



En tant que leader mondial des technologies de fixation, Hilti répond d'ores et déjà à tous les critères de la nouvelle réglementation Eurocode 2 et sa partie 4 sur les ancrages béton (NF EN 1992-4). Une anticipation qui lui permet de vous accompagner en toute sérénité sur vos projets et dans la compréhension des tenants et des aboutissants de cette norme. Tel est d'ailleurs l'objectif de ce livre blanc : vous faire comprendre cette évolution réglementaire, l'opportunité qu'elle peut représenter et la meilleure façon de l'appliquer pour gagner en productivité.

Bonne lecture à tous.

SOMMAIRE

P 3-4

P 5-6	L'évolution des documents techniques
P 7	Nouvelle norme NF EN 1992-4, les enjeux dans le secteur de la construction
P 8-11	Les changements dans la conception et le calcul des éléments de fixation pour béton
P 12-14	Outils et solutions pour dimensionner

La nouvelle norme Eurocode

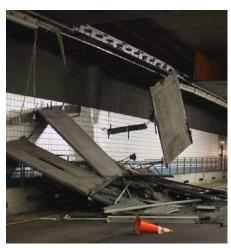
ANCRAGES BÉTON

Une nouvelle norme pour gagner en efficacité. en sérénité et en sécurité sur les chantiers

Ils sont invisibles et pourtant ils sont présents partout! « Ils », ce sont les ancrages béton.

Largement utilisés dans les éléments structurels et non structurels du bâti, ils sont essentiels à la bonne exploitation des ouvrages. Ils sont d'ailleurs directement ou indirectement liés à la sécurité des personnes et des investissements économiques. Pour cause, un mauvais calcul d'ancrage béton ou une mauvaise mise en œuvre peuvent avoir de graves conséquences en entraînant notamment des effondrements

Dès lors, pour assurer la pérennité du bâti, une nouvelle norme a fait son apparition. Baptisée NF EN 1992-4, cette nouvelle partie 4 de l'Eurocode 2 vise à apporter sécurité, fiabilité et durabilité à vos ouvrages.



Conséquences d'un mauvais dimensionnement d'ancrage ou d'une mise en œuvre mal maîtrisée

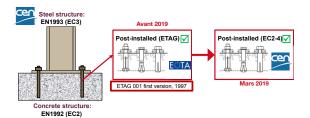


LA NOUVELLE NORME **EUROCODE**

Les Eurocodes sont des normes européennes de dimensionnement et de justification des structures de bâtiment et de génie civil. Elles permettent de concevoir des ouvrages fiables et conformes en termes de sécurité et de durabilité du bâti. Recommandées depuis juillet 2009 pour les marchés publics, elles prennent une importance grandissante dans les marchés privés et sont même désormais obligatoires dans certains appels d'offres.

Ancrages béton : d'une recommandation EOTA à une norme CEN

Concrètement, les Eurocodes évoluent dans le temps, à l'instar de la nouvelle norme NF EN 1992-4 qui porte sur la conception et le calcul des éléments de fixation pour béton. Historiquement, les calculs des ancrages béton étaient liés à une série de recommandations formulées par l'Organisation Européenne d'Évaluation Technique (EOTA), sous la forme d'un quide d'agrément technique baptisé « ETAG 001 ». Depuis mars 2019, les ancrages bétons sont passés du statut de « recommandations » EOTA à une norme portée par le Comité Européen de Normalisation (CEN): l'Eurocode 2 dans sa partie 4.



🖈 À RETENIR!

FUROCODE

Normes européennes de dimensionnement et de iustification des structures de bâtiment et de génie civil. Technique.

FOTA

Organisation Européenne d'Évaluation

FTAG

Guide d'Agrément d'Évaluation Technique Européen.

Document Européenne.

DFF

EN BREF

Quelles différences entre un Eurocode et un guide ETAG ?



Ils peuvent avoir le même objectif, c'est le cas entre le guide ETAG 001 et l'EC2-4.

En effet, tous deux visent à éviter :

- les ruptures de fixations pouvant entraîner l'effondrement partiel ou total d'une structure
- · de mettre en danger des vies humaines
- de conduire à des pertes économiques importantes

Cependant...

ETAG

- Recommandation, aucune obligation
- · En anglais uniquement
- Suivi et contrôles limités
- Reconnaissance limitée

EUROCODE

- Obligatoire pour les marchés publics et fortement recommandé pour les marchés privés dans les pays appartenant à l'Union Européenne
- Traduit dans différentes langues
- Haut niveau de reconnaissance dans les secteurs publics et privés



COUP D'ŒIL

Ancrages béton : évolutions des documents techniques

2019

Nouvelle réglementation (NF EN 1992-4) sur la conception de calcul des ancrages dans le béton.

Son titre entier est Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 4 : Conception et calcul des éléments de fixation pour béton.

À l'inverse de l'ETAG 001, cette norme est obligatoire pour les marchés publics et fortement recommandée pour les marchés privés dans les pays appartenant à l'Union Européenne.

Elle est destinée à remplacer les conceptions de calcul (l'annexe C de ETAG 001, l'EOTA TR029, l'EOTA TR045, l'EOTA TR020 ou encore l'EOTA TR047).

Date de publication officielle : 31 mars 2019.

2007

L'EOTA développe la partie 5 de l'ETAG 001 au sujet de chevilles à scellement et l'EOTA TR029 au sujet de la conception de calcul des ancrages chimiques.

Dans les années suivantes, l'EOTA continue de compléter l'ETAG 001 avec des recommandations sur les ancrages au séisme.

2004

L'EOTA publie le Rapport Technique TR020 pour le dimensionnement au feu des chevilles mécaniques.

1997

Première version de l'ETAG 001. Elle contient quatre parties dont une annexe concernant les ancrages mécaniques :

Partie 1 : généralités sur les chevilles de fixation

Partie 2 : chevilles à expansion par vissage à couple contrôlé

Partie 3 : chevilles à verrouillage de forme

Partie 4 : chevilles à expansion par déformation contrôlée Annexe C : conception de calcul des ancrages mécaniques.

Amilia et a . conception de calcul des ancrages mecaniques.

Description des méthodes de conception / calcul des ancrages métalliques dans le béton.

À partir de

1990

Lancement des premiers Eurocodes dont :

Eurocode 2 NF EN 1992 (EC2) pour la conception des structures en béton. Eurocode 3 NF EN 1993 (EC3) pour la conception des structures en acier.



COMPRENDRE

Qui définit le cadre réglementaire des produits de construction?





De 1989 à 2011, le CPD (Construction Product Directive) était en charge du cadre réglementaire des produits de construction. Afin de simplifier, clarifier et améliorer la transparence et l'efficacité de la libre circulation des produits de construction en Europe, il a été depuis remplacé par le CPR (Construction Product Regulation). Ce dernier est également responsable de l'attribution des rôles et des responsabilités des différentes organisations qui œuvrent au développement de la réglementation des produits de construction.

Développement des documents techniques : un parcours réglementaire en 3 étapes

1. Un comité européen développe les normes FUROCODES



Le CEN (Comité Européen de Normalisation) développe les normes européennes dans de nombreux domaines.

y compris celui des produits de construction. C'est lui qui est en charge du développement des normes européennes de conception, de dimensionnement et de justification des structures de bâtiment (Eurocodes).

2. Une organisation européenne définit les critères d'évaluation européens



L'EOTA (European Organisation for

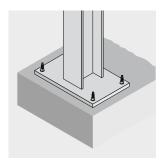
Technical Assessment) élabore les Documents d'Évaluation Européenne (DEE) notamment dans le domaine des produits de construction. Ces DEE définissent les critères à évaluer concernant les performances des produits. Par exemple, dans le cadre de l'installation de chevilles, différents critères sont pris en compte :

- · Les méthodes d'installation (conditions limites, chevilles proches d'un bord ou rapprochées les unes des autres, couple d'installation, temps de séchage, etc.
- · Les effets variables liés par exemple à l'utilisation d'une mèche neuve ou usée pour la réalisation du trou.
- L'influence des fissures.
- Le couple appliqué pour serrer ou installer la cheville.

3. Des organismes réalisent les évaluations techniques européennes



STR Des centres d'évaluation technique comme par exemple en France le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) réalisent les Évaluations Techniques Européennes (ETE) des produits de construction, sur la base des critères définis par les Documents d'Évaluation Européenne (DEE).



DÉCRYPTAGE

NF EN 1992-4 : quels enjeux dans le secteur de la construction ?

Le point de vue d'un fabricant

François Regnier, Manager Marketing Technique Europe de l'Ouest pour Hilti



Concrètement, qu'apporte cette nouvelle norme européenne en matière de fixation?

Même s'ils sont souvent invisibles, les ancrages béton sont largement utilisés dans les éléments structurels et non structurels. Tous sont directement ou indirectement liés à la sécurité des personnes ou de l'ouvrage. La norme NF EN 1992-4 définit précisément pour cela une multitude de points cruciaux : les types de fixation, les charges de traction et de cisaillement agissant sur ces fixations, les méthodes de calcul, la durabilité des fixations, la résistance au feu, aux charges sismiques, etc.

Que risque-t-on si on ne la respecte pas ?

Si les Eurocodes sont spécifiés dans les pièces du marché, les travaux ne s'y référant pas ne seront pas conformes au marché, avec toutes les conséquences que cela engendre. Si rien n'est spécifié, le client (maître d'ouvrage ou maître d'œuvre) pourra reprocher que l'on n'ait pas utilisé les règles en vigueur si celles-ci lui étaient plus favorables. En cas de sinistre, l'expert et/

ou l'assureur pourra avancer le même argument s'il est montré que le calcul avec les Eurocodes aurait éventuellement pu l'éviter. Cette norme n'est pas une contrainte mais une opportunité pour gagner en efficacité, en sérénité et en sécurité. Elle est d'ailleurs déjà exigée par de nombreux maîtres d'ouvrage ou sur des grandes opérations de construction.

En tant que leader mondial des technologies de fixation, Hilti est particulièrement concerné par cette nouvelle réglementation.

Quels en sont les impacts sur les produits et solutions ?

Hilti répond aujourd'hui à tous les critères définis par la norme NF EN 1992-4, ce qui assure aux entreprises, bureaux d'étude, aux bureaux de contrôle et aux grands donneurs d'ordre d'avoir des fixations et des ancrages conformes aux nouvelles exigences européennes. La qualité Hilti correspond parfaitement à la norme ce qui constitue le meilleur moyen pour prévenir les non-conformités.



Passage de l'ETAG 001 à l'EC2-4 : quels changements dans la conception et le calcul des éléments de fixation pour béton ?

> L'EC2-4 qui est entrée en vigueur en mars 2019 est destinée à remplacer les méthodes de calcul cheville de l'ETAG (Annexe C du Guide ETAG 001 pour les chevilles métalliques et rapport technique 029 de l'EOTA pour les chevilles chimiques). Ce changement de mode de calcul impacte :

- · Les classes de résistance du béton
- Les configurations d'ancrages
- Les modes de rupture
- La prise en compte du renforcement supplémentaire pour reprendre les charges
- · La mesure de la résistance du béton
- L'évolution des modes de rupture
- Les vérifications pour les charges combinées de traction et de cisaillement

EN DÉTAIL: Voici quelques éléments non-exhaustifs des principaux changements entre l'ETAG et l'Eurocode 2-4.

Classes de résistance du béton

Avant: entre C20/25 et C50/60 (ETAG).

Maintenant: entre C12/15 et C90/105 (EC2-4).

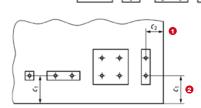
Cependant, les DEE ne sont pas encore à jour pour permettre de tester les chevilles dans des bétons en dehors des limites attribuées par l'ETAG (c'est-à-dire en decà du C20/25 et au-delà du C50/60). Cela ne sera possible que lors de la mise à jour des DEE.

L'apparition de classe de béton inférieure au C20/25 est une bonne opportunité pour les bureaux d'études qui cherchent une sécurité supplémentaire dans le cas où ils rencontrent des bétons méconnus comme en réhabilitation par exemple.

Configurations d'ancrages

L'EC2-4 couvre 7 configurations:





- Ancrages près des bords, uniquement pour un effort de traction : c < 10h, et < 60d,
- Ancrages situés loin des bords pour toutes les directions des charges : c> 10h et > 60d en



À noter: l'EC2-4 prévoit

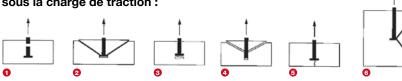
pour les ancrages situés

9 chevilles de 3 rangs sur 3 lignes. Cependant.

milieu de la platine.

Modes de rupture

L'EC2-4 prévoit 6 modes de rupture de chevilles sous la charge de traction :



À noter: L'EC2-4 ne prévoit pas d'évolution réglementaire pour les modes de rupture d'ancrages sous la charge de cisaillement.

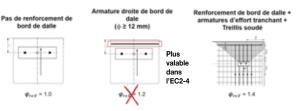
- Rupture de l'acier
- 2 Rupture par cône de béton
- 3 Rupture par extraction / glissement (pour les chevilles mécaniques)
- Rupture combinée du béton et par extraction-glissement de fixations à scellement (pour les chevilles chimiques)
- 6 Rupture par fendage du béton
- 6 Rupture par éclatement du béton (NOUVEAUTÉ DE L'EC2-4)

Renforcement supplémentaire pris en compte pour reprendre les charges

Avant : une simple armature droite de diamètre supérieur ou égal au diamètre 12 pouvait reprendre une partie des efforts de cisaillement en bord de dalle.

Maintenant : une simple armature ne suffit plus. Soit il ne faut considérer aucun renforcement de bord de dalle, soit il faut prévoir un renforcement complet conformément à l'Eurocode 2. Pour cela, lire le « mot du pro » ci-dessous.

À noter : cela devient un calcul de structure et nécessite donc l'intervention d'un ingénieur béton.





François Regnier, Manager Marketing Technique Europe de l'Ouest pour Hilti

« Un simple renforcement du bord de dalle par une armature ne sera plus bénéfique à la résistance. Alors que dans l'ETAG il y avait un facteur 1,2 qui était pris en compte s'il y avait juste une armature droite de diamètre supérieur ou égal à 12, maintenant il faut un renforcement du bord de dalle associé à des armatures d'effort tranchant et à un treillis soudé de façon à pouvoir passer à un facteur de 1,4. »



Mesure de la résistance à la compression du béton

Avant : la résistance utilisée dans les équations de l'ETAG était mesurée sur des éprouvettes cubiques.

Maintenant : la résistance considérée est mesurée sur éprouvettes cylindriques.

Q À LA LOUPE

Alors que l'ETAG 001 utilisait les valeurs de résistance en compression du béton sur éprouvette cubique, l'EC2-4 utilise maintenant des éprouvettes cylindriques. Afin de corriger la différence de résistance, le facteur «k» a été mis à jour à la fois pour une utilisation en béton fissuré et non-fissuré. Ce simple fait implique mathématiquement une baisse de la résistance d'environ 7% des chevilles par rapport à l'ETAG 001.

Bon à savoir : « Toutes les résines doivent être re-testées pour avoir un coefficient supérieur à 0.6 » explique François Regnier, Manager Marketing Technique Europe de l'Ouest pour Hilti. « Cela prend du temps et représente un coût financier. Mais cette étape ne doit pas pour autant être laissée de côté ».

Évolutions des modes de rupture

1. Rupture par cône de béton

Tandis que l'ETAG ne prend pas en compte la résistance à la compression du béton dans le calcul de la rupture par cône de béton, l'Eurocode 2-4 le considère en ajoutant un nouveau coefficient. Ce facteur Ψ_{MN} , supérieur ou égal à 1, favorise les cas où la platine est de petite dimension et/ou le moment de renversement est important par rapport à la charge de traction. Ce coefficient tient compte de la résistance à la compression du béton.

2. Rupture combinée du béton et par extraction-glissement

Un nouveau facteur de réduction $\Psi_{\text{\tiny sus}}$ est introduit dans la formule permettant de calculer la résistance des chevilles en cas de rupture par extraction glissement ou par rupture combinée des résines chimiques. Ce coefficient permet de prendre en compte le phénomène de fluage des résines. En pratique : en fonction du ratio entre la charge de longue durée et de courte durée, il est possible de perdre jusqu'à 40% de la résistance à la traction des chevilles chimiques si la résine n'a pas été testée spécialement pour cette application. C'est pourquoi Hilti teste actuellement toutes ses résines au fluage et mettra prochainement à jour ses Évaluations Techniques Européennes (ETE).



LE MOT DE L'EXPERT HILTI

« Nous parlons ici de charge « longue durée » et « courte durée ». Elles sont potentiellement différentes des charges permanentes et d'exploitation. Pour cause, alors que 100% de la charge permanente est de longue durée il est possible qu'une partie de la charge d'exploitation soit considérée également comme de longue durée. Par exemple dans le cas d'une bibliothèque, bien que le poids des livres soit une charge d'exploitation elle est de longue durée. »



Mesure de la résistance à la compression du béton

3. Rupture par fendage

Pour ne pas avoir à vérifier la rupture par fendage, l'Eurocode 2-4 a des conditions plus larges que l'ETAG 001 :

- La distance au bord c doit être supérieure à la distance au bord caractéristique de la cheville C_{crs}, pour une cheville isolée.
- L'épaisseur du béton doit être supérieure ou égale à la valeur minimum h.....

L'Eurocode 2-4 détaille également comment calculer le renforcement transversal pour résister au fendage. D'ailleurs, aucune vérification n'est nécessaire si les conditions suivantes sont remplies :

Avant ETAG 001 Annexe C

- Dans toutes les directions c ≥ 1,2C_{crsp}
- h ≥ 2h pour la cheville mécanique
- h ≥ 2h_{min} pour la cheville chimique ou
- Présence du renforcement dans le béton fissure qui limite la largeur du fissure w < 0,3 mm

Maintenant NF EN 1992-4

- Dans toutes les directions c ≥ 1,0C_{cr,sp} pour une cheville isolée ou c ≥ 1,2C_{cr,sp} pour un groupe de chevilles
- h ≥ h....

ou

 Présence du renforcement dans le béton fissure qui limite la largeur du fissure w < 0,3 mm

LE MOT DE L'EXPERT HILTI

« Cela est particulièrement favorable pour les chevilles chimiques où l'épaisseur minimale de béton peut être divisée par deux pour ne pas calculer la rupture par fendage. »

Vérifications pour les charges combinées de traction et de cisaillement

Avant: pour la vérification des charges combinées de traction et de cisaillement, l'ETAG appliquait deux coefficients (k11) différents selon que la rupture soit une rupture acier ou non.

Maintenant: l'Eurocode 2-4 fait la distinction entre les ruptures acier, les ruptures béton et les cas où il y a présence d'armatures. Cela permet d'avoir potentiellement un gain assez important de résistance sous charge combinée.



OUTILS ET SERVICES

Saisissez l'opportunité derrière la contrainte réglementaire et simplifiez-vous la vie!



Comment dimensionner vos chevilles à la nouvelle norme NF EN 1992-4?

Les ancrages doivent dorénavant répondre à une obligation normative. Comme vu dans les pages précédentes, cette dernière est complexe. Cependant, elle ne doit en aucun cas être perçue comme une contrainte supplémentaire. Pour cause, elle représente une opportunité de concevoir des fixations en toute sécurité et par conséquent, des ouvrages plus sûrs et fiables sur la durée. Pour vous permettre de percevoir cette valeur-ajoutée, Hilti s'est préparé à l'arrivée de la nouvelle partie 2 de l'Eurocode 4. Pour preuve, grâce à notre logiciel PROFIS Engineering, qui tient déjà compte des exigences de l'Eurocode 2-4 dans ses dimensionnements, vous allez pouvoir assimiler et appliquer facilement cette nouvelle norme.

PROFIS Engineering, le logiciel pour dimensionner à l'Eurocode et ancrer vos projets dans l'avenir

Avec le nouveau logiciel PROFIS Engineering, le dimensionnement des chevilles entre dans une nouvelle ère. En effet, vous allez pouvoir dimensionner vos chevilles en totale conformité avec la nouvelle règlementation Eurocode 2-4 (NF EN 1992-4). Intuitif et ludique, PROFIS Engineering vous permet également de gagner en productivité grâce à des plug-ins pour exporter depuis votre logiciel de dimensionnement (Dlubal RSTAB / RFEM) et vers votre logiciel de modélisation BIM (Tekla Structures).



Pourquoi n'est-il pas recommandé de faire les calculs de dimensionnement manuellement ?

« La résistance n'est pas liée à un seul facteur mais bel et bien à plusieurs comme les paramètres d'installation, la disposition des ancrages ou encore les conditions de chargement. L'équation peut donc vite s'avérer complexe. Utiliser un logiciel comme PROFIS Engineering est un véritable gage de sérénité pour celui qui l'utilise mais aussi pour ceux qui profitent des ouvrages! Il permet d'être parfaitement en accord avec toutes les exigences normatives afin d'apporter plus de sécurité et de fiabilité aux ouvrages. » Yannick Salaün, Responsable Département Prescriptions Conseils chez Hilti





8 raisons d'utiliser PROFIS Engineering!



Gain de temps

Pour l'importation des combinaisons de charges : compatible avec les logiciels de dimensionnement comme Dlubal RSTAB / RFEM - importez les combinaisons de charges de plusieurs platines simultanément.



Un logiciel tout-en-un

Dimensionnement des chevilles et des platines : réduisez le nombre d'outils nécessaires au calcul de l'élément à fixer en dimensionnant les platines et les fixations en une seule étape.



Exportation rapide et automatisée vers vos maquettes

numériques Transférez en quelques clics les géométries des massifs béton, des platines, des soudures et des chevilles sur votre logiciel de modélisation (Tekla Structures).



Version en ligne ou bureau

Utilisez le calcul en ligne afin de travailler avec la dernière version du logiciel. Plus besoin de faire de mises à jour ou de contacter votre service informatique!



Assistance technique

Notre équipe d'ingénieurs se tient toujours à votre disposition si vous avez la moindre question ou rencontrez des problèmes.



Module simplifié de dimensionnement complet des garde-corps

Dimensionnez vos garde-corps (platines, soudures, montants et main courantes) en toute autonomie et conformité vis-à-vis des annexes nationales.



Commande facilitée

Établissez des listes de pièces et passez commande directement sur www.hilti.fr.



Dimensionnement conforme à la nouvelle réglementation EC2-4

FAITES-VOUS VOTRE
PROPRE AVIS SUR NOTRE
LOGICIEL PROFIS ENGINEERING

TESTEZ GRATUITEMENT



Q À LA LOUPE

Hilti c'est:



De l'innovation

- ✓ Environ 6% des ventes investies en Recherches & Développement
- ✓ Une marque dans le Top 100⁽¹⁾ des déposants de brevets
- √ 60 nouveaux produits par an



Des clients

- ✓ Plus d'1 million de clients acheteurs par an
- √ 68%⁽²⁾ prêts à recommander Hilti
- ✓ Environ 75% des employés en contact direct avec les clients



Une culture d'entreprise

- ✓ Développement d'une culture d'entreprise comme compétence fondamentale depuis 30 ans
- ✓ Environ 70 formateurs en interne dans le monde entier
- ✓ Une multinationale où il fait bon de travailler⁽³⁾:
 - 7e en Europe et 22e dans le monde (en 2017)



Des solutions pour les professionnels de la construction

Ingénierie

Mesures et alignements

Forage et démolition

Découpe et meulage

Fixation et installation Isolation et coupe-feu

Services

Sources:

(1) European Patent Office, 2017.

(2) Net Promoter Score.

(3) Great Place to Work.

DÉCOUVREZ LA QUALITÉ HILTI



ANCREZ VOS PROJETS DANS L'AVENIR

TESTEZ PROFIS ENGINEERING

