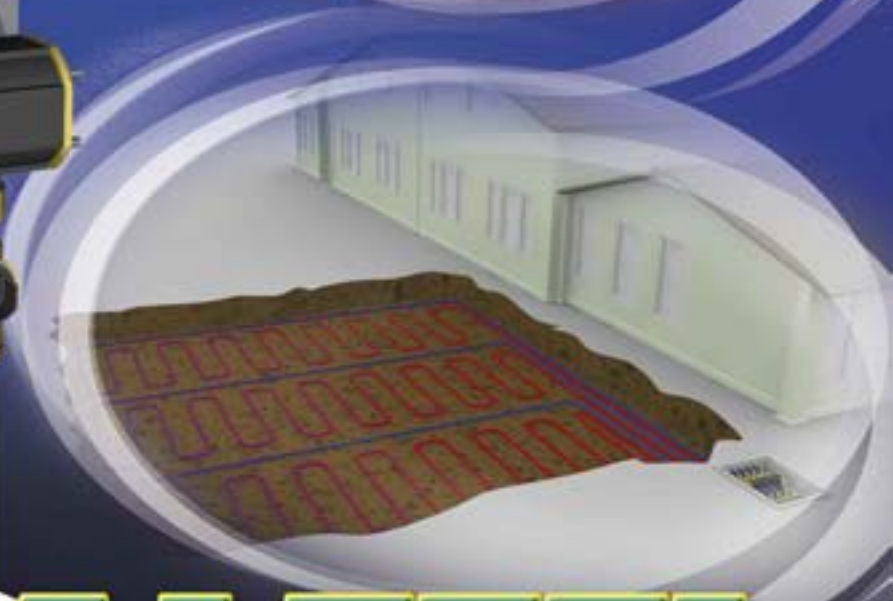
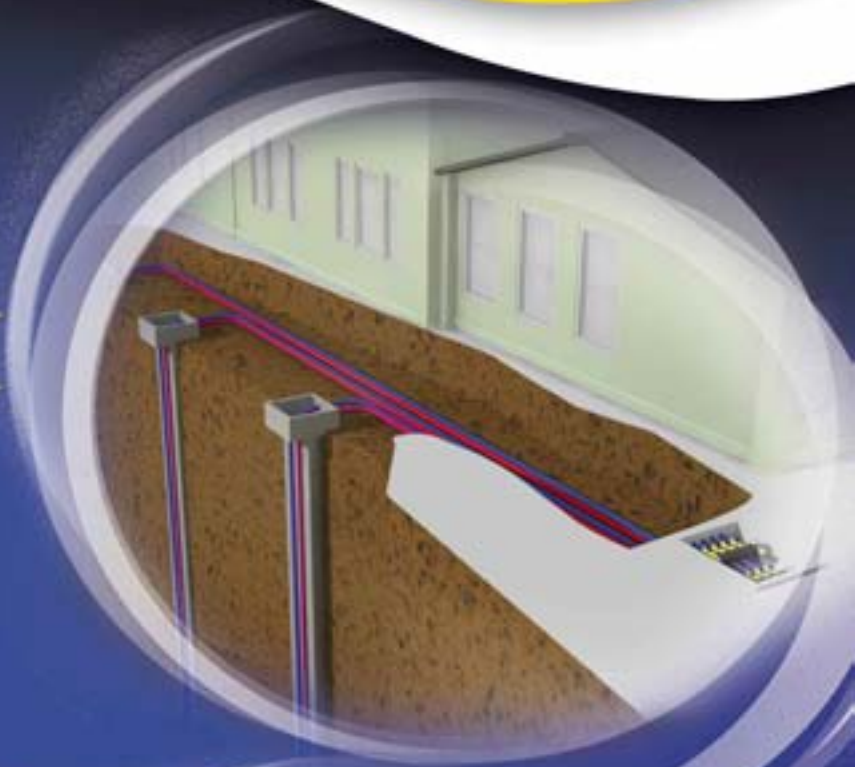


Hydraulique

REVUE PÉRIODIQUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES
ET INDUSTRIELLES DES THERMICIENS

INSTALLATIONS DE POMPES À CHALEUR GÉOTHERMIQUES



CALEFFI



Directeur de la publication :
Marco Caleffi

Responsable de la Rédaction :
Fabrizio Guidetti

Ont collaboré à ce numéro :
Jérôme Carlier
Roland Meskel
Eloi Dujardin
Renzo Planca

Hydraulique est une publication éditée
par Caleffi France

Imprimé par :
Poligrafica Moderna - Novara - Italie

Dépôt légal : novembre 2008

ISSN 1769-0609

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, n.25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
Tel. +39 0322 8491
Fax +39 0322 863723
info@caleffi.com
www.caleffi.com

CALEFFI FRANCE

45 Avenue Gambetta
26 000 Valence
Tel. +33 (0)4 75 59 95 86
Fax +33 (0)4 75 84 15 61
infos@caleffi.fr
www.caleffi.fr

CALEFFI INTERNATIONAL N.V.

Moesdijk 10-12
P.O. BOX 10357 - 6000 GJ Weert
Tel. +32 89-38 68 68
Fax +32 89-38 54 00
info@caleffi.be
www.caleffi.be

Sommaire

3 Installations de pompes à chaleur géothermiques

4 La chaleur contenue dans la terre

- Énergie géothermique à haute température
- Énergie géothermique à température moyenne
- Énergie géothermique à basse température
- Énergie géothermique à très basse température

6 Capteurs pour faibles profondeurs

- 8 Capteurs en serpentín et en escargot
- 10 Capteurs en anneau
- 12 Capteurs en spirale
- 14 Capteurs en corbeille

16 Capteurs pour moyennes profondeurs

- Sondes coaxiales
- Piliers de fondation

18 Capteurs pour grandes profondeurs

20 Circuits de raccordement entre capteurs de chaleur et PAC

- L'étude
- Le fluide caloporteur
- Les principaux composants

22 Rafraîchissement en été

- Le rafraîchissement actif
- Le rafraîchissement passif

24 Schémas d'application

36 Collecteur de distribution pour installations de pompes à chaleur géothermiques

39 Dispositifs d'arrêt et d'équilibrage pour collecteurs de distribution géothermiques

40 Appareil de mesure électronique de débit sur capteur à effet Vortex

41 Équilibrage des circuits avec l'appareil de mesure électronique

42 Collecteur porte-instruments

44 Groupe de Distribution Régulé motorisé

45 Bibliographie - Sites internet

46 Déjà Paru

47 Contactez-nous

Installations de pompes à chaleur géothermiques

Marco et Mario Doninelli, ingénieurs du bureau d'étude S.T.C.

Version française par Jérôme Carlier, Eloi Dujardin et Roland Meskel de CALEFFI France

Dans ce numéro, nous traiterons des installations de pompes à chaleur (PAC) et plus particulièrement des principaux aspects relatifs à l'étude et à la réalisation **des installations de PAC, qui exploitent l'énergie thermique du sous-sol sans prélever l'eau de nappe.**

En peu d'année, l'évolution de ce domaine et de ses principaux composants a été très importante.

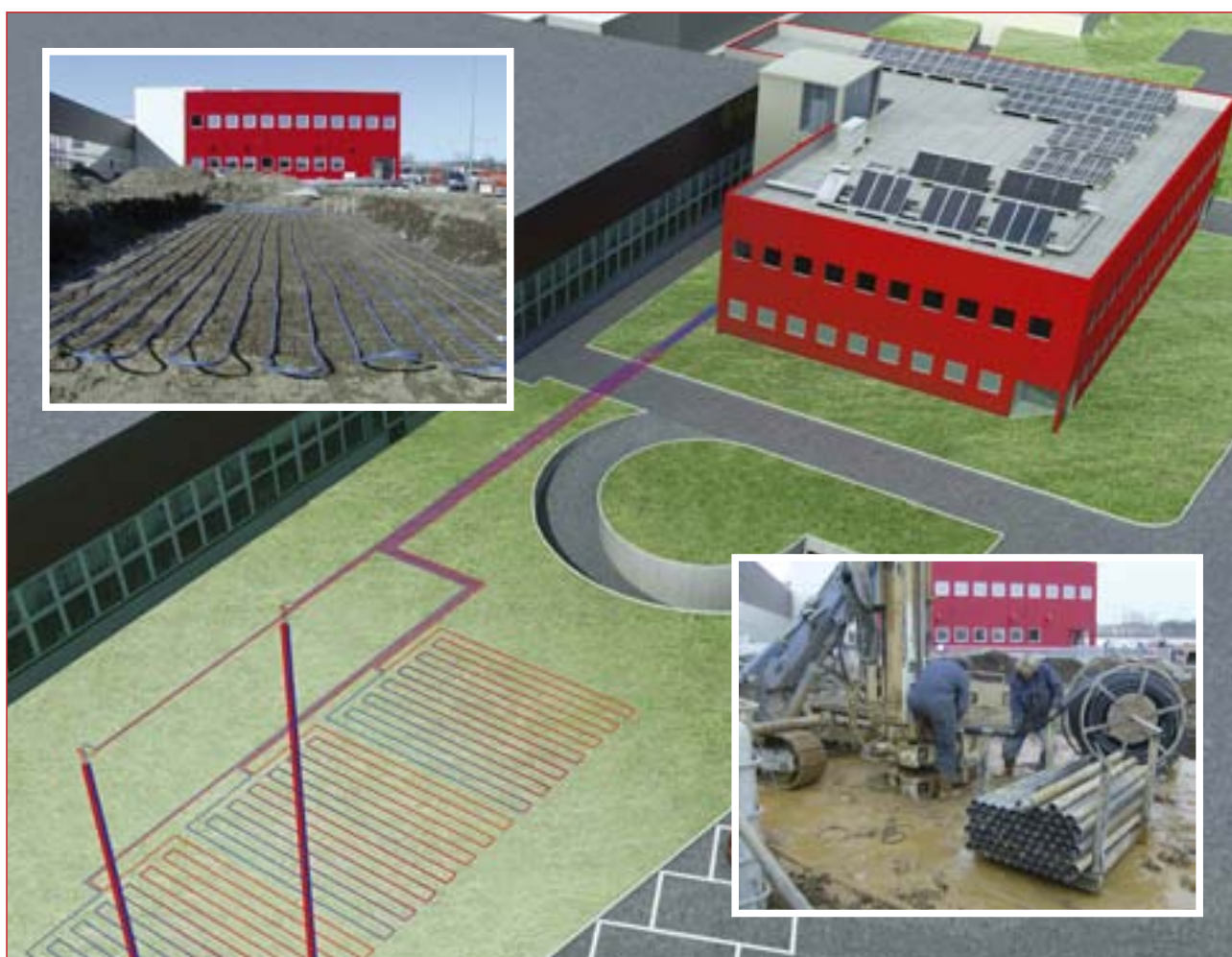
Par exemple, **concernant les PAC elles-mêmes**, il existe désormais des modèles très silencieux, qui peuvent donc être installés à l'intérieur des habitations. On trouve aussi aujourd'hui des **PAC à puissance thermique modulante**. Il est ainsi possible de minimiser l'inertie thermique des circuits intérieurs : cela peut éviter de recourir au ballon tampon.

Il existe également **de nouvelles géométries de pose pour le captage horizontal**. Par exemple en

spirale ou en corbeille : géométries qui, comme nous le verrons, donnent la possibilité d'aborder des solutions plus compactes et moins envahissantes que celles obtenues avec les géométries traditionnelles.

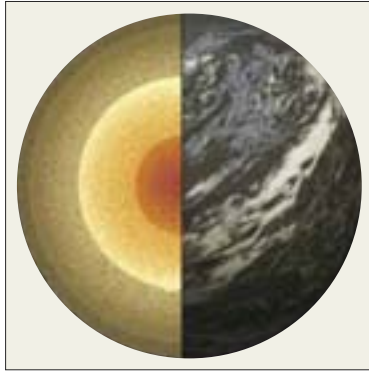
Il faut aussi reconnaître que le marché offre désormais **des composants conçus spécialement pour ces installations**, permettant de rendre plus simple et plus sûr les opérations de montage, de tarage, de gestion et de maintenance.

Nous diviserons ce thème en trois parties : dans la première nous étudierons les origines et la chaleur disponible contenue dans le sol ; dans la deuxième, nous examinerons les moyens possibles pour exploiter cette chaleur ; dans une troisième partie, enfin, nous proposerons quelques schémas d'installations de PAC qui exploitent la chaleur du sous-sol.

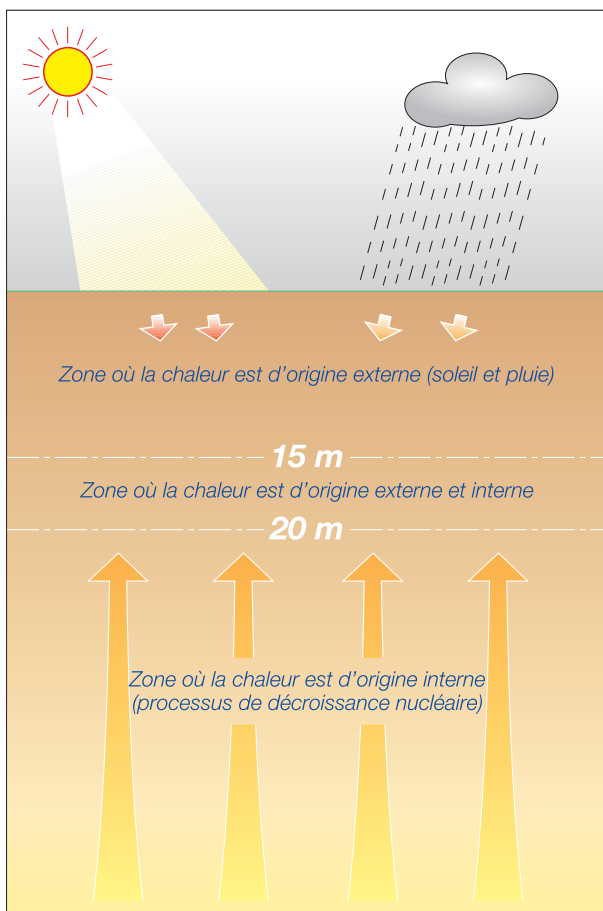


LA CHALEUR CONTENUE DANS LA TERRE

La terre contient une quantité considérable de chaleur. D'après les connaissances actuelles, environ 99% de sa masse se trouve à une température supérieure à 1.000°C, avec des valeurs comprises entre 6.000 et 6.500°C dans le noyau. Cette chaleur a deux origines : **une externe, l'autre interne**.



L'origine externe est due principalement au soleil et à la pluie, seules sources de chaleur significatives jusqu'à 15 mètres de profondeur.



L'origine interne, en revanche, est due à la chaleur produite par la décroissance nucléaire de substances radioactives présentes dans les

roches du sous-sols : c'est la seule source de chaleur pour des profondeurs supérieures à 20 m. Et c'est la seule chaleur qui, littéralement, peut être défini comme **géothermique** (du grec : chaleur produite par la terre).

Toutefois, même au niveau international, **le terme géothermique** est généralement utilisé pour caractériser **toute chaleur** (d'origine interne et externe) **emmagasinée par la terre**. Par la même logique, le **terme géothermie** est généralement utilisé pour déterminer la discipline et les techniques qui consistent à exploiter cette chaleur.

L'intérêt actuel vis à vis de cette chaleur, est dû au fait qu'elle peut être **une source importante d'énergie alternative**, utilisable par exemple pour produire de l'énergie électrique, pour réaliser des processus technologiques, pour chauffer des bâtiments et produire de l'ECS (eau chaude sanitaire). Cependant, pour pouvoir être exploitée, cette forme d'énergie doit être acheminée à la surface.

Dans certaines zones de la terre, la nature même fournit les moyens d'amener cette énergie en surface : c'est le cas **des geysers et des thermes**. Dans d'autres cas, en revanche, il faut recourir à des systèmes capables de capter les fluides chauds du sous-sol ou à échanger de la chaleur avec le sol.

L'énergie géothermique, par rapport à d'autres énergies, à l'avantage de **ne pas dépendre des conditions atmosphériques** (par exemple le soleil, le vent ou les marées) **ni des réserves de substances combustibles** (par exemple la biomasse). **Ce type d'énergie est donc stable et fiable à l'échelle humaine.**

Selon la température d'utilisation, l'énergie géothermique se divise généralement ainsi :

Énergie géothermique à haute température

Pour l'utilisation d'eau surchauffée et des vapeurs, à des températures **supérieures à 180°C**. Cela permet de produire de l'énergie électrique. la première installation de ce type a été réalisé à Larderello (Pise) en 1818 par le français François Larderel, qui donna son nom au village.

Énergie géothermique à température moyenne

Pour l'utilisation d'eau surchauffée et des vapeurs, à des températures comprises entre **100 et 180°C**. En chauffant un fluide secondaire plus volatile, on peut produire de l'énergie électrique.

Énergie géothermique à basse température

Pour l'utilisation de fluides à des températures comprises entre **30 et 100°C**. Cela concerne les installations industrielles et les établissements thermaux. La source du Par, exploitée dans le Cantal dès 1330, en est un exemple.

Énergie géothermique à très basse température

Pour l'utilisation de fluides à des températures inférieures à 30°C.

Les principales applications sont :

1. le chauffage des bâtiments et la production d'ECS.

Dans ce cas, l'énergie thermique à très basse température provient du sol à l'aide d'un échangeur spécifique. Elle est ensuite cédée à un appareil (la **PAC**) capable **d'en augmenter la température** afin de rendre possible le chauffage des bâtiments et la production d'ECS.

2. le rafraîchissement des bâtiments.

Dans ce cas, l'énergie thermique à très basse température provenant du sol, peut servir soit à **alimenter la PAC qui travaille en mode rafraîchissement**, soit à **être directement distribuée** (voir page 22) **aux émetteurs de rafraîchissement** : ce type de fonctionnement permet de limiter considérablement les coûts d'exploitation.

Pour la suite, nous examinerons les principales caractéristiques de ces différentes installations, en les subdivisant selon les différentes techniques de prélèvement de chaleur, **dans les installations avec capteurs pour faibles, moyennes et grandes profondeurs.**

Pompes à chaleur (PAC)

Ce sont des appareils capables de **capter de la chaleur d'une source de température plus basse**. Ils sont essentiellement composés d'un circuit fermé, dans lequel est comprimé et détendu en permanence, un fluide spécifique.

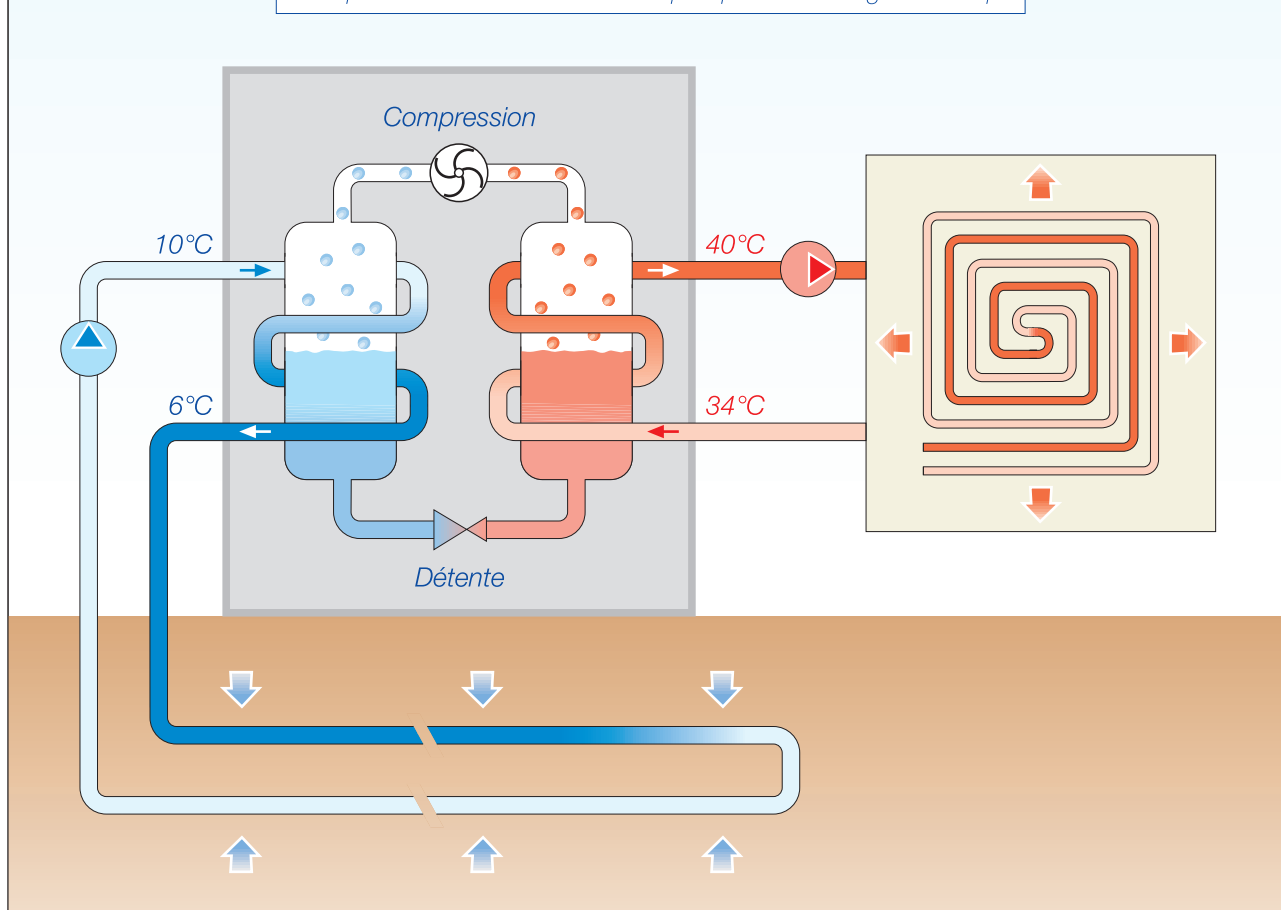
À chaque compression et à chaque détente (c'est à dire à chaque cycle de travail), **le fluide prend un peu de chaleur à la source froide et la cède à la source chaude.**

En inversant le cycle de travail, ces appareils peuvent être utilisés aussi bien pour le chauffage que pour le rafraîchissement.

Les performances des PAC sont généralement définies par deux coefficients donnés par les Constructeurs : (1) le coefficient ϵ correspondant au seul fonctionnement du compresseur et (2) le coefficient COP, correspondant au fonctionnement du compresseur et des organes auxiliaires.

Par exemple, si la valeur du COP est égale à 4, cela veut dire que **pour 1 kW d'énergie électrique absorbée par le compresseur, on récupère** (de la source froide à la source chaude) **4 kW de chaleur.**

Exemple de fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique



CAPTEURS POUR FAIBLES PROFONDEURS

Ces capteurs sont réalisés avec des **tubes plastiques**. Leur **profondeur varie entre 0,8 et 4,0 m**.

Par rapport aux capteurs pour grandes profondeurs, **ils ont un faible impact environnemental et un faible coût d'installation**. En outre, étant donné qu'ils se posent à des profondeurs **correspondant à d'autres structures de bâtiments** (sous-sols, caves, etc..), il n'y a pas, en général, d'autorisation spécifique à demander aux Autorités compétentes pour procéder à leur pose.

Par contre, ces capteurs **requièrent des superficies d'exploitation très étendues** : cette exigence restreint, en pratique, leur utilisation pour les petites ou moyennes installations.

Leurs principales géométries d'exploitation peuvent être classifiées ainsi :

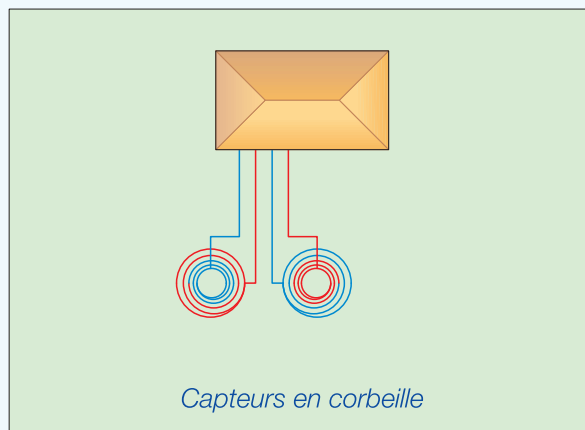
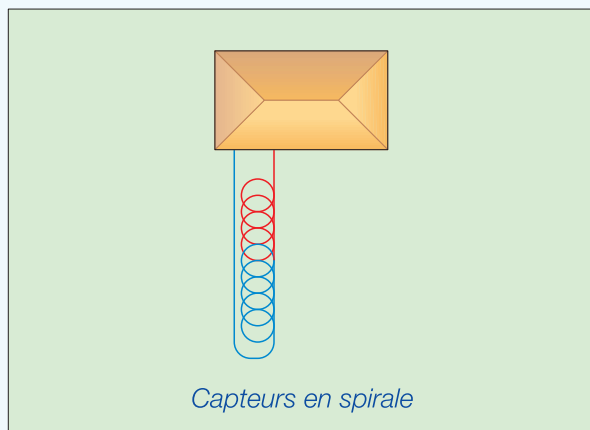
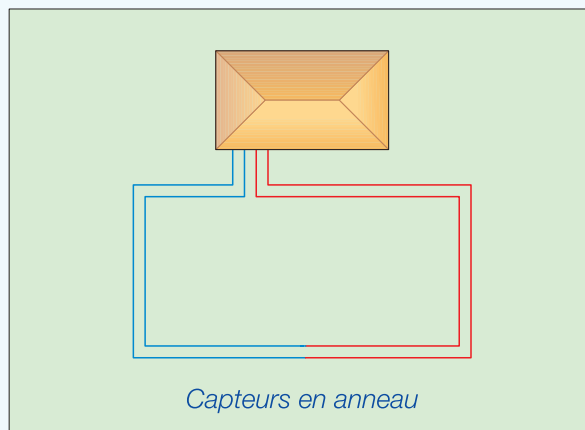
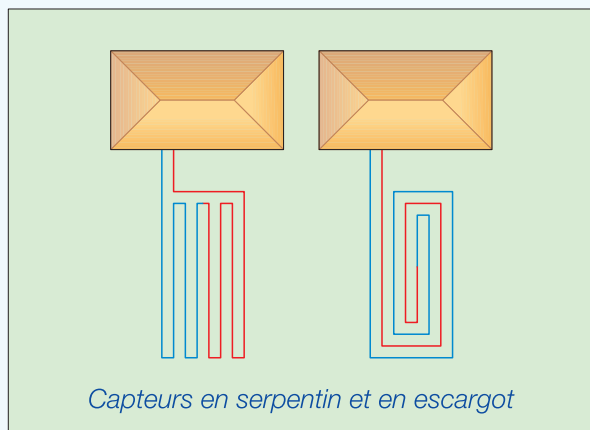
- capteurs **en serpentín ou en escargot**,
- capteurs **en anneau**,
- capteurs **en spirale**,
- capteurs **en corbeille**.

Le choix du type d'exploitation le plus adapté dépend de différents facteurs, parmi lesquels (1) **la nature du terrain**, (2) **ses zones d'ombre**, (3) **le type de végétation à déplanter ou à conserver**. En effet, la superficie où seront posés les capteurs, doit être dépourvue de plantes et de tout autre type de végétation pouvant créer de l'ombre.

Pour la pose des tubes, **soit on déblaie, soit on creuse des tranchées** dans le terrain. À l'exception des cas où le déblaiement du terrain est prévu pour réaliser d'autres travaux, **il est préférable de recourir aux tranchées car :**

- **c'est plus simple et moins coûteux**,
- **on obtient une meilleure profondeur de pose**, donc une température plus élevée du fluide d'échange et, par conséquent, un meilleur rendement de l'installation.

Comme nous l'avons vu précédemment, la chaleur cédée **aux capteurs est surtout due aux apports du soleil et de la pluie**. Ils doivent donc être posés dans des zones où le soleil et la pluie peuvent arriver sans obstacle. C'est pourquoi, **la superficie que l'on souhaite exploiter ne doit pas être couverte par des constructions ou autres obstacles**, tels que : garages, préfabriqués, portiques, terrasses, revêtements imperméables.



De plus, la zone exploitée par les capteurs doit être à **une distance d'au moins 2 m des zones d'ombre** dues aux bâtiments, aux murs d'enceinte, aux arbres et aux haies.

Pour éviter les interférences et pour faciliter les opérations de maintenance, il est conseillé de respecter, lors de la pose, les distances minimales suivantes :

- 1,5 m des réseaux enterrés des installations non hydrauliques : réseaux électriques, de téléphone et de gaz;
- 2,0 m des réseaux enterrés des installations hydrauliques : réseaux d'eau sanitaire, d'eau de pluie et d'évacuation;
- 3,0 m des fondations, des clôtures, des puits, des fosses sceptiques, des écoulements et similaires.

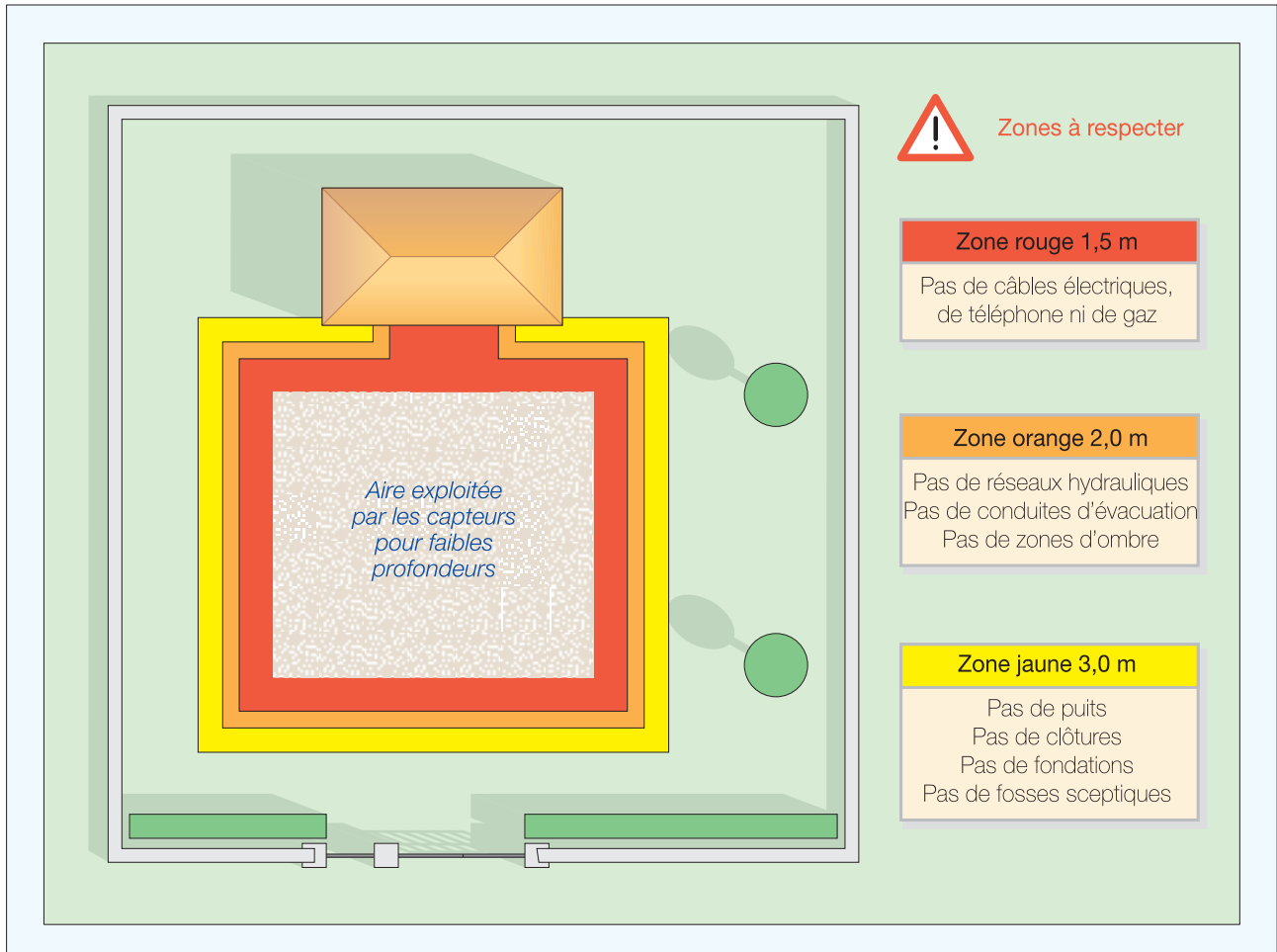
Avec les capteurs de chaleur pour faibles profondeurs, **il ne faut pas récupérer trop de chaleur au terrain** (voir notes relatives au dimensionnement des simples capteurs). Si cela devait arriver, on s'expose à deux risques : (1) **un "écroulement" de la puissance de l'installation**, et (2) **la destruction de la végétation** qui vit sur la zone où les capteurs sont posés (herbe) ou proche de cette zone (plantes, haies, etc ...).

Le possible "écroulement" de la puissance de l'installation est causé par des températures trop basse du fluide d'échange. **La PAC travaille alors avec un COP très réduit et donc, avec une puissance thermique ne permettant pas de satisfaire les besoins.**

Un autre aspect à considérer est celui du **contact entre les capteurs de chaleur et le terrain.**

Les terrains sablonneux ne présentent pas de problèmes particuliers. Par contre, avec **les terrains argileux**, il est souvent nécessaire de les broyer avant de remplir les tranchées. En effet, les terrains argileux tendent à former de plus ou moins grosses mottes, selon les machines effectuant les tranchées.

Les terrains très hétérogènes (avec du gravier et des cailloux) **peuvent requérir l'utilisation d'un mélange de contact** formé de sable, de ciment et d'eau. Avec ce mélange, on recouvre d'environ 10 cm les capteurs. Puis, avec le matériel de remblayage, on effectue le remplissage de la tranchée.



CAPTEURS EN SERPENTIN ET EN ESCARGOT

Ils sont généralement réalisés avec des tubes en polyéthylène ayant des diamètres internes compris entre 16 et 26 mm. **La profondeur de pose varie de 0,8 à 1,2 m.**

le système en escargot (grâce à l'alternance continue des tubes de départ et de retour) permet **d'obtenir des températures de terrain plus homogènes**, et cela, dans les cas de rafraîchissement "poussé", peut éviter la formation de zones trop froides : zones qui peuvent causer des retards et des taches hétérogènes dans le développement de la végétation.

Le système en serpent est certainement le plus utilisé pour sa simplicité de pose et de fixation au terrain.

Pour ne pas refroidir excessivement le terrain, il est conseillé de réaliser les serpentins et les escargots **avec des entraxes supérieurs à 40 cm.**

Le dimensionnement de ces collecteurs s'effectue selon **le rendement thermique du terrain** qui dépend principalement de 3 paramètres : (1) **la nature du terrain**, (2) **sa densité** et (3) **le niveau d'humidité.**

Le rendement thermique d'un terrain à grains fins et plus élevé que celui d'un terrain à gros grains, car dans les cavités vides du terrain, est contenue une petite quantité d'air.

Le paramètre le plus important est **le niveau d'humidité**, car la conductibilité de l'eau est environ 20 fois supérieure à celle de l'air.

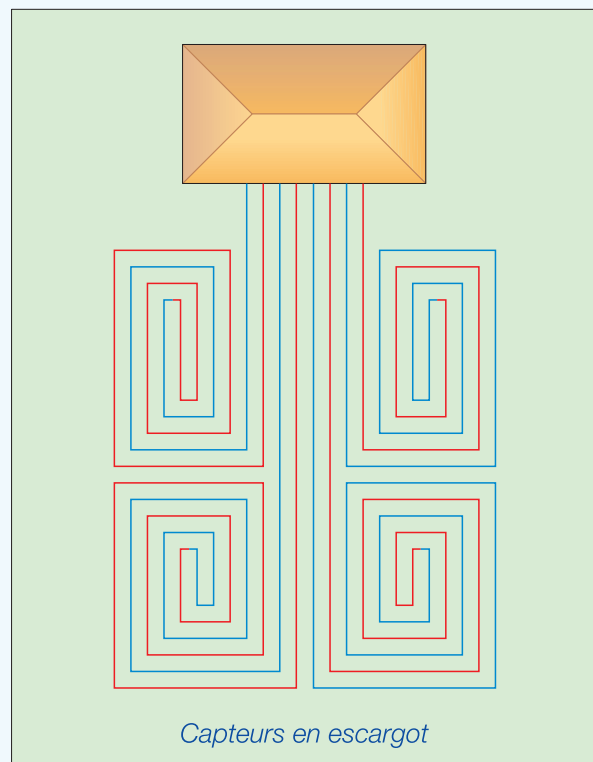
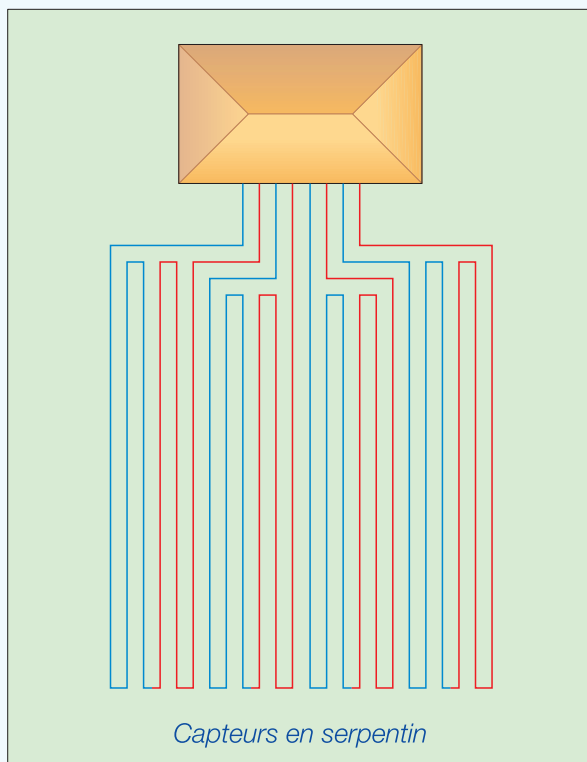
Il est toutefois très difficile d'évaluer avec précision ce paramètre car il dépend, entre autre, de la pluviosité du site, du type et de la profondeur de la nappe aquifère, de la capacité d'évaporation du terrain : capacité influencée elle-même par d'autres facteurs, celle de la végétation située au dessus ou à proximité de la zone et également de la stabilité thermique du terrain.

CAPTEURS EN SERPENTIN ET EN ESCARGOT

*Rendements spécifiques
approximatifs*

Type de sous-sol	(W/m ²)
terrain sablonneux sec	10 – 15
terrain sablonneux humide	15 – 20
terrain argileux sec	20 – 25
terrain argileux humide	25 – 30
terrain saturé d'eau	30 – 40

- entraxe des tubes = 40 cm
- nombre d'heures d'activité par an = 1800
- COP = 4
- superficie du terrain libre
- superficie du terrain non imperméabilisé



Le tableau de la page de gauche, indique les rendements thermiques spécifiques de ces capteurs selon le type de sous-sol.

Les rendements thermiques sont donnés en W/m^2 et ont été déterminés dans les conditions indiquées par le tableau. Toutefois, étant donné les possibles variations et indéterminations en jeux, ces mêmes rendements peuvent être également utilisés **pour dimensionner les installations qui n'ont pas exactement les mêmes conditions que l'installation citée** : par exemple les installations ayant un COP différent.

Un autre tableau ci-dessous, permet **d'effectuer une étude rapide de la superficie requise** pour la réalisation de serpentins ou d'escargots.

Les superficies requises sont exprimées en fonction de 3 paramètres : (1) la puissance thermique de l'installation, (2) le rendement du terrain, (3) le COP de fonctionnement de la PAC.

En fonction de la puissance thermique de l'installation, sont également indiquées la puissance d'échange avec le terrain et les puissances électriques absorbées par la PAC.

Pour l'étude de ces capteurs et de leurs circuits de raccordement aux PAC, **voir page 20.**

Superficie du terrain requise pour des capteurs en serpentins ou en escargot

Exemple de calcul :

Déterminer la superficie requise pour la mise en oeuvre de capteurs à faibles profondeurs (de type à serpentins ou en escargot) aptes à couvrir les besoins d'une installation ayant les caractéristiques suivantes :

$Q_{PAC} = 9.000 \text{ W}$ (puissance demandée à la PAC)

Nature du terrain : sablonneux humide

$COP = 4,0$ (COP moyen de fonctionnement de la PAC)

$q_{ter} = 20 \text{ W/m}^2$ (rendement spécifique du terrain)

Selon la définition du COP, la puissance électrique [W_{EL}] absorbée par la PAC peut se calculer ainsi :

$W_{EL} = Q_{PAC} / COP = 9.000 / 4,0 = 2.250 \text{ W}$

Cette puissance étant cédée par la PAC au fluide caloporteur de l'installation, la puissance d'échange avec le terrain [Q_{ter}] est :

$Q_{ter} = Q_{PAC} - W_{EL} = 9.000 - 2.250 = 6.750 \text{ W}$

Pour la mise en service des capteurs, il faut une superficie de :

$S = Q_{ter} / q_{ter} = 6.750 / 20 = 337,5 \text{ m}^2$

Superficie requise pour des capteurs en serpentins ou en escargot

Puissance pompe à chaleur Q_{PAC} [W]	Superficie requise S [m ²] (terrain sablonneux humide : $q_{ter} = 20 \text{ W/m}^2$)		Superficie requise S [m ²] (terrain argileux humide : $q_{ter} = 30 \text{ W/m}^2$)		Puissance échangée avec le terrain Q_{ter} [W]		Puissance électrique absorbée par la PAC W_{EL} [W]	
	$COP = 3,0$	$COP = 4,0$	$COP = 3,0$	$COP = 4,0$	$COP = 3,0$	$COP = 4,0$	$COP = 3,0$	$COP = 4,0$
5000	167	188	111	125	3333	3750	1667	1250
5500	183	206	122	138	3667	4125	1833	1375
6000	200	225	133	150	4000	4500	2000	1500
6500	217	244	144	163	4333	4875	2167	1625
7000	233	263	156	175	4667	5250	2333	1750
7500	250	281	167	188	5000	5625	2500	1875
8000	267	300	178	200	5333	6000	2667	2000
8500	283	319	189	213	5667	6375	2833	2125
9000	300	338	200	225	6000	6750	3000	2250
9500	317	356	211	238	6333	7125	3167	2375
10000	333	375	222	250	6667	7500	3333	2500
11000	367	413	244	275	7333	8250	3667	2750
12000	400	450	267	300	8000	9000	4000	3000
13000	433	488	289	325	8667	9750	4333	3250
14000	467	525	311	350	9333	10500	4667	3500
15000	500	563	333	375	10000	11250	5000	3750
16000	533	600	356	400	10667	12000	5333	4000

CAPTEURS EN ANNEAU

Ils sont réalisés avec des tubes en matière plastique dont les diamètres varient de 16 à 22 mm. Leur profondeur de pose varie entre 0,8 et 2,0 m.

Les anneaux, peuvent se développer sur un ou plusieurs étages parallèles entre eux et **sont posés dans des tranchées** : méthode qui, comme nous l'avons vu, est **moins onéreuse**, par rapport au déblaiement.

Les tranchées peuvent être de configurations différentes, selon le type de terrain, sa géométrie et les possibles obligations à respecter.

Les solutions qui demandent peu de tranchées et donc, une superficie moins importante, sont celles utilisant des **tranchées de 2 ou 3 anneaux posés sur plusieurs étages parallèles entre eux**. Cependant, ces solutions, par rapport à celles avec seulement 1 anneau, **ont des rendements linéaires [W/m] plus faibles**.

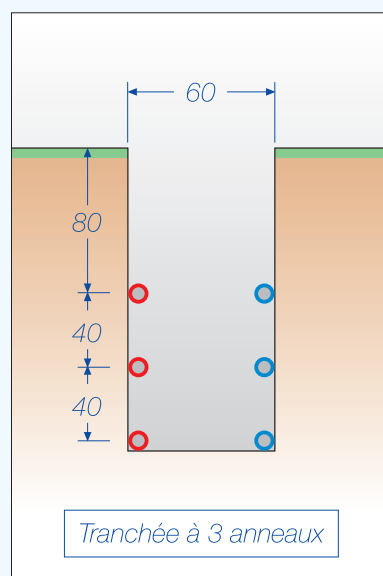
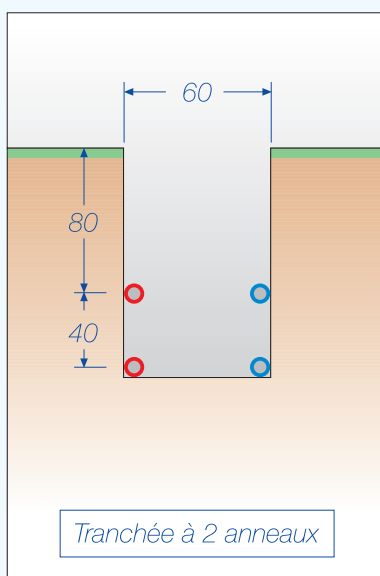
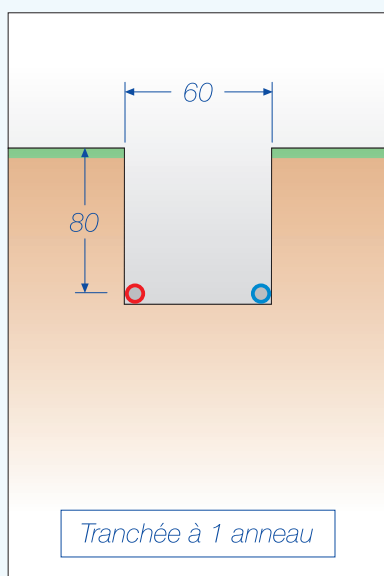
Ce moins bon rendement linéaire est dû au fait que la superposition des anneaux cause des **interférences thermiques réciproques**.

Toutefois, le coût relatif à une plus grande longueur de tube, **est largement compensé par l'économie obtenue en réduisant l'étendue des tranchées**.

Les tableaux ci-dessous indiquent (selon le type de tranchées et d'anneaux) **les rendements thermiques spécifiques de ces capteurs selon les principaux types de sous-sol**. Ce tableau reprend les mêmes conditions que l'installation du tableau page 8.

Pour ne pas refroidir excessivement le terrain, il est conseillé d'espacer d'au moins 1,5 m les tranchées entre elles.

Pour l'étude de ces capteurs et de leurs circuits de raccordement aux PAC, **voir page 20**.



CAPTEURS 1 ANNEAU

Rendements linéaires
approximatifs

Type de sous-sol	(W/m)
terrain sablonneux sec	4 – 6
terrain sablonneux humide	6 – 8
terrain argileux sec	8 – 10
terrain argileux humide	10 – 12
terrain saturé d'eau	12 – 16

CAPTEURS 2 ANNEAUX

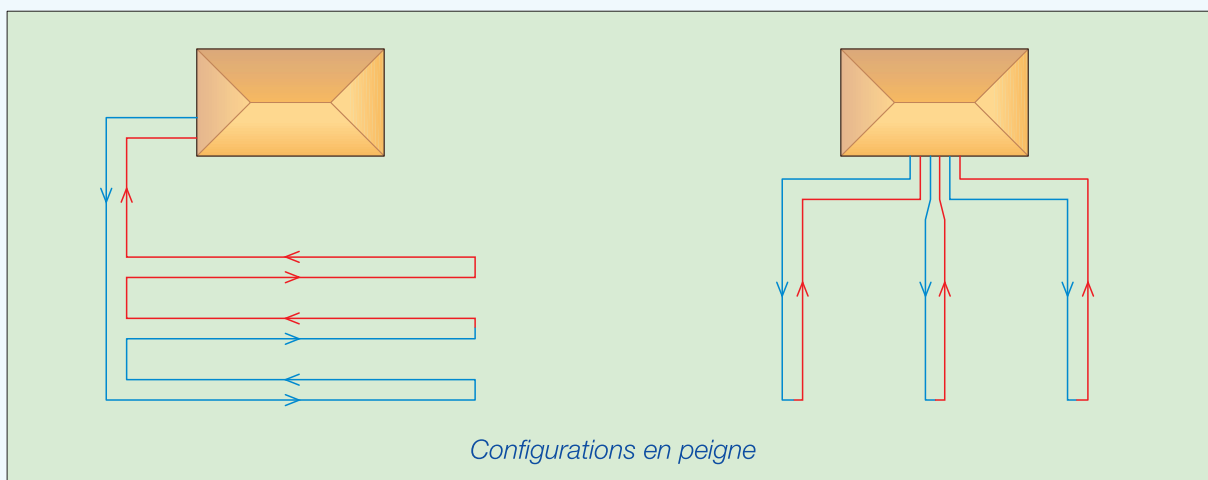
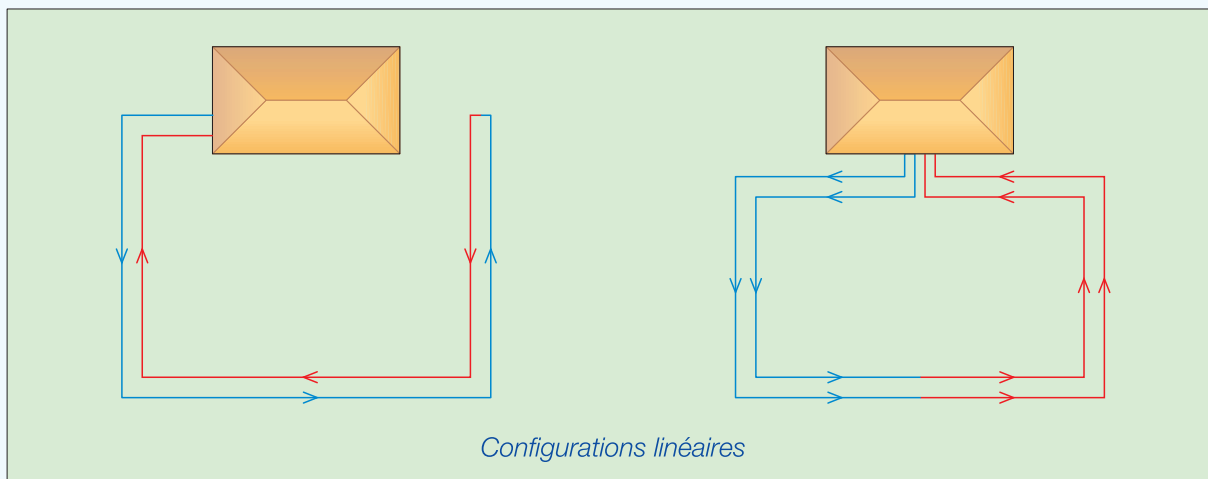
Rendements linéaires
approximatifs

Type de sous-sol	(W/m)
terrain sablonneux sec	3,6 – 5,4
terrain sablonneux humide	5,4 – 7,2
terrain argileux sec	7,2 – 9,0
terrain argileux humide	9,0 – 10,8
terrain saturé d'eau	10,8 – 14,4

CAPTEURS 3 ANNEAUX

Rendements linéaires
approximatifs

Type de sous-sol	(W/m)
terrain sablonneux sec	3,2 – 4,8
terrain sablonneux humide	4,8 – 6,4
terrain argileux sec	6,4 – 8,0
terrain argileux humide	8,0 – 9,6
terrain saturé d'eau	9,6 – 12,8



CAPTEURS EN SPIRALE

Ils sont réalisés avec des tubes en matière plastique dont les diamètres varient entre 16 et 22 mm. **Leur profondeur de pose varie**, quant à elle, **de 1,0 à 2,5 m**.

Les spirales sont formées de cercles de diamètres (D) constants superposés entre eux. La superposition des cercles (obtenue à l'aide d'une entretoise rigide) peut être à pas faible ($p=D/4$), moyen ($p=D/2$) ou grand ($p=D$).

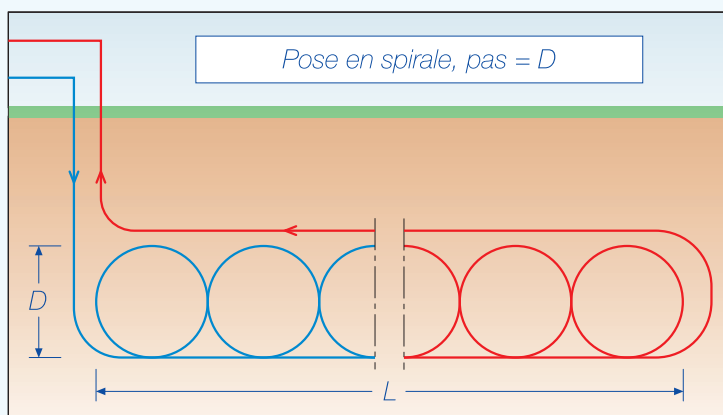
Ces capteurs peuvent être posés **sur un terrain déblayé ou dans des tranchées**. Pour un terrain déblayé, les spirales sont posées sur un plan

horizontal, à une profondeur de 1,0–1,5 m. Dans **des tranchées**, les spirales peuvent être posées à l'horizontale ou à la verticale, à une profondeur de 1,0–2,5 m.

Les tableaux ci-dessous indiquent (selon le pas) **les rendements thermiques de ces capteurs selon les principaux types de sous-sol**.

Pour ne pas refroidir excessivement le terrain, il est conseillé **d'espacer d'au moins 2,5 m les tranchées entre elles**.

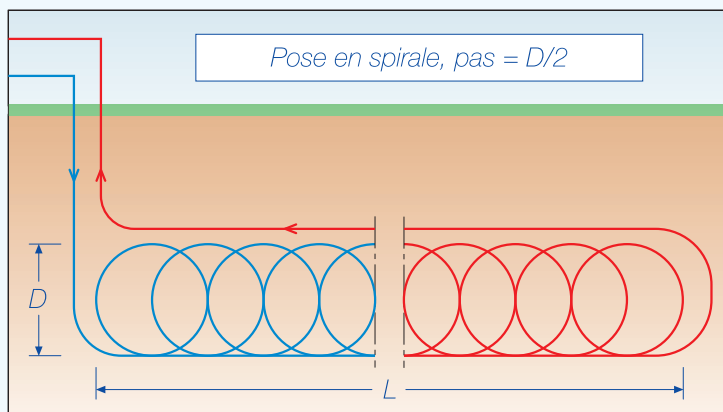
Pour l'étude de ces capteurs et de leurs circuits de raccordement aux PAC, **voir page 20**.



SPIRALE AVEC PAS = D

Rendements spécifiques approximatifs

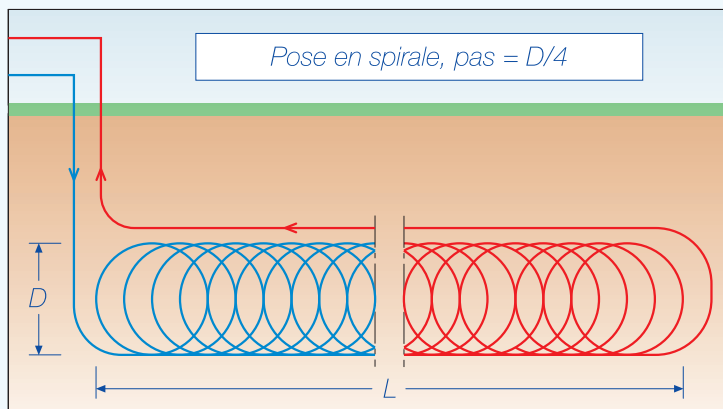
Type de sous-sol	(W/m ²)
terrain sablonneux sec	7–10
terrain sablonneux humide	10–13
terrain argileux sec	13–16
terrain argileux humide	16–20
terrain saturée d'eau	20–26



SPIRALE AVEC PAS = D/2

Rendements spécifiques approximatifs

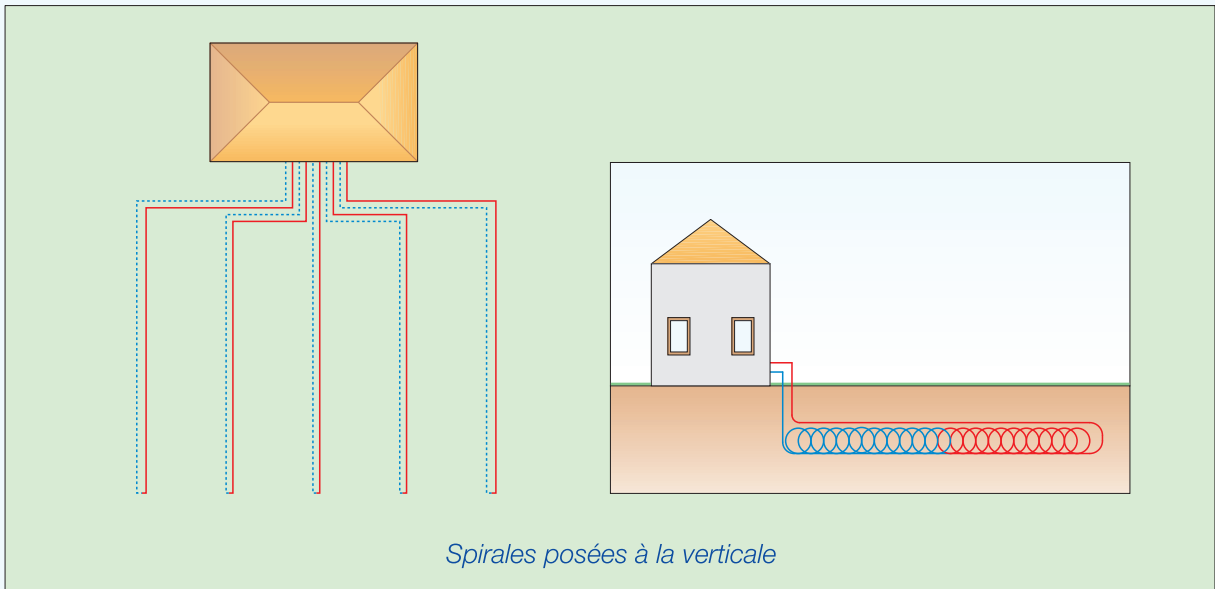
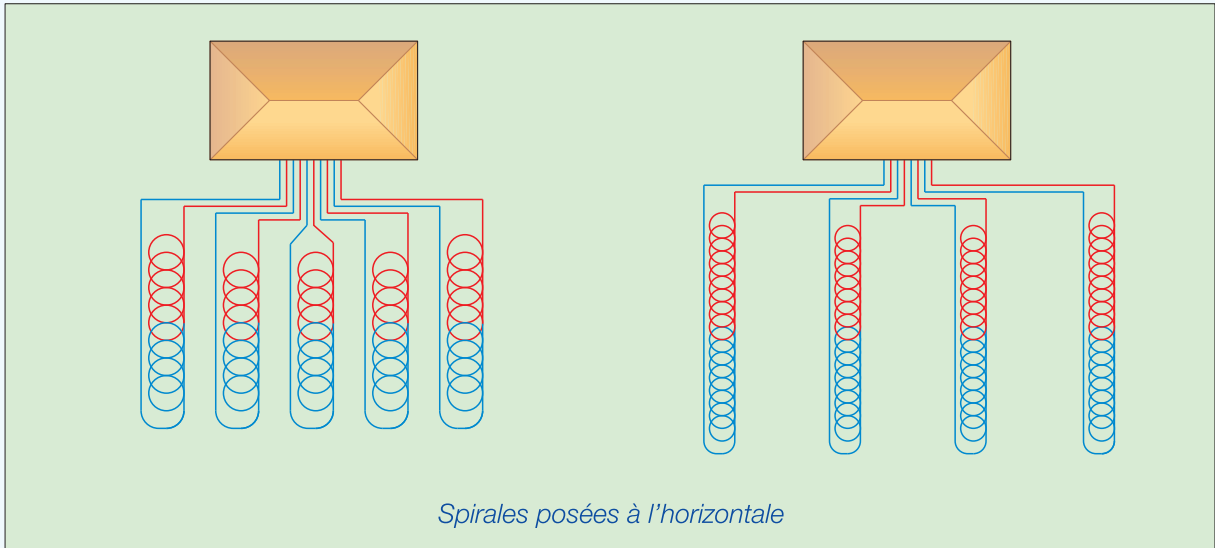
Type de sous-sol	(W/m ²)
terrain sablonneux sec	9–13
terrain sablonneux humide	13–17
terrain argileux sec	17–21
terrain argileux humide	21–26
terrain saturée d'eau	26–34



SPIRALE AVEC PAS = D/4

Rendements spécifiques approximatifs

Type de sous-sol	(W/m ²)
terrain sablonneux sec	10–15
terrain sablonneux humide	15–20
terrain argileux sec	20–25
terrain argileux humide	25–30
terrain saturée d'eau	30–40



CAPTEURS EN CORBEILLE

Ils sont réalisés avec des tubes en polyéthylène fixés à une armature en fer ou en plastique. **Leur sommet est généralement posé à une profondeur de 1,5 m.**

Ces capteurs sont utilisés seulement depuis quelques années, surtout en Suisse et en Allemagne. Ils tendent à se répandre dans d'autres Pays car ils offrent un **gain de place** considérable, évalué de 30 à 50% par rapport aux autres capteurs.

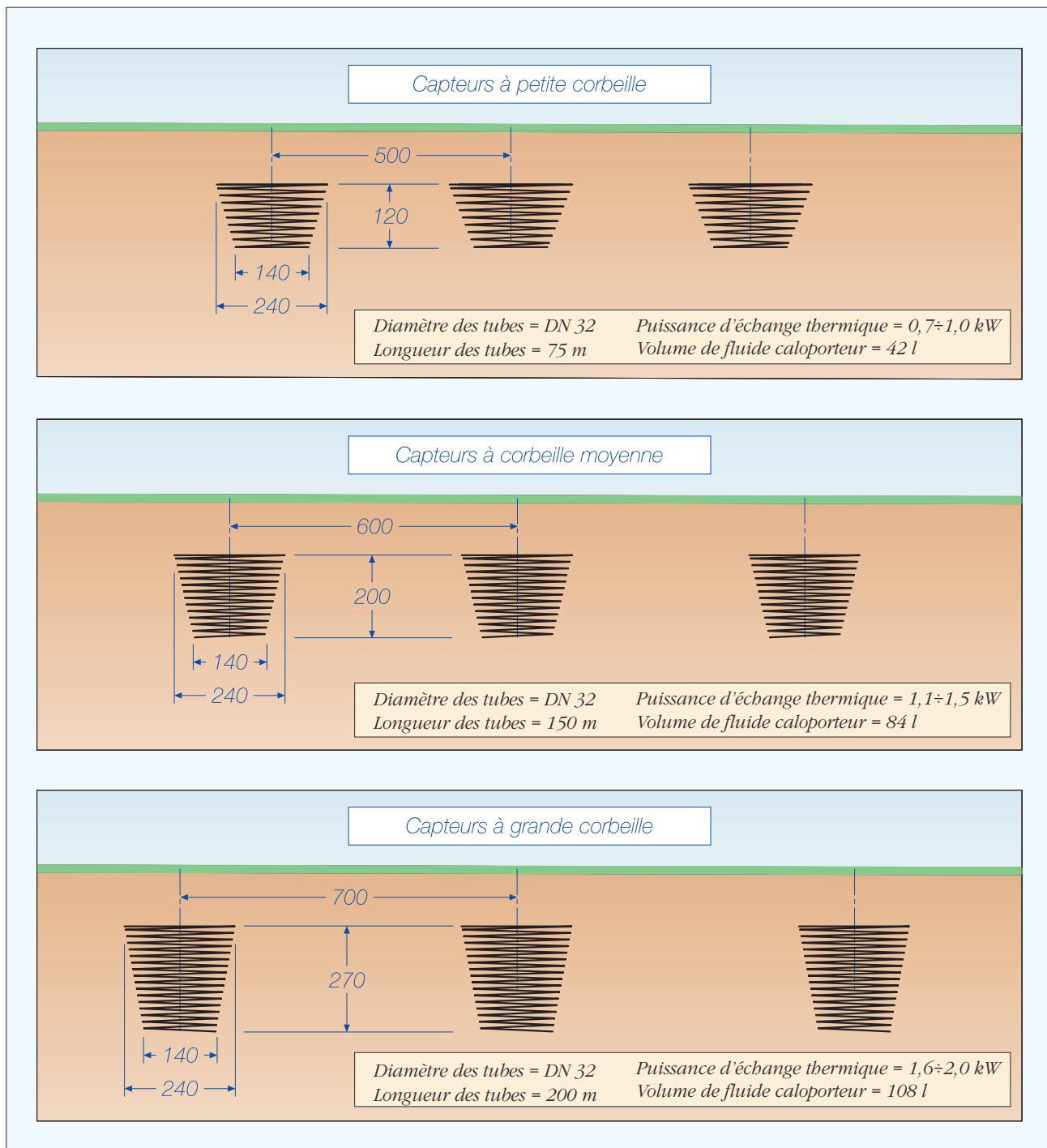
Grâce à leur compacité, les capteurs en corbeille sont utilisés aussi bien pour des **installations neuves**, que pour intégrer des

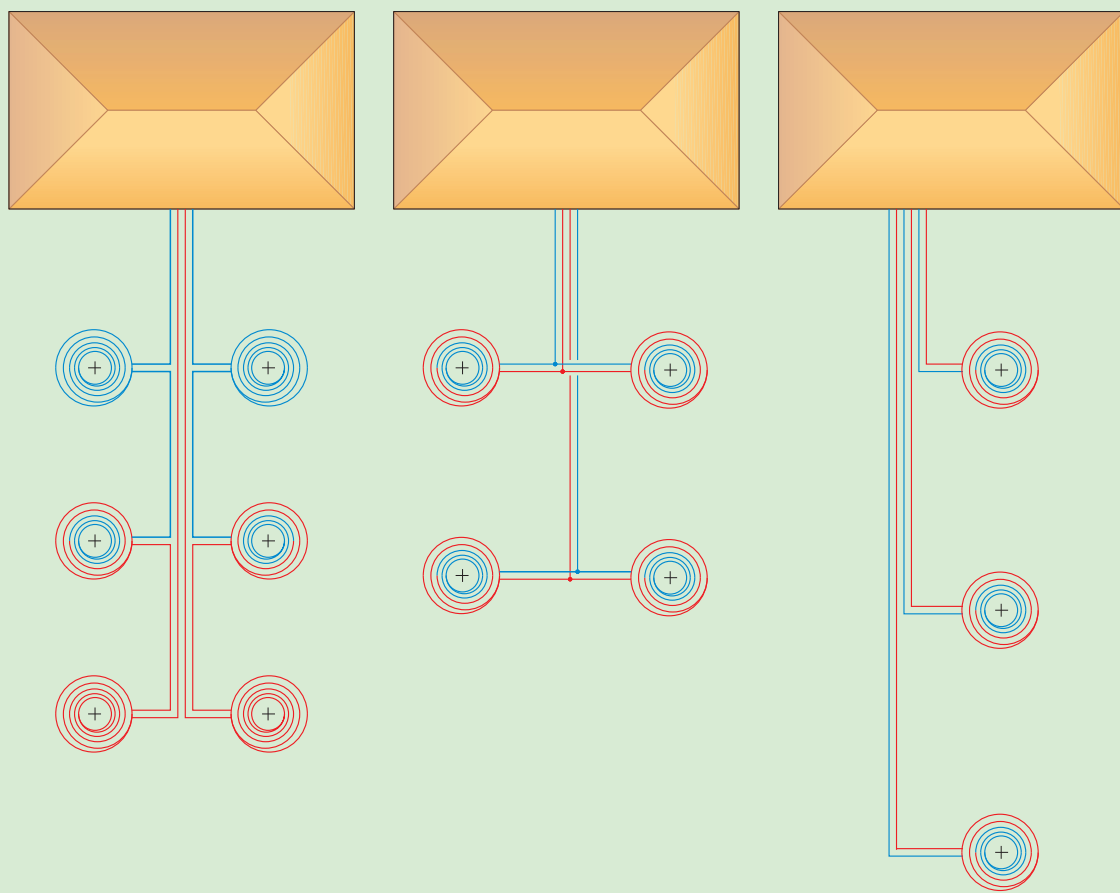
installations existantes sous dimensionnées ou à restructurer.

Les corbeilles peuvent avoir une forme **cylindrique ou conique** et peuvent être pré-assemblées ou bien être réalisées directement sur le chantier.

Les corbeilles coniques (voir www.geothermie.ch) existent normalement en trois versions de base, que l'on peut voir ci-dessous. Les puissances d'échange thermique indiquées, dépendent **du type de terrain et de son humidité.**

Pour l'étude de ces capteurs et de leurs circuits de raccordement aux PAC, **voir page 20.**





*Petites corbeilles
raccordement en série*

*Corbeilles moyennes
raccordement en parallèle*

*Grandes corbeilles
raccordement par corbeilles*

CAPTEURS POUR MOYENNES PROFONDEURS

Ils peuvent être réalisés avec des tubes, métalliques ou en polyéthylène, installés à la verticale **jusqu'à une profondeur de 25-30 m**.

Dans certains cas, ils peuvent représenter une solution alternative aux autres types de capteurs, surtout lorsque **les surfaces utilisables pour pouvoir poser des capteurs à faibles profondeurs sont insuffisantes vis à vis des besoins thermiques**, ou lorsqu'il est difficile d'obtenir des permis pour installer des sondes plus profondes.

Ces capteurs peuvent être réalisés avec **des sondes coaxiales** ou avec **des tubes noyés dans des piliers de fondation**.

de retour de la PAC, tandis que le tube externe permet l'échange de chaleur avec le sol.

Pour augmenter l'échange thermique et protéger les nappes aquifères, **les sondes coaxiales sont "chemisées" d'un enduit de ciment et de béton**.

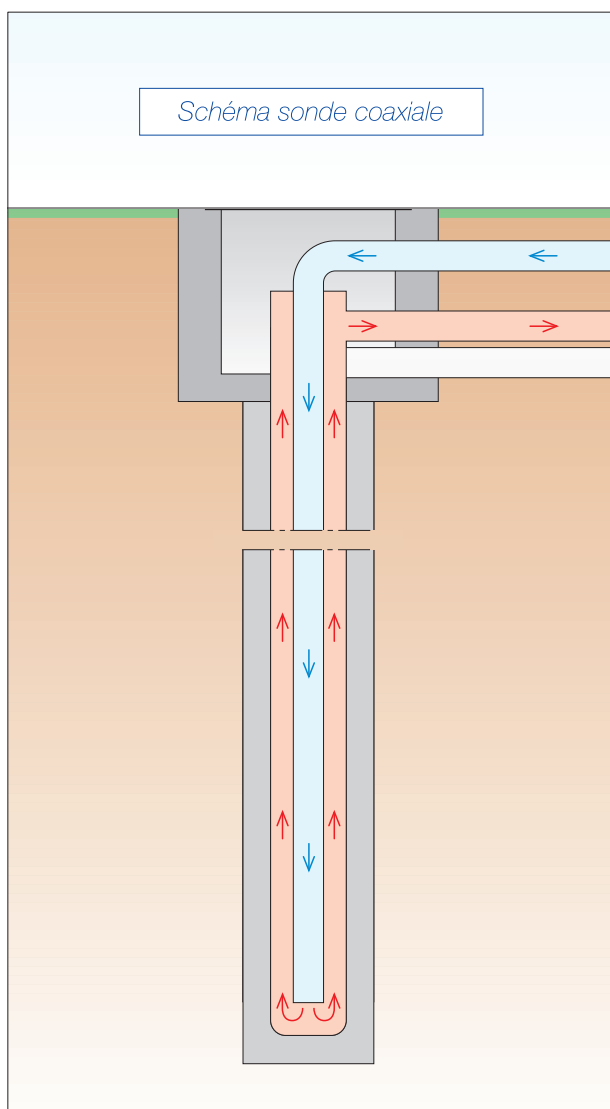
Dans des versions plus élaborées, les sondes sont conçues avec des **tubes externes en acier inox et des tubes internes en polyéthylène à haute densité**.

Les tubes externes en acier inox empêchent la **corrosion** due au ruissellement et offrent une **bonne résistance mécanique** contre les mouvements de terrain.

Les rendements thermiques de ces sondes sont comparables à celles des sondes pour les grandes profondeurs, indiqués dans le tableau page 19.

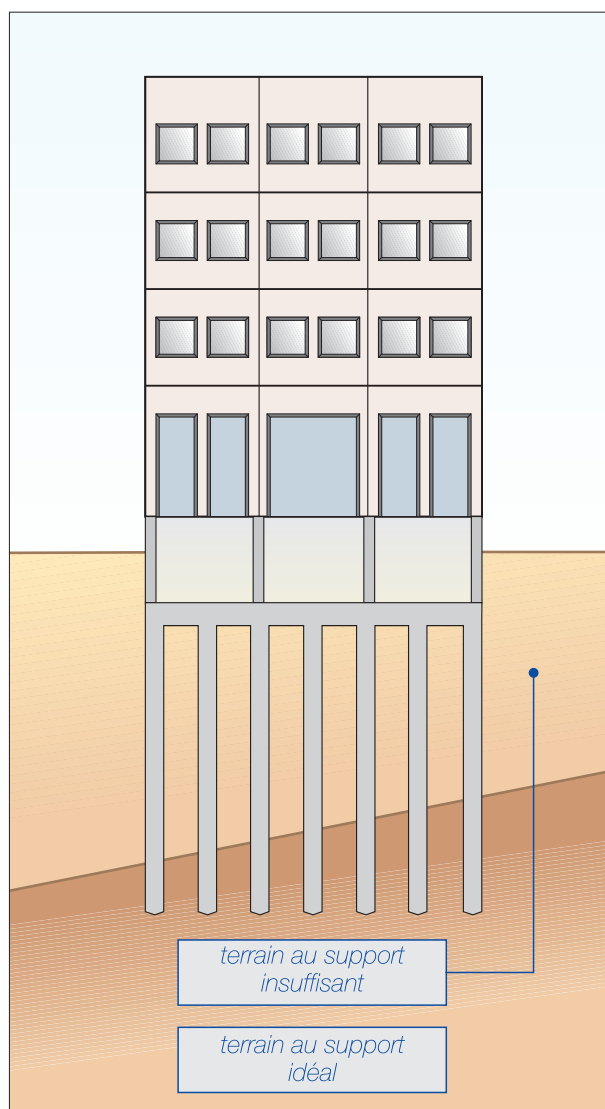
SONDES COAXIALES

Elles sont essentiellement **réalisées avec deux tubes coaxiaux**. Le tube interne véhicule le fluide



PILIERES DE FONDATION

On a recours aux piliers lorsqu'il est possible d'exploiter les fondations du bâtiment. Par exemple

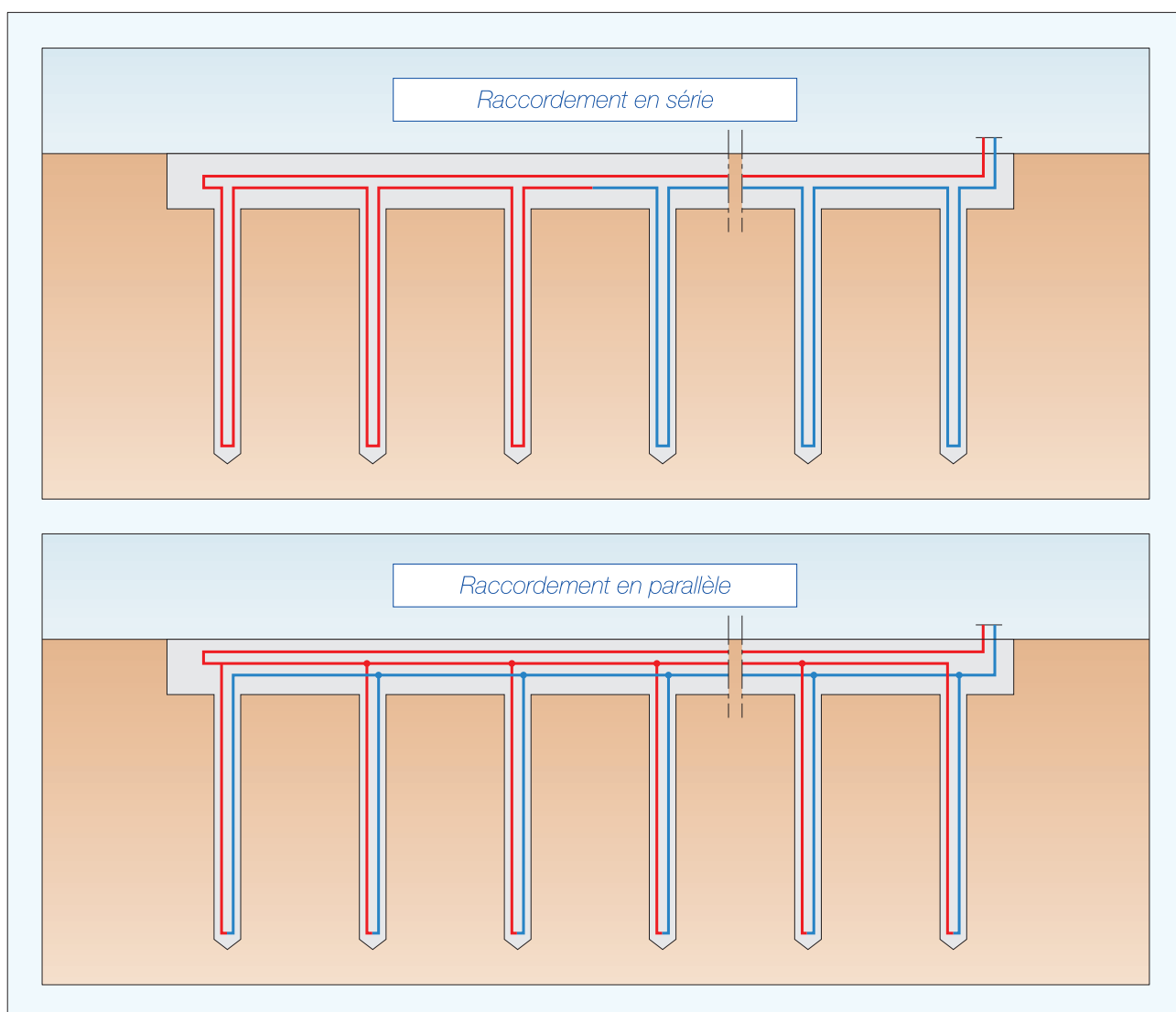
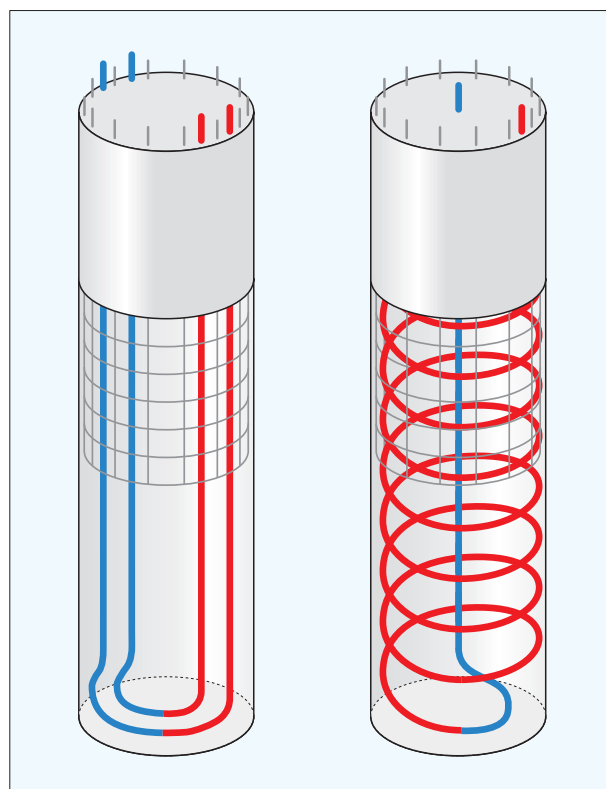


lorsque la superficie du terrain n'est pas en mesure de **supporter les opérations de forage**, ou lorsque **le terrain est sujet à des phénomènes qui en modifient**, périodiquement ou occasionnellement, **les caractéristiques physiques**.

Pour pouvoir être utilisés comme capteurs de chaleur, **des tubes en U ou en spirale sont insérés dans les piliers de fondation** : les tubes, sont ensuite raccordés aux PAC, en série ou en parallèle.

Cette technologie est simple et peu onéreuse. Une seule partie des piliers peut être utilisée, en fonction des besoins thermiques du bâtiment.

Les rendements thermiques des piliers de fondation avec tubes en double U, sont comparables à ceux des sondes pour les grandes profondeurs, indiqués dans le tableau page 19.



CAPTEURS POUR GRANDES PROFONDEURS

Ces capteurs (appelés **sondes géothermiques**) sont réalisés avec des **tubes installés à la verticale jusqu'à une profondeur de 100-120 m**, mais ils peuvent descendre à des profondeurs **de plus de 200 m**.

Le rendement thermique des sondes augmente en fonction de la profondeur. En dessous de 20 m (grâce à la chaleur produite par la terre) **la température du sous-sol augmente d'environ 3°C tous les 100 m**.

Ces capteurs sont posés par forage avec des diamètres variant entre 100 et 150 mm.

Dans ces forages sont insérés **un ou deux circuits en U**, réalisés avec des tubes en

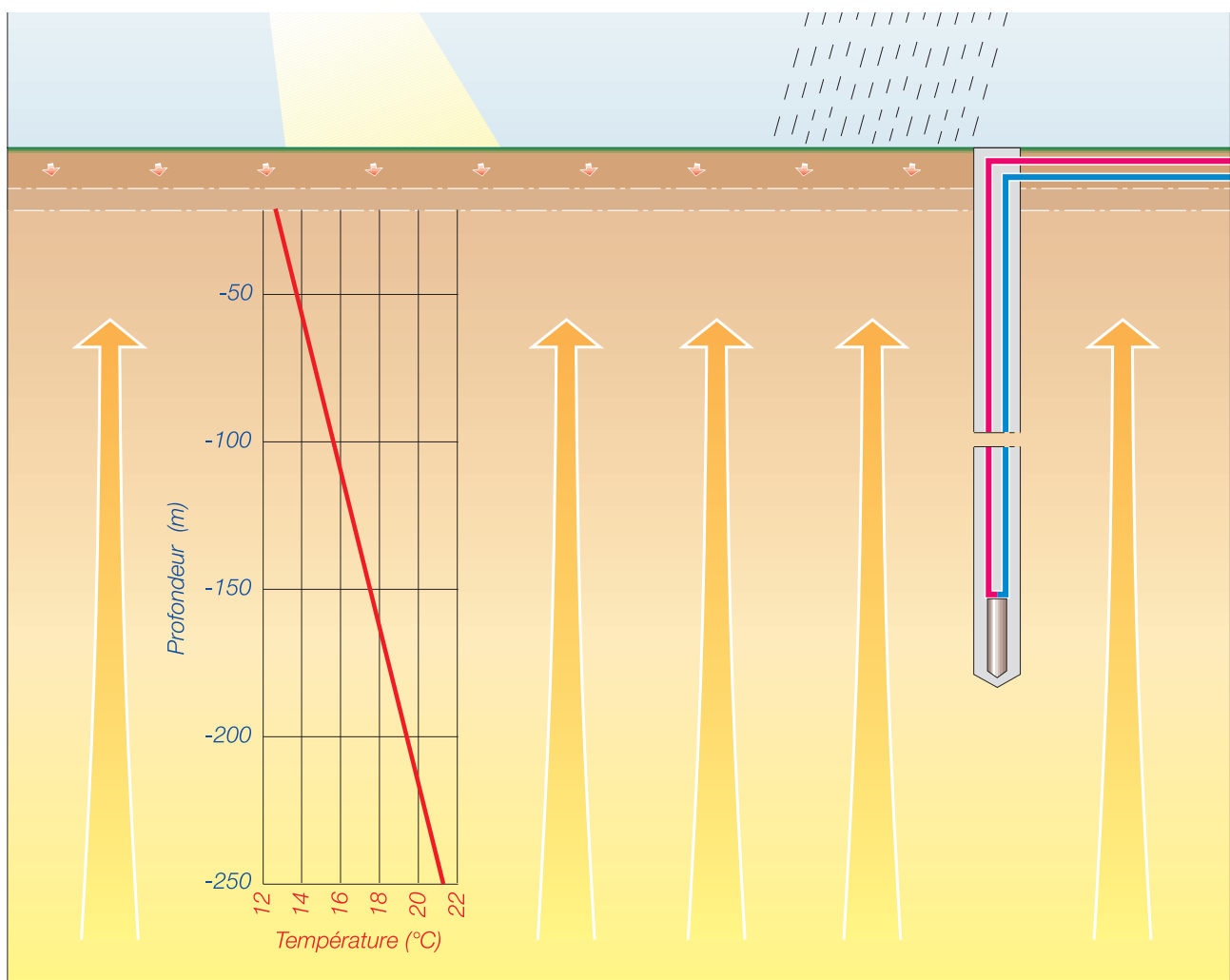
PE-Xa, spécifique pour ces applications particulièrement contraignantes, compte tenu des pressions élevées à ces profondeurs et donc, du risque d'écrasement.

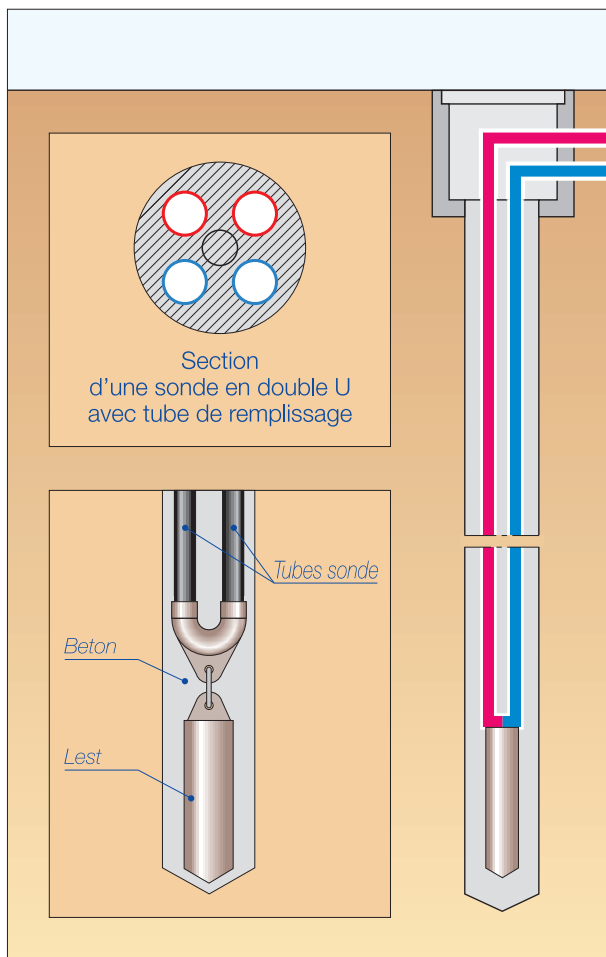
Pour faciliter l'insertion des tubes dans les forages, on utilise un lest d'environ 15-20 Kg. De plus, pour maintenir une bonne distance entre les tubes, des entretoises sont posées tous les 7-8 m.

Le vide présent entre les parois du forage et les tubes, est rempli d'un mélange à base de ciment et de substances inertes. Ce mélange est injecté du bas vers le haut, à l'aide d'un tube supplémentaire inséré dans le forage de la sonde.

Pour ne pas causer de dommages aux fondations, les sondes géothermiques **doivent être posées à une distance d'au moins 4-5 m du bâtiment**.

En outre, s'il y a plusieurs sondes, elles doivent





être espacées entre elles d'une distance supérieures à 8 m, pour éviter les interférences thermiques : c'est à dire pour éviter que les sondes échangent réciproquement de la chaleur, ce qui risquent de diminuer le rendement thermique global.

Le tableau ci-dessous est une reprise de la norme allemande **VDI 4640** et indique les rendements des sondes géothermiques à double U, selon les types de sol.

Les rendements thermiques des sondes sont données en [W/m] et ont été définis dans les conditions indiquées dans ce tableau.

Pour l'étude de ces capteurs et de leurs circuits de raccordement aux PAC, voir page 20.

Note :

Les opérations de forage et de remplissage peuvent gravement contaminer le terrain et être une cause d'autres interférences (spécialement sur les nappes aquifères) très dangereuses pour l'état du sous-sol. Ces opérations doivent donc respecter rigoureusement les normes en vigueur et n'être confiées qu'à des entreprises habilitées.

Rendements thermiques des sondes géothermiques

Type de sous-sol	Conductivité thermique (W/mK)	Puissance extractible (W/m)	
		1800 h	2400 h
Valeurs générales :			
Sous-sol pauvre (sédiment sec)	<1,5	25	20
Roches et terrains incobérents saturés d'eau	1,5-3,0	60	50
Roches à haute conductivité thermique	> 3,0	84	70
Typologie roche/terrain :			
Gravier, sable, sec	0,4	< 25	< 20
Gravier, sable, saturé d'eau	1,8-2,4	65-80	55-65
Argile, terreau, humide	1,7	35-50	30-40
Calcaire (massif)	2,8	55-70	45-60
Grès	2,3	65-80	55-65
Magma silicieux (par exemple, granit)	3,4	65-85	55-70
Magma basique (par exemple, basalte)	1,7	40-65	35-55
Gneiss	2,9	70-85	60-70

- extraction de chaleur uniquement
- la longueur d'une sonde doit être comprise entre 40 et 100 m
- la plus petite distance entre deux sondes géothermiques doit être :
 - d'au moins 5 m pour une profondeur de forage de 40 à 50 m
 - d'au moins 6 m pour une profondeur de forage > 50 m à 100 m
- sondes géothermiques avec tubes à double U de DN 20, 25, 32 ou sondes coaxiales avec un diamètre mini de 60 mm
- non applicable pour une grande concentration de sondes sur une zone limitée

CIRCUITS DE RACCORDEMENT ENTRE CAPTEURS DE CHALEUR ET PAC

Les circuits qui relient les capteurs de chaleur aux PAC, peuvent être étudiés et réalisés ainsi :

L'ÉTUDE

Suivre les étapes suivantes :

Étape 1

Calculer la chaleur que l'on peut récupérer du terrain (Q_{ter}) en fonction du besoin thermique demandé par l'installation et le COP de la PAC.

Étape 2

Effectuer le dimensionnement des capteurs :

- **capteurs en serpentín ou en escargot**
calculer leur superficie totale en divisant Q_{ter} par le rendement thermique spécifique (W/m^2) entre le terrain et les tubes; calculer ensuite la longueur totale des tubes selon l'entraxe choisi (en général 0,4 m).
- **capteurs en anneau**
calculer la longueur totale de leur tube en divisant Q_{ter} par le rendement thermique linéaire (W/m) entre le terrain et les tubes.
- **capteurs en spirale**
calculer leur superficie totale en divisant Q_{ter} par le rendement thermique spécifique (W/m^2) entre le terrain et les tubes; calculer ensuite la longueur totale des tubes en fonction du pas et du diamètre des spirales.
- **capteurs en corbeille**
calculer leur nombre en divisant Q_{ter} par le rendement thermique nominal des corbeilles; calculer ensuite la longueur totale des tubes en fonction de la longueur des tubes dans chaque corbeille.
- **sondes géothermiques**
calculer la longueur des sondes en divisant Q_{ter} par leur rendement thermique linéaire (W/m); calculer ensuite la longueur totale des tubes en fonction du type de sonde (à 2 ou 4 tubes).

Étape 3

Les capteurs et les circuits de raccords aux PAC se dimensionnent en fonction de 2 paramètres : **l'écart thermique et les pertes de charge**.

En général, la valeur de l'écart thermique est comprise entre 3 et 5°C.

Pour les pertes de charge (sans compter les pertes de charge de la PAC) il est conseillé de prendre les valeurs suivantes :

- 1.500–2.000 mm C.E. pour les petites et moyennes installations,

- 3.500–4.000 mm C.E. pour les grandes installations.

Dans le calcul des pertes de charge du circuit, il faut prendre en compte aussi bien la température de travail du fluide, que la plus forte résistance au flux opposée par l'emploi d'antigel.

LE FLUIDE CALOPORTEUR

Il est constitué d'un mélange d'eau et d'antigel. Ce mélange garantit **un point de congélation inférieur de 7–8°C à la température minimum de travail de la PAC**. Habituellement, par sécurité, le mélange prévu garantit la **non congélation jusqu'à -20°C**.

L'antigel idéal devrait être : non toxique, ininflammable, à faible impact environnemental, non corrosif, stable, avec de bonnes caractéristiques d'échange thermique et économique.

L'antigel le plus utilisé en Europe est le propylène glycol. Le VDI 4640 conseille comme antigel le **propylène glycol** ($C_3H_8O_2$) et l'éthylène glycol ($C_2H_6O_2$).

Aux États Unis et au Canada, sont également employées des solutions salines (moins corrosives) et le méthanol (toxique et inflammable à concentration élevée).

LES PRINCIPAUX COMPOSANTS

Voici les principaux composants intégrant les circuits capteurs-PAC :

Tubes

Ce sont généralement **des tubes en plastique**, par exemple en polyéthylène (PE), en **polypropylène (PP)** ou en **polybutylène (PB)**.

Pour les installations de faibles profondeurs (capteurs et circuits de raccords), il est nécessaire de prévoir la **pose de rubans de signalisation** permettant de limiter le risque de **ruptures occasionnelles** et donc, l'éventuelle dispersion de l'antigel dans le sous-sol.

Circulateurs

Ils doivent être en mesure de travailler à basse température. Par sécurité, il est conseillé de sélectionner des circulateurs travaillant jusqu'à -25°C.

Vases d'expansion

Ils limitent les surpressions dues aux variations de volume du fluide. Ces variations représentent environ 0,8 –1,0 % du volume du circuit.

Souppes de sécurité

Leur fonction consiste à protéger l'installation des éventuelles surpressions, notamment lors des phases de remplissage ou de renouvellement du fluide.

Manomètres

Ils permettent de contrôler la pression de l'installation lors du remplissage et du fonctionnement.

Thermomètres

Ils permettent de contrôler la température du fluide en entrée et en sortie de PAC.

Purgeurs d'air

Ils purgent l'air présent dans l'installation et permettent d'éviter (1) le risque de bruit et d'usure du circulateur, et (2) de réduire la capacité d'échange des PAC.

Pots de décantation

Ils sont utilisés pour éviter l'accumulation d'impuretés dans l'évaporateur, ce qui entraînerait une baisse du rendement thermique de la PAC.

Pressostats de minimum

Ils protègent les circuits frigorifiques des PAC lors de fuites dans les circuits géothermiques. Dans ce cas, pour limiter la pollution des sols, ils peuvent aussi activer des alarmes visuelles ou auditives.

Pressostats de sécurité

Ils arrêtent le fonctionnement des PAC lors de surpressions dues à d'éventuelles surchauffes.

Flussostats

Ils protègent les circuits frigorifiques des PAC lors d'absence ou de faible débit, provoqué, par exemple, par l'obstruction ou le grippage des circulateurs.

Manchons anti-vibrations

Ils absorbent les vibrations transmises par les PAC aux circuits géothermiques.

Collecteurs de distribution

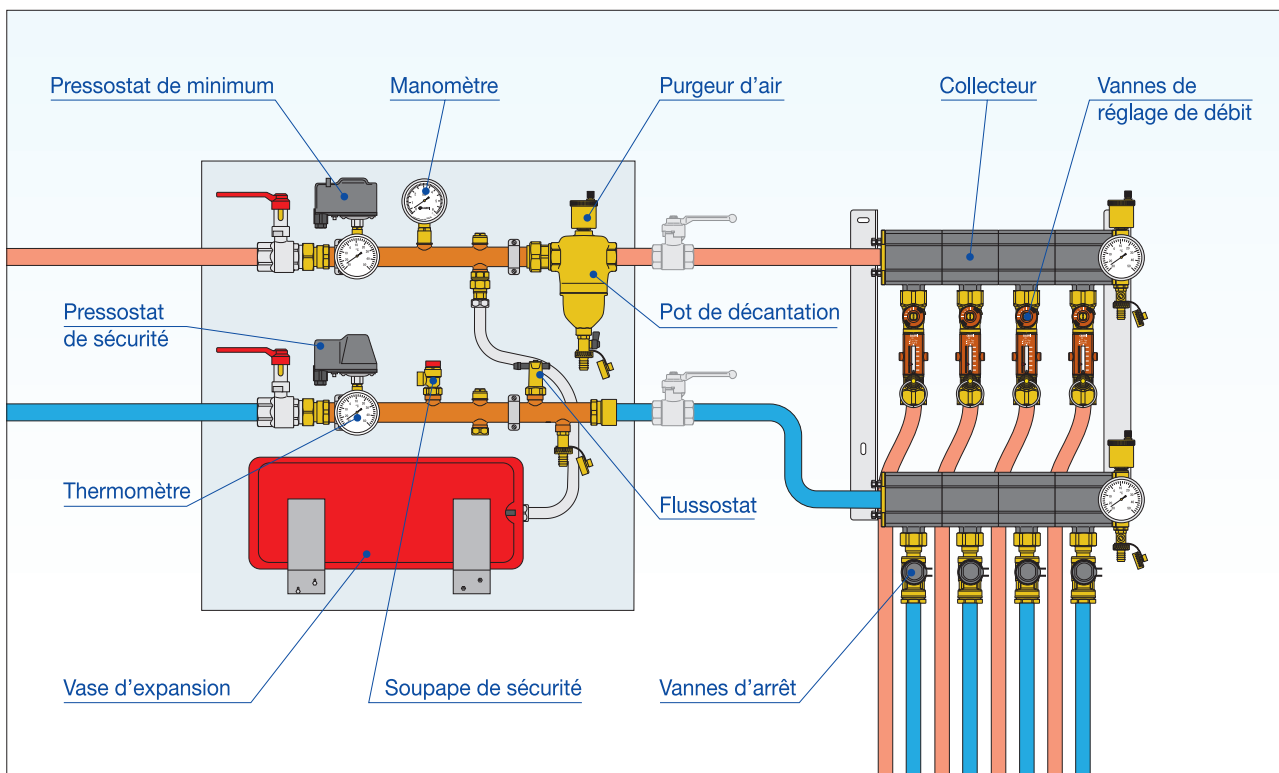
Ils doivent présenter de faibles pertes de charge et empêcher la formation de condensation.

Vannes d'arrêt

Elles permettent d'isoler les différents circuits géothermiques : opération nécessaire lors de fuites.

Vannes de réglage de débit

Elles permettent l'équilibrage des circuits et sous-circuits géothermiques en fonction des valeurs souhaitées pour assurer le bon fonctionnement des PAC.



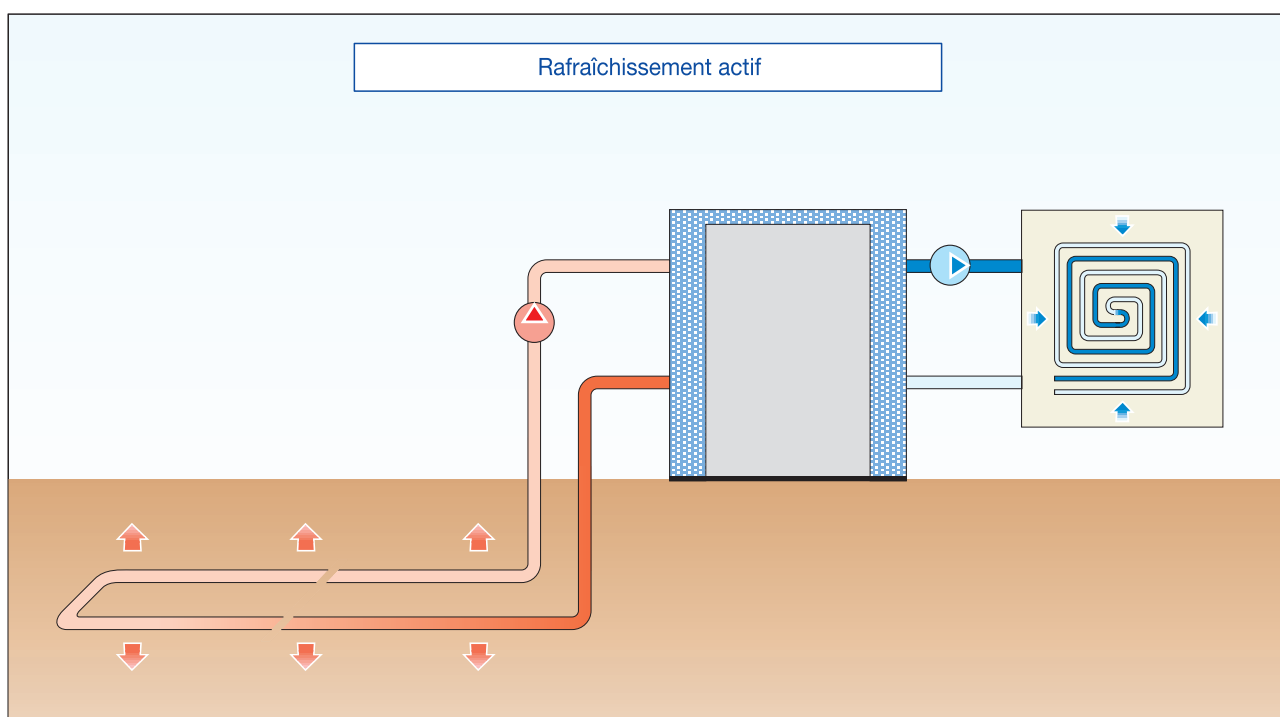
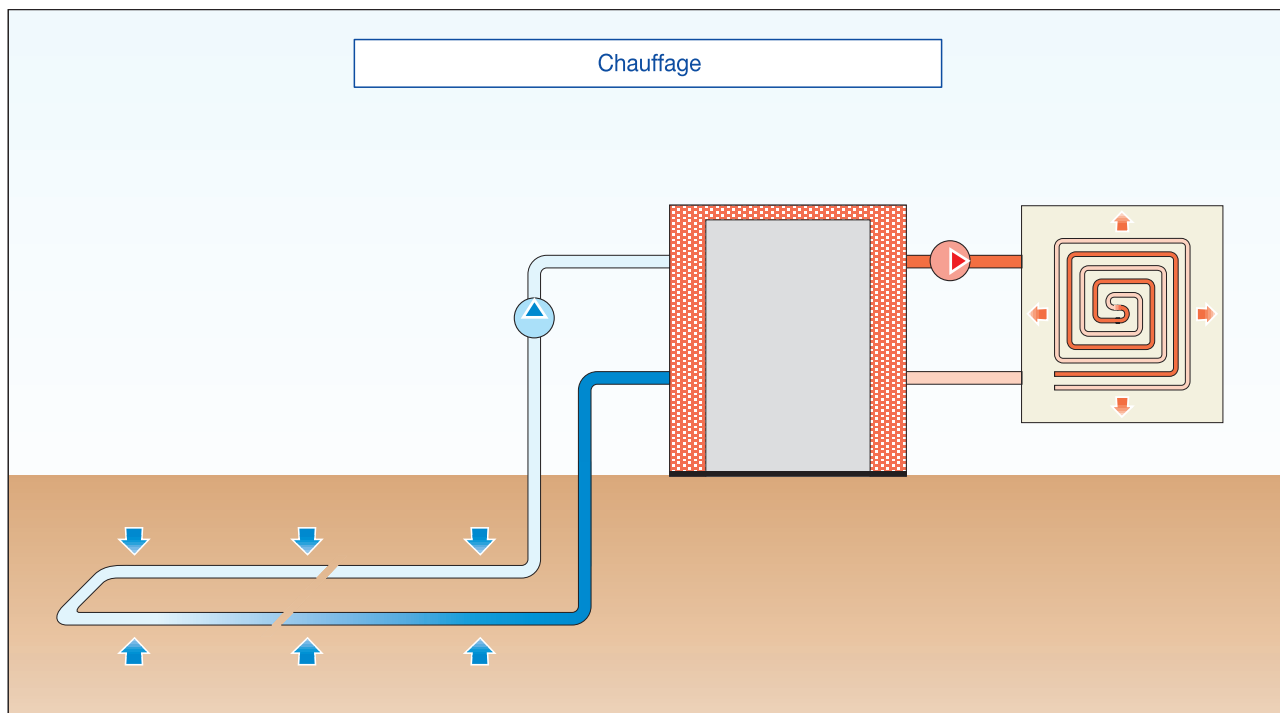
RAFRAÎCHISSEMENT EN ÉTÉ

Comme nous l'avons vu précédemment, les installations géothermiques **peuvent être utilisées pour du chauffage, mais également pour du rafraîchissement** : ce dernier mode de fonctionnement doit être lié à un système de déshumidification.

Le rafraîchissement peut être de type **actif** ou **passif**.

LE RAFRAÎCHISSEMENT ACTIF

Le rafraîchissement actif utilise la PAC (en cycle été) pour transmettre le fluide distribué aux terminaux (planchers, ventilo-convecteurs ou batteries de traitement d'air) **à la température voulue.**

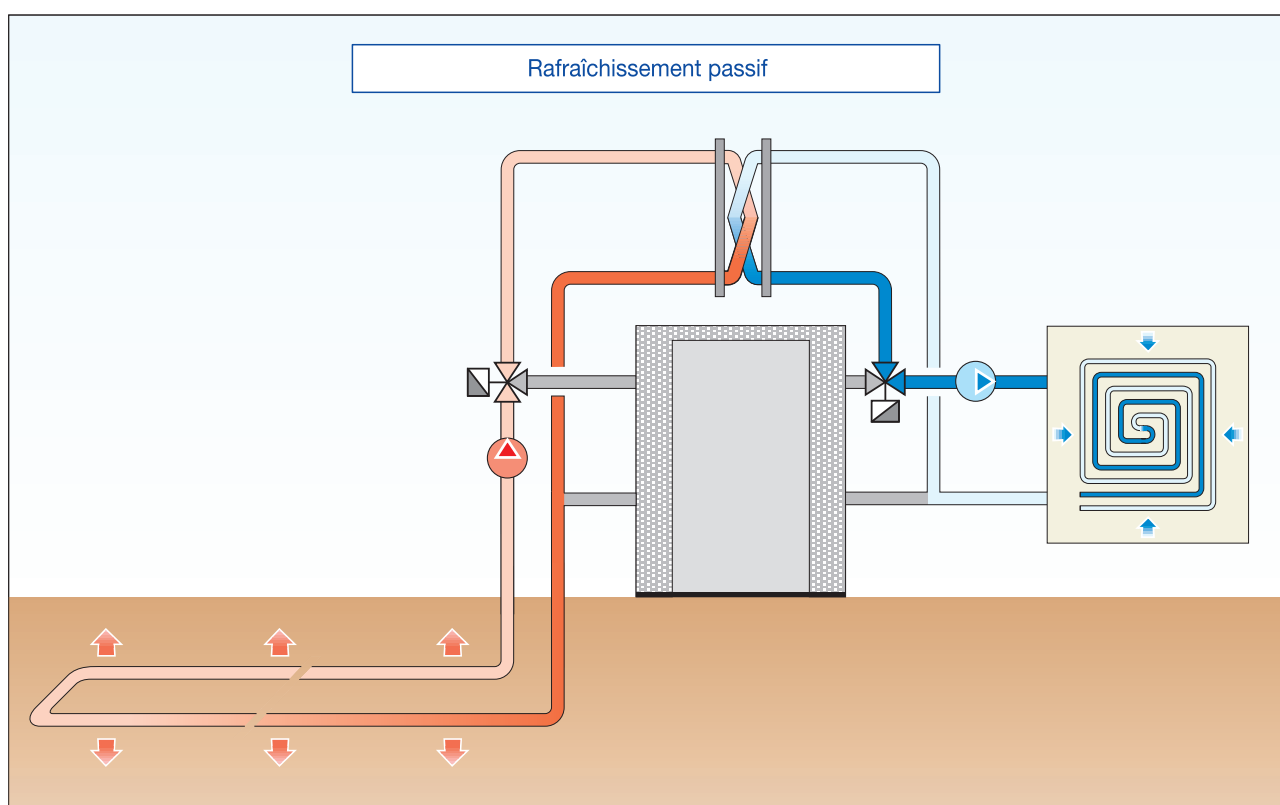
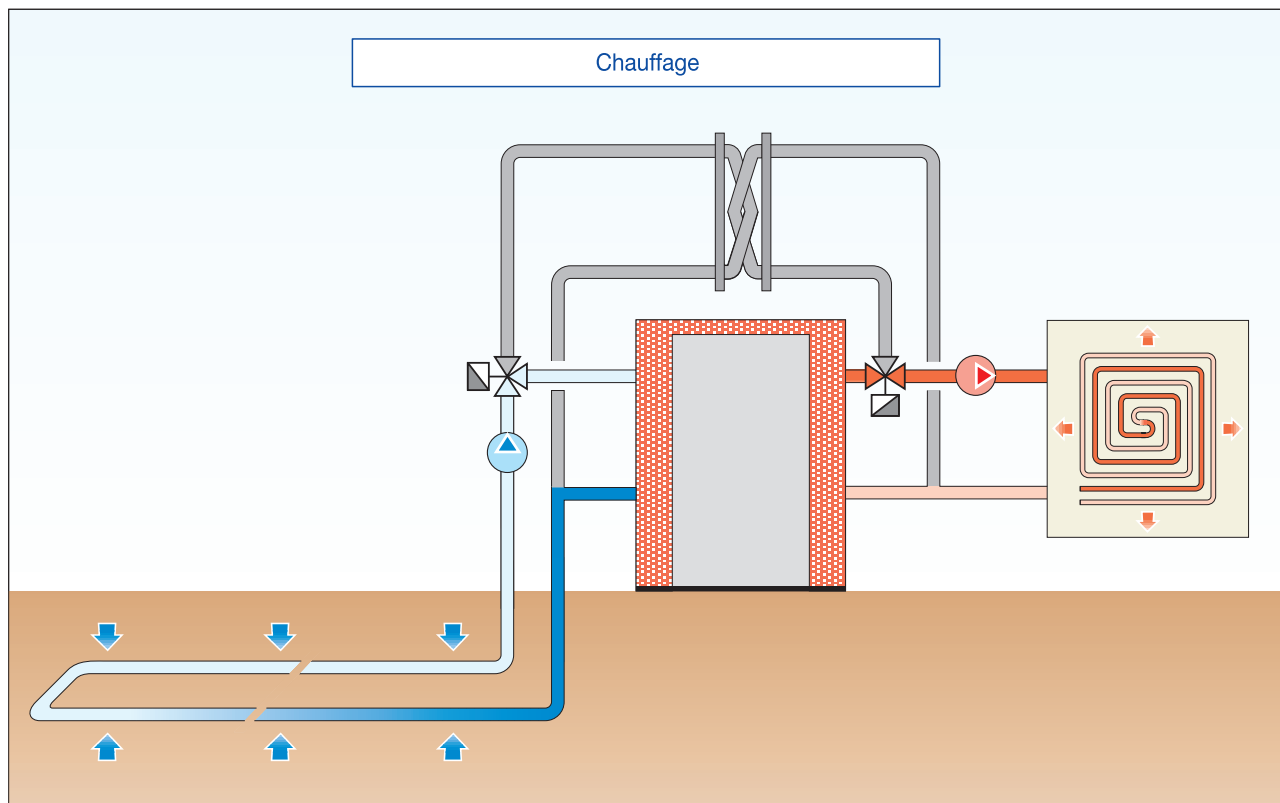


LE RAFRAÎCHISSEMENT PASSIF

Le rafraîchissement passif, en revanche, n'utilise pas la PAC. Pour abaisser la température du fluide distribué aux terminaux, on exploite directement (avec un échangeur interposé) le fluide géothermique.

Durant cette période estivale, la PAC remplit seulement la fonction de production d'ECS.

Ce dernier type de rafraîchissement est sans aucun doute le plus écologique et le plus économique.



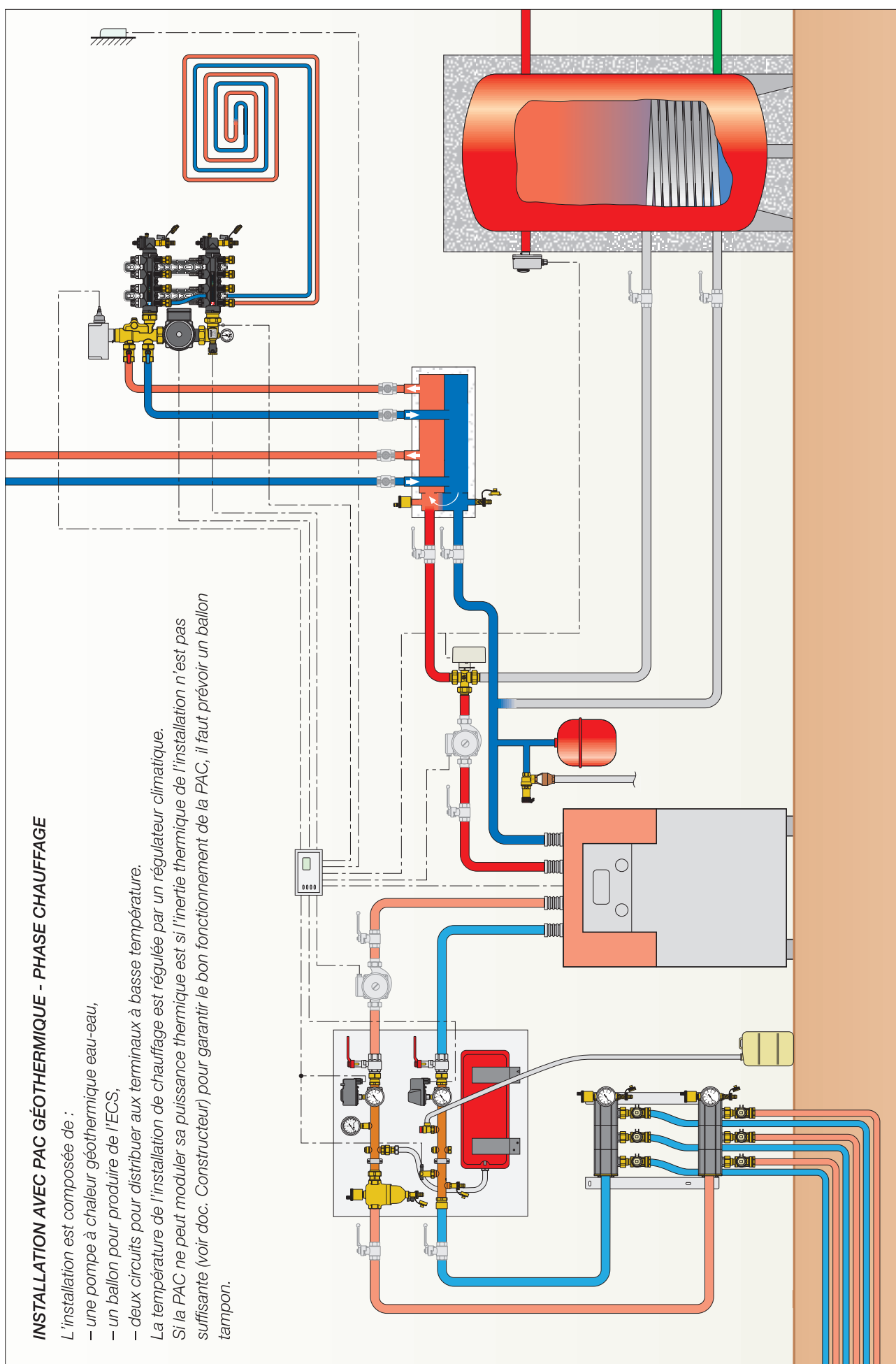
INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE - PHASE CHAUFFAGE

L'installation est composée de :

- une pompe à chaleur géothermique eau-eau,
- un ballon pour produire de l'ECS,
- deux circuits pour distribuer aux terminaux à basse température.

La température de l'installation de chauffage est réglée par un régulateur climatique.

Si la PAC ne peut moduler sa puissance thermique est si l'inertie thermique de l'installation n'est pas suffisante (voir doc. Constructeur) pour garantir le bon fonctionnement de la PAC, il faut prévoir un ballon tampon.



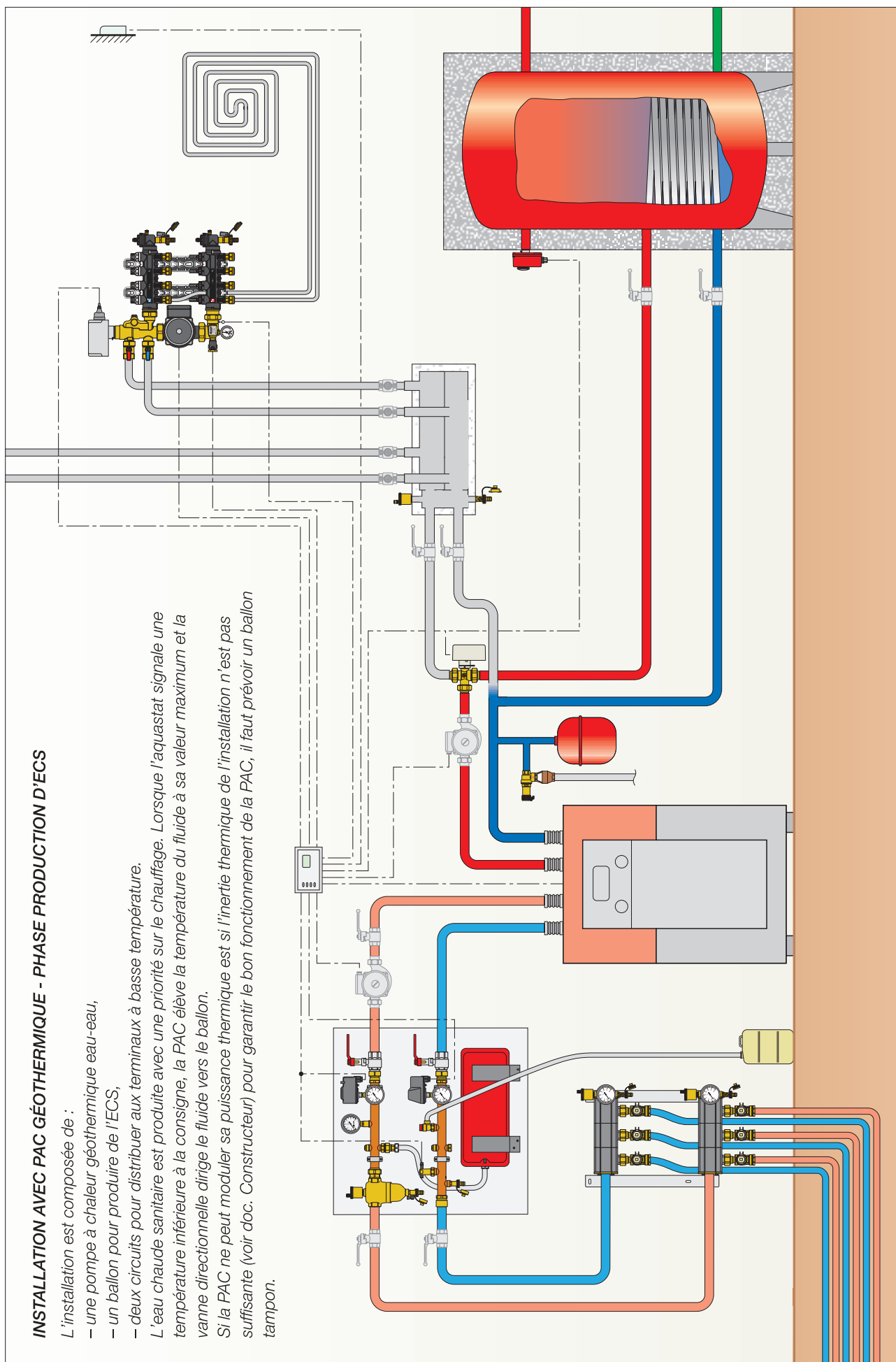
INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE - PHASE PRODUCTION D'ECS

L'installation est composée de :

- une pompe à chaleur géothermique eau-eau,
- un ballon pour produire de l'ECS,
- deux circuits pour distribuer aux terminaux à basse température.

L'eau chaude sanitaire est produite avec une priorité sur le chauffage. Lorsque l'aquastat signale une température inférieure à la consigne, la PAC élève la température du fluide à sa valeur maximum et la vanne directionnelle dirige le fluide vers le ballon.

Si la PAC ne peut moduler sa puissance thermique est si l'inertie thermique de l'installation n'est pas suffisante (voir doc. Constructeur) pour garantir le bon fonctionnement de la PAC, il faut prévoir un ballon tampon.

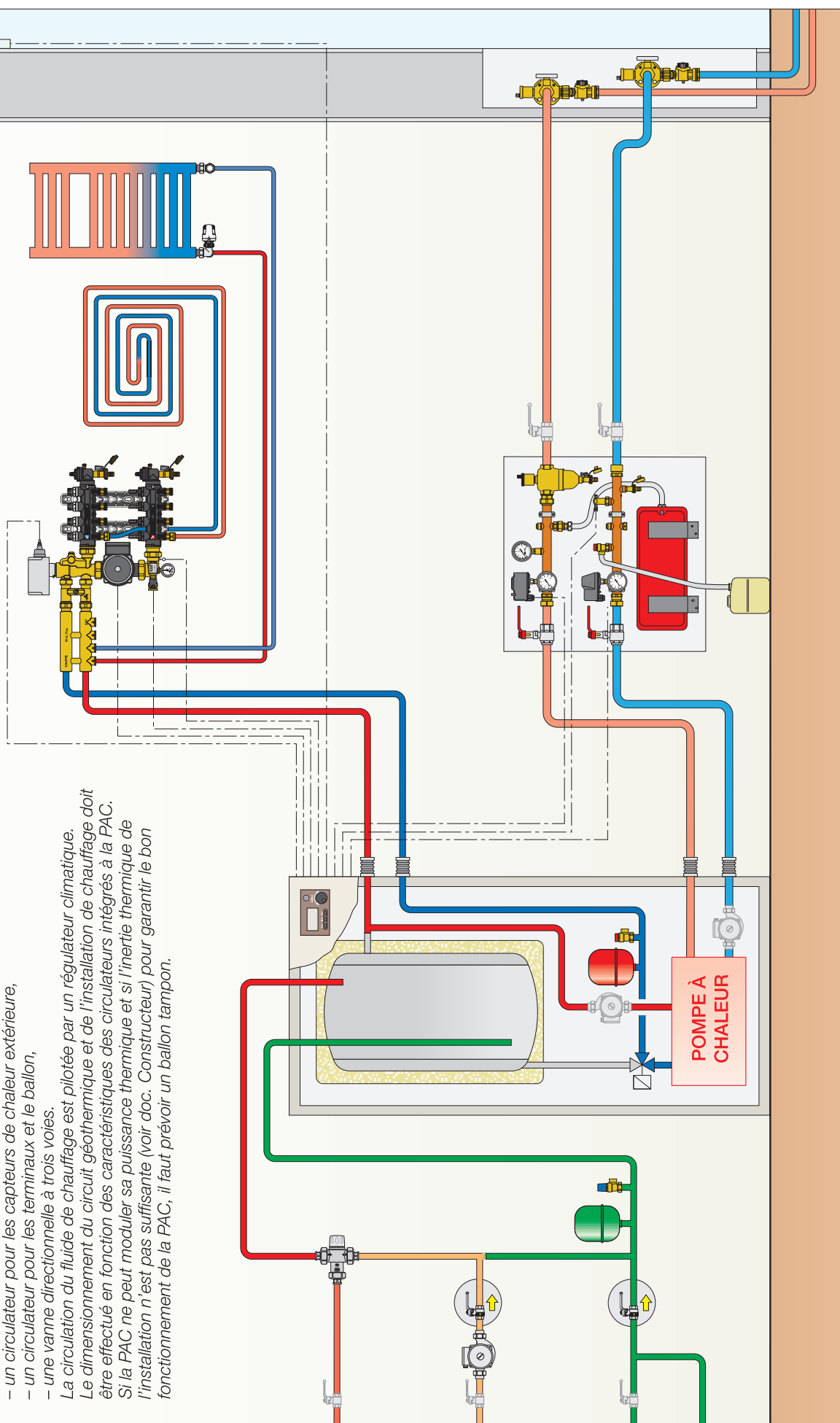


INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE COMBINÉE - PHASE CHAUFFAGE

L'installation est constituée d'une PAC monobloc, où l'on retrouve :

- un ballon tank in tank,
- un circulateur pour les capteurs de chaleur extérieure,
- un circulateur pour les terminaux et le ballon,
- une vanne directionnelle à trois voies.

La circulation du fluide de chauffage est pilotée par un régulateur climatique. Le dimensionnement du circuit géothermique et de l'installation de chauffage doit être effectué en fonction des caractéristiques des circulateurs intégrés à la PAC. Si la PAC ne peut moduler sa puissance thermique et si l'inertie thermique de l'installation n'est pas suffisante (voir doc. Constructeur) pour garantir le bon fonctionnement de la PAC, il faut prévoir un ballon tampon.



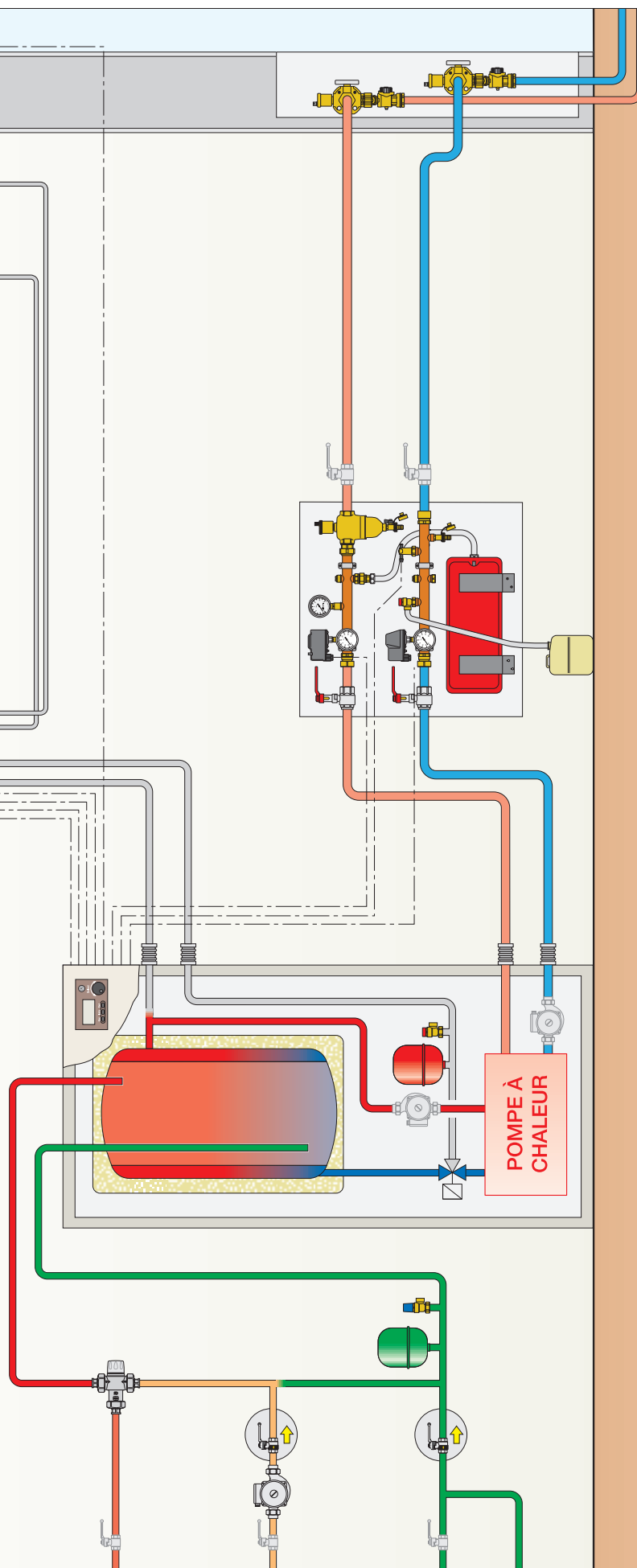
INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE COMBINÉE - PHASE PRODUCTION D'ECS

L'installation est constituée d'une PAC monobloc, où l'on retrouve :

- un ballon tank in tank,
- un circulateur pour les capteurs de chaleur extérieure,
- un circulateur pour les terminaux et le ballon,
- une vanne directionnelle à trois voies.

La circulation du fluide du circuit pour la production d'ECS est activée par une sonde interne.

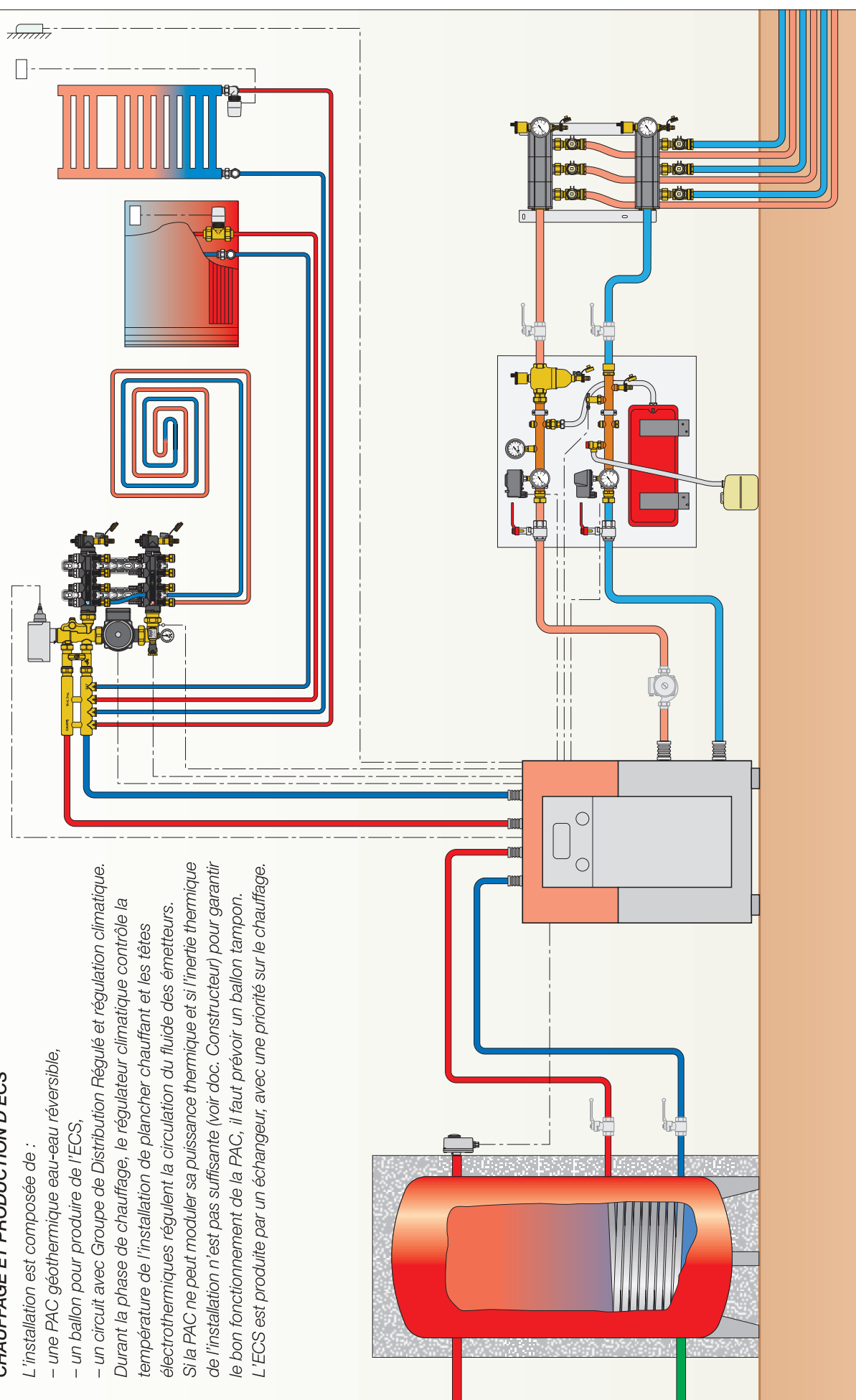
Si la PAC ne peut moduler sa puissance thermique et si l'inertie thermique de l'installation n'est pas suffisante (voir doc. Constructeur) pour garantir le bon fonctionnement de la PAC, il faut prévoir un ballon tampon.



INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE RÉVERSIBLE CHAUFFAGE ET PRODUCTION D'ECS

L'installation est composée de :

- une PAC géothermique eau-eau réversible,
 - un ballon pour produire de l'ECS,
 - un circuit avec Groupe de Distribution Régulé et régulation climatique.
- Durant la phase de chauffage, le régulateur climatique contrôle la température de l'installation de plancher chauffant et les têtes électrothermiques régulent la circulation du fluide des émetteurs. Si la PAC ne peut moduler sa puissance thermique et si l'inertie thermique de l'installation n'est pas suffisante (voir doc. Constructeur) pour garantir le bon fonctionnement de la PAC, il faut prévoir un ballon tampon. L'ECS est produite par un échangeur, avec une priorité sur le chauffage.

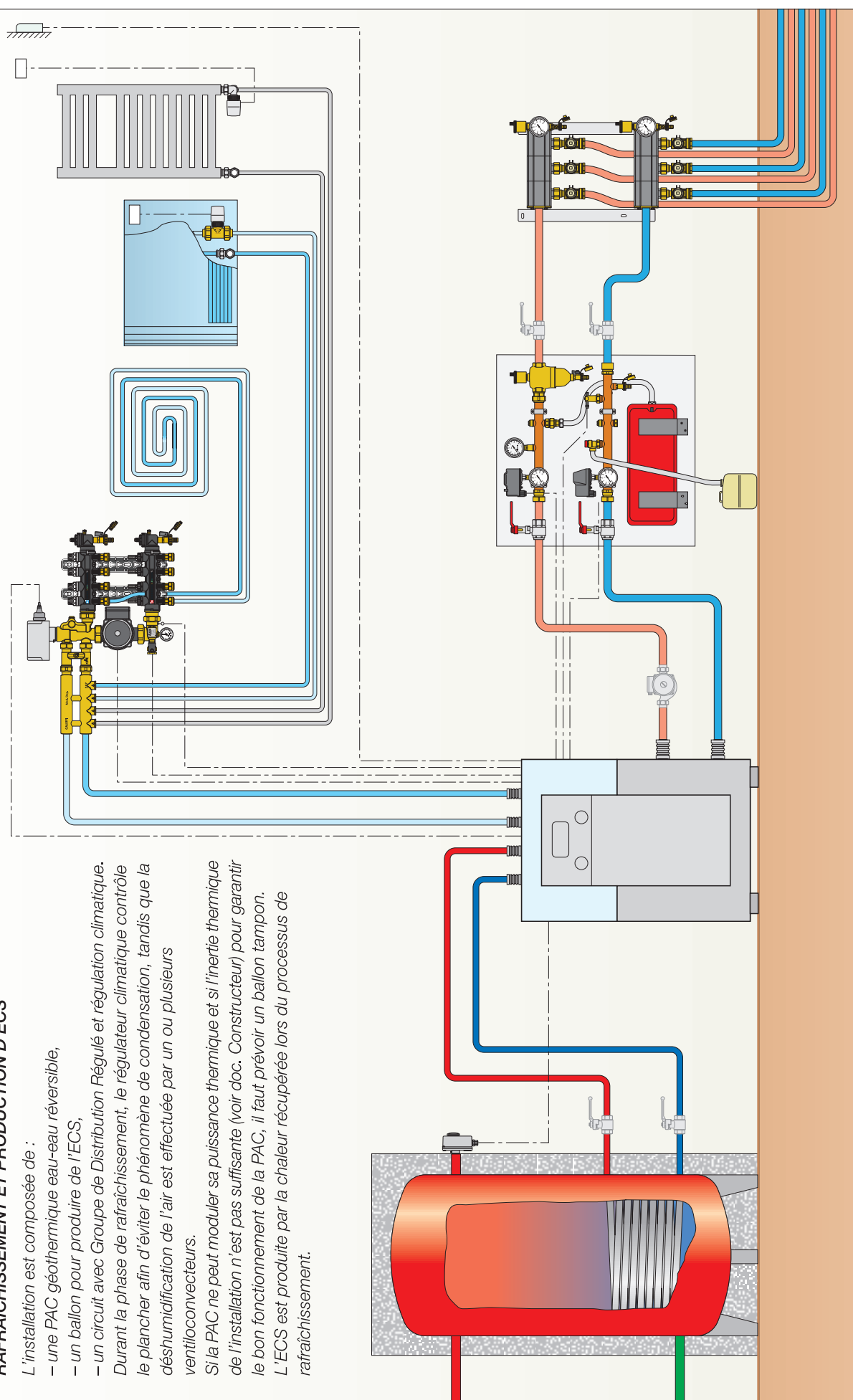


INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE RÉVERSIBLE RAFFRAÎCHISSEMENT ET PRODUCTION D'ECS

L'installation est composée de :

- une PAC géothermique eau-eau réversible,
 - un ballon pour produire de l'ECS,
 - un circuit avec Groupe de Distribution Régulé et régulation climatique.
- Durant la phase de rafraîchissement, le régulateur climatique contrôle le plancher afin d'éviter le phénomène de condensation, tandis que la déshumidification de l'air est effectuée par un ou plusieurs ventiloconvecteurs.

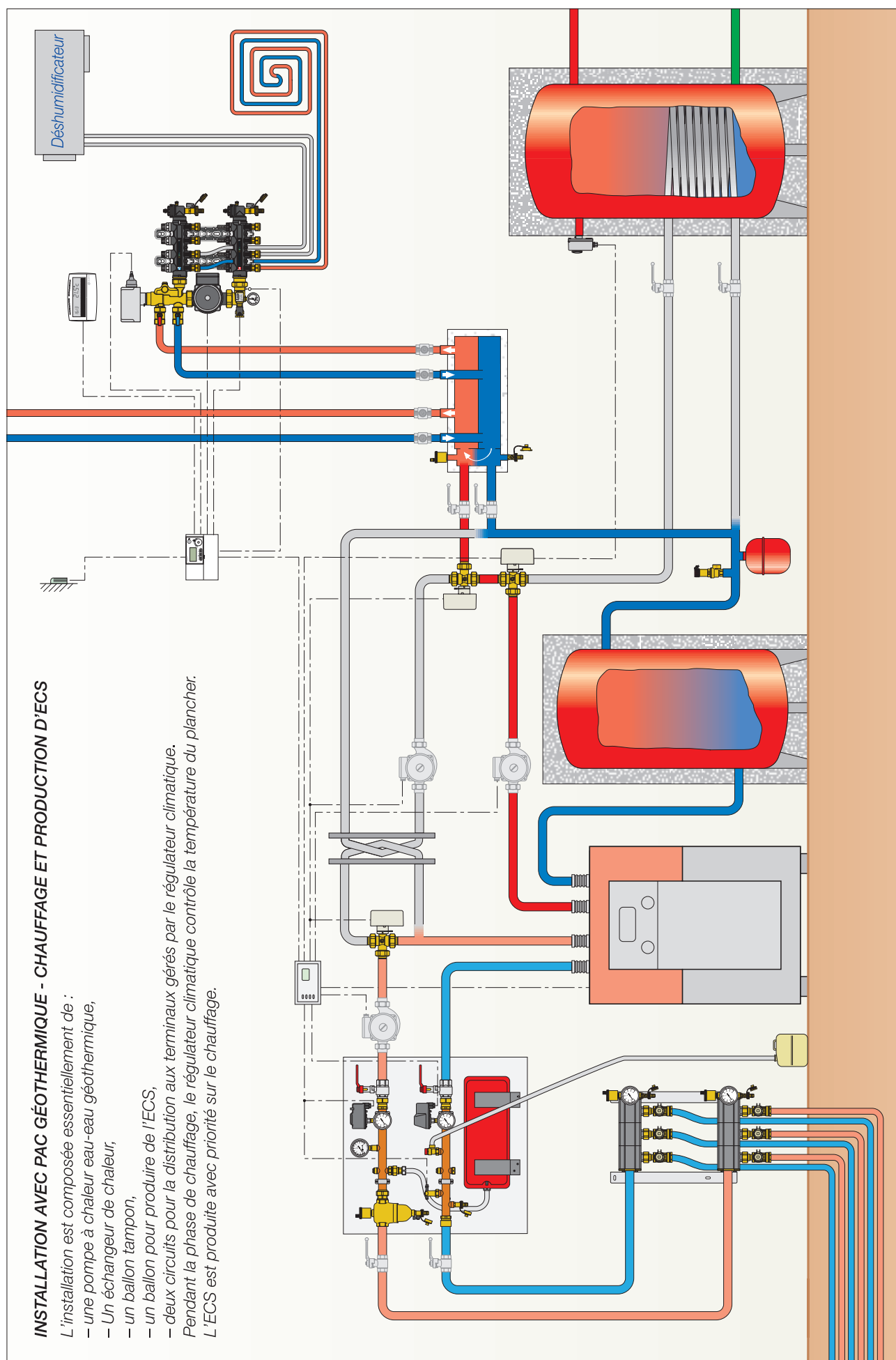
Si la PAC ne peut moduler sa puissance thermique et si l'inertie thermique de l'installation n'est pas suffisante (voir doc. Constructeur) pour garantir le bon fonctionnement de la PAC, il faut prévoir un ballon tampon. L'ECS est produite par la chaleur récupérée lors du processus de rafraîchissement.



INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE - CHAUFFAGE ET PRODUCTION D'ECS

L'installation est composée essentiellement de :

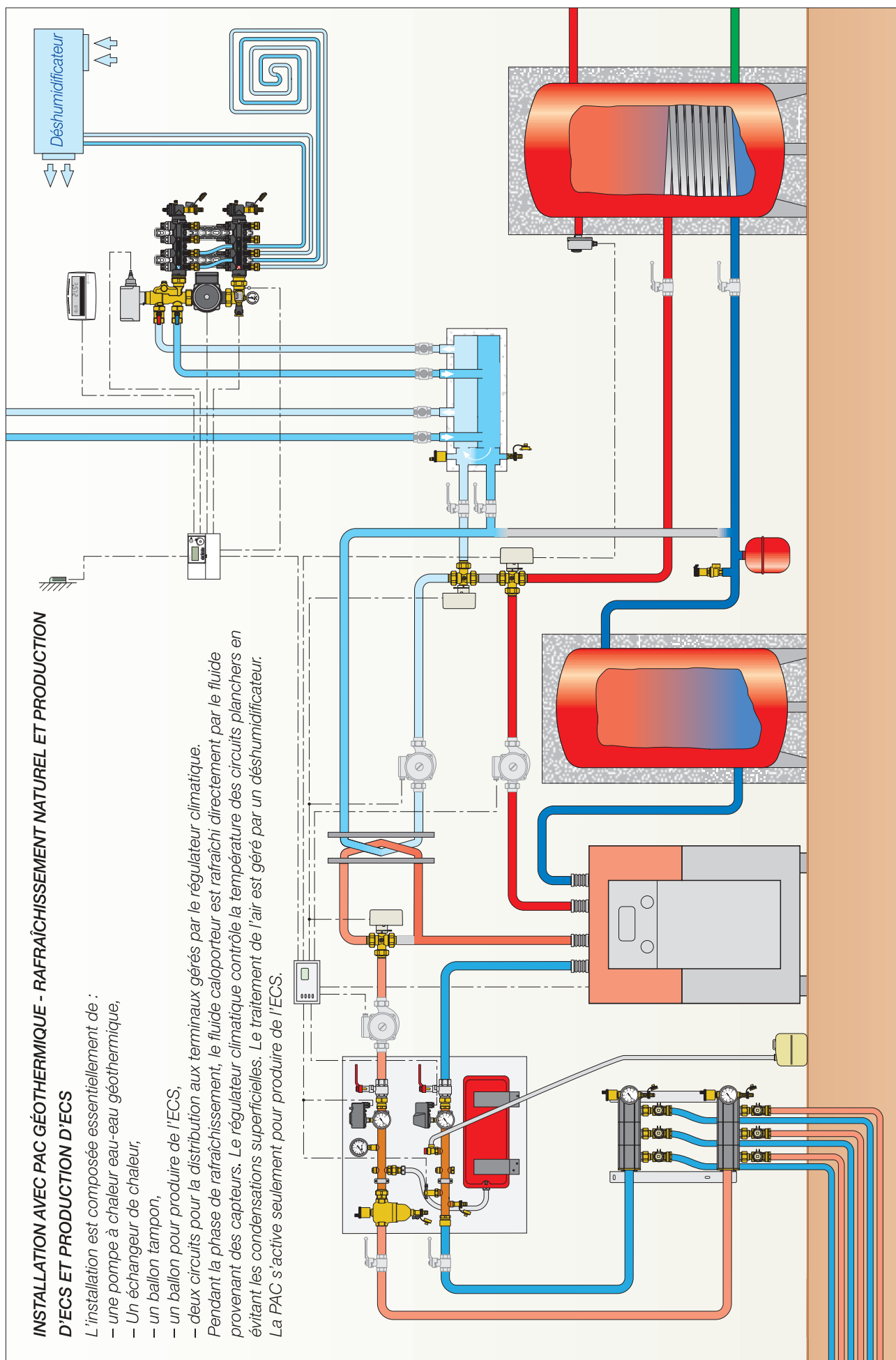
- une pompe à chaleur eau-eau géothermique,
 - Un échangeur de chaleur,
 - un ballon tampon,
 - un ballon pour produire de l'ECS,
 - deux circuits pour la distribution aux terminaux gérés par le régulateur climatique.
- Pendant la phase de chauffage, le régulateur climatique contrôle la température du plancher.
- L'ECS est produite avec priorité sur le chauffage.



INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE - RAFFRAÎCHISSEMENT NATUREL ET PRODUCTION D'ECS ET PRODUCTION D'ECS

L'installation est composée essentiellement de :

- une pompe à chaleur eau-eau géothermique,
 - Un échangeur de chaleur,
 - un ballon tampon,
 - un ballon pour produire de l'ECS,
 - deux circuits pour la distribution aux terminaux gérés par le régulateur climatique.
- Pendant la phase de rafraîchissement, le fluide caloporteur est rafraîchi directement par le fluide provenant des capteurs. Le régulateur climatique contrôle la température des circuits planchers en évitant les condensations superficielles. Le traitement de l'air est géré par un déshumidificateur. La PAC s'active seulement pour produire de l'ECS.

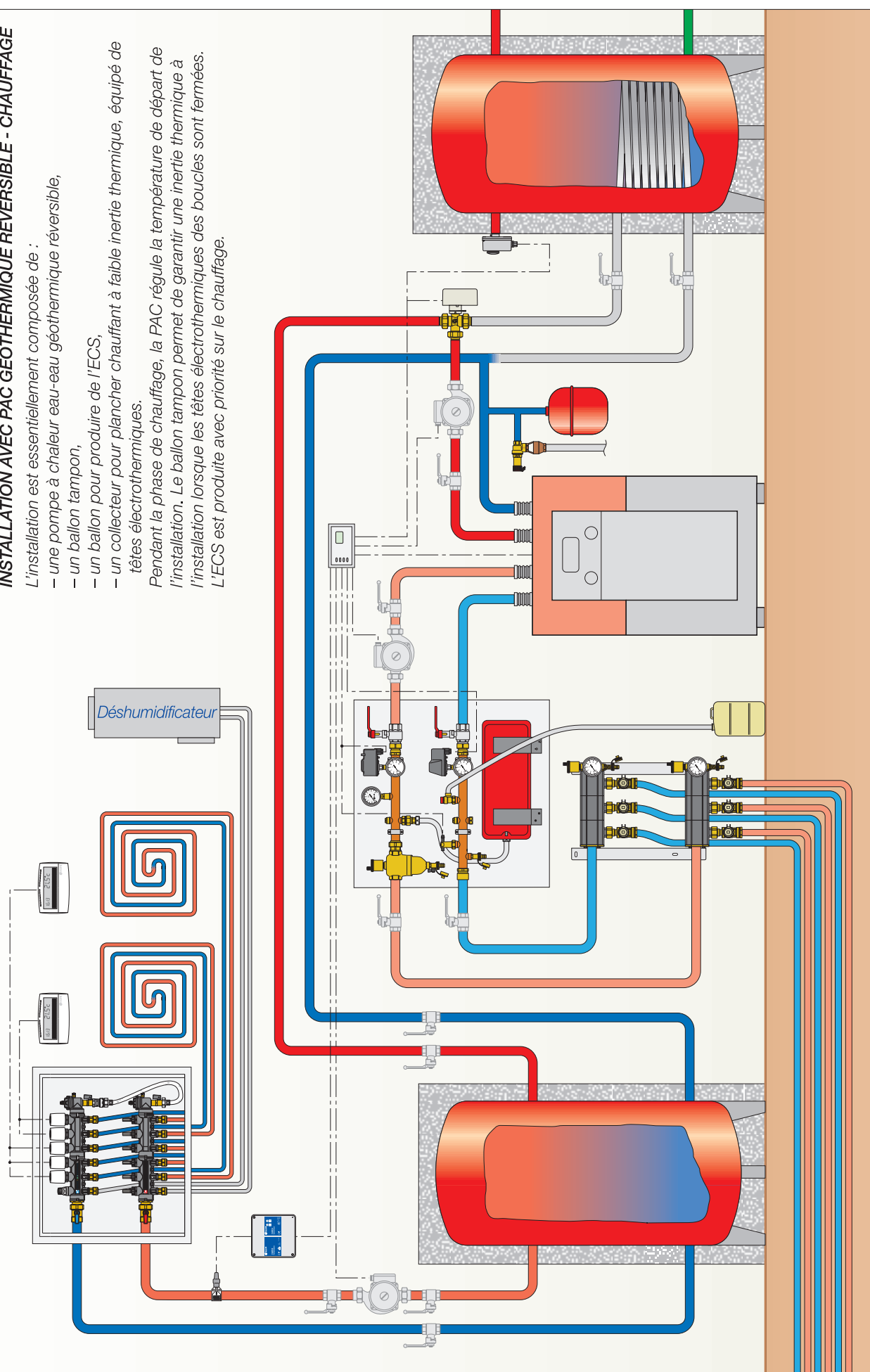


INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE RÉVERSIBLE - CHAUFFAGE

L'installation est essentiellement composée de :

- une pompe à chaleur eau-eau géothermique réversible,
- un ballon tampon,
- un ballon pour produire de l'ECS,
- un collecteur pour plancher chauffant à faible inertie thermique, équipé de têtes électrothermiques.

Pendant la phase de chauffage, la PAC régule la température de départ de l'installation. Le ballon tampon permet de garantir une inertie thermique à l'installation lorsque les têtes électrothermiques des boucles sont fermées. L'ECS est produite avec priorité sur le chauffage.

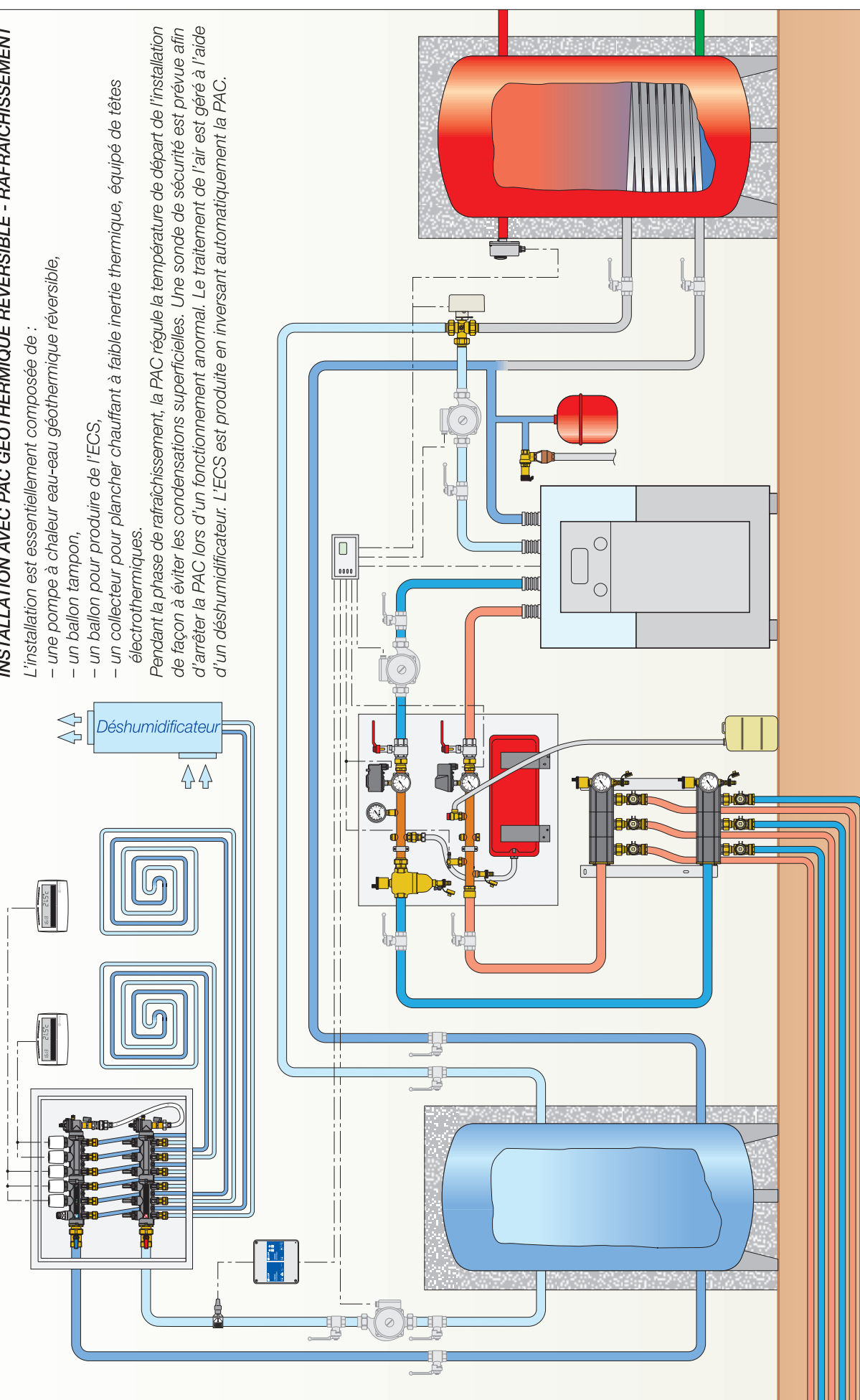


INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE RÉVERSIBLE - RAFFRAÎCHISSEMENT

L'installation est essentiellement composée de :

- une pompe à chaleur eau-eau géothermique réversible,
- un ballon tampon,
- un ballon pour produire de l'ECS,
- un collecteur pour plancher chauffant à faible inertie thermique, équipé de têtes électrothermiques.

Pendant la phase de rafraîchissement, la PAC régule la température de départ de l'installation de façon à éviter les condensations superficielles. Une sonde de sécurité est prévue afin d'arrêter la PAC lors d'un fonctionnement anormal. Le traitement de l'air est géré à l'aide d'un déshumidificateur. L'ECS est produite en inversant automatiquement la PAC.

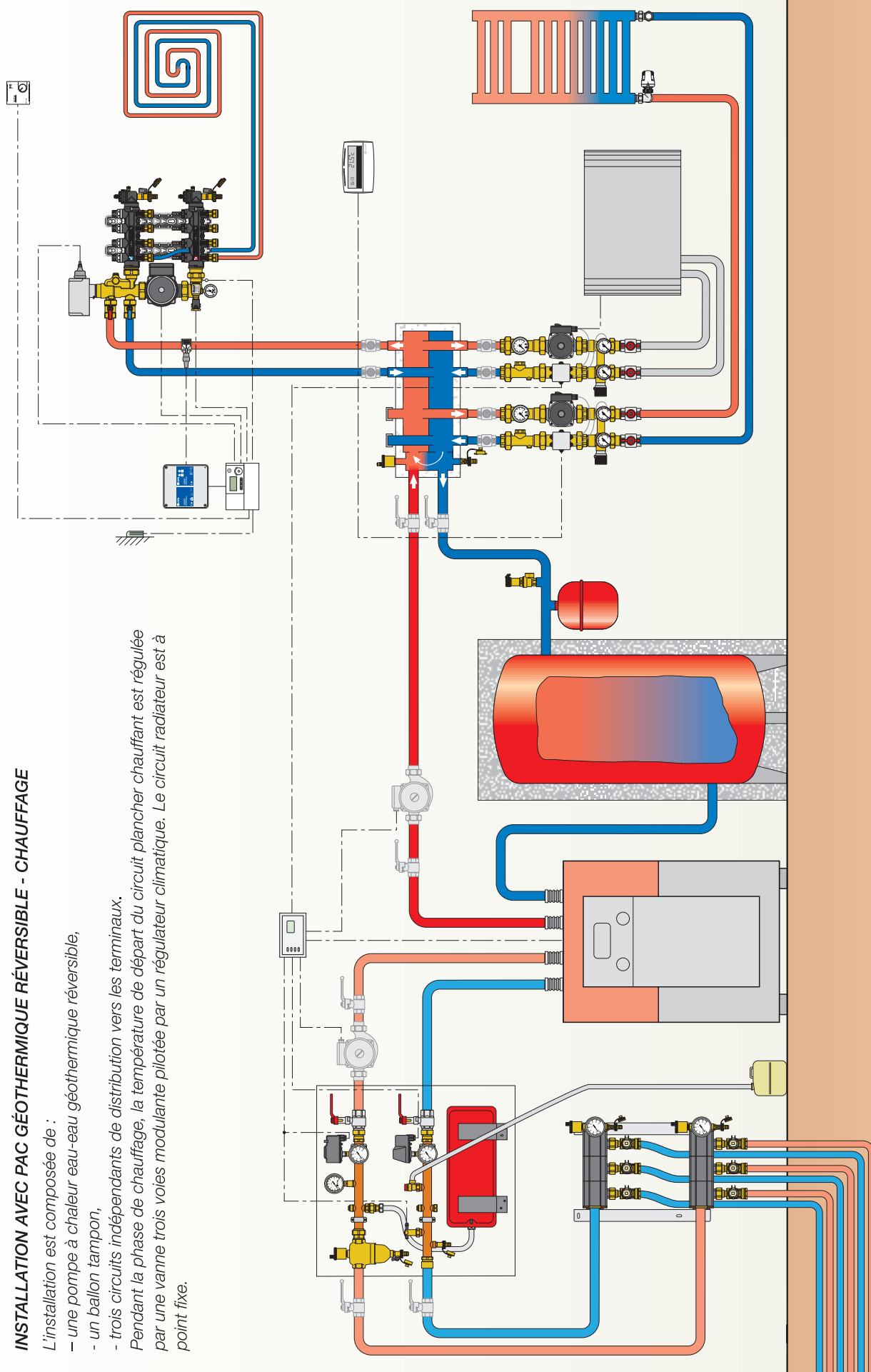


INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE RÉVERSIBLE - CHAUFFAGE

L'installation est composée de :

- une pompe à chaleur eau-eau géothermique réversible,
- un ballon tampon,
- trois circuits indépendants de distribution vers les terminaux.

Pendant la phase de chauffage, la température de départ du circuit plancher chauffant est réglée par une vanne trois voies modulante pilotée par un régulateur climatique. Le circuit radiateur est à point fixe.



INSTALLATION AVEC PAC GÉOTHERMIQUE RÉVERSIBLE - RAFFRAÎCHISSEMENT

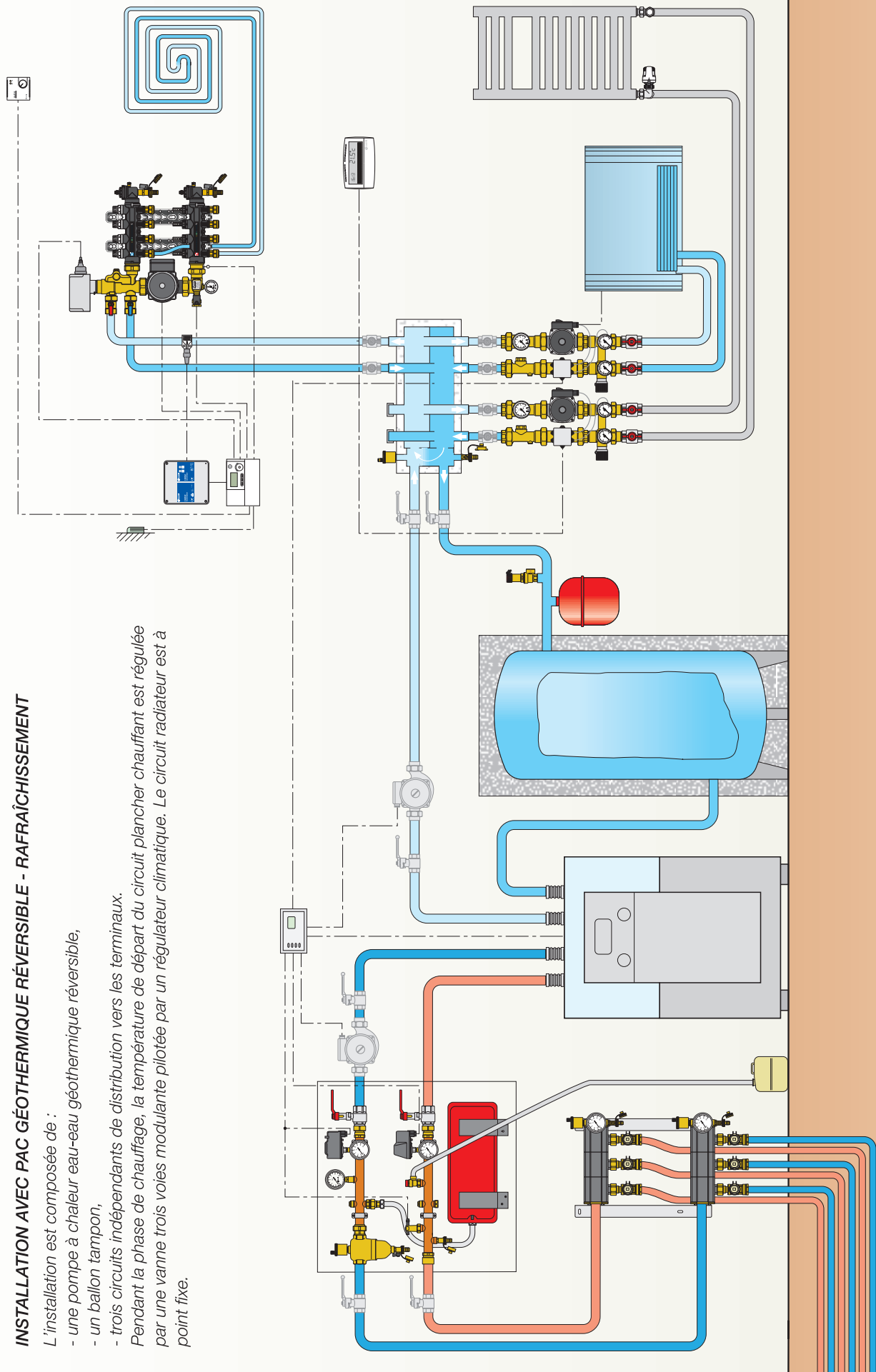
L'installation est composée de :

- une pompe à chaleur eau-eau géothermique réversible,

- un ballon tampon,

- trois circuits indépendants de distribution vers les terminaux.

Pendant la phase de chauffage, la température de départ du circuit plancher chauffant est régulée par une vanne trois voies modulante pilotée par un régulateur climatique. Le circuit radiateur est à point fixe.



Collecteur de distribution pour installations de PAC géothermiques

Pour plus d'informations voir la brochure CALEFFI GEO® sur www.caleffi.fr



Série 110 - Caractéristiques techniques

Matériaux

Corps :

technopolymère PA66G30

Performances

Pression maxi d'exercice :	6 bar
Pression maxi de test hydraulique :	10 bar
Plage de température d'exercice :	-10÷60°C
Plage de température ambiante :	-20÷60°C
Fluides admissibles :	eau, eau glycolée (maxi 50%), eau saline
Diamètre nominal du collecteur :	DN 50

Raccordements :

- raccordement ensemble de terminaison :	1 1/4"
- raccordement dérivation :	spécifique pour vannes série 111 - 112 - 113
- entraxe dérivations :	100 mm

Collecteur de distribution pour installations de PAC géothermiques

spécial géothermie

étudié pour les débits
spécifiques de ce type
d'installation



modulable

le collecteur de distribution, entièrement modulable, a été conçu pour être facilement monté et fixé au mur. Il est disponible en version prémontée ou en modules à assembler.



anti-condensation

les modules ont été conçus avec des alvéoles d'air qui
isolent le fluide de l'extérieur, empêchant ainsi toute
condensation



Collecteur de distribution pour installations de PAC géothermiques

raccordement réversible

le collecteur est réversible,
pour adapter le circuit
géothermique à la pompe à
chaleur



fixation

le support peut être fixé au mur, indépendamment du collecteur,
de manière à faciliter le raccordement des capteurs au collecteur

flexibilité d'installation

le collecteur peut être positionné
soit à la verticale (fixé à une paroi),
soit à l'horizontale (dans un
regard), et permet d'orienter les
sondes dans toutes les directions



parfaite étanchéité

deux ensembles de terminaison en laiton et 4 tirants
permettent d'assembler les modules,
avec un joint qui isole la conduite d'eau
des chambres d'air

Dispositifs d'arrêt et d'équilibrage pour collecteurs de distribution géothermiques

Série 111



Série 112



Série 113



Caractéristiques techniques

Matériau :	
laiton	
Pression maxi d'exercice :	
6 bar	10 bar
Pression maxi de test hydraulique :	
10 bar	
Plage de température d'exercice :	
-10÷60°C	-10÷110°C
Plage de température ambiante :	
-20÷60°C	
Plage de réglage :	
0,3÷1,4 m³/h (avec capteur effet Vortex)	0,3÷1,2 m³/h
Fluides admissibles :	
eau, eau glycolée (maxi 50%), eau saline	
Position d'installation :	
horizontale et verticale	verticale
Coque d'isolation anti-condensation :	
Oui	
Raccordements :	
Ø 25, Ø 32 et Ø 40 mm	Ø 25 et Ø 32 mm

- ✓ simplicité d'équilibrage
- ✓ faibles pertes de charge
- ✓ demande de brevet
N° MI2010A000476
- ✓ compact

- ✓ simplicité d'équilibrage
- ✓ indicateur de la valeur
de réglage

- ✓ simplicité d'équilibrage
- ✓ simplicité de lecture

Appareil de mesure électronique de débit sur capteur à effet Vortex



Code 130010 - Caractéristiques techniques

Alimentation

Batterie rechargeable NiMh :

9 V

Performances

Unité de débit :

l/h - l/min - GPM

Débit :

300÷1400 l/h

Précision de lecture du débit avec capteur Vortex :

±10%

Indice de protection :

IP 44

Appareil de mesure électronique de débit sur capteur à effet Vortex avec :

- valise de rangement
- chargeur
- poignée de commande
- capteur de débit à effet Vortex
- câble de connexion
- clip

capteur de débit à effet Vortex

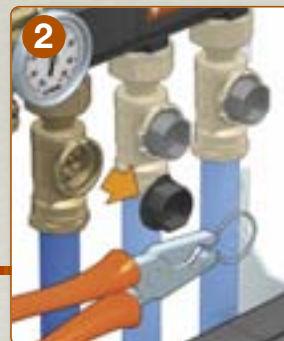
poignée de commande pour vanne
d'arrêt



Équilibrage des circuits par l'appareil de mesure électronique

1. fermer la vanne avec la poignée appropriée

2. enlever le clip et le bouchon

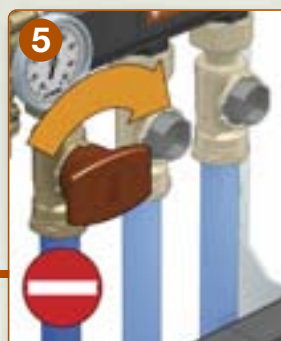


3. introduire le capteur de débit et fixer le avec le clip, puis réouvrir la vanne

4. connecter l'appareil de mesure électronique et régler le débit en manoeuvrant la vanne d'arrêt située sur le collecteur de retour

5. retirer l'appareil de mesure électronique et fermer la vanne

6. enlever le clip et retirer le capteur



7. réinsérer le bouchon

8. réouvrir la vanne avec la poignée appropriée

Collecteur porte-instruments



Code 115 - Caractéristiques techniques

Performances

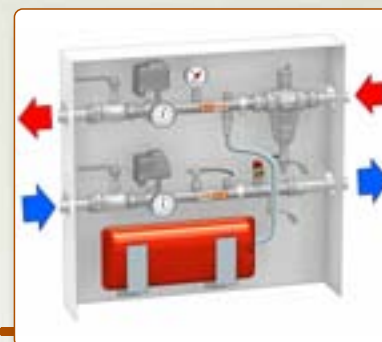
Pression maxi d'exercice :	3,5 bar
Plage de température d'exercice :	-20÷90°C (échelle thermomètres -20 ÷ 60°C)
Plage de température ambiante :	-10÷55°C
Fluides admissibles :	eau, eau glycolée (maxi 50%), eau saline
Dimensions coffret (h x l x p) :	900 x 860 x 175 mm

Raccordements :

- raccordement ensemble de terminaison :	1 1/4"
--	--------

raccordement réversible

le collecteur est réversible, pour s'adapter à la position de la PAC. Pour cela, il suffit d'effectuer une rotation aux collecteurs, au manomètre, aux thermomètres, à la soupape de sécurité et au vase d'expansion.



Collecteur porte-instruments

vase d'expansion (capacité 7,5 l)

les fixations permettent de modifier l'orientation
afin d'inverser le raccordement



pressostat de minimum

homologué I.S.P.E.S.L.

pressostat de sécurité (option)

plage de réglage :
1÷5 ou 3÷12 bar

pot de décantation complété d'un purgeur d'air

le collecteur est équipé d'un pot de décantation et d'un purgeur d'air
pour garantir un bon dégazage et une bonne décantation
afin de préserver l'installation, tout en ayant de très faibles
pertes de charge



soupape de sécurité

avec sortie orientable

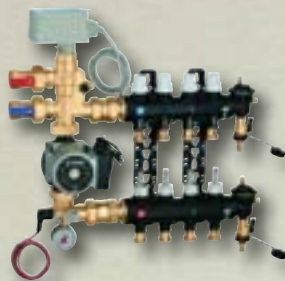
flussostat (option)

avec débits spécifiques :
0,6 - 0,7 - 0,8 m³/h

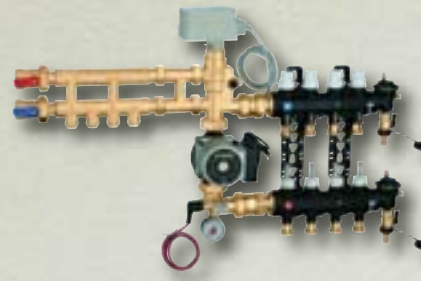
Groupe de Distribution Régulé motorisé



Groupe de Distribution Régulé motorisé



Groupe de Distribution Régulé motorisé avec collecteurs basses températures



Groupe de Distribution Régulé motorisé avec collecteurs hautes et basses températures

Série 181 - Caractéristiques techniques

Matériaux

Corps :	laiton EN 1982 CB753S
Mécanisme :	laiton EN 12164 CW614N
Obturbateur :	acier inox
Joints :	EPDM

Performances

Fluides admissibles :	eau, eau glycolée
Pourcentage maxi de glycol :	30%
Température maxi en entrée :	90°C
Pression maxi d'exercice :	6 bar
Échelle manomètre :	0÷10 bar

Raccordements :

- au primaire :	1" M ou 1 1/4" F avec raccords
- aux collecteurs :	1 1/4" F écrou tournant ou 1 1/4" M avec manchons

Fonction

Il assure la régulation du circuit de chauffage et de rafraîchissement (régulation et sondes non fournies).

Bâti autour d'une structure comprenant :

- vanne mélangeuse trois voies motorisée à commande 3 points
- circulateur à trois vitesses UPS 25-60
- raccordement pour robinet de vidange orientable
- thermostat de sécurité
- manomètre

BIBLIOGRAPHIE

Les pompes à chaleur

B. BERANGER

Eyrolles, octobre 2009

Les pompes à chaleur pour la maison individuelle

comprendre, choisir et faire installer une PAC écologique et performante

F. HARTMANN et R. NOVEMBRE

Le Moniteur, mai 2009

La pompe à chaleur en relèvement de chaudière

R. FURSTENBERGER

Editions SAEF, mai 2009

Les pompes à chaleur géothermiques - Très basse énergie

Guide de l'installateur

Collectif SEBTP

SEBTP, mars 2009

Pompes à chaleur

Règles techniques et conseils pratiques de mise en œuvre - 5 Guides

COSTIC - AFPAC - AFF - EDF

Editions Parisiennes, février 2009

Pompe à chaleur géothermique sur aquifère

Conception et mise en œuvre, guide technique

Collectif ADEME

BRGM, juin 2008

Maison passive, géothermie et pompe à chaleur

L. SCHWARTZENBERGER

Editions SAEF, juin 2008

Se chauffer autrement

Chauffage solaire, chauffage au bois, pompes à chaleur, etc : principe, intérêt & mise en œuvre

R. CLARET

Ulmer, avril 2008

Le pompe di calore

Idraulica n°33

Marco et Mario DONINELLI

CALEFFI S.p.A., décembre 2007

Impianti a pompe di calore geotermiche

Idraulica n°38

Marco et Mario DONINELLI

CALEFFI S.p.A., juin 2010

Chauffage (et rafraîchissement) par pompe à chaleur

Déterminer, installer, entretenir

J. BERNIER

Editions PYC LIVRES, septembre 2007

SITES INTERNET

ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AFPAC, Association Française des Pompes à Chaleur

AQC, Agence Qualité Construction

ANAH, Agence Nationale d'Amélioration de l'Habitat

BRGM, Bureau des Recherches Géologiques et Minières

CANADA-CLIM, puits canadien

CETIAT, Centre d'Etudes Techniques des Industries Aéronautiques et Thermiques

CREGE, Laboratoire Suisse de recherche en Géothermie

CSTB, Guide des pompes à chaleur

DRIRE, Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

EERE, programme américain de développement de l'énergie géothermique.

EGEC, European Geothermal Energy Council

EHPA, European Heat Pump Association

EUCERT, European Certified Heat Pump Installer

Géothermie perspectives

Géothermie Suisse

Grenelle

IEA, International Energy Agency

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer

PROMOTELEC, pour promouvoir les usages durables de l'électricité

QUALIT-ENR, pour la qualité d'installation des systèmes à énergie renouvelable

www.ademe.fr

www.afpac.org

www.qualiteconstruction.com

www.anah.fr

www.brgm.fr

www.canada-clim.com

www.cetiat.fr

www.crege.ch

www.enr.cstb.fr/file/rub25_doc39_1.pdf

www.drire.gouv.fr

www1.eere.energy.gov/geothermal

www.egec.org

www.ehpa.org

www.eucert.fiz-karlsruhe.de/en

www.geothermie-perspectives.fr

www.geothermie.ch

www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/ta/ta0504.pdf

www.iea.org

www.developpement-durable.gouv.fr

www.promotelec.com

www.qualit-enr.org



HYDRAULIQUE N°1

Dossier Légionelles

Marco et Mario DONINELLI

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Octobre 2004



HYDRAULIQUE N°2

Les pertes de charges dans les installations thermiques & aérauliques

Le dimensionnement des Mitigeurs pour ECS

Marco et Mario DONINELLI

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Octobre 2005



HYDRAULIQUE N°3

Les séparateurs d'air, de boues

Les séparateurs hydrauliques

(Bouteilles de découplage hydraulique)

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Octobre 2006



HYDRAULIQUE N°4

Le solaire thermique

Jérôme CARLIER, Roland MESKEL

Juillet 2008

CONTACTEZ NOUS ...

Siège CALEFFI-France

Tél : 04 75 59 95 86

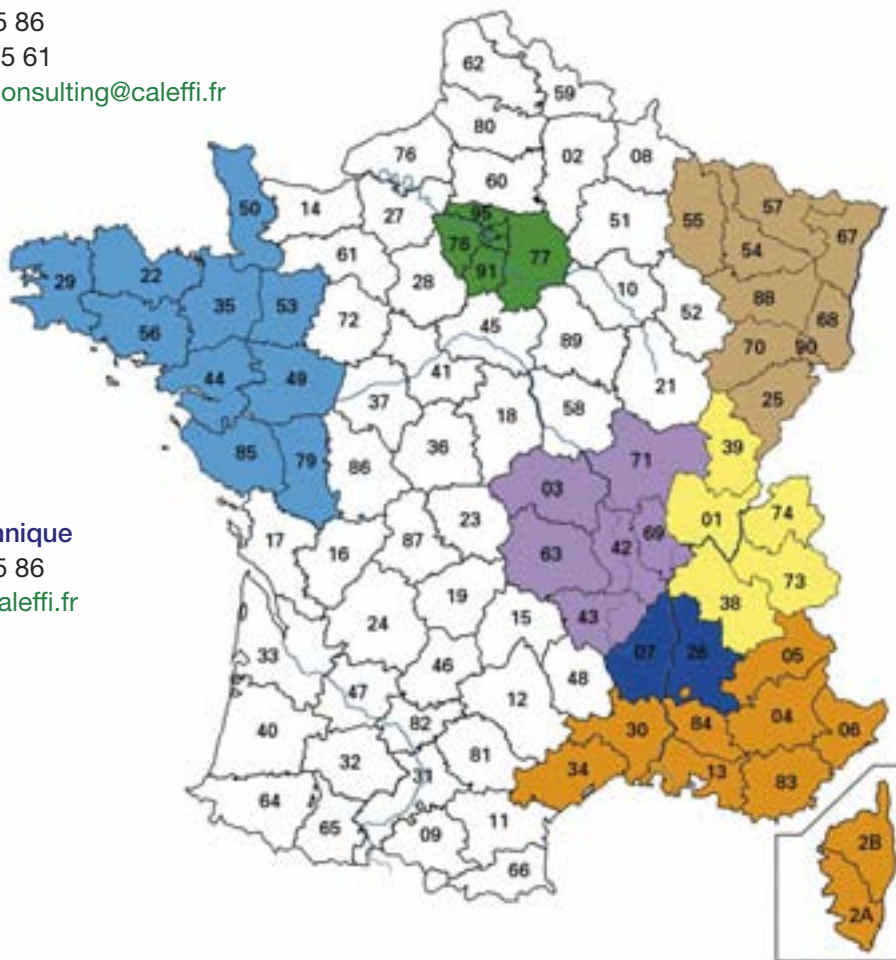
Fax : 04 75 84 15 61

e-mail : france.consulting@caleffi.fr

Assistance technique

Tél : 04 75 59 95 86

e-mail : infos@caleffi.fr



Responsable secteur Ouest

Jean-Pierre LE ROUX

Tél : 06 21 59 90 35

e-mail : jean-pierre.leroux@caleffi.fr

Responsable secteur Rhône Alpes Ouest

Jean-Pierre SANCHEZ

Tél : 06 85 91 43 56

e-mail : jean-pierre.sanchez@caleffi.fr

Responsable secteur Île de France

Erick O'DONOVAN

Tél : 06 32 36 76 43

e-mail : erick.odonovan@caleffi.fr

Responsable secteur Rhône Alpes Est

Joël VIGNE

Tél : 06 75 87 13 95

e-mail : joel.vigne@caleffi.fr

Responsable secteur Est

Joël ARONA

Tél : 06 24 86 52 07

e-mail : joel.arona@caleffi.fr

Responsable secteur Drôme - Ardèche

Eloi DUJARDIN

Tél : 06 22 56 47 17

e-mail : eloi.dujardin@caleffi.fr

Responsable secteur Sud Est

Michaël CAMOUNE

Tél : 06 25 21 43 25

e-mail : michael.camoune@caleffi.fr

DOM-TOM et Afrique francophone

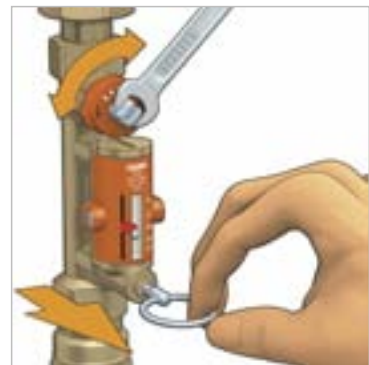
CALEFFI-France

Tél : 04 75 59 95 86

e-mail : infos@caleffi.fr



L'ÉNERGIE SOUS NOS PIEDS



Composants pour installations de PAC géothermiques

Collecteur de distribution et dispositifs d'arrêt et d'équilibrage

- Étudié pour les températures et les débits spécifiques des installations géothermiques
- Modulable et réversible pour s'adapter aux positions des capteurs par rapport à la pompe à chaleur
- Vanne d'équilibrage et débitmètre à flotteur pour régler et visualiser à tout moment le débit
- Système d'équilibrage innovant à l'aide d'un appareil de mesure électronique de débit sur capteur à effet Vortex
- Instruments et accessoires pour la protection et le bon fonctionnement de la pompe à chaleur
- Documentation complète : brochure CALEFFI GEO® présente sur le site

www.caleffi.fr

CALEFFI
GEO 

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions