

Université Abou Bekr Belkaid  
Tlemcen Algérie



جامعة أبي بكر بلقايد

تلمسان الجزائر

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abou Bakr Belkaid-TLEMCEM  
Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme

De Master en Génie mécanique

Option Génie Energétique



THEME DU MEMOIRE

ETUDE DU CIRCUIT DE VENTILATION D'UNE  
INSTALLATION DE CLIMATISATION

Présenté par :

Benazzi Leila

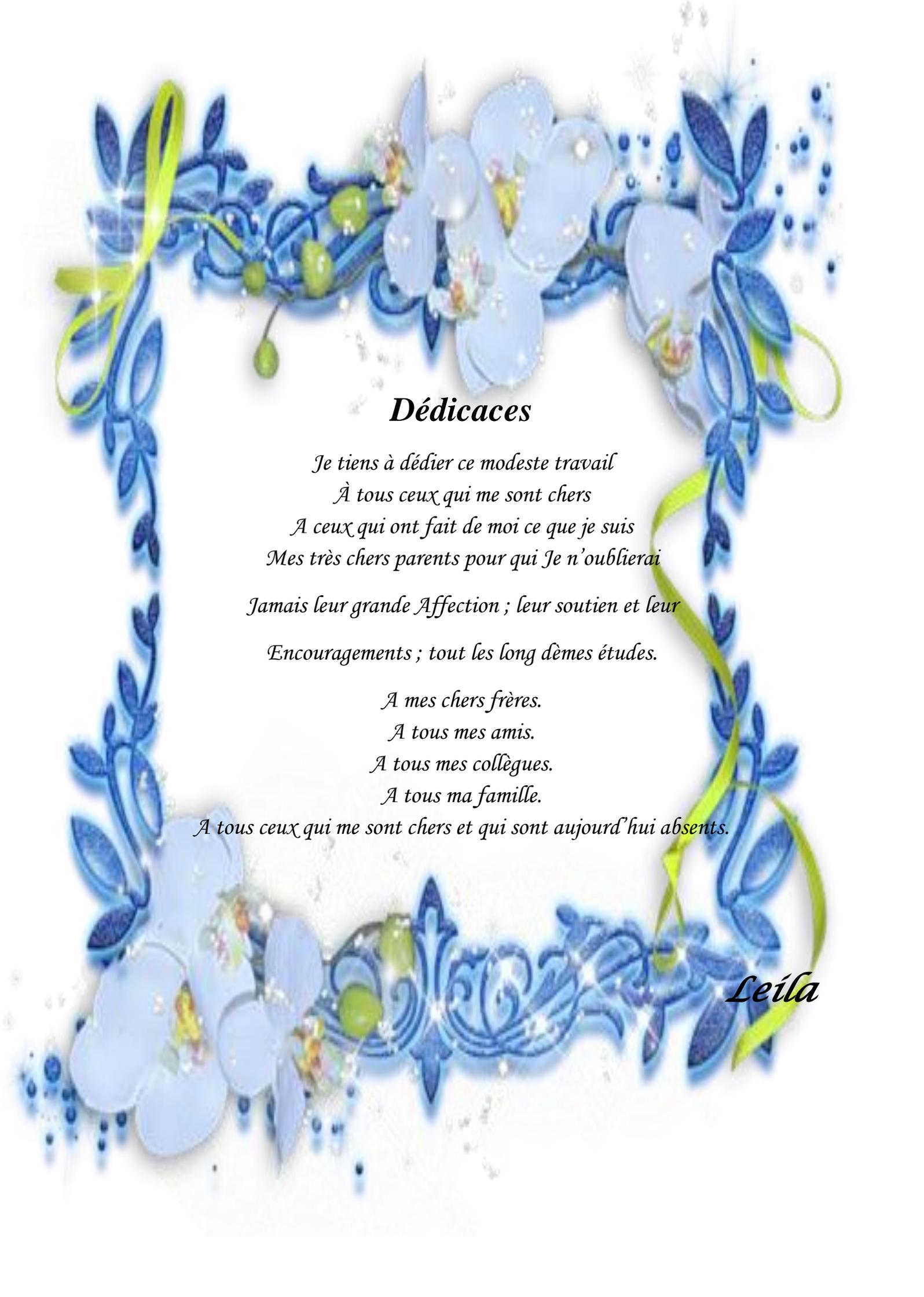
Bouchelit Fatiha

President: Mr. ALIANE ABDE NNOUR

Encadreur: Mr. ALIANE KHALED

Examineurs : Mr. BENRAMDANE MOHAMMED  
Mr. ROSTANE BRAHIM

Année universitaire 2014-2015



## *Dédicaces*

*Je tiens à dédier ce modeste travail  
À tous ceux qui me sont chers  
À ceux qui ont fait de moi ce que je suis  
Mes très chers parents pour qui Je n'oublierai  
Jamais leur grande Affection ; leur soutien et leur  
Encouragements ; tout les long dèmes études.*

*À mes chers frères.  
À tous mes amis.  
À tous mes collègues.  
À tous ma famille.  
À tous ceux qui me sont chers et qui sont aujourd'hui absents.*

*Leïla*



*Dédicaces*

*Je tiens à dédier ce modeste travail  
À tous ceux qui me sont chers  
À ceux qui ont fait de moi ce que je suis  
Mes très chers parents pour qui Je n'oublierai  
Jamais leur grande Affection ; leur soutien et leur  
Encouragements ; tout les long dèmes études.*

*À mes chers frères.*

*À tous mes amis.*

*À tous mes collègues.*

*À tous ma famille.*

*À tous ceux qui me sont chers et qui sont aujourd'hui absents.*

*Fatíha*



*Le présent travail a été réalisé à l'aide de Dieu,  
Dont nous exprimons toutes nos gratitudee et remerciements.*

*Dieu merci*

*C'est avec un plaisir particulier que nous remercions  
Nos profs ALLIAN KHALED qui a dirigé notre travail  
Nous le remercions aussi pour ses aides, pour ses conseils  
et Sa disponibilité.*

*Nous tenons à remercier Mr. ALIANE ABDE NNOUR Mr.  
BENRAMDANE MOHAMMED et Mr. ROSTANE BRAHIM*

*Nous remercions très chaleureusement toutes les personnes ayant  
Contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*leila  
leila  
fatima  
fatiha*

## NOMENCLATURES

<b>A</b>	Surface Du Composant De l'enveloppe	$m^2$
<b>C<sub>a</sub></b>	Capacités thermiques massiques de l'air sec	$kJ/kg$
<b>C<sub>p</sub></b>	Capacité calorifique	$kJ/kg$
<b>C<sub>v</sub></b>	Capacités thermiques massiques vapeur d'eau	$kJ/kg$
<b>h</b>	L'enthalpie	$KJ/kg$ d'air sec
<b>M</b>	Débit d'air massique	$kg/s$
<b>P<sub>sat</sub></b>	Pression de saturation	$Pa$
<b>P<sub>v</sub></b>	Pression de vapeur	$Pa$
<b>Q</b>	Flux thermique	$kJ/h$
<b>Q<sub>v</sub></b>	Enthalpie de vaporisation de l'eau	$kJ/kg$
<b>r</b>	La constant de gaz parfait	$kJ/kg$ k
<b>T</b>	Température d'air	$^{\circ}C$
<b>U</b>	Coefficient de transmission thermique du composant	$W/ m^2. ^{\circ}c$
<b>W</b>	Teneur en eau	$kg$ d'eau/ $kg$ d'air sec
<b>θ<sub>air</sub></b>	Température De l'air	$^{\circ}C$
<b>μ</b>	Le rendement	$\%$
<b>P</b>	La masse volumique	$Kg/m^3$

## ملخص

يركز عملنا على دراسة نظام التهوية لتبريد أو تسخين منزل

في الجزء الأول قدمنا بعضاً لأفكار حول أنظمة التهوية في المنازل أما في الجزء الثاني قدمنا

أنواع مبادئ عمل نظم التهوية و معالجة الهواء في الشتاء كما في الصيف، ثم شرعنا في

محاكاة عبر برنامج "Fluent" لضماننا لاتساق في درجة الحرارة خلال مبنى.

كلمات البحث: نظام تبريد. تهوية. معالجة الهواء.

## ***Résumé***

Notre travail porte sur l'étude du circuit de ventilation d'une installation de climatisation une habitation.

Dans la première partie nous avons présenté quelques notions sur Les systèmes des ventilations dans les habitations.

Dans la deuxième partie, nous avons présenté les différents principes des installations des ventilations et traitement d'air pour l'hiver comme pour l'été. Nous avons ensuite procéder à une simulation avec les logiciels Fluent et Gambit pour s'assurer de l'uniformité de la température se trouvant au sein de notre bâtisse et procurer le confort pour occupants.

***Mots clés*** : installation de climatisation, ventilation, traitement d'air.

## *Abstract*

Our work focuses on the study of the ventilation circuit of a home air conditioning installation.

In the first part we presented some ideas on systems of ventilation in the lived  
Deuxième in part, we present the different principles of installation of ventilation and air handling for the winter as the summer.

We then conduct a simulation with fluent Gambit software and to ensure uniformity of temperature located within our masonry and provide comfort to occupants.

# SOMMAIRE

<b>Introduction général</b> .....	1
<b>Chapitre 01 : Les systèmes des ventilations dans les habitations</b>	
I.I. Introduction .....	3
I.II. Nécessité de la ventilation .....	3
I.II.1. Pour le confort .....	3
I.II.2. Pour la santé .....	4
I.II.3. Pour le bâtiment .....	4
I.III. Énergie pour la ventilation .....	5
I.IV. Différents types du système de ventilation.....	5
I.IV.1. Ventilation naturelle .....	6
I.IV.1.1. Ventilation Naturelle Contrôlée (VNC) .....	8
I.IV.1.2. Ventilation Naturelle Assistée (VNA) .....	9
I.IV.1.3. Ventilation Naturelle Répartie (VNR) .....	9
I.IV.1.4. Avantage de la ventilation naturel .....	9
I.IV.2. Ventilation mécanique .....	10
I.IV.2.1. Ventilation Mécanique contrôlé .....	10
I.IV.2.2. Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux .....	12
I.IV.2.3. Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux auto réglable .....	13
I.IV.2.4. Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux hygro-réglable .....	13
I.IV.2.5. Ventilation Mécanique Contrôlée double flux .....	16
I.IV.2.6. Ventilation Mécanique Contrôlée gaz .....	17
I.IV.2.7. Ventilation Mécanique Répartie (VMR) .....	18
I.IV.2.8. Ventilation Mécanique par Insufflation (VMI).....	19
I.IV.3. Ventilation hybride .....	20
I.IV.3.1. Différents modes de ventilation hybride .....	21
I.IV.3.2. Avantage de la ventilation hybride.....	22
I.IV.3.3. Conséquences pour les bâtiments .....	22

I.IV.4.Ventilation par dilution .....	23
I.V. Caractéristique des composantes du système de ventilation .....	24
I.V.1. Entre d'air .....	24
I.V.2. Entre d'air en façade .....	24
I.V.3. Thermostats .....	25
I.V. 4. Bouches des extractions .....	26
I.V. 5. Extraction d'air .....	27
I.V.6. Filtres d'air .....	27
I.V.6.1. Caractéristiques des filtres : .....	28
I.V.7. Serpentins .....	28
I.V.8.Ventilateurs .....	29
I.V.9. Humidificateur .....	30
I.V.10. Conduits d'aération .....	30
I.VI.Conclusion .....	30

## **Chapitre 02 : les installations des ventilations et traitement d'air**

II.I. Introduction .....	31
II.II. Différents types des installations .....	31
II.II.1. Installations de ventilation .....	32
II.II.2.Installation de climatisation .....	35
II.II.2.1.Principe de fonctionnement d'un système de climatisation .....	35
II.II.2.2.Composant d'un' installation de climatisation .....	36
II.II.3Installation de chauffage .....	39
II.II.3.1.Pompe à chaleur (air/air) .....	40
II.II.3.1.1.Fonctionnement .....	40
II.II.4.Rendement global d'une installation de chauffage .....	42
II.II.5. Installations de traitement d'air .....	44
II.II.5.1. Système fonctionnant en tout air neuf .....	46
II.II.5.2.Système de conditionnement d'air mono zone .....	47
II.II.5.3.Système de conditionnement d'air multizone .....	47

II.II.5.4.Système de conditionnement d'air à réchauffage terminal .....	48
II.III. Cycles thermodynamique de conditionnement d'air .....	48
II.III.1.Centrale de traitement d'air .....	48
II.III.2 Humidité relative .....	52
II.IV. Bilan thermique de climatisation.....	57
II.IV.1.Bilan thermique .....	58
II.V. Conclusion .....	60
<b>Chapitre 03 : Simulation de la circulation d'air dans l'habitat</b>	
III.I. Introduction.....	61
III.II.1.Présentation de Gambit.....	61
III.II.2.Présentation de Fluent .....	65
III.II.3.Présentation d'habitation .....	73
III.III.1.Simulation et interprétation des résultats .....	74
III.III.1.1.Hall et couloir.....	74
III.III.1.2. Cuisine .....	76
III.III.1.3. Chambre 01 .....	78
III.III.1.4. Deuxième chambre .....	79
III.III.1.5.Séjour .....	80
III.III.1.6. Sale de bain .....	82
III.III.2.1.Hall et couloir.....	83
III.III.2.2.Cuisine .....	85
III.III.2.3. Chambre 01 :.....	86
III.III.2.4. Deuxième chambre .....	88
III.III.2.5.Séjour .....	89
III.III.2.6. Sale de bain .....	90
III.IV. Conclusion .....	92
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>93</b>

### **Référence bibliographiques**

# Liste des figures

## **Chapitre 01 : Les systèmes des ventilations dans les habitations**

<b>Figure I.1.</b> :Énergie nécessaire pour réchauffer ou refroidir et pour l'air de ventilation .....	5
<b>FigureI.2.:</b> Principe générale de la ventilation naturelle .....	7
<b>Figure I.3.</b> : Ventilation Naturelle Contrôlée .....	8
<b>Figure I.4.</b> : Compassant d'un système de La ventilation mécanique.....	10
<b>FigureI.5.</b> : Principe général de La Ventilation Mécanique Contrôlée .....	11
<b>FigureI.6.:</b> :Principe de fonction de la Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux .....	13
<b>Figure I.7.:</b> Ventilation Mécanique Contrôlée double flux .....	16
<b>Figure I.8:</b> Installation La Ventilation Mécanique Contrôlée gaz.....	18
<b>Figure I.9.</b> : Principe général de La ventilation mécanique répartie .....	19
<b>Figure I.10.</b> : Ventilation Mécanique par Insufflation .....	20
<b>Figure I.11.:</b> Diagramme represent la concentration de polluants en fonction du taux de ventilation.....	23
<b>Figure I.12.</b> : Principe des entres d'air en façade d'air .....	25
<b>Figure I.13.:</b> Thermostats .....	25
<b>Figure I.14.:</b> Bouches des extractions .....	26
<b>Figure I.15.:</b> Filtres à air.....	28
<b>Figure I.16.</b> : Echangeurs thermiques .....	29
<b>Figure I.17.:</b> Conduits .....	30

## **Chapitre 02 : les installations des ventilations et traitement d'air**

<b>FigureII.1</b> : Schéma d'un système mécanique de ventilation .....	34
<b>Figure II.2.</b> :Installation de climatisation .....	36
<b>Figure II.3.:</b> Cycle thermodynamique Diagramme (T, S).....	38
<b>FigureII.4.:</b> Cycle thermodynamique Diagramme (p, h) .....	38
<b>Figure II.5.:</b> Cycles des deux modes de climatisation .....	39
<b>Figure II.6.:</b> Principes de fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air .....	41
<b>Figure II.7.:</b> Représente le système de chauffage à 1 chaudière et 1 circuit .....	42
<b>FigureII.8.:</b> Installation de la centrale de conditionnement d'air .....	45
<b>FigureII.9.:</b> Principe de Système fonctionnant en tout air neuf .....	46
<b>Figure II.10.</b> : Système de conditionnement d'air mon ozone .....	47
<b>Figure II.11.</b> Système de conditionnement d'air multizone.....	48

<b>Figure II.12.:</b> Composition d'une centrale de traitement d'air .....	49
<b>Figure II.13.:</b> Humidificateur .....	50
<b>Figure II.14. :</b> Récupération d'énergie .....	51
<b>Figure II.15.:</b> Régulation de l'humidité relative .....	52
<b>Figure II.16. :</b> Évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide en hiver .....	54
<b>Figure II.17.:</b> Évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide en été .....	55

### **Chapitre 03 : Simulation de la circulation d'air dans l'habitat**

<b>Figure III.1.:</b> Lancement du Gambit .....	61
<b>Figure III.2.:</b> Construction de la géométrie .....	62
<b>Figure III.3.:</b> Maillage structuré et non structuré .....	63
<b>Figure III.4. :</b> Définition des frontières .....	64
<b>Figure III.5. :</b> Exportation du maillage .....	65
<b>Figure III.6.:</b> Importation de la géométrie .....	65
<b>Figure III.7. :</b> Vérification du maillage .....	66
<b>Figure III.8.:</b> Vérification des unités .....	66
<b>Figure III.9.:</b> Choix du solveur .....	67
<b>Figure III.10.:</b> Equation de l'énergie .....	67
<b>Figure III.11.:</b> Choix du modèle d'écoulement .....	68
<b>Figure III.12.:</b> Définition des caractéristiques du fluide .....	68
<b>Figure III.13.:</b> Choix de la pression de référence .....	69
<b>Figure III.14.:</b> Valeurs des conditions aux limites .....	69
<b>Figure III.15.:</b> Vitesse d'entrée .....	70
<b>Figure III.16.:</b> Parois inférieure et supérieure .....	70
<b>Figure III.17.:</b> Pression à la sortie .....	71
<b>Figure III.18.:</b> Choix d'ordre des équations et l'algorithme .....	71
<b>Figure III.19.:</b> Initialisation du calcul .....	72
<b>Figure III.20.:</b> Choix des critères de convergence .....	72
<b>Figure III.21.:</b> Choix du nombre des itérations .....	73
<b>Figure III.22.:</b> Schéma de l'habitation .....	73
<b>Figure III.23.:</b> Ligne de courant dû hall et couloir .....	74
<b>Figure III.24. :</b> Température du hall et le couloir .....	75
<b>Figure III.25.:</b> Composantes transversales de la vitesse dû hall et couloir .....	75
<b>Figure III.26.:</b> Composantes longitudinal de la vitesse dû hall et couloir .....	76
<b>Figure III.27.:</b> Température de la cuisine .....	76
<b>Figure III.28.:</b> Composantes transversales de la vitesse de la cuisine .....	77
<b>Figure III.29.:</b> Composantes longitudinales de la vitesse de la cuisine .....	77
<b>Figure III.30.:</b> Ligne de courant de la cuisine .....	77

<b>Figure III.31.:</b> Température de la chambre 01 .....	78
<b>Figure III.32.:</b> Composante longitudinale de la vitesse de la chambre 01 .....	78
<b>Figure III.33.:</b> Composante transversale de la vitesse de la chambre 01 .....	79
<b>Figure III.34.:</b> Température de la chambre 02 .....	79
<b>Figure III.35. :</b> Composant longitudinal de vitesse de la chambre02 .....	80
<b>Figure III.36. :</b> Composant transversal de vitesse de la chambre 02 .....	80
<b>Figure III.37.:</b> Température du séjour.....	81
<b>Figure III.38. :</b> Composant transversal de vitesse du séjour.....	81
<b>Figure III.39. :</b> Composant longitudinal de vitesse du séjour.....	81
<b>Figure III.40.:</b> Température de la sale de bain.....	82
<b>Figure III.41. :</b> Composant longitudinal de vitesse de la sale de bain .....	82
<b>Figure III.42. :</b> Composant transversal de vitesse de la sal de bain .....	83
<b>Figure III.43.:</b> Ligne de courant du hall et couloir.....	83
<b>Figure III.44. :</b> Température du hall et le couloir .....	84
<b>Figure III.45.:</b> Composantes longitudinale de la vitesse dû hall et couloi .....	84
<b>Figure III.46.:</b> Composantes transversales de la vitesse dû hall et couloi .....	85
<b>Figure III.47.:</b> Température de la cuisine .....	85
<b>Figure III.48.:</b> Composantes transversales de la vitesse de la cuisine .....	86
<b>Figure III.49.:</b> Composanteslongitudinalesde la vitesse de la cuisine .....	86
<b>Figure III.50. :</b> Température dans la chambre 01 .....	87
<b>Figure III.51. :</b> Composante longitudinale de la vitesse dans la chambre 01 .....	87
<b>Figure III.52. :</b> Composante transversale de la vitesse dans la chambre 01 .....	87
<b>Figure III.53. :</b> Température dans la deuxième chambre.....	88
<b>Figure III.54. :</b> Composante longitudinale de la vitesse dans la chambre 02 .....	88
<b>Figure III.55. :</b> Composante longitudinale de la vitesse dans la chambre 02 .....	89
<b>Figure III.56. :</b> Température dans le séjour .....	89
<b>Figure III.57.:</b> Composante longitudinale de la vitesse dans la chambre 02 .....	90
<b>Figure III.58. :</b> Composante longitudinale de la vitesse dans le séjour .....	90
<b>Figure III.59.:</b> Température dans salle de bain .....	91
<b>Figure III.60. :</b> Composante longitudinale de la vitesse dans la salle de bain .....	91
<b>Figure III.61.:</b> Composante transversalde la vitesse dans la salle de bain.....	91

## **Introduction général :**

L'activité humaine (lessiver, nettoyer, cuisiner, transpirer,...) produit pas mal de vapeur d'eau dans le logement, qui doit être évacuée pour éviter des problèmes de condensation et de moisissures. Par ailleurs, l'être humain consomme de l'oxygène, qui doit être apporté par l'air frais extérieur, sinon des troubles physiques pourraient survenir. Ces dernières décennies (particulièrement depuis la crise pétrolière de 1973), une attention croissante a été portée à l'efficacité énergétique des bâtiments, notamment en les rendant étanches. Mais simultanément, le nombre de sources polluantes à l'intérieur du bâtiment a augmenté. Les produits d'entretien sont plus puissants, et donc plus nocifs, et de plus en plus de matériaux utilisés, comme les matériaux de construction, provoquent des irritations et ne favorisent pas une bonne régulation du climat intérieur. Les particules insalubres s'accumulent souvent à l'intérieur par manque d'aération ou de ventilation. Des études ont prouvé que la qualité de l'air intérieur est souvent bien plus mauvaise que la qualité de l'air extérieur. C'est pour ces raisons qu'aérer ou ventiler est extrêmement important. En moyenne nous passons 80% de notre temps à l'intérieur. Pour obtenir une ambiance intérieure saine, il est nécessaire d'évacuer autant que possible l'air vicié en ventilant. Si n'est pas possible de ventiler, il faut aérer. Une bonne qualité de l'air n'est d'ailleurs pas seulement importante pour notre santé, mais également pour notre confort et pour le bâtiment lui-même ! Différents problèmes peuvent surgir suite au manque ou à l'excès de ventilation ou d'aération. Ces problèmes se situent soit au niveau de la santé, soit au niveau du confort, soit au niveau du bâtiment lui-même ou encore au niveau de la consommation énergétique.

La ventilation consiste à renouveler l'air d'une pièce ou d'un bâtiment.

- Elle agit directement sur la température de l'air, puisqu'on remplace un volume d'air à la température  $T_{int}$  par un volume d'air équivalent à la température  $T_{ext}$ .
- Elle agit indirectement, donc plus lentement, sur les températures de surface des parois, car ces dernières peuvent se refroidir ou se réchauffer par convection au contact d'un air plus froid ou plus chaud.

### **Au le premier chapitre :**

Ce chapitre présente les bases indispensables à la compréhension du sujet. Nous aborderons ainsi en premier lieu quelques notions sur la ventilation et leur différents types.

### **Le deuxième chapitre :**

Ce chapitre est consacré pour les descriptions des différents types des installations de ventilation et traitement d'air ainsi que ses paramètres et ses caractéristiques de fonctionnement et à la fin le chapitre se termine par l'évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide.

### **Au troisième chapitre :**

Dans ce chapitre nous avons exposé les aboutissements de la simulation avec discussion et interprétation des résultats obtenus pour le chauffage dans l'hiver et la climatisation dans l'été pour mieux connaître la circulation et le mouvement d'air à l'intérieur de l'habitat.

## **I.I. Introduction :**

La ventilation est le processus par lequel l'air intérieur est renouvelé par admission d'air neuf et par évacuation d'air vicié, à l'aide de moyens naturels ou mécaniques, dans le but d'assurer le confort des occupants. Pour cela on a commencé par un quelques notions sur les caractéristiques des différent type du système de ventilation.

## **I.II. Nécessité de la ventilation :[1]**

### **I.II.1. Pour le confort :**

#### **I.II.1.1. Définition :**

Le confort est une notion globale: chaleur et froid, lumière, bruit, paysage, eau, verdure, prestige.... et autre, sont autant d'éléments définissant plusieurs paramètres climatiques, esthétiques, psychologiques du confort. Le confort est également la sensation subjective qui n'existe pas en lui-même.

#### **I.II.1.2. Confort respiratoire :**

La bonne qualité d'air intérieur traduit par la ventilation est importante pour les processus métaboliques et pour l'hygiène de chacun. La ventilation et la réduction des pollutions à la source sont les garantes d'une meilleure respiration et d'une meilleure santé. L'indicateur de la qualité de l'air est donné dans certaines études par la concentration en dioxyde de carbone

Il a été établi une plage de concentrations de dioxyde de carbone correspondant à une qualité d'air acceptable. Le dioxyde de carbone est produit par la respiration humaine, et sa concentration ne peut être réduite de façon significative que par une ventilation naturelle, ou artificielle suffisante. Le degré de ventilation nécessaire pour maintenir une faible teneur en dioxyde de carbone à l'intérieur permet également de réduire les concentrations d'autres polluants intérieurs et d'améliorer la qualité générale de l'air à l'intérieur.

### **I.II.1.3. Confort thermique :**

Dans les milieux bâtis, le confort thermique constitue une exigence essentielle à la quelle le concepteur doit apporter les réponses nécessaires. L'environnement thermique est caractérisé par quatre grandeurs physiques (la température de l'air, l'intensité de rayonnement solaire, l'humidité et la vitesse de l'air). Ces variables réagissent avec l'activité et la vêtue du corps humain pour établir son état thermique et constituent ensemble les six paramètres de base des échanges thermiques entre l'homme et son environnement.

### **I.II.2. Pour la santé :**

Certains éléments relatifs à l'environnement intérieur peuvent causer des troubles de santé. Ceux-ci peuvent varier en fonction de l'âge, du sexe, de l'état de santé,... mais surtout en fonction de la sensibilité de chacun. En plus, on peut distinguer les troubles de santé objectifs des troubles de santé subjectifs.

### **I.II.3. Pour le bâtiment :**

La plupart des problèmes qui surviennent au niveau du bâtiment sont liés à la présence d'humidité non désirée. L'humidité dans un logement peut provenir d'une fuite dans la toiture, d'un solin mal achevé, de fenêtres ou de portes qui se ferment mal, de condensation sur des ponts thermiques, d'humidité ascensionnelle, de fuites dans des canalisations,... Etant donné que l'humidité peut causer des dégâts au bâtiment et mener à des situations malsaines, il faut intervenir rapidement. Essayez d'abord de résoudre le problème au niveau de la construction, c'est-à-dire en réparant les fuites, en appliquant une couche hydrofuge et en ventilant suffisamment. Parallèlement, une solution curative aux problèmes est également nécessaire. L'humidité engendrée par la condensation peut mener aux problèmes suivants:

- ✓ Détérioration des finitions: peintures, papier peint, plafonnage...
- ✓ Formation de moisissures pouvant atteindre la structure du bâtiment ou le bois
- ✓ Diminution du pouvoir isolant.

### I.III. Énergie pour la ventilation :[2]

Dans la mesure où l'énergie permettant de réchauffer ou de refroidir l'air de ventilation représente généralement une part importante de la demande en énergie d'un bâtiment, la minimisation de l'utilisation de cette énergie constitue une opportunité à saisir.

L'énergie nécessaire à la ventilation revêt deux aspects différents (figure) :

- L'énergie permettant de réchauffer ou de refroidir l'air de ventilation
- L'énergie permettant d'acheminer l'air depuis l'admission vers le rejet, en traversant le bâtiment.

Pour les systèmes traditionnels, l'énergie requise pour l'acheminement de l'air représente environ 5 à 15 % de l'énergie utilisée pour réchauffer et/ou refroidir l'air de ventilation. La ventilation hybride permet de réduire les deux aspects du besoin en énergie.

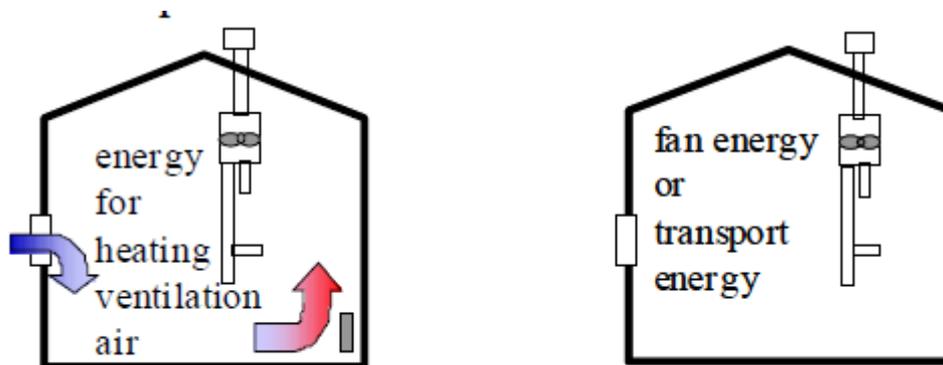


Figure 1.1.Énergie nécessaire pour réchauffer ou refroidir et pour l'air de ventilation

### I.IV. Différents types du système de ventilation :

La ventilation est le processus par lequel l'air intérieur est renouvelé par admission d'air neuf et par évacuation d'air vicié, à l'aide de moyens naturels ou mécaniques, dans le but d'assurer le confort des occupants. Les besoins en

ventilation d'un bâtiment d'habitation donné sont conditionnés par de multiples facteurs, susceptibles de varier d'une habitation à l'autre. Les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur, le vent et les appareils qui évacuent ou introduisent de l'air sont autant de facteurs susceptibles d'influer sur la pression d'air d'une habitation, phénomène associé aux déplacements d'air à l'intérieur. Par ailleurs, les améliorations apportées aux méthodes de construction récentes des habitations les ont rendues plus étanches à l'air. De même, un nombre grandissant de maisons existantes a fait l'objet d'améliorations au niveau de l'isolation, d'installation de fenêtres et de portes à haut rendement énergétique, etc. Dans bon nombre de ces maisons, l'infiltration d'air par les portes et les fenêtres, ainsi que par les orifices de l'enveloppe, ne suffisent généralement plus à assurer une ventilation suffisante et uniformément distribuée dans les pièces habitables de la maison. L'apport de la ventilation mécanique devient alors une mesure complémentaire envisageable.

#### **I.IV.1.ventilation naturelle :[3]**

Ventilation naturelle c'est un système qui permet de ventiler naturellement (tirage thermique et effets du vent) un logement par des conduits individuels seuls ou des conduits individuels raccordés à des conduits collectifs.

La ventilation naturelle se fait principalement par l'ouverture des portes et des fenêtres ainsi que, lorsque cela s'applique, par le volet de la cheminée ou les prises d'air volontairement aménagées au travers de l'enveloppe pour introduire de l'air de compensation. Elle correspond également aux échanges d'air se produisant par les fissures et les petits orifices de l'enveloppe du bâtiment, ainsi qu'au pourtour des portes et des fenêtres insuffisamment scellées. Ce phénomène fait intervenir les notions d'infiltration (passage de l'air de l'extérieur vers l'intérieur) et d'exfiltration d'air (passage de l'air de l'intérieur vers l'extérieur). Dans une habitation, ces deux mouvements d'air sont le plus souvent provoqués par l'effet de tirage et le vent. Le taux de ventilation naturelle est généralement élevé lorsqu'il fait froid (une différence

marquée entre les températures intérieure et extérieure favorisant une plus grande circulation d'air) et qu'il vente beaucoup. La ventilation naturelle peut être considérée comme une forme de ventilation passive.

La ventilation naturelle est le moyen de ventiler le plus élémentaire celle-ci est basée sur le simple fait que l'air chaud monte pour être évacué automatiquement par des ouvertures disposées à des endroits stratégiques

Ce principe ne nécessite alors aucun système. Le fonctionnement de la ventilation naturelle existe depuis les temps les plus reculés. Elle convient parfaitement dans l'industrie, les centres commerciaux, les centrales thermiques, les bâtiments d'exposition, les entrepôts les hôpitaux, les maisons de repos, et bien sûr aussi pour les maisons individuelles.

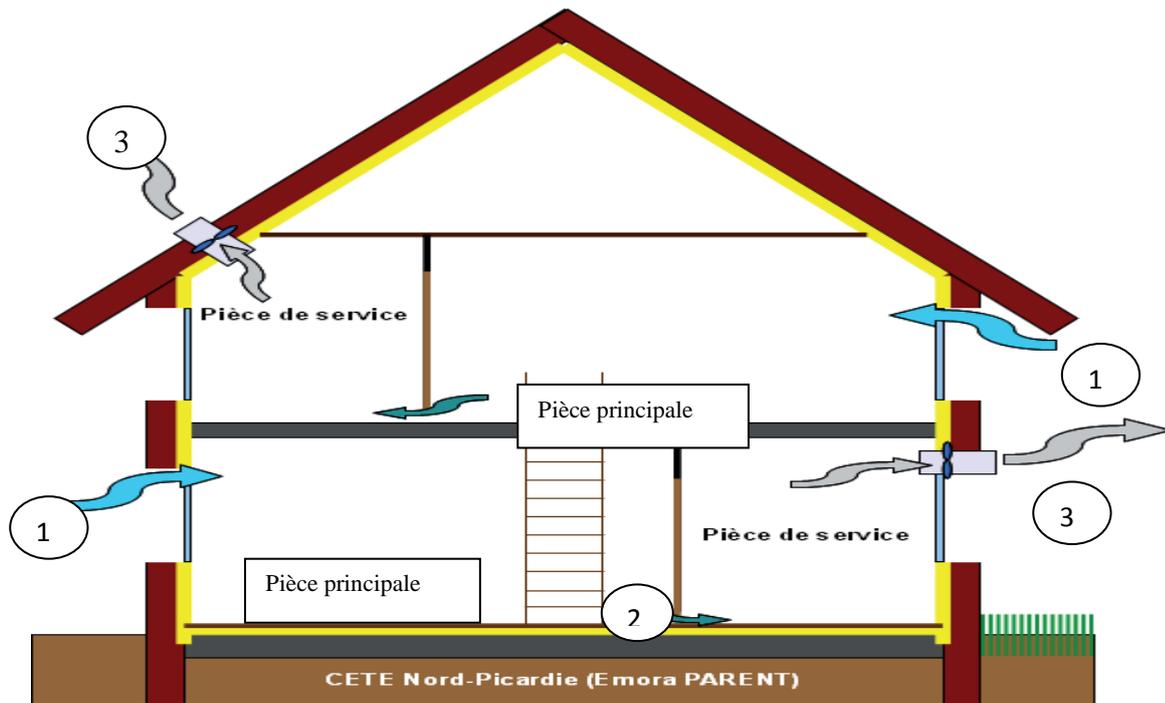


Figure I.2.: Principe générale de la ventilation naturelle

L'air est mis en mouvement par des phénomènes naturels de force du vent et de tirage thermique, dû à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment, créant ainsi un mouvement d'air (c'est le balayage naturel).

La ventilation naturelle consiste en un renouvellement permanent d'air neuf réalisé par :

- les ouvertures dans les pièces principales intégrées dans les portes, les fenêtres et/ou dans les murs (grille d'aération)(1)
- une ouverture de transfert vers les autres pièces (grille ou ouverture sous les portes intérieures)(2)
- les grilles d'évacuation dans les pièces de service à forte humidité (cuisine, sanitaires) où l'air est évacué par un conduit vertical muni notamment de cornières pour empêcher le refoulement (conduit de type shunt) et débouchant en toiture au moins à 50 cm au-dessus du faîtage de la maison(3)
- les ouvertures de transfert vers les autres pièces (jour sous les portes intérieures : c'est le détalonnage des portes)

Les grilles peuvent être réglables manuellement ou auto réglables (la quantité d'air entrante est constante, indépendante de la vitesse du vent).

#### **I.IV.1.1. Ventilation Naturelle Contrôlée (VNC) :[3]**

Elle fonctionne sans dispositif mécanique (moteur). L'air entre dans le logement par une serre bioclimatique. Il est préchauffé durant la journée dans la serre et aussi pendant son transit dans un mur capteur. Il est transmis dans les pièces par convection naturelle par des bouches hygroréglables. L'extraction se fait dans les pièces d'eau ou pièces humides et dans la cuisine par des bouches hygroréglables du même type. On peut adjoindre des filtres à pollen et un ventilateur au niveau de la serre. Ce dernier se met en route et augmente le débit de ventilation lorsque la température intérieure de la serre dépasse une valeur programmable. La ventilation est coupée les jours d'été ou de forte chaleur.

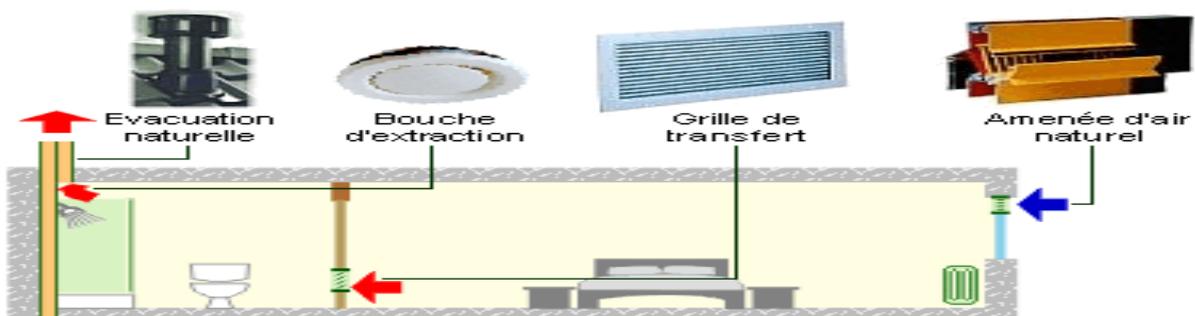


Figure I.2. : Ventilation Naturelle Contrôlée

### **I.IV.1.2. Ventilation Naturelle Assistée (VNA) :[3]**

Le principe de fonctionnement est le même que dans le cas d'une ventilation naturelle. La différence réside dans l'installation supplémentaire d'une assistance mécanique à certains endroits pour assurer des débits minimum : cas d'une ouverture hygroréglable (les entrées d'air et les bouches d'extraction ont des sections variables avec l'humidité qui règne dans le logement)

Il existe divers types de la ventilation naturelle assistée :

➤ **Ventilation naturelle assistée par induction.**

Elle consiste à insuffler au centre des conduits un jet d'air à grande vitesse en partie supérieure ou en partie inférieure des conduits. L'air soufflé est introduit par des buses installées à l'extérieur et reliées par un réseau avec un ventilateur situé en partie basse du bâtiment.

➤ **Ventilation naturelle assistée par extracteur stato-mécanique.**

Elle utilise un dispositif d'extraction mécanique coiffant les conduits de ventilation. L'assistance mécanique à la ventilation naturelle est déclenchée par programmation à l'aide d'une horloge selon les besoins où à l'aide d'un thermostat asservi à la température extérieure (c'est la température extérieure qui déclenche l'extracteur pour assurer une ventilation suffisante).

### **I.IV.1.3. Ventilation Naturelle Répartie (VNR) :**

Dans ce cas les extractions se font indépendamment les unes des autres. Les passages d'air ne sont pas reliés entre eux d'une pièce à une autre.

### **I.IV.1.4. Avantage de la ventilation naturel :[3]**

- Procure une ventilation qui assure la sécurité, les conditions de confort et de santé aux occupants des bâtiments sans l'utilisation de ventilateur,
- Procure un rafraîchissement passif sans système thermodynamique,
- Réduit les coûts de construction et d'utilisation des bâtiments quand elle est conçue soigneusement,

- Réduit les consommations d'énergie liées au système de conditionnement et aux ventilateurs,
- Elimine les bruits de ventilateurs.

### **I.IV.2.Ventilation mécanique :**

Le principe d'un système central de ventilation mécanique s'explique d'une manière très simple. Le système se compose d'un ventilateur central et de conduits ronds ou rectangulaires (encastrés dans le béton ou en pose libre) qui aboutissent aux bouches de ventilation dans la cuisine, la salle de bain et les toilettes. En même temps, chaque pièce comprend une ou plusieurs ouvertures pour l'apport de l'air frais, la plupart du temps une grille dans le châssis de fenêtre. Les vrais bons systèmes veillent à un renouvellement optimal de l'air, avec une perte de chaleur aussi minimale que possible et à une consommation d'électricité aussi basse que possible.

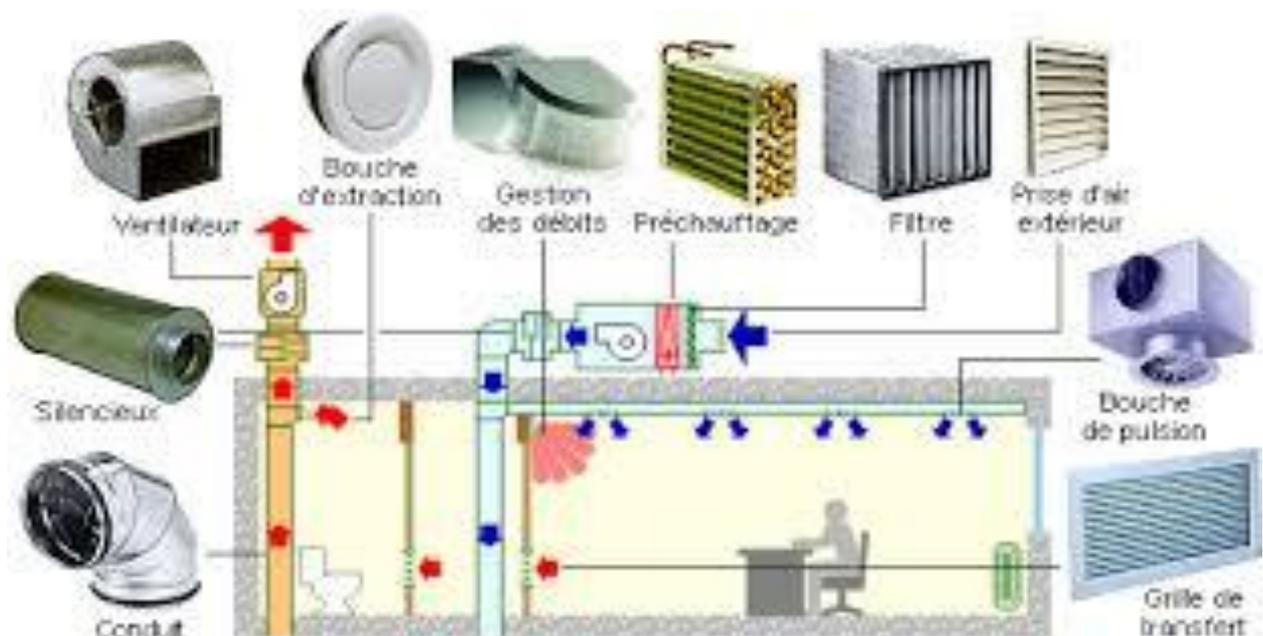


Figure I.3. : Composant d'un système de La ventilation mécanique

#### **I.IV2.1.Ventilation Mécanique contrôlé: [3]**

De l'air sain en permanence dans votre habitation grâce aux systèmes de ventilation mécanique contrôlée. Le groupe de ventilation pulse l'air frais filtré vers les principales pièces de vie, ce qui entraîne une légère surpression et donc le transfert d'un même débit d'air au départ de ces pièces vers les locaux

utilitaires où cet air vicié est évacué via les aéras. L'évacuation accélérée d'odeurs ou de vapeur est toujours possible par simple augmentation du débit de l'air frais filtré par le groupe de ventilation au départ du processus: simple, sain et économique

Le système de Ventilation Mécanique Contrôlée de Masser a principalement comme objectif de veiller à un apport d'air frais de qualité qui, associé à la ventilation naturelle, confère à l'habitation un niveau optimal de confort. Par ailleurs, le système de Ventilation Mécanique Contrôlée est totalement indépendant de l'installation de chauffage.

Le groupe de ventilation qui pulse de l'air frais filtré dans les pièces principales (salle de séjour, chambre à coucher,...) entraîne dans celles-ci une légère surpression par rapport aux locaux de service (WC, bains et cuisine). L'évacuation des vapeurs, odeurs et autres impuretés peut être accélérée en augmentant le débit de ventilation du groupe de pulsion. L'air vicié est évacué vers l'extérieur par les aéras d'extraction des locaux de service.

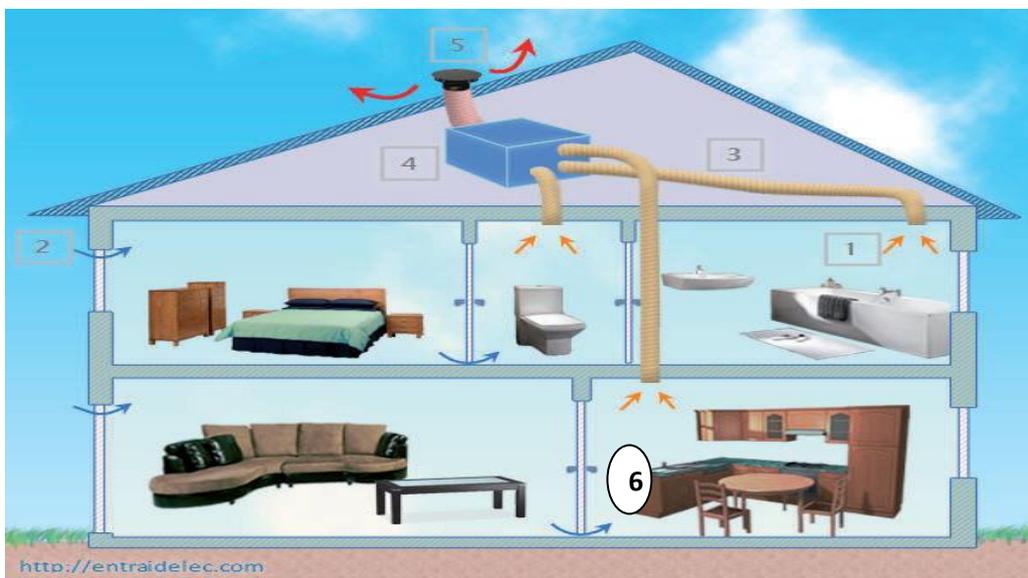


Figure I.4. : Principe général de La Ventilation Mécanique Contrôlée

- (1) Bouches d'extraction
- (2) Entrée d'air autorégulable ou hygrorégulable
- (3) Conduits d'extraction

(4) Extracteur hygroréglable (ventilateur)

(5) Rejet d'air

(6) Détalonnage des portes

L'air vicié est extrait des pièces dites humides (salle de bains, cuisine, etc.) via des bouches reliées à un ventilateur. L'air neuf extérieurs entre par dépression dans les chambres et le séjour via des ouïes de ventilation qui sont prévues dans les portes et les fenêtres. Le débit d'air est constant.

Le logement est mis sous faible dépression (environ 100 pascals) par rapport à l'extérieur. La ventilation qui fonctionne en permanence, peut être à 2 vitesses (une réduite et une accélérée en cas de présence d'odeurs ou d'humidité) ou à vitesse variable.

Les entrées d'air peuvent être soit de type autoréglable permettant un débit d'air constant quelles que soient les conditions extérieures (vent, pluie) et intérieures, soit de type hygroréglable modulant automatiquement les débits d'air en fonction du taux d'humidité de l'air intérieur (ajustement de la section de passage en fonction du capteur d'humidité). Les passages de transfert se font généralement par le dessous des portes (détalonnage). Les bouches d'extraction doivent être entretenues 1 fois par trimestre

#### **I.IV.2.2. Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux : [3]**

L'air neuf s'engouffre dans les pièces principe grâce à des entrées d'air situées dans les pièces à vivre. L'air neuf circule dans les pièces principales ce qui permet de les ventiler puis il transite vers les pièces où l'air est plus pollué (cuisine, salle de bain...). L'air se pollue ainsi l'air vicié est évacué à l'extérieur par des bouches d'extraction situées dans ces mêmes pièces de service (cuisine, salle de bain...). C'est ce qu'on appelle le groupe d'extraction qui permet d'extraire l'air. Il est généralement situé dans les combles ou en terrasses l'air vicié est alors renvoyé vers l'extérieur.

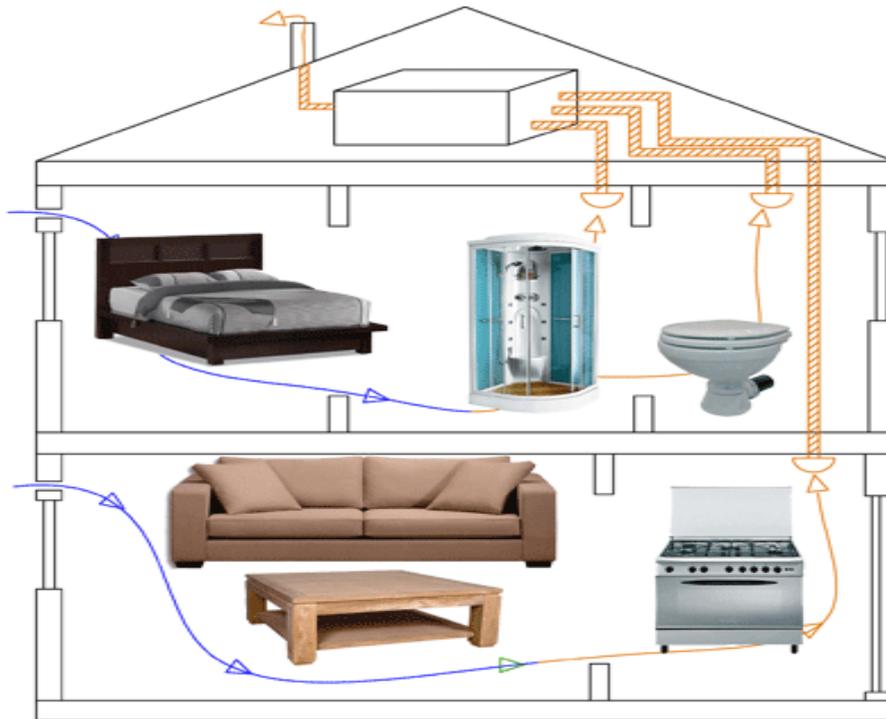


Figure I.5. : Principe de fonction de la Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux

#### **I.IV.2.3. Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux auto réglable : [4]**

Les ventilations Mécanique Contrôlée simple flux auto réglable fonctionne en continu avec un débit quelles que soient :

- Les conditions extérieures (vent, pluie,...)
- Les activités intérieures (nombre d'occupant, degré humidité, confection d'un repas, douche...).les débit constant peut varier selon les activités et selon la volonté de la volonté de l'occupant. Un effet, un commutateur manuel permet de basculer de la position (vitesse modérée) (vitesse rapide)

Les entre d'air sont alors auto-réglables et permettant ainsi d'atténuer l'effet du vent pour maintenir constant les débits les débits entrant.

#### **I.IV.2.4. Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux hygro-réglable: [4]**

Dans un système de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable, ce sont les bouche d'extraction d'air situé dans les pièces de services qui sont dotés de captateur d'humidité. En fonction du taux d'humidité présent dans les pièces, le débit de l'air entrant et sortant est régulé. Un tel système permet

d'avoir une qualité d'air meilleure puisque l'humidité est rapidement évacuée. au lieu de fonctionner en permanence, la ventilation est adaptée aux besoins, ce qui permet des économies d'énergies à l'usage.

Une installation de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable se caractérise par la variation du renouvellement d'air en fonction du taux d'humidité présent dans la pièce

La modulation du débit d'air est effectuée grâce à un volet de réglage couplé à une tresse sensible à l'hygrométrie environnante.

Ainsi plus la teneur en humidité de la pièce est importante, plus la section de passage de l'air vicié (et donc le débit extrait) est important, et inversement.

Il existe sur le marché deux systèmes de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable selon que les entrées d'air sont auto réglables ou flux hygro-réglable

- De ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable de type A.
- de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygro-réglable B.

	VMC hygro-réglable de type A	VMC hygro-réglable de type B
Entrées d'air	Auto réglables	Hygroréglables
Bouches d'extractions	Hygroréglables	Hygroréglables

Tableau I.6. represent la différence entre les type de VMC hygro-réglable de type A et B

➤ **L'entrée d'air fixe :[5]**

Sa section de passage est constante.

➤ **L'entrée d'air autoréglable :[5]**

Sa section de passage se modifie automatiquement en fonction de la différence de pression de part et d'autre de l'entrée d'air. Elle permet de réguler le débit d'air qui la traverse en évitant un excès d'air incontrôlé (notamment en cas de surpression due au vent).

➤ **L'entrée d'air hygroréglable : [5]**

Sa section de passage se modifie automatiquement en fonction du taux d'hygrométrie de la pièce desservie. Elle permet de moduler le débit d'air neuf en fonction de l'occupation des pièces. Elle permet également de limiter la sur-ventilation hivernale car plus l'air est froid, moins il contient de vapeur et, donc, la section de l'entrée d'air est réduite.

➤ **Bouche d'extraction autoréglable : [4]**

Bouche dont la section de passage se modifie automatiquement en fonction de la pression de part et d'autre du composant afin de limiter les variations de débit d'air. Elle permet également de réduire le déséquilibre des débits d'air du au tirage thermique entre étages d'un immeuble, et de limiter les débits extraits en période froide.

➤ **Bouches d'extraction hygroréglables : [4]**

Bouche dont la section de passage se modifie automatiquement pour faire varier le débit en fonction de l'humidité de l'air qui la traverse. Elle présente l'avantage de s'adapter aux besoins des usagers la section de la bouche d'extraction croit lorsque la production de vapeur d'eau croit. La bouche hygroreglable contribue a réduire les déséquilibres de débits d'air entre étages dus au tirage thermique. En effet, le tirage thermique favorise les étages inférieurs aux dépens des étages supérieurs : aux différences de pollution qui en découlent correspondent des bouches plus ouvertes aux étages supérieurs et les écarts de débits se trouvent ainsi réduits. Elle permet enfin de limiter les débits extraits en périodes froides car l'humidité contenue dans l'air diminue avec la température.

Le passage d'un système de ventilation mécanique fixe ou autoréglable par un système de ventilation hygroréglable est une source d'économies d'énergie, à condition toutefois de considérer le système dans sa globalité.

Changer uniquement les bouches d'extractions peut entraîner :

- ✓ Des contre-performances énergétiques. en effet, la différence de débit extrait entre les bouches fixes ou outoréglable et les bouches hygroréglable va entraîner une différence de pertes de charge et une modification du point de fonctionnement de l'installation.
- ✓ Une variation du niveau de pression acoustique au niveau des bouches.

#### **I.IV.2.5. Ventilation Mécanique Contrôlée double flux : [6]**

Le but premier d'une VMC double flux est de limiter les pertes de chaleur non souhaitées dues à la ventilation.

Elle est généralement réservée aux installations de taille importante avec une occupation variable. Le système est composé d'un ventilateur d'alimentation prenant l'air extérieur, d'un ventilateur d'extraction de l'air vicié des pièces de service et d'un réseau de conduits d'évacuation.

En mode "froid" l'air neuf qui vient de l'extérieur plus chaud cède une partie de sa chaleur à l'air usé à travers un échangeur (air/air) ce qui lui permet d'abaisser sa température et ainsi économiser l'énergie à fournir au système de climatisation. À l'inverse quand le système passe en mode "chaud" l'air chaud qui est expulsé vers l'extérieur réchauffe l'air neuf avant d'entrer dans l'espace climatisé ce qui permet des économies.

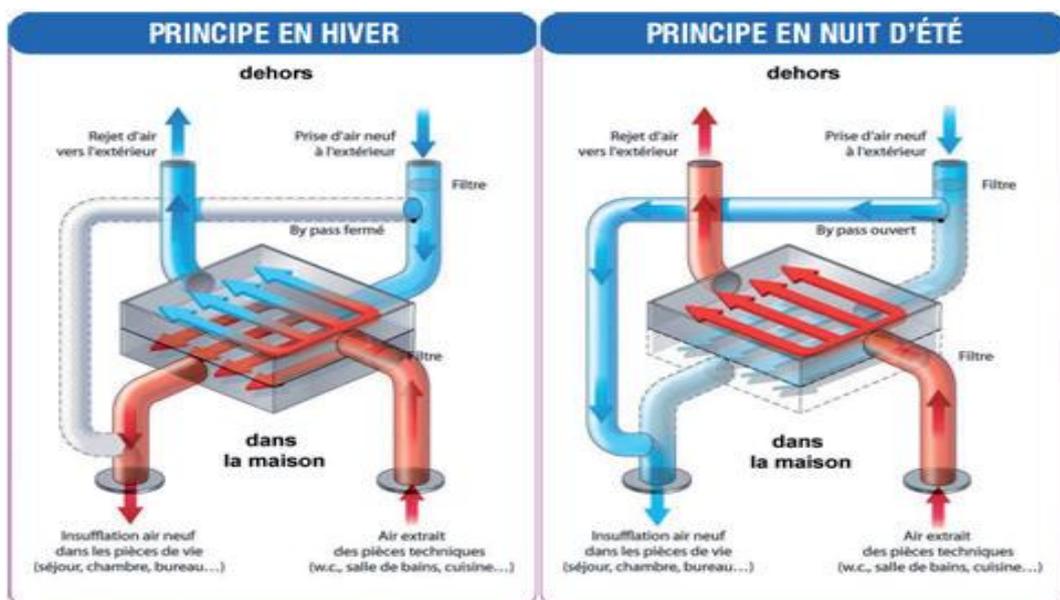


Figure I.7.:Ventilation Mécanique Contrôlée double flux

On distingue d'une part la ventilation mécanique contrôlée double flux statique :

L'air frais prélevé à l'extérieur est insufflé et aussi filtré dans des pièces principales après être passé par un échangeur de chaleur où il croise sans jamais être mélangé l'air vicié extrait des pièces de service (cuisine, salle de bains). (Figure n°4) Une partie de la chaleur contenue dans l'air vicié est ainsi transférée à l'air neuf qui est réchauffé. L'air vicié est ensuite rejeté à l'extérieur. Le rendement théorique de l'échangeur varie de 60 % (échangeur à flux croisés) à 90% pour les meilleurs échangeurs à contre-courant et 100 % pour les échangeurs enthalpiques (chauffés). Pour la rénovation, il est possible d'installer, de réaliser une ventilation mécanique contrôlée décentralisée pour pièces individuelles.

Ce système plus coûteux qu'une VMV simple flux a de nombreux atouts :

- ✓ L'air neuf étant préchauffé, les coûts de chauffages sont fortement réduits.
- ✓ L'air entrant est filtré
- ✓ Il n'y a plus de sensations de courant d'air froid que l'on peut avoir simple flux.
- ✓ N'ayant pas la nécessité d'avoir des entrées d'air dans les pièces principales, on observe une meilleure isolation acoustique des bruits extérieurs

#### **I.IV.2.6. Ventilation Mécanique Contrôlée gaz : [4]**

Comme la ventilation simple flux, la ventilation mécanique contrôlée gaz permet d'extraire l'air vicié. Mais en même temps, elle évacue également les produits de combustion d'une chaudière gaz, par rapport à un simple flux, la mise en œuvre d'une ventilation mécanique contrôlée-gaz nécessite des bouches d'extraction qui puissent assurer l'augmentation de débit à extraire lorsque la chaudière fonctionne. On trouve la ventilation mécanique gaz quasiment uniquement dans la logement collectif ou l'extraction passe par la chaudière gaz.

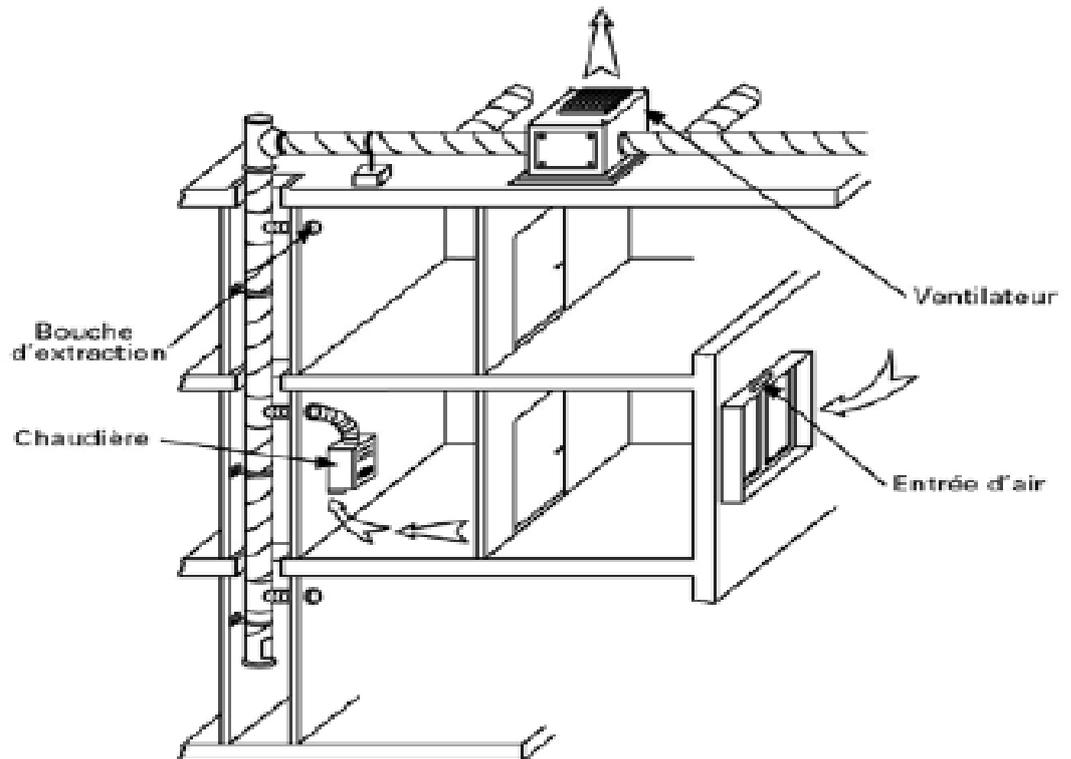


Figure 1.8.: Installation La Ventilation Mécanique Contrôlée gaz

#### **I.IV.2.7.Ventilation Mécanique Répartie (VMR) : [3]**

Une ventilation mécanique répartie est un système constitué de bouches d'extraction (aérateurs équipés de ventilateurs<sup>(4)</sup> motorisés situées au niveau des murs des pièces humides et rejetant directement l'air vicié à l'extérieur, L'air rentre par les entrées d'air du séjour et chambres<sup>(1)</sup>, passe sous les portes (détalonnage) <sup>(2)</sup> et il est extrait dans les pièces humides et cuisines<sup>(3)</sup>. C'est le principe de ventilation par balayage du logement.

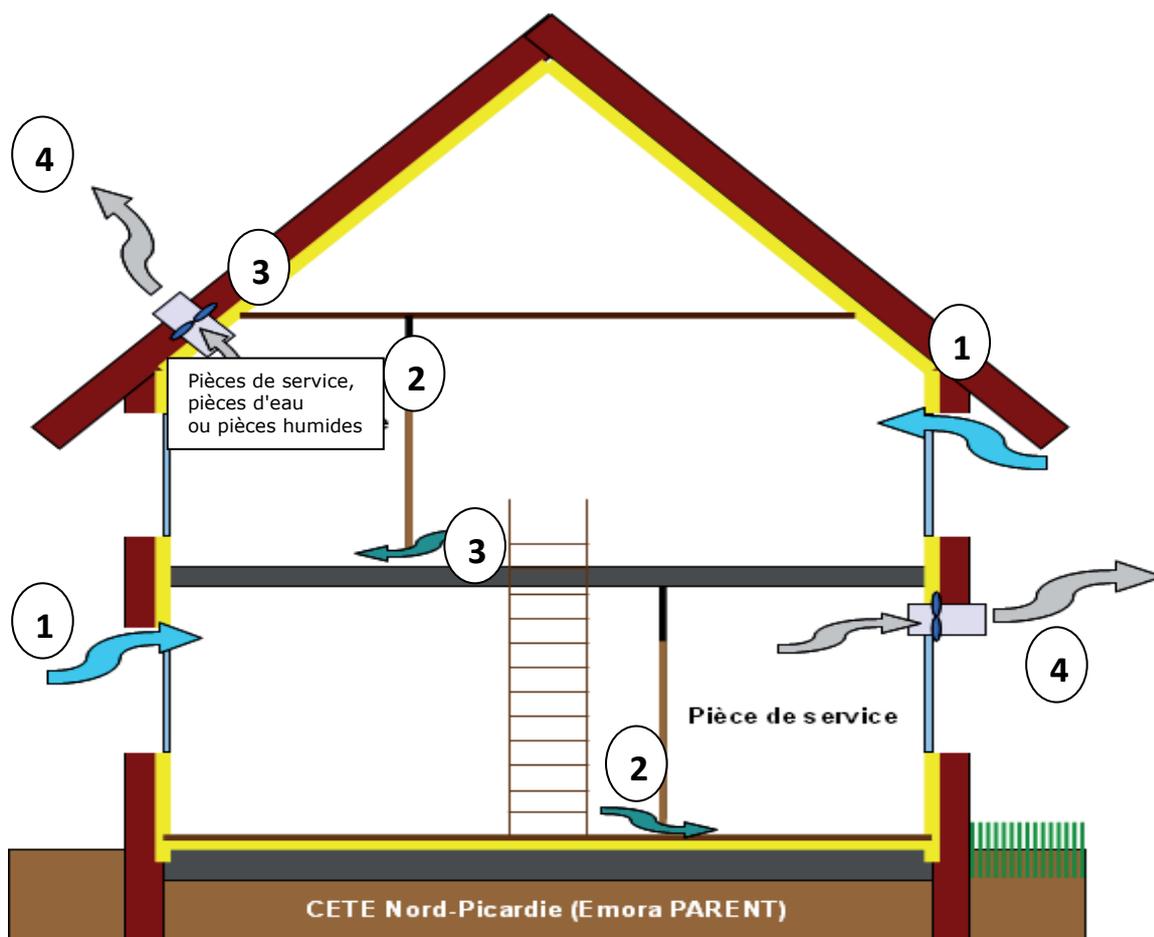


Figure I.9. : Principe général de La ventilation mécanique répartie

#### **I.IV.2.8.Ventilation Mécanique par Insufflation (VMI):[3]**

Ce système est très peu utilisé sauf dans les sites très pollués. Il fonctionne en sens inverse d'une ventilation mécanique contrôlée qui extrait l'air vicié du logement. La ventilation mécanique par insufflation insuffle de l'air neuf. L'habitation est mise en surpression.

L'air neuf entrant par une entrée d'air située en toiture ou en partie haute de l'habitation est aspiré par un ventilateur qui l'insuffle dans la maison après qu'il ait été filtré et réchauffé. En entrée, l'air est filtré et réchauffé (entre 15° et 18° selon le réglage pour plus de confort et des économies d'énergie). L'extraction de l'air vicié se fait en partie haute dans des pièces humides (salle de bains, toilettes...) et par des bouches d'aération installées dans les pièces principales (salon, chambres...). Il existe des ventilations mécaniques par insufflation hygroréglables dont le débit varie en fonction de l'humidité intérieure.

Une ventilation mécanique par insufflation convient aussi bien à une construction neuve, qu'à une rénovation.



*Figure I.10. : Ventilation Mécanique par Insufflation*

### **I.IV.3. Ventilation hybride :[2]**

Les experts s'attendent à ce que, dans un futur proche, les systèmes les plus prometteurs soient basés sur des technologies de ventilation hybride à la demande et contrôlée. L'impact des nouveaux développements et de l'amélioration des systèmes de ventilation entièrement naturel ou mécaniques sur les économies d'énergie et la qualité de l'air intérieur atteint ses limites. Bien sûr, la partie hybride du système consiste à minimiser l'alimentation électrique de la ventilation grâce à l'amélioration de son efficacité et aux conduits à basse pression.

Le système de ventilation hybride peut être décrit comme un système à deux modes qui utilise les différentes caractéristiques des systèmes naturels et mécaniques à différents moments du jour ou de la saison. En règle générale, il profite de la ventilation naturelle lorsqu'elle est disponible et la complète le cas échéant par une ventilation mécanique. Ces systèmes sont basés sur le principe qu'il est inutile de dépenser de l'énergie pour ventiler mécaniquement lorsqu'il est possible de le faire naturellement. La principale différence entre un système

de ventilation conventionnel et un système hybride réside dans le fait que ce dernier comprend un système de contrôle « intelligent » qui peut commuter automatiquement entre les modes naturel et mécanique, afin de réduire au minimum la consommation d'énergie. Le principal désavantage des systèmes hybrides est qu'ils sont particulièrement complexes. Ils nécessitent des coûts supplémentaires en termes de pièces et de personnel formé pour leur installation.

#### **I.IV.3.1. Différents modes de ventilation hybride :[6]**

La ventilation hybride est un système à deux modes contrôlé pour minimiser la consommation énergétique tout en maintenant une qualité d'air intérieur et un confort thermique acceptables.

Les deux modes correspondent aux forces motrices naturelles et mécanique. Les forces motrices naturelles sont le vent et le tirage thermique tandis que les forces motrices mécanique sont souvent générées par un (des) ventilateur (s). Le principe de base consiste à maintenir en alternant et en combinant ces deux modes pour éviter des coûts. Une pénalité énergétique et les effets conditionnés peuvent avoir sur l'environnement. Ce système donne lieu à des contrôles visant à maintenir les débits d'air exacts requis. Il convient de minimiser les forces motrices et l'objectif consiste dès lors à utiliser un minimum d'énergie électrique ou mécanique.

Le cœur d'un système de ventilation hybride se situe dans la stratégie de mesure et de contrôles basés sur un capteur. La principale différence entre les systèmes de ventilation conventionnelle et les systèmes hybrides réside dans le caractère « intelligent » de ces derniers. Qui comprennent des algorithmes de contrôle permettant de passer automatiquement du mode naturel au mode mécanique et inversement afin de minimiser la consommation d'énergie du ventilateur et d'optimiser le confort. Ceci requiert une vision totalement nouvelle du dimensionnement et du contrôle des systèmes de ventilation. Le flux d'air doit de toute façon être contrôlé pendant l'utilisation des systèmes hybrides car le contrôle permettant de passer du mode naturel au mode mécanique, et

inversement. Comme le flux d'air est mesuré, il est également possible de l'adapter au flux demandé, soit grâce à une programmation.

#### **I.IV.3.2. Avantage de la ventilation hybride: [7]**

Comme la ventilation hybride consiste à combiner les modes naturel et mécanique, elle peut également permettre de minimiser la consommation énergétique et d'améliorer le niveau de qualité de l'air intérieur et de confort. La ventilation hybride est également plus durable que les systèmes de ventilation traditionnels.

Le mode naturel de la ventilation hybride est hautement apprécié par les utilisateurs, ce qui réduit le nombre de plaintes concernant la ventilation et le confort. La ventilation naturelle offre également la possibilité de maximiser la ventilation nocturne en été, ce qui améliore le confort.

Des possibilités d'intervention personnelle en matière de contrôle peuvent être utilisées et augmentent la perception de la nécessité d'une interaction active avec ces systèmes, ce qui entraîne généralement une amélioration de la qualité de l'air intérieur et du confort.

#### **I.IV.3.3. Conséquences pour les bâtiments : [7]**

Les bâtiments équipés d'un système de ventilation d'un système de ventilation hybride doivent être étanches à l'air, ce qui est évidemment nécessaire pour tous les types de systèmes de ventilation. L'infiltration ne peut pas perturber la demande en ventilation, ne peut pas entraîner une consommation inutile d'énergie et ne peut pas conduire à des situations dans lesquelles le chauffage d'une pièce est insuffisant, ce qui donne lieu à des problèmes de confort.

Les systèmes de ventilations hybrides requièrent une interaction totale avec la construction et la conception du bâtiment. En raison de quelques exigences concernant le dimensionnement des conduits du système, la masse thermique, l'emplacement des entrées et sorties, etc.... les architectes ou les équipes de conception doivent se montrer ouverts et prêts à aborder l'intégration du système hybride.

#### I.IV.4. Ventilation par dilution :[8]

Le principe de la ventilation par dilution consiste à mélanger l'air neuf provenant de l'extérieur à l'air intérieur vicié, ce qui a pour effet de diluer ou de diminuer la concentration de contaminants à l'intérieur. Ainsi, plus la ventilation augmente, plus la concentration de contaminants diminue, mais plus grande sera la demande énergétique. Théoriquement, il existe donc un taux optimal de ventilation rencontrant les besoins en qualité de l'air intérieur, qui correspond en quelque sorte au point d'intersection entre des concentrations non nocives de contaminants et une charge énergétique jugée acceptable.

Dans le cas du principe d'extraction ou d'évacuation, il n'y a pas de mélange d'air, l'objectif étant d'éviter le contact des occupants avec un contaminant donné en extrayant à la source les contaminants ou les odeurs générés par un appareil ou les occupants eux-mêmes.

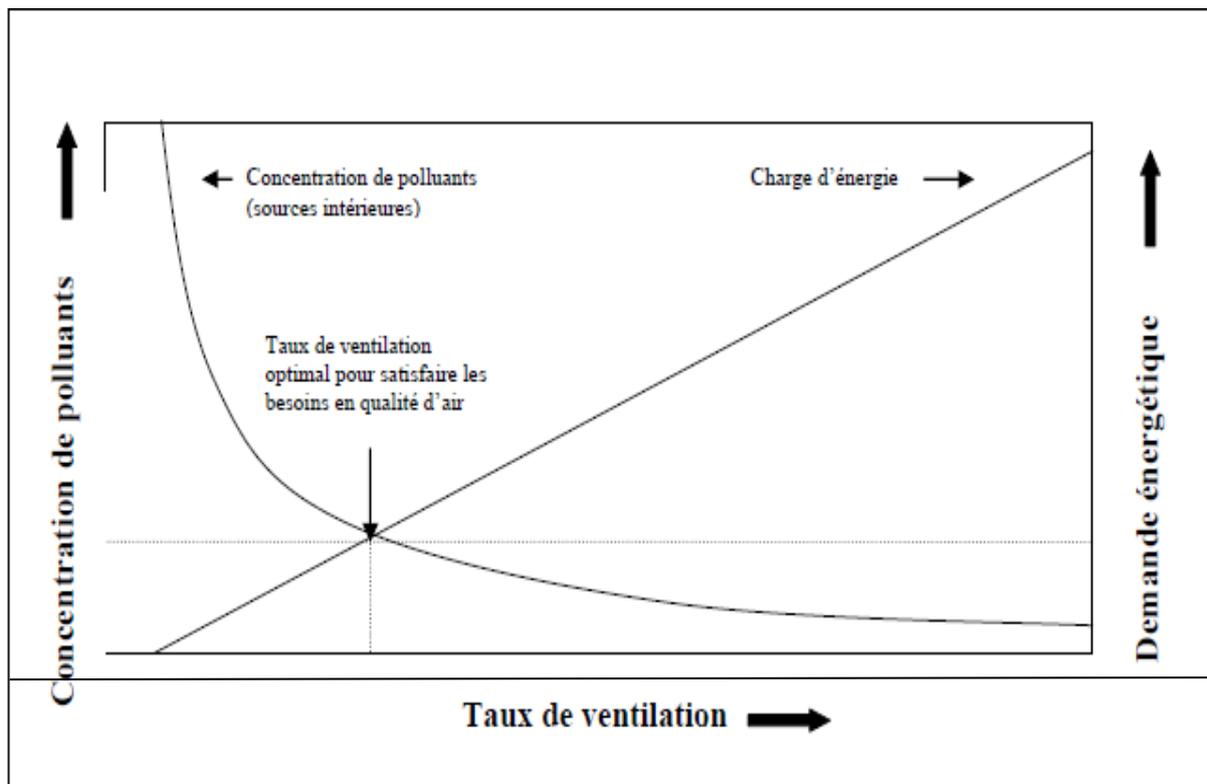


Figure I.11.: Diagramme représentant la concentration de polluants en fonction du taux de ventilation

## **I.V. Caractéristique des composantes du système de ventilation :**

### **I.V.1. Entre d'air : [9]**

Une entrée d'air est un composant qui laisse pénétrer de l'air neuf extérieurs dans le bâtiment.

Une entrée d'air est :

- Soit une grille fixe.
- Soit une grille autoréglable.
- Soit une grille hygroréglable.

Ces deux dernières permettent de réguler le débit d'air.

En complément de cette fonction l'entrée d'air peut également répondre à deux autres objectifs :

Atténuation acoustique : l'entrée d'air acoustique permet de limiter l'introduction de bruit extérieur liée à la présence de l'ouverture.

Diffusion d'air: en garantissant le confort des occupants, en particulier en limitant la gêne thermique liée à l'entrée de l'air à la température extérieure dans le logement.

Les entrées d'air sont installées sur l'ouvrant des fenêtres ou en traversée de mur.

### **I.V.2. Entre d'air en façade :**

Un ventilateur aspire l'air de l'extérieur et le conduit dans le local à aérer. L'air peut être filtré et / ou chauffé au cours de cette opération. Il y a surpression dans le local. L'air excédentaire s'échappe par des ouvertures spéciales, portes ou fenêtres.

Sont ainsi ventilés les locaux dont l'air n'est pas fortement chargé : les bureaux, les locaux d'expositions et ceux de la technique en salle blanche.

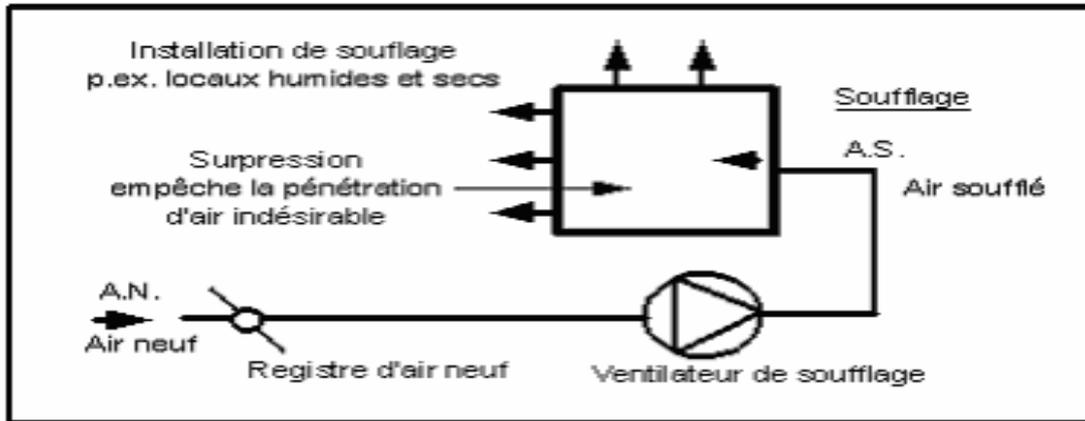


Figure I.12. : Principe des entres d'air en façade d'air

### I.V.3. Thermostats :[10]

Les thermostats sont des instruments de précision destinés à ajuster la quantité et la température de l'air soufflé dans une pièce en fonction de la demande exprimée par les occupants. Pour bien remplir son rôle, le thermostat de pièce devrait demeurer libre, ne pas se trouver à proximité d'une source de chaleur ou d'un courant d'air froid. Comme ils sont sujets à se dé calibrer, ces éléments doivent faire l'objet d'une vérification et d'un calibrage périodiques

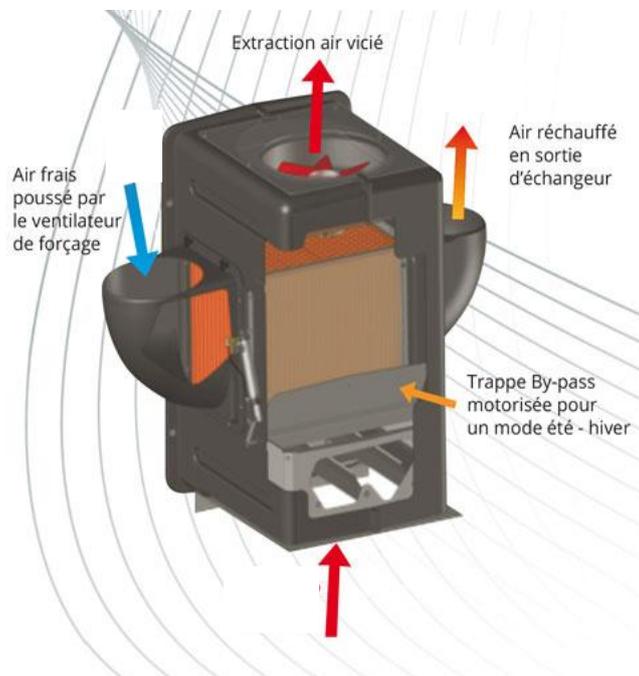
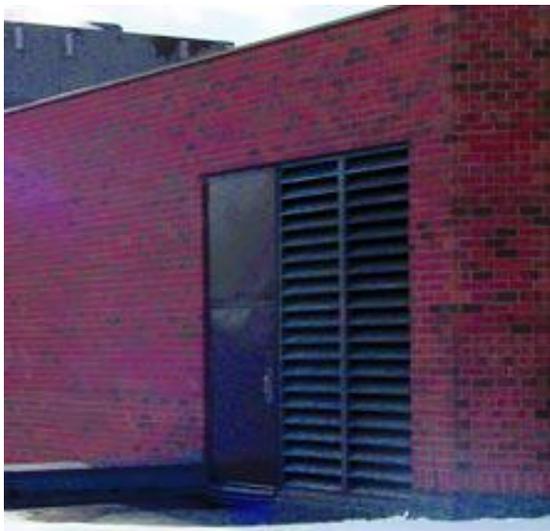


Figure I.13.:thermostats

#### **I.V. 4. Bouches des extractions :[10]**

La bouche d'évacuation du système de ventilation est la partie destinée au rejet de l'air intérieur de l'immeuble pour donner place à l'apport d'air neuf via la prise d'air extérieur. Pour être efficace, la bouche d'évacuation doit être inspectée et son ouverture être libre de tout obstacle empêchant l'écoulement vers l'extérieur de l'air vicié expulsé par le système. De plus, on doit s'assurer que les rejets d'air ne puissent pas atteindre la prise d'air extérieur du système, à défaut de quoi on sera en présence de captage d'air vicié par la prise d'air extérieur, réduisant d'autant la qualité de l'air intérieur de l'immeuble.



*Figure I.14.:Bouches des extractions*

La conception des bouches et diffuseurs doivent permettre un entretien aisé. Les bouches d'extraction s'encrassent plus rapidement et demande un entretien plus régulier. Le réglage de l'ouverture de la bouche crée des pertes de charges qui équilibrent le réseau de ventilation. Une modification de l'ouverture entraîne une modification du débit au niveau de la bouche mais également au niveau du reste du réseau. Il convient donc d'être extrêmement attentif lors du nettoyage de la bouche afin de ne pas modifier cette ouverture. Un dispositif empêche la modification par inadvertance de l'ouverture initiale de la bouche. De plus l'ouverture de la bouche sur une échelle graduée est toujours indiquée.

### **I.V. 5. Extraction d'air : [10]**

L'air est aspiré de la pièce avec un ventilateur et est rejeté à l'extérieur. Les installations d'extraction sont utilisées pour les locaux dont l'air est fortement pollué par des odeurs, l'humidité, des gaz, des vapeurs ou des températures élevées, tels que les cuisines, les salles de bains, les toilettes, les vestiaires, les locaux de transformateurs ou d'accumulateurs, les parkings, les salles d'archives, etc.

Deux solutions sont possibles pour les installations d'extraction dans les grands bâtiments :

- a) Ventilateurs d'extraction individuels avec registre commandés par l'interrupteur d'éclairage ou séparément, avec temporisation de déclenchement par relais à action différée.
- b) Ventilateur central d'extraction pour grands bâtiments avec beaucoup d'endroits d'extraction comme par exemple les hôtels. Chaque local est pourvu d'un registre temporisé à la fermeture et commandé par l'interrupteur d'éclairage. Les registres peuvent être aussi commandés par des horloges de commutation.

### **I.V.6. Filtres d'air : [10]**

Les pré-filtres ont pour fonction de capter les grosses particules de poussière, les insectes, etc., tandis que les filtres servent à capter les poussières et les micro-organismes avant que l'air soit circulé dans le système de ventilation. Il est impératif que les filtres soient changés ou nettoyés à intervalles réguliers, selon les caractéristiques d'utilisation et l'environnement, que ces filtres soient de bonne qualité et qu'ils soient installés adéquatement, ceci pour prévenir la prolifération microbienne du système et maintenir le débit recommandé à l'intérieur du système de ventilation.

### I.V.6.1. Caractéristiques des filtres :

- **Perte de charge** : pression de l'air à l'entrée du filtre moins pression de l'air à la sortie du filtre pour un débit donné.
- **Capacité d'emmagasinement** : masse de particules qu'un filtre peut arrêter pour une perte de charge maximale en g/m<sup>2</sup> de surface filtrante.
- **Pouvoir de rétention** : encore appelé rendement en masse ou pourcentage gravimétrique. Il correspond au rapport entre la masse particule retenue par la masse de particule à l'entrée
- **Efficacité ou rendement** : rapport entre le nombre de particules retenues par le filtre par rapport au nombre de particules en amont du filtre.
- **Perméase ou pénétration** : Rapport entre le nombre de particules en amont du filtre et le nombre de particules en aval du filtre, le tout multiplié par 100.
- **Coefficient d'épuration** : Rapport entre le nombre de particule en aval du filtre et le nombre de particules en amont du filtre.

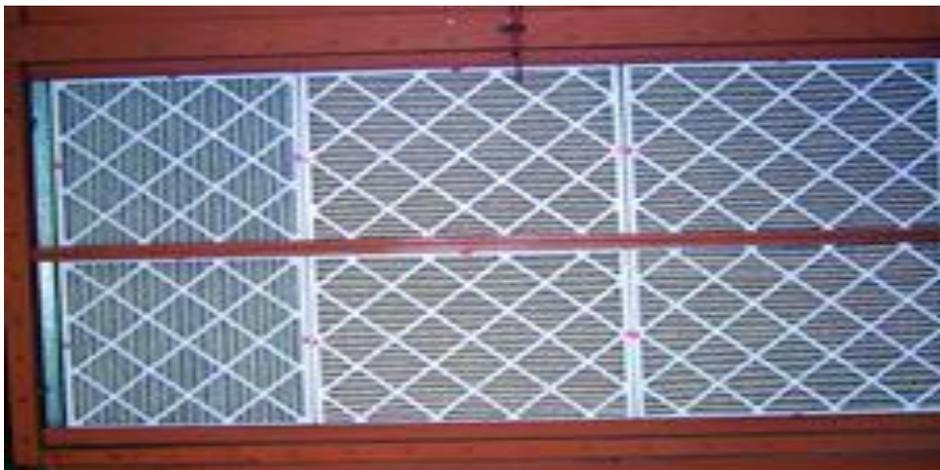


Figure I.15.:filtres à air

### I.V.7. Serpentins :[10]

Les serpentins, ou échangeurs thermiques, sont des radiateurs servant à réchauffer ou à refroidir l'air circulant dans les conduits d'aération. En mode de climatisation, l'eau de condensation provenant des serpentins doit être captée et

évacuée pour prévenir les risques de prolifération microbienne. On doit s'assurer que la pente du bac de récupération soit suffisamment forte pour évacuer toute l'eau de récupération et que le drain d'évacuation ne soit pas obstrué. Si un isolant acoustique est présent à proximité des serpentins, il ne devrait pas être mouillé ou excessivement humide. Les serpentins doivent être maintenus propres.



*Figure 1.16. : Echangeurs thermiques*

#### **I.V.8.Ventilateurs :[10]**

Les ventilateurs ont pour fonction de forcer la circulation de l'air de l'unité centrale, ou plénum, jusqu'aux diffuseurs dans les bureaux et d'évacuer l'air vicié vers l'extérieur. Les pales des ventilateurs doivent être exemptes de poussière pour prévenir la diffusion de contaminants dans l'air ventilé et maintenir le débit d'air à un niveau constant. Les courroies des ventilateurs d'alimentation devraient être vérifiées régulièrement et ajustées ou changées au besoin.

Le ventilateur est une turbomachine réceptrice qui fournit l'énergie nécessaire pour entraînement de l'air dans le circuit de ventilation. Il doit être choisi pour débiter un certain volume d'air sous une certaine pression (qui dépend de la résistance du circuit).

Le débit délivré par un ventilateur est à la fois fonction de ses caractéristiques propres et de la perte de charge maximale pouvant exister dans l'installation.

### **I.V.9. Humidificateur :[11]**

Le système d'humidification a pour rôle de traiter l'air diffusé en injectant les volumes d'eau requis pour assurer un niveau d'humidité convenable à l'intérieur de l'immeuble. L'humidificateur est généralement mis en marche à l'automne. Cet élément mérite un entretien attentif et soutenu dans la mesure où il peut être une source majeure de prolifération microbienne, si son état de Propreté ou de fonctionnement laisse à désirer. Une purge fréquente du réservoir et son nettoyage périodique doit être prévus au programme d'entretien

### **I.V.10. Conduits d'aération:[11]**

Si les éléments mentionnés précédemment ont été bien entretenus et protégés par des filtres adéquats, les conduits d'aération seront en principe exempts de poussière et d'humidités accumulées. À défaut d'entretien préventif des composantes mécaniques, il peut être requis de procéder au dépoussiérage des conduits. L'absence d'un programme d'entretien préventif pourra, le cas échéant, exiger le remplacement pur et simple des conduits d'aération dont les surfaces isolantes sont mouillées ou souillées.



*Figure I.17.: Conduits*

### **I.VI.Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présentée des informations qui permettent de caneter le principe de fonctionnement du système de ventilation et leur différent type soit naturel ou mécanique ainsi la ventilation hybride.et les caractéristiques des leur composantes

## **II.I. Introduction :**

L'air intérieur d'un bâtiment d'habitation peut théoriquement contenir divers types de contaminants auxquels les occupants sont susceptibles d'être exposés. De nombreuses études ont établi des liens entre la présence de contaminants de l'air intérieur et certains problèmes de santé. La réduction de la contamination de l'air intérieur doit idéalement faire l'objet d'une stratégie qui englobe un certain nombre de mesures, le contrôle à la source étant sans aucun doute l'option à envisager en premier lieu. Cependant, cette approche ne peut suffire à elle seule à diminuer l'ensemble des contaminants présents, de sorte qu'il devient nécessaire de se tourner vers des mesures complémentaires, telles que la ventilation des espaces intérieurs.

Le rôle d'une installation de climatisation est de maintenir la température et l'humidité de l'air à des valeurs prévues et désirées. Elle assure l'ensemble des quatre traitements d'air: chauffage, refroidissement, humidification et déshumidification. En règle générale, elle est aussi équipée d'un système automatique de régulation de la température et de l'humidité.

## **II.II. Différents types des installations :**

Les installations typiques sont généralement des systèmes d'alimentation en air des corridors jumelés à des ventilateurs d'extraction dans les logements. Le ventilateur récupérateur de chaleur (VRC), qui procure une ventilation équilibrée tout en récupérant la chaleur, est le système auquel les experts réfèrent actuellement et qui est souvent recommandé dans les normes. Le bon fonctionnement d'un système de ventilation et par conséquent, son efficacité à distribuer les débits d'air recherchés, sont tributaires de la conception et de la sélection du type de système, de son installation (incluant la localisation et l'équilibrage), de son entretien et de son utilisation.

### **II.II.1. Installations de ventilation :[12]**

Lutter contre la pollution dans les locaux de travail consiste à réduire, à un niveau le plus faible possible, la quantité des polluants dont les effets sur l'homme sont reconnus ; c'est le rôle d'une installation de ventilation.

Une installation de ventilation peut couvrir un immeuble entier, un étage d'un immeuble ou une zone donnée d'un immeuble. Essentiellement, l'air total distribué dans l'édifice (ou la zone) provient d'un mélange d'air neuf venant de l'extérieur et d'air recirculé venant de l'intérieur. Avant d'être propagé de l'unité centrale, ou plénum, vers les conduits d'air, ce mélange d'air est filtré, chauffé et humidifié, ou refroidi et déshumidifié, après quoi il est circulé par des ventilateurs d'alimentation jusqu'aux diffuseurs dans les bureaux (voir figure II.1), d'où l'importance de s'assurer du bon état des composantes du système.

La conception d'une installation de ventilation est encore à l'heure actuelle une opération difficile, qui fait appel à une large part d'intuition. On peut toutefois énoncer quelques principes à respecter:

- S'assurer au préalable que le recours à la ventilation locale est bien techniquement impossible ;
- Compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes ;
- Positionner correctement les ouvertures d'entrée et de sortie d'air de façon à tendre vers un écoulement général des zones propres vers les zones polluées, à éviter les zones de fluide mort, à éviter que les travailleurs soient placés entre les sources et extractions et utiliser les mouvements naturels des polluants, à éviter que l'air pollué en provenance des locaux à pollution spécifique ne pénètre dans la pièce
- Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf ;
- Utiliser de préférence une introduction et une sortie d'air mécaniques, ce qui permet de filtrer l'air neuf introduit quand il

existe un risque de pollution de cet air par des particules solides et de préchauffer l'air avant de l'introduire dans le local;

- Eviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique. Les installations de ventilation doivent assurer le renouvellement de l'air en tous points des locaux, mais ne doivent pas provoquer dans les zones de travail de gêne résultant notamment de la vitesse, de la température et de l'humidité de l'air ;
- S'assurer que l'installation n'entraîne pas une augmentation significative des niveaux sonores résultant des activités envisagées dans ces locaux.
- Prendre les dispositions nécessaires lors de la mise en place de la ventilation pour permettre un entretien régulier et des contrôles ultérieurs efficaces.

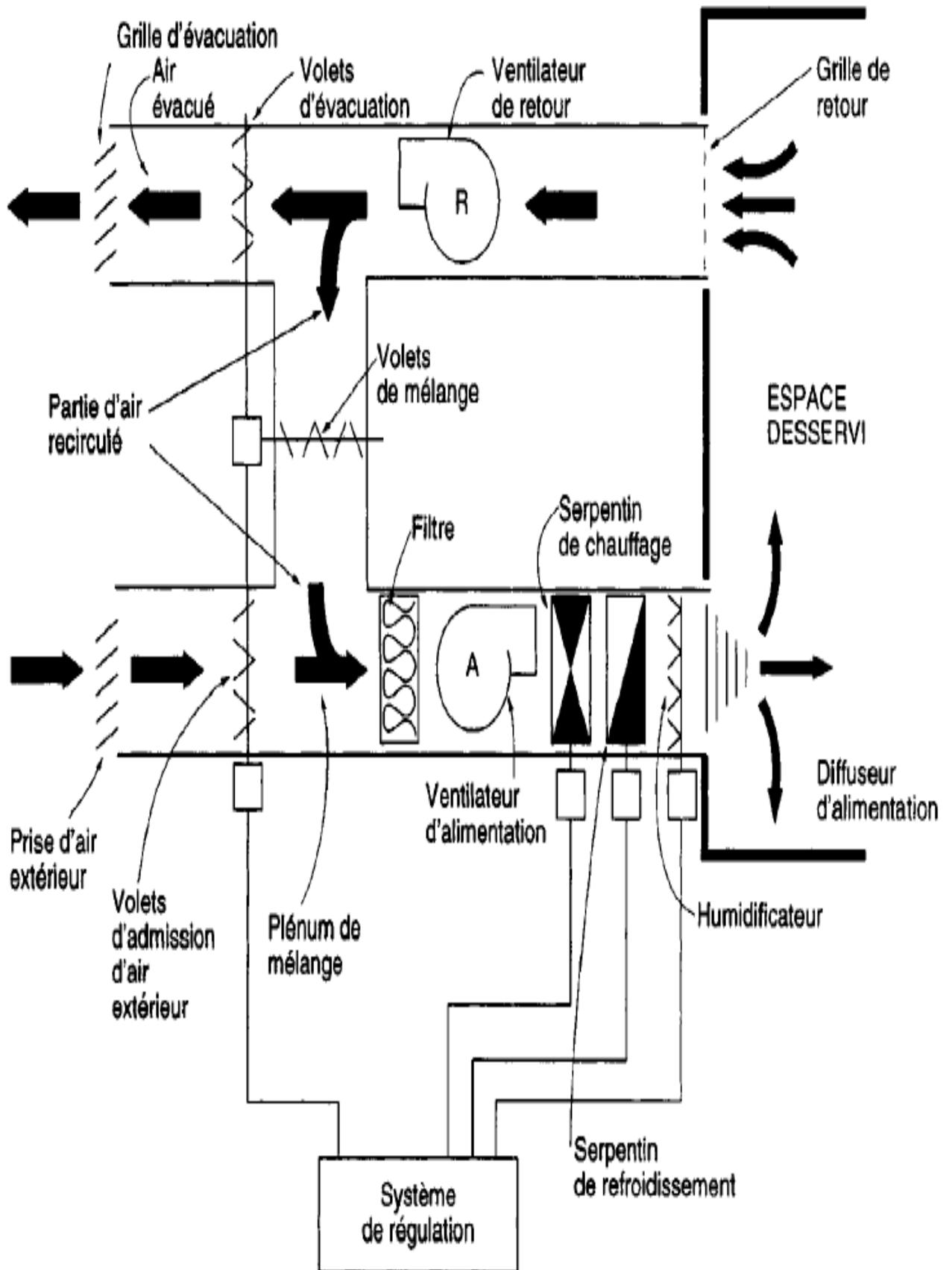


Figure II.1. : Schéma d'un système mécanique de ventilation

## **II.II.2.Installation de climatisation :**

Les cycles frigorifiques ont évolué grâce aux découvertes successives des inventeurs et des thermodynamiciens. Après la seconde guerre mondiale, les systèmes à absorption fonctionnant avec de l'ammoniac envahissent le marché des grosses installations de l'industrie agroalimentaire. Mais dans de nombreux domaines utilisant de petites unités de froid comme la réfrigération domestique ou commercial, le cycle frigorifique à compression de vapeur s'impose de façon éclatante grâce à sa fiabilité.

Dans ce type d'installations, l'air est traité dans une centrale puis distribué par un réseau de conduits dans les locaux climatisés, où aucun nouveau traitement n'a lieu. Dans les systèmes tout air, les gains de chaleur parfois assez importantes conduisent à des débits très forts, d'où par conséquence en encombrement des conduits.

### **II.II.2.1.Principe de fonctionnement d'un système de climatisation :**

Le froid artificiel consiste à transférer au moyen d'un fluide dit frigorigène de la chaleur d'un évaporateur situé à l'intérieur d'un local vers un condenseur situé à l'extérieur de ce local. Ce transfert de chaleur permet d'abaisser la température du local, qu'il s'agisse d'un réfrigérateur ménager, d'un congélateur industriel, de la climatisation d'une maison, d'un immeuble.

L'électricité consommée ne sert pas à produire du froid, mais à compresser et mettre en mouvement le fluide frigorigène, brasser l'air de la pièce à climatiser et ventiler pour refroidir le condensateur extérieur. Elle permet le transfert de chaleur. Le système reste sensiblement le même. Seule la taille des installations et les températures de fonctionnement diffèrent. Au cours de son évolution dans le circuit frigorifique, le fluide frigorigène change de phase : son évaporation s'effectue avec absorption de la chaleur, sa condensation avec dégagement de la chaleur. C'est grâce à ce changement d'état que la chaleur sera transportée d'un point à un autre. Un climatiseur se compose donc de 4 éléments de base.

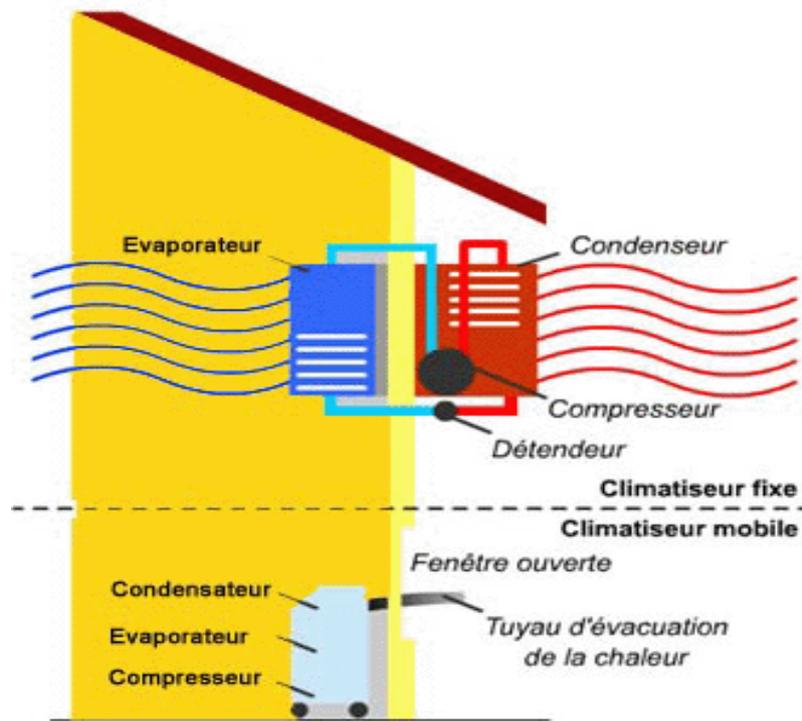


Figure II.2. Installation de climatisation

## II.II.2.2. Composant d'un' installation de climatisation : [13]

### II.II.2.2.1. Condenseur :

Le condenseur est un échangeur de chaleur dans lequel le fluide frigorigène passe progressivement de l'état gazeux à l'état liquide. Le fluide frigorigène transfère son énergie à un fluide secondaire dit « source chaude » à une température inférieure de quelques degrés à la température de condensation. La puissance calorifique transmise peut s'écrire selon l'équation (1) du point de vue du réfrigérant, d'après les coordonnées des points 1 et 2 du diagramme de Mollir et selon l'équation (2) du point de vue du fluide de la source chaude.

$$Q_2 = m (h_3 - h_4) \quad (1)$$

$$Q_2 = m C_p \Delta T_c \quad (2)$$

La transformation correspondant à la condensation sur le diagramme de Mollir représente plus précisément un rejet de chaleur dans le condenseur composé d'une désurchauffe des vapeurs, suivie de la condensation à

proprement parler et d'un sous-refroidissement. Le sous-refroidissement doit être suffisant pour que tout le fluide soit en phase liquide à l'alimentation du détendeur.

#### **II.II.2.2.2. Evaporateur :**

Dans l'évaporateur, le fluide frigorigène passe progressivement de l'état liquide à l'état gazeux en absorbant l'énergie d'un fluide secondaire dit « source froide ». De la même manière que pour le condenseur, la puissance échangée peut s'écrire de manière différente en considérant le réfrigérant ou le fluide source (équations (3) et (4))

$$Q_1 = m (h_2 - h_1) \quad (3)$$

$$Q_2 = m C_p \Delta T_c \quad (4)$$

Les vapeurs subissent une légère surchauffe de quelques degrés afin d'assurer un fluide entièrement à l'état vapeur à l'entrée du compresseur.

#### **II.II.2.2.3. Compresseur :**

Le compresseur est l'élément qui assure la circulation et l'augmentation de pression du fluide dans le circuit. Dans le cas de compresseurs volumétriques (compresseurs scroll, à piston, à membrane, à vis, à lobes, à palettes, à anneau liquide...), le fluide frigorigène sous forme gazeuse est confiné pendant un intervalle de temps dans un espace compris entre cette cloison mobile et une cloison fixe. Les deux cloisons se rapprochant, le volume de l'espace diminue et le fluide subit une augmentation de pression et de température. Dans le cas de compresseurs dynamiques (compresseurs axiaux et centrifuges), la pression augmente par un processus de transfert de la quantité de mouvement de la cloison mobile au fluide frigorigène.

#### **II.II.2.2.4. Détendeur :**

L'objectif de ce composant est d'abord de provoquer une chute de pression entre la condensation et l'évaporation. Cette chute de pression est engendrée par un rétrécissement réglable ou non de la section de passage du fluide frigorigène. Le condenseur est l'échangeur qui permet d'évacuer la chaleur prise à l'intérieur du

réfrigérateur en la donnant à l'ambiance, le fluide passe de gaz à liquide, permettant ainsi de recommencer l'opération et de maintenir une température constante à l'intérieur du réfrigérateur.

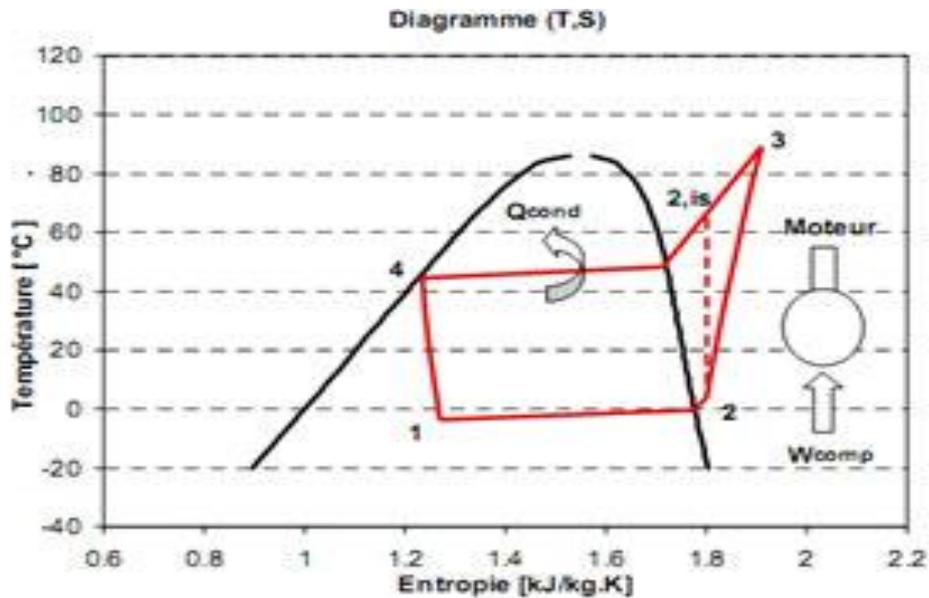


Figure II.3.: cycle thermodynamique Diagramme (T, S).

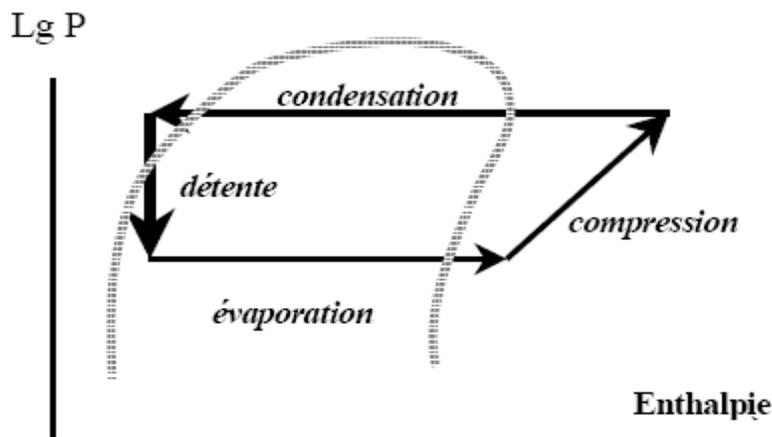


Figure II.4.: cycle thermodynamique Diagramme (p, h)

Le figure(II.3) représente dans un diagramme de Mollier les évolutions typiques d'un fluide frigorigène correspondant au cycle qu'a Les composants sont :

- 1 – 2 : Echange de chaleur isotherme
- 2 – 3 : Compression isentropique
- 3 – 4 : Echange de chaleur isotherme

4 – 1 : Détente isentropique

La climatisation est un mode de confort thermique adapté lorsque la température extérieure est élevée. En été et en intersaisons, le besoin de climatisation est dû aux apports externes (solaire notamment) mais également aux apports internes (nombre important d'occupants, exemple salle de réunion, ...). La climatisation apporte le confort thermique d'été, d'intersaisons, mais également en hiver par utilisation du même système pour chauffer les locaux. Le confort en hygrométrie est également pris en compte pour apporter une humidité ambiante contrôlée par les actions d'humidification et de déshumidification. Une climatisation est essentiellement une pompe à chaleur d'une taille adaptée à l'usage.

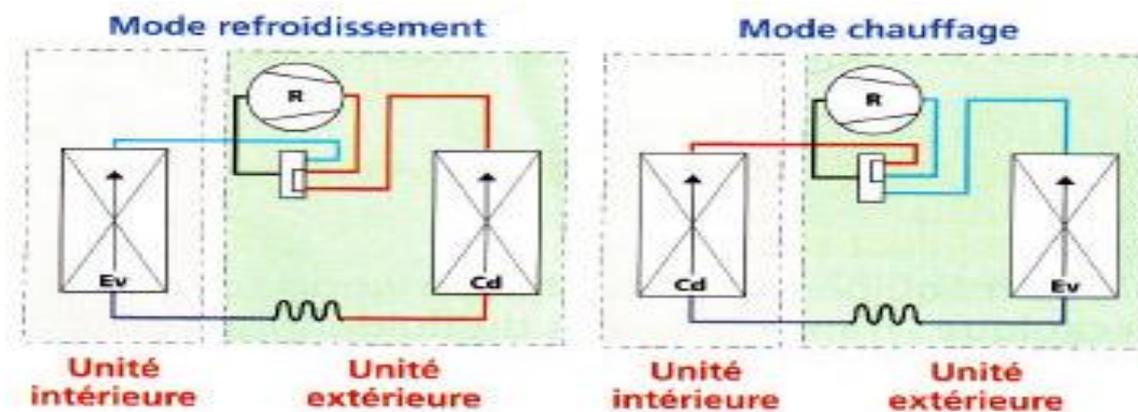


Figure II.5. : Cycles des deux modes de climatisation

### II.II.3 Installation de chauffage : [14]

Le système de chauffage est un ensemble des composantes nécessaires pour chauffer l'air d'un bâtiment et/ou de l'eau chaude sanitaire, en ce compris les générateurs de chaleur, les circuits de distribution, de stockage et d'émission, et les systèmes de régulation.

### **II.II.3.1.Pompe à chaleur (air/air) :**

Cet appareil monobloc de moyenne et forte puissance a été spécialement conçu pour le chauffage et la climatisation des locaux de grand volume. Il s'installe le plus souvent en toiture ou au niveau du sol. Il peut ou non recevoir un réseau de gaines permettant une meilleure répartition d'air dans les locaux.

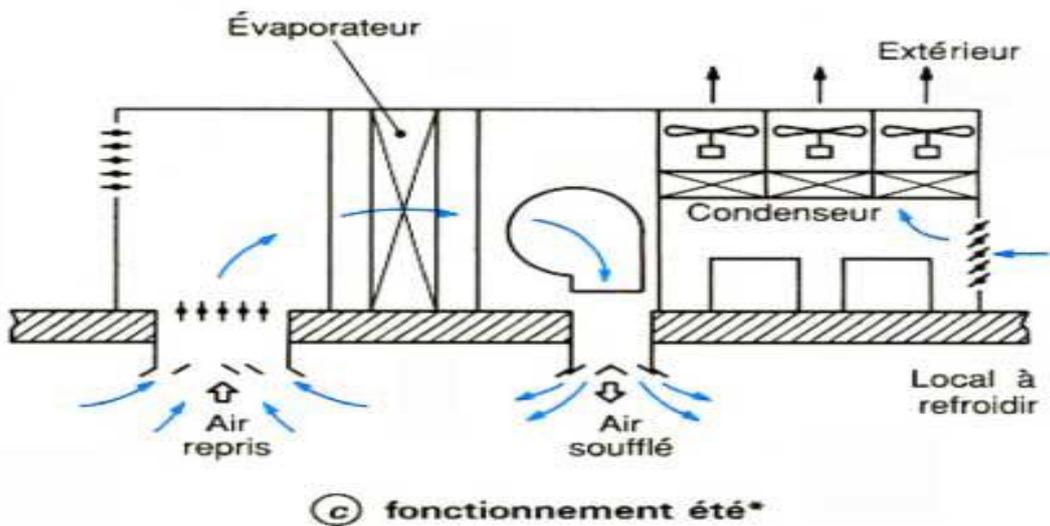
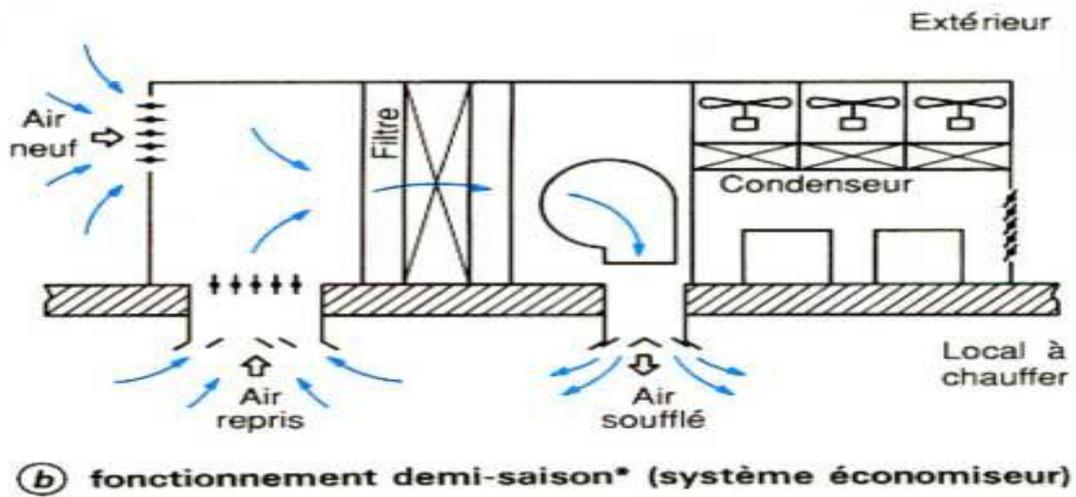
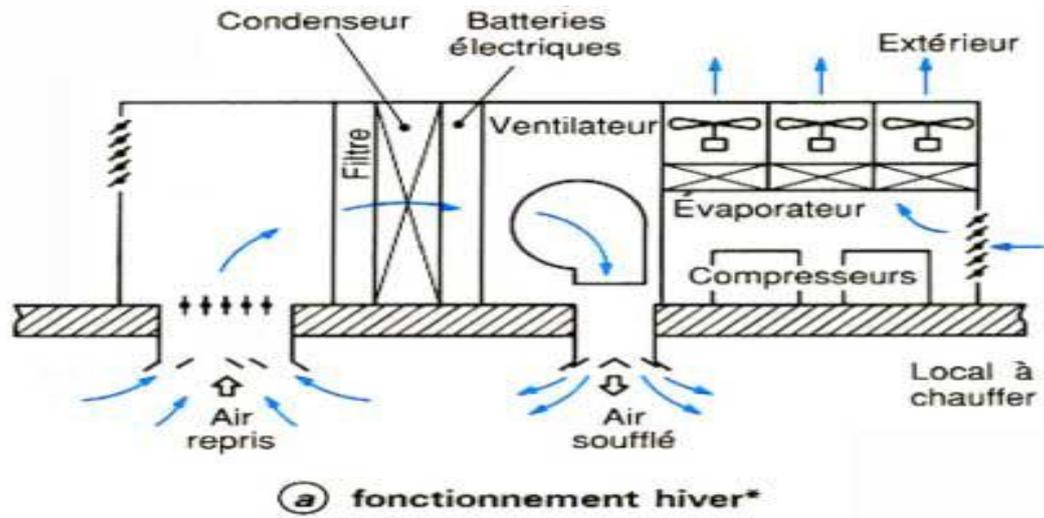
#### **II.II.3.1.1.Fonctionnement :**

Cet appareil a quatre régimes de fonctionnement :

- 1- ventilation, avec renouvellement d'air minimal, quand il n'y a pas besoin de chaud ou de froid.
- 2- régime économiseur pour la demi-saison : le compresseur ne fonctionne pas et l'air extérieur est introduit à un débit supérieur au renouvellement minimal pour rafraîchir les locaux.
- 3- me hiver : le compresseur fonctionne et l'air des locaux est réchauffé sur le condenseur et sur les batteries électriques d'appoint.
- 4- régime été : le compresseur fonctionne et l'air des locaux est rafraîchi sur l'évaporateur.

Suivant les constructeurs, le fonctionnement été/hiver est géré par deux techniques :

- a) inversion sur le circuit frigorifique, la plus courante : les flux d'air sont les mêmes et les batteries sont tour à tour condenseur et évaporateur ;
- b) inversion sur le circuit d'air : l'air des locaux est orienté par des volets d'air sur le condenseur ou l'évaporateur.



\* cas d'inversion de cycle par vanne 4 voies sur le circuit frigorifique

Figure II.6.: Principes de fonctionnement d'une pompe à chaleur air/air

### II.II.3.1.2. Dimensionnement:

Pour les appareils réversibles, la puissance est déterminée en fonction des besoins en froid. En chauffage, le domaine d'applications influe fortement sur les puissances installées.

### II.II.4. Rendement global d'une installation de chauffage:

Le rendement global d'une installation de chauffage central est le rapport entre les besoins réels en chauffage et la consommation annuelle. à l'inertie du bâtiment et de l'installation impliquent que la température intérieure ne se réduit pas instantanément lors de la mise au ralenti de l'installation. La remise en régime n'est pas, non plus instantanée, et demande d'anticiper l'occupation.

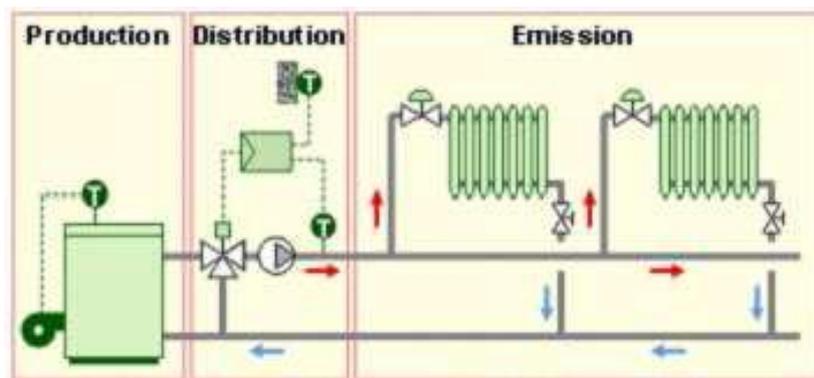


Figure II.7...: représente le système de chauffage à 1 chaudière et 1 circuit.

$$M_{\text{global}} = \text{besoins réels [Kw/h]} / \text{consommation annuelle [kW/h]}$$

Le  $M_{\text{global}}$  est donc le reflet de toutes les pertes liées à l'installation de chauffage :

$$M_{\text{global}} = \text{production} \times \text{distributions} \times \text{émission} \times \text{régulation}$$

$$M_{\text{global}} = 100 \% - \% \text{ pertes de production} - \% \text{ pertes de distribution} - \% \text{ pertes d'émission} - \% \text{ pertes de régulation}$$

✓ **Le rendement de production :**

Au niveau de la chaudière, les pertes consistent en :

- Des pertes par les fumées. L'entièreté de la chaleur contenue dans le combustible n'est pas transmise à l'eau. En effet, les fumées sont évacuées à une température relativement élevée.
- Des pertes par rayonnement. Une partie de la chaleur de la flamme est transmise à des parois de la chaudière, non en contact avec de l'eau. Cette chaleur est perdue vers la chaufferie.
- Des pertes à l'arrêt. En dehors des périodes de fonctionnement du brûleur, la chaudière perd sa chaleur vers la chaufferie, au travers de ses parois. De plus, si le foyer de la chaudière reste ouvert, un courant d'air refroidit le corps de la chaudière et évacue sa chaleur vers la cheminée.

✓ **Le rendement de distribution**

Lorsque des conduits de distribution d'eau chaude parcourent des locaux non chauffés (chaufferie, vide ventilé, couloir, grenier, extérieur, ...), ceux-ci perdent une partie de leur chaleur et celle-ci ne peut être récupérée utilement pour le bâtiment.

Il en va de même pour les vannes, circulateurs ,... situés dans des endroits ne devant pas être chauffés.

✓ **le rendement émission :**

Une partie de la chaleur émise par les émetteurs de chaleur (radiateurs, chauffage par le sol, ...) est directement perdue sans avoir pu profiter au local.

✓ **Le rendement régulation :**

Tout décalage (en puissance et en temps) entre la fourniture de chaleur et les besoins instantanés constitue une perte.

**II.II.5. Installations de traitement d'air :[15]**

Les systèmes de conditionnement d'air font aujourd'hui partie intégrante de notre cadre de vie. Si le confort que ces systèmes apportent est indéniable, il s'accompagne d'un cout, notamment 'énergétique. Soutirer de la chaleur `a une pièce pour en transmettre vers l'air extérieur, alors que cette pièce est plus fraîche, ne peut en effet résulter d'une transformation spontanée.

Les installations de conditionnement d'air permettent de réguler tout à la fois la température ambiante (par chauffage ou rafraîchissement) et l'humidité (par humidification ou déshumidification) et réalisent la ventilation des locaux concernés. La conduite d'une telle installation Un système de conditionnement d'air est généralement composé de trois éléments :

- Le dispositif de traitement d'air : traite l'air du point de vue thermique et de la qualité et met l'air en mouvement.
- La régulation agit sur les différents paramètres pour maintenir les valeurs mesurées proches du confort désiré.
- Le réseau aéraulique assure les liaisons entre le dispositif de traitement d'air et les locaux desservis.

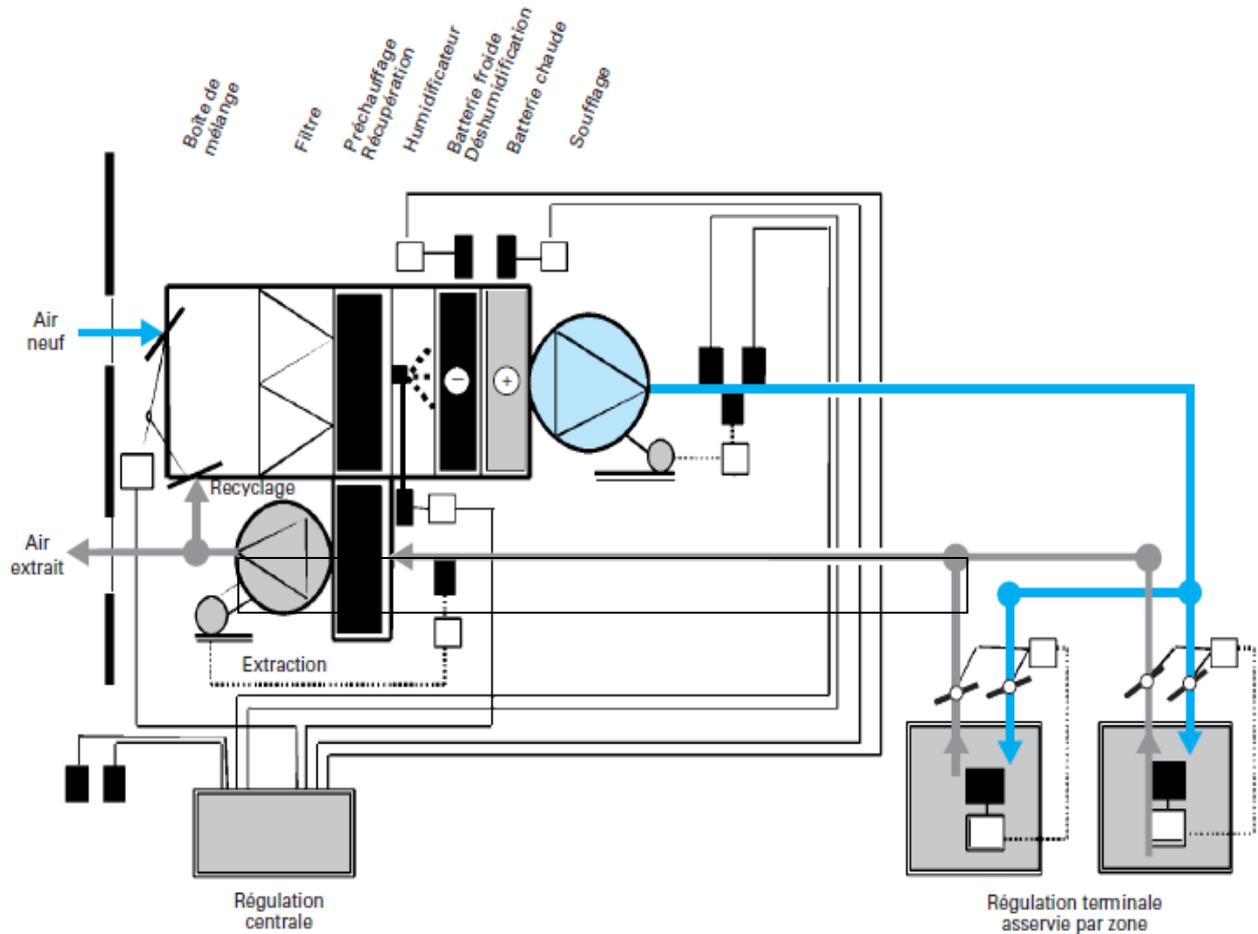


Figure II.8.: Installation de la centrale de conditionnement d'air

Lorsque le ventilateur tourne, il provoque l'aspiration de l'air ambiant au sein de la veine. Cet air contient une certaine teneur en vapeur d'eau, appelée "humidité absolue".

L'air à conditionner passe ensuite au travers du ventilateur. L'écoulement induit peut alors être humidifié grâce à un brumisateur. Cette vapeur d'eau supplémentaire permet d'augmenter de façon artificielle l'humidité de l'air.

L'écoulement d'air subit par la suite le conditionnement proprement dit en passant autour d'un échangeur appelé "évaporateur". Une quantité de chaleur est ici prélevée à l'air, qui se refroidit, perd de sa capacité à contenir de la vapeur d'eau et voit donc une partie de sa vapeur d'eau se condenser au niveau de cet échangeur. L'écoulement d'air est enfin éjecté.

### II.II.5.1. Système fonctionnant en tout air neuf :[15]

Dans ce type de système, il n'y a pas de recyclage de l'air du local. En fonction du type de local il sera on augmente légèrement la pression intérieure par rapport à la pression atmosphérique. L'intérêt du caisson de mélange est de réaliser des économies importantes d'énergies (respect de l'environnement). On a donc dans ce cas un débit massique d'air soufflé supérieur au débit massique d'air repris. Ce type de procédé est généralement utilisé dans les bureaux, les salles de cinéma, blocs opératoires, laboratoires de produits pharmaceutiques, ...

L'inconvénient de ce type d'installation est qu'il est générateur de puissances thermiques très élevées, donc peu économiques. Toutefois, afin de diminuer les coûts énergétiques, on peut installer un récupérateur de chaleur sur ces centrales.

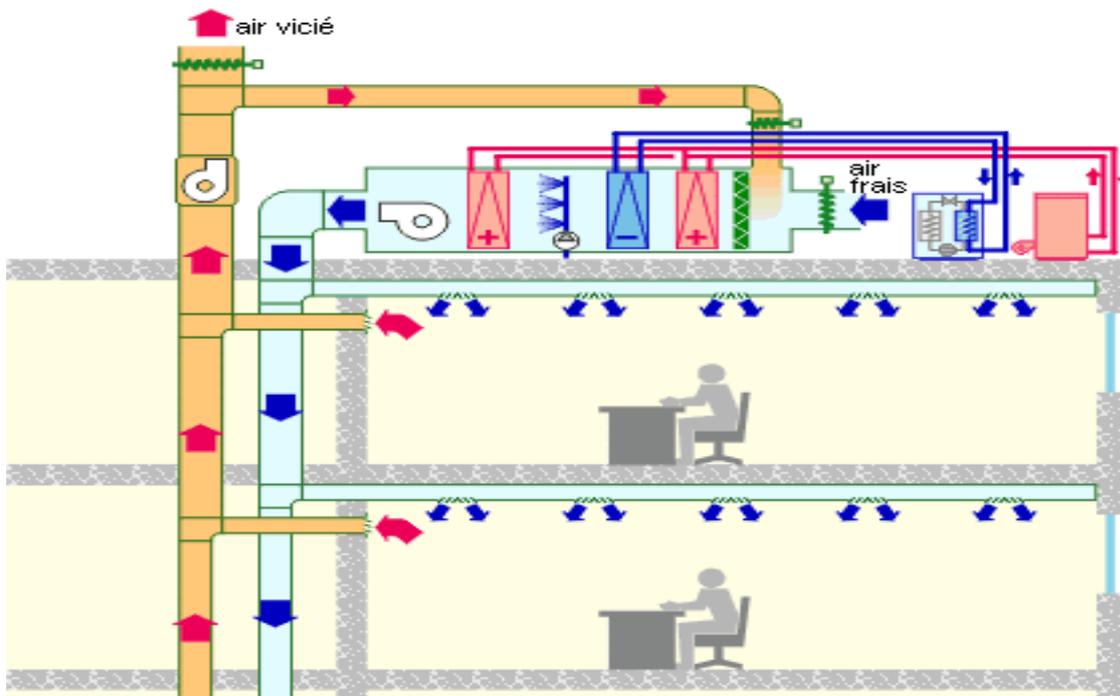


Figure II.9.: Principe de Système fonctionnant en tout air neuf

### II.II.5.2. Système de conditionnement d'air mono zone : [16]

Ces systèmes sont utilisés pour desservir une seule pièce ou un groupe de pièce ayant des besoins de refroidissement et de chauffage similaires. Tout le traitement d'air s'effectue à l'unité centrale. Ces installations sont surtout destinées aux locaux de grand volume, tels les salles de conférences, théâtres, cinémas, etc. Toute installation de climatisation peut être réalisée de telle façon qu'elle assure le chauffage des locaux soit entièrement, soit en partie, soit pas du tout. Le système peut utiliser l'air extérieur pour le refroidissement naturel et assure une bonne régulation de la température et de l'humidité lorsque les thermostats sont utilisés dans les pièces desservies.

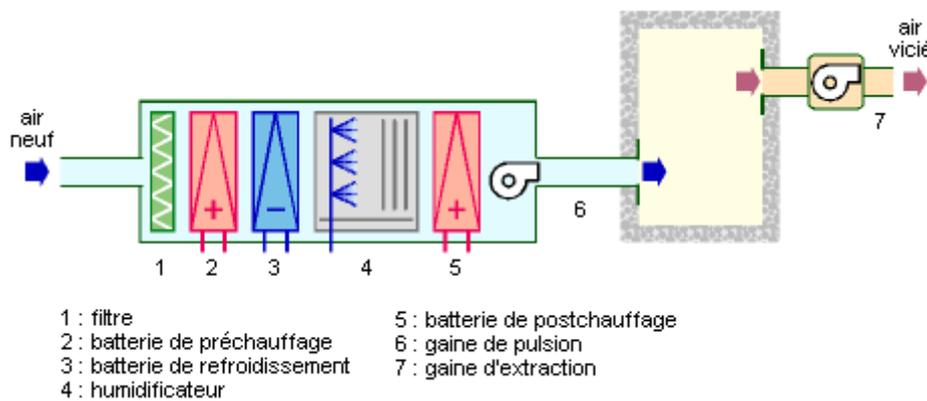


Figure II.10: Système de conditionnement d'air mon ozone

### II.II.5.3. Système de conditionnement d'air multizone : [16]

Un système multizone comprend une unité centrale de traitement d'air qui alimente chaque zone en air climatisé. La température de l'air soufflé de chaque zone est pilotée par le thermostat qui commande les volets permettant le mélange adéquat de l'air chaud et froid. Les températures de l'air chaud et froid sont maintenues au-dessus et au-dessous des températures demandées par les zones desservies par le système. Il est aussi possible que le chauffage des zones soient assuré par un système indépendant comme par exemple par les plinthes de chauffage périphérique. Les températures à la sortie de serpentin chaud ou froid peuvent être soit constantes soit peuvent être pilotées: par les zones dont les

demandes en chauffage ou en refroidissement sont les plus élevées ou par la température extérieure.

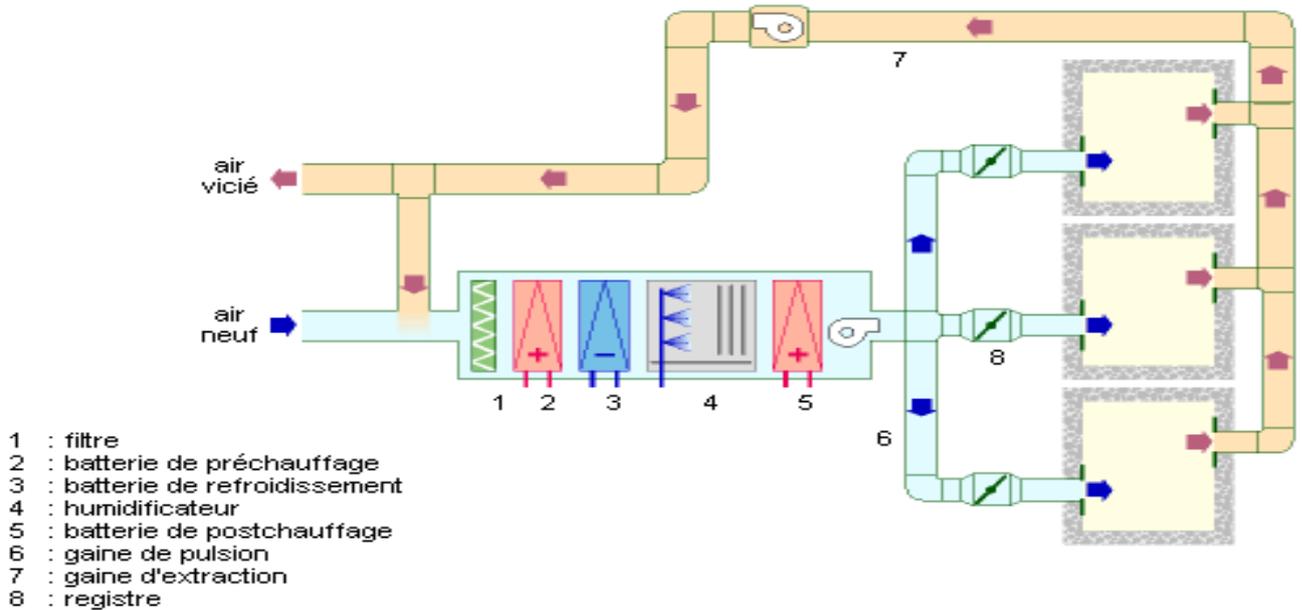


Figure II.11. Système de conditionnement d'air multizone

#### II.II.5.4. Système de conditionnement d'air à réchauffage terminal : [17]

Ce système permet de climatiser plusieurs pièces par une centrale de traitement d'air. La température d'air à la sortie de la centrale est pilotée par la pièce ou la zone dont la charge de climatisation est la plus importante. Les serpentins de réchauffage (fin de cours) permettent d'atteindre les températures de soufflage requises par les autres locaux.

### II.III. Cycles thermodynamique de conditionnement d'air : [18]

#### II.III.1. Centrale de traitement d'air :

Il a pour mission de donner à l'air distribué les caractéristiques thermiques et hygiéniques nécessaires au confort des occupants. Il peut s'agir d'un groupe servant uniquement au traitement de l'air hygiénique au traitement de l'air hygiénique de ventilation ou d'un groupe composant d'un système de climatisation à air.

Un groupe de traitement d'air peut comprendre tout ou partie des équipements suivants :

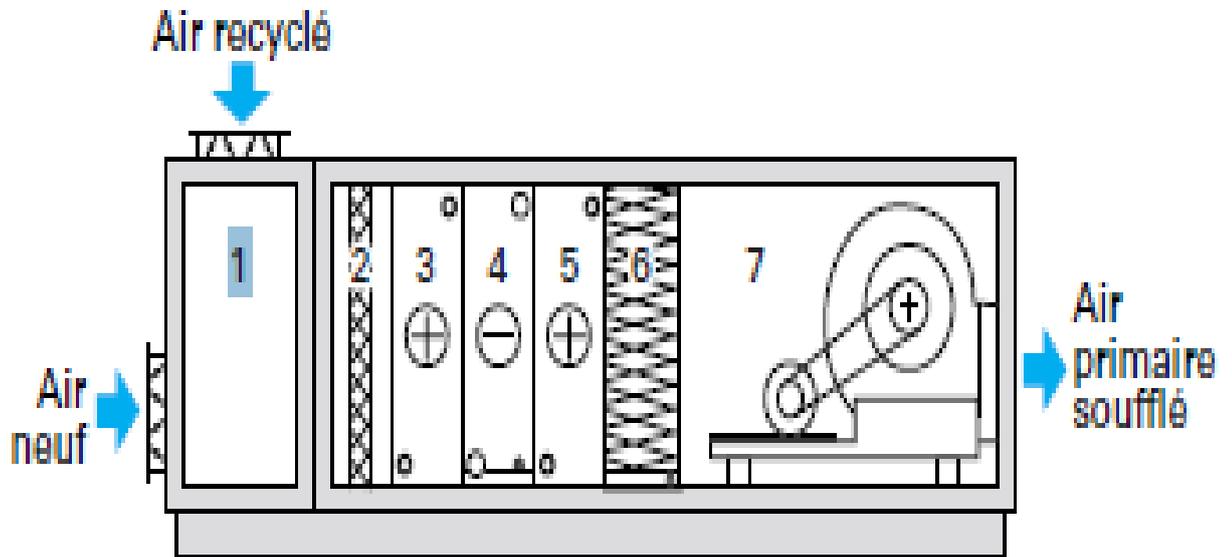


Figure II.12. : Composition d'une centrale de traitement d'air

- un caisson de mélange (1) un caisson de filtration (2)
- une batterie chaude (Préchauffage) (3)
- une batterie froide (4) ; une batterie chaude (Réchauffage) (5)
- un humidificateur (6) ; un ventilateur (7). Récupérateurs d'énergie.

#### **Caisson de mélange :**

Le caisson de mélange standard (2 voies) est généralement utilisé pour réaliser le mélange de deux airs :

- ✓ l'air neuf ;
- ✓ l'air recyclé.

Il est parfois destiné uniquement à assurer une sélection de circuit.

#### **Caisson de filtration :**

Filtrer consiste à éliminer d'un fluide gazeux tout ou partie des particules ou aérosols qu'il contient, en les retenant sur une couche poreuse appelée « média filtrant ».

L'opération de filtration n'a aucune action sur les caractéristiques thermiques de l'air. Elle n'apparaît pas sur le diagramme de l'air humide. Elle crée une chute de pression sur l'air. Elle fait cependant partie intégrante d'une centrale de traitement d'air.

### **Batterie chaude :**

La batterie chaude assure le préchauffage ou le chauffage de l'air à l'aide d'un fluide chaud qui peut être de l'eau, de l'eau surchauffée, de la vapeur, la condensation d'un fluide frigorigène ou des résistances électriques. Durant l'opération de chauffage, l'humidité absolue, ou teneur en humidité  $w$ , reste constante. En revanche, l'humidité relative  $e$  (en %) diminue.

### **Batterie froide :**

La batterie froide assure le refroidissement de l'air, avec ou sans déshumidification, à l'aide d'un fluide froid qui peut être de l'eau glacée ou par évaporation d'un fluide frigorigène (batterie à détente directe). Durant l'opération de refroidissement sans déshumidification, l'humidité absolue ou teneur en humidité  $w$  reste constante. En revanche, l'humidité relative  $e$  (en %) augmente.

### **Humidificateur :**

L'humidificateur sert à augmenter la teneur en eau de l'air traité, c'est-à-dire à augmenter l'humidité absolue. Pour qu'il y ait humidification, il faut un contact étroit et intensif entre l'air et la source d'humidité.

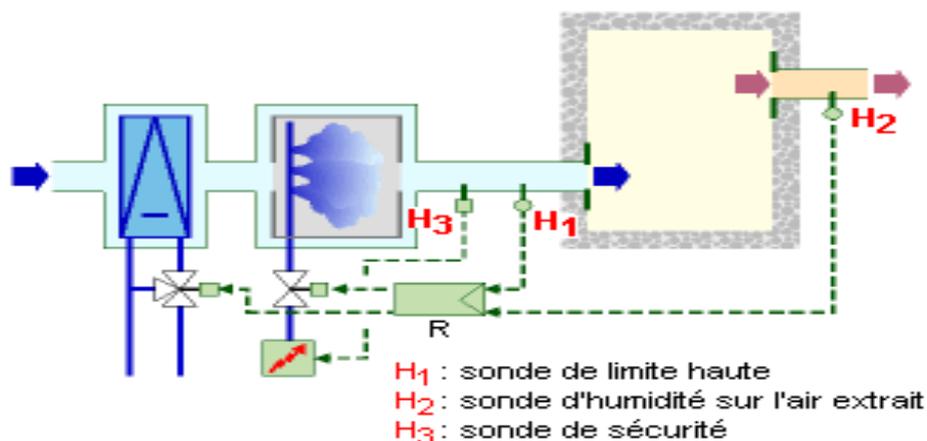


Figure II.13.: Humidificateur

### Ventilateur :

Le ventilateur, ou moto ventilateur, permet d'assurer l'écoulement continu de l'air :

- dans la centrale de traitement d'air elle-même ;
- dans le réseau de distribution d'air, par les gaines de soufflage ;
- dans le réseau de reprise d'air, par les gaines d'aspiration.

Il se compose de deux éléments principaux:

- ✓ une roue, qui porte les aubes ;
- ✓ une enveloppe, ou volute, qui canalise l'air déplacé par cette roue.

### Récupérateurs d'énergie :

C'est en hiver que le phénomène est le plus évident. L'air neuf pris à l'extérieur est à basse température ( $-10\text{ °C}$  par exemple) et l'air vicié rejeté vers l'extérieur est à haute température ( $+20\text{ °C}$  en confort). Le récupérateur d'énergie est un dispositif qui permet un échange sans contact direct entre les deux airs : l'énergie contenue dans l'air extrait est transférée en partie vers l'air introduit. Cet échange génère des économies d'énergie.

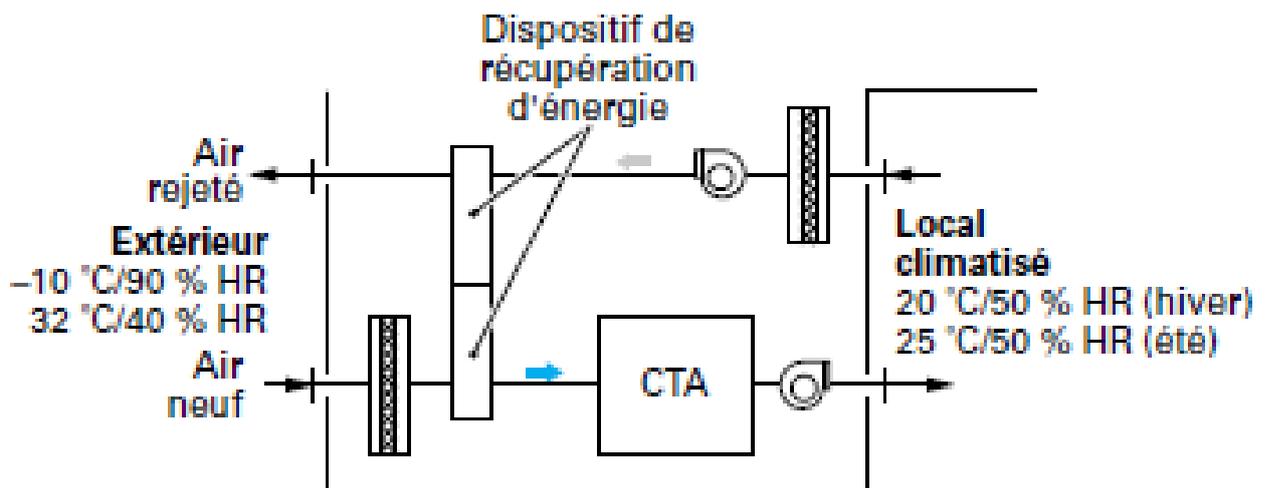
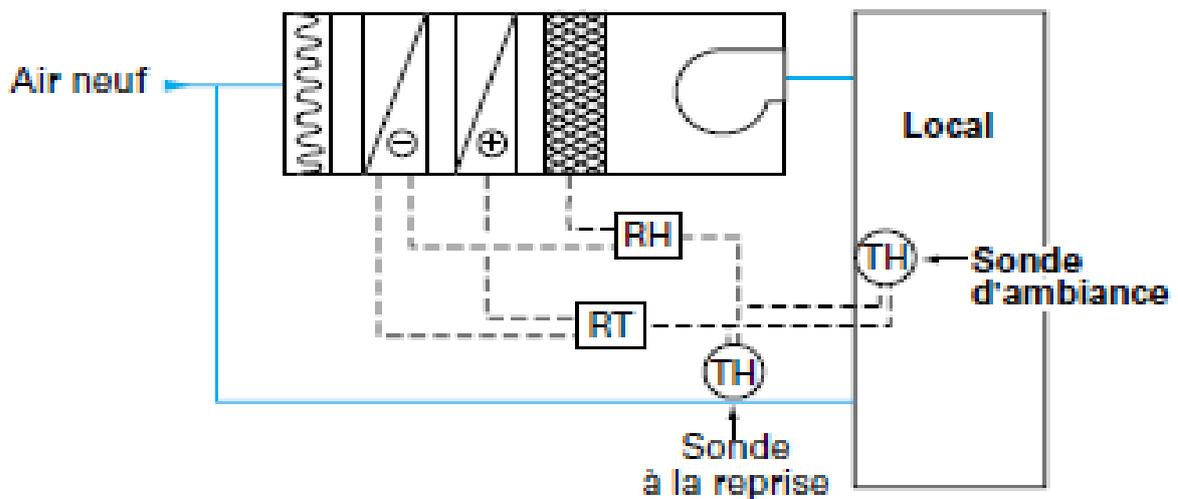


Figure II.14. : Récupération d'énergie

### II.III.2 Humidité relative :

La régulation d'humidité relative est généralement accompagnée de la régulation de température. Afin de pouvoir maintenir à la fois les valeurs de température et l'humidité, la batterie froide doit être placée en amont de la batterie chaude. Une batterie de préchauffage antigel peut être placée en amont de la batterie froide. Une zone neutre entre les deux actions permet d'obtenir deux consignes différentes figure.

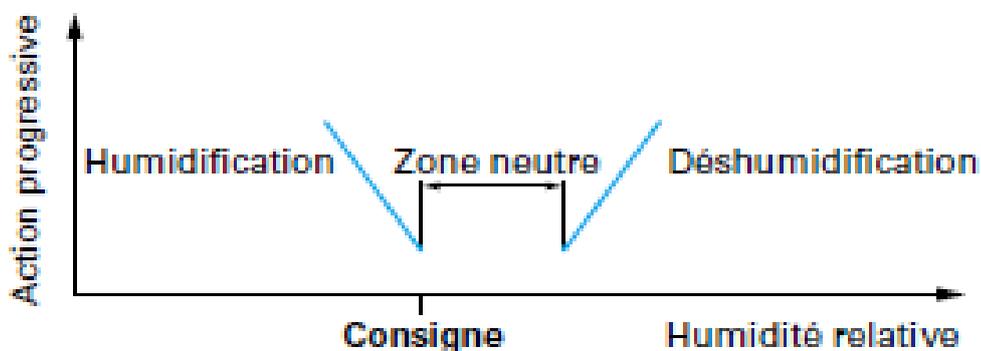


RH régulation de l'humidité relative

RT régulation de température

TH sonde de température et d'humidité

**(a)** organes contrôlés en régulation de température et d'humidité relative



**(b)** actions en régulation d'humidité relative

Figure II.15.: Régulation de l'humidité relative

La batterie froide refroidit et déshumidifie l'air pour maintenir l'humidité. La batterie chaude réchauffe l'air pour maintenir la température. La figure montre l'évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide

Si le mélange air neuf-air repris peut avoir une température négative, une batterie de préchauffage antigel est nécessaire. Elle est commandée par deux régulations :

- en priorité, par la régulation de sortie d'air de la batterie réglée vers 5 °C
- en second, par la régulation de la température ambiante ou de reprise.

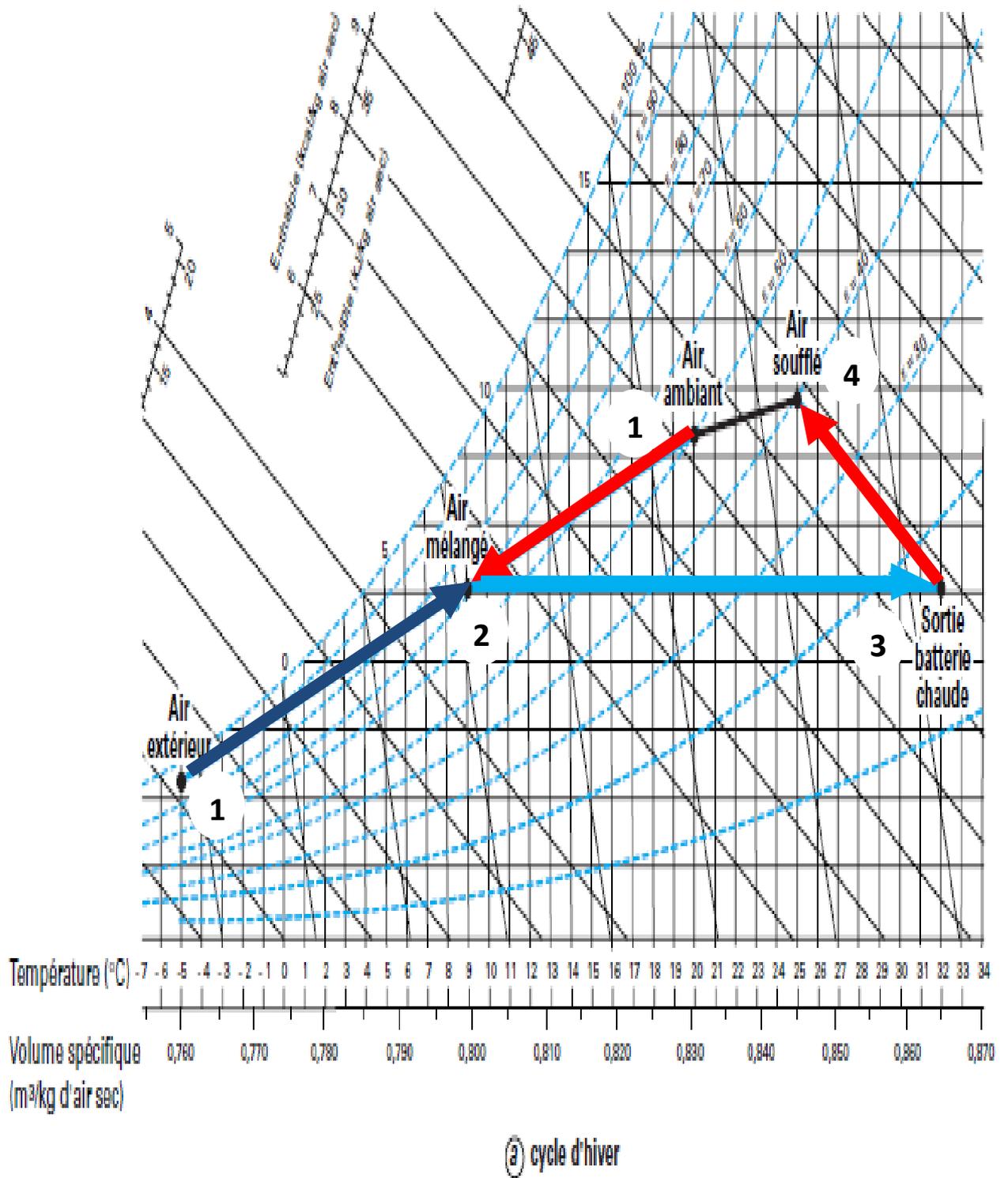


Figure II.16. : Évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide en hiver

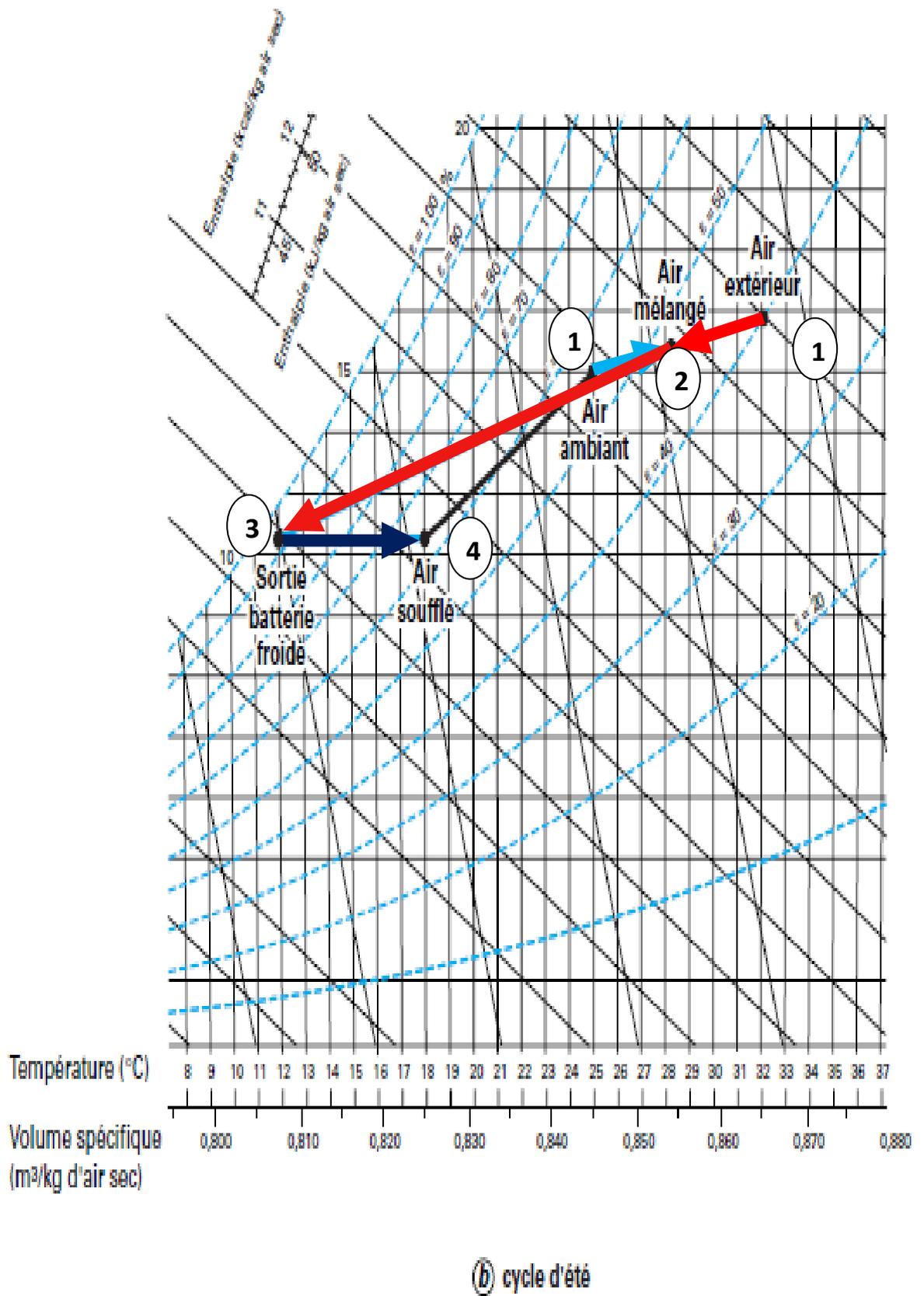


Figure II.17.:Évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide en été

Sous les pressions et aux températures courantes dans les bâtiments, l'humidité de l'air est très variable et les phénomènes de condensation ou d'évaporation mettent en jeu des quantités d'énergie (chaleur latente) qui sont loin d'être négligeables et qui ont des conséquences importantes sur le fonctionnement du bâtiment. Supposer la teneur en eau constante et ne pas tenir compte de ces phénomènes peut être acceptable lorsque les dégagements de vapeur sont faibles et si seuls nous intéressent des dimensionnements ou consommations d'appareils de chauffage. Par contre, le conditionnement d'air ou l'étude du confort des occupants ne peuvent se permettre de les ignorer. L'état d'un volume d'air humide est décrit par deux variables à choisir parmi la température, la teneur en eau, l'humidité relative, la pression partielle de vapeur, l'enthalpie massique ou la masse volumique de vapeur. Nous retiendrons les deux dernières. Montrons que ces deux grandeurs permettent de retrouver la température, la teneur en eau et l'humidité relative. L'enthalpie massique s'écrit, pour une quantité d'air humide contenant 1 kg d'air sec- Nous suivons en cela l'usage des professionnels de la climatisation qui ramènent toutes les grandeurs extensives au kg d'air sec.-, comme la somme de l'enthalpie de la vapeur et de celle de l'air sec :

$$Q = c_a \theta_{\text{air}} + w (c_v \theta_{\text{air}} + q_v) \text{ [J/ (kg} \cdot \text{C}^\circ \text{ d'air sec)]} \quad (5)$$

Avec

$\theta_{\text{air}}$  : température de l'air ( $^\circ\text{C}$ ).

$W$  : teneur en eau ( $\text{kg d'eau/kg d'air sec}$ ).

$q_v$  : enthalpie de vaporisation de l'eau ( $2\,500 \text{ kJ/kg à } 0^\circ\text{C}$ ).

$c_a$  : capacités thermiques massiques de l'air sec ( $1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{C}^\circ \text{ à } 0^\circ\text{C}$ ).

$c_v$  : vapeur d'eau ( $1,84 \text{ kJ/kg} \cdot \text{C}^\circ \text{ à } 0^\circ\text{C}$ ), les enthalpies de l'air sec et de l'eau liquide étant prises nulles à  $0^\circ\text{C}$  par convention.

Si vapeur d'eau et air sec sont considérés comme des gaz parfaits, on vérifie les relations suivantes :

$$\rho_v = \frac{P_v}{r_v T_{air}} \quad \text{et} \quad \rho_a = \frac{P_a}{r_a T_{air}} \quad (6)$$

où  $\rho_v$ ,  $p_v$  et  $r_v$  (respectivement  $\rho_a$ ,  $p_a$  et  $r_a$ ) sont la masse volumique, la pression partielle et la constante de gaz parfait de la vapeur (respectivement de l'air sec).

La pression totale  $p_t$ , somme des pressions partielles, est connue. On tire  $\rho_a$  de :

$$\frac{P_v}{T_{air}} = r_v \rho_v + r_a \rho_a \quad (7)$$

Que l'on reporte dans l'expression de l'enthalpie massique, en tenant compte que la teneur en eau vaut

$$w = \rho_v / \rho_a \quad (8)$$

Enfin, la pression de vapeur saturante  $p_{sat}$  ( $P_a$ ) à une température  $T$  (K) est connue à partir de mesures expérimentales, tabulée, et peut être approchée par l'équation suivante :

$$p_{sat}(T) = \exp[46.784 - 6435/T - 3.868 \ln(T)] \quad (9)$$

#### **II.IV. Bilan thermique de climatisation:[19]**

Le calcul du bilan thermique de climatisation ou de conditionnement d'air permet de déterminer la puissance de l'installation qui pourra répondre aux critères demandés. Ce calcul s'effectuera à partir des gains réels, c'est à dire au moment où les apports calorifiques atteignent leur maximum dans le local. On distinguera :

- Les apports internes : ce sont les dégagements de chaleur sensibles et / ou latents ayant leurs sources à l'intérieur du local (occupants, éclairage et autres équipements),
- Les apports externes : ce sont les apports de chaleur sensible dus à l'ensoleillement et à la conduction à travers les parois extérieures et les toits.

### **II.IV.1.Bilan thermique :**

Le conditionnement d'air d'un bâtiment implique un échange de chaleur sensible pour régler la température ambiante et un échange de chaleur latente pour accroître ou diminuer la teneur en vapeur d'eau et régler ainsi l'humidité.

Pert et gain de chaleur à travers l'enveloppe d'un bâtiment :

Le pert de chaleur par temps froid à travers les composants du toit, des murs et du plancher d'un bâtiment est principalement fonction de la différence de température et de la conductibilité thermique de chaque composant.

Le calcul précis d'un bilan thermique de climatisation est long et compliqué, car plusieurs facteurs entrent en jeu :

- les charges extérieures varient tout au long d'une journée.
- l'inertie du local.
- isolation du local.

#### **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.

Consommation énergétique des systèmes de conditionnement d'air : [18]

Les points suivants influent sur la consommation énergétique des systèmes de conditionnement d'air :

- les pertes et gains de chaleur à chaleur travers l'enveloppe du bâtiment.
- Les pertes et gains de chaleur causés par l'infiltration de l'air extérieur et l'exécution de l'air intérieur.
- Le chauffage et le refroidissement de l'air de ventilation.
- La quantité de chaleur produite par les sources internes.
- La quantité de chaleur produite par les sources internes.
- Le gain de chaleur du ventilateur assurant la circulation de l'air conditionné.
- Le gain de chaleur de la pompe assurant la circulation du liquide de chauffage et de refroidissement.
- Les pertes causées par le système de distribution.

L'échange thermique dans les systèmes se divise généralement en deux catégories.

- 1- La chaleur sensible qui est la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter ou abaisser la température d'une substance telle que l'air ou l'eau.
- 2- La chaleur latente qui est la quantité de chaleur nécessaire pour le changement d'état d'une substance. tel que la conversion de la glace en eau (chaleur latente de fusion) ou de l'eau en vapeur (chaleur latente de vaporisation).

La transmission de chaleur à travers l'enveloppe d'un bâtiment peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$Q = A \times U \times (T_1 - T_2) \times 3.6 \quad (10)$$

Ou

**Q** : flux thermique (**kJ/h**).

**A** : surface du composant de l'enveloppe (**m<sup>2</sup>**).

**U** : coefficient de transmission thermique du composant ( $\text{W/ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ).

**T<sub>1</sub>** : température du côté exposé à la chaleur ( $^\circ\text{C}$ ).

**T<sub>2</sub>** : température du côté exposé à la froid ( $^\circ\text{C}$ ).

**1W/h : 3.6Kj/h**

Le coefficient de transmission thermique (**U**) équivaut à la chaleur transmise à travers une surface unitaire d'un corps donné, pendant une unité de temps, divisée par la différence de température ambiante de chaque côté ( $\text{W/ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ).

## **II.V. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présentée des installations des ventilations et traitement d'air. On conclue que Le bon fonctionnement d'un système de ventilation dans son ensemble dépendra à la fois de l'appareil en tant que tel et de ses réseaux de conduits. Chacun des éléments doit d'abord être bien sélectionné et bien installé pour fournir le rendement souhaité. L'appareil doit également être bien calibré. Le bon fonctionnement est également tributaire d'un entretien régulier et d'une utilisation adéquate des appareils, conditions essentielles pour assurer une ventilation efficace.

### III.I. Introduction

Dans ce chapitre, on étudie la circulation et le mouvement d'air conditionner dans l'habitat à fin d'assurer un confort maximal pour les occupants on éliminant toute sorte de perturbation ou de courant d'air qui peuvent être dû à une mal conception des bouches de soufflage au niveau de l'installation de climatisation .la simulation est effectuer par le logiciel fluent qui lui-même fonctionne à partir du logiciel Gambit .

Le logiciel Gambit est un mailleur 2D/3D; préprocesseur qui permet de mailler des domaines de géométrie d'un problème de CFD (Computation a Fluide Dynamics). Il génère des fichiers\*.msh pour Fluent. Fluent est un logiciel qui permet de résoudre et simuler des problèmes de mécanique des fluides et de transferts thermiques par la méthode des volumes finis.

Gambit regroupe trois fonctions :

- définition de la géométrie du problème.
- le maillage et sa vérification.
- la définition des frontières (Types de conditions aux limites) et définitions des domaines de calculs

#### III.II.1.Présentation de Gambit

##### ➤ Démarrage de Gambit

Le chemin de l'application de Gambit est le suivant :

**:/Fluent.Inc/ntbin/ntx86/Gambit.exe**

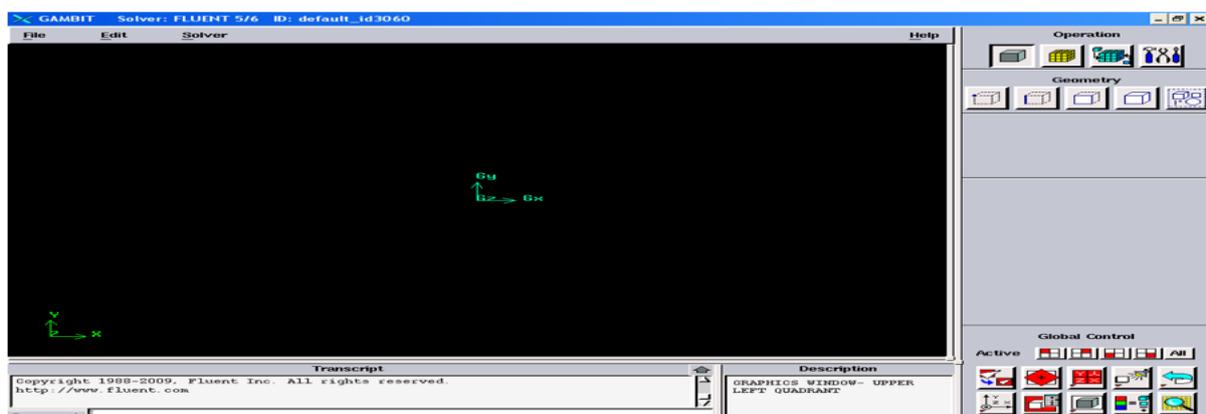


Figure III.1.: Lancement du Gambit

➤ **Construction de la géométrie**

La finalité de la construction de la géométrie est de définir les domaines de calcul qui seront des faces dans un problème 2D et des volumes dans un problème 3D.

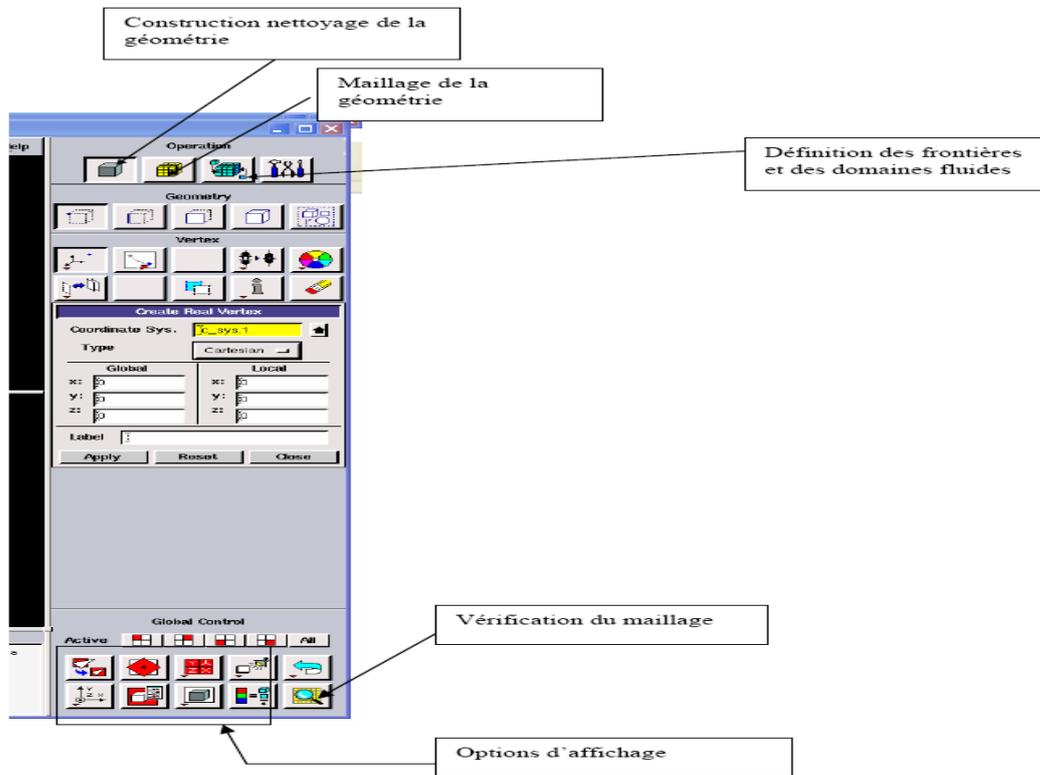


Figure III.2.: Construction de la géométrie

➤ **Maillage**

La génération du maillage (2D ou 3D) est une phase très importante dans une analyse CFD, vu l'influence de ses paramètres sur la solution calculée. Ce menu permet de mailler en particulier une ligne de la géométrie, à savoir disposer les nœuds avec des conditions particulière (utilisation d'un ratio pour modifier la pondération du maillage, application de formes différentes de maillage).

• **Maillage structuré (quadra/hexa)**

Il est beaucoup plus facile de le générer en utilisant une géométrie à multi bloc, il présente les avantages suivants :

Economique en nombre d'éléments, présente un nombre inférieur de maille par rapport à un maillage non structuré équivalent.

Réduit les risques d'erreurs numériques car l'écoulement est aligné avec le maillage.

Les inconvénients sont :

Difficile à le générer dans le cas d'une géométrie complexe.

Difficile d'obtenir une bonne qualité de maillage pour certaines géométries complexes

- **Maillage non structuré (tri/tétra.)**

Les éléments de ce type de maillage sont générés arbitrairement sans aucune contrainte quant à leur disposition.

Ses avantages :

Peut-être généré sur une géométrie complexe tout en gardant une bonne qualité des éléments.

Les algorithmes de génération de ce type de maillage (tri/tétra) sont très automatisés.

Les inconvénients sont :

Très gourmand en nombre de mailles comparativement au maillage structuré.

Engendre des erreurs numériques (fausse diffusion) qui peuvent être plus importante si l'on compare avec le maillage structuré.

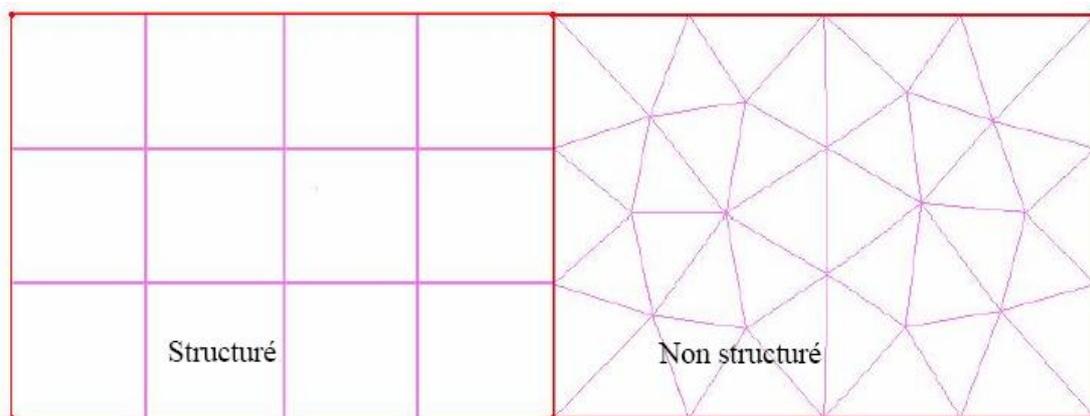


Figure III.3.: Maillage structuré et non structuré

- **Maillage hybride**

Maillage généré par un mélange d'éléments de différents types, triangulaires ou quadrilatéraux en 2D, tétraédriques, prismatiques, ou pyramidaux en 3D.

Ses avantages :

Combine entre les avantages du maillage structuré et ceux du maillage non structuré.

- **Définition des frontières**

Sélectionner dans le menu « **Solver** » le type du solveur « **FLUENT5/6** » puis définir les frontières.

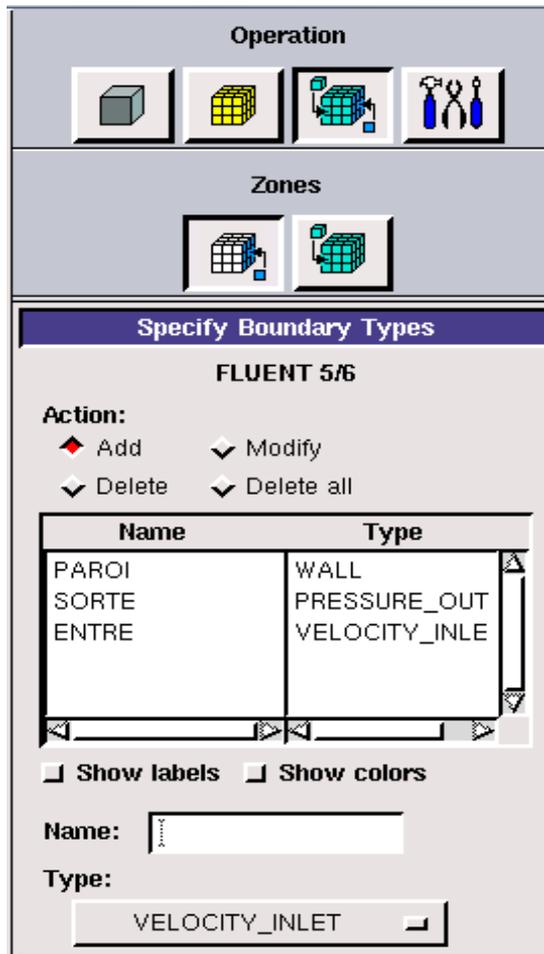
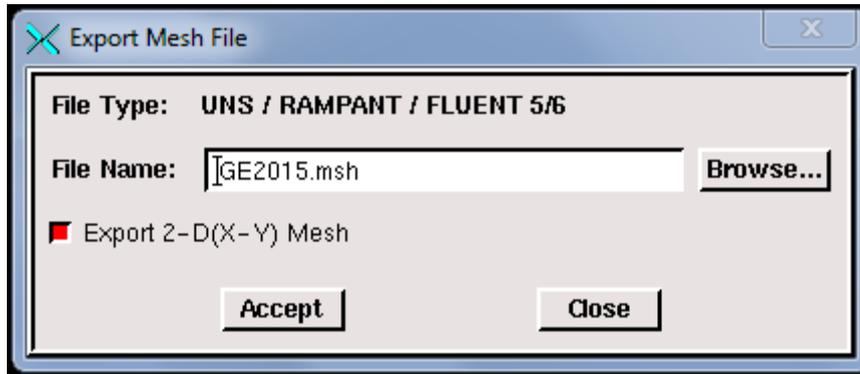


Figure III.4. : Définition des frontières

- **Exportation du maillage**

Le maillage peut être alors exporté dans un fichier pour lecture avec FLUENT.

**File → Export → Mesh**



*Figure III.5. : Exportation du maillage*

Donner un nom au fichier et sélectionner le maillage “2-D”, puis sauvegarder le fichier Gambit :

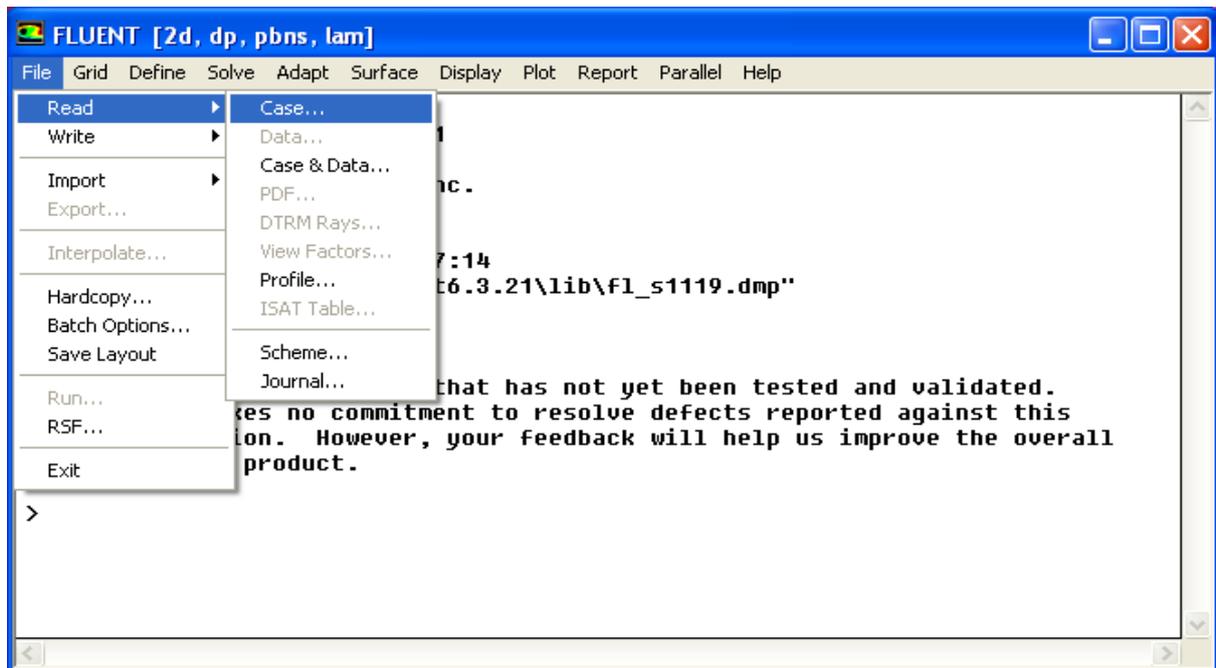
**File → Save As**

### III.II.2.Présentation de Fluent

#### ➤ Importation de la géométrie

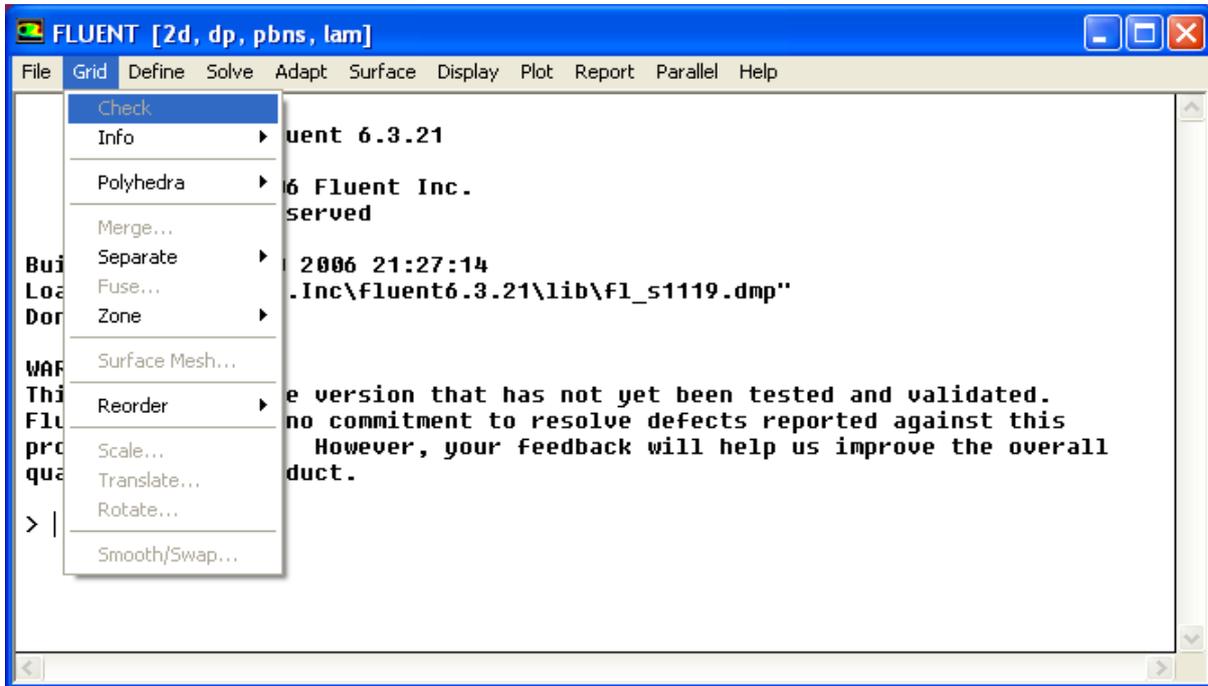
Pour commencer la simulation il faut importer le fichier (\*.msh) généré sous Gambit.

**File → Read → Case...**



*Figure III.6.: Importation de la géométrie*

Ceci permet de vérifier si le maillage importé ne contient pas d'erreurs ou de volumes négatifs.



*Figure III.7. : Vérification du maillage*

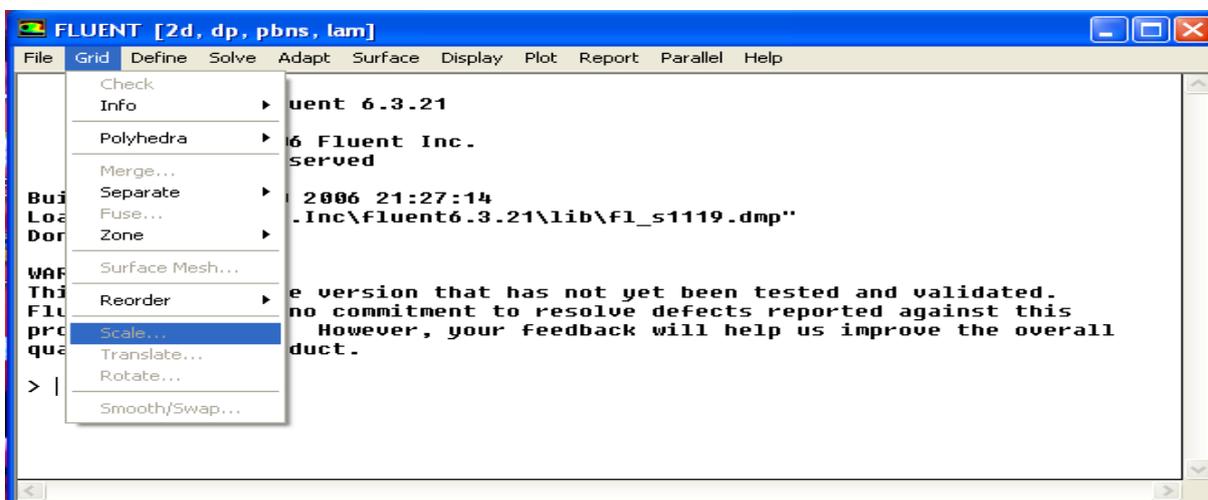
➤ **Vérification du maillage importé**

**Grid** → **Check**

➤ **Vérification de l'échelle**

**Grid** → **Scale**

Il faut toujours vérifier que les dimensions affichées correspondent aux dimensions physiques du problème.



*Figure III.8.: Vérification des unités*

➤ **Choix du solveur**

Define → Models → Solver...

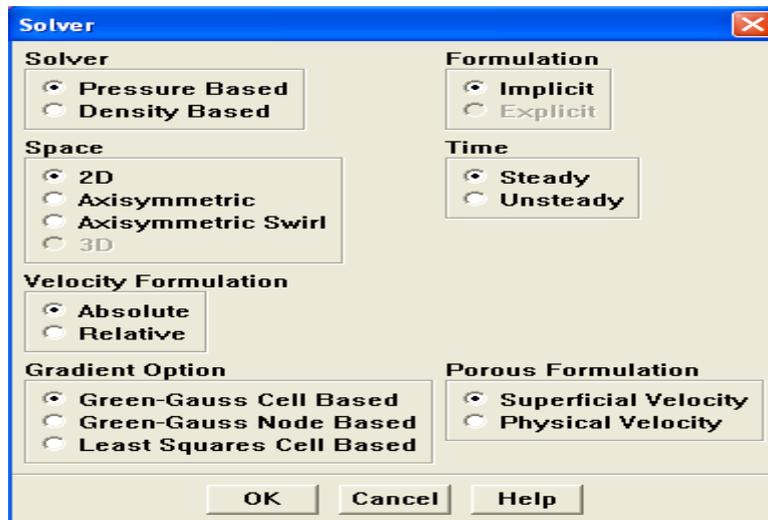


Figure III.9: Choix du solveur

- **SegregatedSolver**: est le plus approprié pour les écoulements incompressibles

(Ventilateurs, pompes...)

- **CoupledSolvers**, les solveurs « coupledimplicit » et « coupled explicit », sont plutôt réservés aux écoulements compressibles à grande vitesse.

C'est là aussi qu'on choisit le régime d'écoulement ; permanent ou instationnaire.

- **L'équation de l'énergie**

Define → Models → Energy...

L'instruction énergie doit être activée pour l'étude du champ thermique.

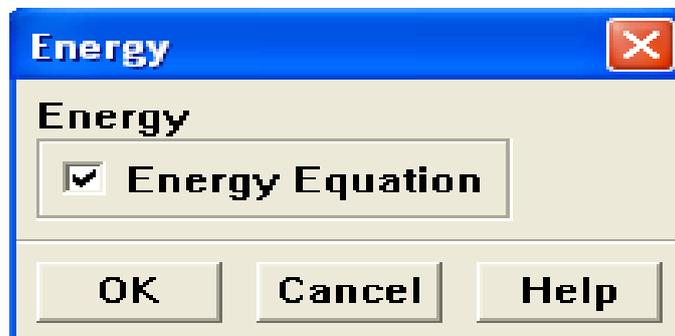
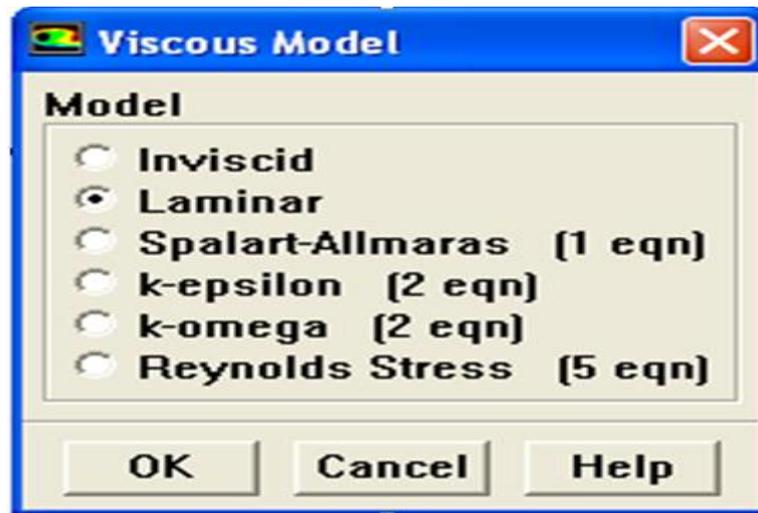


Figure III.10.:Equation de l'énergie

- **Choix du modèle de turbulence**

**Define** → **Models** → **Viscous**

Fluent propose différentes modélisations de l'écoulement turbulent. Parmi lesquels les écoulements non visqueux, laminaires, turbulents ... etc.

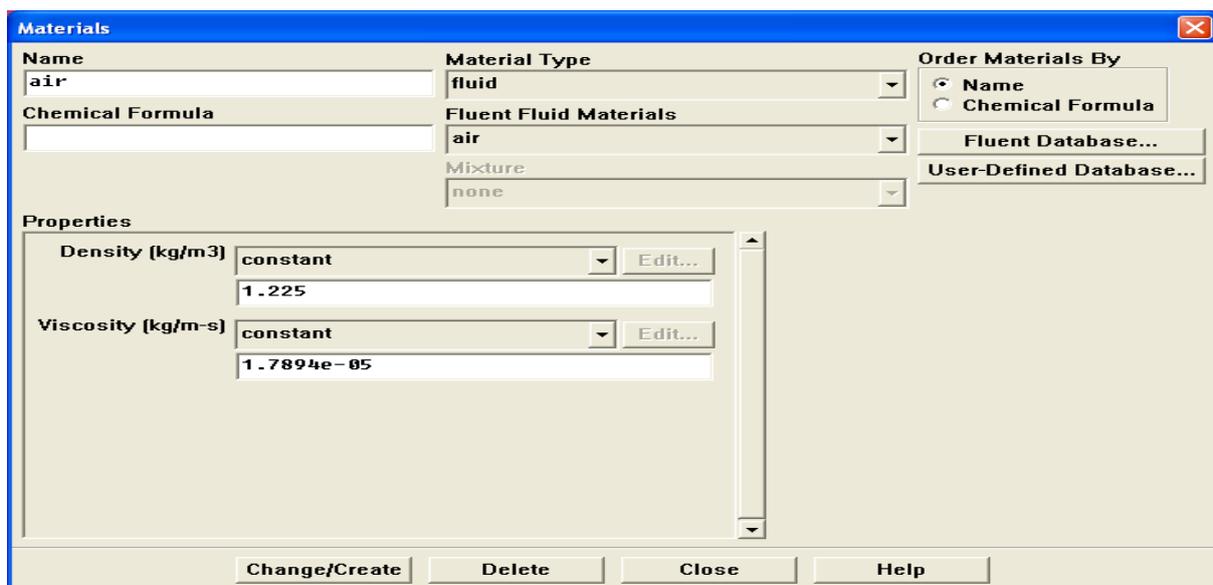


*Figure III.11.: Choix du modèle d'écoulement*

➤ **Définition des caractéristiques du fluide**

**Define** → **Materials**

Les caractéristiques du fluide sont chargées à partir de la bibliothèque de données de Fluent.



*Figure III.12.: Définition des caractéristiques du fluide*

➤ **Operating conditions**

**Define** —> **Operating conditions**

Avant de choisir les conditions aux limites, il faut choisir d'abord la valeur de la pression de référence « operating conditions ».

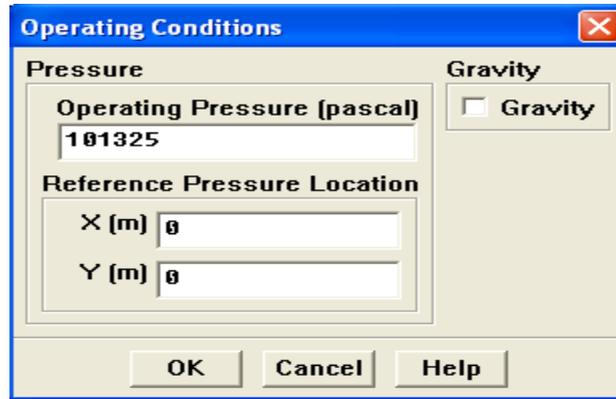


Figure III.13.: Choix de la pression de référence

➤ **Conditions aux limites**

**Define** —> **Boundary Conditions**

Ensuite, il faut fixer les valeurs des conditions aux limites.

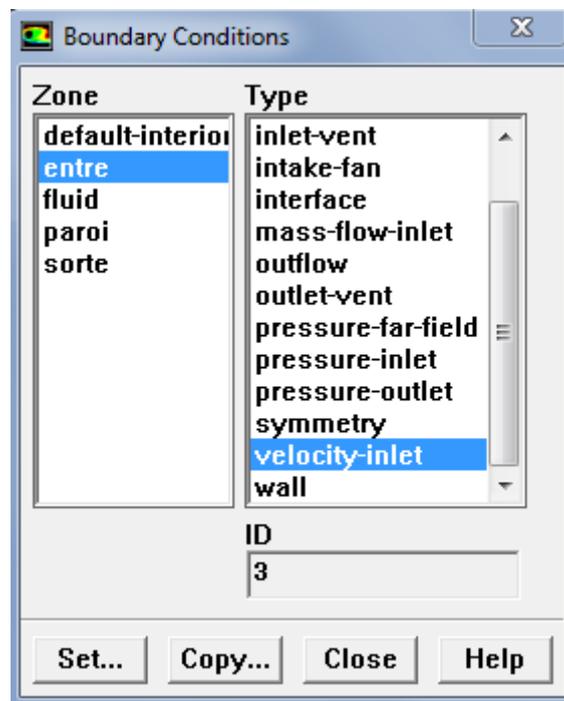
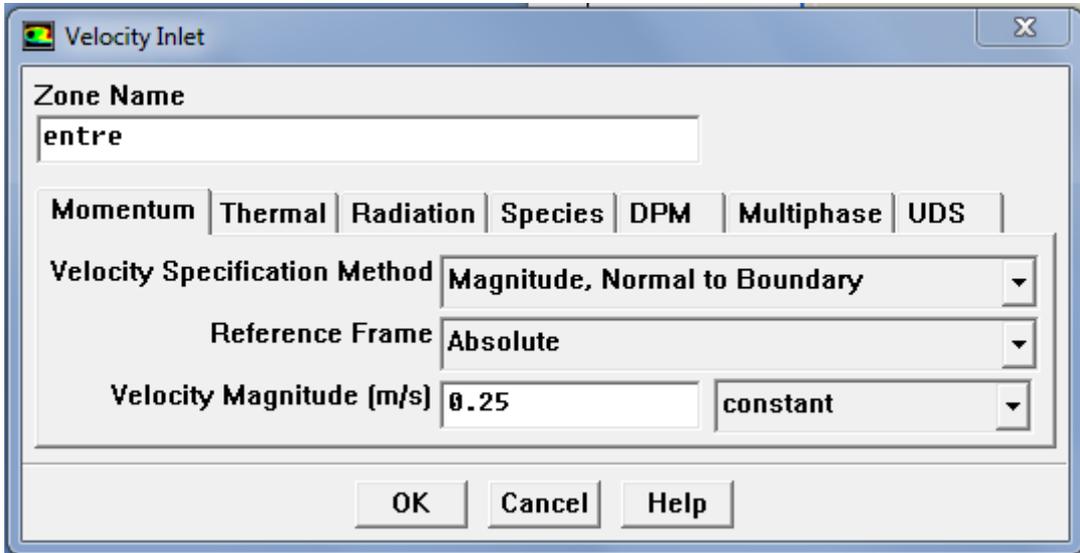


Figure III.14: Valeurs des conditions aux limites

- **Velocityinlet**

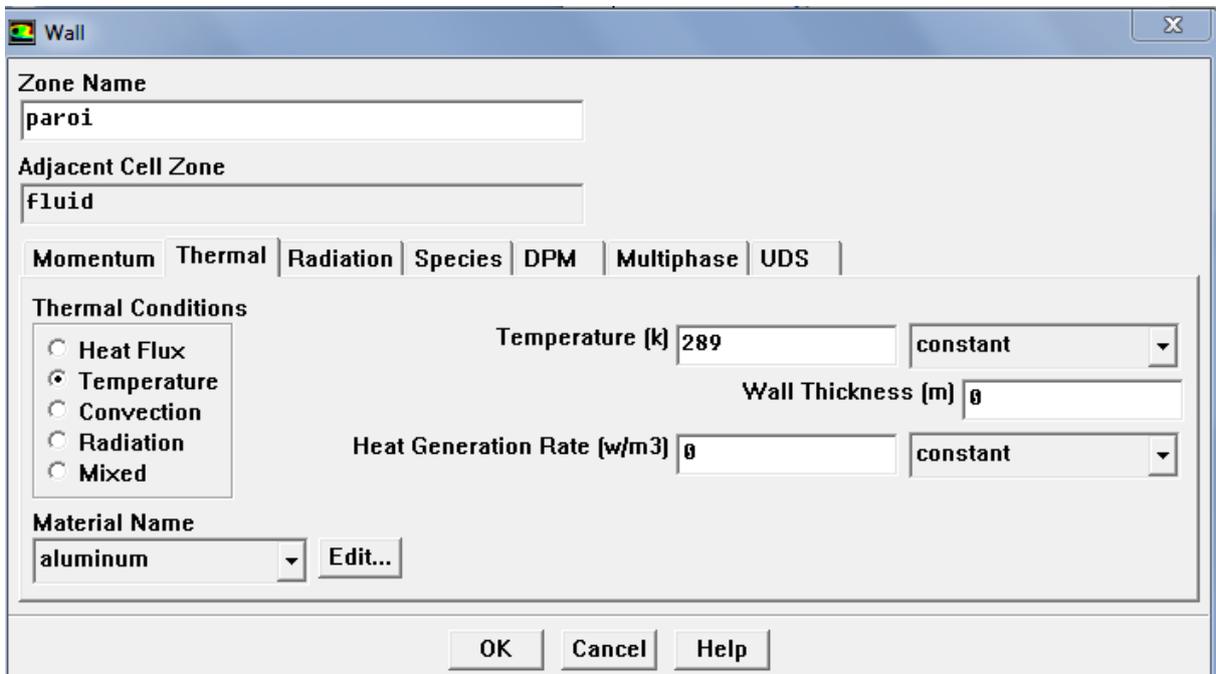
Utilisée pour des écoulements incompressibles ou moyennement compressibles, quand la vitesse d'entrée est connue.



*Figure III.15.: Vitesse d'entrée*

- **Wall**

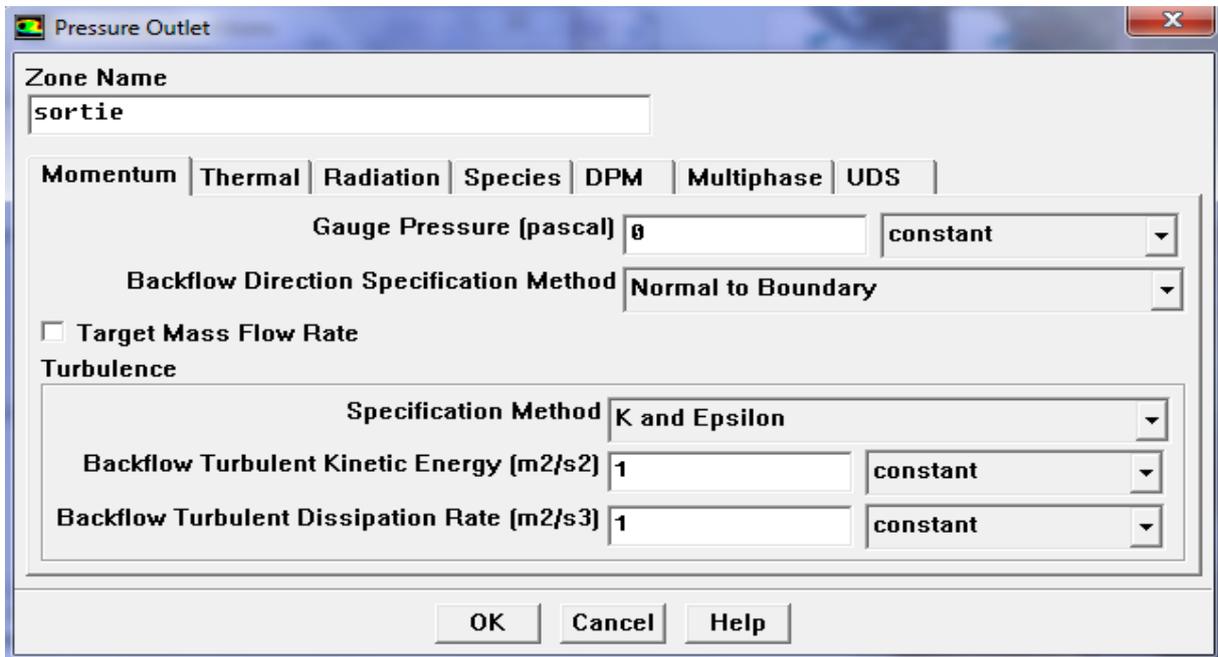
Il est utilisé pour délimiter les régions solides des régions fluides.



*Figure III.16.: Parois inférieure et supérieure*

- **Pressure Outlet**

Spécifie la pression statique de sortie.

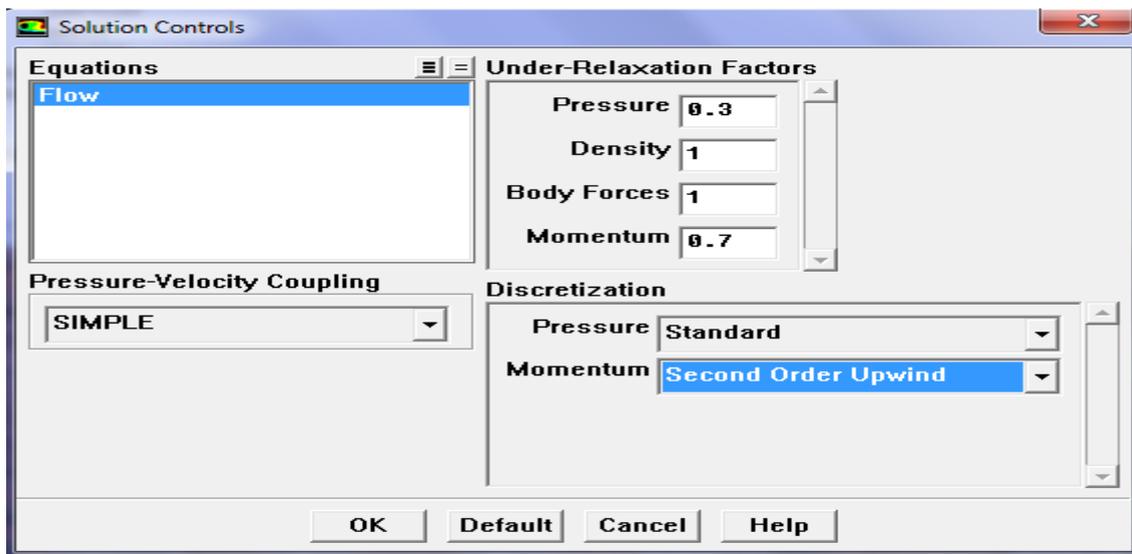


*Figure III.17.: Pression à la sortie*

➤ **Choix d'ordre des équations et l'algorithme**

**Solve** → **Controls** → **Solution...**

Ceci permet de spécifier le degré d'ordre des équations à résoudre, ainsi l'algorithme.

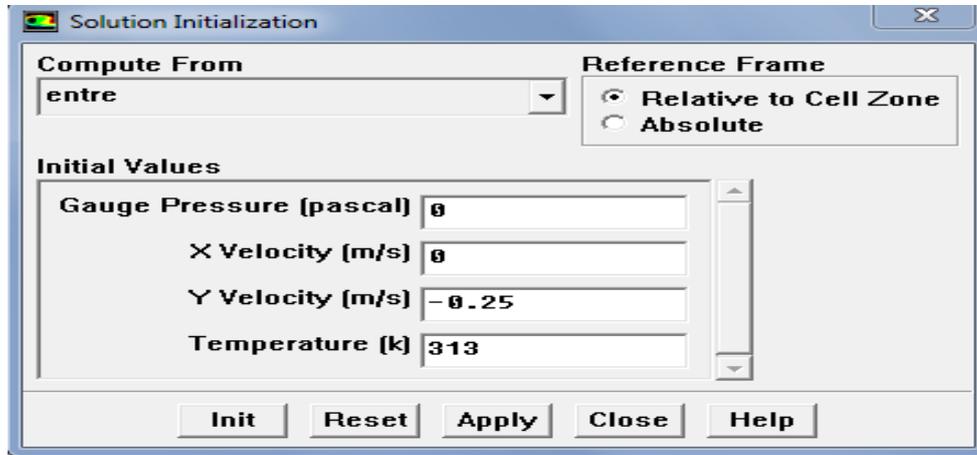


*Figure III.18.: Choix d'ordre des équations et l'algorithme*

➤ **Initialisation**

**Solve** → **Initialize** → **Initialize...**

Cette fonction permet d'initialisé le calcul.

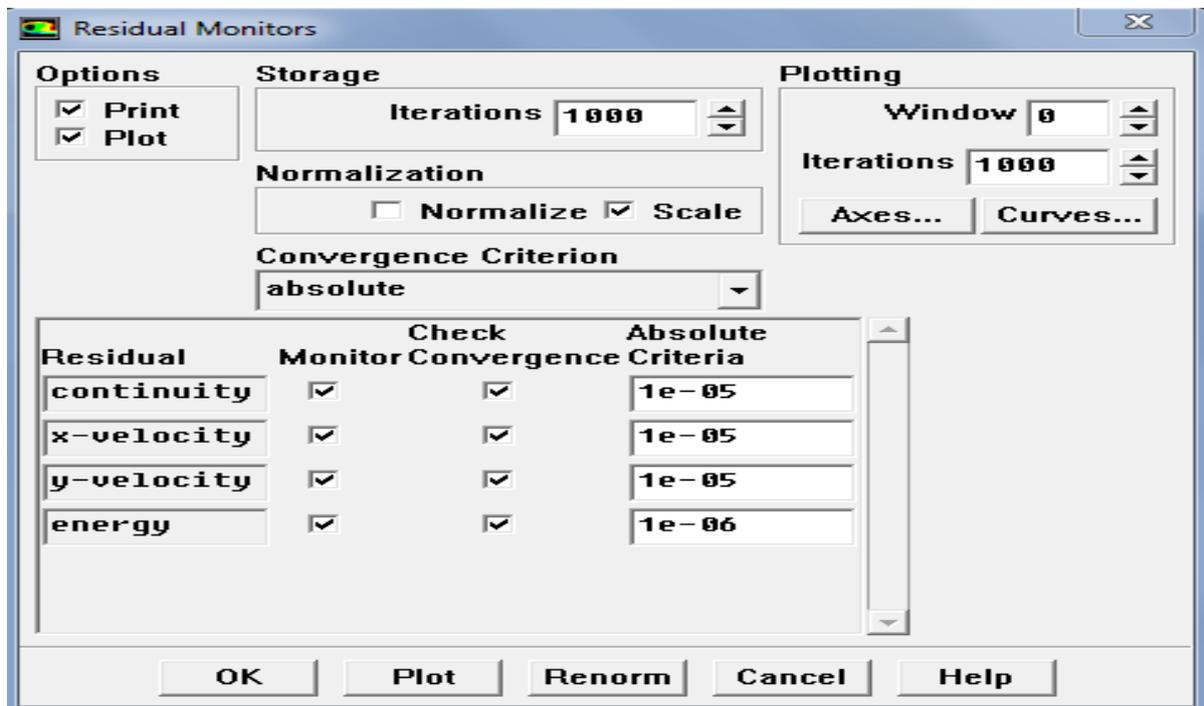


*Figure III.18.: Initialisation du calcul*

➤ **Choix des critères de convergence**

**Solve** → **Monitors** → **Residual...**

Il s'agit ici de choisir les critères qui doivent être vérifiés pour que les calculs de la simulation s'arrêtent.



*Figure III.19.: Choix des critères de convergence*

Pour afficher la convergence à l'écran pendant les calculs sous forme d'un graphe, il faut activer l'option Plot. Il est possible de désactiver certains critères d'arrêt de la simulation en décochant la case de convergence.

- **Lancement du calcul**

Solve → Iterate....

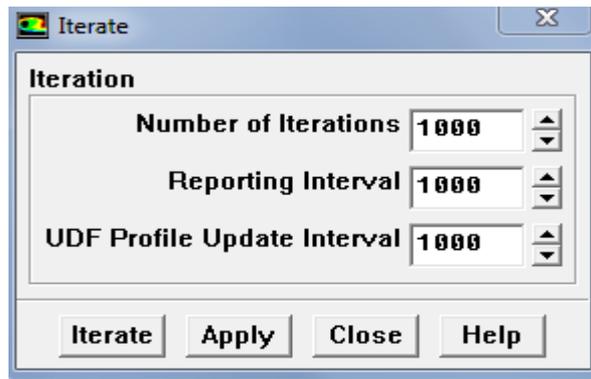


Figure III.20.: Choix du nombre des itérations

### III.II.3.Présentation d'habitation

Dans le cadre de notre étude nous avons procédé au dimensionnement d'une habitation pour le bute d'étudier la distribution des températures dans les quatre saisons et pour défirrent vitesse d'entre d'air. il s'agit d'une maison bâtit sur terre pleine « pas de cave » et d'un seul niveau voir figure « III.II.3.1 », les caractéristiques de la maison sont résumé dans le «tableau III.II.3.2».

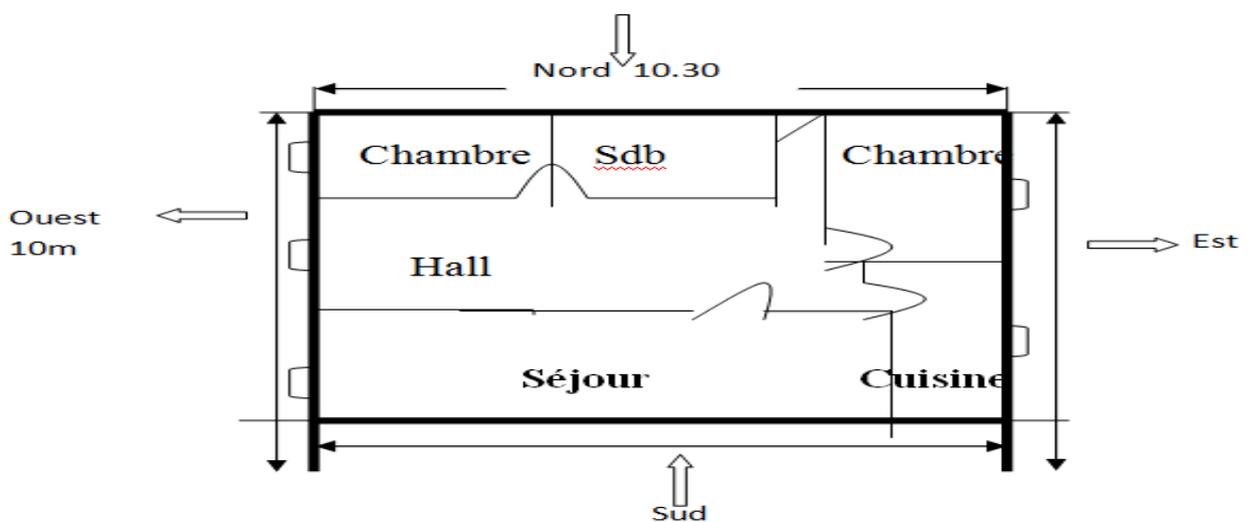


Figure III.21.: Schéma de l'habitation

Tableau III.22...: Dimensions et surfaces

Surface	(M <sup>2</sup> )
Surface totale	103
Surface fenêtre	1.80
Surface porte	3.3
Hauteur	2.5m

Tableau III.23...: Température des parois

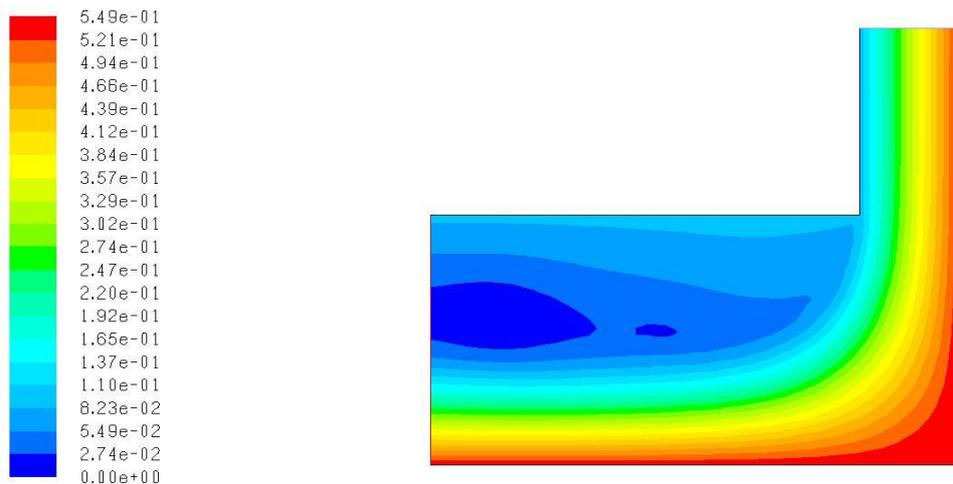
parois	Température °c
Deux chambres et séjour	<b>18</b>
Cuisine	<b>25</b>
Sale de bain	<b>23</b>
Halle et couloir	<b>16</b>

### III.III.1.Simulation et interprétation des résultats

#### Partie01 dans l'état d'été à T=313 k.

##### III.III.1.1.Hall et couloir

Pour l'espace compris entre le hall et le couloir on constate la formation de plusieurs zones de recirculation (voir figure III.23.) .ces zones sont des zones indésirables puisque sa génère des courants d'air circulaires dans ces endroits. On propose comme solution une sédation entre le hall et le couloir ou se trouve l'entrée de la bâtisse.



Contours of Stream Function (kg/s)

Apr 27, 2015  
FLUENT 6.3 (2d, dp, pbns, lam)

Figure III.23.: Ligne de courant dû hall et couloir

Ces zones de recirculation citée précédemment vont perturber le champ thermique du lieu formé par le hall. Comme nous avons remarqué La température est uniforme dans le couloir et dans la partie inférieure du hall. Mais partir de 1m on constate la formation de plusieurs zones des recirculation voir« figure III.24. ». Pour la vitesse transversale et longitudinale on constate qu'elle est uniforme à l'entre puis il perturbe voir« figure III.25. » et « figure III.26. ».

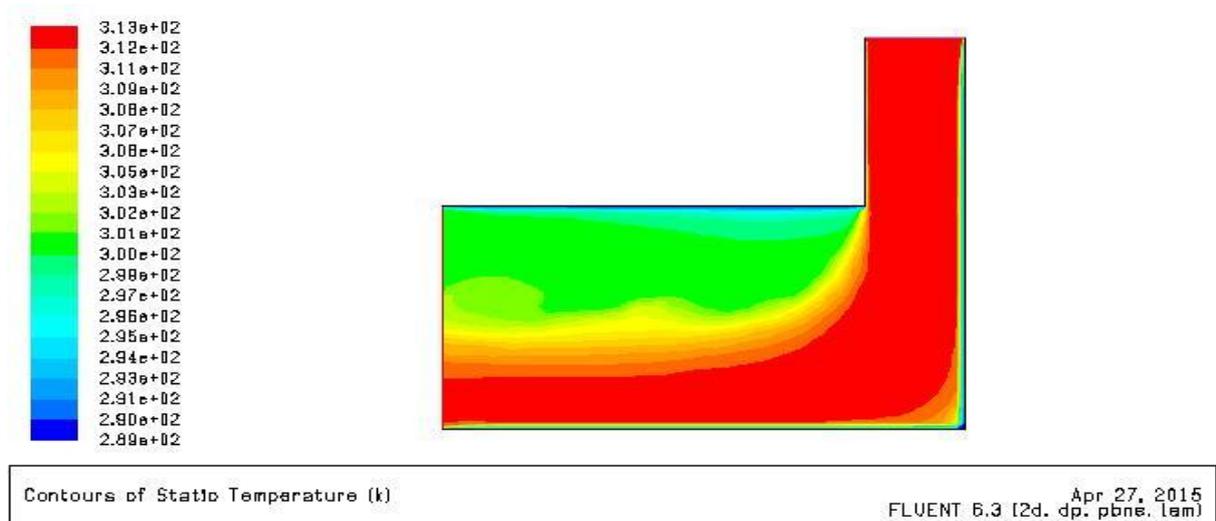


Figure III.24. : Température du hall et le couloir

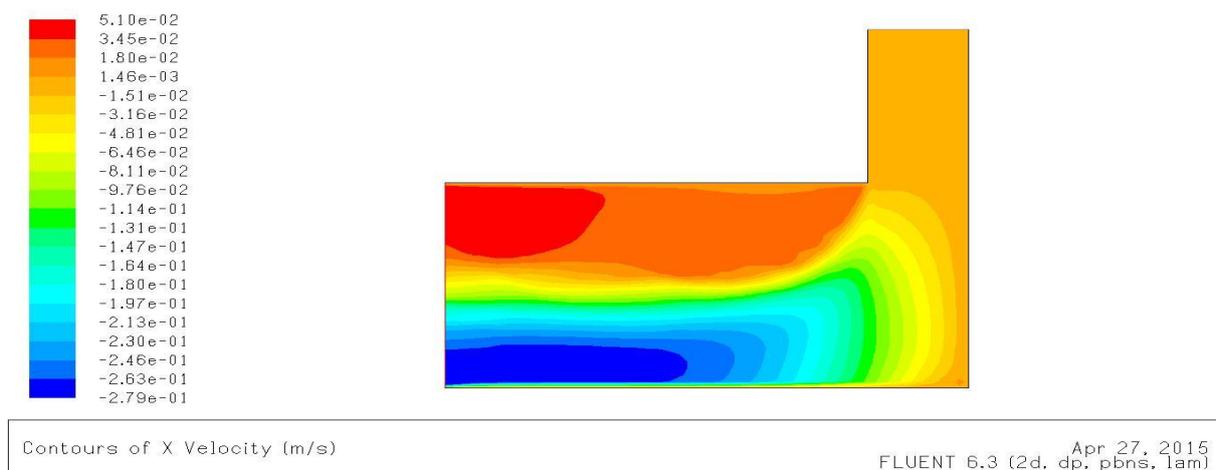
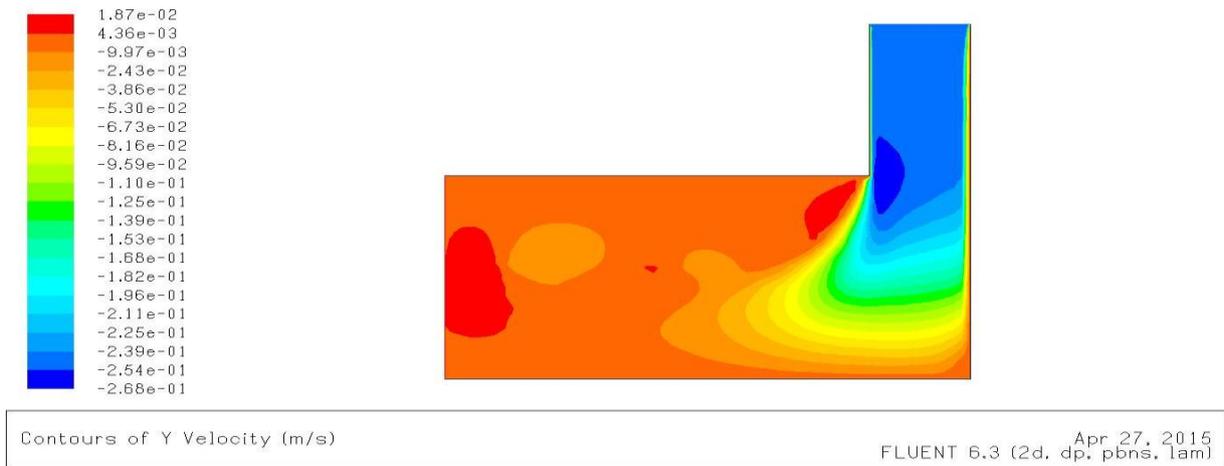


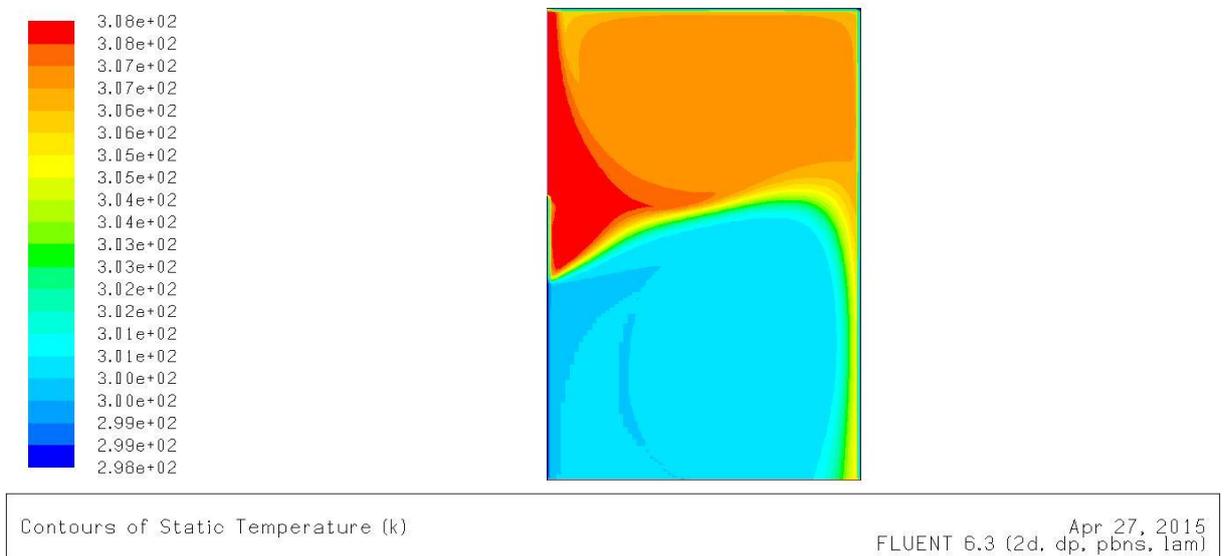
Figure III.25.: Composantes transversales de la vitesse dû hall et couloir



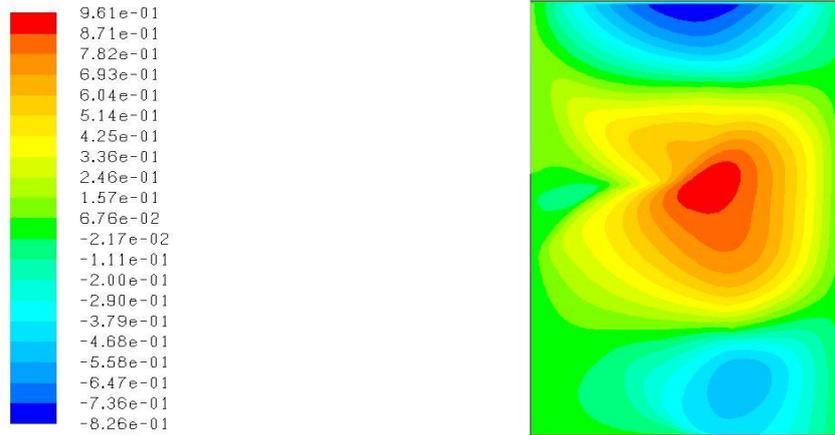
*Figure III.26.: Composantes longitudinal de la vitesse dû hall et couloir*

**III.III.1.2. Cuisine**

La figure (III.27.) donne la distribution de la température dans La cuisine on constate que la température ne sont pas aussi uniforme. La même remarque est constater pour la composante transversal de la vitesse Voir figure (III.28.) et la composante longitudinale. Voir figure (III.29.).



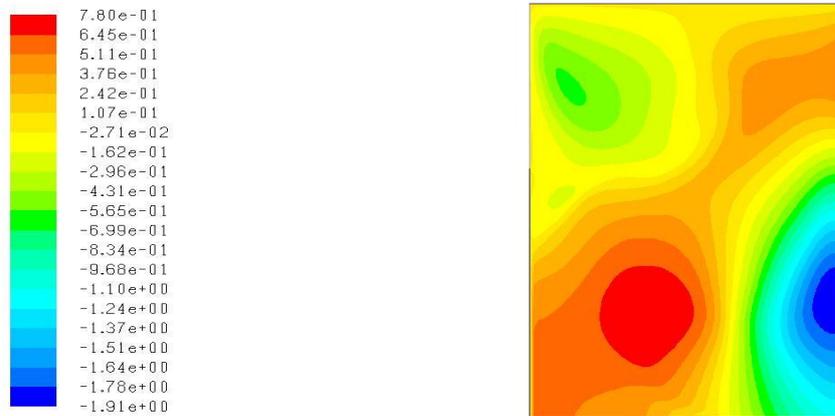
*Figure III.27.: Température de la cuisine*



Contours of X Velocity (m/s)

Apr 27, 2015  
FLUENT 6.3 (2d, dp, pbns, lam)

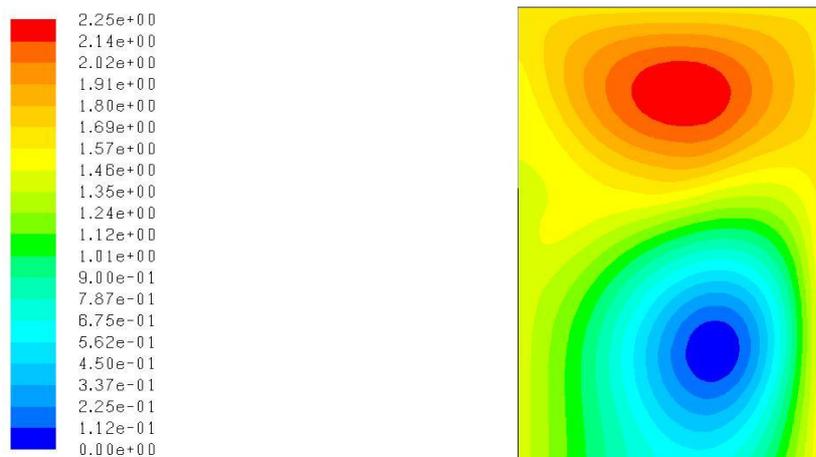
*Figure III.28.: Composantes transversales de la vitesse de la cuisine*



Contours of Y Velocity (m/s)

Apr 27, 2015  
FLUENT 6.3 (2d, dp, pbns, lam)

*Figure III.29: Composantes longitudinales de la vitesse de la cuisine*



Contours of Stream Function (kg/s)

Apr 27, 2015  
FLUENT 6.3 (2d, dp, pbns, lam)

*Figure III.30.: Ligne de courant de la cuisine*

### III.III.1.3. Chambre 01 :

La figure (III.31.) montre la distribution de la température dans la chambre. On constate une température uniforme pour toute la chambre à l'exception de l'endroit proche de la paroi, par contre la figure (III.32.) donne la distribution de la composante longitudinale de la vitesse dans la chambre montre que la vitesse n'est pas uniforme. Mémé remarque pour la composante transversal de la vitesse voir figure (III.33.)

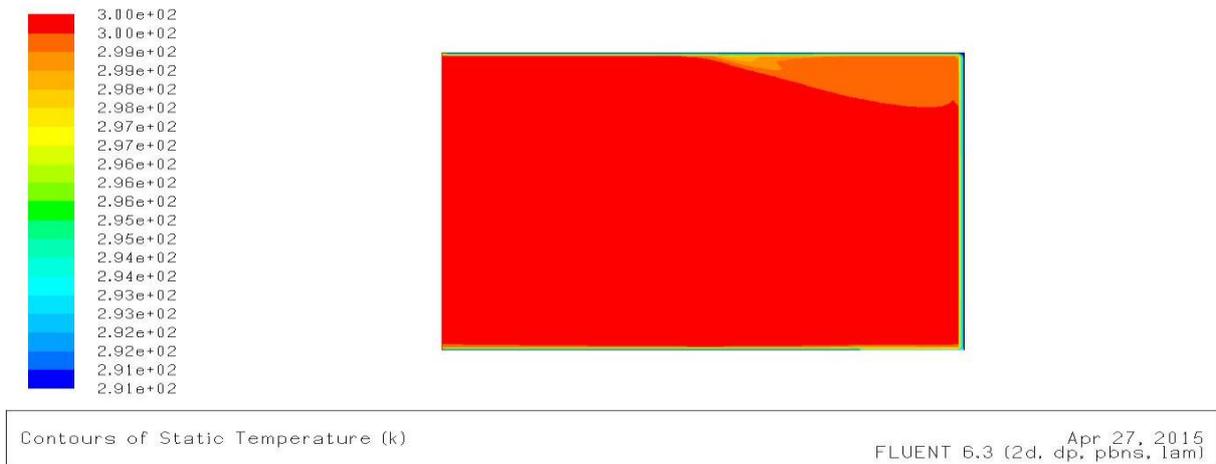


Figure III.31:Température de la chambre 01

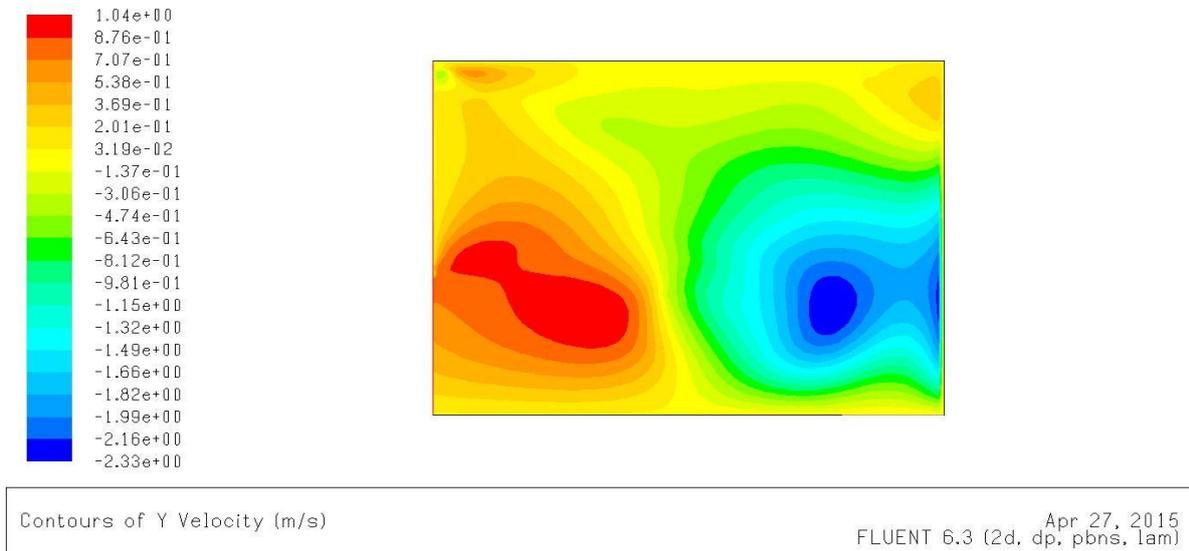
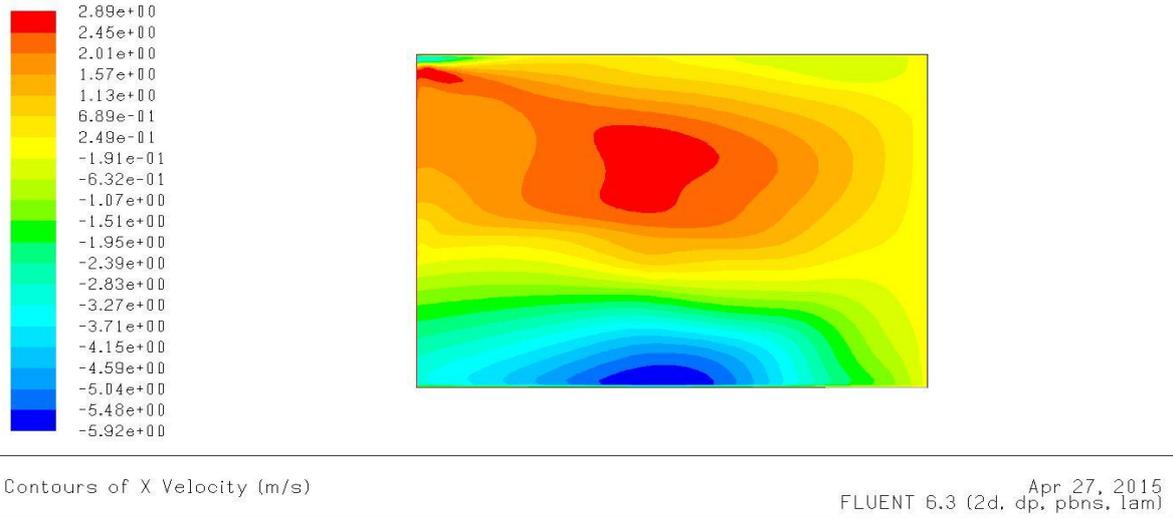


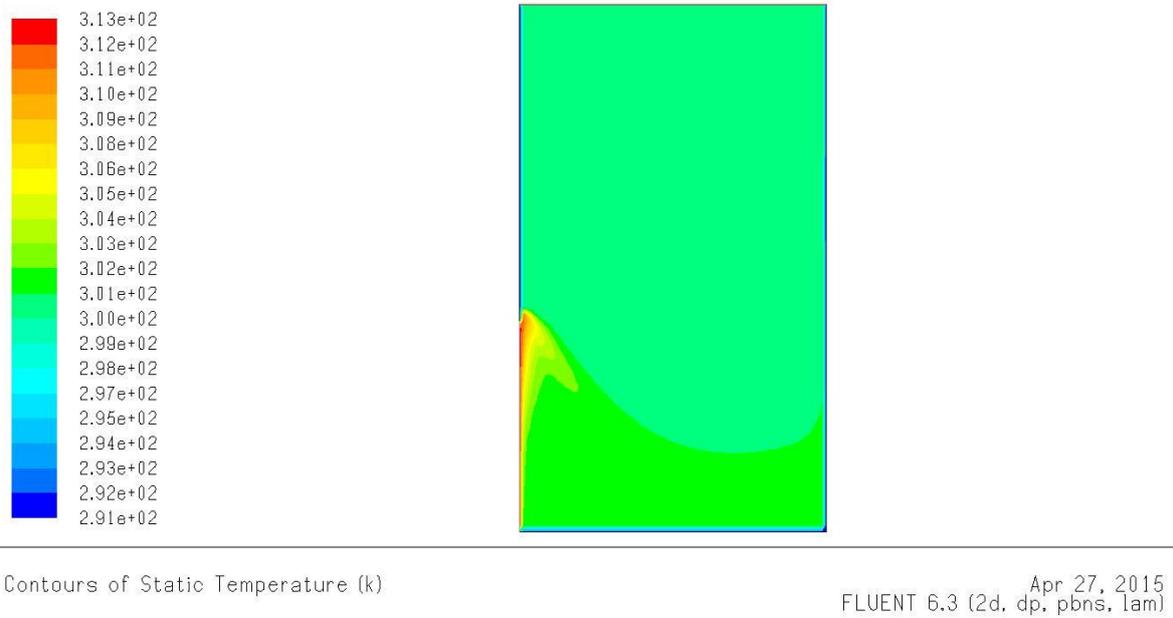
Figure III.32.:Composante longitudinale de la vitesse de la chambre 01



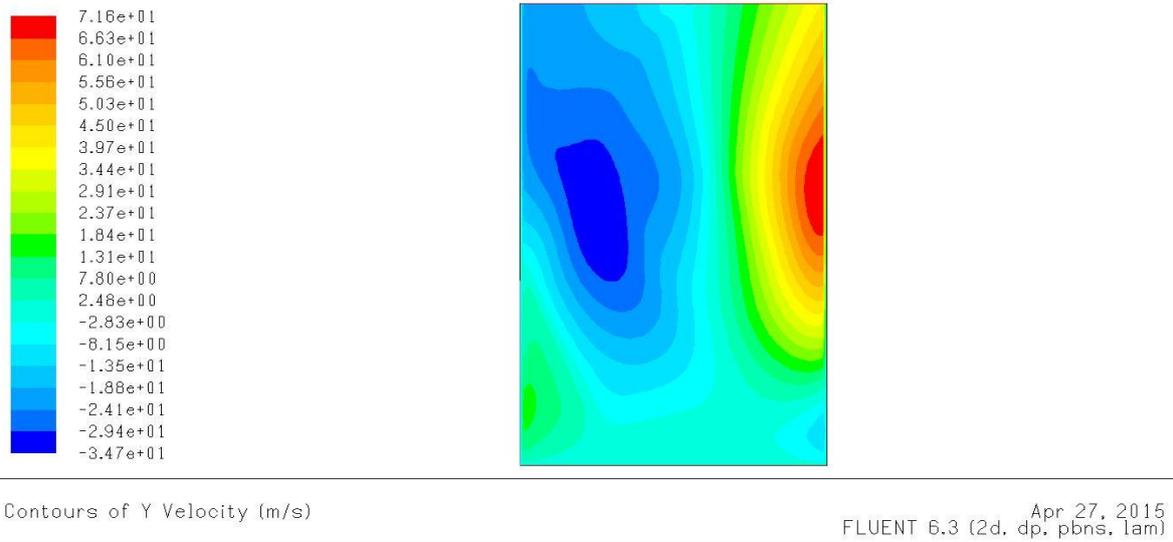
*Figure III.33. : Composante transversale de la vitesse de la chambre 01*

### **III.III.1.4. Deuxième chambre**

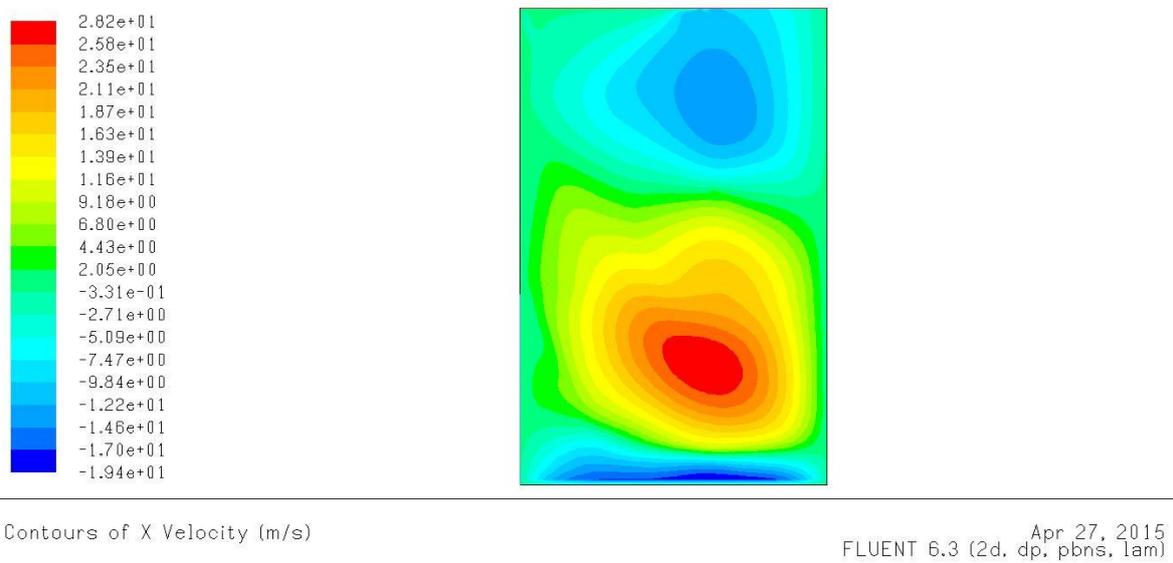
Dans la deuxième chambre, on constate un gradient de température proche de la paroi séparant la chambre et la cuisine cela et du à la température relativement élevée qui règne dans la cuisine voir figure (III.34.) Cela impose que cette paroi doit être bien isolée. Pour la composante de la vitesse longitudinale, on constate qu'elle n'est pas uniforme voir figure (III.35.) La composante transversale qu'elle aussi varie considérablement. Voir figure (III.36.)



*Figure III.34 : Température de la chambre 02*



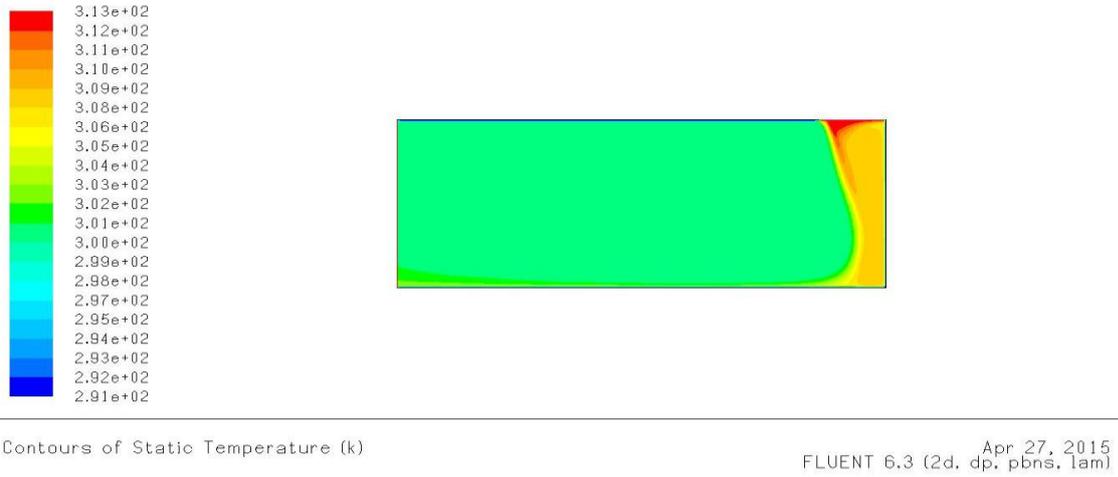
*Figure III.35. : Composant longitudinal de vitesse de la chambre02*



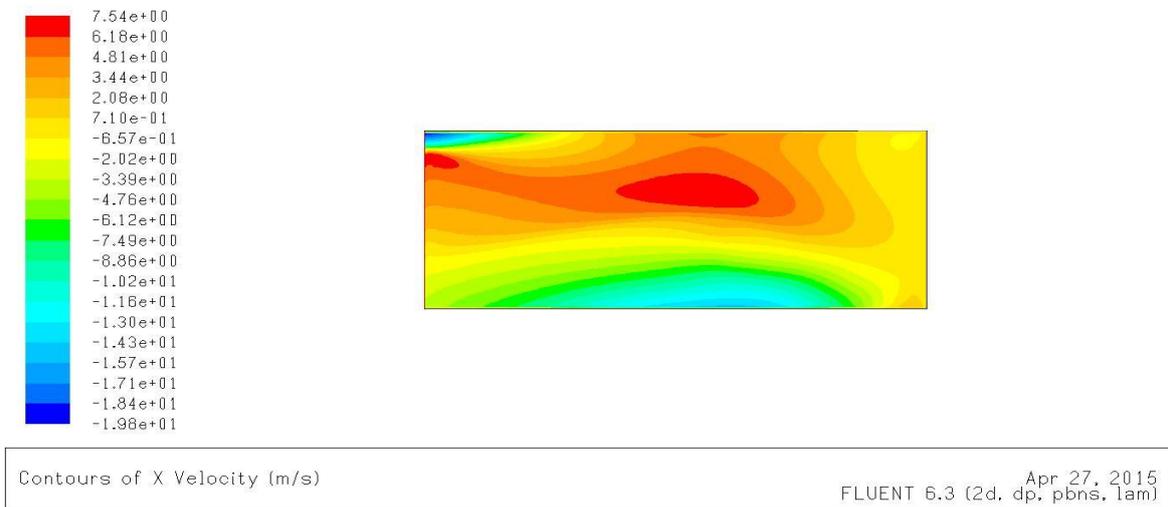
*Figure III.36 : Composant transversal de vitesse de la chambre 02*

### **III.III.15.Séjour**

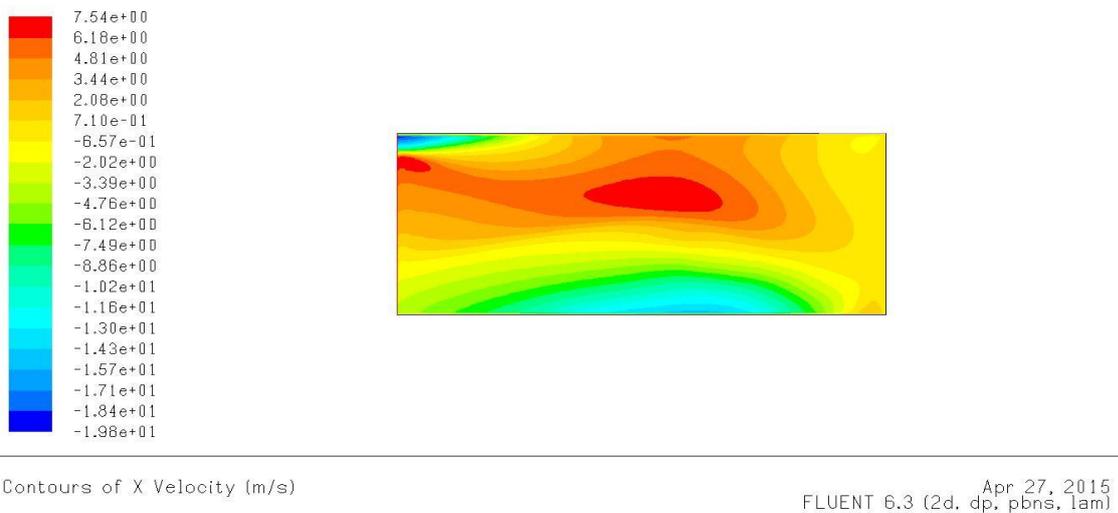
Pour le séjour aussi la température est uniforme à l'exception de l'endroit proche de la paroi séparant le séjour et la cuisine voir figure(III.37), Cela impose que cette paroi doit être bien isolée .La vitesse longitudinale et La transversale varie surtout dans l'endroit proche du mur séparant la cuisine. Voir figure (III.38.) et figure (III.39.)



*Figure III.37.: Température du séjour*



*Figure III.38. : Composant transversal de vitesse du séjour*



*Figure III.39. : Composant longitudinal de vitesse du séjour*

### III.III.1.6. Salle de bain

La figure (III.40.) donne la distribution de la température dans salle de bain, Les dimensions de ce dernière étant relativement faible on constate que la température ne sont pas aussi uniforme. La même remarque est constater pour la composante longitudinale et transversal de la vitesse Voir figure (III.41.) et la figure (III.42.)

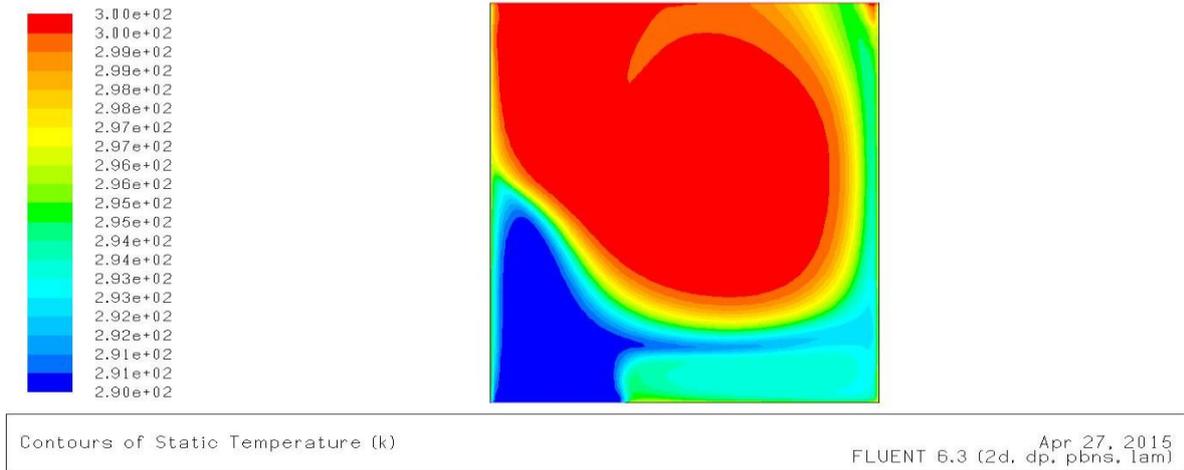


Figure III.40.:Température de la sale de bain

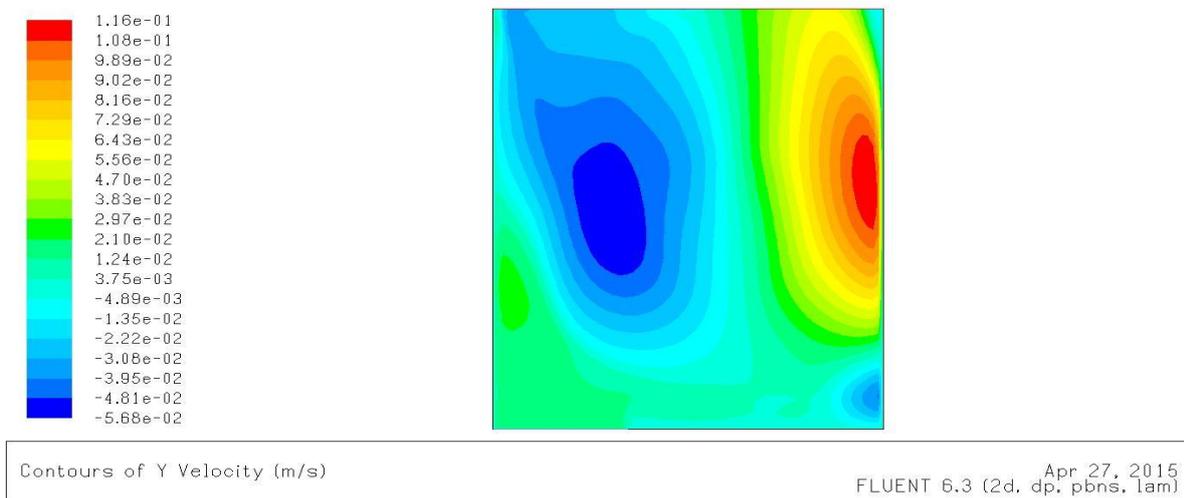
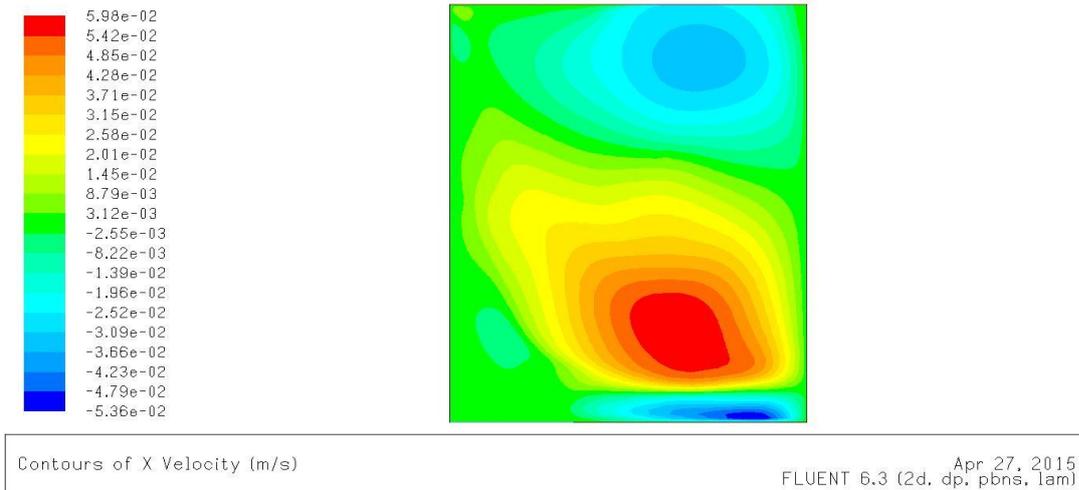


Figure III.41. : Composant longitudinale de vitesse de la sale de bain

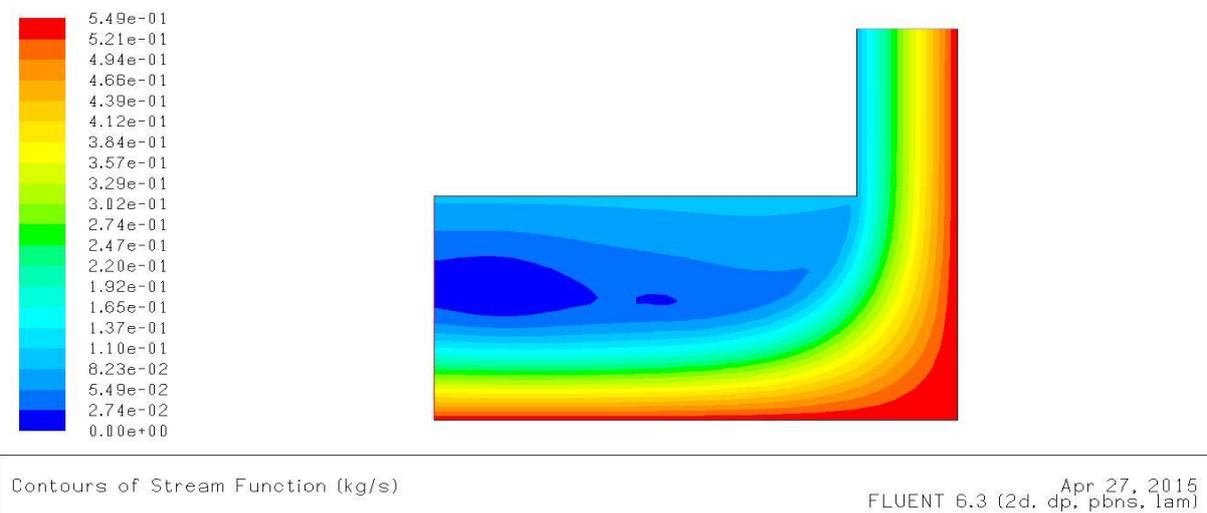


*Figure III.42. : Composant transversal de vitesse de la sal de bain*

**Partie 02 dans l'état d'hiver à T=278 k.**

**III.III.2.1.Hall et couloir**

La figure (III.43) présente la Ligne de courant dans le hall et couloir on constate la formation de plusieurs zones de recirculation .ces zones sont des zones indésirables puisque sa génère des courants d'air circulaires dans ces endroits.



*Figure III.43.: Ligne de courant du hall et couloir*

Ces zones de recirculation citée précédemment vont perturber le champ thermique du lieu formé par le hall.la figure (III.44.) montre la distribution de la température. On constate la formation de plusieurs zones des recirculations et une température pas uniforme Pour la vitesse longitudinale et transversale on

constate qu'elle est uniforme à l'entre du couloir puis il est perturbe dans le hall voir« figure III.45. » et « figure III.46. ».

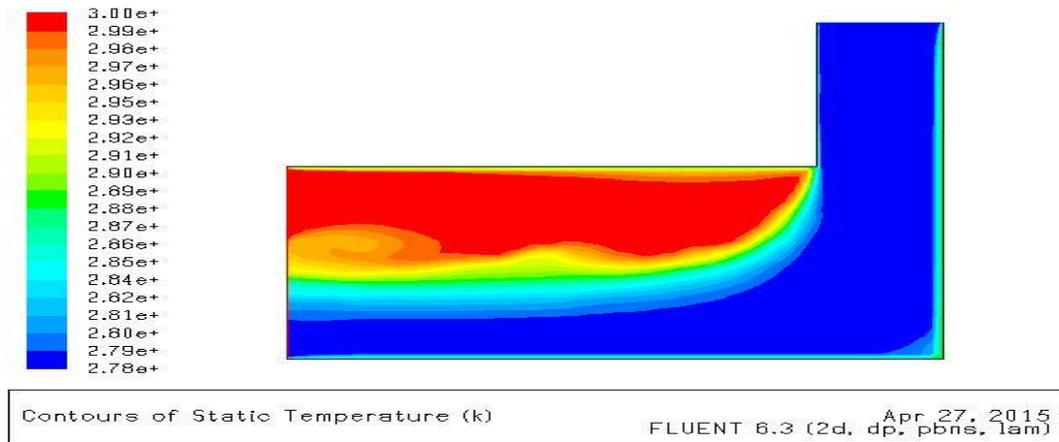


Figure III.44. : Température du hall et le couloir

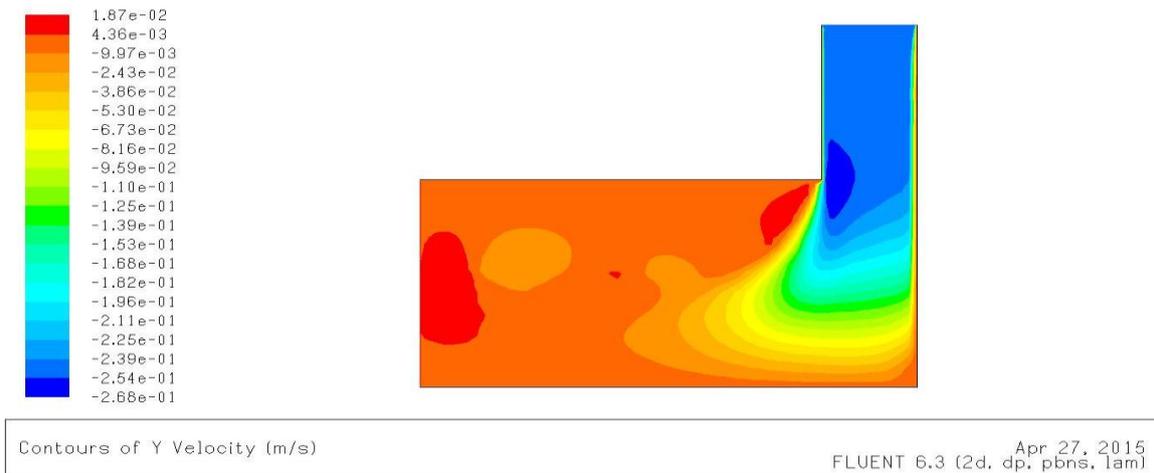
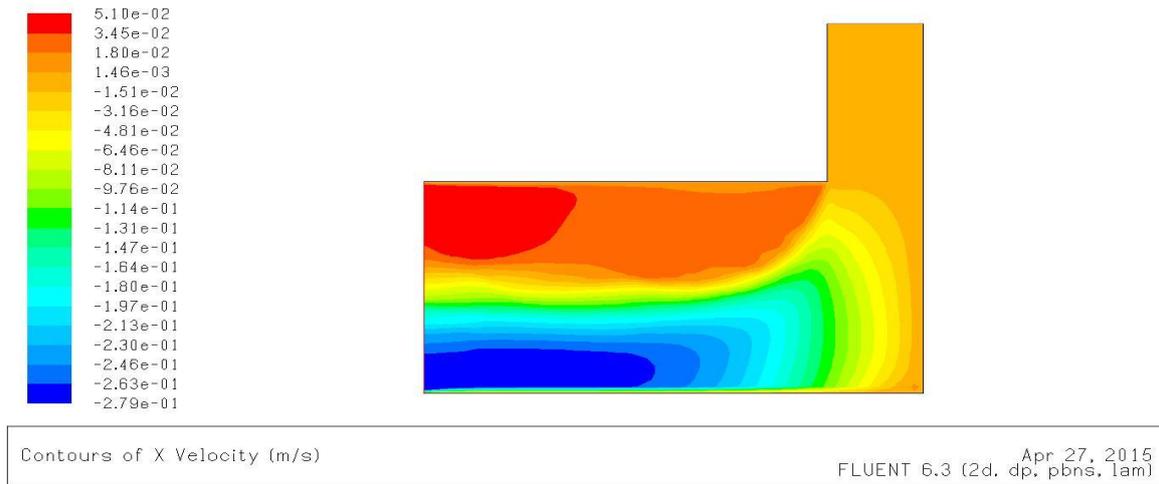


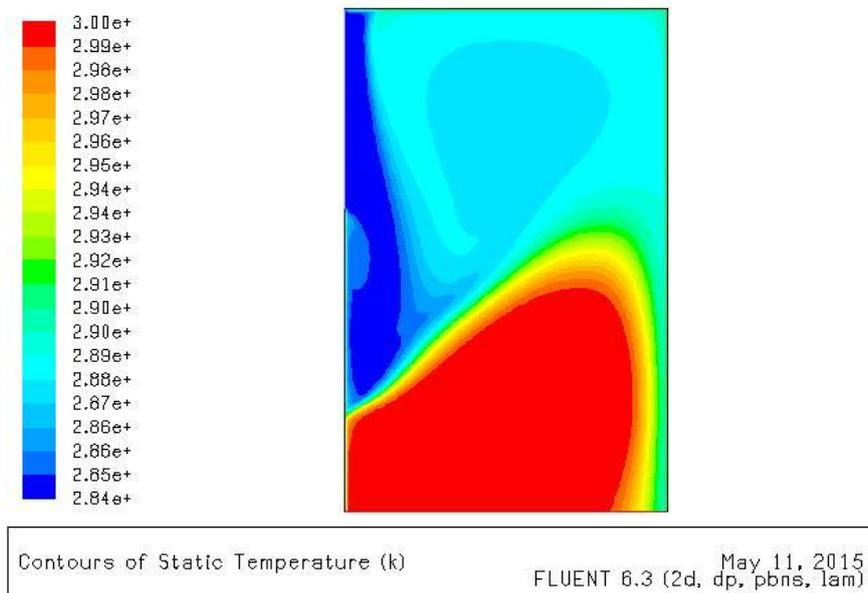
Figure III.45.: Composantes longitudinal de la vitesse dû hall et couloir



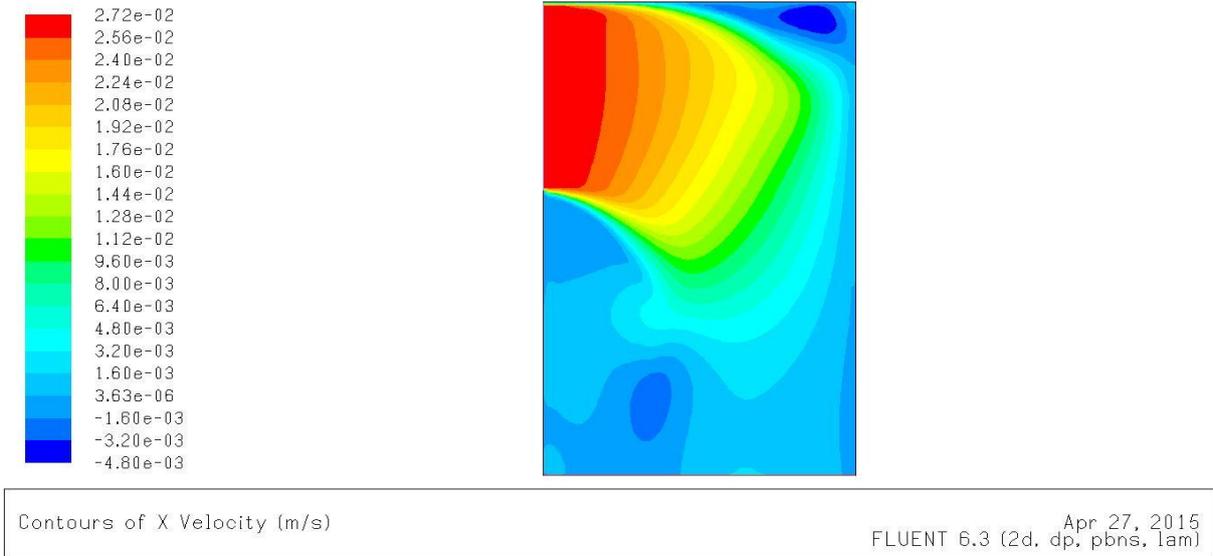
*Figure III.46.: Composantes transversales de la vitesse dû hall et couloir*

### **III.III.2.2.Cuisine**

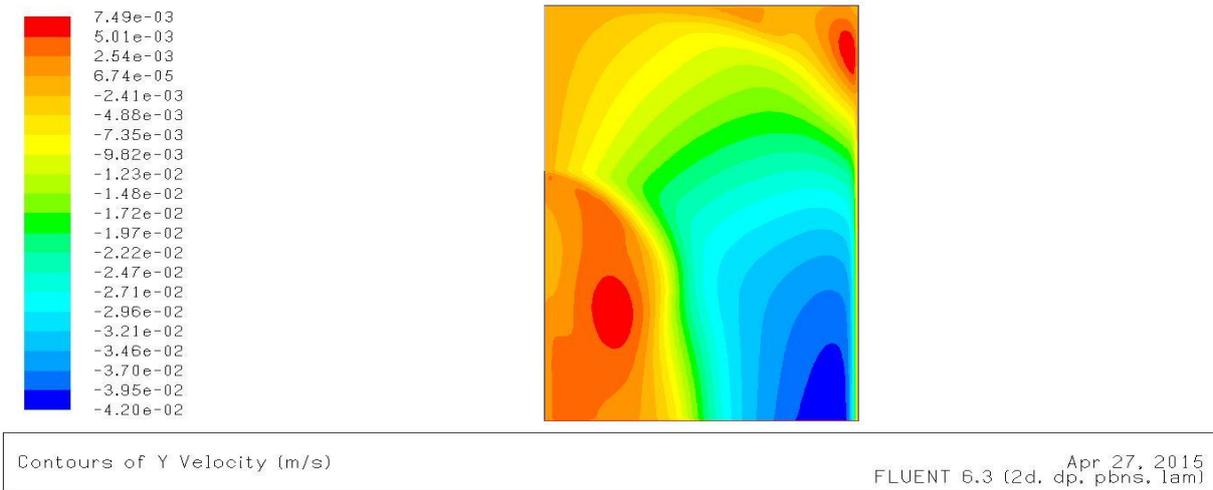
La figure (III.47.) donne la distribution de la température dans La cuisine on constate que la température ne sont pas aussi uniforme. La même remarque est constater pour la composante transversal de la vitesse Voir figure (III.48.) et la composante longitudinale. Voir figure (III.49.).



*Figure III.47.:Température de la cuisine*



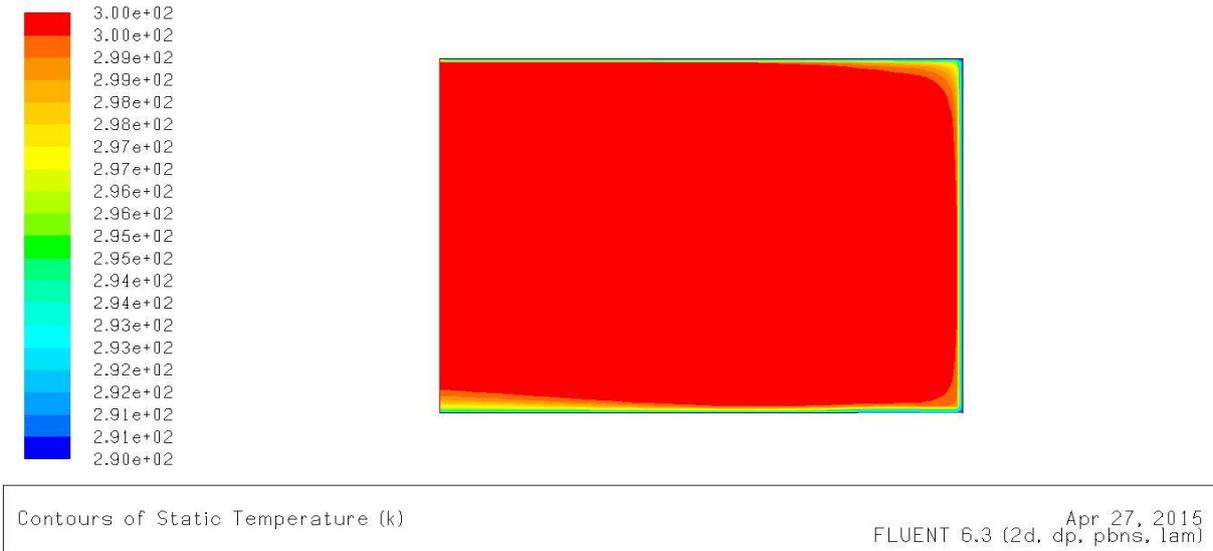
*Figure III.48.: Composantes transversales de la vitesse de la cuisine*



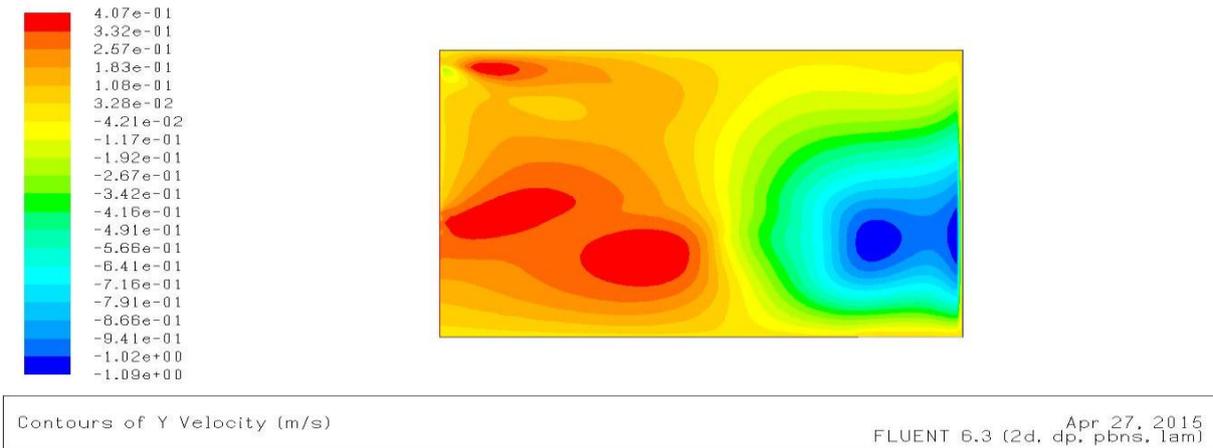
*Figure III.49.: Composantes longitudinales de la vitesse de la cuisine*

### **III.III.2.3. Chambre 01 :**

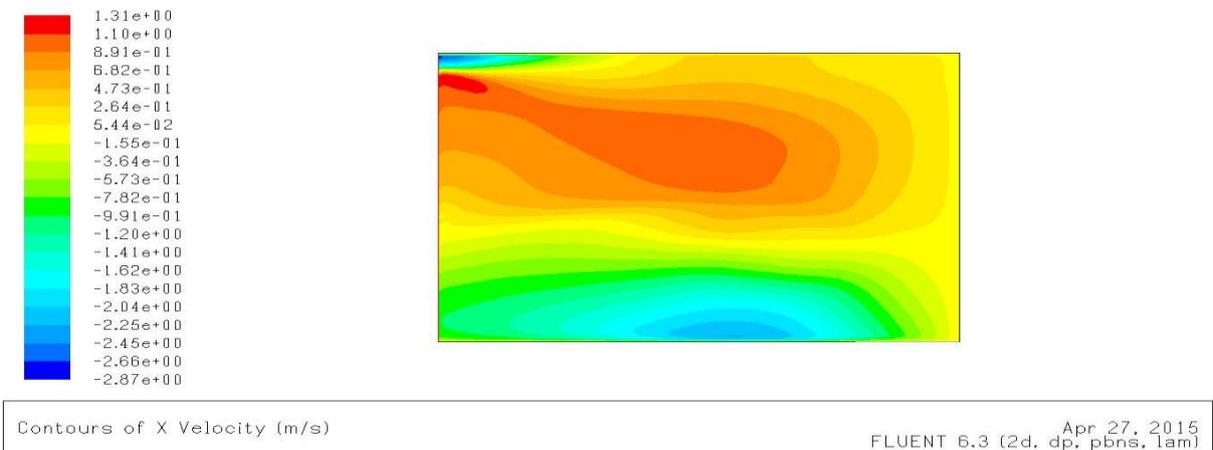
La figure (III.50.) montre la distribution de la température dans la chambre 01. On constate une température uniforme pour toute la chambre à l'exception de l'endroit proche de la paroi, par contre la figure (III.51.) donne la distribution de la composante longitudinale de la vitesse dans la chambre montre que la vitesse n'est pas uniforme. Mémé remarque pour la composante transversal de la vitesse voir figure (III.52.)



*Figure (III.50.) : Température dans la chambre 01*



*Figure (III.51.) : Composante longitudinale de la vitesse dans la chambre 01*



*Figure (III.52.) : Composante transversale de la vitesse dans la chambre 01*

### III.III.2.4. Deuxième chambre

La figure (III.53.) montre la distribution de la température dans la deuxième chambre, on constate qu'il est uniforme à l'exception de l'endroit proche de la paroi séparant la cuisine. Pour la composante de la vitesse longitudinale, on constate qu'elle n'est pas uniforme voir figure (III.54.) La composante transversale qu'elle aussi varie considérablement. Voir figure(III.55.)

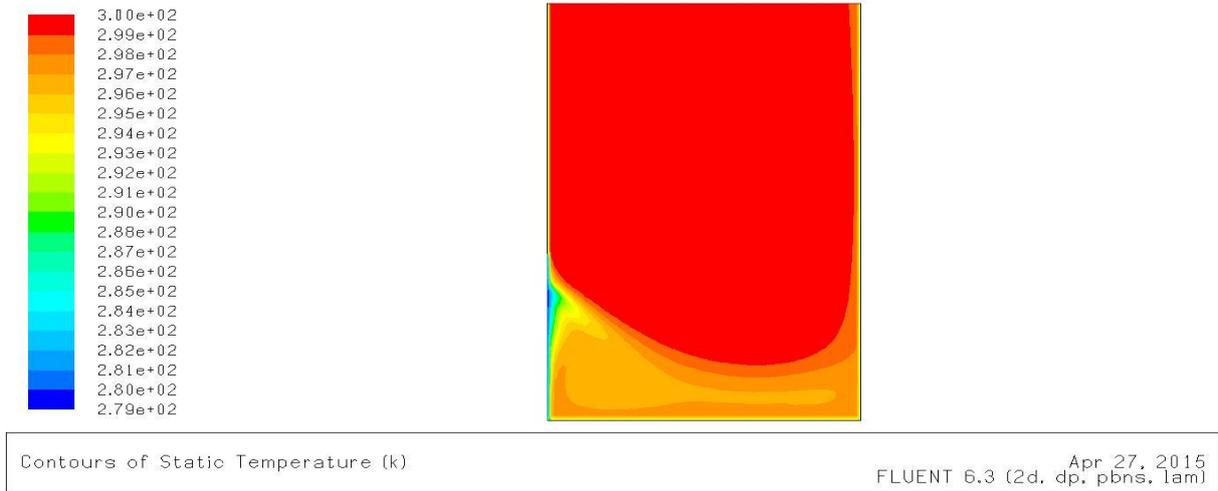


Figure III.53. : Température dans la deuxième chambre

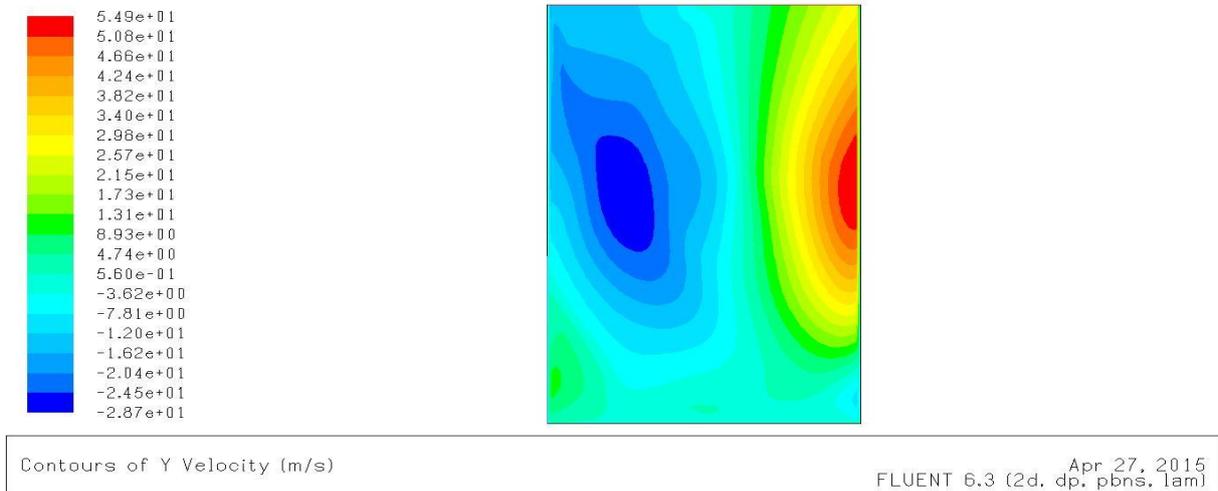


Figure III.54. : Composante longitudinale de la vitesse dans la chambre 02

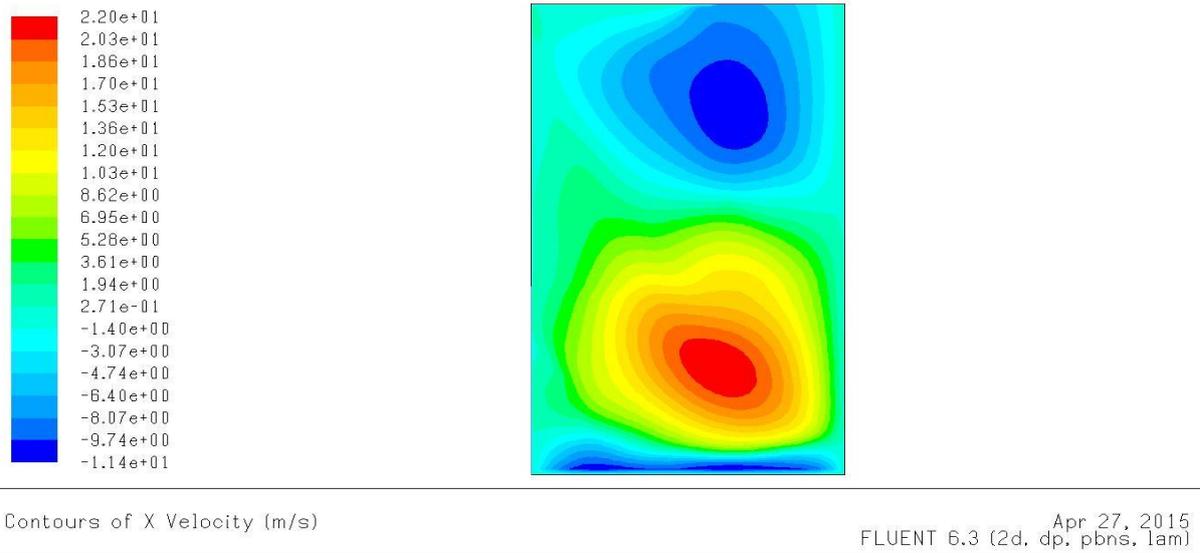


Figure III.55. : Composante transversale de la vitesse dans la chambre 02

### III.III.2.5.Séjour

Pour le séjour aussi la température est uniforme à l'exception de l'endroit proche de la paroi séparant le séjour et la cuisine voir figure(III.56), Cela impose que cette paroi doit être bien isolée .La vitesse longitudinale et La transversale varie surtout dans l'endroit proche du mur séparant la cuisine. Voir figure (III.57.) et figure (III.58.)

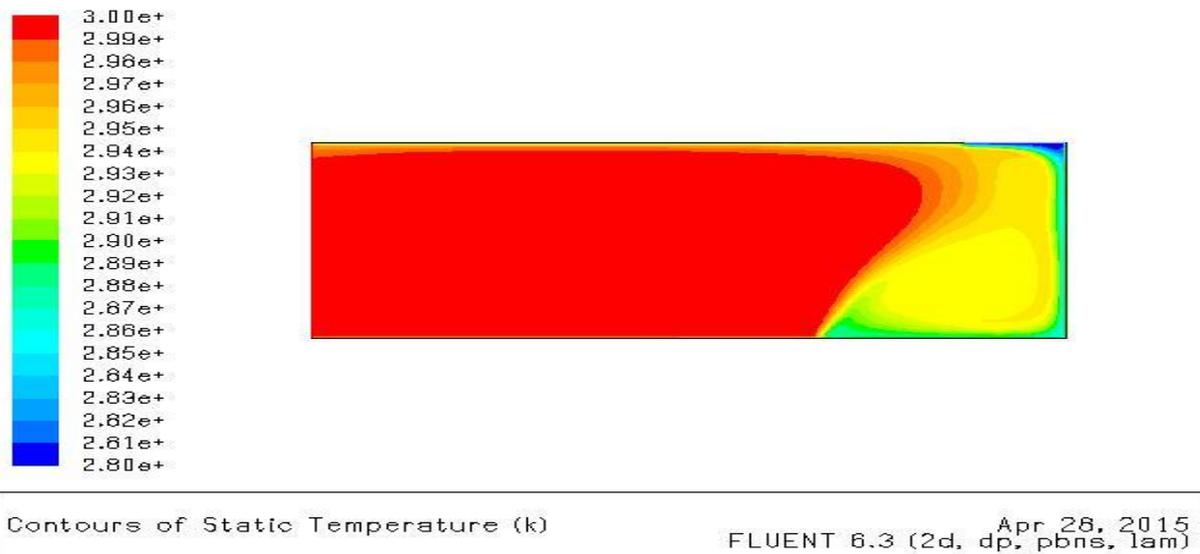


Figure III.56 : Température dans le séjour

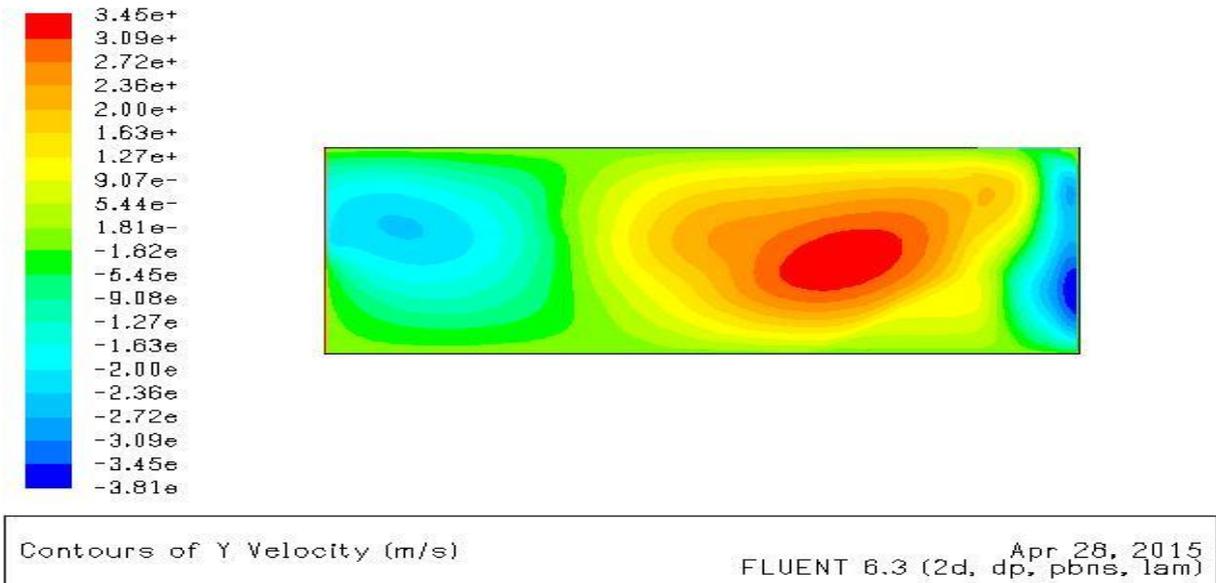


Figure III.57.: Composante longitudinale de la vitesse dans le séjour

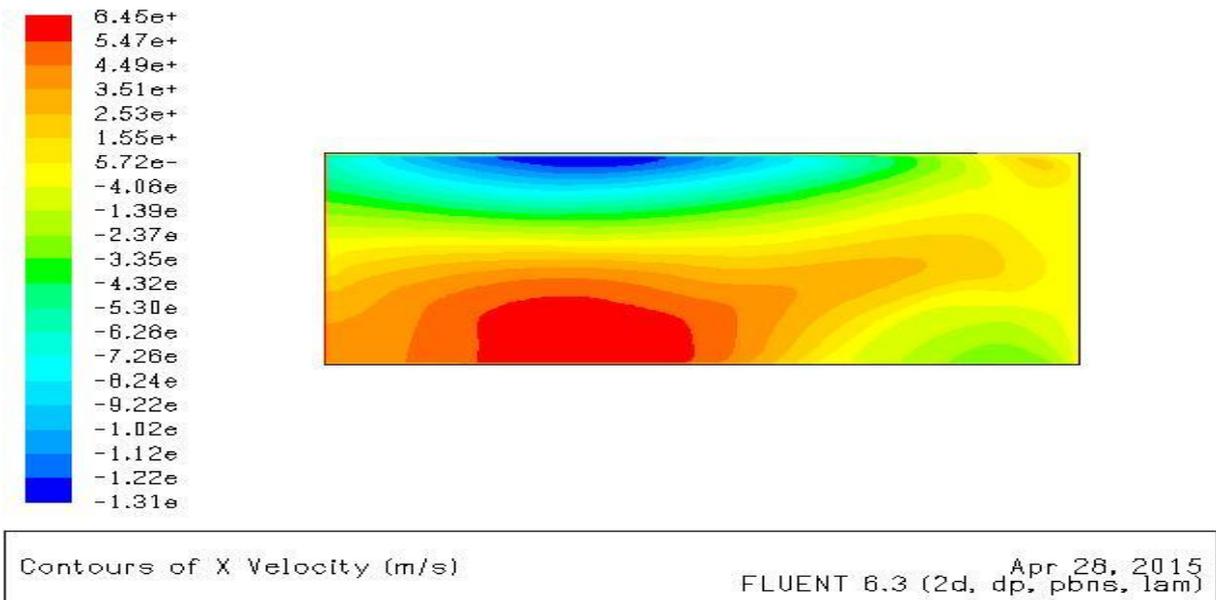
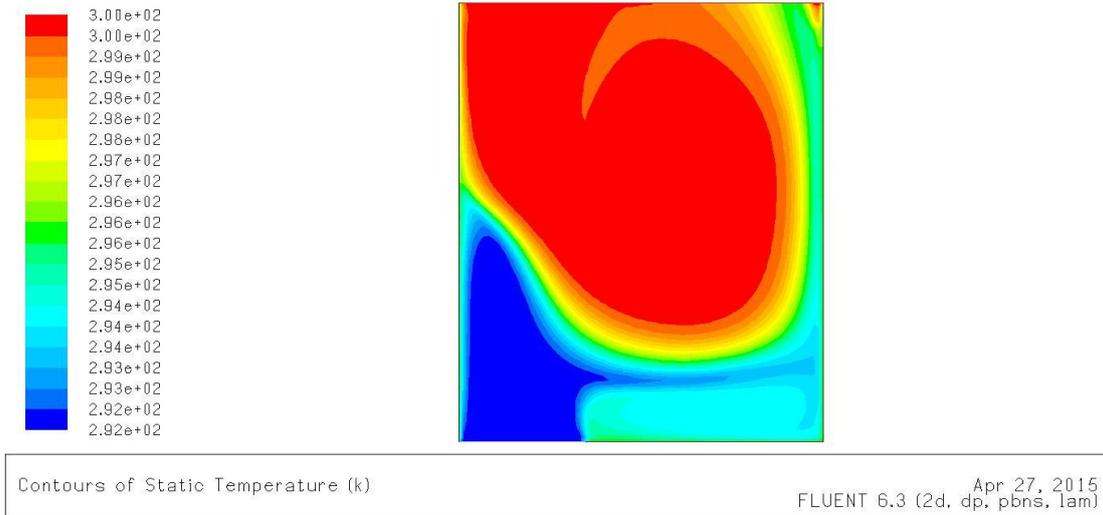


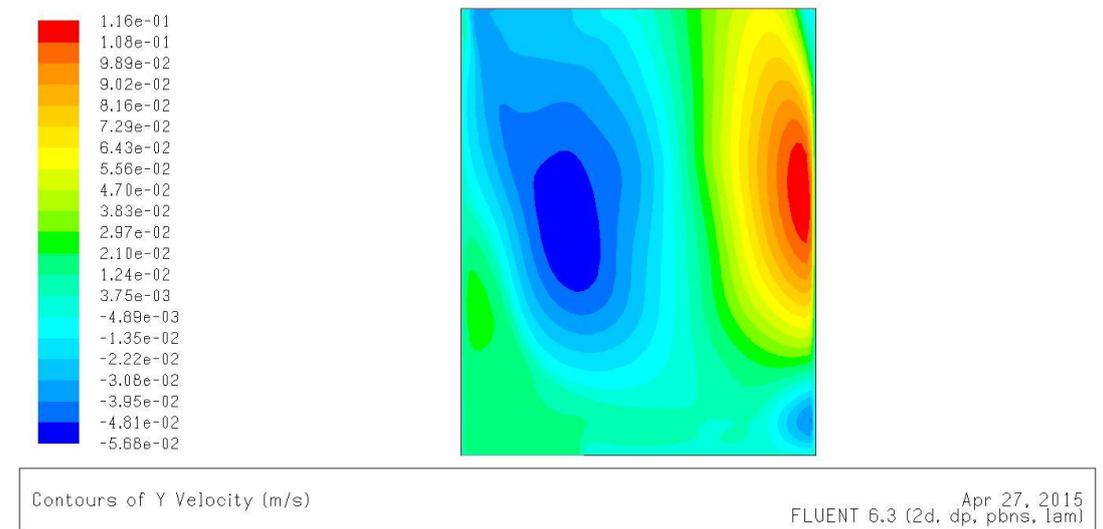
Figure III.58. : Composante transversale de la vitesse dans le séjour

### III.III.2.6. Salle de bain

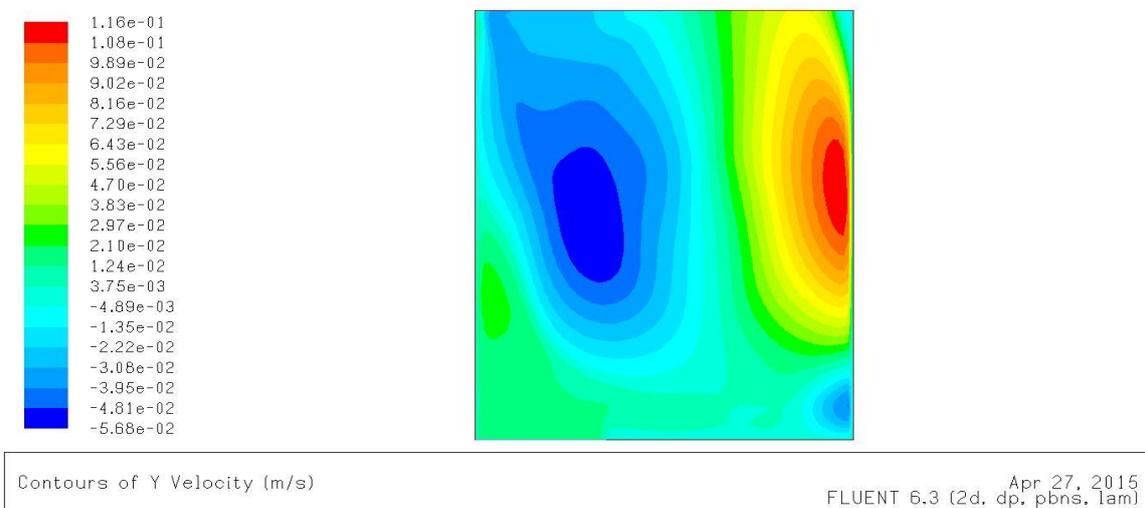
La figure (III.59.) donne la distribution de la température dans salle de bain, on constate que la température n'est pas aussi uniforme. La même remarque est constater pour la composante longitudinale et transversal de la vitesse Voir figure (III.60.) et la figure (III.61.)



*Figure III.59.:Température dans salle de bain*



*Figure III.60.:Composante longitudinale de la vitesse dans la salle de bain*



*Figure III.61. : Composante transversale de la vitesse dans la salle de bain*

### **III.IV. Conclusion**

A fin d'assurer le confort aux occupants nous avons procédé a une simulation pour chaque pièce de la maison D'une manière générale, l'étude nous a montré que nous devons procéder à l'isolation de certaines pièces à savoir la cuisine qui a un niveau de température plus élevé (gaz, four,...etc.), ainsi que le hall et couloir, cela est dû à leur emplacement au milieu de l'habitation.

## **CONCLUSION GENERALE**

L'objectif de ce travail était de faire une étude via une simulation numérique par fluent a fin de voir la répartition et la distribution de l'air au sein d'une maison individuel composé de deux pièces, un séjour, une salle de bain et cuisine.

Cette étude nous a montrée qu'il y'a formation de plusieurs zones de recirculation dans le hall et le couloir. On propose comme solution une séparation entre le hall et le couloir ou se trouve l'entrée de la bâtisse. Ces zones de recirculation vont perturber le champ thermique du lieu formé par le hall. La température est uniforme dans le couloir et dans la partie inférieure du hall. La température n'est pas aussi uniforme dans la cuisine. Par contre, dans la première pièce la température est uniforme pour toute la chambre à l'exception de l'endroit proche des parois ou la vitesse n'est pas uniforme. Pour la deuxième pièce, un gradient important de température proche de la paroi séparant la chambre et la cuisine induit à une composante de vitesse longitudinale non uniforme, ce qui conduit à une variation considérable de la composante transversale. Pour le séjour, la température est uniforme à l'exception de l'endroit proche de la paroi séparant le séjour et la cuisine .La vitesse longitudinale et La transversale varie surtout dans l'endroit proche du mur séparant la cuisine et le séjour. Pour la salle de bain une température moyenne de 27°C règne qui correspond parfaitement à nos besoins à l'exception dans les lieux proche de l'entrée de salle de bain ou la température est proche de 19°C.

## **RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Etude numérique de la ventilation naturelle par la cheminée solaire. khaldi sabrina. Mémoire de magister. Université de Tlemcen 2013.
- [2] Heiselberg, Per. Principal of Hybrid ventilation. Aalborg Technical University, Aalborg, Denmark, April 2002.
- [3] Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Limousin. Développement durable en Limousin Mai 2012. ([www. objectif. Blogspot.com](http://www.objectif.Blogspot.com)).
- [4] Ventilation mécanique simple flux en habitation collectif. Règles de l'air grenelle environnement 2012. février 2013.
- [5] Guide de la ventilation naturelle et hybride. Edition de septembre 2010 Création : [www.beezart.com](http://www.beezart.com).
- [6] Wouters, P. classification of hybrid ventilation concepts. Belgain Bulding Recherche Institute.
- [7] Gide, W.F. de hybrid ventilation concepts, Developments and challenges. TNO Building and construction Research, Delft, the Netherlands, April 2001.
- [8] La ventilation des bâtiments d'habitation impacts sur la santé respiratoire de l'occupante. Direction risques biologiques, environnementaux et occupationnels février 2006
- [9] Ventilation générale des locaux de travail. master prévention des risques et nuisances technologiques Marseille, le 14/06/2005.
- [10] Guide pratique d'entretien pour une bonne qualité de l'air intérieur, Montréal, Ass. Québécoise. A.Q.M.E. pour la maîtrise de l'énergie, 1989, 86 p.
- [11] Ventilation des bâtiments Cahier du CSTB N°3248 .
- [12] Conception et calcul des installations de ventilation des bâtiments et des ouvrages. Guide AICVF.

[13] Contribution a l'amélioration du système de climatisation des voitures de voyageurs de la snf. Yousef Ahmed. Mémoire de magister. Université de Tlemcen2010

[14] Chauffage et rafraîchissement par systèmes thermodynamiques. Autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite. Techniques de l'Ingénieur, traité Génie énergétique.

[15] Conduite des systèmes climatiques de la régulation à la gestion. Autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite. Techniques de l'Ingénieur, traité Génie énergétique.

[16] Impacts sanitaires & énergétiques des installations de climatisation.

[17] Chauffage ventilation et conditionnement d'air série de la gestion d'énergie. Energie. Mines and Resources Canada.

[18] Traitement d'air et climatisation Aspects thermiques et mécaniques. Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdit. Techniques de l'Ingénieur, traité Génie énergétique.

[19] Climatisation et Conditionnement d'air Les différents systèmes décentralisés.

## ملخص

يركز عملنا على دراسة نظام التهوية لتبريد أو تسخين منزل

في الجزء الأول قدمنا بعضا لأفكار حول أنظمة التهوية في المنازل أما في الجزء الثاني قدمنا أنواع مبادئ عمل نظم التهوية و معالجة الهواء في الشتاء كما في الصيف، ثم شرعنا في محاكاة عبر برنامج "Fluent" لضماننا لاتساق في درجة الحرارة خلال مبنى. كلمات البحث: نظام تبريد. تهوية. معالجة الهواء.

## *Résumé*

Notre travail porte sur l'étude du circuit de ventilation d'une installation de climatisation une habitation.

Dans la première partie nous avons présenté quelques notions sur Les systèmes des ventilations dans les habitations.

Dans la deuxième partie, nous avons présenté les différents principes des installations des ventilations et traitement d'air pour l'hiver comme pour l'été. Nous avons ensuite procéder à une simulation avec les logiciels Fluent et Gambit pour s'assurer de l'uniformité de la température se trouvant au sein de notre bâtisse et procurer le confort pour occupants.

**Mots clés :** installation de climatisation, ventilation, traitement d'air.

## *Abstract*

Our work focuses on the study of the ventilation circuit of a home air conditioning installation.

In the first part we presented some ideas on systems of ventilation in the lived  
Deuxième in part, we present the different principles of installation of ventilation and air handling for the winter as the summer.

We then conduct a simulation with fluent Gambit software and to ensure uniformity of temperature located within our masonry and provide comfort to occupants.