

REGLES PROFESSIONNELLES

**RECOMMANDATIONS A L'USAGE
DES PROFESSIONNELS
DE LA CONSTRUCTION
POUR LE DIMENSIONNEMENT
DE FIXATIONS
PAR CHEVILLES MÉTALLIQUES
POUR BÉTON**

Ce document est destiné à être utilisé pendant la période transitoire relative à l'application du marquage CE des chevilles métalliques pour béton

ÉDITION 1999

Rapporteur Général : LN. JACOB
M. KRIMM

Coordination Générale : Commission Technique Chevilles du S.I.O.

Membres de la Commission Technique Chevilles du S.I.O. :

MM. BARTHOMEUF	SPIT
BLANCHET	EMHART
DEI TOS	CEBTP
DIETRICH	FISCHER
ESTEVE	EDF
FICHEUX	SGN
HUTTEAU	PASCAL-LIEBIG
JACOB	S.I.O.
KRIMM	SOCOTEC
MAY	HILTI
MESUREUR	CSTB
GUSMAN	RAWL

SOMMAIRE

- 1 - PREAMBULE**
 - 1.1 Pourquoi ce fascicule
 - 1.2 Les Normes
 - 1.3 Le Guide d'Agrément Technique Européen (guide d'ATE)
 - 1.3.1 *Les ATE*
 - 1.3.2 *Les Avis Techniques*
 - 1.4 Le texte ministériel d'application du guide d'ATE
 - 1.5 Mise en application – Points à prendre en compte

 - 2 - LES NORMES NF E 27-815-1, NF E 27-815-2, NF E 27-816**
 - 2.1 Introduction
 - 2.2 Modifications
 - 2.3 Nouvelle terminologie
 - 2.4 Types de chevilles concernées
 - 2.5 Béton

 - 3 - AGREMENT TECHNIQUE EUROPEEN (ATE)
CHEVILLES METALLIQUES POUR BETON**
 - 3.1 Rappel
 - 3.2 Terminologie
 - 3.3 Guide d'ATE « chevilles métalliques pour utilisation dans le béton »
 - 3.4 Options
 - 3.5 Applications
 - 3.6 Programmes d'essais et exigences essentielles
 - 3.7 Béton fissuré selon le guide d'ATE
 - 3.8 Méthodes de conception de l'ancrage

 - 4 - RECOMMANDATIONS D'APPLICATION NATIONALE**
 - 4.1 Objet des recommandations d'application
 - 4.1.1 *Champ d'application du guide d'ATE*
 - 4.1.2 *Notion de béton non fissuré ou béton fissuré*
 - 4.1.3 *Choix de la méthode de dimensionnement*
 - 4.1.3.1 *Cas des chevilles sous cahier des charges*
 - 4.1.3.2 *Cas des chevilles sous ATE*
 - 4.2 Tableau des domaines d'application et des recommandations d'application nationale
 - 4.3 Définition du béton non fissuré et du béton fissuré

 - 5 - BIBLIOGRAPHIE**

 - 6 - ANNEXE : METHODE DE DIMENSIONNEMENT DES ANCRAGES
PAR CHEVILLES**
-

PREAMBULE

1.1 Pourquoi ce fascicule ?

Les présentes Règles Professionnelles ont été élaborées au sein de la Commission Technique «Chevilles» du S.I.O. qui réunit fabricants de chevilles, utilisateurs, laboratoires d'essais et organismes de contrôles, tous désireux d'apporter des réponses consensuelles aux questions et problèmes posés par la mise en place progressive de l'Agrément Technique Européen (ATE) sur les chevilles.

Le champ d'application de la Directive Européenne 89-106 CEE « Produit de la Construction » (DPC) couvre les chevilles métalliques pour la fixation dans le béton. Dans le cadre de cette directive, un mandat a été délivré à l'EOTA (Organisation Européenne pour l'Agrément Technique), afin d'établir un guide relatif aux chevilles, en vue de permettre d'apposer le marquage CE rendu obligatoire au titre de la Directive Produits de la Construction sur les chevilles correspondantes.

Par ailleurs, il existe en France, depuis de nombreuses années, des normes françaises portant sur la détermination expérimentale de la résistance des chevilles métalliques à expansion.

Les présentes règles professionnelles ont donc pour objet de fixer des recommandations pour le dimensionnement des ancrages effectués à l'aide de chevilles dont les caractéristiques ont été évaluées soit suivant les normes françaises, soit suivant le guide d'ATE. Ces règles professionnelles sont applicables pendant la période transitoire de mise en application de l'ATE des chevilles métalliques pour le béton.

Au delà de la période transitoire, seules les règles relevant de l'ATE seront applicables et seules les chevilles marquées CE au titre de la DPC pourront être mises sur le marché ; leur utilisation devra prendre en compte les données contenues dans l'ATE correspondant.

Les présentes Règles Professionnelles sont différentes des usages admis actuellement pour les chevilles en circulation, qui reposent en particulier sur le respect des normes françaises, NF E 27-815 et NF E 27-816.

Elles sont également différentes des dispositions du guide établi par l'EOTA pour la délivrance de l'ATE, leur objectif étant néanmoins de se rapprocher de ces dernières, afin de préparer fabricants, utilisateurs et organismes de contrôle à appliquer les règles de l'ATE.

1.2 Les normes

A la suite de la publication de la norme expérimentale E 27-815 de juillet 1982, les normes suivantes ont été établies :

- NF E 27-815 décembre 1988
Chevilles métalliques à expansion. Essais d'arrachement, interprétation des résultats
- E 27-816 février 1989
Chevilles métalliques à expansion. Essais de comportement

Ces normes ont servi de référentiel technique pour la délivrance des cahiers des charges acceptés par SOCOTEC ainsi qu'à la certification CERTIMECA-CHEVILLES.

Ces normes ont été révisées en 1997 et 1998 et remplacées par les normes :

- NF E 27 815-1 : Novembre 97 – Chevilles métalliques
Partie 1 : Généralités, terminologie, règle de sécurité de conception d'un assemblage par cheville
- NF E 27 815-2 : Novembre 97 – Chevilles métalliques
Partie 2 : Essais pour la détermination des résistances caractéristiques et des distances critiques et minimales
- NF E 27 816 : Juin 98 – Chevilles métalliques
Essais d'aptitude à l'emploi

Elles sont complétées par le document «Méthode de dimensionnement des ancrages par cheville métallique dans le béton» figurant en Annexe et qui apporte des informations complémentaires aux prescripteurs et utilisateurs sur le dimensionnement des ancrages.

1.3 Le Guide d'Agrément Technique Européen (guide ATE)

1.3.1 - Les A.T.E.

Les chevilles métalliques pour béton font partie des produits couverts par la Directive 89-106 CEE Directive des produits de la construction et, à ce titre, elles font l'objet de la procédure de l'Agrément Technique Européen (ATE) qui est délivré par un organisme d'agrément habilité (en France le CSTB).

Le guide d'Agrément Technique Européen « chevilles métalliques pour béton (ETAG n° 001 édition 1997) » a été établi en conformité avec cette directive, il définit les bases de l'évaluation des chevilles métalliques de fixation pour béton, pour emploi dans du béton non fissuré et dans du béton fissuré.

Au moment de la rédaction des présentes règles, le guide est prévu pour comporter 6 parties plus 3 annexes qui font parties intégrantes du guide. Seules les parties 1, 2 et 3 ainsi que les annexes ont été publiées dans le cahier 3047 de Mai 1998 du CSTB.

1.3.2 - Les Avis Techniques

Dès 1992, le CSTB, organisme désigné en France pour la délivrance des ATE sur les chevilles, a mis en place les structures nécessaires à la délivrance d'un nouvel Avis Technique sur les chevilles métalliques de fixation et d'une certification CSTBat associée. Ces Avis Techniques ont été délivrés initialement par la commission « chevilles » du Groupe Spécialisé n° 1 (GS 1) sur la base du guide UEATC de juin 1992. Cependant, lorsque certains articles ont été jugés difficiles d'application ou incomplets, ils ont été abandonnés au profit des projets de guide d'ATE préparés au sein de l'EOTA. Depuis sa publication en 1998, c'est ce guide qui sert de référentiel de l'Avis Technique.

Cette organisation doit permettre d'opérer un passage rapide de l'Avis Technique à l'ATE. Dans le cas où la cheville fait l'objet d'un ATE, l'Avis Technique, s'il existe, est annulé et la procédure de certification est remplacée par celle de contrôle prévue par le guide d'ATE dans le cadre de l'attestation de conformité et du marquage CE.

1.4 Le texte ministériel d'application du guide d'ATE

De manière générale, les guides d'ATE deviennent d'application obligatoire lorsqu'ils sont acceptés par la Commission de la CEE après consultation du Comité Permanent de la Construction et lorsqu'ils sont publiés par les Etats membres dans leur langue officielle et font l'objet d'un arrêté inter ministériel d'application.

Afin de permettre une application progressive de l'ATE en évitant une rupture brutale avec la situation antérieure, les états membres, au moment où ils publient en droit national la liste des produits soumis à l'ATE, prévoient une période transitoire correspondant au délai nécessaire pour que les fabricants et distributeurs puissent prendre les dispositions nécessaires pour mettre sur le marché des produits marqués CE. Pendant cette période se côtoieront des produits marqués CE et des produits non marqués CE.

1.5 Mise en application – Points à prendre en compte

La différence fondamentale entre l'approche du guide d'ATE et celle des normes en vigueur concerne principalement la prise en compte du comportement des chevilles en fonction de l'état de fissuration du béton.

Le guide d'ATE prévoit que les chevilles puissent être testées, soit dans du béton fissuré et dans du béton non fissuré, soit seulement dans du béton non fissuré. Ainsi des chevilles peuvent être conçues pour n'être utilisées que dans du béton non fissuré. Il ne précise pas concrètement quels ouvrages ou parties d'ouvrage sont à considérer comme fissurés ou non fissurés.

A la différence de cette approche, les normes françaises ne distinguent pas les deux états fissuré et non fissuré, mais prévoient systématiquement un essai de bon fonctionnement dans du béton fissuré pour tenir compte de la fissuration éventuelle du béton.

Par contre, les exigences du guide d'ATE pour les chevilles utilisées dans le béton fissuré étant plus sévères que celles des normes françaises, ceci a pour conséquence de spécifier des valeurs de charge admissibles suivant le guide d'ATE plus faible que suivant les normes dans le cas d'un béton fissuré. Enfin le guide d'ATE ne précise pas par des exemples, les cas où le béton est ou non fissuré. Il part du postulat que tout béton doit être considéré comme étant fissuré, sauf si il est démontré par le calcul qu'il ne l'est pas.

Les présentes Règles Professionnelles ont donc pour objet de :

- *Expliciter le domaine d'application des chevilles en fonction de la notion de niveau de risque encouru, et en l'étayant par des exemples.*
- *Indiquer les ouvrages et parties d'ouvrages servant de support à l'ancrage pour lesquels, conventionnellement, on considère que le béton est fissuré ou non fissuré*
- *Indiquer la méthode de dimensionnement à prendre en compte pour réaliser les ancrages*
- *Fixer les coefficients complémentaires de sécurité γ_{eq} qui permettent d'obtenir la cohérence des valeurs de charges entre les chevilles évaluées selon les normes françaises et les chevilles évaluées selon le guide d'ATE.*

Au moment de la publication des présentes Règles Professionnelles, les parties 4, 5 et 6 du Guide ne sont pas encore publiées (certaines étant encore à l'état de projet), néanmoins, le présent document a pris en compte ces types de chevilles afin d'apporter une réponse aussi globale que possible aux questions qui se poseront au cours de la période transitoire pour ces produits.

LES NORMES NF E 27-815-1, NF E 27-815-2, NF E 27-816

2.1. Introduction

Ce chapitre fait état des modifications prises en compte dans les nouvelles publications des normes:

- NF E 27 815-1 : Novembre 97 - Chevilles métalliques
Partie 1 : Généralités, terminologie, règle de sécurité de conception d'un assemblage par cheville
- NF E 27 815-2 : Novembre 97 - Chevilles métalliques
Partie 2 : Essais pour la détermination des résistances caractéristiques et des distances critiques et minimales.
- NF E 27 816 : Juin 98 - Chevilles métalliques - Essais d'aptitude à l'emploi

2.2. Modifications

Par rapport aux documents remplacés (NF E 27-815 - Déc. 88 et E 27-816 - Fév. 89) les modifications portent sur :

- Séparation de NF E 27-815 en deux parties (règles de sécurité et essais),
- Refonte du texte pour tenir compte du guide UEAtc 92 et des projets du guide ATE,
- Extension du domaine d'application aux chevilles métalliques à verrouillage de forme et aux chevilles chimiques,
- Définition des résistances et des distances caractéristiques associées aux coefficients partiels de sécurité,
- Utilisation des valeurs caractéristiques pour le dimensionnement d'un assemblage par cheville,
- Prise en compte de l'influence des distances critiques et minimales aux bords libres entre chevilles et entre groupe de chevilles,
- Introduction d'essais d'aptitude à l'emploi en fonction des différents types de chevilles,
- Introduction de l'essai de comportement dans une fissure statique,
- Introduction des essais avec couple de serrage maximal,
- Introduction du coefficient partiel de sécurité γ_2

2.3 Nouvelle terminologie

Au moment de la révision des normes en 1997-98, la terminologie des nouvelles normes a été modifiée afin de l'harmoniser avec celle du Guide d'A.T.E. Le présent tableau établit donc une correspondance entre les anciennes et les nouvelles notations des symboles.

	Nouvelle désignation suivant normes révisées en 97/98	Ancienne désignation suivant normes 88/89
Effort normal (traction axiale)	N	
Effort de cisaillement	V	
Moyenne des charges de ruine pour une série d'essais	$F_{um}^t V_{um}^t N_{um}^t$	\bar{X}
Résistance caractéristique de la cheville sous effort d'arrachement	$R_k V_{Rk} N_{Rk}$	
Coefficient partiel de sécurité de la cheville tenant compte de la sécurité de mise en œuvre	γ_2	
Résistance de calcul de la cheville à l'état limite ultime	R_{du}	X_p
Résistance de calcul de la cheville à l'état limite de service	R_{ds}	X_n
Diamètre du trou foré	d_0	d_1
Profondeur du trou foré au point le plus profond	h_1	t_1
Profondeur d'ancrage théorique donnée par le fabricant	h_{ef}	h_v
Profondeur globale d'enfoncement de la cheville dans le béton	h_{nom}	h_s
Epaisseur de l'élément de construction à fixer	t_{fix}	d_a
Epaisseur de la couche non porteuse	a_{non}	d_n
Couple de serrage nominal ou maximal recommandé pour l'expansion ou la précontrainte de la cheville	T_{inst}	
Diamètre du filetage de la cheville	d	d_2
Diamètre extérieur de la cheville	d_{nom}	d_3
Distance entre-axes de chevilles	s	a
Distance à un bord libre	c	a_r
Distance entre-axes minimale admissible	s_{min}	
Distance aux bords libres minimale admissible	c_{min}	
Distance entre-axes critique permettant la transmission de la résistance caractéristique en traction	s_{cr}	
Distance critique aux bords libres permettant la transmission de la résistance caractéristique ($C_{cr,N}$ en traction, $C_{cr,V}$ en cisaillement)	c_{cr}	
Sollicitation de calcul	S_d OU F_d	
Résistance de calcul	R_d	
Coefficient de réduction de la charge jusqu'à s_{min}	Ψ_s	
Coefficient de réduction de la charge jusqu'à c_{min} en traction	Ψ_{cN}	
Coefficient de réduction de la charge jusqu'à c_{min} en cisaillement	Ψ_{cV}	
Coefficient de réduction de la charge tenant compte de l'épaisseur du support, en cisaillement uniquement	Ψ_{ep}	
Valeur nominale de la limite élastique de l'acier	f_{yk}	R_e
Résistance nominale à la rupture de l'acier en traction	f_{uk}	R_m
Valeur moyenne nominale de la résistance à la compression du béton sur cylindre	f_{cm}	f_c

2.4 Types de chevilles concernés

Dans la version précédente de ces normes d'essais, les chevilles concernées étaient limitées aux chevilles métalliques à expansion par vissage et à expansion par frappe. Le domaine d'application a été étendu à d'autres types de chevilles métalliques : chevilles à verrouillage de forme et chevilles chimiques.

On distingue maintenant 4 types de chevilles :

Type A : Cheville à expansion par vissage

Type B : Cheville à expansion par frappe (correspondant aux types B et C de l'ancienne version)

Type C : Cheville à verrouillage de forme

Type D : Cheville à scellement chimique

2.5. Béton

Les performances des chevilles métalliques établies à partir des normes NF E 27-815-1, NF E 27-815-2 et NF E 27-816 s'appliquent à une utilisation dans des ouvrages en béton armés ou non armés, de classe de résistance minimale C20/25 et de classe de résistance maximale C50/60 suivant la norme expérimentale P 18-325 exécuté conformément aux règles en vigueur.

AGREMENT TECHNIQUE EUROPEEN - CHEVILLES METALLIQUES POUR BETON

3.1 Rappel

- En avril 1996, délivrance par la Communauté Européenne du mandat donnant mission à l'EOTA de réaliser un guide d'Agrément Technique Européen des chevilles métalliques pour béton.
- En Mai 1998 le document Guide d'Agrément Technique Européen a été publié en France par le CSTB (cahiers du CSTB 3047)
- En 1998 délivrance des premiers ATE.
- Un ATE donne présomption de conformité aux exigences essentielles de la Directive des Produits pour la Construction [1] et par voie de conséquence aux Règles de Construction Françaises. L'ATE constitue la spécification technique harmonisée qui, comme la partie harmonisée des Normes Européennes, sert de référence à la procédure d'attestation de conformité à la DPC, matérialisée par le Marquage CE que le fabricant doit apposer sur ses produits : celui-ci doit donc pour cela respecter ce qui est prescrit dans l'ATE.
- Pour obtenir un ATE, les chevilles doivent faire l'objet d'essais décrit dans le guide d'ATE et doivent faire l'objet de contrôles correspondant au système d'attestation de conformité tel que précisé dans le mandat délivré par le Comité Permanent de la Construction :
 - Système 1 : pour les chevilles relevant des parties 1 à 5
 - Système 2 : pour les chevilles relevant de la partie 6.

Les exigences correspondant aux différents systèmes d'attestation de conformité sont données dans l'annexe III de la DPC.

3.2 Terminologie

DPC Directive 89-106 CEE Produits de la construction

ATE Agrément Technique Européen

Document clé pour les prescripteurs. Il contient le détail des spécifications de la cheville, les caractéristiques de performance et les limites d'application. Il indique par rapport à quelle partie du guide d'ATE la cheville est agréée, et quelle option est couverte pour la catégorie d'utilisation.

Il donne également les modalités du système d'attestation de conformité du produit et du marquage CE.

Guide d'ATE

Guide d'Agrément Technique Européen [2] - Cahier du CSTB 3047.

Cadre pour les procédures d'essais, les évaluations et les méthodes de conception.

Procédure d'Attestation de conformité

Procédure concrétisée par un document appelé « certificat de conformité CE » grâce à laquelle le fabricant de chevilles déclare que l'ensemble de ses produits concernés a fait l'objet de détermination des caractéristiques de performances indiquées dans le mandat pour chacune des Exigences Essentielles à la satisfaction

desquelles le produit contribue dans l'ouvrage considéré.

Cette procédure impose la réalisation des essais par un laboratoire notifié, conformément à l'option du guide retenue, ainsi qu'un contrôle de la production conformément au système d'attestation de conformité imposé par le mandat.

Marquage CE du produit

Marquage réglementaire apposé sur les produits et/ou sur leur emballage, garantissant le respect des exigences essentielles de la DPC dans le cadre de l'ATE.

Le marquage CE est le garant de la libre circulation des produits sur l'ensemble du territoire de l'UE.

Le marquage CE signifie que les caractéristiques et spécifications précisées dans l'ATE, en relation avec la satisfaction des Exigences Essentielles applicables aux ouvrages ont été déterminées conformément au Guide d'ATE correspondant ; ainsi peuvent être prises en compte l'ensemble des spécifications requises pour respecter les réglementations des États-Membres. Cela ne dispense pas pour autant l'utilisateur de vérifier au cas par cas la convenance de son choix aux spécifications propres à son projet en l'occurrence ici la fixation.

3.3 Guide d'ATE "Chevilles métalliques pour utilisation dans le béton"

Les parties suivantes du guide d'ATE sont publiées :

- Partie 1 : Exigences générales communes à tous les types de chevilles.
- Partie 2 : Chevilles à expansion par vissage à couple contrôlé
- Partie 3 : Chevilles à verrouillage de forme
- Annexe A : Détails des essais
- Annexe B : Essais pour conditions de service admissibles
- Annexe C : Méthodes de conception.

Au moment de la rédaction des présentes règles, d'autres parties sont en cours de publication ou de rédaction :

- Partie 4 : Chevilles à expansion par déformation contrôlée (Achèvement prévu fin 1998)
- Partie 5 : Chevilles à scellement (Achèvement 98/99)
- Partie 6 : Chevilles pour systèmes légers. (Utilisation redondante - plafonds suspendus, tuyauterie, plateau de câble - façades, etc...) (Achèvement 98/99).

3.4 Options

Le guide d'ATE offre 12 options au choix du fabricant, couvrant les nombreux paramètres d'application tels que la résistance du béton et son état (fissuré ou non fissuré), la direction de la charge et les distances au bords et entre chevilles. L'option 1, la plus complète, couvre le maximum de cas d'utilisation et de configuration d'ancrages, l'option 12 est la plus réduite, elle est exclusivement limitée à l'utilisation dans le béton non fissuré et ne tient pas compte des effets de réduction de charge dus aux paramètres tels que proximité des bords, efforts tangentiels, entr'axes réduits, etc ...

Les documents d'accompagnement (notice emballage etc ...) doivent préciser le domaine d'application de la cheville en fonction de l'option retenue par le fabricant pour l'ATE.

Les paramètres d'application pour les options sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Option N°	Fissuré et non fissuré	Non fissuré seulement	C20/25 seulement	C20/25 à C50/60	Valeur unique de F_{RK} (1)	F_{RK} en fonction de la direction (3)	c_{CR} (1)	s_{CR} (1)	c_{min} (1)	s_{min} (1)	Méthode de conception calcul suivant l'annexe C (2)
1	•			•		•	•	•	•	•	A
2	•		•			•	•	•	•	•	
3	•			•	•		•	•	•	•	B
4	•		•		•		•	•	•	•	
5	•			•	•		•	•			C
6	•		•		•		•	•			
7		•		•		•	•	•	•	•	A
8		•	•			•	•	•	•	•	
9		•		•	•		•	•	•	•	B
10		•	•		•		•	•	•	•	
11		•		•	•		•	•			C
12		•	•		•		•	•			

Note 1 :

F_{RK} valeur caractéristique de la résistance d'une cheville isolée ou d'un groupe de chevilles.

c_{CR} distance à un bord libre garantissant la transmission de la résistance caractéristique d'une cheville isolée

s_{CR} distance entre axes de chevilles garantissant la transmission de la résistance caractéristique unitaire de chacune des chevilles

c_{min} distance à un bord libre minimale admissible

s_{min} distance entre axes minimale admissible

Note 2 :

Prendre également en compte le paragraphe 3.8 du présent document

Note 3 :

Pour les valeurs de F_{RK} , en plus de la direction, il est tenu compte également des modes de ruines tels qu'indiqués dans le guide d'ATE.

3.5 Applications

Conformément à la partie 1 du guide, les applications couvertes sont celles dont la défaillance pourrait entraîner un risque pour la vie humaine ou qui pourraient avoir des conséquences économiques graves. Cela signifie que les chevilles agréées peuvent être utilisées pour des applications à risque élevé telles que des connexions structurales.

3.6 Programmes d'essais et exigences essentielles

Les essais ont pour objet de vérifier que les 2 exigences essentielles suivantes sont prises en compte.

ER1 Résistance mécanique et stabilité

ER4 Sécurité d'utilisation

dont le détail est donné dans le tableau 4.1 de la partie I du guide d'ATE.

3.7 Béton fissuré selon le guide d'ATE

Le béton peut être fissuré pour de multiples raisons. Selon le guide d'ATE, on doit vérifier si le béton est ou non fissuré en calculant les contraintes dans l'ouvrage ou partie d'ouvrage devant recevoir l'ancrage (voir paragraphe 4.1 de l'annexe C du guide d'ATE).

Si ce calcul n'est pas effectué, le béton doit être considéré comme fissuré.

Note : Chaque état membre de la CEE peut définir ses critères pour évaluer la fissuration ou la non fissuration du béton. Des informations sur ce point existent dans les DTU (BAEL, BPEL) et dans les Eurocodes.

3.8 Méthodes de dimensionnement de l'ancrage

(appelées « méthode de conception - calcul des ancrages » dans le guide d'ATE)

Dans le guide d'ATE, le principe général de vérification est donné dans l'annexe C du guide.

On retrouvera dans le guide d'ATE les valeurs des différents paramètres nécessaires pour appliquer la méthode de conception associée à l'option retenue.

3.8.1 Méthode A

Elle s'applique aux options 1, 2, 7 et 8.

Cette méthode de conception prend en compte tous les types possibles de rupture. Elle est plus sophistiquée que les méthodes antérieures et rapproche plus précisément les coefficients de sécurité de l'application retenue.

Il faut vérifier que l'équation $S_d \leq R_d$ (S_d sollicitation de calcul des actions, et R_d valeur de la résistance de calcul) est satisfaite pour :

- toutes les directions de charge traction, cisaillement et oblique
- tous les modes de ruines, rupture acier, rupture extraction/glisement, rupture du béton par cône, par fendage, en bord de dalle ou par effet de levier, en tenant compte ou non de la présence d'armature.

3.8.2 Méthode B

Elle s'applique aux options 3, 4, 9 et 10.

Cette méthode repose sur une approche simplifiée selon laquelle la valeur de calcul de la résistance caractéristique est considérée indépendante de la direction de la charge et du mode de ruine.

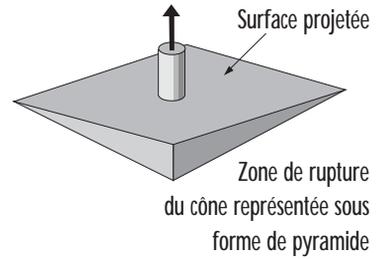
3.8.3 Méthode C

Elle s'applique aux options 5, 6, 11 et 12.

La méthode C repose sur une approche encore plus simplifiée que la méthode B dans la mesure où les distances réelles entre axes et à un bord libre doivent être égales ou supérieures aux valeurs de s_{cr} et c_{cr} .

3.8.4. Performance des groupes, types de ruine, etc ...

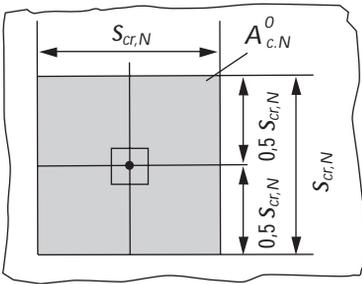
La tenue d'une cheville isolée dans le béton est modélisée en utilisant un cône béton dont la surface a une relation directe à la capacité de charge. Les chevilles posées près des bords ou près d'autres chevilles voient une réduction effective de leur performance dans le béton. Le guide d'ATE propose une nouvelle méthode de conception, la Méthode de Capacité du Béton connue sous le nom de « Concrete Capacity » (CC), qui prend le point indiqué ci-dessus en compte par une technique simplifiée où la surface du cône béton est représentée par la projection de ce cône en forme de pyramide sur la surface de la structure.



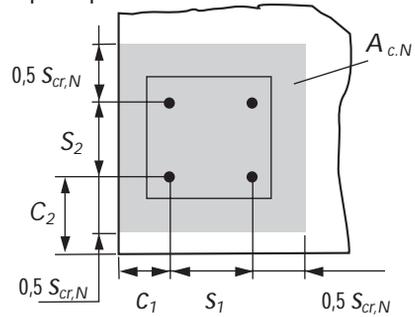
Ceci est illustré de façon simplifiée ci-après :

Charges de traction - Méthode de Capacité du Béton

Surface projetée pour cheville isolée.

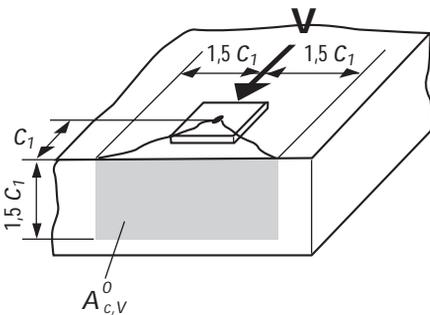


Surface projetée pour un groupe de 4 chevilles posées près d'un bord

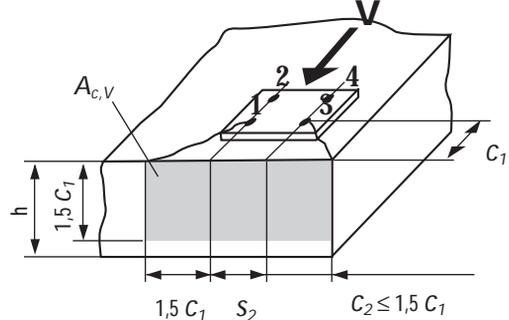


Charges de cisaillement - Méthode de Capacité du Béton

Surface projetée pour cheville isolée chargée vers un bord



Surface projetée pour platine chargée vers un bord



Déplacements

L'ATE donne pour la cheville considérée, les déplacements caractéristiques à prendre en compte vis à vis de l'état limite de service. La valeur des déplacements doit rester dans les limites indiquées par le prescripteur conformément au chapitre 4.1.3.2 du guide d'ATE.

RECOMMANDATIONS D'APPLICATION NATIONALE

4.1 Objet des recommandations d'application

Conformément au paragraphe 1.5 du préambule, les recommandations présentées dans ce document ont pour objet de clarifier les points suivants :

4.1.1 *Champ d'application du guide d'ATE*

Le guide d'ATE vise les chevilles métalliques de fixation pour le béton (mécaniques et chimiques) devant satisfaire les Exigences Essentielles (ER) de la Directive des Produits de Construction (DPC).

Les Exigences Essentielles relatives aux chevilles de fixation concernent la résistance mécanique et la stabilité de la construction dans lesquelles sont utilisées les fixations (ER1), ainsi que la sécurité d'utilisation (ER4).

Ces exigences couvrent en fait un très large domaine d'emploi dont les limites ne sont pas clairement fixées par le guide d'ATE.

Le présent document a donc pour objet de classer les domaines d'emploi en différenciant les applications par niveaux de risques, et d'illustrer ces domaines d'emplois par des exemples (voir § 4.2.1)

4.1.2 *Notion de béton non fissuré ou béton fissuré*

A la différence des normes françaises qui prévoient systématiquement pour tous les cas un essai dans le béton fissuré en tant qu'essai de comportement (fissure 0,2mm), le guide d'ATE pour les chevilles utilisables dans le béton fissuré demande de réaliser des essais dans des fissures de 0,3mm (essais de conditions admissibles) ainsi que des essais d'aptitude à l'emploi validant le fonctionnement de la cheville, d'une part dans des fissures 0,5mm, d'autre part lors de variations de largeur de fissure (entre 0,1 et 0,3mm).

De plus, la définition de la fissuration du béton est donnée dans le guide d'ATE par une formule de calcul théorique (Annexe C, paragraphe 4.1) mais difficilement applicable d'un point de vue pratique. Aussi, il était nécessaire de définir les ouvrages ou parties d'ouvrages servant de support à l'ancrage pour lesquels, conventionnellement, on considère que le béton est non fissuré ou fissuré (voir paragraphe 4.3).

Pour les chevilles utilisées dans le béton non fissuré, il n'est pas prévu d'essai dans les fissures.

Dans le but de rapprocher les niveaux de sécurité, en particulier dans le béton fissuré, entre les normes françaises et le guide d'ATE pendant la période transitoire, il a été convenu d'appliquer une méthode simplifiée de calcul des ancrages par chevilles et de fixer un coefficient de sécurité supplémentaire : γ_{eq} .

Pour la résistance au cisaillement et en oblique, on prend $\gamma_{eq} = 1,0$ quel que soit l'état de fissuration.

4.1.3. Choix de la méthode de dimensionnement

4.1.3.1 Cas des chevilles sous cahier des charges

Pour répondre à la demande des bureaux d'études et des utilisateurs, il a été jugé nécessaire d'établir une méthode de dimensionnement des ancrages pour les cas les plus courants d'utilisation des chevilles.

Cette méthode de dimensionnement fait l'objet de l'annexe « Méthode de dimensionnement des ancrages par cheville ».

La méthode est décrite en détail dans l'annexe ci-jointe. Elle s'applique aux chevilles évaluées suivant les normes françaises.

4.1.3.2 Cas des chevilles sous ATE

Pour les chevilles évaluées suivant le guide d'ATE, le dimensionnement sera effectué suivant l'annexe C de ce guide pour les applications à risque élevé en fonction de l'option retenue. Pour les applications à risque modéré, dans l'attente de publication de la partie 6, le dimensionnement pourra s'effectuer suivant le document en annexe.

La résistance de calcul de la cheville est alors à redéfinir suivant l'un des cas suivants :

Cas 1

La cheville a été évaluée suivant les options 7 à 12 du guide d'ATE (béton non fissuré seulement)

La résistance de calcul est à corriger par un essai complémentaire dans une fissure 0,2 mm minimum suivant NF E 27-816

Cas 2

La cheville a été évaluée suivant les options 1 à 6 du guide d'ATE (béton fissuré et non fissuré). La résistance de calcul dans le béton non fissuré est alors à corriger par l'essai ligne 3 du tableau 5.4 du guide d'ATE (déjà effectué) dans une fissure à bord parallèle de 0,3 mm.

TABLEAU 1 - DOMAINES D'APPLICATION – RECOMMANDATIONS

Domaine d'application	Exemples (à titre indicatif)
<p>Applications à risque élevé</p> <ul style="list-style-type: none"> • Risque de pertes en vies humaines «réel» • Conséquences économiques notables • Aptitude de l'ouvrage à remplir ses fonctions compromise 	<ul style="list-style-type: none"> - fixation de poteaux métalliques sur massif béton - fixation de poutres (métalliques ou bois) sur poteaux ou voiles béton - fixation d'éléments de façade lourds (panneaux préfa, pierres agraphées) - fixation de profilés d'ossature (murs rideaux, bardages rapportés) - fixation de plafonds circulables (dalle) - fixation de garde-corps, rembarbes de sécurité - fixation de candelâbres, panneaux publicitaires sur pieds, panneaux de signalisation autoroutiers...) - fixation d'éléments d'équipements lourds (sanitaires, ventilation, chauffage, ascenseur...) - fixation d'engins de levage et manutention ex. ponts roulants (2) - fixation de points d'ancrage individuels et lignes de vie, filets de sécurité(2) - fixation pour mur d'escalade (2) - ancrage de levage d'éléments préfabriqués - fixation d'échafaudage (suspendus) - fixation provisoire de chantier (étais, tire-pousse de banches, coffrages)(2)
<p>Applications à risque modéré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Risque de pertes en vies humaines « négligeable » • Conséquences économiques faibles • Dommages localisés 	<ul style="list-style-type: none"> - fixation d'éléments de suspente légers (tuyauterie, gaine de ventilation...) - fixation de plafonds isophoniques - rails de supportage - fixation d'éléments de façade légers (vétures, bardage léger) - fixation complémentaire pour échafaudage non bâché (2) - fixation d'éléments d'équipements individuels ou collectifs légers (sanitaires, chauffage, chemins de câble...)
<p>Applications sans risque</p> <p>Pas d'exigences vis à vis de la sécurité de l'ouvrage ou des personnes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - fixation d'isolants (seuls) - fixation de faux-plafonds légers (staff) - fixation de luminaires légers - fixation d'éléments de décoration (parements, plinthes...)

Rk : Charge caractéristique selon la norme française (NFE 27-815 & NFE 27-816)

Rk1 : Charge caractéristique en béton non fissuré (guide d'ATE parties 1 à 5)

Rk2 : Charge caractéristique en béton fissuré (guide d'ATE parties 1 à 5)

(1) Selon tableau 2

(2) Le guide et les normes ne couvrant pas ces cas d'utilisation, les cas échéant, d'essais complémentaires afin de vérifier leur bon

D'APPLICATION NATIONALE

Période transitoire			
Cahier des Charges selon NF		ATE selon EOTA	
non fissuré(1)	fissuré(1)	non fissuré(1)	fissuré(1)
Rk / γ_{eq} Avec - Cas général :	Rk / γ_{eq} Avec - Cas général :	Rk1	Rk2
Tract. = 1,0 γ_{eq} Cisail. = 1,0 Obl. = 1,0	Tract. = 1,4 γ_{eq} Cisail. = 1,0 Obl. = 1,0		
- Chevilles verrouillage de forme :	- Chevilles verrouillage de forme :	+ Méthodes A/B/C	+ Méthodes A/B/C
Tract. = 1,0 γ_{eq} Cisail. = 1,0 Obl. = 1,0	Tract. = 1,1 γ_{eq} Cisail. = 1,0 Obl. = 1,0	+ marquage CE	+ marquage CE
Méthode de dimensionnement en annexe	Méthode de dimensionnement en annexe		
Rk / γ_{eq} $\gamma_{eq} = 1,0$ Méthode de dimensionnement en Annexe		Idem application risque élevé ou appliquer § 4.1.3.2 des présentes règles Méthode de dimensionnement en Annexe	
NON VISE (catalogue fabricant)		NON VISE (catalogue fabricant)	

4.2 Tableau des domaines d'application et des recommandations d'application nationale

Le tableau 1 comporte deux grandes parties :

- le domaine d'application avec des exemples associés
- les méthodes de dimensionnement

Le domaine d'application se divise lui même en trois parties distinctes reprenant les notions du guide d'ATE :

Applications à risque élevé :

- risque de pertes en vies humaines «réel»
- conséquences économiques notables
- aptitude de l'ouvrage à remplir ses fonctions compromise

Applications à risque modéré :

- risque de pertes en vies humaines «négligeable»
- conséquences économiques faibles
- dommages localisés

Applications sans risque :

- pas d'exigences vis à vis de la sécurité de l'ouvrage ou des personnes

Au regard de ces applications, il a été jugé nécessaire d'apporter des exemples courants. Ces exemples sont donnés à titre indicatif et ne prétendent pas couvrir tous les cas de figure.

Notamment, certains des exemples donnés dans le tableau peuvent être classés dans des niveaux de risques différents selon l'application de la cheville et en tenant compte de l'analyse des sollicitations et des risques encourus par ou sous la responsabilité du concepteur.

Pour certaines sollicitations (dynamique, séisme, chocs, fatigue) ne pouvant être assimilées à des charges quasi statiques, il y a lieu de prendre des dispositions ou justifications complémentaires.

chevilles retenues devront, soit satisfaire à des spécifications particulières, soit faire l'objet, comportement aux sollicitations dynamiques ou de fatigue.

4.3 Définition du béton non fissuré et du béton fissuré

A défaut de disposer des éléments permettant de vérifier l'inéquation donnée dans le guide d'ATE, le tableau ci-dessous peut être utilisé.

Le tableau 2 ci-dessous est 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 2 : CLASSIFICATION DES OUVRAGES
EN FONCTION DE LEUR PROBABILITE DE FISSURATION**

Ouvrages ou parties d'ouvrage support d'ancrage	Etat du béton	
	non fissuré	fissuré
Élément fléchi (dalle, longrine, poutre, panne) : - en béton armé - en béton précontraint *	●	●
Mur extérieur de bâtiment : - non armé (selon BAEL) ou avec armature de peau - en béton armé *	●	●
Mur intérieur de bâtiment	●	
Poteau de rive ou d'angle Poteau intérieur **	●	●
Dallage radier		●
Zones de clavetage d'une construction réalisée à base d'éléments préfabriqués		●
Extrémité d'éléments fléchis (ex : nez de balcon en porte à faux)	●	
Cuvelage	●	

* Dans le cas où le poseur ne peut avoir la connaissance de la nature du béton (précontraint, armé), ce béton sera considéré comme fissuré.

** Sur prescription du bureau d'étude, le classement peut être modifié (cas par exemple de poteau intérieur participant au contreventement des bâtiments).

IMPORTANT :

Pour les parties d'ouvrages non explicitement citées dans ce tableau, il appartient au concepteur de les rapprocher d'un des cas définis ci-dessus. Dans le doute, il devra soit vérifier l'état de fissuration de son ouvrage selon les codes de calculs en vigueur, soit considérer que le béton est fissuré.

5 - BIBLIOGRAPHIE

1 - Directive Européenne des Produits pour la Construction (89/106/EEC)

2 - Guide d'Agrément Technique Européen – Cahier du CSTB 3047 - Livraison 389 - Mai 1998

3 - Commission de la Communauté Européenne : Eurocode 2 – Conception des structures béton -

ANNEXE

REGLES PROFESSIONNELLES

Méthodes de dimensionnement des ancrages par chevilles métalliques pour béton

Recommandations à l'usage des professionnels de la construction pour
le dimensionnement de fixations par chevilles métalliques pour béton

SOMMAIRE

1 Domaine d'application

2 Références normatives

3 Définitions et symboles

3.1 Symboles

3.2 Définitions

4 Hypothèses de base pour le dimensionnement 4

4.1 Support en béton

4.2 Types et directions des sollicitations

5 Principes de conception et de sécurité

5.1 Généralités

5.2 Sollicitations de calcul à l'état limite ultime, S_{du}

5.3 Sollicitations de calcul à l'état limite de service, S_{ds}

5.4 Résistance de calcul

6 Moment fléchissant

6.1 Généralité

6.2 Moment de flexion agissant (M_{Sd})

6.3 Moment résistant dans le cas de la flexion simple

6.4 Moment résistant dans le cas de la flexion combinée avec une charge de traction

1 Domaine d'application

Le présent document expose les principes de dimensionnement des ancrages par chevilles métalliques visées par les normes NF E 27-815-1, NF E 27-815-2 et NF E 27-816.

Ces principes de dimensionnement s'appliquent à des chevilles isolées et à des chevilles appartenant à un même groupe constitué de chevilles identiques ; ils s'appliquent aux cas de platines voisines pour lesquelles la distance entre les chevilles les plus proches appartenant à deux platines différentes est supérieure au S_{cr} le plus défavorable des chevilles de l'une ou de l'autre platine. Toutefois on pourra envisager une distance réduite jusqu'à une distance correspondant au maximum du S_{min} des chevilles à considérer sur justification particulière qui tiendra compte de l'influence réciproque d'une platine sur l'autre et de l'influence de l'épaisseur du support.

Ces principes de dimensionnement s'appliquent à des charges statiques ou quasi-statiques, c'est à dire pouvant être assimilées à des charges statiques.

Le présent document ne traite pas des cas de charges dynamiques, séismes, chocs ne pouvant être assimilés à des charges quasi-statiques; il ne traite pas non plus de la fatigue.

Ces principes de dimensionnement ont été établis sur la base des hypothèses données à l'article 4 des présentes règles.

2 Références normatives

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF E 27-815-1	Chevilles métalliques - Partie 1 : Généralités, terminologie, règles de sécurité de conception d'un assemblage par cheville
NF E 27-815-2	Chevilles métalliques - Partie 2 : Essais pour la détermination des résistances caractéristiques et des distances critiques
NF E 27-816	Chevilles métalliques – Essais d'aptitude à l'emploi
NF P 06-001	Bases de calcul des constructions - Charges d'exploitation des bâtiments
P 06-002	Règle NV 65 et annexes - Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes - Règles n°84 actions de la neige sur les constructions
P 06-004	Bases de calcul des constructions - Charges permanentes et charges d'exploitation dues aux forces de pesantur
P 06-006	Règle 84 modifiée 95 - Actions de la neige sur les constructions
XP ENV 1991-1	Eurocode 1 "Bases de calcul et actions sur les structures" et Document d'Application Nationale - Partie 1 : Bases de calcul (indice de classement : P 06-101)
XP ENV 1992-1-1	Eurocode 2 "Calcul des structures en béton" (indice de classement : P 18-711)
P 18-325	Béton - Performances, production, mise en oeuvre et critères de conformité (ENV 206)
P 18-702	DTU Règles BAEL 91

3 Définitions et symboles

3.1 Symboles

Les symboles utilisés dans le présent document sont définis dans la norme NF E 27-815-1.

3.2 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

3.2.1 action statique:

Action qui ne provoque pas d'accélération significative de la structure ou d'éléments structuraux.

3.2.2 action dynamique :

Action qui provoque une accélération significative de la structure ou d'éléments structuraux.

3.2.3 action quasi-statique :

Action dynamique pouvant être décrite par un modèle statique incluant les effets dynamiques.

4 Hypothèses de base pour le dimensionnement

4.1 Support en béton

Le matériau support est un béton armé ou non dont la classe de résistance est comprise entre C20/25 et C50/60 selon la norme P 18-325. Son épaisseur est de 100 mm au minimum et supérieure ou égale à $2h_{ef}$.

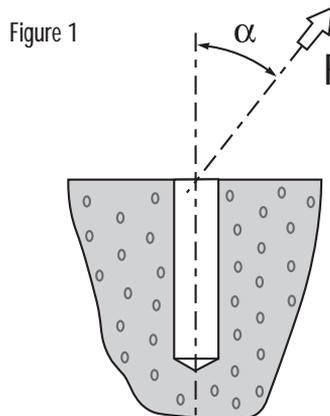
4.2 Types et directions des sollicitations

4.2.1 Types

Les combinaisons d'actions les plus couramment rencontrées comprennent des actions permanentes (poids propre, charges d'exploitation à demeure,...), des actions variables d'accompagnement (charges d'exploitation, neige, vent, température,...) et le cas échéant des actions accidentelles.

4.2.2 Directions

La direction d'un effort est déterminée par l'angle α



Lorsque $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$, l'effort est assimilé à un effort de traction.

Lorsque $30^\circ < \alpha < 60^\circ$, l'effort est assimilé à un effort oblique.

Lorsque $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$, l'effort est assimilé à un effort de cisaillement.

5 Principes de conception et de sécurité

5.1 Généralités

Dans la conception des ancrages, il y a lieu d'appliquer le concept des coefficients partiels de sécurité qui figure dans les Eurocodes.

Le principe de dimensionnement consiste à vérifier à l'état limite de service et à l'état limite ultime :

$$S_d \leq R_d$$

où :

S_d est la sollicitation de calcul, (N_{sd} en traction, V_{sd} en cisaillement et F_{sd} en traction oblique) et R_d est la résistance de calcul.

La sollicitation de calcul représente les effets des actions agissant sur une structure, pondérées par des coefficients partiels de sécurité donnés par les Eurocodes.

Dans le cas où les actions ne sont pas nécessairement concomitantes, il y a lieu de vérifier les ancrages pour chaque action considérée seule et pour toutes les combinaisons d'actions possibles.

5.2 Sollicitations de calcul à l'état limite ultime, S_{du}

5.2.1 Cas simple : poids propre G_k et charge d'exploitation Q_k

$$S_{du} = \gamma_G \times G_k + \gamma_Q \times Q_k$$

Le poids propre G_k est défini suivant la norme P 06-004 et la charge d'exploitation Q_k suivant la norme NF P 06-001.

Les coefficients partiels de sécurité γ_G et γ_Q prennent comme valeurs 1,35 et 1,5 respectivement.

5.2.2 Cas complexe : poids propre G_k et combinaison de deux charges variables (une charge d'exploitation Q_k et une charge due au vent W_k par exemple)

L'action variable de base est suivant les cas, soit la charge d'exploitation Q_k , soit l'action du vent W_k .

- Dans le cas où la charge d'exploitation est à considérer comme la charge variable de base et les effets du vent comme charge variable d'accompagnement, la sollicitation de calcul à l'état limite ultime se calcule de la façon suivante :

$$S_{du} = 1,35 \times G_k + 1,5 \times Q_k + 1,5 \times \Psi \times W_k$$

- Dans le cas où les effets du vent sont à considérer comme la charge variable de base et la charge d'exploitation comme la charge variable d'accompagnement, la sollicitation de calcul à l'état limite ultime se calcule de la façon suivante :

$$S_{du} = 1,35 \times G_k + 1,5 \times W_k + 1,5 \times \Psi \times Q_k$$

Les coefficients de combinaison Ψ dépendent de la durée et de la fréquence d'application de l'action variable. Ils sont définis pour des bâtiments non industriels et industriels dans les Eurocodes.

D'autres types de charges variables peuvent être pris en compte :

- Actions de la neige définies dans la norme P 06-002,
- Actions des gradients thermiques.

5.3 Sollicitations de calcul à l'état limite de service, S_{ds}

Les coefficients partiels de sécurité pour l'état limite de service sont égaux à 1, sauf spécification contraire.

$$S_{ds} = G_k + Q_k$$

5.4 Résistance de calcul

5.4.1 Coefficient partiel de sécurité pour la résistance de la cheville

γ_2 est le coefficient partiel de sécurité spécifique à la cheville. Il tient compte de la sécurité de mise en oeuvre, et il est déterminé d'après les résultats d'essai conformément à la norme NF E 27-816.

5.4.2 Résistance de calcul

La résistance de calcul aux états limites est calculée à partir des résistances caractéristiques de la cheville :

- la résistance de calcul à l'état limite ultime, R_{du} , est égale à :

$$R_{du} = R_k / (1,8 \times \gamma_2)$$

- la résistance de calcul à l'état limite de service, R_{ds} , est égale à :

$$R_{ds} = R_k / (2,5 \times \gamma_2)$$

Le calcul se fait à partir de la résistance à l'état limite de service et ultime et des coefficients de réduction tenant compte de l'implantation de la cheville :

avec :
$$R_d \text{ réduit} = R_d \times \prod \Psi_s \times \prod \Psi_{cN} \times \prod \Psi_{cV} \times \Psi_{ep}$$

- \prod (produit des coefficients)
- Ψ_s (coefficient de réduction de charge jusqu'à S_{min})
- Ψ_{cN} (coefficient de réduction de charge jusqu'à C_{min} en traction)
- Ψ_{cV} (coefficient de réduction de charge jusqu'à C_{min} en cisaillement dirigé vers le bord)
- Ψ_{ep} (coefficient de réduction tenant compte de l'épaisseur du support, en cisaillement dirigé vers le bord uniquement)

Cette formule s'applique en traction, en cisaillement et en oblique.

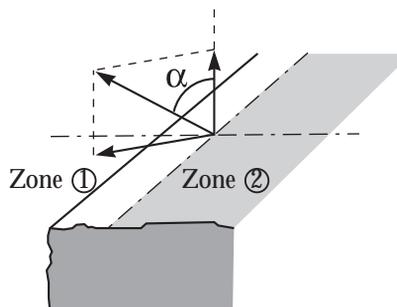
5.4.2.1 Influence du bord libre

Dans le cas de sollicitations de direction quelconque, l'effort est décomposé en un effort de traction et en un effort de cisaillement suivant la convention adoptée en 4.2.2. en tenant compte de l'angle α

Dans les cas pour lesquels la présence d'un bord de béton est à considérer, le coefficient de réduction est déterminé de la façon suivante (voir figure 2) :

- pour une sollicitation de direction $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ (voir 4.2.2), si la composante de cisaillement est située dans la zone ①, il convient d'adopter Ψ_{cV} . Si elle est située dans la zone ②, il convient d'adopter Ψ_{cN} (voir figure 2).

Figure 2



- pour une sollicitation de direction $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ (voir 4.2.2), il convient d'adopter Ψ_{cN}
- pour une sollicitation de direction $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (voir 4.2.2), il convient d'adopter Ψ_{cV}

Ψ_{cN} et Ψ_{cV} sont des coefficients de réduction de charge déterminés par les essais décrits dans la norme NF E 27-815-2.

5.4.2.2 Influence de l'épaisseur du support

Dans le cas de sollicitation de direction $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ dirigée vers le bord, il est nécessaire de tenir compte de l'influence de l'épaisseur h du support. Lorsque la distance au bord libre est inférieure à $10 h_{ef}$ et que l'épaisseur du support est réduite ($h_{min} \leq h \leq 1,5 c_1$), la résistance de calcul de la cheville est réduite par un coefficient complémentaire Ψ_{ep} .

Ce coefficient Ψ_{ep} permet de réduire les valeurs en cisaillement déterminées suivant les normes NF E 27-815-1, NF E 27-815-2 et NF E 27-816 pour se placer en sécurité par rapport à un dimensionnement suivant la méthode A du guide d'ATE (Annexe C).

- La détermination du coefficient Ψ_{ep} est à établir au cas par cas, selon le type de cheville et le diamètre considéré suivant les prescriptions du fabricant.
- Dans le cas où la distance au bord libre est supérieure à $10 h_{ef}$, il n'y a plus de réduction

$$\Psi_{ep} = 1$$
- A défaut de justification particulière proposée par le fabricant, ce coefficient sera au plus égal à
 - pour $c_{min} \leq c_1 \leq c_{cr,V}$: $\Psi_{ep} = 0,4 \frac{h}{c_1} + 0,15 \leq 1$
 - pour $c_{cr,V} < c_1 < 10 h_{ef}$: Ψ_{ep} sera interpolé linéairement entre la valeur correspondant à la distance $c_{cr,V}$ pour laquelle $\Psi_{ep} = 0,4 \frac{h}{c_{cr,V}} + 0,15$ et la valeur correspondant à la distance $10 h_{ef}$ pour laquelle $\Psi_{ep} = 1$
- Lorsque la composante de cisaillement (résultante) sollicite deux bords libres (cas d'un angle), le coefficient Ψ_{ep} n'est à prendre en compte qu'une seule fois.

Terminologie :

h : épaisseur du support en béton,

h_{min} : épaisseur minimale du support en béton,

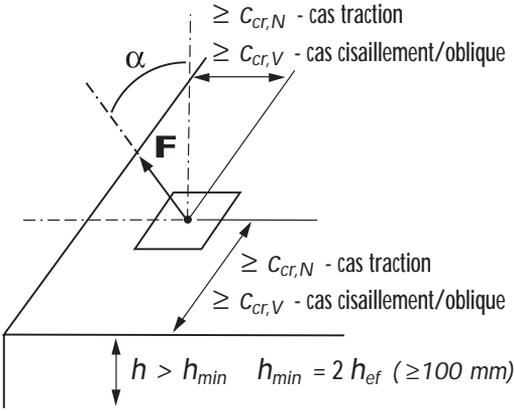
c_{min} : distance aux bords libres minimale admissible pour un effort de cisaillement,

c_1 : distance au bord libre dans la direction de l'effort de cisaillement.

5.4.2.3 Exemples de cas courants

La figure 3 illustre les cas courants.

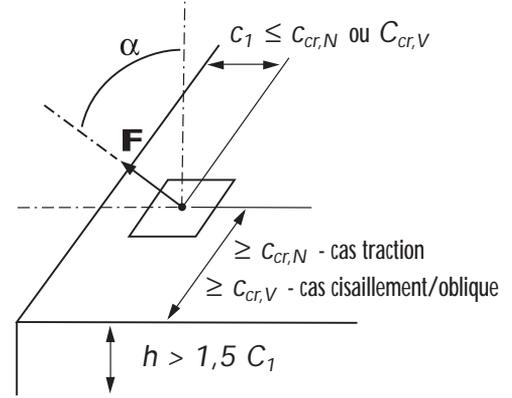
Figure 3 a



Cheville isolée sans influence de bord ou d'entre-axe

$$\begin{aligned} N_R \text{ réduite} &= N_R \\ V_R \text{ réduite} &= V_R \Psi_{ep} \\ F_R \text{ réduite} &= F_R \end{aligned}$$

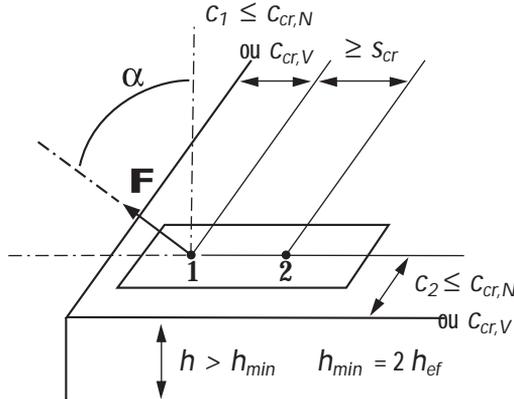
Figure 3 b



Cheville isolée près du bord de dalle C_1 sans influence de l'épaisseur du support

$$\begin{aligned} N_R \text{ réduite} &= N_R \Psi_{cN(c1)} \\ V_R \text{ réduite} &= V_R \Psi_{cV(c1)} \\ F_R \text{ réduite} &= F_R \Psi_{cV(c1)} \end{aligned}$$

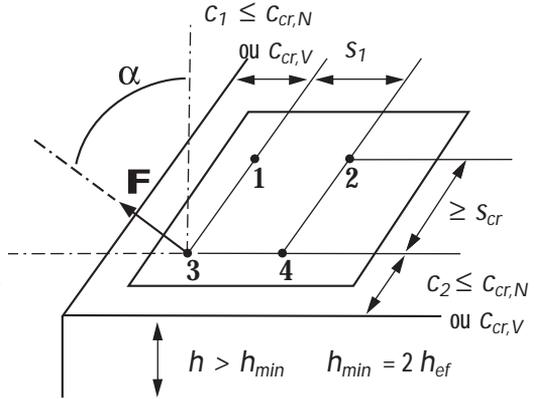
Figure 3 c



Paire de chevilles dans un angle
Pas d'influence d'entre-axe
Calcul sur la cheville déterminante n°1

$$\begin{aligned} N_R \text{ réduite} &= N_R \Psi_{cN(c1)} \Psi_{cN(c2)} \\ V_R \text{ réduite} &= V_R \Psi_{cV(c1)} \Psi_{cV(c2)} \Psi_{ep} \\ F_R \text{ réduite} &= F_R \Psi_{cV(c1)} \Psi_{cN(c2)} \end{aligned}$$

Figure 3 d



Groupe de 4 chevilles dans un angle
Influence d'entre-axe horizontale
Calcul sur la cheville déterminante n°3

$$\begin{aligned} N_R \text{ réduite} &= N_R \Psi_{s(s1)} \Psi_{cN(c1)} \Psi_{cN(c2)} \\ V_R \text{ réduite} &= V_R \Psi_{s(s1)} \Psi_{cV(c1)} \Psi_{cV(c2)} \Psi_{ep} \\ F_R \text{ réduite} &= F_R \Psi_{s(s1)} \Psi_{cV(c1)} \Psi_{cN(c2)} \end{aligned}$$

Figure 3 : Exemples de résistances de calcul pour des implantations particulières

6 Moment fléchissant

6.1 Généralité

Le principe de calcul du moment fléchissant consiste à vérifier à l'état limite de service et à l'état limite ultime :

$$M_{Sd} \leq M_{Rd}$$

où :

M_{Sd} : Moment de flexion agissant

M_{Rd} : Moment résistant de calcul

La vérification de la résistance de la tige métallique de la cheville peut se faire suivant les principes décrits en 6.2, 6.3 et 6.4.

6.2 Moment de flexion agissant (M_{Sd})

Une fois l'expansion de la cheville réalisée, deux cas sont à considérer :

- Cheville sans serrage par rapport à la surface libre du béton (voir figure 4).
- Cheville avec serrage par rapport à la surface libre du béton (voir figure 5).

Figure 4

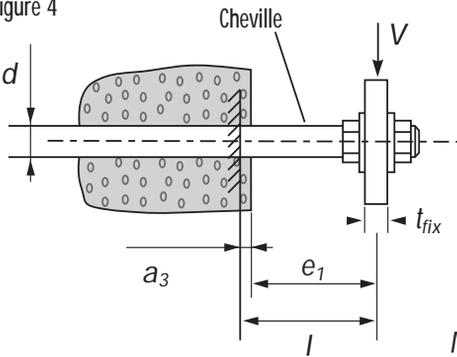
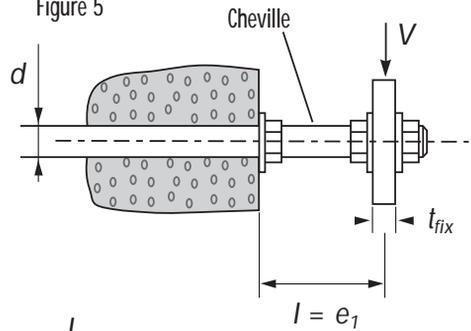


Figure 5



$$M_{Sd} = V_{Sd} \frac{l}{\alpha_M}$$

avec :

$$l = a_3 + e_1$$

e_1 : distance entre l'application de la charge de cisaillement et la surface libre du béton,

$a_3 = 0,5 d$ (cas de la figure 4),

$a_3 = 0$ (cas de la figure 5),

d : diamètre boulon/ filetage de la cheville.

$\alpha_M = 1,0$ pour le cas de pièce à fixer sans guidage (cas de la figure 6),

$\alpha_M = 2,0$ pour le cas de pièce à fixer guidée dans le sens de la charge de cisaillement (cas de la figure 7)

Figure 6

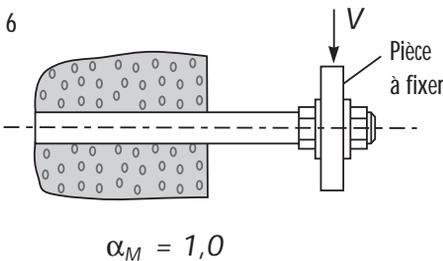
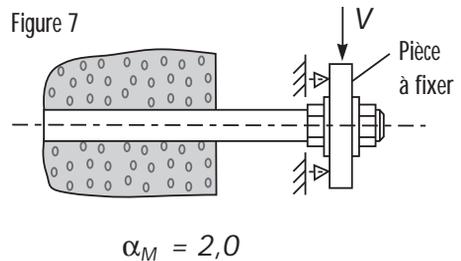


Figure 7



6.3 Moment résistant dans le cas de la flexion simple

Le moment résistant de calcul à l'état limite ultime M_{Rdu} est égal au produit du module d'inertie en flexion ($I_{\alpha\beta} / v$) de la section résistante considérée par la valeur nominale de la limite élastique de l'acier f_{yk} de la cheville, divisé par un coefficient de sécurité soit :

$$M_{Rdu} = \frac{I_{\alpha\beta} \times f_{yk}}{\gamma_{Md}}$$

$\gamma_{Md} = 1$ si le filetage est obtenu par déformation

$\gamma_{Md} = 1,2$ si le filetage est obtenu par enlèvement de matière.

Le moment résistant de calcul à l'état limite de service M_{Rds} est égal au moment résistant de calcul à l'état limite ultime divisé par 1,4 :

$$M_{Rds} = \frac{M_{Rdu}}{1,4}$$

Les sollicitations à l'état limite ultime ou à l'état limite de service doivent être inférieures aux valeurs ci-dessus.

6.4 Moment résistant dans le cas de la flexion combinée avec une charge de traction

Le moment résistant de calcul à l'état limite ultime M_{Rdu} est égal à :

$$M_{Rdu} = \frac{I_{\alpha\beta} \times f_{yk}}{\gamma_{Md}} \left(1 - \frac{N_{du}}{\frac{A s f_{yk}}{\gamma_{Md}}} \right)$$

$\gamma_{Md} = 1$ si le filetage est obtenu par déformation

$\gamma_{Md} = 1,2$ si le filetage est obtenu par enlèvement de matière.

Le moment résistant de calcul à l'état limite de service M_{Rds} est égal au moment résistant de calcul à l'état limite ultime divisé par 1,4 :

$$M_{Rds} = \frac{M_{Rdu}}{1,4}$$

Les sollicitations à l'état limite ultime ou à l'état limite de service doivent être inférieures aux valeurs ci-dessus.

fischer ®
SYSTEMES DE FIXATIONS

HILTI

LIEBIG

 **MOLLY**®
FIXATIONS

RAWL®
FIXINGS


fixez juste

SYNDICAT DE L'INDUSTRIE DE L'OUTILLAGE
(outils à main, mécaniques et portatifs)

S.I.O.

Membre de la Fédération des Industries Mécaniques
Membre des Comités Européens de l'outillage :
CEO – ECTA – EPTA – PNEUROPE