

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université ABOU BAKR BELKAID Tlemcen

Faculté de technologie

Département d'architecture



Polycopié

Matière : AH543 :

Équipement du bâti 1

LICENCE 3 ARCHITECTURE

Par

GHAFFOUR Wafaa

2024

Avant-propos

Dans ce support pédagogique de cours intitulé « Equipement du bâti 1 », destiné aux étudiants de Licence 3 en Architecture, nous allons aborder la première partie des différents équipements comme par exemple le chauffage, la climatisation, la ventilation et la sécurité incendie puis fournir les données techniques nécessaires à la maîtrise de chaque corps d'état.

Ce polycopié se veut le reflet d'un recueil d'informations et d'un état de l'art sur l'ensemble des appareils et installations d'équipements dans un bâtiment. Il présente une approche concrète de l'état actuel des grandes familles techniques utilisées couramment dans l'équipement du bâtiment et ne néglige aucune installation traditionnelle dans le but de faciliter l'acquisition des connaissances dans le domaine de l'architecture.

Il intègre ainsi une synthèse, essentiellement dans le domaine du bâtiment, des exigences techniques en matière de la thermique, chauffage, climatisation, ventilation, mais aussi de sécurité incendie.

Le contenu du présent document constitue un large panorama inscrit dans le cadre pédagogique du cours et il a pour objectifs :

- Présenter l'intérêt de la prise en charge des corps d'états secondaires pour l'architecte et les étudiants lors de la phase de conception.
- Acquérir une vision globale sur les différentes installations d'équipements techniques du bâtiment en vue de leurs assurer une bonne installation.
- Parvenir à une optimisation du confort thermique, chauffage, climatisation, ventilation sans oublier la part importante de la sécurité incendie.

Table des matières

Introduction	11
Chapitre I : Phénomènes thermiques	1
1. Introduction.....	1
2. La thermique du bâtiment.....	1
3. Modes de transfert thermique	2
3.1. La conduction.....	2
3.2. La convection	4
3.3. Le rayonnement.....	6
4. Les ponts thermiques.....	7
5. Conclusion	8
Chapitre II : Aspects climatiques et thermiques	9
1. Introduction.....	9
2. Le climat.....	9
3. Zones climatiques de l'Algérie.....	9
4. Le soleil.....	10
4.1. Le mouvement annuel de la terre autour du soleil	10
4.2. Le mouvement diurne de la terre sur elle-même	11
4.3. Les coordonnées solaires	12
5. Le diagramme solaire.....	14
5.1. Les masques solaires.....	14
6. Conclusion	15
Chapitre III : Le bilan thermique et confort dans le bâtiment	16
1. Introduction.....	16
2. Bilan thermique du bâtiment.....	16
2.1. Les charges	17
2.2. Bilan thermique hiver.....	17
2.3. Bilan thermique été.....	18
3. Le confort thermique	19
3.1. Physiologie « thermique » de l'humain.....	19
3.2. Déperditions thermiques du corps humain	20
3.3. Notion de confort	20
3.4. Bilan thermique et confort	21
4. Facteurs de confort thermique	21
4.1. Le métabolisme.....	21

4.2.	<i>L'habillement</i>	21
4.3.	<i>La température ambiante de l'air Ta</i>	22
4.4.	<i>La température des parois Tp</i>	22
4.5.	<i>L'humidité relative de l'air (HR)</i>	22
4.6.	<i>La vitesse de l'air</i>	23
5.	<i>Indicateurs et plages de confort</i>	23
5.1.	<i>Le diagramme psychrométrique</i>	24
5.2.	<i>L'indice de vote moyen prévisible (PMV – Predicted Mean Vote)</i>	24
6.	<i>Conclusion</i>	25
Chapitre IV : Équipements de chauffage et climatisation.....		26
1.	<i>Introduction</i>	26
2.	<i>Le chauffage</i>	26
3.	<i>Aménagement des chaufferies</i>	27
4.	<i>Les équipements de production de chauffage</i>	28
4.1.	<i>Chauffage individuel</i>	28
4.2.	<i>Chauffage central</i>	28
4.3.	<i>Chaudière à condensation</i>	28
4.4.	<i>Chaudière à combustible solide</i>	28
4.5.	<i>Chauffage à pellets</i>	29
4.6.	<i>Un convecteur électrique ; Effet joule</i>	30
5.	<i>Les radiateurs (émetteurs)</i>	30
6.	<i>Le plancher chauffant à eau chaude</i>	33
7.	<i>Les pompes à chaleur</i>	34
8.	<i>Le chauffage solaire</i>	36
9.	<i>La climatisation</i>	36
9.1.	<i>La climatisation réversible</i>	36
9.2.	<i>La climatisation d'une pièce</i>	37
9.3.	<i>La Climatisation et chauffage par zonification</i>	37
10.	<i>Conclusion</i>	39
Chapitre V : La ventilation du bâtiment et la qualité d'air		40
1.	<i>Introduction</i>	40
2.	<i>Pourquoi faut-il ventiler ?</i>	40
2.1.	<i>Pour maîtriser l'énergie</i>	40
2.2.	<i>Pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur</i>	40
2.3.	<i>Pour oxygéner le bâtiment</i>	41
3.	<i>Comment ventiler ?</i>	41

4.	<i>La ventilation naturelle</i>	42
5.	<i>La ventilation mécanique contrôlée</i>	42
5.1.	<i>La ventilation simple flux (pulsion)</i>	42
5.2.	<i>La ventilation simple flux (extraction)</i>	43
5.3.	<i>La ventilation double flux</i>	44
6.	<i>Le puits canadien</i>	46
6.1.	<i>Règles de conception</i>	47
6.2.	<i>Puits canadien et VMC</i>	48
7.	<i>Conclusion</i>	49
Chapitre VI : Protection, lutte et évacuation contre l'incendie		50
1.	<i>Introduction</i>	50
2.	<i>Formation d'un feu</i>	50
2.1.	<i>Déroulement d'un incendie</i>	51
3.	<i>Les moyens de prévention des incendies</i>	52
4.	<i>La prévention passive</i>	52
5.	<i>La prévention active</i>	52
6.	<i>Le système de sécurité incendie</i>	53
7.	<i>Moyens de lutte contre l'incendie</i>	54
7.1.	<i>Les moyens mobiles</i>	54
7.2.	<i>Les moyens semi-mobiles</i>	55
7.3.	<i>Les moyens fixes</i>	55
7.4.	<i>Les différents extincteurs</i>	57
8.	<i>L'évacuation</i>	59
8.1.	<i>L'organisation de l'évacuation</i>	59
9.	<i>Conclusion</i>	60
Chapitre VII: L'installation au gaz		61
1.	<i>Introduction</i> :.....	61
2.	<i>Règles de sécurité</i> :.....	62
2.1.	<i>Les risques</i> :.....	62
2.2.	<i>Les causes</i> :.....	63
2.3.	<i>Le traitement</i> :.....	63
3.	<i>Alimentation gaz et coupure</i> :.....	64
3.1.	<i>Organe de coupure générale</i> :.....	64
3.2.	<i>Emplacement de l'organe de coupure générale</i> :.....	64
4.	<i>Appareil à circuit non étanche raccordé dans un local affecté et spécifique, hors volume soumis à la ventilation mécanique contrôlée (sous-sol, cave, garage, etc.)</i> :.....	66

4.1.	<i>Robinet de commande d'appareil :</i>	66
4.2.	<i>Évacuation des produits de combustion :</i>	66
5.	<i>Appareil à circuit non étanche raccordé (VMC-GAZ) et appareil de cuisson dans le même local :</i>	67
5.1.	<i>Caractéristiques du local :</i>	67
6.	<i>Appareil à circuit étanche et appareil de cuisson dans le même local :</i>	68
6.1.	<i>Tuyau d'alimentation en gaz des appareils :</i>	68
6.2.	<i>Évacuation des produits de combustion :</i>	69
7.	<i>Prescriptions :</i>	70
7.1.	<i>Matériaux :</i>	70
7.2.	<i>Vanne d'arrêt :</i>	72
7.3.	<i>Les vannes de sectionnement :</i>	73
7.4.	<i>Parcours et accessibilité des tuyauteries :</i>	76
7.5.	<i>Pose de tuyaux enterrés à l'extérieur du bâtiment :</i>	77
8.	<i>Conclusion :</i>	86

Table des illustrations

Figures

Figure 1. <i>Phénomène de conduction</i>	2
Figure 2. <i>Le transfert thermique par conduction</i>	3
Figure 3. <i>La résistance à l'échange thermique</i>	5
Figure 4. <i>Le rayonnement à travers une paroi</i>	6
Figure 5. <i>Le flux de rayonnement incident</i>	7
Figure 6. <i>Les ponts thermiques intégrés (Source : Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016)</i>	8
Figure 7. <i>Les ponts thermiques de liaison structurels (Source : Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016)</i>	8
Figure 8. <i>Zones climatiques d'été et d'hiver en Algérie (Source : Ould Heni, 2003)</i>	10
Figure 9. <i>Mouvement de la terre autour du soleil (Source : https://astraunis.com/variations-contraintes-terre/)</i> ..	11
Figure 10. <i>Mouvement diurne de la terre sur elle-même (Source : Liebard A. & de Herde A., 2005)</i>	11
Figure 11. <i>La latitude d'un point sur la terre (Source : https://coursgeologie.com/coordonnees-geographiques-209/)</i>	12
Figure 12. <i>L'azimut d'un point</i>	13
Figure 13. <i>La hauteur du soleil</i>	13
Figure 14. <i>Le diagramme solaire (Source : Liebard A. & de Herde A., 2005)</i>	14
Figure 15. <i>Projection stéréographique et cylindrique d'un masque solaire dans un environnement bâti (Source : Liébard & de Herde 2005)</i>	14
Figure 16. <i>Le diagramme de Sankey. (Source : docs.izuba-energies.com)</i>	17
Figure 17. <i>Déperditions thermiques</i>	18
Figure 18. <i>Découpage du relief et température de base selon le DTR</i>	19
Figure 19. <i>Échanges thermiques du corps humain avec son environnement (Source : Liébard & de Herde 2005)</i> ..	20
Figure 20. <i>Zone optimale de l'humidité relative (Source : Liébard & de Herde 2005)</i>	23
Figure 21 : <i>Plages de confort pour une activité de bureau et un habillement d'été ou d'hiver (Source : l'ASHRAE Handbook of Fundamentals Comfort Model, 2005 superposées au climat de Bruxelles)</i>	24
Figure 22. <i>Pourcentage prévisible d'insatisfaits : température de confort pur deux activités différentes</i>	25
Figure 23. <i>Production du chauffage</i>	27
Figure 24. <i>Aménagement d'une chaufferie</i>	27
Figure 25. <i>Chaudière à condensation</i>	28
Figure 26. <i>Chaudière à combustible solide</i>	29
Figure 27. <i>Chauffage à pellets</i>	29
Figure 28. <i>Convecteurs électriques (Source : https://heatzy.com/blog/12/9/2017/bien-choisir-son-radiateur-lectrique-)</i>	30
Figure 29. <i>Production de la chaleur par chaudière</i>	31
Figure 30. <i>Distribution de la chaleur</i>	31
Figure 31. <i>Emetteurs de chaleur (radiateurs)</i>	32
Figure 32. <i>Principe d'installation de chauffage central à eau chaude (bitube) et (monotube)</i>	33
Figure 33. <i>Installation en pieuvre (Source : REHAU, solution pieuvre alimentation radiateurs et distribution sanitaire, Bâtiment, 2014)</i>	33
Figure 34. <i>Le chauffage au sol (source : https://www.chauffageavenue.com)</i>	34
Figure 35. <i>Principe de fonctionnement de la pompe à chaleur</i>	35
Figure 36. <i>Différentes sources froides des PAC</i>	35
Figure 37. <i>Le chauffage solaire (source : https://thermocom.fr/le-choix-des-equipements-de-chauffage-et-de-climatisation/)</i> ..	36
Figure 38. <i>Climatisation réversible</i>	37
Figure 39. <i>Climatisation centralisé</i>	38
Figure 40. <i>Composants d système gainable</i>	38

Figure 41. Intérêt de la ventilation (source : énergie+)	41
Figure 42. Modèles de bases de ventilation naturelle, (source: Barbara Widera, (2015), <i>Bioclimatic Architecture, Journal of Civil Engineering and Architecture Research</i> .)	42
Figure 43. La ventilation simple flux (source : énergie +)	43
Figure 44. Grilles de ventilation	44
Figure 45. Transfert de ventilation par grille	44
Figure 46. La ventilation simple flux extraction (source : énergie +)	44
Figure 47. La ventilation double flux (source : énergie +)	45
Figure 48. Grille murale et diffuseur plafonnier	46
Figure 49. Principe du puits canadien (Source : Cetiati, les puits canadiens, provençaux, guide d'information, Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques, France, 2018).	46
Figure 50. La vue de la prise d'air (source : Energie +)	48
Figure 51. Puits canadien + VMC double flux	49
Figure 52. Le triangle du feu	50
Figure 53. Déroulement d'un incendie	51
Figure 54. Système SSI	53
Figure 55. Organisation générale d'un système de sécurité incendie (SSI)	54
Figure 56. Extincteur	54
Figure 57. Couverture antifeu	55
Figure 58. Sable	55
Figure 59. Robinet d'incendie armé (ria)	55
Figure 60. Colonnes sèches et humides	56
Figure 61. Sprinkler	56
Figure 62. Poteau incendie	56
Figure 63. Extincteur à eau	57
Figure 64. Extincteur à poudre	57
Figure 65. Extincteur à co2	57
Figure 66. Distances de sécurité	58
Figure 67. Légende d'un plan d'évacuation	59
Figure 68. Plan d'évacuation	60
Figure 69. Domaine d'application	62
Figure 70. Organe de coupure générale	64
Figure 71. Emplacement de de l'organe de coupure générale	65
Figure 72. Robinet de commande d'appareil	66
Figure 73. Évacuation des produits de combustion	67
Figure 74. Différentes configuration du local	67
Figure 75. Tuyau d'alimentation en gaz des appareils	69
Figure 76. Évacuation des produits de combustion par toiture	69
Figure 77. Évacuation des produits de combustion à travers un mur extérieur	70
Figure 78. Le composant	71
Figure 79. Les flexibles	71
Figure 80. La traversée de façade	72
Figure 81. Emplacement des vannes d'arrêt	73
Figure 82. Robinet de sectionnement en cas d'extension d'une installation	74
Figure 83. Robinet de sectionnement juste en amont de chaque compteur gaz de passage	74
Figure 84. Robinet de sectionnement dans le premier espace accessible de chaque bâtiment	75
Figure 85. Aucun robinet de sectionnement requis en aval du compteur gaz du GRD	76
Figure 86. Un robinet de sectionnement placé sur le tuyau de gaz entrant dans une unité de logement	76
Figure 87. Profondeur de pose	78
Figure 88. Tuyaux et raccords apparents	78
Figure 89. Tuyaux et raccords accessibles	79
Figure 90. Caniveau horizontal aéré	80
Figure 91. Tuyaux et raccords accessibles dans un volume creux aéré	80

Figure 92. <i>Tuyaux et raccords accessibles ou non dans un volume creux non aéré</i>	81
Figure 93. <i>Tuyaux et raccords encastrés dans un mur ou sous chape</i>	82
Figure 94. <i>Tuyaux et raccords enterrés à l'extérieur du bâtiment</i>	82
Figure 95. <i>Tuyaux et raccords hors sol à l'extérieur du bâtiment</i>	83
Figure 96. <i>Tuyaux et raccords en PLT hors sol à l'extérieur du bâtiment</i>	83
Figure 97. <i>Tuyaux et raccords enterrés sous un bâtiment</i>	83
Figure 98. <i>Le fourreau de transition</i>	84
Figure 99. <i>Emplacement du fourreau sous le bâtiment</i>	84
Figure 100. <i>Emplacement du manchon et raccord à l'intérieur du fourreau</i>	85
Figure 101. <i>Emplacement du manchon et raccord à l'extérieur du fourreau</i>	85

Table des illustrations

Tableaux

Tableau 1. Résistances superficielles	5
Tableau 2. Potentiel d'ensoleillement en Algérie (Source : Ministère de l'énergie et des Mines, Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ALGER 2011).	15
Tableau 3. Fourchette d'hydrothermie : température permettant d'accéder au confort thermique (Source : Techniques de construction, complément technique > Novembre/Décembre 2011)1.....	20
Tableau 4. Met pour différentes situations (Source : energieplus-lesite.be).....	21
Tableau 5. Valeur de clo pour l'habillement (Source : energieplus-lesite.be).....	22
Tableau 6. Valeurs de PMV	24
Tableau 7. Systèmes de ventilation (source : énergie+).	41
Tableau 8. Situations du puits canadien selon les saisons (source : énergie +).....	47

Introduction

Construire mieux, plus vite, plus durable et plus beau a été facilité par le développement de multiples innovations techniques qui se sont diffusées progressivement, dans le respect des structures et des savoir-faire. La conception et la réalisation comprennent les gros œuvres ainsi que les seconds œuvres. Ils présentent une phase incontournable pour les concepteurs par la complexité et la multiplicité des détails techniques qu'elles fournissent.

Les corps d'états secondaires n'impactent ni la solidité ni la stabilité du bâtiment. Elles n'en sont toutefois pas moins importantes puisqu'elles permettent de rendre la construction fonctionnelle.

Ce document traitera une partie des corps d'état secondaire qui seront répertoriés et détaillés selon leur mode de mise en œuvre dans différents chapitres.

En premier lieu, les questions de l'isolation et du bilan thermique seront abordées, elles sont étroitement liées au concept du confort thermique.

Ensuite, il s'agira d'aborder les questions liées à de l'installation du chauffage, une autre étape importante. Qu'il soit électrique, à gaz, au bois, solaire, par pompe à chaleur ou encore au fioul, il garantit le confort aux occupants. La climatisation, quant à elle a pour but de rafraîchir les pièces, mais aussi de les chauffer aussi grâce au système réversible.

Le renouvellement de l'air s'avère aussi nécessaire à l'intérieur du bâtiment pour des conditions sanitaires favorables. Il permet d'éviter l'humidité grâce à différents dispositifs naturels ou mécaniques.

Enfin, très important, voire obligatoire pour certains aujourd'hui, le réseau anti-incendie, il comprend les trappes de désenfumage, les détecteurs de fumée, les blocs secours, ou encore les extincteurs.

Chapitre I : Phénomènes thermiques

1. Introduction

La variation des paramètres physiques du climat local tels que: le soleil, la pluie, le vent... influe sur le confort thermique dans les bâtiments.

Une bonne conception du bâtiment est essentielle pour assurer le confort par l'utilisation judicieuse des dispositifs techniques, architecturaux et constructifs, apportant les conditions thermiques les plus adéquats, tels que le type des protections solaires, l'inertie thermique suffisante des matériaux, l'orientation de espaces, la ventilation naturelle, la présence de végétation.

Selon Izard J.L : « *L'architecte qui conçoit un bâtiment avec la volonté de maîtrise des phénomènes thermiques qui s'y produisant en période chaude, a besoin d'informations relatives à la conception globale, celle qui lui permet de figer les grandes lignes de son projet* ».

La thermique du bâtiment est liée à plusieurs paramètres. La première typologie est représentée par les facteurs intrinsèques qui sont relatifs aux bâtiments, à titre d'exemple on cite la forme architecturale, l'orientation, la protection solaire, l'isolation thermique, l'inertie thermique, et qui sont connus aussi sous le nom "les facteurs architecturaux".

Les autres paramètres sont extrinsèques comme la latitude (c'est-à-dire la quantité du rayonnement solaire), la nature d'occupation de l'espace par les usagers, les apports solaires...

Se sont généralement les facteurs climatiques ou les sources de la chaleur.

2. La thermique du bâtiment

La thermique du bâtiment est l'ensemble des sciences et techniques visant à étudier les besoins énergétiques des bâtiments. Elle aborde principalement les notions d'isolation thermique et de ventilation afin d'offrir le meilleur confort thermique aux occupants.

La thermique du bâtiment décrit les échanges thermiques qui se réalisent entre un bâtiment et son environnement. Cette analyse va reposer sur toute une série de facteurs qui sont :

Les facteurs environnementaux : l'emplacement géographique d'un bâtiment (longitude, latitude, altitude) et les données climatiques afférentes, l'implantation générale du bâtiment ainsi que la nature du sol ;

Les facteurs fonctionnels : deux bâtiments ne sont pas identiques par leur fonction, la chaleur à délivrer, l'eau à chauffer, l'humidité à évacuer varient d'une affectation à l'autre. Dans le cas de l'éclairage, l'usage de machines et ordinateurs, les équipements électroménagers produisent plus ou moins de chaleur

Les facteurs liés à la nature des matériaux et composants employés dans la construction du bâtiment : les parois extérieures, murs, planchers et toitures sont considérés comme des surfaces d'échange thermique que l'on doit considérer relativement à leur orientation, leur dimension physiques, les matériaux de construction employés considérés dans leur épaisseur et leurs propriétés thermiques. Lorsqu'il s'agit de surfaces vitrées, on doit tenir compte de la transmittance des vitres et d'envisager l'exposition au soleil. En effet les parois sont considérées plus ou moins étanches ou perméables à l'air, sources de déperdition thermique. Dans le cas des parois intérieures, elles sont considérées dans leur masse et elles contribuent à ce qu'on appelle l'inertie thermique et le déphasage thermique.

Qu'est-ce que la chaleur?

La chaleur est liée à l'énergie thermique. L'énergie thermique provient du mouvement de minuscules particules à l'intérieur de toute matière. Tous les solides, liquides et gaz sont constitués de petites particules, tels les atomes et les molécules. Ces particules ont une énergie cinétique et sont en

mouvement constant. Lorsque ces particules se déplacent plus rapidement, la quantité d'énergie thermique augmente.

La chaleur est en fait de l'énergie thermique qui se déplace d'un endroit à un autre. La chaleur circule des objets plus chauds vers les objets plus froids. Comme la chaleur est une forme d'énergie, elle se mesure en joules ou parfois en calories.

3. Modes de transfert thermique ¹

3.1. La conduction

La conduction, c'est le transfert de chaleur entre des matériaux ou objets en contact direct les uns avec les autres. Les molécules dans l'objet s'agitent plus rapidement que celles dans l'objet plus froid. Cela signifie que les molécules situées dans la partie la plus chaude d'un objet vibrent plus rapidement que celles situées dans les parties plus froides.

La conduction, c'est le transfert de chaleur entre des matériaux ou objets en contact direct les uns avec les autres. Les molécules dans l'objet s'agitent plus rapidement que celles dans l'objet plus froid. Cela signifie que les molécules situées dans la partie la plus chaude d'un objet vibrent plus rapidement que celles situées dans les parties plus froides.

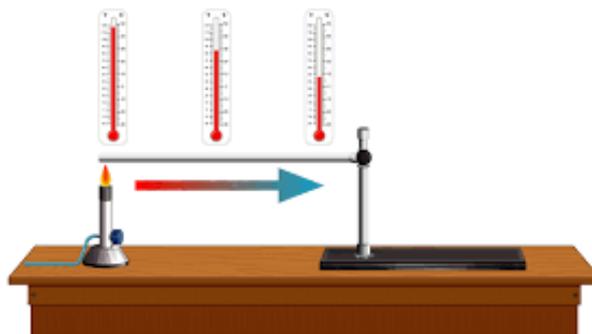


Figure1. Phénomène de conduction

On caractérisera les matériaux par les coefficients suivants :

La conductivité thermique λ

La conductivité thermique (λ) est une caractéristique propre à chaque matériau.

Elle indique la quantité de chaleur qui se propage : en 1 seconde, à travers 1 m² d'un matériau, épais d'un 1 m, lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 K (ou 1°C).

La conductivité thermique s'exprime en W/m.K

Plus la conductivité thermique est élevée, plus le matériau est conducteur de la chaleur. Plus elle est faible, plus le produit est isolant.

Le coefficient de transmission thermique K. (Conductance thermique d'un mur)

La conductance thermique (K) indique la quantité de chaleur qui se propage : en 1 seconde, à travers 1 m² d'une couche de matériau, d'une épaisseur déterminée, lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 K (1 K = 1°C)

La conductance thermique s'exprime en W/m².K.

Plus la conductance thermique est élevée, plus la couche laisse passer la chaleur.

La résistance thermique

La résistance thermique R d'un matériau traduit sa capacité à empêcher le passage de la chaleur, pour une épaisseur donnée. Elle s'exprime selon la formule :

$$R=1/K \quad (1)$$

¹ Cécile Granier, Michel Platzer, La technique du bâtiment tous corps d'état, 8 ème Editions le moniteur,

La résistance thermique (R) est l'inverse de la conductance thermique.
Elle s'exprime en m²K/W.

La capacité thermique

La capacité thermique d'un matériau désigne son aptitude à stocker de la chaleur, elle est exprimée en Watt heure par mètre cube Kelvin (Wh/m³.K).

La diffusivité thermique

C'est la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction dans un corps. Elle s'exprime en m²/heure. On parle de déphasage de 10 à 12 h quand il permet d'atténuer les différences de température entre le jour et la nuit.

L'inertie thermique

D'après Liebard A « l'inertie thermique est une notion qui recouvre à la fois l'accumulation de chaleur et sa restitution, avec un déphasage dépendant de la paroi de stockage, Une grande inertie thermique permet la récupération de la chaleur du jour afin de la restituer la nuit. Ceci est particulièrement intéressant dans les climats où la différence de température diurne et nocturne est importante». Le maximum de température atteint sur la face extérieure n'est pas immédiatement ressenti sur la face intérieure de la paroi.

- *La loi de Fourier (loi fondamentale de conduction)²*

Le transfert thermique par conduction s'effectue suivant la loi de FOURIER.

Soit un corps solide homogène ayant une section d'aire S à travers lequel passe un flux de chaleur suivant l'axe (ox)

Les 2 faces de ce corps sont à des températures différentes. La première est à la température T1 et la seconde à la température T2 (avec T1 > T2). (Voir figure)

Le flux de chaleur par conduction traversant la section S, suivant l'expression :

$$q = -\lambda \cdot S \cdot \frac{dT}{dx} ; \quad (2)$$

q : le flux thermique en [W] ;

λ : la conductivité thermique [W/m°C], [W/m°K] ;

S : la surface à travers laquelle s'écoule la chaleur [m²] ;

dT/dx : le gradient de température [°C/m].

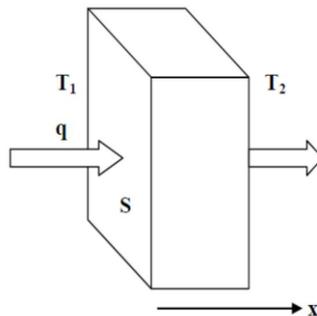


Figure 2. Le transfert thermique par conduction

² Techniques de construction, complément technique > Novembre/Décembre 2011.

3.2. La convection

Est un mouvement dans un gaz ou un liquide qui est causé par des différences de température. Ce mouvement transfère la chaleur dans le gaz et le liquide. Les molécules des liquides et des gaz sont plus éloignées les unes des autres et ont plus de place pour se déplacer que celles des solides. De ce fait, les molécules de liquide ou de gaz chauffées peuvent se déplacer physiquement. C'est différent de la conduction, où les molécules vibrent simplement plus rapidement.

Le flux de chaleur transmis par convection à l'interface entre la paroi et le fluide est proportionnel à l'écart de température entre la surface de la paroi et le fluide.

C'est le cas par exemple d'une paroi de bâtiment qui est en contact avec l'air. Quand il y a transfert de chaleur par conduction au sein de la paroi, il y a aussi un échange de chaleur entre le fluide et la surface de la paroi. Cet échange est dû principalement au mouvement du fluide le long de la paroi. Il s'agit d'un échange convectif.

- *La loi de Newton (loi fondamentale de convection)*³

Dans la convection, le flux de chaleur est associé à la variation de température par la loi de Newton. Cette loi est analogue à la loi de Fourier pour la conduction. Elle s'écrit,

$$q = h.S. (T_2 - T_1) \quad (3)$$

S : surface de la paroi [m²].

T₂-T₁ : différence de température entre la paroi et le fluide. [°C], [K].

h : coefficient de la convection thermique [W/ m² °C].

Pour déterminer les flux de chaleur traversant les parois de bâtiment, on tient compte des échanges de chaleur par convection et rayonnement, on définit les résistances (thermiques) superficielles. La résistance surfacique intérieure (R_i) vaut 1/h_{si}, la résistance surfacique extérieure vaut 1/h_{se}⁴.

- h_{si} : coefficient d'échange superficiel intérieur.

- h_{se} : coefficient d'échange superficiel extérieur.

- *La résistance à l'échange thermique (R_{se} ou R_{si})*

Nous devons établir une distinction entre l'extérieur (R_{se}) et l'intérieur (R_{si}) du bâtiment.

Cette résistance est:

- l'inverse du coefficient d'échange thermique (h);
- fonction du sens du flux thermique;
- fonction du déplacement d'air contre le mur.

³ Techniques de construction, complément technique > Novembre/Décembre 2011.

⁴ Brahim Belgaid, Thermique du bâtiment, université de Batna 1, 2021.

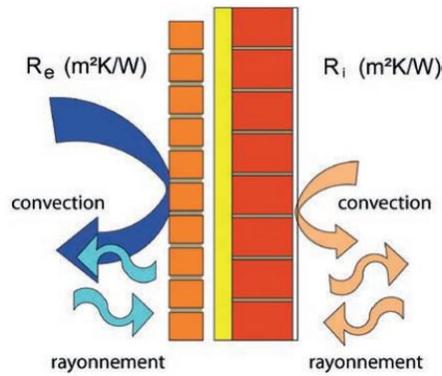


Figure 3. La résistance à l'échange thermique

$R_{se}=1/h_{se}$ en $(m^2.K) / W$ (4) est la résistance à l'échange thermique sur la surface extérieure.

$R_{si}=1/h_{si}$ en $(m^2.K) / W$ (5) est la résistance à l'échange thermique sur la surface intérieure.

• *Remarque :*

Pour les parois entre couches d'air, nous utilisons les valeurs $R_{si} = 0,13 (m^2.K)/W$ ou $R_{se} = 0,04 (m^2.K)/W$ que nous retrouvons dans des tableaux ou qui sont explicitées par une illustration où figure le sens du flux de chaleur. Ces valeurs tiennent compte du sens du flux de chaleur, à l'horizontale, à la verticale vers le haut ou à la verticale vers le bas ($0,17 (m^2.K)/W$) ainsi que d'une coulisse ventilée ou non ventilée⁵.

RESISTANCES SUPERFICIELLES EN $m^2 \cdot Kelvin / Watt$		PAROI EN CONTACT AVEC L'EXTERIEUR			PAROI EN CONTACT AVEC UN AUTRE LOCAL (Chauffé ou non) un comble ou un vide sanitaire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si}+R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si}+R_{se}$
PAROI VERTICALE		0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
PAROI HORIZONTALE AVEC FLUX ASCENDANT		0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
PAROI HORIZONTALE AVEC FLUX DESCENDANT		0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

Tableau 1. Résistances superficielles

Pour un mur monocouche en contact avec deux fluides⁶ :

$$R = \frac{1}{h_{si}} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_{se}} \quad (6)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_{si}} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_{se}}} \quad (7)$$

Pour un mur multicouche en contact avec deux fluides :

⁵ Rouaiguia Assia, Thermique du bâtiment, université de Guelma, 2020.

⁶ Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016.

$$R = \frac{1}{h_{si}} + \sum_i^n \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}} \quad (8)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_{si}} + \sum_i^n \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}}} \quad (9)$$

3.3. Le rayonnement

Le rayonnement est le troisième type de transfert de chaleur. Contrairement à la convection et à la conduction, aucune matière n'est nécessaire pour le rayonnement. Le rayonnement thermique est le transfert d'énergie par ondes électromagnétiques. Les ondes électromagnétiques transportent l'énergie à travers l'espace.

C'est le transfert de chaleur d'un élément à un autre par onde électromagnétique (EM) sans contact direct. Ce mode de transfert ne nécessite pas de support matériel. Il peut se produire dans le vide.

Remarque : Plus l'émissivité du matériau est faible moins il y aura de transfert par rayonnement.

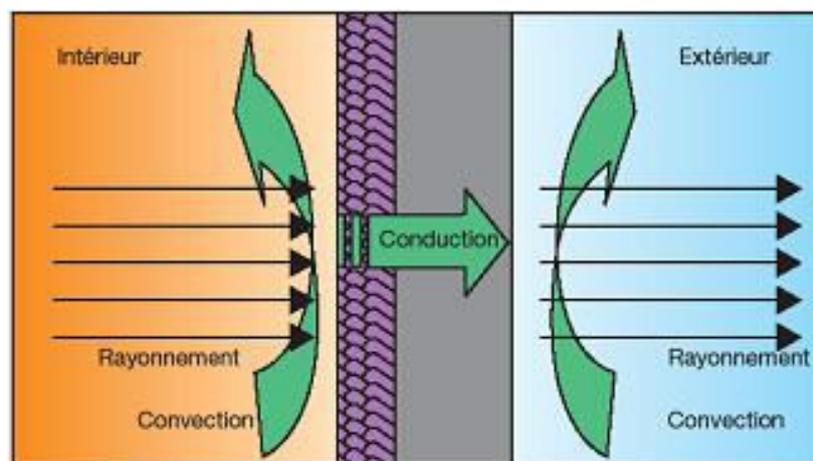


Figure 4. Le rayonnement à travers une paroi

- *La puissance rayonnée : (rémittance)*

Pour les matériaux courants de construction (béton, bois, terre, peinture, métaux non polis, etc...), la puissance rayonnée est donnée par la relation⁷ :

$$M = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (10)$$

ε : émissivité de la surface. Elle est comprise entre 0 et 1.

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{K}^4\text{]} \quad (11)$$

- *Puissance reçue : (éclairage)*

C'est le flux reçu par unité de surface. Dans le cas général, le flux incident se répartit en

- · Flux absorbé.
- · Flux transmis.
- · Flux réfléchis.

⁷ Cécile Granier, Michel Platzer, La technique du bâtiment tous corps d'état, 8 ème Editions le moniteur, Antony, 2017.

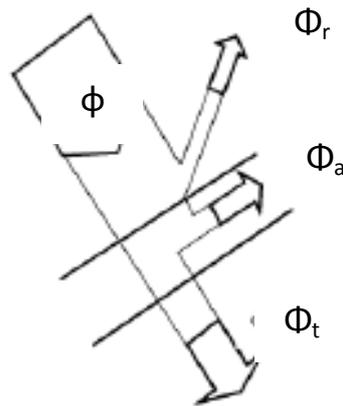


Figure 5. *Le flux de rayonnement incident*

Le coefficient d'absorption : $\alpha = \frac{\Phi_a}{\Phi}$ (12)

Le coefficient de transmission : $\tau = \frac{\Phi_t}{\Phi}$ (13)

Le coefficient de réflexion : $\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi}$ (14)

La conservation de l'énergie s'écrit donc aussi : $\alpha + \tau + \rho = 1$ (15)

4. *Les ponts thermiques*

Les ponts thermiques désignent les parties de l'enveloppe d'un bâtiment qui induisent d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieur. Une absence ou une dégradation de l'isolation est généralement à l'origine de ces fuites.

Avant que l'on ne commence à isoler, les ponts thermiques représentaient environ 10 à 20% des déperditions totales d'un bâtiment. Maintenant que l'on isole, le pourcentage des déperditions dues aux parois a fortement baissé, et celui des ponts thermiques a augmenté⁸.

Sont distingués :

- Les ponts thermiques intégrés, générés par l'interruption ou la dégradation de l'isolant au sein de la paroi ;
- Les ponts thermiques de liaison, due à l'interruption de l'isolation à l'intersection des parois du bâtiment.

⁸ Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016.

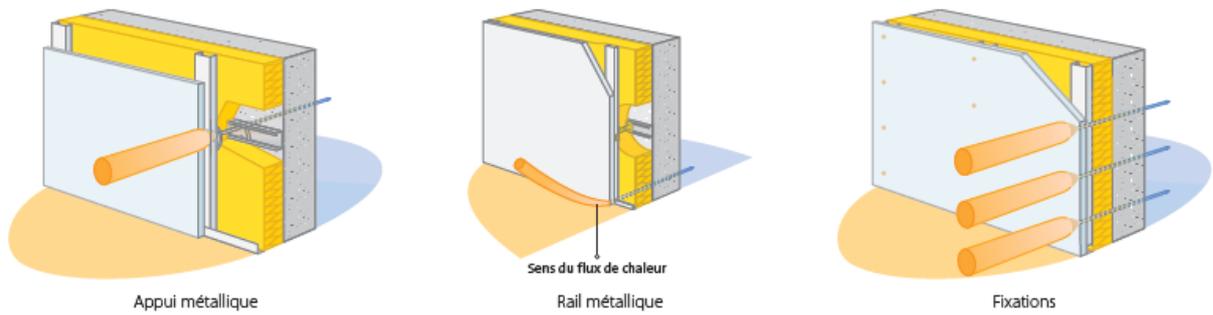


Figure 6. Les ponts thermiques intégrés (Source : Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016)

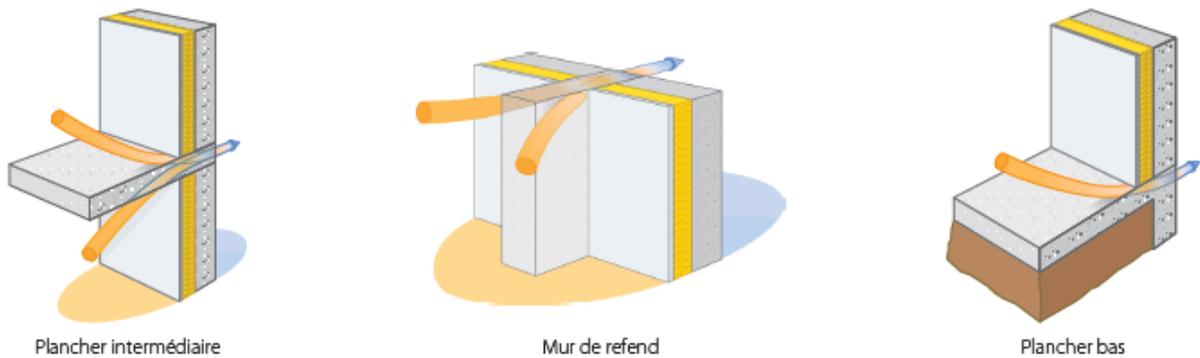


Figure 7. Les ponts thermiques de liaison structurels (Source : Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016)

5. Conclusion

Un bâtiment est un ensemble complexe de matériaux en contact avec un environnement aux températures fluctuantes ; des transferts de chaleur s'y produisent en permanence. C'est cet ensemble composite qui lui confère ses caractéristiques thermiques. Les transferts d'énergie thermique entre corps sont appelés transferts thermiques. Deux corps ayant la même température sont dits en équilibre thermique. Si leur température est différente, le corps le plus chaud cède de l'énergie au corps le plus froid : il y a alors transfert de chaleur.

Au-delà des performances thermiques auxquelles un bâtiment doit répondre aujourd'hui, il doit s'intégrer parfaitement aux contraintes de son environnement, tout en le respectant, et offrir à ses usagers un confort optimum à chaque saison.

Chapitre II : Aspects climatiques et thermiques

1. Introduction

La connaissance des données climatiques locales du projet considéré permet d'en tirer les avantages et d'en éviter les contraintes et inconvénients. Autrement dit, il s'agit d'adapter le bâti dans son contexte environnemental⁹.

2. Le climat

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Il dépend de la latitude du lieu, de sa circulation atmosphérique et des conditions de l'environnement.

Les climats dans le globe terrestre ont été classifiés selon plusieurs méthodes. En autres celles reposant sur les considérations du confort thermique de l'homme. Elle se résument en quatre catégories :

- climats arides, chauds et humides,
- climat méditerranéen,
- climat tempéré,
- climat froid.

Sur plusieurs échelles spatiales le climat se manifeste et à chacune d'elles apparaissent différents niveaux de phénomènes. Ces échelles sont associées à des champs d'influence verticaux sur l'atmosphère urbaine.

L'échelle la plus grande correspond au climat zonal, le climat général est déterminé par la latitude, celui du régional doit son existence au caractère du relief sur lequel il est intégré. Le climat local se manifeste à une faible échelle spatiale, il dépend du relief, du couvert végétal et de la nature du sol. Enfin, le microclimat, peut varier en quelques mètres, il dépend étroitement du bilan radiatif et de mouvement de l'air¹⁰.

3. Zones climatiques de l'Algérie

Le territoire algérien est divisé en plusieurs zones climatiques, différentes les unes des autres suivant les conditions climatiques. Une classification en zones climatiques algériennes permet de distinguer 4 grands types de climats¹¹ :

- Un climat côtier de type méditerranéen,
- Un climat méditerranéen continental,
- Un climat méditerranéen montagneux,
- Un climat saharien chaud et sec.

Il existe une classification en zones climatiques d'hiver et en zones climatiques d'été.

⁹ Olgyay V. 'Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism', Princeton University Press, 1963.

¹⁰ J. Desmons, « Aide-mémoire Génie climatique » 4e édition, 2017. www.dunod.com ISBN 978-2-10-072134-

¹¹ Valcea d.E., 'L'isolation thermique des constructions en Algérie', éditions ENAL, Alger (1986).

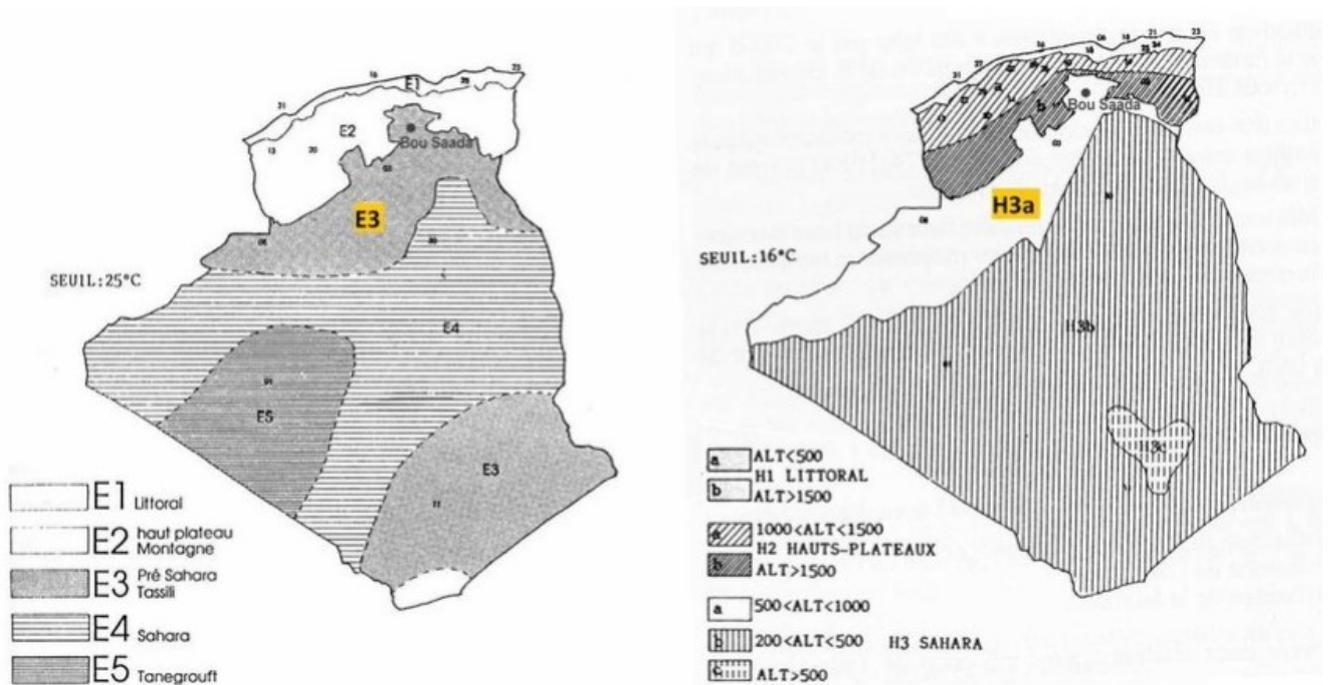


Figure 8. Zones climatiques d'été et d'hiver en Algérie (Source : Ould Heni, 2003)

Dans les régions côtières, le climat est de type méditerranéen et est très marqué par l'influence de la mer : l'hiver est doux et l'été chaud et sec. Dans les régions à climat méditerranéen continental, l'influence de la mer est encore très sensible : l'hiver est le même que pour la zone côtière, l'été plus chaud et moins humide.

Les régions à climat de type montagneux, sont caractérisées par des hivers froids et assez longs (de novembre à avril, approximativement), et des étés chauds et peu humides. Dans ces régions, on peut considérer la période hivernale comme prédominante d'où la nécessité d'un traitement thermique, sans pour autant négliger le problème d'été. Les régions du sud sont plutôt chaudes et secs en été (pouvant dépasser largement des températures de 40 °C pendant la journée), et des hivers doux. Dans ces régions le problème principal est défini comme étant la période estivale pendant laquelle le rayonnement solaire est très intense. A l'intérieur de chaque zone climatique, existent des sous-zones présentant des spécificités climatiques en fonction surtout de l'altitude (altitude < 500 m, altitude comprise entre 500 m et 1.000 m, altitude comprise entre 1.000 m et 1.500 m, et altitude supérieure à 1.500 m).

4. Le soleil

La connaissance des mouvements et des positions du soleil pour un observateur terrestre, permet de mettre à jour les principales spécificités d'ensoleillement et de ressources solaires d'un site. Ces données permettent d'utiliser des techniques de contrôle solaire au sein d'un bâtiment.

4.1. Le mouvement annuel de la terre autour du soleil

Le mouvement de la terre est à vitesse constante, il suit une trajectoire elliptique d'où le soleil occupe le foyer de l'ellipse. Une révolution de la Terre, soit un tour complet autour du Soleil, dure 365,25 jours (365 jours et un quart de jour), ce qui correspond à une année.

Le plan qui contient la trajectoire de la terre autour du soleil fait un angle de $23^{\circ}27'$ avec le plan de l'équateur ; on l'appelle l'écliptique.

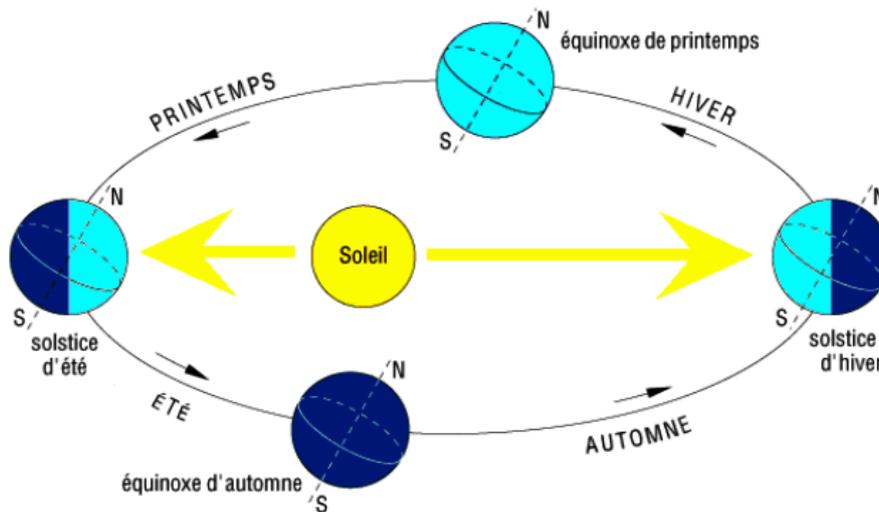


Figure 9. *Mouvement de la terre autour du soleil* (Source : <https://astraunis.com/variations-contraintes-terre/>)

4.2. *Le mouvement diurne de la terre sur elle-même*

Une rotation complète de la Terre s'effectue en 24 heures, c'est-à-dire un jour au cours duquel chaque point de la surface terrestre traverse une zone éclairée et une zone non éclairée correspondant au jour et à la nuit. Ce mouvement s'effectue autour de l'axe des pôles, à chaque heure, la rotation est de 15° ($360^{\circ}/24$ heures)¹².

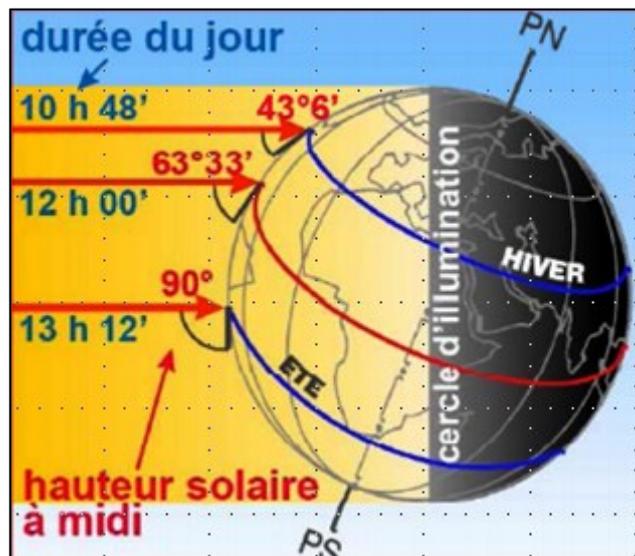


Figure 10. *Mouvement diurne de la terre sur elle-même* (Source : Liebard A. & de Herde A., 2005)

¹² Liebard A. & de Herde A., traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, le Moniteur, 2005.

4.3. Les coordonnées solaires

La position d'un point sur la terre est déterminée par sa latitude, et déterminé les conditions d'ensoleillement durant l'année. Chaque lieu est défini par des coordonnées terrestres du soleil.

La latitude représente l'angle entre la droite joignant le point considéré et le centre de la terre avec le plan de l'équateur terrestre¹³.

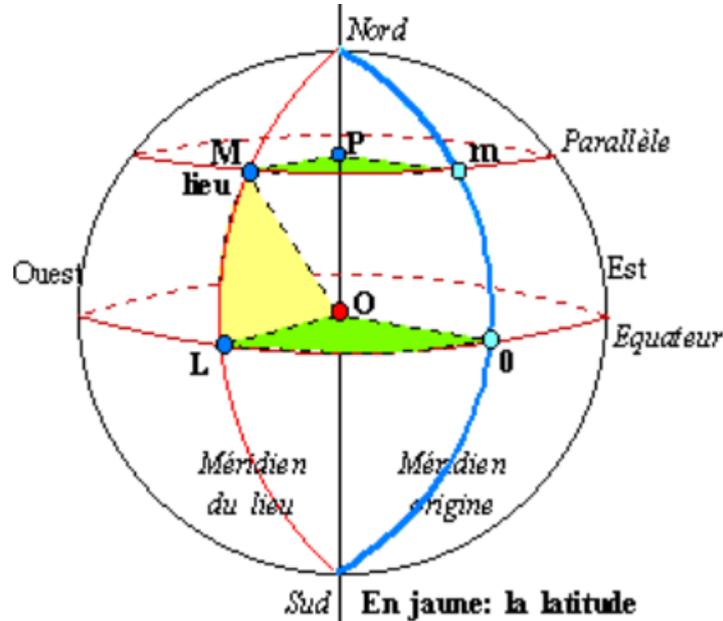


Figure 11. La latitude d'un point sur la terre (Source : <https://coursgeologie.com/coordonnees-geographiques-209/>)

La connaissance de la course solaire est nécessaire afin d'étudier l'incidence du rayonnement solaire sur le bâtiment ; afin d'opter pour une stratégie d'ombrage ou de gain solaire.

De ce fait, les angles solaires appelés azimuts et hauteurs angulaires permettent de localiser la position du soleil.

- L'azimut, notée AZ, s'exprime en °. Il représente l'angle entre la demi-droite [AS) et la demi-droite [AB)

¹³ http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations_techniques/conception-photovoltaique-raccordee-reseau/releve-masque.php

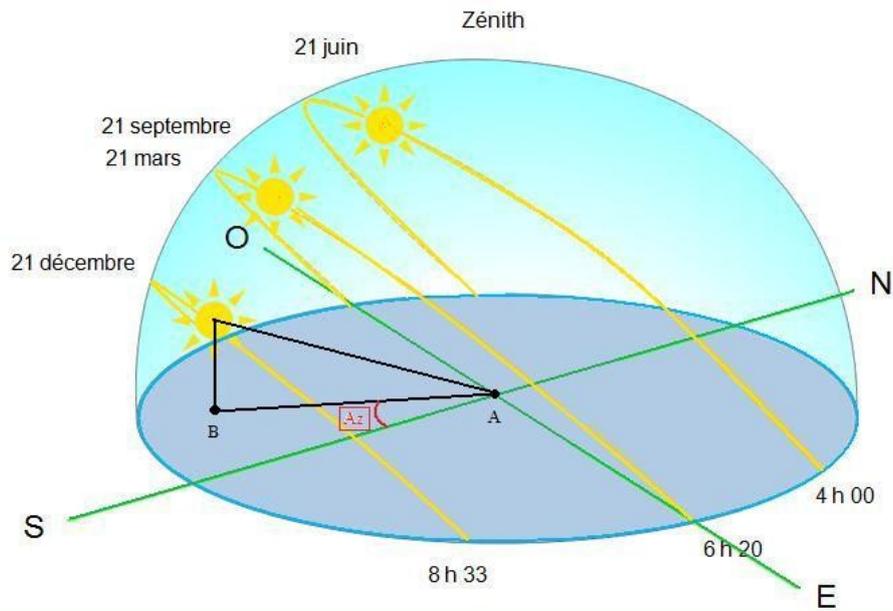


Figure 12. L'azimut d'un point

(Source : http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations_techniques/conception-photovoltaique-raccordee-reseau/releve-masque.php)

- La hauteur, notée H, s'exprime en °. Elle représente l'angle entre la demi-droite [AB) et la demi-droite partant du point A en direction du soleil dans le ciel :

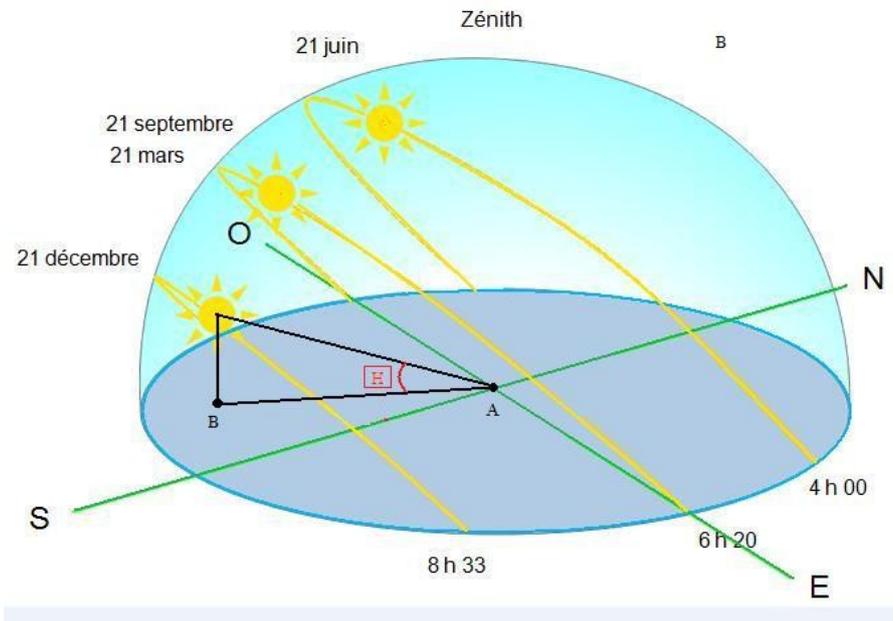


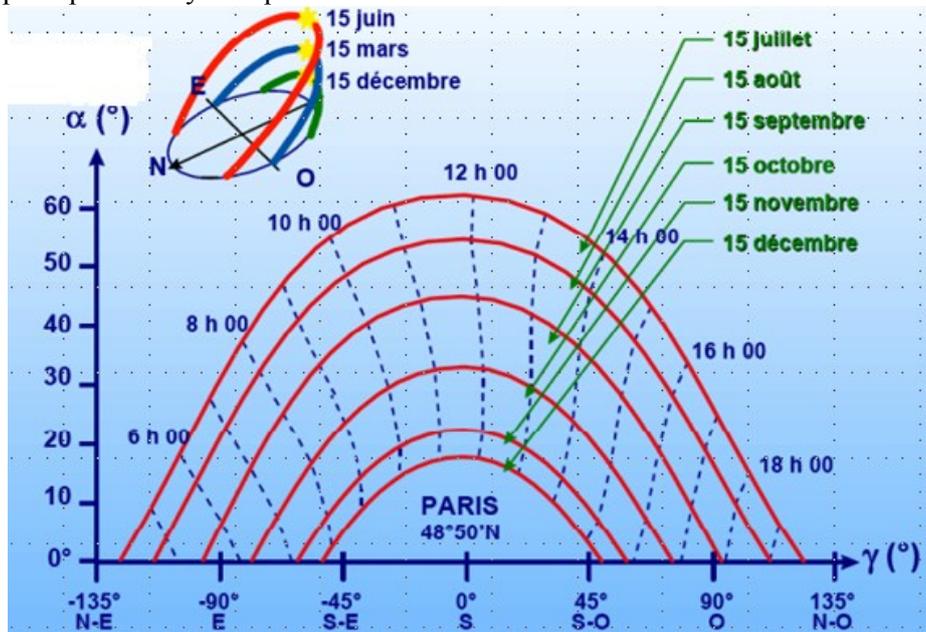
Figure 13. La hauteur du soleil

(Source : http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations_techniques/conception-photovoltaique-raccordee-reseau/releve-masque.php)

Le graphe de la course du soleil représente donc l'ensemble des couple (AZ ; H) correspondant à la position du soleil dans le ciel.

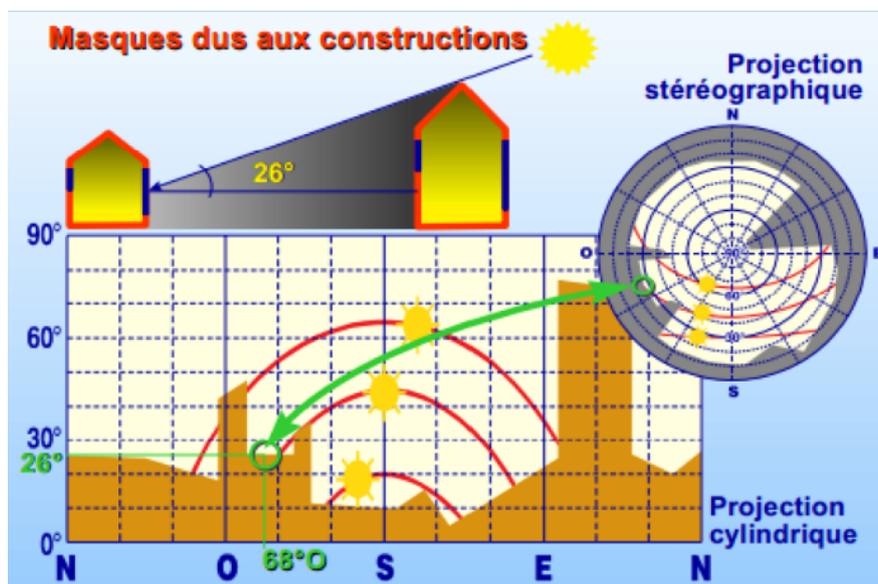
5. Le diagramme solaire

Un diagramme solaire est un diagramme qui illustre l'emplacement du soleil dans le ciel à n'importe quel moment de la journée et tout au long de l'année à un point de référence unique. Pour représenter graphiquement ce déplacement solaire, il existe différentes projections angulaires : la projection sphérique et la cylindrique¹⁴.



5.1. Les masques solaires

Le masque solaire est l'ensemble des éléments (arbres, bâtiments, montagnes) qui peuvent faire de l'ombre pendant la journée. Le masque solaire d'un objet se définit par sa hauteur et son azimut.



¹⁴ Liebard A. & de Herde A., traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, le Moniteur, 2005.

6. L'ensoleillement en Algérie

L'ensoleillement est un facteur climatique qui constitue une source d'énergie gratuite, dont l'exploitation passive ou active pourrait couvrir une bonne partie de la consommation énergétique d'un bâtiment. L'ensoleillement pourrait aussi devenir une source d'inconfort en été pour une grande partie du territoire algérien, ce qui nécessite des dispositions de protection contre les surchauffes estivales. Grâce à sa situation géographique, l'Algérie est un pays disposant d'un important potentiel d'ensoleillement¹⁵.

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	89
Durée moyenne d'ensoleillement	2650	3000	3500
Énergie moyenne reçue Kwh/m ² /an)	1700	1900	2650

Tableau 2. *Potentiel d'ensoleillement en Algérie (Source : Ministère de l'énergie et des Mines, Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ALGER 2011).*

7. Conclusion

A l'issue de ce chapitre, nous concluons que l'étude climatique de la région d'étude s'avère nécessaire pour toute conception architecturale. Les données climatiques de la région définissent la course solaire et par conséquent la quantification de l'apport en énergie solaire et émission de chaleur sur la surface urbaine pourra être réalisé.

A titre d'exemple les zones équatoriales reçoivent un apport d'énergie beaucoup plus que dans les zones plus proches des pôles.

¹⁵ Ministère de l'énergie et des Mines, Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ALGER 2011

Chapitre III : Le bilan thermique et confort dans le bâtiment

1. Introduction

Tout projet en thermique débute par le calcul des apports et/ou des déperditions. L'été, les bilans thermiques sont presque toujours positifs, l'équipement à installer devra combattre ces apports positifs afin de garantir des conditions d'ambiance confortables.

L'hiver, les bilans thermiques sont le plus souvent négatifs, l'équipement à installer devra compenser les pertes thermiques afin de garantir des conditions d'ambiance confortables.

Beaucoup d'équipements sont conçus pour combattre les apports l'été et les déperditions l'hiver. Citons par exemple les pompes à chaleur réversibles, les centrales de traitement d'air équipées de batterie à eau glacée et de batterie à eau chaude, etc.

Le chiffrage des apports ou des déperditions peut être effectué par calcul à partir de méthodes simples ou complexes, la tendance actuelle est à l'utilisation de plus en plus fréquente de logiciels spécifiques.

2. Bilan thermique du bâtiment

Faire le bilan thermique d'un bâtiment, consiste à faire l'inventaire de toutes ses pertes de chaleur (déperditions) et de toutes ses gains (apports).

Pendant la période froide de l'année, la température extérieure est très inférieure à la température intérieure, le bâtiment perd la chaleur par transmission à travers les parois en contact avec l'ambiance extérieure et avec le sol. Il en perd également par ventilation (renouvellement d'air) parce qu'il y a entrée d'air extérieur froid dans les locaux et sorties d'air intérieur chaud.

Pendant la période chaude, il gagne, la température de l'ambiance extérieure étant, en général, supérieure à celle des locaux. De plus, sous l'effet du rayonnement solaire, le bâtiment gagne des quantités de chaleur.

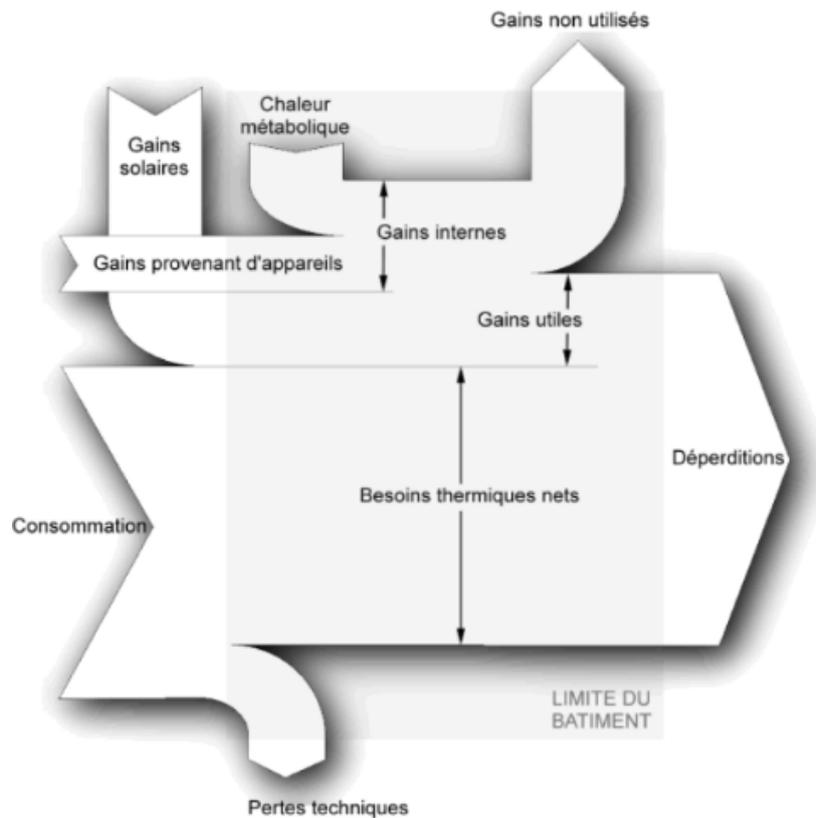


Figure 16. Le diagramme de Sankey. (Source : docs.izuba-energies.com).

A partir de ce diagramme on peut calculer les "besoins nets" à fournir pour assurer le chauffage (ou la climatisation) du bâtiment étudié en tenant compte des apports par les occupants (métabolisme), l'ensoleillement (apports solaires) et la chaleur dissipée par les appareils (moteurs, éclairage ...) à l'intérieur de la zone étudiée.

2.1. Les charges

On appelle "charges" les facteurs physiques intérieurs et extérieurs qui perturbent la température et l'hygrométrie d'un bâtiment. Elles jouent donc un rôle très important dans le dimensionnement d'une installation de climatisation. Le calcul des charges doit se faire dans les conditions de base qui mènent aux charges maximales et qui permettent de connaître les puissances à installer.

Les charges peuvent être classées en 2 catégories:

Les charges intérieures : Occupants, machines, éclairage et évaporation.

Les charges extérieures : ensoleillement, infiltration d'air, conduction et convection.

2.2. Bilan thermique hiver

Le premier objectif est de déterminer les besoins de chaleur du bâtiment en hiver, pour connaître la puissance de chauffe à installer dans chacun des locaux d'un bâtiment. Pour cela, on raisonne de la façon suivante :

On fait le calcul des déperditions en considérant une température intérieure donnée. Cette température est déterminée par la nature des locaux.

Les déperditions de chaleur totales d'un local représentent la somme des déperditions par transmission et par ventilation.

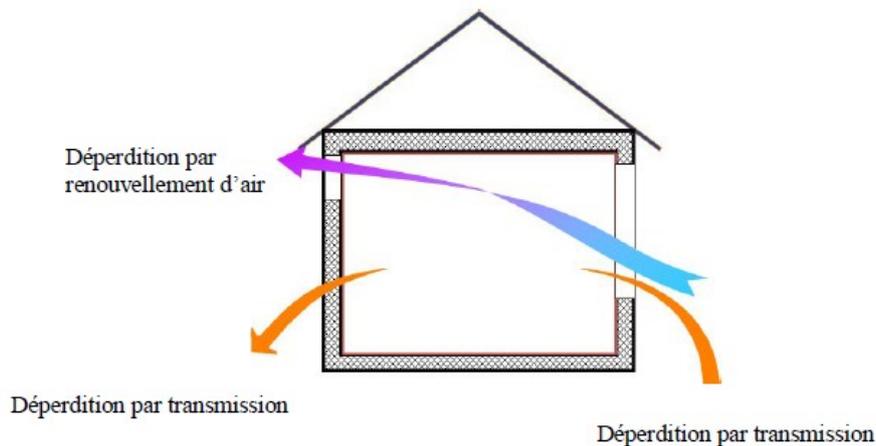


Figure 17. *Déperditions thermiques*

$$Q_{d,t} = Q_T + Q_v.$$

Enfin, on peut dire que le bâtiment est un système thermique bilan thermique dont les termes sont les suivantes¹⁶:

Le rôle d'une installation de chauffage consiste à composer ces pertes calorifiques en fournissant une quantité de chaleur égale aux déperditions B : $B = Dp + Dv$

B est le changement ou la différence de la chaleur stockée dans le bâtiment.

$B > 0$: La température à l'intérieur d bâtiment augmente

$B < 0$: Le bâtiment se refroidit

$B = 0$: Equilibre dans le bilan thermique du bâtiment

2.3. Bilan thermique été

Heure de charges de réfrigération maximales dans les locaux : C'est l'heure pour laquelle tous les calculs du bilan thermique seront effectués.

Charges externes

Apport de chaleur par transmission à travers les parois extérieures (murs, toit, plafond et plancher) et les vitrages.

Apport de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois.

Apport de chaleur par rayonnement solaire sur les vitrages.

Apport de chaleur par renouvellement d'air et infiltration.

Charges internes

Apport de chaleur par les occupants.

Apport de chaleur par l'éclairage.

Apport de chaleur par les machines et appareillages.

En Algérie la température extérieure de base est fixée par le document technique réglementaire (DTR).

¹⁶ M. Zaim, A. Kadri . « Bilan thermique de construction : étude d'un cas et présentation de solutions », Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 2019.

A	Rivage de la mer et parfois le versant nord des chaînes côtières
B	Plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien.
B'	Au sein de la zone B, on distingue la sous zone B' qui comprend la vallée de l'oued chlef
c	Hauts-plateaux compris entre l'atlas tellien et l'atlas saharien
D	Sahara
D'	Au sien de la zone D

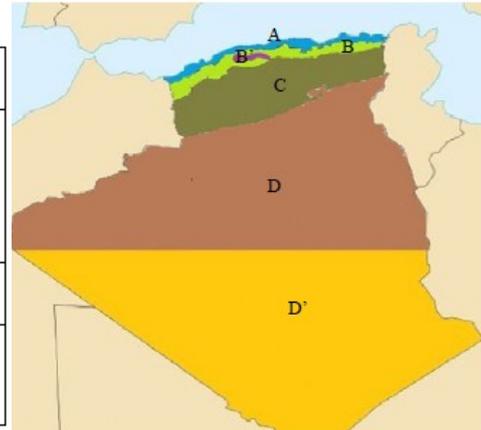


Figure 18. Découpage du relief et température de base selon le DTR

Sur la base du DTR, tout concepteur se doit de¹⁷ :

- Définir les volumes thermiques.
- Calculer pour chaque volume thermique les pertes par transmission et les pertes par renouvellement d'air.
- Vérifier que les déperditions par transmission du logement sont inférieures aux déperditions de référence.
- Calculer éventuellement les déperditions de base qui expriment les besoins de chauffage.

3. Le confort thermique

Non chauffée, une « passoire énergétique » – autrement dit un bâtiment dont l'enveloppe de mauvaise qualité laisse passer l'air et donc la chaleur – consomme toujours moins qu'une maison passive. La variable qui diffère dans ces deux cas est le confort thermique. Si le confort thermique des utilisateurs est une notion déterminante dans la conception d'un bâtiment, il est régi par des mécanismes subtils¹⁸.

Le confort thermique a été défini comme étant la condition dans laquelle aucune contrainte significative n'est imposée aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain.

D'un point de vue physiologique, Givoni donne une définition plus exacte au confort qui le rattache aux conditions sous lesquelles les mécanismes autorégulateurs du corps sont dans un état d'activité minimum. Effectivement, s'il y a une diminution de la température interne, l'organisme frissonne afin de tenter de rapprocher la température à la normale. Au contraire, s'il y a une augmentation de la température interne, l'excès de chaleur va être évacué par l'organisme en augmentant sa sudation.

3.1. Physiologie « thermique » de l'humain

Le corps humain s'adapte aux conditions de son environnement. Il dégage, au même titre qu'un émetteur de chaleur, 100 watts au repos et jusqu'à 500 watts en exercice. Notre température corporelle s'équilibre à 37 °C en moyenne, avec une température sous-cutanée avoisinant 32 °C. Quelles que soient les contraintes extérieures variant du froid en hiver au chaud l'été, notre corps s'adapte par

¹⁷ DTR C3.2. 'Réglementation Thermique des Bâtiments d'Habitation, Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques'. CNERIB, 1997

¹⁸ Techniques de construction, complément technique > Novembre/Décembre 2011

divers mécanismes (transpiration, frisson, etc.) et divers outils (vêtements, etc.) afin de rester à une température d'équilibre confortable¹⁹.

3.2. Déperditions thermiques du corps humain

Les échanges thermiques du corps humain avec son environnement sont de quatre sortes:

- Convection: transfert de calories entre la peau et l'air: 34 %;
- Évaporation/respiration: 24 %;
- Rayonnement: transfert par infrarouge entre le corps et les solides environnants: 35 %;
- Conduction: contact du corps avec un solide: 1 %.

La diffusion de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectue selon divers mécanismes :

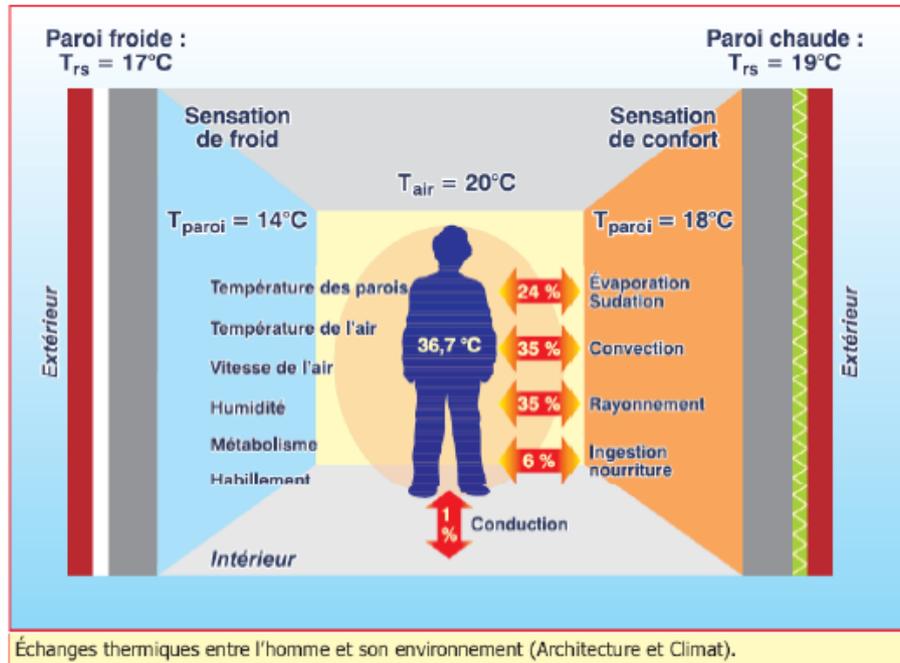


Figure19. Échanges thermiques du corps humain avec son environnement (Source : Liébard & de Herde 2005)

3.3. Notion de confort

Au-delà de la physiologie humaine, la notion de confort dépend de nombreux paramètres tels que l'hydrothermie de l'air, les vitesses de l'air, les températures des parois, la stratification des températures, etc. En moyenne, le confort s'établit entre 20 et 27 °C et entre 35 % et 60 % d'humidité relative²⁰.

	Humidité relative (%)	Température moyenne (°C)
Été	35	24 à 27,5
	60	23 à 25
Hiver	35	20,5 à 25
	60	20 à 24

Tableau 3. Fourchette d'hydrothermie : température permettant d'accéder au confort thermique (Source : Techniques de construction, complément technique > Novembre/Décembre 201)1.

¹⁹ – Confort thermique – Mémento technique du bâtiment, Certu - CETE- Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, 2003. http://www.cnrs.fr/aquitainelimosin/IMG/pdf/Confort_Thermique.pdf

²⁰ Lisa Heschong, Architecture et volupté thermique, ed. Parentheses, 1981.

3.4. Bilan thermique et confort

Des échanges thermiques entre l'organisme et le milieu extérieur se réalisent à travers la peau et les voies respiratoires. Le bilan thermique à l'équilibre s'écrit comme suit :

$$C_{\text{res}} + E_{\text{res}} + K + C + R + E + H = 0$$

H : étant la production de chaleur interne du corps.

Au repos $H=M$ (métabolisme).

En exécutant un travail $H = M - W$ (W est le travail mécanique).

C_{res} : Echanges de chaleur au niveau des voies respiratoires par convection.

E_{res} : Echanges de chaleur au niveau des voies respiratoires par évaporation.

K : Echanges de chaleur au niveau de la peau par conduction.

C : Echanges de chaleur au niveau de la peau par convection.

R : Echanges de chaleur au niveau de la peau par rayonnement.

E : Echanges de chaleur au niveau de la peau évaporation de la sueur.

4. Facteurs de confort thermique

4.1. Le métabolisme

C'est la chaleur interne du corps humain permettant de le maintenir à une température autour de 36,7°. Le métabolisme est fonction de la quantité des cellules actives, varie avec l'âge, la taille et l'activité entreprise par l'individu.

Diverses valeurs du métabolisme sont indiquées ci-après pour diverses activités.

Activité	W/m ²	met
Repos, couché	45	0.8
Repos, assis	58	1
Activité légère, assis (bureau, école)	70	1.2
Activité légère, debout (laboratoire, industrie légère)	95	1.6
Activité moyenne, debout (travail sur machine)	115	2.0
Activité soutenue (travail lourd sur machine)	175	3.0

Tableau 4. Met pour différentes situations (Source : energieplus-lesite.be)

4.2. L'habillement

Représente la résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.

Le vêtement est classé selon sa valeur d'isolement. L'unité habituellement utilisé est le « clo ». L'échelle des clo est conçue afin qu'une personne nue ait une valeur de 0.00 et quelqu'un qui porte un costume typique a une valeur de 1.

La valeur d'isolement d'une tenue en clo est calculée en additionnant les valeurs unitaires de chaque élément composant cet habillement.

Tenue vestimentaire	Habillement
Nu.	0
Short.	0.1
Tenue tropicale type (short, chemise à col ouvert et à manches courtes, chaussettes légères et sandales).	0.3
Tenue d'été légère (pantalón léger, chemise à col ouvert et à manches courtes, chaussettes légères et chaussures).	0.5
Tenue de travail légère (chemise de travail en coton à manches longues, pantalon de travail, chaussettes de laine et chaussures).	0.7
Tenue d'intérieur pour l'hiver (chemise à manches longues, pantalon, pull-over à manches longues, chaussettes épaisses et chaussures).	1.0
Tenue de ville traditionnelle (complet avec pantalon, gilet et veston, chemise, chaussettes de laine et grosses chaussures).	1.5

Tableau 5. Valeur de clo pour l'habillement (Source : energieplus-lesite.be)

4.3. La température ambiante de l'air T_a

C'est l'intervalle du confort est de 18° à 25°.

4.4. La température des parois T_p

La température radiante où la différence entre T_a et T_p ne dépasse pas 5°.

Notez que de façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie (appelée aussi "température opérative" ou "température résultante sèche") :

$$T^{\circ}\text{opérative} = (T^{\circ}\text{air} + T^{\circ}\text{parois}) / 2$$

Cette relation simple s'applique pour autant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.²¹

4.5. L'humidité relative de l'air (HR)

L'intervalle du confort est de 20 à 80%.

L'humidité a relativement peu d'impact sur la sensation de confort d'un individu dans un bâtiment. Ainsi, un individu peut difficilement ressentir s'il fait 40 % ou 60 % d'humidité relative dans son bureau.

L'inconfort n'apparaît que lorsque :

L'humidité relative est inférieure à 30 %,

L'humidité relative est supérieure à 70 %

De faibles niveaux d'humidité (en deçà de 30 %) donnent lieu à certains problèmes :

Augmentation de l'électricité statique (petites décharges lors du contact avec des objets métalliques),
À noter que la présence de décharges électrostatiques n'est pas forcément imputable à la sécheresse de l'air (un tapis non traité à l'antistatique peut également provoquer ce type de problème), mais l'air sec (peu conducteur) renforce ce phénomène.

Gêne et irritation accrue à la fumée de tabac (du fait d'un abaissement du seuil de perception des odeurs).

Augmentation de la concentration en poussières dans l'air (diminution de la taille des particules) et donc de leur vitesse de sédimentation et dès lors du nombre de bactéries aéroportées, ce qui serait susceptible d'induire une augmentation de la fréquence de maladies respiratoires en hiver lorsque l'humidité de l'air est faible.

²¹energieplus-lesite.be

Les gains énergétiques entraînés par une diminution drastique de l'humidification de l'air doivent être comparés aux pertes entraînés par un absentéisme accru...

De hauts niveaux d'humidité (au-delà 70 % HR) donnent lieu à une croissance microbienne importante et à des condensations sur les surfaces froides :

C'est ce qu'indique le diagramme ci-dessous, précisant la plage de taux d'humidité ambiante optimale d'un point de vue hygiénique (d'après Scofield et Sterling) (Doc.Dri-Steem/Pacare)²².

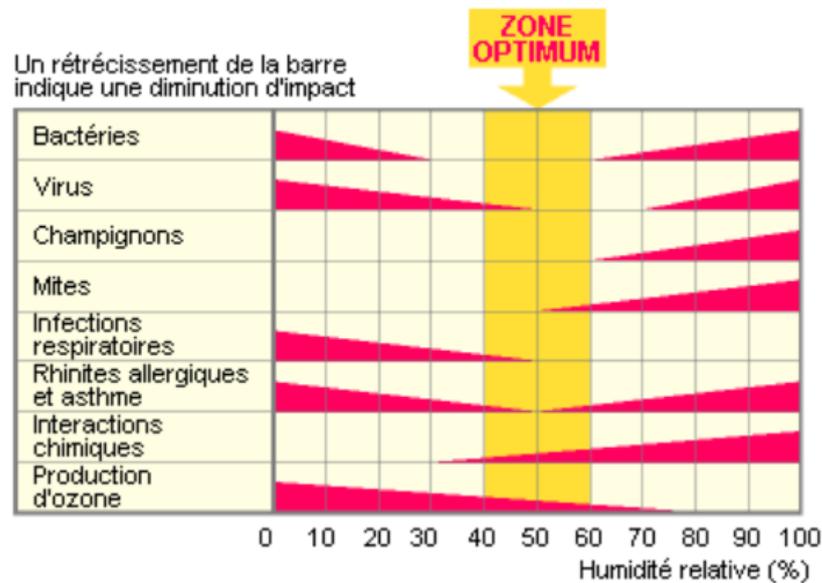


Figure 20. Zone optimale de l'humidité relative (Source : Liébard & de Herde 2005)

4.6. La vitesse de l'air

La vitesse de l'air (et plus précisément la vitesse relative de l'air par rapport à l'individu) est un paramètre à prendre en considération, car elle influence les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau.

À l'intérieur des bâtiments, on considère généralement que l'impact sur le confort des occupants est négligeable tant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.

À titre de comparaison : se promener à la vitesse de 1 km/h produit sur le corps un déplacement de l'air de 0,3 m/s.

Le mouvement de l'air abaisse la température du corps, facteur recherché en été, mais pouvant être gênant en hiver (courants d'air)²³.

5. Indicateurs et plages de confort

Le corps humain possède un mécanisme de régulation qui adapte ses pertes de chaleur aux conditions thermiques de l'ambiance.

Ce mécanisme d'autorégulation laisse apparaître une zone où la variation de sensation de confort thermique est faible : c'est la zone dite de confort thermique. Il existe donc pour chaque situation une plage de conditions confortables. Cette plage se représente soit graphiquement sur des diagrammes psychrométriques, soit au moyen d'un indicateur unique regroupant les 6 paramètres cités plus haut. À cet effet l'indice de vote moyen prévisible (PMV) est utilisé et le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD) est calculé.

²² Liebard A. & de Herde A., traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, le Moniteur, 2005

²³ https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/#Confort_activite_habillement

5.1. Le diagramme psychrométrique

Parmi les outils les plus connus on peut citer le diagramme bioclimatique d’Olgay, celui de Givoni, les tables de Mahoney et la méthode de Szokolay.

Les digrammes bioclimatiques sont des outils de synthèse qui permettent de choisir les grandes options architecturale à partir des exigences du confort thermique et des profils du climat extérieur.

Le principe consiste à confronter sur un même graphique, « un polygone de confort », représentant les conditions extérieures et l’aire d’influence thermique et hygrométrique de certains dispositifs architecturaux.

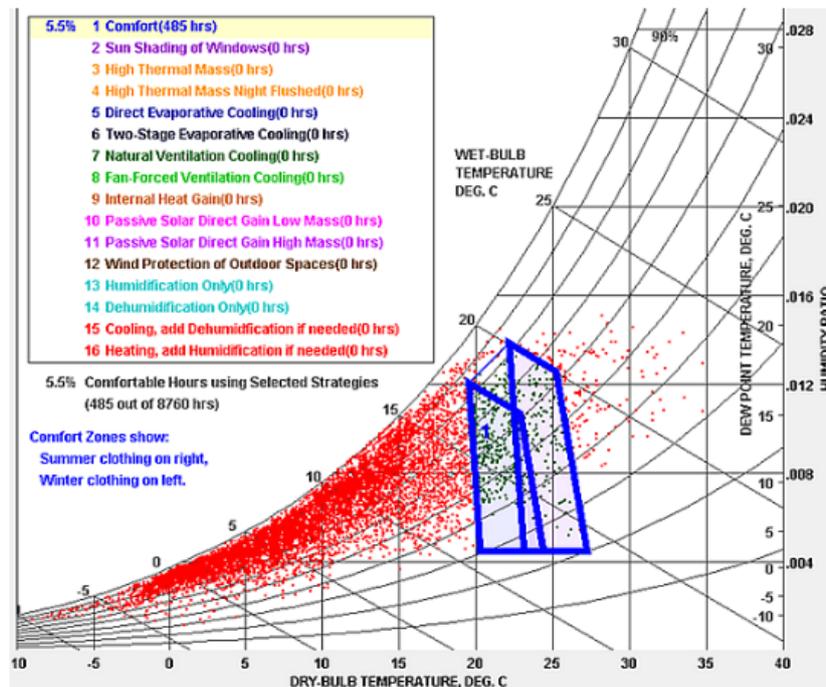


Figure 21 : Plages de confort pour une activité de bureau et un habillement d’été ou d’hiver (Source : l’ASHRAE Handbook of Fundamentals Comfort Model, 2005 superposées au climat de Bruxelles).

5.2. L’indice de vote moyen prévisible (PMV – Predicted Mean Vote)

Donne l’avis moyen d’un groupe important de personnes qui exprimeraient un vote de sensation de confort thermique en se référant à l’échelle suivante :

Une valeur de PMV de zéro exprime une sensation de confort thermique optimale.

Une valeur de PMV négative signifie que la température est plus basse que la température idéale.

Réciproquement, une valeur positive signale qu’elle est plus élevée.

On considère que la zone de confort thermique s’étale de la sensation de légère fraîcheur (- 1) à la sensation de légère chaleur (+ 1), soit de -1 à + 1.

+3	chaud
+2	tiède
+1	légèrement tiède
0	neutre
-1	légèrement frais
-2	frais
-3	froid

Tableau 6. Valeurs de PMV

1.1. Le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD – Predicted Percentage Dissatisfied)

Donne, en fonction de l'indice PMV d'une situation thermique précise, le pourcentage de personnes insatisfaites par rapport à la situation.

Connaissant PMV, la figure ci-après permet d'évaluer directement PPD. Si par exemple, le PMV est de -1 ou $+1$, l'indice PPD montre que près de 25 % de la population n'est pas satisfaite. Pour ramener le PPD à une valeur maximale de 10 % (ce qui est généralement l'objectif à atteindre dans un bâtiment), le PMV doit se situer entre $-0,5$ et $+0,5$. Et pour une valeur 0 de PMV, soit un état de confort thermique optimal, il y a encore 5 % d'insatisfaits.

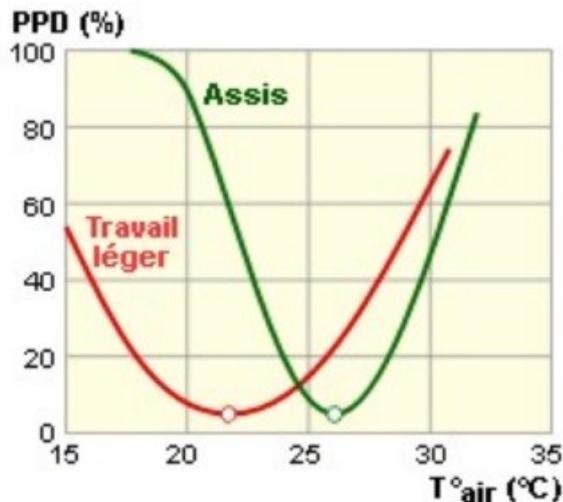


Figure 22. Pourcentage prévisible d'insatisfaits : température de confort pur deux activités différentes

Cette figure considère le sentiment de confort thermique exprimé par les sujets eux-mêmes. Il s'agit de pourcentages prévisibles d'insatisfaits (PPD), exprimés sur l'axe vertical, pour des personnes au repos en position assise, ou pour des personnes effectuant un travail léger.

6. Conclusion

Dans le but de fournir un confort thermique aux occupants dans le bâtiment, l'estimation des échanges de chaleur entre ce dernier et l'environnement devient indispensable.

De ce fait, en été, les bilans thermiques sont presque toujours positifs, l'équipement à installer devra combattre ces apports positifs afin de garantir des conditions d'ambiance confortables. Quant à l'hiver, les bilans thermiques sont le plus souvent négatifs, l'équipement à installer devra compenser les pertes thermiques afin de garantir des conditions d'ambiance confortables.

Un bâtiment confortable assure à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures, notamment météorologiques et acoustiques. La gestion optimale de l'énergie, quoique très importante du point de vue de son impact sur l'environnement, intervient en deuxième priorité, lorsque les conditions de confort sont satisfaites.

Chapitre IV : Équipements de chauffage et climatisation

1. Introduction

Au cours de l'étude d'un projet, il faut toujours réfléchir et prendre des décisions concernant :

- l'installation de chauffage ;
- la production d'eau chaude sanitaire ;
- la climatisation ;
- l'éclairage.

La gestion technique du bâtiment (GTB) permet de rendre communicants les équipements techniques du bâtiment en termes d'éclairage, de chauffage, d'électricité, de sécurité... de manière à optimiser les performances énergétiques du bâtiment, améliorer la sécurité et le confort des occupants.

L'objectif de l'installation de chauffage ou de climatisation dans un bâtiment consiste à assurer un confort thermique satisfaisant et devant répondre aux exigences et aux besoins des habitants. Pour atteindre cet objectif, il faut que :

- La conception et les caractéristiques architecturales de l'habitation (isolation thermique, ventilation, rayonnement solaire incident) doivent conduire à des besoins en énergie réduits à un minimum;
- Le dimensionnement de l'installation de chauffage ou climatisation doit être adapté aux besoins réels en énergie ;
- Le rendement global saisonnier de l'installation doit être le plus élevé possible ;
- Un comportement respectueux de l'utilisation rationnelle de l'énergie doit être adopté.

2. Le chauffage

Le rôle du chauffage est de produire l'énergie nécessaire pour compenser les pertes de chaleur du bâtiment vers l'extérieur en hiver (les déperditions thermiques du bâtiment), qui sont réalisées par les murs, les vitrages, les toitures..., ainsi que par le renouvellement d'air, et les différents ponts thermiques. Il faudrait savoir que l'efficacité d'un système de chauffage repose d'abord sur une très bonne isolation.

Le système de chauffage est composé de :

Production de chaleur : Le générateur de chaleur (chaudière) placé dans la chaufferie.

Réseau de distribution de chaleur.

Emetteur de la chaleur : Les radiateurs (éléments chauffants) et conduites dans les locaux.

Le choix de l'élément de chauffage dépend essentiellement de²⁴ :

L'importance des besoins d'énergie pour le chauffage et aussi pour l'eau chaude ;

La disponibilité des énergies ;

Le coût des énergies disponibles ;

Le niveau de confort offert par chaque système ;

Les émissions de polluants engendrées par chacun.

²⁴ Brahim Belgaid, Thermique du bâtiment, université de Batna 1, 2021.

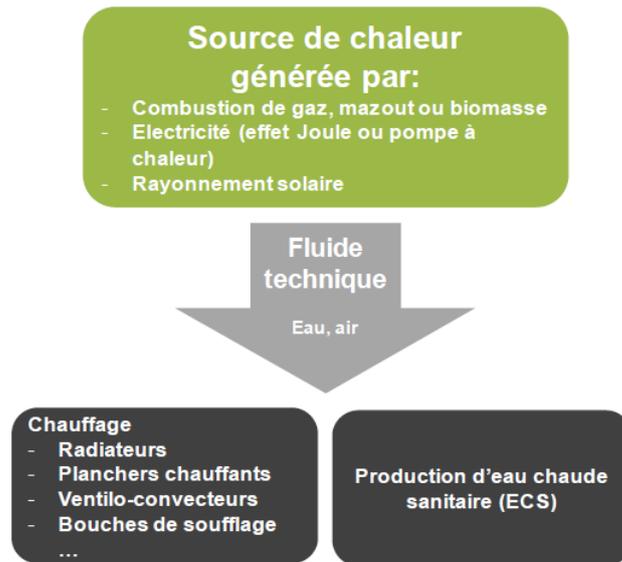


Figure 23. Production du chauffage

3. Aménagement des chaufferies

Il est possible d'établir un plan d'aménagement de la chaufferie en tenant compte de :

- Espaces à réserver autour des chaudières et des accessoires.
- Conduits de fumée et de ventilations.
- Aménagements divers (passerelle, trappe pour entrer sortie matériel, etc...).

Espace pour implantation du matériel :

La réglementation préconise un minimum de :

- 0,50m sur les côtés des chaudières.
- 1,50m sur le devant des chaudières (pour que l'ouvrier peut travailler aisément).

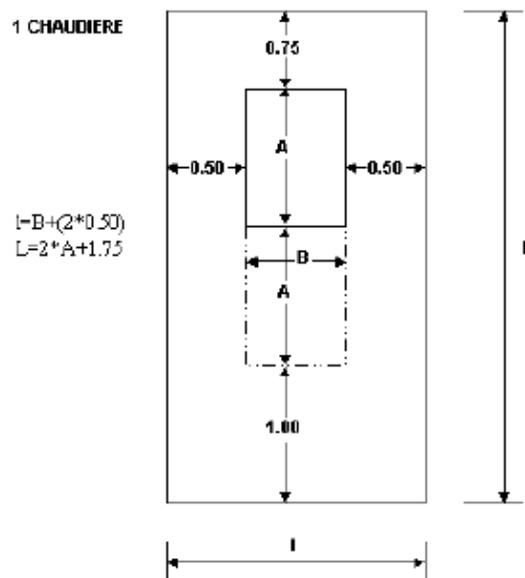


Figure 24. Aménagement d'une chaufferie

4. Les équipements de production de chauffage

4.1. Chauffage individuel

Le chauffage de chaque pièce par un appareil de chauffage qui y est installé. Cet appareil de chauffage transforme sur place l'énergie en chaleur pour chauffer la pièce.

4.2. Chauffage central

La production de chaleur s'effectue dans une chaudière ou dans un générateur d'air chaud). La chaleur qui y est produite est transmise au fluide caloporteur (fluide transportant la chaleur : eau, air, vapeur...) qui amène la chaleur dans les locaux à chauffer par des gaines ou des conduites. En cas de chauffage à eau chaude, la chaleur transportée est émise par des corps de chauffe (radiateurs, convecteurs...);

4.3. Chaudière à condensation

La chaudière à condensation est une chaudière ayant la particularité de tirer profit de la chaleur latente de la vapeur d'eau contenue dans les gaz d'échappement, en condensant ces vapeurs avant de rejeter l'eau sous forme liquide.

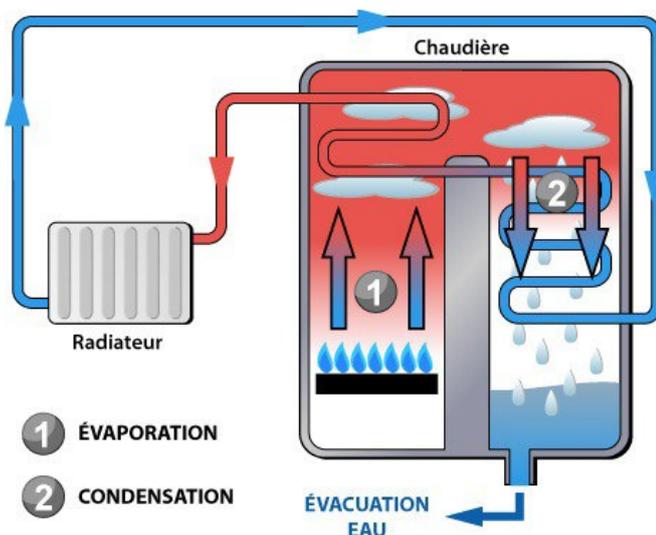


Figure 25. Chaudière à condensation

4.4. Chaudière à combustible solide

La chaudière à combustible solide peut être alimentée avec tous les combustibles solides, donc avec des bûches.

L'air nécessaire à la combustion est apporté par tirage naturel. Les combustibles sont amenés sur une grille et se consomment – suivant le type d'installation – vers le haut ou le bas.

L'énergie thermique qui en résulte est transmise à l'eau de chauffage via un échangeur thermique²⁵.

²⁵ Chauffage et climatisation, des solutions novatrices pour vos plus grandes exigences, www.jumo.fr.

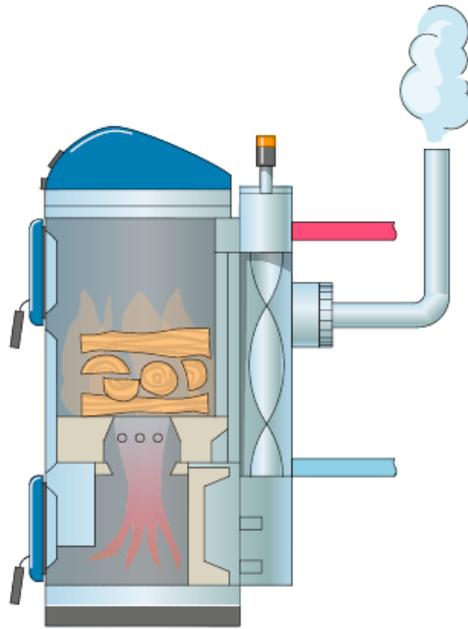


Figure 26. Chaudière à combustible solide

4.5. Chauffage à pellets

Le processus de combustion est amorcé électriquement, les pellets amenés se consomment. L'énergie thermique qui en résulte est transmise à l'eau de chauffage. Les gaz produits s'échappent vers le haut et traversent un système échangeur thermique²⁶.

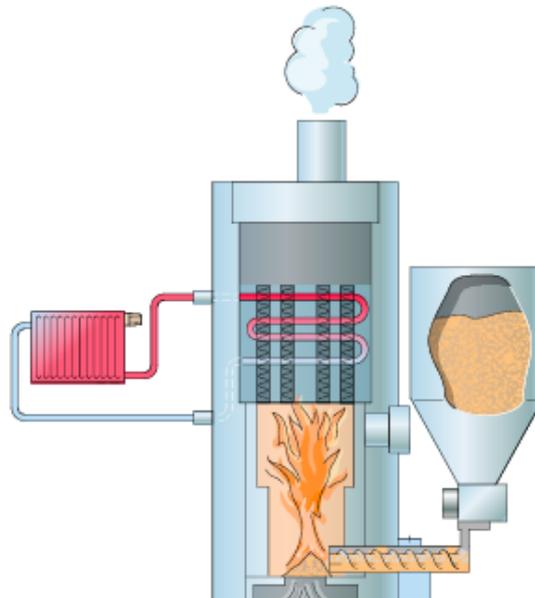


Figure 27. Chauffage à pellets

²⁶ Chauffage et climatisation, des solutions novatrices pour vos plus grandes exigences, www.jumo.fr.

4.6. Un convecteur électrique ; Effet joule

Le courant électrique qui traverse un conducteur avec une certaine résistance produit de la chaleur. C'est un radiateur qui restitue la chaleur grâce à une résistance qui est placée à l'intérieur du produit. Celle-ci fabriquera de la chaleur grâce à l'électricité qu'elle recevra, et la redistribuera directement, ce qui lui permet d'être très efficace pour profiter d'une chaleur rapide. En revanche, du fait qu'il ne stocke pas la chaleur, celle-ci sera diffusée en permanence, ce qui obligera donc à l'éteindre dès que la pièce sera suffisamment chaude. D'où l'importance que votre pièce soit bien isolée, sinon la température fluctuera, et vous devrez donc allumer à nouveau votre convecteur électrique.

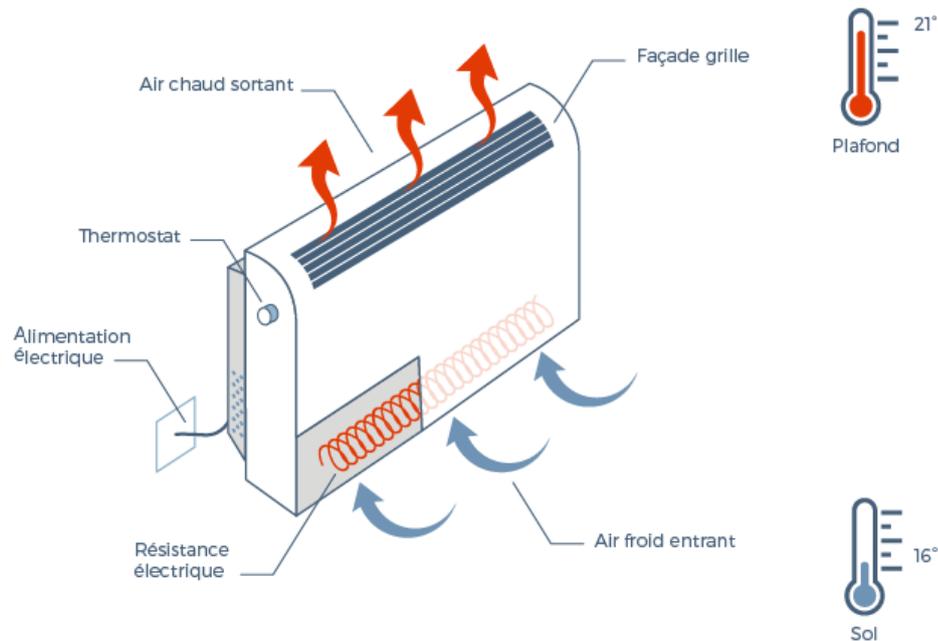


Figure 28. Convecteurs électriques (Source : <https://heatzy.com/blog/12/9/2017/bien-choisir-son-radiateur-lectrique->)

5. Les radiateurs (émetteurs)

Reliés au système de production de chaleur (chaudière ou pompe à chaleur) par des canalisations, les radiateurs de chauffage central, disposés dans les pièces à vivre, transmettent la chaleur à l'habitat par convection et par rayonnement. Leurs caractéristiques de fonctionnement varient en fonction du matériau dans lequel ils sont construits²⁷.

Les radiateurs les plus utilisés sont les radiateurs en acier, en aluminium ou en fonte.

²⁷ M. Jedidi., O. Benjeddou, « La thermique du bâtiment du confort thermique au choix des équipements de chauffage et de climatisation » Dunod, Paris, 2016. www.dunod.com . ISBN 978-2-10-074343-8

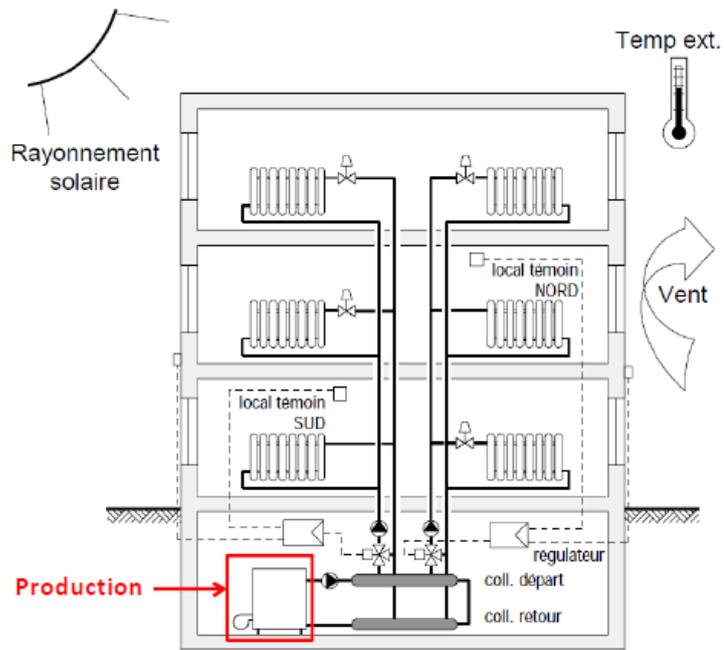


Figure 29. Production de la chaleur par chaudière

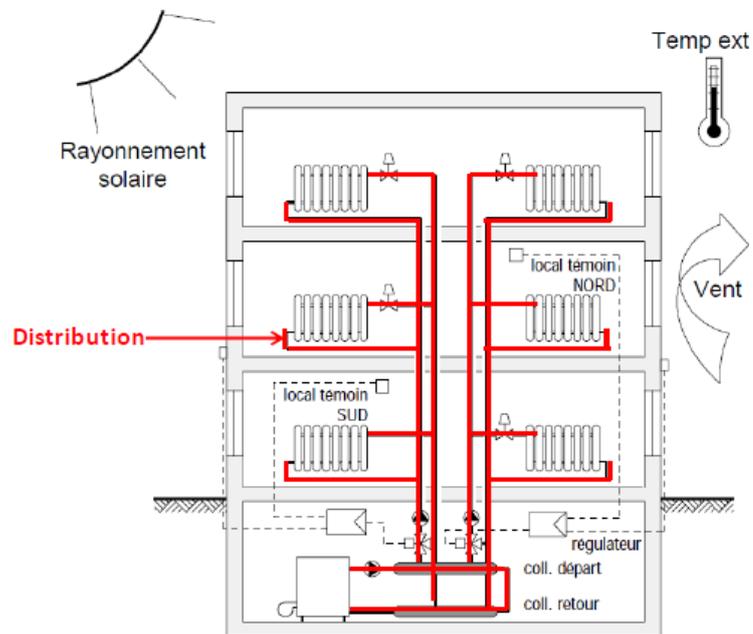


Figure 30. Distribution de la chaleur

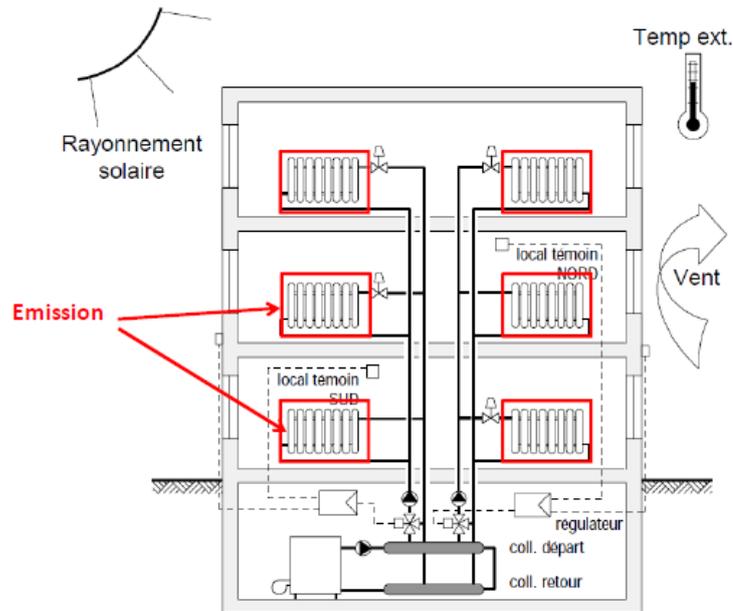
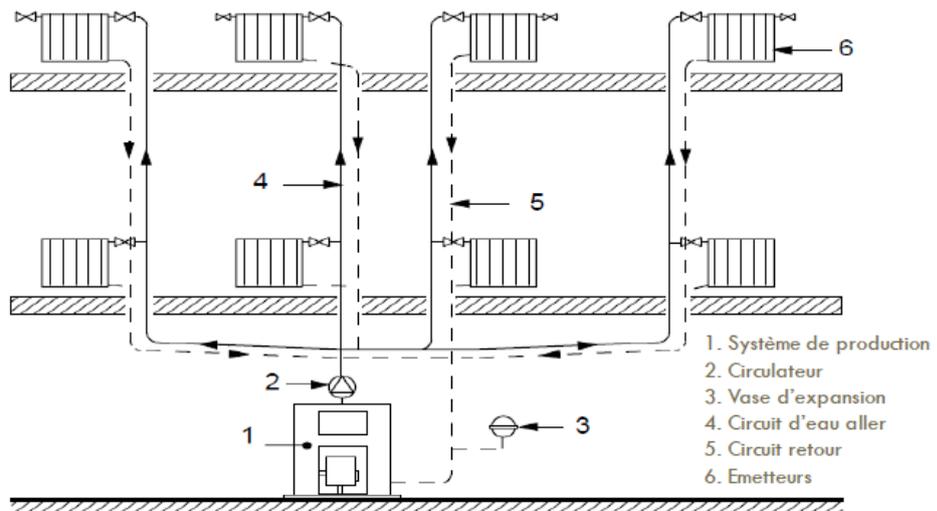


Figure 31. Emetteurs de chaleur (radiateurs)

Le réseau de distribution intérieur peut être réalisé en tubes d'acier, en cuivre ou en matière plastique (PER: polyéthylène réticulé). Ces tubes peuvent être:

Apparents : (installation classique en plinthe),

Réseau bitube



Réseau monotube

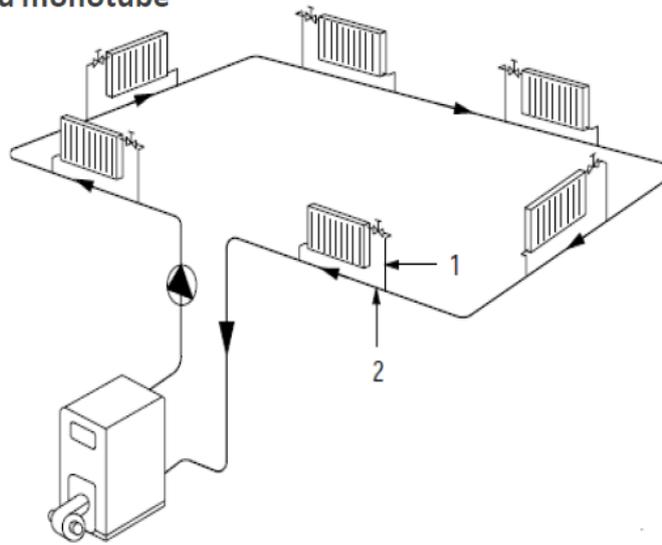


Figure 32. Principe d'installation de chauffage central à eau chaude (bitube) et (monotube)

Encastrés dans le plancher (installation en pieuvre) : Chaque corps de chauffe a son propre réseau de distribution (raccordées à une pièce appelée collecteur). Les tubes gainés, en cuivre ou plus généralement en polythène réticulé (PER) sont incorporés dans l'épaisseur du plancher²⁸.

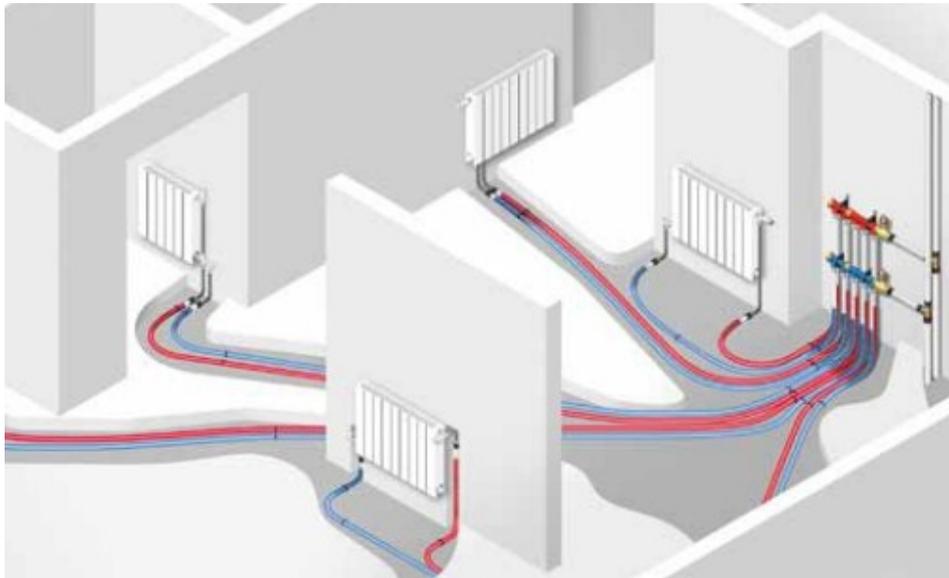


Figure 33. Installation en pieuvre (Source : REHAU, solution pieuvre alimentation radiateurs et distribution sanitaire, Bâtiment, 2014)

6. Le plancher chauffant à eau chaude

Le système de chauffage par le sol est constitué de tubes incorporés dans une dalle en béton et dans lesquels circule de l'eau chaude à basse température (inférieure à 50 °C) pour obtenir une température

²⁸ REHAU, solution pieuvre alimentation radiateurs et distribution sanitaire, Bâtiment, 2014.

de surface, au niveau du sol, comprise entre 21 et 28 °C. Les éléments constitutifs du plancher chauffant sont, de bas en haut :

- Un isolant thermique en polystyrène incompressible ou en mousse de polyuréthane posé sur un plancher en béton ou sur un dallage.
- Des tubes en cuivre ou en PER (PER : polyéthylène réticulé), disposés sur l'isolant et formant une boucle dans chaque pièce à chauffer suivant une forme en spirale ou en serpent.
- Une dalle d'enrobage des tubes, en béton, isolée des murs par une bande isolante périphérique. Cette dalle, d'une épaisseur moyenne de 6 à 8 cm, comporte un treillis soudé qui limite les risques de fissurations.

Ce système chauffe surtout par rayonnement. Il a plusieurs avantages:

- assure une température uniforme de l'air dans les pièces, qui sont ainsi plus confortables,
- ne prend pas de place dans le volume habitable,
- est économique car l'eau est chauffée à basse température (environ 40 °C pour une température à la surface du sol entre 21 et 28 °C, qui est le maximum réglementaire).



Figure 34. Le chauffage au sol (source : <https://www.chauffageavenue.com>)

7. Les pompes à chaleur

Une pompe à chaleur (PAC) est une machine thermodynamique qui puise la chaleur dans un milieu naturel appelé « source froide » comme l'air, l'eau ou le sol.

Grâce à un apport en énergie électrique, elle transfère cette chaleur au fluide de chauffage (généralement de l'eau, mais parfois de l'air). Les pompes à chaleur réversibles assurent le chauffage d'hiver, et aussi le rafraîchissement d'été.

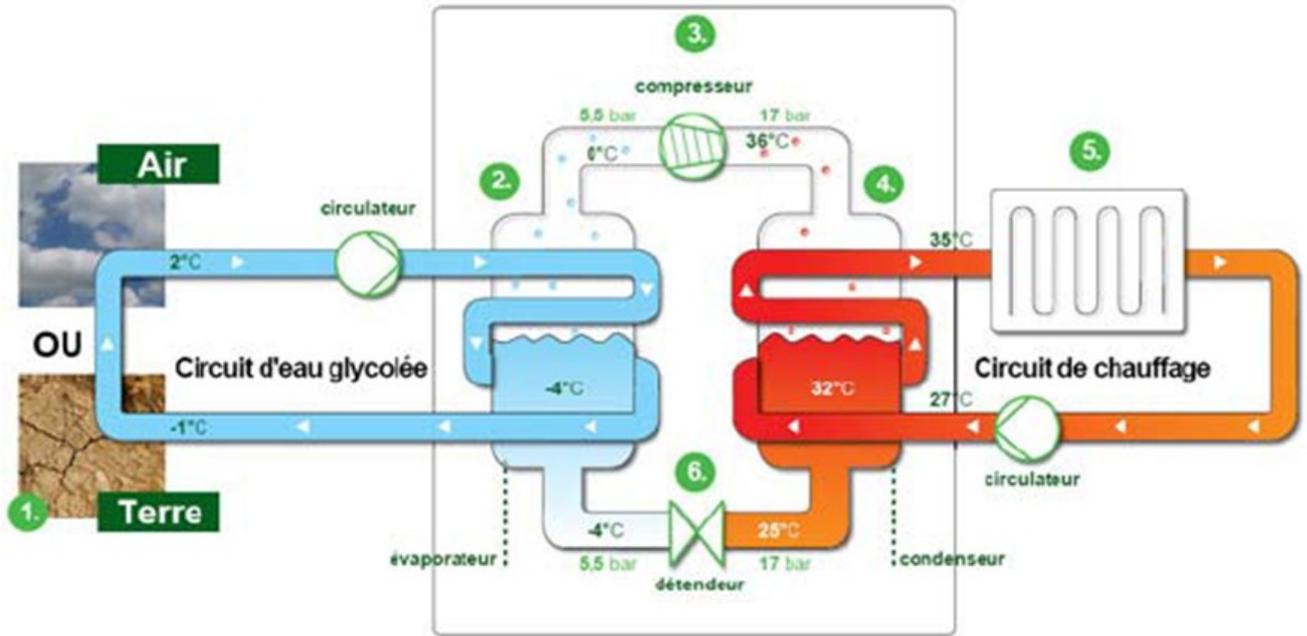


Figure 35. Principe de fonctionnement de la pompe à chaleur

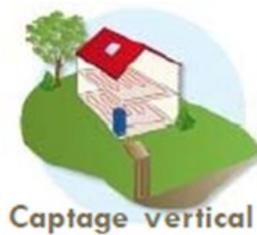
On parle de source froide (celle à la plus basse température) :

- 8. Le sol (géothermie).
- 9. L'air (aérothermie).
- 10. L'eau (hydrothermie).

PAC aérothermique



PAC géothermique



PAC hydrothermique



Figure 36. Différentes sources froides des PAC

8. Le chauffage solaire

Le chauffage solaire est un mode de chauffage qui utilise la chaleur du soleil, et qui est surtout efficace dans les pays ayant un fort ensoleillement (cas de l'Algérie). L'énergie solaire est gratuite et disponible partout. Les systèmes solaires peuvent couvrir une bonne partie des besoins de chauffage des bâtiments, selon la région et la taille de l'installation²⁹.

La chaleur du soleil est récupérée par des capteurs thermiques vitrés placés généralement sur la toiture, puis elle est transférée dans un ballon de stockage car les capteurs solaires ne produisent de la chaleur que lorsque l'ensoleillement est suffisant, alors que les besoins les plus importants se manifestent en général en l'absence de soleil. Il faut donc mettre en place un système de stockage de la chaleur. Lorsque le rayonnement solaire est insuffisant (journées nuageuses), une source d'énergie d'appoint est nécessaire (chaudière) pour compenser le manque.



Figure 37. Le chauffage solaire (source : <https://thermocom.fr/le-choix-des-equipements-de-chauffage-et-de-climatisation/>)

9. La climatisation

9.1. La climatisation réversible

Un climatiseur puise de la chaleur d'un côté (habitat) et la restitue de l'autre (extérieur). Quand on inverse le cycle avec un climatiseur réversible on chauffe non plus l'extérieur mais l'intérieur de l'habitat. Nous appelons cela tout simplement la pompe à chaleur.

Les principes de la climatisation sont fondés sur le transport de chaleur d'un point vers un autre, et le médium généralement utilisé pour ce déplacement de chaleur est appelé réfrigérant ou fluide frigorigène.

Les climatisations dites réversibles permettent donc, de façon additionnelle, d'effectuer le cycle précédemment évoqué mais pour le chauffage. Une climatisation réversible extrait la chaleur « gratuite » de l'extérieur et la transfère vers l'intérieur. Ce principe continue de fonctionner par jours très froids

²⁹ <https://thermocom.fr/le-choix-des-equipements-de-chauffage-et-de-climatisation/>

avec des températures extérieures de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et même $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, en fonction du type et de la qualité du climatiseur utilisé³⁰.

La climatisation réversible constitue un système de chauffage à part entière et permet de chauffer et rafraîchir avec la même unité tout en réduisant les coûts d'énergie tout au long de l'année. L'intérêt de ce système est la performance en chauffage puisque l'économise peut atteindre 50 % à 70 % de la consommation de chauffage (par rapport à un chauffage par convecteur électrique).

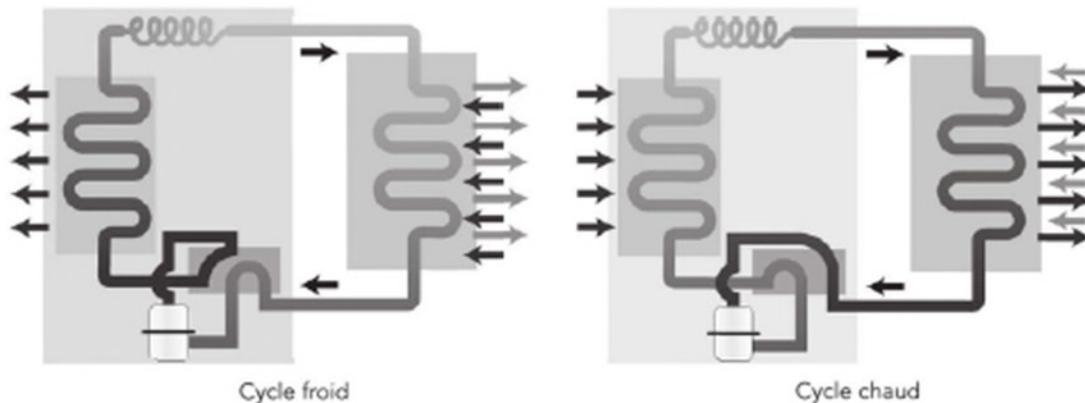


Figure 38. *Climatisation réversible*

9.2. *La climatisation d'une pièce*

Le monosplit est la solution la plus courante, avec une unité à l'extérieur et une unité à l'intérieur. C'est aussi la solution la plus simple, la plus rapide à installer et la plus économique.

Le monosplit permet d'équiper une seule pièce. Très pratique, il peut s'installer avec n'importe quelle unité intérieure et vous garantit le confort, été comme hiver. Il peut effectivement travailler en hiver en pompe à chaleur performante avec des COP de 3 si l'on choisit un matériel de qualité. C'est l'offre la plus répandue en climatisation pour le résidentiel.

9.3. *La Climatisation et chauffage par zonification*

La climatisation et/ou le chauffage par zonification est un concept de confort thermique utilisant le juste minimum d'air pour traiter et apporter le confort requis dans chaque pièce. Les pièces ou locaux inoccupés ne sont pas inutilement climatisés ou chauffés. Le mode de diffusion de l'énergie est l'air, plus économique que l'eau en circulation, qui est optimisé en débit en fonction de la demande de chaque pièce³¹.

³⁰ <https://thermocom.fr/le-choix-des-equipements-de-chauffage-et-de-climatization/>

³¹ Climatisation et chauffage par zonification, Airzone, Octobre 2012, <http://conseils.xpair.com>.

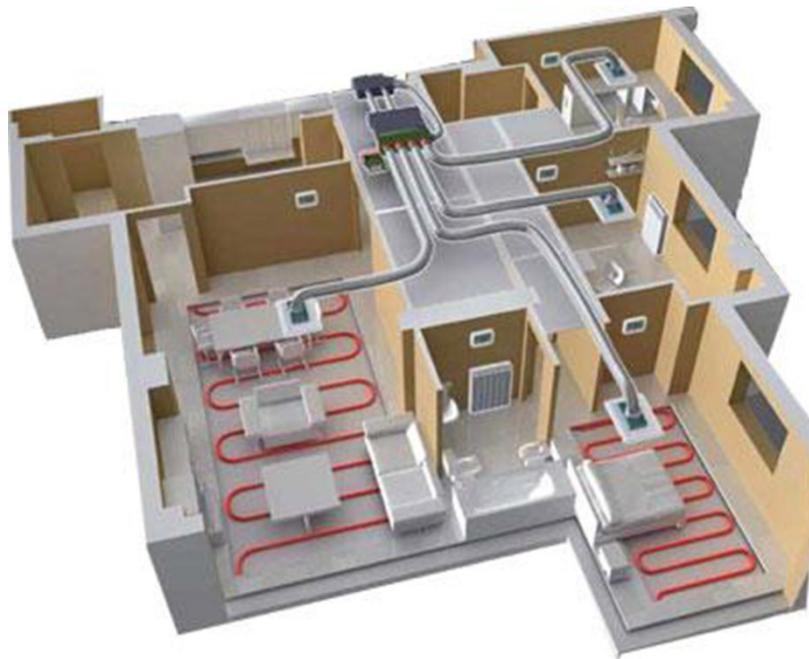


Figure 39. *Climatisation centralisé*

Dans le cas d'installations de chauffage et refroidissement centralisés, c'est-à-dire dans lesquelles une unique unité gainable réversible traite plusieurs pièces ou zones d'un logement ou d'un bureau, le fait d'intégrer un système de zones permet de contrôler de façon indépendante la température de chaque zone.

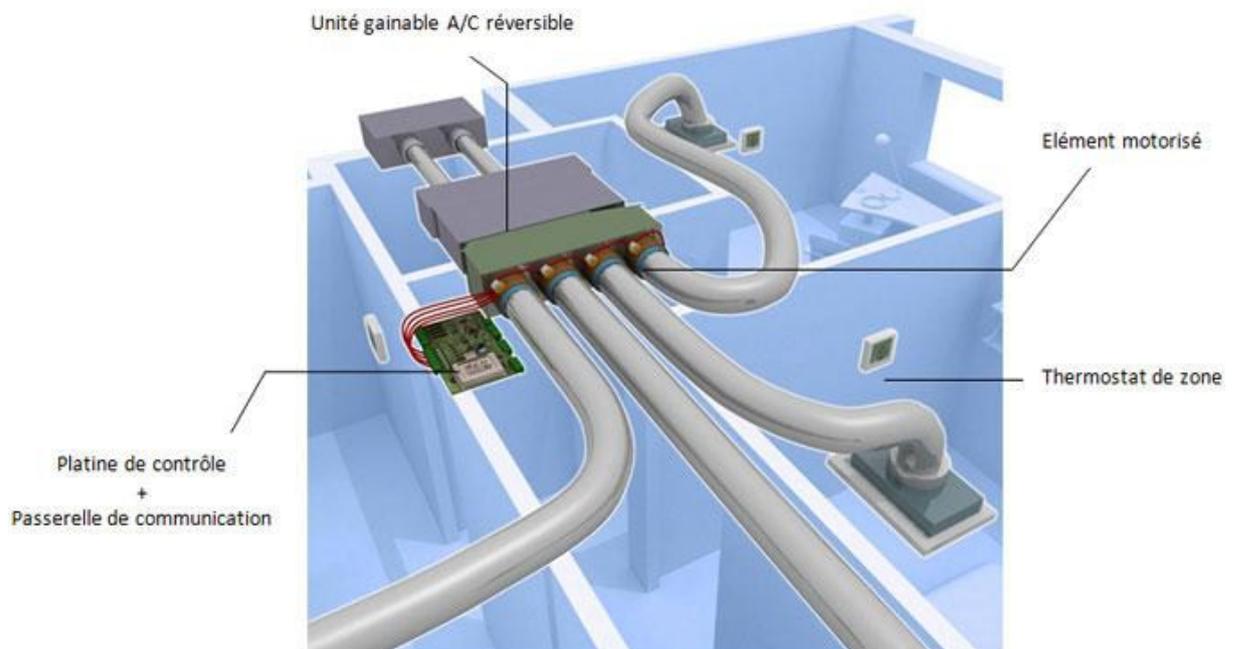


Figure 40. Composants d système gainable

Le système de zones permet par conséquent d'adapter le fonctionnement de l'installation selon les besoins réels à tout moment grâce à l'utilisation de thermostats indépendants qui pilotent l'ouverture et la fermeture d'éléments motorisés (registres de gaine, diffuseurs ou grilles), le tout étant géré par la platine de contrôle.

10. Conclusion

Le chauffage répond à un besoin physiologique de confort des individus. Dans le bâtiment, un équipement de chauffage assure le confort thermique des utilisateurs. Il répond également à leurs besoins en termes de fourniture d'eau chaude sanitaire.

La climatisation assure le confort d'été. Climatiser sa maison ou son appartement c'est un investissement pour son confort et pour sa qualité d'air intérieur. Pour un habitat fermé où il est difficile d'ouvrir ses fenêtres par exemple en centre-ville, pour le confort de nos anciens, et de fait pour nos maisons de plus en plus isolées et étanches à l'air, la climatisation est une solution de confort à réaliser avec les techniques les plus efficaces.

Chapitre V : La ventilation du bâtiment et la qualité d'air

1. Introduction

Une aération efficace, réalisée de façon naturelle ou mécanique, est indispensable au maintien d'une ambiance intérieure de qualité dans les locaux. Avant que les constructions ne présentent une bonne étanchéité à l'air, la question de la ventilation ne se posait pas, car les mouvements d'air et les échanges intérieur / extérieur naturellement induits par les différences de température et de pression assuraient un renouvellement, sinon satisfaisant, du moins efficace.

Lors du développement des immeubles de logements collectifs, dans lesquelles les logements ont rapidement intégré des WC ; la nécessité d'aérer était souvent simplement traitée par la présence d'ouvertures, ce qui imposait que toutes les pièces aient un contact avec la façade. L'arrivée de la ventilation shunt avec ouverture haute et basse a permis de ventiler sans fenêtre les pièces de services, ce qui a conduit à une évolution dans les plans de logements.

Les ventilations mécaniques se sont ensuite largement développées. Par ventilation naturelle ou mécanique, la prise d'air se fait généralement en façade des pièces principales et celle des bouches d'évacuation dans les pièces de service. Le balayage de l'air vicié s'effectue donc en direction des pièces d'hygiène ou de cuisine, ce qui limite l'expansion des odeurs vers les pièces de séjour et les chambres.

La ventilation a pour objet d'assurer deux fonctions essentielles :

Contribuer à l'hygiène de vie des occupants en évacuant de chaque pièce les polluants de l'air : odeurs, humidité, produits de combustion des appareils de gaz, microbes ;

Préserver le bâti en évitant les désordres dus à une aération insuffisante : condensation et développement de moisissures.

2. Pourquoi faut-il ventiler ?

2.1. Pour maîtriser l'énergie

La ventilation hygiénique fait partie du trio indissociable formé avec l'étanchéité à l'air et l'isolation thermique permettant le bon achèvement d'un bâtiment confortable et performant énergétiquement. L'un ne va pas sans l'autre. En effet, augmenter l'isolation sans penser aux pertes dues au niveau d'étanchéité à l'air du bâtiment n'a pas de sens... Et dès lors que le bâtiment est suffisamment étanche à l'air, il devient impératif de ventiler pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur et garantir des ambiances intérieures confortables.

2.2. Pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur

Ainsi, l'être humain passe entre 80% et 90% de son temps dans un espace intérieur clos et y respire de l'air intérieur bien souvent plus pollué que l'air extérieur. Pour évacuer ces polluants présents dans l'air et garantir une bonne qualité de l'air pour notre confort respiratoire et notre santé, il est nécessaire de ventiler les locaux dans lesquels nous vivons. De même, il peut être nécessaire d'évacuer le surplus d'humidité des bâtiments afin d'éviter tous dégâts dus à la condensation et garantir la bonne santé du bâtiment autant que celle des occupants.

2.3. Pour oxygéner le bâtiment

Dès lors que le bâtiment est un tant soit peu étanche à l'air et que les appareils de combustion se trouvent à l'intérieur du volume protégé, il devient nécessaire d'assurer l'alimentation en air et donc en oxygène du bâtiment pour permettre la combustion utile au système de chauffage.



La qualité d'air intérieur dépend notamment de :

1. L'air extérieur
2. Le mobilier
3. Les produits et équipements de construction
4. La ventilation
5. Le comportement des usagers

Figure 41. Intérêt de la ventilation (source : énergie+)

3. Comment ventiler ?

Pour atteindre les débits d'air et les renouvellements d'air prévus par les normes ou ceux nécessaires afin de garantir le confort respiratoire et la santé des occupants et du bâtiment, un système de ventilation hygiénique de base doit prévoir :

- une amenée d'air frais dans les locaux dits "secs" : bureaux, salle de réunion, salle de séjour, chambre...
- une évacuation de l'air vicié et humide dans les locaux dits "humides" : sanitaires, vestiaires, cuisine, salle de bain...
- un transfert de l'air des locaux secs aux locaux humides
- une gestion efficace pour garantir les débits voulus tout en limitant les pertes énergétiques

Les locaux où l'air doit être fourni doivent donc disposer d'une alimentation en air et ceux où l'air doit être enlevé, d'une extraction. Celles-ci peuvent être naturelles (simple ouverture vers l'extérieur) ou mécanique (équipée d'un ventilateur). Ceci donne lieu à une classification des systèmes de ventilation en 4 modes principaux :

Évacuation	Alimentation	
	Naturelle	Mécanique
Naturelle	Système A ou Ventilation naturelle	Système B ou Simple flux par insufflation
Mécanique	Système C ou Simple flux par extraction	Système D ou Double flux

Tableau 7. Systèmes de ventilation (source : énergie+)

4. La ventilation naturelle

Elle se fait par les interstices (infiltration) et par les ouvertures (ventilation) du bâtiment. L'air circule sous l'effet du vent, des différences de températures et des jeux de pressions. L'ouverture des grilles, bouches ou fenêtres peut se faire manuellement ou mécaniquement³².

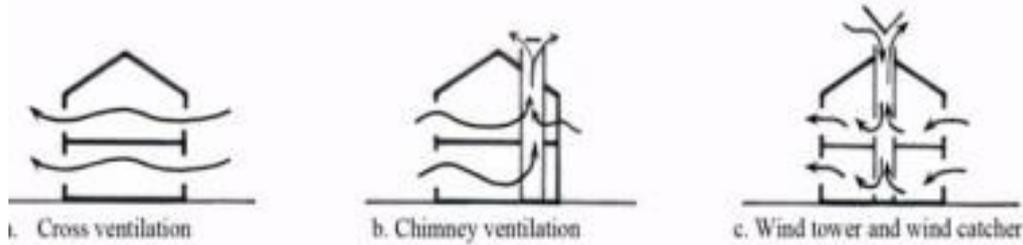


Figure 42. Modèles de bases de ventilation naturelle, (source: Barbara Widera,(2015),*Bioclimatic Architecture,Journal of Civil Engineering and Architecture Research.*)

La ventilation naturelle ne nécessite aucun dispositif mécanique pour fonctionner, et repose sur la circulation de l'air sous l'effet du vent et du tirage thermique, ce système est constitué d'une entrée d'air neuf de type auto réglable (ajustement de la section de passage de l'air en fonction du vent) dans chaque pièce principale des logements récents, et d'une extraction d'air par conduit vertical dans chaque pièce de service³³.

5. La ventilation mécanique contrôlée

La ventilation mécanique contrôlée permet d'assurer en permanence des débits de ventilation constants, indépendamment des conditions climatiques.

Ce système utilise des composants motorisés, ventilateurs, pour forcer la circulation l'air à l'intérieur du bâtiment. On parle de simple flux par extraction si le ventilateur sert à faire sortir l'air du bâtiment, de simple-flux par insufflation s'il sert à faire entrer l'air ou de double flux si le système combine les deux.

5.1. La ventilation simple flux (pulsion)

L'air est pulsé dans les chambres et évacué naturellement par des conduits verticaux dans les sanitaires.

³² Barbara Widera, *Bioclimatic Architecture, Journal of Civil Engineering and Architecture Research*, 2015.

³³ Cécile Granier, Michel Platzer, *La technique du bâtiment tous corps d'état*, 8^{ème} Editions le moniteur, Antony, 2017.

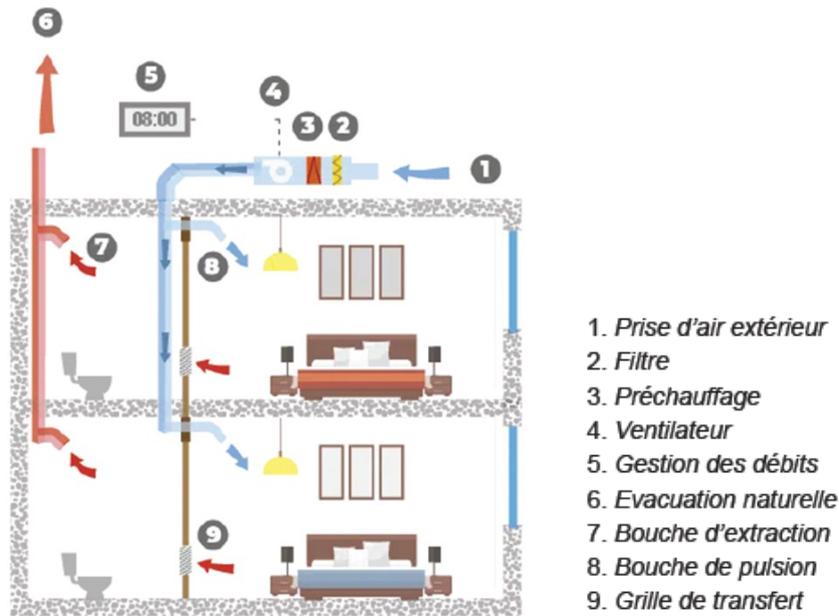


Figure 43. La ventilation simple flux (source : énergie +)

5.2. La ventilation simple flux (extraction)

L'air est introduit naturellement dans le bâtiment par des ouvertures en façade et évacué mécaniquement (en tout ou en partie) dans les sanitaires.

Principe :

On parle de ventilation simple flux lorsque soit l'amenée d'air (pulsion), soit l'évacuation d'air (extraction) est réalisée grâce à un ventilateur.

La ventilation "simple flux" la plus rencontrée, consiste à créer un mouvement de circulation de l'air dans le bâtiment de telle sorte que l'air neuf entre naturellement par les locaux "propres" (bureaux, chambres d'hôtel,...) et que l'air soit extrait par un ventilateur dans les locaux "humides" (sanitaires, buanderies,...) ou "viciés" (WC, cuisines,...). L'air chemine ainsi à travers plusieurs locaux par ordre croissant de pollution, en passant sous les portes ou par des grilles de transfert.

Pour que cela se passe effectivement ainsi, il faut :

Que les locaux humides ou viciés soient mis en dépression par rapport au reste du bâtiment. Des extracteurs d'air (ou ventilateurs d'extraction) aspirent l'air des sanitaires, de la cafétéria, ... on parle donc d'évacuation mécanique.

Que des ouvertures soient placées en façade (grilles dans les fenêtres ou dans les murs), pour diffuser de l'air dans les locaux "propres".



Figure 44. Grilles de ventilation

Que le transfert de l'air entre les locaux avec alimentation et les locaux avec évacuation soit organisé : fentes sous les portes, grilles dans les portes, transfert par les couloirs,...



Figure 45. Transfert de ventilation par grille

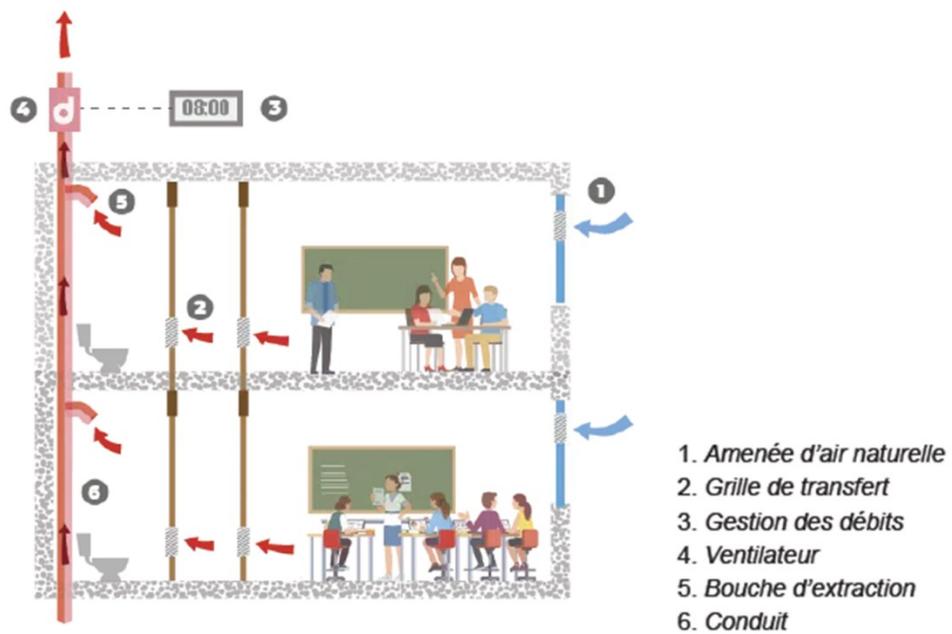


Figure 46. La ventilation simple flux extraction (source : énergie +)

5.3. La ventilation double flux

L'air est pulsé dans les locaux, évacué mécaniquement (en tout ou en partie) dans les sanitaires.

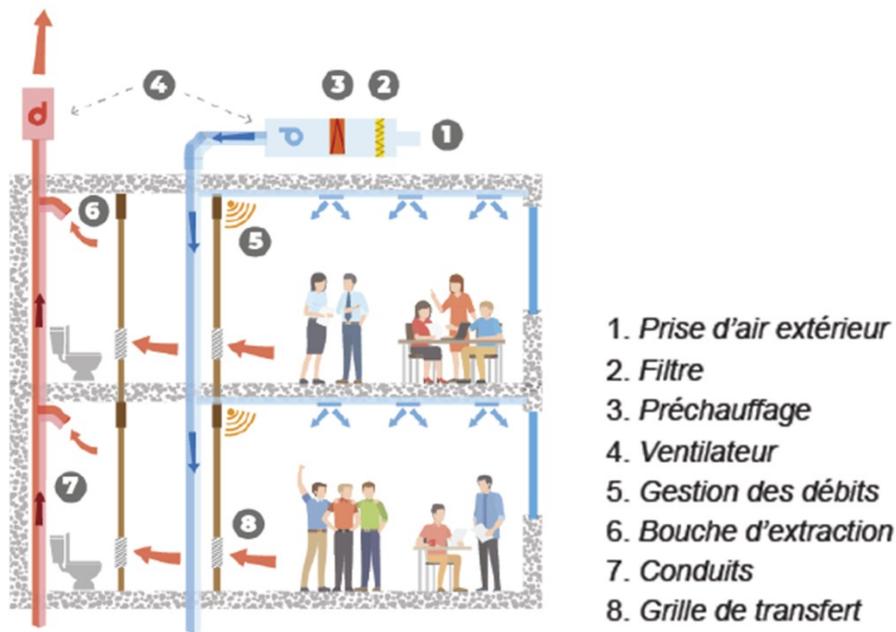


Figure 47. La ventilation double flux (source : énergie +)

Principe :

La ventilation “double flux” consiste à organiser :

- la pulsion mécanique d’air neuf, filtré, dans les locaux,
- l’extraction mécanique d’air vicié des locaux.

On peut pulser l’air neuf dans les locaux dits “propres” (bureaux, séjour, ...) et extraire l’air dans les locaux “humides” ou “viciés” (sanitaires, cuisines).

En général, la ventilation double flux est centralisée ce qui permet de n’avoir qu’un seul groupe de pulsion/extraction pour le bâtiment ou partie de bâtiment. Toutefois, chaque local peut aussi disposer d’une pulsion et d’une extraction propres, on parle alors de ventilation double flux décentralisée. Des systèmes existent même depuis peu qui permettent de pulser et d’extraire l’air au niveau d’une pièce grâce à un seul appareil à insérer au niveau du châssis ou dans le mur.

Les locaux produisant des odeurs ou ayant des exigences sanitaires sont généralement maintenus en dépression de telle sorte que l’air vicié ne s’en échappe pas !

La pulsion se distribue via un réseau de conduites verticales et horizontales dans les faux plafonds. Les conduits verticaux d’évacuation d’air sont semblables aux conduits des systèmes “simple flux” et peuvent être disposés parallèlement aux conduits verticaux d’amenée d’air.

Les bouches d’amenée d’air sont de type murale (par exemple, dans les retombés des faux plafonds), ou de type plafonnier s’il existe des faux plafonds dans le local. Chaque bouche, avec généralement un plénum de détente, est raccordée au circuit de soufflage par un conduit en tête duquel est installé un registre de réglage des débits.

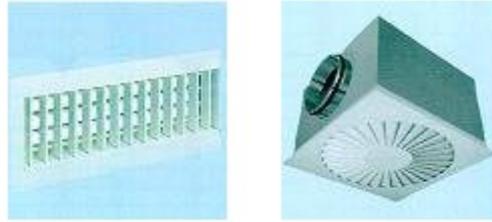


Figure 48. Grille murale et diffuseur plafonnier

6. Le puits canadien

Il consiste à utiliser le différentiel de température entre l'air extérieur et le sol. Le principe de cette technique consiste à faire circuler l'air neuf entrant dans la maison ou dans le bâtiment par des canalisations enterrées³⁴ :

- En hiver, l'air se réchauffe au contact du sol et réduit ainsi les besoins en chauffage, ou permet un maintien hors-gel de la maison ou de l'immeuble : c'est le puits canadien.
- En été, l'air se rafraîchit au contact du sol, pénètre dans l'habitation à une température inférieure à la température extérieure, et améliore ainsi le confort : c'est le puits provençal.

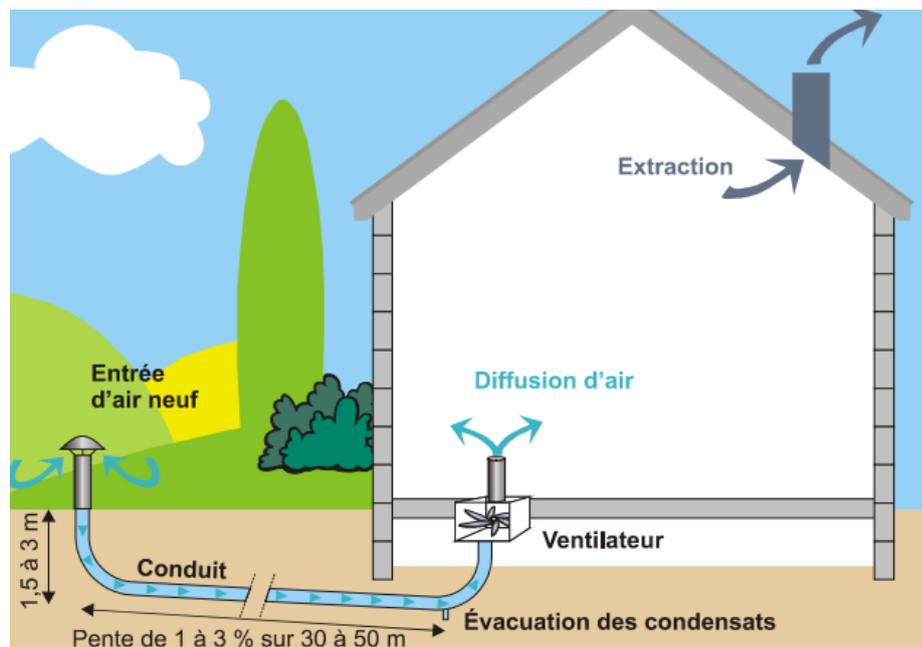


Figure 49. Principe du puits canadien (Source : Cetiati, les puits canadiens, provençaux, guide d'information, Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques, France, 2018).

Il semble que le puits canadien permette une économie de l'ordre de 20 .. 25 % de la consommation liée au chauffage de l'air neuf (5 .. 10 % de la consommation totale de chauffage) et permette un rafraîchissement naturel de l'air en été. Le coût du puits canadien dépend de la conception du bâtiment. Par exemple, l'intégration dans les fouilles du bâtiment ne demande pas d'excavation supplémentaire.

³⁴ Cécile Granier, Michel Platzter, La technique du bâtiment tous corps d'état, 8^{ème} Editions le moniteur, Antony, 2017.

Cependant, vu l'investissement important qu'il requiert, les risques de condensation internes, les pertes de charges supplémentaires dans le système de ventilation qu'il amène et l'entretien, le puits canadien/provençal n'est généralement pas une priorité. En effet³⁵ :

En hiver, il est en concurrence avec le récupérateur de chaleur.

En été, il permet certes d'améliorer le confort hivernal mais son rôle reste faible comparativement à d'autres stratégies passives de froid comme la bonne définition des surfaces vitrées, les protections solaires extérieures, la ventilation naturelle intensive ou l'inertie.

Saison	Récupérateur de chaleur sur l'air extrait uniquement	Puits canadien/provençal uniquement	Récupérateur de chaleur sur l'air extrait + puits canadien/provençal
Hiver			
Été			

Tableau 8. Situations du puits canadien selon les saisons (source : énergie +)

6.1. Règles de conception

Les règles de conception suivante constituent une bonne pratique pour le secteur domestique :

- la conduite sera enterrée entre 2 à 4 m de la surface du sol,
- la vitesse de l'air dans le conduit ne dépassera pas 3 m/s (conseillé 2 m/s, voire moins),
- le dimensionnement du conduit tiendra compte de la nature du sol,
- le conduit comprendra une pente d'environ 2 % et une évacuation des condensats produits en été,
- le conduit sera lisse et étanche, de manière à éviter l'infiltration d'eau et les développements bactériens,
- l'entrée d'air sera équipée d'un ou plusieurs filtres et protégée contre l'intrusion des rongeurs, insectes et pollens,
- l'entrée d'air sera située à une hauteur de 120 cm minimum ou dans un mur de soutènement,
- le diamètre des conduits ne dépassera pas 20 cm,
- si plusieurs conduits sont nécessaires, ils seront espacés d'au minimum 5 fois leur diamètre,
- l'installation sera équipée d'un by-pass thermostatisé de manière à court-circuiter le conduit enterré lorsque la température extérieure est supérieure à la température du sol et en absence de besoin de rafraîchissement.

³⁵ energieplus-lesite.be

Toutes les garanties devront être prises pour assurer la qualité hygiénique du puits canadien. Il s'agit de permettre le nettoyage du système et éviter le développement bactérien consécutif aux condensations estivales.



Figure 50. *La vue de la prise d'air (source : Energie +)*

6.2. Puits canadien et VMC

Un puits canadien/provençal peut utilement être associé à un système de ventilation mécanique double flux, Le ventilateur d'entrée d'air neuf de la VMC fait alors également office de moteur du puits,

On notera toutefois que les débits nécessaires à une utilisation provençale en été sont considérablement supérieurs aux débits du renouvellement d'air imposés en hiver³⁶.

Il conviendra donc, en cas d'utilisation d'un seul moteur, que sa puissance soit réglable en fonction de la saison.

³⁶ energieplus-lesite.be

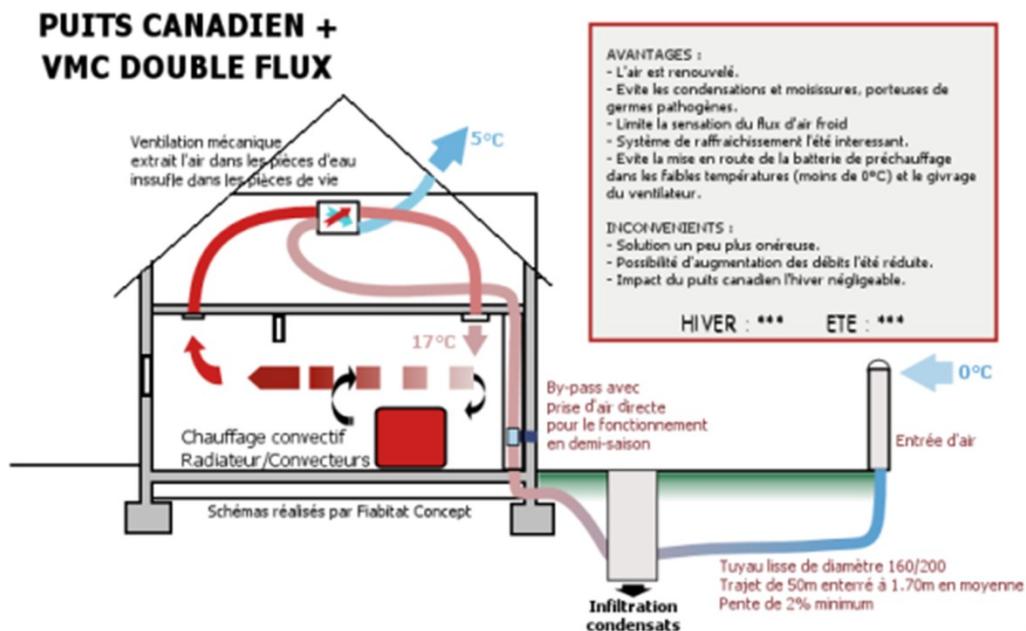


Figure 51. Puits canadien + VMC double flux

7. Conclusion

Ce chapitre nous a affirmé qu'un système de renouvellement de l'air efficace doit garantir un air sain et confortable dans chaque pièce, quelles que soient son utilisation, sa dimension et son occupation.

Pour évaluer le système de ventilation adéquat pour évacuer et remplacer l'air « vicié », il faudra calculer le débit d'évacuation de l'air impropre, de renouvellement et d'amélioration de la qualité d'air sain par personne. Pour ce faire, le responsable du bâtiment (responsable énergie ou technicien) devra prendre en compte l'environnement extérieur, l'environnement intérieur ainsi que la ventilation existante.

Chapitre VI : Protection, lutte et évacuation contre l'incendie

1. Introduction

Aucun bâtiment n'est à l'abri d'un incendie. On dit souvent « mieux vaut prévenir que guérir » et cela prend tout son sens lorsqu'il s'agit de prévention incendie. Sinon, lorsqu'un incendie majeur se déclare, il est trop tard pour penser à la prévention, il faut agir et procéder à l'évacuation.

Une réflexion poussée lors de la conception d'un projet et qui identifie les zones à risque, met en place les moyens de prévention qui s'appliquent pour réduire ou contrôler ses risques. Cela réduira la probabilité qu'un incendie survienne.

Il faut donc planifier ce qui devra être fait dans l'éventualité d'un incendie en préparant un plan de sécurité incendie. Il s'agit d'un document qui précise ce qui doit être fait, quand, comment et par quoi. Il a pour but de :

1. protéger la vie des travailleurs;
2. limiter les conséquences et les pertes lors d'un incendie;
3. faciliter l'intervention des secours externes (pompiers, ambulanciers, policiers);
4. s'assurer d'avoir des équipements fonctionnels pour parer à un incendie;
5. réduire le risque de déclenchement d'un incendie.

2. Formation d'un feu

Le feu est la manifestation d'une combustion rapide et persistante accompagnée d'émission de lumière et d'énergie thermique. Ceci est possible grâce à trois éléments : un combustible, un comburant et une source de chaleur.

Le combustible, le comburant et la source de chaleur constituent le triangle du feu.

Au travers de cette représentation triangulaire, il est important de savoir qu'en supprimant un des trois d'extinction présent dans votre entreprise ou à domicile aura pour objectif de s'attaquer à l'un d ces trois éléments du triangle du feu³⁷.

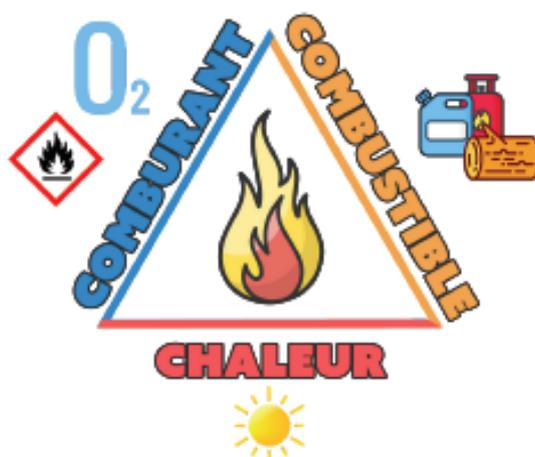


Figure 52. Le triangle du feu

³⁷ Prévention du risque Incendie, Lutte contre l'incendie & évacuation du personnel, savpro formation, 2019

2.1. Déroulement d'un incendie

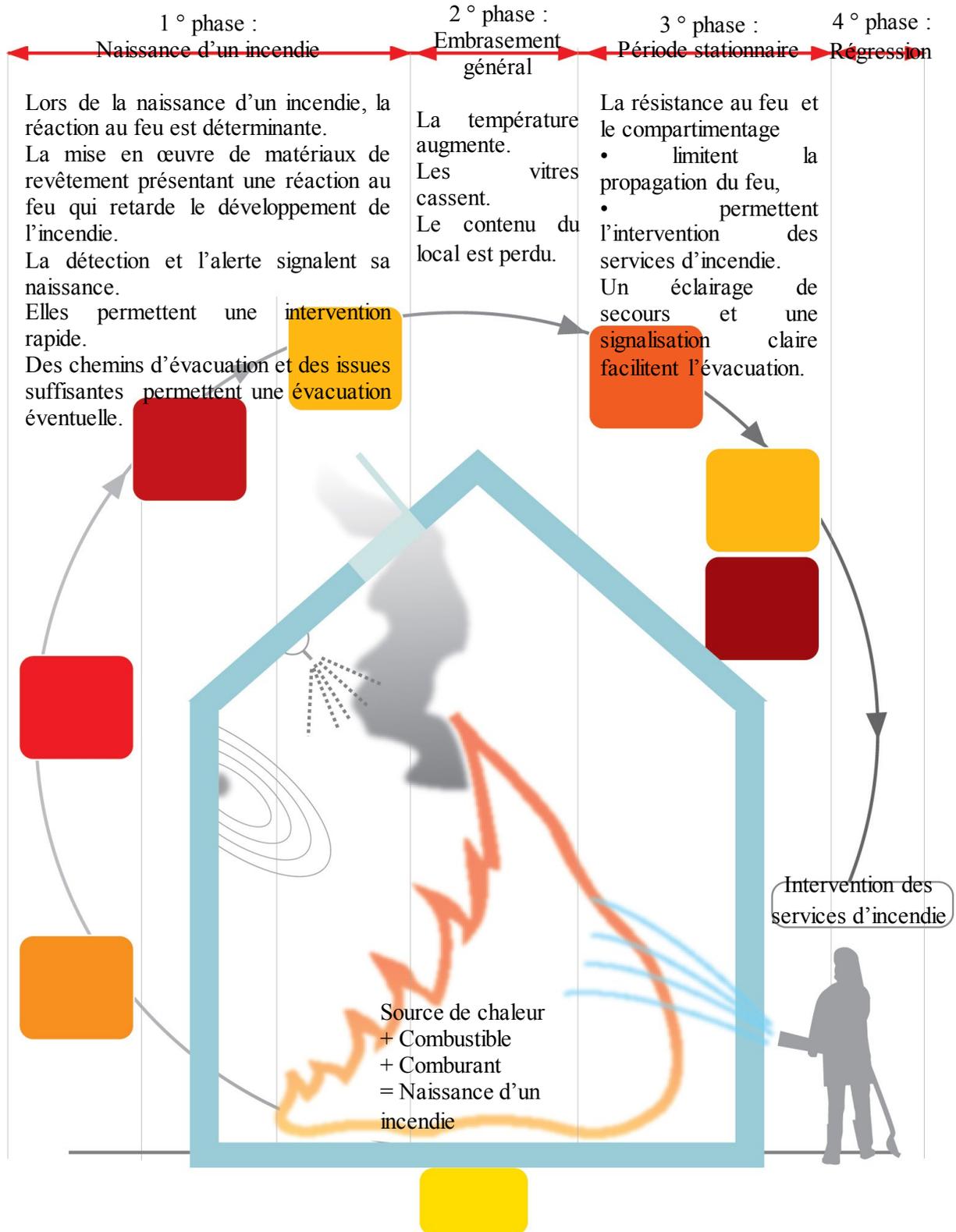


Figure 53. Déroulement d'un incendie

3. Les moyens de prévention des incendies

Pour éviter les dommages résultant d'un incendie, les moyens suivants de prévention et d'intervention sont mobilisés :

- 1° La réaction au feu permet de ralentir la naissance d'un incendie et sa vitesse de propagation;
- 2° La détection et l'alerte signalent la naissance d'un incendie et permettent rapidement une intervention et l'évacuation éventuelle;
- 3° Les moyens d'extinction doivent permettre aux occupants d'éteindre un début d'incendie; le sprinklage doit éteindre automatiquement ou contrôler un feu qui prend naissance ; le désenfumage doit permettre l'évacuation des fumées et de la chaleur
- 4° la résistance au feu et le compartimentage permettent de limiter l'extension et les dommages en résultant, l'évacuation des occupants et l'intervention des pompiers.
- 5° l'intervention permet l'aide à l'évacuation et limite l'extension du feu dans le bâtiment et également aux bâtiments voisins.

4. La prévention passive

La prévention passive concerne la réaction au feu, la résistance au feu et le compartimentage. Elle concerne le gros-œuvre du bâtiment et le parachèvement.

La conception de la prévention incendie est basée sur les principes suivants :

- la mise en œuvre de matériaux de revêtement présentant une bonne réaction au feu retarde le développement d'un incendie qui a pris naissance ;
- la réalisation d'un compartimentage, c'est-à-dire la division du bâtiment en volumes délimités par des parois ayant une résistance au feu suffisante, permet de limiter, durant un temps déterminé, le développement de l'incendie au compartiment où le feu a débuté;
- en outre, des issues suffisantes sont nécessaires pour permettre l'évacuation des personnes. A l'intérieur du bâtiment, on prévoit des chemins d'évacuation qui constituent des compartiments conçus spécialement à cet effet. Des coursives, c'est-à-dire des galeries situées à l'extérieur du bâtiment et qui donnent accès à une cage d'escalier, peuvent aussi servir de chemin d'évacuation ; l'évacuation est facilitée par une signalisation claire et une bonne application³⁸.

5. La prévention active

La prévention dite active concerne la détection, l'alerte, l'extinction, l'évacuation des fumées.... Elle concerne l'équipement du bâtiment.

La détection et les moyens d'alerte permettent de signaler le début d'un incendie. Ceci est très utile dans les immeubles d'habitations, où la nuit les occupants dorment et où les occupants n'ont pas une vue sur les logements voisins. Une détection ponctuelle permet de réveiller les occupants d'un appartement. Une détection centralisée permet de prévenir les occupants des logements voisins, voire le service d'incendie.

³⁸ Guides sécurité incendie, société wallone du logement, CSTC.

Ceci réduit les délais d'évacuation et d'intervention.

Les moyens d'extinction (extincteurs, dévidoirs muraux, ...) permettent aux occupants d'intervenir rapidement et efficacement pour éteindre un feu naissant. Les dévidoirs muraux à alimentation axiale et hydrants muraux sont aussi à disposition des services incendie pour faciliter leur intervention.

Le sprinklage constitue une intervention automatique sur un incendie naissant. Il est intéressant dans les locaux où la source d'incendie est importante et dans les locaux normalement non occupés (locaux techniques, dépôts d'ordure, ...).

La signalisation et l'éclairage de sécurité facilitent l'évacuation et l'intervention.

Les moyens de prévention active concernent les équipements du bâtiment. De ce fait, ils demandent un entretien régulier et présentent un certain risque de défaillance au moment critique. Par contre, dans un bâtiment existant, ils sont beaucoup plus faciles à installer que certains moyens de prévention passive.

Ainsi, lorsque dans un bâtiment existant il est difficile de satisfaire aux exigences demandées pour la protection passive, certains moyens de prévention active peuvent compenser cette insuffisance, et permettent d'atteindre néanmoins un niveau de sécurité acceptable. D'autres points importants comme l'organisation, la formation des équipes de première intervention (EPI), les exercices, permettent également bien entendu d'améliorer le niveau de sécurité global du bâtiment³⁹.

6. Le système de sécurité incendie

Les établissements doivent être protégés contre les incendies. Suivant leur catégorie, les systèmes de sécurité incendie (SSI) à mettre en place sont plus ou moins complexes.



Figure 54. Système SSI

³⁹ Guides sécurité incendie, société wallonne du logement, CSTC.

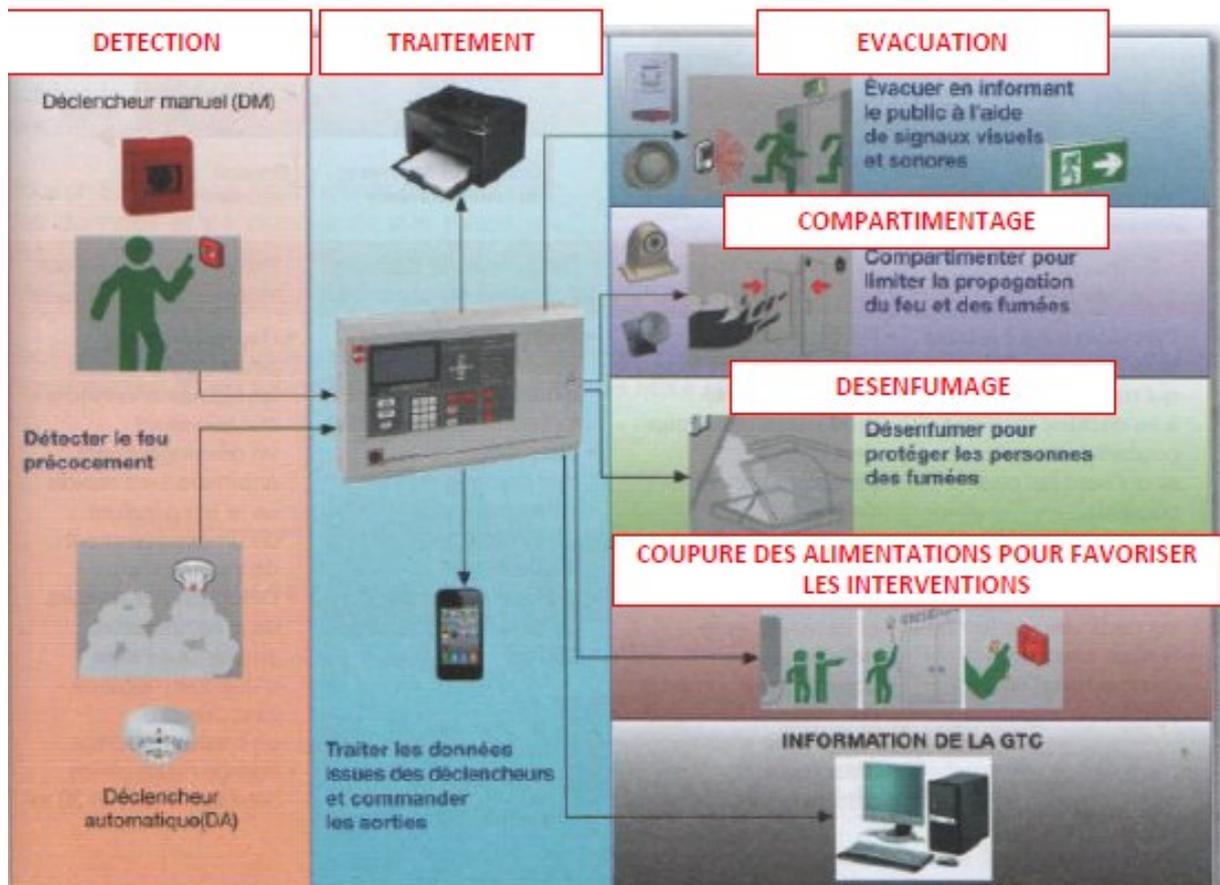


Figure 55. Organisation générale d'un système de sécurité incendie (SSI)

7. Moyens de lutte contre l'incendie

7.1. Les moyens mobiles

Extincteurs : C'est le moyen d'extinction le plus répandu dans votre entreprise. La réglementation impose que des extincteurs soient placés de manière régulière dans l'ensemble de vos locaux de travail. Ces derniers doivent être vérifiés annuellement par une entreprise spécialisée.



Figure 56. Extincteur

Couverture antifeu : La couverture anti-feu se rencontre principalement dans les cuisines professionnelles ou dans les stations-service. Elle est très efficace pour étouffer un départ de feu. Par ailleurs, étant non-invasive, elle sera également très utile à votre domicile.



Figure 57. *Couverture antifeu*

Sable : Le sable est utilisé pour faire face à un feu d'hydrocarbures, voire de solvants. Le sable, dans un bac, est mis à disposition du personnel au sein des parcs de stationnement, mais également d'une station-service.



Figure 58. *Sable*

7.2. *Les moyens semi-mobiles*

Robinet d'incendie armé (ria) : Le robinet d'incendie armé (RIA) est un moyen d'extinction dit semi-mobile qui peut être rapidement mise en oeuvre par une ou deux personnes. Continuellement alimenté en eau, il permet de venir refroidir un départ de feu prenant de l'ampleur en attendant l'arrivée des pompiers.



Figure 59. *Robinet d'incendie armé (ria)*

7.3. *Les moyens fixes*

Colonnes sèches et humides : Les colonnes sèches et humides sont des tuyauteries fixes et rigides, installées dans diverses constructions. Elles sont destinées à faciliter l'intervention des sapeurs-pompiers en acheminant rapidement de l'eau à tous les niveaux des bâtiments (étages et sous-sols).



Figure 60. Colonnes sèches et humides

Les systèmes automatiques d'extinction : Ces systèmes automatiques, de type « sprinkler », qui se déclenchent seuls en cas de chaleur excessive au sein d'un local, arrosent par brumisation la zone enflammée. Ce type de système est rendu obligatoire au sein des ERP ayant une superficie supérieure à 3000m².



Figure 61. Sprinkler

Poteau incendie : Le poteau incendie ou borne hydratante, alimenté(e) par un réseau d'eau sous pression, est implanté(e) sur la voie publique ou à proximité d'un bâtiment, et est destiné(e) à l'usage unique des sapeurs-pompiers, pour alimenter les fourgons de lutte contre l'incendie.



Figure 62. Poteau incendie

7.4. Les différents extincteurs

Extincteur à eau avec additif : Type d'extincteur le plus courant, il est dit "généraliste".

Il contient de l'eau additionnée d'un additif. Il agit efficacement sur tout type de feux ainsi que sur les feux d'origine électrique (< 1000 volts). Dans la plupart des cas, il doit être percuté avant utilisation.



Figure 63. *Extincteur à eau*

Extincteur à poudre : Les extincteurs à poudre sont très polyvalents, à l'instar des extincteurs à eau pulvérisée. Cependant, du fait du caractère salissant et corrosif de la poudre, leur utilisation est limitée aux parkings et aux espaces extérieurs. Ce sont des spécialistes des feux d'hydrocarbures.



Figure 64. *Extincteur à poudre*

Extincteur à co2 : Le Co2 (dioxyde de carbone) est l'extincteur spécialiste des feux d'origine électrique. Vous le rencontrerez à proximité des locaux à risque électrique. Il a l'avantage de ne pas détruire totalement l'appareil sur lequel il va être utilisé. Attention, le Co2 sortant est très froid (-78 C°) il convient donc de ne pas laisser sa main devant.



Figure 65. *Extincteur à co2*

Les 5 classes de feux :

La réglementation impose une répartition régulière et spécifique des extincteurs selon les classes de feux sur lesquelles ils sont le plus efficaces.

CLASSES DE FEUX		COMBUSTIBLES
	Feux de matériaux solides formant des braises.	Papiers, bois, cartons, végétaux, textiles naturels ...
	Feux de liquides ou de solides liquéfiables ou gouttant.	Hydrocarbures, alcools, solvants, polystyrène...
	Feux de gaz.	Gaz naturel, propane, butane, GPL, acétylène...
	Feux de métaux.	Limaille de fer, poudre d'aluminium, uranium, sodium, titane...
	Feux d'équipements électriques.	Prise électrique surchargée...
	Feux d'auxiliaires de cuisson.	Huiles et graisses d'origine animale ou végétale associées à un appareil de cuisson.

Distances de sécurité lors de l'utilisation d'un extincteur

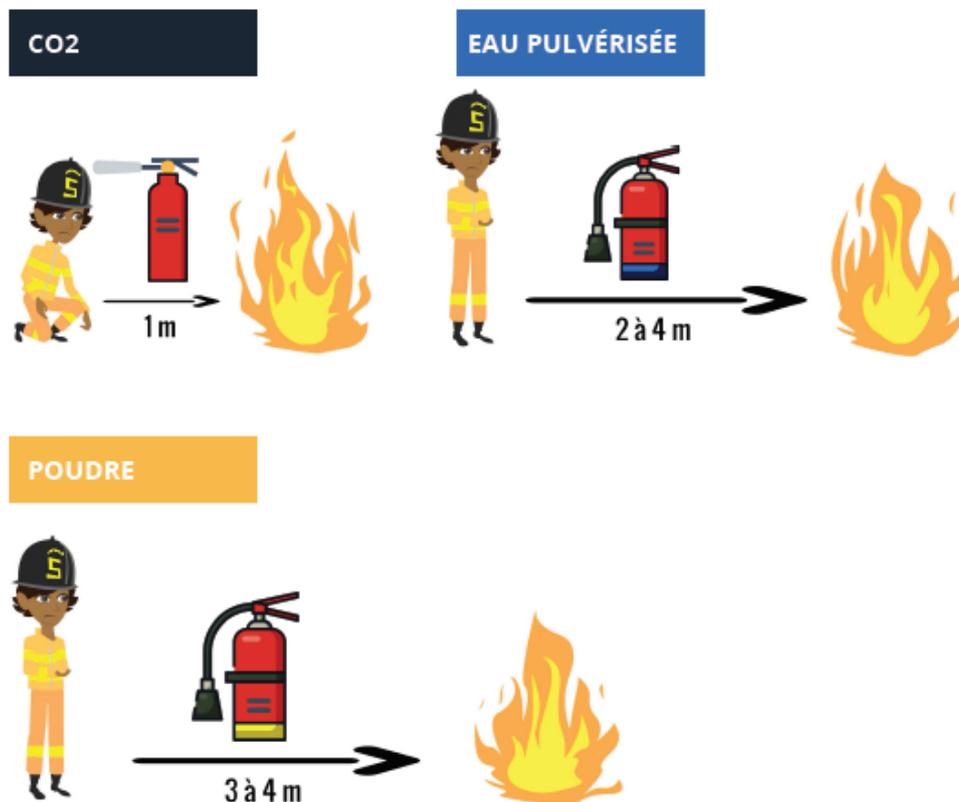


Figure 66. Distances de sécurité

8. L'évacuation

8.1. L'organisation de l'évacuation

En application de la réglementation, l'employeur ou le chef d'établissement doit :

Rédiger des consignes d'évacuation et former du personnel spécifique pour encadrer l'évacuation (guide-file & serre-file, responsable d'évacuation...)

Créer des plans d'évacuation, les afficher et les tenir à jour,

Former le personnel à la conduite à tenir lors d'un départ de feu et d'une évacuation de locaux.

Sur le plan d'évacuation et d'intervention, une légende doit venir détailler les différents logos et symboles présents afin que chacun puisse rapidement comprendre de quoi il s'agit.



Figure 67. Légende d'un plan d'évacuation

La localisation : Un point rouge permet de vous situer dans le bâtiment.

Pour un bâtiment sur plusieurs niveaux, chaque niveau est doté d'un plan d'évacuation précis. Sur celui-ci apparaîtra la mention relative à l'étage correspondant.

Le sens de cheminement : habituellement indiqué par une flèche verte, le sens de l'évacuation qui permet de se diriger vers les issues de secours.

Le point de rassemblement : c'est ici que l'ensemble du personnel doit se réunir lors d'une évacuation des locaux. Cela permet de centraliser l'ensemble des occupants dans un endroit extérieur sécurisé, à bonne distance du bâtiment, et de permettre le comptage afin de s'assurer que personne n'est resté bloqué.

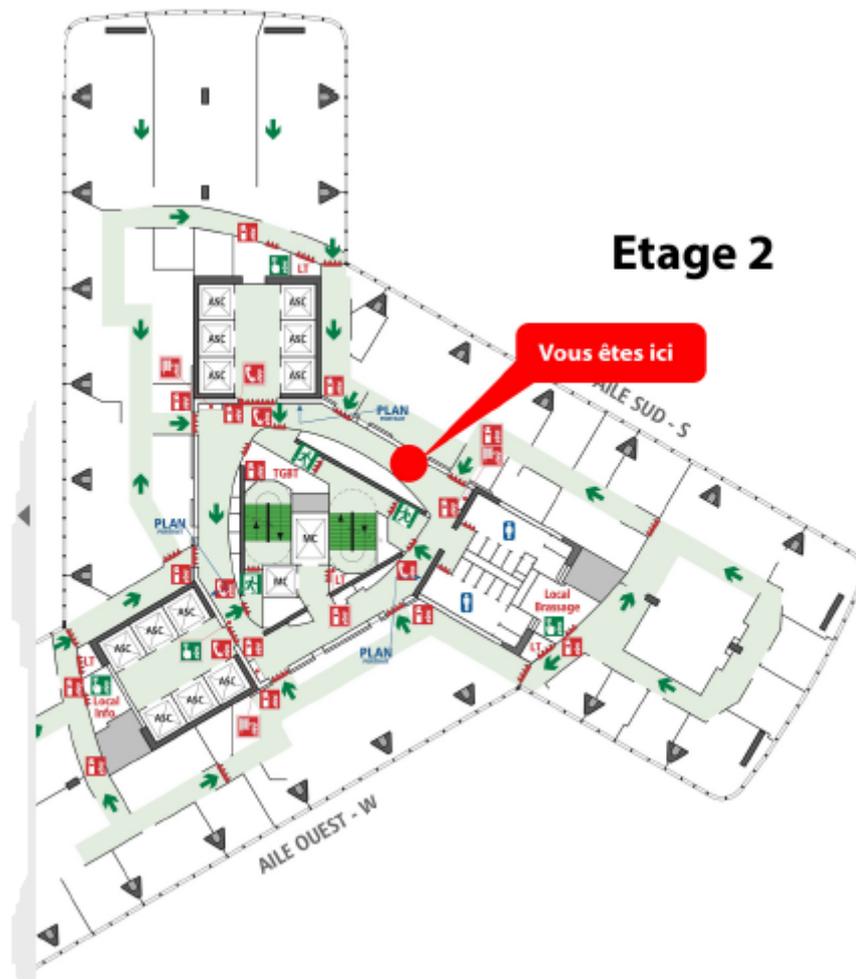


Figure 68. Plan d'évacuation

9. Conclusion

Afin d'évaluer la sécurité d'un bâtiment vis-à-vis des incendies, une approche globale reprend donc aussi bien la prévention dite passive que la prévention dite active.

Les moyens de prévention actifs jouent un rôle lors de la naissance d'un incendie. Ils font partie de l'équipement du bâtiment et de ce fait présentent un certain risque de défaillance au moment critique.

Par ailleurs, un des aspects de la stratégie de la prévention passive est destiné à éviter la propagation du feu au-delà du local ou du groupe de locaux où le feu s'est déclaré, et à assurer la stabilité du bâtiment pendant une période déterminée. D'où la résistance au feu vise donc un double objectif

- Limiter l'extension de l'incendie (grâce au compartimentage)
- Assurer la stabilité de la structure

Pour limiter l'ampleur de l'incendie et pour pouvoir l'éteindre à l'aide des moyens de première intervention, il est nécessaire de détecter l'incendie au stade initial. Par conséquent, des détecteurs domestiques ou l'installation d'un système de détection et d'alarme d'incendie sont obligatoires ou recommandés.

Chapitre VII: L'installation au gaz

1. Introduction :

Le présent chapitre a but de fournir des orientations pour la réalisation d'une installation de gaz naturel qui répond à la norme la plus récente et exigeante en matière de sécurité. Nous nous limitons donc aux aspects suivants de l'installation intérieure au gaz nature.

Domaine d'application:

- L'appareil d'utilisation;
- L'aménagement et l'équipement des espaces d'installation, notamment en ce qui concerne la résistance aux hautes températures des tuyauteries intérieures et des composants;
- L'amenée d'air comburant;
- L'évacuation des produits de combustion;
- Le raccordement des appareils d'utilisation aux installations intérieures;
- Le raccordement de l'installation au compteur;
- Les essais d'étanchéité de l'installation;
- L'évaluation des pertes de charge dans les tuyauteries.

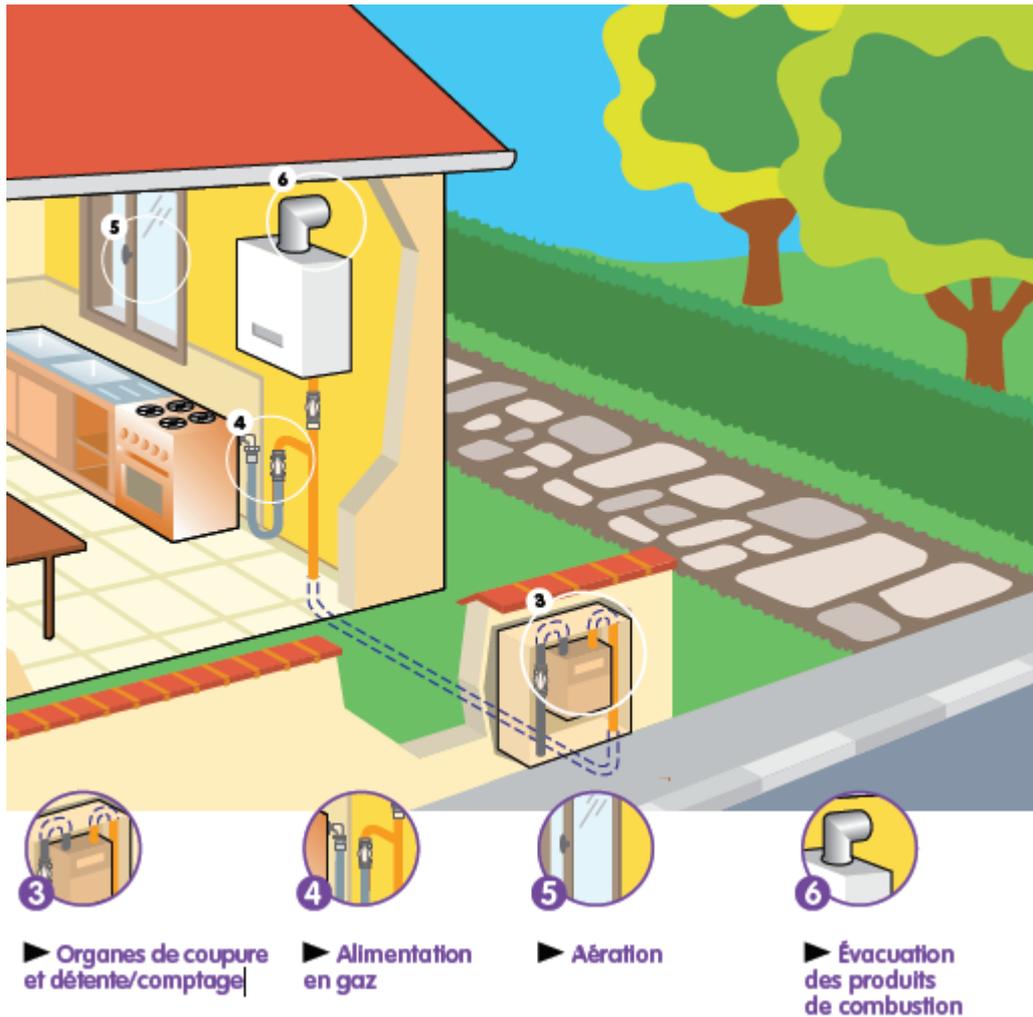


Figure 69. *Domaine d'application*

2. Règles de sécurité :

- Ne pas fumer, ni produire d'étincelles ou de flamme nue quand un tuyau est déconnecté.
- S'il y aura un défaut d'étanchéité fermer la vanne du compteur.
- Ne pas rechercher des fuites à l'aide d'une flamme.
- Ne pas pressuriser des canalisations à l'aide d'oxygène.

2.1. Les risques :

- Gaz naturel

Explosion : mélange gaz-air entre 4,5% et 13,5% (4,5% est la LEL).

Feu : mélange gaz – air > 13,5%

Intoxication : les gaz de combustion contiennent entre autres du CO, un gaz inodore mais très toxique.

Asphyxie : les émanations de gaz et de produits de combustion entraînent un manque d'oxygène dans un espace clos.

Le gaz naturel étant plus léger que l'air, il se situera donc au niveau des parties hautes à l'endroit de la fuite. »

- Intoxication au monoxyde de carbone (CO):

▪ Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz dangereux car incolore, inodore et se diffusant très rapidement à l'intérieur des logements. Il est produit lorsqu'un appareil brûle un combustible tel que la gazoline, l'huile, le gaz naturel, le propane, le bois ou le kérosène. Les appareils mal utilisés ou mal entretenus peuvent dégager une quantité dangereuse de CO et provoquer des intoxications.

▪ Le monoxyde de carbone est fixé par l'hémoglobine des globules rouges, ce qui perturbe le transport d'oxygène aux cellules de l'organisme.

▪ Le monoxyde de carbone, gaz incolore et inodore entraîne :

» Soit une intoxication brutale et aiguë, avec maux de tête, vertiges, nausées, perte de connaissance ;

» Soit une intoxication chronique, se manifestant par des maux de tête, des nausées et une grande fatigue.

2.2. Les causes :

» Appareil encrassé ou mal réglé. Le monoxyde de carbone est dégagé par toute combustion incomplète de substance carbonée (fuel, gaz, mazout, pétrole, essence, charbon, bois, ...). Les accidents sont dus au mauvais réglage ou au mauvais entretien de chaudière, chauffe-eau, chauffage d'appoint, cheminée ou poêle à charbon.

» Mauvaise aération. Le calfeutrage excessif des ouvertures et le confinement empêchent l'évacuation du monoxyde de carbone qui refoule alors à l'intérieur du logement.

» Vétusté des appareils.

» Utilisation incorrecte des appareils (appareils de chauffage d'appoint utilisés de façon continue) utilisation d'appareils non conçus pour être utilisés à l'intérieur des locaux (groupes électrogènes).

» Intoxications lors d'incendies.

» Gaz d'échappement d'un véhicule.

2.3. Le traitement :

Avant tout, il importe d'avoir les bons réflexes en cas d'intoxication au CO:

» Evacuer la victime, en évitant de s'exposer soi-même ;

» Arrêter l'appareil présumé dangereux ;

» Ouvrir les fenêtres et aérer le local;

» Quitter rapidement les lieux et appeler les secours;

» Ne pas réintégrer le logement sans faire appel à du personnel qualifié pour vérifier l'installation.

3. Alimentation gaz et coupure :

3.1. Organe de coupure générale :

Prescriptions

- Signalé
- Accessible et manœuvrable
- Extérieur
- 2e dispositif de coupure (intérieure ou extérieure) si $L > 20$ m

Noter : en extérieur, il devra être en façade. En intérieur, il devra se situer au point accessible le plus proche de la pénétration de la canalisation dans le logement.

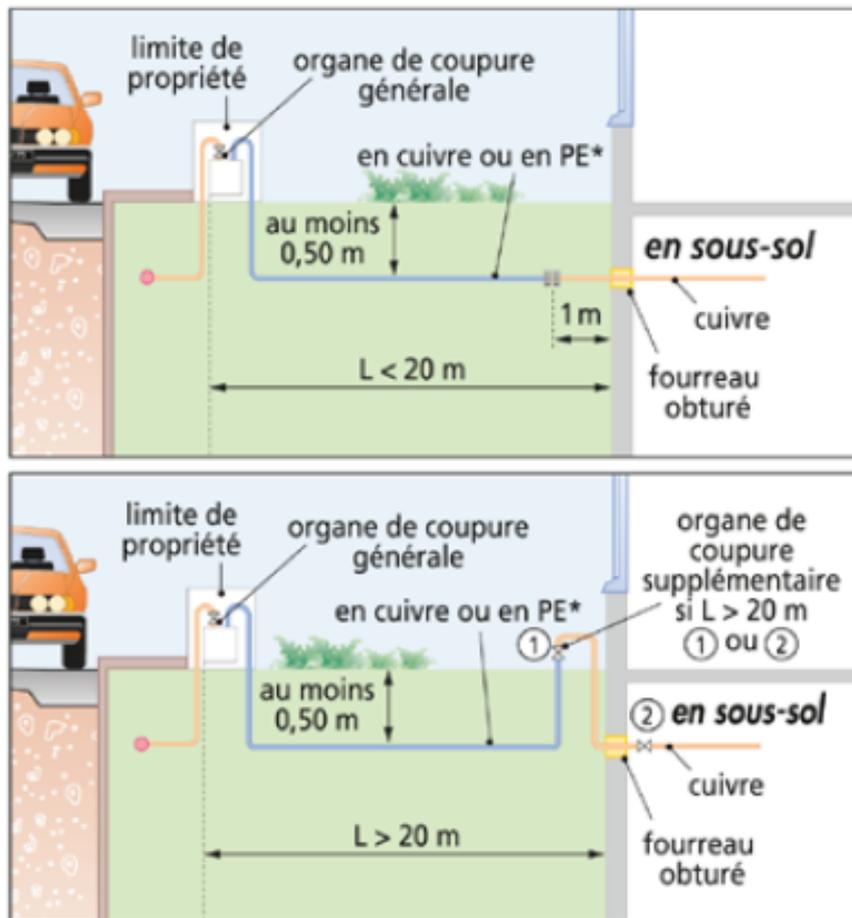


Figure 70. Organe de coupure générale

3.2. Emplacement de l'organe de coupure générale :

L'organe de coupure générale peut être placé en élévation ou à défaut enterrer.

Le choix de l'emplacement se fait en accord avec le distributeur.

- Emplacement en élévation :
 - Organe de coupure positionnée à une hauteur maximum de 1,80 m par rapport au niveau du sol.

- Sauf emploi d'un modèle conçu pour se passer de protection, il doit être situé dans un logement (niche, coffret, etc) en matériaux résistants et durables, ferme au moyen d'une porte condamnable par une serrure a clef amovible.

- Exemple en coffret :

- Si le coffret est encastré dans un mur extérieur d'un bâtiment, la paroi protégeant l'arrière du coffret doit répondre aux prescriptions de protection contre l'incendie, s'il y a lieu, d'isolation thermique et ne doit en aucun cas subir la charge du bâtiment (emploi de linteau recommandé).

- Si le coffret est sur un socle, ce dernier doit être bloqué dans de la terre compactée ou du béton maigre et être compatible en terme de fixation avec le modèle de coffret choisi.

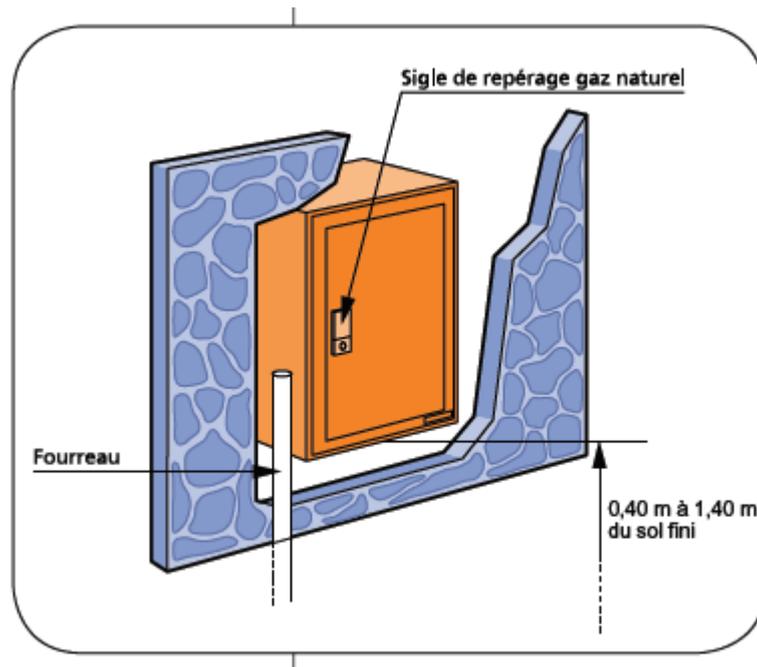


Figure 71. Emplacement de de l'organe de coupure générale

- Emplacement souterrain :

- Profondeur maximum de 0,50 m par rapport au sol.

- Il doit être placé dans une enceinte en matériaux résistants et durables (coffrets, tabernacles, etc...).

Cette enceinte doit être stable et ne pas prendre appui sur la tuyauterie. Il doit être accessible par un tampon de regard ou une bouche à clef.

- Interdit sous stationnement de véhicule, caniveau ou fil d'eau.

- Autorisé sous trottoir et zone piétonne.

4. Appareil à circuit non étanche raccordé dans un local affecté et spécifique, hors volume soumis à la ventilation mécanique contrôlée (sous-sol, cave, garage, etc.) :

4.1. Robinet de commande d'appareil :

- Appareil de chauffage et/ou de production d'eau chaude sanitaire
- Robinet accessible et manœuvrable.
- Si le robinet est incorporé à l'appareil, l'obturation de la tuyauterie fixe doit être possible par la pose d'un bouchon vissé en cas de dépose de l'appareil.
- Filetage au pas G 1/2 ou G 3/4.
- Hauteur de pose comprise entre 0,10 m et 1,70 m du sol.

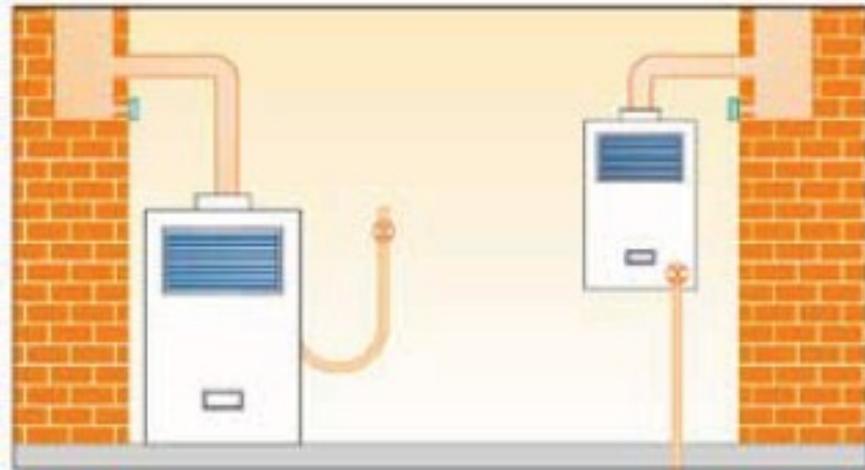


Figure 72. Robinet de commande d'appareil

4.2. Évacuation des produits de combustion :

- par conduit spécialement construit, réalisé en matériaux poly combustibles (A) ou en matériaux spéciaux gaz (B) à partir d'éléments conformes aux normes produits ou sous Avis Technique ou à façon ;
- par conduit existant en matériaux traditionnels (C), remis en état si nécessaire par chemisage, tubage ou surélévation ;
- par VMC-gaz.

La méthode pratique en cinq points prend en compte :

- la classe de rendement de l'appareil ;
- le type de conduit de raccordement : géométrie et diamètre ;
- le choix du mode de fonctionnement : avec ou sans condensation ;
- les caractéristiques physiques et thermiques du matériau retenu ;
- la hauteur du conduit.

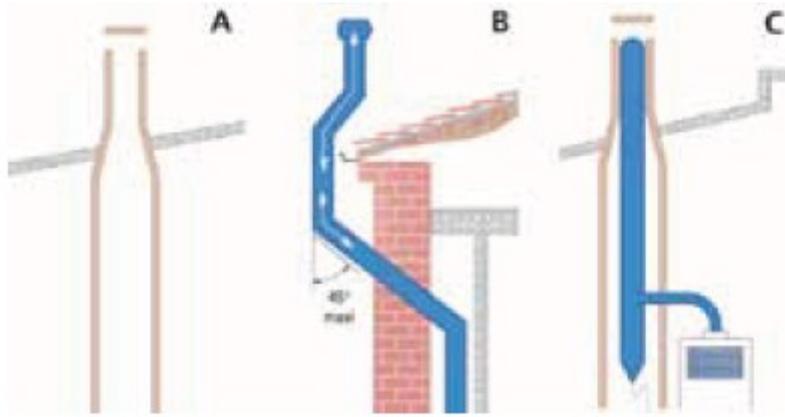


Figure 73. Évacuation des produits de combustion

5. Appareil à circuit non étanche raccordé (VMC-GAZ) et appareil de cuisson dans le même local⁴⁰:

5.1. Caractéristiques du local :

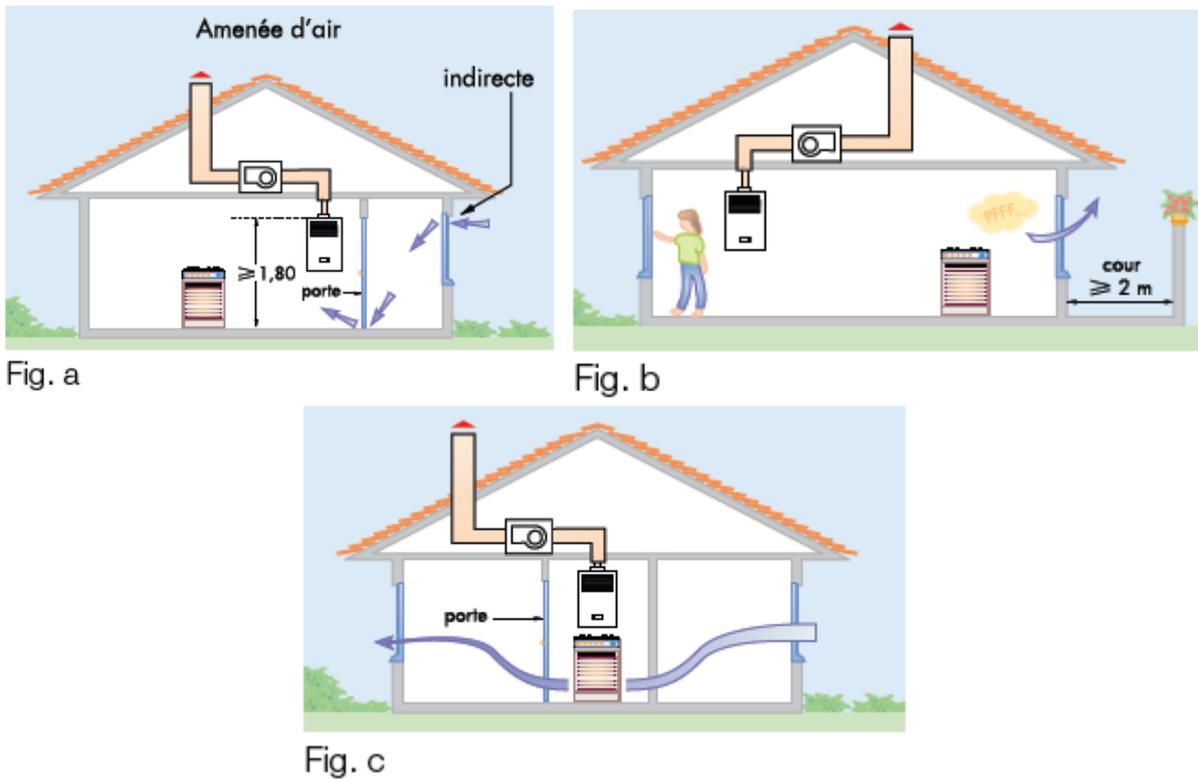


Figure 74. Différentes configuration du local

⁴⁰ Aide-mémoire, Réglementation gaz en maison équipée d'une VMC, éditions cegibat, 2014.

- Ventilation (fig.a)

- Détalonnage des portes

- 2 cm : si 1 porte d'accès cuisine

- 1 cm : si 2 portes d'accès cuisine

- 1 cm : autres portes intérieures.

- Local

Le local doit disposer d'une sortie d'air en partie haute, qui peut être :

- sortie d'air vicié par bouche d'extraction,

- réalisée par le coupe-tirage de l'appareil raccordé, dont la partie supérieure est située à 1,80 m au moins au-dessus du sol.

- Aération (châssis ouvrant) (fig. b et c)

- Soit local comportant un ou plusieurs châssis :

- 0,40 m² minimum,

- ouvrables sur façade extérieure ou cour de largeur 2 mètres.

- Soit local communiquant :

- par une porte avec local comme ci-dessus,

- par grilles, fenêtres, etc., avec une autre façade.

- Soit sécurité de flamme sur tous les brûleurs et appareils uniquement raccordés à l'aide de raccords mécaniques.

6. Appareil à circuit étanche et appareil de cuisson dans le même local :

6.1. Tuyau d'alimentation en gaz des appareils :

- Appareil de cuisson

- Tuyaux flexibles

- . Conformes aux normes,

- . Adaptés au type de gaz,

- . L = 2 m maximum,

- . Visibles,

- . Éloignés des flammes...

- . Remplacés avant la date limite d'emploi marquée sur le tuyau.

- Tuyaux rigides possibles pour les appareils incorporés dans des blocs cuisines fixes ou immobilisés soit par vis, scellement, ou par leur propre poids.

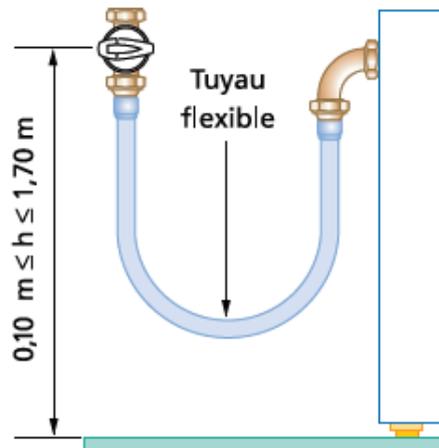


Figure 75. Tuyau d'alimentation en gaz des appareils

6.2. Évacuation des produits de combustion :

- Soit en toiture
- à 0,40 m au moins d'une ouverture.
- à 0,60 m au moins d'une ventilation.
- Pas de contrainte par rapport au faîtage.
- Sauf si terminal situé au-dessus des ouvrants et amenées d'air.

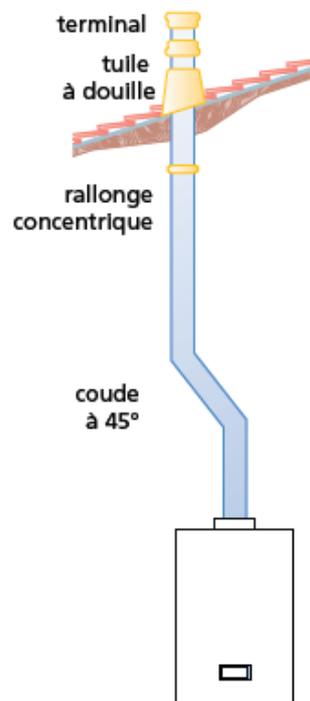


Figure 76. Évacuation des produits de combustion par toiture

- Soit dans un mur extérieur (appareil type C1)
- a 0,40 m au moins d'une ouverture.
- a 0,60 m au moins d'une ventilation.
- Sauf si terminal situe au-dessus des ouvrants et amenées d'air.
- Protection mécanique si $H < 1,80$ m, plus déflecteur si débouche dans une zone de circulation privée ou publique (sauf chaudière à condensation).

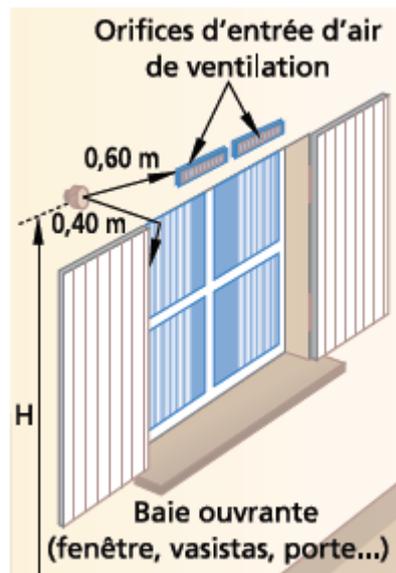


Figure 77. Évacuation des produits de combustion à travers un mur extérieur

7. Prescriptions⁴¹:

7.1. Matériaux :

L'ensemble des éléments de l'installation intérieure (les tuyauteries, les accessoires et les assemblages, robinets d'arrêt compris) doit :

- présenter une résistance mécanique et chimique suffisante et adaptée aux sollicitations auxquelles ils peuvent être soumis en fonctionnement normal ;
- et à l'intérieur d'un bâtiment être résistant aux hautes températures (type RHT).

Le composant est protégé par un clapet fusible thermique ou un robinet RHT avec manette fusible thermique installé en amont à proximité du composant qui n'est pas RHT ;

⁴¹ Vinçotte asbl, règlement général sur les installations de gaz, Édition Vinçotte, 2016.



Figure 78. *Le composant*

- Le composant est installé à l'extérieur du bâtiment ;
- Le composant est installé en aval du robinet d'arrêt qui précède l'appareil.

Les matériaux sont en acier, cuivre, PE ou PLT (pliable tubing), les flexibles métalliques sont en acier inoxydable.

Les flexibles métalliques ne peuvent être posés qu'exceptionnellement dans des installations intérieures que si les conditions suivantes sont simultanément remplies :

- la mise en œuvre d'un tuyau rigide s'avère difficile ;
- le raccordement est conforme aux assemblages mécaniques : filetés, accessoires à compression, à sertissage ;
- L'ensemble du flexible et des raccords n'est ni encastré, ni noyé dans la chape ;
- le flexible métallique ne peut traverser un mur, une cloison ou le sol ;
- le flexible métallique est placé de telle sorte qu'il ne subisse ni écrasement, ni traction, ni torsion ;
- le rayon de courbure du flexible métallique n'est pas inférieur à celui prescrit par le fabricant
- le placement de flexible en série est interdit ;



Figure 79. *Les flexibles*

La traversée de façade Tuyau monté et isolé en usine, éventuellement prévu d'un robinet d'arrêt et/ou d'un raccord de transition du métal au PE, destiné à être encastré sous le sol dans le mur extérieur entre le tuyau de gaz en sous-sol à l'extérieur du bâtiment et le tuyau de gaz à l'intérieur du bâtiment.



Figure 80. *La traversée de façade*

En ce qui concerne les assemblages, ils peuvent être en cuivre, en acier, en polyéthylène (PE).

7.2. *Vanne d'arrêt :*

Chaque appareil d'utilisation est précédé d'un robinet d'arrêt VISIBLE ET ACCESSIBLE SUR LA TUYAUTERIE, le plus proche possible de l'appareil.

» Pour des blocs de cuisine (grande cuisine), on peut admettre une vanne commune, VISIBLE ET ACCESSIBLE, en plus chaque appareil doit être pourvu d'une vanne d'arrêt individuelle sur la tuyauterie.

» Pour les cuisinières encastrées et taques de cuisson : le robinet d'arrêt peut être placé dans une armoire en dessous ou à côté de l'appareil;

» Méthodologie pour raccorder un foyer encastré

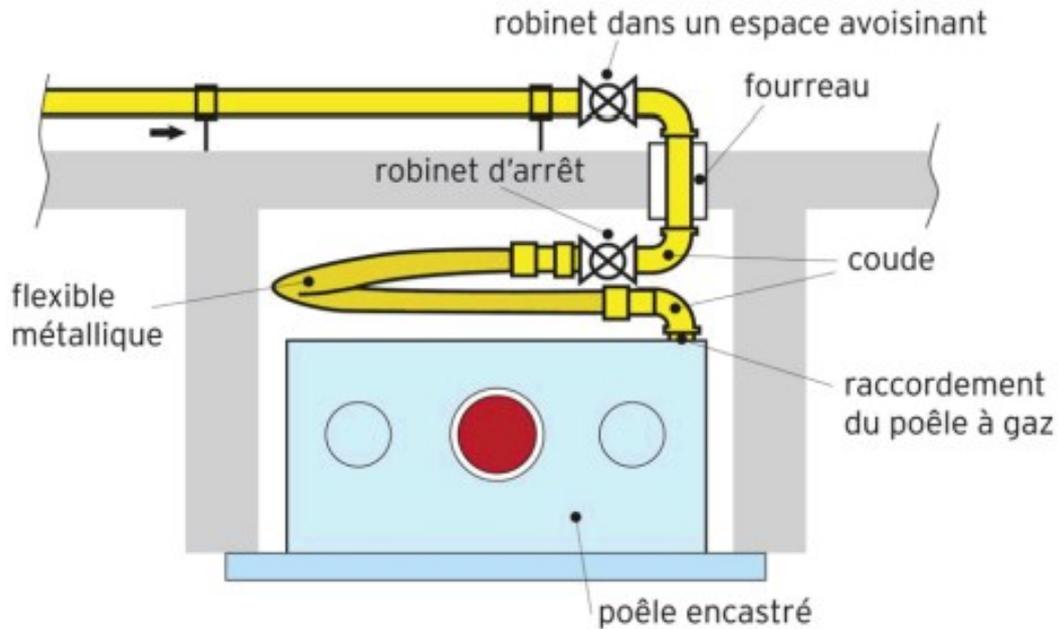


Figure 81. *Emplacement des vannes d'arrêt*

- Pour permettre de déconnecter l'installation en toute sécurité, un raccord trois pièces (raccord union) doit être placé en aval de ce robinet. (Certaines vannes disposent d'un raccord union intégré).
- En attendant le raccordement d'un appareil, chaque tuyau doit être terminé par un robinet d'arrêt obturé par un bouchon ou bonnet métallique vissé.

7.3. *Les vannes de sectionnement :*

Un robinet de sectionnement sera installé dans les situations suivantes :

- Un robinet de sectionnement est prévu pour l'extension d'une installation:
 - Lorsque cette extension se trouve à l'intérieur d'un local et la longueur de cette extension est égale ou supérieure à 3 m ;
 - Lorsque cette extension se trouve dans un autre local. En cas d'extension d'une longueur < 3 m à l'intérieur d'un local, aucun robinet de sectionnement supplémentaire n'est exigé.

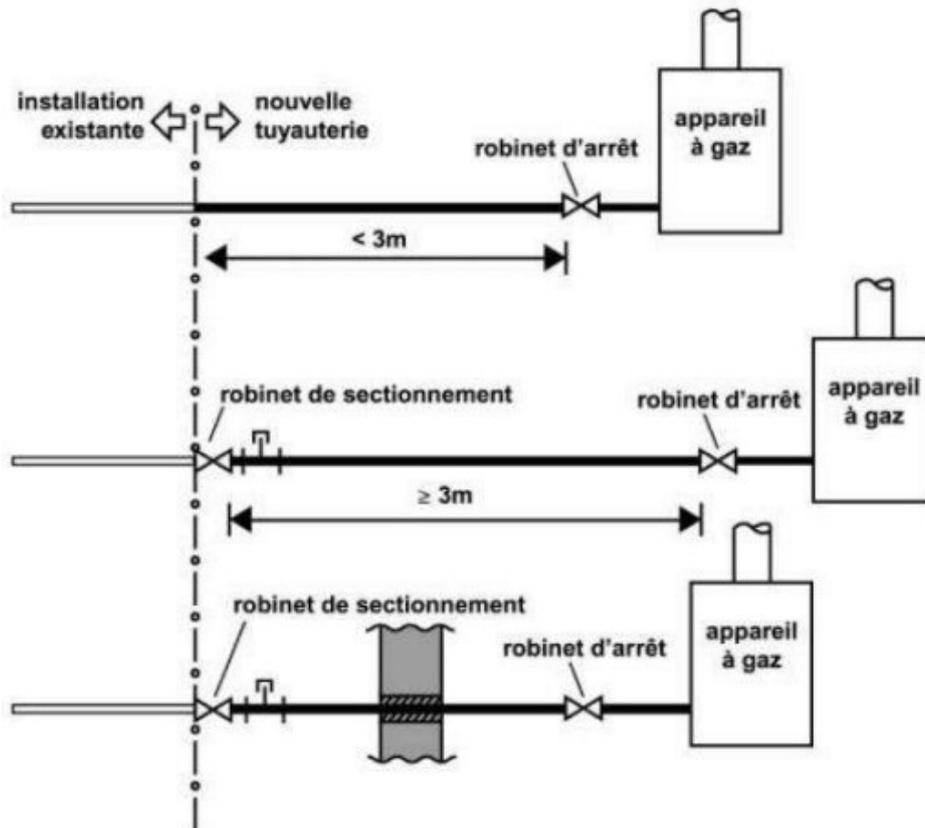


Figure 82. Robinet de sectionnement en cas d'extension d'une installation

- Un robinet de sectionnement est placé juste en amont de chaque compteur gaz de passage.
-

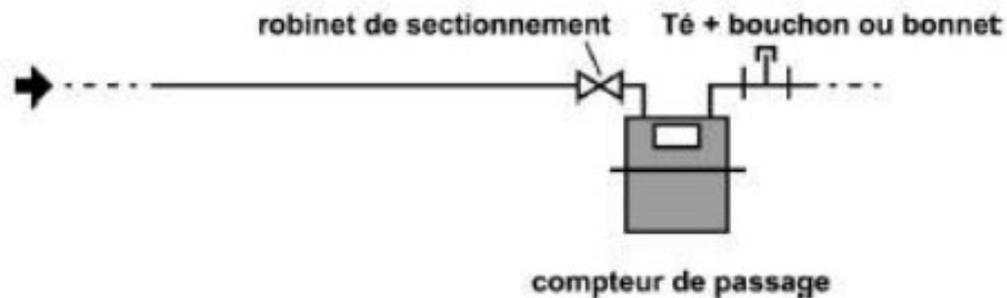


Figure 83. Robinet de sectionnement juste en amont de chaque compteur gaz de passage

- Un robinet de sectionnement est placé à des endroits judicieusement choisis dans les installations intérieures étendues, de sorte à pouvoir interrompre l'alimentation en gaz des ramifications importantes. Par exemple à la base d'une colonne montante ou à la base d'une gaine et de cette manière faciliter l'entretien, les interventions et les contrôles sur cette installation.
- Un robinet de sectionnement est placé dans le premier espace par où le tuyau de gaz pénètre dans le bâtiment en souterrain ou hors sol.

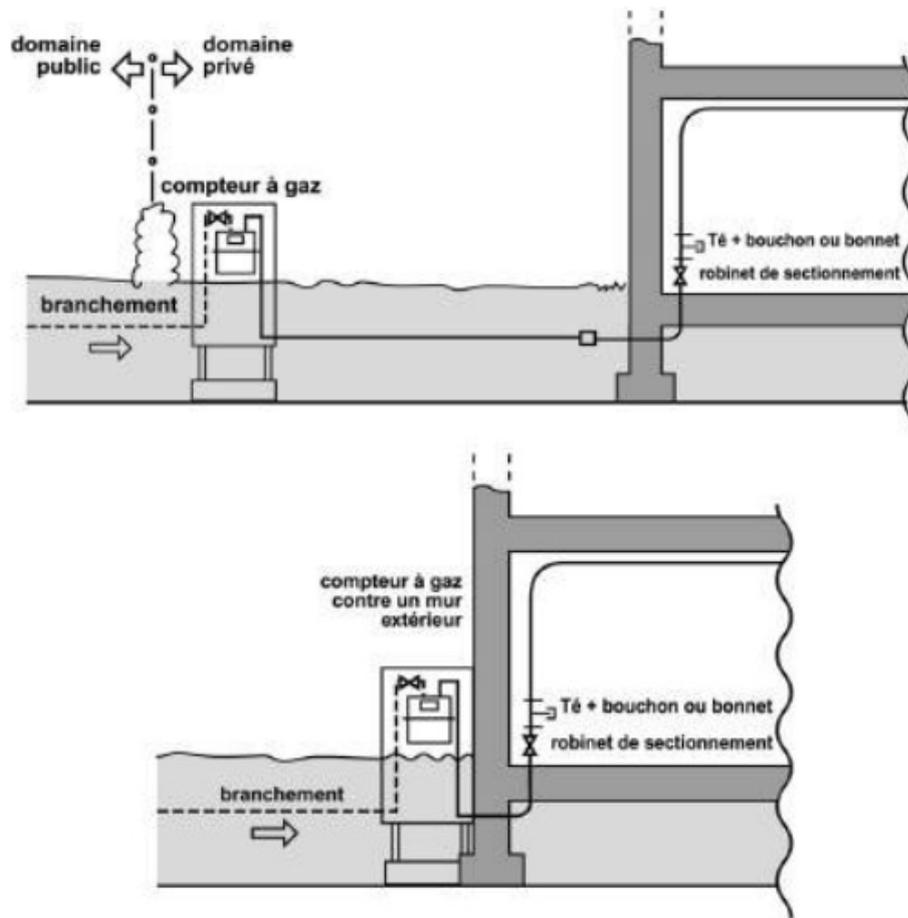


Figure 84. *Robinet de sectionnement dans le premier espace accessible de chaque bâtiment*

Le robinet d'arrêt de l'appareil à gaz sert de robinet de sectionnement lorsqu'il satisfait simultanément aux conditions suivantes :

- l'installation intérieure est prévue pour ne raccorder qu'un seul appareil à gaz ;
- l'appareil à gaz se trouve dans le premier espace accessible ;
- La longueur de tuyau apparent entre le conduit tuyau de gaz entrant et l'appareil à gaz est < 3 m.

Aucun robinet de sectionnement n'est exigé dans le premier espace accessible du bâtiment, par où pénètre le tuyau de gaz, lorsque le(s) compteur(s) à gaz du gestionnaire du réseau de distribution de gaz naturel (GRD) est (sont) placé(s) dans cet espace.

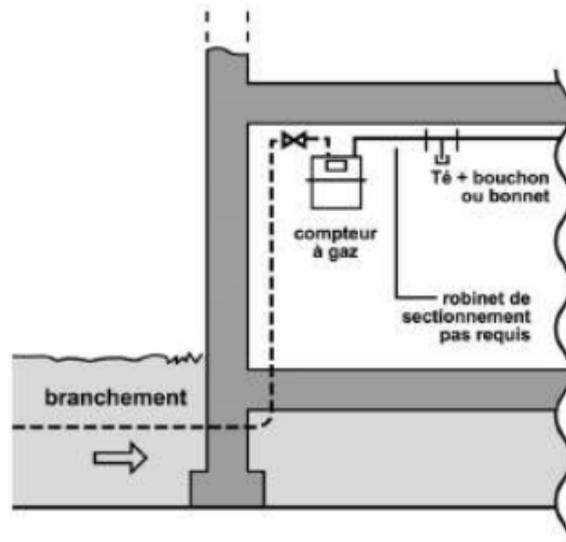


Figure 85. Aucun robinet de sectionnement requis en aval du compteur gaz du GRD

- Un robinet de sectionnement est placé sur le tuyau entrant de chaque unité de logement (par ex. des appartements).

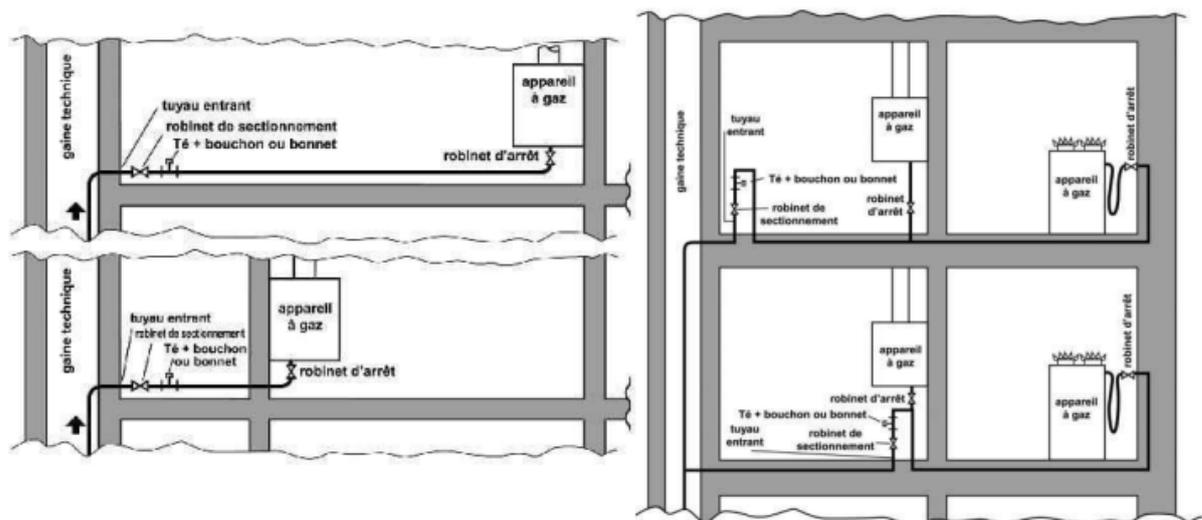


Figure 86. Un robinet de sectionnement placé sur le tuyau de gaz entrant dans une unité de logement

7.4. Parcours et accessibilité des tuyauteries :

Il est interdit de placer des tuyauteries dans des “zones à risque spécifique”:

- » Les gaines d’ascenseur;
- » Les conduits d’évacuation de produits de combustion;
- » Les conduits de ventilation et de conditionnement d’air;
- » Les caniveaux d’eau;
- » Les regards d’égouts;

» Les gaines de chute (ordures ménagères, linge, papier);

» Les éléments creux de construction (notamment en briques, hourdis, boisseaux et terres cuites alvéolées).

Le tracé des tuyauteries est fait suivant des lignes droites : horizontales, verticales ou selon les arrêtes des parois, avec le moins possible de changements de direction.

Pour les changements de direction les courbes sont préférées aux coudes.

- Le nombre de raccords ou de soudures doit être réduit au minimum, utiliser des longueurs standard.
- Les tuyauteries horizontales apparentes sont au moins à 5 cm au-dessus du niveau fini des planchers.
- Tés

Afin de pouvoir effectuer l'essai d'étanchéité, un té efficacement obturé au moyen d'un bouchon ou bonnet métallique doit être placé :

» en aval du compteur gaz placé à l'intérieur du bâtiment, avant la première ramification éventuelle ou appareil ;

» en aval de chaque compteur gaz de passage ;

» en aval du compteur gaz placé à l'extérieur du bâtiment, dans le premier espace accessible dans le bâtiment traversé par le tuyau de gaz ;

» en aval de chaque robinet de sectionnement.

Le robinet de sectionnement placé en amont d'un compteur gaz de passage ne doit pas obligatoirement être suivi d'un té.

- La fixation d'autres tuyaux ou câbles aux tuyaux de gaz est interdite.
- Les tuyaux sont placés de telle manière que les effets de la dilatation et des sollicitations du bâtiment ne provoquent aucune charge mécanique ou déformation inadmissible.

7.5. Pose de tuyaux enterrés à l'extérieur du bâtiment :

- Profondeur de pose

La profondeur de pose entre le dessus du tuyau et le niveau du sol, sera d'au moins 60 cm.

Lorsque le tuyau se trouve dans une gaine d'attente, la profondeur de pose sera mesurée à partir du dessus de la gaine d'attente.

Lorsque la profondeur minimale ne peut être respectée en raison d'obstacles souterrains (par ex. égouttage), d'autres mesures de précaution seront prises qui dans tous les cas incluront les mesures suivantes :

o Le tuyau est posé le plus profond possible ;

o Un écran de séparation en matériau durable est placé entre le tuyau de gaz et l'obstacle.

Cet écran de séparation peut par exemple se composer d'une double couche d'élastomère de 0,5 cm d'épaisseur fixée judicieusement sur le tuyau, afin d'éviter qu'il ne glisse ;

o Au-dessus du tuyau, aux endroits où celui-ci n'est pas suffisamment enterré, des plaques de protection en matière synthétique ou en métal seront placées sur toute la longueur.

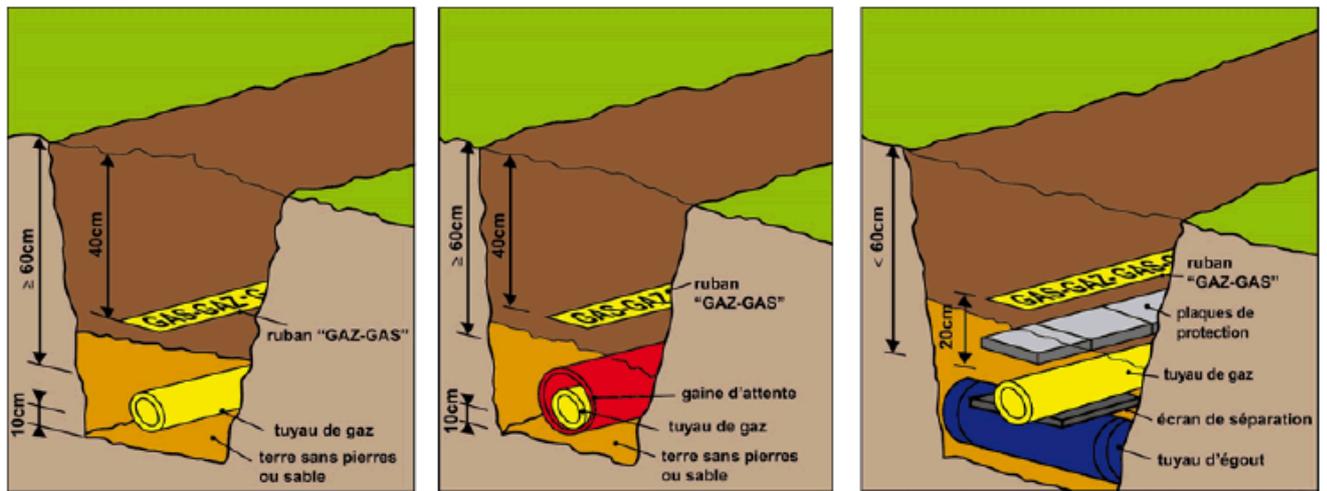


Figure 87. Profondeur de pose

Ci-dessous, les différentes configurations spatiales avec leurs particularités :

- Configuration spatiale n°1 : Tuyaux et raccords apparents.

Les tuyaux et les raccords sont apparents et accessibles sur toutes leurs longueurs.

Lorsqu'il existe un risque de dommage mécanique (par exemple un tuyau de gaz le long d'un atelier ou d'une aire de stationnement pour voitures), une protection mécanique appropriée doit être prévue afin d'éviter les dommages aux tuyaux de gaz occasionnés par des voitures, élévateurs à fourche, etc.

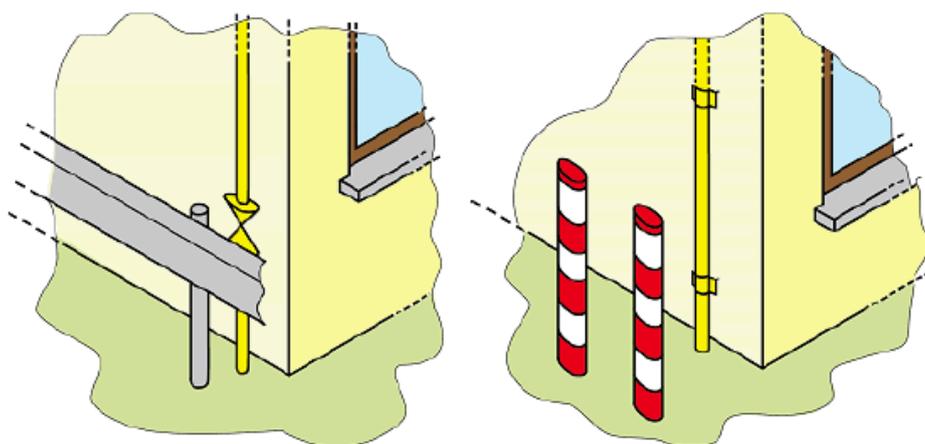


Figure 88. Tuyaux et raccords apparents

- Configuration spatiale n°2 : Tuyaux et raccords accessibles dans une gaine technique aérée ou un caniveau horizontal aéré.

» Le tuyau se trouve dans une gaine technique aérée.

o Dans ce cas, les tuyaux sont installés dans une gaine technique continue reliée à l'air extérieur à son extrémité supérieure ;

o Ce lien avec l'air extérieur s'effectue au point le plus élevé de la gaine par une ouverture non obturable de minimum 150 cm².

La distance entre le bord supérieur de l'ouverture d'aération et le point le plus haut de la gaine ne peut être supérieure à 10 cm.

Les tuyaux et accessoires sont accessibles pour entretien et réparation par des trappes de visite.

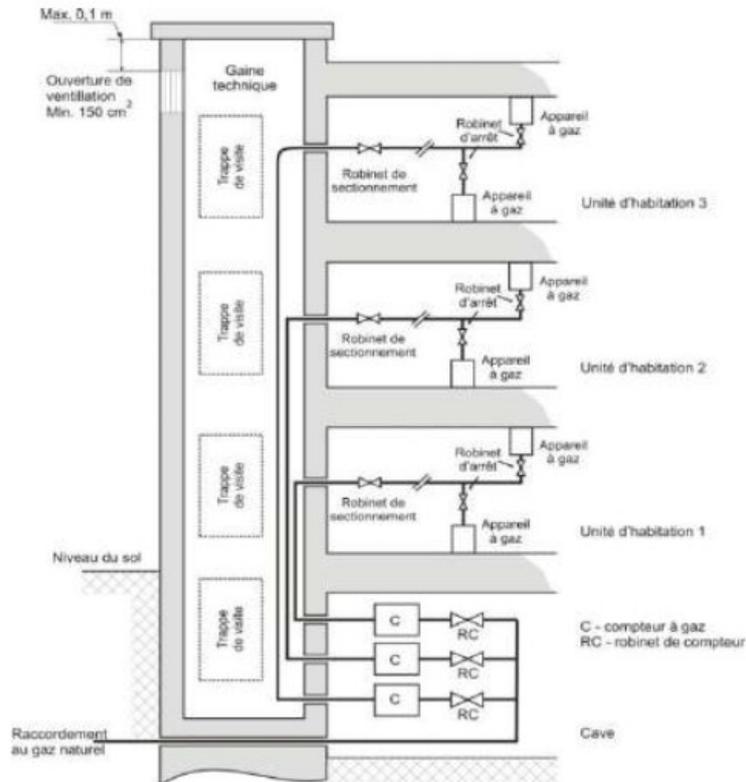


Figure 89. Tuyaux et raccords accessibles

» Le tuyau se trouve dans un caniveau horizontal aéré.

o Le caniveau est recouvert de dalles ou plaques de couverture amovibles, de sorte que les tuyaux demeurent accessibles à des fins d'entretien et de réparation.

o Des grilles d'aération non-obturables d'une surface utile de minimum 150 cm², qui aboutissent dans l'air libre ou dans un espace aéré seront placées afin d'aérer en permanence le caniveau :

- au moins une par caniveau ;
- au moins tous les 10 m et à distance régulière.

o Une évacuation d'eau doit être prévue au point le plus bas du caniveau.

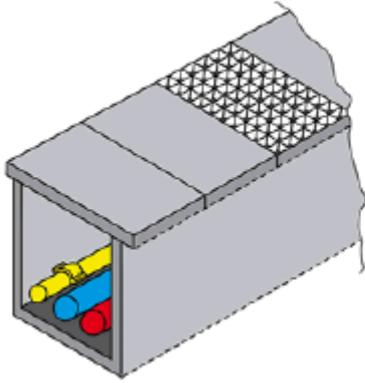


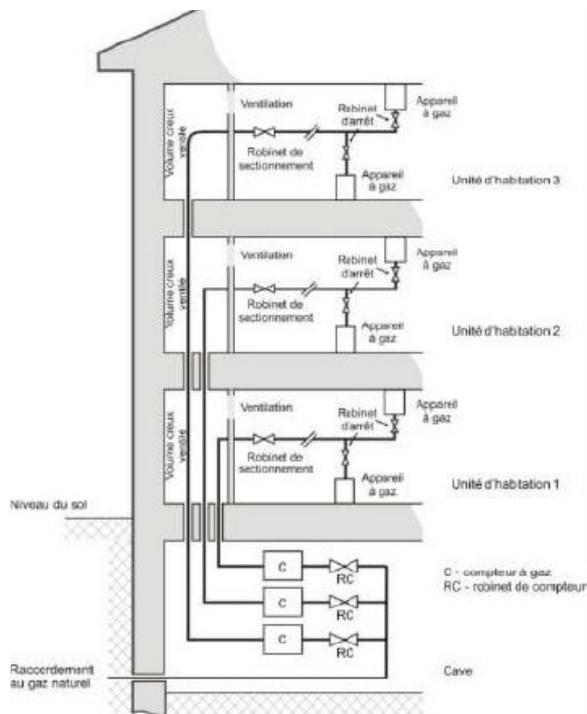
Figure 90. *Caniveau horizontal aéré*

- Configuration spatiale n°3 : Tuyaux et raccords accessibles dans un volume creux aéré.

Les tuyaux et raccords sont accessibles et installés dans un volume creux entre deux parois, à l'horizontale (par ex. fauxplafond, vide sanitaire accessible) ou à la verticale (par ex. caisson), directement relié à l'air libre ou à un local aéré.

L'aération est assurée par une ouverture non-obturable d'au moins 150 cm².

Dans le cas d'un volume derrière une paroi verticale, le bord supérieur de l'ouverture d'aération se trouvera à maximum 10 cm du point le plus haut de l'espace creux.



- 1 Panneaux amovibles ajourés ou pleins
- 2 Grille

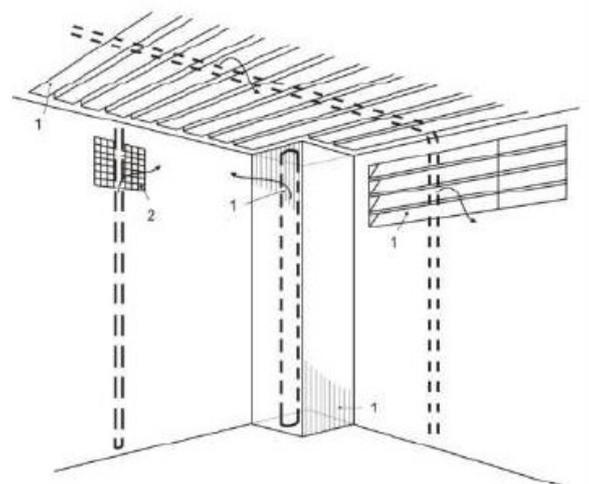


Figure 91. *Tuyaux et raccords accessibles dans un volume creux aéré*

- Configuration spatiale n°4 : Tuyaux et raccords accessibles ou non dans un volume creux non aéré, une gaine technique non aérée ou un caniveau horizontal non aéré.

NOTE : Les tuyaux et raccords inaccessibles dans une gaine technique aérée/un caniveau horizontal aéré/ un volume creux aéré seront considérés comme étant de configuration spatiale 4.

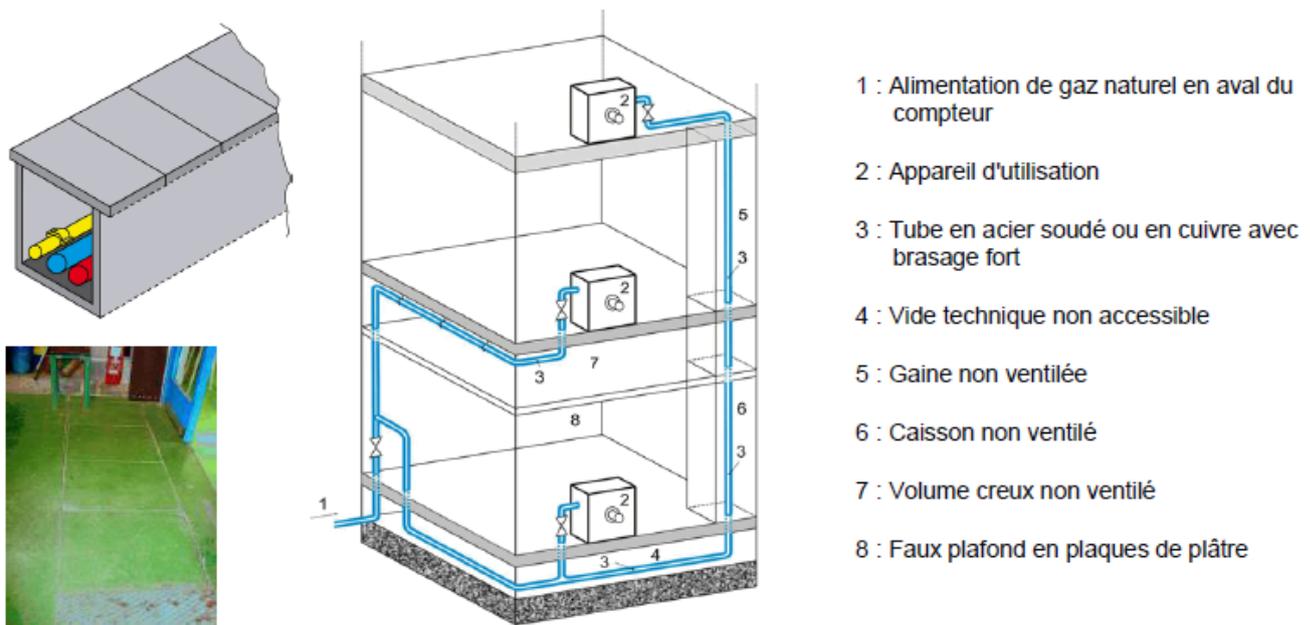


Figure 92. Tuyaux et raccords accessibles ou non dans un volume creux non aéré

- Configuration spatiale n°5 : Tuyaux et raccords encastrés dans un mur ou sous chape.

Les tuyaux en cuivre et les tuyaux PLT encastrés dans un mur ou sous chape sont protégés mécaniquement contre l'écrasement et la perforation accidentelle par une protection en acier d'au moins 0,2 cm d'épaisseur. Cette protection en acier est elle-même protégée contre la corrosion.

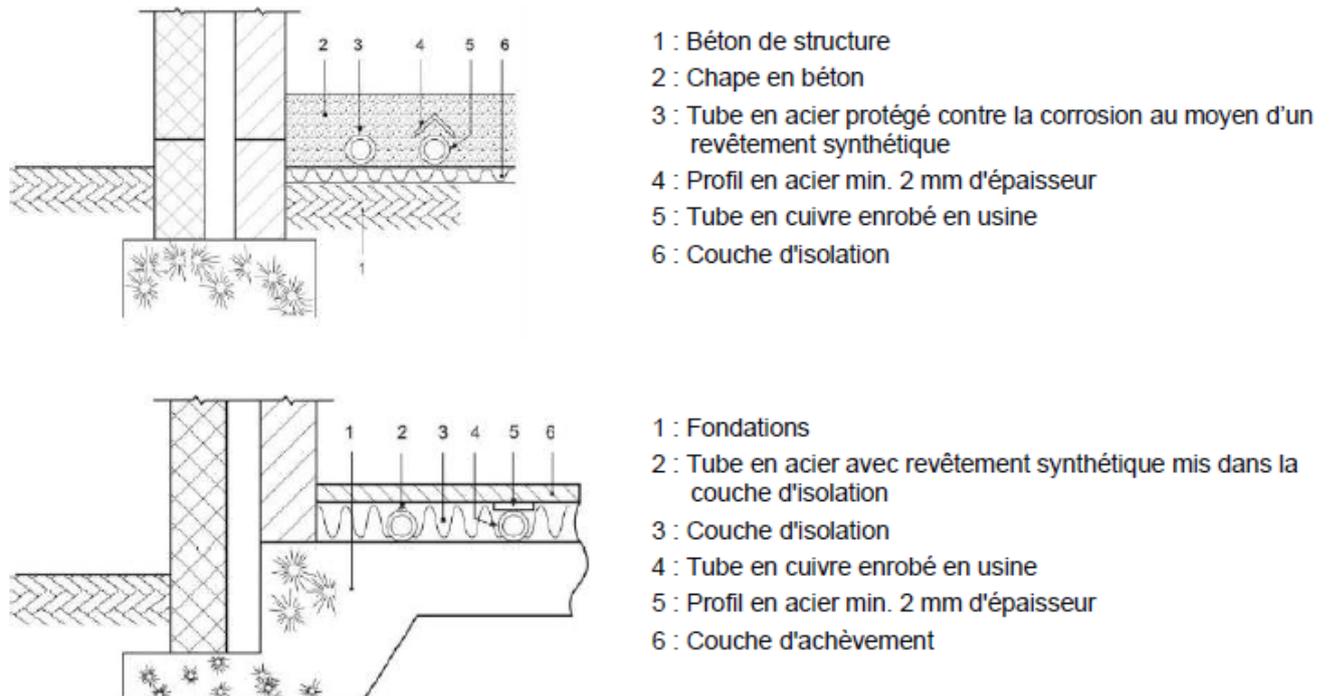


Figure 93. Tuyaux et raccords encastrés dans un mur ou sous chape

- Configuration spatiale n°6 : Tuyaux et raccords enterrés à l'extérieur du bâtiment.

La transition PE/métal se trouve dans le sol, à l'extérieur du bâtiment, à une distance de 30 cm à 1 m du bâtiment. Là où le tuyau traverse le mur, le passage doit toujours être en métal.

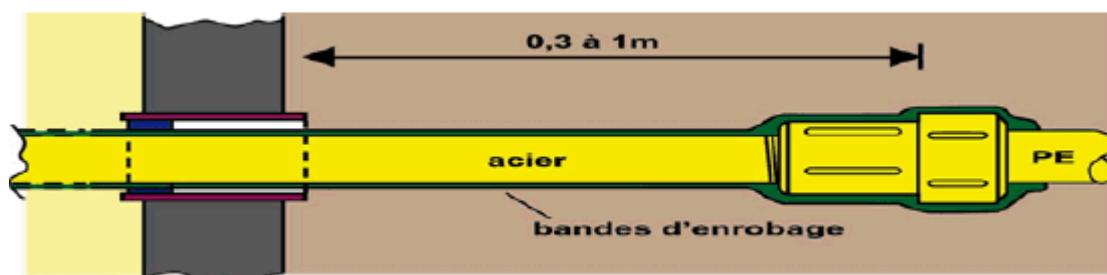


Figure 94. Tuyaux et raccords enterrés à l'extérieur du bâtiment

- Configuration spatiale n°7 : Tuyaux et raccords hors sol à l'extérieur du bâtiment.

Lorsqu'il existe un risque de dommage mécanique (par ex. tuyau de gaz le long d'un atelier ou d'une aire de stationnement pour voitures), une protection mécanique appropriée doit être prévue afin d'éviter les dommages aux tuyaux de gaz occasionnés par des voitures, élévateurs à fourche, etc.

NOTE : la protection mécanique peut être e. a. composée d'un profilé en acier, d'une poutre, d'un pieu en béton ou d'un rail de sécurité.

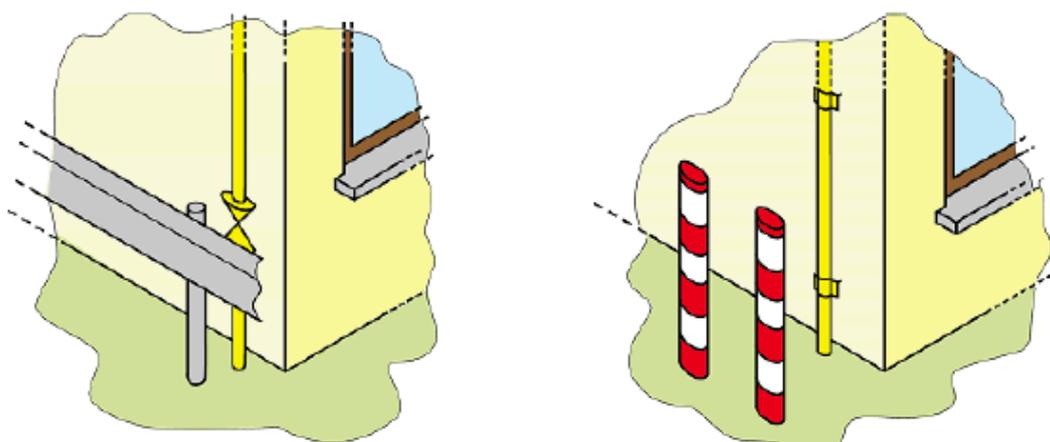


Figure 95. Tuyaux et raccords hors sol à l'extérieur du bâtiment

Pour les tuyaux en cuivre et tuyaux PLT, une protection mécanique doit toujours être appliquée et ce, jusqu'à une hauteur de minimum 2 m au-dessus du niveau du sol.

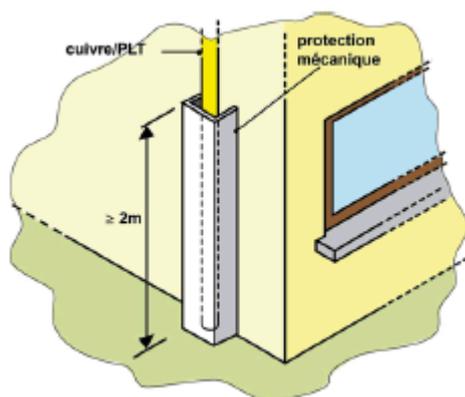


Figure 96. Tuyaux et raccords en PLT hors sol à l'extérieur du bâtiment

- Configuration spatiale n°8 : Tuyaux et raccords enterrés sous un bâtiment.

La transition du PE au métal doit être réalisée par une pièce de transition montée en usine ou par une traversée de façade.



Figure 97. Tuyaux et raccords enterrés sous un bâtiment

La transition PE / métal se trouve dans le fourreau à une distance de 30 cm à 1 m du bâtiment.
Là où le tuyau entre dans le bâtiment, le passage doit toujours être en métal.

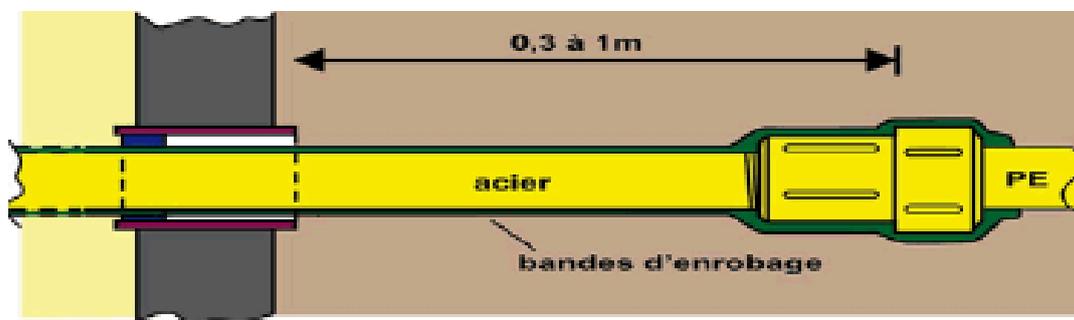


Figure 98. Le fourreau de transition

Les tuyaux enterrés sous un bâtiment sont installés dans un fourreau individuel avec une paroi étanche au gaz. Le fourreau est fabriqué en matière plastique, souple ou rigide, ou en acier au carbone, en acier galvanisé ou en acier inoxydable protégé contre la corrosion.

L'espace annulaire entre le tuyau et le fourreau du côté de l'espace intérieur est rempli d'un matériau non corrosif suffisamment élastique pour assurer l'étanchéité au gaz et à l'eau, tel qu'une pâte de silicone, pâte d'étanchéité gonflant au contact de l'humidité ou une mousse de polyuréthane à cellules fermées.

Le fourreau est ancré dans le mur ou le sol de façon étanche au gaz et à l'eau au moyen d'un matériau non corrosif suffisamment élastique pour assurer l'étanchéité tout en maintenant le fourreau (par ex. pâte de silicone, pâte d'étanchéité gonflant au contact de l'humidité, mousse de polyuréthane à cellules fermées, mortier sans retrait).

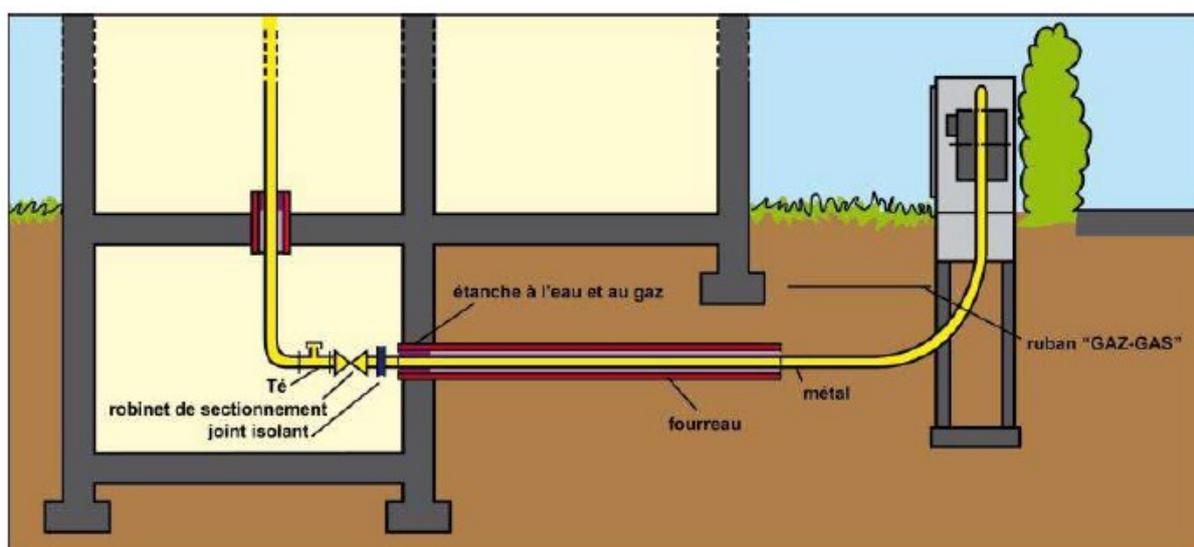


Figure 99. Emplacement du fourreau sous le bâtiment

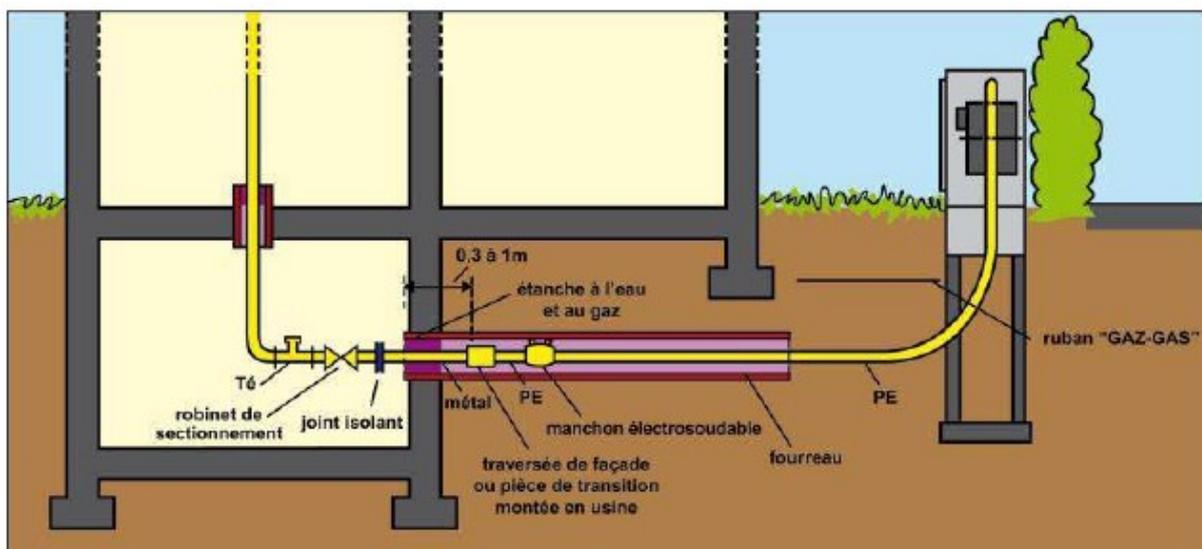


Figure 100. *Emplacement du manchon et raccord à l'intérieur du fourreau*

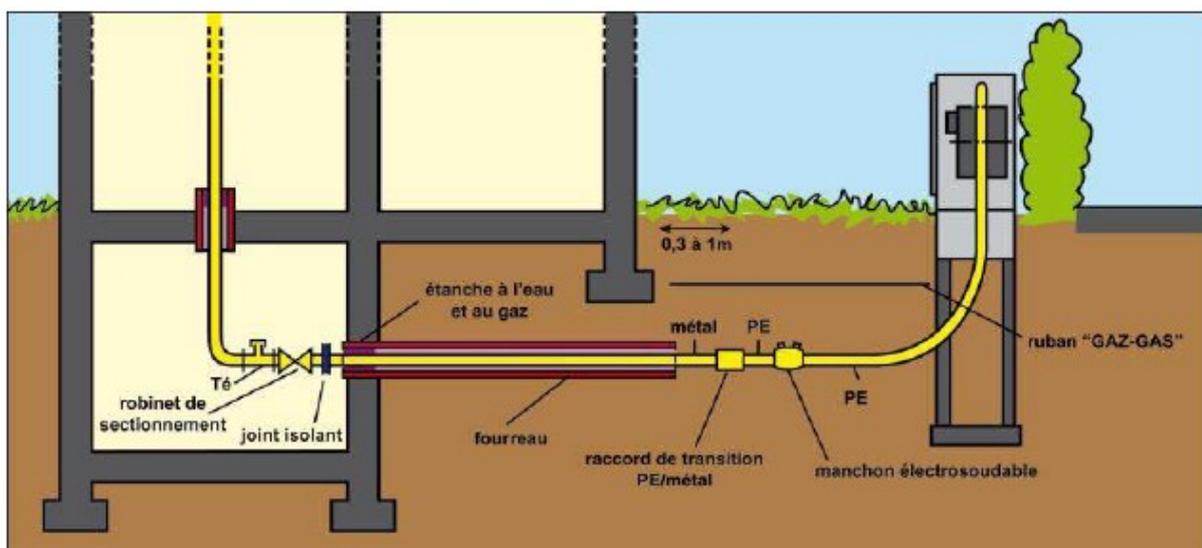


Figure 101. *Emplacement du manchon et raccord à l'extérieur du fourreau*

8. Conclusion :

Pour disposer du confort d'un bâtiment chauffé ou d'une cuisson parfaite via une alimentation au gaz, il est indispensable de veiller à la réalisation de son installation. L'installation au gaz comprend un ensemble d'éléments avant et après le compteur de gaz encadrés par une réglementation stricte et composée de plusieurs normes pour les habitations à usage individuel ou collectif.

A travers ce chapitre, nous avons présenté tout ce qu'il faut savoir sur l'installation au gaz intérieure ou publique, le raccordement pour la fourniture du gaz ainsi que l'évacuation des gaz brûlés.

Références

- ASHRAE Handbook of Fundamentals Comfort Model, 2005 superposées au climat de Bruxelles.
- Aide-mémoire, Réglementation gaz en maison équipée d'une VMC, éditions cegibat, 2014.
- Barbara Widera, Bioclimatic Architecture, Journal of Civil Engineering and Architecture Research, 2015.
- Brahim Belgaid, Thermique du bâtiment, université de Batna 1, 2021.
- Cécile Granier, Michel Platzer, La technique du bâtiment tous corps d'état, 8^{ème} Editions le moniteur, Antony, 2017.
- Chauffage et climatisation, des solutions novatrices pour vos plus grandes exigences, www.jumo.fr.
- Climatisation et chauffage par zonification, Airzone, Octobre 2012, <http://conseils.xpair.com>.
- Confort thermique – Mémento technique du bâtiment, Certu - CETE- Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, 2003. http://www.cnrs.fr/aquitainelimousin/IMG/pdf/Confort_Thermique.pdf.
- DTR C3.2. 'Réglementation Thermique des Bâtiments d'Habitation, Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques'. CNERIB, 1997.
- Guides sécurité incendie, société wallonne du logement, CSTC.
- Introduction à la thermique du bâtiment, les essentiels de l'habitat, Saint-gobain, édition 2016.
- J. Desmons, « Aide-mémoire Génie climatique » 4^e édition, 2017. www.dunod.com ISBN 978-2-10-072134-4
- Liebard A. & de Herde A., traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, le Moniteur, 2005.
- Lisa Heschong, Architecture et volupté thermique, ed. Parentheses, 1981.
- M. Jedidi, O. Benjeddou, « La thermique du bâtiment du confort thermique au choix des équipements de chauffage et de climatisation » Dunod, Paris, 2016. www.dunod.com . ISBN 978-2-10-074343-8.
- M. Zaim., A. Kadri . « Bilan thermique de construction : étude d'un cas et présentation de solutions », Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 2019.

- Ministère de l'énergie et des Mines, Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ALGER, 2011
- Olgyay V. 'Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism', Princeton University Press, 1963.
- Prévention du risque Incendie, Lutte contre l'incendie & évacuation du personnel, savpro formation, 2019
- Rouaiguia Assia, Thermique du bâtiment, université de Guelma, 2020.
- REHAU, solution pieuvre alimentation radiateurs et distribution sanitaire, Bâtiment, 2014.
- Techniques de construction, complément technique > Novembre/Décembre 2011.
- Valcea D.E., L'isolation thermique des constructions en Algérie ', éditions ENAL, Alger (1986).
- Vinçotte asbl, règlement général sur les installations de gaz, Édition Vinçotte, 2016.
- http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations_techniques/conception-photovoltaique-raccordee-reseau/releve-masque.php.
- <http://energieplus-lesite.be>.
- <https://thermocom.fr/le-choix-des-equipements-de-chauffage-et-de-climatisation/>.
- <https://coursgeologie.com/coordonnees-geographiques-209/>.
- <https://docs.izuba-energies.com>.
- <https://heatzy.com/blog/12/9/2017/bien-choisir-son-radiateur-lectrique>.