

Sur le procédé

Puits géocooling « Freegéo »

Famille de produit/Procédé : Fondation profonde thermoactive

Titulaire : **Société INNOVERT SAS**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	1 ^{ère} version du document.	Loïc PAYET	Roseline BERNARDIN-EZLAN

Descripteur :

Le puits géocooling « Freegéo » consiste en la réalisation de fondations superficielles, de type semelles filantes, dans lesquelles est inséré un système de géothermie permettant de limiter les périodes d'inconfort dans le bâtiment, voire d'en assurer les pleins besoins de rafraîchissement selon le dimensionnement et le linéaire de fondations disponible.

Ce système est composé de tubes maintenus par des berceaux, dans lesquels circule un liquide caloporteur, qui sont ensuite raccordés à un collecteur, lui-même relié à un émetteur intégré basse ou très basse température (type plafond rafraîchissant), élément indispensable du système mais hors demande d'évaluation. Des tiges sur-élévatrices métalliques horizontales sont disposées au-dessus des tubes pour éloigner les cages d'armatures du béton de fondation du réseau de tubes inférieurs.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.1.1.	Zone géographique.....	5
1.1.2.	Ouvrages visés	5
1.2.	Appréciation	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées	7
2.1.2.	Identification	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Disposition de conception	8
2.3.1.	Stabilité	8
2.3.2.	Thermique.....	10
2.3.3.	Collecteur déporté	10
2.4.	Disposition de mise en œuvre	10
2.4.1.	Etude du projet.....	10
2.4.2.	Plan d'exécution du calepinage (cf. figure 3).....	10
2.4.3.	Matériel et outillage	10
2.4.4.	Travaux préliminaires	11
2.4.5.	Pose du/des collecteur(s)	11
2.4.6.	Pose des berceaux et peignes (cf. figures 5 à 8).....	11
2.4.7.	Pose des tubes (cf. figures 5 à 9)	11
2.4.8.	Enrobage des tubes par le béton (cf. figure 1 au §2.3.1.4)	11
2.4.9.	Raccordement des tubes au collecteur (cf. figure 9).....	12
2.4.10.	Tests et contrôles sur site.....	12
2.4.11.	Pose des tiges sur-élévatrices	12
2.4.12.	Aménagement du passage de poutrelle béton	12
2.4.13.	Calfeutrement de la traversée de dalle	13
2.4.14.	Contrôle avant coulage du béton de fondation.....	13
2.4.15.	Contrôle pendant le coulage du béton de fondation.....	13
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	13
2.6.	Traitement en fin de vie.....	13
2.7.	Assistance technique	13
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	14
2.8.1.	Tube.....	14
2.8.2.	Collecteur.....	14
2.8.3.	Raccord.....	14
2.8.4.	Berceau	14
2.8.5.	Tige sur-élevatrice.....	14
2.9.	Mention des justificatifs	14
2.9.1.	Résultats Expérimentaux.....	14

2.9.2.	Références chantiers.....	14
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	17

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Cet avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1.2. Ouvrages visés

Le domaine d'emploi accepté pour ce procédé est limité aux semelles filantes de maisons individuelles, dimensionnées conformément aux normes NF EN 1992, NF EN 1997, NF EN 1998, NF P 94-261, et mises en œuvre conformément à la norme NF DTU 13.1.

Le procédé est destiné à être couplé à un système de rafraîchissement dans des bâtiments neufs.

Une étude géotechnique de conception prenant en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment projeté est obligatoire pour valider la faisabilité du projet avec semelles filantes.

Les déplacements différentiels verticaux et horizontaux de la fondation doivent être considérés afin de s'assurer qu'ils ne conduisent pas à un état limite ultime de la structure portée. Cette déformation différentielle admissible implique de ne pas dépasser les 20 mm de tassement différentiel et une rotation relative de 1/500.

Les ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques doivent respecter l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 8 septembre 2021, et les règles simplifiées CP-MI.

Les performances thermiques et de confort d'été du procédé ne sont pas visés dans le cadre de cet Avis Technique.

Les tests de pression ne sont pas visés dans le cadre de cet Avis Technique.

Le procédé est compatible uniquement avec un plancher bas béton sur vide-sanitaire.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Dans le domaine d'emploi accepté, moyennant l'application de la norme NF DTU 13.1 concernant la réalisation des ouvrages de fondations superficielles, les semelles en béton armé réalisées avec ce procédé devraient présenter un comportement satisfaisant sous réserve du respect des prescriptions du dossier technique.

1.2.1.2. Sécurité des personnes en cas d'incendie

Les semelles filantes en béton armé équipées du procédé ne posent pas de problème supplémentaire sur ce point par rapport à des semelles filantes en béton armé classiques.

1.2.1.3. Thermique

Aucune performance thermique revendiquée.

1.2.1.4. Données environnementales

Le procédé ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.1.5. Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2. Durabilité

1.2.2.1. Fondations

En respectant l'ensemble des prescriptions de mise en œuvre décrites dans le Dossier Technique, la durabilité des fondations réalisées avec ce procédé ne sera pas réduite par rapport aux durées visées par les normes NF DTU 13.1 et NF P 94-261.

1.2.2.2. Tubes et raccords

L'utilisation de tubes et raccords conformes au Dossier Technique, installés selon les recommandations du paragraphe 2.2 du Dossier Technique, permet de préjuger de la bonne tenue dans le temps du procédé.

1.2.3. Impacts environnementaux

Aucun élément communiqué.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Annuellement, les rapports d'études géotechniques de conception et les fiches d'autocontrôles des chantiers réalisés, seront envoyés par INNOVERT au CSTB.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé et distribué par le titulaire.

Titulaire : INNOVERT
 159 ZA les Brandeaux
 16400 PUYMOYEN
 Tel. : 05 45 37 38 39
 Fax : 05 45 37 39 41
 E-Mail : info@innovert.eu
 Internet : www.innovert.eu

2.1.2. Identification

Sur les tubes :

- le nom du titulaire et/ou la dénomination commerciale du produit,
- l'identification de la matière,
- le diamètre nominal et l'épaisseur de paroi nominale,
- la classe d'application, la pression de service Pd et la température maximale de service correspondantes : (classe 4 – 6 bars – 60°C),
- le numéro de l'Avis Technique,
- le logo suivi des deux dernières parties du numéro de certificat,
- les repères de fabrication permettant la traçabilité.

Exemple de marquage du tube : TOKI – 16X1,5 Classe A – PE-Xa – EN ISO 15875 – Classe 2/6bar – Classe 4/6bar – Classe 5/6bar – NF – 025/01 – 01/06/22 20:06 L-10 240MTS



Sur les cartons de collecteurs : identification du n° de lot.

Les livraisons sont assurées par chantier et sont accompagnées d'un Bon de Livraison spécifique reprenant le quantitatif de chaque référence livrée. Des photos sont prises de l'ensemble des éléments par chantier au départ de chez INNOVERT.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le puits géocooling « Freegéo » consiste en la réalisation de fondations superficielles, de type semelles filantes, dans lesquelles est inséré un système de géothermie permettant de limiter les périodes d'inconfort dans le bâtiment, voire d'en assurer les pleins besoins de rafraîchissement selon le dimensionnement et le linéaire de fondations disponible.

Ce système est composé de tubes maintenus par des berceaux, dans lesquels circule un liquide caloporteur, qui sont ensuite raccordés à un collecteur, lui-même relié à un émetteur intégré basse ou très basse température (type plafond rafraîchissant), élément indispensable du système mais hors demande d'évaluation. Des tiges sur-élévatrices métalliques horizontales sont disposées au-dessus des tubes pour éloigner les cages d'armatures du béton de fondation.

La température maximale de l'eau doit être comprise entre 1°C et 35°C.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Tubes

PE-Xa (Polyéthylène réticulé) conformes aux normes NF EN ISO 15875-2 et ISO 10508. Les tubes ont un diamètre intérieur de 13 mm (DN 16 mm) et une épaisseur de 1,5 mm, et sont titulaires d'un Avis Technique en cours de validité pour des usages en plancher chauffant. Selon la norme ISO 10508 il est rappelé que quelle que soit la classe d'application retenue le système doit également satisfaire au transport d'eau froide à 20°C pendant 50 ans et une pression de service de 10 bars.

Le tube est continu depuis le départ du collecteur, durant sa circulation dans les fouilles et jusqu'à son retour au collecteur.

2.2.2.2. Raccords

Les tubes sont raccordés, au collecteur, conformément à la norme NF DTU 65.14-P2 planchant chauffant et rafraîchissant. Les raccords doivent être compatibles avec les tubes utilisés en fonction de leur catégorie et famille de classification.

Ils doivent également bénéficier d'un Avis Technique et être conformes à la norme NF EN ISO 15875-3.

2.2.2.3. Berceau (cf. figure 1)

Il s'agit d'un élément spécifique au procédé dont les dimensions sont : largeur = 53,7 cm, hauteur = 22 cm, épaisseur = 5 cm. Il est constitué d'un rail PVC (ou nommé « peigne ») permettant le clipsage des tubes et d'une armature en acier galvanisé, ces deux éléments étant assemblés par vis auto-perforantes, en usine. Le berceau est en forme de « U » possédant une rangée d'encoches en fond de fouille et deux remontées verticales pourvues également d'encoches. Le maintien des tubes dans leur position est important non seulement pour assurer un enrobage minimal des armatures mais aussi pour garantir un écartement minimal entre les tubes et donc des caractéristiques satisfaisantes d'échange thermique.

2.2.2.4. Liquide caloporteur

2.2.2.4.1. Liquide caloporteur pendant la construction

En fin de mise en œuvre du système et avant le bétonnage, le procédé est mis en épreuve par une montée en pression. Voir paragraphe 2.4.9.1. Cette mise en épreuve est faite de préférence à l'air au moyen d'un compresseur. Le procédé peut ainsi rester en air durant toute la construction.

Si l'installateur n'est pas équipé d'un compresseur, la mise en épreuve est réalisée à l'eau de ville. Par définition, le sol support des fondations est hors-gel, mais les tubes qui en ressortent et le collecteur sont exposés aux températures extérieures et au vent, même emmaillottés d'un isolant type laine de verre et bâchés. Si le procédé est mis en œuvre à l'eau à l'approche ou pendant la saison froide, l'ajout d'antigel est nécessaire.

2.2.2.4.2. Liquide caloporteur à la mise en service

Il s'agit d'eau de ville. Si un fluide antigel a été additionné pendant la construction, il est conseillé de retirer le mélange, de rincer le réseau le réseau et le remplir d'eau de ville à la mise en service, afin d'éviter la toxicité de l'antigel, sa capacité calorifique inférieure, sa viscosité supérieure et son incompatibilité avec certaines tuyauteries et joints.

Un produit de traitement contre la corrosion sera ajouté à l'eau de ville conformément aux préconisations données par le fabricant du générateur associé (pompe à chaleur, chaudière, etc.)

2.2.2.5. Tige sur-élévatrice (cf. figure 1)

Il s'agit d'acier pour béton armé selon la norme NF A 35-015 ou d'acier de construction standard selon la norme NF EN 10025-1 de diamètre 6 mm d'une longueur de 53 cm. Mise en place en toute fin de l'installation du procédé, elle réhausse les armatures métalliques par rapport au fond de fouille et aux tubes pour garantir l'enrobage minimal de béton prévu dans la norme NF DTU 13.1.

Son rôle n'est pas structurel, contrairement aux armatures constitutives du béton armé.

2.2.2.6. Collecteur

Un ou plusieurs collecteurs peuvent être mis en place selon la superficie et les besoins en rafraîchissement du bâtiment. Le collecteur est en matériau de synthèse. Il a pour fonction de réunir tous les départs et retours de tube disposés dans les semelles. Il comprend :

- 2 robinets d'arrêts (départ et retour),
- 2 purgeurs d'air automatique à flotteur,
- 1 module de réglage fin du débit par circuit sur le départ, pouvant être utilisé comme robinet d'arrêt,
- 1 robinet d'arrêt par circuit sur le retour,
- en accessoires pour la mise en œuvre : un manomètre et adaptateur pneumatique dont l'usage est décrit au paragraphe 2.4.9.1.

2.3. Disposition de conception

2.3.1. Stabilité

2.3.1.1. Nature des supports

Le procédé s'intègre dans les travaux de fondations superficielles en béton armé constituées par des semelles filantes décrits dans la norme NF DTU 13.1. Il doit être réalisé directement après la réalisation d'un béton de propreté de 4 cm d'épaisseur minimale, ceci afin de garantir un enrobage minimum en sous-face de semelle par rapport au nu inférieur des cages d'armatures (cf. figure 1). Les terrassements doivent être réalisés de telle façon que les tubes intégrés à la semelle soient intégralement à une profondeur hors gel.

2.3.1.2. Faisabilité et dimensionnement des fondations superficielles

Une étude géotechnique de conception prenant en compte l'implantation et les caractéristiques du bâtiment projeté est obligatoire pour valider la faisabilité du projet avec des fondations en semelles filantes.

Les semelles superficielles filantes doivent être dimensionnées conformément aux normes NF P 94-261, NF EN 1997, NF EN 1992 et NF EN 1998 (cf. 2.3.1.4 pour la largeur minimale des semelles).

2.3.1.3. Caractéristiques du béton d'enrobage

Dans sa globalité, le procédé respecte les exigences de la norme NF DTU 13.1 Travaux de bâtiments – Fondations superficielles suivies par le maître d'œuvre et n'empêche pas l'usage du béton de classe C25/30 minimum.

2.3.1.3.1. Exposition à la corrosion

Le procédé n'est pas conditionné par la classe d'exposition retenue par le maître d'œuvre. Il est notamment compatible avec la classe XC2 au sens de la NF EN 206+A2/CN.

2.3.1.3.2. Fluidité

Le procédé est compatible avec les bétons de classe S3 ou S4 utilisés pour un béton de fondation superficielle en semelles filantes.

2.3.1.3.3. Bétonnage

Le procédé ne requiert aucune modification des pratiques courantes qui respectent les règles en vigueur concernant le bétonnage.

Tel qu'évoqué au paragraphe 2.4.10, la présence des tiges sur-élévatrices empêche le contact direct, donc les dommages que pourraient causer les armatures métalliques sur les tubes par choc ou friction lors de la chute du béton.

Les propriétés mécaniques du tube le protègent de tout dommage lié à la hauteur de chute, celle-ci étant limitée par les règles de l'art afin de limiter par exemple les risques de ségrégation.

2.3.1.4. Largeur des semelles

La capacité portante des semelles filantes doit être calculée conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-261.

La largeur découlant du calcul doit ensuite être augmentée pour tenir compte de la présence des tubes suivant la règle suivante :

La largeur totale de la semelle est égale à la largeur calculée à laquelle on ajoute la somme des diamètres des tubes.

Dans cette largeur totale, conformément à la norme NF DTU 13.1, un enrobage latéral minimum de 65 mm doit être prévu entre les tubes et le nu extérieur des cadres d'armatures, puis de 30 mm entre la terre et le peigne (cf. figure 1 ci-dessous).

Dans sa version standard, le procédé est conçu pour une largeur de semelle de 60 cm (correspondant à une largeur minimale de semelle de 40 cm sans le procédé). En cas de semelle de largeur (ou hauteur) différente, une fabrication spéciale des berceaux et des tiges sur-élévatrices est possible pour s'adapter à cette largeur.

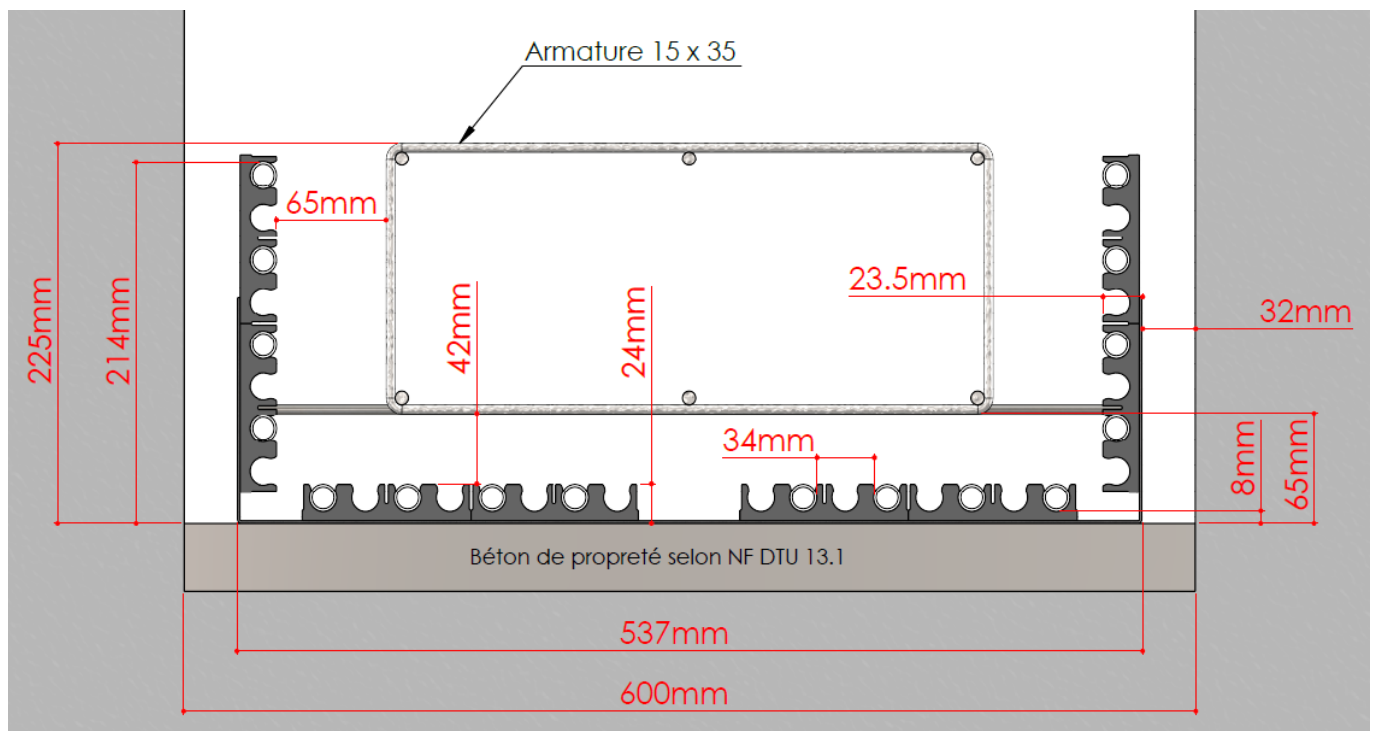


Figure 1 : Vue en coupe et en plan d'une semelle type avec berceau, tubes, tige sur-élévatrice et cage d'armatures

2.3.1.5. Joint de dilatation

Le joint de dilatation étant arrêté au-dessus des semelles de fondation, sa présence n'affecte pas le procédé. Si le joint est prolongé jusqu'aux fondations, par exemple en cas de descentes de charge différentes de part et d'autre, le calepinage sera aménagé pour ne pas le traverser.

2.3.1.6. Joint de rupture

En cas de joint de rupture, le calepinage du procédé sera aménagé en conséquence afin de s'arrêter de part et d'autre du joint. Aucun tube ne traversera le joint de rupture.

2.3.1.7. Système de drainage périphérique

Les systèmes de drainage périphériques sont en dehors des fondations donc hors du procédé. Il n'impose aucune modification des pratiques et normes actuelles.

2.3.1.8. Impact de la microporosité du PER sur l'intégrité du béton

L'apport d'eau dans le béton, par la microporosité du tube, est très largement inférieur à l'apport d'eau naturel dans le sol, par les eaux de ruissellement ou la capillarité du sous-sol, qui accueille les semelles filantes.

L'impact de cette microporosité est similaire à celui des planchers chauffants en dalle de compression, donc admis.

2.3.2. Thermique

2.3.2.1. Dimensionnement thermique

INNOVERT prend en charge le dimensionnement de l'installation d'un point de vue thermique. Il consiste en un calcul de la puissance disponible en fonction de la longueur des semelles filantes et du dimensionnement de l'émetteur réversible du bâtiment.

2.3.2.2. Températures d'eau mini et maxi

Dans tous les cas, un système de coupure de sécurité est prévu pour le hors gel et en cas de dépassement de la température maximale.

L'eau dans le réseau de tube au sein du béton atteint sa température minimale de façon naturelle en s'égalisant avec celle des fondations et du terrain naturel sous le bâtiment.

La remontée des tubes depuis la fondation jusque dans la partie habitable, donc le long des murs de soubassement, selon l'environnement tel qu'un vide-sanitaire ventilé par exemple, pourra être exposée au gel, auquel cas il sera nécessaire d'ajouter en dosage mesuré un produit antigel.

Le procédé étant un système de rafraîchissement passif, donc sans générateur de froid associé, la température de l'eau ne peut descendre en-dessous de la température qui serait naturellement obtenue sans le procédé.

La température maximale de l'eau est atteinte lorsque l'utilisateur active la circulation de l'eau pour se rafraîchir après une longue montée en température de la partie habitable du bâtiment, par exemple au retour d'une absence prolongée lors d'une canicule. Par ailleurs il est admis que les ouvrants du bâti sont fermés en cas d'absence, empêchant les apports externes de faire monter la température ambiante au-delà de 30°C, que l'on pourra considérer à 35°C par sécurité. Il s'agira donc de la température maximale atteignable par l'eau.

Lorsque l'émetteur est couplé à un générateur de chauffage, éventuellement réversible (type pompe à chaleur réversible), le réseau hydraulique au départ de ce générateur est équipé de clapets, vannes et d'organes de sécurité pour éviter une migration d'eau vers le procédé en fondations à des températures plus chaudes ou plus froides que celles données précédemment.

2.3.3. Collecteur déporté

Il est également possible de prévoir une tranchée complémentaire partant du collecteur à rejoindre une semelle si ce dernier n'en est pas à l'aplomb. C'est le cas lorsque le collecteur se trouve dans un local éloigné de la périphérie du bâtiment ou d'une semelle de refend.

Une alternative à cette tranchée supplémentaire est de guider les tubes sous gaines TPC depuis le collecteur jusqu'à la semelle armée.

2.4. Disposition de mise en œuvre

La fiche d'autocontrôle figurant en annexe du dossier technique (figure 12) devra être réalisée pour chaque chantier et transmise à INNOVERT pour envoi annuel au CSTB en même temps que l'étude de sol.

2.4.1. Etude du projet

En amont du projet, les dimensions des semelles sont fournies par le maître d'œuvre ou par le bureau d'études structures et sont utilisées par la société INNOVERT afin de réaliser une coupe de principe des semelles intégrant les tubes.

INNOVERT réalise ensuite l'étude personnalisée du projet et le plan d'exécution du calepinage. INNOVERT fournit également au maître d'œuvre une notice de pose détaillée pas à pas du procédé.

2.4.2. Plan d'exécution du calepinage (cf. figure 3)

Il est fourni par INNOVERT au maître d'œuvre à destination du terrassier qui réalisera les fouilles. Ce même plan est fourni avec la livraison du matériel à destination du poseur.

2.4.3. Matériel et outillage

INNOVERT prépare et livre le matériel en quantité suffisante pour chaque projet.

Le procédé ne nécessite pas d'outillage spécifique créé pour le procédé. Le poseur utilisera les outils traditionnels suivants :

- Pelle
- Cordeau
- Masse
- Niveau
- Mètre
- Visseuse
- Dérouleur de tube
- Coupe-tube
- Clé plate ou pince multiprise à mâchoires lisses
- Pompe à épreuve
- Compresseur
- Tuyaux d'arrosage

2.4.4. Travaux préliminaires

2.4.4.1. Zone du collecteur (cf. figure 9)

Les terrassements et le béton de propreté de cette zone sont réalisés de la même façon que pour les semelles filantes. Une zone périphérique d'1 mètre au carré environ autour du collecteur en limite de semelle est réalisée afin de faire sortir les tubes en partie supérieure de semelle avant leur remontée verticale au collecteur.

2.4.4.2. Aménagement des angles de fouille et des élargissements de demi-tour (cf. figures 5 et 6)

Le plan d'exécution fourni au terrassier indique l'emplacement des cassures d'angle de fouille à réaliser de 20 cm de côté. Ces aménagements permettent au tube circulant dans les fouilles de prendre les virages avec un rayon de cintrage supérieur ou égal à 10 fois le diamètre extérieur du tube.

2.4.5. Pose du/des collecteur(s)

2.4.5.1. Emplacement du collecteur

Le collecteur sera positionné de manière définitive en plan et en altimétrie.

Le collecteur est destiné à être fixé contre un mur ou une cloison du bâtiment, dans un local hors gel. Le local technique est largement privilégié pour faciliter le raccordement au reste de l'installation.

Etant donné l'absence des murs et des cloisons à ce stade de la construction, le plan de calepinage fourni par INNOVERT indique les côtes du collecteur aux implantations (chaises et cordeaux) délimitant la future plateforme.

Les futurs éléments d'élévation ; hauteur de semelle, de soubassement, de dallage, d'isolant de sol, de chape, de revêtement de sol, sont connus pour déterminer l'altimétrie finale du collecteur. Le bas du collecteur sera monté à 40 cm minimum au-dessus du sol fini du local dans lequel il est prévu sur le plan d'exécution.

2.4.5.2. Fixation du collecteur (cf. figures 9 et 11)

Deux piquets de bois ou métalliques de section et rigidité suffisante sont employés pour être enfoncés dans le sol et d'une hauteur suffisante pour y fixer le collecteur en leur sommet, à l'altimétrie définitive, avec l'emploi de vis à bois ou auto-foreuses selon le matériau des piquets. Ces derniers sont temporaires tant que le mur ou la cloison qui reçoit le collecteur n'est pas monté pour l'y fixer. Dès lors ils seront retirés si accessibilité sous le dallage dans le cas d'un vide sanitaire ou arrasés à la dalle du bâtiment et perdus.

2.4.6. Pose des berceaux et peignes (cf. figures 5 à 8)

Le plan d'exécution fourni par INNOVERT prévoit l'emplacement de chaque berceau et peigne. Les berceaux sont posés en fond de tranchée obligatoirement sur un béton de propreté.

Ils guident les tubes dans la semelle afin de garantir les espacements nécessaires au passage du béton autour des tubes et d'empêcher le contact entre les tubes et les armatures.

En ligne droite de semelle, les berceaux sont alignés et espacés d'un 1 m. L'alignement est rectifié au besoin avant la pose des armatures métalliques s'ils ont bougé durant la pose des tubes.

En entrée et sortie d'angle de semelle, ainsi qu'à l'aplomb du collecteur, deux berceaux sont resserrés à 30 cm pour améliorer le bon maintien des tubes au niveau de ces points particuliers.

Dans chaque angle de semelle, un berceau est posé en diagonal après qu'une des deux ailes du « U » ait été dépliée par le poseur.

Dans les zones de demi-tour des tubes, une disposition particulière en forme de « T » de deux peignes est réalisée.

2.4.7. Pose des tubes (cf. figures 5 à 9)

Les tubes sont positionnés dans les berceaux, suivant les principes suivants :

- Tubes latéraux sur les bords de semelle : pas de limitation d'espacement entre tubes (car sans influence sur la stabilité) ;
- Tubes inférieurs en fond de semelle : distance minimale entre tubes de 34 mm, soit une encoche sur deux (pour permettre un bétonnage correct sous les tubes) ;
- Mise en place des tubes latéraux puis des tubes inférieurs en commençant par les tubes les plus extérieurs ;
- Au niveau des points particuliers que constituent les refends, les tubes latéraux ne doivent en aucun cas venir « couper la section de la semelle structurelle », tel que décrit sur les schémas de mise en place présentés dans le dossier ;
- Pour franchir les redans, les berceaux et tubes respectent la spécificité du ratio de 3 pour 1 entre la base et la hauteur des marches, tel que décrit au NF DTU 13.1 P1-1 (cf. figures 7).

Les étapes détaillées de pose des tubes sont décrites dans la notice de pose fournie par INNOVERT.

2.4.8. Enrobage des tubes par le béton (cf. figure 1 au §2.3.1.4)

La conception des berceaux assure un espace vide de 34 mm entre les tubes suffisant pour le passage du béton (en y fixant le tube une encoche sur deux).

L'espacement des berceaux d'1 m ou de 30 cm selon les endroits donnés sur le plan permet de conserver cet espacement entre deux berceaux.

L'utilisation de morceau de peigne sécable fourni avec le système permet de conserver cet espacement aux endroits où les tubes auraient tendance à s'approcher et diminuer cet écart.

Dans les demi-tours, l'utilisation de ces mêmes peignes est prévue pour conserver l'espace entre les tubes.

2.4.9. Raccordement des tubes au collecteur (cf. figure 9)

À leur approche du collecteur, les tubes disposés dans les berceaux sont rabattus en fond de semelle avant de remonter verticalement en partie supérieure d'une excroissance latérale en béton armé de la semelle (C25/30 minimum).

Ce dernier sera réalisé conformément au §2.4.4.1 pour les travaux préparatoires et 2 cages d'armatures seront mises en œuvre de part et d'autre de la remontée du collecteur tel que représenté à la figure 9. Des peignes identiques à ceux qui constituent les berceaux sont fixés horizontalement sur les piquets qui tiennent le collecteur.

Les tubes sont aménagés en courbe à plat dans la zone décaissée puis sont clipsés dans ces peignes pour former une nappe, remontent verticalement les uns à côtés des autres et sont raccordés au collecteur avec les raccords évoqués au paragraphe 2.2.2.1.

2.4.10. Tests et contrôles sur site

2.4.10.1. Tests de pression

La mise en épreuve permet de vérifier l'étanchéité totale de tous les circuits et de leurs raccordements au collecteur.

INNOVERT fournit avec chaque collecteur un manomètre et un raccord d'adaptation pneumatique pour une mise en épreuve à l'air au moyen d'un compresseur.

La mise en épreuve à l'eau au moyen de tuyaux d'arrosage et d'une pompe à épreuve est possible mais requiert en période de gel d'ajouter un fluide antigel.

La mise en épreuve, qu'elle soit à l'eau ou à l'air, est obligatoire.

Elle est réalisée avant le coulage du béton de fondation, et maintenue pendant, à une pression minimale de 6 bars en veillant à la sécurité des personnes présentes à proximité des tubes chargés en air.

2.4.10.2. Sécurisation du système en cours de travaux

En cas de perte de pression, les circuits sont isolés au moyen des robinets d'arrêt énoncés au paragraphe 2.2.2.5 et sont testés individuellement afin d'identifier le circuit non-étanche.

Si le défaut d'étanchéité provient du raccordement au collecteur, le raccord est inspecté pour être resserré si nécessaire. Si le tube est mal connecté au raccord ou coupé de biais, le tube est recoupé bien droit sous le raccord puis correctement reconnecté. La courbe des tubes évoquée au paragraphe 2.4.8 permet d'avoir assez de sur-longueur pour effectuer cette opération.

Si le défaut d'étanchéité est localisé sur le tube car abîmé dans son évolution dans les semelles, le circuit est intégralement retiré et refait avec du nouveau tube.

Une remise en épreuve est réalisée. Si une nouvelle perte de pression est détectée, les opérations précédemment décrites sont à nouveau réalisées jusqu'à l'obtention d'une pression stable à 6 bars.

2.4.11. Pose des tiges sur-élévatrices

Elles servent à réhausser les armatures métalliques de la semelle d'une hauteur suffisante pour respecter la norme minimale d'enrobage prévue par la norme NF DTU 13.1.

Leur disposition permet d'empêcher le contact direct des tubes avec les armatures métalliques, évitant tout dommage sur les tubes lors du bétonnage.

Elles sont insérées dans les berceaux selon le schéma suivant :

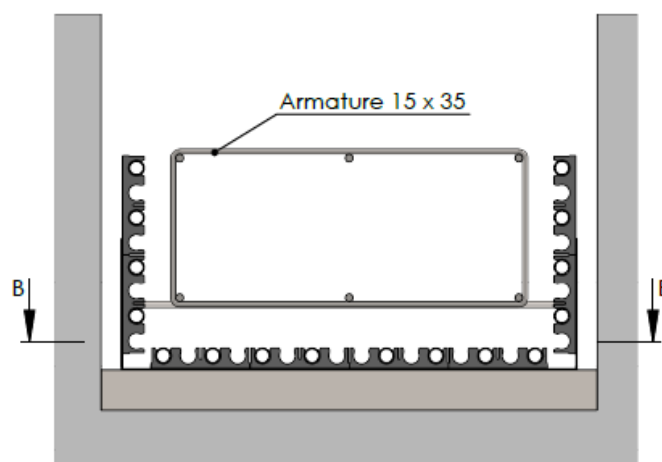


Figure 2 : coupe B-B visible à la figure 8

Tel que rappelé au paragraphe 2.4.14, il conviendra de prendre toutes les précautions de mise en œuvre pour maintenir les tiges dans cette position et le contrôler régulièrement durant la pose des armatures et le coulage du béton.

2.4.12. Aménagement du passage de poutrelle béton

Les tubes, lors de leur remontée au collecteur, traversent la strate où se situent les poutrelles béton du vide sanitaire. Il est donc possible que l'une des poutrelles traverse la nappe de tubes. Une réservation est alors réalisée en écartant cette nappe pour laisser passer la poutrelle et ne générer aucune contrainte à la mise en œuvre du plancher béton. Exemple d'écartement des tubes selon l'illustration figure 10.

2.4.13. Calfeutrement de la traversée de dalle

Un calfeutrement, d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, est effectué tout autour des tubes sur toute la hauteur de leur traversée de la dalle. Il est réalisé avec un matériau souple et facile à retirer, tel que du polystyrène. Cette enveloppe épaisse protège les tubes et permettra lorsque le bâtiment sera construit et ses cloisons montées (a minima implantée), telle une réservation, de pouvoir être retirée afin d'ajuster parfaitement la position du collecteur et sa fixation sur la paroi.

Après avoir ajusté la position du collecteur, une reprise d'isolant et de chape est effectuée autour des tubes.

2.4.14. Contrôle avant coulage du béton de fondation

Le contrôle de la pression d'épreuve est effectué durant les étapes décrites aux paragraphes 2.4.10 et 2.4.11. Elle doit être stable à 6 bars pour déclencher la pose des armatures métalliques puis le coulage du béton de fondation.

En cas de perte de pression, les étapes décrites au paragraphe 2.4.9.2 sont effectuées.

2.4.15. Contrôle pendant le coulage du béton de fondation

Tout le soin et toutes les précautions devront être apportés durant l'opération de coulage du béton pour prémunir tout dommage sur un tube. Il convient de ne pas monter sur les armatures métalliques. Cela déformerait les tiges sur-élévatrices, réduirait l'épaisseur de béton entre tubes et armatures et pourrait occasionner un poinçonnage des tubes.

Il convient d'accompagner le béton liquide pour qu'il enrobe au minimum de 5 cm les berceaux et les tubes.

Plus précisément, l'usage de pelle ou râteau étant courant pour tirer le béton liquide, ces outils peuvent servir à éviter la déformation des berceaux lors de l'avancée de la coulée en les soutenant le temps que le béton s'infiltre entre les tubes.

En cas de percement d'un tube lors du coulage, toute opération de réparation du tube est interdite. Le remplacement total du circuit étant trop fastidieux, la tranchée étant remplie de béton, le circuit endommagé sera vidé si rempli d'eau puis condamné. Ses deux extrémités au collecteur seront déconnectées et les deux piquages du collecteur munis de bouchons.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

L'entretien ou la maintenance du procédé est englobé dans l'entretien ou la maintenance de l'ensemble de l'installation de chauffage et rafraîchissement, incluant l'émetteur (plafond chauffant/rafraîchissement hydraulique) et le générateur de chauffage.

La maintenance du procédé en lui-même consiste en une vérification régulière de la qualité du fluide caloporteur (aspect, odeur, présence de protection contre la corrosion et la formation des boues, etc.) et à l'absence de fuite.

Une fois la mise en œuvre du système, tous les éléments accessibles, tubes en dehors de la fondation et collecteur, sont réparables ou remplaçables.

Seul les tubes dans la fondation ne sont pas réparables. Si un circuit devenait hors d'usage, il serait vidé et bouché permettant au système de fonctionner sur les autres circuits.

2.6. Traitement en fin de vie

Si les tubes peuvent être extraits du béton armé après concassage et pour les tubes sortant des semelles et du collecteur, ils peuvent faire l'objet d'un tri sélectif pour recyclage (tubes en fin de vie, tri également réalisé pour les tubes abîmés ou chutes lors du chantier).

2.7. Assistance technique

Le procédé FREEGEO est commercialisé par la société INNOVERT, essentiellement aux constructeurs de maisons individuelles, maîtres d'œuvres et architectes. L'assistance technique peut également être effectuée à d'autres partenaires commerciaux tels que les artisans ou grossistes. INNOVERT fournit un accompagnement commercial.

Le procédé FREEGEO est mis en œuvre par un artisan formé. La formation a lieu soit sur chantier, soit en visio-conférence en amont des travaux.

Sont fournis :

- le plan d'exécution,
- les schémas de principes,
- la notice de pose du procédé.

Rôles des intervenants :

- Les dimensions des semelles sont fournies par le maître d'œuvre ou par le bureau d'études structures et sont utilisées par la société INNOVERT afin de réaliser une coupe de principe des semelles intégrant les tubes ;
- INNOVERT réalise l'étude personnalisée du projet et le plan d'exécution du calepinage ;
- INNOVERT fournit au maître d'œuvre une notice de pose détaillée pas à pas du procédé ;
- INNOVERT fournit les schémas de principe du procédé ;
- INNOVERT forme le maître d'œuvre et l'installateur dans le cas d'un premier projet ;
- Le maître d'œuvre réalise la préparation des fouilles dont le béton de propreté ;
- L'installateur réalise la mise en œuvre du procédé avec l'assistance d'INNOVERT ;
- Le maître d'œuvre réalise la mise en œuvre des armatures et le coulage du béton de fondation ;
- L'installateur remplit le plan d'assurance qualité de mise en œuvre.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Tube

Fabriqué par la société PIPEX Auray Managing, S.L Carrers Mercaders 4 · Pol.Ind. Riera de Clades · 08184 Palau Solità i Plegamans · Barcelona · Tel. +34 937 481 036.

PE-Xa DN16x1,5 selon NF EN ISO 15875 et ISO 10508

Certificat CSTB QB-142-1749 reconduit le 10 février 2021

Couronne 240 mètres : 18,4 kg (utilisation d'un dérouleur recommandée)

Couronne 602 mètres : 44,5 kg (utilisation d'un dérouleur recommandée)

Fourni par INNOVERT

2.8.2. Collecteur

Fabriqué par la société RBM Spa - Via S.Giuseppe, 1 - 25075 Nave (Brescia) Italy

Fourni par INNOVERT.

2.8.3. Raccord

Fabriqué par LUXOR S.P.A - Via Madonnina, 94 - 25018 MONTICHIARI (BS) Italy

Selon EN 12164 :2016

Fourni par INNOVERT.

2.8.4. Berceau

2.8.4.1. Bande métallique

Tôle d'acier galvanisé découpée et pliée par ESAT Yviers ADAPEI – 2 impasse de la Tour – 16210 YVIERS

Fourni par INNOVERT

2.8.4.2. Peigne plastique

Fabriqué par Winkler Technik GmbH - HRB 580264 - Handelsregister Freiburg

Tronçons de peigne coupés et assemblés par vissage avec vis autoformante sur la bande métallique par ESAT Yviers ADAPEI – 2 impasse de la Tour – 16210 YVIERS

2.8.5. Tige sur-élévatrice

Tige d'acier pour béton armé selon la norme NF A 35-015 ou d'acier de construction standard selon la norme NF EN 10025-1.

Fourni par INNOVERT

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

Le procédé a obtenu un Pass'Innovation en 2010 portant le numéro n°2010-081.

2.9.2. Références chantiers

Depuis 2010, plus de 270 installations ont été réalisées en France. Certaines ont fait l'objet d'instrumentation pour mesurer les performances thermiques sur le confort en rafraîchissement.

Ville (Chantier)	Année
LA BERNARDIERE	01/2012
NEUVY-PAILLOUX	12/2016
AIXE-SUR-VIENNE	12/2016
EGUZON-CHANTOME	01/2017
LIMOGES	01/2017
TALMONT SAINT-HILAIRE	01/2017
BUZANCAIS	02/2017
CHATEAUROUX	02/2017
PANAZOL	02/2017
JEU-LES-BOIS	02/2017
SAINT-MAUR	03/2017

BOUAYE	03/2017
LAUZERVILLE	03/2017
CHATEAUROUX	04/2017
HAUTE-GOULAIN	04/2017
CHALLANS	04/2017
LIMOGES	05/2017
SAINT-PHILBERT-DE-GRAND-LIEU	06/2017
CHALLANS	06/2017
LE POINCONNET	09/2017
VAL FOUZON	10/2017
BEYNAC	11/2017
DOMFRONT-EN-CHAMPAGNE	12/2017
LE POINCONNET	12/2017
MOURMELON-LE-PETIT	01/2018
VENERQUE	01/2018
LOIRE AUTHION	02/2018
ETRECHET	02/2018
VERNEUIL-SUR-VIENNE	03/2018
ALVIGNAC	03/2018
LE PIAN-MEDOC	05/2018
LA ROCHELLE	05/2018
YZERNAY	07/2018
COUZEIX	07/2018
BIOZAT	08/2018
CAUMONT-SUR-DURANCE	09/2018
LA BERNERIE EN RETZ	09/2018
LA TESTE-DE-BUCH	10/2018
VALENSOLE	10/2018
LIMOGES	10/2018
ARDENTES	11/2018
PARENTIS EN BORN	11/2018
AIGREFEUILLE D'AUNIS	12/2018
HURIEL	12/2018
DAMAZAN	01/2019
LA MOTTE ST JEAN	04/2019
RUAUDIN	04/2019
VAULX	05/2019
VOEUIL ET GIGET	05/2019
ST MEDARD EN JALLES	05/2019
VILLENAVE D ORNON	05/2019
BASSE GOULAIN	06/2019
BESSE SUR BRAYE	06/2019
ORSENNES	06/2019

ST HILAIRE BONNEVAL	08/2019
AUNEAU BLEURY ST SYMPHORIEN	10/2019

2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

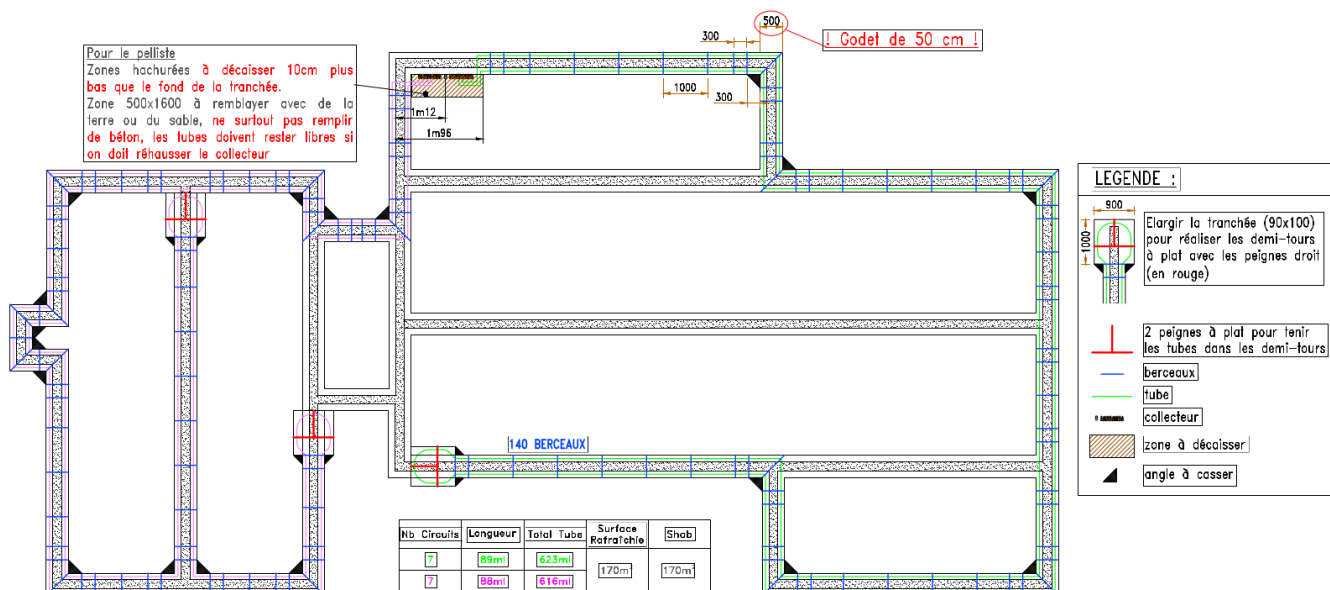


Fig. 3 : Plan de calepinage

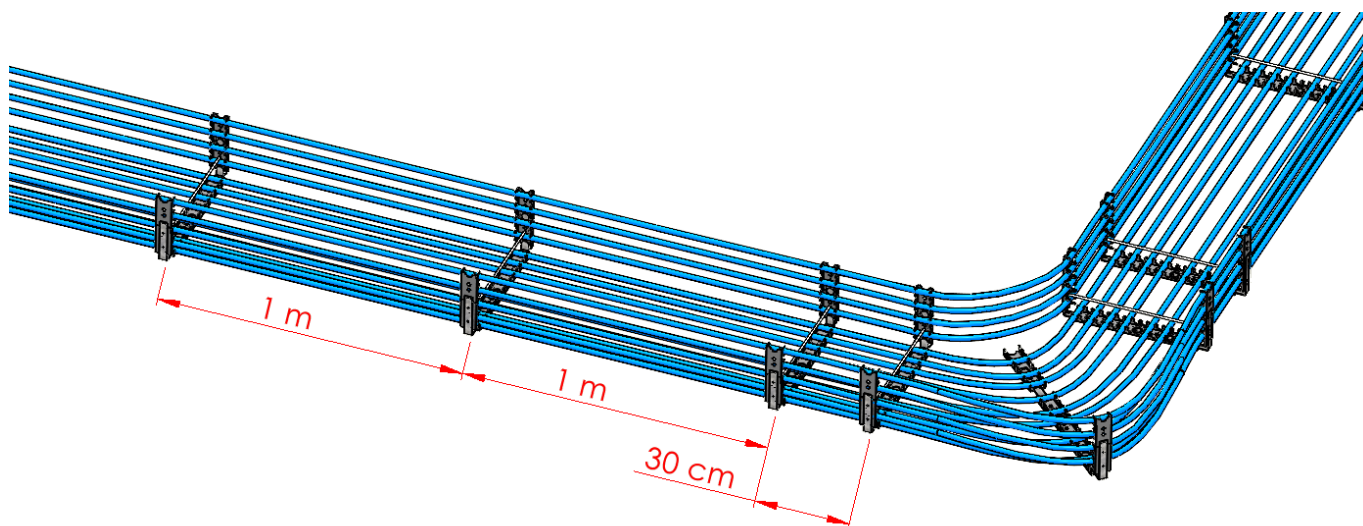


Fig. 4 : Disposition des berceaux et tubes en ligne droite et virage

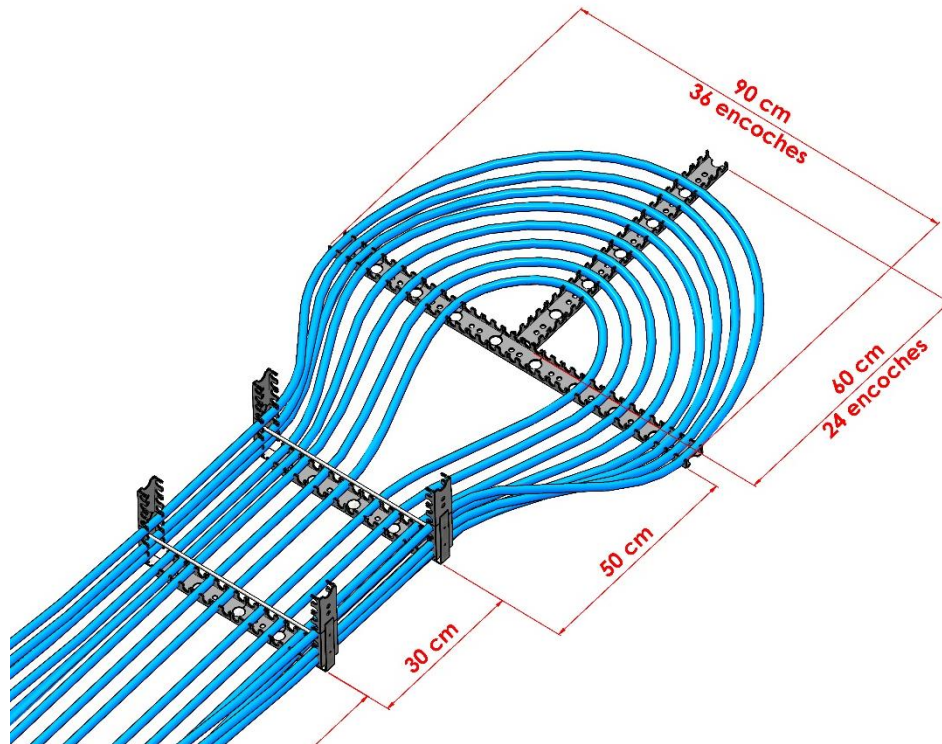


Fig. 5 : Disposition des berceaux et tubes en demi-tour

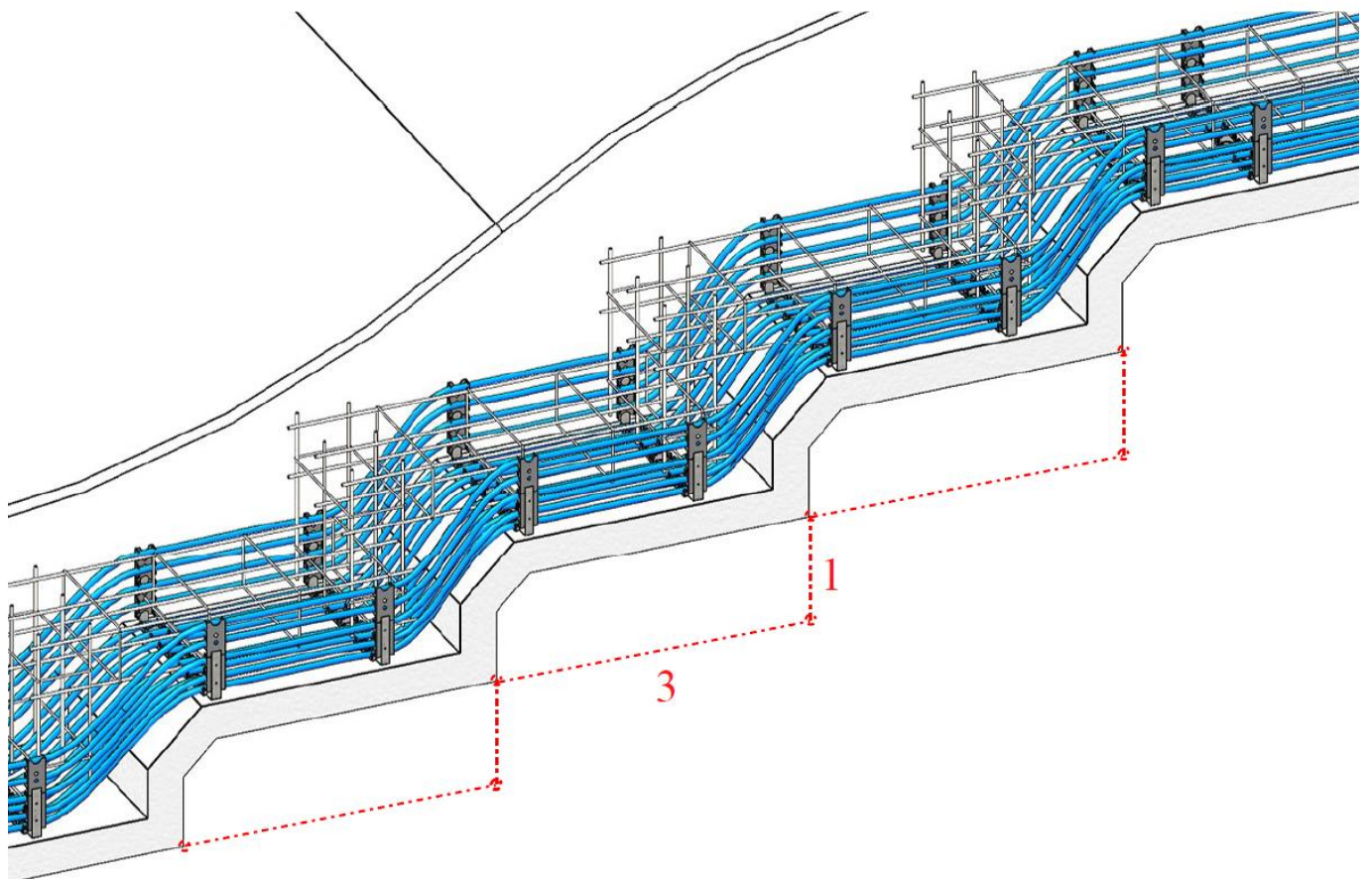


Fig. 6 : Disposition des berceaux et tubes en redan

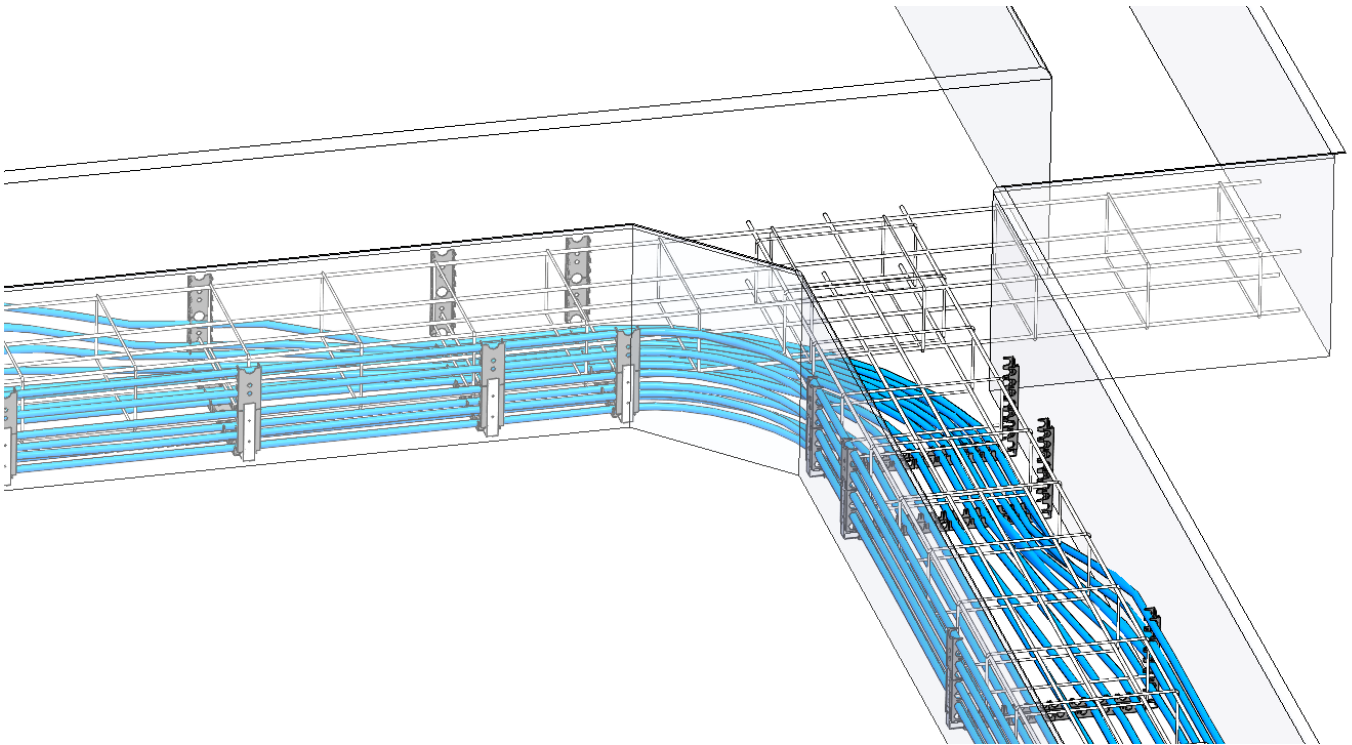


Fig. 7 : Disposition des berceaux et mise à plat des tubes en intersection de semelles



Fig. 8 : Ordonnement des tubes dans les berceaux en ligne droite

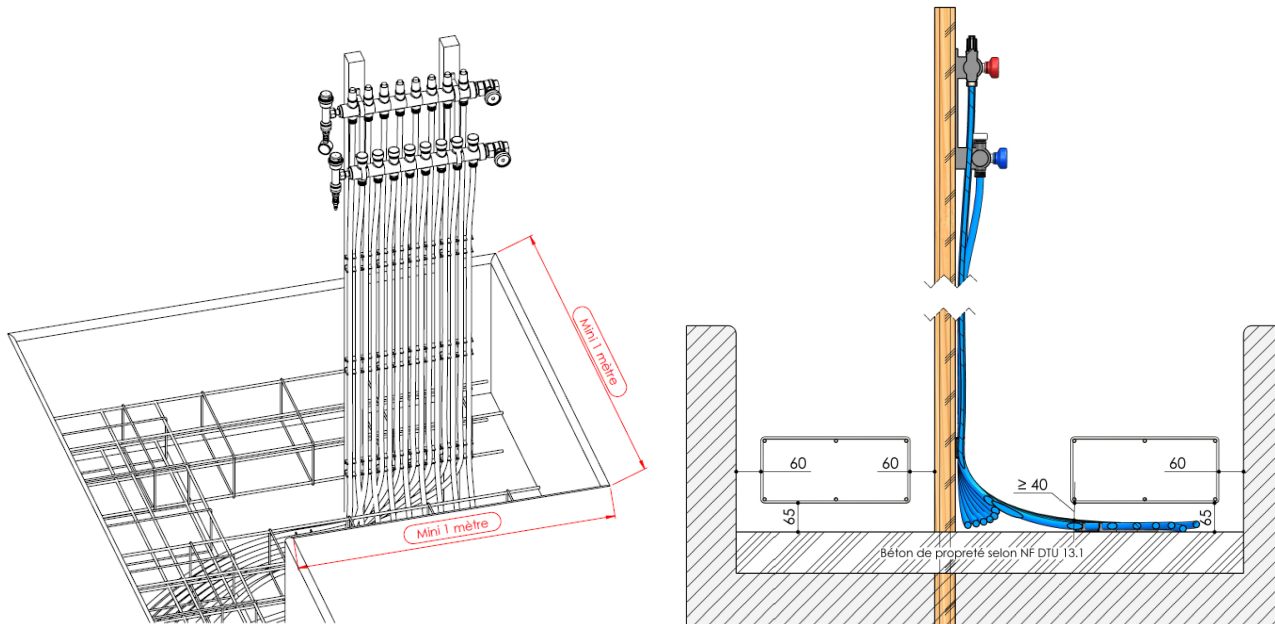


Fig. 9 : sortie des tubes en partie haute de semelle et réservation de dalle autour du collecteur - les armatures sont mises en œuvre continuité des semelles filantes et cette fois-ci de part et d'autre du procédé en assurant l'enrobage minimum des armatures en inférieur et en latéral.

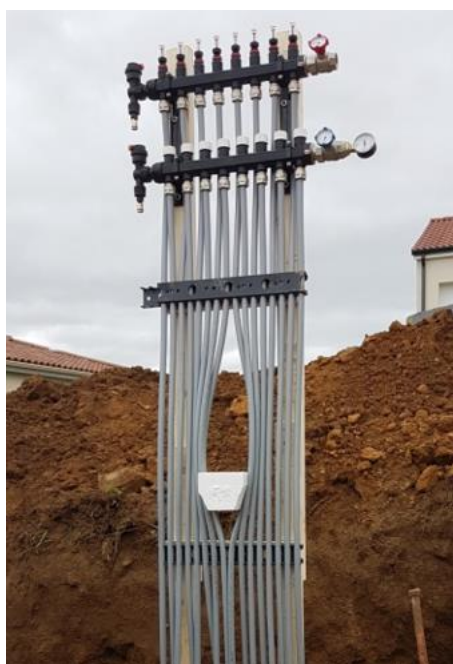


Fig. 10 : Aménagement au niveau du passage de poutrelle



Fig. 11 : Collecteur après coulée de la dalle du vide-sanitaire



Plan d'assurance qualité de mise en œuvre

à remplir par l'installateur

Références chantier :

Nom du chantier :
Adresse :
Code postal / Ville :

Vérifications :

Mise en pression :	<input type="radio"/> à l'air	<input type="radio"/> à l'eau
Contrôle des surélévations d'armatures réalisé :	<input type="radio"/>	
Contrôle des distances d'enrobage des tubes réalisé :	<input type="radio"/>	

Date du coulage : ____ / ____ / ____

Relevé de pression avant coulage

Rayer les collecteurs non présents

Collecteur A :	bar
Collecteur B :	bar
Collecteur C :	bar

Relevé de pression après coulage

Rayer les collecteurs non présents

Collecteur A :	bar
Collecteur B :	bar
Collecteur C :	bar

Cachet de l'installateur	Signature
--------------------------	-----------

Fig. 12 : Fiche d'autocontrôle pour le chantier