



Conseils et solutions de forages

Foracia est spécialisée dans la vente de produits essentiels pour différents domaines liés au forage.

www.foracia.fr

Fiche Technique sonde TERRA LAMELA



Fiches Techniques Sondes

TERRA FUTURA LAMELA sonde géothermie PRAWTECH

Ver. 1.01/2024

2 x 32mm, 2x40mm SLIM

4 x 32mm, 4 x 40mm fourGEO



La sonde géothermique PRAWTECH de la série **Terra FUTURA LAMELA fourGEO** représente un élément essentiel du système géothermique dédié aux pompes à chaleur géothermiques. Elle se compose d'un échangeur doté d'une tête géothermique ergonomique, formant une unité monobloc intégrant des tuyaux en polyéthylène haute densité du groupe **PE100/RC**.

Conçue pour optimiser le processus d'installation dans le forage et garantir une sécurité accrue dans le fonctionnement de l'installation de la source de chaleur géothermique, cette sonde incarne l'innovation et la fiabilité.

La technologie de production moderne qui la caractérise est le fruit de matières premières d'une qualité irréprochable et d'un contrôle continu de la qualité dans les processus de production et de logistique.

Conception de la tête géothermique FUTURA SLIM



La tête **FUTURA LAMELA fourGEO**, disponible en versions 4 x 32 mm et 4 x 40 mm, est spécialement conçue pour offrir ergonomie et sécurité lors de son installation. Fabriqué en polyéthylène haute densité du groupe PE100 RC, ce produit garantit une fiabilité optimale. En outre, la tête est accompagnée d'accessoires permettant son adaptation aux techniques couramment utilisées pour l'application de la sonde sur le trou de montage.

La tête **FUTURA LAMELA fourGEO** est composée de deux têtes simples FUTURA SLIM de 32 mm ou 40 mm, reliées entre elles par un intégrateur en acier équipé de vis M16 (voir Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 et Fig. 4). Un des accessoires fournis avec la tête PRAWTECH est une buse d'application en acier de diamètre $d = 26,9 \times 2,4$ mm et de longueur $L=350$ mm, facilitant une application axiale et parallèle de l'échangeur dans le forage (voir Fig.6).

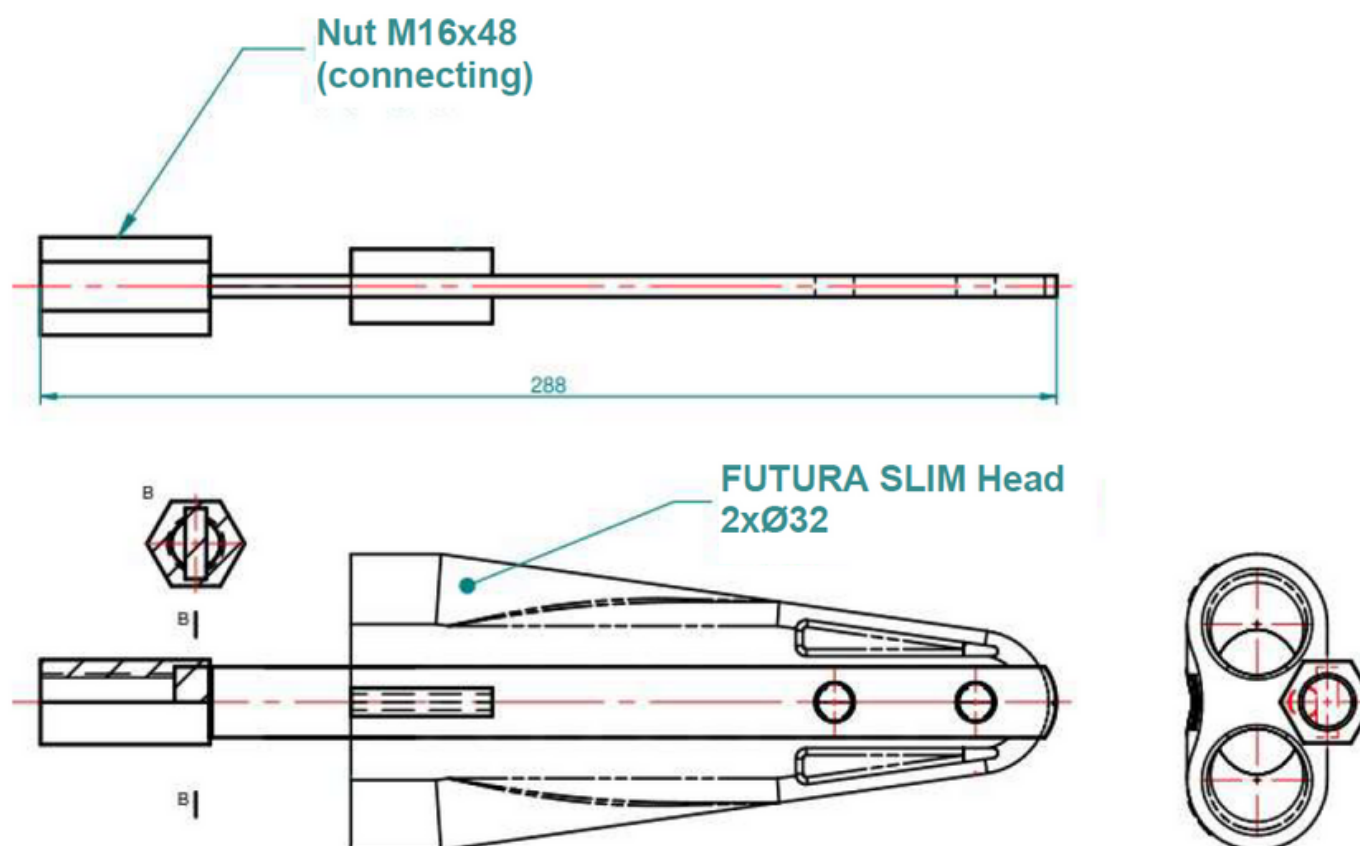


Fig. 1 Intégrateur à tête acier FUTURA LAMELA SLIM 2 x 32 mm avec poussoir

Conception de la tête géothermique FUTURA SLIM

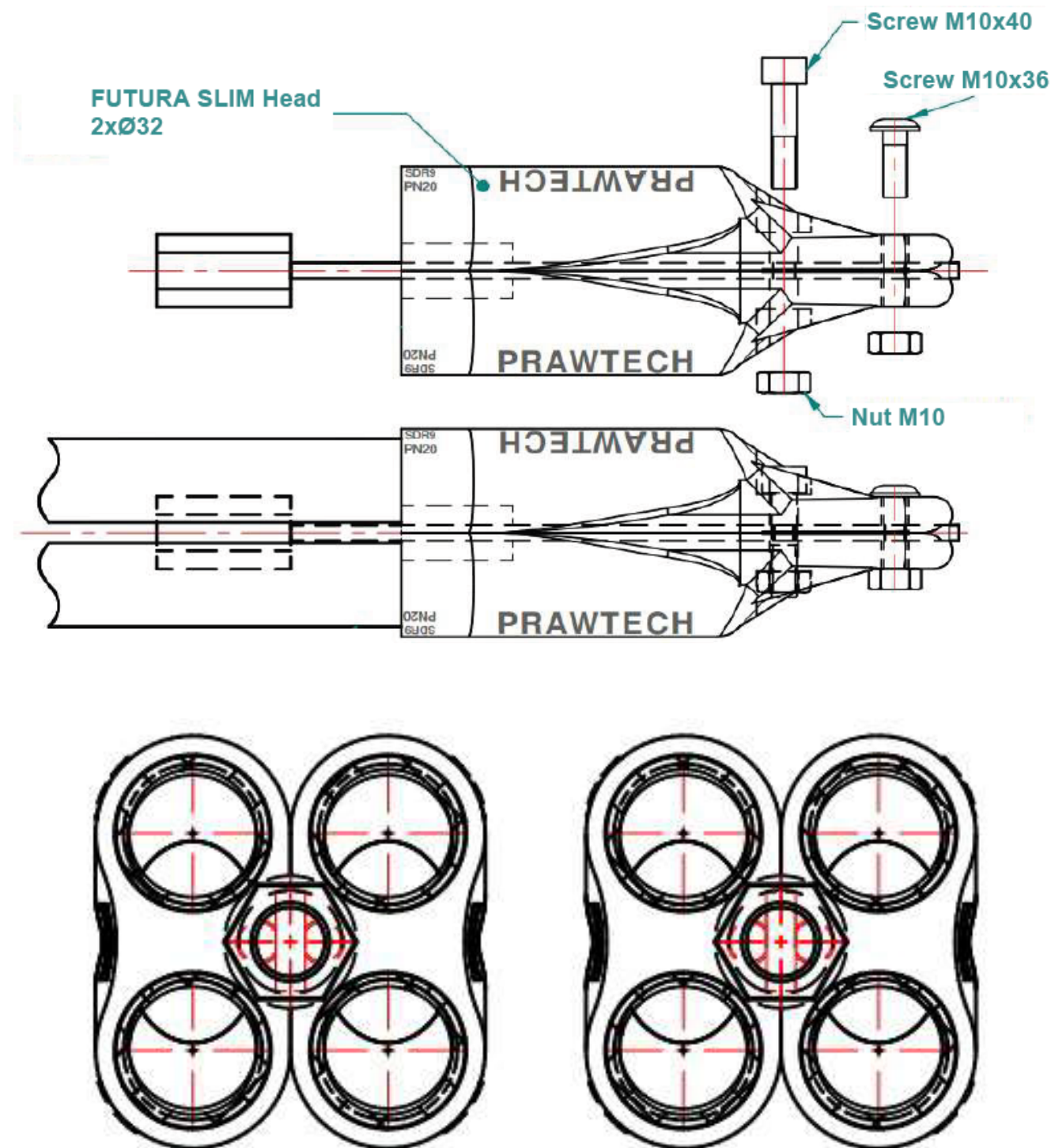


Fig. 2 Montage des têtes de sondes FUTURA fourGEO 4 x 32mm



Conception de la tête géothermique FUTURA SLIM

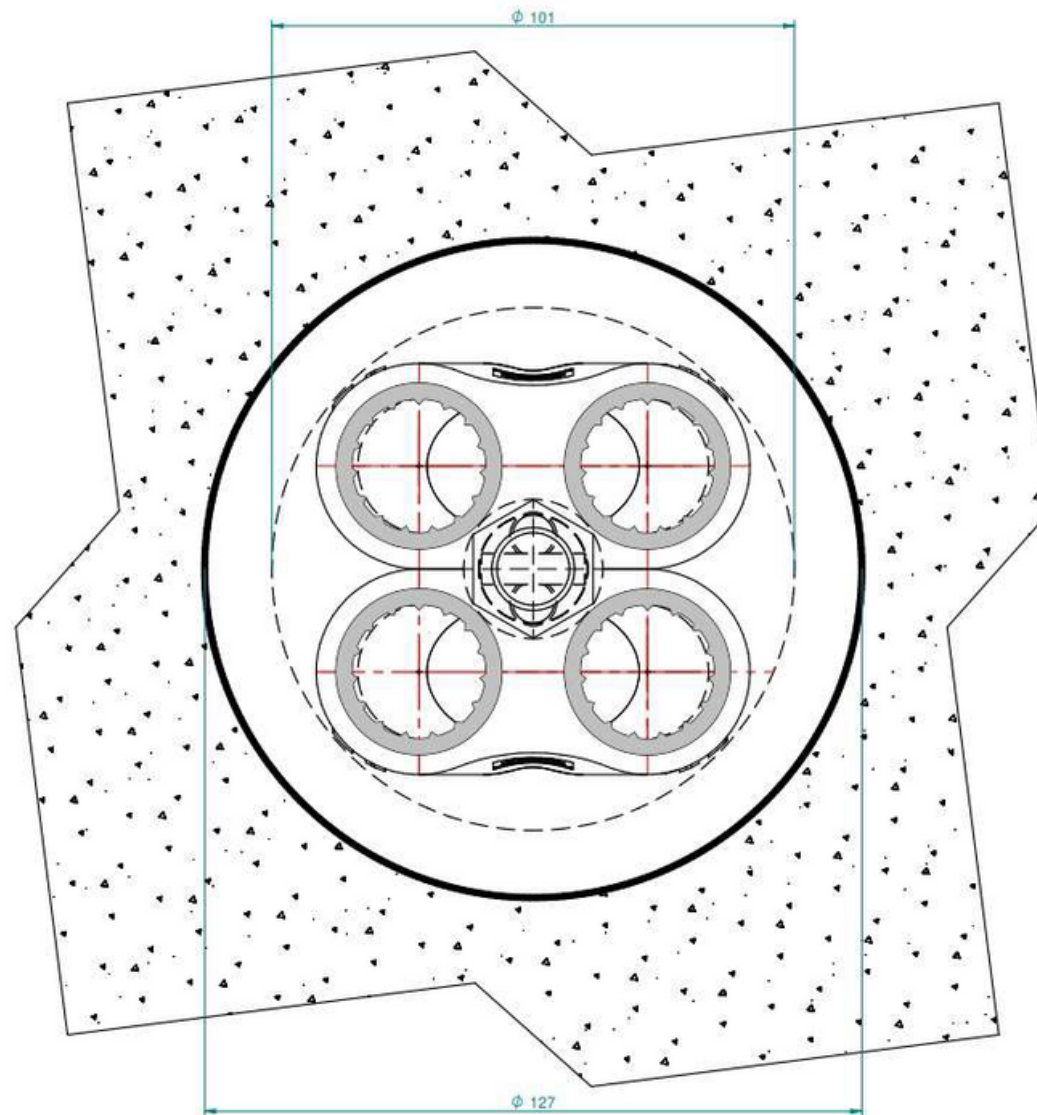


Fig. 3 Coupe transversale de la tête FUTURA LAMELAfourGEO 4 x 32 mm dans la cage de montage (forage vertical)

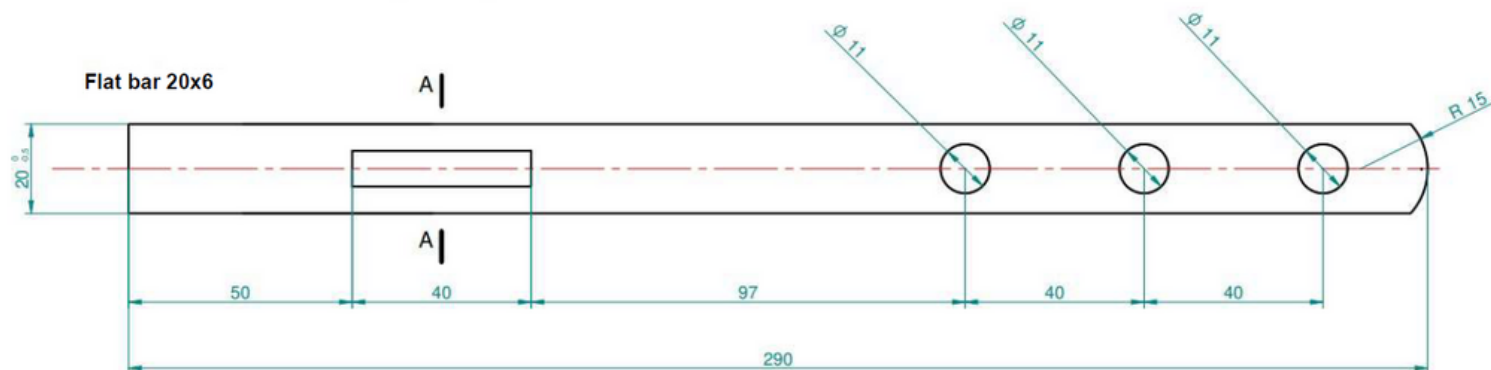


Fig. 4 Connecteur pour intégration de têtes quatre tubes FUTURA LAMELA SLIM 4 x 32 mm et/ou 4 x 40 mm



Conception de la tête géothermique FUTURA SLIM

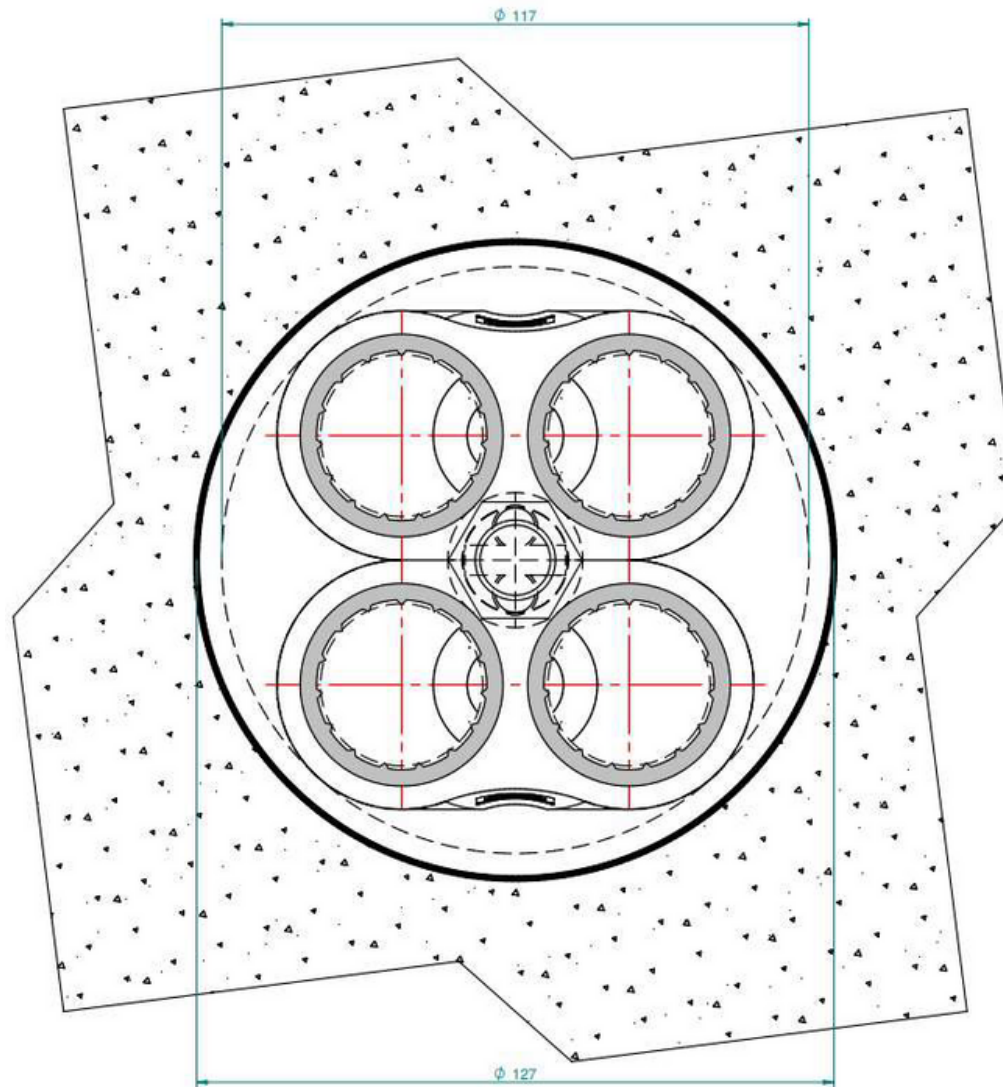


Fig. 5 Coupe transversale de la tête FUTURA LAMELA fourGEO 4 x 40 mm dans la cage de montage (forage vertical)



Fig. 6 Accessoire d'application en acier FUTURA LAMELA fourGEO 4 x 32 mm L = 350mm

Conception du système FUTURA LAMELA

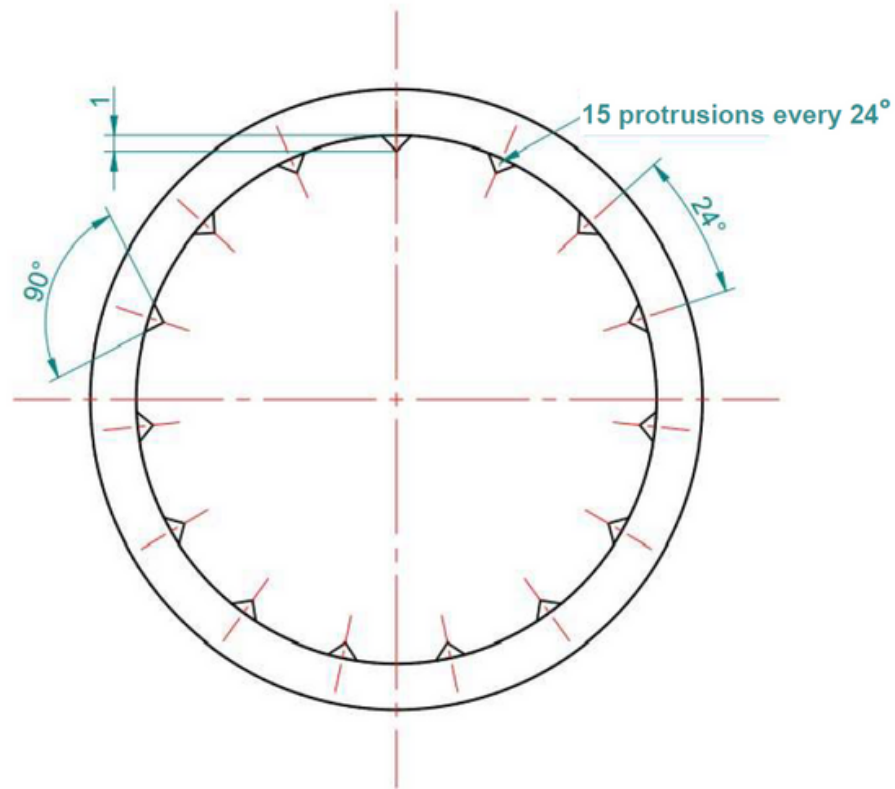


Fig.7 Coupe transversale d'un tube de sonde Terra FUTURA LAMELA





La sonde géothermique **FUTURA Lamela** est conçue avec des saillies internes (voir Figure 7). Cette nouvelle conception de l'échangeur renforce la résistance circonférentielle de la sonde géothermique et améliore la sécurité lors de l'application de l'échangeur, même dans des conditions hydrogéologiques particulièrement difficiles.

Grâce à un fonctionnement stable dans le sol, cette sonde permet d'atteindre la durée de vie revendiquée des sondes FUTURA, pouvant aller jusqu'à 100 ans (voir graphique 1).

Les saillies internes, en fonction des caractéristiques du sol, telles que le coefficient Lambda du centre de fonctionnement de l'échangeur, ainsi que du processus et de l'efficacité du remplissage de l'espace annulaire du trou de fixation de l'échangeur, contribuent à optimiser le transfert de chaleur entre le fluide à faible teneur en solides et le sol.

Positionnées dans les tubes de l'échangeur thermique, ces saillies améliorent efficacement la pénétration de la chaleur.

La pénétration de la chaleur est appelée échange thermique entre la paroi de la sonde et le fluide faible qui la recouvre. La pénétration de la chaleur dépend de la vitesse du fluide, du type, de la forme et de la température de la surface d'échange thermique ainsi que des paramètres thermophysiques du glycol.

La sonde Lamela, selon le type d'écoulement (laminaire, turbulent, transitoire), se caractérise par un α élevé par rapport à un échangeur standard à surface lisse :

$$\alpha_2 \geq 1.14 \alpha_1$$

α_1 : coefficient de pénétration de chaleur pour sonde standard

α_2 : coefficient de pénétration de chaleur pour sonde FUTURA LAMELA





Dépendance de la contrainte circonférentielle en temps pour la sonde FUTURA PE100RC

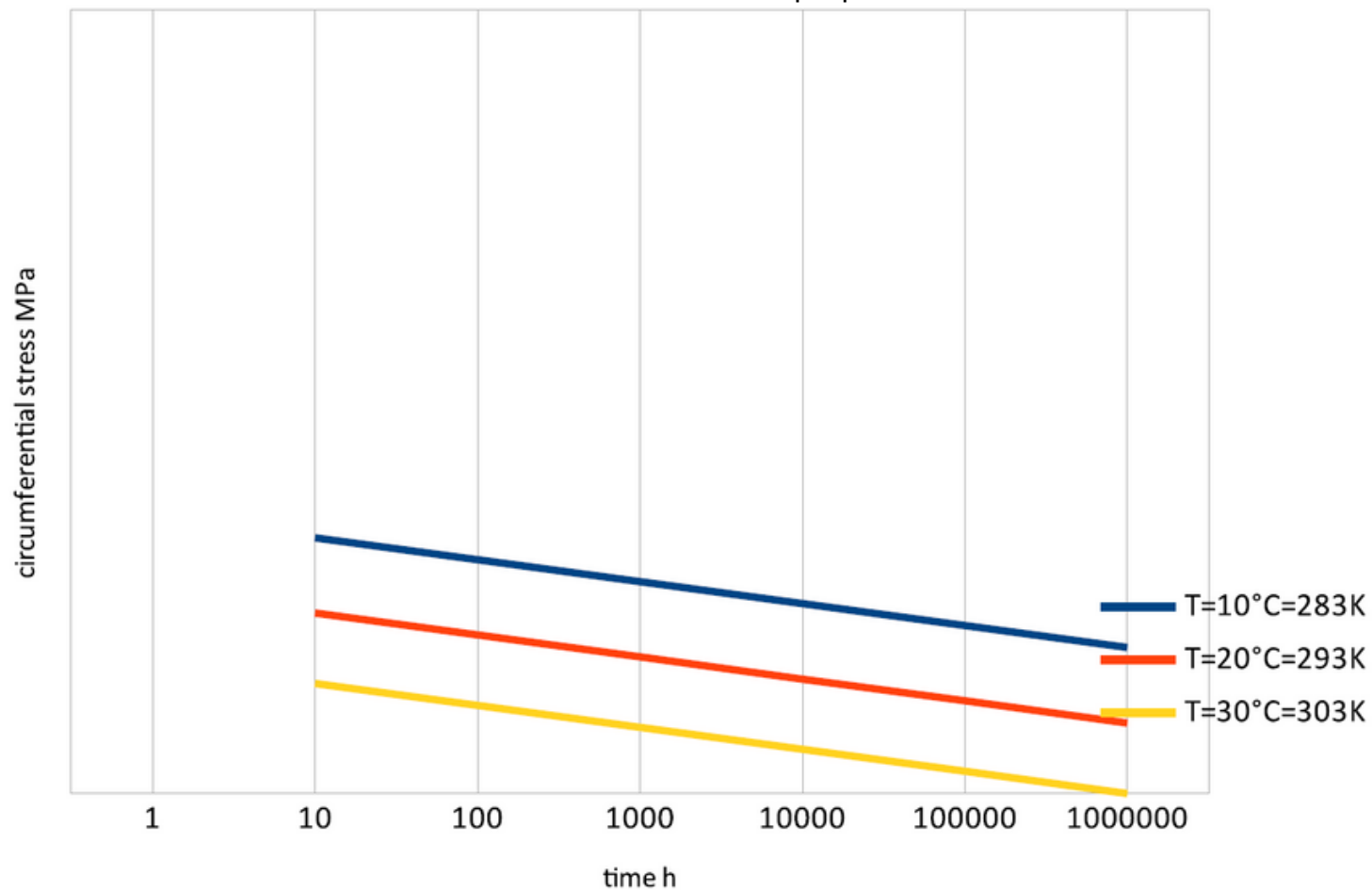


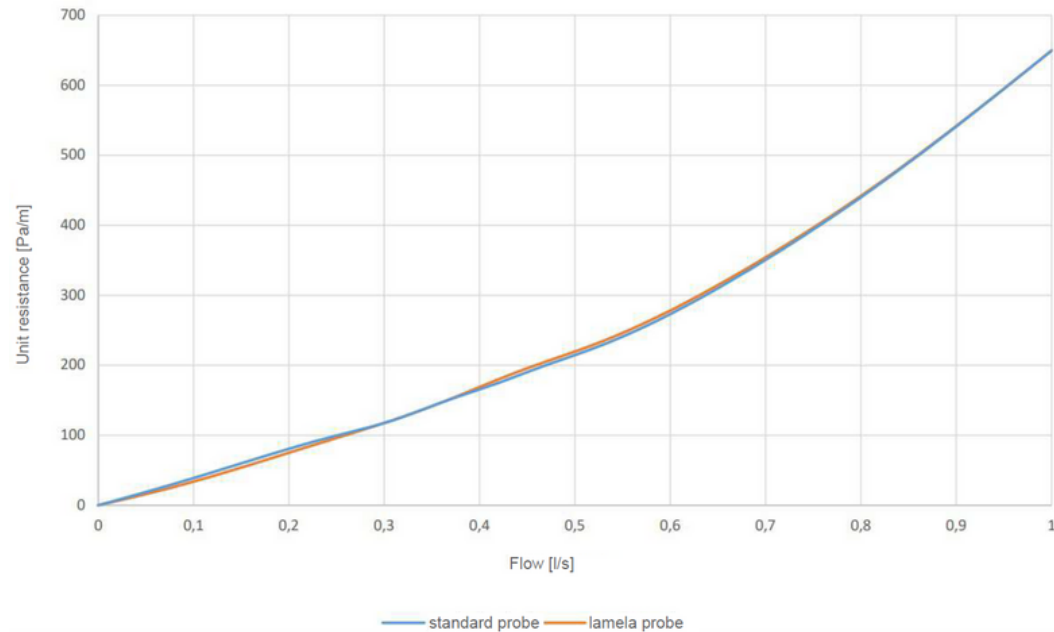
Figure 1. courbes de régression des sondes PE100 RC LAMELA PRAWTECH GEOTHERMAL

Lors de la conception et de l'utilisation des échangeurs de chaleur verticaux au sol de la série **Terra FUTURA Lamela**, il est vivement recommandé de se familiariser en détail avec les caractéristiques du produit, en particulier avec la résistance unitaire à l'écoulement spécifiée pour les sondes à ondulation interne (voir tableaux 2 et 3). Les lamelles insérées dans les tubes échangeurs peuvent affecter l'augmentation de la résistance hydraulique pour une certaine plage de débits de fluide dans les tubes (un phénomène observé notamment par rapport à une charge non coagulée élaborée à partir d'éthylène glycol).

TERRA FUTURA LAMELA

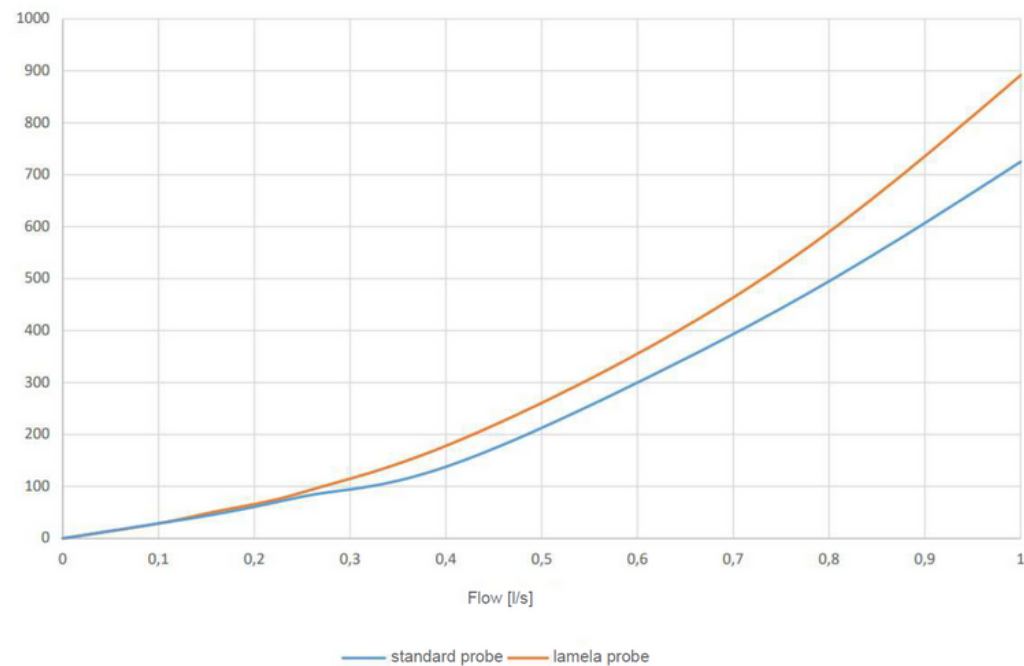


Dépendance de la résistance hydraulique au débit (propylène glycol 33%, 12°C)



Graphique 2. Dépendance de la résistance hydraulique au débit pour le propylène glycol avec une concentration pondérale de 33 %. Sonde Terra Lamela 2 x 40 mm

Dépendance de la résistance hydraulique au débit (propylène glycol 30%, 12°C)



Graphique 2. Dépendance de la résistance hydraulique au débit pour le propylène glycol avec une concentration pondérale de 30 %. Sonde Terra Lamela 2 x 40 mm



Fonctions de base de la sonde géothermique et paramètres de fonctionnement

La sonde géothermique joue un rôle crucial dans la réception équilibrée de la chaleur emmagasinée dans le massif rocheux et dans la distribution d'un fluide à température constante vers la pompe à chaleur géothermique.

La sonde géothermique PRAWTECH est spécifiquement conçue pour fonctionner aussi bien en mode chauffage qu'en mode refroidissement.

Dans chacun de ces cas, il est recommandé de concevoir la technologie de fonctionnement de la pompe à chaleur de manière à ce que la température du fluide reste comprise entre 0 et 30°C pour éviter le gel.

Un fonctionnement à court terme à des températures inférieures à zéro est toléré, mais il est impératif de définir correctement les paramètres du matériau utilisé pour remplir le trou de montage de la sonde (le paramètre de résistance au gel).

De même, un fonctionnement de courte durée à des températures supérieures à la norme recommandée est envisageable, à condition de respecter les directives du géologue, du fabricant de la pompe à chaleur et les limites de température maximale de fonctionnement du polyéthylène de la série PE100 RC (max. +40°C).

ATTENTION

La modification des paramètres de température de fonctionnement de la sonde peut affecter la durée de vie de l'échangeur de chaleur et doit être consultée avec le fabricant au stade de la conception.

(Voir les courbes de régression pour les matériaux de la série PE100 RC).



Fonctions de base de la sonde géothermique et paramètres de fonctionnement

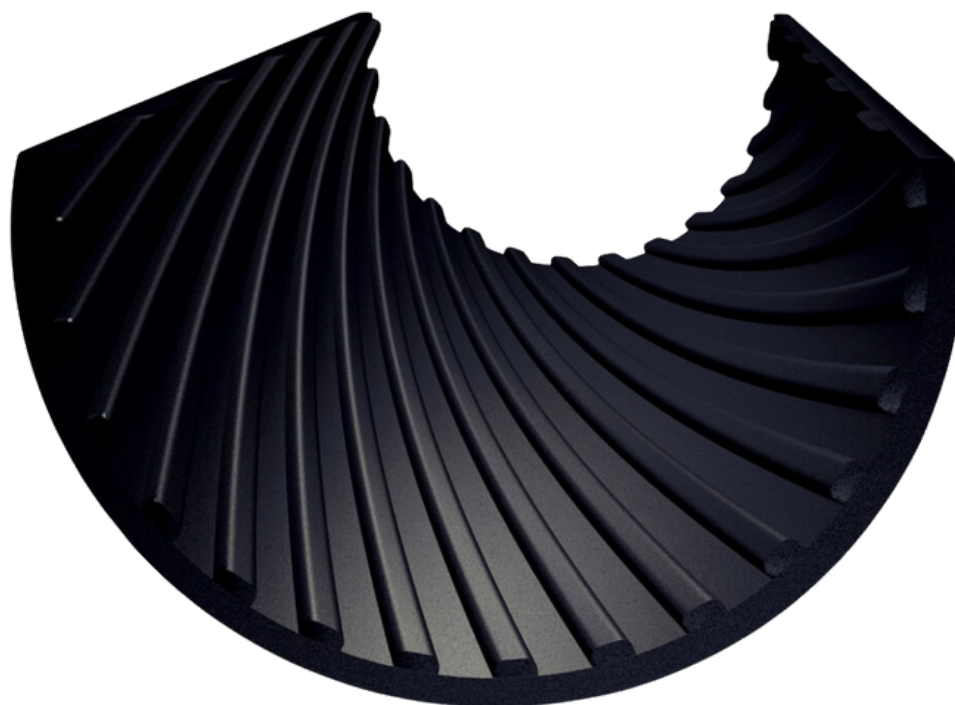
La sonde géothermique **FUTURA LAMELA** est disponible en standards :

► 4 x 32mm et 4 x 40mm fourGEO : les tubes de la sonde sont également en polyéthylène haute densité PE100 RC, résistant à la propagation des rayures de type RC (Crack resistant), avec un diamètre extérieur de 32mm ou 40mm chacun.

La sonde FUTURA Lamela est disponible dans les séries de pression Pn 12.5 (SDR 13.6) pour les échangeurs de chaleur de forage d'une profondeur ne dépassant pas 120 mètres et PN16 (SDR 11) lorsque la profondeur maximale autorisée pour le forage et l'échangeur est de 200 mètres. Dans certains cas, il est envisageable d'utiliser une sonde pour des forages plus profonds, sous réserve d'une consultation écrite préalable avec un géologue, un concepteur et un fabricant.

ATTENTION

La modification des paramètres de pression de fonctionnement de la sonde peut affecter la durée de vie de l'échangeur thermique et doit être consultée avec le fabricant au stade de la conception. (Voir courbe de régression pour les matériaux de la série PE100 RC).



Application et utilisation de la sonde géothermique PRAWTECH

La sonde géothermique est intégrée dans un trou de montage/forage vertical destiné à la pompe à chaleur. Avant chaque application de la sonde, il est impératif de procéder à une inspection visuelle de la sonde ainsi qu'à un test de fuite et de débit afin de prévenir d'éventuels dommages accidentels causés au produit pendant le transport ou le stockage. Les détails de la procédure d'application sont précisés dans le document intitulé "Exigences de performance pour les installations de PRAWTECH", disponible sur demande www.foracia.fr

L'application de la sonde géothermique doit être réalisée en conformité avec les exigences légales en vigueur, les réglementations en matière de santé et de sécurité. Les opérations de forage doivent être exécutées exclusivement par des individus autorisés et possédant les qualifications appropriées.

Il est à noter que le fabricant NE PERMET PAS l'utilisation de sondes géothermiques dans les zones sujettes aux dommages miniers et aux glissements de terrain.

Toutes les sondes géothermiques PRAWTECH sont expédiées au client uniquement après avoir réussi les tests de pression et de débit conformément à la procédure de contrôle qualité interne. Les produits sont ensuite soigneusement emballés et protégés avant leur expédition.



Chaque sonde possède son propre numéro de série individuel. Le fabricant recommande d'utiliser ce numéro lors de l'enregistrement du journal de construction/forage tenu et pour tout contact ultérieur avec le fournisseur/fabricant.



Technologie de liaison de sonde géothermique PRAWTECH dans le cadre d'une installation de source de chaleur géothermique

Pour relier les sondes PRAWTECH GEOTHERMAL aux tuyaux de distribution et aux collecteurs de puits/source géothermique, des raccords électrosoudables conformes aux normes PN-EN 1555-3 et PN-EN 12201-3 sont utilisés. Les raccords proposés par PRAWTECH sont fabriqués en polyéthylène de qualité PE100 et sont disponibles en deux séries de tailles - SDR 11 et SDR 17.

Lors de l'utilisation et de l'installation des raccords, la température ambiante doit se situer entre 0°C et 40°C. Pour les travaux d'installation réalisés dans des conditions météorologiques difficiles (par exemple, brouillard, températures inférieures à zéro, humidité élevée et pluie), l'utilisation d'une tente de protection est recommandée afin de garantir des conditions sûres et stables pour le processus de polyfusion thermique.

Les raccords par électrofusion sont compatibles avec le soudage à 39.5V, ce qui est spécifié sur les étiquettes des unités apposées sur les produits, ainsi que d'autres informations nécessaires au soudage, telles que le temps de soudage et le temps de refroidissement (indiquant le moment où le raccord peut être déconnecté de la machine de soudage par électrofusion). De plus, l'étiquette de l'unité contient également un code-barres conforme à la norme ISO 13950 pour le processus de soudage automatique, ainsi qu'un code de traçabilité contenant des données pour une identification complète du produit.

Le soudage par électrofusion est de type douille. Les raccords électrosoudables sont munis de deux indicateurs optiques de précision de la soudure et de butées de profondeur d'insertion internes, à l'exception des bouchons qui disposent d'un indicateur optique.

Étant donné la durée de vie déclarée de 100 ans des sondes PRAWTECH, il est impératif de respecter strictement les règles de connexion par électrofusion, ainsi que la séquence des opérations d'assemblage, dès leur mise en œuvre.



Technologie de liaison de sonde géothermique PRAWTECH dans le cadre d'une installation de source de chaleur géothermique

Étapes de préparation du tuyau pour le soudage par électrofusion :

1. Préparation du tuyau pour le soudage :

- ▶ Couper le tuyau perpendiculairement à son axe ;
- ▶ Chanfreiner les bords du tube à l'intérieur afin qu'ils soient exempts d'irrégularités et arrondir les bords à l'extérieur ;
- ▶ Insérer le tuyau jusqu'à la butée des butées internes et marquer avec un marqueur sur le tuyau la profondeur de son insertion ;
- ▶ Retirez le tuyau du raccord et retirez soigneusement la couche extérieure oxydée du tuyau sur une profondeur d'environ 0,2 mm minimum. Les marques de grattage de la couche oxydée doivent être faites de manière à ce qu'elles soient visibles sur le tuyau une fois inséré dans le raccord soudé ;
- ▶ Nettoyer soigneusement le tuyau intérieurement et extérieurement avec un agent dédié, tel que l'alcool isopropylique, en utilisant un matériau absorbant, lisse et non tachant ;
- ▶ Attendre que l'alcool s'évapore et que la surface du tuyau soit complètement sèche ;
- ▶ Réinsérer le tuyau jusqu'à la butée interne et marquer la profondeur d'insertion avec un marqueur sur le tuyau ;
- ▶ Nivelier les ovales du tuyau avec des colliers appropriés.

Une mauvaise élimination de la couche oxydée et un nettoyage inadéquat de la surface du tuyau peuvent entraîner un ÉCHEC DE CONNEXION.

2. Préparation du raccord pour le soudage :

- ▶ Retirez le raccord de la pochette en polyéthylène, qui sert d'emballage unitaire du raccord pour protéger le produit des dommages et de la saleté ;
- ▶ Nettoyez méticuleusement la surface intérieure du raccord en la lavant avec de l'alcool isopropylique à l'aide d'un matériau absorbant, lisse et non tachant ;
- ▶ Attendez que l'alcool s'évapore et que la surface intérieure du moule soit complètement sèche.

Ne pas nettoyer correctement la surface du raccord peut entraîner un ÉCHEC DE CONNEXION.



Technologie de liaison de sonde géothermique PRAWTECH dans le cadre d'une installation de source de chaleur géothermique

3. Assemblage :

- Insérez le tuyau jusqu'au point de butée dans le raccord tout en maintenant la concentricité. (Si la ligne de profondeur d'insertion marquée a été effacée, veuillez la marquer à nouveau pour vérifier la position du tuyau dans le raccord) ;
- Immobilisez les éléments de connexion dans la pince de montage pour assurer la stabilité de la position pendant le chauffage et le refroidissement.

4. Performance du soudage par électrofusion :

- Lors du soudage, suivez les instructions du fabricant du poste à souder. Seules les machines à souder disposant d'une déclaration de conformité CE et étalonnées au moins une fois par an doivent être utilisées pour le soudage par électrofusion.

Chaque raccord possède une étiquette contenant tous les paramètres de soudage nécessaires ainsi qu'un code-barres utilisé pour le soudage automatique.
Le temps de refroidissement indiqué sur l'étiquette est le moment où le raccord peut être déconnecté de la soudeuse électrofusion.

Le moment où le test de pression peut être effectué dépend du diamètre du tuyau et du raccord utilisé, comme indiqué dans le tableau 1.

Diamètre nominal des raccords HDPE	Temps de refroidissement Déconnexion du soudage machine	Test Pression
[mm]	[min]	[min]
20-63	5	30
75-110	10	60
125-160	15	75
180-225	20	90
250-400	25	150

Tableau n°1 Temps de refroidissement minimum pour les raccords électrosoudables et temps jusqu'au test d'étanchéité



Technologie de liaison de sonde géothermique PRAWTECH dans le cadre d'une installation de source de chaleur géothermique

Tableau N°2 Propriétés du granule PE et de la sonde PRAWTECH GEOTHERMAL PE100 RC

Propriété du PEHD	Valeurs	Unités	Methode Test
Couleur	Noir		
Débit de fusion (MFR) à 190°C et 5kg	0,2	g/10 min	ISO 1133
Densité	956-962	kg/m3	ISO 1183
Teneur en suie	2,25	%	ISO 6964
Module d'élasticité	1000	MPa	ISO 527-2
Résistance à la traction au point d'élimination	23-35	MPa	ISO 527-2
Elongation au point d'élimination	≥8	%	ISO 527-2
Test d'encoche	>8760	h	EN ISO 13479
Dureté shore (D)	62	-	ISO 868
Point de fusion	124-128	°C	DIN 53765
Temps d'induction oxydation OIT 210°C	>20	min	ISO 11357-6
Coefficient de conductivité thermique	0,42	W/m*K	
Rugosité absolue k	0,03	mm	



Contactez-nous



contact@foracia.fr



+33 (0)2.59.16.02.44

www.foracia.fr