

CAHIER DES CHARGES

Attache ANKROFIX SISMIK

1. Destination et Principe

Le système d'attache de pierre ANKROFIX SISMIK est conçu pour assurer la fixation des plaques en pierre de mince épaisseur rapportées sur un support vertical béton en conformité avec les dispositions du Cahier des Clauses Techniques du DTU 55.2 -Norme NF P 65-202-1.

Il s'adresse particulièrement aux revêtements verticaux en pierre, marbre, granit ou plaque de béton (par exemple en béton ou en pierre agglomérée selon norme NF EN 14 618) pour lesquels les modalités de mises en œuvre sont précisées dans leur Avis Techniques respectifs ou tout autre document ou normes.

Le procédé de fixation ANKROFIX est réalisé intégralement en acier inoxydable et est formé de 4 parties distinctes :

- Le corps de la fixation, sorte de fer plat plié, percé d'un trou oblong, pour recevoir les éléments de fixation au support et muni d'un écrou hexagonal serti, pour recevoir la tige de réglage.
- Un bracon latéral mobile, destiné à la reprise des sollicitations sismiques, solidaire à l'attache ANKROFIX au droit de l'écrou de réglage. L'autre extrémité est reliée au support au moyen de cheville.
- L'axe de réglage, sorte de tige partiellement filetée. L'extrémité non filetée est écrasée et est muni d'un percement pour recevoir l'ergot de maintien de la plaque mince.
- L'ergot, sorte de tige cylindrique de diamètre 5 mm pour une longueur de 70 mm muni en son milieu d'un épaulement ou collerette.

Les chevilles de fixation au support du procédé ANKROFIX doivent nécessairement bénéficier d'un agrément Technique Européen couvrant l'utilisation envisagée.

2. Domaine d'emploi

Fixation de plaques en pierre mince sur support vertical en béton, mises en œuvre conformément au cahier des Clauses Techniques de la norme NF-P 65-202 – 1, référence DTU 55.2 et du Guide sismique pierre attachées du CTMNC due Mars 2015 ; pour une charge limite de service précisée dans le tableau des charges admissibles

L'attache ANKROFIX SISMIK peut être mis en, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-dessous (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	X	X	X	X
2	X	X	X ^①	X
3	X	X ^②	X	X
4	X	X ^②	X	X
X	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté,			
X	Pose autorisée sur parois planes, verticales en béton, selon les dispositions décrites dans ce document,			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les établissements scolaires à un seul niveau (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1 ¹ des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
②	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 ³ des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			

3. Matériau

Le matériau reste inchangé par rapport à dans l'Avis Technique 16/15-712.

Pour rappel

- Atmosphère courante
 - o Nuance acier inoxydable utilisée : X5 Cr Ni 18.10 correspondant aux autres désignations conventionnelles suivantes : AISI 304 ou WR 1.4301
 - o L'état de surface conforme NF EN 10088.2 et 10088.3 est :
 - Corps de la fixation : 2B
 - Ergot : 2B
 - Ecroû serti : 2B
 - o Caractéristiques mécaniques minimales garanties suivant NF EN 10088.2 et EN 1008.3, R_{p02} :
 - Corps de la fixation : 230 N/mm²,
 - Ergot et axe de réglage : 400N/mm²
 - Ecroû serti : 400 N/mm²
- Atmosphère marine régnant à moins de 3 km du littoral et atmosphère industrielle corrosive.
 - o Les parties en contact avec la pierre ou l'élément attaché sont dans la nuance X5CRNiMo 17-12-2. Ceci concerne l'axe de réglage et l'ergot de reprise de l'élément attaché.
 - o Les autres caractéristiques minimales garanties étant celle de l'atmosphère dite courante.

4. Constitution

La gamme ANKROFIX SISIMIX est prévue pour couvrir une plage de nu brut du support au nu fini du revêtement allant de 50 mm à 260 mm.

Le système est compatible avec des revêtements dont l'épaisseur varie de 20 mm à 50 mm.

La figure 1 présente les vues typiques du procédé ANKROFIX SISIMIX. La figure 2 et les tableaux 1a et 1b en précisent les dimensions caractéristiques Le réglage dans les 3 directions.

4.1 L'attache ANKROFIX SISIMIX

4.1.1 Le corps

Méplat de section 30x4 mm²

Bracon latéral de section 20x2 mm² qui peut pivoter autour de l'axe de réglage.

La plage de hauteur de la gamme ANKROFIX SISIMIX va de 20 mm à 180mm.

L'ANKROFIX SISIMIX est exclusivement à écrou serti

L'oblong de passage de la cheville est muni de stries anti glissement sur lesquelles s'adaptent une rondelle carré également striée.

4.1.2 L'axe de réglage

L'axe fileté de réglage est de métrique M12 dont la longueur totale est

	SRH20 à SRH60	SRH70 à SRH180
L (mm)	60	80

Longueur totale des axes de réglages (en mm)

4.1.3 L'ergot à collerette- Manchon PVC

Le diamètre de l'ergot est de 5 mm pour une longueur totale de 70 mm.

4.2 La cheville de fixation

Les chevilles de fixation, au nombre de deux, l'une, classique de reprise des efforts verticaux, l'autre montée sur le bracon. Cependant, elle doit se conformer aux exigences minimales suivantes:

- Etre en acier inoxydable dans la masse;
- Bénéficier d'une Evaluation Technique Européenne (ou Agrément Technique Européen) conforme au type d'utilisation envisagé (nature du support)
- Satisfaire aux exigences pour un usage en zone sismique avec une performance minimale C1 suivant Annexe E.

5. Fabrication et contrôle

La fabrication est assurée sur 2 sites.

Site de production principale : HAZ METAL Bolgesi 31200 Iskenderun-Turquie. *Certifié ISO 9001*

Site de production secondaire : ANTEDEM SN 27400 Igoville-France.

L'un ou l'autre des sites de production assure les opérations de production suivantes :

- Découpe, perçage, emboutissage et marquage.
- Sertissage de l'écrou.
- Grenailage pour l'élimination des contraintes mécaniques résiduelles du formage et pour ébavurage des bords rendus tranchants par les opé-

rations de découpe.

- Roulage des axes de réglage, écrasement et perçage (exclusivement à ISKENDERUN)
- Montage et blocage de l'axe sur le corps.
- Soudage éventuel et passivation des plats de renfort.
- Conditionnement en sac de 50 ou 100 unités selon les modèles.
- Apposition de l'étiquette d'autocontrôle permettant de tracer les lots de production et comportant les mentions minimales suivantes :
 - N° d'ordre d'approvisionnement.
 - Code Article Interne
 - Description du produit
 - Nuance Acier Inoxydable
 - N° d'ordre d'identification du sac d'emballage
 - N° du lot de production.

L'ensemble de ces opérations, par recouplement, permet de tracer l'historique de chaque produit autorisant ainsi d'isoler un lot en cas de nécessité.

6. Mise en œuvre

Etape 1 : Préparation de la pierre.

On perce, au moyen d'un outil diamanté les 4 trous sur les chants de la pierre pour recevoir les ergots

Ces trous sont pratiqués, suivant la modalité de pose qui est retenue, dans les chants verticaux ou dans les chants horizontaux.

Le diamètre des trous est de 7 mm pour une profondeur de 40 mm. Il est pratiqué à une distance du bord, d , respectant les dispositions normatives en vigueur en fonction de la longueur, l , du côté où sont mis en place les fixations :

$$d = l/4 \text{ pour } l \leq 60 \text{ cm}$$

$$d = l/5 \text{ pour } 60 \text{ cm} < l \leq 100 \text{ cm}$$

$$d = l/6 \text{ pour } l > 100 \text{ cm}$$

Les trous sont pratiqués à mi épaisseur de la dalle.

Un gabarit de perçage sera utilisé en toutes circonstances.

Introduction et collage, sur l'une des tranches de la pierre, du manchon en PVC permettant le mouvement de l'ergot dans son logement.

Etape 2 : Mise en place de la cheville de fixation au support

La cheville mise en œuvre avec ce procédé est en diamètre 8 mm.

La cheville sera nécessairement couverte par un ATE ou ETE compatible avec la nature du support.

Les prescriptions du fabricant pour la mise en œuvre des chevilles seront respectées, en particulier pour le couple de serrage.

Après avoir mis en place la patte ANKROFIX SISIMIX, on place la rondelle et on amorce le vissage de l'écrou en serrant à fond à la main.

Etape 3 : Réglage de la patte ANKROFIX SISIMIX.

En jouant sur les réglages qu'offre le procédé, on place l'ergot qui est engagé dans la tige de réglage dans sa position nominale pour recevoir la pierre dans le trou pratiqué sur son chant.

A l'aide d'une clé dynamométrique, on effectue un serrage définitif de la cheville au couple préconisé.

On met en place la dalle de telle sorte qu'elle soit réellement portée par les pattes ANKROFIX porteuses qui l'intéresse.

On procède à un réglage fin de telle sorte que la dalle occupe sa position définitive en :

- Faisant pivoter ANKROFIX SISIMIX autour de l'axe de la cheville à l'aide de petits coups de marteau, pour le réglage gauche-droite, faisant monter ou descendre ANKROFIX au niveau du trou oblong à l'aide de petits coups de marteau, pour le réglage haut-bas,
- Effectuant un réglage en profondeur par rotation de l'écrou serti.

On s'assure de la régularité du joint en vérifiant qu'un espace libre de 3mm sans contact sépare deux dalles contiguës au droit des fixations.

On effectue un dernier serrage de l'écrou de la cheville au couple de 20 Nm pour compenser le desserrage éventuel consécutif aux opérations de réglage.

Le bracon de reprise des efforts latéraux est bloqué par une cheville métallique traversant mise en place à la fin des opérations de mise en œuvre.

7. Divers

Mode de diffusion du procédé SISIMIX

International Fixing Systems commercialise ce procédé d'attache métallique exclusivement auprès de professionnels du métier.

IFS dispose d'un bureau d'étude technique spécialisé qui conseille et apporte un soutien technique à ses clients pour l'utilisation du procédé, en particulier sur l'adéquation entre le modèle choisi et les sollicitations extérieures que l'élément attaché transmet aux pattes SISIMIX.

Traitement des points singuliers

Par ailleurs, sur une opération particulière, d'autres dispositifs peuvent être rendus nécessaires pour traiter les points singuliers de contours de baie, retombées de linteau etc. (figures 4 et 5).

Dans ces situations, conformément aux **Règles Pour la Conception et la Mise en Œuvre en Zone Sismique (dernière édition de mars 2015)**, une étude particulière est conduite et débouche généralement par l'établissement de carnet de détails, des notes de calcul de vérification ainsi que l'implantation sur les élévations.

8. Validations : Résultats expérimentaux

En référence à l'annexe A du DTU 55.2, des essais de validations du procédé ANKROFIX ont été conduits d'une part par le laboratoire SPIT (Valence, France) et le Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC, Limelette-Belgique) et d'autre part les dispositions de A.3.2.2 sur les contraintes sous charges de service conduisent à proposer pour chaque modèle de fixation ANKROFIX un effort vertical P ainsi qu'un effort horizontal F de service.

- Rapport d'essais du 27 juin 2012 du laboratoire SPIT, Valence. Responsable Valérie ROSTAIND

Rapport Centre Scientifique et Technique de la Construction N° 651 XK 268 du 15 février 2013.

Les charges de service admissibles sont consignées dans le tableau 2 des annexes.

En référence au Cahier CSTB 3725 (janvier 2013), des essais de validation du procédé SISIMIX ont été conduits au laboratoire du FCBA.

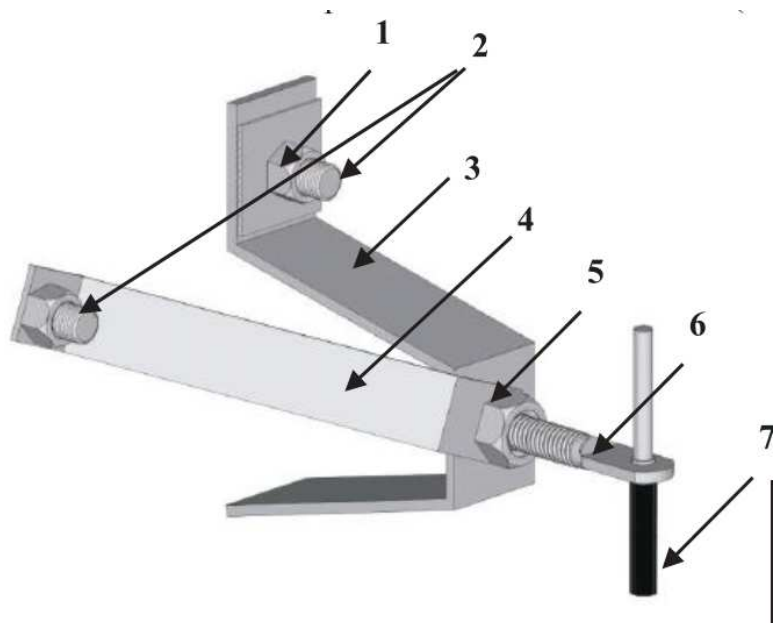
Il a été établi le rapport d'essai N° 403/14/857 en date du 02 février 2015.

9. Liste des opérations

Liste non exhaustive de références d'opérations :

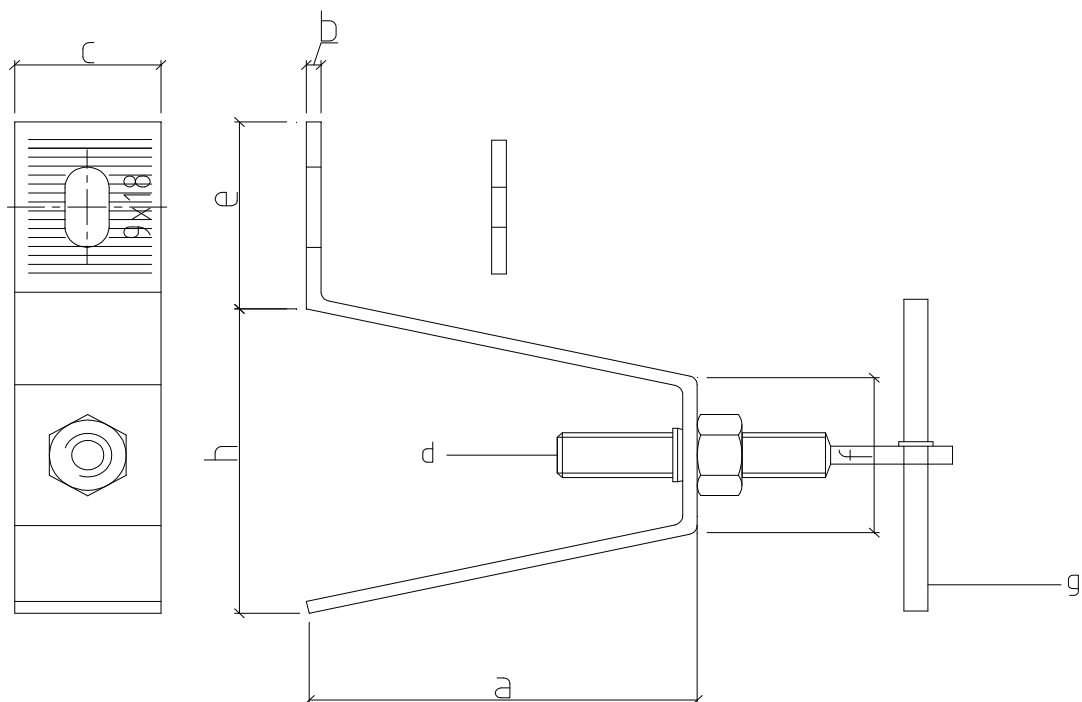
Realisation	Destination	Zone sismique	Date	Société	Pierre	Surface	Document justificatif	Bureau de contrôle
						m ²		
Azurea - Nice	Bureau/ Hotel	4	Janvier 2008	FPPM-EDM	Bazalte	2500	Atex	Socotec
					Anstrude	3000		
Banque de France - Avignon	Bureau	2	Mars 2009	Rocamat	Lens	1350	Avis de chantier	Qualiconsult
Lei Gerus	Ecole	3	Decembre 2010	Euromap	Palazzo	800	Atex	Socotec
Carlton- Cannes	Residence hoteliere	3	Mai 2010	EMG	Mouleanos	2000	Atex	Apave
Bois d'Artas - Grenoble	Residentiel	4	Octobre 2010	Rocamat	Charmot	1200	Avis de chantier	Alpe control
Antibe Piazza-antibes	Hotel	3	Decembre 2009	Della Torre	Thala	2500	Note de calcul	Qualiconsult
Centre commercial - Bonne	Centre commercial	2	Fevrier 2010	Euromap	Palazzo	400	Note de calcul	Socotec
Centre hospitalier-Bourgoing Jailleux	Hopital	3	Mars 2010	Euromap	Palazzo	1200	Atex	Veritas
Maison de l'orient Lyon	Bureaux	2	Novembre 2012	Rocamat	Jaumont	1200	Rapport d'essai	Alp Contrôle
Préfecture de fort de France	Bureaux	5	Decembre 2012	DMG	Pierre re-constituée	2200	Avis du CSTB	
Novotel lisbone	Hotel		Janvier 2013	Notere	Moka creme	4000		Socotec
Ilot Ariane Nice	Habitation	4	Septembre 2013	SIAREP	St Nicolas	565	Avis de chantier	Apave
Banque Populaire Niort	Bureau	2	Decembre 2013	Rocamat	Villhoneur	100	Note de calcul	Dekra
Villa victoria-Fernay Voltaire	Habitation	2	Janvier 2014	Rocamat	Buxy	80	Note de calcul	Veritas
Apicil - Lyon	Habitation	2	Juin 2014	Demars	Pierre bourgogne	800	Note de calcul	
Polygone - Cagne sur Mer	Centre commercial	4	2015/2016	FGPM	Different	5000	Avis de chantier+essais	Apave
Archange - Marseille	Habitation	3	Novembre 2016	Technique pose	Creme de mos	500	Note de calcul	Socotec
L'Intime - Anne-masse	Residentiel	3	Mars 2016	Rocamat	Anstrude	350	Avis de chantier	Apave
Le Karat - Annecy	Residentiel	3	Juin 2013	Rocamat	Anstrude	450	Avis de chantier	Apave
Le Diamant - Divonne Les Bains	Residentiel	3	Octobre 2017	Rocamat	Anstrude	550	Avis de chantier	Apave
Pont Schumman - Aix en provence	Infrastructure	3	Mars 2019	Martek	-	1000	Note de calcul	-
Novotel Grenoble	Hotel	4	Octobre 2019	UTPM	Granit	1500	Note de calcul	Veritas
Le palais de la plage à Monaco	Résidentiel	4	Decembre 2020	Mineral expertise	Zebrino	2800	Note de calcul	Socotec
Tour Maroclear - Casablanca Maroc	Bureau	Equivalent 4	Fevrier 2021	SGTM	Glory	5000	Note de calcul	Qualiconsult

Figure 1 – Vue d'ensemble en 3 dimensions



- 1 – Platine anti glissement
- 2- Cheville
- 3- Corps de l'attache
- 4- Bracon sismique
- 5- Ecrou serti M12
- 6 -Axe réglable M12x90
- 7 – Ergot à collerette 5x70 et Pvc

Figure 2 - Caractéristiques géométriques du procédé ANKROFIX



Caractéristiques géométriques de SIS MIX

	a	b	c	d	e	f	g	h
H=20	20	4	30	M12x60	40	35	5x70	50
H=40	40	4	30	M12x60	40	35	5x70	60
H=60	60	4	30	M12x80	40	35	5x70	70
H=80	80	4	30	M12x80	40	35	5x70	80
H=100	100	4	30	M12x80	40	35	5x70	90
H=120R	120	4	30	M12x80	40	35	5x70	100
H=140R	140	4	30	M12x80	40	35	5x70	120
H=160R	160	4	40	M12x80	40	35	5x70	130
H=180R	180	4	40	M12x80	40	35	5x70	140

Tableau 1 - Dimensions géométriques pour la gamme SIS MIX

Figure 3 – ANKROFIX - Modalités de réglage dans les trois dimensions

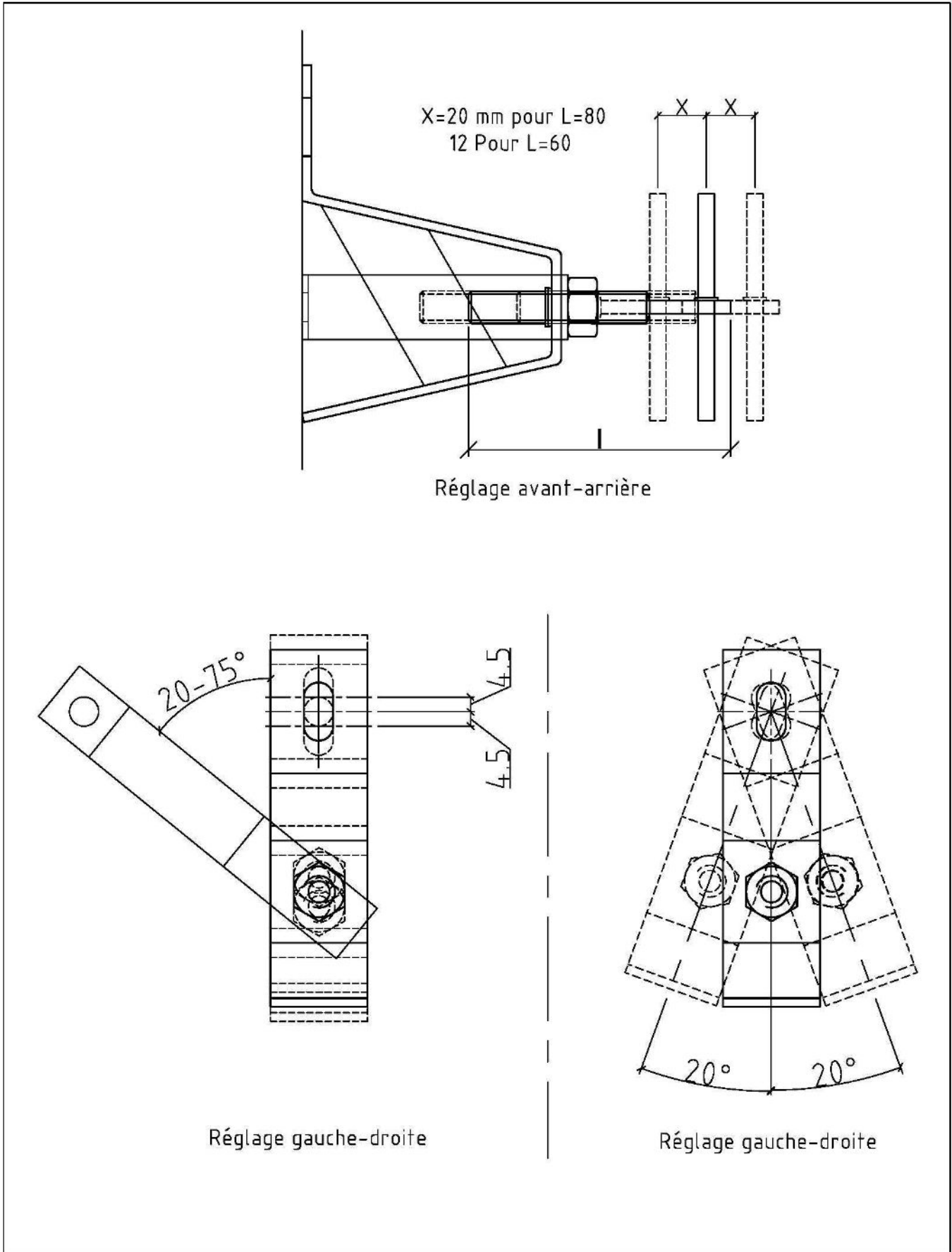


Figure 4 – ANKROFIX - Détails de mise en œuvre – Joints des dalles et cas spécifiques

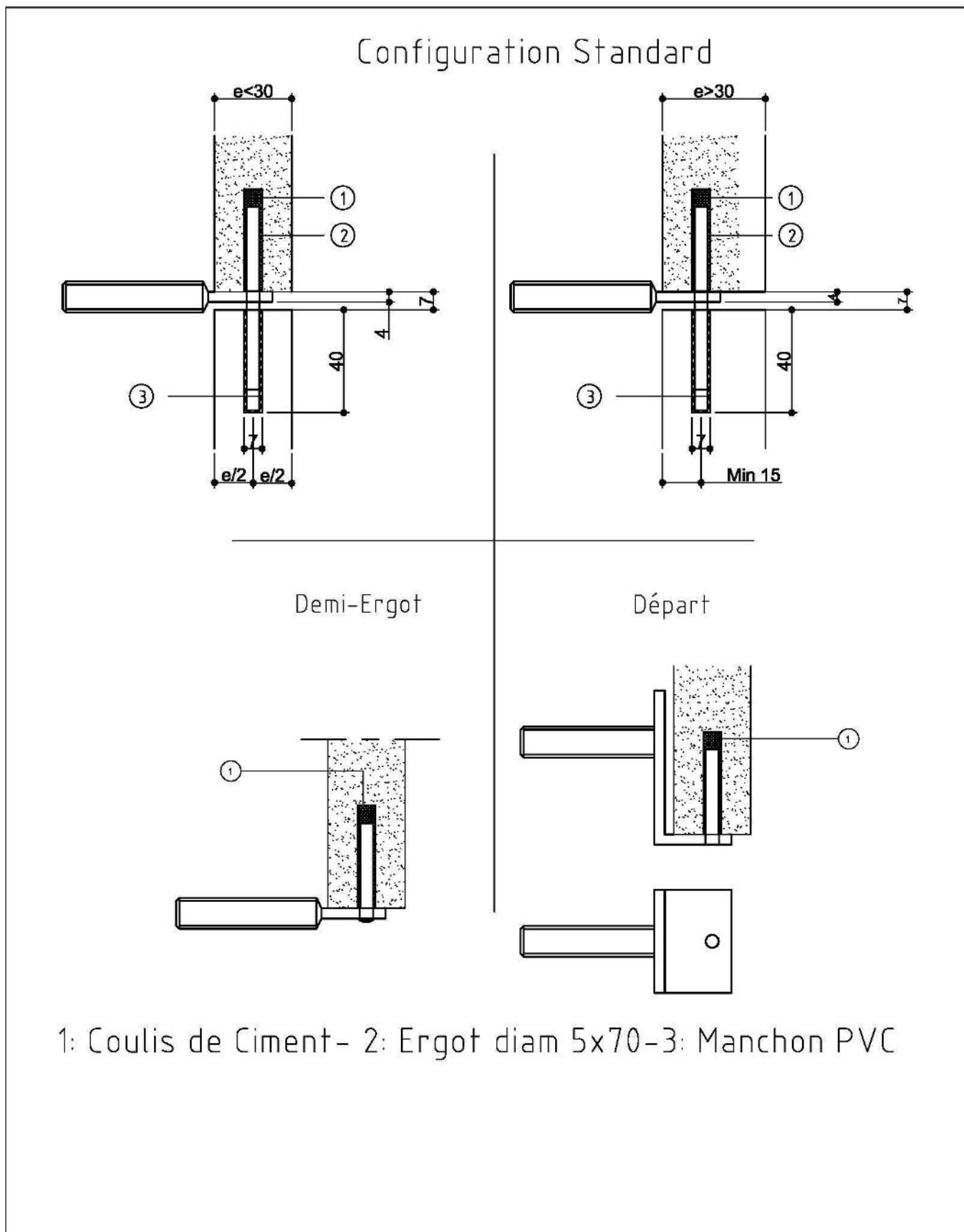
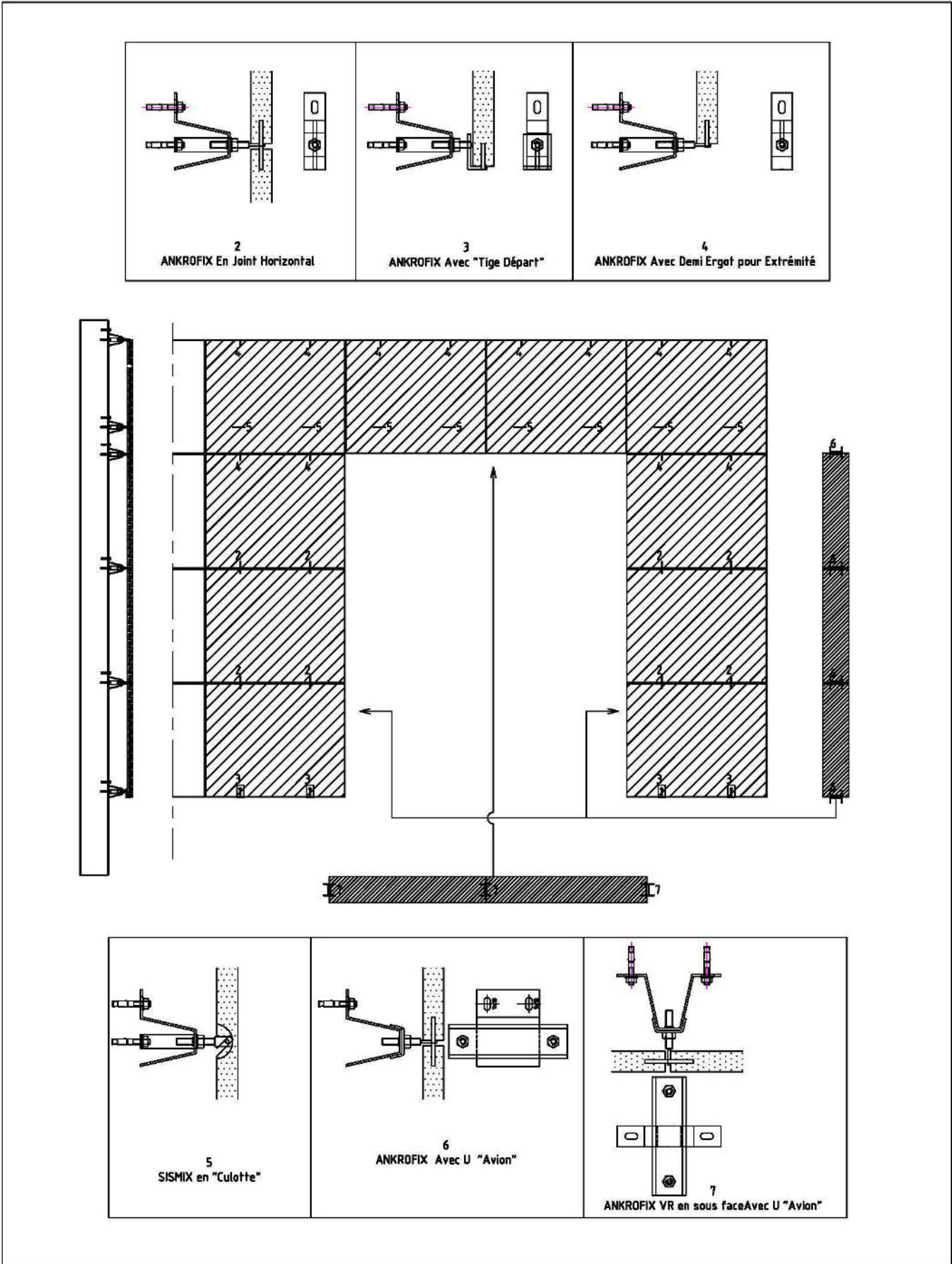


Figure 5 – SISMIX – Exemple de calepinage d'une élévation



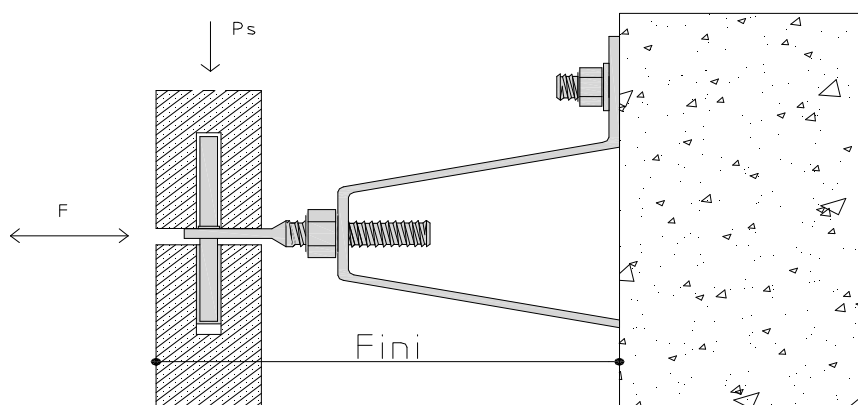
11. Charges de service admissible

11.1 ZONE NON SISMIQUE OU DE SISMICITE FAIBLE

Les charges de service du procédé ANKROFIX SISMIK lorsqu'il est utilisé en zone non sismique ou en zone de sismicité faible sont celles du procédé ANKROFIX dont il découle. Néanmoins, il sera fait usage de chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ATE ou ETE selon ETAG 001 avec catégorie de performance minimale C1 évaluée selon l'Annexe E pour toutes les catégories de bâtiments.

Type SRH	Charges de Service Déclarées		Fini dalle ep. 30 mm	
	Verticales, Ps (N)	Horizontale, F (N)	Mini (mm)	Maxi (mm)
ANKROFIX SRH 20	455	450	65	85
ANKROFIX SRH 40	385	420	85	115
ANKROFIX SRH 60	385	420	110	145
ANKROFIX SRH 80	385	420	130	165
ANKROFIX SRH 100	385	420	150	185
ANKROFIX SRH 120 R	360	390	170	205
ANKROFIX SRH 140 R	360	390	190	225
ANKROFIX SRH 160 R	360	390	210	245
ANKROFIX SRH 180 R	360	390	230	265
ANKROFIX SRH 200 R	360	390	250	285

Tableau 2b - Charges de service en zone non sismique ou à sismicité faible



11.2 ZONES SISMIQUES

On répartie la plage des accélérations sismiques en 8 classes ou phases numérotées 1 à 8 (voir tableau 3)

Accélération sismiques (m/s ²)						
2.75* γ_1 *a _{gr} *S		I	II	III	IV	
Zones sismiques	2	1.54 ¹	1.93 ¹	2.31 ¹	2.70 ¹	A
		2.08 ¹	2.60 ¹	3.12 ¹	3.64 ²	B
		2.31 ¹	2.89 ¹	3.47 ¹	4.04 ²	C
		2.46 ¹	3.08 ¹	3.70 ²	4.31 ²	D
		2.77 ¹	3.47 ¹	4.16 ²	4.85 ²	E
	3	2.42 ¹	3.03 ¹	3.63 ²	4.24 ²	A
		3.27 ¹	4.08 ²	4.90 ²	3.72 ³	B
		3.63 ²	4.54 ²	5.45 ³	6.35 ³	C
		3.87 ²	4.84 ²	5.81 ³	6.78 ⁴	D
		4.36	5.45 ³	6.53 ⁴	7.62 ⁴	E
	4	4.52 ²	4.40 ²	5.28 ³	6.16 ³	A
		4.75 ²	5.94 ³	7.13 ⁴	8.32 ⁵	B
		5.28	6.60 ⁴	7.92 ⁴	9.24 ⁵	C
		5.63	7.04 ⁴	8.45 ⁵	9.86 ⁶	D
		6.34 ³	7.92 ⁴	9.50 ⁶	11.09 ⁶	E
	5	6.60 ⁴	8.25 ⁵	9.90 ⁶	11.55 ⁷	A
		7.92 ⁴	9.90 ⁶	11.88 ⁷	13.86 ⁷	B
		7.59 ⁴	9.49 ⁶	11.39 ⁷	13.28 ⁷	C
		8.91 ⁵	11.14 ⁶	13.37 ⁷	15.59 ⁸	D
		9.24 ⁵	11.55 ⁷	13.86 ⁷	16.17 ⁸	E

Tableau 3 – Accélération sismique et phase

11.3 VALIDATION DE L'ATTACHE ANKROFIX SISMIX

Corps de l'Attache

Tenant compte :

- Des limites d'emploi du procédé ANKROFIX
- Des essais effectués au FCBA en date du 16 février 2015 pour lequel aucun dommage tant pour l'essai en parallélogramme que pour les essais cycliques n'a été observé

On définit les conditions limites d'emploi du procédé :

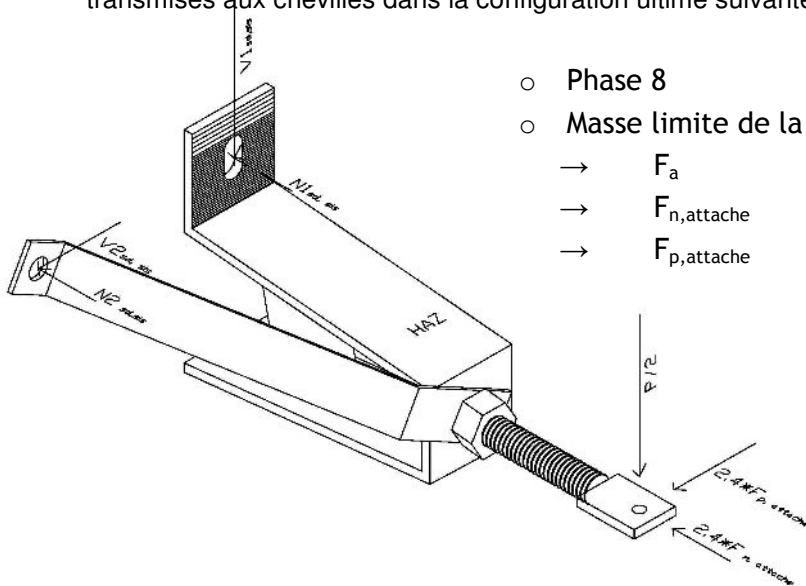
Phase	1	2	3	4	5	6	7	8
Masse								
Limite des dalles (kg)	72	72	72	72	72	72	72	72
Epaisseur minimale des joints (mm)	6	6	6	6	6	6	7.5 *	9 *

Tableau 4 - Conditions limites d'emploi du procédé SISMIX

Chevilles de fixation au béton du gros œuvre.

Pour toutes les zones sismiques, toutes les catégories de bâtiments, en neuf ou en réhabilitation, conformément aux dispositions du Guide Sismique pierre attachée, CTMNC mars 2015, il sera fait usage de chevilles métalliques en acier inoxydable portant le marquage CE sur la base d'un ATE ou ETE selon ETAG 001- Parties 2 à 5 avec catégorie de performance minimale C1 évaluée selon l'Annexe E (DEE).

Conformément au Guide Sismique pierre attachée, CTMNC mars 2015, on détermine par calcul les sollicitations transmises aux chevilles dans la configuration ultime suivante



- Phase 8 : accélération sismique 16.17 m/s²
- Masse limite de la dalle : 72 kg
- F_a : 16.17*72= 1 164.20 N
- $F_{n,attache}$: $F_{n,attache} = F_a = 1 164.20$ N
- $F_{p,attache}$: $F_{p,attache} = F_a = 1 164.20$ N

A cette configuration ultime, correspond des réactions d'appui limites au droit des chevilles obtenues par au moyen de code de calcul (ROBOT).

On retiendra toute cheville pour laquelle la note de calcul satisfait à ces conditions de chargement.

$N_{sd, sis max}$	$V_{sd, sis max}$
1350 N	2500 N

Tableau 5 - sollicitation d'emploi de la cheville de fixation

(*) Le déplacement latéral est proportionnel à la force latérale et donc à l'accélération sismique, on calcule les déplacements latéraux des phases 7 et 8 à partir de celui de la phase 6 pour laquelle aucun entrechoquement n'est observé.

Validation de l'élément attaché.

- Tenant compte de la zone sismique, la catégorie de bâtiment et la classe de sol, on définit 8 phases caractéristiques d'accélération sismique :

- Tenant compte des caractéristiques mécaniques sismiques de la dalle de revêtement définies par
 - o La résistance de calcul à la flexion $R_{fd, sis}$
 - o La résistance de calcul aux attaches $R_{ed, sis}$

$$R_{fd, sis} = R_{f moy} / C_{s, f, sis}$$

$$R_{ed, sis} = R_{e moy} / C_{s, e, sis}$$

Avec

- $C_{s, f, sis}$: Coefficient de sécurité à la flexion en zone sismique suivant Le Guide pour la Conception et la Mise en Œuvre en Zones Sismiques, mars 2015
- $C_{s, e, sis}$: Coefficient de sécurité aux attaches en zone sismique suivant Le Guide pour la Conception et la Mise en Œuvre en Zones Sismiques, mars 2015
- $R_{f moy}$: résistance à la flexion sous pierre centrée obtenue suivant NF EN 12 372
- $R_{e moy}$: résistance aux attaches obtenue suivant NF EN 13 364

- Tenant compte des critères de d'acceptabilité des dalles définis dans le Guide pour la Conception et la Mise en Œuvre en Zones Sismiques, mars 2015

- $3 F_{a(qa=2)} x L / bh^2 \leq R_{fd, sis}$ (1), Critère de résistance à la flexion
- $F_{a(qa=1)} \leq R_{ed, sis}$ (2), Critère de résistance aux attaches
- $F_{a(qa=2)} = F_{a(qa=1)} / 2$ (3), art. 6.3.2. du Guide pour la Conception et la Mise en Œuvre en Zones Sismiques, mars 2015

En écrivant (2) sous une autre forme, et en tenant compte de (3),

$$(2) \quad : \quad F_{a(qa=1)} \leq R_{ed, sis} \quad (2)$$

$$(2) \text{ et } (3) \quad : \quad 2 * F_{a(qa=2)} \leq R_{ed, sis} \quad (4)$$

En définissant \square , le "taux de travail" à la résistance aux attaches.

$$\square = 2 * F_{a(qa=2)} / R_{ed, sis} \text{ ou bien } F_{a(qa=2)} = 1/2 \square * R_{ed, sis} \quad (5);$$

$$\square \text{ nécessairement } \leq 1$$

On peut réécrire (1) sous une nouvelle forme :

$$(1) \text{ et } (5) \quad : \quad 3 [1/2 \square * R_{ed, sis}] * L / bh^2 \leq R_{fd, sis} \quad (6)$$

$$(6) \quad : \quad R_{ed, sis} / R_{fd, sis} \leq 2 * b * h^2 / 3 * \square * L \quad (7)$$

$$(7) \quad : \quad R_{ed, sis} / R_{fd, sis} \leq 12 * W / 3 * \square * L \quad (8)$$

Avec W: module de flexion de la dalle = $bh^2/6$;

$$(8) \quad : \quad R_{ed, sis} / R_{fd, sis} \leq (4 * W / L) * (1 / \square) \quad (9)$$

$$(9) \quad : \quad (4 * W / L) * (1 / \square) \geq R_{ed, sis} / R_{fd, sis} \quad (10)$$

L'inégalité (10) décrit

- dans son membre de gauche, une mesure des caractéristiques géométriques des dalles mises en œuvre pondérées par la phase sismique ($1/\square$)
- dans son membre de droite, une mesure des caractéristiques de résistance des dalles mises en œuvre.

Ainsi, quelque soit le type de matériau à mettre en œuvre en zone sismique, la connaissance de la mesure de sa caractéristique de résistances ($R_{ed, sis} / R_{fd, sis}$) ainsi que de celle de la mesure de sa caractéristique géométrique ($4 * W / L$) pondérée par une mesure de la phase d'accélération sismique de l'ouvrage ($1/\square$), on peut en valider la compatibilité avec un emploi en zone sismique par la vérification de la double inégalité suivante :

$$\square = 2 * F_{a(qa=2)} / R_{ed, sis} \leq 1 \quad (11)$$

$$(4 * W/L) * (1/\square) \geq R_{ed, sis} / R_{fd, sis} \quad (12)$$

L'essai sur banc cyclique effectué par le FCBA, Allée de Boutaut, 33028 Bordeaux, en date du 02 février 2015 indique que la condition (11) POUR LE PROCÉDE SISMIX est plus contraignante en ce que la ruine des dalles tant en regard de la résistance aux attaches qu'à la flexion des dalles n'a pas été observée.

La condition (11), suffirait quelque soit le matériau constitutif de la dalle sans qu'il soit besoin de procéder à un essai sur banc cyclique de validation de la dalle.

$$\square = 2 * F_{a(qa=2)} / R_{ed, sis} \leq 1 \quad (11)$$

$$(4 * W/L) * (1/\square) \geq R_{ed, sis} / R_{fd, sis} \quad (12)$$

Les résistances sismiques des dalles sont définies à partir des résistances moyennes respectives en relation avec les coefficients de variation :

$$R_{ed, sis} = R_{emoy} / C_{s, e, sis} \quad (13)$$

$$R_{fd, sis} = R_{fmoy} / C_{s, f, sis} \quad (14)$$

$$C_{s, e, sis} = \max [1.5; 0.9 + 1.83 * C_{v, e} + 4.29 * C_{v, e}^2] \quad (15)$$

$$C_{s, f, sis} = \max [1.5; 0.9 + 1.83 * C_{v, f} + 4.29 * C_{v, f}^2] \quad (16)$$

$$(12), (13) \text{ et } (14) : (4 * W/L) * (1/\square) \geq [R_{emoy} / C_{s, e, sis}] / [R_{fmoy} / C_{s, f, sis}] \quad (17)$$

(15), (16) et (17) :

$$(4 * W/L) * (1/\square) \geq [R_{emoy} / \max [1.5; 0.9 + 1.83 * C_{v, e} + 4.29 * C_{v, e}^2]] / [R_{fmoy} / \max [1.5; 0.9 + 1.83 * C_{v, f} + 4.29 * C_{v, f}^2]] \quad (18)$$

$$(4 * W/L) * (1/\square) \geq [R_{emoy} / R_{fmoy}] * \max [1.5; 0.9 + 1.83 * C_{v, f} + 4.29 * C_{v, f}^2] / \max [1.5; 0.9 + 1.83 * C_{v, e} + 4.29 * C_{v, e}^2] \quad (19)$$

$$(4 * W/L) * (1/\square) \geq [R_{emoy} / R_{fmoy}] * C \quad (20)$$

$$\square = 2 * F_{a(qa=2)} / R_{ed, sis} \leq 1 \quad (11)$$

		$C_{v, f}$									
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
$C_{v, e}$	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,58
	0,45	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,04	0,92	0,82	0,73	0,65

Tableau 6 - Valeur de C en fonction de $C_{v, f}$ et $C_{v, e}$

12. Etapes de validation d'un revêtement attaché en zone sismique

Définitions des paramètres du revêtement

Densité

Longueur

Largeur

Epaisseur

R_{emoy} , C_{ve}

R_{fmoy} , C_{fe}

Définitions des paramètres locaux

Vent suivant EUROCODE

Paramètres sismiques

Zone sismique

Classe de sol

Type de bâtiment

Vérification des charges admissible de l'attache en fonction des sollicitations du poids ,du vent et sismiques.