation variable**

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                    | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                           | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concerne toutes les chevilles sous ATE                                              | Concerne les chevilles mécaniques et les chevilles chimiques sans implantation variable                                                                    | Concerne les chevilles mécaniques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Vérification en traction</b>                                                     |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Rupture acier<br>$N_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                    | Rupture acier<br>$N_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                           | Rupture acier<br>$N_{Rk,s}$ est donné dans la spécification technique européenne correspondante.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Rupture par extraction/glisement<br>$N_{Rk,p}$ est donné dans l'ATE                 | Rupture par extraction/glisement<br>$N_{Rk,p}$ est donné dans l'ATE                                                                                        | Rupture par extraction/glisement<br>$N_{Rk,p}$ est donné dans la spécification technique européenne correspondante.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Rupture par cône de béton<br>$N_{Rk,c}^0 = 7,2 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1,5}$ | Rupture par cône de béton<br>$N_{Rk,c}^0 = k_1 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1,5}$<br>Avec $k_1 = 7,2$ Béton fissuré et<br>$k_1 = 10,1$ Béton non fissuré | Rupture par cône de béton<br>Béton fissuré :<br>$N_{Rk,c}^0 = k_{cr} * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1,5}$<br>Avec $k_{cr}$ donné dans la spécification technique européenne correspondante, selon l'expérience actuelle $k_{cr} = 7,2$ ou $8,5$<br>Béton non fissuré :<br>$N_{Rk,c}^0 = k_{ucr} * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1,5}$<br>Avec $k_{ucr}$ donné dans la spécification technique européenne correspondante. |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{ucr,N}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,N})^2$ $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$                                                                                                                                         | $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,N})^2$ $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$                                                                                                                                                                                                      | $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,N})^2$ $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,N}} \leq 1$ $\psi_{ucr,N} = 1.4 \text{ béton non fissuré ;}$ $\psi_{ucr,N} = 1.0 \text{ béton fissuré}$                                                                                                                                                                                                                                    | $\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,N}} \leq 1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,N}} \leq 1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Cas particulier des ancrages avec 3 côtés ou plus avec <math>c_{max} \leq c_{cr,N}</math> (<math>c_{max}</math> étant la plus grande des distances aux bords), remplacer :</p> $h_{ef} \text{ par } h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef}$ $s_{cr,N} \text{ par } s'_{cr,N} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times s_{cr,N}$ $c_{cr,N} \text{ par } c'_{cr,N} = c_{max}$ | <p>Cas particulier des ancrages avec 3 côtés ou plus avec <math>c_{max} \leq c_{cr,N}</math> (<math>c_{max}</math> étant la plus grande des distances aux bords), remplacer :</p> $h_{ef} \text{ par } h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef} \quad \text{ou} \quad h'_{ef} = \frac{s_{max}}{s_{cr,N}} \times h_{ef}$ $s_{cr,N} \text{ par } s'_{cr,N} = 3 h'_{ef}$ $c_{cr,N} \text{ par } c'_{cr,N} = 0,5 s'_{cr,N}$ | <p>Effet de l'étroitesse de l'élément en béton<br/>Dans le cas de chevilles de fixation dans une application avec au moins trois distances au bord sont inférieures à <math>c_{cr,N}</math>, remplacer :</p> $h_{ef} \text{ par } h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef} \quad \text{ou} \quad h'_{ef} = \frac{s_{max}}{s_{cr,N}} \times h_{ef}$ $s_{cr,N} \text{ par } s'_{cr,N} = s_{cr,N} \times \frac{h'_{ef}}{h_{ef}}$ $c_{cr,N} \text{ par } c'_{cr,N} = c_{cr,N} \times \frac{h'_{ef}}{h_{ef}}$ |
| <p>Rupture par fendage<br/><math>c \geq 1.5 c_{cr,sp}</math> et <math>h \geq 2 h_{ef}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Rupture par fendage<br/><math>c \geq 1.2 c_{cr,sp}</math> et <math>h \geq 2 h_{ef}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Rupture par fendage<br/><math>c \geq c_{cr,sp}</math> et <math>h &gt; h_{min}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| $N_{Rk,c}^0 = 7.2 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $N_{Rk,c}^0 = k_1 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}$ <p>Avec <math>k_1 = 7,2</math> Béton fissuré et<br/><math>k_1 = 10,1</math> Béton non fissuré</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | $N_{Rk}^0 = \min(N_{Rk,p}; N_{Rk,c}^0)$ <p>Dans le CEN/TS la résistance à la rupture par fendage dépend aussi de la résistance à la rupture par extraction / glissement.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N} * \Psi_{re,N} * \Psi_{ec,N} * \Psi_{ucr,N} * \Psi_{h,sp}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,sp})^2, A_{c,N} \text{ se calcule aussi avec } s_{cr,sp}$ $\Psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1$ $\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,sp}} \leq 1$ | $N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N} * \Psi_{re,N} * \Psi_{ec,N} * \Psi_{h,sp}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,sp})^2$ $\Psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1$ $\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,sp}} \leq 1$ | $N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N} * \Psi_{re,N} * \Psi_{ec,N} * \Psi_{h,sp}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,sp})^2$ $\Psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1$ $\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,sp}} \leq 1$                                                              |
| $\Psi_{ucr,N} = 1.4$ béton non fissuré ;<br>$\Psi_{ucr,N} = 1.0$ béton fissuré<br>$\Psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{2h_{ef}} \right)^{2/3} \leq 1.5$                                                                                                                                                                                                                | $\Psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq 1.5 \text{ où } h_{min} \leq 2h_{ef} \text{ est}$<br>l'épaisseur correspondant à la valeur de $c_{cr,sp}$<br>prise en compte                                                                                                         | $\Psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$<br>Note: Si dans la spécification technique européenne, plusieurs valeurs de $c_{cr,sp}$ pour plusieurs épaisseurs de béton, alors l'épaisseur à prendre en compte dans l'équation ci-dessus doit correspondre à la valeur de $c_{cr,sp}$ utilisée. |
| <b>Vérification en cisaillement</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Rupture acier<br>$V_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Rupture acier<br>$V_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                | Rupture acier<br>$V_{Rk,s}$ est donné dans la spécification technique européenne correspondante.                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                   | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Rupture acier avec bras de levier</p> $V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M * M_{Rk,s}}{\ell}, \quad M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \left( 1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \right)$ <p><math>M_{Rk,s}^0</math> est donné dans l'ATE</p> | <p>Rupture acier avec bras de levier</p> $V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M * M_{Rk,s}}{\ell}, \quad M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \left( 1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \right)$ <p><math>M_{Rk,s}^0</math> est donné dans l'ATE</p>                                                                                                                                                                                                                             | <p>Rupture acier avec bras de levier</p> $V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M * M_{Rk,s}}{\ell}, \quad M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \left( 1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \right)$ <p><math>M_{Rk,s}^0</math> est donné dans la spécification technique européenne correspondante.</p> |
| <p>Rupture béton par effet de levier</p> $V_{Rk,cp} = k * N_{Rk,c}$ <p>k est donné dans l'ATE, <math>N_{Rk,c}</math> est calculé pour les chevilles soumises à un cisaillement</p>                                 | <p>Rupture béton par effet de levier</p> $V_{Rk,cp} = k * N_{Rk,c}$ <p>k est donné dans l'ATE, <math>N_{Rk,c}</math> est calculé pour les chevilles soumises à un cisaillement.</p>                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Rupture béton par effet de levier</p> $V_{Rk,cp} = k_3 * N_{Rk,c}$ <p><math>k_3</math> est donné dans l'ATE, <math>N_{Rk,c}</math> est calculé pour les chevilles soumises à un cisaillement</p>                                                                |
|                                                                                                                                  | <p>Dans le cas où un groupe de cheville est chargé en cisaillement avec des moments, les forces de cisaillement individuelles peuvent se neutraliser :</p>  <p>Dans ce cas, la vérification se fait sur la cheville la plus défavorable du groupe. Ceci est valable également avec un moment et une charge de cisaillement qui changerait de direction.</p> |                                                                                                                                                                                |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                          | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Rupture du béton en bord de dalle</p> <p>La rupture du béton en bord de dalle ne doit pas être vérifiée pour des distances au bord : <math>c &gt; 10 h_{ef}</math></p> | <p>Rupture du béton en bord de dalle</p> <p>La rupture du béton en bord de dalle ne doit pas être vérifiée pour les groupes de 4 chevilles au plus pour des distances au bord : <math>c &gt; 10 h_{ef}</math> ET <math>c &gt; 60 d</math></p>                                                                                                              | <p>Rupture du béton en bord de dalle</p> <p>La rupture du béton en bord de dalle ne doit pas être vérifiée pour les groupes de 4 chevilles au plus pour des distances au bord : <math>c &gt; 10 h_{ef}</math> OU <math>c &gt; 60 d</math> (la plus petite valeur est décisive).</p> <p>Pour les groupes dont les chevilles de fixation sont posées perpendiculairement au bord et subissent une charge parallèlement au bord ou un moment de torsion, la vérification pour la rupture du bord du béton est valide pour <math>s_1 \geq c_1</math> ou <math>c_1 \geq 150</math> mm.</p> <p>NOTE Dans les cas des groupes dont les chevilles de fixation sont installés perpendiculairement au bord et subissent une charge parallèlement au bord ou un moment de torsion avec <math>s_1 &lt; c_1</math> et <math>c_1 &lt; 150</math> mm, la méthode de conception pour la rupture du bord du béton peut donner des résultats non conservateurs.</p> |
| $V_{Rk,c}^0 = 0.45 \cdot \sqrt{d_{nom}} \cdot \left( \frac{l_f}{d_{nom}} \right)^{0.2} \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1.5}$                                                | $V_{Rk,c}^0 = k_1 \times d^\alpha \times h_{ef}^\beta \times \sqrt{f_{ck,cube}} \times c_1^{1.5}$ <p>Avec <math>\alpha = 0,1 \times \left( \frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5}</math> et <math>\beta = 0,1 \times \left( \frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}</math></p> <p>et <math>k_1 = 1,7</math> Béton fissuré et <math>k_1 = 2,4</math> Béton non fissuré</p> | $V_{Rk,c}^0 = 1,6 \times d^\alpha \times h_{ef}^\beta \times \sqrt{f_{ck,cube}} \times c_1^{1.5}$ <p>Avec <math>\alpha = 0,1 \times \left( \frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5}</math> et <math>\beta = 0,1 \times \left( \frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \Psi_{s,V} * \Psi_{\alpha,V} * \Psi_{h,V} * \Psi_{ec,V} * \Psi_{ucr,V}$ $A_{c,V}^0 = 4.5 * c_1^2$ $\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$ $\Psi_{h,V} = \left( \frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/3} \geq 1$ $\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2e_V}{3c_1} \right)} \leq 1$                  | $V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \Psi_{s,V} * \Psi_{\alpha,V} * \Psi_{h,V} * \Psi_{ec,V} * \Psi_{re,V}$ $A_{c,V}^0 = 4.5 * c_1^2$ $\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$ $\Psi_{h,V} = \left( \frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} \geq 1$ $\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2e_V}{3c_1} \right)} \leq 1$                            | $V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \Psi_{s,V} * \Psi_{\alpha,V} * \Psi_{h,V} * \Psi_{ec,V} * \Psi_{re,V}$ $A_{c,V}^0 = 4.5 * c_1^2$ $\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$ $\Psi_{h,V} = \left( \frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} \geq 1$ $\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2e_V}{3c_1} \right)} \leq 1$                                                         |
| $\Psi_{\alpha,V} = 1.0 \quad \text{pour } 0^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$ $\Psi_{\alpha,V} = \frac{1}{\cos \alpha + 0.5 \sin \alpha} \quad \text{pour } 55^\circ < \alpha \leq 90^\circ$ $\Psi_{\alpha,V} = 2.0 \quad \text{pour } 90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$                                                                                   | $\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha)^2 + \left( \frac{\sin \alpha}{2.5} \right)^2}} \geq 1 \quad \text{avec } \alpha_V \leq 90^\circ$                                                                                                                                                                                                                      | $\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0.4 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1 \quad \text{avec } 0^\circ \leq \alpha_V \leq 90^\circ$                                                                                                                                                                                                                                                 |
| $\Psi_{ucr,V} = 1.0 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré}$ $\Psi_{ucr,V} = 1.2 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord rectilignes } (\emptyset \geq 12\text{mm})$ $\Psi_{ucr,V} = 1.4 \quad \text{Pour ancrages dans du béton non fissuré ou dans du béton fissuré avec armatures de bord et étriers rapprochés}$ | $\Psi_{re,V} = 1.0 \quad \text{Pour ancrages dans du béton non fissuré ou fissuré sans renforcement de bord}$ $\Psi_{re,V} = 1.2 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord rectilignes } (\emptyset \geq 12\text{mm})$ $\Psi_{re,V} = 1.4 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord et étriers rapprochés}$ | $\Psi_{re,V} = 1.0 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré sans étriers ni renforcement sur le bord}$ $\Psi_{re,V} = 1.2 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord rectilignes } (\emptyset \geq 12\text{mm})$ $\Psi_{re,V} = 1.4 \quad \text{Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord et étriers rapprochés ou dans du béton non fissuré}$ |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Cas particulier des ancrages avec un support étroit et fin <math>c_{2,max} \leq 15 c_1</math> (<math>c_{2,max}</math> étant la plus grande des 2 distances aux bords parallèles à la direction de la charge) et <math>h \leq 15 c_1</math>,</p> <p>remplacer :</p> <p><math>c_1</math> par <math>c'_1 = \max(c_{max}/1,5 ; h/1,5)</math></p> | <p>Cas particulier des ancrages avec un support étroit et fin <math>c_{2,max} \leq 15 c_1</math> (<math>c_{2,max}</math> étant la plus grande des 2 distances aux bords parallèles à la direction de la charge) et <math>h \leq 15 c_1</math>,</p> <p>remplacer :</p> <p><math>c_1</math> par <math>c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; h/1,5)</math> pour une cheville</p> <p><math>c_1</math> par <math>c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; s_{2,max}/3)</math> pour un groupe</p> | <p>Cas particulier des ancrages avec un support étroit et fin <math>c_{2,max} \leq 15 c_1</math> (<math>c_{2,max}</math> étant la plus grande des 2 distances aux bords parallèles à la direction de la charge) et <math>h \leq 15 c_1</math>,</p> <p>remplacer :</p> <p><math>c_1</math> par <math>c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; h/1,5)</math> pour une cheville</p> <p><math>c_1</math> par <math>c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; s_{2,max}/3)</math> pour un groupe</p> |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Annexe C 2010 (version actuelle)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | CEN/TS 1992-4-4 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Combinaison des charges</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $\beta_{N,s} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,s}} \leq 1, \beta_{N,p} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,p}} \leq 1$ $\beta_{N,c} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{N,sp} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,sp}} \leq 1$ $\beta_N = \text{Max} (\beta_{N,s}; \beta_{N,p}; \beta_{N,c}; \beta_{N,sp})$ $\beta_{V,s} = \frac{V_{Sd}^h}{V_{Rd,s}} \leq 1$ $\beta_{V,c} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{V,cp} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,cp}} \leq 1$ $\beta_V = \text{Max} (\beta_{V,s}; \beta_{N,c}; \beta_{N,cp})$ $\beta_N \leq 1.0$ $\beta_V \leq 1.0$ $(\beta_N) + (\beta_V) \leq 1.2$ $(\beta_N)^\alpha + (\beta_V)^\alpha \leq 1$ $\alpha = 2 \quad \text{si rupture acier en traction et cisaillement}$ $\alpha = 1.5 \quad \text{sinon}$ | $\beta_{N,s} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,s}} \leq 1, \beta_{N,p} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,p}} \leq 1$ $\beta_{N,c} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{N,sp} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,sp}} \leq 1$ $\beta_N = \text{Max} (\beta_{N,s}; \beta_{N,p}; \beta_{N,c}; \beta_{N,sp})$ $\beta_{V,s} = \frac{V_{Sd}^h}{V_{Rd,s}} \leq 1$ $\beta_{V,c} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{V,cp} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,cp}} \leq 1$ $\beta_V = \text{Max} (\beta_{V,s}; \beta_{N,c}; \beta_{N,cp})$ $\beta_N \leq 1.0$ $\beta_V \leq 1.0$ $(\beta_N) + (\beta_V) \leq 1.2$ $(\beta_N)^\alpha + (\beta_V)^\alpha \leq 1$ $\alpha = 2 \quad \text{si rupture acier en traction et cisaillement}$ $\alpha = 1.5 \quad \text{sinon}$ | $\beta_{N,s} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,s}} \leq 1, \beta_{N,p} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,p}} \leq 1$ $\beta_{N,c} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{N,sp} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,sp}} \leq 1$ $\beta_N = \text{Max} (\beta_{N,s}; \beta_{N,p}; \beta_{N,c}; \beta_{N,sp})$ $\beta_{V,s} = \frac{V_{Sd}^h}{V_{Rd,s}} \leq 1$ $\beta_{V,c} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{V,cp} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,cp}} \leq 1$ $\beta_V = \text{Max} (\beta_{V,s}; \beta_{N,c}; \beta_{N,cp})$ $\beta_N \leq 1.0$ $\beta_V \leq 1.0$ $(\beta_N) + (\beta_V) \leq 1.2$ $(\beta_N)^\alpha + (\beta_V)^\alpha \leq 1$ $\alpha = 2 \quad \text{si rupture acier en traction et cisaillement}$ $\alpha = 1.5 \quad \text{sinon}$ |

**Annexe C****Comparaison des méthodes de dimensionnement des chevilles à scellement avec implantation variable**

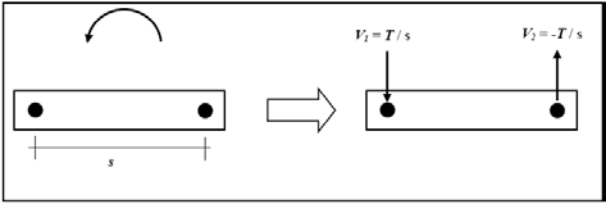
| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concerne toutes les chevilles sous ATE                                                                                                          | Concerne les chevilles chimiques avec implantation variable (précisé dans l'ATE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Concerne les chevilles chimiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Vérification en traction</b>                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Rupture acier<br>$N_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                | Rupture acier<br>$N_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Rupture acier<br>$N_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Rupture par extraction/glisement<br>$N_{Rk,p}$ est donné dans l'ATE                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left( \frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck,cube}} \right)^{1,5} \geq 1$ | <p>Rupture combinée extraction/glisement et cône de béton</p> $N_{Rk,p}^0 = \pi \times d \times h_{ef} \times \tau_{Rk}$ <p>Avec <math>\tau_{Rk}</math> donné dans ATE et varie en fonction du béton fissuré ou non fissuré</p> $N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np}$ $A_{p,N}^0 = (s_{cr,Np})^2$ $s_{cr,Np} = 20 \cdot d \cdot \left( \frac{\tau_{Rk,ucr}}{7,5} \right)^{0,5} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{et} \quad c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2}$ $\psi_{s,Np} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1$ | <p>Rupture combinée extraction/glisement et cône de béton</p> <p>Vérification uniquement si <math>\tau_{Rk} &lt; \tau_{Rk,max}</math></p> $N_{Rk,p}^0 = \pi \times d \times h_{ef} \times \tau_{Rk}$ <p>Avec <math>\tau_{Rk}</math> donné dans ATE et varie en fonction du béton fissuré ou non fissuré</p> $N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np}$ $A_{p,N}^0 = (s_{cr,Np})^2$ $s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot (\tau_{Rk,ucr})^{0,5} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{et} \quad c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2}$ $\psi_{s,Np} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1$ |

| Annexe C 1997 (ancienne version) | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | $\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left( \frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,0$ $\psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,Np}} \leq 1$ $\psi_{re,Np} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left( \frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}} \right)^{1,5} \geq 1$                                                                                                   | $\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left( \frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,max}} \right)^{1,5}$ $= \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left( \frac{\tau_{Rk}}{\frac{k_8}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}} \right)^{1,5}$ $= \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left( \frac{d \cdot \tau_{Rk}}{\frac{k_8}{\pi} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}} \right)^{1,5} \geq 1$ <p><b>8.2.4</b></p> <p>Avec <math>\tau_{Rk,max} = \frac{k_8}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}</math>,<br/> <math>k_8</math> est donné dans l'ATE.</p> $\psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,Np}} \leq 1$ $\psi_{re,Np} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ |
|                                  | <p>Cas particulier des ancrages avec 3 côtés ou plus avec <math>c_{max} \leq c_{cr,Np}</math> (<math>c_{max}</math> étant la plus grande des distances aux bords), remplacer :</p> $h_{ef} \text{ par } h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,Np}} \times h_{ef} \quad \text{ou} \quad h'_{ef} = \frac{s_{max}}{s_{cr,Np}} \times h_{ef}$ $s_{cr,Np} \text{ par } s'_{cr,N} = \frac{h'_{ef}}{h_{ef}} \times s_{cr,N}$ $c_{cr,Np} \text{ par } c'_{cr,Np} = 0,5 s'_{cr,Np}$ | <p>Pas de cas particulier</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                               | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Rupture par cône de béton</p> $N_{Rk,c}^0 = 7.2 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Rupture par cône de béton</p> $N_{Rk,c}^0 = k_1 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}$ <p>Avec <math>k_1 = 7,2</math> Béton fissuré et <math>k_1 = 10,1</math> Béton non fissuré</p>                                                                                                          | <p>Rupture par cône de béton</p> <p>Béton fissuré</p> $N_{Rk,c}^0 = k_{cr} * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}$ <p>Avec <math>k_{cr}</math> donné dans l'ATE, = 7,2 ou 8,5 selon l'expérience actuelle.</p> <p>Béton non fissuré</p> $N_{Rk,c}^0 = k_{ucr} * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}$ <p>Avec <math>k_{ucr}</math> donné dans l'ATE</p> |
| $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N} * \Psi_{re,N} * \Psi_{ec,N} * \Psi_{ucr,N}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,N})^2$ $\Psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,N}} \leq 1$ <p><math>\Psi_{ucr,N} = 1.4</math> béton non fissuré ;<br/> <math>\Psi_{ucr,N} = 1.0</math> béton fissuré</p> | $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N} * \Psi_{re,N} * \Psi_{ec,N}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,N})^2 = 9 * (h_{ef})^2$ $\Psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,N}} \leq 1$ | $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \Psi_{s,N} * \Psi_{re,N} * \Psi_{ec,N}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,N})^2 = 9 * (h_{ef})^2$ $\Psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $\Psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,N}} \leq 1$                                                    |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Cas particulier des ancrages avec 3 côtés ou plus avec <math>c_{\max} \leq c_{cr,N}</math> (<math>c_{\max}</math> étant la plus grande des distances aux bords), remplacer :</p> <p><math>h_{ef}</math> par <math>h'_{ef} = \frac{c_{\max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef}</math></p> <p><math>s_{cr,N}</math> par <math>s'_{cr,N} = \frac{c_{\max}}{c_{cr,N}} \times s_{cr,N}</math></p> <p><math>c_{cr,N}</math> par <math>c'_{cr,N} = c_{\max}</math></p> | <p>Cas particulier des ancrages avec 3 côtés ou plus avec <math>c_{\max} \leq c_{cr,N}</math> (<math>c_{\max}</math> étant la plus grande des distances aux bords), remplacer :</p> <p><math>h_{ef}</math> par <math>h'_{ef} = \frac{c_{\max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef}</math> ou <math>h'_{ef} = \frac{s_{\max}}{s_{cr,N}} \times h_{ef}</math></p> <p><math>s_{cr,N}</math> par <math>s'_{cr,Np} = \frac{h'_{ef}}{h_{ef}} \times s_{cr,Np}</math></p> <p><math>c_{cr,N}</math> par <math>c'_{cr,N} = 0,5 s'_{cr,N}</math></p> | <p>Cas particulier des ancrages avec 3 côtés ou plus avec <math>c_{\max} \leq c_{cr,N}</math> (<math>c_{\max}</math> étant la plus grande des distances aux bords), remplacer :</p> <p><math>h_{ef}</math> par <math>h'_{ef} = \frac{c_{\max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef}</math> ou <math>h'_{ef} = \frac{s_{\max}}{s_{cr,N}} \times h_{ef}</math></p> <p><math>s_{cr,N}</math> par <math>s'_{cr,N} = 3 h'_{ef}</math></p> <p><math>c_{cr,N}</math> par <math>c'_{cr,N} = 0,5 s'_{cr,N}</math></p> |
| <p>Rupture par fendage</p> <p><math>c \geq 1.5 c_{cr,sp}</math> et <math>h \geq 2 h_{ef}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Rupture par fendage</p> <p><math>c \geq 1.2 c_{cr,sp}</math> et <math>h \geq 2 h_{\min}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Rupture par fendage</p> <p>Cheville isolée : <math>c \geq c_{cr,sp}</math> et <math>h \geq h_{\min}</math></p> <p>Groupe de cheville: <math>c \geq 1.2 c_{cr,sp}</math> et <math>h \geq h_{\min}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><math>N_{Rk,c}^0 = 7.2 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><math>N_{Rk,c}^0 = k_1 * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}</math></p> <p>Avec <math>k_1 = 7,2</math> Béton fissuré et <math>k_1 = 10,1</math> Béton non fissuré</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Béton fissuré</p> <p><math>N_{Rk,c}^0 = k_{cr} * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}</math></p> <p>Avec <math>k_{cr}</math> donné dans l'ATE, = 7,2 ou 8,5 selon l'expérience actuelle.</p> <p>Béton non fissuré</p> <p><math>N_{Rk,c}^0 = k_{ucr} * \sqrt{f_{ck,cube}} * h_{ef}^{1.5}</math></p> <p>Avec <math>k_{ucr}</math> donné dans l'ATE</p>                                                                                                                                            |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{ucr,N} * \psi_h$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,sp})^2, A_{c,N} \text{ se calcule aussi avec } s_{cr,sp}$ $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1$ $\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,sp}} \leq 1$ $\psi_{ucr,N} = 1.4 \text{ béton non fissuré ;}$ $\psi_{ucr,N} = 1.0 \text{ béton fissuré}$ $\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{2h_{ef}} \right)^{2/3} \leq 1.5$ | $N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,sp})^2$ $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1$ $\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,sp}} \leq 1$ $\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \quad \text{où} \quad 1 \leq \psi_{h,sp} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$ | $N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{h,sp}$ $A_{c,N}^0 = (s_{cr,sp})^2$ $\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1$ $\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ $\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N/s_{cr,sp}} \leq 1$ $\psi_{h,sp} = \left( \frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left( \frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$ |
| <b>Vérification en cisaillement</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Rupture acier<br>$V_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Rupture acier<br>$V_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rupture acier<br>$V_{Rk,s}$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Rupture acier avec bras de levier<br>$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M * M_{Rk,s}}{\ell}, M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \left( 1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \right)$<br>$M_{Rk,s}^0$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Rupture acier avec bras de levier<br>$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M * M_{Rk,s}}{\ell}, M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \left( 1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \right)$<br>$M_{Rk,s}^0$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                                                         | Rupture acier avec bras de levier<br>$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M * M_{Rk,s}}{\ell}, M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \left( 1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}} \right)$<br>$M_{Rk,s}^0$ est donné dans l'ATE                                                                                                                                                                                                                |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                       | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Rupture béton par effet de levier</p> $V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c}$ <p>k est donné dans l'ATE, <math>N_{Rk,c}</math> est calculé pour les chevilles soumises à un cisaillement</p> | <p>Rupture béton par effet de levier</p> <p>La plus petite des deux valeurs suivantes est déterminante :</p> $V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c}$ $V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,p}$ <p>k est donné dans l'ATE, <math>N_{Rk,c}</math> et <math>N_{Rk,p}</math> sont calculés pour les chevilles soumises à un cisaillement.</p>                                                                                                                         | <p>Rupture béton par effet de levier</p> $V_{Rk,cp} = \min \begin{cases} k_3 \cdot N_{Rk,c} \\ k_3 \cdot N_{Rk,p} \end{cases}$ <p><math>k_3</math> est donné dans l'ATE, <math>N_{Rk,c}</math> et <math>N_{Rk,p}</math> sont calculés pour les chevilles soumises à un cisaillement.</p> |
|                                                                                                                                                                                        | <p>Dans le cas où un groupe de cheville est chargé en cisaillement avec des moments, les forces de cisaillement individuelles peuvent se neutraliser :</p>  <p>Dans ce cas, la vérification se fait sur la cheville la plus défavorable du groupe. Ceci est valable également avec un moment et une charge de cisaillement qui changerait de direction.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rupture du béton en bord de dalle<br>La rupture du béton en bord de dalle ne doit pas être vérifiée pour des distances au bord :<br>$c > 10 h_{ef}$                                                                                                                                                                                                     | Rupture du béton en bord de dalle<br>La rupture du béton en bord de dalle ne doit pas être vérifiée pour les groupes de 4 chevilles au plus pour des distances au bord :<br>$c > 10 h_{ef}$ ET $c > 60 d$                                                                                                                                              | Rupture du béton en bord de dalle<br>La rupture du béton en bord de dalle ne doit pas être vérifiée pour les groupes de 4 chevilles au plus pour des distances au bord :<br>$c > 10 h_{ef}$ OU $c > 60 d$                                                                                                                                              |
| $V_{Rk,c}^0 = 0.45 * \sqrt{d_{nom}} * \left( \frac{\ell_f}{d_{nom}} \right)^{0.2} \sqrt{f_{ck,cube}} * c_1^{1.5}$                                                                                                                                                                                                                                       | $V_{Rk,c}^0 = k_1 \times d^\alpha \times h_{ef}^\beta \times \sqrt{f_{ck,cube}} \times c_1^{1.5}$<br>$\alpha = 0.1 \times \left( \frac{h_{ef}}{c_1} \right)^{0.5}$ et $\beta = 0.1 \times \left( \frac{d}{c_1} \right)^{0.2}$<br>Avec $k_1 = 1.7$ Béton fissuré et $k_1 = 2.4$ Béton non fissuré                                                       | $V_{Rk,c}^0 = 1.6 \times d^\alpha \times h_{ef}^\beta \times \sqrt{f_{ck,cube}} \times c_1^{1.5}$<br>$\alpha = 0.1 \times \left( \frac{h_{ef}}{c_1} \right)^{0.5}$ et $\beta = 0.1 \times \left( \frac{d}{c_1} \right)^{0.2}$<br>Avec                                                                                                                  |
| $V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \Psi_{s,V} * \Psi_{\alpha,V} * \Psi_{h,V} * \Psi_{ec,V} * \Psi_{ucr,V}$<br>$A_{c,V}^0 = 4.5 * c_1^2$<br>$\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$<br>$\Psi_{h,V} = \left( \frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/3} \geq 1$<br>$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2e_V}{3c_1} \right)} \leq 1$ | $V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \Psi_{s,V} * \Psi_{\alpha,V} * \Psi_{h,V} * \Psi_{ec,V} * \Psi_{re,V}$<br>$A_{c,V}^0 = 4.5 * c_1^2$<br>$\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$<br>$\Psi_{h,V} = \left( \frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} \geq 1$<br>$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2e_V}{3c_1} \right)} \leq 1$ | $V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \Psi_{s,V} * \Psi_{\alpha,V} * \Psi_{h,V} * \Psi_{ec,V} * \Psi_{re,V}$<br>$A_{c,V}^0 = 4.5 * c_1^2$<br>$\Psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$<br>$\Psi_{h,V} = \left( \frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} \geq 1$<br>$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2e_V}{3c_1} \right)} \leq 1$ |
| $\Psi_{\alpha,V} = 1.0$ pour $0^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ$<br>$\Psi_{\alpha,V} = \frac{1}{\cos \alpha + 0.5 \sin \alpha}$ pour $55^\circ < \alpha \leq 90^\circ$<br>$\Psi_{\alpha,V} = 2.0$ pour $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$                                                                                                            | $\Psi_{\alpha,V} = \frac{1}{\sqrt{(\cos \alpha)^2 + \left( \frac{\sin \alpha}{2.5} \right)^2}} \geq 1$ avec $\alpha_V \leq 90^\circ$                                                                                                                                                                                                                   | $\Psi_{\alpha,V} = \frac{1}{\sqrt{(\cos \alpha_V)^2 + (0.4 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1$                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Psi_{ucr,V} = 1.0$ Pour ancrages dans du béton fissuré<br>$\Psi_{ucr,V} = 1.2$ Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord rectilignes ( $\emptyset \geq 12\text{mm}$ )<br>$\Psi_{ucr,V} = 1.4$ Pour ancrages dans du béton non fissuré ou dans du béton fissuré avec armatures de bord et étriers rapprochés | $\Psi_{re,V} = 1.0$ Pour ancrages dans du béton non fissuré ou fissuré sans renforcement de bord<br>$\Psi_{re,V} = 1.2$ Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord rectilignes ( $\emptyset \geq 12\text{mm}$ )<br>$\Psi_{re,V} = 1.4$ Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord et étriers rapprochés                             | $\Psi_{re,V} = 1.0$ Pour ancrages dans du béton fissuré sans renforcement de bord<br>$\Psi_{re,V} = 1.2$ Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord rectilignes ( $\emptyset \geq 12\text{mm}$ )<br>$\Psi_{re,V} = 1.4$ Pour ancrages dans du béton fissuré avec armatures de bord et étriers rapprochés ou non fissuré                             |
| Cas particulier des ancrages avec un support étroit et fin $c_{2,max} \leq 15 c_1$ ( $c_{2,max}$ étant la plus grande des 2 distances aux bords parallèles à la direction de la charge) et $h \leq 15 c_1$ , remplacer :<br>$c_1$ par $c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; h/1,5)$                                                     | Cas particulier des ancrages avec un support étroit et fin $c_{2,max} \leq 15 c_1$ ( $c_{2,max}$ étant la plus grande des 2 distances aux bords parallèles à la direction de la charge) et $h \leq 15 c_1$ , remplacer :<br>$c_1$ par $c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; h/1,5)$ pour une cheville<br>$c_1$ par $c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; s_{2,max}/3)$ pour un groupe | Cas particulier des ancrages avec un support étroit et fin $c_{2,max} \leq 15 c_1$ ( $c_{2,max}$ étant la plus grande des 2 distances aux bords parallèles à la direction de la charge) et $h \leq 15 c_1$ , remplacer :<br>$c_1$ par $c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; h/1,5)$ pour une cheville<br>$c_1$ par $c'_1 = \max(c_{2,max}/1,5 ; s_{2,max}/3)$ pour un groupe |

| Annexe C 1997 (ancienne version)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | EOTA TR 029 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CEN/TS 1992-4-5 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Combinaison des charges</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| $\beta_{N,s} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,s}} \leq 1, \beta_{N,p} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,p}} \leq 1$ $\beta_{N,c} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{N,sp} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,sp}} \leq 1$ $\beta_N = \text{Max} (\beta_{N,s}; \beta_{N,p}; \beta_{N,c}; \beta_{N,sp})$ $\beta_{V,s} = \frac{V_{Sd}^h}{V_{Rd,s}} \leq 1$ $\beta_{V,c} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{V,cp} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,cp}} \leq 1$ $\beta_V = \text{Max} (\beta_{V,s}; \beta_{N,c}; \beta_{N,cp})$ $\beta_N \leq 1.0$ $\beta_V \leq 1.0$ $(\beta_N) + (\beta_V) \leq 1.2$ $(\beta_N)^\alpha + (\beta_V)^\alpha \leq 1$ $\alpha = 2 \text{ si rupture acier en traction et cisaillement}$ $\alpha = 1.5 \quad \text{sinon}$ | $\beta_{N,s} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,s}} \leq 1, \beta_{N,p} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,p}} \leq 1$ $\beta_{N,c} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{N,sp} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,sp}} \leq 1$ $\beta_N = \text{Max} (\beta_{N,s}; \beta_{N,p}; \beta_{N,c}; \beta_{N,sp})$ $\beta_{V,s} = \frac{V_{Sd}^h}{V_{Rd,s}} \leq 1$ $\beta_{V,c} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{V,cp} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,cp}} \leq 1$ $\beta_V = \text{Max} (\beta_{V,s}; \beta_{N,c}; \beta_{N,cp})$ $\beta_N \leq 1.0$ $\beta_V \leq 1.0$ $(\beta_N) + (\beta_V) \leq 1.2$ $(\beta_N)^\alpha + (\beta_V)^\alpha \leq 1$ $\alpha = 2 \text{ si rupture acier en traction et cisaillement}$ $\alpha = 1.5 \quad \text{sinon}$ | $\beta_{N,s} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,s}} \leq 1, \beta_{N,p} = \frac{N_{Sd}^h}{N_{Rd,p}} \leq 1$ $\beta_{N,c} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{N,sp} = \frac{N_{Sd}^g}{N_{Rd,sp}} \leq 1$ $\beta_N = \text{Max} (\beta_{N,s}; \beta_{N,p}; \beta_{N,c}; \beta_{N,sp})$ $\beta_{V,s} = \frac{V_{Sd}^h}{V_{Rd,s}} \leq 1$ $\beta_{V,c} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,c}} \leq 1, \beta_{V,cp} = \frac{V_{Sd}^g}{V_{Rd,cp}} \leq 1$ $\beta_V = \text{Max} (\beta_{V,s}; \beta_{N,c}; \beta_{N,cp})$ $\beta_N \leq 1.0$ $\beta_V \leq 1.0$ $(\beta_N) + (\beta_V) \leq 1.2$ $(\beta_N)^\alpha + (\beta_V)^\alpha \leq 1$ $\alpha = 2 \text{ si rupture acier en traction et cisaillement}$ $\alpha = 1.5 \quad \text{sinon}$ |

## Annexe D

### ETAG 020 relatif aux chevilles plastiques

#### D.1 Méthode de dimensionnement

La résistance à l'ELU  $R_d$  d'une fixation est définie par  $R_d = R_k / \gamma_M$

#### D.2 Béton

##### D.2.1 Traction

Rupture de l'élément d'expansion :  $N_{Rk,s}$  ou  $N_{Rk,pol}$  sont fournis dans l'ATE.

Rupture par extraction / glissement :  $N_{Rk,p}$  est fourni dans l'ATE.

Rupture par cône de béton :  $N_{Rk,c} = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}$  (en N)

##### D.2.2 Cisaillement

Rupture de l'élément d'expansion sans effet de levier :  $V_{Rk,s}$  ou  $V_{Rk,pol}$  sont fournis dans l'ATE.

Rupture de l'élément d'expansion avec effet de levier :  $M_{Rk,s}$  ou  $M_{Rk,pol}$  sont fournis dans l'ATE

Rupture du béton en bord de dalle:

$$V_{Rk,c} = 0,45 \cdot \sqrt{d_{nom}} \cdot (h_{nom}/d_{nom})^{0,2} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \cdot \left( \frac{c_2}{1,5c_1} \right)^{0,5} \cdot \left( \frac{h}{1,5c_1} \right)^{0,5} \quad [N]$$

$$\left( \frac{c_2}{1,5c_1} \right) \leq 1 \text{ et } \left( \frac{h}{1,5c_1} \right) \leq 1$$

##### D.2.3 Maçonnerie pleine, creuse et béton cellulaire

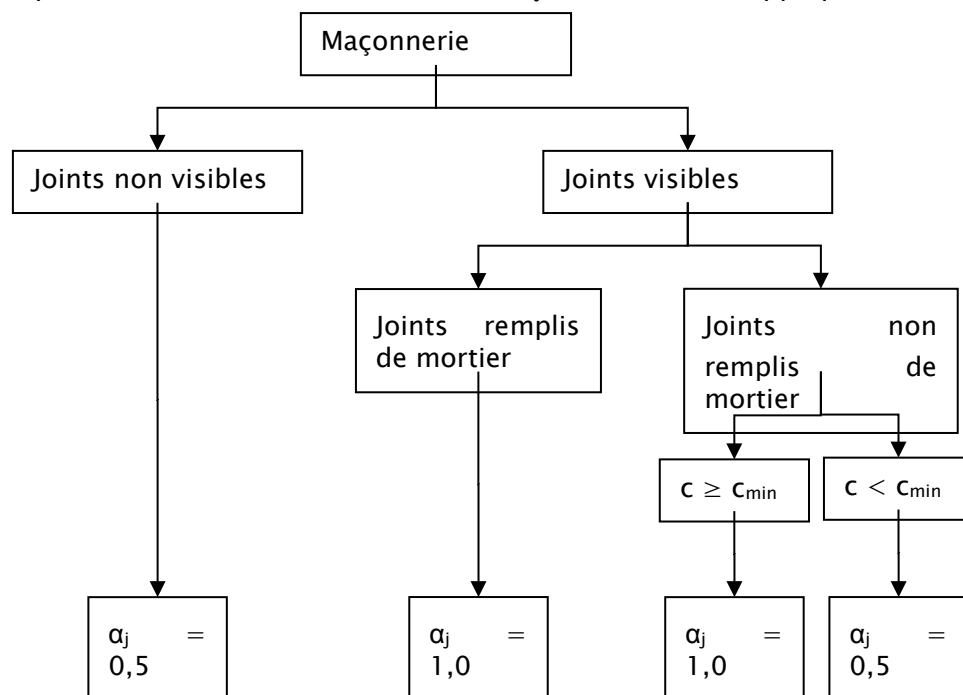
L'ATE ne contient qu'une valeur de résistance caractéristique  $F_{Rk}$  indépendante de la direction de la charge (la compression sur la cheville n'est pas admise) et du type de ruine. Cette valeur est utilisable à condition de respecter les valeurs minimales de distance aux bords et d'entraxes stipulées dans l'ATE.

La valeur de résistance d'un groupe de 2 ou 4 fixations est égale à celle d'une fixation unitaire (la notion de groupe est définie par une distance entre fixation inférieure à 250 mm).

Si les joints verticaux entre les briques de maçonneries ne sont pas prévus pour être remplis de mortier alors la résistance de calcul devra être limitée à 200 daN afin d'éviter une extraction de la brique (sauf si un verrouillage de forme entre les briques permet d'éviter ce phénomène).

Si les joints de la maçonnerie ne sont pas visibles lors de la pose de la fixation, la résistance caractéristique doit être réduite à l'aide du facteur  $\alpha_j = 0,5$ . Si les joints sont visibles (ex. murs non crépis), la résistance caractéristique  $F_{Rk}$  peut être utilisée uniquement si le mur est conçu de telle façon

que les joints soient remplis de mortier, ou si ce n'est pas le cas, que la distance au joint vertical soit supérieure à  $c_{\min}$  (dans le cas contraire,  $\alpha_j = 0,5$  doit être appliqué).



Dans le cas de maçonneries creuses, les valeurs  $F_{Rk}$  données dans les ATE sont uniquement valides pour les briques et blocs utilisés lors des essais, c'est dire avec un matériau de base, des dimensions, une résistance à la compression et des dimensions des cellules parfaitement identiques. Si la maçonnerie n'a pas été testée pour la réalisation de l'ATE, il est alors possible de faire des essais sur site pour déterminer la résistance caractéristique à l'unique condition que le matériau de base ait été testé dans l'ATE (par exemple, il n'est possible de tester une brique creuse de terre cuite qu'à l'unique condition qu'une autre brique creuse de terre cuite ait été testée dans l'ATE). Il est également nécessaire de respecter les profondeurs d'ancrages telles que stipulées dans les ATE. En cas de sur-enfoncement, des tests sur site seront nécessaires afin de déterminer une nouvelle valeur  $F_{Rk}$ .

Dans le cas de maçonneries pleines, les valeurs  $F_{Rk}$  données dans les ATE sont uniquement valides pour des briques et blocs de dimensions et de résistances à la compression égales ou supérieures à celles utilisées lors des essais. Pour des briques plus petites ou de résistance à la compression plus faible, il sera nécessaire d'effectuer des essais sur site.

## Annexe E

### ETAG 029 relatif aux chevilles à scellement pour maçonnerie

#### E.1 Méthode de dimensionnement

La résistance à l'ELU  $R_d$  d'une fixation est définie par :  $R_d = R_k / \gamma_M$

#### E.2 Méthode de conception-calcul A

##### E.2.1 Traction

|                                    |                                                                                                |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rupture acier                      | $N_{Sd}^h \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$                                                         |
| Extraction glissement              | $N_{Sd}^h \leq N_{Rk,p} / \gamma_{Mm}$                                                         |
| Rupture matériau support           | $N_{Sd} \leq N_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$<br>$N_{Sd}^g \leq N_{Rk,b}^g / \gamma_{Mm}$               |
| Extraction glissement d'une brique | $N_{Sd} \leq N_{Rk,pb} / \gamma_{Mm}$                                                          |
| Influence des joints               | $N_{Sd} \leq \alpha_j N_{Rk,p} / \gamma_{Mm}$<br>$N_{Sd} \leq \alpha_j N_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$ |

La résistance caractéristique d'une cheville en cas de rupture de l'acier,  $N_{Rk,s}$ , est donnée dans l'ATE correspondant.

La résistance caractéristique d'une cheville en cas de rupture par extraction/glissement,  $N_{Rk,p}$ , est donnée dans l'ATE correspondant.

La résistance caractéristique d'une cheville en cas de rupture du matériau support,  $N_{Rk,b}$ , est donnée dans l'ATE correspondant.

La résistance caractéristique d'un groupe de deux scellements chimiques,  $N_{Rk,b}^g$  peut être calculée par l'équation suivante :

$$N_{Rk,b}^g = N_{Rk,b} \cdot \left( 1 + \frac{s}{s_{cr,N}} \right) \leq 2 N_{Rk,b}$$

La détermination ci-dessus est possible uniquement, si le mur est conçu avec des joints remplis de mortier afin de transférer les charges d'une brique à l'autre.

S'il y a un entraxe dans deux directions (groupe de quatre chevilles) alors le facteur d'influence ci-dessus doit être déterminé dans chaque direction et doit être multiplié dans l'équation ci-dessus.

La résistance caractéristique d'une cheville ou d'un groupe de chevilles dans le cas d'extraction d'une brique,  $N_{Rk,pb}$ , est calculée comme suit :

Les joints verticaux sont conçus pour ne pas être remplis de mortier

$$N_{Rk,pb} = 2 \cdot l_{brick} \cdot$$

$$b_{brick} (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d)$$

Les joints verticaux sont conçus pour être remplis de mortier

$$N_{Rk,pb} = 2$$

$$\cdot l_{brick} \cdot b_{brick} (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) + b_{brick} \cdot h_{brick} \cdot f_{vko}$$

Si les joints de maçonnerie ne sont pas visibles les résistances caractéristiques  $N_{Rk,p}$  et  $N_{Rk,b}$  doivent être réduites avec le facteur  $\alpha_j = 0,75$ .

Si les joints de maçonnerie sont visibles (par exemple, mur non enduit) il faut prendre en considération suivantes :

- Les résistances caractéristiques  $N_{Rk,p}$  et  $N_{Rk,b}$  peuvent être utilisées uniquement, si le mur est conçu de manière à ce que les joints sont à pourvoir de mortier.
- Si le mur est conçu de manière à ce que les joints ne sont pas à être remplis de mortier alors les résistances caractéristiques  $N_{Rk,p}$  et  $N_{Rk,b}$  peuvent être utilisées uniquement, si  $C_{min}$  la distance minimale de bord pour les joints verticaux est respecté. Si  $C_{min}$  la distance minimale de bord ne peut pas être respecté alors la résistance caractéristique  $N_{Rk,p}$  et  $N_{Rk,b}$  doit être réduite par le facteur  $\alpha_j = 0,75$ .

### E.2.2 Cisaillement

|                                                                |                                        |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Rupture de l'acier, charge de cisaillement sans bras de levier | $V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$ |
| Rupture de l'acier, charge de cisaillement avec bras de levier | $V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$ |
| Rupture du support                                             | $V_{Sd} \leq V_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$   |
| Rupture de bord du support                                     | $V_{Sd} \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mm}$   |

Pour des ancrages avec le facteur de sécurité partielle  $\gamma_{MAAC}$  doit être utilisé au lieu de  $\gamma_{Mm}$ .

La résistance caractéristique d'une cheville en cas de rupture de l'acier par une charge de cisaillement sans bras de levier  $V_{Rk,s}$  peut être prise dans l'ATE.

La résistance caractéristique d'une cheville en cas de rupture de l'acier par une charge de cisaillement avec bras de levier  $V_{Rk,s}$  est donnée par :

$$V_{Rk,s} = \frac{M_{Rk,s}}{\ell}$$

La résistance caractéristique d'une cheville dans le cas d'une rupture du support,  $V_{Rk,b}$ , est donnée dans l'ATE.

La résistance caractéristique d'une cheville en cas de rupture de bord du support avec un bord défini  $V_{Rk,c}$ , est donnée dans l'ATE.

### E.2.3 Résistance à des charges combinées de traction et de cisaillement.

Les équations suivantes doivent être satisfaites pour des charges combinées de traction et de cisaillement :

$$\beta_N \leq 1$$

$$\beta_V \leq 1$$

$$\beta_N + \beta_V \leq 1.2$$

### E.3 Méthode de conception-calcul B

La méthode de conception B repose sur une approche simplifiée selon laquelle la valeur de calcul de la résistance caractéristique est considérée comme étant indépendante de la direction de la charge.

La résistance de conception  $F_{Rd}$  est calculée par la valeur la plus basse à l'étude des résistances caractéristiques et des facteurs de sécurité partielle correspondant.

En cas de charge de cisaillement avec effet de levier, la résistance caractéristique de la cheville doit être calculée selon l'équation définie au paragraphe C.2.2.

La résistance caractéristique d'une cheville ou d'un groupe de chevilles en cas d'extraction/glisement d'une brique et l'influence des joints devra être considérée conformément au paragraphe C.2.1.

## Annexe F

### Dimensionnement au feu selon *EOTA TR 020*

#### F.1 Généralités

La méthode de calcul au feu est basée sur un concept similaire à celle à température ambiante, à savoir que l'équation ci-dessous doit être vérifiée :

$$S_{d,fi} \leq R_{d,fi}(t)$$

Où  $S_{d,fi} = \gamma_{F,fi} \times S_{k,fi}$

Et  $R_{d,fi} = \frac{R_{k,fi}}{\gamma_{M,fi}}$

#### F.2 Vérifications en traction

##### F.2.1 Rupture acier

$N_{Rd,s,fi} = \frac{N_{Rk,s,fi}}{\gamma_{Ms,fi}}$  ;  $N_{Rk,s,fi}$  est donné dans l'ATE ainsi que  $\gamma_{Ms,fi} = 1$  (en l'absence de réglementation nationale).

##### F.2.2 Rupture par extraction/glisement

$N_{Rd,p,fi} = \frac{N_{Rk,p,fi}}{\gamma_{Mp,fi}}$  ;  $N_{Rk,p,fi}$  est donné dans l'ATE ainsi que  $\gamma_{Mp,fi} = 1$  (en l'absence de réglementation nationale).

En fait,  $N_{Rk,p,fi} = 0,25 N_{Rk,p}$  (béton fissuré) pour un feu  $\leq 90$  min

$N_{Rk,p,fi} = 0,2 N_{Rk,p}$  (béton fissuré) pour un feu de 120 min

### F.2.3 Rupture par cône de béton

$N_{Rd,c,fi} = \frac{N_{Rk,c,fi}}{\gamma_{Mc,fi}}$  avec  $\gamma_{Mc,fi} = 1$  (en l'absence de réglementation nationale) et

$$N_{Rk,c,fi} = N_{Rk,c,fi}^0 \times \frac{A_{cN}}{A_{cN}^0} \times \Psi_{ec,N} \times \Psi_{Re,N} \times \Psi_{sN} \times \Psi_{ucr,N}$$

Où  $N_{Rk,c,fi}^0$  est donné dans l'ATE et les autres coefficients  $\frac{A_{cN}}{A_{cN}^0} \times \Psi_{ec,N} \times \Psi_{Re,N} \times \Psi_{sN} \times \Psi_{ucr,N}$  sont identiques à ceux calculés à température ambiante.

### F.2.4 Rupture par fendage

Pas de vérification du fendage car  $N_{Rk,p,fi}$  et  $N_{Rk,c,fi}$  ont été calculés avec béton fissuré et présence de renforcement.

## F.3 Vérifications en cisaillement

### F.3.1 Rupture acier

$V_{Rd,s,fi} = \frac{V_{Rk,s,fi}}{\gamma_{Ms,fi}}$  ;  $V_{Rk,s,fi}$  est donné dans l'ATE ainsi que  $\gamma_{Ms,fi} = 1$  (en l'absence de réglementation nationale).

### F.3.2 Rupture par effet de levier

$V_{Rd,cp,fi} = \frac{V_{Rk,cp,fi}}{\gamma_{Mcp,fi}}$  ;  $V_{Rk,cp,fi}$  est donné dans l'ATE ainsi que  $\gamma_{Mcp,fi} = 1$  (en l'absence de réglementation nationale).

**F.3.3 Rupture béton en bord de dalle**

$V_{Rd,cp,fi(90)}^0 = 0,25 \times V_{Rk,c}^0$  ;  $V_{Rd,cp,fi(120)}^0 = 0,2 \times V_{Rk,c}^0$  , les autres formules étant similaires à celles du calcul à température ambiante.

**F.4 Combinaison des charges**

Formule identique à celle à température ambiante.

## **Annexe G**

### **Essais sur chantier**

#### **G.0 Introduction**

Cette annexe tient compte des dernières évolutions réglementaires et techniques européennes.

Elle a été révisée en Juillet 2013 pour tenir compte de l'évolution des documents de référence (*annexe B de l'ETAG 020* et cahiers du CSTB 1661, 3035 et 3696).

#### **G.1 Objet**

La présente annexe concerne les essais sur site de 5 types de chevilles :

Chevilles métalliques ou chimiques avec ATE selon *ETAG 001 parties 2 à 5*

1. Chevilles avec ATE selon *ETAG 001 partie 6*
2. Chevilles plastiques avec ATE selon *ETAG 014* et avec ATE selon *ETAG 020*
3. Chevilles chimiques avec ATE suivant *ETAG 029*
4. Chevilles sous homologation nationale<sup>1</sup> .

Il est néanmoins possible d'effectuer des essais sur site pour les chevilles sans homologation sous réserve que ceux-ci soient réalisés sous l'unique responsabilité du fabricant de la cheville mais en aucun cas pour des applications de sécurité (risque en vie humaine, conséquences économiques graves ou aptitude de l'ancrage à remplir sa fonction). Sont exclues de la présente annexe les chevilles pour fixation des membranes d'étanchéité qui sont couvertes par l'ETAG 006, dont l'annexe D couvre les essais sur site.

Le présent document concerne les essais sur site des chevilles à mettre en œuvre. Il ne concerne pas les essais de chevilles déjà posées, ni les essais de réception à la charge de service pour les équipements de sécurité (point d'ancrage, ligne de vie, ...) qui servent à vérifier la bonne mise en œuvre.

En principe, la présente annexe concerne des essais de traction, néanmoins on pourra, dans certains cas, justifier des valeurs de cisaillement par ces essais.

La présente annexe tient compte des procédures relatives aux essais sur site figurant dans les documents de référence existants : ETAG 014, ETAG 020 et ETAG 029.

#### **G.2 But des essais**

Les essais ne sont pas faits pour

- déroger aux règles de bonne construction,
- se substituer aux homologations des chevilles,
- remplacer les données techniques fournies par les fabricants pour les chevilles sans homologation.

---

<sup>1</sup> Une homologation est un document de référence validé tel que avis technique, appréciation technique d'expérimentation (Atex) ou cahier des charges.

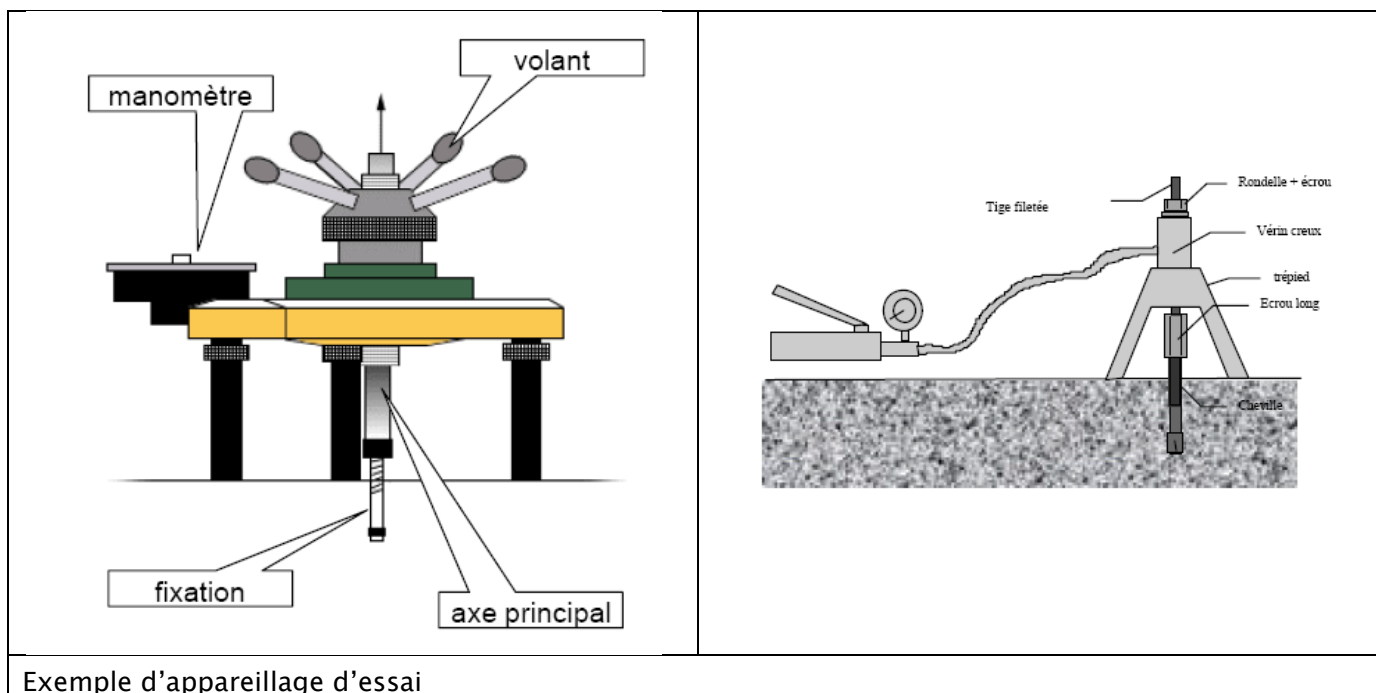
Ils peuvent être réalisés dans l'un des cas suivants :

1. Caractériser un support visé par l'homologation : lorsque les caractéristiques du support ne sont pas connues, des essais sur site sont réalisés dans le but d'évaluer la résistance de ce support.  
Exemple : cas d'une cheville validée pour béton utilisée dans un béton de classe de résistance inconnue.
2. Déterminer une résistance caractéristique pour les supports non visés par l'homologation ou pour des chevilles sans homologation.  
Exemple : cas d'une cheville validée pour béton utilisée dans une maçonnerie pleine
3. Répondre à une demande particulière du client et/ou du bureau étude et/ou du bureau de contrôle,...

## G.3 Essais

### G.3.1 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai utilisé pour les essais d'arrachement doit permettre une augmentation lente et continue de la charge contrôlée par une cellule calibrée. La charge doit être appliquée perpendiculairement à la surface du matériau support. Les forces de réaction doivent être transmises au matériau support à une distance d'au moins 10 cm de la cheville (7,5 cm pour des valeurs d'essais < 500 daN).



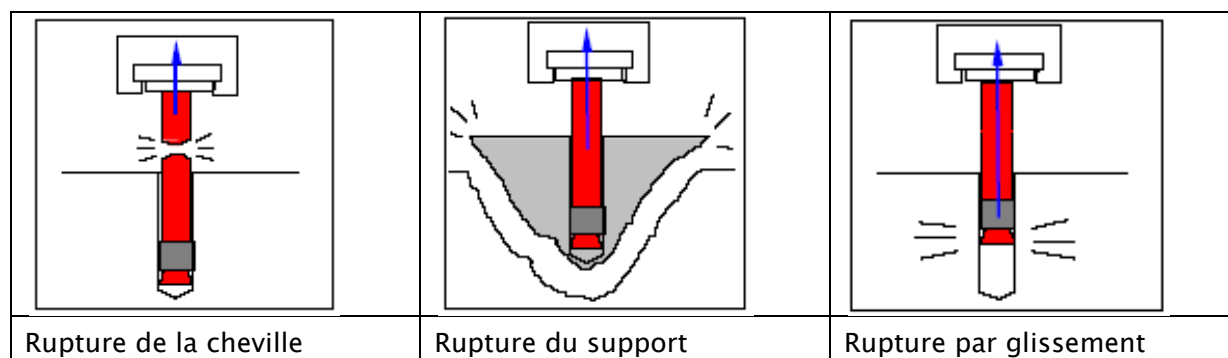
### G.3.2 Position des essais

La position des fixations pour la réalisation des essais sur site doit être choisie avec précaution. Le matériau support et les distances aux bords doivent être représentatifs de l'application concernée mais les chevilles et dispositif d'essais doivent être positionnés de telle sorte que les dommages occasionnés sur la structure n'aient pas d'influence sur sa résistance.

### G.3.3 Réalisation des essais

Lors de la pose des chevilles pour réaliser les essais sur site, des forets neufs doivent être utilisés. Une attention particulière doit être apportée à la perpendicularité du forage.

Lors de l'essai, la charge doit être augmentée de manière continue de telle sorte que la charge de ruine soit atteinte au bout d'environ 1 minute. La charge de ruine maximum doit être enregistrée ainsi que le mode de ruine.



Le nombre d'essais à effectuer figure au paragraphe G.4.

#### G.4 Résultats d'essais

Les résultats d'essais doivent être interprétés par le fabricant de chevilles comme indiqué dans le tableau ci-après :

| Type de chevilles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Type de support | Nombre d'essai | Valeur de N <sub>1</sub>                                             | Valeur de γ <sub>m</sub>                                            | Valeur de α | Formule à utiliser                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Cheville métallique ou chimique ETAG 001                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Béton connu     | 5              | N <sub>1</sub> =<br>moyenne<br>des 5 essais<br>les +<br>défavorables | Le plus élevé de l'ATE                                              | 0,75        | $N_{Rd,u} = \frac{\alpha \times N_1}{\gamma_m}$<br>$N_{Rd,s} = \frac{N_{Rd,u}}{1,4}$ |
| Cheville métallique ou chimique ETAG 001                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Béton non connu | 5              |                                                                      | Le plus élevé de l'ATE * 1,25                                       | 0,75        |                                                                                      |
| Cheville plastique ETAG 020                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tout support    | 15             |                                                                      | - 2,5 pour les maçonneries,<br>- selon ATE pour les autres supports | 0,5         |                                                                                      |
| Cheville plastique ETAG 014 (ETICS)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tout support    | 15             |                                                                      | 2                                                                   | 0,6         |                                                                                      |
| Cheville chimique ETAG 029                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Tout support    | 15             |                                                                      | 2,5                                                                 | 0,5         |                                                                                      |
| Cheville sous homologation nationale                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Tout support    | 15             |                                                                      | 2,5                                                                 | 0,5         |                                                                                      |
| Cheville sans homologation                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Tout support    | 15             |                                                                      | 4                                                                   | 0,5         |                                                                                      |
| Cheville plomb et laiton                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tout support    | 15             |                                                                      | 5                                                                   | 0,5         |                                                                                      |
| Dans le cas de fixation dans les joints de maçonnerie ou dans le cas où les joints de maçonnerie sont non visibles il est nécessaire d'appliquer un coefficient de sécurité supplémentaire de 2 sur les valeurs N <sub>Rd,u</sub> et N <sub>Rd,s</sub> pour les chevilles sous ETAG 020 et 1,33 pour les chevilles sous ETAG 029. |                 |                |                                                                      |                                                                     |             |                                                                                      |
| N <sub>Rd,u</sub> et N <sub>Rd,s</sub> limités aux valeurs homologuées ou aux données du fabricant pour les chevilles sans homologation.                                                                                                                                                                                          |                 |                |                                                                      |                                                                     |             |                                                                                      |

Les déplacements ne sont pas mesurés toutefois, il faut s'assurer qu'ils sont négligeables.

En l'absence d'essais de cisaillement, les résistances  $V_{rd,s}$  et  $V_{rd,u}$  sont prises égales à  $N_{rd,u}$  et  $N_{rd,s}$  à l'exclusion des fixations sur une seule paroi de maçonnerie creuse mise en œuvre par percussion.

## G.5 Rapport d'essai

Les éléments suivants doivent figurer sur le rapport d'essai :

- Informations relatives au chantier,
- Nom, qualité et société du responsable des essais et des personnes présentes,
- Informations relatives à la cheville et à sa mise en œuvre :
  - o appareil de forage et méthode de perçage (avec ou sans percussion),
  - o diamètre de perçage,
  - o profondeur,
  - o référence de l'homologation.
- Informations relatives à l'appareillage d'essai,
- Informations relatives au matériau support,
- Résultats des essais (charges de ruine individuelles + type de ruine),
- Interprétation des essais avec valeur  $N_{Rd,u}$  et  $N_{Rd,s}$ ,
- Observations éventuelles,
- Validation,
- De façon optionnelle, photographies du matériau support, des chevilles essayées et des modes de ruine,
- De façon optionnelle, localisation de chacune des chevilles testées : par rapport aux bords des éléments et des parois pour les maçonneries, par rapport au bord des parois pour le béton,
- Signature (manuelle ou électronique) du rapport par la personne responsable.

**Annexe H****Plan type d'une Déclaration des Performances DoP**

logo du fabricant

Déclaration des performances

No DoP. CPD-N° – FR

1. Code d'identification unique du produit type : **Désignation du produit**
2. Numéro de type, de lot ou de série ou tout autre élément permettant l'identification du produit de construction, conformément à l'article 11, paragraphe 4:  
 Numero ATE, annex ....  
 Numéro de lot : se reporter à l'emballage.
3. Usage ou usages prévus du produit de construction, conformément à la spécification technique harmonisée applicable, comme prévu par le fabricant :

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type générique et utilisation prévue du produit | définition 1 du matériau support comme indiqué dans l'ATE, par ex type de béton, type de maçonneries... <i>pour usage multiple pour applications non-structurelles si applicables</i><br>Dimensions visées...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                 | définition 2 du matériau support comme indiqué dans l'ATE, par ex type de béton, type de maçonneries...<br>Dimensions visées...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Option / catégorie                              | Numéro de l'option (ETAG 001) ou lettre de la catégorie (ETAG 020)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Type de charge                                  | type de charge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Matériau                                        | <p>Acier zingué :</p> <p>Ambiance intérieure sèche seulement</p> <p>Dimensions visées...</p> <p>Acier inoxydable (Qualité A4):</p> <p>une ambiance intérieure sèche, et à des conditions atmosphériques extérieures (comprenant les environnements industriel et marin) ou, en intérieur, à une humidité permanente, s'il n'existe aucune condition agressive particulière</p> <p>Dimensions visées...</p> <p>Acier à haute résistance à la corrosion (marquage C):</p> <p>Ambiance intérieure ou extérieure particulièrement agressive</p> <p>Dimensions visées...</p> |
| Classe de température<br><i>si applicable</i>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

4. Nom, raison sociale ou marque déposée et adresse de contact du fabricant, conformément à l'article 11, paragraphe 5 :

Nom du fabricant et adresse

5. Le cas échéant, nom et adresse de contact du mandataire dont le mandat couvre les tâches visées à l'article 12, paragraphe 2: --

6. Le ou les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances du produit de construction, conformément à l'annexe V: **Système EVCP- précisé dans l'ATE**

7. Dans le cas de la déclaration des performances concernant un produit de construction couvert par une norme harmonisée : --

8. Dans le cas de la déclaration des performances concernant un produit de construction pour lequel une évaluation technique européenne a été délivrée :

nom et numéro d'identification de l'organisme d'évaluation technique

a délivré numéro de référence de l'évaluation technique européenne

sur la base de numéro de référence du document d'évaluation européen

L'organisme notifié **numéro de l'organisme notifié** a réalisé selon le système 1

(description des tâches à exécuter par une tierce partie conformément à l'annexe V)

a délivré le certificat de conformité n° **CPD** .

#### 9. Performances déclarées

| Caractéristiques essentielles                     | Méthode de dimensionnement | Performances                        | Spécification technique harmonisée |
|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Résistance caractéristique en traction            | ETAG 001 annexe C          | ETA-xx/xxxx, annexe xx              | ETAG 001-01                        |
|                                                   | CEN/TS 1992-4-4            | ETA-xx/xxxx, annexe xx              |                                    |
| Résistance caractéristique en cisaillement        | ETAG 001 annexe C          | ETA-xx/xxxx, annexe xx              |                                    |
|                                                   | CEN/TS 1992-4-4            | ETA-xx/xxxx, annexe xx              |                                    |
| Distances minimales d'entraxe et aux bords libres | ETAG 001 annexe C          | ETA-xx/xxxx, annexe xx              |                                    |
|                                                   | CEN/TS 1992-4-4            | ETA-xx/xxxx, annexe xx              |                                    |
| Déplacement à l'état limite de service            | ETAG 001 annexe C          | ETA-xx/xxxx, annexe xx et annexe xx |                                    |
|                                                   | CEN/TS 1992-4-4            | ETA-xx/xxxx, annexe xx et annexe xx |                                    |

Lorsque, conformément à l'article 37 ou 38, la documentation technique spécifique a été utilisée, les exigences remplies par le produit:--

10. Les performances du produit identifié aux points 1 et 2 sont conformes aux performances déclarées indiquées au point 9.

La présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant identifié au point 4.

Signé pour le fabricant et en son nom par:

-----  
Nom 1  
(fonction)

Date et lieu de délivrance

-----  
Nom 2  
(fonction)





45 rue Louis Blanc, 92400 Courbevoie - 92038 Paris La Défense Cedex - Tél. : 33 (0)1 47 17 63 20 - Fax : 33 (0)1 47 17 62 60 - [cisma@cisma.fr](mailto:cisma@cisma.fr)

[www.cisma.fr](http://www.cisma.fr)

**Membre des Comités européens** CECE, CECOF, CEO, FEM

LA **MÉCANIQUE**  
EN FRANCE,  
BIEN PLUS  
QU'UNE **INDUSTRIE**



**MEMBRE  
DE LA  
FIM**