

Agrément Technique Suisse

STA - 02/003 V2

(version originale en allemand)

Désignation commerciale

Trade name

Système de tirants d'ancrage

Stahlton-Terra

Stahlton-Terra Ground anchor system

Détenteur de l'agrément

Holder of approval

StahltonAG

Hauptstrasse 131

CH-5070 Frick

Objet de l'agrément et but d'utilisation

**Système d'ancrages pour le
soutènement d'ouvrages par
tirants précontraints**

*Prestressed ground anchor system for the
anchoring of structures with tendons of
strands.*

*Generic type and use
of construction product*

Durée de validité du

Validity from

au

to

14.11.2013

13.11.2018

Producteur du procédé

Manufacturing plant

Stahlton AG

Werk 2

Hauptstrasse 11

CH-5070 Frick

Cet agrément technique suisse (STA)
contient

*This Swiss Technical Approval (STA)
contains*

**9 pages et annexe 1 (30 pages) et
annexe 2 (22 pages)**

*9 pages including annex 1 (30 pages) and
annex 2 (22 pages)*

**Dans cette seconde version, des corrections ont été apportées dans les annexes 1 et 2 du
23.06.2015. Elle remplace intégralement la version STA-02/003 précédente.**

TABLE DES MATIERES

I. BASES JURIDIQUES ET DISPOSITIONS GENERALES	3
II. CONDITIONS PARTICULIERES DE L'AGREMENT TECHNIQUE	4
1 Description du système et du but d'utilisation	4
1.1 Description du système.....	4
1.2 But d'utilisation	5
2 Caractéristiques du système et procédure de preuve	5
2.1 Caractéristiques du système	5
2.2 Procédure de preuve.....	5
2.3 Substances dangereuses.....	6
3 Évaluation de conformité et identification	6
3.1 Système d'évaluation de conformité.....	6
3.2 Compétence.....	7
3.2.1 Obligations du fabricant (contrôle de production interne à l'usine)	7
3.2.2 Obligations de l'institut d'évaluation de conformité (surveillance externe)	7
3.3 Identification	8
4 Conditions assurant l'aptitude à l'usage du système.....	8
4.1 Fabrication	8
4.2 Élaboration de projets et construction	8
4.2.1 Généralités	8
4.2.2 Documentation technique du système d'ancrage.....	8
4.3 Dispositions pour l'exécution.....	8
4.3.1 Généralités	8
4.3.2 Entreprise adéquate	9
4.3.3 Indications pour l'exécution	9
5 Obligations du titulaire de l'agrément (fabricant)	9
5.1 Généralités	9
5.2 Identification	9
5.3 Indications pour l'exécution	9

Annexe 1:

Documentation technique du système d'ancrage Stahlton-Terra

Annexe 2:

Instructions pour l'exécution

I. BASES JURIDIQUES ET DISPOSITIONS GENERALES

1. Cet agrément technique suisse est accordé par l'Institut d'homologation de l'Empa (nommé par la suite Institut d'homologation) selon:
 - Bases légales:
 - Loi fédérale du 8 octobre 1999 sur les produits de construction (LPCo) (SR 933.0)
 - Ordonnance sur les produits de construction (OPCo, RS 933.01) du 27 novembre 2000 (SR 933.01)
 - Accord intercantonal sur l'élimination des entraves techniques au commerce (AIETC) du 23 octobre 1998 (SR 946.513);
 - Bases techniques:
 - Norme SIA 260:2013: Bases pour l'élaboration des structures porteuses
 - Norme SIA 261:2013: Actions sur les structures porteuses
 - Norme SIA 262:2013: Constructions en béton
 - Norme SIA 262/1:2013: Constructions en béton - Dispositions complémentaires
 - Norme SIA 267: 2013 Géotechnique
 - Norme SIA 267/1: 2013 Géotechnique - Dispositions complémentaires
 - Directive 12005 de l'Office fédéral des routes (OFROU) "Tirants d'ancrage" (Edition 2007 V3.10)
 - EOTA ETAG 013 "Guideline for European Technical Approval of Post-tensioning Kits for Prestressing of Structures" (Edition June 2002)
 - CWA 14646, CEN Workshop Agreement "Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel" (January 2003)
 - "Guide pour l'Agrément technique de systèmes d'ancrage " (Institut d'homologation de l'Empa et groupe d'experts des systèmes de précontrainte, édition du 29 janvier 2004).
2. L'Institut d'homologation accorde un agrément technique pour des produits de construction si l'aptitude d'usage du produit quant au respect des principales exigences demandées des ouvrages où le produit doit être utilisé a été constatée. Il est autorisé à vérifier ultérieurement si les dispositions de cet agrément technique sont remplies. Ce contrôle ultérieur peut avoir lieu sur le site de l'usine du fabricant. Le titulaire de l'agrément technique reste cependant responsable de la conformité à l'agrément technique des produits et de leur aptitude d'usage pour le but d'utilisation prévu.
3. Cet agrément technique ne peut pas être transféré à d'autres fabricants ou représentants de fabricant que celui mentionné en page 1 ou à d'autres usines de fabrication que celle définie en page 1.
4. Cet agrément technique s'applique pendant la période indiquée en page 1. Il peut être prolongé plusieurs fois sur demande écrite.
5. Cet agrément technique est accordé par l'Institut d'homologation dans une langue officielle. Des traductions dans d'autres langues seront signalées comme telles par l'Institut d'homologation.
6. Cet agrément technique doit - aussi en cas de transmission électronique - être reproduit dans son entier. Avec l'approbation écrite de l'Institut d'homologation, une reproduction partielle peut cependant se faire. Une reproduction partielle doit être signalée comme telle. Les textes et les dessins dans des brochures publicitaires ne doivent ni être en contradiction avec l'Agrément technique ni l'utilisés abusivement.

7. L'Institut d'homologation peut révoquer l'agrément technique selon l'article 11 alinéa 2 de l'ordonnance sur les produits de construction du 27 novembre 2000.
8. Pour terminer, nous retenons expressément que cet agrément technique ne contient aucune obligation juridique ni reprise de responsabilité de la part de l'Institut d'homologation. A cet égard, les dispositions légales sont applicables.

II. CONDITIONS PARTICULIERES DE L'AGREMENT TECHNIQUE

1 Description du système et du but d'utilisation

1.1 Description du système

L'agrément technique s'applique au système d'ancrage Stahlton TERRA composé de torons en acier de précontrainte, de têtes d'ancrages, de gaines avec leurs raccords, leurs bouchons et étanchements, et leurs produits d'injection cimenteux et plastique. Les ancrages sont testés par mise en tension au moyen de vérins hydrauliques puis bloqués. Ensuite, la zone de tête (ancrage mobile) est injectée de différents produits, imprégnée de masse anticorrosive et équipée d'un capot de protection. Sont homologués: les tirants d'ancrage de classe de protection PL1, PL2 et PL3 avec des torons en acier de précontrainte Y1860S7-12.9 (section nominale 100 mm²), composés des parties de système suivantes:

Élément de traction

- 2 à 19 torons à 100 mm²

Têtes d'ancrages pour la classe de protection PL3

- Tête d'ancrage normal type N
- Tête d'ancrage contrôlable type K
- Tête d'ancrage contrôlable réglable type KR
- Tête d'ancrage de mesure type M
- Tête d'ancrage de mesure réglable type MR
- Tête d'ancrage de mesure spécial type MS

Têtes d'ancrages pour la classe de protection PL1 et PL2

- Tête d'ancrage normal type N
- Tête d'ancrage contrôlable type K
- Tête d'ancrage contrôlable réglable type KR
- Tête d'ancrage de mesure type M

Gaines

- Gaine pour toron : HDPE type monotorons
- Gaine générale pour longueur de scellement : gaine ondulées en HDPE type gaine spiralée
- Gaine générale pour longueur libre : gaine lisse en HDPE type gaine pour ancrage en rocher

Produits d'injection

- Produit plastique pour injection des monotorons
- Coulis de ciment pour le remplissage intérieur et extérieur comme la réinjection sur la longueur de scellement
- Produit plastique pour injection de la tête d'ancrage (intérieure)
- Produit cimenteux pour injection du tube de réservation

Autres parties du système

- clavette type 0.5"
- Tube de réservation composé d'une tôle, d'une frette (spiral) et d'évents d'injection.
- Bouchons pour gaine ondulée (PL3)
- Manchon pour transition de gaine ondulée à gaine lisse (PL3)
- Joint d'étanchéité entre trompette intérieure et gaine lisse générale (PL3)
- Tube de remplissage et de réinjection
- Écarteurs/Distanceurs
- Protection contre la corrosion des pièces d'ancrages (PL3) selon l'annexe 1

1.2 But d'utilisation

Le système d'ancrage est destiné au soutènement d'ouvrage par tirants précontraints. Il peut être utilisé pour des ouvrages permanents (PL3) ou temporaires (PL1 et PL2).

Les tirants d'ancrages précontraints sont habituellement mis en place pour :

- Les fouilles provisoires
- Les murs de soutènement
- La sécurisation de glissements
- Les stations et mats de téléphériques
- L'ancrage contre la poussée d'Archimède
- Les galeries paravalanches
- Les fondations de ponts haubanés ou suspendus

Cet agrément est fondé sur l'hypothèse que la durée d'utilisation des tirants est de 100 ans (PL3). Ces données ne font pas office de garantie de fabrication mais servent de base au choix des matériaux et produits composant le système, et du cahier des charges et de la durée d'utilisation de l'ouvrage.

2 Caractéristiques du système et procédure de preuve

2.1 Caractéristiques du système

Le système d'ancrages est décrit dans la documentation technique du système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra dans l'annexe 1. On n'utilisera que des torons, des composants du système et des accessoires qui correspondent aux indications de la documentation technique dans l'annexe 1 et aux normes SIA 262:2013, SIA 262/1:2013, SIA 267:2013 et SIA 267/1:2013.

2.2 Procédure de preuve

L'évaluation de l'aptitude d'usage (sécurité porteuse, aptitude d'utilisation et durabilité) du système d'ancrage répond aux "Directives pour l'agrément technique de système d'ancrages".

L'agrément technique pour le système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra a été accordé sur la base des documents remis, qui sont déposés auprès de l'Institut d'homologation. Toutes les modifications dans la fabrication ou l'exécution du système de tirant qui ont pour conséquence que les documents déposés ne s'appliquent plus, doivent être communiquées à l'Institut d'homologation en temps utile, avant la réalisation des modifications. L'Institut d'homologation évalue si ces modifications influencent l'agrément technique et par suite sa validité et juge si une nouvelle appréciation ou modification de l'agrément technique est nécessaire.

2.3 Substances dangereuses

Le dégagement de substances dangereuses est déterminé selon ETAG 013, point 5.3.1. Le système de tirants d'ancrages répond aux dispositions de la directive H¹⁾ sur les substances dangereuses.

Une déclaration a été remise par le fabricant à cet égard.

En complément aux paragraphes spécifiques de cet agrément technique suisse sur les substances dangereuses, il peut exister d'autres exigences applicables pour le produit, s'il tombe sous leur domaine d'application (par ex. droit européen et national et prescriptions légales et des autorités). Il y a lieu de satisfaire aux exigences de la directive sur les produits de construction là où elles existent.

3 Évaluation de conformité et identification

3.1 Système d'évaluation de conformité

L'évaluation de conformité se fait selon le système 1+²⁾. Celui-ci comprend les tâches suivantes:

a) Obligations du fabricant (surveillance interne):

- (1) Contrôle de production interne à l'usine,
- (2) Essai supplémentaire des éprouvettes prélevées à l'usine par le fabricant selon le plan d'essai défini ³⁾

b) Obligations de l'institut d'évaluation de conformité (surveillance externe):

- (3) Premier essai du système
- (4) Première inspection de l'usine et du contrôle de production interne à l'usine
- (5) Surveillance périodique, évaluation et reconnaissance du contrôle de production interne à l'usine selon le plan de contrôle défini³⁾
- (6) Contrôles par pointage selon le plan de contrôle

Pour la conservation de l'agrément, une surveillance périodique extérieure est nécessaire. Celle-ci est réglée par un contrat et effectuée par un organe d'évaluation de conformité. La surveillance et les contrôles par pointage doivent avoir lieu au moins une fois par année sur la base du plan de contrôle.

¹⁾ Directive H: Une proposition harmonisée sur les substances dangereuses selon la directive sur les matériaux de construction, Rév. septembre 2002

²⁾ Voir site web de la commission fédérale des produits de construction (<http://www.bbl.admin.ch/baupk>: Tableau pour évaluation de conformité)

³⁾ Le plan d'essai défini et le plan de contrôle sont déposés auprès de l'Institut d'homologation et ils ne sont remis qu'aux organes impliqués par la procédure d'évaluation de conformité.

3.2 Compétence

3.2.1 Obligations du fabricant (contrôle de production interne à l'usine)

Le fabricant a établi un contrôle permanent de production interne à l'usine et effectue des contrôles réguliers. Toutes les exigences et prescriptions formulées par le fabricant sont retenues systématiquement sous la forme écrite d'instructions d'exploitation et de procédés. Le contrôle de production interne à l'usine assure que le produit concorde en permanence avec cet agrément technique.

Les particularités concernant l'étendue, le genre et la fréquence des essais et contrôles à effectuer dans le cadre du contrôle de production interne à l'usine doivent correspondre au plan d'essai défini qui fait partie intégrante de cet agrément technique. Le fabricant ne doit utiliser que des matériaux avec attestation d'essai correspondant au plan d'essai défini. Il doit contrôler le matériel à sa réception (certificats, attestations d'usine) et le tester le cas échéant. Les particularités concernant l'étendue, le genre et la fréquence des essais et contrôles à effectuer sur les parties fabriquées du système sont indiqués dans le plan d'essai défini.

Les parties du système achetées à des tiers (torons d'acier, clavettes, etc.) doivent répondre aux exigences du titulaire de l'agrément, respectivement correspondre aux normes et également être soumises à une surveillance extérieure.

Les résultats du contrôle de production interne à l'usine doivent être enregistrés et évalués. Les enregistrements doivent contenir au moins les indications suivantes:

- Désignation de la partie du système, respectivement des matières premières
- Genre de contrôle ou d'essai
- Date de fabrication et de l'essai de la partie du système
- Résultats des contrôles et essais
- Signature du responsable du contrôle de production interne à l'usine.

Les enregistrements doivent être conservés au moins pendant 10 ans et présentés à l'organe d'évaluation de conformité à l'occasion de la surveillance externe annuelle.

Si les résultats d'essais sont insuffisants, le fabricant doit entreprendre immédiatement les mesures nécessaires pour éliminer le défaut. Après élimination du défaut, l'essai correspondant doit être répété immédiatement. Les parties du système qui ne répondent pas aux exigences doivent être retirées. Les éléments de base du plan d'essai correspondent à ETAG 013, Annexe E.1 et ils sont définis dans le plan QM pour le système de tirants d'ancrage.

3.2.2 Obligations de l'institut d'évaluation de conformité (surveillance externe)

Après la première inspection de l'usine, l'institut d'évaluation de conformité effectue au moins une fois par année une surveillance de l'usine de fabrication. Il doit s'assurer que le contrôle de production interne à l'usine et la fabrication des parties du système correspondent au plan d'essai défini. Il entreprend en outre les contrôles par pointage selon le plan de contrôle. Les résultats seront documentés chaque fois dans un rapport d'essai.

Les résultats de la surveillance extérieure doivent être conservés pendant 10 ans au moins et présentés sur demande à l'Institut d'homologation.

Si les dispositions de l'agrément technique et du plan d'essai défini ne sont plus satisfaites, l'Institut d'homologation doit être avisé immédiatement.

3.3 Identification

Les parties du système seront identifiées sur les documents de livraison avec les indications suivantes:

- Nom ou logo du fabricant et de l'usine de fabrication,
- Désignation de l'organe d'évaluation de conformité correspondant,
- Identification de la partie du système (désignation commerciale),
- Numéro de l'Agrément technique et fin de la durée de validité.

4 Conditions assurant l'aptitude à l'usage du système

4.1 Fabrication

Les parties du système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra seront fabriquées conformément aux dispositions de l'Agrément technique par des procédés décrits dans les documents techniques remis (dessins d'usine). Lors de la première inspection de l'usine de fabrication par l'organe d'évaluation de conformité, la concordance sera vérifiée. Ces documents sont déposés auprès de l'Institut d'homologation.

4.2 Élaboration de projets et construction

4.2.1 Généralités

Pour l'élaboration de projets et la construction d'ouvrages en béton ancrés avec des tirants Stahlton-Terra précontraints, on applique les dispositions correspondantes des normes SIA 260:2013, 261:2013, 261/1:2013, SIA 262:2013, SIA 262/1:2013, SIA 267:2013 et SIA 267/1:2013.

4.2.2 Documentation technique du système d'ancrage

Selon la norme SIA 267:2013, paragraphe 10.6.1.5, la documentation technique du système d'ancrage doit contenir toutes les indications nécessaires au projet et à la construction. En font partie entre autres:

- Genre et caractéristiques de l'acier de précontrainte
- Tableaux de forces de précontrainte et types de tirants
- Genre et dimensions des têtes d'ancrages et gaines
- Longueur de scellement minimale
- Distances minimales admissibles entre axes et aux bords en fonction de la résistance du béton
- Tolérance de l'inclinaison de la tête d'ancrage
- Coefficients de frottement dans la longueur libre
- Valeur de rentrée des clavettes
- Dimensions minimales des niches
- Espace nécessaire pour les travaux de mise en tension
- Mesures de protection contre la corrosion
- Parties du système et matériaux

La documentation technique du système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra se trouve dans l'annexe 1 de cet agrément technique.

4.3 Dispositions pour l'exécution

4.3.1 Généralités

Pour l'exécution du système de tirants d'ancrage, on applique les dispositions correspondantes des normes SIA 267:2013 et SIA 267/1:2013.

4.3.2 Entreprise adéquate

Les travaux avec le système d'ancrage (pose, injection, mise en tension, blocage, etc.) ne doivent être exécutés que par des entreprises professionnelles dont le personnel dispose des connaissances et de l'expérience nécessaires du système. Le responsable de l'exécution doit posséder une attestation du titulaire de l'agrément indiquant qu'il a été instruit par ce dernier et qu'il dispose des connaissances professionnelles nécessaires.

4.3.3 Indications pour l'exécution

Les indications pour l'exécution du système de précontrainte se trouvent dans l'annexe 2. En font entre autres partie:

- Convention d'exécution pour les travaux réalisés par une entreprise tierce avec le système d'ancrage (Document papier)
- Mesures de protections de la part de l'entreprise tierce pour les travaux à proximité des têtes d'ancrage
- Indications éventuels pour les auteurs de projets au sujet des appuis et de l'introduction des efforts pour les ancrages posés sans tube de réservation ni frette.

Toutes les directives d'exécution des travaux sur le chantier par le personnel de l'entreprise agréée font l'office d'un document récapitulatif séparé et déposé à l'institut d'homologation.

5 Obligations du titulaire de l'agrément (fabricant)

5.1 Généralités

Il est de l'obligation du titulaire de l'agrément de s'assurer que toutes les indications pour l'élaboration du projet, la construction et l'exécution d'un ouvrage avec le système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra soient transmises aux personnes concernées. Cela peut se réaliser en transmettant cet agrément technique, y compris les annexes 1 et 2.

5.2 Identification

Chaque livraison de matériel mentionnée sous le chiffre 1.1 doit faire l'objet d'un bulletin de livraison mentionnant le type d'ancrage pour lequel il est destiné ainsi que les indications définies sous le chiffre 3.3.

5.3 Indications pour l'exécution

Les instructions d'exécution du titulaire de l'agrément doivent être observées.

Pour l'Institut d'homologation de l'Empa
Le directeur

Dr Georg Spescha

Annexe 1:

Documentation technique du système d'ancrage Stahlton-Terra

Annexe 2:

Instructions pour l'exécution

Système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra

Système d'ancrages pour le soutènement d'ouvrages
par tirants précontraints

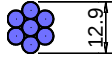
Annexe 1: Documentation technique

Contenu	Page
1. FONDEMENTS	2
1.1. Acier de précontrainte	2
1.2. Protection contre la corrosion	2
1.3. Tableau des forces des tirants d'ancrages	4
1.4. Compréhension et bases du dimensionnement	5
1.5. Frottement dans les longueurs libres d'ancrage	5
1.6. Options	6
2. TIRANTS D'ANCRAGES TEMPORAIRES	8
2.1. Structure des tirants	8
2.2. Sections	10
2.3. Dispositifs d'appui	13
3. TIRANTS D'ANCRAGES PERMANENTS	18
3.1. Structure des tirants	18
3.2. Section	19
3.3. Dispositifs d'appui	20
4. DONNEES CONSTRUCTIVES	27
4.1. Diamètre de forage	27
4.2. Distance des ancrages	27
4.3. Torsion et déplacement autorisés	27
4.4. Pertes de tension dans les têtes d'ancrages	27
4.5. Protection des têtes d'ancrages	28
5. COMPOSANTS DU SYSTEME ET MATERIAUX	29
5.1. Composants du système	29
5.2. Matériaux	30

1. Fondements

1.1. Acier de précontrainte

Les tirants des ancrages Terra sont composés de torons en acier de précontrainte **Y1860S7-12.9**, qui présentent les caractéristiques suivantes:

Toron de 7 fils en acier de précontrainte 0.5" resp. 100 mm² Ancrage à torons Terra 	Appellation / Matériau		Y1860S7-12.9	
	Diamètre nominal	Ø	12.9	mm
	Section	A _p	100	mm ²
	Résistance à la traction	f _{pk}	1860	N/mm ²
	Limite élastique	f _{p0.1k}	1600	N/mm ²
	Allongement à la force max.(min)	A _{gt}	3.5	%
	Module d'élasticité	E _p	195	kN/mm ²
	Relaxation à 1000 h, 0.7*f _{pk}	Δσ _{max}	2.5	%
	Force de rupture	P_{pk}	186	kN

1.2. Protection contre la corrosion

La norme SIA 267 (2013) Géotechnique différencie 3 catégories, respectivement 3 classes de protection contre la corrosion, nommés Protection Levels (PL):

- **PL 1 pour la première classe** (anciennement K3):

Pas de mesures particulières de protection contre la corrosion. Utilisé pour les ancrages temporaires ayant une durée d'utilisation inférieure à 6 mois, et pour lesquels une défaillance n'engendrerait que de faibles conséquences et ne compromettrait pas la sécurité publique.

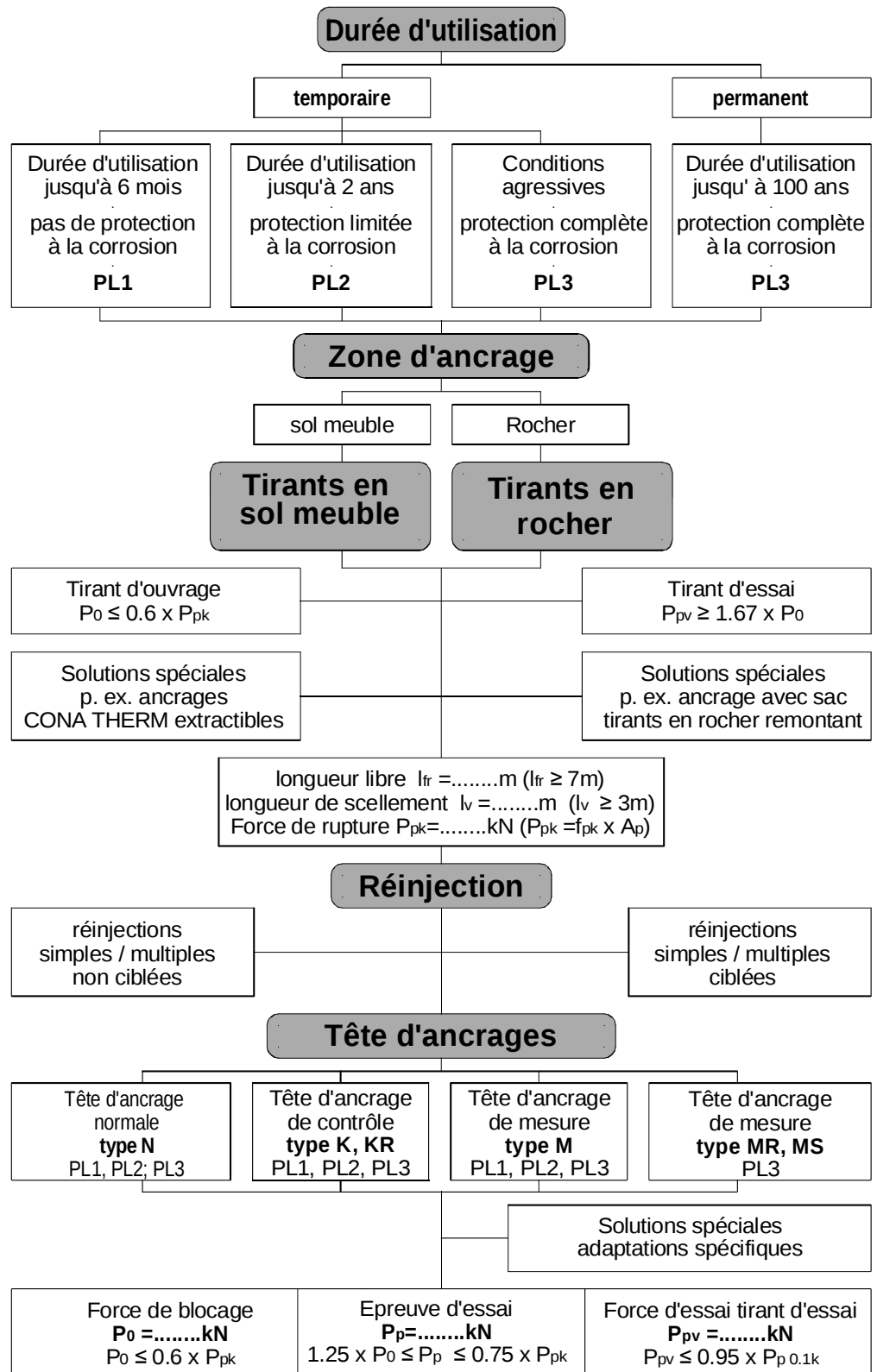
- **PL 2 pour la classe moyenne** (anciennement K2):

Protection anticorrosion limitée: Utilisé pour les ancrages temporaires ayant une durée d'utilisation inférieure à deux ans.

- **PL 3 pour la classe supérieure** (anciennement K1):

Protection anticorrosion globale: Utilisé pour les ancrages permanents ayant une durée d'utilisation de plus de deux ans ainsi que les ancrages temporaires, montés dans des milieux agressifs et/ou étant soumis aux courants vagabonds.

Un aperçu des différentes possibilités d'exécution des ancrages est disponible dans le schéma suivant.



1.3. Tableau des forces des tirants d'ancrages

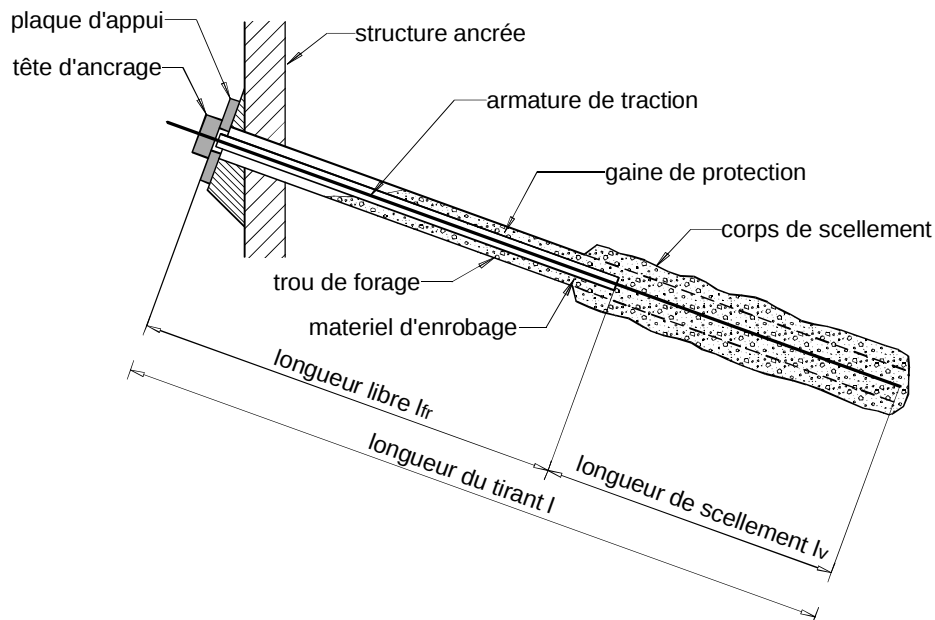
Sections, forces et désignation du type d'ancrage

Désignation		Valeurs calculées			Force			Force d'épreuve pour tirant d'essai
Ancrage	Dispositif d'ancrage	Section d'acier de précontrainte	Poids des torons	Force de rupture	Charge d'essai maximum pour tirants d'ouvrage	Force de blocage Plage d'utilisation		
Type	Type Unité	A _p (mm ²)	G (kg/m)	P _{pk} = A _p * f _{pk} (kN)	P _p ≤ 0.75 * P _{pk} (kN)	P _{0,min.} ≥ 0.30 x P _{pk} (kN)	P _{0,max.} ≤ 0.60 * P _{pk} (kN)	P _{pv} ≤ 0.95 * A _p * f _{p0.1k} (kN)
L2	4	200	1.6	372	279	112	223	304
L3	"	300	2.4	558	419	167	335	456
L4	N4 K4, M4	400	3.1	744	558	223	446	608
L5	7	500	3.9	930	698	279	558	760
L6	"	600	4.7	1116	837	335	670	912
L7	N7 K7, M7	700	5.5	1302	977	391	781	1064
L8	12	800	6.3	1488	1116	446	893	1216
L9	"	900	7.1	1674	1256	502	1004	1368
L10	"	1000	7.9	1860	1395	558	1116	1520
L11	"	1100	8.6	2046	1535	614	1228	1672
L12	N12 K12, M12	1200	9.4	2232	1674	670	1339	1824
L13	19	1300	10.2	2418	1814	725	1451	1976
L14	"	1400	11.0	2604	1953	781	1562	2128
L15	"I	1500	11.8	2790	2093	837	1674	2280
L16	"	1600	12.6	2976	2232	893	1786	2432
L17	"	1700	13.4	3162	2372	949	1897	2584
L18	"	1800	14.1	3348	2511	1004	2009	2736
L19	N19 K19, M19	1900	14.9	3534	2651	1060	2120	2888

Légende: Torons en acier de précontrainte 0.5", $A_p = 100 \text{ mm}^2$
Résistance $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$

N Ancre normal
K Ancre de contrôle
KR Ancre de contrôle réglable
M Ancre de mesure
MR Ancre de mesure réglable
MS Ancre de mesure réglable spécial

1.4. Compréhension et bases du dimensionnement



- Longueur libre minimale des tirants d'ancrages $l_{fr, \min} \geq 7 \text{ m}$
Il est important de considérer que pour de courtes longueurs libres d'ancrages, la force d'ancrage est extrêmement sensible au déplacement de l'ouvrage ancré ou du corps d'ancrage. C'est pourquoi, une longueur libre d'ancrage ne doit pas être inférieure à 7m.
- Longueur libre maximale des tirants d'ancrages $l_{fr, \max} \leq 60 \text{ m}$
Pour des tirants pour sol meuble ou rocher Terra, une longueur libre maximale $l_{fr} = 60 \text{ m}$ est admissible.
- Longueur minimale de scellement:

Ancrage de sol	$l_{v, \min} \geq 4.0 \text{ m}$
Ancrage de rocher	$l_{v, \min} \geq 3.0 \text{ m}$

La longueur d'ancrage est à mettre en corrélation avec les rapports géologiques dans les zones d'ancrages. Elle est à déterminer par l'auteur du projet sur la base des résultats obtenus lors des ancres d'essais.

Introduction de forces dans la zone d'ancrage

A l'arrière de la plaque d'ancrage se concentrent des forces de compression et de traction transversale. Ce noyau en béton soumis à de fortes sollicitations est sécurisé par la spirale faisant partie intégrante du système d'ancrage. Toutes autres sollicitations dans la zone d'introduction des forces telles que les forces de déviations, sont à étudier selon les normes en vigueur et à mettre en évidence par l'auteur du projet.

1.5. Frottement dans les longueurs libres d'ancrage

$$R = 15 \text{ kN} + 0.75 \text{ kN/m} * l_{fr}$$

Référence pour les pertes par frottement des tirants d'ancrages

Les pertes effectives par frottement dans la longueur libre l_{fr} ne peuvent être obtenues que par l'exécution d'une épreuve de tirant d'essai ou d'une épreuve poussée.

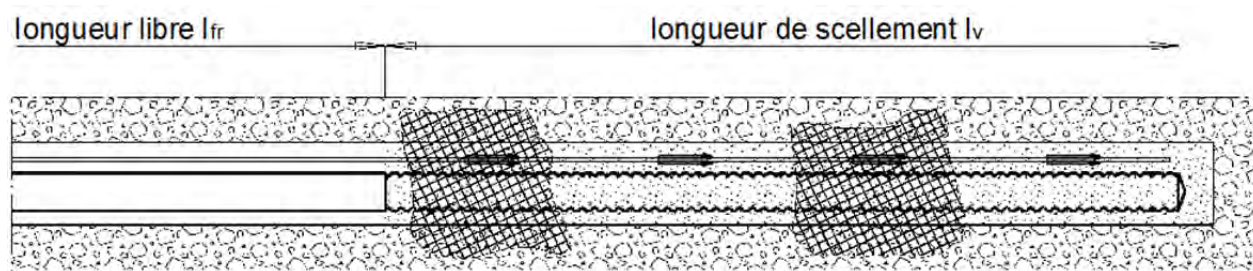
1.6. Options

1.6.1. Réinjections

La résistance ultime externe R_a de l'ancrage, peut être augmentée par des réinjections. Pour ce faire, on réinjecte le corps d'ancrage avec du coulis pour augmenter sa taille, mettre le terrain en pression et pour remplir les éventuelles failles. En règle générale, les réinjections sont effectuées un jour après la pose de l'ancrage ou lorsque l'essai de mise en tension révèle une anomalie.

1.6.1.1 Système de réinjections Terra

Le système de réinjections Terra est formé de façon à ce que les manchettes placées le long de la longueur de scellement puissent s'ouvrir en cas d'injection en pression et que celles-ci se referment après relâchement de la pression. En règle générale, lors de l'injection, les manchettes ayant le moins de résistance s'ouvrent. On peut dire si les manchettes se sont ouvertes ou pas en fonction de la quantité injectée. En revanche, on ne peut pas dire quelles sont les manchettes qui se sont ouvertes ou pas. Si un nettoyage de la gaine de réinjection est fait après son utilisation, celle-ci peut être réutilisée plusieurs fois. Pour faciliter leurs identifications, les gaines de réinjections sont de couleurs différentes et ont un diamètre de $\varnothing_{\text{extérieur/intérieur}} = 16/12$ mm.

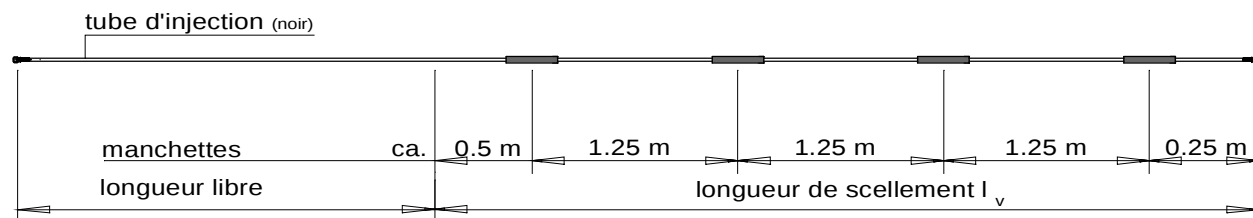


Pression de réinjection

Une pression de réinjection supérieure à 25 bars est à éviter. En effet, celle-ci peut abîmer l'enveloppe de protection contre la corrosion des ancrages de sol meuble et rocher permanents du type Terra PL3.

1.6.1.2 Tubes de réinjection simple Terra type NL

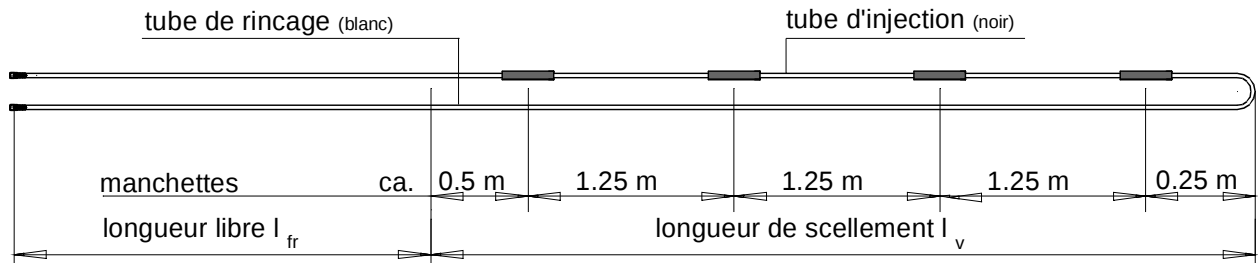
La gaine de réinjection simple Terra type NL est utilisée pour des réinjections simple et non-ciblées. Pour répéter les réinjections sur des ancrages courts (longueur jusqu'à 15m), un tube de rinçage peut y être introduit afin de nettoyer la gaine.



Il est approprié de munir les longs tirants d'ancrage d'une réinjection du type RL. Ceci facilite le rinçage de la gaine de réinjection et assure la possibilité de réinjecter ultérieurement.

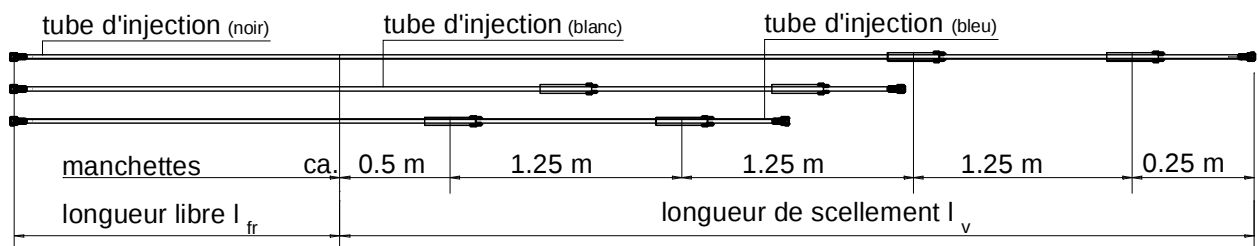
1.6.1.3 Tubes de réinjection multiple Terra type RL

La gaine de réinjection Terra type RL est utilisée pour des réinjections multiples et non-ciblées. Elle est principalement utilisée sur des tirants pour sol meuble et rocher d'une longueur supérieure à 12 m. Ainsi la gaine de réinjection peut être correctement lavée et réutilisée pour des injections ultérieures.



1.6.1.4 Réinjection ciblée

Le système de réinjection est dit "ciblé" lorsqu'un ancrage est équipé de deux ou plusieurs gaines de réinjections du type NL. En règle générale, chaque gaine possède une à deux manchettes positionnées sur la longueur de scellement. Leurs écartements peuvent varier.



1.6.2. Tirants d'ancrage avec sac

Dans des terrains difficiles tels que de la roche fissurée ou un sol très perméable, la longueur de scellement peut être équipée d'un sac. Cet objet ne fait pas partie du présent agrément technique.

1.6.3. Tirants d'ancrages extractibles

Les ancrages temporaires ayant la longueur libre dans une gaine générale, peuvent à souhait être exécutés comme des tirants extractibles. Cette réalisation spéciale ne fait cependant pas partie de cet agrément technique.

2. Tirants d'ancrages temporaires

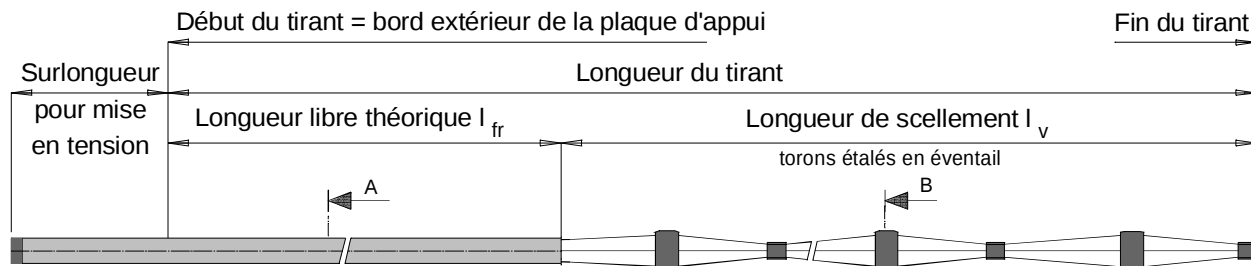
2.1. Structure des tirants

2.1.1. Tirants temporaires pour sol meuble et rocher Terra PL1

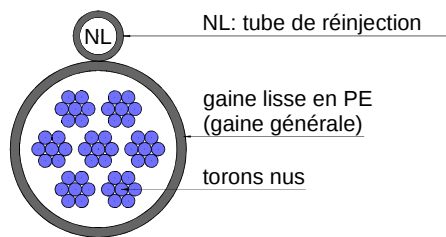
Durée d'utilisation < 6 mois

Les tirants d'ancrages temporaires pour sol meuble ou rocher Terra PL 1 sont constitués de torons nus placés dans une gaine générale en polyéthylène sur leur longueur libre l_{fr} . Cette gaine sert d'espace aux torons pour leur allongement et également de protection contre les attaques directes de l'environnement. Un étanchement à la jonction l_{fr} / l_v empêche l'entrée du coulis d'injection dans la longueur libre. Pour optimiser l'introduction des efforts dans le corps d'ancrage et assurer son enrobage dans le coulis, des écarteurs sont installés sur la longueur de scellement l_v .

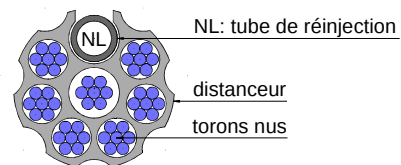
Variante: Au lieu d'une gaine générale, chaque toron peut être gainé séparément avec une gaine en polyéthylène sur sa longueur libre l_{fr} . Ce type de gaine se nomme communément gaine de protection individuelle en PE.



Coupe A - A longueur libre l_{fr}



Coupe B - B longueur de scellement l_v



Recommandations:

1. Les tirants d'ancrages pour sol meuble ou rocher devraient être équipés au minimum d'un tube de réinjection du type NL.
2. À partir d'une longueur d'ancrage de 20 m, ou quand la longueur d'ancrage se trouve dans un sol cohérent, il est judicieux d'équiper l'ancrage d'un tube d'injection extérieur comme le sont les tirants pour rocher.
3. À partir d'une longueur d'ancrage de 20 m, il est judicieux d'équiper l'ancrage d'une de réinjection avec retour du type RL, afin que le rinçage soit aisé et que les réinjections puissent être répétées.

2.1.2. Tirants d'ancrages temporaires pour sol meuble et rocher Terra PL 2

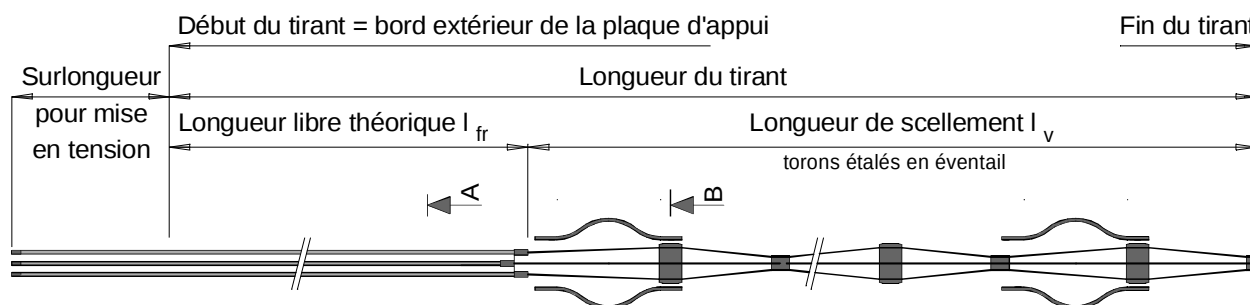
Durée d'utilisation < 2 ans

Les tirants temporaires Terra PL 2 sont constitués de torons individuellement gainés et graissés sur leur longueur libre l_{fr} . La gaine est en polyéthylène.

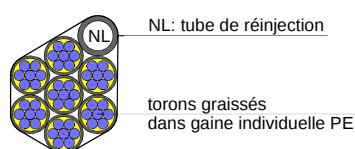
Variante: au lieu d'être gainés individuellement, les torons peuvent être graissés et rassemblés dans une gaine générale sur leur longueur libre l_{fr} .

La gaine sert d'espace aux torons pour leur allongement et également de protection contre les attaques directes de l'environnement. Un étanchement à jonction l_{fr}/l_v empêche l'intrusion de coulis d'injection dans la longueur libre. Pour optimiser l'introduction des efforts dans le corps d'ancrage et assurer son enrobage dans le coulis, des écarteurs sont installés sur la longueur de scellement l_v .

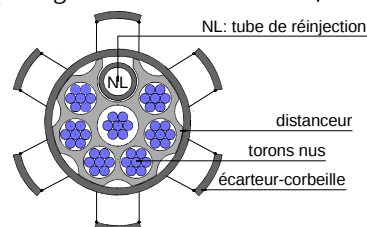
Le centrage de la longueur de scellement dans le forage et la garantie d'un recouvrement de coulis d'injection suffisant des torons est assuré par des écarteurs en corbeille pour les tirants pour sol meuble, ou par des distanceurs en bande pour les ancrages en rocher.



Coupe A - A longueur libre l_{fr}



Coupe B - B longueur de scellement l_v



Recommandations:

1. Les tirants d'ancrages pour sol meuble ou rocher devraient être équipés au minimum d'un tube de réinjection du type NL.
2. À partir d'une longueur d'ancrage de 20 m, ou quand la longueur d'ancrage se trouve dans un sol cohérent, il est judicieux d'équiper l'ancrage d'un tube d'injection extérieur comme le sont les tirants pour rocher.
3. À partir d'une longueur d'ancrage de 20 m, il est judicieux d'équiper l'ancrage d'une de réinjection avec retour du type RL, afin que le rinçage soit aisé et que les réinjections puissent être répétées.
4. Pour les ancrages du type PL2, la protection contre la corrosion au niveau de la tête d'ancrage est assurée par l'application sur la tête d'ancrage et les torons d'un agent anticorrosif hydrofuge bien adhérent et résistant à la température.

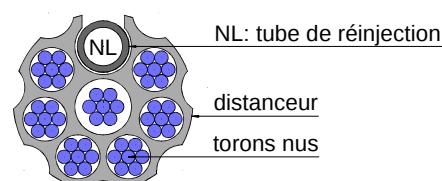
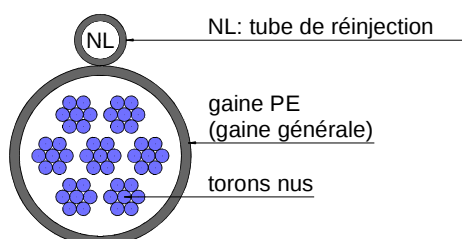
2.2. Sections

2.2.1. Tirants d'ancrages temporaires pour sol meuble et rocher Terra PL1

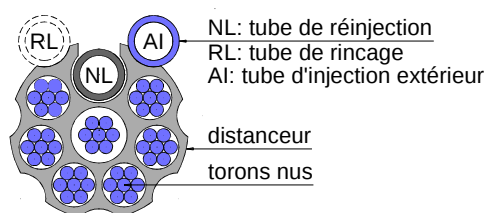
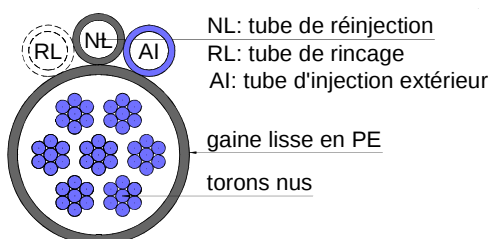
Coupe A - A Longueur libre l_{fr}

Coupe B - B Longueur de scellement l_v

Tirant en sol meuble: équipé d'un tube de réinjection type NL



Tirant en rocher: équipé d'un tube de réinjection type NL ou d'un tube avec retour type RL



Diamètres maximums avec un tube de réinjection

(1 tube de retour Terra type RL)

plusieurs tubes de réinjections sur demande

Tirants Type	Gaine générale sur la longueur libre $\varnothing_a / \varnothing_i$ [mm]	Diamètre d'ancrage PL 1 (sans centrage dans le trou foré)	
		Tirants pour sol meuble $\varnothing_{max. avec RL}$ [mm]	Tirants en rocher $\varnothing_{max. avec RL}$ [mm]
L2 à L4*	40 / 36	65	65
L5 à L6	50 / 45	70	70
L7*	56 / 50	75	75
L8 à L10	63 / 57	85	85
L11 à L12*	75 / 67	95	95
L13 à L15	75 / 67	95	95
L16 à L19*	86 / 78	105	105

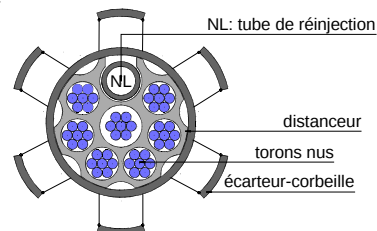
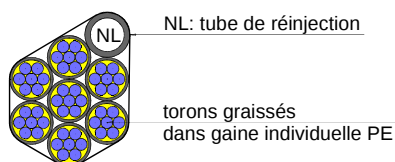
* Unité d'ancrage

2.2.2. Tirants d'ancrages temporaires pour sol meuble et rocher PL 2

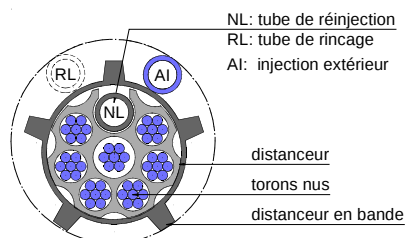
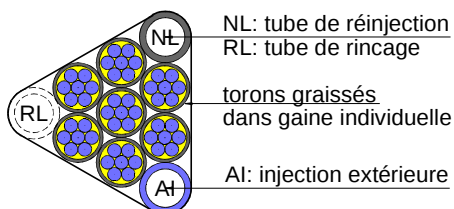
Coupe A - A longueur libre l_{fr}

Coupe B - B Longueur de scellement l_v

Tirant pour sol meuble équipé d'un tube de réinjection type NL



Tirant en rocher équipé d'un tube de réinjection type NL ou d'un tube avec retour type RL



Diamètres maximums avec une gaine de réinjection

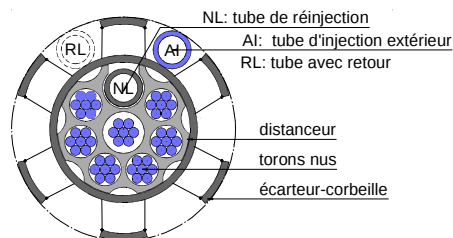
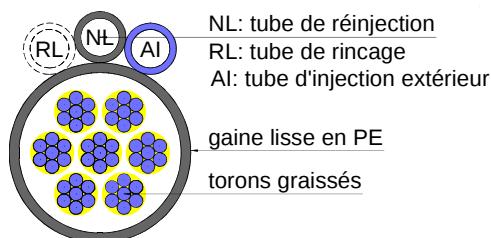
(1 gaine avec retour Terra type RL) plusieurs tubes de réinjections sur demande

Tirants	Diamètre d'ancrage PL 2	
Type	Sol meuble Centrage avec écarteur corbeille Ømax. avec RL** [mm]	Rocher Centrage avec distanceur en bande Ømax. avec RL [mm]
L2 à L4*	110-75	80
L5 à L7*	110-80	85
L8 à L12*	120-105	110
L13 à L19*	125-110	115

* Unité d'ancrage

** Diamètre avec écarteur corbeille ouvert - comprimé

2.2.3. Variante PL 2 avec gaine générale (PL2+)



Diamètres maximums d'ancrages avec tube de réinjection

(1 gaine avec retour Terra type RL) plusieurs tubes de réinjections sur demande

Tirant	Gaine générale torons graissés sur la longueur libre	Diamètre d'ancrage (PL 2+) Variante gaine générale dans la longueur libre	
Type	$\varnothing_a / \varnothing_i$ [mm]	Tirants pour sol meuble Centrage avec écarteur corbeille $\varnothing_{\text{max. avec RL}}$ [mm]	Tirants en rocher Centrage avec distanceur en bande $\varnothing_{\text{max. avec RL}}$ [mm]
L2 à L4*	40/36	100-75	80
L5 à L6	50/45	125-80	85
L7*	56/50	125-85	90
L8 à L10	63/57	125-100	110
L11 à L12*	75/67	125-110	110
L13 à L15	75/67	125-110	115
L16 à L19*	86/78	135-125	125

* Unité d'ancrage

2.3. Dispositifs d'appuis

2.3.1. Base du dimensionnement

Il y a différentes possibilités d'introduire la force de l'ancrage dans l'ouvrage à conforter. On retrouve notamment:

- les longrines
- les murs en béton avec plaque à coins, appuis en béton ou niches
- les pieux forés avec plaque à coins, appuis en béton ou niches

Les dispositifs temporaires d'ancrages sont à concevoir de façon à pouvoir être détendus une fois leur mission achevée. La mise hors-service ou détente des tirants peut se faire, soit à l'aide d'une presse hydraulique, soit par coupe au chalumeau.

La tête et la plaque d'ancrage ainsi que la trompette de réservation avec sa spirale de frettage ont été dimensionnée sur la base d'un béton C 25/30 selon la norme SIA 262 (2013).

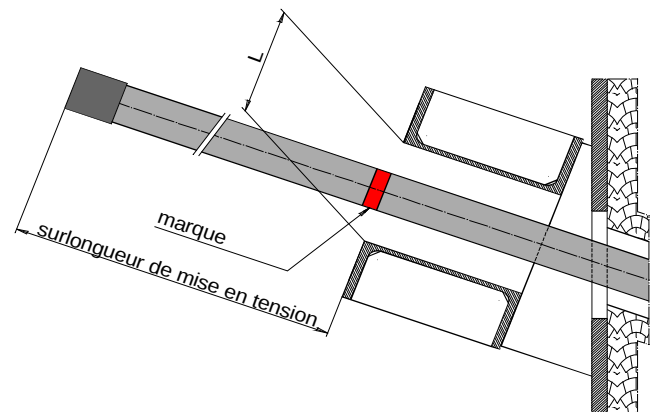
La force maximale de mise en tension P_p ou d'essai P_{pv} peut être appliquée lorsque la résistance sur cube du béton atteint au minimum $f_{ck, cube} \geq 27 \text{ N/mm}^2$ au niveau de l'appui respectivement dans la zone d'introduction de force. Dans cette zone apparaissent des forces de déviation devant être limitées, soit par plaque de répartition, soit via une armature de frettage (spirale). L'auteur du projet prendra soin de dimensionner la construction de l'appui selon les normes de construction métallique ou béton armé en vigueur.

2.3.2. Appui de la tête de tirant

L'appui de la tête d'ancrage doit être placé **Longrine** perpendiculairement à l'axe de l'ancrage.

Pour les tirants temporaires, l'écart angulaire maximal autorisé est de: $\Delta\beta = 3^\circ$

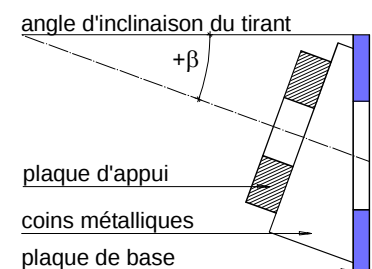
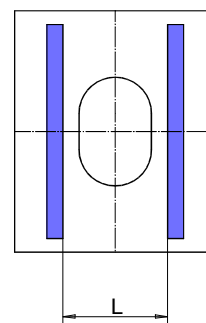
Les longrines doivent s'appuyer sur la paroi à l'aide de cales placées perpendiculairement à l'axe théorique du tirant. Elles doivent, si nécessaire, être renforcées par des nervures supplémentaires au droit des têtes d'ancrages.



Plaque à coins sur béton

Sur les parois en béton, on pose des plaques à coins. En fonction de l'inclinaison, une butée est à prévoir de sorte que la plaque ne glisse pas lors de la mise en tension:

- $\beta \leq 15^\circ$ ➤ pas de précautions nécessaires contre le glissement
- $\beta > 15^\circ$ ➤ précautions contre le glissement impératives comme p.ex. la pose de chevilles ou de boulons

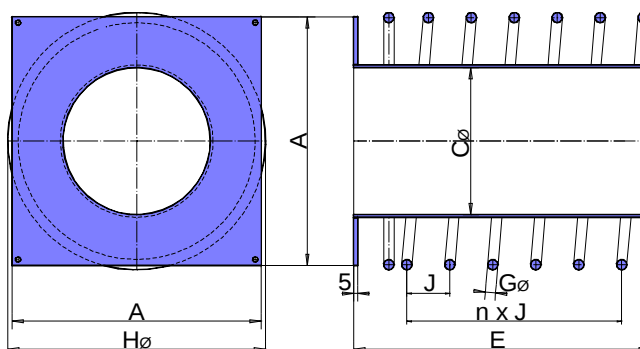


2.3.3. Pièces d'ancrage standards pour tirants temporaires

Tube de réservation

Le tube de réservation fait office de tube de passage pour la tige de forage et évite un forage du béton et sectionnement de l'armature de l'ouvrage.

Si le phasage permet la pose de tubes de réservation, ces derniers doivent être munis de la frette. Les forces d'éclatement au droit de l'appui sont ainsi confinées.



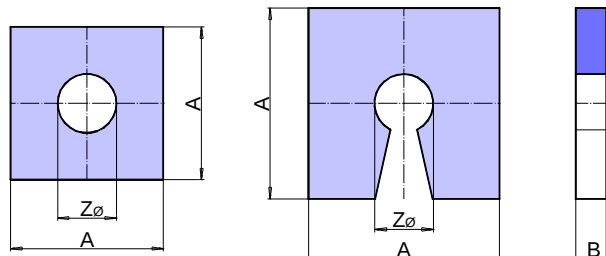
Unité d'ancrage		L4	L7	L12	L19
Toile d'appui	A / A	250	250	290	350
Passage libre	CØ _i	145	145	170	210
	E _{min}	250	250	300	400
Frette	GØ	12	12	14	16
	HØ	260	260	325	420
	n x J	5x50	5x50	6x50	7x50

E_{min.} est la longueur minimale nécessaire du tube de réservation. Elle peut être adaptée en fonction de conditions spécifiques.

Plaque d'ancrage

Plaque d'ancrage normale: utilisée pour des tirants appuyés sur longrines ou plaques à coins.

Plaque d'ancrage avec fente: utilisée l'appui sur un tube de réservation ou sur un appui béton. La fente sert d'ouverture pour le passage de tubes de réinjection ainsi que pour la mise hors service des ancrages.



	Plaque d'ancrage				Plaque à fente			
Unité d'ancrage	L4*	L7	L12	L19	L4	L7	L12	L19
Ecartement des profilés/coins L _{min.}	80	90	130	150	80	90	130	150
L _{max.}	120*	150	200	230	150	150	200	230
Plaque d'ancrage A	180*	200	250	300	200	250	300	330
B	30*	40	40	50	40	40	50	50
ZØ	57	77	111	141	57	77	111	141

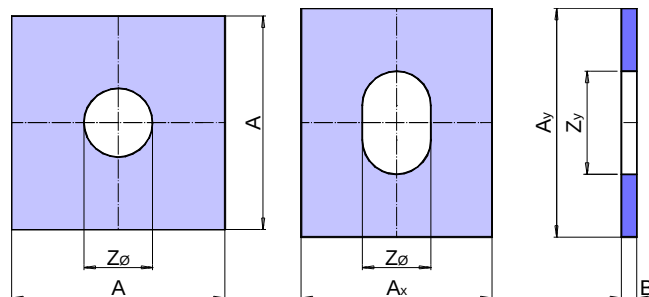
* Si l'écartement des profilés/coins se situe entre $120 < L_{max} \leq 150$ mm pour l'unité d'ancrage L4, des plaques rectangulaires de 200x180x40 mm sont à utiliser.

D'autres dimensions de plaques sont possibles sur demande.

Plaques de base

Les plaques de base sont utilisées pour la répartition des efforts sur le béton en l'absence de tube de réservation.

Pour le dimensionnement, une résistance minimale du béton sur cube de $f_{ck,cube} \geq 27 \text{ N/mm}^2$ a été admise.



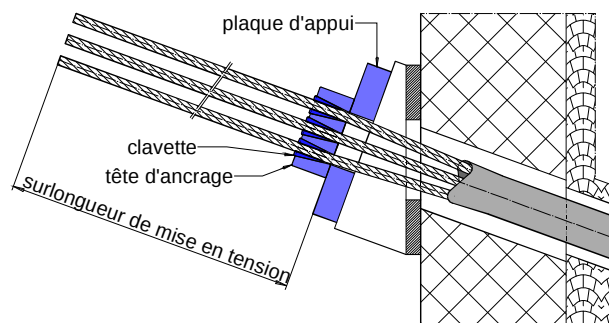
Unité d'ancrage		L4	L7	L12	L19
Plaque de base	A / A	220	280	350	450
	A _x	200	250	300	400
	A _y	250	300	430	500
	B	20	20	30	40
	ZØ	80	90	120	150
	Z _y	120	135	180	225

2.3.4. Tête d'ancrage normale type N

Pour les **têtes d'ancrages normales type N**, les surlongueurs des torons sont conservées après mise en tension pour pouvoir selon les cas: contrôler aisément force d'ancrage, effectuer une remise en tension ou une détente totale de l'ancrage.

Après la mise en tension, les surlongueurs seront protégées par une gaine PE contre les agressions extérieures.

Type N sur une plaque à coins composée de:



Une protection anticorrosion est à prévoir sur les torons dénudés à l'avant comme à l'arrière de la plaque d'ancrage pour les tirants de la classe de protection PL2.

Si par manque de place, les surlongueurs de torons ont été endommagées ou coupées, la force d'ancrage peut encore être contrôlée de manière suivante:

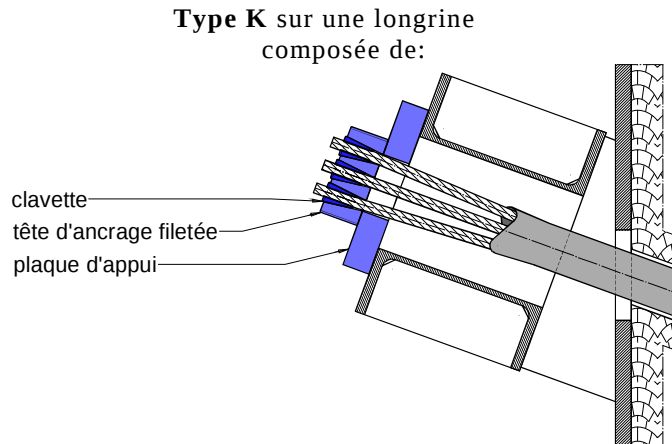
- 150 mm de torons intacts: Pose d'une tête d'ancrage filetée et d'une tige de traction
- têtes d'ancrages sans surlongueurs: Montage du dispositif de contrôle Terra avec serrage de la tête d'ancrage

Une remise en tension de l'ancrage est également possible en posant des cales entre la tête et la plaque d'ancrage. Néanmoins, la force d'ancrage ne peut plus être relâchée.

2.3.5. Tête d'ancrage contrôlable type K

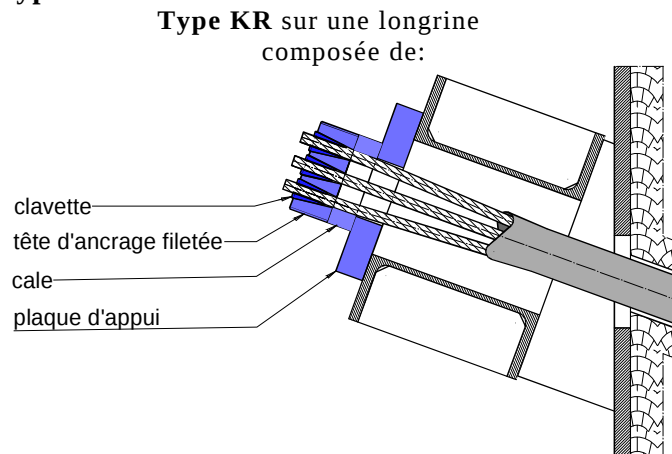
La **tête d'ancrage contrôlable type K** est filetée. Le contrôle de la force et/ou la remise en tension de l'ancrage par pose de cales peut être effectué ultérieurement grâce à un coupleur. Cependant, la force d'ancrage ne peut plus être relâchée.

Pour les ancrages de classe de protection PL2, une protection contre la corrosion de la tête d'ancrage filetée ainsi que des parties accessibles du tirant est à prévoir.



2.3.6. Tête d'ancrage contrôlable réglable type KR

Pour la **tête d'ancrage contrôlable réglable type KR**, une tête d'ancrage filetée est mise en place tout comme pour la tête d'ancrage de contrôle type K. En plus de la tête filetée, des cales amovibles sont placées entre la plaque d'appui et la tête d'ancrage lors de la mise en tension. Par ce biais, la force d'ancrage peut être diminuée ultérieurement. L'allongement correspond à la hauteur des cales installées.



Pour les ancrages de classe de protection PL2, une protection contre la corrosion de la tête d'ancrage filetée ainsi que des parties accessibles du tirant est à prévoir.

2.3.7. Tête de mesure type M

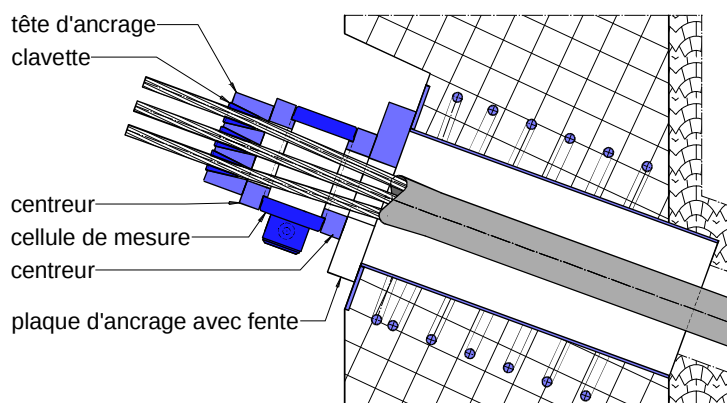
La **tête de mesure type M** est utilisée lorsque la force d'ancrage doit être surveillée continuellement.

Entre la tête et la plaque d'ancrage est placée une cellule de mesure. Celle-ci permet d'effectuer simplement et rapidement la lecture de la force d'ancrage à l'aide d'un appareil de mesure adéquat. Pour une meilleure précision des valeurs de forces, la cellule est équipée de deux bagues de centrage. La valeur effective de la force d'ancrage peut être vérifiée à l'aide d'un vérin.

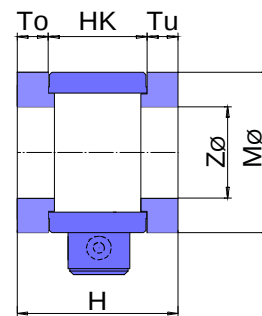
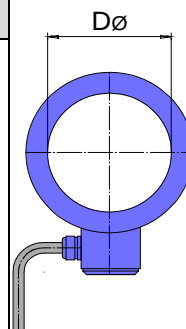
Pour les ancrages de classe de protection PL2, une protection contre la corrosion de la tête d'ancrage ainsi que des parties accessibles du tirant est à prévoir.

Si les surlongueurs sont intactes, l'ancrage peut être remis en tension et/ou relâché. Il est même possible de le détendre intégralement pour remplacer une cellule de mesure défectueuse.

Type M sur un élément d'appui composée de:



Unité d'ancrage		L4	L7	L12	L19
Cellule de mesure					
- Charge nominale min.	kN	600	1000	1700	2700
- Diamètre min.	DØ	100	125	160	190
- Hauteur	HK	80	80-100	80-128	80-130
Bagues de centrage					
- Diamètre int.	ZØ	57	77	111	141
- Diamètre ext.	MØ	135	160	200	240
- Hauteur	T _u	20	20	20	20
	T _o	25	30	30	30
Hauteur totale					
- normale	H ₁	140	150	185	190
- courte	H ₂	140	140	140	140



3. Tirants d'ancrages permanents

3.1. Structure des tirants

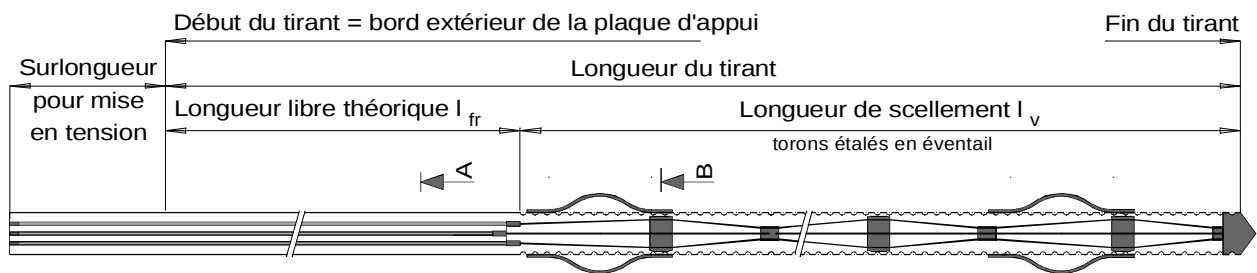
Tirants d'ancrages permanents pour sol meuble et rocher Terra PL3

Durée d'utilisation > 2 ans

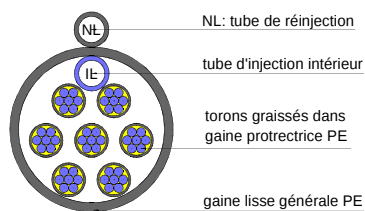
Le tirant d'ancrage permanent pour sol meuble et rocher Terra PL3 est protégé sur toute sa longueur par une gaine en polyéthylène résistante aux agents chimiques, suffisamment imperméable et isolante électriquement (gaine ondulée sur l_v et gaine lisse sur l_{fr}). De par l'isolation électrique de l'enveloppe protectrice, une appréciation de l'intégrité de cette dernière peut être faite à tout moment à l'aide d'un instrument de mesure de résistance électrique.

Sur la longueur libre l_{fr} , les torons sont individuellement munis d'une gaine en polyéthylène et graissés. Sur la longueur de scellement l_v , les torons sont nus et centrés dans la gaine ondulée à l'aide de distanceurs. De plus, l'introduction des efforts dans le corps d'ancrage est optimisée grâce à des écarteurs installés sur la longueur de scellement l_v .

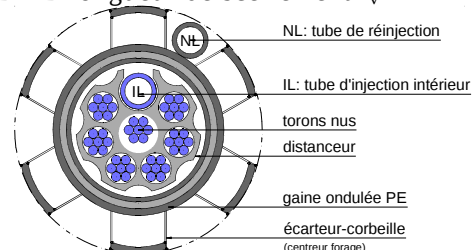
Pour le centrage de la longueur de scellement dans le trou de forage et la garantie que les ancres soient suffisamment enrobés de coulis d'injection, des écarteurs corbeille sont installés pour les tirants pour sol meuble respectivement des distanceurs en bande pour les ancres en rocher.



Coupe A - A longueur libre l_{fr}



Coupe B - B longueur de scellement l_v



Recommandation:

1. Les tirants d'ancrage pour sol meuble et rocher devraient être équipés au minimum d'un tube de réinjection du type NL.
2. À partir d'une longueur d'ancrage de 20 m, ou quand la longueur d'ancrage se trouve dans un sol cohérent, il est judicieux d'équiper l'ancrage d'une gaine de remplissage tels que le sont les tirants pour rocher.
3. À partir d'une longueur d'ancrage de 20 m, il est judicieux d'équiper l'ancrage d'une de réinjection avec retour du type RL, afin que le rinçage soit aisé et que les réinjections puissent être répétées.
4. Pour un tirant en rocher remontant, un ou plusieurs tubes sont à installer en plus des tubes d'injection pour l'évacuation de l'air.

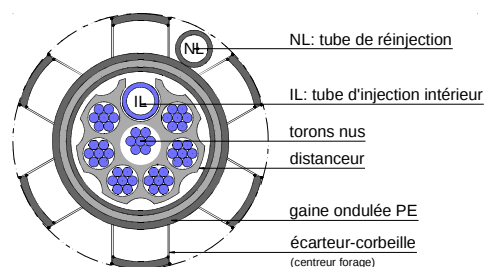
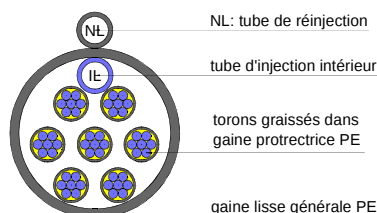
3.2. Section

Tirants d'ancrages permanents pour sol meuble et rocher Terra PL 3

Coupe A - A longueur libre l_{fr}

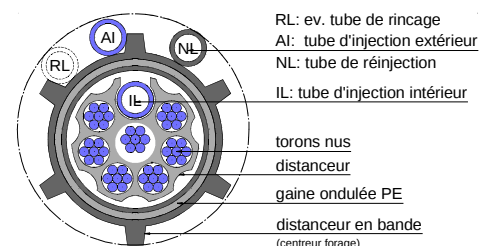
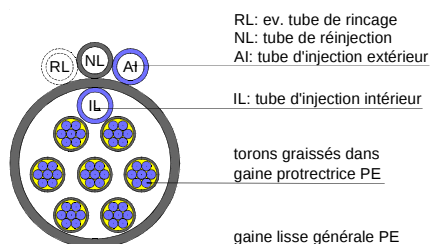
Coupe B - B longueur de scellement l_v

Tirants pour sol meuble équipés de réinjection type NL



Tirants en rocher équipés d'un tube de réinjection type NL ou de tubes avec retour type RL

Dans les rochers argileux ou altérés comme p.ex. la marne, il est plus judicieux d'utiliser des écarteurs corbeille comme pour les ancrages pour sol meuble que des distanceurs en bande.



Diamètres maximum des tirants avec tube de réinjection

(1 tube avec retour Terra type RL) plusieurs tubes de réinjections sur demande

Ancrage Type	Gaines générale PE		Diamètre du tirant PL3	
	lisse (l_{fr}) $\varnothing_a / \varnothing_i$ [mm]	ondulée (l_v) $\varnothing_a / \varnothing_i$ [mm]	Tirant pour sol meuble Centrage avec écarteur corbeille $\varnothing_{max}$ avec RL** [mm]	Tirant en rocher Centrage avec distanceur en bande $\varnothing_{max}$ avec RL [mm]
L2 à L4*	63/57	60/50	125 / 90	95
L5 à L7*	75/67	70/60	125 / 100	105
L8 à L12*	86/78	90/80	135 / 115	125
L13 à L19*	100/90	100/90	135 / 125	135

* Unité d'ancrage

** Diamètre avec écarteur corbeille ouvert - comprimé

3.3. Dispositifs d'appui

3.3.1. Base du dimensionnement

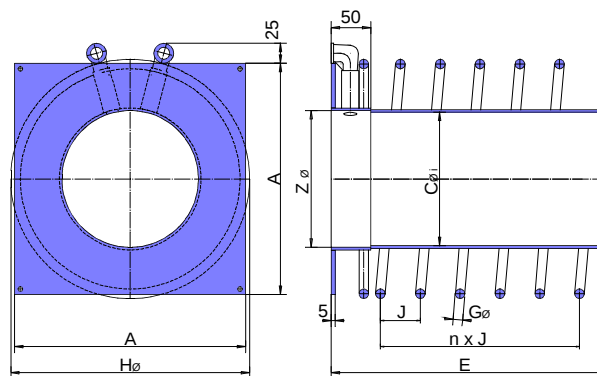
La tête et la plaque d'ancrage ainsi que la tube de réservation avec sa spirale de frettage ont été dimensionnées sur la base d'un béton C 25/30 selon la norme SIA 262 (2013).

La force maximale de mise en tension P_p ou d'essai P_{pv} peut être appliquée lorsque la résistance sur cube du béton atteint au minimum $f_{ck, cube} \geq 27 \text{ N/mm}^2$ au niveau de l'appui respectivement dans la zone d'introduction de force. Dans cette zone apparaissent des forces de déviation qui doivent être reprises par l'armature de frettage (spirale). L'auteur du projet prendra soin de dimensionner la construction de l'appui selon les normes de construction métallique ou béton armé en vigueur.

3.3.2. Tube de réservation

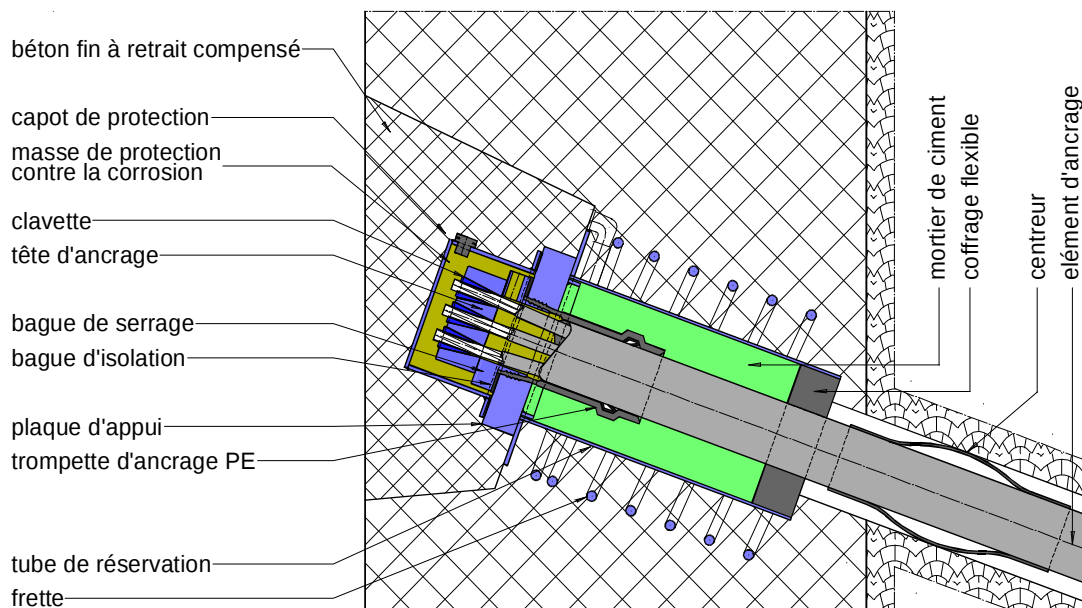
Le tube de réservation de l'ancrage fait office de tube de passage pour le forage, afin d'éviter l'endommagement de la construction béton et de l'armature en place. La frette est un élément statique important du dispositif d'ancrage, étant donné que c'est un élément de base du dimensionnement de la plaque d'ancrage. Il assure le maintien du noyau en béton fortement sollicité dans la zone d'introduction des forces et reprend également entièrement les forces de déviation.

Tube de réservation		Unité d'ancrage			
Terra	Type	L 4	L 7	L 12	L 19
Tôle d'appuis	A	250	290	300	350
Trou central	ZØ	150	173	214	214
Passage libre	CØ _i	145	168	208	208
	E _{min}	300	350	400	500
Frette	GØ	12	12	14	16
	HØ	260	260	325	420
	n x J	5x50	5x50	6x50	7x50
Entre axe*	a	260	300	370	460



* L'entraxe minimal des tubes de réservations garantie également l'espacement minimal des têtes d'ancrage.

Tête d'ancrage normale type N

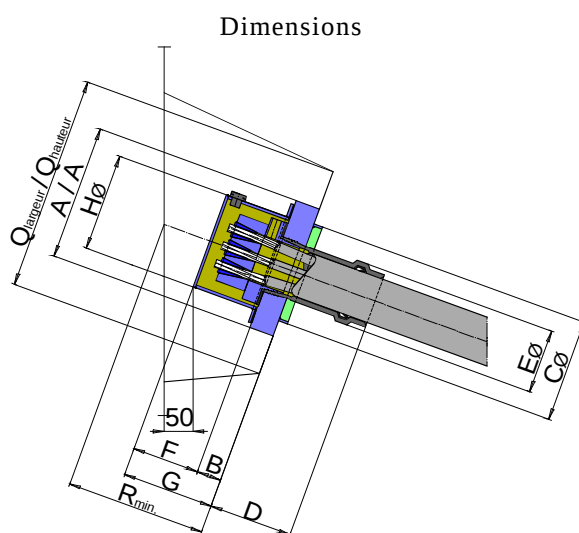


Description de la tête d'ancrage:

La tête d'ancrage normale type N est utilisée dans le cas d'ancrages bloqués ne nécessitant pas ou qu'exceptionnellement un contrôle de force. En règle générale, elles sont bétonnées et rendues ainsi inaccessibles. ¹⁾

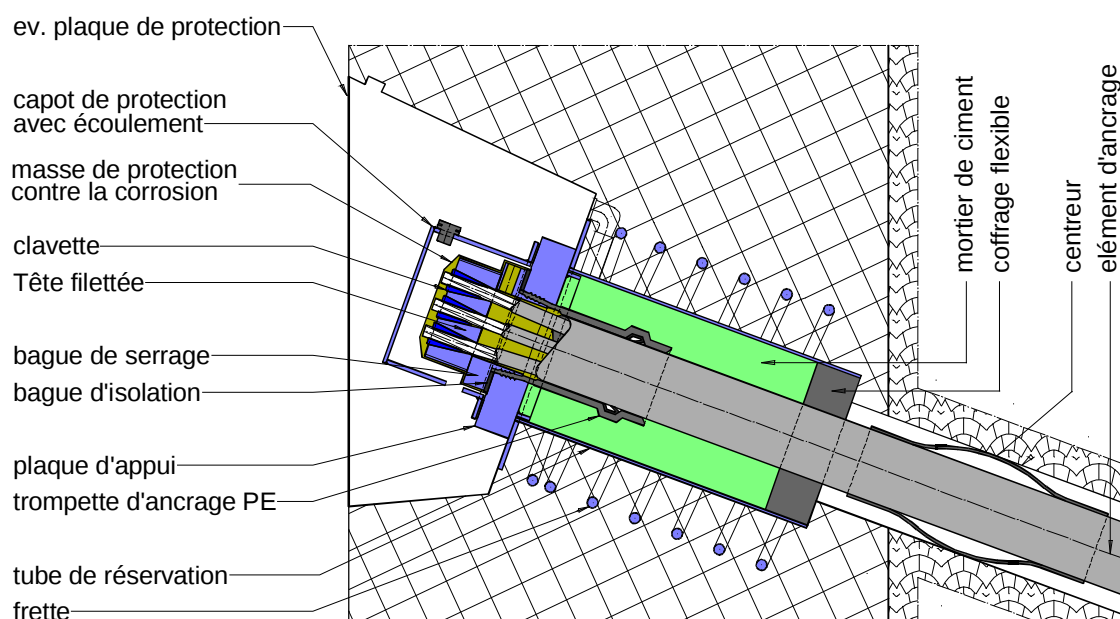
La protection contre la corrosion de la tête d'ancrage est assurée par un enrobage minimal de 50 mm du capot de protection par un béton à haute étanchéité et à retrait compensé. L'adhérence entre le béton de cachetage et la niche doit être assurée pour garantir la protection anticorrosion du capot de protection ainsi que de la plaque d'ancrage.

Tête d'ancrage		Unité d'ancrage			
Terra	Type	N4	N7	N12	N19
Plaque d'ancrage	A	180	220	290	330
	B	40	40	45	50
	CØ	146	165	203	203
Trompette d'ancrage	D	180	145	280	375
	EØ	95	105	125	160
Capot de protection	F	110	110	110	130
	G	150	150	155	180
	HØ	120	160	220	275
Niche	Q _{Largeur}	400	440	500	550
	Inclinaison: Q _{Hauteur}	400	440	500	550
	$\beta \leq 15^\circ$ R _{min.}	220	235	240	270
	$\beta \leq 30^\circ$ R _{min.}	245	260	275	315
	$\beta \leq 45^\circ$ R _{min.}	285	300	335	385



¹⁾ Les ancrages permanents destinés aux ouvrages publics (ASTRA, SBB) sont à équiper avec au minimum une tête d'ancrage de contrôle type K.

Tête d'ancrage de contrôle type K



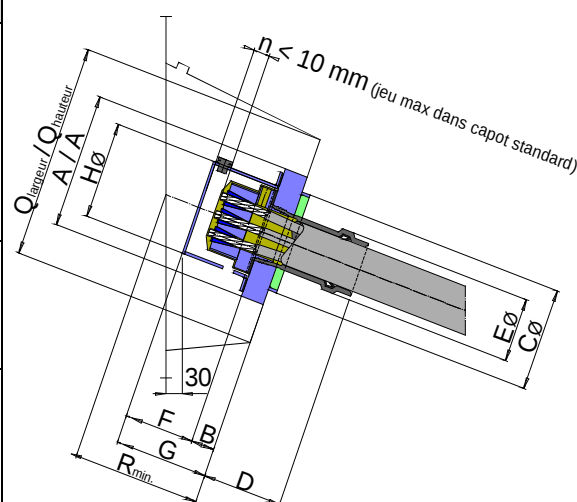
Description de la tête d'ancrage

La tête d'ancrage de contrôle type K est utilisée lorsque la force d'ancrage ou la protection contre la corrosion doit pouvoir être vérifiée ultérieurement.

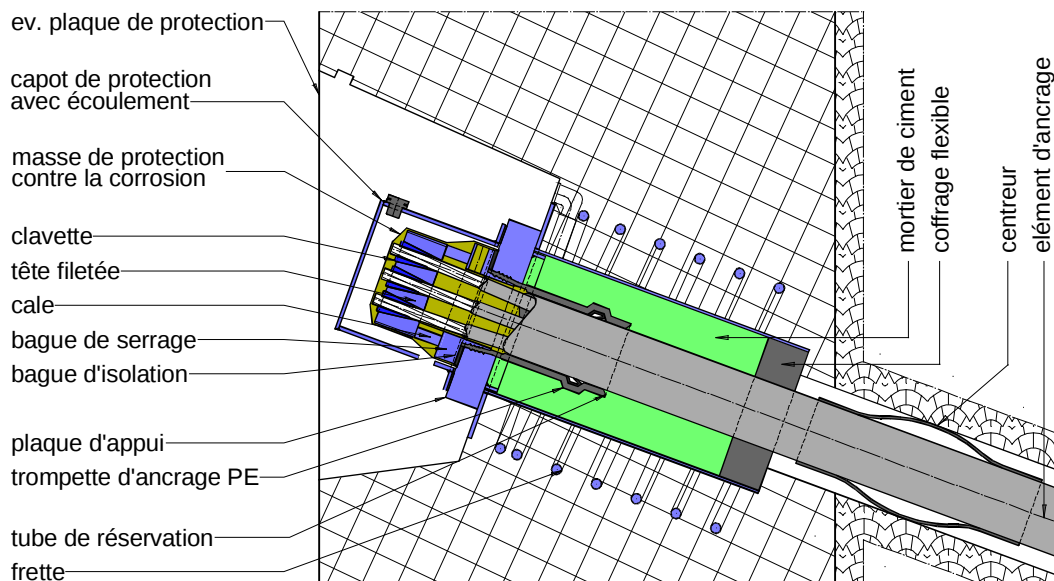
Son accessibilité permet d'effectuer les mesures de la résistance et/ou de contrôle de force à l'aide d'un vérin. L'ancrage peut être remis en tension en plaçant des cales derrière la tête filetée, cependant la hauteur du capot de protection doit être adaptée en conséquence. Une détente de la force d'ancrage n'est toutefois pas possible.

Tête d'ancrage		Unité d'ancrage			
Terra	Type	K4	K7	K12	K19
Plaque d'ancrage	A	180	220	290	330
	B	40	40	45	50
	CØ	146	165	203	203
Trompette d'ancrage	D	180	145	280	375
	EØ	95	105	125	160
Capot de protection	F	110	110	110	130
	G	150	150	155	180
	HØ	120	160	220	275
Niche	Q _{Largeur}	400	440	500	550
	Inclinaison:				
	Q _{Hauteur}	400	440	500	550
	$\beta \leq 15^\circ$	R _{min.}	220	235	240
	$\beta \leq 30^\circ$	R _{min}	245	260	275
	$\beta \leq 45^\circ$	R _{min.}	285	300	335

Dimensions



Tête d'ancrage de contrôle réglable type KR

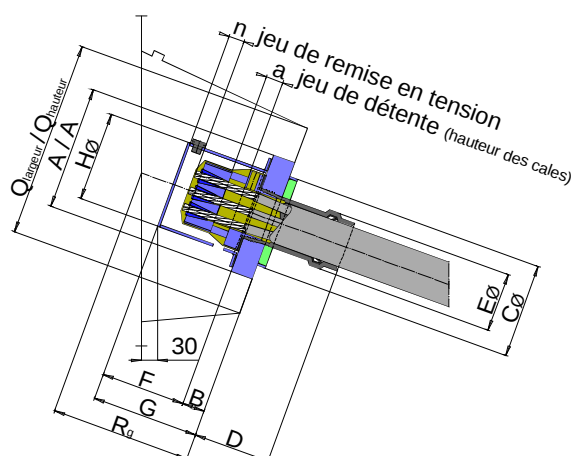


Description de la tête d'ancrage

La tête d'ancrage de contrôle type KR est utilisée lorsque la force d'ancrage ou la protection contre la corrosion doit pouvoir être vérifiée ultérieurement. Son accessibilité permet d'effectuer les mesures de la résistance et/ou de contrôle de force à l'aide d'un vérin. L'ancrage peut être remis en tension en plaçant des cales derrière la tête filetée ou relâché en retirant ces cales. La hauteur du capot de protection doit être adaptée en conséquence. La plage de réglage souhaitée est fonction de la hauteur S des cales. Cette hauteur est calculée par rapport à l'allongement du tirant $\Delta l_{el} = \Delta P \cdot l_{fr} / (E_p \cdot A_p)$, de sorte que la force d'ancrage souhaitée soit atteinte.

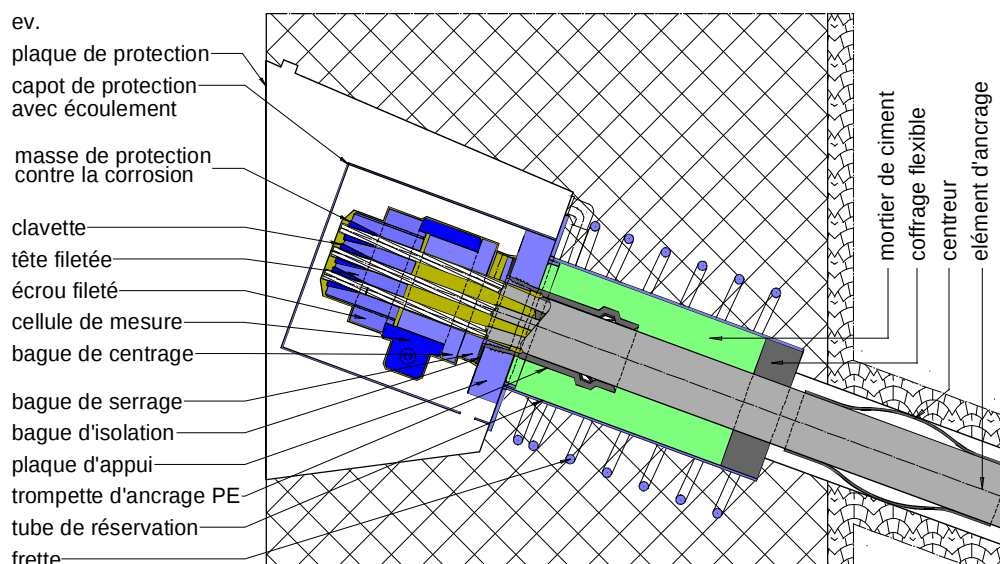
Tête d'ancrage		Unité d'ancrage			
Terra	Type	KR4	KR7	KR12	KR19
Plaque d'ancrage	A	180	220	290	330
	B	40	40	45	50
	CØ	146	165	203	203
Trompette d'ancrage	D	180	145	280	375
	EØ	95	105	125	160
Capot de protection	F	110	110	110	130
		+ a+n	+ a+n	+ a+n	+ a+n
	G	150	150	155	180
		+ a+n	+ a+n	+ a+n	+ a+n
Niche	Q _{Largeur}	400	440	500	550
Inclinaison:	Q _{Hauteur}	400	440	500	550
β ≤ 15°	R _{min.}	220	230	230	270
β ≤ 30°	R _{min}	240	260	270	310
β ≤ 45°	R _{min.}	275	300	330	380

Dimensions



$$R_g = R_{min} + a + n$$

Tête d'ancrage de mesure type M

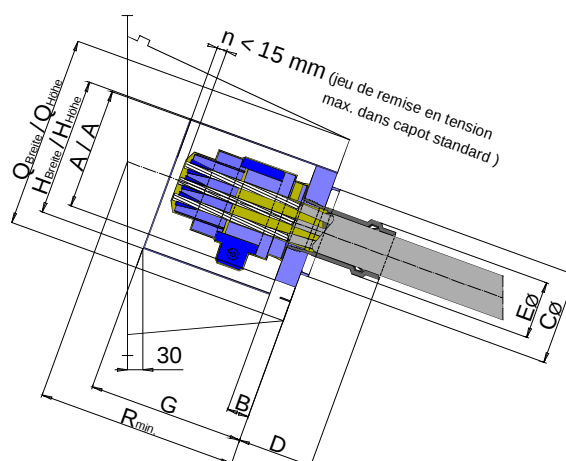


Description de la tête d'ancrage:

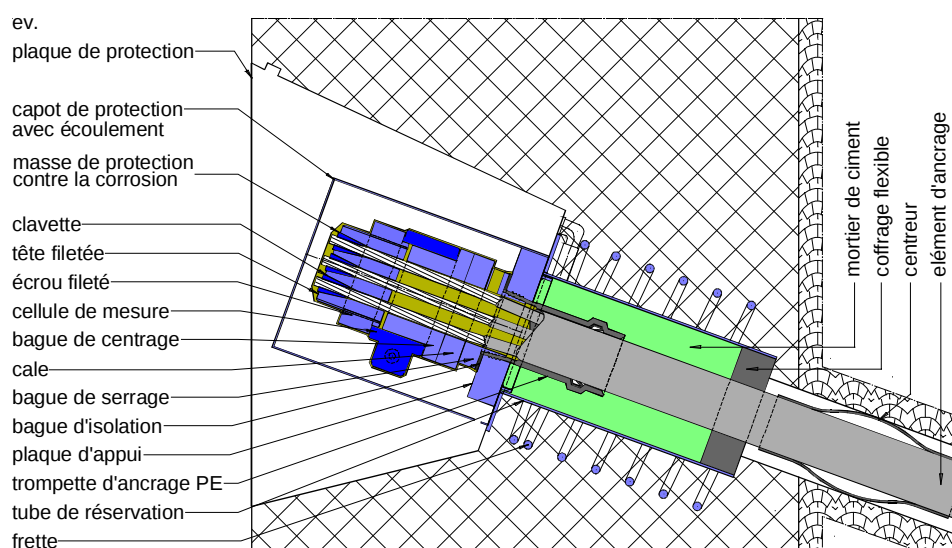
La tête d'ancrage de mesure Terra type M est utilisée pour une surveillance permanente de la force d'ancrage et de la protection contre la corrosion. Elle est équipée d'une cellule de mesure permettant la lecture instantanée de la force d'ancrage. La tête d'ancrage de mesure permet une remise en tension de l'ancrage grâce à un jeu de 15 mm. Selon le réglage initial de la tête, celle-ci peut également être relâchée. Les raccords pour les mesures de force sont positionnés directement dans les niches ou centralisés via des conduites, dans un coffret de mesure. L'accessibilité de la tête d'ancrage par un vérin permet le remplacement de la cellule de mesure en cas de panne. Lors de cette opération, l'ancrage n'est que légèrement détendu.

Tête d'ancrage		Unité d'ancrage			
Terra	Type	M4	M7	M12	M19
Plaque d'ancrage	A	180	220	290	330
	B	40	40	45	50
	C Ø	146	165	203	203
Trompette d'ancrage	D	180	145	280	375
	E Ø	95	105	125	160
Capot de protection	G	270	290	310	345
	H _{Largeur}	190	230	300	340
	H _{Hauteur}	215	255	325	365
Niche	Q _{Largeur}	400	440	500	550
	Q _{H,ob.}	200	220	250	275
	Q _{H,unt.}	200	230	250	295
	Inclinaison: $\beta \leq 15^\circ$	R _{min}	335	360	430
	$\beta \leq 30^\circ$	R _{min}	375	410	495
	$\beta \leq 45^\circ$	R _{min}	435	475	530

Dimensions



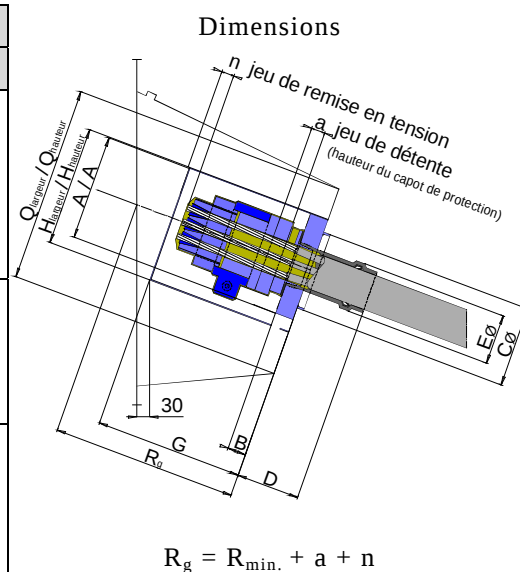
Tête d'ancrage de mesure réglable type MR



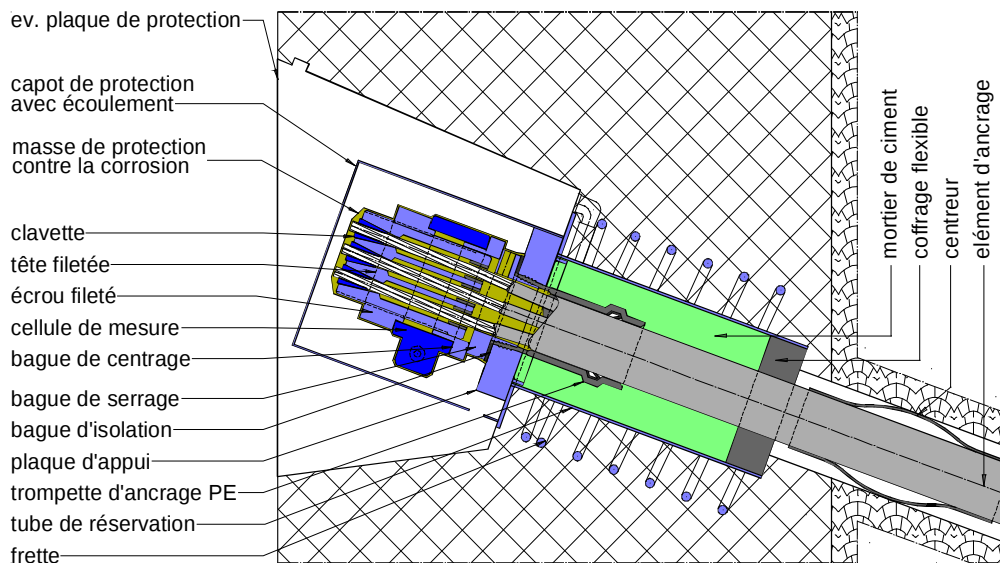
Description de la tête d'ancrage:

La tête d'ancrage de mesure Terra type MR est utilisée pour une surveillance permanente de la force d'ancrage et de la protection contre la corrosion. Elle est équipée d'une cellule de mesure permettant la lecture instantanée de la force d'ancrage. Sa construction permet le réglage de la force d'ancrage à souhait. L'ancrage peut être remis en tension en plaçant des cales derrière la bague de centrage ou relâché en retirant ces cales. La hauteur du capot de protection doit être adaptée en conséquence. La plage de réglage souhaitée est fonction de la hauteur S des cales. Cette hauteur est calculée par rapport à l'allongement du tirant $\Delta l_{el} = \Delta P \cdot l_{fr} / (E_p \cdot A_p)$, de sorte que la force d'ancrage souhaitée soit atteinte. Les raccords pour les mesures de force sont positionnés directement dans les niches ou centralisés via des conduites, dans un coffret de mesure. L'accessibilité de la tête d'ancrage par un vérin permet le remplacement de la cellule de mesure en cas de panne. Lors de cette opération, l'ancrage n'est que légèrement détendu.

Tête d'ancrage		Unité d'ancrage				
Terra	Type	MR4	MR7	MR12	MR19	
Plaque d'ancrage	A	180	220	290	330	
	B	40	40	45	50	
	CØ	146	165	203	203	
Trompettes d'ancrage	D	180	145	280	375	
	EØ	95	105	125	160	
Capot de protection	G	270	290	310	345	
		+ a+n	+ a+n	+ a+n	+ a+n	
	H _{Largeur}	190	230	300	340	
	H _{Hauteur}	215	255	325	365	
Niche	Q _{Largeur}	400	440	500	550	
	Q _{H,ob.}	200	220	250	275	
	Q _{H,unt.}	200	230	250	295	
	β ≤ 15°	R _{min}	335	360	390	430
	β ≤ 30°	R _{min}	375	410	450	495
	β ≤ 45°	R _{min}	435	475	530	585



Tête d'ancrage réglable spéciale type MS

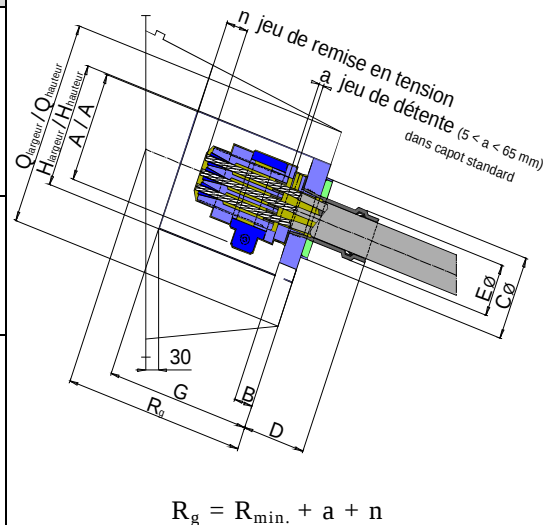


Description de la tête d'ancrage:

La tête d'ancrage de mesure spéciale Terra type MS est utilisée pour une surveillance permanente de la force d'ancrage et de la protection contre la corrosion. Elle est équipée d'une cellule de mesure permettant la lecture instantanée de la force d'ancrage. Sa construction permet le réglage de la force d'ancrage sur une plage de 65 mm. L'ancrage peut ainsi être remis en tension ou relâché en fonction du réglage initial. Les hauteurs de la tête filetée et de la bague de centrage peuvent aussi être adaptées pour augmenter encore la plage de réglage. La hauteur du capot de protection doit être adaptée en conséquence. Les raccords pour les mesures de force sont positionnés directement dans les niches ou centralisés via des conduites, dans un coffret de mesure. L'accessibilité de la tête d'ancrage par un vérin permet le remplacement de la cellule de mesure en cas de panne. Lors de cette opération, l'ancrage n'est que détendu de la valeur "a".

Tête d'ancrage		Unité d'ancrage			
Terra	Type	MS4	MS7	MS12	MS19
Plaque d'ancrage	A	180	220	290	330
	B	40	40	45	50
	C Ø	146	165	203	203
	D	180	145	280	375
	E Ø	95	105	125	160
Trompette					
Trompette d'ancrage	G	315	335	350	390
	H _{Largeur}	190	230	290	340
	H _{Hauteur}	215	255	315	365
Niche	Q _{Largeur}	400	440	500	550
	Q _{H,ob.}	200	220	200	245
	Q _{H,unt.}	200	230	250	295
	Inclinaison: $\beta \leq 15^\circ$	R _{min}	380	405	425
	$\beta \leq 30^\circ$	R _{min}	420	450	480
	$\beta \leq 45^\circ$	R _{min}	475	515	565

Dimensions



4. Données constructives

4.1. Diamètre de forage

Pour une mise en place optimale d'un tirant d'ancrage dans un forage non-tubé, le diamètre du forage doit être environ 20 mm supérieur au diamètre d'ancrage. Pour les forages tubés, cette valeur se réfère au diamètre intérieur du tubage.

4.2. Distance des ancrages

Les distances minimales entre axes des têtes d'ancrages sont décrites au paragraphe 3.3.2. La distance minimale au bord est obtenue en additionnant la moitié de l'entre axe "a" et l'enrobage latéral.

4.3. Torsion et déplacement autorisés

Lors d'épreuve de mise en tension et du blocage d'ancrages Stahlton-Terra, Les déplacement et torsion suivants peuvent être absorbés:

Déplacement dans la direction de l'ancrage

(Déplacement maximal autorisé de l'appui de la tête d'ancrage)

$$\Delta s \leq 30 \text{ mm}$$

Torsion de l'appui de l'ancrage

(Ecart angulaire maximal autorisé entre l'axe de forage et celui de la tête d'ancrage)

$$\Delta \beta \leq 3^\circ$$

Déplacement permanent

(Déplacement maximal autorisé du corps d'ancrage après détente sur P_a)

$$\Delta l_{bl} \leq 12.5 \text{ mm} \quad \text{en sol meuble}$$

$$\Delta l_{bl} \leq 10 \text{ mm} \quad \text{en rocher}$$

4.4. Pertes de tension dans les têtes d'ancrages

Frottement

La perte de force due au frottement par déviation des torons dans la tête d'ancrage correspond en moyenne à 1% de la force de tension appliquée pour toutes les unités d'ancrages. Cette valeur est prise en compte par Stahlton lors de l'épreuve de mise tension et du blocage de l'ancrage. La surtension effectuée permet de compenser ces pertes.

Rentrée des clavettes

La perte de force due à la rentrée des clavettes au blocage de l'ancrage à P_0 est compensée par une surtension valant selon les vérins utilisés:

$$\Delta l_k = 8 \text{ mm} \quad \text{pour des vérins sans serrage de clavettes}$$

$$\Delta l_k = 5 \text{ mm} \quad \text{pour des vérins avec serrage de clavettes}$$

4.5. Protection des têtes d'ancrages

Toutes les têtes d'ancrages sont protégées des agressions extérieures par un capot de protection démontable et selon le cas par des niches d'ancrages.

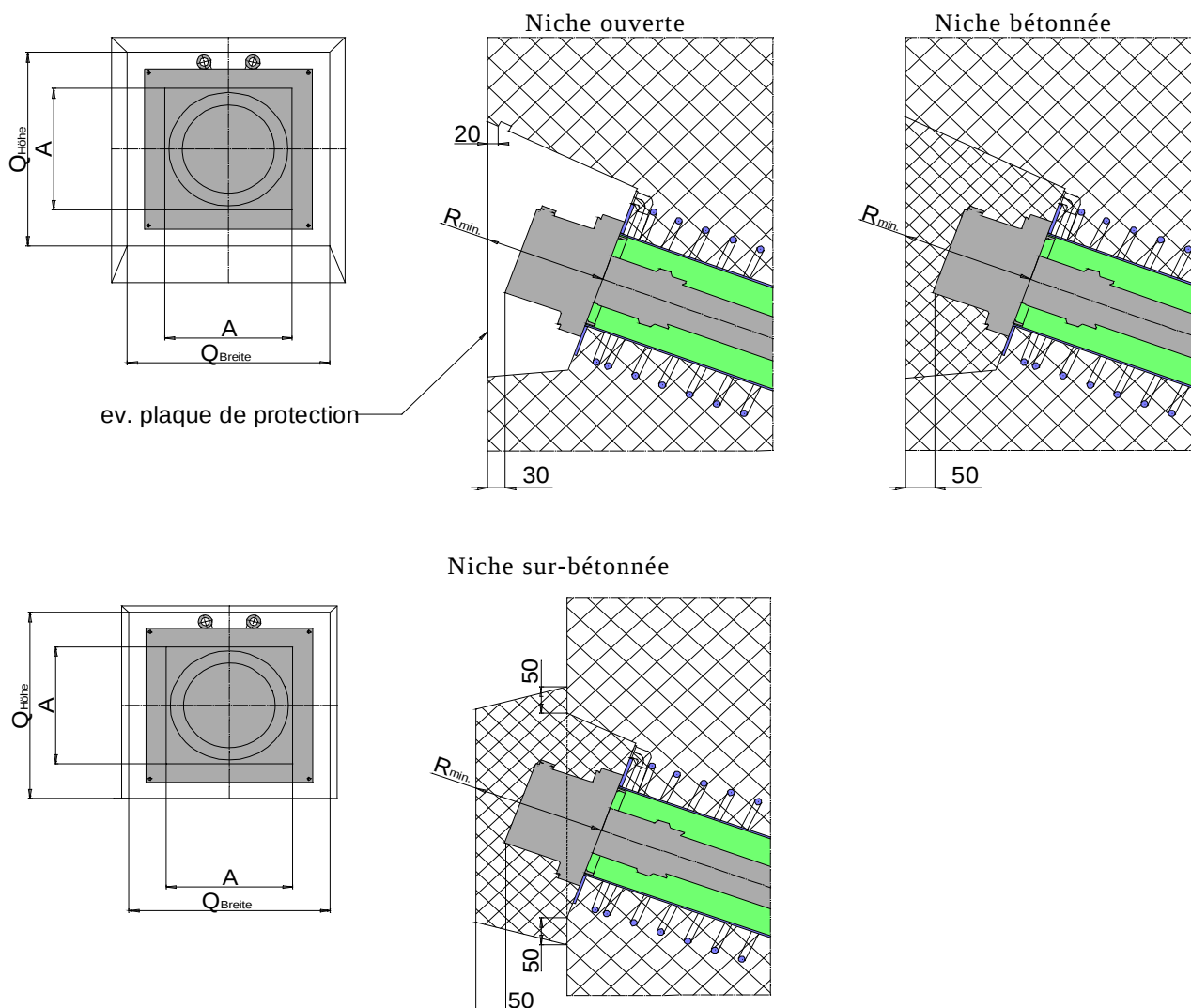
En règle générale, les niches des têtes d'ancrages normales sont bétonnées et ainsi rendue inaccessibles.

Dans le cas de têtes d'ancrages non bétonnées, les éléments en acier exposés à l'atmosphère sont protégés par une galvanisation à chaud (Standard) ou par d'autres produits anticorrosifs selon l'annexe 3 du guide EGA du 29.01.2004.

Niches d'ancrages

La niche d'ancrage sert à protéger la tête d'ancrage des agressions extérieures.

La protection contre la corrosion de la tête d'ancrage même est garantie selon le type de tête soit par les systèmes anti-corrosions précités (galvanisation et produit anticorrosif) soit la qualité du béton de la niche.

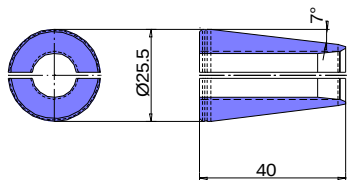


5. Composants du système et matériaux

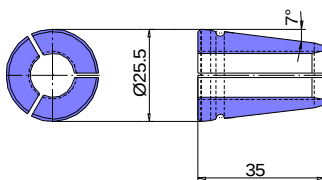
5.1. Composants du système

Clavettes et alésage du cone

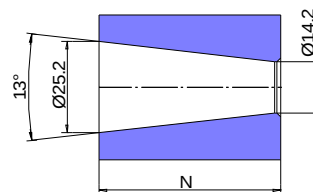
Clavette en 2 parties



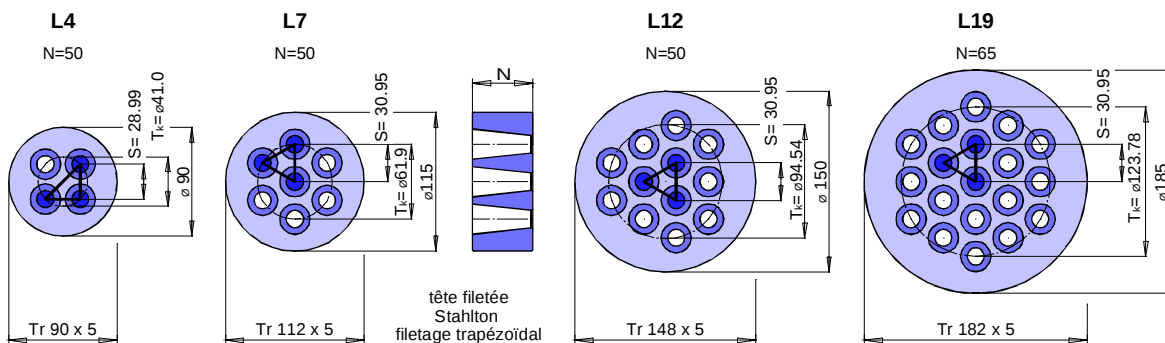
Clavette en 3 parties



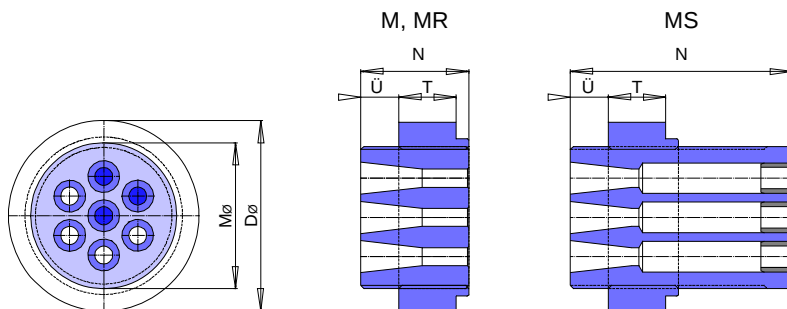
Alésage conique



Têtes d'ancrages



Têtes d'ancrages filetées et écrous



Unité d'ancrage		L4	L7	L12	L19
Filetage trapézoïdal	Mø	Tr 90x5	Tr 112x5	Tr 148x5	Tr 182x5
Tête d'ancrage fileté	Hauteur N				
Type K	normal	50	50	50	65
Type M, MR	long	75	95	110	135
Type MS	extra long	160	180	195	220
Saillie pour type M, MR, MS	Ü _{min.}	30	40	45	55
Ecrou	Hauteur T	35	45	55	70
Diamètre extérieur	Dø	130	150	200	240

5.2. Matériaux

Les éléments de base des tirants d'ancrage Terra sont composés des matériaux suivants:

Composants fondamentaux	Matériau	Base/Norme	Commentaires
Toron des tirants d'ancrages			
Acier de précontrainte	Y1860S7-12.9	FprEN 10138	Tirant d'ancrage
Graisse anticorrosion	Lubrifiant à torons	ETAG 013	Tirant d'ancrage sur l_{fr}
Ecarteur	Polyéthylène HDPE		Tirant d'ancrage sur l_v (écarter/serrer)
Gaine lisse	Polyéthylène HDPE		Enveloppe protectrice tirant dans l_{fr} Tirants graissés individuell. dans l_{fr}
Gaine ondulée	Polyéthylène HDPE		Enveloppe protectrice tirant dans l_{fr}
Gaine thermo-rétractable	Polyoléfine		Transition de gaine et extrémité
Dispositif d'ancrage			
Capot de protection	Acier S235 JRG2	EN 10025-2	
Clavettes	Déposé à l'institut d'homologation		
Tête d'ancrage	Déposé à l'institut d'homologation		Tête d'ancrage N
Tête d'ancrage fileté	Déposé à l'institut d'homologation		Tête d'ancrage K, R, M
Écrou d'appui	Déposé à l'institut d'homologation		Tête d'ancrage de mesure M PL3
Cales	Acier S355/L355/E355	EN 10224 / EN 10297-1	Tête d'ancrage R
Bague de serrage	Acier S355/L355/E355		Têtes d'ancrage PL3
Bague d'isolation	Panneau en tissu	DIN 7735/40606	Toutes les têtes d'ancrage PL3
Plaque d'ancrage	Acier S235 JRG2	EN 10025-2	Toutes les têtes d'ancrage
Trompette d'ancrage	Polyéthylène HDPE	DIN 8074/8075 DIN EN ISO 15494	Toutes les têtes d'ancrage PL3
Tube de réservation	Acier S235 JRG2	EN 10025-2	
Frette/Spirale	Acier B500B	SIA 262, 262/1	
Protection contre la corrosion			
Galvanisation à chaud	Revêtement de zinc	EN ISO 1461	Tube de réservation, plaque d'ancrage, capot de protection
Peinture anticorrosion	2 composants EP	SIA A.T. 2022 EN ISO 12944	Sur demande, en sus sur faces intérieures des capots de protection PL3
Injection extérieure	Injection de ciment	SN EN 445 - 447	Tube de réservation
Injection intérieure	Masse protectrice à la corrosion	Déposé à l'institut d'homologation	Trompette d'ancrage
Bandage de protection	Bandage de pétrolatum	Déposé à l'institut d'homologation	Eléments d'ancrage sous capot de protection PL3

Système de tirants d'ancrage Stahlton-Terra

Système d'ancrages pour le soutènement d'ouvrages
par tirants précontraints

Annexe 2: Instructions pour l'exécution

Contenu	Page
1. POINT D'INTERACTION DANS L'EXECUTION D'ANCRAGES TEMPORAIRES TERRA PL1 ET PL2.....	3
1.1. Appuis pour dispositifs de tirants d'ancrages temporaires	3
1.1.1. Règles de base.....	3
1.1.2. Tubes de réservation (trompette extérieure).....	4
1.1.3. Plaques de base (pour construction en béton sans tube réservation).....	5
1.1.4. Appui avec plaque à coins sur parois berlinoises	6
1.1.5. Longrines.....	6
1.2. Tirant d'ancrage	7
1.2.1. Livraison	7
1.2.2. Déchargement et stockage intermédiaire.....	7
1.2.3. Mise en place des tirants d'ancrages.....	7
1.2.4. Injection	8
1.2.5. Délais de mise en tension	8
1.2.6. Encombrement des vérins	9

2. POINTS D'INTERACTION DANS L'EXECUTION D'ANCRAGES PERMANENTS TERRA PL3	10
2.1. Appuis pour dispositifs de tirants d'ancrages permanents.....	10
2.1.1. Règles de base	10
2.2. Tubes de réservation (trompette extérieure).....	11
2.2.1. Généralités	11
2.2.2. Mise en place des tubes de réservation	11
2.3. Tirant d'ancrage	12
2.3.1. Livraison.....	12
2.3.2. Déchargement et stockage intermédiaire.....	12
2.3.3. Contrôle de conformité	13
2.3.4. Mise en place des tirants d'ancrages.....	13
2.3.5. Injection	15
2.3.6. Réinjections et délais de mise en tension.....	17
2.3.7. Mise en tension et essais de traction	17
2.4. Contrôle de la protection poussée contre la corrosion PL3.....	20
2.4.1. Moments et références des mesures.....	20
2.4.2. Garantie	21
2.5. Finitions.....	21
2.5.1. Niches.....	21
2.5.2. Têtes d'ancrages de mesure.....	22

1. Point d'interaction dans l'exécution d'ancrages temporaires Terra PL1 et PL2

Les paragraphes suivants déterminent de façon générale les responsabilités de Stahlton comme fournisseur d'ancrage, de l'entreprise de forage et/ou de construction pour la réalisation des tirants d'ancrages temporaires en sol meuble et rocher Terra PL1 et PL2. Des conditions spécifiques aux objets peuvent s'appliquer en sus.

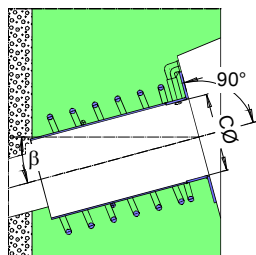
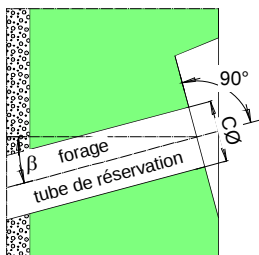
1.1. Appuis pour dispositifs de tirants d'ancrages temporaires

Les appuis des têtes d'ancrages sont à mettre à disposition du fournisseur de tirants selon les exigences du système d'ancrage Terra. Les appuis, les zones d'introduction et les éléments de transmission des efforts dans la structure sont à dimensionner par l'auteur de projet selon les normes de construction métallique et béton armé en vigueur.

1.1.1. Règles de base

Les règles de base valables pour les appuis des têtes d'ancrages Terra PL1 et PL2 sont les suivantes:

Inclinaison de l'appui / Tube de réservation

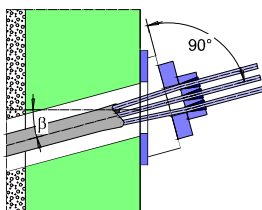


Perpendiculairement à l'axe théorique du tirant d'ancrage

$C\varnothing_{\text{Tube guide}} \leq C\varnothing \text{ du tube de réservation}$

$C\varnothing_{\text{Forage}} \leq C\varnothing \text{ du tube de réservation}$

Inclinaison de l'ancrage avec plaques à coins

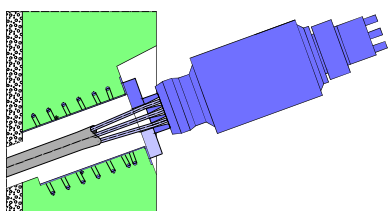


Inclinaison de l'ancrage $\beta \leq 15^\circ$

Des mesures de protection contre le glissement du dispositif d'ancrage sont nécessaires lors d'inclinaisons plus élevées!

(p.ex. création de butée à l'aide de goujons percés dans le béton ou de soudure pour les parois berlinoises)

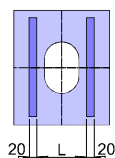
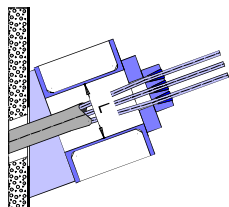
Béton



Béton C 25/30 selon norme SIA 262 (2013)

Résistance en compression sur cube $f_{ck, \text{cube}} \geq 27 \text{ N/mm}^2$ lors de la mise en tension respectivement de l'épreuve de mise en tension

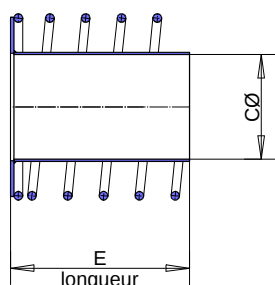
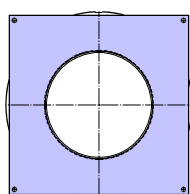
Espacement entre profilés de longrines ou des coins de la plaque à coins



Espacement L entre profilés resp. entre coins métalliques selon données de l'annexe 1 (doc. technique)

$$L_{\min.} \leq L \leq L_{\max.}$$

1.1.2. Tubes de réservation (trompette extérieure)

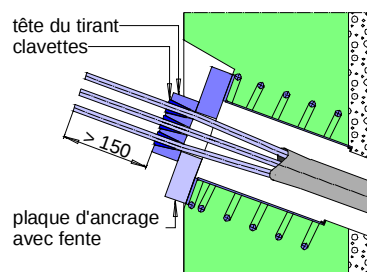
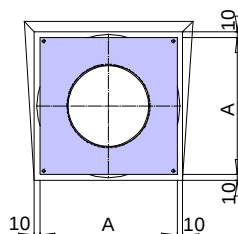
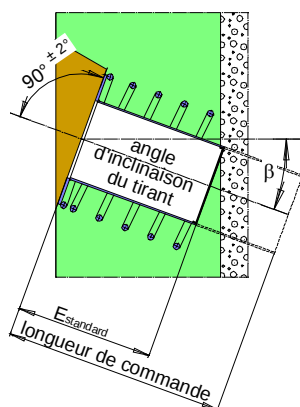


Généralités: Le tube de réservation fait office de tube de passage pour la tige de forage, afin d'éviter un forage du béton et de l'armature de l'ouvrage. La frette assure le noyau de béton fortement sollicité et absorbe complètement les forces de traction transversale dans la zone de diffusion des forces.

Mise en place

La mise en place des tubes de réservations est généralement réalisée par l'entreprise de gros-œuvre lors de travaux de béton armé. Le tube peut être rallongé sur demande et adapté aux singularités du chantier.

La tôle d'appui de la trompette est à mettre en place perpendiculairement à l'axe théorique du tirant d'ancrage. La précision de mise en place est de $\pm 2^\circ$.



1.1.3. Plaques de base (pour construction en béton sans tube réservation)

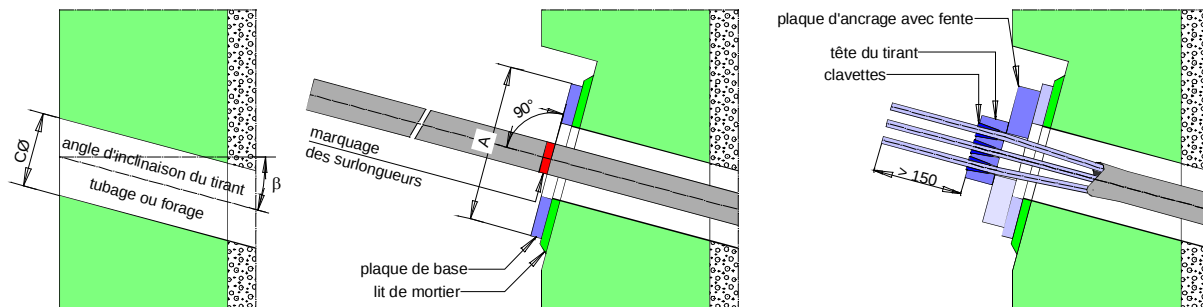
Généralités: La plaque de base une composante de l'appui pour les dispositifs d'ancrages temporaires PL1 et PL2 est mise en place dans les constructions béton. Elle sert d'appui pour la plaque d'ancrage et répartit la pression dans la zone d'introduction de forces en l'absence de frette.

Mise en place et utilisation

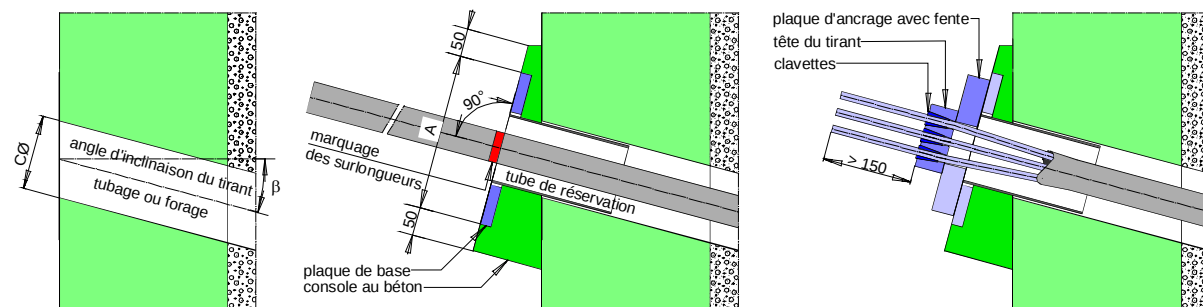
La plaque de base est utilisée autant dans le cas d'appuis en saillie que d'appuis immergé. En règle générale, c'est l'entreprise de forage ou de béton armé qui en réalise la pose. Elle doit être positionnée centrée perpendiculairement à l'axe d'ancrage.

En cas d'utilisation de plaque à coins, la plaque de base et les coins sont soudés ensemble. La plaque d'ancrage y sera appuyée sans autre fixation. En règle générale, cette construction d'appui est livrée et montée par le fournisseur des tirants lors de la mise en tension. Tant qu'une surlongueur de torons de 150 mm est disponible, l'ancrage peut être tendu (Voir schéma).

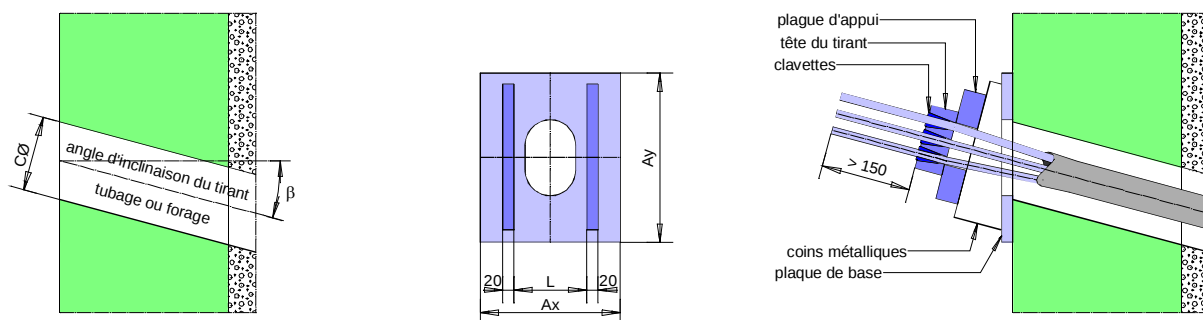
Appui immergé



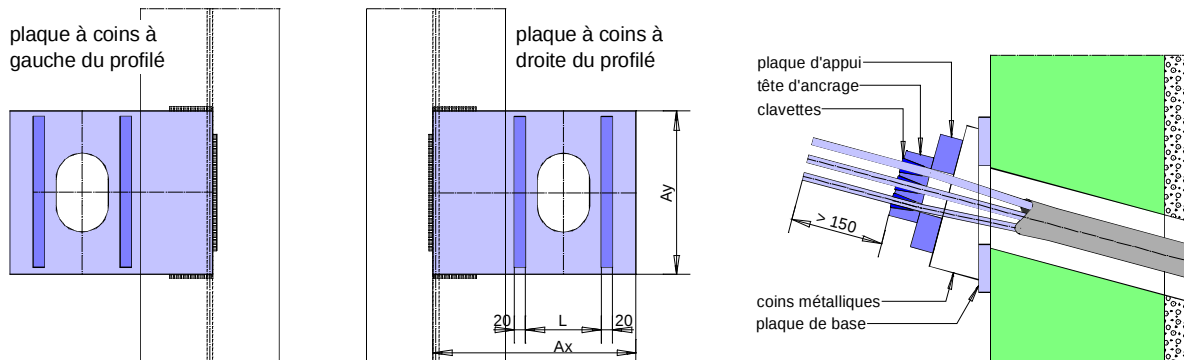
Appui en saillie



Appui avec plaque à coins



1.1.4. Appui avec plaque à coins sur parois berlinoises

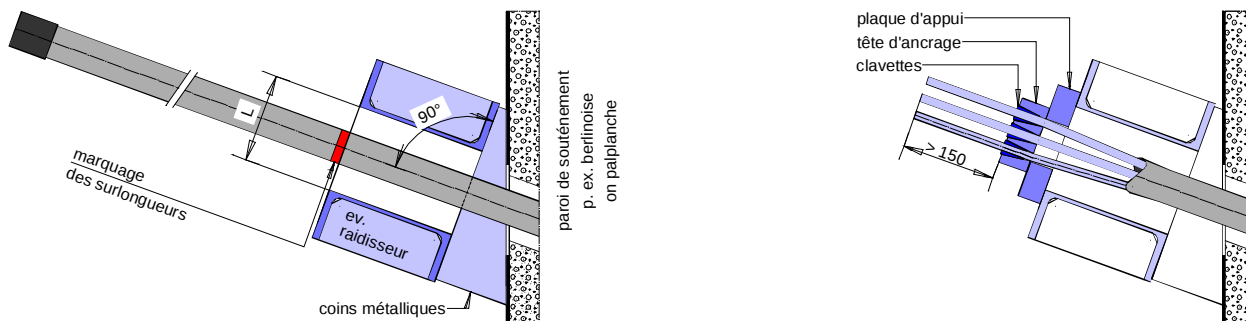


1.1.5. Longrines

Longrine positionnée par rapport à l'axe de l'ancrage

Les longrines sont dans la mesure du possible à mettre en place perpendiculairement à l'axe du tirant d'ancrage. Cela permet d'éviter les problèmes de stabilité.

Afin de pouvoir utiliser les plaques d'ancrage normales, il faut respecter les écarts minimums et maximums entre profilés de longrines comme indiqué au point 2.3.3 de l'annexe 1 de la documentation technique. Lors de la pose de l'ancrage, la marque rouge doit se trouver au niveau de la face avant des profilés de longrine!



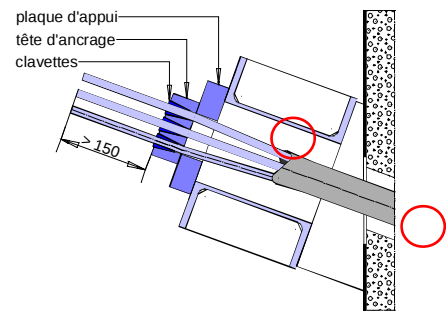
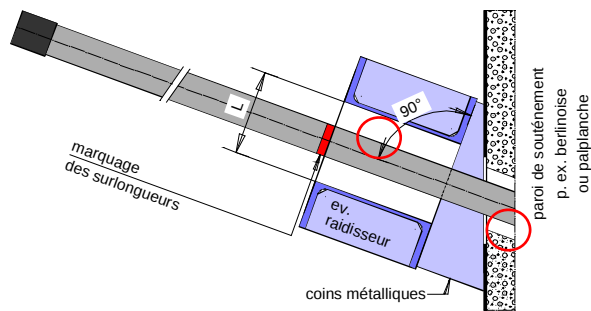
Longrine positionnée perpendiculairement à la paroi de fouille

Lorsque la longrine est mise en place perpendiculairement à la paroi de fouille, l'auteur du projet doit vérifier sa stabilité. L'espacement entre les profilés de la longrine est à choisir de façon à éviter tout point de contact entre les profilés et le tirant d'ancrage

$$(L_{min.} \geq Z\phi / \cos\beta + h \cdot \tan\beta).$$

Afin de pouvoir utiliser les plaques d'ancrage normales, il faut respecter les écarts minimums et maximums entre coins comme indiqué au point 2.3.3 de l'annexe 1 de la documentation technique.

Lors de la pose de l'ancrage, la marque rouge doit se trouver au niveau de la face avant des profilés de longrine!



1.2. Tirant d'ancrage

1.2.1. Livraison

Les tirants d'ancrages temporaires en sol meuble et rocher Terra PL1 et PL2 remplissent les exigences de la norme SIA 267 (2013) et sont agréés par l'EMPA. La qualité constante des produits est assurée par des contrôles réguliers à la fois en interne et par des organismes externes.

1.2.2. Déchargement et stockage intermédiaire

L'entreprise de forage doit prendre les dispositions nécessaires pour éviter tout endommagement des tirants lors de leur déchargement et stockage intermédiaire. Les tirants doivent être stockés sur une surface plane et propre. Ils ne doivent pas être entreposés à même le sol mais p.ex. sur un plateau de stockage ou des carrelets. Il est interdit de déposer du matériel sur les ancrages.

Sont interdits en particulier:

- Le levage des tirants en un point isolé (risque de pliage).
- Appui du tirant contre des arrêtes vives comme p.ex. un godet ou des élingues en chaînes lors des opérations de déchargement, transport intermédiaire, stockage et pose/mise en place
- Trainer les tirants d'ancrages au sol (risque de salissure de la longueur de scellement).



1.2.3. Mise en place des tirants d'ancrages

L'entreprise de forage doit prendre les dispositions nécessaires pour éviter tout endommagement des tirants lors leur mise en place. Pour le transport au lieu de la mise en place sont valables les

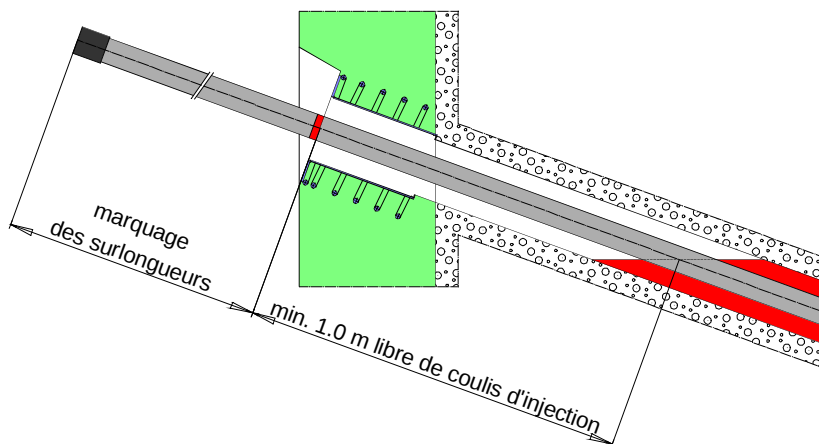
mêmes mesures de protection qu'énoncées au point 1.2.2 "Déchargement et stockage intermédiaire". De plus, il est interdit de démonter les écarteurs respectivement les centreurs pour la mise en place des ancrages. Lorsque la température extérieure est inférieure à +5°C, les ancrages avec gaine générale sur la longueur libre sont à réchauffer à une température minimale de +5°C avant leur déroulage (risque de rupture de la gaine PE).

Points à respecter particulièrement:

- a) Le capuchon à l'extrémité de la gaine générale sur l_{fr} pour les tirants temporaires Terra en terrain meuble est à fixer solidement.
- b) La gaine PE et les tubes d'injection ne doivent en aucun cas être endommagés.
- c) Les ancrages verticaux sont à suspendre dans le trou de forage, pas simplement posé dedans.
- d) Les ancrages posés dans des forages ayant une inclinaison $\beta > 30^\circ$ sont à dérouler soigneusement et à sécuriser.
- e) Il est indispensable de bien rincer le forage à proximité de la tête d'ancrage, afin que cette dernière puisse être mise en place convenablement (Voir 1.2.4).

1.2.4. Injection

Lorsque la température est inférieure à +5°C, il faut assurer que le coulis ne passe pas sous les +5°C entre la sortie de la centrale d'injection et l'entrée du forage, faute de quoi des mesures appropriées devront être prises.



Après l'injection de l'ancrage, la zone proche de la tête d'ancrage doit être rincée convenablement!

1.2.5. Délais de mise en tension

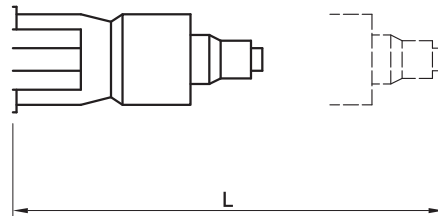
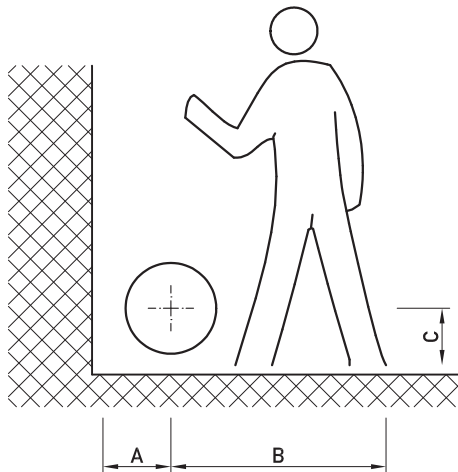
Pour la reconsolidation des sols après l'injection, les délais minimums suivants sont à respecter entre la dernière injection et la mise en tension:

- 7 jours** pour des tirants d'ancrages en sol meuble non cohérents
pour des tirants d'ancrages en roche dure
- 10 jours** pour des tirants d'ancrages en sol meuble cohérents
pour des tirants d'ancrages en roche molle, argileuse (marne molassienne)

1.2.6. Encombrement des vérins

L'accès au personnel et au matériel doit être assuré pour effectuer les travaux de préparation et de mise en tension des ancrages.

Le matériel de mise en tension adéquat est à prévoir de sorte que l'ancrage puisse être tendu sans palier intermédiaire à la force maximale



Ancrage Stahlton Terra T	Type de presse	Poids		Course	longueur libre max.	Sur- longueur de torons min.	Encombrement du vérin (mm)			
		kg		mm	m	mm	A	B	C	L
jusqu'à L4*	CFK 1000	Appareil de levage selon tâche	30	200	24	900	160	800	160	2'000
L5 - L6	CFK 1000		30	200	24	900	160	800	160	2'000
L7*	CFK 1200		36	300	35	1'000	180	800	180	2'000
L8 -L12*	CFK 1800	Appareil de levage nécessaire	56	250	30	1'000	210	800	210	2'000
L8 -L12*	GP 200		420	300	35	1'200	300	900	300	2'500
L13-L19*	M 2600		350	250	30	1'100	260	800	260	2'400
L13-L19*	GP 300		680	400	50	1'300	350	900	350	2'500

* Unité d'ancrage

La force de tension est produite par une pompe hydraulique. Pour les ancrages temporaires, la mesure de force est obtenue par lecture du manomètre.

2. Points d'interaction dans l'exécution d'ancrages permanents Terra PL3

Les paragraphes suivants déterminent de façon générale les responsabilités de Stahlton comme fournisseur d'ancrage, de l'entreprise de forage et/ou de construction pour la réalisation des tirants d'ancrages permanent en sol meuble et rocher Terra PL3. Des conditions spécifiques aux objets peuvent s'appliquer en sus.

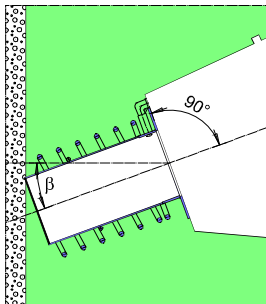
2.1. Appuis pour dispositifs de tirants d'ancrages permanents

Les appuis des têtes d'ancrages sont à mettre à disposition du fournisseur de tirants selon les exigences du système d'ancrage Terra. Les appuis, les zones d'introduction et les éléments de transmission des efforts dans la structure sont à dimensionner par l'auteur de projet selon les normes de construction métallique et béton armé en vigueur.

2.1.1. Règles de base

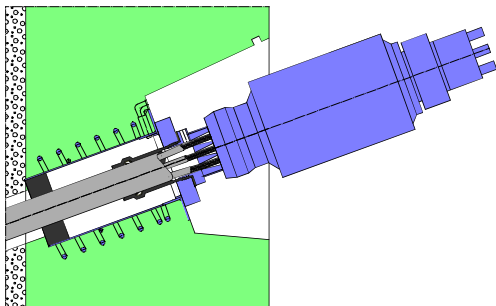
Les règles de base valables pour les appuis des têtes d'ancrages Terra PL3 sont les suivantes:

Inclinaison de l'appui / Tube de réservation



La tôle d'appui du tube de réservation doit être perpendiculaire à l'axe théorique du tirant d'ancrage.

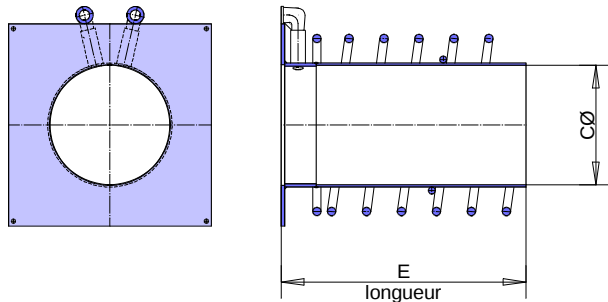
Béton



Béton C 25/30 selon norme SIA 262 (2013)

Résistance en compression sur cube $f_{ck, cube} \geq 27$ N/mm² lors de la mise en tension respectivement de l'épreuve de mise en tension.

2.2. Tubes de réservation (trompette extérieure)



Précision de mise en place $\pm 2^\circ$

2.2.1. Généralités

Le tube de réservation est un des éléments constitutifs de l'appui de la tête d'ancrage PL3. Il est posé dans le béton de l'ouvrage. Il fait office de tube de passage pour la tige de forage, afin d'éviter un forage du béton et de l'armature de l'ouvrage. La frette assure le noyau de béton fortement sollicité et absorbe complètement les forces de traction transversale dans la zone de diffusion des forces.

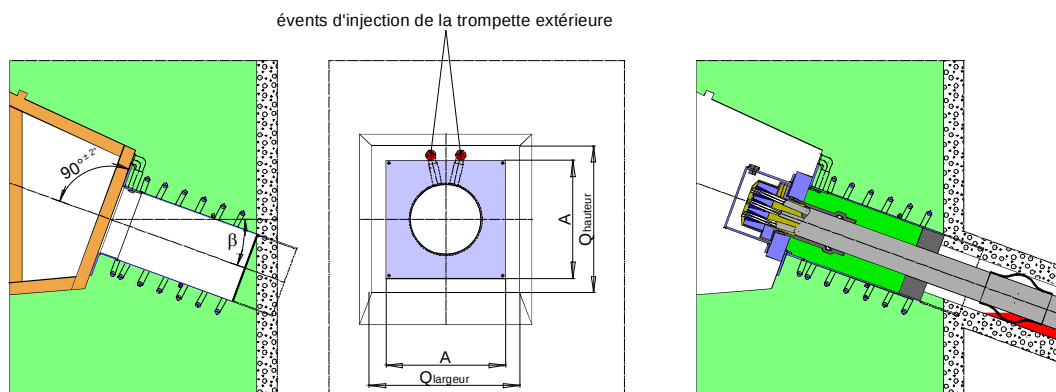
2.2.2. Mise en place des tubes de réservation

La mise en place des tubes de réservations est généralement réalisée par l'entreprise de gros-œuvre lors des travaux de béton armé. Le tube peut être rallongé sur demande et adapté aux singularités du chantier.

Le tube de réservation est à mettre en place de façon à ce que la tôle soit perpendiculairement à l'axe d'ancrage. Les événements pour l'injection extérieure (entre le tube de réservation et la trompette d'ancrage en PE) sont à positionner vers le haut.

Mise en place du tube de réservation

Tête d'ancrage finie



Recommandations: Dans le cas de tête d'ancrage Terra Type N, la tôle d'appui du tube de réservation reste brute, sans protection anticorrosion. Dans le cas de têtes d'ancrages Terra type K, R, M et de trompettes de réserve, celles-ci sont traitées par galvanisation à chaud (Standard) ou protégées contre la corrosion par un autre système approprié. Pour éviter toute confusion lorsque différents types de têtes d'ancrages sont prévus dans un même objet, il est judicieux d'utiliser uniquement des tubes de réservation protégés à la corrosion.

2.3. Tirant d'ancrage

2.3.1. Livraison

Les tirants d'ancrages permanents en sol meuble et rocher Terra PL3 (protection intégrale contre la corrosion) remplissent les exigences de la norme SIA 267 (2013) et sont agréés par l'EMPA. La qualité constante des produits est assurée par des contrôles réguliers à la fois en interne et par des organismes externes.

Livraison d'ancrages en vrac

Les ancrages livrés et/ou stockés en vrac doivent être soumis par l'entreprise de forage au contrôle de l'étanchéité de la gaine plastique directement après leur déchargement. Le dispositif de contrôle (bain d'eau ou éventuellement tube qu'on peut fermer) doit être mis à disposition par l'entreprise de forage. Si un ancrage devait ne pas remplir les conditions d'étanchéité, celui-ci serait réparé gratuitement par le fournisseur. Après la réception des tirants, ces derniers devraient être mis en place et injectés dans les plus brefs délais, de préférence dans le mois suivant la livraison.

Livraison des ancrages sur bobines ou tourets

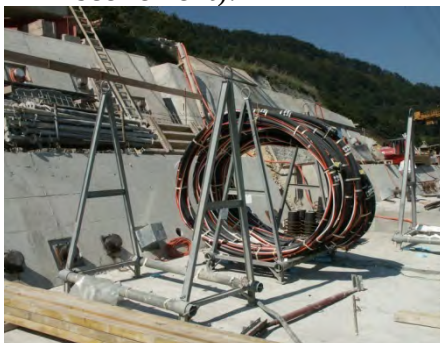
Les ancrages mis en place depuis des bobines ou des tourets sont soumis contrôle de conformité par l'entreprise de forage une fois posé dans le trou foré, avant injection et avant tirage des tubes. Les ancrages défectueux sont réparés gratuitement par le fournisseur sur le chantier. Le retrait d'un ancrage défectueux puis la remise en place de l'ancrage réparé est à la charge de l'entreprise de forage.

2.3.2. Déchargement et stockage intermédiaire

L'entreprise de forage doit prendre les dispositions nécessaires pour éviter tout endommagement des tirants lors de leur déchargement et stockage intermédiaire. Les tirants doivent être stockés sur une surface plane et propre. Ils ne doivent pas être entreposés à même le sol mais p.ex. sur un plateau de stockage ou des carrelats. Il est interdit de déposer du matériel sur les ancrages.

Sont interdits en particulier:

- Le levage des tirants en un point isolé (risque de pliage).
- Appui du tirant contre des arrêtes vives comme p.ex. un godet ou des élingues en chaînes lors des opérations de déchargement, transport intermédiaire, stockage et pose/mise en place
- Trainer les tirants d'ancrages au sol (risque d'écorcher la gaine ou de salir la longueur de scellement).



2.3.3. Contrôle de conformité

Pour le contrôle de conformité, l'ancrage ainsi que le forage doivent être remplis d'eau. On exécute alors une mesure de résistance électrique avec un appareil adéquat. La pression de l'eau à l'intérieur de l'ancrage ne doit pas dépasser 3 bars. La pression extérieure sur les gaines de l'ancrage ne doit pas dépasser 1 bar.

La résistance de résistance est faite entre les torons et le sol avec un appareil délivrant 500 V en courant continu et ayant une plage de mesure $> 10 \text{ KOhm}$ (appareil de mesure p.ex. METRISO 500D ou équivalent). Condition à remplir: $RI \geq 100 \text{ MOhm}$.

Protocole de remise

La mesure de résistance doit faire l'objet d'un procès verbal (P.V.). Si aucun contrôle de conformité n'est effectué, les ancrages sont considérés comme acceptés sans réserve.

2.3.4. Mise en place des tirants d'ancrages

L'entreprise de forage doit prendre les dispositions nécessaires pour que les tirants d'ancrages ne soient pas endommagés durant leur mise en place. Ici valent les mêmes règles qu'énoncées au point 2.3.2.

Tirants d'ancrage longs

Pour les ancrages de longueur $l > 30 \text{ m}$ et/ou d'inclinaison $\beta > 30^\circ$, des dispositions particulières sont à mettre en place pour assurer sa rectitude et son intégrité lors de la pose. Ces dispositions doivent être convenues suffisamment tôt entre le fournisseur des tirants et entreprise de forage.

Basses températures

Lorsque la température extérieure est inférieure à $+5^\circ\text{C}$, les ancrages sont à réchauffer à une température minimale de $+5^\circ\text{C}$ avant leur déroulage (risque de rupture de la gaine PE).

Lorsque la température dans le forage est inférieure à $+5^\circ\text{C}$ comme cela peut être le cas en haute montagne, il est interdit de mettre en place des ancrages. Les exceptions peuvent être faites à condition de prendre des mesures particulières et convenues entre la direction des travaux et le fournisseur d'ancrages.

Hautes températures

La température de l'air à l'intérieur de l'ancrage ne doit pas dépasser $+40^\circ\text{C}$. Le cas échéant, les ancrages sont à protéger contre les rayons du soleil.

Points importants:

- a) Les tubes de forage respectivement les trous de forage sont à calibrer avant la pose de l'ancrage. Le tubage ne doit pas avoir de bavures.
- b) Les tirants ne doivent pas entrer en contact avec des arêtes vives comme, p.ex., lors de l'entrée dans le tube de réservation.

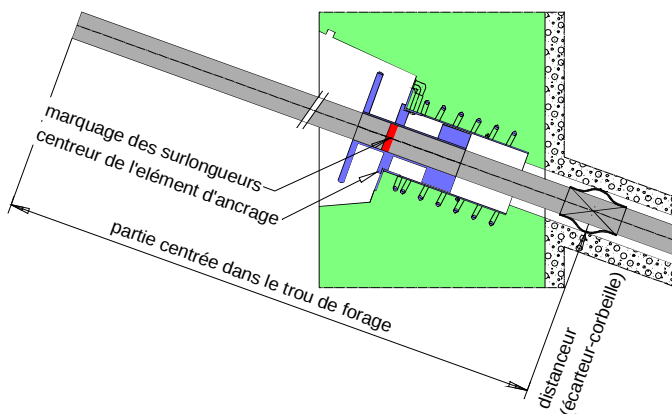
Mise en place avec dévidoir



Cône de guidage et de protection



- c) Il est défendu de démonter les écarteurs-corbeille ou les distanceurs pour la pose de l'ancrage.
- d) L'écarteurs-corbeille est à positionner à un mètre en arrière du tube de réservation. Un dispositif de centrage du tirant peut également être mis en place en complément ou en remplacement de l'écarteur-corbeille au niveau du tube de réservation. Ce dispositif est amovible.



Centrage du tirant
dans le forage

- e) Le tirant d'ancrage ainsi que sa surlongueur doivent être fixés et centrés relativement à l'axe théorique de l'ancrage respectivement l'axe de forage jusqu'à la pose de la tête d'ancrage.
- f) Les tirants d'ancrages à une forte inclinaison ($\beta > 30^\circ$) sont à suspendre dans le forage. Cela est valable particulièrement pour les ancrages verticaux contre la poussée d'Archimède. Ceux-ci doivent être suspendus à un trépied par exemple.

2.3.5. Injection

Coulis d'injection

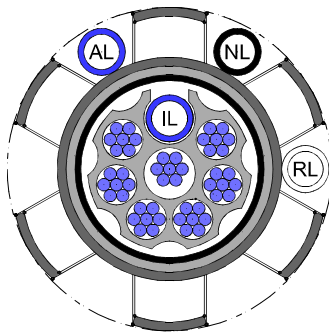
Le coulis pour l'injection intérieure du tirant d'ancrage doit respecter les exigences de la norme SIA 262 (2013). Pour l'injection extérieure, ces prescriptions peuvent différer selon la nature du sol.

Températures

Lorsque la température est inférieure à +5°C, il faut assurer que le coulis ne passe pas sous les +5°C entre la sortie de la centrale d'injection et l'entrée du forage, faute de quoi des mesures appropriées devront être prises.

Conduites d'injection

Les tubes d'injection respectent le code couleurs suivant:



IL: Conduite d'injection intérieure (bleu)

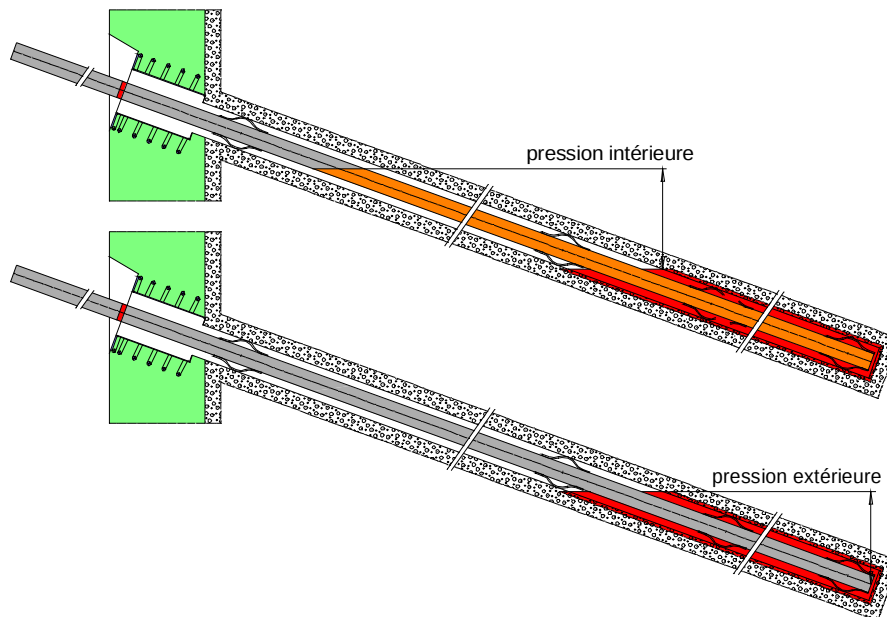
AL: Conduite d'injection extérieure (bleu)

NL: Tube de réinjection resp. tube à manchette (noir)

RL: Tube de lavage pour retour (blanc)

Pression d'injection

Lors de des injections intérieure et extérieure, la différence de pression sur les gaines du tirant d'ancrage sont à minimiser autant que possible ou à limiter de façon suivante:



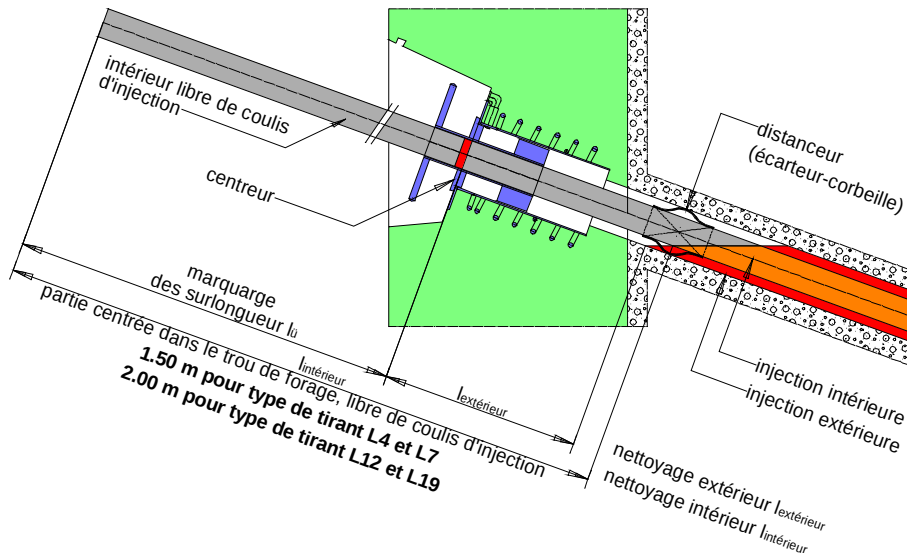
- Pression int.: max. +3 bar
pendant la prise (environ 24 h)

- Pression ext.: max. +1 bar
à court terme (maxi 30 min)

Après l'injection de l'ancrage et le retrait du tubage, la zone en retrait de la tête d'ancrage est à laver afin qu'il n'y ait plus de résidus de ciment. Le tirant d'ancrage doit être centré à l'axe théorique d'ancrage à l'aide des moyens adéquats, soutenu et protégé contre les salissures.

Points importants:

- a) La zone en retrait de la tête d'ancrage doit être suffisamment lavée à l'intérieur comme à l'extérieur de la gaine lisse, afin qu'elle soit exempte de coulis d'injection.

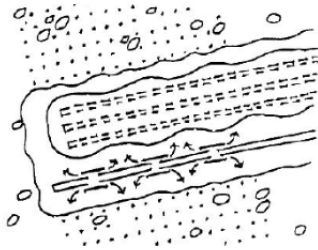


Type d'ancrage	Surlongueur de torons $l_{\bar{u}}$ (mm)	Exempt de coulis d'injection	
		à l'extérieur l_a (mm)	à l'intérieur l_{tot} (mm)
L4	1000	500	1500
L7	1000	500	1500
L12	1400	600	2000
L19	1400	600	2000

- b) Les événements d'injection doivent être propres pour permettre l'injection extérieure de la tête d'ancrage.
- c) Le tirant d'ancrage doit être centré sur son axe théorique à l'aide d'un appui approprié et/ou un dispositif de centrage.
- d) Les surlongueurs de l'ancrage doivent être protégées contre les dégradations, les entrées d'eau et les salissures durant les différentes phases de travaux.



2.3.6. Réinjections et délais de mise en tension



Les réinjections avec des pressions importantes peuvent détériorer l'enveloppe de protection contre la corrosion du tirant. Pour les réinjections avant mise en tension, la pression est à limiter à 25 bars.

Pour les réinjections d'ancrages présentant un fluage trop important, les pressions maximales de réinjection sont à déterminer avec le fournisseur sur la base de l'allongement résiduel.

Pour la reconsolidation des sols post-injection, les délais minimaux suivants sont à respecter avant la mise en tension:

- 7 jours** pour des tirants d'ancrages en sol meuble non cohérents
pour des tirants d'ancrages en roche dure
- 10 jours** pour des tirants d'ancrages en sol meuble cohérents
pour des tirants d'ancrages en roche molle, argileuse (marne molassienne)

2.3.7. Mise en tension et essais de traction

Installation

L'entreprise doit mettre à disposition les plateformes de travail et moyens de levage nécessaires à la mise en tension.

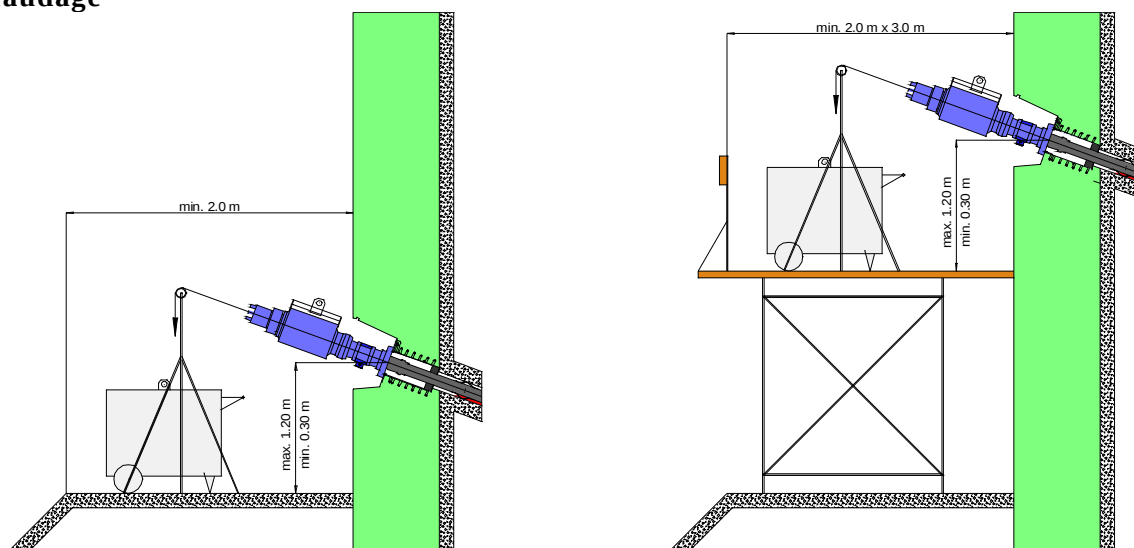
Moyens en particulier:

- a) Engin de levage pour le chargement, déchargement et l'installation de l'appareillage de mise en tension.
- b) Surface plane non boueuse ou plateforme de stockage pour l'installation de l'appareillage de mesure et la pompe hydraulique.
- c) Au-delà de 1.20m entre le fond de fouille et la tête d'ancrage, un échafaudage stable est à prévoir.
- d) La progression de l'excavation doit être coordonné autant que possible avec la hauteur de travail nécessaire aux travaux de mise en tension, afin de minimiser les travaux sur échafaudage. Un remblaiement est souvent judicieux.
- e) Moyen de levage pour la manutention des vérins de poids supérieur à 50 kg



Durant les épreuves de mise en tension, les vibrations doivent être évitées.

Echafaudage



Encombrement des vérins

Ancrage Stahlton Terra P	Types de presse	Poids		Course	Longueur libre max.	Surlongueur min. de torons	Encombrement du vérin (mm) Schéma voir page 9/22			
		kg					A	B	C	L
jusqu'à L4*	CFK 1000	Appareil de levage selon tâche	30	200	24	1000 ¹⁾ 900 ²⁾	160	800	160	2'000
L5 - L6	CFK 1000		30	200	24	1000 900	160	800	160	2'000
L7*	CFK 1200		36	300	35	1'100 1'000	180	800	180	2'000
L8 -L12*	CFK 1800	Appareil de levage nécessaire	56	250	30	1'200 1'000	210	800	210	2'000
L8 -L12*	GP 200		420	300	35	1'400 1'200	300	900	300	2'500
L13-L19*	M 2600		350	250	30	1'300 1'100	260	800	260	2'400
L13-L19*	GP 300		680	400	50	1'500 1'300	350	900	350	2'500
L8 -L12*	2 pièces CFK 1800		120	500	65	1'700	250	1'000	250	2'500
L13-L19*	2 pièces M 2600		700	500	65	2'500	350	1'000	350	3'500

* Unité d'ancrage

1) Surlongueur de torons pour ancrage type N et K

2) Surlongueur de torons pour ancrage type MS et MR (ancrage avec cellule de mesure)

Travaux de mise en tension



Généralités: Durant la mise en tension, la plus grande prudence doit **toujours** être de rigueur! De grandes forces sont engendrées par les vérins et introduites dans les torons et l'appui. Une simple erreur peut libérer cette énergie brutalement et ainsi engendrer des accidents ou des dégâts.

Il est **strictement interdit** de se placer directement à côté et à l'arrière du vérin lors de la mise en tension!

Mise en tension: Les paliers des forces sont préalablement établis par l'auteur du projet. La force de tension est produite par une pompe hydraulique et d'un vérin à piston creux. La valeur de la force est obtenue instantanément soit par lecture du manomètre en relation avec le tableau de forces correspondant, soit par lecture d'une cellule de mesure interposée. Dans le cas d'unité d'ancrage partiellement occupée, les torons doivent être disposés de la façon la plus symétrique possible.

La perte de forces due à la rentrée des clavettes au blocage de l'ancrage à P0 est compensée par surtension au-delà du P0 souhaité. En fonction du vérin utilisé, pour le système Terra, la rentrée des clavettes correspond à:

$\Delta l_k = 8 \text{ mm}$ pour un vérin sans serrage de clavettes

$\Delta l_k = 5 \text{ mm}$ pour un vérin avec serrage de clavettes

Remise en tension: Si les surlongueurs de torons sont intactes, l'ancrage peut être retendu. Par contre pour éviter une superposition de morsure de clavette, l'allongement minimal doit être de $\Delta l = 15 \text{ mm}$. La force d'ancrage peut également être réglée en plaçant des cales entre la tête et la plaque d'ancrage. Pour cette méthode, une surlongueur de torons de 150 mm ou une tête d'ancrage filetée est nécessaire pour le montage d'un système de couplage.

Epreuve de mise en tension

L'épreuve de mise en tension sert d'une part à évaluer la capacité portante du tirant d'ancrage et d'autre à la réception de ce dernier comme ancrage d'ouvrage. L'article 6 de la norme SIA 267/1: (2013) constitue le fondement pour l'essai d'ancrage et les épreuves de mise en tension.

Directives pour l'intervention et les épreuves de mise en tension:

Les directives pour les épreuves de mise en tension doivent être communiquées suffisamment tôt par l'auteur du projet à l'entreprise Stahlton SA, afin que l'intervention puisse être planifiée et les protocoles de mise en tension préparés.

Détermination de la force d'ancrage

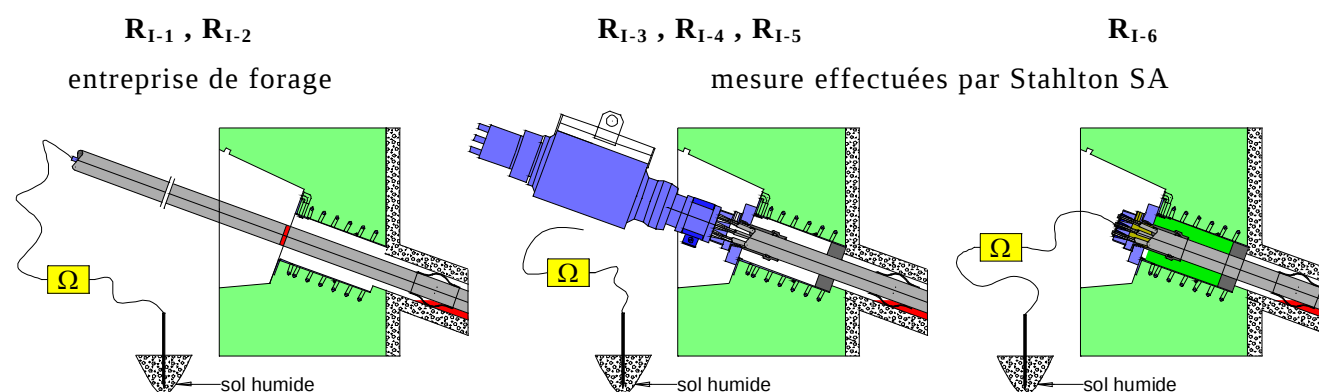
Suite à l'achèvement de l'épreuve de mise en tension et la réception du protocole par le responsable de projet, l'ancrage est équipé de la tête correspondante et bloqué à la force de P_0 . Ensuite, les surlongueurs sont coupées et on effectue les finitions selon le type de tête et la catégorie de protection à la corrosion ("Protectionlevel") voulue.

2.4. Contrôle de la protection poussée contre la corrosion PL3

La mesure de la résistance avant et après l'injection primaire et après chaque réinjection de l'ancrage sont à exécuter et à protocoler par l'entreprise de forage. Les protocoles de mesure doivent être remis au fournisseur des tirants. Les mesures au tirant d'ancrage tendu, avant et après l'injection de tête, sont exécutées et protocolées par le fournisseur des tirants. Les protocoles sont ensuite remis au maître d'ouvrage.

2.4.1. Moments et références des mesures

Pour augmenter la probabilité d'atteindre la valeur de résistance $R_I > 0.1 \text{ M}\Omega$ requise pour l'ancrage tendu fini, l'expérience de Stahlton SA dans le maniement et de montage d'ancrage permanents Terra PL 3 recommande les résultats de mesures comme suit.



Roche sèche et béton sec ne peuvent pas être considérés comme de la terre.

Il faut néanmoins prendre en compte, que les valeurs de mesures peuvent différer selon la Météo (humidité) et le type de terre.

Mesures	Moment de la mesure	Responsable	Valeur recommandée
R _{I-0}	A l'usine lors de l'expédition	Stahlton SA	≈ 200 MΩ
R _{I-1}	sur chantier après transport et déchargement	Entreprise de forage	≈ 200 MΩ
R _{I-2}	après injection	Entreprise de forage	> 100 MΩ
R _{I-2a}	après réinjection	Entreprise de forage	> 100 MΩ
R _{I-2b} etc.	après réinjection	Entreprise de forage	> 100 MΩ
R _{I-3}	avant l'épreuve de mise en tension	Stahlton SA	> 100 MΩ
R _{I-4}	après l'épreuve de mise en tension	Stahlton SA	> 100 MΩ
R _{I-5}	à l'ancrage tendu (avant injection de tête)	Stahlton SA	> 100 MΩ
R _{I-6} *	à l'ancrage tendu et finitions exécutées (après injection de tête)	Stahlton SA	> 0.1 MΩ (valeur min. exigée)

* Mesures de réception effective
Elle est exécutée avec le représentant du maître d'ouvrage, celui qui, en règle générale, signe également le protocole.

2.4.2. Garantie

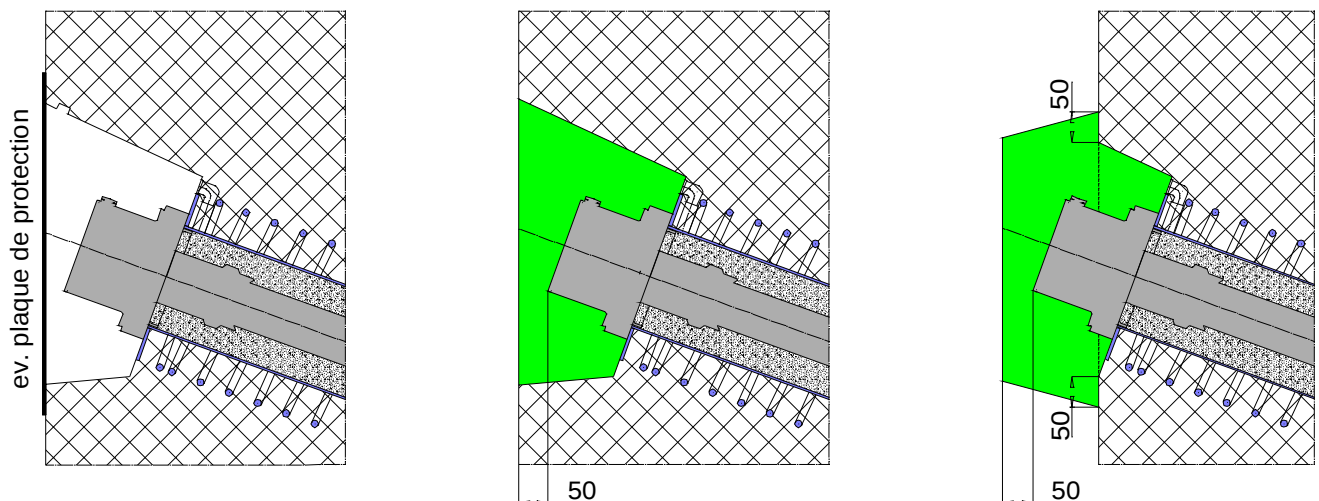
La réparation ou le remplacement de tirants d'ancrages endommagés post-réception et ne remplissant pas les valeurs à la résistance électrique I requises, va à la charge de l'entreprise de forage.

Le fournisseur des tirants décline formellement toute responsabilité et refuse toute réduction de prix pour des ancrages n'atteignant pas la charge fixée. Les conditions de résistance des tirants d'ancrages sont extrinsèques au fournisseur (caractéristiques de sol, diamètre de forage, technique d'injection, etc.). Par conséquent, une résistance insuffisante ne peut pas être imputée au fournisseur. En revanche, un motif de réserve est valable lorsqu'un défaut dans le matériel de l'ancrage est révélé.

2.5. Finitions

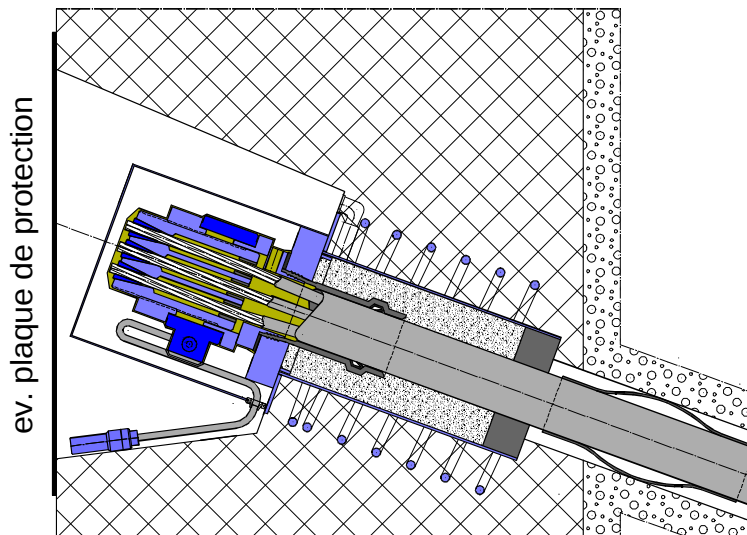
2.5.1. Niches

Le cachetage d'une niche est réalisé soit par le montage d'une tôle la recouvrant, soit par son bétonnage avec un béton fin à retrait compensé. En règle générale, ces travaux sont effectués par l'entreprise de gros-oeuvre.



2.5.2. Têtes d'ancrages de mesure

Les raccordements d'une cellule de mesure et/ou de la tête d'ancrage pour la mesure de résistance électrique sont montés de façon standard dans la niche. S'il est prévu d'effectuer un point de mesure centralisé, il faut prévoir des conduites d'un diamètre intérieur suffisant pour permettre le tirage convenable des câble (p.ex. tube spirale min. Ø 29/23).



Exemple d'un point de mesures centralisé dans une armoire de mesures

