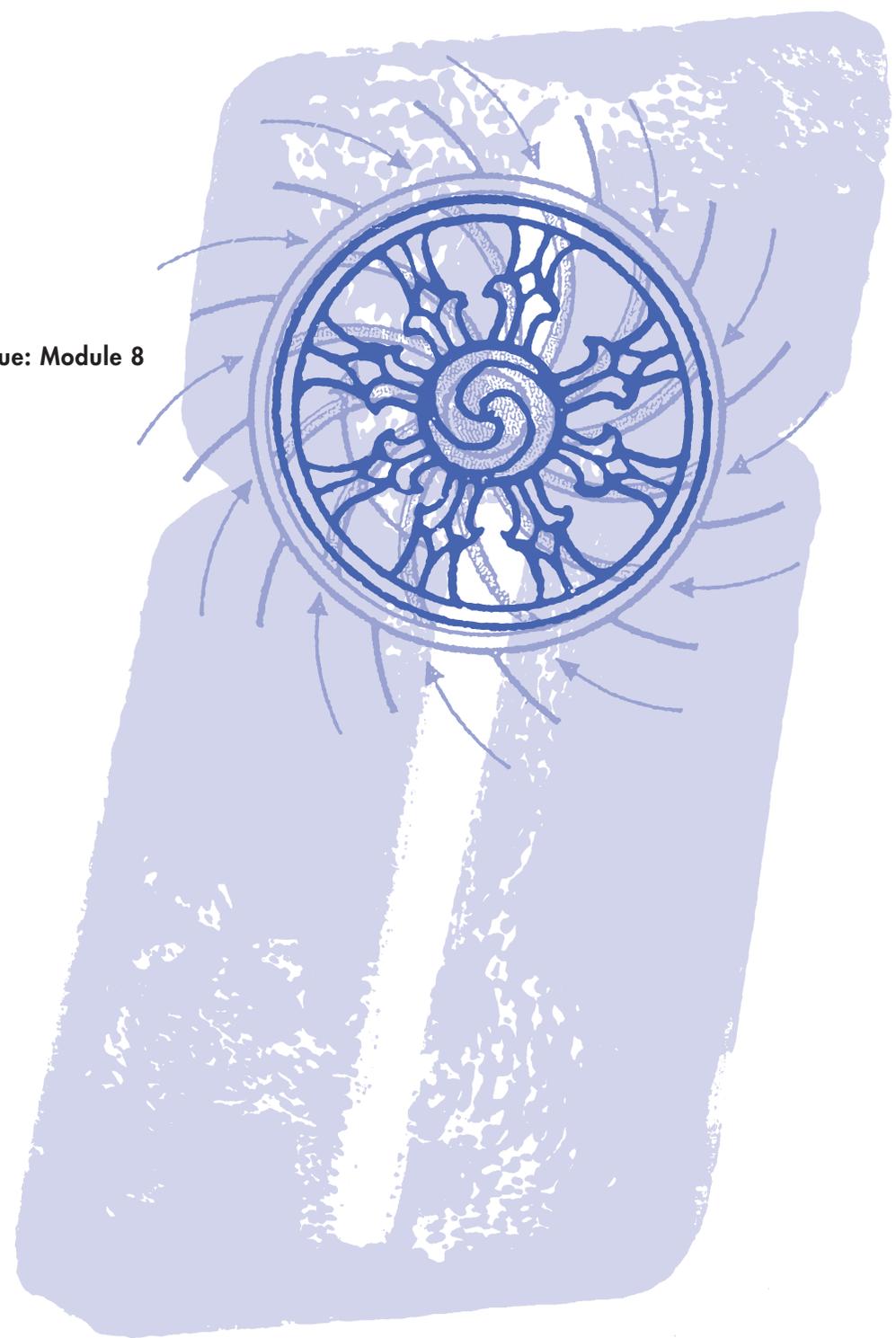


Les chauffages

L'énergie dans l'enseignement professionnel

Modules pour les professions techniques, de l'électricité et de l'informatique: Module 8

- 1 Introduction: de quoi s'agit-il?**
- 2 Objectifs de la formation**
- 3 Eléments proposés pour le plan des leçons**
- 4 Connaissances de base**
 - L'alimentation en énergie
 - La production de chaleur
 - Les systèmes de distribution de chaleur
 - Le dégagement de chaleur
 - Le réglage du chauffage
 - Le chauffage à air
- 5 Exercices et solutions proposées**
- 6 Bibliographie**
- 7 Sources**
- 8 Modèles**





1 Introduction: de quoi s'agit-il ?

La chaleur dispensée par le chauffage est un aspect du confort qui nous est tout naturel.

Dans bien des régions de notre planète, l'homme ne peut survivre en hiver que s'il dispose effectivement d'un chauffage. Mais l'évolution de la technique et du niveau de vie depuis la deuxième guerre mondiale a conditionné les exigences en matière de chauffages. En effet, souvent les habitudes de vie de l'été, par exemple l'habillement, l'alimentation, la lumière, la liberté de mouvement sont reprises en hiver sans distinction.

Cela signifie que la chaleur du chauffage doit être dosée exactement et à tous moments, dans n'importe quel endroit de la maison sans que nous ayons le moindre effort à fournir, cela va de soi.

Ce confort a aussi son prix, sous forme d'une augmentation des besoins en énergie et de son influence sur l'environnement. A part l'énergie électrique qui ne devrait pas être utilisée pour produire de la chaleur pour le chauffage, toutes les autres sources d'énergie (pétrole, gaz naturel, bois, bio gaz) pro-

duisent par leur combustion des déchets et du CO₂ qui pollue l'air. Vu globalement, les besoins en énergie de chauffage augmentent de façon corollaire avec le taux de population et cela aura des conséquences imprévisibles. Seulement l'utilisation d'énergie solaire (rayonnement) et toutes les autres sources d'énergie naturelles disponibles sur terre permettront de réduire ce phénomène.

De cela découle de façon générale une exigence d'utiliser l'énergie disponible de façon économique, rationnelle et conséquente.

Pour un chauffage moderne, cela signifie l'utilisation de l'énergie dans le respect de l'environnement, de façon économique avec l'emploi de moyens techniques, de composants permettant l'optimisation du potentiel disponible.

Les consommateurs et les personnes en formation doivent prendre conscience de ces problèmes en relation avec leur conséquence et doivent être rendus attentifs sur les possibilités d'influences dont ils disposent.

Ce module doit permettre d'en fournir les bases.



2 Objectifs de la formation

L'apprentie, l'apprenti ...

- sait énumérer les sources d'énergie pour le chauffage des bâtiments
- sait nommer les systèmes de génération de chaleur habituels
- décrit la construction et le fonctionnement des systèmes de chauffage
- explique le principe de régulation du chauffage
- démontre l'efficacité énergétique de différents systèmes
- explique la problématique et les principes fondamentaux de la combustion en relation avec les gaz à effets de serre et les polluants atmosphériques
- sait exposer par des exemples les possibilités d'utilisation de rejets de chaleur pour couvrir des besoins en chauffage.



3 Éléments proposés pour le plan des leçons

L'exercice 1 du chapitre 5 peut être utilisé par exemple comme travail de départ.

D'autres possibilités peuvent être tirées de vidéos du programme Energie 2000 (Office fédéral de l'énergie OFEN) et de différentes entreprises spécialisées (Viessmann, Buderus, etc.).

Les bases étant préparées, une visite de chantier peut être organisée avec un spécialiste (architecte, responsable technique, etc.), ou la visite d'un immeuble terminé suivi d'une discussion avec les habitants, le concierge, les administrateurs, qui permettent des approfondissements intéressants.

4 Connaissances de base

1 Production de chaleur:

Dans ce cas l'eau, choisie pour conduire la chaleur, est réchauffée dans le circuit de chauffage.

2 Réglage de la température de départ d'eau (mélangeur):

Ici, l'eau chaude provenant de la production de chaleur est mélangée avec l'eau refroidie du retour afin de maintenir la température de départ adaptée au climat extérieur. La pompe de circulation veille à ce que la circulation d'eau chaude soit suffisante.

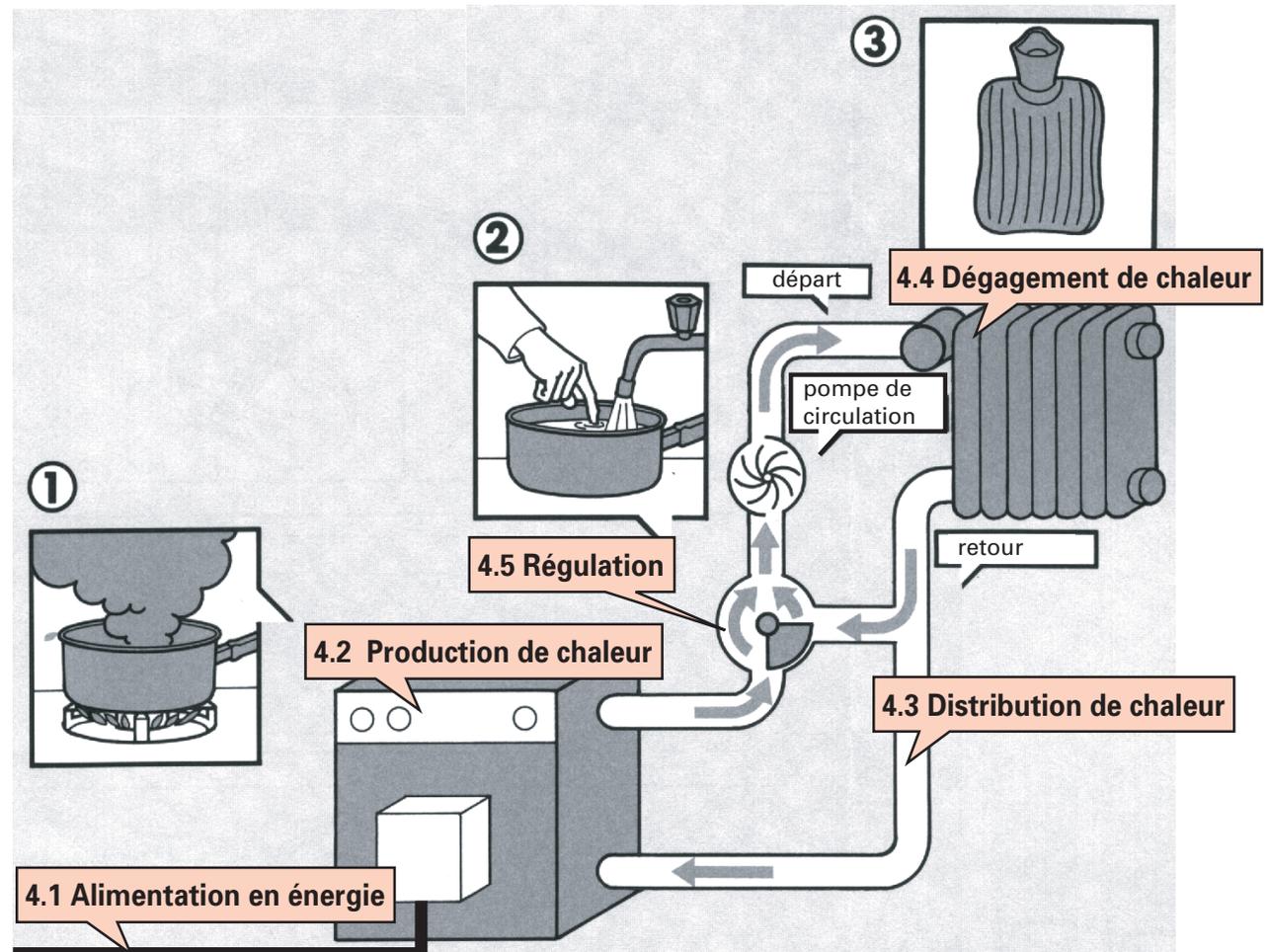
3 Surfaces de chauffage:

La chaleur requise est dispensée dans l'air de la pièce.

Construction et caractéristiques du système de chauffage central

Les systèmes de chauffage central se présentent sous différentes variantes mais se ramènent cependant toujours au même système de base.

Voici les parties les plus importantes d'une installation de chauffage utilisant l'eau comme conducteur de chaleur (la numérotation se rapporte aux chapitres 4.1 à 4.5 des connaissances de base):

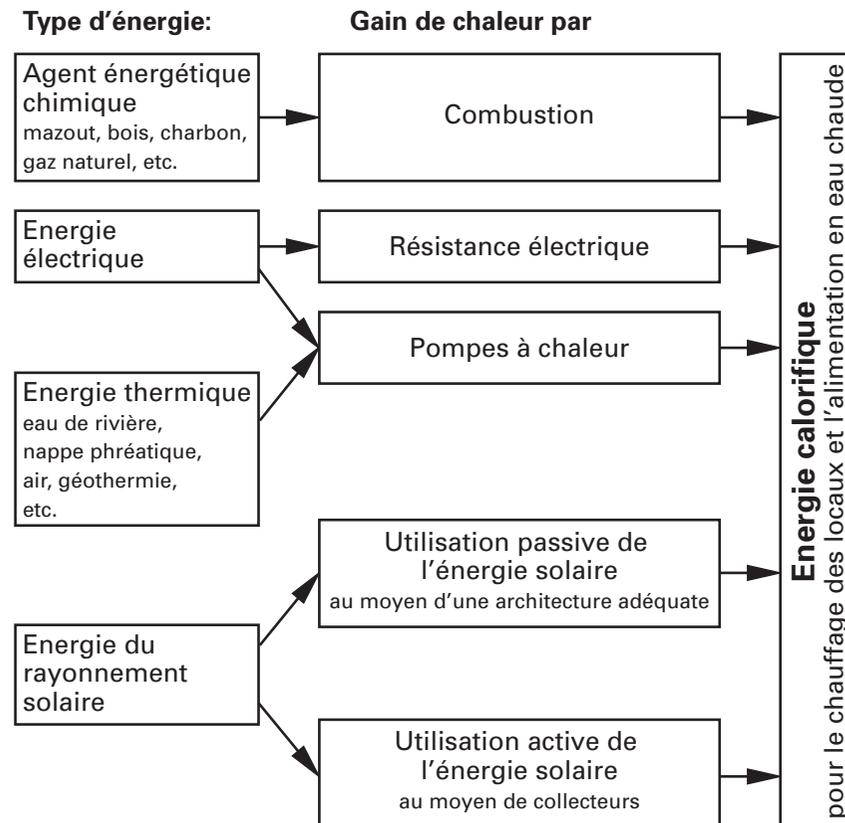


4.1 L'alimentation en énergie

Exemple d'un bilan énergétique d'une maison familiale:

	kWh/an	$L_{\text{combustible}}/\text{an}$	%
- Chauffage	18'000	1'800	44
- Eau chaude	4'000	400	10
- Électricité	4'000		10
- Véhicules	15'000	1'500	36
Total	41'000		100

Énergies disponibles pour fournir de la chaleur:



**Agents énergétiques non renouvelables**

(part de la Suisse env. 85%)

- Pétrole
- Gaz naturel
- Electricité des centrales atomiques et thermiques
- Charbon
- etc.

Agents énergétiques renouvelables

(part de la Suisse env. 15%)

- Electricité des centrales hydrauliques
- Energie solaire
- Bois
- Bio-gaz
- Chaleur des eaux de rivières, de nappes phréatiques, de l'air, etc.
- Géothermie
- Energie éolienne
- etc.

Source:

Statistiques générales sur l'énergie de l'OFEN (Office fédéral de l'énergie)

Qu'est-ce que l'énergie grise?

On entend par énergie grise celle qui doit être utilisée pour fabriquer un produit ou réaliser un service. Elle est nécessaire pour l'extraction des matières premières, pendant les processus de fabrication, lors du stockage et des transports, pour la publicité, le conditionnement, etc. Cette énergie inclut également la part d'énergie nécessaire à la gestion de l'élimination des déchets produits. En tant que consommateurs nous utilisons toujours aussi bien de l'énergie d'exploitation que de l'énergie grise. (Voir manuel de base «L'énergie, facteur-clé de notre temps», à commander auprès de LEP, Le Mont-sur-Lausanne, tél. 021/651 25 70).

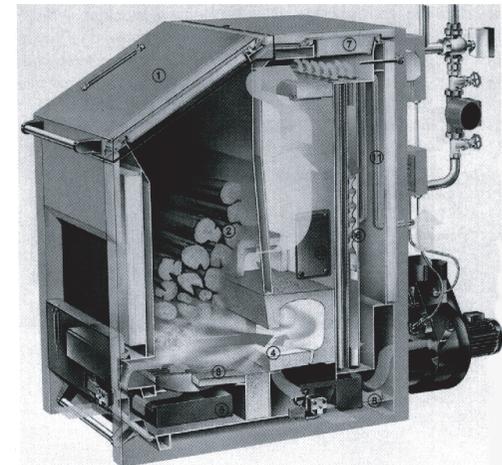
4.2 La production de chaleur

Le producteur ou générateur de chaleur est une dénomination commune à tous les types possibles d'appareils permettant de gagner de la chaleur par le biais d'une transformation d'énergie.

La Production de chaleur par combustion de mazout et de gaz (principalement de gaz naturel), respectivement de bois



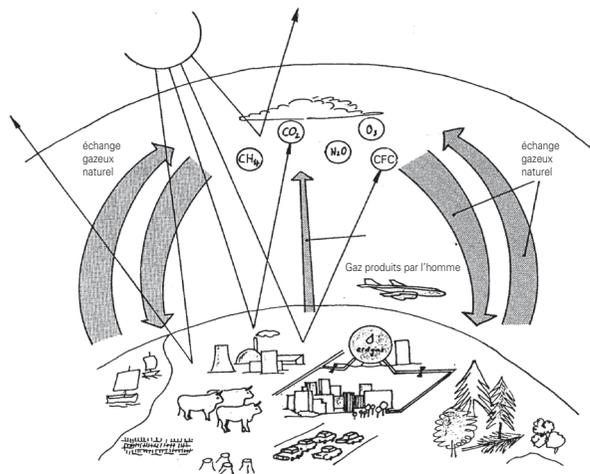
Chaudière pour combustion de mazout
avec accumulateur auxiliaire pour
l'alimentation en eau chaude



Chaudière pour combustion de bois



Chaudière pour combustion de gaz



L'action combinée complexe du rayonnement solaire et des gaz à effet de serre produits par l'homme

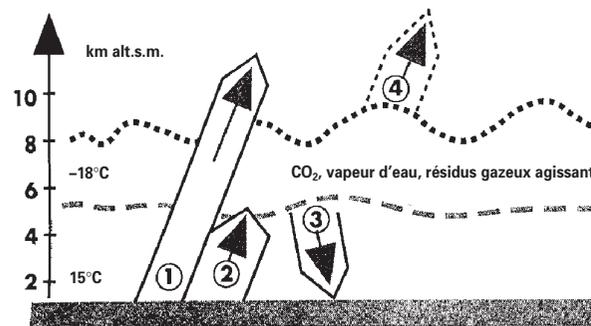
Légende :

- Gaz carbonique CO_2
- Méthane CH_4
- Gaz hilarant N_2O
- Chlorofluorocarbones CFC et halons
- Ozone O_3
- Vapeur d'eau H_2O

Le gaz carbonique favorise un climat de serre

Ce que l'on nomme effet de serre provient du fait que la vapeur d'eau, le CO_2 et les résidus gazeux se comportent à la manière d'un toit de serre dans l'atmosphère. Une partie du rayonnement infrarouge de l'énergie solaire réflétiée par la Terre est ainsi redirigée vers la Terre.

Effet de serre



Légende:

- 1 Réflexion rayons IR vers le cosmos
- 2 Réflexion rayons IR retenue par l'atmosphère
- 3 Réfraction rayons IR vers la Terre
- 4 Réflexion rayons IR (à long terme, après sur le climat atteinte de l'équilibre de radiation)

Gaz à effet de serre, création et signification

Désignation	Sources principales	Contribution à l'effet de serre
Gaz carbonique (CO_2)	Combustion de combustibles et carburants fossiles, défrichage par le feu	55%
Chlorofluorocarbones (CFC) et halons	Aérosols (sprays), réfrigérateurs, mousses synthétiques, extincteurs	8%
Méthane (CH_4)	Rizières, dépôts d'ordures, fermentation du contenu intestinal des ruminants	26%
Gaz hilarant (N_2O)	Engrais azotés, combustion de combustibles et carburants fossiles	2%
Ozone troposphérique (O_3)	Réaction photochimique entre NO_x et VOC	9%
	Total	100%

Pendant la combustion, le carbone contenu dans les combustibles se transforme en CO_2 . L'émission de CO_2 ne peut pas être réduite par des mesures techniques mais uniquement par des économies de carburants et combustibles fossiles. Il se dégage pendant la combustion:

- 1 kg mazout env. 3 kg CO_2
- 1 kg essence env. 3 kg CO_2
- 1 kg gaz naturel env. 2,5 kg CO_2
- 1 m³ gaz naturel env. 2 kg CO_2
- 1 kg bois env. 2 kg CO_2
- 1 kg de bois qui repousse a besoin à nouveau de 2 kg de CO_2 . Le bois est donc considéré comme neutre au niveau du CO_2 .

La production de chaleur avec l'énergie électrique

Pompe à chaleur

La pompe à chaleur est en soi un «caisson en tôle» relativement petit se trouvant quelque part dans ou hors du bâtiment.

Dans ce «caisson» sont installés 4 composants principales:

- l'évaporateur
- le compresseur
- le condenseur
- la soupape de détente

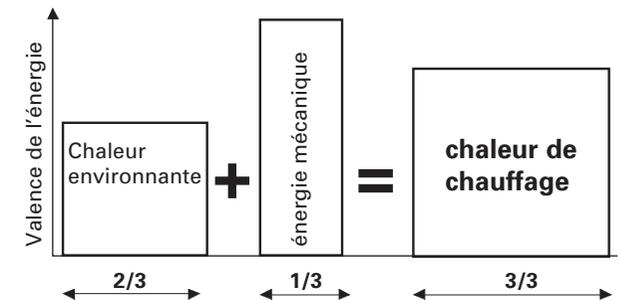
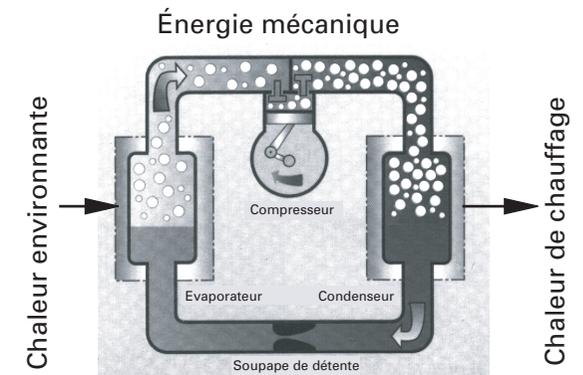
Il y circule un fluide de travail qui modifie l'état de l'agrégat (gazeux - liquide) selon les circonstances.

La chaleur utile dégagée provient en moyenne pour $\frac{2}{3}$ de la source de chaleur (chaleur de l'environnement à basse valence; chaleur perdue, etc.) et pour $\frac{1}{3}$ de l'énergie motrice à haute valence du moteur du compresseur.

Voir module 3 pour informations détaillées concernant les pompes à chaleur.

Chauffage à résistance électrique

Contrairement à ce qu'il se passe avec une pompe à chaleur, il faut ici $\frac{3}{3}$ d'énergie à haute valence.



L'énergie solaire

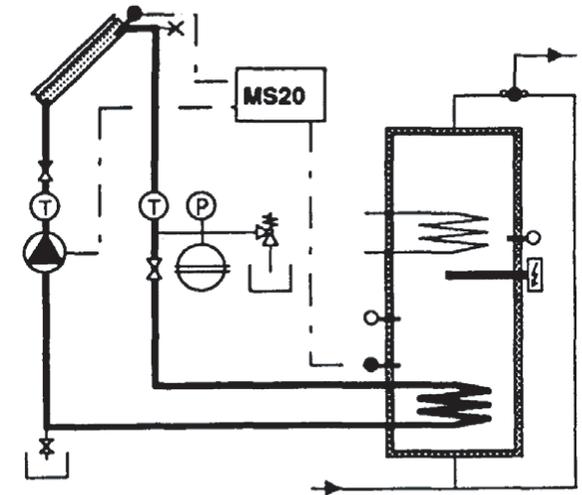
Utilisation passive de l'énergie solaire



Installation solaire



Fonctionnement d'une installation solaire



Le circuit solaire comprend le système de tuyauterie en circuit fermé, une pompe de circulation avec des armatures auxiliaires, un échangeur de chaleur pour dispenser la chaleur solaire au système de chauffage ainsi qu'une commande de régulation de température différentielle qui contrôle la pompe. Voir module 2.



La chaleur à distance



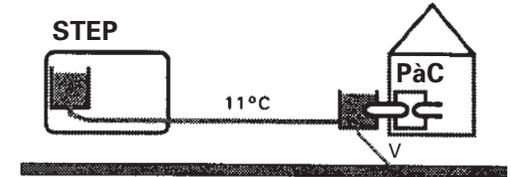
Un des postulats pour l'utilisation rationnelle de l'énergie repose sur la récupération de la chaleur perdue et dégagée parfois en grande quantité pour chauffage, pour autant que cela soit écologiquement et économiquement supportable. Exemple: un incinérateur à ordures. La chaleur de combustion ainsi créée peut être utilisée de cette manière.

Jusqu'à ce jour on a réalisé presque exclusivement des réseaux de chauffage qui transportent de l'eau chaude produite de façon centralisée jusque dans les bâtiments raccordés au moyen de conduites à distance isolée thermiquement.

Pour éviter les pertes de chaleur des conduites à distance, on utilise des sources de chaleur à basse valence telles que les eaux usées. Ce système permet d'installer des conduites non isolées et économiques.

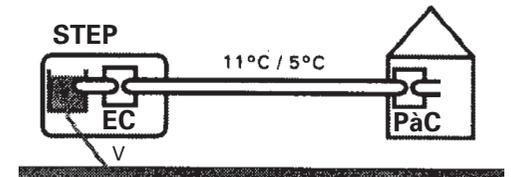
Conduite à distance froide depuis la STEP

Circuit ouvert



L'eau purifiée provenant de la station d'épuration (STEP) est amenée par des conduites non isolées jusqu'aux demandeurs, lesquels en tirent la chaleur nécessaire au moyen d'une pompe à chaleur (PàC). L'eau refroidie est rejetée dans les eaux publiques, ruisseau, lac (au besoin dans une canalisation d'eau météorique).

Circuit fermé

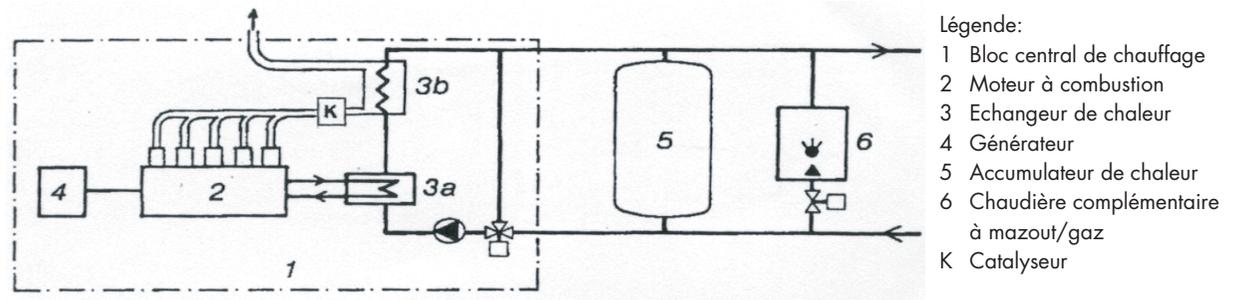


L'eau purifiée de la station d'épuration (STEP) s'écoule en passant par un échangeur de chaleur (EC). A partir de cet échangeur, l'eau est amenée par des conduites non isolées et en circuit fermé jusqu'aux demandeurs qui génèrent alors la chaleur nécessaire au moyen d'une pompe à chaleur.

Autres possibilités d'utilisation de l'énergie

Exemple: moteurs à couplage chaleur-force

Un bloc central de chauffage produit de l'électricité et de la chaleur avec des moteurs à combustion (le plus souvent on emploie du gaz naturel)



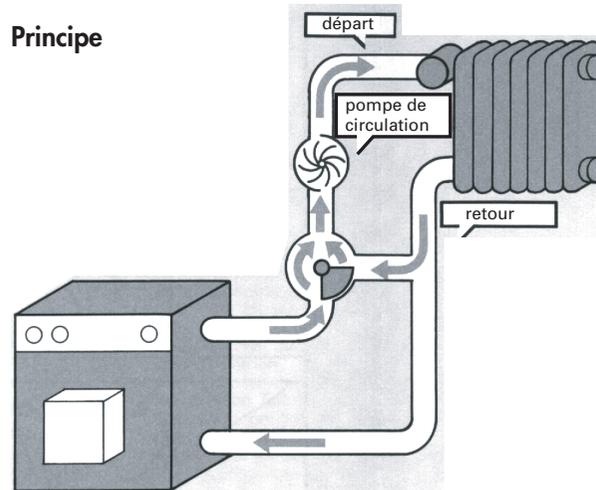
En combinant la production d'électricité d'un moteur chaleur-force pour alimenter une pompe à chaleur alors, l'installation produit avec les dégagements de chaleur, une chaleur utile de 130% (apport de combustible = 100%).



4.3 Les systèmes de distribution de chaleur

Distribution de chaleur avec de l'eau comme conducteur de chaleur

Principe



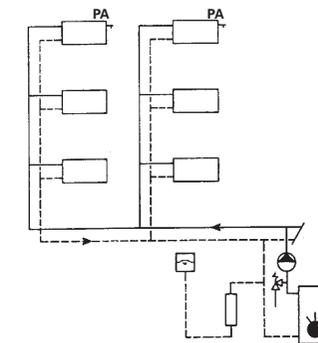
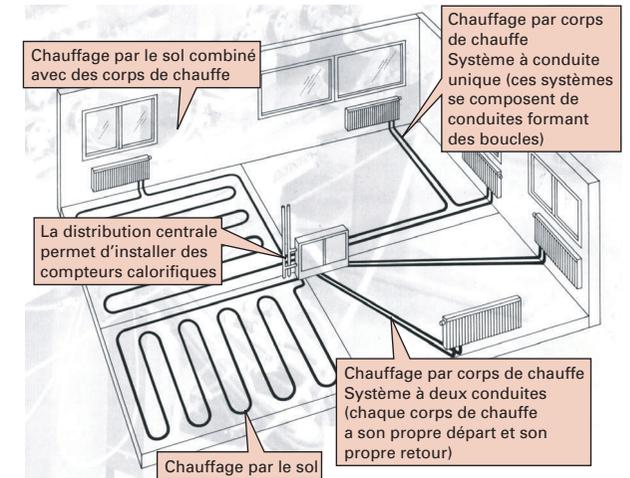
Dès qu'une installation de chauffage est mise en marche, l'eau (conducteur thermique) contenue dans le système de conduites, circule entre la production de chaleur et les surfaces de chauffe. On utilise surtout des tuyaux en acier et en plastique pour le réseau de distribution. Avec un système de distribution par conduites, il faut accorder toute l'attention voulue à l'isolation thermique en gardant à l'esprit les futures pertes de chaleur de ces conduites.

Un système de chauffage ordinaire travaille avec les températures de départ d'eau suivantes en considérant une température extérieure de -10°C (valable pour le plateau suisse):

- température des corps de chauffe jusqu'à env. 60°C

- chauffage par le sol jusqu'à env. 50°C
- PàC- solaire- Minergie jusqu'à env. 45°C (si possible $30 - 35^{\circ}\text{C}$)

Les systèmes de distribution



Ce schéma de principe représente un système conventionnel à deux conduites avec des colonnes montantes verticales.

PA = purge d'air

4.4 Le dégagement de chaleur

Systèmes habituels de dégagement de chaleur avec de l'eau comme conducteur thermique

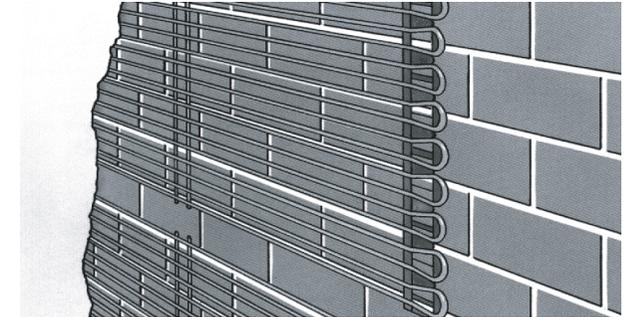
Chauffages par le sol et mural

Le chauffage par le sol et mural (chauffage de surface) se caractérisent entre autres par un haut niveau de radiation pour le dégagement de chaleur.

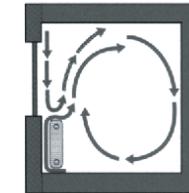
Exemple d'une construction de sol à chauffage intégré



Exemple d'une construction de chauffage mural

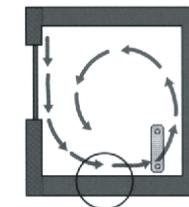


Les corps de chauffe



Les surfaces de chauffe devraient en principe être placées sur les parois extérieures. Elles offrent alors une compensation de la différence de température entre paroi intérieure et extérieure et agissent contre la baisse de température de la paroi (se manifestant par des courants d'air au niveau des pieds).

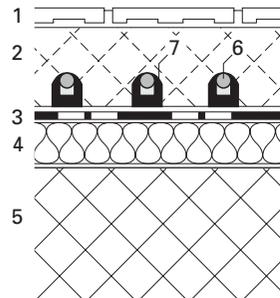
En cas de très bon standard d'isolation thermique, en particulier avec des fenêtres à valeur U inférieure à $1\text{W/m}^2\text{K}$, on peut cependant obtenir un confort agréable même sans surfaces de chauffe sous les fenêtres.



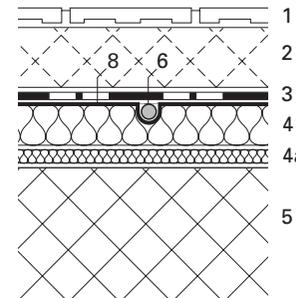
Légende:

- 1 revêtement de sol
- 2 chape
- 3 couche de séparation (feuille)
- 4 isolation thermique (4a isolation phonique séparée)
- 5 système porteur (dalle)
- 6 tuyaux
- 7 supports
- 8 plaques de conduction de chaleur

A: système dans le sol



B: système sous le sol



Comparaison entre les deux systèmes habituels de dégagement de chaleur

Chauffage par le sol

Avantages

- forte radiation thermique procurant du confort
- possibilité de températures de départ et de retour particulièrement basses
- effet d'autorégulation
- invisible, ne dérange pas

Inconvénients

- si grande surfaces vitrées, baisse de températures de surfaces (quand valeur $U > 1$)
- très lent à régler, grande inertie

Corps de chauffe

Avantages

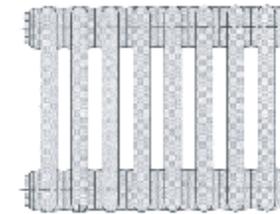
- réglage rapide
- réglage simple pièce par pièce par vannes thermostatiques
- possibilités d'adaptations ultérieures

Inconvénients

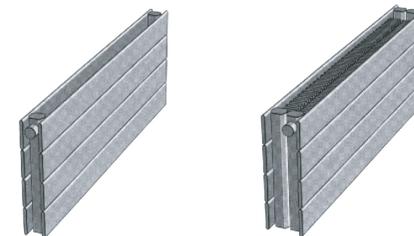
- température de départ plus élevée ou très grands corps de chauffe (pour une température de départ basse)
- besoins de place

Les types de construction des corps de chauffe

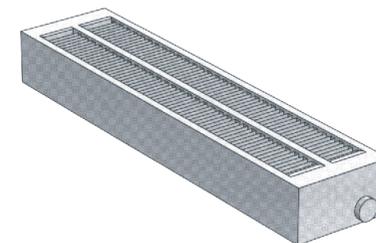
radiateurs



parois chauffantes avec/sans lamelles



convecteurs



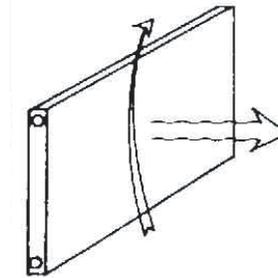
4.5 Le réglage du chauffage

Dégagement de chaleur avec des chauffages à eau chaude

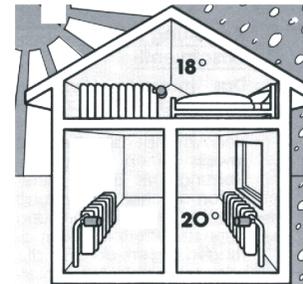
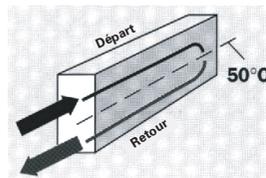
Tout corps de chauffe dispense à son environnement, en partie par radiation et en partie par convection (c'est-à-dire transport de chaleur par mouvement de l'air), la chaleur issue de la différence entre le flux thermique de l'arrivée d'eau et celui de retour d'eau.

La puissance de chauffe de la surface dépend de:

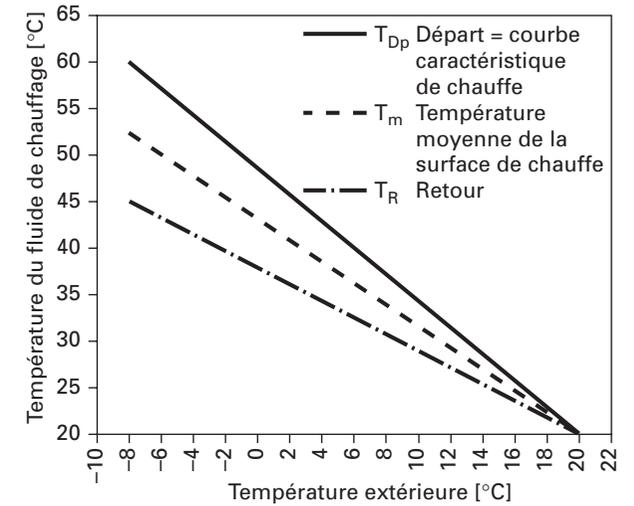
- la surface de chauffe elle-même
- et



- la différence entre la moyenne de température de la surface du corps de chauffe et de la température ambiante.

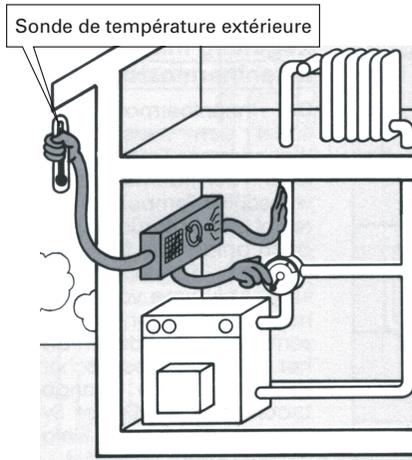


Comme la surface de chauffe est une grandeur constante, le réglage de la puissance se fait par une adaptation de la température moyenne de la surface de chauffe T_m .





Exemple:
Réglage de la température de départ dictée par les conditions météo



Mode de fonctionnement de l'appareil de régulation

L'appareil de régulation adapte automatiquement la température de départ aux conditions climatiques. Il comprend trois éléments de commande :

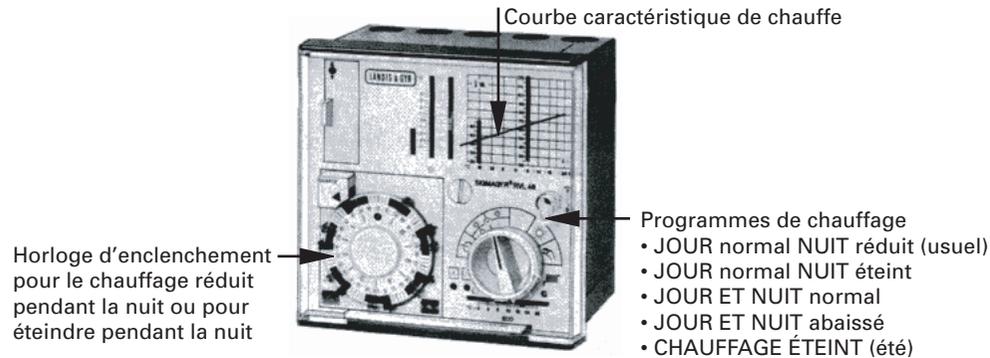
- La courbe caractéristique de chauffe qui règle la température de départ selon celle de l'air extérieur;
- une horloge d'enclenchement, permettant de réduire ou d'arrêter automatiquement le chauffage (p.ex. la nuit);
- un interrupteur de cycles de programmes, permettant de choisir le programme de chauffage adapté à la saison, sans qu'il faille modifier le réglage de base.

De nos jours on utilise le plus souvent des régulateurs de chauffage multi-fonctionnels. Selon les modèles, ces régulateurs ont des propriétés «d'auto apprentissage»:

Le système de régulation est en mesure d'optimiser lui-même des réglages complexes – différents d'une maison à l'autre ou dépendant des circonstances météorologiques.



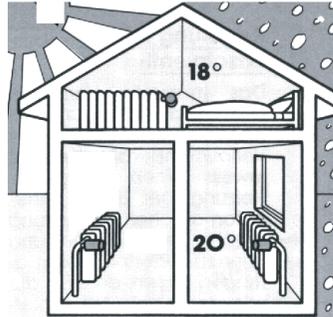
Exemple d'un appareil de régulation





Réglage pièce par pièce

Dans certains cantons on prescrit sous certaines conditions des réglages pour chaque pièce.



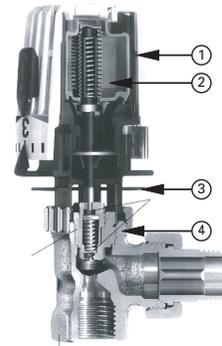
Des températures individuelles dans chaque pièce sont possibles avec une régulation de la température de départ commandée par les conditions météorologiques.

Vannes thermostatiques de corps de chauffe

Mode de fonctionnement:

Avec la vanne manuelle (1), on établit la valeur voulue.

Lorsque la température de la pièce augmente, le médium contenu dans la sonde de température (2) se dilate. Elle se compose d'un soufflet à ressort rempli d'un gaz, d'un liquide ou d'une cire. La cheville de transmission (3) fait bouger le plateau de la soupape (4) vers l'ouverture de soupape, fermant ainsi ladite soupape.

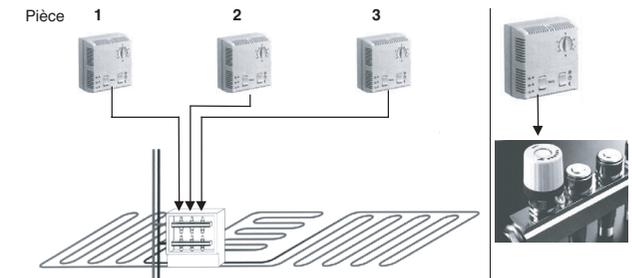


Si la température de la pièce baisse, la sonde se rétracte et ouvre la soupape en actionnant la cheville.

Régulation électrique dans chaque pièce pour des chauffages par le sol

On utilise dans chacune des pièces un régulateur de température qui agit sur la commande de réglage du distributeur du chauffage par le sol.

Dans les maisons à faible consommation d'énergie, avec des températures de départ très basses du chauffage par le sol, l'effet d'auto régulation (l'émission de chaleur baisse lorsque la température du sol est presque identique à celle de l'air) peut rendre superflue une régulation individuelle de chaque pièce.





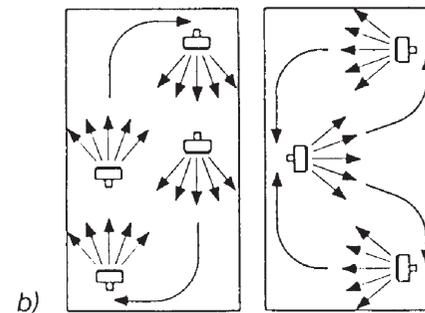
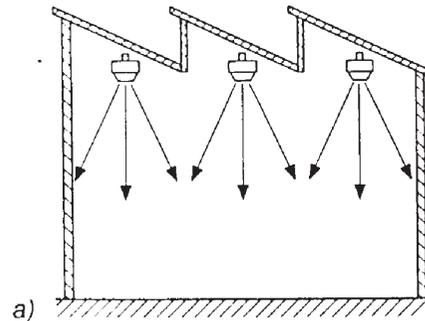
4.6 Le chauffage à air

Les souffleries à air chaud pour les murs et les plafonds de grands locaux

Ces appareils, avec production de chaleur électrique ou avec des échangeurs de chaleur pour le chauffage à l'eau chaude ou à la vapeur, ainsi que ceux équipés de brûleurs à mazout ou à gaz, sont employés dans les ateliers et halles industrielles. Il existe des appareils à circulation d'air ambiant, avec air mélangé ou air extérieur, dont certains sont équipés de récupérateurs de chaleur.

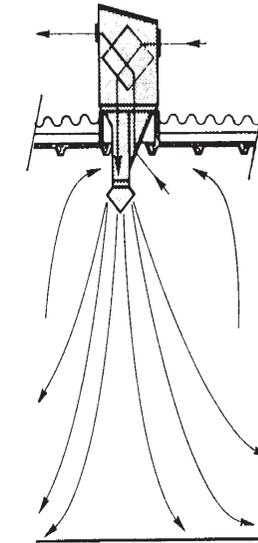
Utilisation des appareils de chauffage à air

- a) montage au plafond
- b) montage mural

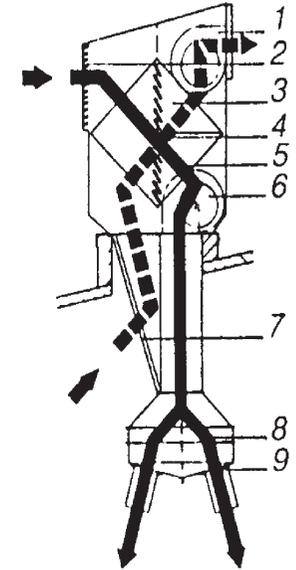


Appareils avec récupérateur de chaleur

Principe



Détails en coupe



Légende:

- 1 Ventilateur d'extraction d'air
- 2 Clapet d'air extérieur
- 3 Clapet à by passe
- 4 Echangeur thermique (ou de chaleur)
- 5 Clapet d'air de circulation
- 6 Ventilateur d'amenée d'air
- 7 Distributeur d'air avec filtre d'extraction
- 8 Corps de chauffe d'air
- 9 Buse de distribution



Les systèmes de chauffage à air chaud

Les chauffages à air chaud sont peu répandus chez nous. A part leurs avantages, ils comportent un nombre de problèmes pas faciles à résoudre.

Avantages:

- Adaptation rapide à la modification du rayonnement d'une part et à celle des besoins de chauffage d'autre part
- Profil de température idéal dans la pièce, petites différences dans les zone d'occupation des locaux
- Pas de surfaces de chauffe visibles, comme avec le chauffage par sol, mais plus grande flexibilité en matière de division de l'espace et d'ameublement
- Pas de danger de gel, et donc favorable pour les bâtiments occupés périodiquement (p.ex. maisons de vacances).

Problèmes:

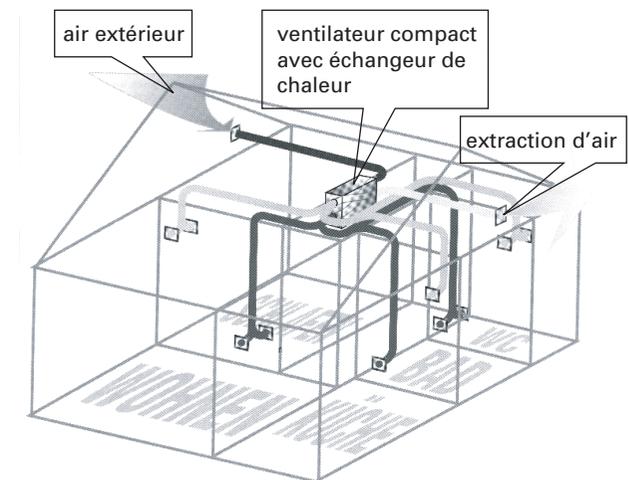
- Besoin de place pour de système de canaux
- Répercussion du son
- Circulation par l'air de la poussière et des odeurs
- Transport de l'humidité de l'air dans les pièces froides à grande masse d'accumulation (" ça sent l'humidité " dans ces pièces, jusqu'à ce qu'elles soient à nouveau chauffées)
- Plus grands besoins en énergie d'appoint (ventilateur).

Aération contrôlée de l'habitat

L'aération contrôlée de l'habitat permet une combinaison économique en énergie entre le chauffage et la ventilation.

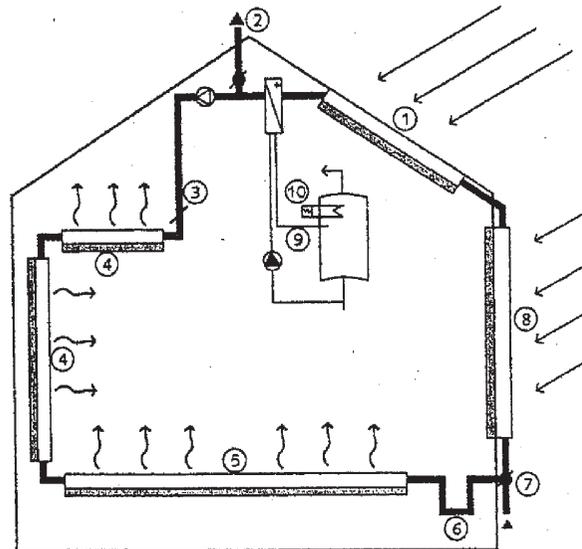
Si le besoin de transmission de chaleur a fortement baissé ces dernière années du fait de mesures de protection thermique, le besoin de chaleur par l'aération est cependant resté constant pour des raisons d'hygiène. Dans les bâtiments très bien isolés thermiquement, le besoin de chaleur par l'aération est aussi grand que celui de la transmission de chaleur.

Les appareils de ventilation avec récupérateurs de chaleur permettent de réduire les besoins en chaleur de la ventilation.



Les systèmes solaires à air

On construit à nouveau un nombre croissant de systèmes solaires à air. Un de ces systèmes pourrait être construit de la façon suivante:



Légende:

- 1 Collecteur de toit
- 2 Sortie d'air été
- 3 Clapet de fermeture
- 4 Canaux de distribution
- 5 Sol à accumulation
- 6 Siphon
- 7 Entrée d'air été
- 8 Canal de façade
- 9 Circuit solaire pour le réchauffement d'eau chaude sanitaire
- 10 Postchauffage



5. Exercices et solutions proposées

Exercice 1

Composants d'une installation

En Suisse (presque) chaque bâtiment dispose d'une installation de chauffage.

Vous aurez besoin des aides suivantes:

Connaissances de base.

Votre travail:

Établissez une liste comportant le type d'énergie utilisé dans le bâtiment (votre maison, l'école, etc.) ainsi que le détail des composants principaux de l'installation de chauffage.

Exercice 2

Le besoin en énergie

Le besoin en énergie varie beaucoup selon le type d'habitation considéré.

Vous aurez besoin des aides suivantes:

Collaboration de votre concierge (de vos parents, de spécialistes, etc.).

Votre travail:

Cherchez quel est le besoin en énergie pour le chauffage, l'eau chaude et l'électricité de votre bâtiment d'habitation. Calculez ces valeurs par unité d'habitation et comparez vos résultats avec ceux de vos camarades.



Exercice 3

Les agents énergétiques

Les différents types d'énergie ont des avantages et des inconvénients.

Vous aurez besoin des aides suivantes:

Littérature spécialisée.

Votre travail:

Établissez une liste des différents agents énergétiques et cherchez les avantages et les inconvénients sur les plans écologique et économique.

Exercice 4

Distribution/ Dégagement de chaleur

Dans les divers bâtiments qui existent, on emploie les systèmes de distribution de chaleur les plus différents.

Vous aurez besoin des aides suivantes:

Connaissances de base.

Collaboration de votre concierge (parents, etc.).

Votre travail:

Cherchez à savoir pourquoi on a choisi tel type de système dans votre bâtiment, et quels sont les avantages et les inconvénients de ce système. Comparez ce que vous avez trouvé avec les résultats de vos camarades.

Exercice 5

Le réglage du chauffage

Toute installation de chauffage possède un dispositif de réglage.

Vous aurez besoin des aides suivantes:

L'installation de chauffage dans votre bâtiment, votre école, etc.

Votre travail:

Essayez de comprendre comment l'installation de chauffage est réglée. Quelles sont les possibilités de choisir une température individuelle pour chaque pièce? Mettez les différentes fonctions par écrit et discutez les avec le concierge, un spécialiste, etc. Présentez les résultats de vos analyses en classe.



6 Bibliographie

Résultats de recherches

- Programmes d'impulsion de l'ancien Office fédéral pour les questions conjoncturelles (disponible aussi sur CD-Rom)


 RAVEL

 PI BAT

 PACER

Commande: OFCL, 3000 Berne.

- Forschungsstelle Solararchitektur (centre de recherche sur l'architecture solaire)
Commande de publications: EPF-Z,
Hönggerberg, 8039 Zurich

Quelques fournisseurs dans la branche de la technique de chauffage

- Hoval Herzog SA, General Wille-Str.201, 8706 Feldmeilen
- Brennwald SA, Dammstr. 12, 8810 Horgen
- Viessmann (Suisse) SA, Härdlistr. 11, 8957 Spreitenbach
- Tobler Frères SA, Steinackerstr. 10, 8902 Urdorf
- Pompes Grundfos SA, Bruggacherstr.10, 8117 Fällanden

Adresses Internet

Institutions:

- www.info-energie.ch
- www.strom.ch
- www.mazout.ch
- www.gaz-naturel.ch
- www.energie.ch
- www.swissolar.ch
- www.energie-bois.ch

Entreprises:

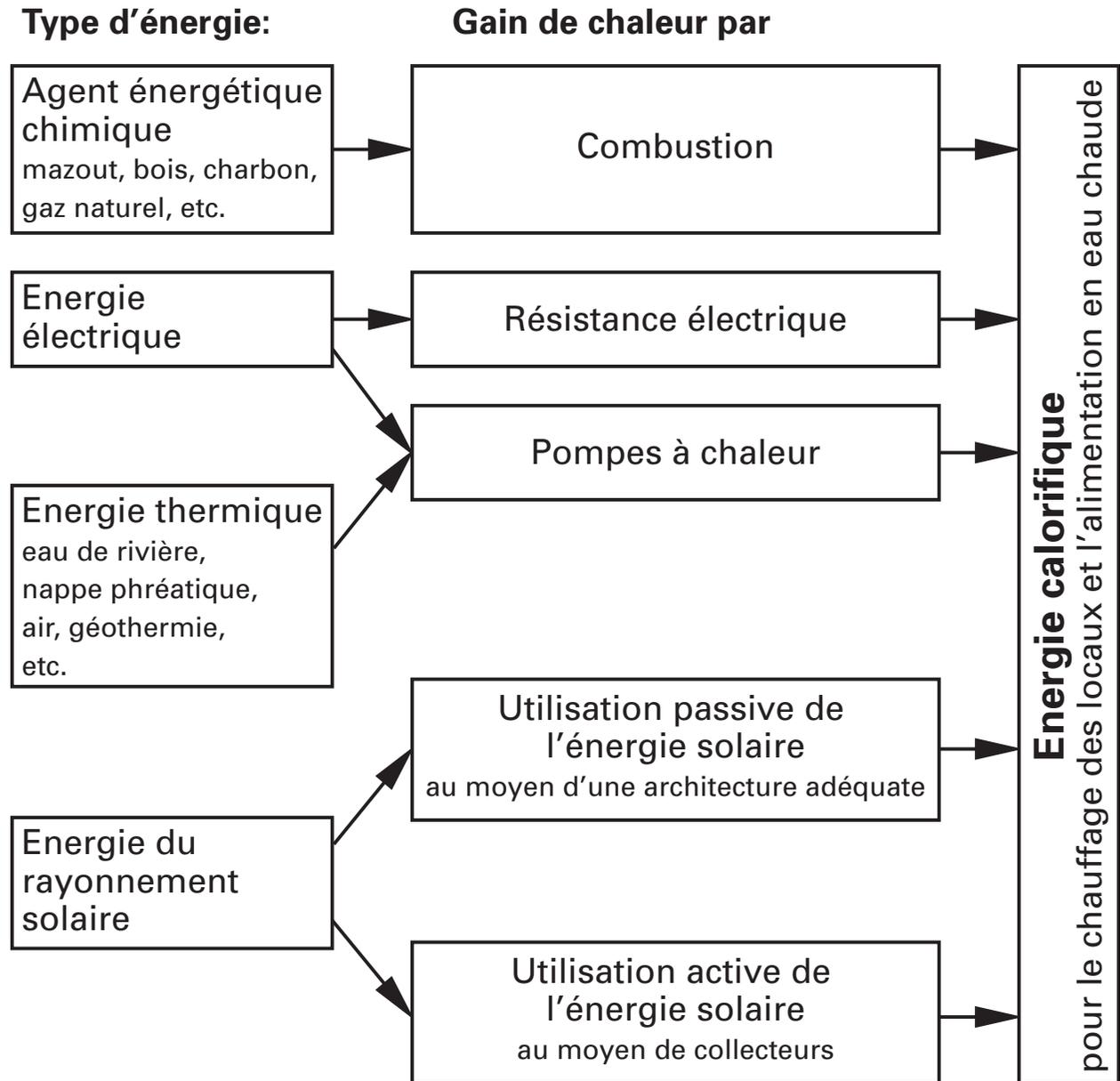
- www.hoval.ch
- www.brennwald.ch
- www.grundfos.com
- www.holzfeuerung.ch (Schmid AG)
- www.viessmann.com

7 Sources

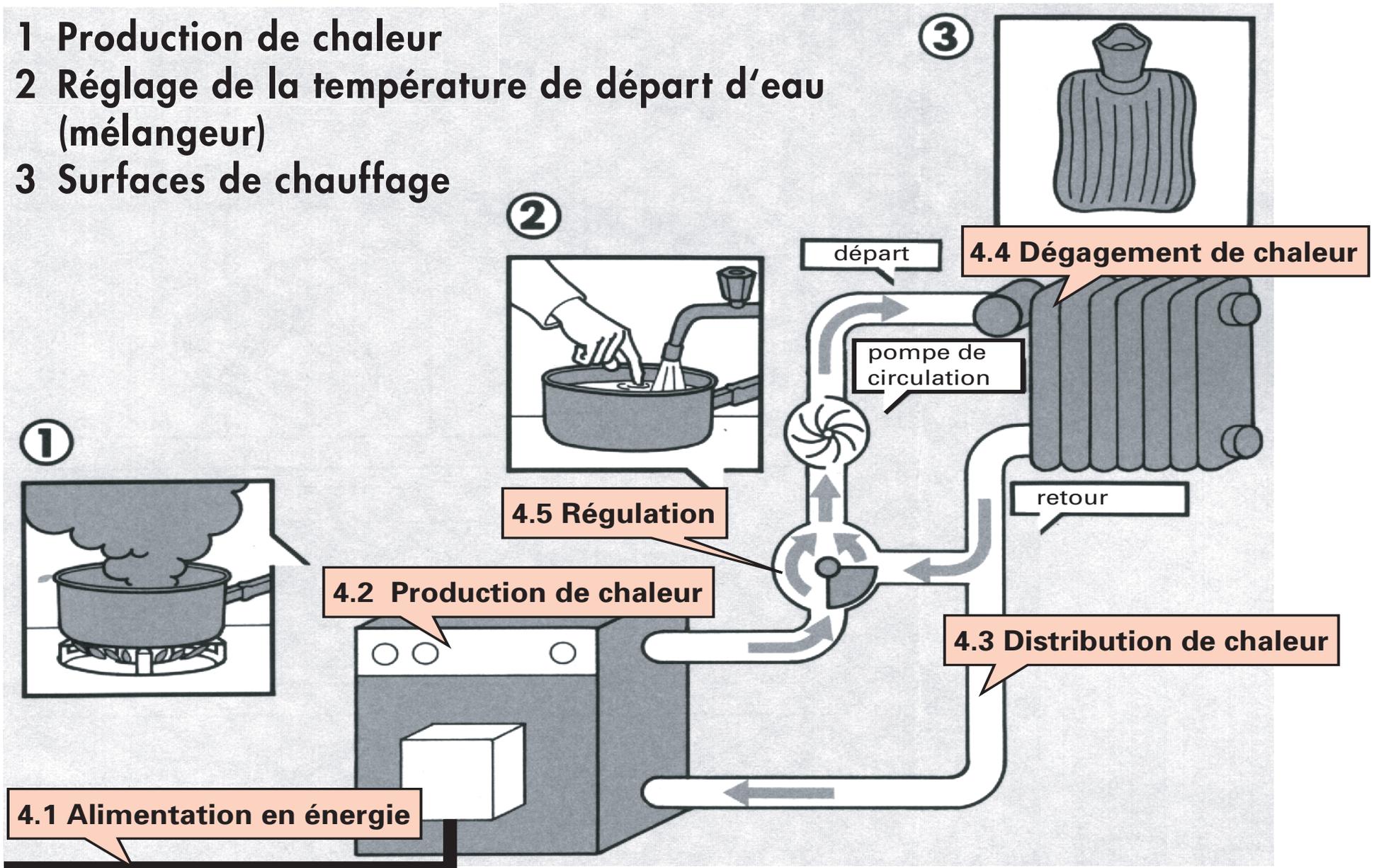
- Publications de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)
- Publications de l'ancien Office fédéral pour les questions conjoncturelles (OFEN)
- Manuel d'enseignement: L'énergie, facteur-clé de notre temps, Maja Messmer et al., Office fédéral des questions conjoncturelles.
A commander auprès de LEP, Loisiers et pédagogie, 1052 Le Mont-sur-Lausanne,
tél. 021/651 25 70

Toutes les photographies d'atelier et les dessins ont été mis à disposition par les fournisseurs.

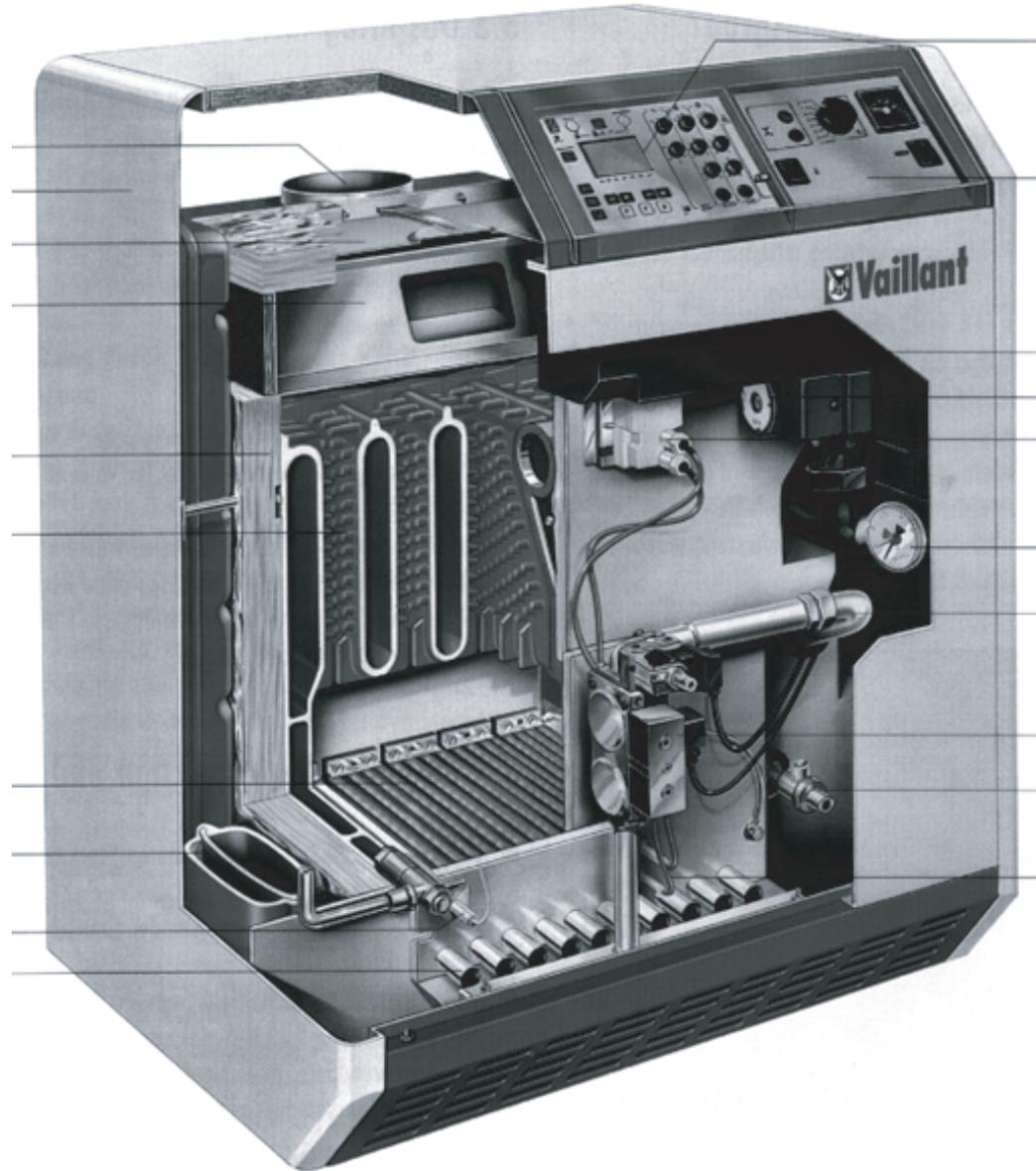
8 Modèles

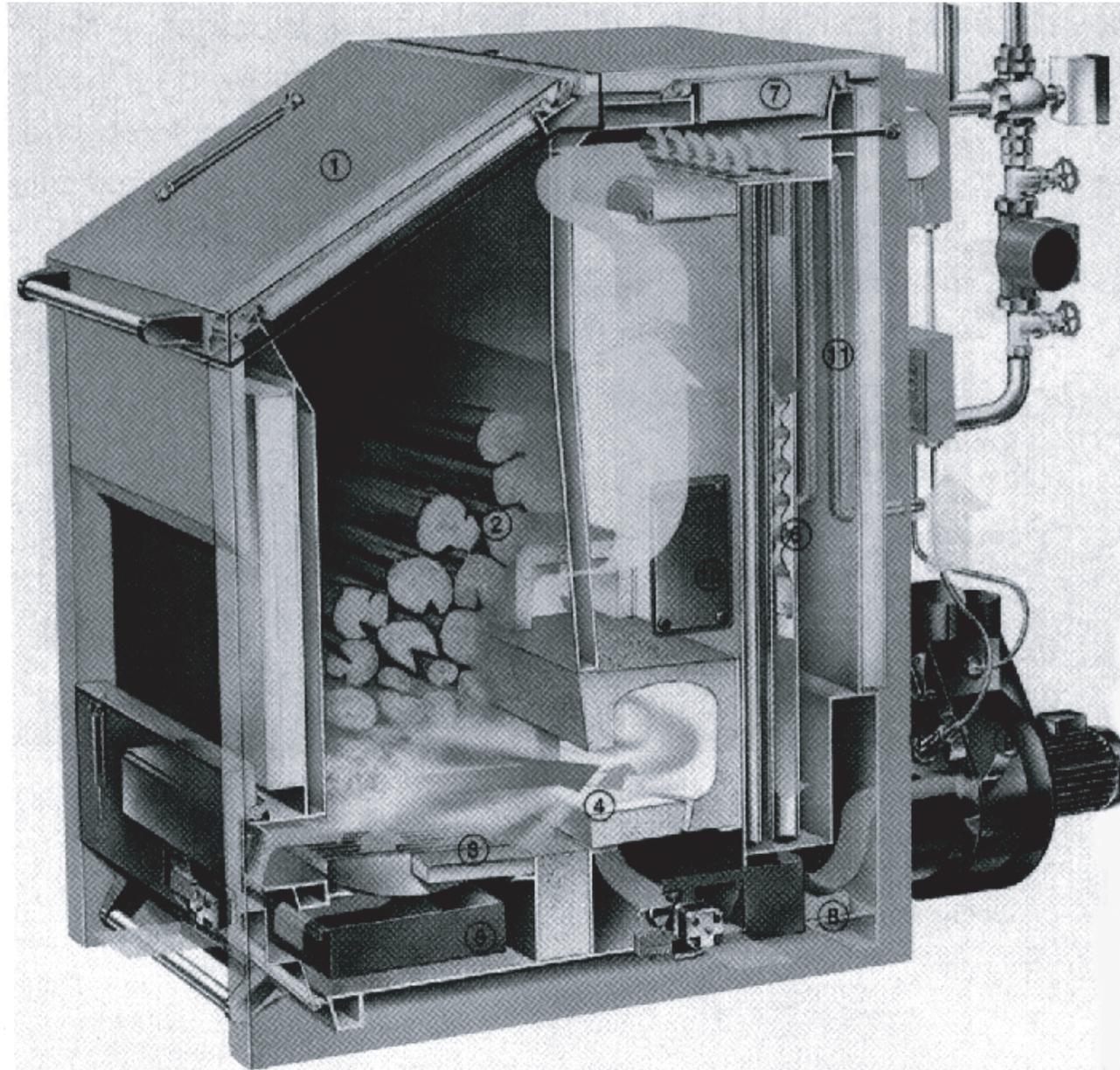


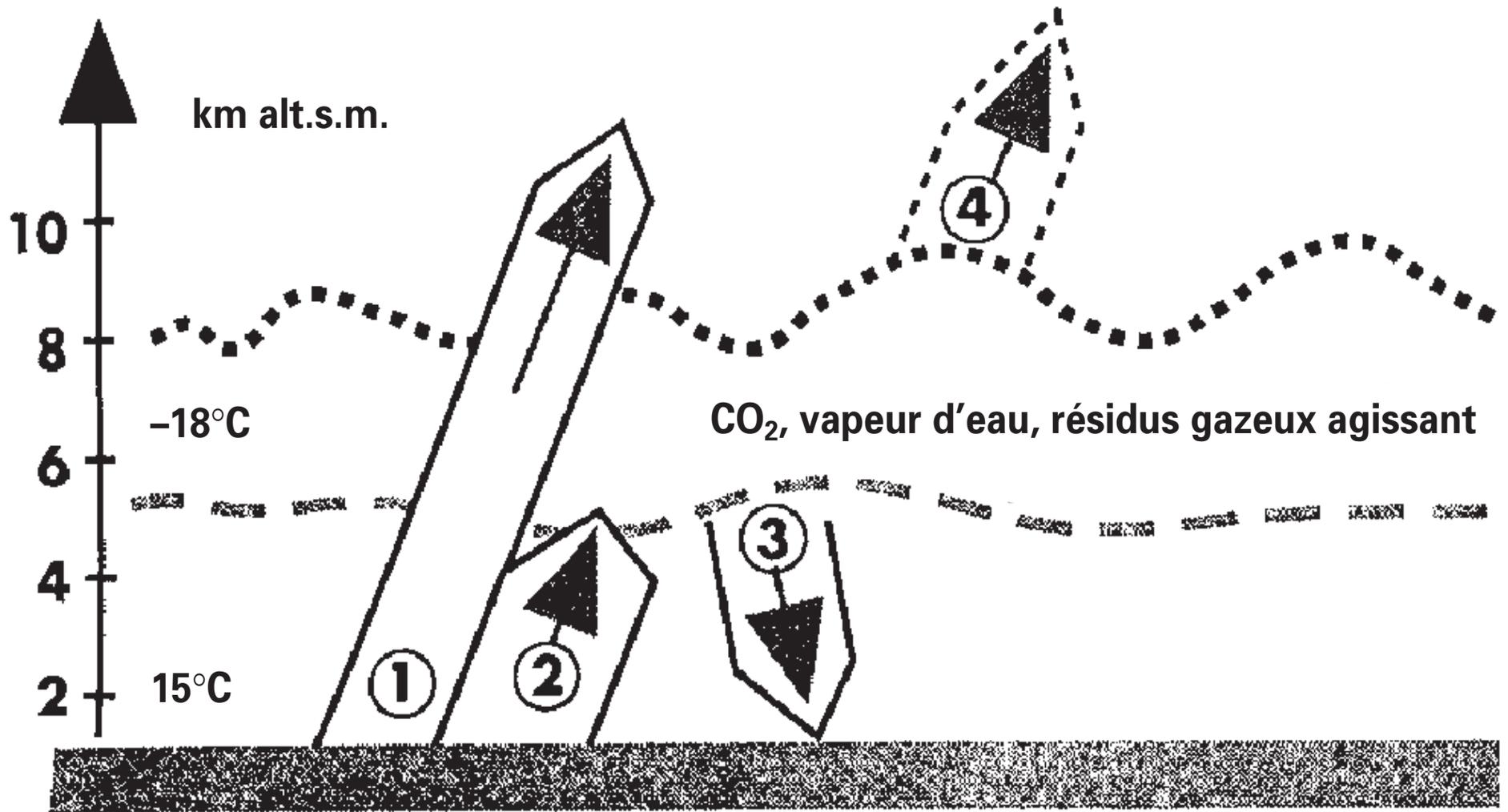
- 1 Production de chaleur
- 2 Réglage de la température de départ d'eau (mélangeur)
- 3 Surfaces de chauffage



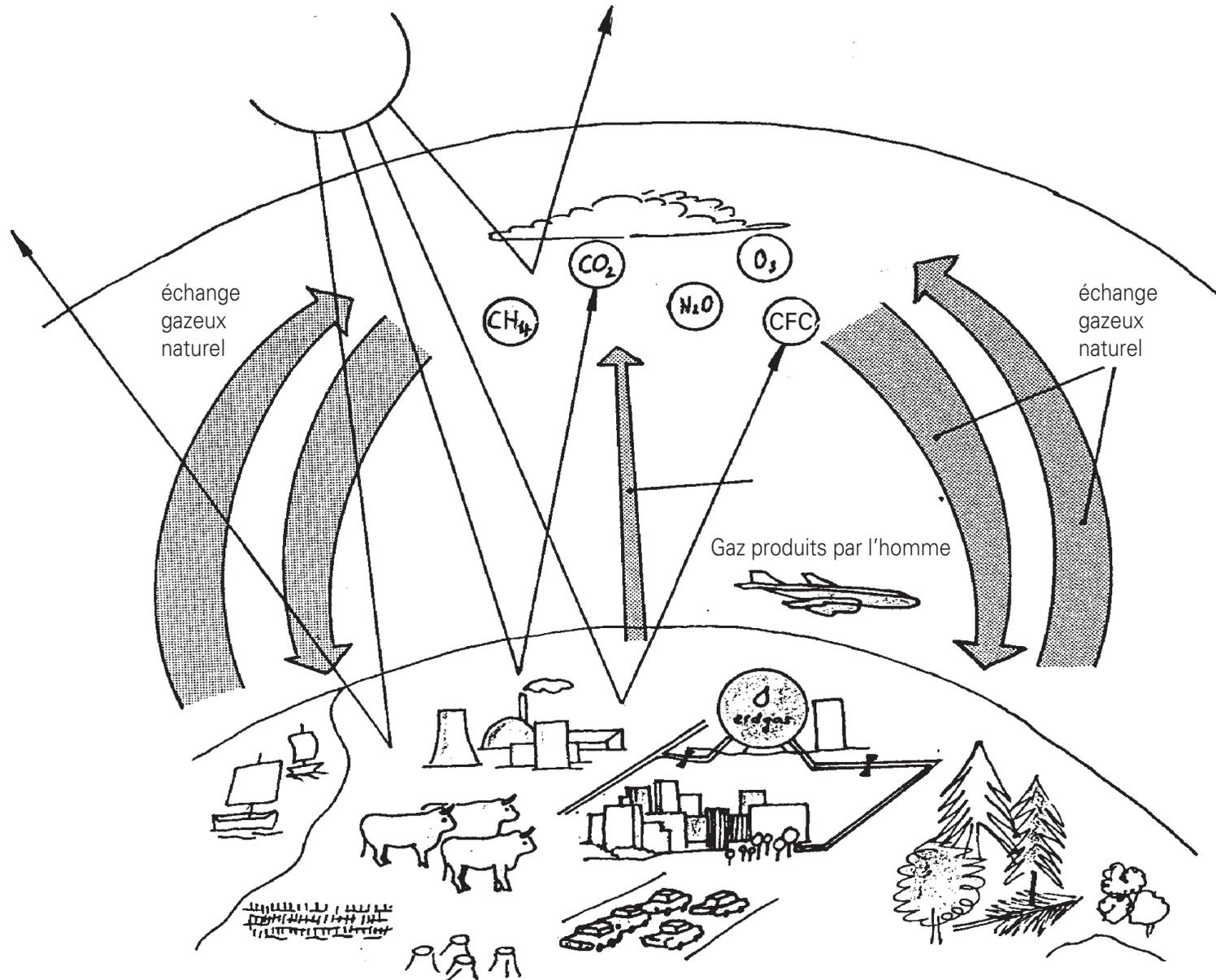






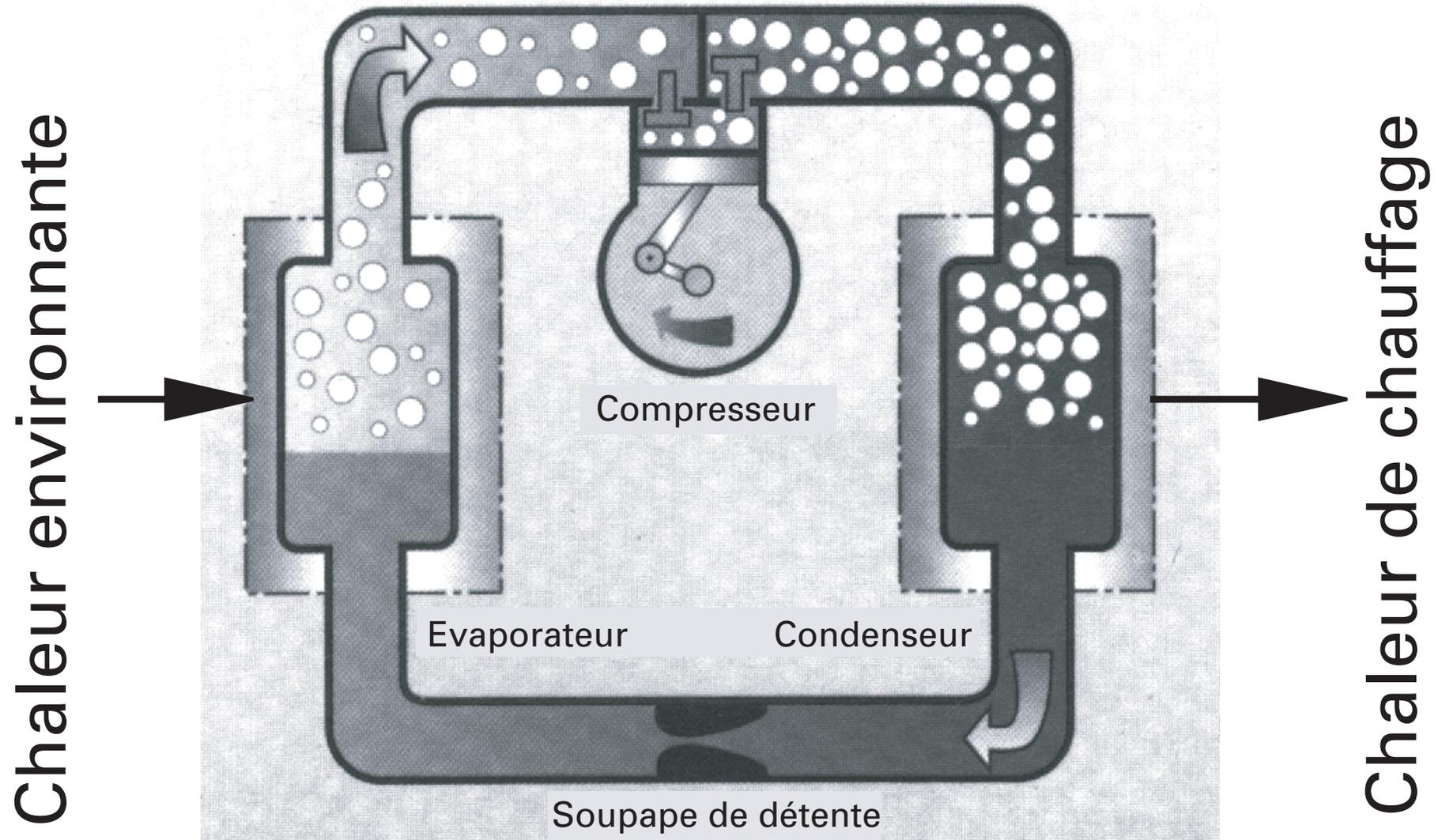


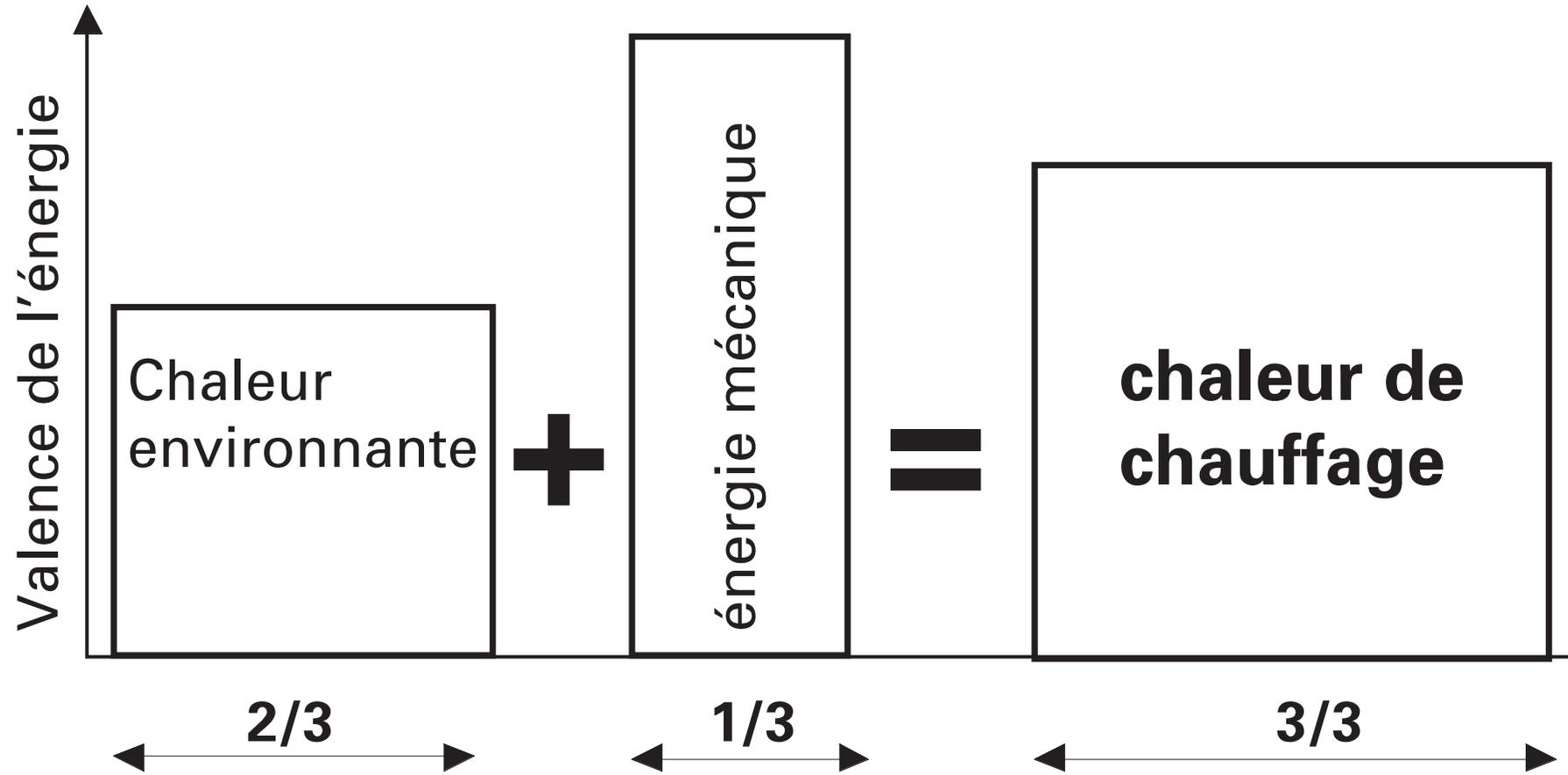
Désignation	Sources principales	Contribution à l'effet de serre
Gaz carbonique (CO ₂)	Combustion de combustibles et carburants fossiles, défrichage par le feu	55%
Chlorofluorocarbones (CFC) et halons	Aérosols (sprays), réfrigérateurs, mousses synthétiques, extincteurs	8%
Méthane (CH ₄)	Rizières, dépôts d'ordures, fermentation du contenu intestinal des ruminants	26%
Gaz hilarant (N ₂ O)	Engrais azotés, combustion de combustibles et carburants fossiles	2%
Ozone troposphérique (O ₃)	Réaction photochimique entre NO _x et VOC	9%
	Total	100%





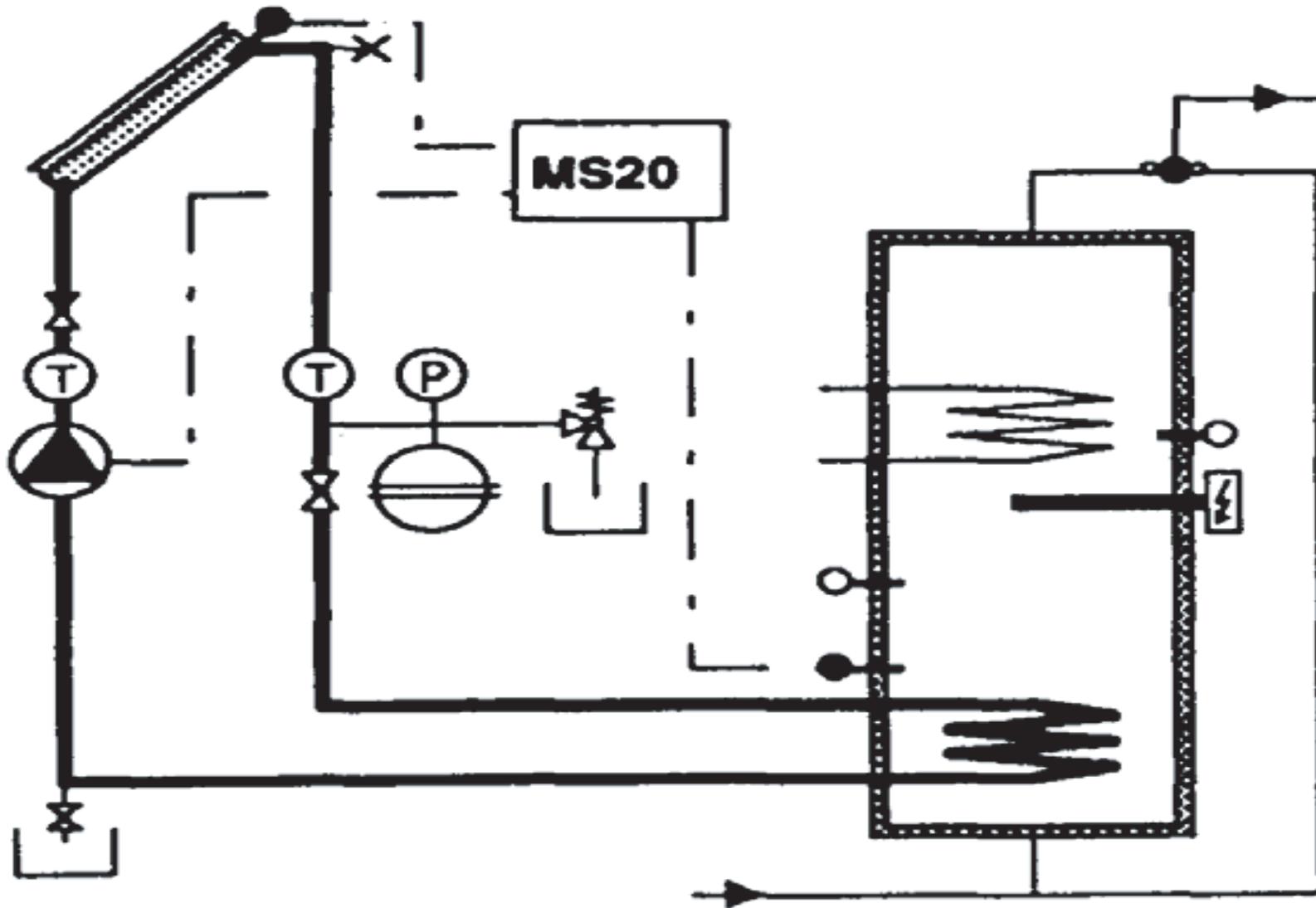
Énergie mécanique

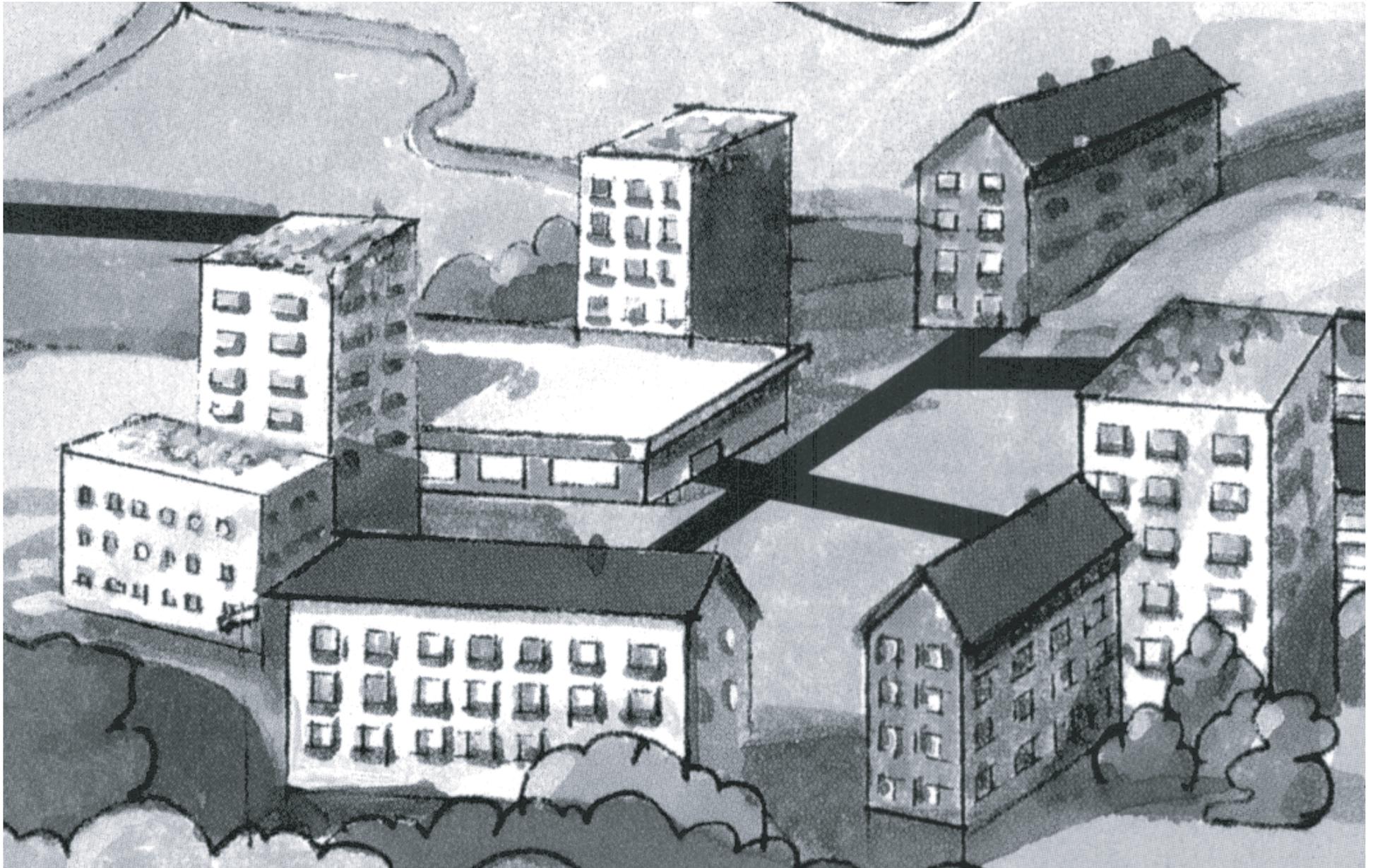




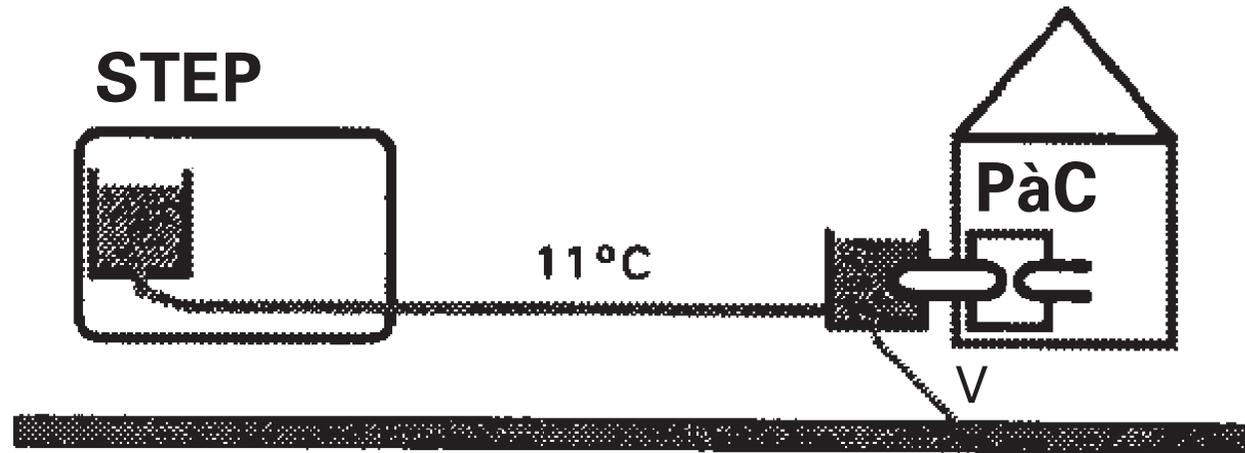




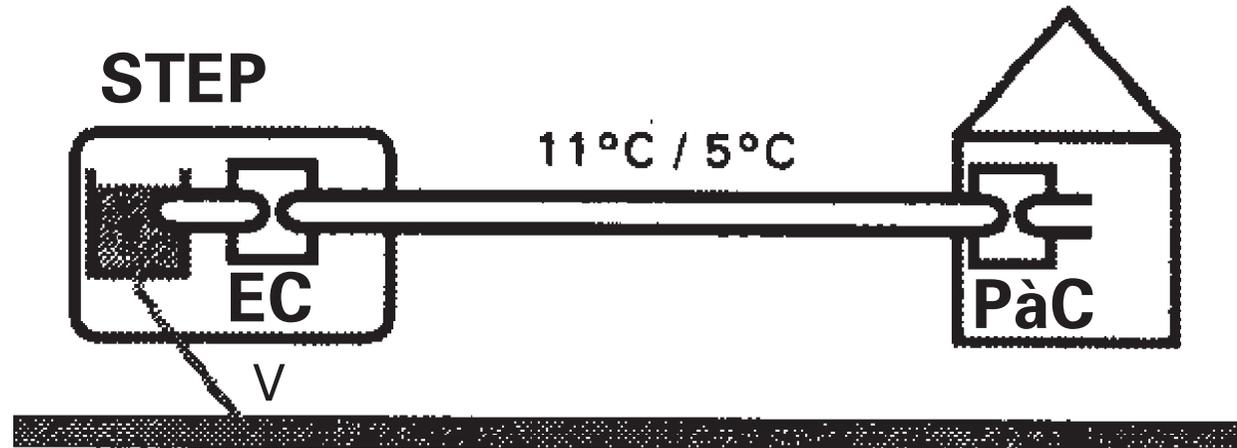




Circuit ouvert



Circuit fermé

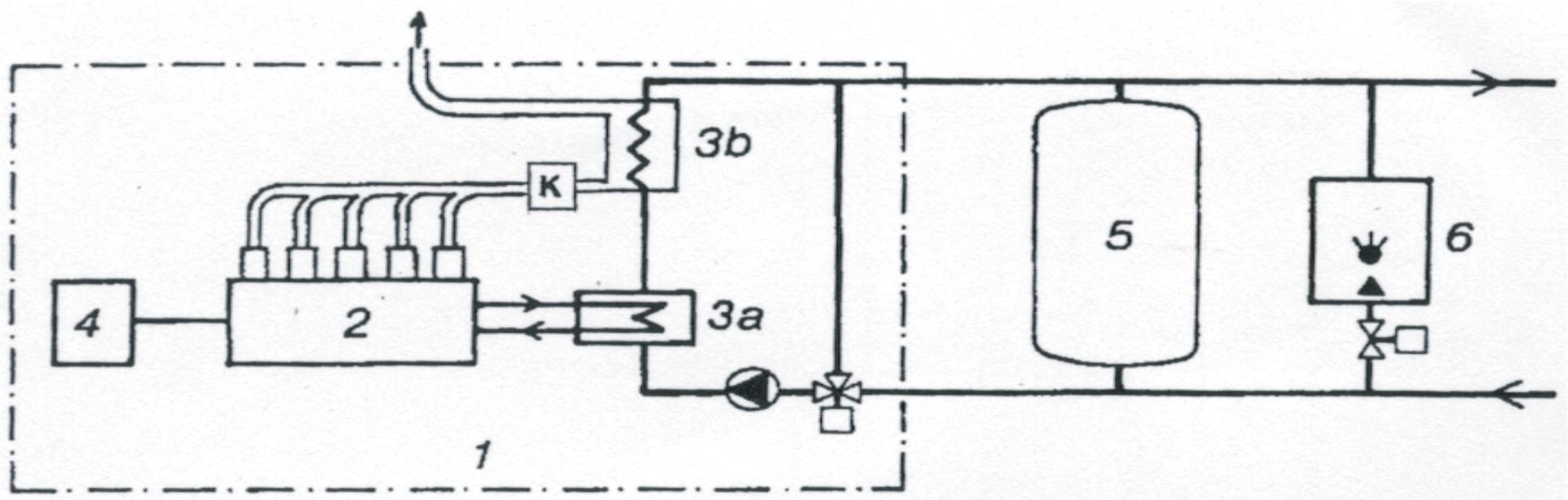


STEP = station d'épuration

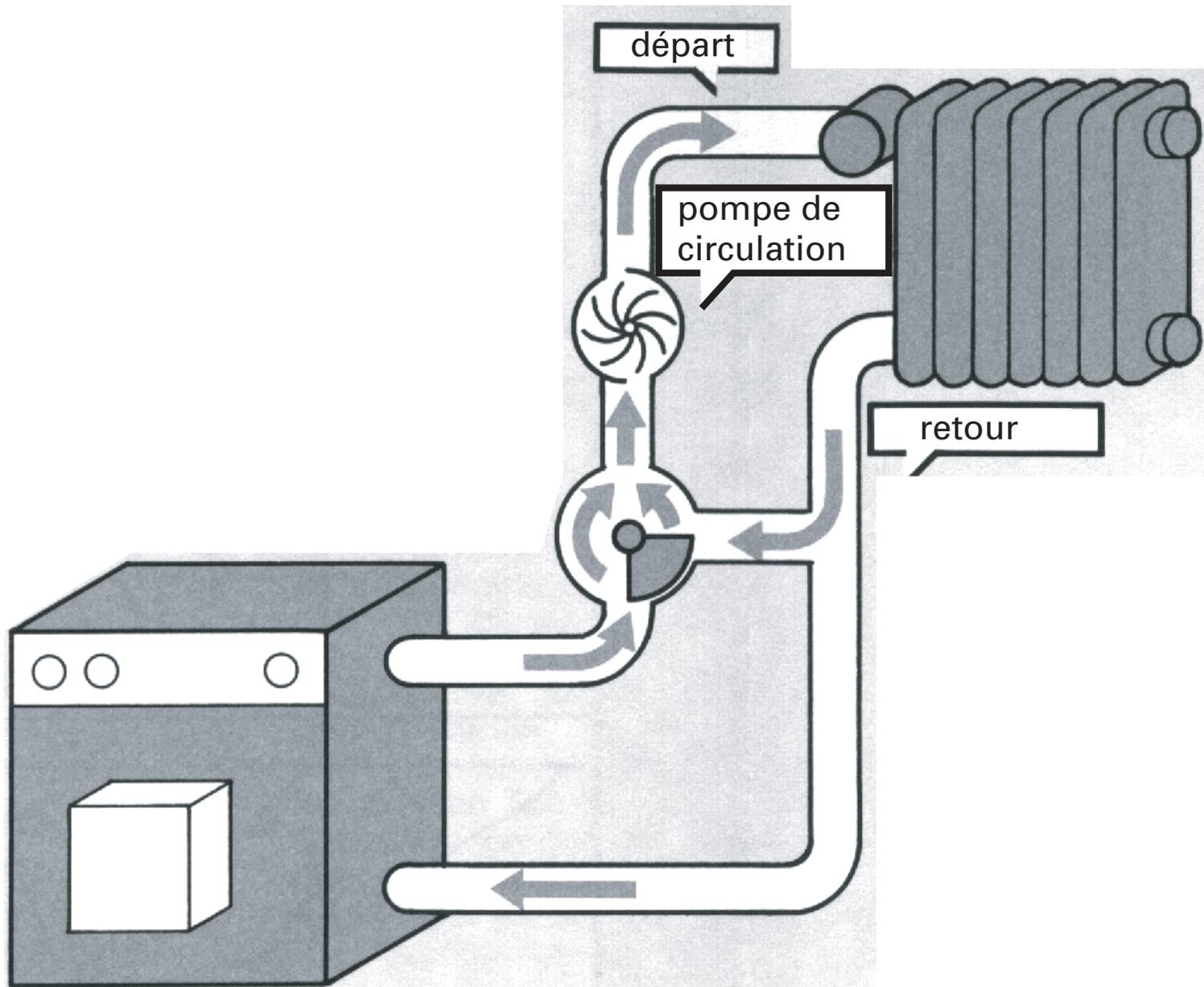
PàC = pompe à chaleur

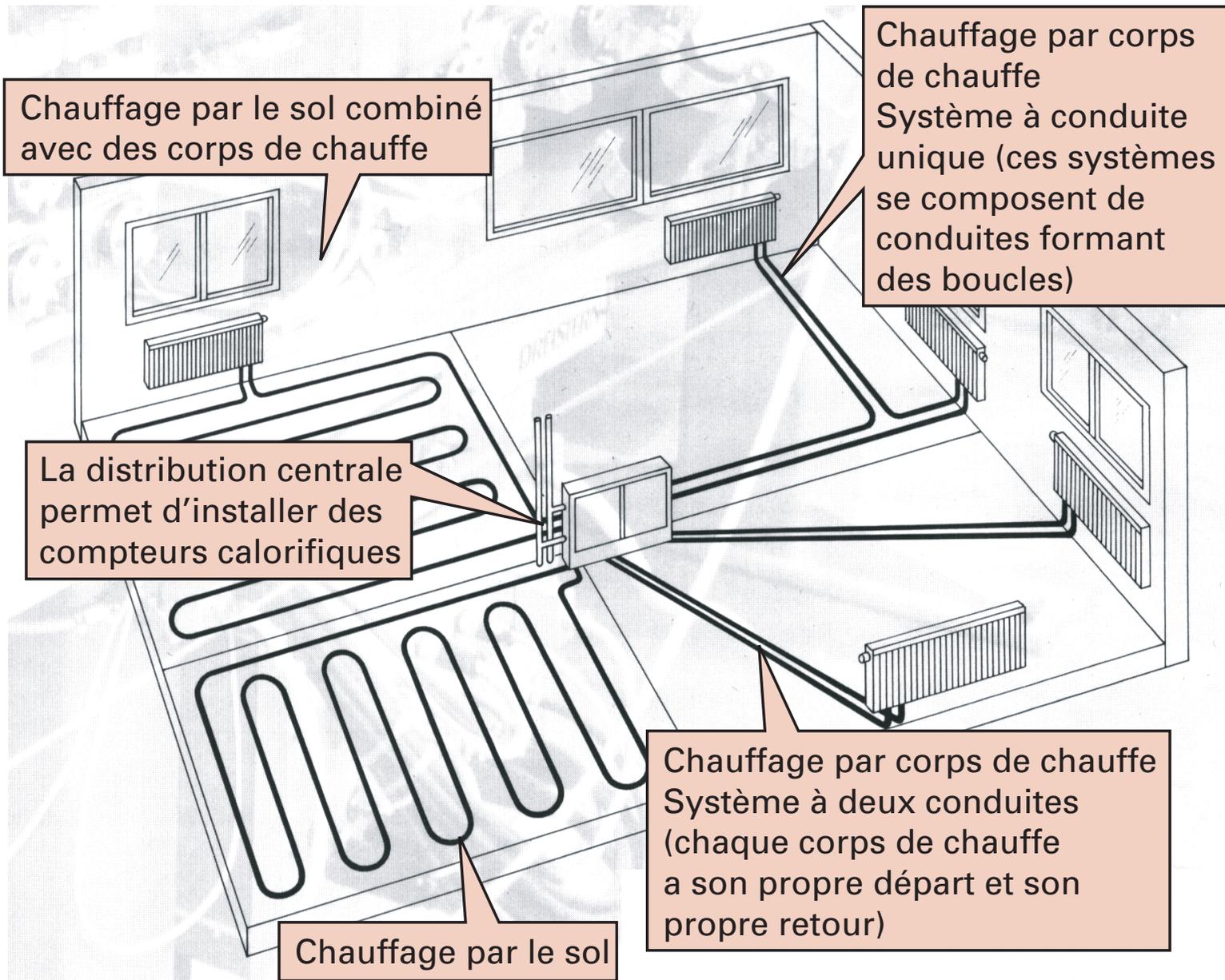
EC = échangeur de chaleur

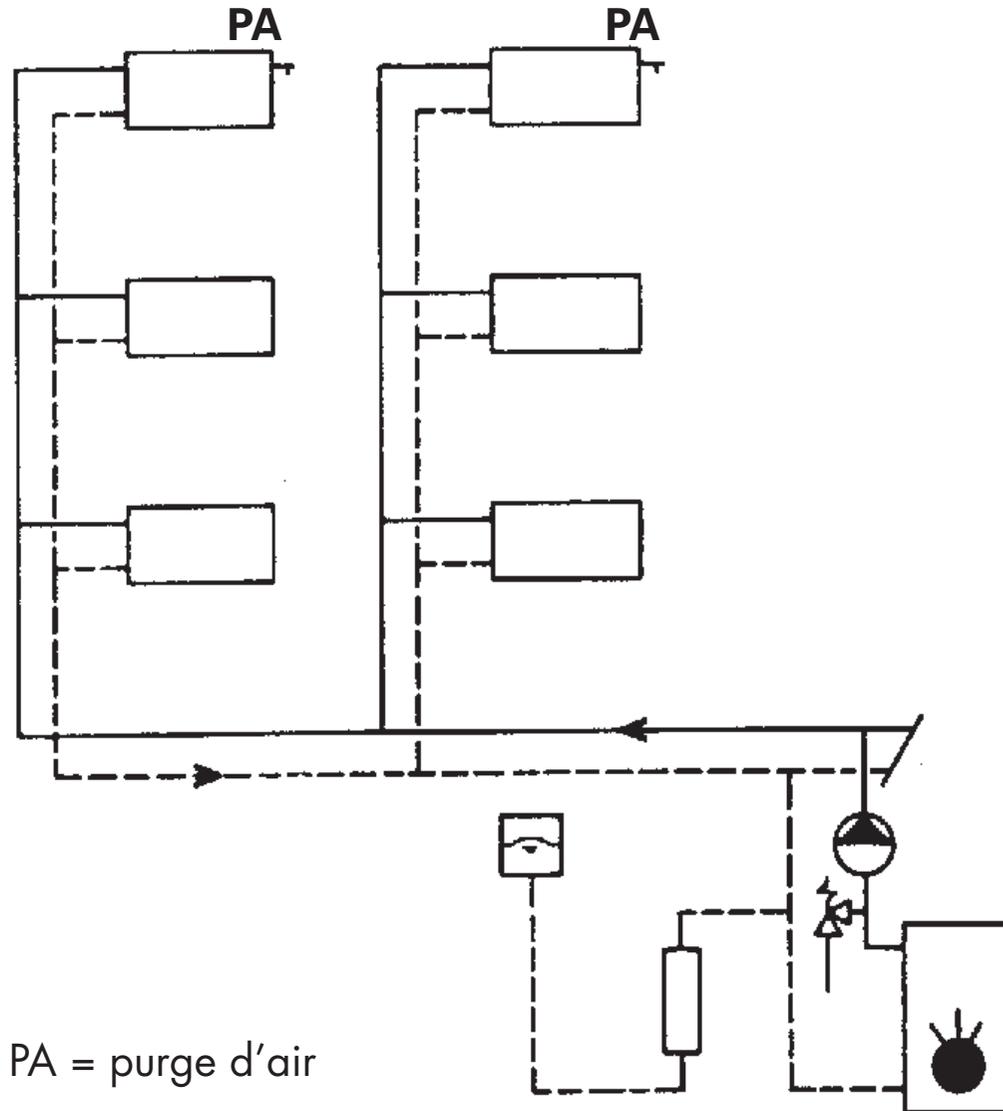
V = rejet dans les eaux publiques



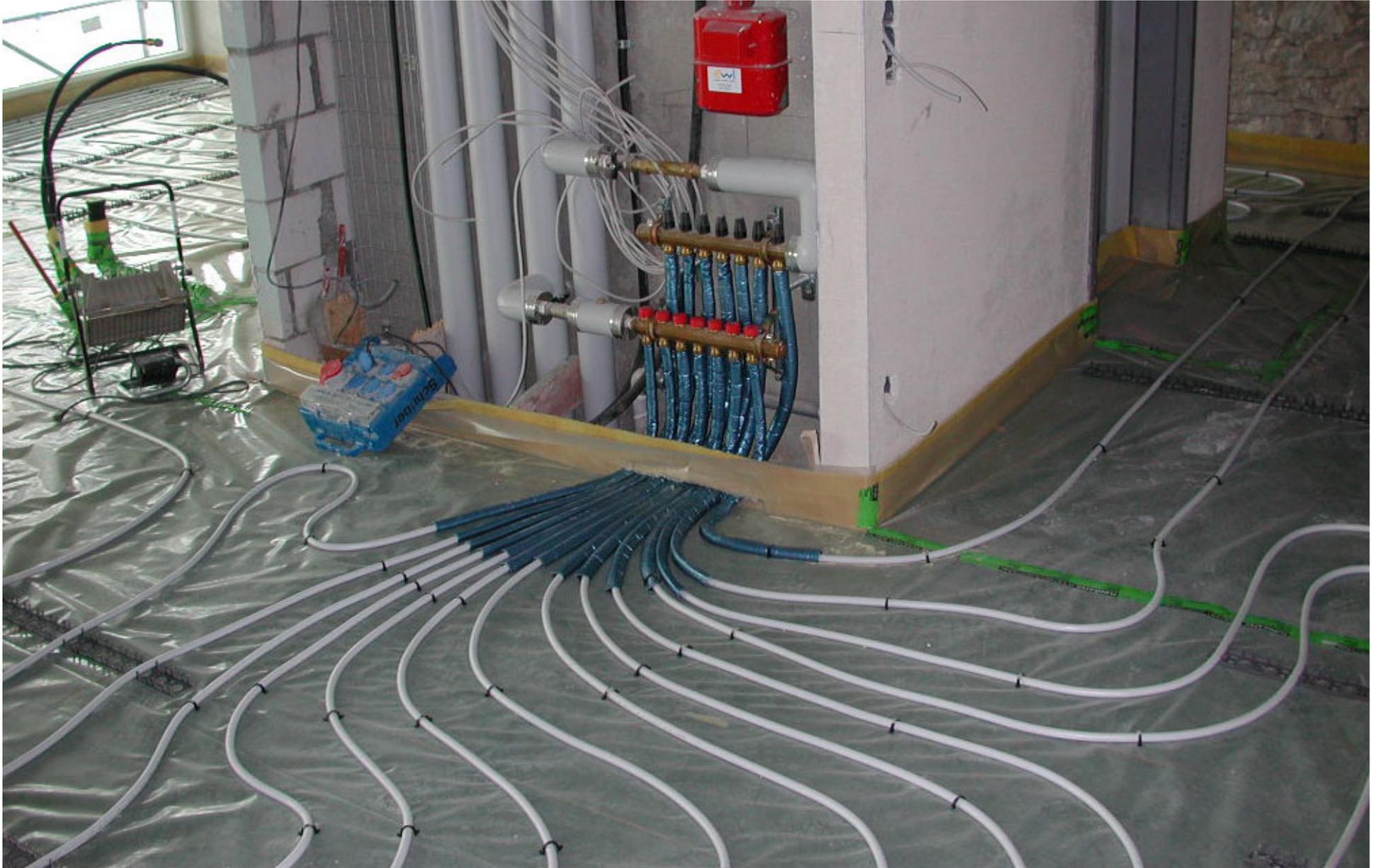
- 1 Bloc central de chauffage
- 2 Moteur à combustion
- 3 Echangeur de chaleur
- 4 Générateur
- 5 Accumulateur de chaleur
- 6 Chaudière complémentaire à mazout/gaz
- K Catalyseur



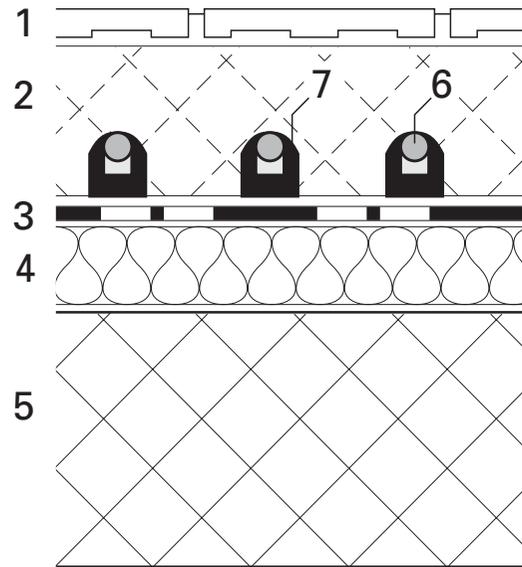




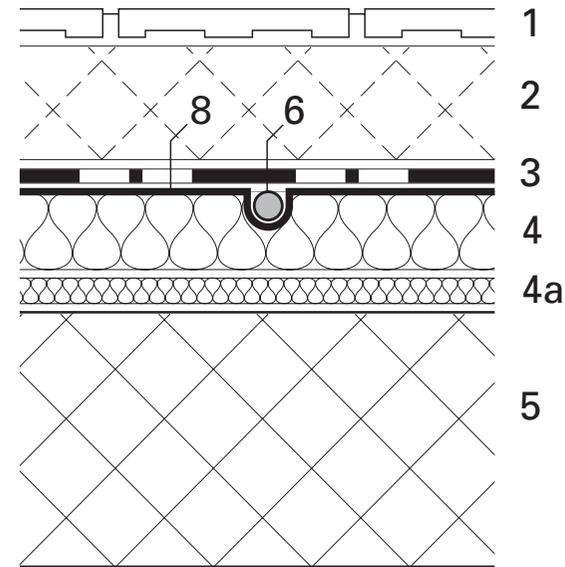
PA = purge d'air



A: système dans le sol

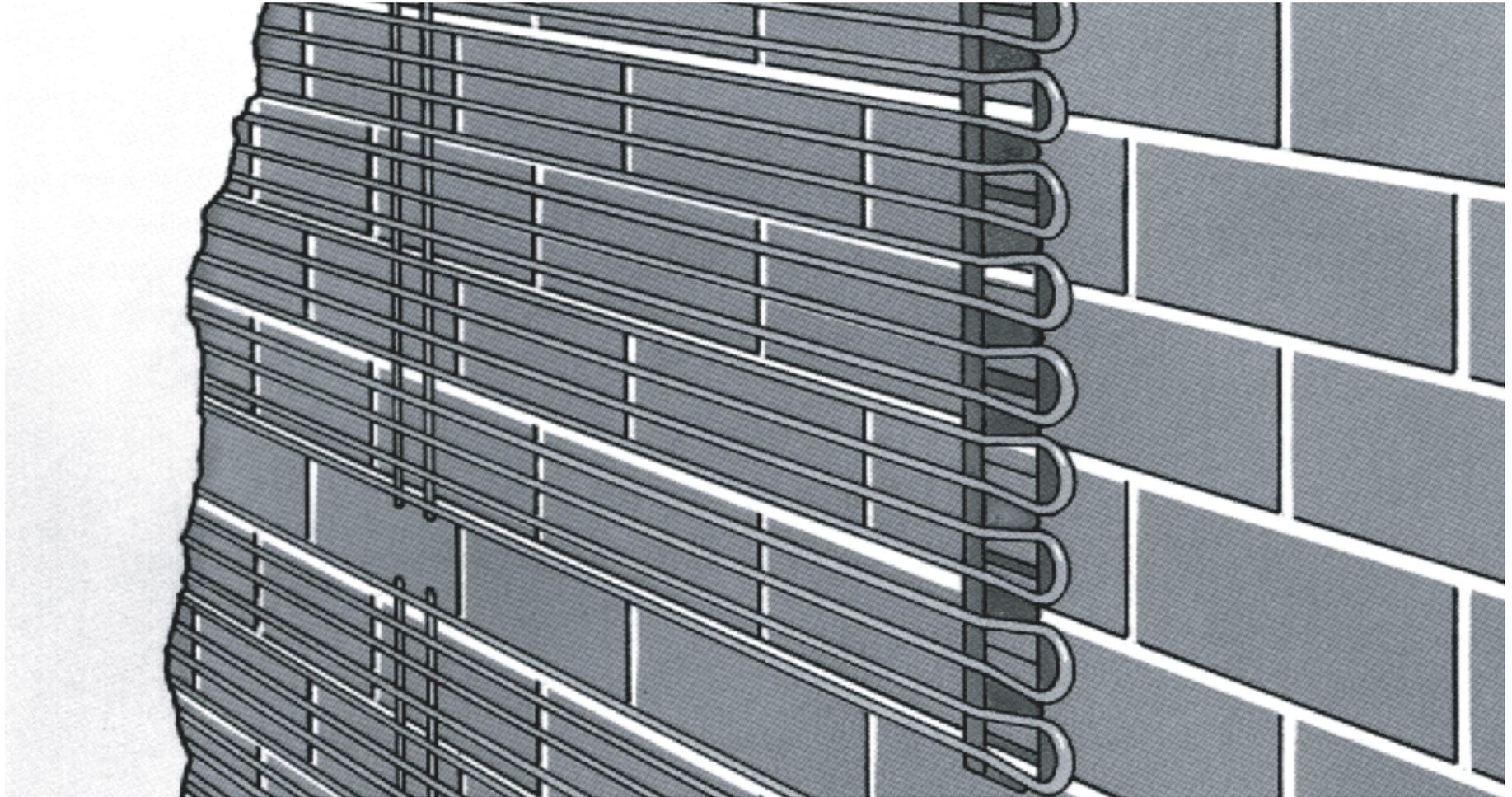


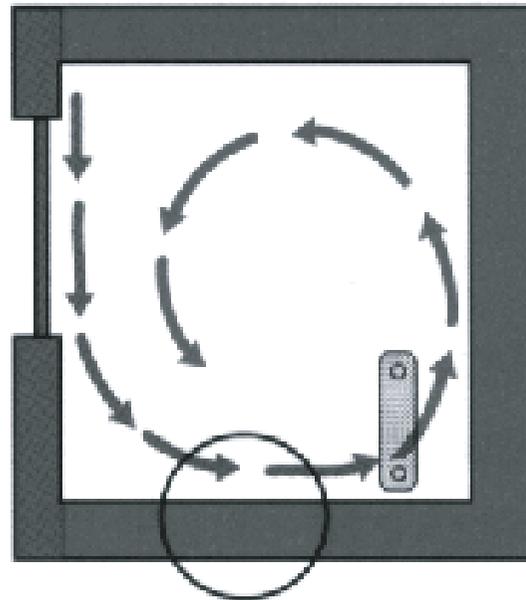
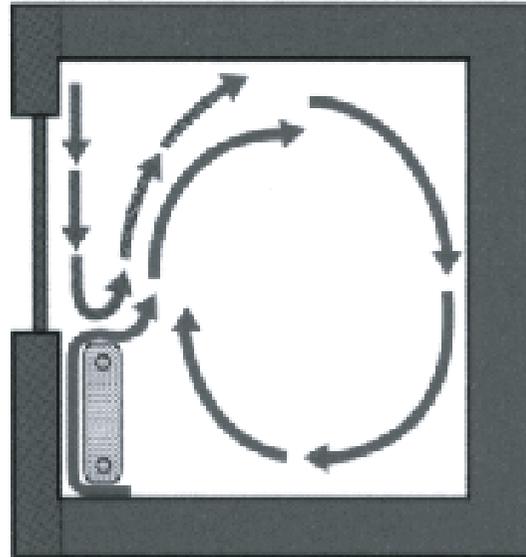
B: système sous le sol



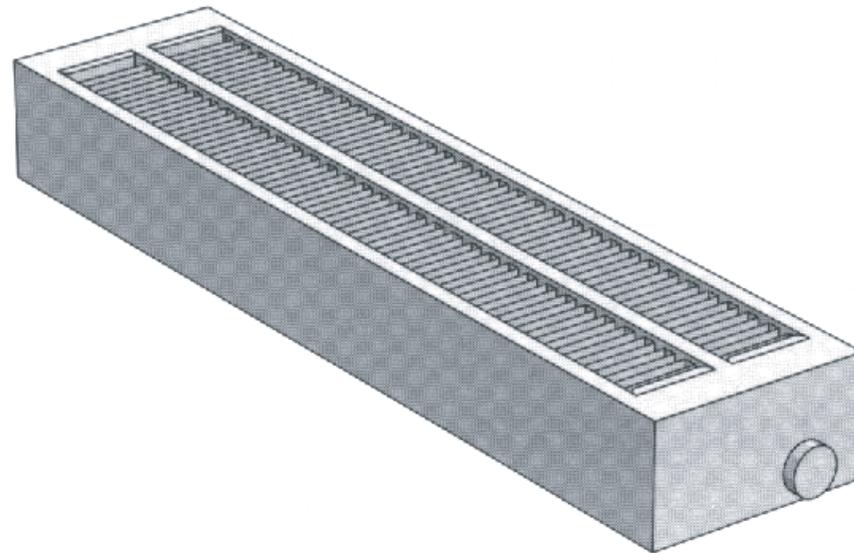
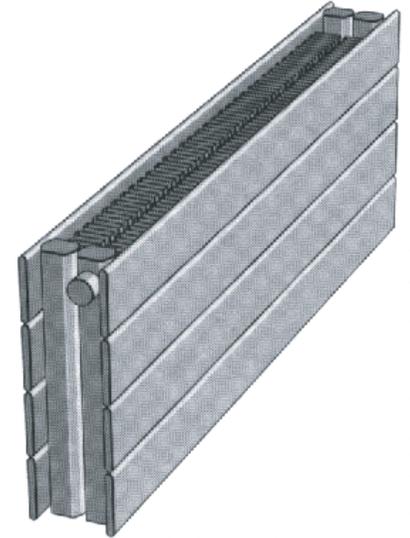
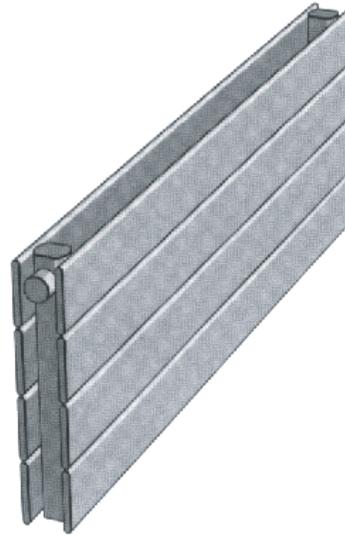
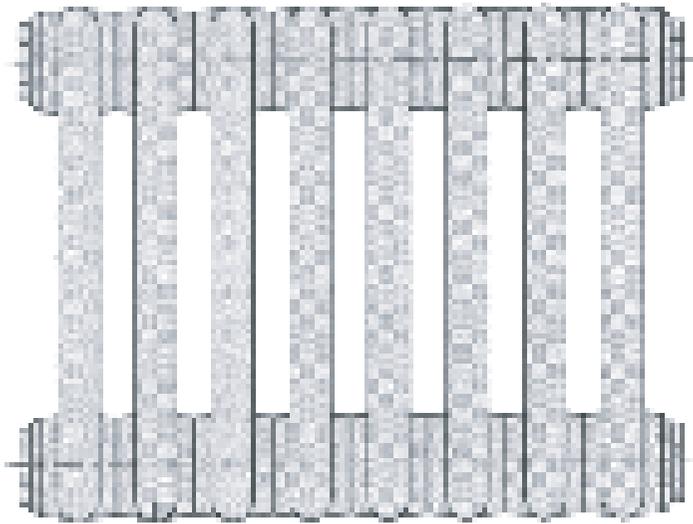
Légende:

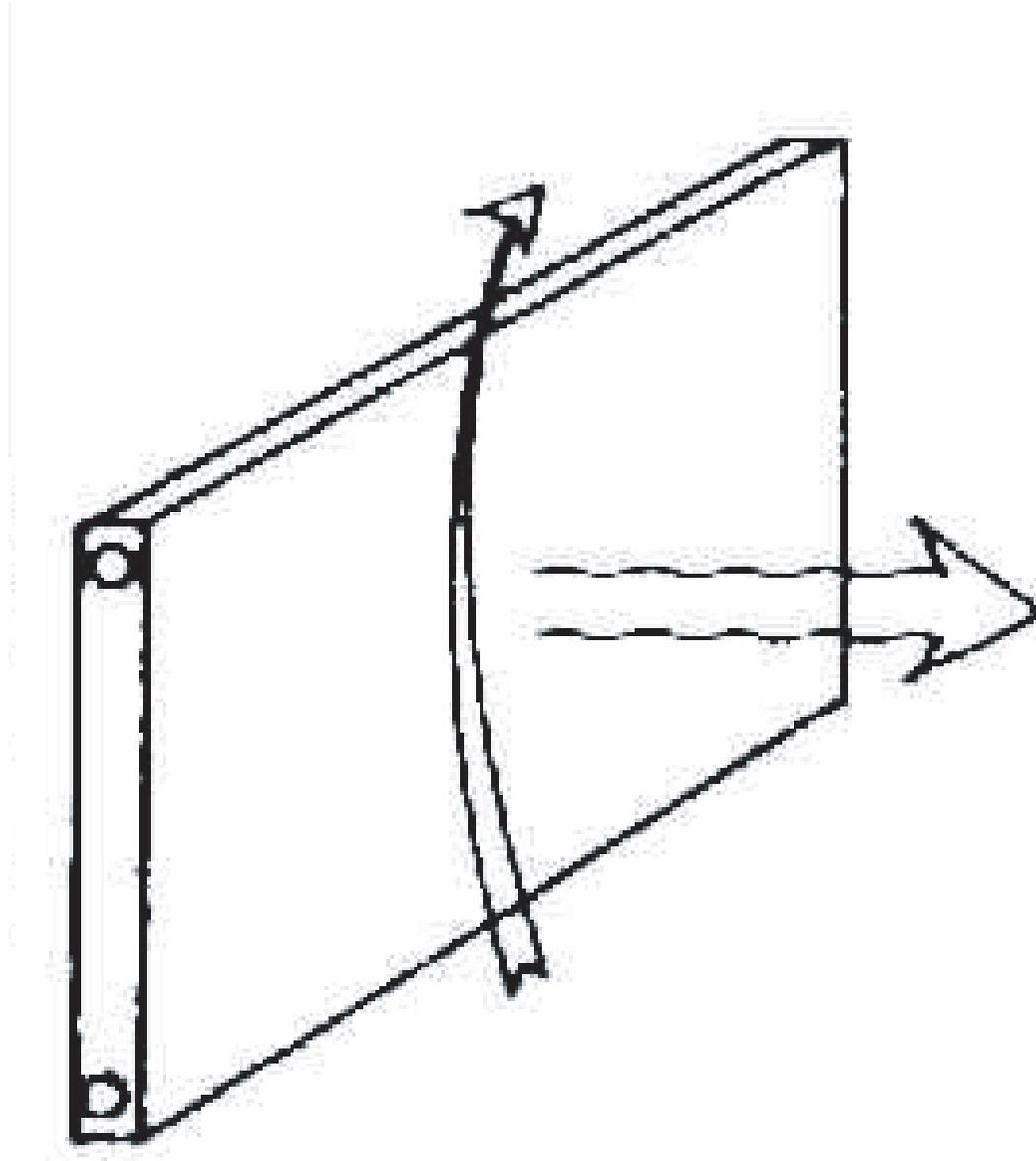
- 1 revêtement de sol
- 2 chape
- 3 couche de séparation (feuille)
- 4 isolation thermique (4a isolation phonique séparée)
- 5 système porteur (dalle)
- 6 tuyaux
- 7 supports
- 8 plaques de conduction de chaleur

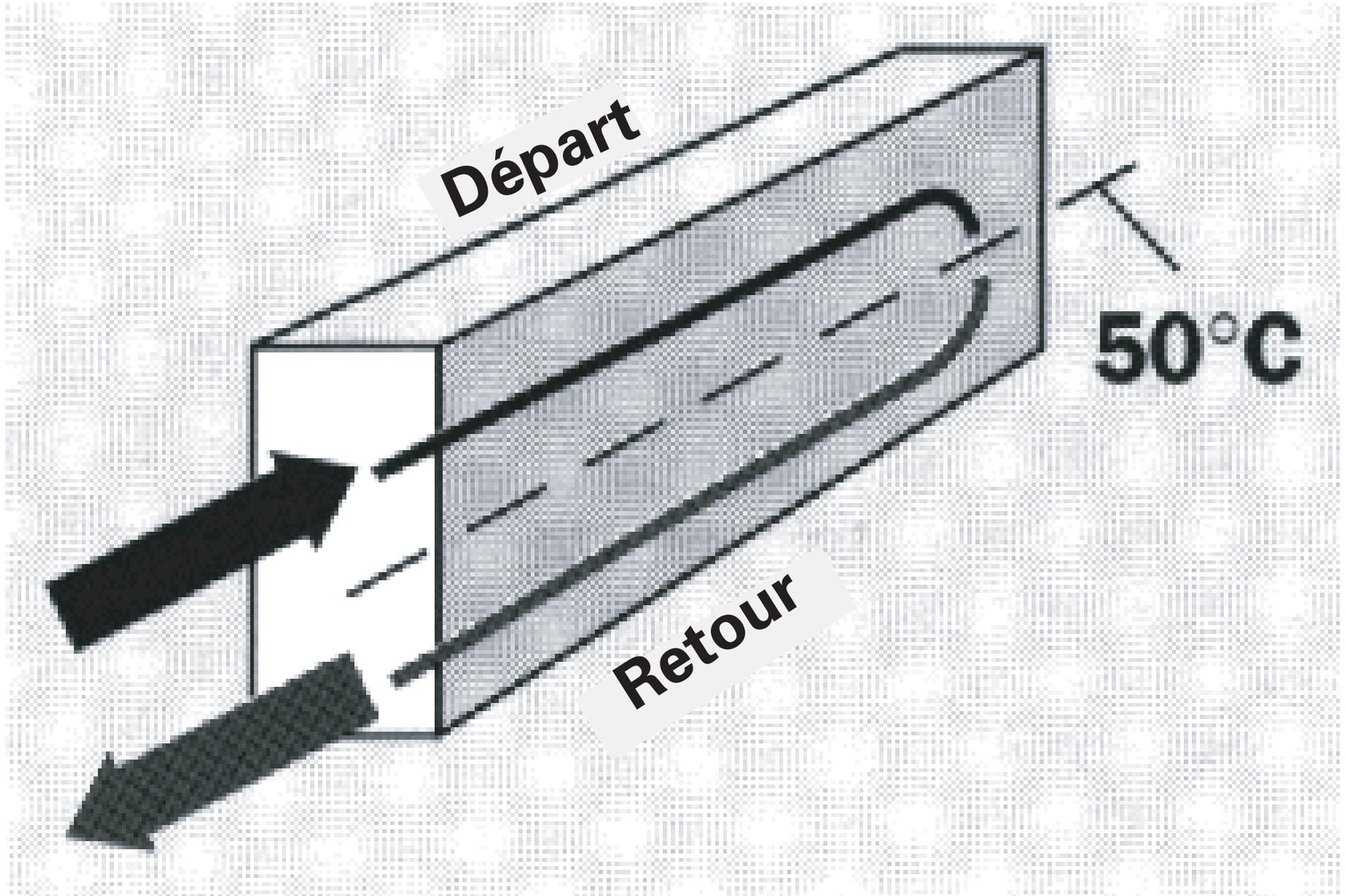


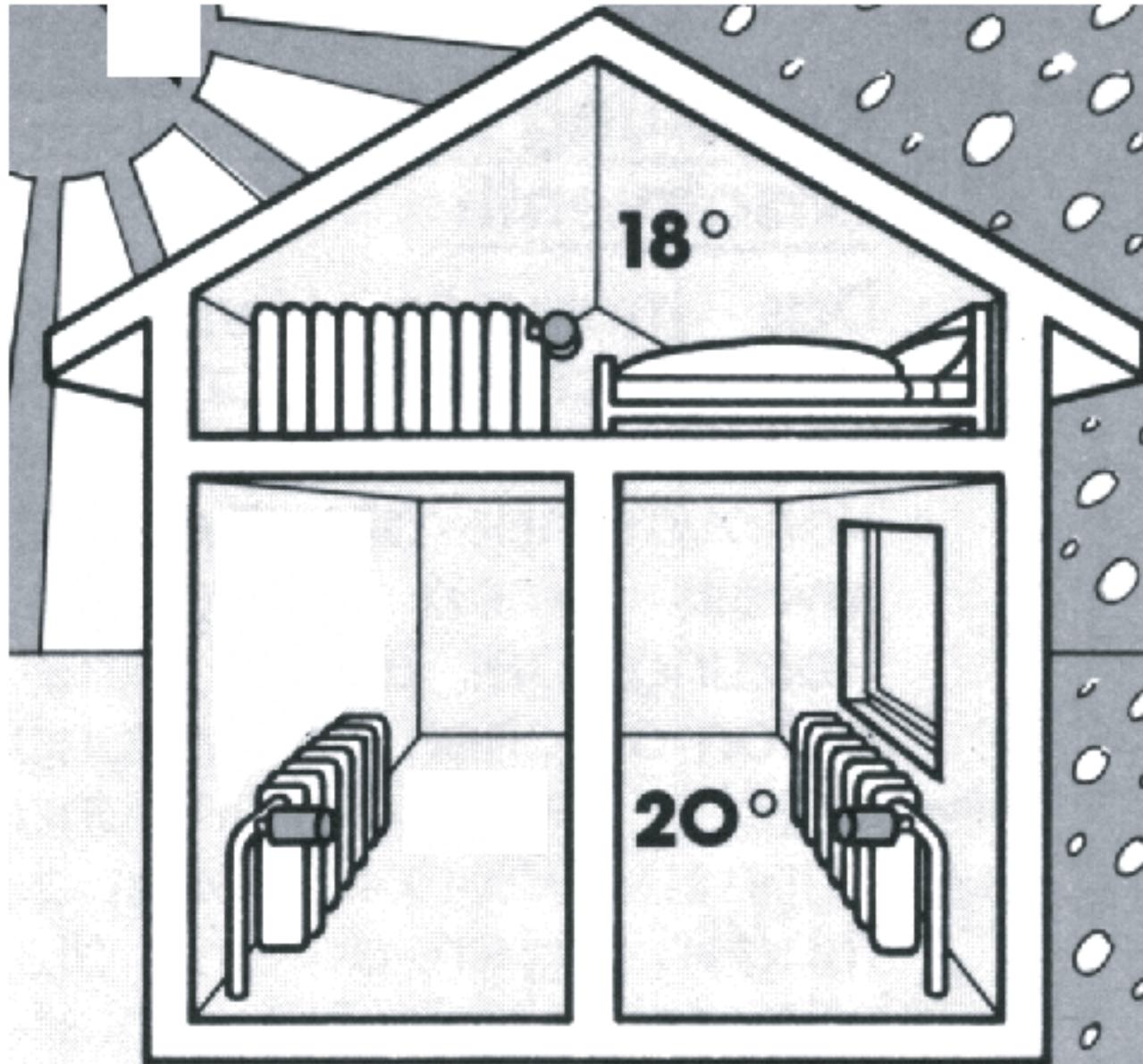


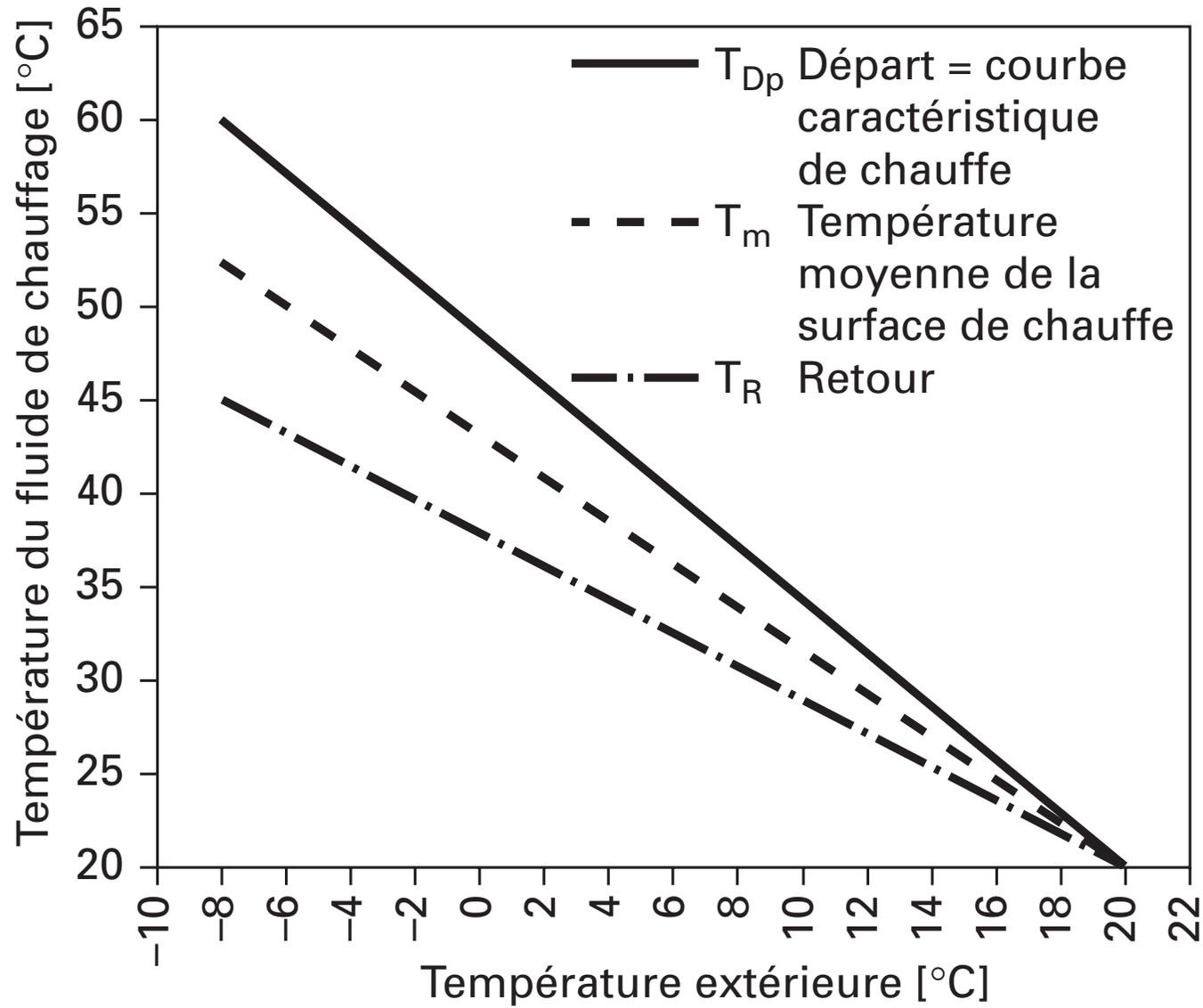
Les surfaces de chauffe devraient en principe être placées sur les murs extérieurs (entrée d'air froid au niveau des fenêtres), sauf si l'isolation thermique est très bonne (valeurs U des fenêtres $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$)



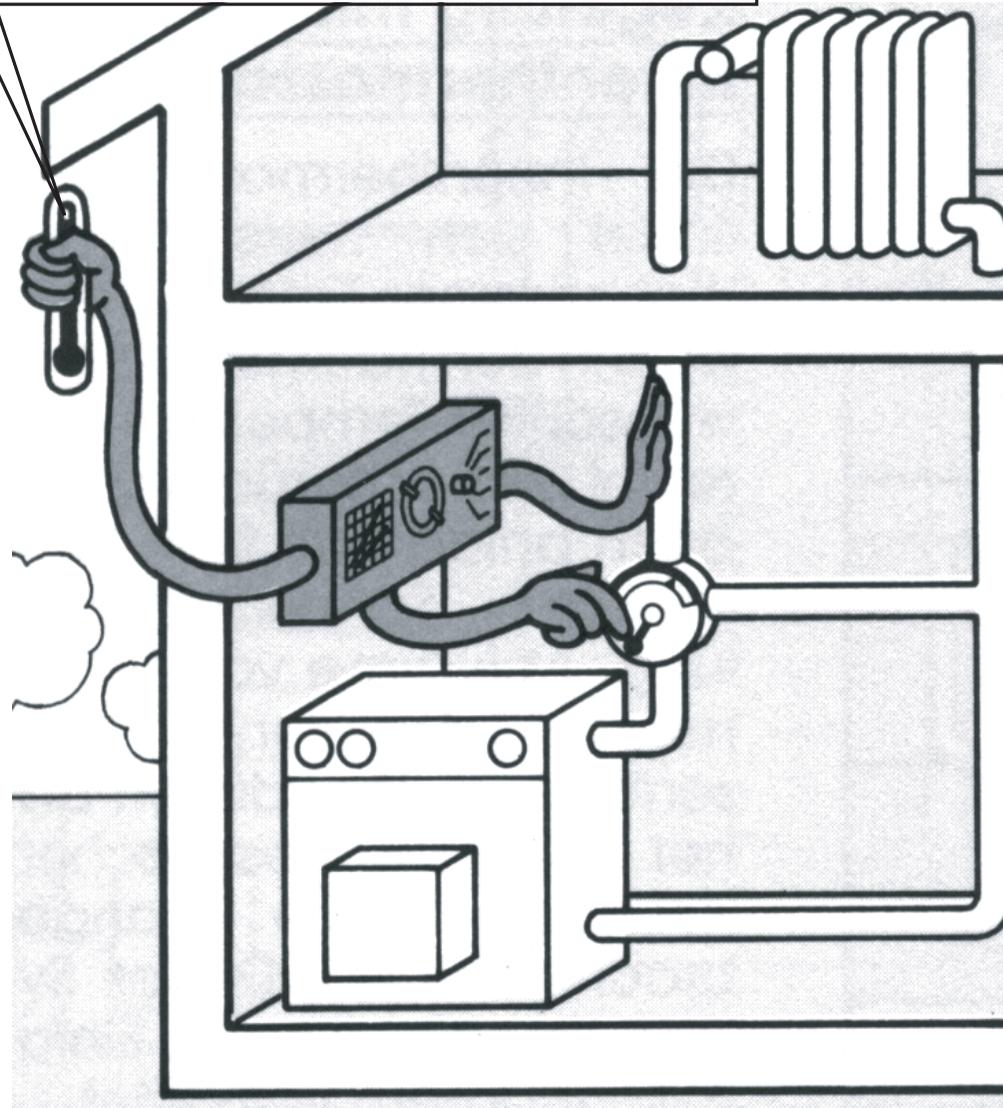


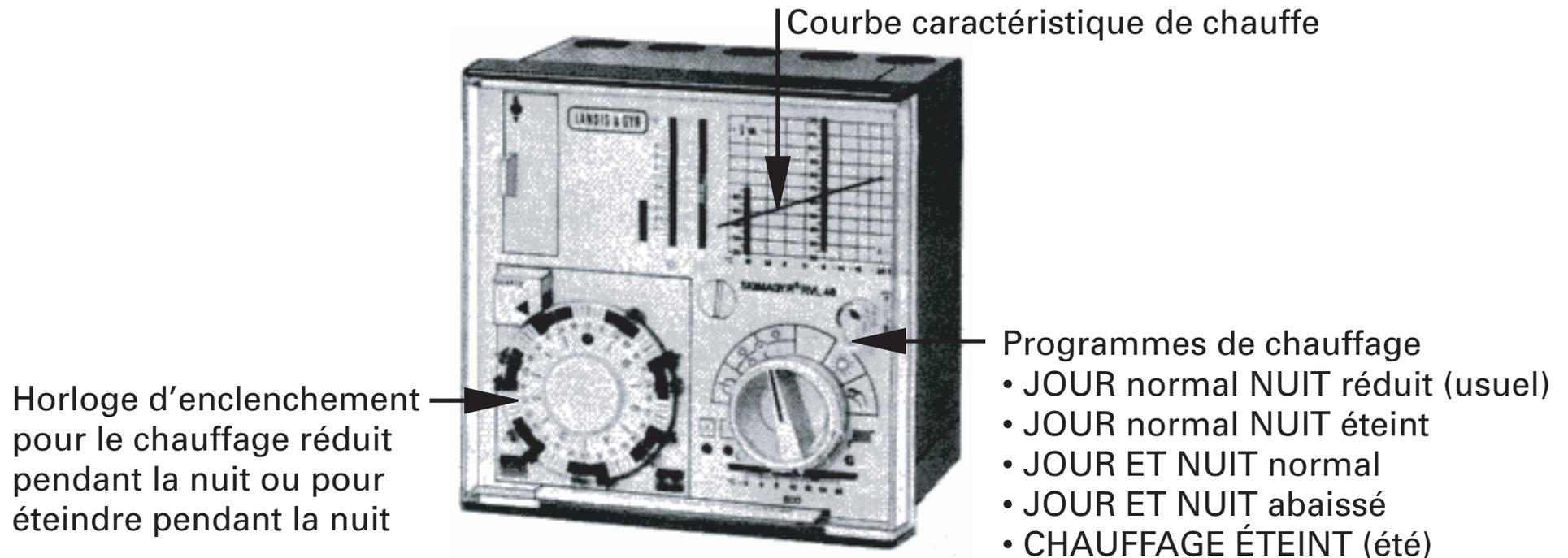


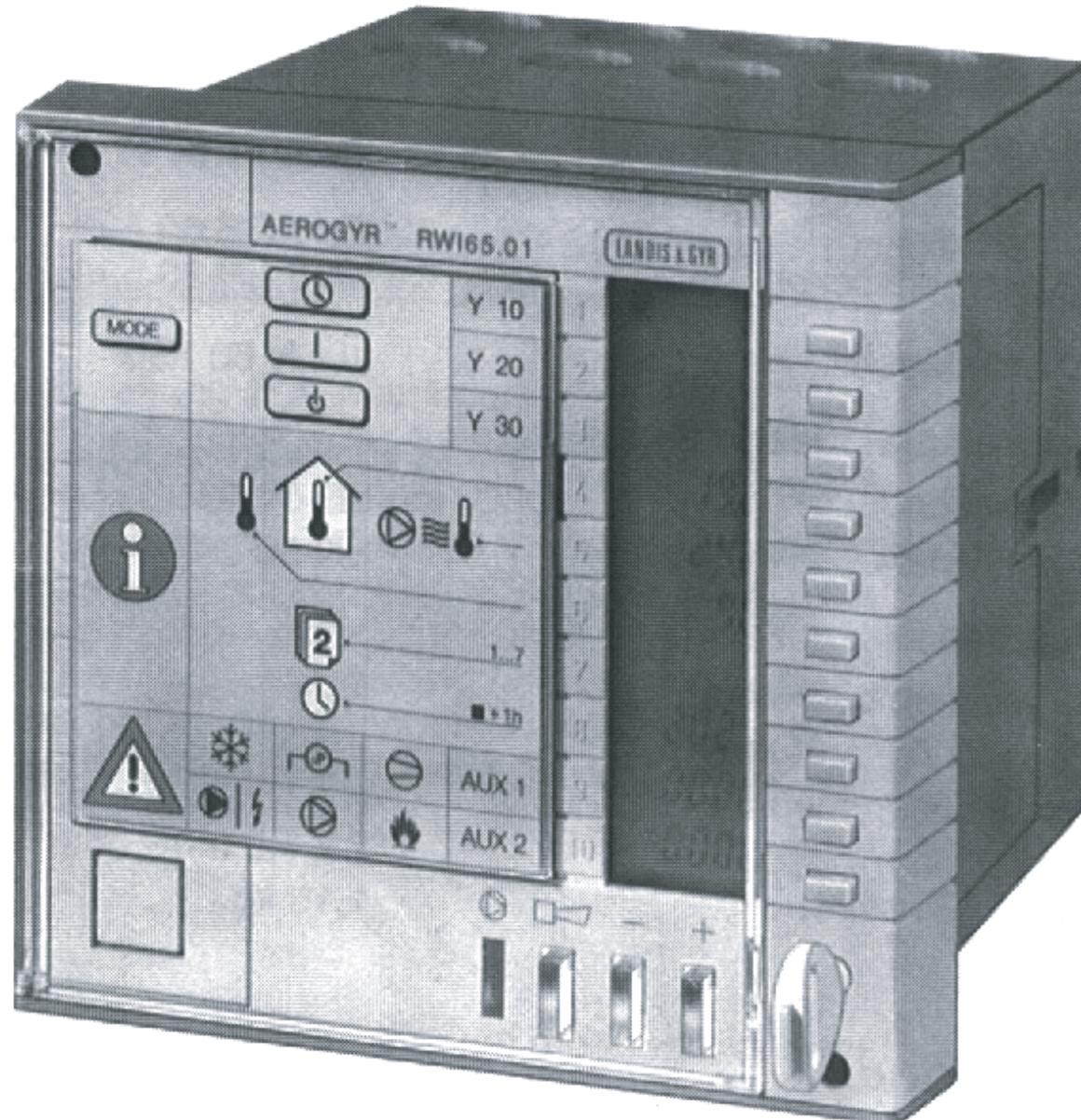


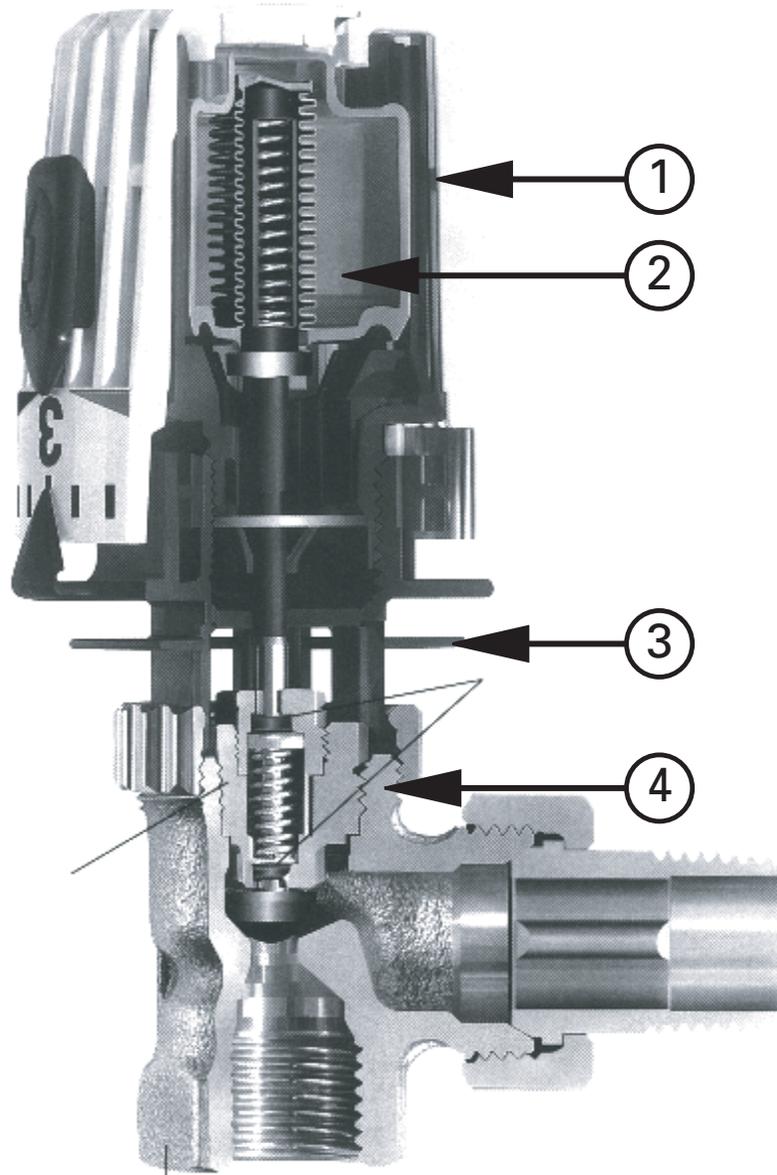


Sonde de température extérieure









- 1 vanne manuelle
- 2 sonde de température
- 3 cheville de transmission
- 4 plateau de la soupape

Pièce

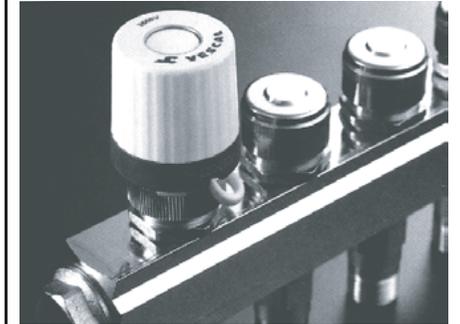
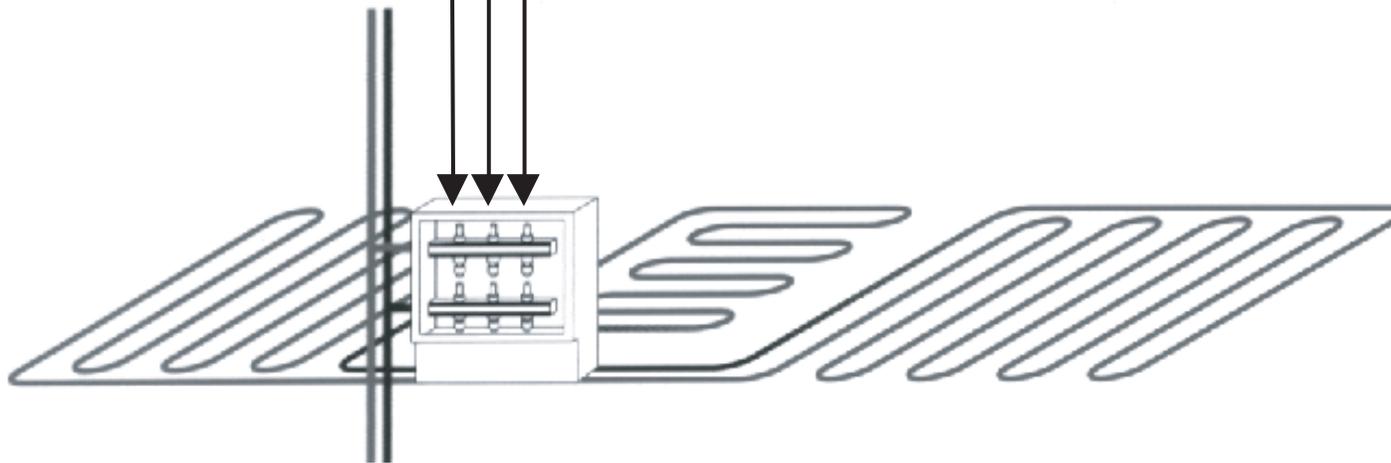
1

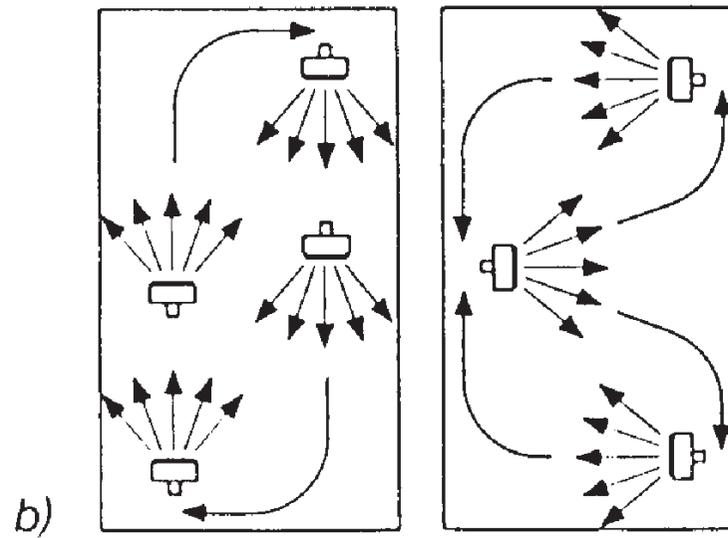
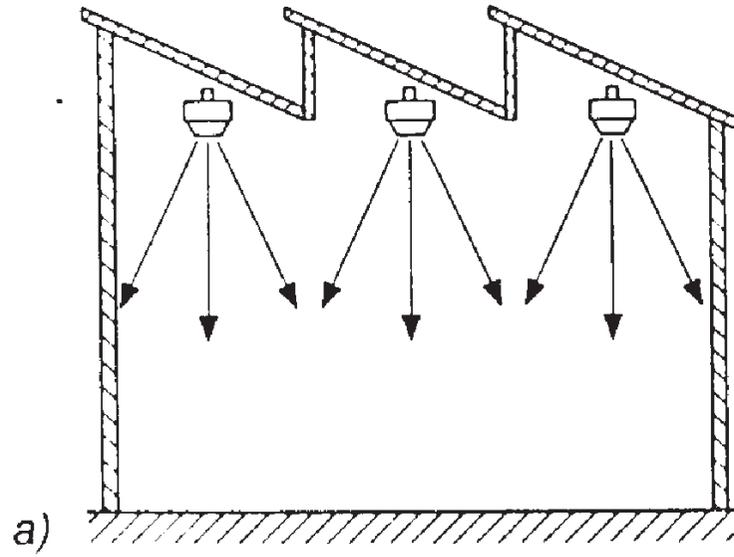


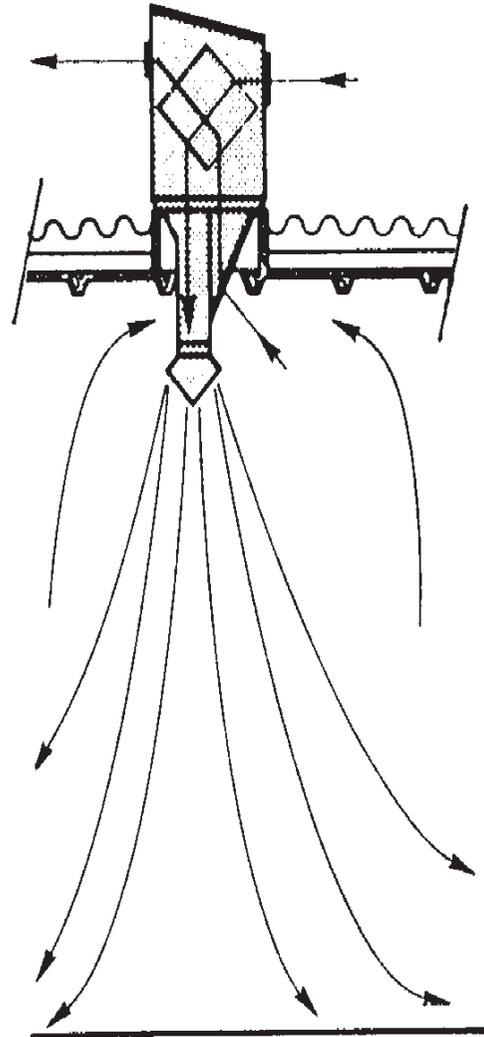
2



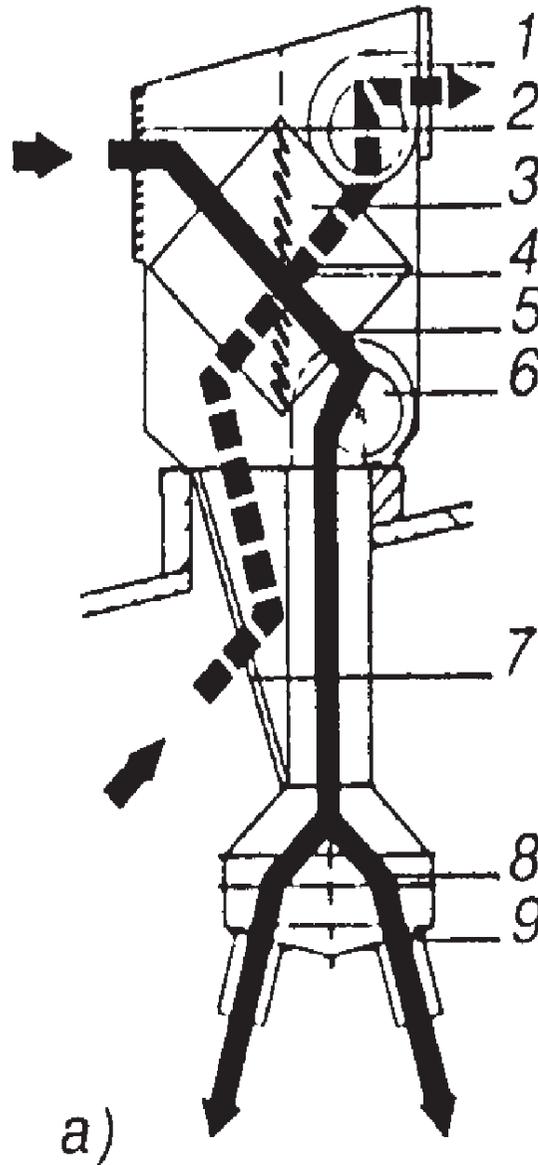
3



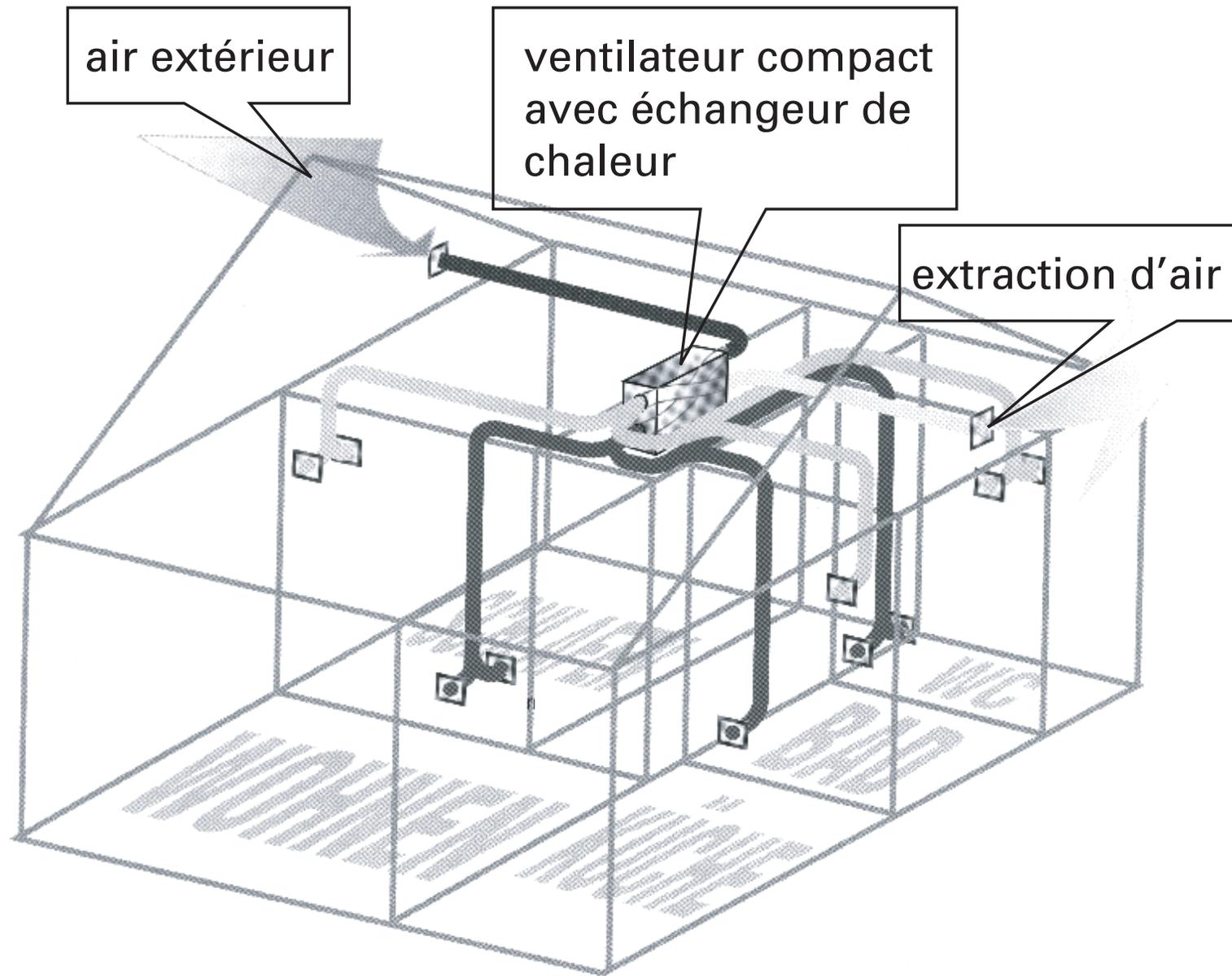


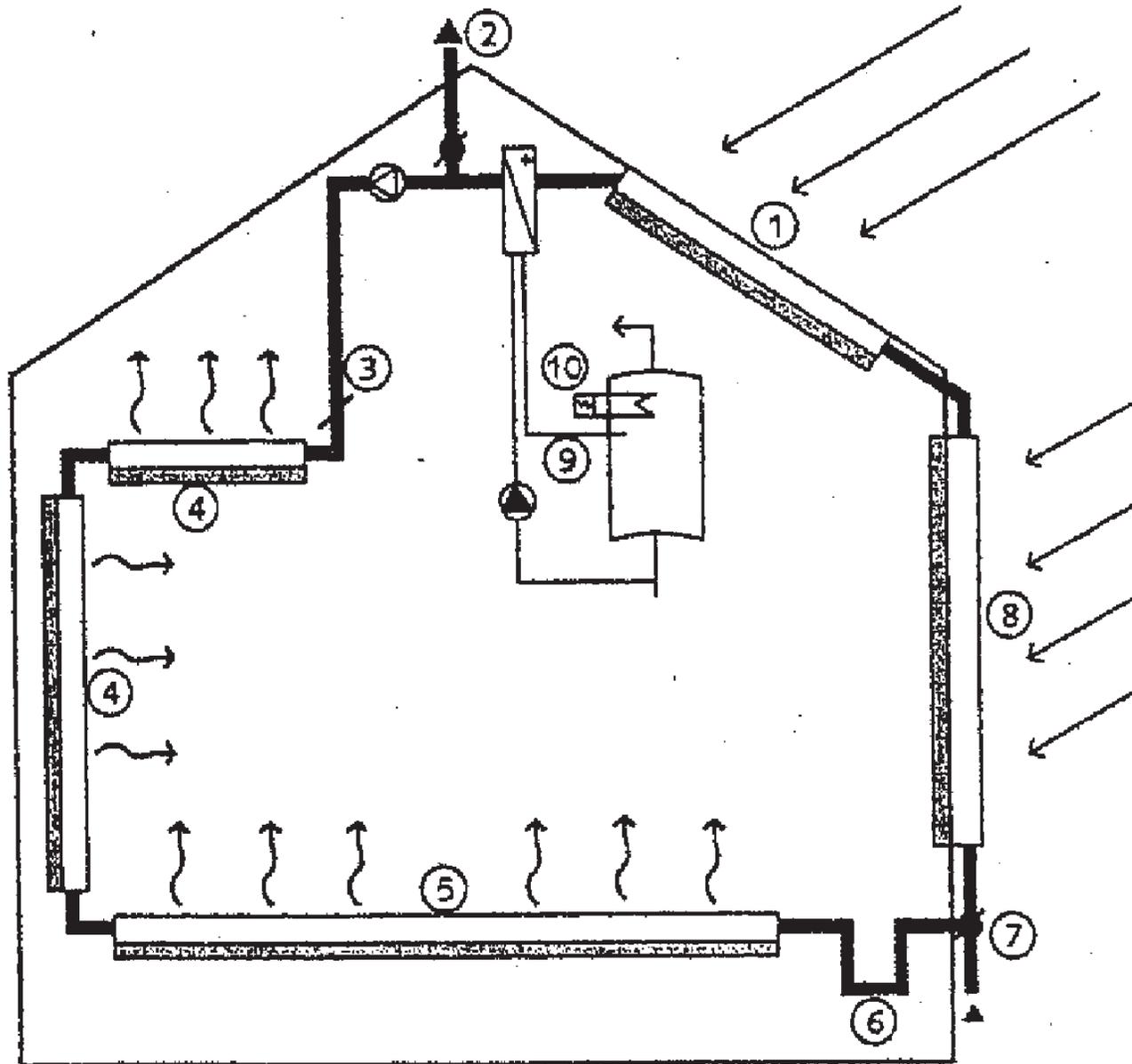


c)



- 1 Ventilateur d'extraction d'air
- 2 Clapet d'air extérieur
- 3 Clapet à by passe
- 4 Echangeur thermique (ou de chaleur)
- 5 Clapet d'air de circulation
- 6 Ventilateur d'amenée d'air
- 7 Distributeur d'air avec filtre d'extraction
- 8 Corps de chauffe d'air
- 9 Buse de distribution





- 1 Collecteur de toit
- 2 Sortie d'air été
- 3 Clapet de fermeture
- 4 Canaux de distribution
- 5 Sol à accumulation
- 6 Siphon
- 7 Entrée d'air été
- 8 Canal de façade
- 9 Circuit solaire pour le réchauffement d'eau chaude sanitaire
- 10 Postchauffage