

CALEPIN DE CHANTIER

# POMPES À CHALEUR GÉOTHERMIQUES EN HABITAT INDIVIDUEL

JANVIER 2017

● NEUF ● RÉNOVATION



# AVANT-PROPOS

## Programme PACTE

Le Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Energétique a pour objectif d'accompagner la montée en compétences des professionnels du bâtiment dans le champ de l'efficacité énergétique dans le but d'améliorer la qualité dans la construction et les travaux de rénovation.

Financé par les Pouvoirs publics, le programme PACTE s'attache depuis 2015 à favoriser le développement de la connaissance, la mise à disposition de référentiels techniques et d'outils pratiques modernes adaptés aux pratiques des professionnels et, à soutenir les territoires dans toutes leurs initiatives dans ce champ.

Les actions menées s'inscrivent dans la continuité des travaux de modernisation des Règles de l'art initiés dans le cadre du programme RAGE.

## Les Calepins de chantier PACTE

Les calepins de chantier favorisent l'appropriation sur le terrain de Règles de l'art nouvellement définies. Destinés principalement aux personnels de chantier, ils présentent de manière illustrée les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles contenues dans un document de référence (NF DTU, Recommandations professionnelles RAGE, etc.)

# SOMMAIRE

Les différentes pompes à chaleur géothermiques . . .	4
Démarrage du chantier . . . . .	6
Protection et attestations . . . . .	10
Implantation et pose . . . . .	12
Installation des capteurs enterrés . . . . .	14
Les collecteurs . . . . .	19
Le remblaiement . . . . .	21
La pénétration dans le bâtiment . . . . .	23
Réalisation de forages sur nappes . . . . .	24
Réseau hydraulique . . . . .	25
Raccordements électriques . . . . .	36
Régulation . . . . .	38
Mise en service – mise en main . . . . .	44

## AVERTISSEMENT

! Ce calepin traite de l'installation de pompes à chaleur géothermiques de puissance calorifique inférieure à 50 kW destinées au chauffage ou au chauffage-rafraîchissement de l'habitat individuel. Il ne substitue pas aux recommandations professionnelles RAGE : « POMPES A CHALEUR GEOTHERMIQUES EN HABITAT INDIVIDUEL – INSTALLATION ET MISE EN SERVICE ».

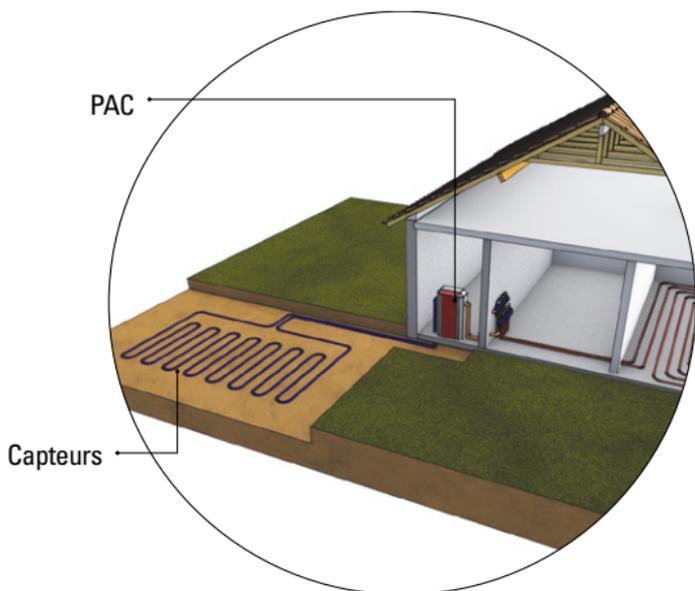
Il traite de l'installation jusqu'au raccordement avec le circuit de chauffage et ne traite pas des émetteurs.

Ces travaux doivent être effectués par des professionnels.

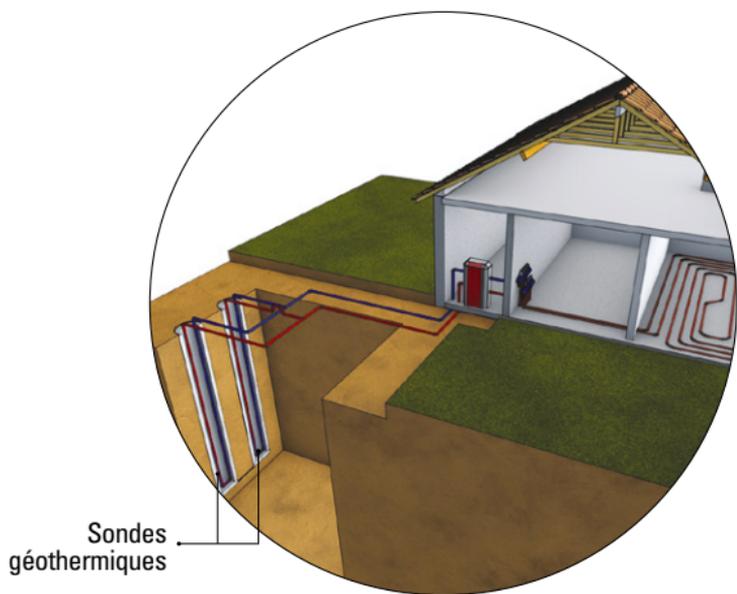
# LES DIFFÉRENTES POMPES À CHALEUR GÉOTHERMIQUES



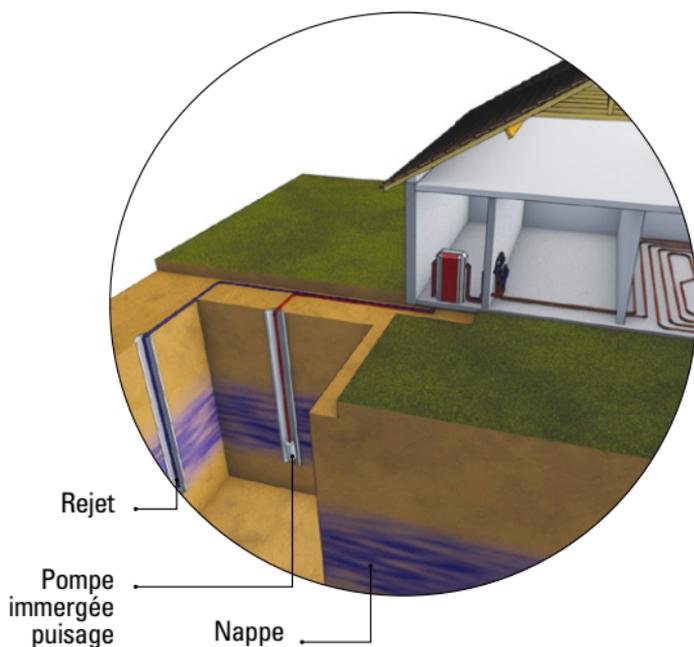
## ● La pompe à chaleur eau glycolée/eau avec capteurs horizontaux



## ● La pompe à chaleur eau glycolée/eau avec capteurs verticaux



## ● La pompe à chaleur eau/eau sur nappe aquifère



### ■ Les émetteurs possibles sont :



- planchers chauffants ;
- ventilo convecteurs ;
- unité(s) terminale(s) avec réseau aéraulique ;
- radiateurs.



## ● Remise du dossier technique du chantier



Dossier  
technique  
de chantier

Descriptif  
des travaux

Notice  
d'installation  
du fabricant

Plan  
d'implantation  
validé par  
le client

Bon de  
commande  
matériels

! Vérifier la présence des réservations et si leurs dimensions sont conformes au plan de réservation  
Vérifier la dimension du socle en rapport avec la machine.

## ● Livraisons et stockage

### ■ Accessibilité au chantier

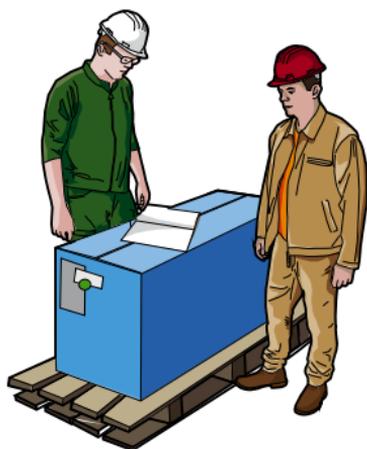


Vérifier que l'accès au lieu d'implantation est libre, dégagé de tout obstacle, autant à l'extérieur qu'à l'intérieur et que le nombre de compagnons est suffisant pour le déchargement.  
Vérifier que la porte d'accès au local technique est de dimension suffisante.

### ■ Livraison de la PAC

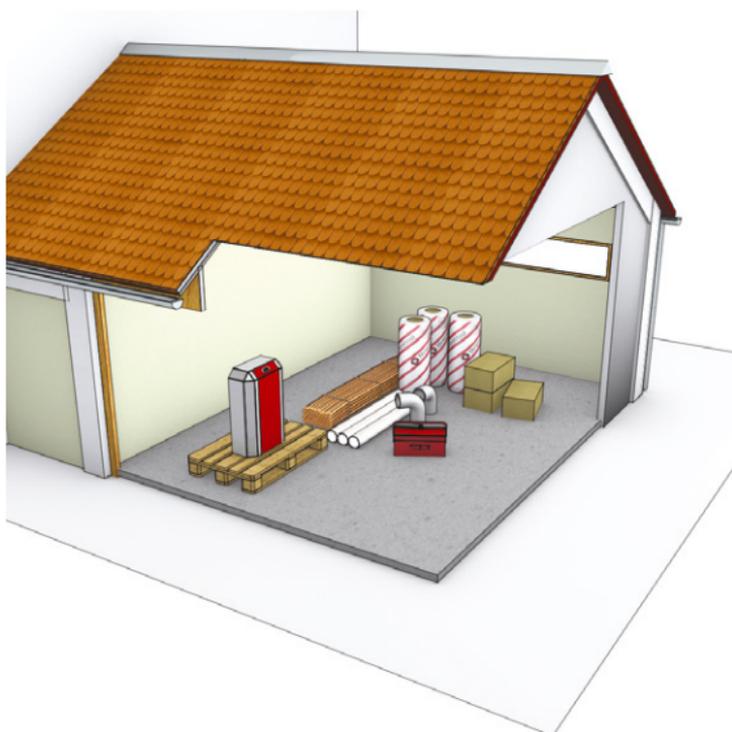


Prévoir l'outillage adapté au poids et au volume du colis.



S'assurer de la conformité et de la livraison en bon état de la machine, et qu'il n'y a pas de traces de choc. En cas de dégradations, les constater sur le bordereau de livraison en spécifiant des réserves et en référer immédiatement à votre entreprise.

### ■ Stockage dans un local fermé

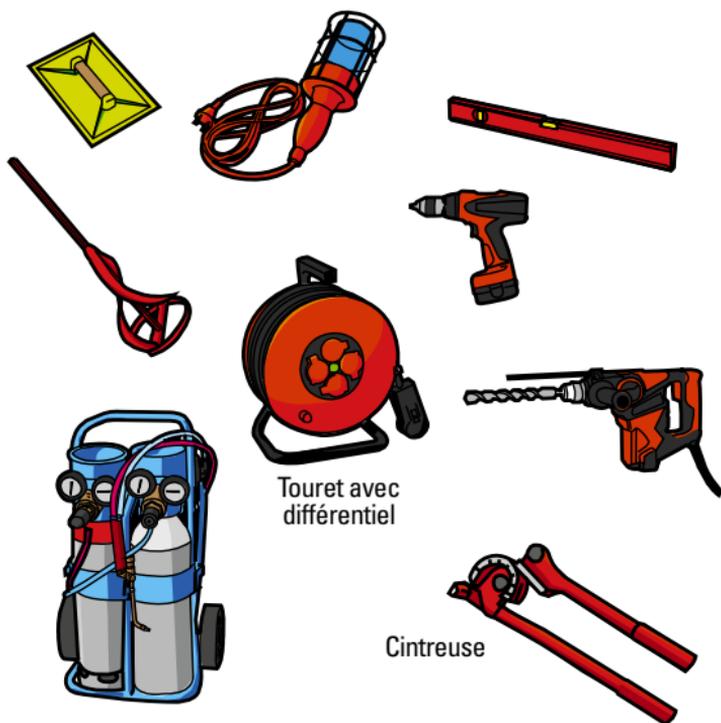




## ● Outillages et matériels nécessaires



! Prévoir une boîte à outils classique complète.

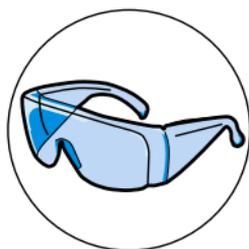




## ● Protection individuelle adaptée aux travaux



Lunettes de protection pour la brasure



Lunettes de protection pour le meulage



Lunettes de protection indispensables pour effectuer les brasures et le meulage.

Prévoir des bottes de sécurité pour travaux dans terrains boueux et des vêtements de pluie.



## ● Les attestations et habilitations obligatoires

### ■ Pour les compagnons

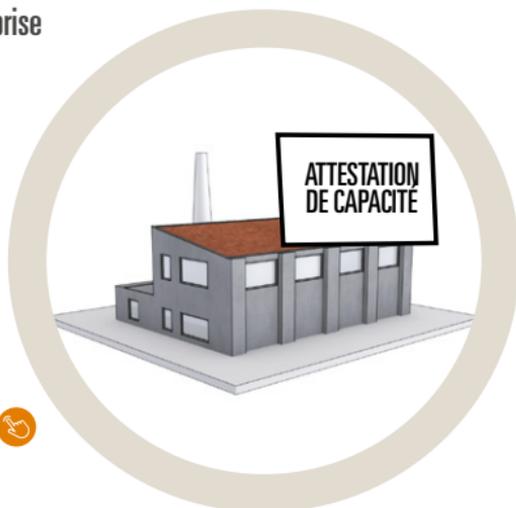


Pour toute opération nécessitant une manipulation des fluides



Interventions sur réseaux électriques ou à proximité

### ■ Pour l'entreprise



! Manipulation des fluides frigorigènes : obligation réglementaire de détenir une attestation de capacité pour l'entreprise et une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes (tout défaut à cette obligation est sanctionné par une amende).



**Articles R543-75 à R543-123 du code de l'environnement**

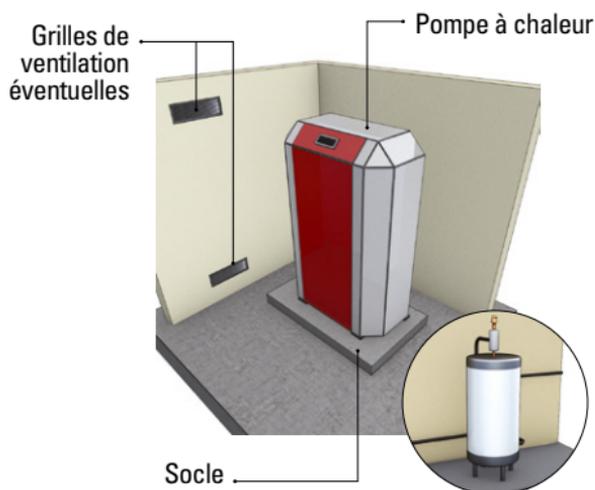


## ● Emplacement

Vérifier que les préconisations du constructeur sont respectées



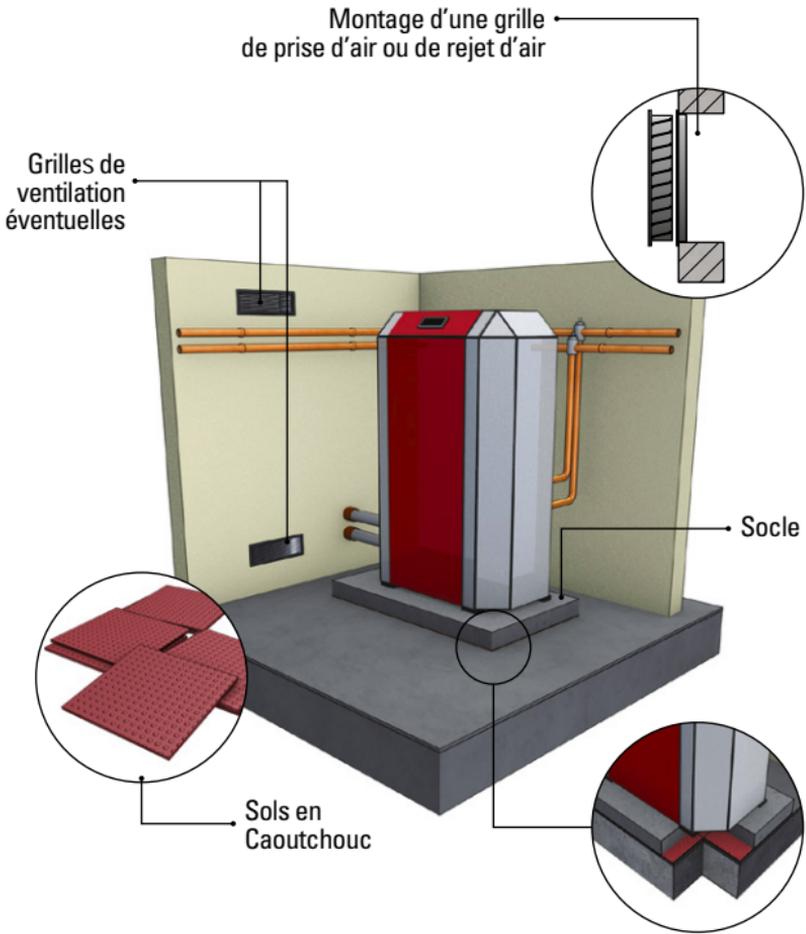
La pompe à chaleur est installée à l'emplacement prévu en fonction des paramètres d'intégration technique étudiés lors de la phase de conception.



Exemple d'implantation d'une pompe à chaleur géothermique



Penser à un accès aisé pour l'entretien

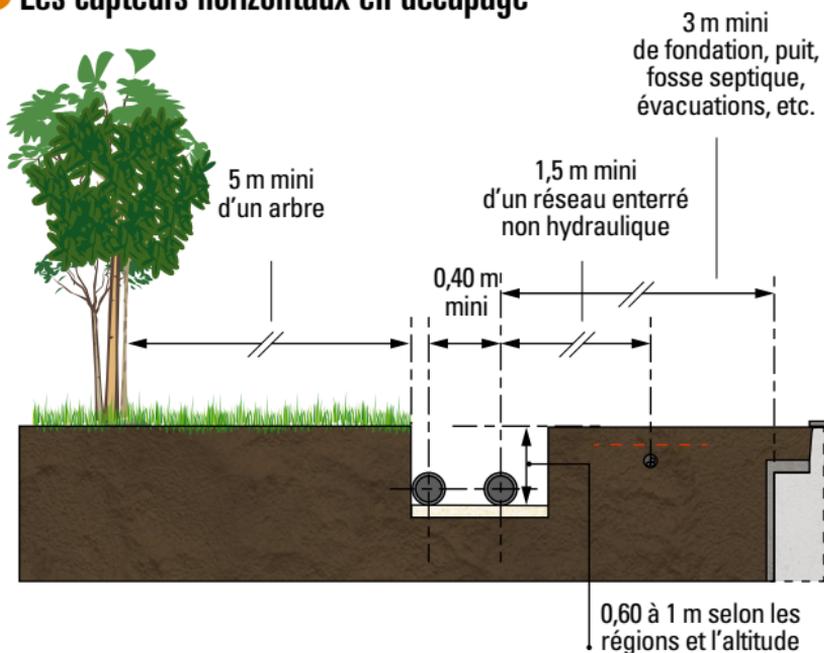


Prévoir une solution acoustique adaptée à la machine

# INSTALLATION DES CAPTEURS ENTERRÉS



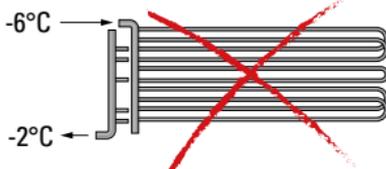
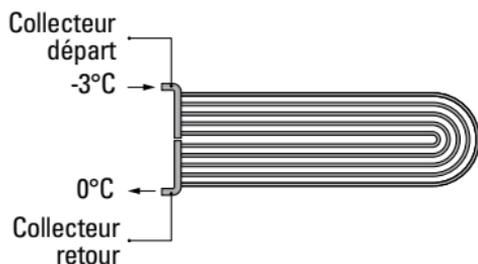
## Les capteurs horizontaux en décapage



### Distances minimales entre les capteurs et les autres éléments du site

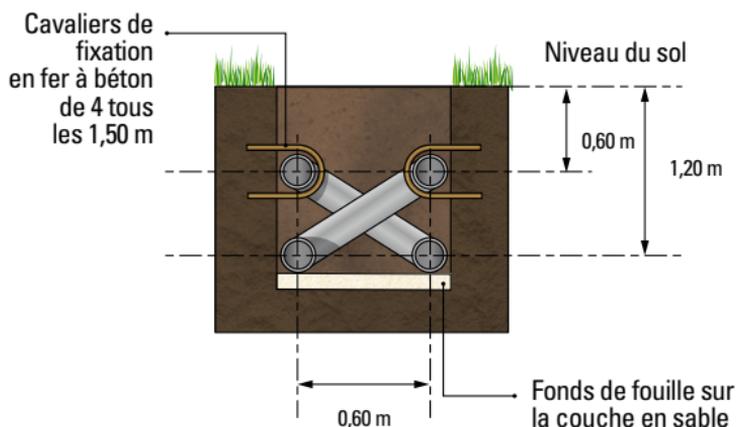


Aucun raccord ne doit être effectué sur les capteurs enterrés sauf pour les liaisons au distributeur ou au collecteur. Il convient d'éviter des recouvrements entre les tuyauteries d'entrée et de sortie des capteurs.



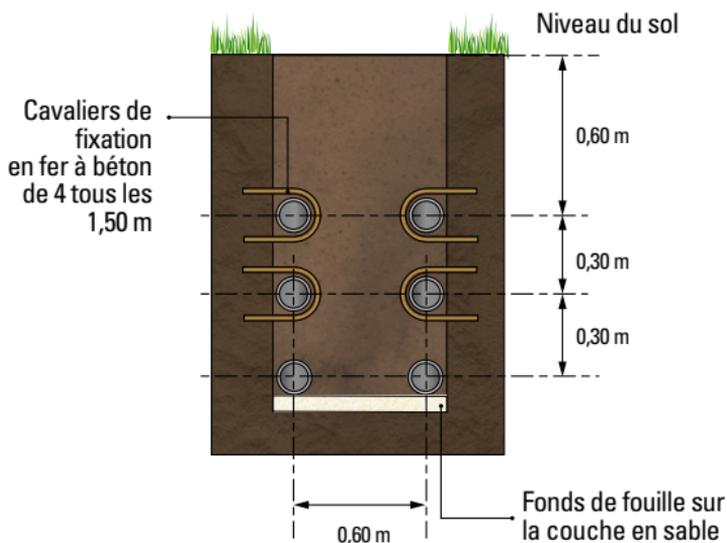


## ● Les capteurs horizontaux en tranchées



CONFIGURATION 4 TUBES

**!** Configuration 4 tubes conseillée.



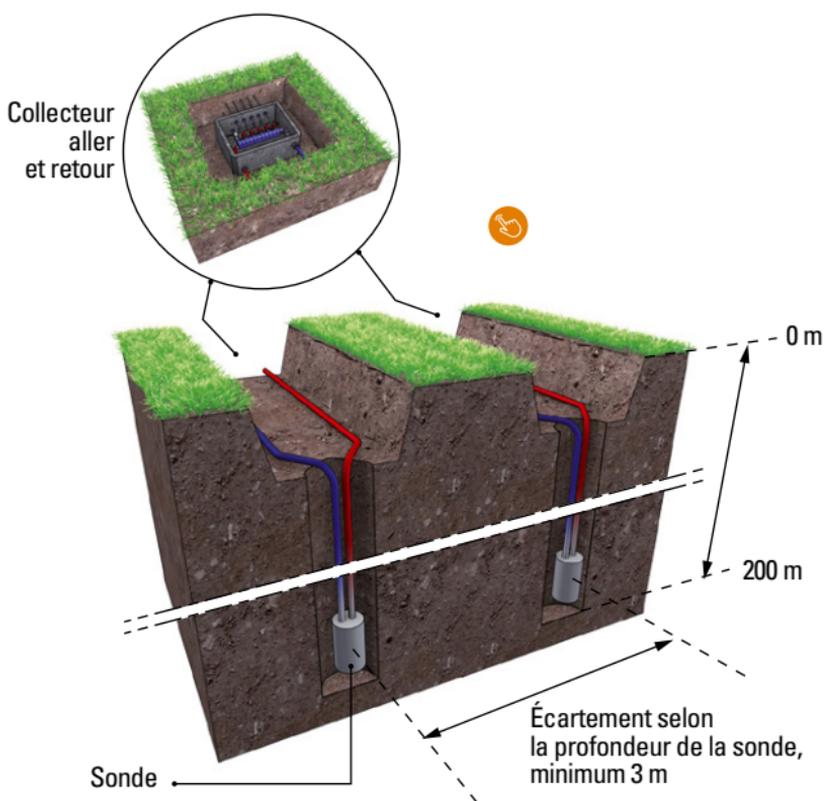
CONFIGURATION 6 TUBES

**!** Respecter les rayons de courbure.

## ● Les capteurs verticaux

### ■ Principe

Dans le cadre d'une installation avec sondes géothermiques verticales, le Maître d'ouvrage ou l'installateur doit faire appel à un foreur détenant une qualification.



### Disposition des sondes géothermiques verticales

Respecter une pente de la Pompe à chaleur vers le collecteur.

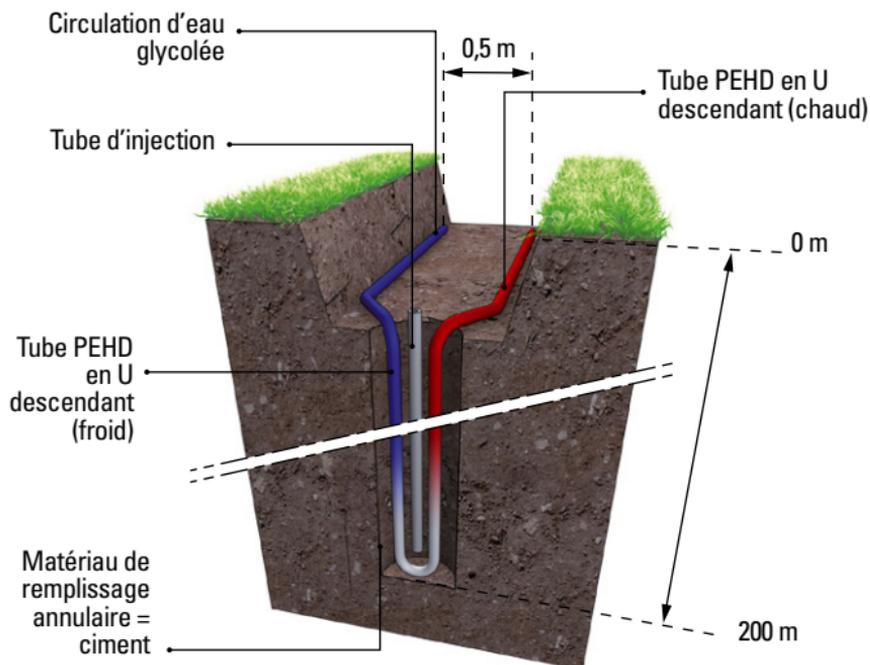


Les raccordements des tubes de la sonde avec les tubes de liaison au collecteur principal s'effectuent au moyen de raccords soudables ou électrosoudables.

Les tuyauteries de liaison sont disposées en tranchée à environ 1 m de profondeur.



! Vérifier la présence du tube d'injection.

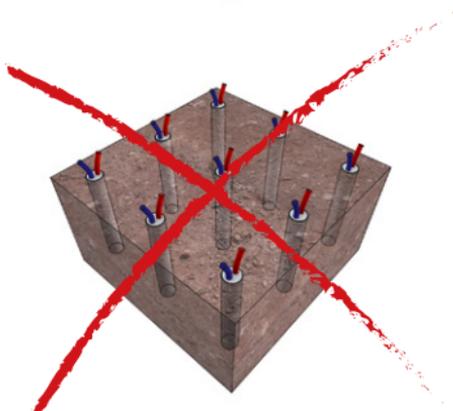
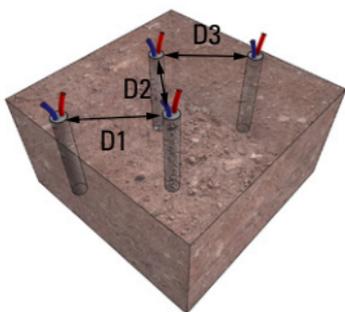
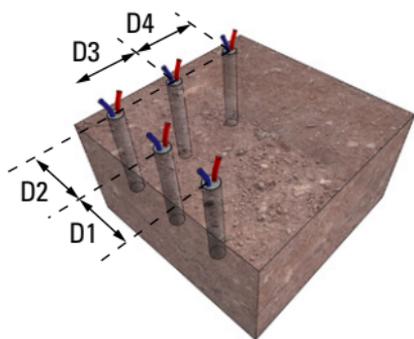


! Les tubes ne doivent en aucun cas se toucher dans la tranchée, une distance minimale de 0,50 m est prévue entre l'aller et le retour. A défaut, les tubes sont placés de préférence dans des fourreaux indépendants et éventuellement dans des fourreaux isolés.



## ■ Implantation

### Disposition des sondes géothermiques verticales

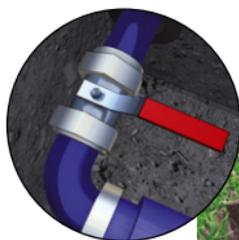


! Règle : un emplacement entre deux sondes :  
 $d_n \geq 0,1 \times \text{profondeur des sondes concernées}$   
 avec un **minimum de 3 m.**

## LES COLLECTEURS



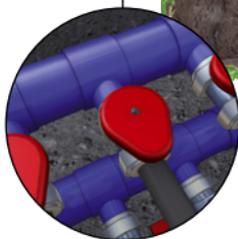
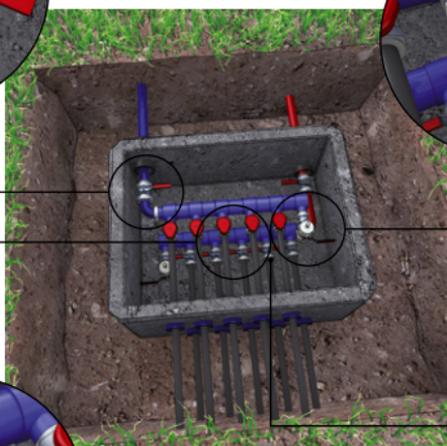
Les collecteurs doivent être installés dans un regard facilement accessible muni d'un bac de rétention sauf si le liquide antigel bénéficie d'un avis favorable de l'ANSES.



Robinet d'isolement du collecteur de départ



Robinet de purge d'air



Robinet de réglage sur chaque boucle

Robinet d'isolement sur chaque boucle

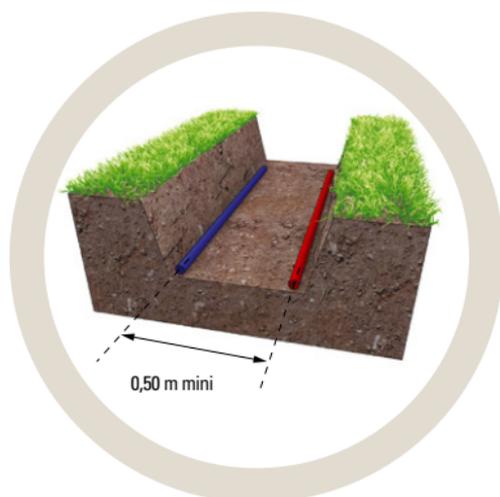
! Limiter les longueurs de boucles à 100 m maxi.

Les collecteurs doivent comporter autant de départs et de retours que le nombre de boucles composant le capteur.

! Le regard doit être en point haut par rapport aux capteurs. Respecter une pente dans le regard pour éviter le remplissage du regard en eau et la corrosion.

### Cas de capteurs verticaux

! Les tubes ne doivent en aucun cas se toucher dans la tranchée, une distance minimale de 0,50 m est prévue entre l'aller et le retour. A défaut, les tubes sont placés de préférence dans des fourreaux indépendants et éventuellement dans des fourreaux isolés.

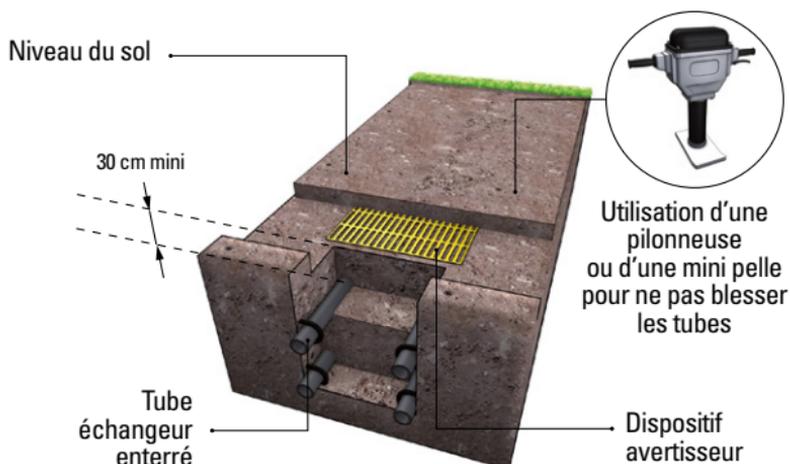
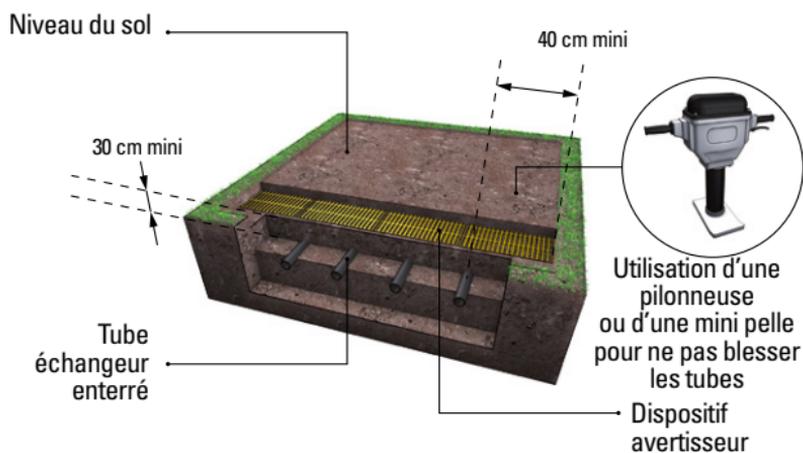




## ● Capteurs horizontaux et tuyauteries en tranchées



Pendant la phase de remblaiement, la pression d'eau spécifiée par le constructeur est maintenue dans les tuyauteries. A défaut, il est considéré une valeur minimale de 1,5 fois la pression de service.

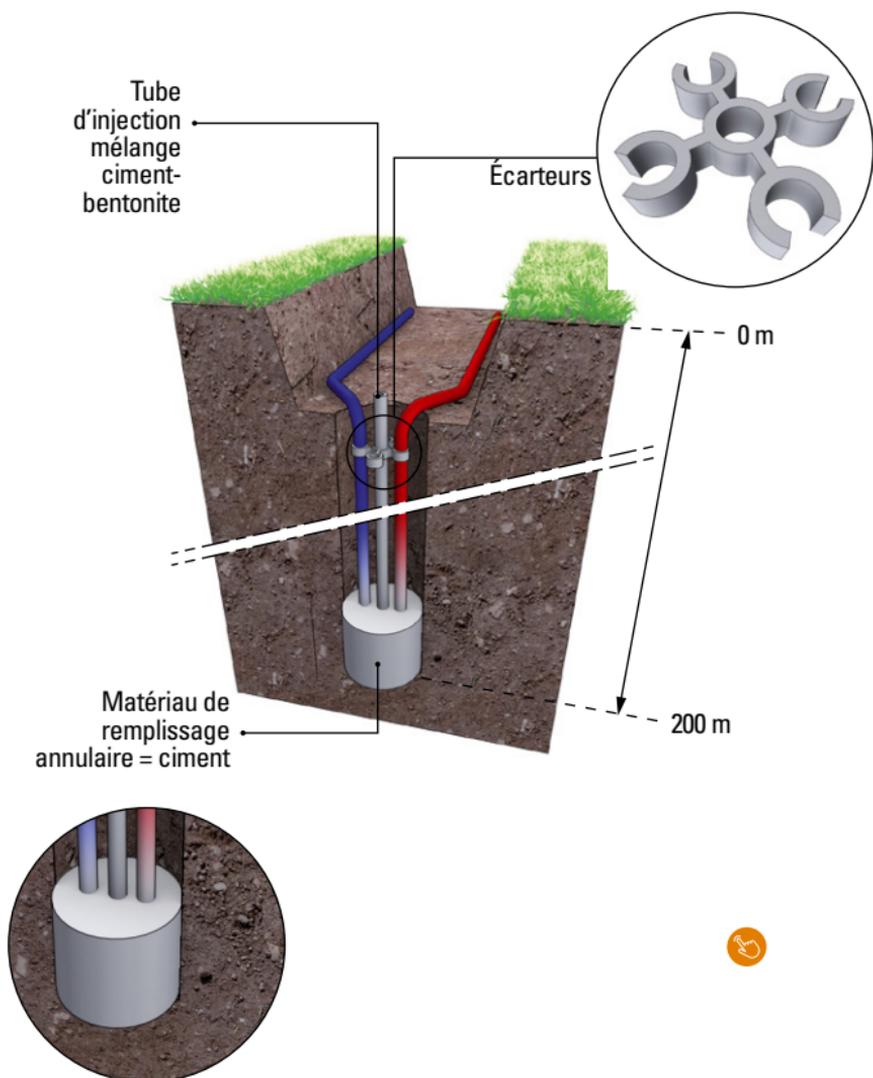




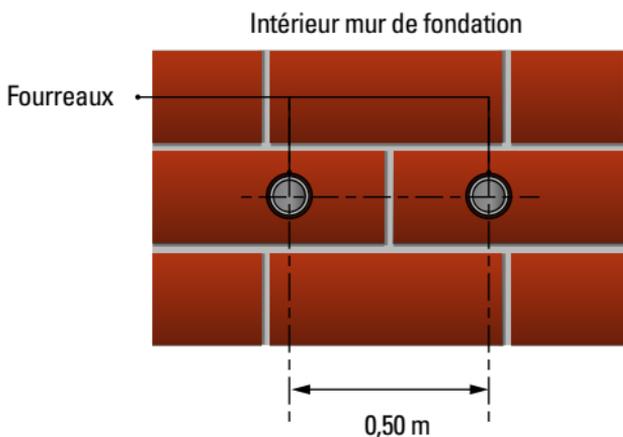
## ● Capteurs verticaux

Le foreur effectue ses essais aux différentes étapes de la mise en œuvre de la sonde

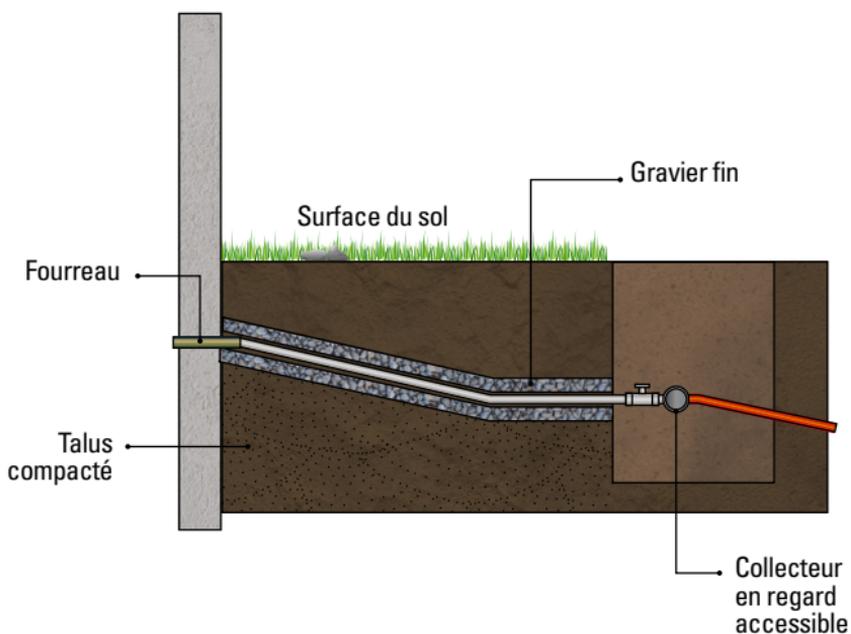
La cimentation est effectuée par le foreur depuis la base du forage jusqu'à la cote de -1 m du terrain naturel.



# LA PÉNÉTRATION DANS LE BÂTIMENT



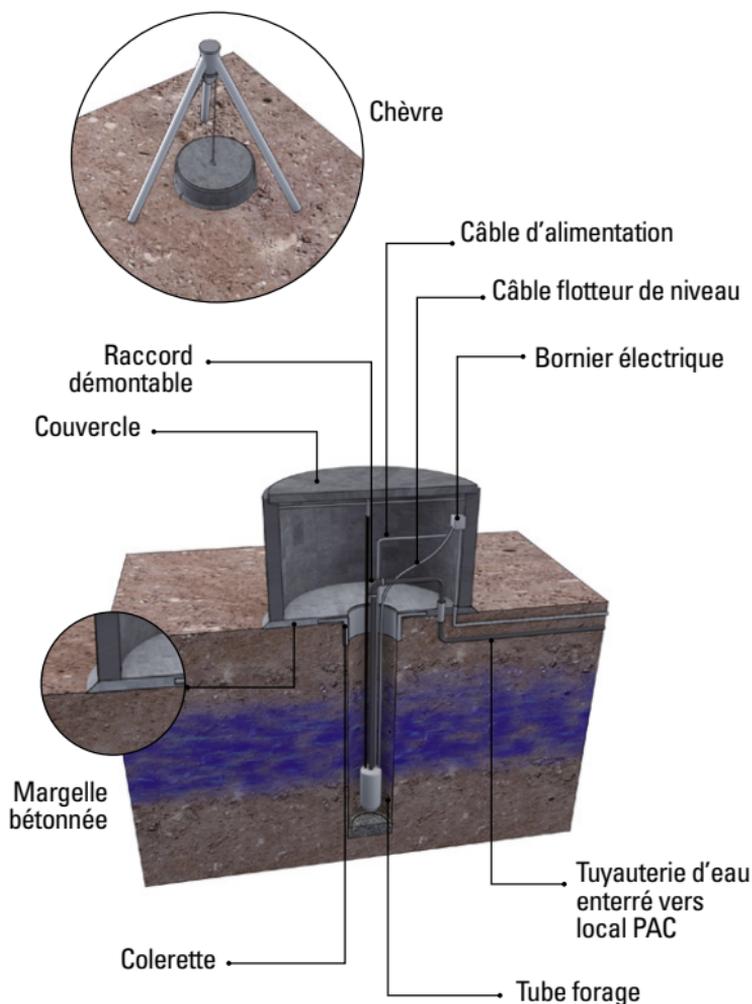
! Attention particulière sur l'étanchéité et l'isolation thermique.



# RÉALISATION DE FORAGES SUR NAPPES



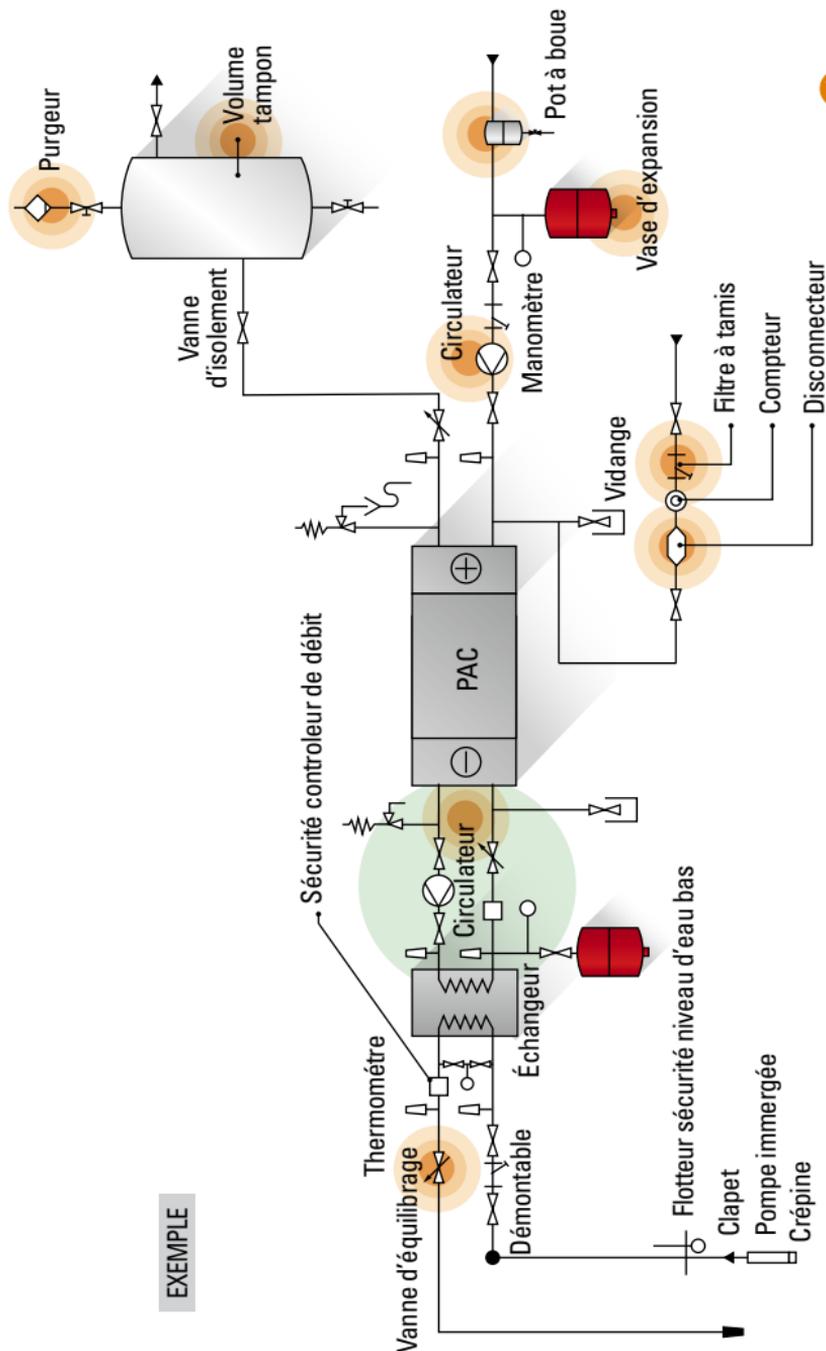
Dans le cadre de réalisation de forages sur nappes, le Maître d'ouvrage ou l'installateur doit s'appuyer sur un foreur détenant une qualification.



Dans tous les cas, l'accès aux éléments permettant le retrait de la pompe dans le cadre de la maintenance doit être prévu (portique, chèvre support, palan ...).



## Exemple de schéma hydraulique d'une pompe à chaleur sur nappe aquifère

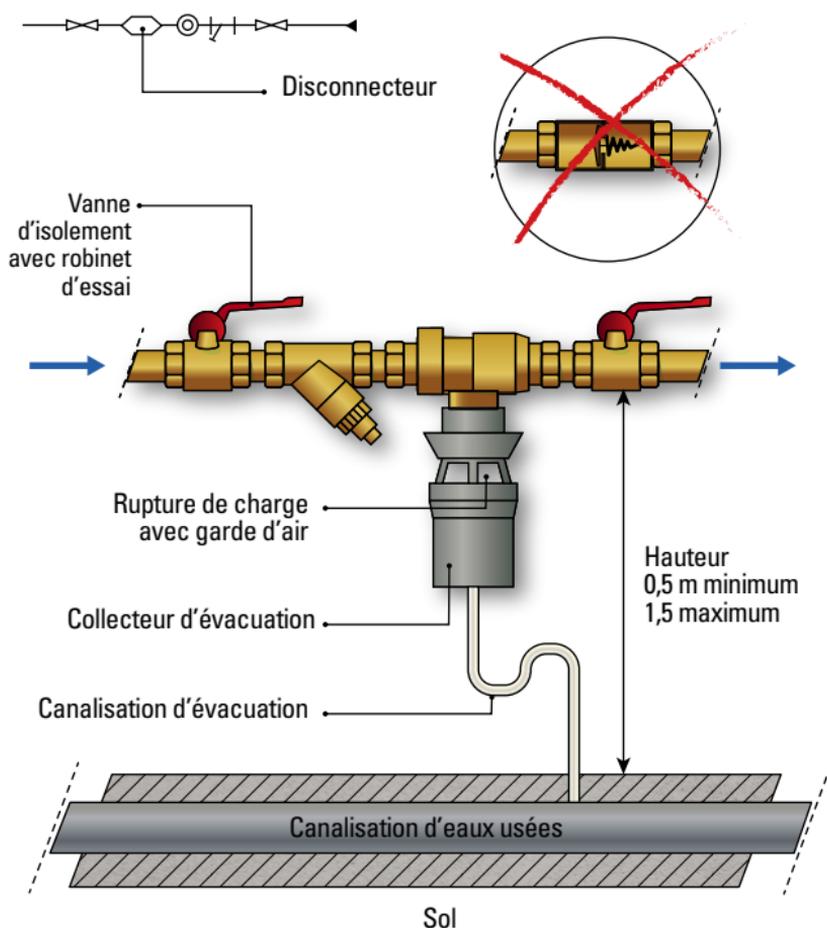


EXEMPLE

● Zone antigel

## ● Disconnecteur contre le retour d'eau

Un clapet anti-retour ou deux robinets d'isolement en série ne sont pas considérés comme un ensemble de protection adapté sur l'alimentation en eau d'une pompe à chaleur.



## ● Soupape de sécurité



Tout équipement produisant de la chaleur doit être relié à une soupape de sécurité.

Vérifier la notice de la pompe à chaleur



Non fournie avec la pompe à chaleur,  
à installer obligatoirement

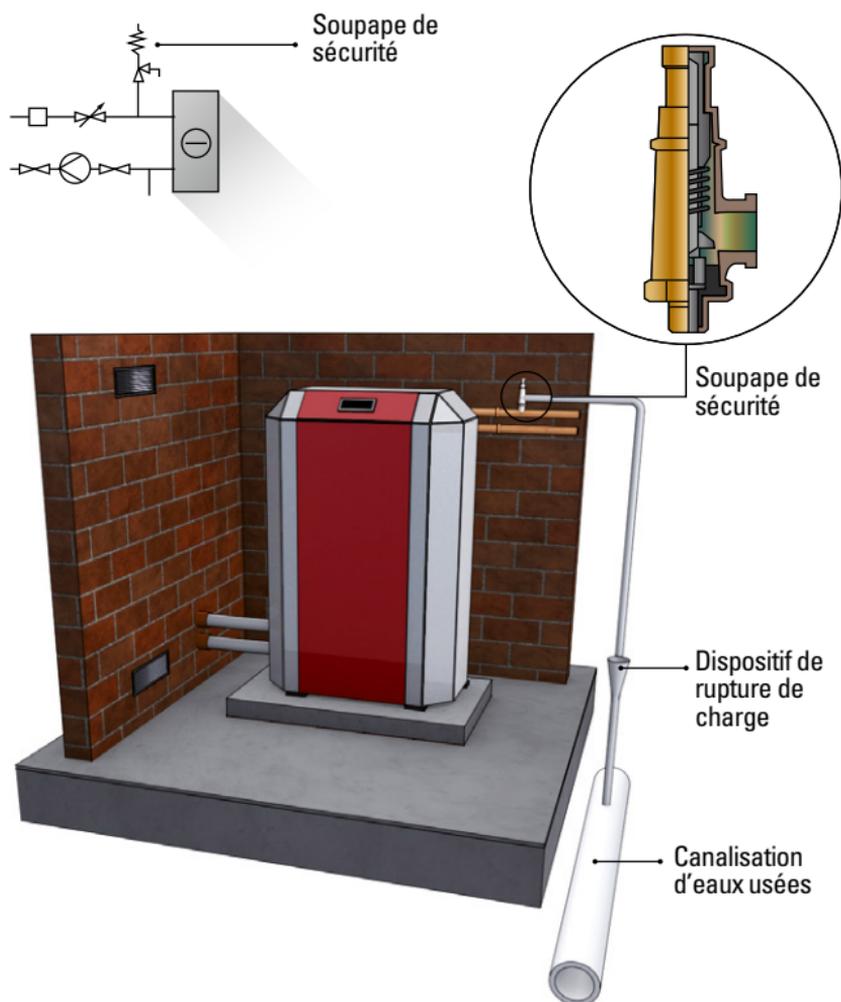


La soupape doit être installée à un endroit accessible, à proximité immédiate sur le départ de la pompe à chaleur.

Aucun dispositif d'isolement ne doit exister entre la soupape et la pompe à chaleur.

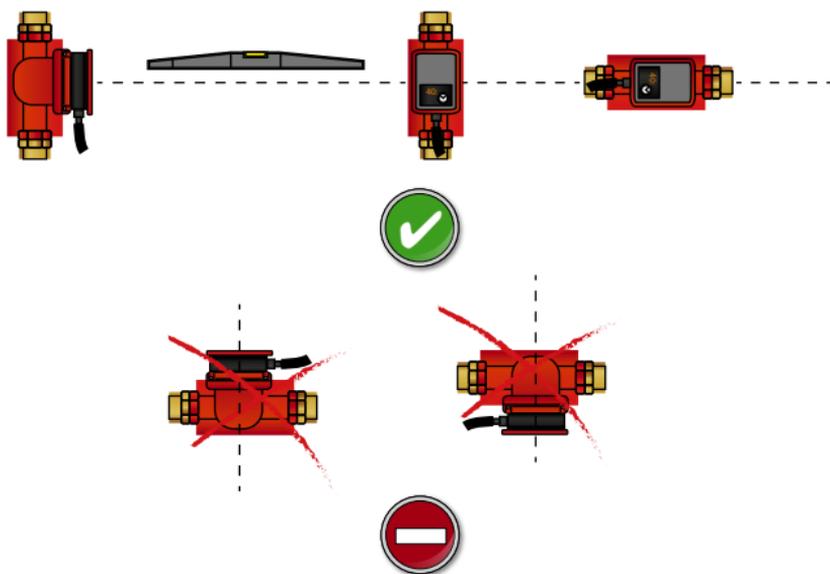


## ● Soupape de sécurité (suite)



En cas d'eau glycolée, la soupape doit être reliée à un système de récupération autre que les eaux usées.

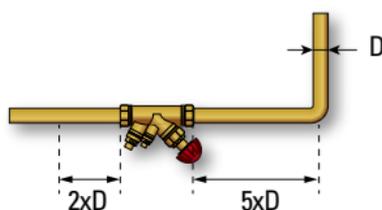
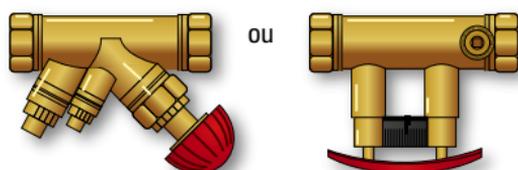
## ● Un ou plusieurs circulateurs



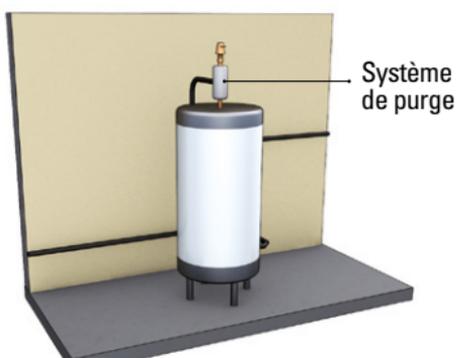
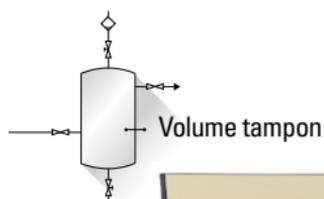
**!** L'axe moteur doit rester horizontal afin de préserver le circulateur.  
 Avant de déposer le circulateur, fermer les vannes d'isolement de chaque côté du circulateur afin d'éviter de vidanger l'installation.



## ● Vannes d'équilibrage



## ● Volume tampon

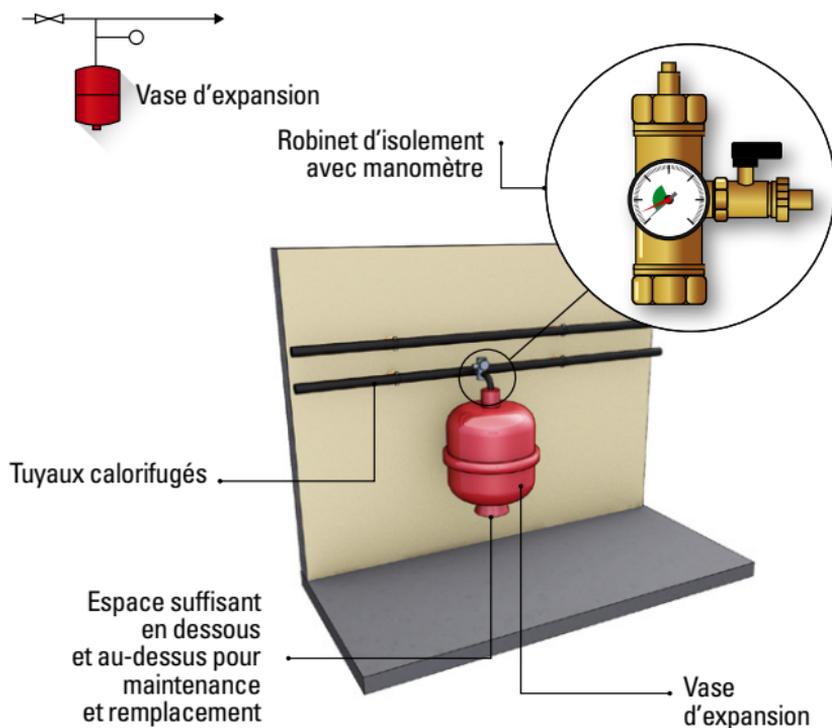


Éviter le court cycle pour la durée de vie de la pompe à chaleur.

Conseil : pose du volume tampon à la sortie de la PAC.



## ● Vase d'expansion



Vérifier la pression de gonflage et l'ajuster si nécessaire.

Raccordé sur le retour du circuit de chauffage en entrée de pompe à chaleur.

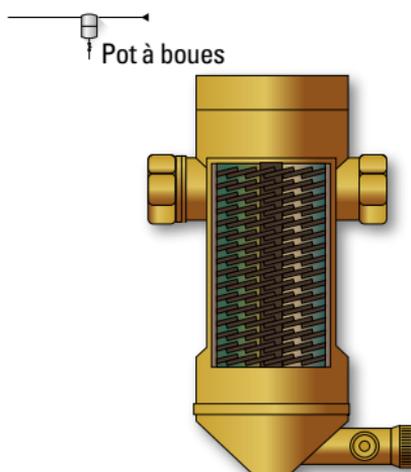
Installer une vanne d'isolement (verrouillable) et un robinet de purge pour la maintenance.



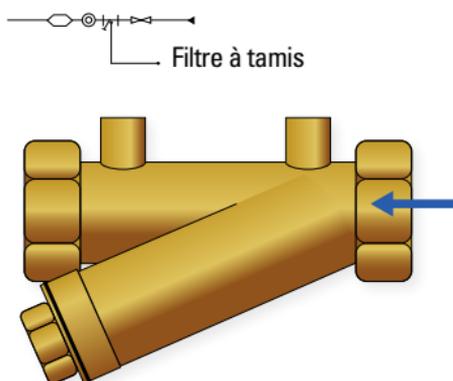
1 m colonne eau = 0,1 bar.  
La pression de gonflage du vase doit correspondre à la hauteur d'eau de l'installation.

## ● Les équipements recommandés dans les installations de chauffage

### ■ Pot à boues



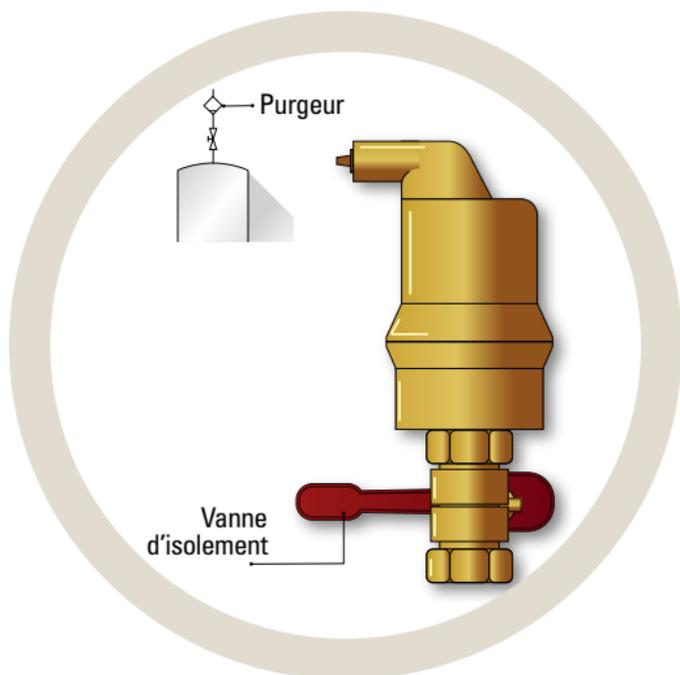
### ■ Filtre à tamis



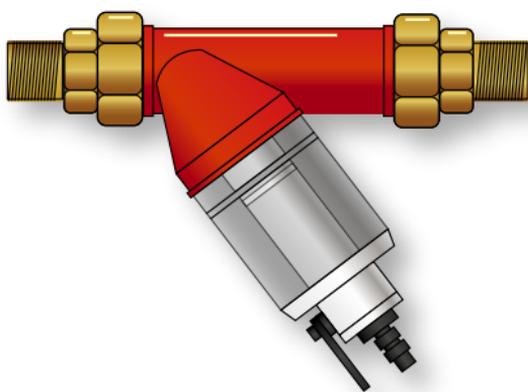
Prévoir une vanne d'isolement.



## Purgeur automatique



## Filtre avec vidange intégrée

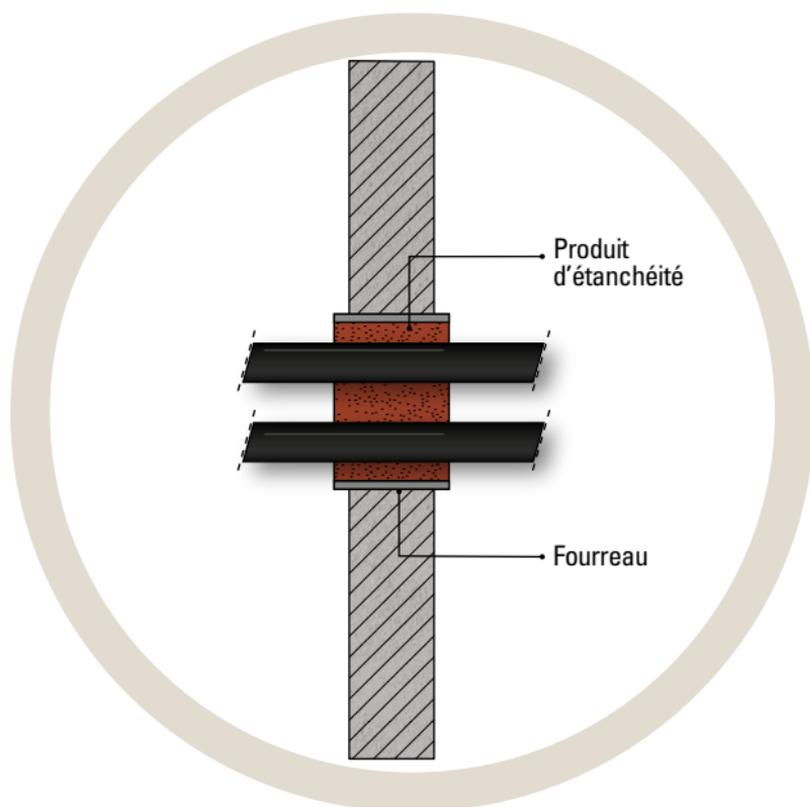


## ● Les tuyauteries

Les tuyauteries de distribution hydraulique peuvent être :

- en acier noir, qualité chauffage avec un traitement anti-corrosion ;
- en cuivre recuit (dureté préférentielle R220) et ou tube écroui (barre) ;
- en matériaux de synthèse.

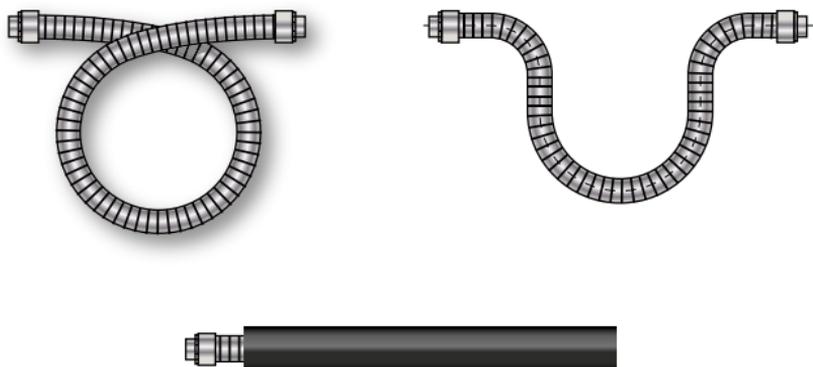
### ■ Passage des parois



! Si la pompe à chaleur est implantée dans un local non chauffé, il faut impérativement calorifuger les tuyauteries.

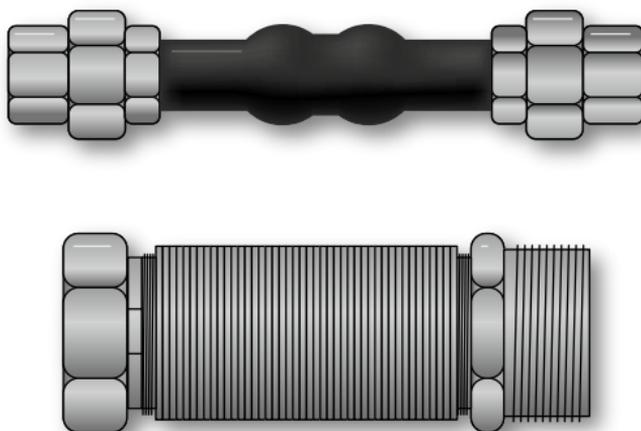
## ● Raccordement aux appareils

### ■ Flexibles de raccordement



Conseil : utiliser des flexibles inox pour éviter l'embouage du réseau.

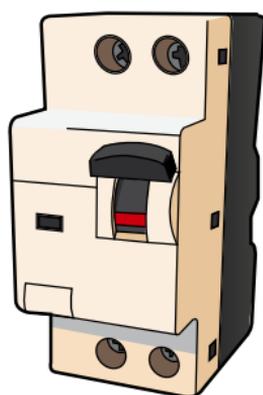
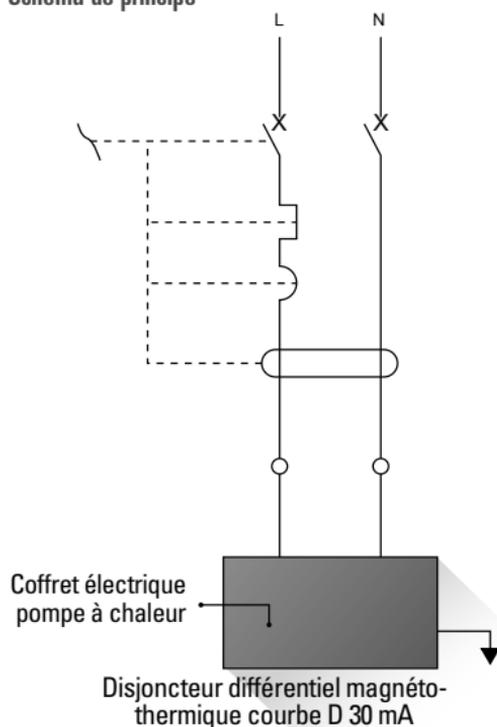
### ■ Manchons antivibratoires





Se reporter au schéma électrique

Schéma de principe



Disjoncteur différentiel magnéto-thermique



**!** Ne jamais raccorder la pompe à chaleur sur un circuit électrique alimentant un autre appareil (Alimentation spécifique).

L'intensité de démarrage du disjoncteur ne doit pas excéder 30 A en mono et 50 A en triphasé. En dehors de ces plages, vérifier qu'une procédure SEQUELEC a été réalisée.



Le branchement et les raccordements électriques des différents éléments doivent être réalisés à partir des spécifications du constructeur et des exigences de la norme NF C 15-100.

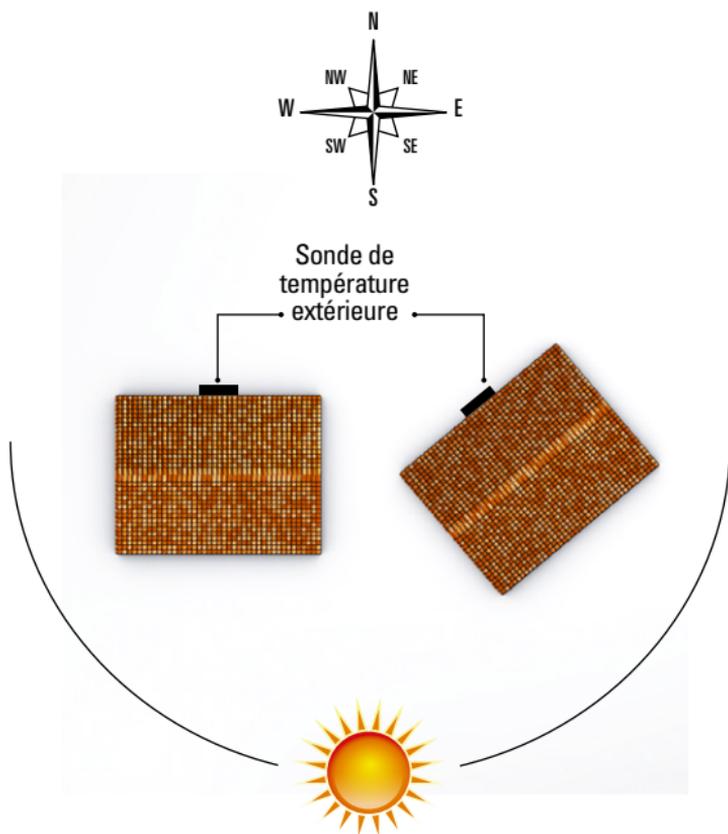


La section des câbles d'alimentation de la pompe à chaleur doit être conforme aux prescriptions du constructeur.



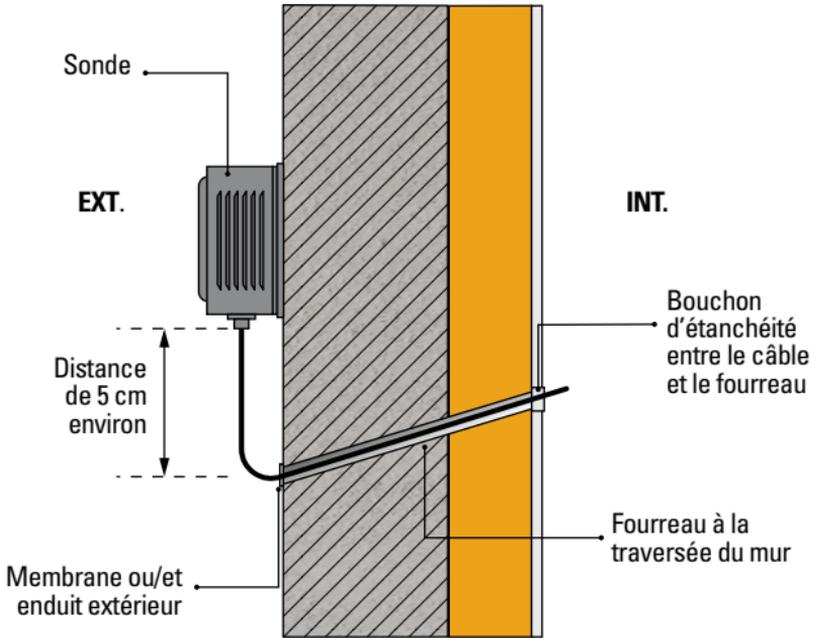
## ● Sonde de température extérieure

### ■ Emplacement



! Elle doit être éloignée des sources de chaleur parasites : cheminée, sortie d'air du bâtiment et à l'abri de tout ensoleillement direct.

## ■ Pose

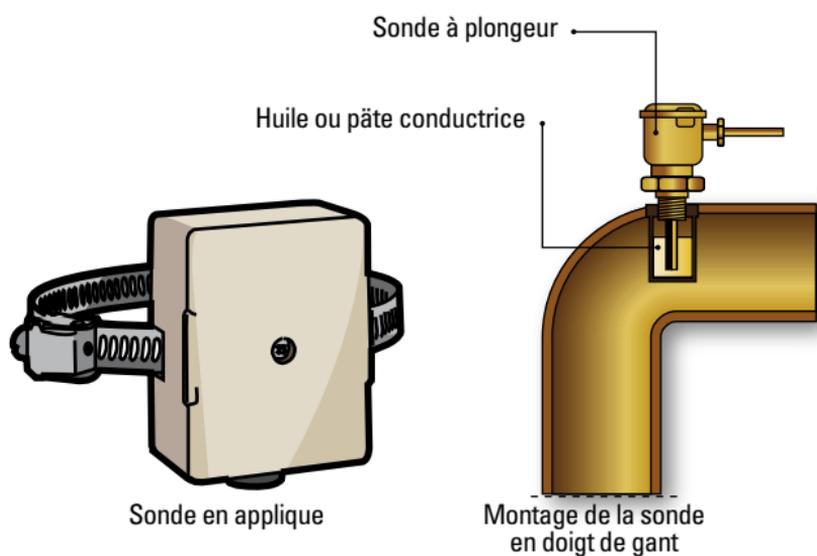


Attention à l'étanchéité sur l'épaisseur du percement mural.

Les câbles ne doivent pas longer d'autres circuits électriques.



## ● Sonde de température d'eau

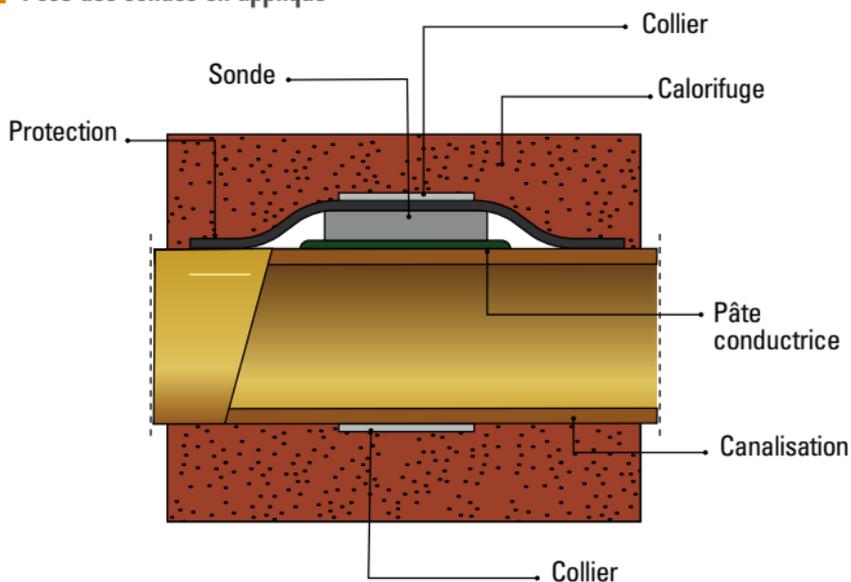


### Exemples de sondes

#### ■ Emplacement

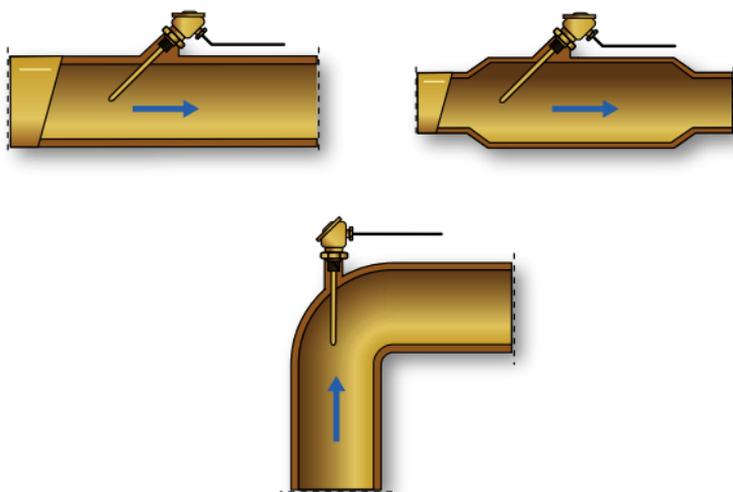
La sonde est éloignée des points où la température dans la tuyauterie risque de ne pas être homogène : notamment en sortie d'un ballon ou en aval d'un mélange.

## ■ Pose des sondes en applique



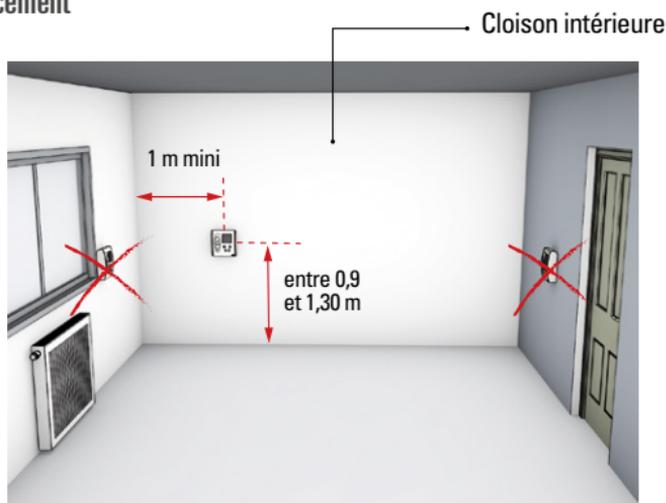
❗ Soigner la mise en œuvre.

## ■ Pose des sondes à plongeur



## ● Sonde de température ambiante thermostat d'ambiance

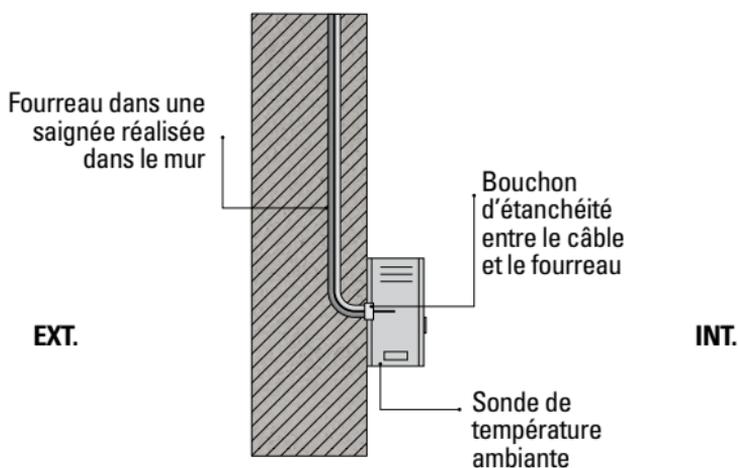
### ■ Emplacement



## ● Sonde de paroi

### ■ Pose

La pose d'une sonde de paroi doit être conforme aux préconisations du constructeur afin d'assurer une bonne ventilation de l'élément sensible (respecter par exemple l'orientation des fentes du boîtier).



⚠ Mettre en œuvre l'étanchéité.

## ● Saignées dans les murs, encastrement des fourreaux

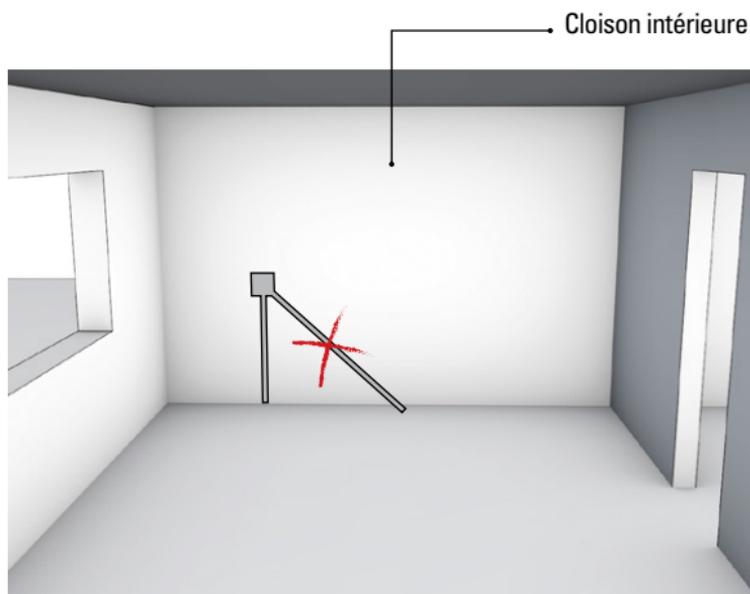
### ■ DTU 20.13 P 3 : cloisons en maçonnerie de petits éléments

L'encastrement dans les murs et cloisons est autorisé, après saignée.

Les saignées dans les éléments porteurs ne sont pas autorisées.

Les saignées doivent être horizontales ou verticales, jamais obliques.

Elles sont adaptées à la dimension du fourreau.



### ■ Guide UTE C15-520



Sont interdits, tous encastresments :

- de simples fils électriques isolés ;
- dans les conduits de fumée ou les conduits de ventilation.



## ● Étapes

- 1 – l'autocontrôle de l'installation ;
- 2 – la mise en eau ;
- 3 – le repérage de l'installation ;
- 4 – les différents essais indispensables ;
- 5 – les réglages et l'équilibrage ;
- 6 – le contrôle du fonctionnement de l'installation
- 7 – la mise en main de l'installation.



! L'utilisation d'une fiche d'autocontrôle permet à l'entreprise de vérifier ses propres travaux.

### ■ 1 – Autocontrôle de l'installation

L'installation étant réalisée, une vérification des points clefs est effectuée avant la mise en route : présence des équipements, pose correcte..., ces points sont consignés sur des fiches d'autocontrôle.

### ■ 2 – Mise en eau

Nettoyage = rinçage de l'installation à grand débit d'eau ou sous double pression d'air et d'eau

Remplissage

Traiter préventivement l'eau de chauffage pour éviter l'embouage.

En rénovation, le désembouage est nécessaire.

Respecter la qualité de l'eau.

En présence d'aluminium dans les émetteurs, s'assurer impérativement de la compatibilité du produit de traitement.



## A l'intérieur



En cas d'absence, le client s'engage à maintenir hors gel son installation.

Si nécessaire pour éviter tout risque de gel (par exemple dans le cas d'une résidence secondaire), il y a lieu de protéger l'installation par un produit antigel.

### Conseil : utiliser un produit antigel prêt à l'emploi

Il convient d'utiliser des fluides ayant un avis favorable de l'ANSES.



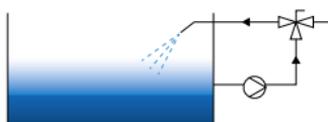
A défaut, dans le cas d'un mélange eau et antigel, le produit utilisé est agréé par l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) pour ne pas constituer un danger de pollution de l'environnement. Bien brasser le mélange.



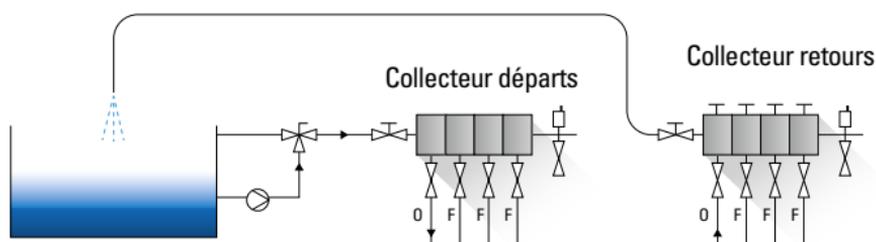
## Remplissage des capteurs

Le remplissage des capteurs en eau glycolée s'effectue boucle par boucle en prenant soin de bien purger l'air dans chaque boucle.

1<sup>ère</sup> phase : homogénéisation du mélange



2<sup>e</sup> phase : remplissage des boucles une par une



Les produits antigel présentent des risques pour la santé et l'environnement. Ils convient de respecter les préconisations des Fiches de Données Sécurité (notamment port des Équipements de Protection Individuelle). Il est également interdit de rejeter ces produits dans l'environnement.

Ils sont à traiter ou à recycler dans les décharges adaptées. Si aucun antigel n'est prévu, les tronçons du réseau hydraulique situés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés sont calorifugés et pourvus d'un traceur de mise hors gel.

Le traceur ne doit pas être mis en fonctionnement pendant le mode rafraîchissement.

### 3 – Repérage de l'installation

Tous les appareils et appareillages sont repérés par une étiquette gravée ou indélébile indiquant leur fonction. Les étiquettes sont fixées sur les équipements.

Les circuits de fluides sont repérés par une étiquette, le sens d'écoulement est indiqué.

### 4 – Les différents essais indispensables

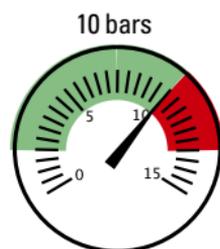
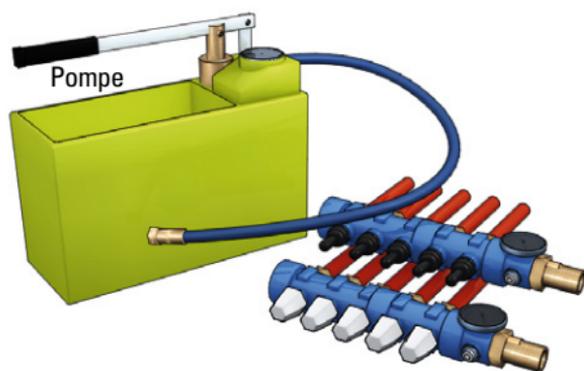
#### Essai sur le réseau hydraulique de distribution

La pression d'essai du réseau hydraulique est de 2 fois la pression de service pendant 48 h.

#### Essais sur le circuit des capteurs horizontaux et en tranchées

La pression minimale d'essai est de 10 bar ;

Pendant la phase de remblaiement, une pression d'eau spécifiée par le constructeur est maintenue dans les tuyauteries. A défaut, il est considéré une valeur minimale de 1,5 fois la pression de service.

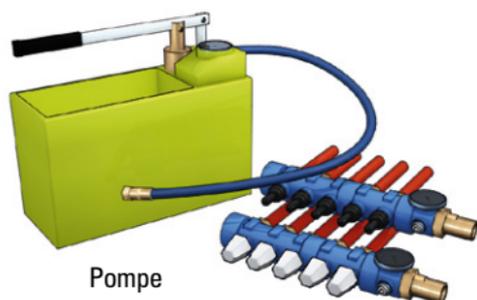




### Essais sur le circuit des capteurs verticaux

Le foreur effectue ses essais aux différentes étapes de mise en œuvre de la sonde ;

Après le raccordement à la pompe à chaleur, l'essai sur l'eau est réalisé avec une pression minimale de 6 bars pendant au moins 30 minutes.



Pompe

30 minutes



6 bars



### Essais sur la pompe à chaleur

Il est nécessaire de vérifier :

- les températures d'entrée et de retour et le débit (par mesure  $\Delta P$ ) à partir des caractéristiques de la machine ;
- le raccordement électrique : vérifier la tension, l'intensité et la puissance absorbée ainsi que le sens des phases dans le cas d'une alimentation triphasée ;
- le fonctionnement de la régulation de la pompe à chaleur ;
- le fonctionnement des sécurités ;
- l'inversion de cycle (si le système est réversible)
- l'étanchéité du circuit frigorifique lorsque la réglementation l'impose.

## ■ 5 – Réglages et équilibrage

Après les essais, il est nécessaire de paramétrer la régulation (courbe de chauffe, températures de consigne, programmation horaire...) mais aussi de régler les débits dans la pompe à chaleur et dans les émetteurs.



## 6 – Contrôle du fonctionnement de l'installation

Vérifier les températures ambiantes dans les pièces, les températures délivrées par la pompe à chaleur, le fonctionnement de la régulation.

## 7 Recommandations au client – mise en main de l'installation

Remettre au client les éléments indispensables pour le fonctionnement et l'entretien de son installation.



Conseiller le client pour qu'il souscrive un contrat d'entretien pour son installation

# POMPES A CHALEUR GEOOTHERMIQUES EN HABITAT INDIVIDUEL

JANVIER 2017

Les productions du programme PACTE sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

## LES PARTENAIRES DU PROGRAMME PACTE

### MAÎTRES D'OUVRAGE



### ENTREPRISES/ARTISANS



### MAÎTRES D'ŒUVRE



### CONTRÔLEURS TECHNIQUES



### INDUSTRIELS



### ASSUREURS



### PARTENAIRES PUBLICS



Le Secrétariat Technique du programme PACTE est assuré par l'Agence Qualité Construction.