

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**UNIVERSITE KASDI MERBAH**

**OUARGLA**

**Faculté Des Sciences Appliquées**

**Département De Génie Mécanique**



**Mémoire**

**Pour obtenir le Diplôme de MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine : Sciences et techniques**

**Option : Génie Mécanique**

**Spécialité : Génie Énergétique**

**Présenté Par :**

**NEGHMOUCHE ALI Nidhal**

**BENSAADA Amir**

**-Thème-**

**Étude comparative entre la méthode DTR et la méthode  
classique: l'impact d'infiltration d'air sur l'efficacité énergétique  
du bâtiment**

**Soutenu Publiquement**

**Le : 10 / 06 / 2018**

**Devant le jury :**

M <sup>r</sup> GHERFI Abdelhafid	MAA	<b>Président</b>	<b>UKM Ouargla</b>
M <sup>r</sup> KOURAS Sidali	MAA	<b>Examineur</b>	<b>UKM Ouargla</b>
M <sup>r</sup> DERGHOUT Zoheir	MAA	<b>Encadreur</b>	<b>UKM Ouargla</b>

**Promotion : 2018 N° ordre : .....**

# **REMERCIEMENTS**

*Tout d'abord, nous tenons à remercier **ALLAH**, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et la patience de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous remercions également **aux parents de Nidhal et Amir** pour leurs soutiens et leurs encouragements au cours de nos études.*

*Je voudrais exprimer mes vifs remerciements à mon encadreur*

***M<sup>r</sup> DERGHOUT Zoheir** pour sa disponibilité, son sérieux et ses conseils judicieux.*

*Nous tenons aussi à remercier à **M<sup>r</sup> BOUNOUIOUA Saber** et*

***M<sup>lle</sup> RAHMOUNI Soumia** qui nous ont beaucoup aidé pour élaborer ce travail*

*Nous tenons aussi à remercier les membres du jury pour leurs disponibilités, leurs lectures attentives et leurs participations au jury de soutenance.*

*Nous remercions toutes les enseignants du l'Université de Ouargla qui ont participé de près ou de loin, de façon directe ou indirecte, à la réussite de ce travail.*

*Enfin, nous adressons nos remerciements à tous les enseignants du Département de Génie Mécaniques à la faculté des Sciences Appliquées pour leurs contributions durant toute notre formation.*

***Merci à vous Tous***



# *Dédicaces*



*Je dédie ce travail à :*

*A mes très chers parents*

*Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste valeur la gratitude et l'amour que je vous porte.*

*Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études, de longs mois de distance de votre tendresse.*

*Chaque ligne et chaque mot de ce travail écrit, exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parents, que ALLAH vous protège pour nous.*

*Sans oublier mon très cher jumeau Mohamed et mes chères sœurs*

*Nidhal*





# *Dédicaces*



*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :*

*À ceux qui m'ont encouragé et soutenu moralement et matériellement pendant les moments difficiles dans ma vie.*

*À mon très cher père et ma très chère mère qui m'ont donné la possibilité d'arriver là où je suis. À ma très chère grande sœur.*

*À tous mes amis de près ou de loin à qui je souhaite le bonheur et la réussite et plein de succès. Merci à mes précieux nouveaux amis qui ravissent ma vie de tous les jours.*

*À tous les chers membres de ma famille à qui je leur souhaite  
Les meilleurs vœux et de la prospérité.*

*À tout mes amis et camarades de l'UNIVERSITÉ  
d'OUARGLA.*

*Amir*



# Liste des matières

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Recherche bibliographique</b>	
<b>I.1. Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2 Recherche bibliographique.....</b>	<b>5</b>
<b>I.3 Conclusion.....</b>	<b>13</b>
<b>Chapitre II : Les apports calorifiques par infiltration de l'air</b>	
<b>II.1. Introduction.....</b>	<b>14</b>
<b>II.2. Généralités à l'infiltration d'air.....</b>	<b>14</b>
II.2.1. L'infiltration.....	14
II.2.2. L'exfiltration.....	15
II.2.3. causes et conséquences des infiltrations d'air.....	16
II.2.4. par ou se font les infiltrations d'air.....	17
II.2.5. Les sources d'infiltrations d'air.....	18
<b>II.3. L'étanchéité a l'air des bâtiments et a quel cout.....</b>	<b>20</b>
<b>II.4. La vérification d'infiltration.....</b>	<b>21</b>
<b>II.5. L'impact sur la consommation énergétique des bâtiments performants.....</b>	<b>22</b>

<b>II.6. Les différents types des menuiseries (bois &amp; PVC).....</b>	<b>23</b>
II.6.1. le type bois.....	23
II.6.2. le type PVC.....	24
II.6.3.les plus étanchéités dans menuiseries.....	25
II.6.4.quelque marque des fabriquons de PVC en Algérie.....	25
<b>II.7. Conclusion.....</b>	<b>27</b>
 <b>Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : Méthode DTR &amp; Classique</b>	
<b>III.1. Introduction.....</b>	<b>28</b>
<b>III.2 Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>28</b>
III.2.1. La région d'Ouargla.....	28
III.2.2. Données climatiques de la région.....	29
<b>III.3. Présentation du plan architectural.....</b>	<b>30</b>
<b>III.4. Approches méthodologiques.....</b>	<b>31</b>
III.4.1. La méthode DTR.....	32
III.4.1.1. Application de la méthode DTR.....	34
III.4.1.2. Les calculs DTR sur le plan architectural.....	37
III.4.1.3. Les résultats obtenus.....	38
III.4.2. La méthode Classique.....	39
III.4.2.1. Modélisation de la méthode Classique.....	40

III.4.2.2. Les résultats obtenus.....	40
<b>III.5. Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<b>Chapitre IV : Résultats &amp; discussion</b>	
<b>IV.1. Introduction.....</b>	<b>43</b>
<b>IV.2. Comparaison entre les gains par infiltration entre menuiseries ouvertes et fermées.....</b>	<b>44</b>
IV.2.1. Les portes (ouvertes et fermés).....	44
IV.2.2. Les fenêtres (ouvertes et fermés).....	46
<b>IV.3. Comparaison d'infiltration entre la méthode DTR &amp; Classique.....</b>	<b>48</b>
IV.3.1. par mois.....	48
IV.3.2. Résultats de comparaison.....	53
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>53</b>
<b>Recommandations.....</b>	<b>54</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau III.1</b> : Relevé métrologie d'Ouargla 1981-2010.....	29
<b>Tableau III.2</b> : Les dimensionnements des portes fenêtres.....	30
<b>Tableau III.3</b> : Donnée climatologique enregistrée au niveau de la station météorologique d'Ouargla 2017.....	33
<b>Tableau III.4</b> : Infiltration par les portes et les fenêtres.....	34
<b>Tableau III.5</b> : Conditions extérieures de base.....	35
<b>Tableau III.6</b> : Conditions intérieur de base.....	36

## Liste des Figures

<b>Figure II.1</b> : Infiltration d'air.....	14
<b>Figure II.2</b> : Exfiltration.....	15
<b>Figure II.3</b> : Courant d'air traversant.....	15
<b>Figure II.4</b> : Les fuites d'air dans quelque équipement en infrarouge.....	18
<b>Figure II.5</b> : L'origine des infiltrations d'air en pourcentage de nombre d'occurrences.....	18
<b>Figure II.6</b> : Etanchéité sur une fenêtre et l'œil de bœuf.....	19
<b>Figure II.7</b> : Mesure de la perméabilité d'air dans une porte.....	20
<b>Figure II.8</b> : Influence de l'étanchéité a l'air sur les besoins de chauffage d'une maison passive.....	21
<b>Figure II.9</b> : Menuiseries en bois.....	22
<b>Figure II.10</b> : Menuiseries en PVC.....	23
<b>Figure III.1</b> : Région d'Ouargla sur la carte géographique Algérienne.....	28
<b>Figure III.2</b> : Plan architectural sur l'Autocad.....	30
<b>Figure III.3</b> : Façade nord de plan.....	30
<b>Figure IV.1</b> : Rideaux d'air des portes.....	45
<b>Figure IV.2</b> : Joint mousse.....	45
<b>Figure IV.3</b> : Joint frottoir et double joint cadre.....	45

<b>Figure IV.4 : Joint en caoutchouc.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure IV.5 : Fenêtre double vitrage.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure IV.6 : Silicone.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure IV.7 : Double joint sur les fenêtres.....</b>	<b>47</b>

## Liste des Graphes

<b>Graph III.1</b> : Donné climatologique enregistré au niveau de la station métrologique d'Ouargla 2017.....	33
<b>Graph IV.1</b> : Les gains thermique sensible des portes (ouvertes et fermés)....	44
<b>Graph IV.2</b> : Les gains thermique sensible des fenêtres (ouvertes et fermés)...	46
<b>Graph IV.3</b> : Les gains thermique sensibles calculés par les deux méthodes...	48
<b>Graph IV.4</b> : Comparaison entre les deux méthodes pour Juin.....	49
<b>Graph IV.5</b> : Comparaison entre les deux méthodes Juillet.....	50
<b>Graph IV.6</b> : Comparaison entre les deux méthodes Aout.....	51

# Nomenclature

<b>PVC</b>	Poly Vinyle Chloride types des menuiseries
<b>RT</b>	Règlement Thermique
<b>RDC</b>	Rez De Chaussée
<b>Autocad</b>	Logiciel de dessin assisté par ordinateur (DAO)
<b>DTR</b>	Document Technique Réglementaire (réglementation thermique algérienne de climatisation C 3-4)
<b>Classique</b>	Méthode simple de calcule pour les gains sensibles d'infiltration
<b>TEP</b>	Tonne Equivalent de Pétrole
<b>SAS</b>	Spécial Air Service : Pièce étanche permettant le passage entre deux milieux des pressions différentes

# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

## Introduction générale

La consommation énergétique mondiale est passée de 8 milliards de TEP en 1990 à 11 milliards de TEP en 2005. Cette tendance s'accroît encore aujourd'hui, en particulier sous la pression des besoins croissants des pays émergents. [1],

Aujourd'hui, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement avec le pétrole brut et le gaz. A long terme, avec l'augmentation de la consommation en Energie, la reconduction du modèle national de consommation énergétique actuel peut rendre problématique l'équilibre offre-demande pour cette source d'énergie (brut, gaz, ...) [2].

La période 1946-1975 a été une période marquante pour l'essor du confort thermique dans les bâtiments, période durant laquelle certains freins et autres obstacles à l'extension du confort vont être levés, lui permettant de devenir un véritable enjeu, tant économique que social. Le développement des techniques a joué un rôle très important pour améliorer le confort [3].

Actuellement, le confort thermique est justifié dans les bâtiments du fait de son impact sur la qualité de vie. Alors, la recherche du confort thermique à l'intérieur du bâtiment d'une façon uniforme et confortable, conformément aux normes, tout au long de l'année et sans tenir compte des particularités du climat, du site, des bâtiments...est accompagnée par une multiplication des installations climatiques, entraînant ainsi des fortes consommations d'énergie, d'origine fossile essentiellement, épuisable et polluante [4].

Le bâtiment est directement interpellé par ces enjeux. En effet, les systèmes de ventilation actuels sont capables de maîtriser les flux d'air pour apporter l'air neuf nécessaire aux occupants. Cependant, pour qu'ils fonctionnent correctement et soient réellement efficaces, il est nécessaire d'atteindre de bons niveaux d'étanchéité à l'air des réseaux aérauliques et de l'enveloppe du bâtiment. En effet, la maîtrise de la perméabilité à l'air permet de limiter le gaspillage d'énergie; d'assurer de bonnes conditions de vie et d'hygiène aux occupants en procurant une bonne qualité de l'air intérieur; et d'éviter les condensations et les moisissures responsables de dégradations prématurées du bâtiment. L'exemple des «Passivhaus» allemandes démontre qu'il est possible d'obtenir de très bons niveaux

## Introduction générale

---

d'étanchéité quel que soit le mode constructif, pourvu d'y être attentif tout au long du processus de construction. En Algérie cependant, des campagnes de mesure ont montré que l'étanchéité est souvent négligée dans les bâtiments, ce qui peut engendrer des problèmes de qualité d'air ainsi que de l'inconfort thermique et acoustique, en plus du gaspillage d'énergie [5].

Afin de sensibiliser les acteurs de la construction aux enjeux de la perméabilité à l'air et de les aider dans la compréhension des rapports d'études d'étanchéité, nous avons choisi le thème en objet qui met en exergue les différents paramètres rentant dans l'amélioration du confort thermique.

L'objectif de ce travail est d'étudier les différents éléments technique et économiques pour le confort thermique par le procédé d'infiltration d'air en utilisant les différentes sources d'étanchéités, nous avons utilisé deux méthodes différentes méthode DTR et méthode classique puis on a fait une comparaison entre eux sur leur l'infiltration d'air.

Deux étapes ont été nécessaires pour la conduite de ce travail qui sont : des applications sur les menuiseries (portes et fenêtres) ouvertes et fermées pendant la période estivale 2017

Le travail réalisé dans le cadre de ce mémoire se décompose en quatre chapitres. Nous commençons dans le premier chapitre par présenter des articles dans le domaine du confort thermique ses derniers touchent l'infiltration, perméabilité et l'étanchéité.

Au début les explications par (titre, année, concept clé et remarque) puis le résumé de chaqu'une des recherches.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons des généralités sur d'infiltration et l'exfiltration, puis nous allons donner une petite idée sur l'étanchéité et sa vérification et son influence sur l'efficacité énergétique, ensuite présente les modèles des menuiseries en PVC et bois.

Dans le troisième chapitre, nous allons commencer par une présentation de la région de Ouargla situé en Algérie avec ses différents caractéristique géographique et climatique, puis l'explication détaillé sur le plan architecturale celui nous ferons notre étude, ensuite nous

## Introduction générale

---

démontrerons les deux modélisations utilisées DTR et Classique avec leurs tableaux des calculs.

Dans le dernier chapitre, nous comparons les graphs des gains sensibles et les gains latents pour les types des menuiseries et puis entre les deux méthodes

Finalement, nous terminerons ce manuscrit par une conclusion générale, ainsi que les principaux résultats obtenus, ensuite nous citons quelques recommandations pour des travaux futurs dans ce domaine.



# **Chapitre I**

## **Recherche bibliographique**

## I.1. Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons des articles qui touchent l'entourage de domaine du confort thermique en utilisant les mots clé suivants : l'infiltration, perméabilité et l'étanchéité.

Au début les explications par (titre, année, concept clé et remarque) puis le résumé de chaque'une des recherches.

## I.2 Recherche bibliographique

En 2012 Vlad et Florin Mordache ont fait une approche acoustique pour l'estimation de la perméabilité de l'air dans le bâtiment.

L'intérêt principale de cette étude et que les deux chercheurs ont effectué des mesures expérimentales dans l'un des plus grands entrepôts européens de congélation, suivie d'une étude par thermographie infrarouge des points d'infiltration le long de l'enveloppe du bâtiment.

Par contre dans leur cas, ils ont intéressé à estimer la perméabilité de la façade, mais les dimensions de la façade fait environ 10000 m<sup>2</sup> et un tel protocole de mesure n'a pas été possible. Un autre aspect important est que le dispositif de mesure génère une source d'erreur pour toute mesure.

En 2012 F.R. d'Ambrosio Alano, M. Del l'isola et G. Fick, F. Tassin ont réalisé une analyse expérimentale de l'étanchéité à l'air dans les bâtiments méditerranéens à l'aide de la méthode de pressurisation par ventilateur.

La raison de cette étude est que les auteurs présentent les résultats d'une étude expérimentale réalisée sur des bâtiments résidentiels situés dans le sud de l'Italie à l'aide de la méthode de pressurisation par ventilateur.

## Chapitre I : Recherche bibliographique

---

Autrement les essais expérimentaux effectués sur 20 résidentiels italiens les bâtiments montrent que: le taux moyen de changement d'air est assez élevé, en particulier pour les bâtiments construits avant les années 70; fenêtres (avec caisson de volet roulant) et cheminée sans étanchéité et les systèmes de ventilation naturelle ont été jugés les plus causes critiques dans la construction de sur-ventilation (en particulier, italien cadres typiques ont été trouvés responsables de la ventilation supérieure des pertes).

En 2015 Zheng Enren et Dong Chen ont appliqué une simulation de l'infiltration d'air du logement australien et son impact sur la consommation d'énergie.

Le concept est de présente une comparaison des taux d'infiltration d'air calculés et de la performance énergétique des bâtiments en utilisant les trois modèles.

Sur ce cas les résultats des tests de soufflerie d'approche simple modifiée peut améliorer la précision de la fuite de l'enveloppe. Caractéristiques de chaque fuite par exemple (géométries et distribution des fissures) et les interactions entre infiltration et ventilation naturelle ne sont pas conserve dans les deux modèles, qui sacrifient la précision pour la simplicité et la polyvalence. Le modèle multizone considère à la fois les caractéristiques de chaque fuite et un terme dépendant du temps (vent et différence de température).

En 2015 Pascal Brinks, Oliver Konrad et René Olly ont fait une évaluation de l'infiltration d'air dans les bâtiments industriels.

L'intérêt principale de cette étude et que 140 simulations différentes ont été utilisées pour créer un nouveau modèle d'infiltration. Ce modèle fournit des coefficients mensuels qui tiennent compte du cycle saisonnier durant l'année ainsi que de la hauteur, de la taille et de la température intérieure du bâtiment. Ce nouveau modèle est facile à mettre en œuvre dans les calculs de bilan énergétique et aide à déterminer les demandes d'énergie même avec des méthodes en régime permanent avec une plus grande précision.

Par contre dans leurs cas les simulations basées sur les données de fuite mesurées dans l'étanchéité de banc d'essai montrent que l'infiltration dans les bâtiments industriels s'écarte

## Chapitre I : Recherche bibliographique

---

significativement des modèles actuels, en fonction de caractéristiques des bâtiments. L'utilisation différente de l'industrie les bâtiments exigent des températures intérieures différentes, qui ont une grande influence sur l'infiltration entraînée par la flottabilité.

En 2017 Gabriel Happe a réalisé un effets des approches de modélisation de l'infiltration d'air dans les prévisions de la demande énergétique des bâtiments urbains.

La raison de cette étude est que ont analyse l'effet de deux techniques de modélisation simplifiées de l'infiltration d'air taux de renouvellement d'air fixe par rapport à un modèle basé sur la pression du vent et les températures de l'air - sur la demande de chauffage et de refroidissement dans un district.

Autrement l'impact sur le dimensionnement des systèmes énergétiques de faible pour notre étude de cas. En général, les débits d'air d'infiltration sont plus faibles lorsqu'ils sont calculés avec le modèle dynamique, En outre, les différences de résultats dues au choix du modèle d'infiltration sur l'augmentation de la demande énergétique à l'échelle du district diminution de l'étanchéité à l'air des bâtiments.

En 2017 Laura Pomfret et Arman Hashemi ont appliqué le confort thermique dans les bâtiments à consommation énergétique zéro.

Le concept est de évalue le confort thermique dans les bâtiments domestiques à énergie zéro. Des simulations dynamiques sont utilisées pour évaluer une variété de scénarios, y compris : les types de construction, les stratégies de ventilation naturelle, l'ombrage solaire et les périodes d'occupation dans un logement d'étude de cas à faible énergie, au Royaume-Uni.

Sur ce cas le document fournit des avances dans le domaine concernant les problèmes liés aux bâtiments à basse énergie. Recherche précédente a incorporé des méthodes pour atteindre zéro carbone dans les bâtiments existants grâce à la modernisation, le potentiel de l'incorporation de sources renouvelables dans les bâtiments existants, les limites du système entourant les bâtiments sans carbone.

## Chapitre I : Recherche bibliographique

---

En 2018 Wei Liu, Xing wang Zhao et Qing Yan Chen ont fait une nouvelle méthode pour mesurer le taux d'infiltration d'air dans les bâtiments.

L'intérêt principale de cette étude et de développé une nouvelle technique pour mesurer l'infiltration d'air dans les bâtiments en utilisant une caméra infrarouge. Permet de déterminer la taille de la fissure et le taux d'infiltration d'air.

Par contre dans leur cas cette étude a confirmé que la petite boîte dans la chambre environnementale pourrait être utilisée pour simuler l'infiltration dans une pièce réelle. C'est parce que les coefficients obtenus dans équation de la loi de puissance pour calculer le taux d'infiltration d'air étaient dans la même gamme que ceux dans les bâtiments à grande échelle trouvés dans la littérature. En outre, la fuite normalisée déterminé en utilisant les données de boîte était également dans la plage normale trouvée dans la littérature

### Les resumés des sources

#### **Approche acoustique pour l'estimation de la perméabilité de l'air dans le bâtiment**

Dans cette étude, ils ont effectué des mesures expérimentales dans l'un des les plus grands entrepôts européens de congélation à  $-25^{\circ}\text{C}$  suivis d'une étude par thermographie infrarouge de l'infiltration emplacements le long de l'enveloppe du bâtiment.

Le protocole de mesure pour ce bâtiment inhabituel est décrit en détail. Le taux de changement d'air à 50 Pa, a été trouvé à 0,08 (1 / h), beaucoup plus faible que tout bâtiment habitable. Les principaux lieux d'infiltration sur l'enveloppe du bâtiment sont les nœuds structurels sur le côté supérieur du bâtiment, où les murs verticaux rencontrent le plafond et les portes situées sur côté supérieur du bâtiment.

Une brève analyse de l'applicabilité de la norme EN 13829 pour ces bâtiments de surgélation est également présentée.

### **Analyse expérimentale de l'étanchéité à l'air dans les bâtiments méditerranéens à l'aide de la méthode de pressurisation par ventilateur**

Présentent les résultats d'une étude expérimentale réalisée sur des bâtiments situés dans le sud de l'Italie en utilisant la méthode de pressurisation du ventilateur, également connu sous le nom de "test de la porte du ventilateur".

En particulier, les principaux aspects métrologiques de la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments et l'influence des fuites d'air sur la consommation d'énergie et le confort intérieur dans différentes typologies architecturales typiques de la région méditerranéenne sont concentrés.

Les résultats expérimentaux présentés peuvent donner des suggestions intéressantes pour améliorer la mesure d'incertitude et de mieux détecter les critiques énergétiques et environnementales dans l'audit du bâtiment.

### **Simulation de l'infiltration d'air du logement australien et son impact sur consommation d'énergie**

Pour évaluer l'amélioration potentielle du modèle d'infiltration d'air précis, un outil d'évaluation de l'énergie énergétique des logements de référence largement utilisé en Australie, trois modèles d'infiltration différents ont été développés.

Cet article présente une comparaison de l'air calculé les taux d'infiltration et la performance énergétique des bâtiments en utilisant les trois modèles. Études de cas pour huit maisons à Melbourne, en Australie, montrent qu'il existe des différences allant jusqu'à 37% et 13% dans les taux d'infiltration moyens calculés et l'énergie de chauffage et de refroidissement modélisée respectivement entre ces trois modèles.

### Évaluation de l'infiltration d'air dans les bâtiments industriels

Ils ont concentré sur l'étanchéité à l'air et l'infiltration d'air dans les bâtiments industriels en acier léger.

Des mesures exhaustives des fuites dans les composants typiques du bâtiment et les connexions dans les bâtiments industriels ont été effectuées dans un banc d'essai d'étanchéité à l'air spécialement construit. Les fuites typiques ont été détectées et réduites. Les mesures du débit volumétrique à travers des fuites simples ont été comparées aux résultats des doortests de soufflerie de grands bâtiments industriels.

Les données de mesure obtenues dans le banc d'essai ont été utilisées pour des simulations de réseaux d'écoulement d'air transitoires couplées au logiciel TRNSYS.

Sur la base d'une base de données de plus de 4000 bâtiments industriels, 28 formes de bâtiments typiques ont été définies et différents profils de température à l'intérieur ont été supposés. Chaque bâtiment a été modélisé et simulé avec jusqu'à 84 fissures définies.

Les racks étaient basés sur les mesures dans le banc d'essai et représentaient une distribution de fuite typique des bâtiments en acier industriels. Au total, 140 simulations différentes ont été utilisées pour créer un nouveau modèle d'infiltration. Ce modèle fournit des coefficients mensuels qui tiennent compte du cycle saisonnier durant l'année ainsi que de la hauteur, de la taille et de la température intérieure de la construction.

Ce nouveau modèle est facile à mettre en œuvre dans les calculs de bilan énergétique et aide à déterminer les demandes d'énergie même avec des méthodes en régime permanent avec une plus grande précision.

### **Effets des approches de modélisation de l'infiltration d'air dans les prévisions de la demande énergétique des bâtiments urbains**

L'effet de deux techniques de modélisation simplifiées de l'infiltration d'air taux de renouvellement d'air fixe par rapport à un modèle basé sur la pression du vent et les températures de l'air - sur la demande de chauffage et de refroidissement dans un district.

La boîte à outils de simulation d'énergie urbaine City Energy Analyst (CEA) est utilisée pour simuler une étude de cas en Suisse, composée de 24 bâtiments de différentes fonctions. Les résultats indiquent qu'en dépit des grandes différences pour les bâtiments individuels, un modèle de taux d'infiltration fixe pourrait suffire pour les premières études de conception des systèmes énergétiques de quartier, car l'impact sur le dimensionnement des systèmes énergétiques de district demeure relativement faible.

Cette comparaison contribuera à la poursuite du développement de simulations énergétiques urbaines robustes et rapides en termes de calculs.

### Confort thermique dans les bâtiments à consommation énergétique zéro

Pour évaluer le confort thermique dans les bâtiments domestiques à énergie zéro. Des simulations dynamiques sont utilisées pour évaluer une variation de scénarios comprenant: les types de construction, les stratégies de ventilation naturelle, l'ombrage solaire et les périodes d'occupation dans un scénario de basse énergie étudier le logement, au Royaume-Uni.

L'établissement agréé des ingénieurs en services techniques du bâtiment (CIBSE TM52) : Les limites du confort thermique: éviter la surchauffe des bâtiments européens, est utilisé pour évaluer les conditions de confort thermique et l'état de surchauffe dans le logement de l'étude de cas.les résultats indiquent que l'augmentation de la masse thermique des parois externes réduit considérablement le risque de surchauffe dans le cas étudier le logement. De plus, le profil d'ouverture de fenêtre le plus bénéfique est la ventilation nocturne.

L'ajout de l'ombre solaire sur Les élévations sud, est et ouest ont considérablement amélioré les conditions de confort thermique. Augmenter la surface de vitrage ouvrable efficace faciliter la ventilation naturelle dans les bâtiments à énergie nulle et améliorer encore le confort thermique intérieur.

### Une nouvelle méthode pour mesurer le taux d'infiltration d'air dans les bâtiments

Ils ont développé une nouvelle technique pour mesurer l'infiltration d'air dans les bâtiments en utilisant un appareil photo infrarouge.

Une image thermographique d'une enveloppe de bâtiment produite par une caméra infrarouge et les paramètres d'air intérieur / extérieur mesurés (vitesse, température et pression) ont été utilisés pour identifier la taille de la fissure taux d'infiltration d'air par transfert thermique

La méthode proposée a été validée par des mesures expérimentales dans une chambre environnementale et un bureau. L'expérience dans la chambre environnementale construit une pièce à petite échelle avec une fissure connue taille.

La configuration expérimentale était comparable aux conditions réelles. La méthode proposée a été en mesure de prédire la taille de la fissure dans une erreur relative de 20%. Pour l'expérience au bureau, cette étude a utilisé la désintégration du gaz traceur méthode pour mesurer le taux d'infiltration d'air, et l'erreur relative du taux d'infiltration d'air calculé était seulement de 3%.

### I.3 Conclusion

Finalemment tous les travaux appliquées sur le confort thermique sont effectués par des chercheurs dans des differents domaine thermique et energetique appliqué a travers des petites structures et des grand batiments pour le but de minimisés les pertes thermique ainsi de reduire les consommations d'energie.

## **Chapitre II**

# **Les apports calorifiques par infiltration d'air**

### II.1. Introduction

Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant. Pour qu'une personne se sente confortable, trois conditions doivent être réunies : (SCHREIBER, L. 1985)

- Le corps doit maintenir une température interne stable.
- La production de sueur ne doit pas être trop abondante
- La température moyenne de la peau doit être confortable [13].

Dans le deuxième chapitre, nous commençons par une présentation sur les généralités d'infiltration et l'exfiltration, puis donnons une petite idée sur l'étanchéité et leur vérification ainsi que son influence sur l'efficacité énergétique, ensuite nous présentons les modèles des menuiseries en PVC et bois, finalement nous concluons notre chapitre par une conclusion.

### II.2. Généralités au l'infiltration d'air

#### II.2.1. l'infiltration

L'infiltration à l'air d'un bâtiment représente une caractéristique importante du bâtiment qui influence le fonctionnement du bâtiment, sa consommation d'énergie, le confort acoustique intérieur [15], en thermique du bâtiment est l'introduction intentionnelle ou accidentelle de l'air extérieur dans un bâtiment, généralement par des fissures dans l'enveloppe du bâtiment ou par les baies, portes et fenêtres. L'infiltration est causée par le vent, une pression négative de l'immeuble, et par les forces de poussée de l'air par tirage thermique [14].



Figure II. 1: Infiltration d'air [14]

La quantité et la détermination de l'emplacement des infiltrations d'air au travers des parois d'un bâtiment peuvent être effectuées au moyen d'un test d'infiltrométrie [14].

Les infiltrations d'air ont toujours existé dans les bâtiments. Il ne s'agit pas d'un phénomène nouveau mais d'un phénomène qui est devenu incompatible avec les exigences de

## Chapitre II : Les apports calorifiques par infiltration de l'air

performance et de confort actuelles. La même cause observée jadis ne produit plus, en valeur relative, les mêmes effets aujourd'hui [13].

### II.2.2. L'exfiltration

Le phénomène d'infiltration est toujours présent sur les bâtiments dans les façades mais ce dernier souvent il cause d'autre réaction dans les autres façades il s'appelle l'exfiltration.

L'exfiltration on peut la définir comme étant le contraire de l'infiltration, autrement dit l'infiltration entre et l'exfiltration sort mais dans des différentes façades, Mais après sont passage dans le logement quand il est mal ventilé l'air exfiltre est chaud et humide, pendant l'exfiltration l'air apprend alors une grande quantité de vapeur d'eau qui se condense dans l'épaisseur des parois le phénomène peut conduire des salissures et moisissures massif de la structure [14].

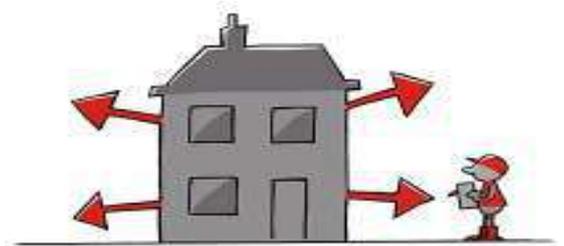


Figure II. 2: Exfiltration [14]



Figure II. 3: Courant d'air traversant [1]

### II.2.3. Cause et conséquence des infiltrations d'air

Les inconvénients associés aux infiltrations d'air sont nombreux :

**-l'inconfort :** ce désagrément est prioritaire pour les occupants. À titre d'exemple, il n'est pas rare, les jours de mistral, en hiver dans la vallée du Rhône, que la température dans les logements s'abaisse à 13 °C. Le débit d'air traversant les logements est alors considérable et insupportable. Dans les bâtiments récents, relativement performants, ce sentiment d'inconfort est ressenti de manière encore plus vive par les occupants dont le degré de tolérance à ce genre de nuisance semble diminuer au fur et à mesure que le niveau de confort augmente. Ce phénomène sociologique doit être pris en compte par les concepteurs.

**-les salissures et moisissures :** là où l'air s'infiltré, les parois sont évidemment plus froides et elles sont donc le siège de condensations, donc de moisissures. C'est sur ces surfaces humides que les poussières vont se coller, faisant apparaître les fameuses « moustaches » matérialisant la trajectoire de l'air.

**-les nuisances sonores:** la qualité acoustique d'une paroi est très fortement altérée par un orifice aussi petit soit-il. Il s'ensuit que toutes les infiltrations constituent de petits ponts phoniques détériorant l'affaiblissement acoustique d'une paroi extérieure.

**-la surconsommation d'énergie:** dans les bâtiments basse consommation, les infiltrations d'air peuvent augmenter sensiblement la consommation de chauffage même si, du fait de leurs performances, cette surconsommation aurait un impact limité sur la facture d'énergie globale.

**-les défauts de conservation du bâti :** il s'agit d'un phénomène peu connu mais pourtant très destructeur. Dans tout bâtiment, lorsqu'il y a des infiltrations d'air sur une façade, il y a forcément des exfiltrations d'air sur d'autres façades. Mais après son passage dans le logement, surtout lorsque celui-ci n'est pas ou mal ventilé, l'air exfiltré est chaud et très humide. Durant son exfiltration, l'air apporte alors une grande quantité de vapeur d'eau qui se condense dans l'épaisseur des parois. En fonction de la nature de celles-ci, notamment lorsqu'il s'agit de constructions à ossature bois, le phénomène peut conduire à un pourrissement massif de la structure. Le diagnostic à établir n'est pas celui d'un mauvais contrôle de la diffusion de vapeur dans les parois, mais celui d'un très mauvais contrôle des

## **Chapitre II : Les apports calorifiques par infiltration de l'air**

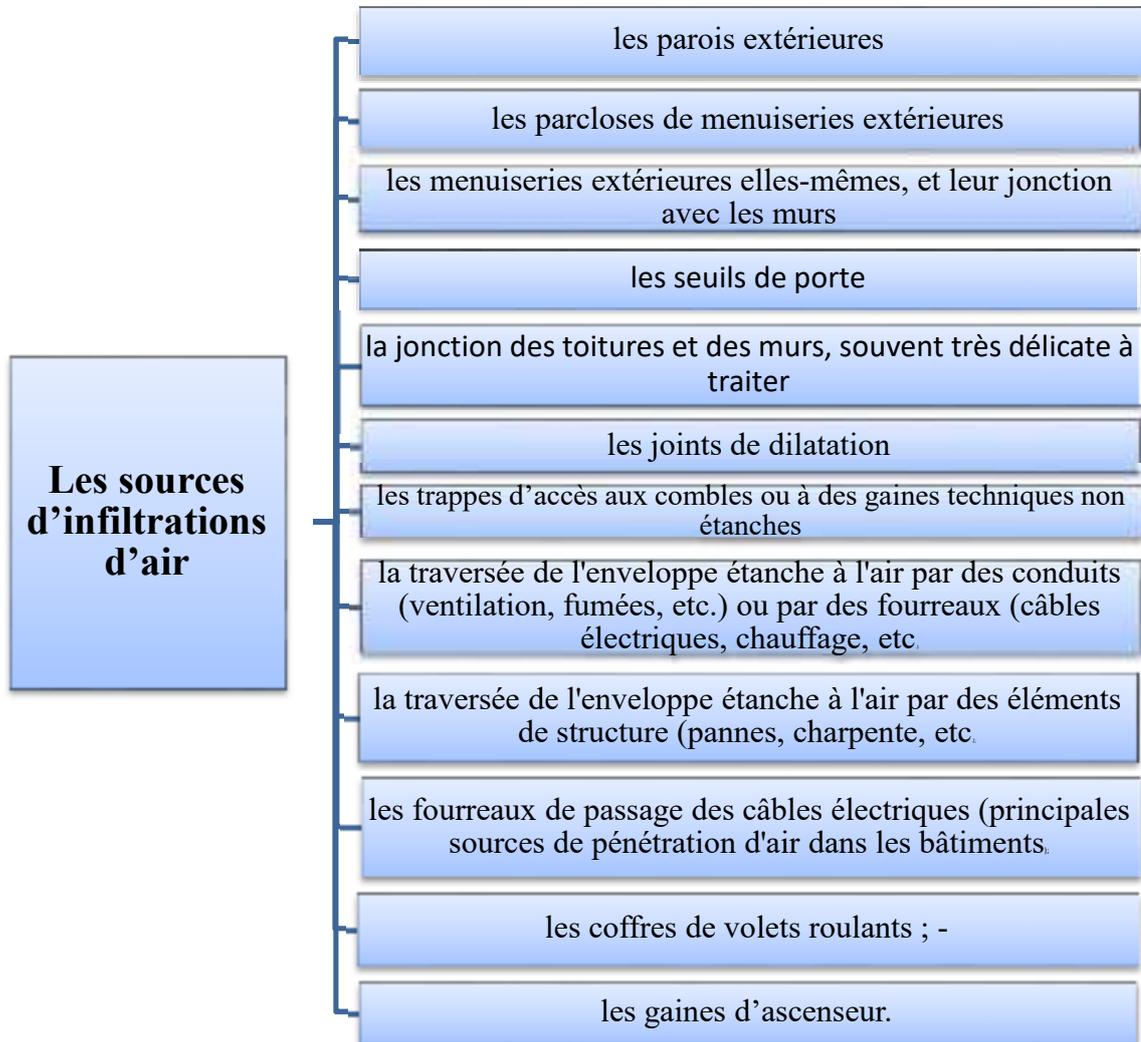
---

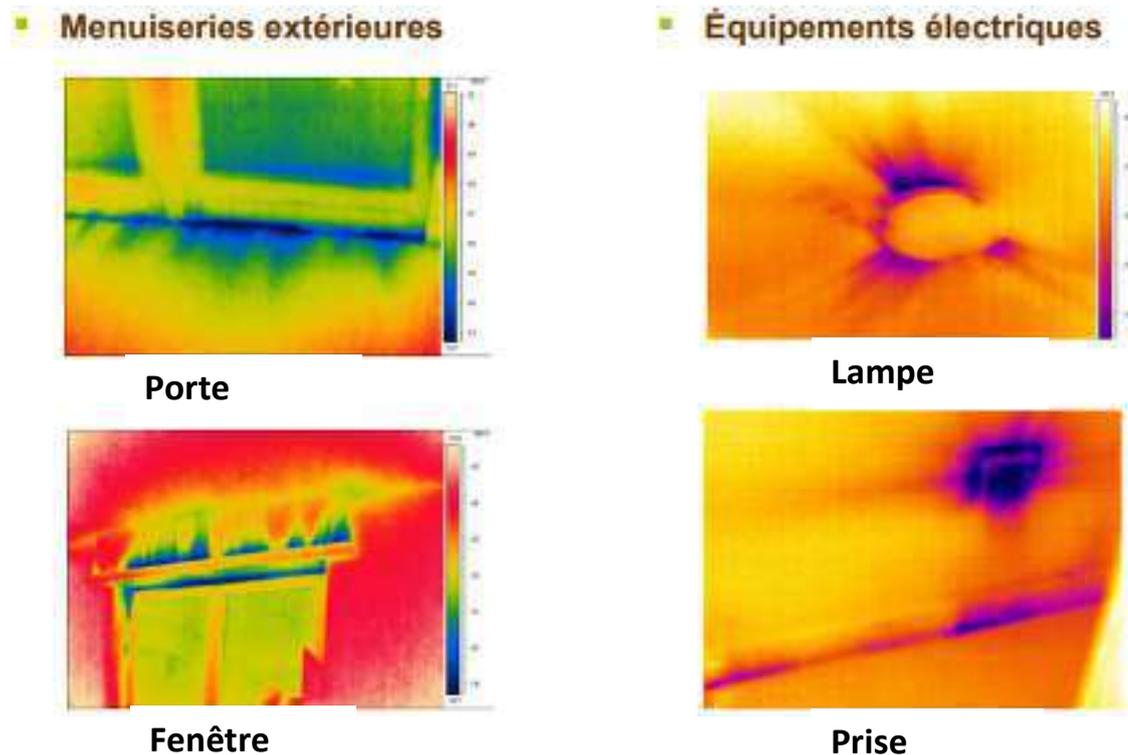
infiltrations et exfiltrations d'air. Les masses d'eau véhiculées sont infiniment plus importantes avec les exfiltrations d'air que par la migration de vapeur [15].

### **II.2.4. Par où se font les infiltrations d'air**

Les sources d'entrée d'air sont multiples et souvent un peu surprenantes. Mais souvenons-nous que ce phénomène d'infiltration de l'air ne touche pas toutes les régions de la même façon. Les infiltrations d'air ne se produisent que lorsqu'il y a un tant soit peu de vent, sauf pour les bâtiments de grande hauteur où le tirage naturel, dû à l'effet cheminée, peut introduire des infiltrations d'air en partie basse et des exfiltrations en partie haute, en l'absence totale de vent. Il faut également considérer que dans un bâtiment, les causes d'infiltration d'air en façade sont réparties de façon sensiblement homogène sur l'ensemble des parois du bâtiment [16].

### II.2.5. Les sources d'infiltrations d'air





Contrairement à une idée généralement répandue, les infiltrations d'air ne se font pas seulement par les parois extérieures : une part importante s'effectue par l'intérieur du bâtiment (fourreaux, etc.)

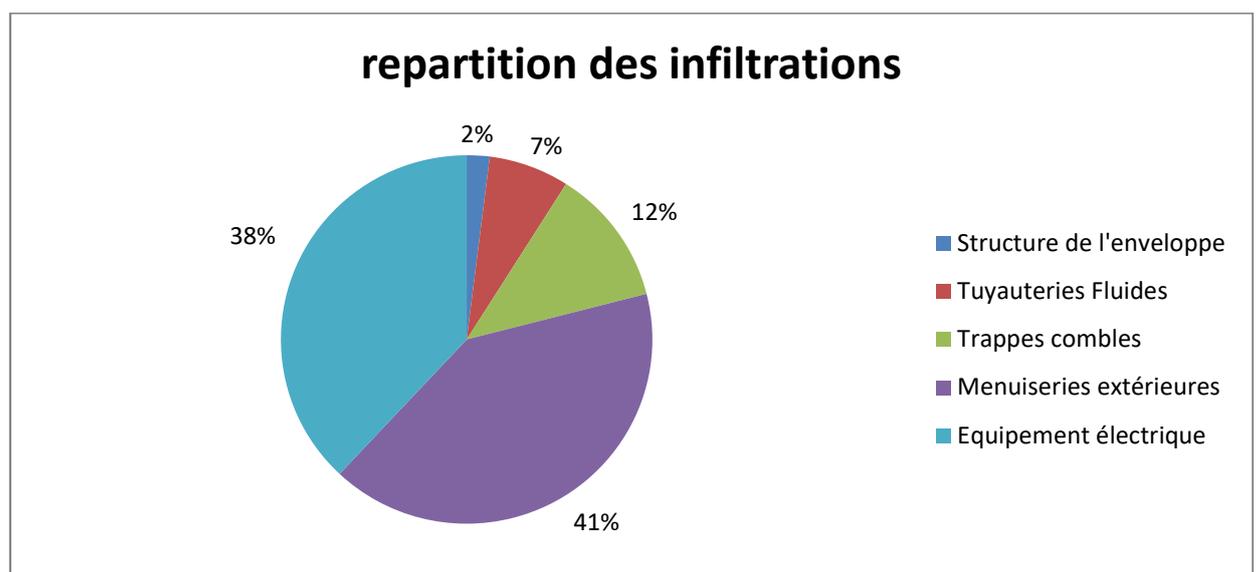


Figure II. 5: L'origine des infiltrations d'air en pourcentage de nombre d'occurrences [1]

### II.3. L'étanchéité à l'air des bâtiments et a quel cout

L'étanchéité à l'air du bâtiment joue un rôle important à la fois sur l'économie d'énergie et le confort thermique intérieur. Les principaux aspects métrologiques de la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments et influence des fuites d'air sur la consommation d'énergie et le confort intérieur dans différentes typologies architecturales.

Réaliser une bonne étanchéité à l'air sur un bâtiment est avant tout un travail de maître d'œuvre. C'est d'abord un bon dessin, une bonne conception, une réflexion sur les assemblages des différents éléments propres à créer des infiltrations d'air. L'architecte doit se demander comment il rendra étanche la jonction entre les menuiseries et la maçonnerie, comment il traitera l'étanchéité de la toiture ou celle de la jonction entre la toiture et les murs, etc. En pratique, on s'aperçoit qu'à chacune de ces questions il existe une réponse qui ne doit pas être improvisée sur le chantier mais parfaitement conceptualisée par le maître d'œuvre. Or la matière grise est la chose la moins coûteuse dans le bâtiment, même si malheureusement on n'y a pas suffisamment recours... Mais l'étanchéité à l'air nécessitera, c'est inévitable, un recours massif à l'intelligence des concepteurs. L'architecte aura recours à des films d'étanchéité, à des bandes adhésives, à des joints spéciaux, etc. dont la grande caractéristique est de ne pas coûter très cher, pas plus que leur mise en œuvre qui modifie à la marge le travail des entreprises. C'est la raison pour laquelle le coût d'une bonne étanchéité à l'air dans un bâtiment n'est pas très élevé [17].

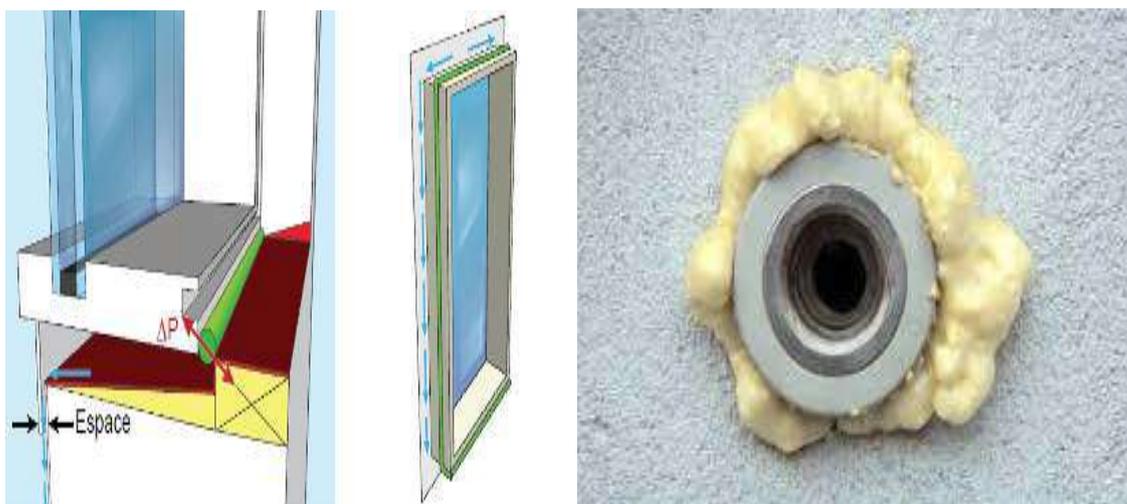


Figure II. 6: Etanchéité sur une fenêtre et l'œil de bœuf [17]

### II.4. La vérification d'infiltration

Le test à la porte soufflante consiste à remplacer la porte d'un bâtiment ou d'un logement par une membrane souple plaquée de manière étanche sur le dormant de la porte et dans laquelle on peut incorporer un ou plusieurs ventilateurs qui vont permettre la mise en pression ou en dépression du bâtiment. En parallèle, on obstrue tout les orifices de passage de l'air à vocation fonctionnelle (grilles d'amenée ou de rejet d'air, siphon des lavabos, etc.). C'est un test de simple, efficace et très facile à mettre en œuvre. En pratique, nous recommandons de l'utiliser deux fois au cours d'une opération. La première fois lorsque le clos et couvert est terminé. Il ne s'agit alors pas de mesurer le débit de fuite mais seulement de mettre le logement ou le bâtiment en dépression et de repérer les points d'infiltration au moyen de fumigènes ou d'une caméra thermique [16]. L'état d'avancement du chantier permet alors très facilement de remédier aux défauts que l'on pourrait avoir repérés. La seconde utilisation du test se fait au moment de la réception du bâtiment. Il s'agit cette fois de mesurer le débit d'infiltration et de valider les objectifs qui étaient fixés [18].

Un test à la porte soufflante nécessite 15 à 30 minutes pour être effectué dans un logement, et une à deux heures dans un bâtiment plus important. La durée de l'intervention peut ensuite se prolonger si l'on recherche les sources d'infiltration d'air au moyen de fumigènes. En moyenne, pour un logement le temps total, rapport inclus est de l'ordre de 1,5 à 2 heures. Pour un bâtiment de grande taille la totalité des mesures, de la recherche des défauts d'étanchéité, et de la rédaction du rapport prend environ 4 heures en moyenne, et jusqu'à 8h pour une recherche fine des défauts. Actuellement en France, le coût d'un test à la porte soufflante dépend essentiellement des frais de déplacement de l'intervenant. Il y a encore peu d'entreprises en France capables de faire ces tests, si bien qu'il n'est pas rare qu'un intervenant parcourt plusieurs centaines de kilomètres pour pouvoir travailler [19].



Figure II. 7: Mesure de la perméabilité d'air dans une porte [16]

### II.5. Impact sur la consommation énergétique des bâtiments performants :

Les infiltrations d'air sont évidemment dépendantes des régimes des vents, on estime que chaque volume/h supplémentaire au test à la porte soufflante conduit à une augmentation des consommations de 4 kWh/m<sup>2</sup>. Plus l'excellence énergétique est visée, plus le bâtiment devient sensible à un déficit d'étanchéité à l'air. S'il est tolérable d'accepter un taux de fuite de 2,3 vol/h comme l'exige la RT 2012 pour une maison individuelle, cela n'est plus possible pour une maison passive dont les besoins globaux sont de 15 kWh/m<sup>2</sup> /an. Car si 2,3 vol/h induit une perte d'environ 9 kWh/m<sup>2</sup> /an dont peut encore s'accommoder une consommation de 50 kWh/m<sup>2</sup> /an, ce taux devient hors de proportion lorsque les besoins visés sont de 15 kWh/m<sup>2</sup> /an [20].

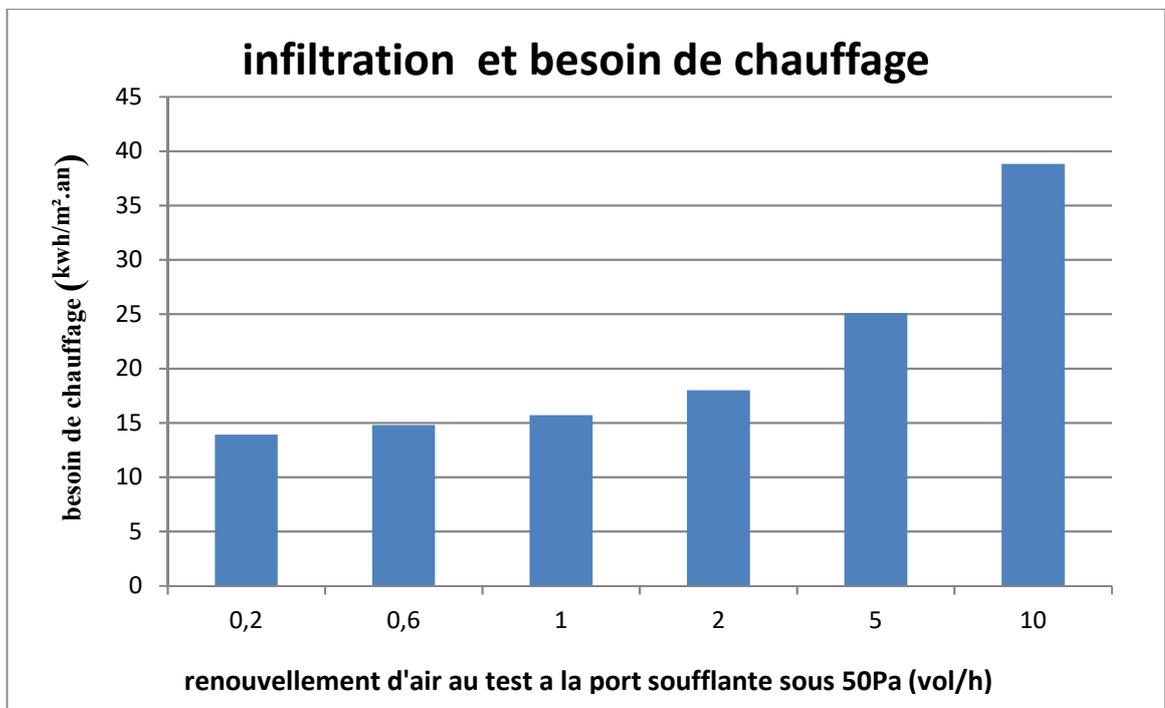


Figure II. 8:Influence de l'étanchéité a l'air sur les besoins de chauffage d'une maison passive

[16]

### II.6. Les différents types des menuiseries (bois et pvc)

#### II.6.1. Le type bois

Les fenêtres et les portes en bois connaissent un intérêt de plus en plus croissant, notamment à l'heure des prises de consciences environnementales, écologiques et économiques. Le bois apporte des performances thermiques incomparables et avérées et peut se permettre tous les styles de décoration, que ce soit traditionnel ou contemporain quand il est allié avec l'acier par exemple [21].

#### Les avantages

- Excellente isolation thermique et phonique
- Matériau stable et durable
- Excellent rapport qualité/prix
- Esthétiquement très élégante
- Matériau naturel et renouvelable
- Permet des restaurations partielles



Figure II. 9: Menuiseries en bois [21]

### II.6.2. Le type pvc

Une petite note pour savoir à quoi correspond le PVC car il faut commencer par cela : Le Polychlorure de Vinyle ou Chlorure de Polyvinyle est un polymère thermoplastique de grande consommation, amorphe ou faiblement cristallin. Il est préparé à partir de deux matières premières : à 57 % de sel et à 43 % de pétrole. Le PVC est la seule matière plastique d'usage courant constituée par plus de 50 % de matière première d'origine minérale existant à profusion dans la nature. Le PVC est le plus souvent mis en forme par des procédés *en continu* (extrusion, enduction). L'extrusion est utilisée notamment pour la fabrication des profilés des fenêtres et porter des tubes en PVC [22].

#### Les avantager

- Il est vraiment très facile
- La manipulation de vos fenêtres et porter PVC sera donc très simple
- Donne futures fenêtres et porter qui ne demandent pas d'entretien
- L'entretien des fenêtres et porter PVC est très facile



Figure II. 10:les menuiseries en PVC [22]

### **II.6.4. Les plus étanchéité dans menuiserie**

Alors que le bois et l'aluminium connaissent un succès croissant dans le choix des fenêtres, le **PVC** dépasse ses concurrents haut la main ; en effet, ce type de fenêtres est le plus répandu actuellement en France car il offre de nombreux avantages notamment pour sa simplicité, sa longévité, sa résistance face aux intempéries, son efficacité, son pouvoir isolant, son entretien facile [21].

### **II.6.5. Quelque marque des fabriquons de PVC en Algérie**

#### **OXXO**

Est une marque qui existe depuis 1923. Filiale du Groupe CEVITAL, créée par l'acquisition d'OXXO France en 2013, elle est spécialisée dans la fourniture de solution de menuiseries extérieures et fermetures à hautes performances thermiques, acoustiques et d'étanchéité, en fourniture et pose.

OXXO dispose de deux sites de production, Un site industriel en France avec une capacité de production annuelle de 220 000 menuiseries, et un complexe industriel en Algérie, dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, Il s'agit du site le plus important en Afrique, avec à terme 3000 collaborateurs et 2 millions de menuiseries par an.

En Algérie, OXXO dispose de deux réseaux de distribution, avec deux marques distinctes, opérant sur deux segments, et ainsi répondant aux besoins spécifique de chaque client.

#### **ISORAMA**

Fondée en 2003, la société ISORAMA a été précurseur en France du concept du « sur-mesure » dans la menuiserie PVC. Isorama ALGERIE est la première filiale du groupe crée à ORAN

## **Chapitre II : Les apports calorifiques par infiltration de l'air**

---

### **TOTALUX**

l'EURL TOTALUX, société spécialisée dans la menuiserie aluminium & PVC qui met à la disposition profilés locaux et d'importation d'une qualité de 1er choix et une série de vitrages de différentes couleurs pour satisfaire les besoins.

Son objectif c'est d'établir une collaboration avec les entrepreneurs, les bureaux d'études, les promoteurs.

### **ALUMANIA**

Situé à Alger, est le domaine de la menuiserie PVC et intervient dans tout le territoire algérien, comptant plus de vingt ans d'expérience, se situe pour l'installation, en neuf ou en rénovation, de volets roulants, porte-fenêtre, fenêtres.

### **MODERNE PVC**

Créée au cours de l'année 2007, Moderne PVC, est déjà considérée comme l'un des leaders sur le marché algérien, spécialisée dans la production et le montage des produits issus de la menuiserie industrielle en PVC.

A l'instar des autres pays dans le monde, Moderne PVC, et à travers son personnel qualifié et spécialisé, suit de près les dernières nouveautés et définit ainsi les besoins et exigences liés au marché local.

### II.7. Conclusion

L'étanchéité à l'air des bâtiments constitue probablement le moyen le plus simple, le moins coûteux et le plus efficace pour atteindre les performances énergétiques imposées par la réglementation. Elle est malheureusement très mal connue, très mal évaluée et par suite très mal traitée dans la réglementation thermique, probablement à cause d'une relative indifférence à son égard (référence à la RT 2005 et aux différents labels existants à ce jour). Il convient de lui redonner la place qu'elle doit avoir dans cette réglementation dont elle facilitera grandement le respect au moindre coût sans qu'il soit alors besoin de modifier les seuils réglementaires pour permettre à certains types de bâtiments d'être plus facilement conformes. Concrètement, il conviendrait à la fois de renforcer le niveau d'exigence réglementaire relative à l'étanchéité à l'air des bâtiments, par exemple en portant cette exigence à 1,0 vol/h sous 50 Pa pour tous les types de bâtiments, de faire ensuite de cette exigence une obligation de résultat, et de rendre obligatoire le test à la porte soufflante qui permettra la validation définitive des performances. Afin d'éviter des accidents graves dus à des combustions incomplètes, nous recommandons également que seuls les foyers de combustion étanches soient admis dans les bâtiments bénéficiant d'une très bonne étanchéité à l'air.

# **Chapitre III**

**Modèle utilisé dans les**

**Calculs : modélisation DTR**

**et classique**

### III.1. Introduction

Dans ce chapitre nous commençons tout d'abord par présentation de la région de Ouargla située en Algérie avec ses différentes caractéristiques géographique et climatique puis l'explication détaillé de plan architecturale le quel nous ferons notre calcul, ensuite nous démontrerons les deux modélisations utilisées

### III.2. Présentation de la zone d'étude

#### III.2.1. La région de Ouargla

La région de Ouargla est située dans le sud-est de l'Algérie, au nord du Sahara algérien. Ces coordonnées géographiques :  $31^{\circ} 57' 47''$  nord,  $5^{\circ} 20' 31''$ , avec : 128 mètres d'altitude,  $5,40^{\circ}$ E Longitude,  $31,93^{\circ}$  Latitude. Elle se situe à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra avec une superficie totale de : 211 980 km<sup>2</sup> avec une population de 210 175 habitants [22]. La région d'Ouargla fait partie de la zone climatique classe D [23].



Figure III. 1 : Région d'Ouargla sur la carte géographique Algérienne [22]

## Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : méthode DTR et Classique

### III.2.2. Données climatiques de la région

Ouargla bénéficie d'un climat désertique chaud typique du Sahara avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat y est hyperaride et très sec toute l'année avec toute l'année puisque les précipitations moyennes annuelles avoisinent 45 mm. La sécheresse y est encore plus accentuée durant l'été où l'on enregistre 0 mm de précipitations entre juin et août. En été, la chaleur est extrême et prend un caractère persistant : les températures moyennes maximales dépassent 43 °C en juillet (le mois le plus chaud) mais tournent plutôt autour de 45 °C entre juin et septembre. Les températures sont agréables et modérément élevées en hiver mais seulement la journée car dans les étendues désertiques, il n'y a rien pour retenir la chaleur et températures minimales moyennes avoisinent 5 °C. Le ciel est dégagé et clair toute l'année et les journées couvertes restent très rares, si existantes. La température moyenne annuelle avoisine 25 °C à Ouargla [24].

MOIS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	ANNEE
TEMPERATURE MIN MOY (C°)	4,7	6,8	10,8	15,1	19,8	24,7	27,7	27,3	23,2	17,2	10	6	16,3
TEMPERATURE MOY (C°)	11	13,6	17,6	21,3	25,8	32,1	34,5	34,2	30	23,2	16,	12,9	22,84
TEMPERATURE MAX MOY (C°)	18	20,9	26	30	34,9	40,3	43,3	42,5	37,3	31,4	23,7	19,2	30.8
RECORD DE CHALEUR (C°)	28	37,2	40	41,3	46	48,2	49,7	53,5	46,3	42,3	34	31,4	53,5

Tableau III. 1 : Relevé métrologie d'Ouargla 1981-2010 [25]

### III.3. Présentation du plan Architectural

Notre étude a été appliquée sur une administration de RDC+1 qu'elle est située à Hassi Messaoud Ouargla, cette dernière se compose d'une entrée principale et 32 fenêtres sur les quatre façades du bâtiment, via le programme Autocad on a obtenu les dimensions de cette administration avec une longueur de 21,10 m et une largeur de 17,95 m et une surface de 378,74 m<sup>2</sup>, concernant les portes et les fenêtres on a le tableau suivant :

	Porte	Fenêtres
Longueur [m]	2,20	1,80
Largeur [m]	1,50	1,20
Vide entre partie (mobile et fixe) [m]	0,004	0,006
Surface [m <sup>2</sup> ]	3,3	2,16

Tableau III. 2 : Les dimensionnements des portes et fenêtres

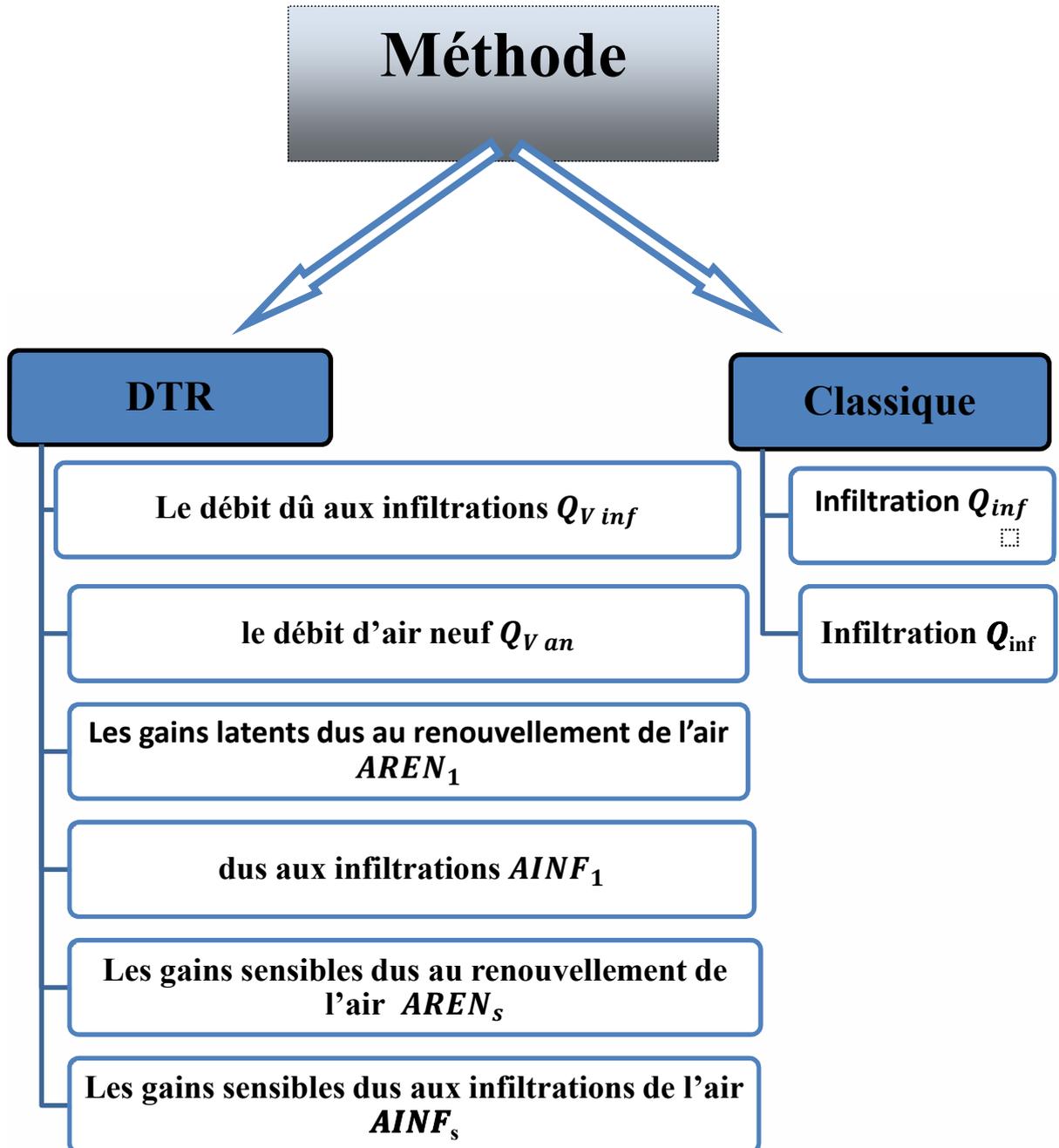


Figure III. 2 : plan architecturale sur l'Autocad



Figure III. 3 : façade nord de plan

III.4. Approches méthodologiques



### III.4.1. La Méthode de DTR

DTR permet de définir les principes généraux réglementaires de la conception thermique (chauffage et climatisation) des bâtiments, et de mettre à la disposition des professionnels, des méthodes d'évaluations des besoins énergétiques pour les périodes d'hiver et d'été.

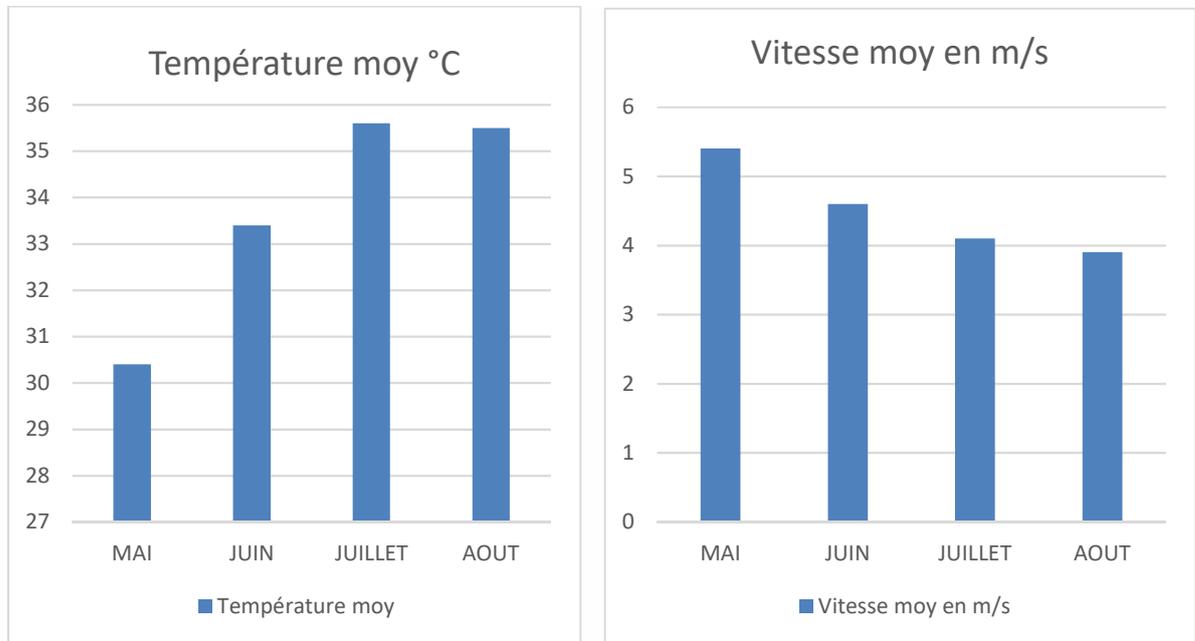
Les méthodes de calculs présentées dans ce DTR sont des méthodes simples et suffisantes permettant une conception adéquate des bâtiments. Ces méthodes sont illustrées par des exemples de calcul [23].

Les méthodes de détermination des apports calorifiques du présent DTR s'appliquent aux locaux :

- Enseignement
- Vente
- Accueil
- Réunion
- Bureau
- Habitation

ANNEE	MOIS	Température moy en °C	Vitesse moy en m/s
2017	MAI	30,4	5,4
	JUIN	33,4	4,6
	JUILLET	35,6	4,1
	AOUT	35,5	3,9

Tableau III. 3 : Donnée climatologique enregistrée au niveau de la station météorologique d'Ouargla 2017 [24]



Graph III. 1 : Donnée climatologique enregistrée au niveau de la station météorologique d'Ouargla 2017 [24]

### III.4.1.1 Application de la méthode DTR

- Le débit dû aux infiltrations  $Q_{v_{inf}}$  pour un local est donné par :

$$Q_{v_{inf}} = \sum (Q_{v0_{inf,i}} \times S_{ouv,i}) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.1)$$

Où:

$Q_{v0_{inf,i}}$  Débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant i considéré, m<sup>3</sup>/h

$S_{ouv,i}$  Surface de l'ouverture dans la paroi pour l'ouvrant i, m<sup>2</sup>

DESIGNATION	$Q_{v0_{inf}}$ Vent perpendiculaire a L'ouvrant	$Q_{v0_{inf}}$ Vent oblique par rapport a l'ouvrant
<b>Double porte avec SAS</b>  <b>Portes en verre</b>	28,1	<b>16,9</b>

Tableau III. 4 : Infiltration par les portes et les fenêtres [23].

- Débit d'air neuf**

$$Qm_{AN} = Qv_{AN} \cdot \frac{\rho}{3600} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.2)$$

Où :

$Qv_{AN}$  Débit volumique

$Qm_{AN}$  Débit massique

$\rho$  Masse volumique

### Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : méthode DTR et Classique

- Les gains latents dus au renouvellement de l'air  $AREN_1$ , et dus aux infiltrations  $AINF_1$  sont donnés par les formules données ci-après :

$$AREN_1 = 0,797 \times Qv_{AN} \times Max. [(HS_{b,e} - HS_{b,i}), 0] \quad [W] \quad (2.3)$$

$$AINF_1 = 0,797 \times Qv_{inf} \times Max. [(HS_{b,e} - HS_{b,i}), 0] \quad [W] \quad (2.4)$$

Où :

0,797      Produit de la masse volumique moyenne

$Qv_{AN}$       Débit d'air neuf

$Qv_{inf}$       Le débit du aux infiltrations

$HS_{b,e}$       L'humidité spécifique de base de l'air extérieur

$HS_{b,i}$       L'humidité spécifique de base de l'air intérieur

Zone climatique		Température sèche $TS_{b,i}$ (C°)	Humidité spécifique $HS_{b,e}$ ( $g_{vap}/kg_{as}$ )	Ecart dime $E_b$ (C°)	Température moyenne $TS_m$ (C°)	Ecart annuel de température EAT (C°)
<b>D</b>	<b>alt &lt; 1000m</b>	40	8,5	20	27	41,5
	<b>alt ≥ 1000m</b>	34	8,5	18	25	40

Tableau III. 5 : Conditions extérieures de base

	Niveau de confort		Niveau de confort normal		
	Température Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Accroissement Tolère de la température (°C)
<b>Séjour de longue Durée logement ,hôtel , bureaux ,hôpital , école ,etc.</b>	24	45	27	50	2

Tableau III. 6 : conditions intérieur de base

Note : On converti humidité relative 45% égale a 8,794 (gvap/kgas)

- **Les gains sensibles dus au renouvellement de l'air  $AREN_s$ , et dus aux infiltrations  $AINF_s$**  Sont donnés par les formules données ci-après :

$$AREN_s(t) = 0.320 \times Qv_{an} \times (TS_e(t) - TS_{b,i}) \quad [W] \quad (2.5)$$

$$AINF_s(t) = 0.320 \times Qv_{inf} \times (TS_e(t) - TS_{b,i}) \quad [W] \quad (2.6)$$

Où :

0.320    Produit de la chaleur spécifique de l'air

$Qv_{an}$     Débit d'air neuf

$Qv_{inf}$     Débit dû aux infiltrations

$TS_e$     Température sèche de l'air extérieur

$TS_{b,i}$     Température sèche de l'air intérieur

### III.4.1.2. Les calculs de DTR sur le plan architectural

#### Le débit dû aux infiltrations

$$Q_{v_{inf}} = \sum (Q_{v_{0_{inf,i}}} \times S_{ouv,i}) \quad [m^3 / h] \quad (2.7)$$

#### Débit d'air neuf

$$Qm_{AN} = Qv_{AN} \cdot \frac{p}{3600} \quad [m^3 / h] \quad (2.8)$$

$$S \times V = Qm_{AN} \times \frac{p}{3600}$$

$$Qm_{AN} = S \times V \times \frac{p}{3600}$$

Les gains latents dus au renouvellement de l'air AREN1, et dus aux infiltrations AINF1 sont donnés par les formules données ci-après :

$$AREN_1 = 0,797 \times Qv_{AN} \times \text{Max.} [(HS_{b,e} - HS_{b,i}), 0] \quad [W] \quad (2.9)$$

$$AINF_1 = 0.797 \times Qv_{inf} \times \text{Max.} [(HS_{b,e} - HS_{b,i}), 0] \quad [W] \quad (2.10)$$

Les gains sensibles dus au renouvellement de l'air AREN<sub>s</sub>, et dus aux infiltrations AINF<sub>s</sub>(t) sont donnés par les formules données ci-après :

$$AREN_s(t) = 0.320 \times Qv_{an} \times (TS_e(t) - TS_{b,i}) \quad [W] \quad (2.11)$$

$$AINF_s(t) = 0.320 \times Qv_{inf} \times (TS_e(t) - TS_{b,i}) \quad [W] \quad (2.12)$$

## Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : méthode DTR et Classique

### III.4.1.3. Les résultats obtenus

. Pour le mois de Mai

Menuiseries		$Q_{v_{inf}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{v_{AN}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$AREN_1$ (W)	$AINF_1$ (W)	$AREN_s(t)$ (W)	$AINF_s(t)$ (W)
Porte	Ouverte	<b>55,77</b>	<b>14,85</b>	3,43	12,89	25,66	96,37
	Ferme	<b>5</b>	1,3	0,30	1,15	2,24	8,64
fenêtre	Ouverte	<b>36,50</b>	9,72	2,24	8,43	16,79	63,07
	Ferme	<b>6,08</b>	1,62	0,37	1,4	2,79	10,50

. Pour le mois de Juin

Menuiseries		$Q_{v_{inf}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{v_{AN}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$AREN_1$ (W)	$AINF_1$ (W)	$AREN_s(t)$ (W)	$AINF_s(t)$ (W)
Porte	Ouverte	<b>55,77</b>	<b>12,65</b>	<b>2,92</b>	12,89	34	<b>149,9</b>
	Ferme	<b>5</b>	<b>1,13</b>	0,26	1,15	3,03	13,44
fenêtre	Ouverte	<b>36,50</b>	<b>8,73</b>	2,01	8,43	23,46	<b>98,11</b>
	Ferme	<b>6,08</b>	<b>1,38</b>	0,31	1,4	<b>3,70</b>	16,34

## Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : méthode DTR et Classique

. Pour le mois de juillet

Menuiseries		$Q_{v_{inf}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{v_{AN}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$AREN_1$ (W)	$AINF_1$ (W)	$AREN_s(t)$ (W)	$AINF_s(t)$ (W)
Porte	Ouverte	55,77	11,27	2,60	12,89	38,22	189,17
	Ferme	5	1,01	0,23	1,15	3,42	16,96
Fenêtre	Ouverte	36,50	7,38	1,70	8,43	25,03	123,80
	Ferme	6,08	0,87	0,20	1,4	2,95	20,62

. Pour le mois d'Aout

Menuiseries		$Q_{v_{inf}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{v_{AN}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$AREN_1$ (W)	$AINF_1$ (W)	$AREN_s(t)$ (W)	$AINF_s(t)$ (W)
Porte	Ouverte	55,77	10,72	2,47	12,89	35,33	183,81
	Ferme	5	0,96	0,22	1,15	3,16	16,48
Fenêtre	Ouverte	36,50	7,02	1,62	8,43	23,13	120,30
	Ferme	6,08	1,17	0,27	1,4	3,85	20,03

### III.4.2. La Méthode classique

C'est une méthode simple utilisée pour calculer le débit d'infiltration entrant par les portes et les fenêtres, cette dernière est basée sur le débit d'air et la capacité thermique et la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de bâtiment.

### III.4.2.1. Modélisation de la méthode Classique

#### Infiltration

$$Q_{inf} = \dot{Q} \times C_p \times (T_{ext} - T_{int}) \quad [W] \quad (2.13)$$

### III.4.2.2. Les résultats obtenus

.Pour le mois de Mai

Menuiseries		Vitesse (m/s)	$C_p$ J/ (kg ·K)	$T_{ext}$ C°	$T_{int}$ C°	$(T_{ext} - T_{int})$ (C°)	Section (m <sup>2</sup> )	Inf. (W)
Porte	Ouverte	5,4	1004	30,4	25	5,4	3,3	101,3
	Ferme	5,4	1004	30,4	25	5,4	2,16	66,3
Fenêtre	Ouverte	5,4	1004	30,4	25	5,4	0,296	9,1
	Ferme	5,4	1004	30,4	25	5,4	0,36	11,1

### Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : méthode DTR et Classique

.Pour le mois de Juin

Menuiseries		Vitesse (m/s)	$C_p$ J/ (kg ·K)	$T_{ext}$ C°	$T_{int}$ C°	$(T_{ext} - T_{int})$ (C°)	Section (m <sup>2</sup> )	Inf. (W)
Porte	Ouverte	4,6	1004	33,4	25	8,4	3,3	124,4
	Ferme	4,6	1004	33,4	25	8,4	0,296	11,2
Fenêtre	Ouverte	4,6	1004	33,4	25	8,4	2,16	81,4
	Ferme	4,6	1004	33,4	25	8,4	0,36	13,6

. Pour le mois de juillet

Menuiseries		Vitesse (m/s)	$C_p$ J/ (kg ·K)	$T_{ext}$ C°	$T_{int}$ C°	$(T_{ext} - T_{int})$ (C°)	Section (m <sup>2</sup> )	Inf. (W)
Porte	Ouverte	4,1	1004,0	35,6	25	10,6	3,3	136,2
	Ferme	4,1	1004	35,6	25	10,6	0,296	12,2
Fenêtre	Ouverte	4,1	1004	35,6	25	10,6	2,16	89,1
	Ferme	4,1	1004	35,6	25	10,6	0,36	14,9

## Chapitre III : Modèle utilisé dans les calculs : méthode DTR et Classique

---

.Pour le mois d'Aout

Menuiseries		Vitesse (m/s)	$C_p$ J/ (kg ·K)	$T_{ext}$ C°	$T_{int}$ C°	$(T_{ext} - T_{int})$ (C°)	Section (m <sup>2</sup> )	Inf. (W)
Porte	Ouverte	3,9	1004	35,3	25	10,3	3,3	130,5
	Ferme	3,9	1004	35,3	25	10,3	0,296	11,7
Fenêtre	Ouverte	3,9	1004	35,3	25	10,3	2,16	85,3
	Ferme	3,9	1004	35,3	25	10,3	0,36	14,2

### III.5. Conclusion

Dans ce chapitre on a utilisé les deux méthodes : DTR et classique avec leurs détails de calcule chaque méthode avec ces différentes équations à la fin on a obtenu deux valeurs pour chaque méthode et nous avons trouvé des résultats convergent

# **Chapitre IV**

## **Les résultats et discussion**

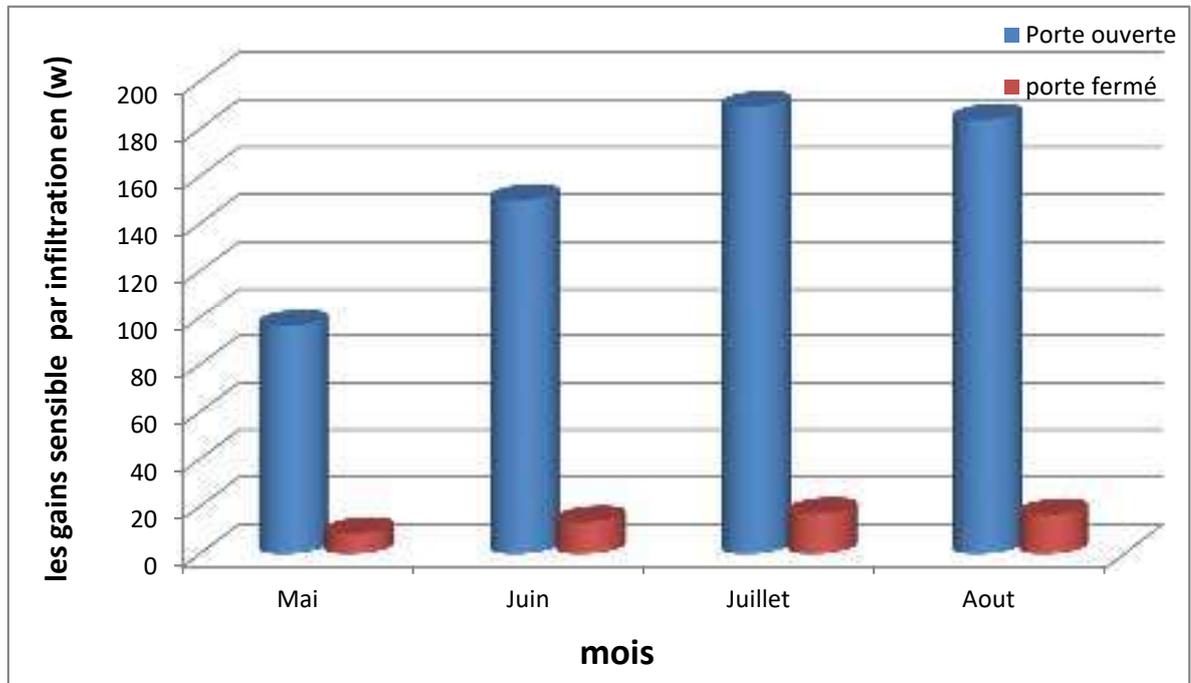
### IV.1. Introduction

L'expression de l'infiltration à même sens de la perméabilité d'air il caractérise la sensibilité d'un bâtiment vis-à-vis des écoulements aérauliques ou d'écoulement d'air parasite causé par les défauts d'étanchéité des différents objets comme les portes et les fenêtres.

Dans le dernier chapitre dans un premier temps, nous présentons la différence entre les graphes des gains sensibles et latentes pour les types des menuiseries étudiées, puis une comparaison a été faite entre les gains thermiques calculés par les deux méthodes; classique et la règlementation thermique algérienne.

### IV.2. Comparaison entre les gains par infiltration entre menuiseries ouvertes et fermées

#### IV.2.1. Les portes (ouvertes et fermées)



Graph IV. 1: Les gains thermiques sensibles des portes (ouvertes, fermées)

Tout d'abord, les résultats des gains sensibles dus aux infiltrations sont maximale en juillet avec une puissance de 189,17(w) lorsque la porte est ouverte est maximale aussi dans ce mois par rapport aux autres mois en cas où la porte est fermée (infiltration), et ces gains atteints une puissance minimale en mai 8,64(w) pour les deux types d'ouverture lorsque les ouvertures sont en mode fermé, pour une raison de section entre les deux états (fermés et ouvertes).

En remarque une grande différence entre les valeurs des gains transférés de l'extérieur vers l'intérieur pour les cas : porte ouverte et porte fermée, à titre d'exemple les gains par porte fermée représentent presque 9% c'est-à-dire les gains par porte ouverte est égale à plus de dix fois les gains thermiques par les portes fermées (par infiltration), cette comparaison est valable pour tous les mois.

Ensuite, les gains d'infiltrations sensibles ça remonte de mai jusqu'à juillet puis ça descend en août pour une raison de la différence des températures et des vitesses pour chaque mois.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

Puis, l'infiltration des gains sensible aux fenêtres ouvertes est supérieure de 90(w) et inférieure de 20(w) aux fenêtres fermées pour une raison de section.

### Recommandations

- Utilisation des vérins pour les portes
- Installations des rideaux d'air au-dessus des portes
- Mètre des caoutchoucs sur les cadres des portes (étanchéité)
- Les doubles ou triples vitrages
- Les frottoirs au-dessous des portes
- Les habitudes des occupants (minimisé le maximum l'entrée et sortie des personnages)
- Joint mousse pour les cadres des portes
- Éviter les types coulissants si ce n'est pas nécessaire
- La silicone sur les joints.



Figure IV. 1 : rideaux d'air des portes



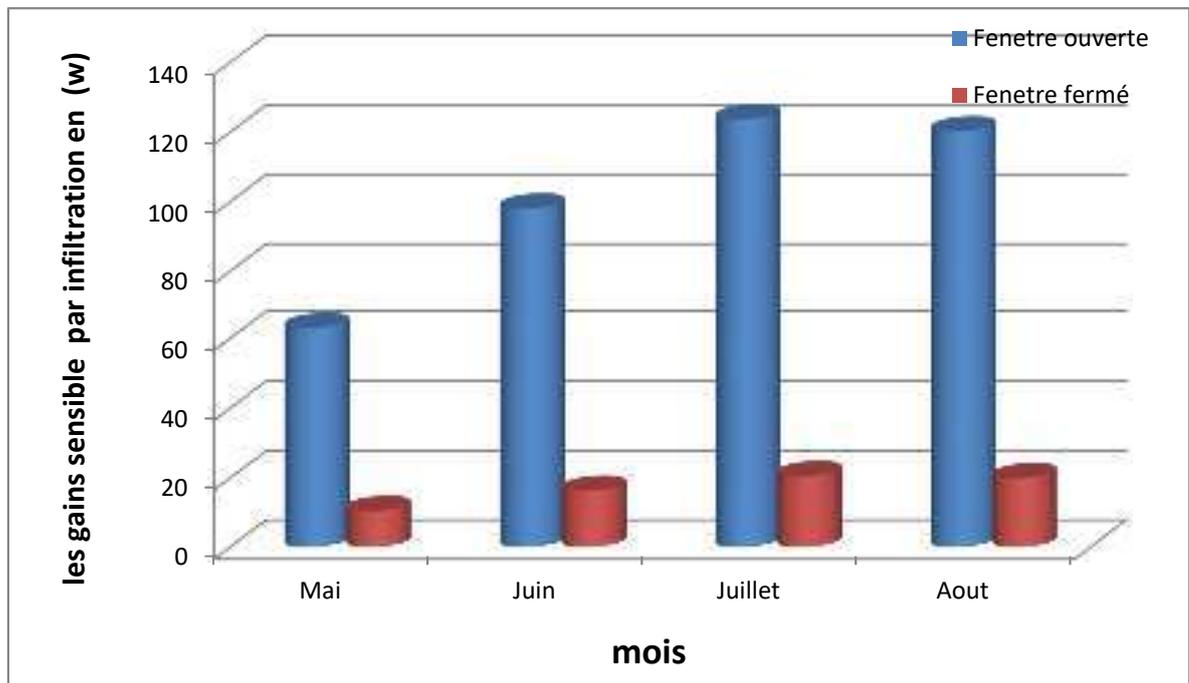
Figure IV. 2 : joint mousse



Figure IV. 3 : joint frottoir et double joint cadre

## Chapitre IV : Résultats et discussions

### IV.2.2 Les Fenêtre (ouvertes et fermés)



Graph IV. 2 : Les gains thermiques sensibles des fenêtres (ouvertes, fermés)

Premièrement, les résultats des gains sensibles dû aux infiltrations sont maximale en juillet avec une puissance de 123,8(w) par fenêtre ouverte, dans le même moi les valeurs sont maximales pour le cas où la fenêtre est fermée (infiltration) par les autres mois, et ces gains atteints une puissance minimale en mai pour les deux types d'ouvertures

En remarque une grande différence entre les valeurs des gains transférés de l'extérieur vers l'intérieur pour les deux cas : fenêtre ouverte et fenêtre fermée, à titre d'exemple les gains par fenêtre fermée représentent presque 16% c'est-à-dire les gains par fenêtres ouvertes est égale a plus de six fois les gains thermiques par les fenêtres fermées (par infiltration), cette comparaison est valable pour tous les mois.

Ensuite, les gains d'infiltrations sensibles se remontent de mai jusqu'à juillet puis ça descend en aout pour une raison de la différence des températures et des vitesses pour chaque mois.

Puis, l'infiltration des gains sensible aux fenêtres ouvertes est supérieure de 60(w) et inférieure de 21(w) aux fenêtres fermées pour une raison de section.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

### Recommandations

- Installations des rideaux d'air au dessus des fenêtres
- Mètre des caoutchoucs sur les cadres
- Les doubles et triple vitrages
- Joint mousse pour les cadres des fenêtres
- Eviter les types coulissants pour les petites fenêtres
- La silicone sur les joints



Figure IV. 4 : joint en caoutchouc



Figure IV. 5 : fenêtre double vitrage



Figure IV. 6 : silicone

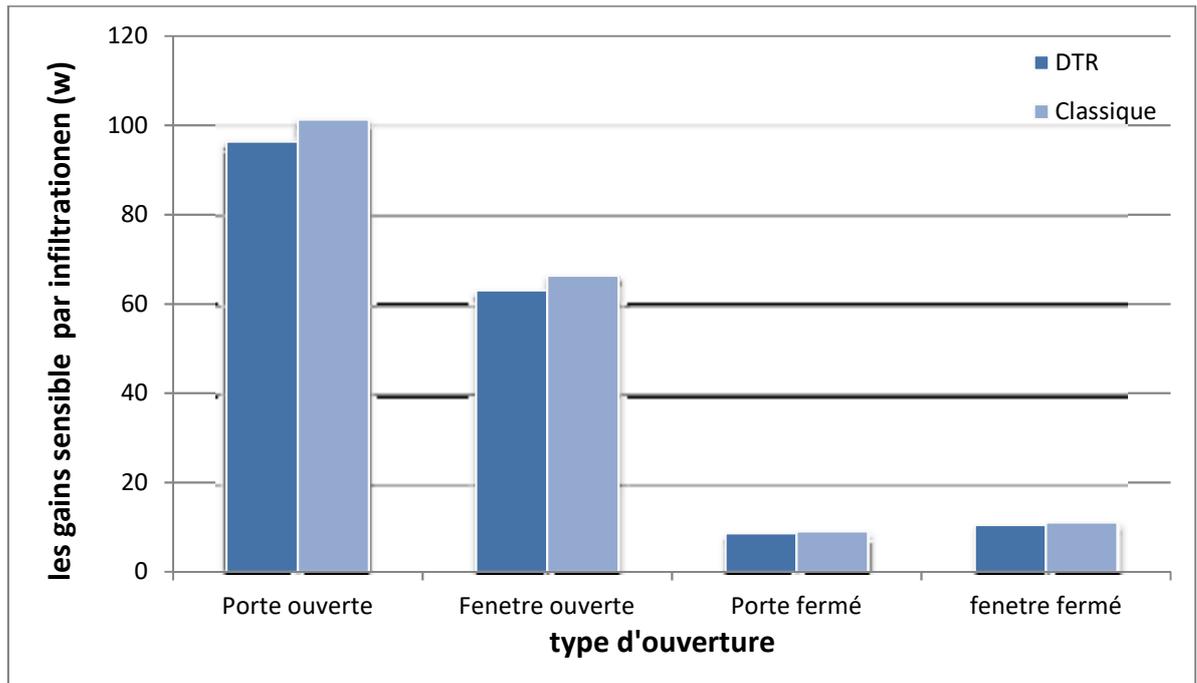


Figure IV. 7 : double joint sur les fenêtres

### IV.3 Comparaison d'infiltration entre la méthode DTR et Classique

#### IV.3.1 par mois

Le mois de Mai

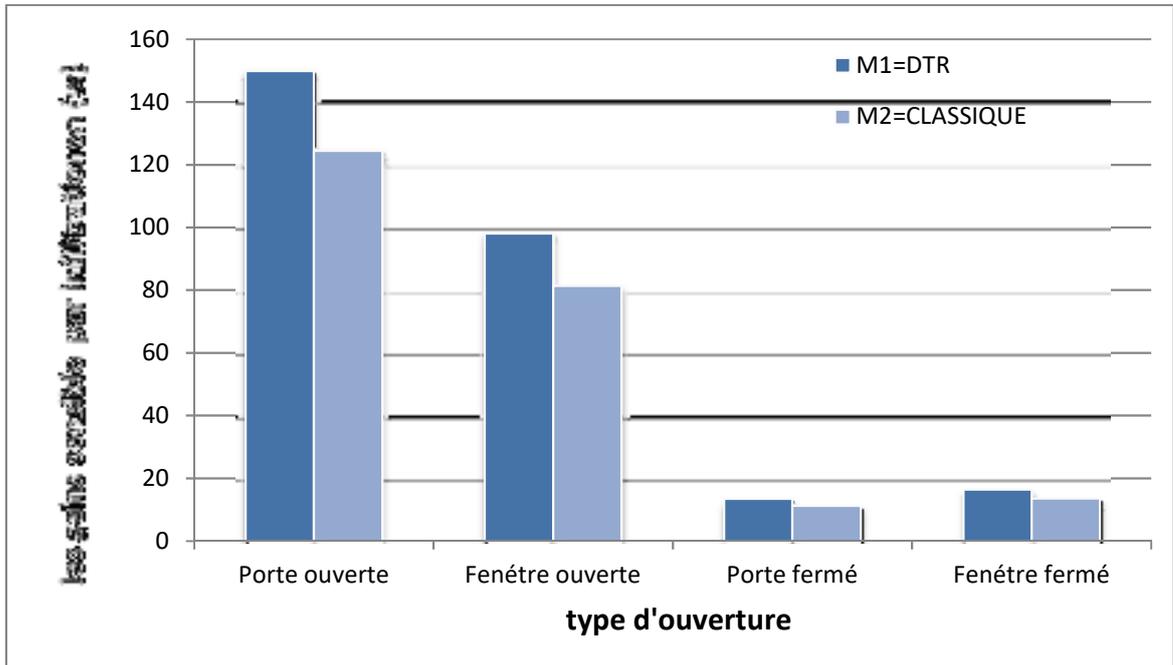


Graph IV. 3 : Les gains thermiques sensibles calculés par les deux méthodes (DTR et classique)

Dans ce graphe on remarque une faible différence entre les valeurs des gains thermiques sensibles calculés par la méthode classique et les gains thermiques calculés par la méthode de la réglementation thermique algérienne, soit seulement une différence de 5 % pour une raison de la différence d'écart moyenne des méthodes les deux valeurs des gains thermiques sensibles.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

Le mois de Juin

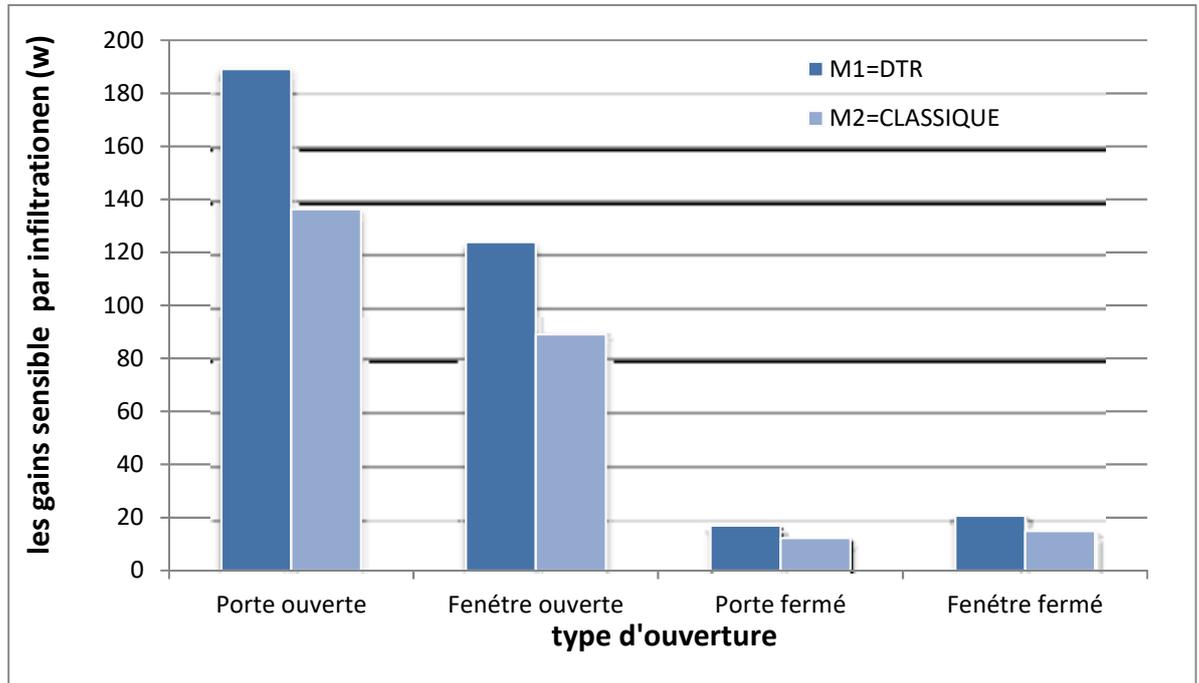


Graph IV. 4 : comparaison entre méthode DTR et Classique pour Juin

Suivant les graphes, les gains thermiques sensibles pendant le mois de juin calculé par les deux méthodes sont un peu divergents (presque de 17%) par rapport à la différence des gains pendant le mois de mai, à cause de la différence d'écart moyenne des températures entre les deux mois

## Chapitre IV : Résultats et discussions

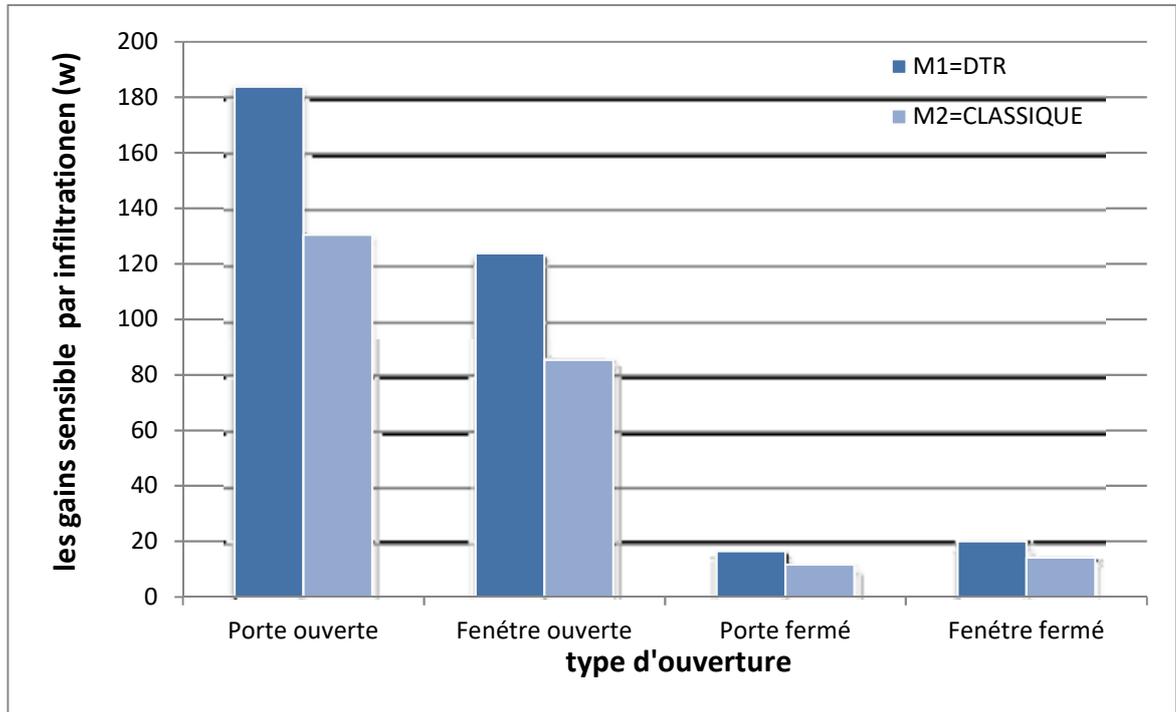
Le mois de Juillet



Graph IV. 5 : Comparaison entre méthode DTR et Classique pour Juillet

Suivant les graphes les gains thermiques sensibles pendant le mois de juillet calculé par les deux méthodes sont un peu divergents (presque de 28%), à cause de la différence d'écart moyenne des températures qui influe sur l'écart entre les deux valeurs des gains thermiques sensibles

### Le mois d'Aout



Graph IV. 6 : Comparaison entre méthode DTR et Classique pour le d'Aout

Les graphes des gains thermiques sensibles pendant le mois d'aout calculés par les deux méthodes sont un peu divergents (presque de 29%), à cause de la différence d'écart moyenne des températures entre l'intérieur (température du confort) et l'extérieur qui est largement supérieure par rapport les mois précédents

### **Commentaire sur les quatre graphes :**

Dans ces quatre graphes la chose commune est la grande valeur des gains thermiques par renouvellement non contrôlé dans le cas où les portes sont ouvertes, donc il faut proposer des solutions pour résoudre ce problème et minimiser ces gains thermiques indésirables pendant la période estivale, les solutions ont été proposées ci-dessus.

Concernant les gains thermiques par infiltration (ouvertures fermées), malgré que ces gains sont inférieurs par rapport aux gains en cas où les ouvertures sont fermées, mais reste toujours représente une valeur non négligeable par rapport aux gains par conduction à travers les différentes couches des murs de l'habitat surtout au niveau des zones chaudes algériennes comme la zone D (le cas de notre étude ; Ouargla)

Les valeurs des gains thermiques calculées par la méthode de la réglementation thermique algérienne sont un peu plus grandes par rapport aux gains thermiques calculés par la méthode classique surtout en plein été à cause des différents coefficients de majoration utilisés dans les équations de cette méthode (humidité spécifique, masse volumique, le produit de la masse volumique moyenne de l'air par la chaleur de vaporisation de l'eau) pour accomplir les différents gains thermiques non calculables par la méthode classique.

## Chapitre IV : Résultats et discussions

### IV.3.2 Résultats de comparaison

<b>DTR</b>	<b>Classique : Simple</b>
Une modélisation peut complexe a programmé et nécessite plusieurs paramètres de calcul	Une modélisation très simple a programmé et facile pour le calcul
Résultats plus précise	Résultats approche de la valeur exacte
Conforme aux normes internationales (ISO 12655, ISO/TC 163)	N'y pas dans les normes internationales
Nécessite dans ses lois le paramètre l'humidité spécifique de base de l'air extérieur et intérieur	Elle n'a pas besoin de coefficient d'humidité
$\rho$ = masse volumique	Absence de la masse volumique
Le produit de la masse volumique moyenne de l'air par la chaleur de vaporisation de l'eau	Elle n'a pas besoin de ce produit de la masse volumique moyenne de l'air par la chaleur de vaporisation de l'eau
Capacité thermique, Vitesse de vent, Section des menuiseries	Capacité thermique, Vitesse vent, Section des menuiseries
Température extérieur et intérieur de bâtiment	Température extérieur et intérieur de bâtiment



**Conclusion**

**et**

**Recommandations**

### Conclusion générale

Ce projet nous a permis de réaliser une étude très importante aux confort thermique et la consommation énergétique, on a utilisé deux méthodes différentes appliqué sur une structure située à Ouargla.

On a effectué une étude utilisant deux méthodes de calcul distinctes, la première c'est le Document Technique Réglementaire (DTR) et l'autre c'est par le débit d'air entrant (Classique), une comparaison a été faite entre ces deux méthodes.

On constate que : l'écart entre les deux méthodes pour le calcul des gains sensible est presque 10 % dans la plupart du temps qui représente un écart non négligeable qui influe sur le bilan énergétique total du bâtiment. La méthode DTR utilise des équations simplifiées contient tous les paramètres influant adaptés aux normes internationales.

D'après cette étude qu'on a réalisée, il convient de souligner l'importance d'utiliser la réglementation thermique par les architectes et les thermiciens dans les bureaux d'étude pour calculer et analyser les besoins énergétiques du bâtiment pour leurs projets de construction afin de bien dimensionner les systèmes de traitement d'air et avoir un confort thermique assuré.

Enfin, nous espérons que ce modeste travail sera un soutien pour d'autres projets de fin d'études.

### Recommandations

Pour avoir le confort thermique et l'économe dans la consommation énergétique, plusieurs techniques et des matériaux d'étanchéité ont été proposés pour réduire les infiltrations d'air et minimiser les pertes thermiques, parmi ces modèles on recommande :

- L'utilisation de la réglementation thermique algérienne pour les bureaux d'études
- Des matériaux spécialisent sur la formulation des bâtiments et de béton
- Démunit les grandeurs des fenêtres pour réduire l'infiltration
- Des menuiseries en PVC contrairement en bois et aluminium
- Utilisation de double vitrage sur les fenêtres
- Les rideaux d'air installé au-dessus des menuiseries
- Les rideaux en tissu à l'intérieur des menuiseries
- Les caoutchoucs installés au-dessous des menuiseries

## Bibliographie

- [1] centre d'études technique de l'environnement (CETE) de Lyon perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments (généralités et sensibilisation)
- [2] modèle national de consommation énergétique site du ministère d'énergie et de mine Algérien
- [3] CAMPAJOLA VIVIANA, FANCHIOTTI ALDO, GALLO CETINA, et al. Architecture bioclimatique. Roma: Luca Edizione d'Arte S.P.A, 1989
- [4] COLLARD PHILIPPE. Approche multicritère de l'évaluation de la qualité des ambiances intérieures : application aux bâtiments tertiaires. Thèse Génie Civil et Sciences de l'Habitat. Chambéry: Université de Savoie, 2001
- [5] d'olivier sidler, note technique et réflexion (ENERTECH : bureau d'études) 2016
- [6] Vlad and florin Io dache, Approche acoustique pour l'estimation de la perméabilité de l'air dans le bâtiment 2012
- [7] F.R. d'Ambrosio Alfano, M. Dell'Isola, G. Ficco, F. Tassini, Analyse expérimentale de l'étanchéité à l'air dans les bâtiments méditerranéens à l'aide de la méthode de pressurisation par ventilateur 2012
- [8] Zhengen Ren, Dong Chen, Simulation de l'infiltration d'air du logement australien et son impact sur consommation d'énergie 2015
- [9] Pascal Brink, Oliver Kornadt, René Oly, Évaluation de l'infiltration d'air dans les bâtiments industriels 2015
- [10] Gabriel Happle, Jimeno A. Fonseca, Arno Schlüter, Effets des approches de modélisation de l'infiltration d'air dans les prévisions de la demande énergétique des bâtiments urbains 2017
- [11] Laura Pomfret, Arman Hashemi, Confort thermique dans les bâtiments à consommation énergétique zéro 2017

[12] Wei Liu, Xing Wang Zhao, Qing an Chen, Une nouvelle méthode pour mesurer le taux d'infiltration d'air dans les bâtiments 2018

[13]. Candas, V. and Henmann, C. 1995, Les bases physiologiques de l'inconfort, in F. Penot et J.B. Saulnier (eds.), La thermique de l'Homme et de son proche emironnement (Paris: Elsevier), 11 1-122.

[14]. Candas, V., Herrmann, C., Bothorel, B., Sari, H. and Gonord, M. 1996, Climate cooling for comfort: convective or radiative choice, in Y. Shapiro, D.S. Moraw and Y. Epstein (eds.), Environmental Ergonomics. Recent Progress and New Frontiers (ICEE 96) (London and Tel Aviv: Freund Publishing House), 174-178.

[15] site actergie bureau d'études thermique et de conseil indépendant 2015

[16] Walker IS, Wilson DJ. Evaluating models for superposition of wind and stack effect in air infiltration. Build Environ 1993

[17]. Chan W R, Joh J, Sherman M H, Analysis of Air Leakage Measurements from Residential Diagnostics Database, 2012 LBNL-5967E, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2012.

[18]. Han G, Srebric J, Enache-Pommer E, Different modeling strategies of infiltration rates for an office building to improve accuracy of building energy simulations, 2015 Energy and Buildings 86 (2015) 288–295, 2015.

[19]. DOE, 2011 Building Energy Data Book, U.S. Department of Energy, 2012.

[20]. M. Thierry Geissler [www.internorm.fr](http://www.internorm.fr) est un site édité par Internorm Fenêtres SAS 10 rue Alcide de Gaspéri 68392 Sausheim – RCS 435 172 564 (2017)

[21]. Guillaume BOUZIGUES. Le directeur de la publication du Site GUIDEFENETRE.COM RCS Roubaix – Tourcoing 424 761 419 00045 (2017)

[22] Accueil et présentation sur le site de l'université Kasdi Merbah Ouargla 2018

[23] Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB), Réglementation thermique de climatisation C 3-4, DTR

**[24]** office nationale de la météorologie d'Ouargla 2017

**[25]** CLIMATE-MODEL BY CLIMATE-DATA.ORG data was collected between 1982 and 2012

## ANNEXES

### Annexe 1 : stations météorologiques

Station	N° d'identification	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	P <sub>at</sub> Standard (kPa)
MOSTAGANEM	60457	35.88N	0.12E	137.0	99.690
M'SILA	60467	35.67N	4.50E	441.0	96.140
NAAMA	60557	33.27N	0.30W	1166.0	88.080
ORAN SENIA	60490	35.63N	0.60W	90.0	100.250
OUARGLA	60580	31.93N	5.40E	144.0	99.610
OUM EL BOUAGHI	60421	35.87N	7.12E	888.8	91.090
SAIDA	60536	34.87N	0.15E	750.0	92.630
SETIF	60443	36.18N	5.25E	1033.0	89.520
SIDI BEL ABBES	60520	35.20N	0.62W	475.0	95.750
SIKIDA	60355	36.88N	6.90E	1.3	101.310
SOUK AHRAS	60423	36.28N	7.97E	680.0	93.420
TAMENRASSET AEROPORT	60680	22.82N	5.45E	1362.0	86.000
TEBESSA	60475	35.42N	8.12E	820.5	91.850
TENES	60410	36.50N	1.33E	17.0	101.120
TIARET	60511	35.35N	1.47E	977.0	90.130
TIMIMOUN	60607	29.25N	0.28E	312.0	97.630
TINDOUF	60656	27.70N	8.17W	443.0	96.120
TIZI OUZOU	60395	36.70N	4.05E	188.2	99.080
TLEMCEN ZENATA	60531	35.02N	1.45W	246.1	98.400
TOUGGOURT	60555	33.07N	6.08E	87.0	100.280

## Annexe 2 : l'infiltration par les portes et fenêtres

DÉSIGNATION	$Q_{vo_{air}}$	$Q_{vo_{air}}$
	Vent perpendiculaire à l'ouvrant (en $m^3/h.m^2$ d'ouverture)	Vent oblique par rapport à l'ouvrant (en $m^3/h.m^2$ d'ouverture)
Fenêtre ou porte-fenêtre	14,5	8,7
Double fenêtre	8,7	5,2
Porte simple	21,7	13,0
Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité	4,5	2,7
Porte en verre ou glace	145	87
Double porte avec sas		
portes simples	4,2	2,5
portes simples avec seuil et joint d'étanchéité	0,90	0,5
portes en verre	28,1	16,9
Porte à tambour		
avec joint d'étanchéité	7,3	4,4
sans joint d'étanchéité	21,7	13,0

## Annexe 3 : les valeurs des caractéristiques climatiques de base de l'air intérieur

APPLICATION	Niveau de confort amélioré		Niveau de confort normal		
	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)	Accroissement toléré de la température (°C)
<b>Séjour de longue durée</b> Logement, hôtel, bureaux, hôpital, école, etc.	24	45	27	50	2
<b>Séjour de courte durée</b> Magasin, banque, bureaux de poste, salon de coiffure, etc.	24	45	27	50	2
<b>Séjour de durée limitée avec gains latents importants</b> Amphithéâtre, salle de spectacle, lieu de culte, salle de restauration, cuisine, etc.	24	50	27	60	1

**Annexe 4** : les valeurs des caractéristiques climatiques de base de l'air extérieur

Zone climatique		Température sèche $TS_{b,a}$ (°C)	Humidité spécifique $HS_{b,a}$ ( $g_{vap}/kg_{a1}$ )	Ecart diurne $E_b$ (°C)	Température moyenne $TS_m$ (°C)	Ecart annuel de température EAT (°C)
A	alt < 500 m	34	14,5	9	25,5	31
	$500 \leq alt < 1000$ m	33,5	13	10	25	32,5
	alt $\geq 1000$ m	30,5	13	9	22,5	31,5
B	alt < 500 m	38	12,5	15	26,5	36
	$500 \leq alt < 1000$ m	37	11	15	26,5	36
	alt $\geq 1000$ m	35	10	14	25	36
B1	alt < 500 m	42	11	18	29	41,5
B2	alt $\geq 500$ m	39	8,5	18	25	
C	alt < 500 m	39,5	6	18	29	41
	alt $\geq 500$ m	36	11	15	29	36
D	alt < 1000 m	40	8,5	20	27	41,5
	alt $\geq 1000$ m	34	8,5	18	25	40
E		44	6,5	15,5	33	38
E1	alt < 500 m	37	6	18	29	41
	alt $\geq 500$ m	34	11	15	29	36
F		46	5,5	16,5	36,5	43

## Annexe 5 : zonage climatique thermique

29 MASCARA	Groupe de communes 1 : MOCTADOUZ, EL GHOMRI, SIDI ABDELMOUMENE, ALAIMIA, RAS EL AIN AMIROUCHE, SEDJERARA, MOHAMMADIA, OGGAZ, BOUHENNI, EL MENAOUER, SIG, ZAHANA, EL BORDJ, AIN FARES, HACINE, EL MAMOUNIA, FERRAGUIG, SIDI ABDELDJABAR, SEHAILIA, CHORFA, EL GAADA, KHALOUIA, EL GUEITNA, TICHENNIF, MAOUSSA, MASCARA, EL KEURT, TIZI, BOUHANIFIA	A
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	B
30 OUARGLA	Groupe de communes 1 : EL BORMA	C
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	D
31 ORAN	Groupe de communes : Toutes les communes	A
32 EL BAYADH	Groupe de communes 1 : BREZINA, EL ABIODH SIDI CHEIKH, EL BNOUD	C
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	B
33 ILLIZI	Groupe de communes : Toutes les communes	C
34 BORDJ BOU ARRERIDJ	Groupe de communes 1 : EL MAIN, DJAAFRA, TAFREG, KHELIL, TESMART, BORDJ ZEMOURA, COLLA, OULED SIDI BRAHIM, OULED DAHMANE, THENIET EL ANSEUR, HARAZA	A
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	B
BOUMERDES 35	Groupe de communes 1 : DELLYS, SIDI DAOUD, AFIR, BEN CHOUD, BAGHLIA, OULED AISSA, TAOURGA	A1
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	A
36 EL-TARF	Groupe de communes 1 : EL KALA, BERRIHANE	A1
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	A
37 TINDOUF	Groupe de communes : Toutes les communes	D
38 TISSEMSILT	Groupe de communes 1 : LAZHARIA, LARBAA, BOUCAID, BORDJ BOUNAAMA	A
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	B
39 EL OUED	Groupe de communes 1 : OUM TIOUR, EL MCHAIR, SIDI KHELLIL, TENDLA, MRARA, DJAMAA, SIDI AMRANE	D
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	C
40 KHENCHELA	Groupe de communes 1 : BABAR	C
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	B

## Annexe 6 : les portes ouvertes pour les quatre mois

MAI							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	4,9	1004,0	26,2	25,0	1,2	3,3	19,4
2	4,4	1004,0	26,1	25,0	1,1	3,3	15,9
3	4,0	1004,0	26,5	25,0	1,5	3,3	19,5
4	3,1	1004,0	27,6	25,0	2,6	3,3	26,9
5	3,3	1004,0	30,6	25,0	5,6	3,3	60,0
6	3,9	1004,0	33,2	25,0	8,2	3,3	105,0
7	5,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	3,3	73,3
8	4,6	1004,0	26,6	25,0	1,6	3,3	24,5
9	4,5	1004,0	29,6	25,0	4,6	3,3	67,8
10	9,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	3,3	304,4
11	8,0	1004,0	37,5	25,0	12,5	3,3	330,0
12	8,9	1004,0	37,5	25,0	12,5	3,3	366,8
13	5,3	1004,0	32,4	25,0	7,4	3,3	128,9
14	6,5	1004,0	28,9	25,0	3,9	3,3	84,5
15	9,6	1004,0	27,3	25,0	2,3	3,3	72,2
16	5,8	1004,0	25,8	25,0	0,8	3,3	15,7
17	4,1	1004,0	27,0	25,0	2,0	3,3	27,8
18	4,0	1004,0	28,0	25,0	3,0	3,3	39,3
19	1,9	1004,0	30,4	25,0	5,4	3,3	33,2
20	3,1	1004,0	33,5	25,0	8,5	3,3	87,6
21	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	3,3	75,5
22	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	3,3	75,2
23	4,0	1004,0	31,0	25,0	6,0	3,3	79,2
24	4,9	1004,0	31,9	25,0	6,9	3,3	111,9
25	4,1	1004,0	32,8	25,0	7,8	3,3	106,6
26	4,9	1004,0	34,3	25,0	9,3	3,3	149,6
27	4,6	1004,0	36,0	25,0	11,0	3,3	168,8
28	6,8	1004,0	33,3	25,0	8,3	3,3	186,5
29	6,1	1004,0	29,9	25,0	4,9	3,3	99,4
30	7,3	1004,0	28,9	25,0	3,9	3,3	93,7
31	8,4	1004,0	28,3	25,0	3,3	3,3	92,3
<b>TOTALE</b>	<b>5,4</b>	<b>1004,0</b>	<b>30,4</b>	<b>25,0</b>	<b>5,4</b>	<b>3,3</b>	<b>101,3</b>

**JUIN**

jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	6,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	3,3	86,7
2	6,3	1004,0	31,0	25,0	6,0	3,3	124,0
3	5,5	1004,0	33,4	25,0	8,4	3,3	152,8
4	9,4	1004,0	33,0	25,0	8,0	3,3	248,9
5	6,1	1004,0	29,7	25,0	4,7	3,3	94,9
6	4,9	1004,0	27,4	25,0	2,4	3,3	39,2
7	2,9	1004,0	28,8	25,0	3,8	3,3	36,2
8	3,4	1004,0	30,5	25,0	5,5	3,3	61,6
9	2,8	1004,0	32,3	25,0	7,3	3,3	66,4
10	4,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	3,3	142,2
11	4,9	1004,0	35,7	25,0	10,7	3,3	173,0
12	6,1	1004,0	33,1	25,0	8,1	3,3	164,6
13	6,0	1004,0	29,7	25,0	4,7	3,3	92,9
14	6,3	1004,0	31,8	25,0	6,8	3,3	141,3
15	5,4	1004,0	33,4	25,0	8,4	3,3	149,1
16	3,9	1004,0	34,1	25,0	9,1	3,3	116,2
17	2,6	1004,0	33,2	25,0	8,2	3,3	71,5
18	1,3	1004,0	34,1	25,0	9,1	3,3	37,5
19	4,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	3,3	152,1
20	5,9	1004,0	33,7	25,0	8,7	3,3	169,1
21	2,4	1004,0	34,3	25,0	9,3	3,3	73,2
22	4,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	3,3	149,4
23	5,5	1004,0	34,5	25,0	9,5	3,3	172,4
24	5,1	1004,0	33,7	25,0	8,7	3,3	147,7
25	4,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	3,3	143,1
26	1,3	1004,0	35,4	25,0	10,4	3,3	43,2
27	2,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	3,3	93,9
28	3,1	1004,0	36,6	25,0	11,6	3,3	120,2
29	4,4	1004,0	37,2	25,0	12,2	3,3	176,5
30	6,8	1004,0	38,1	25,0	13,1	3,3	293,0
<b>TOTALE</b>	<b>4,6</b>	<b>1004,0</b>	<b>33,4</b>	<b>25,0</b>	<b>8,4</b>	<b>3,3</b>	<b>124,4</b>

JUILLET							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	8,3	1004,0	33,0	25,0	8,0	3,3	217,6
2	7,1	1004,0	30,7	25,0	5,7	3,3	134,6
3	5,3	1004,0	29,1	25,0	4,1	3,3	70,4
4	5,3	1004,0	30,1	25,0	5,1	3,3	88,7
5	5,8	1004,0	30,9	25,0	5,9	3,3	112,9
6	5,5	1004,0	32,6	25,0	7,6	3,3	137,8
7	4,4	1004,0	33,9	25,0	8,9	3,3	128,6
8	3,3	1004,0	34,2	25,0	9,2	3,3	99,3
9	4,4	1004,0	34,6	25,0	9,6	3,3	139,2
10	4,5	1004,0	35,8	25,0	10,8	3,3	160,3
11	4,0	1004,0	35,6	25,0	10,6	3,3	140,3
12	3,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	3,3	130,6
13	1,9	1004,0	37,7	25,0	12,7	3,3	79,1
14	1,3	1004,0	39,5	25,0	14,5	3,3	59,9
15	2,4	1004,0	39,5	25,0	14,5	3,3	114,0
16	5,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	3,3	214,8
17	4,6	1004,0	33,4	25,0	8,4	3,3	128,1
18	5,0	1004,0	33,4	25,0	8,4	3,3	139,2
19	2,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	3,3	79,4
20	3,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	3,3	133,9
21	4,3	1004,0	39,6	25,0	14,6	3,3	206,1
22	3,4	1004,0	40,1	25,0	15,1	3,3	168,6
23	2,4	1004,0	40,0	25,0	15,0	3,3	118,3
24	2,4	1004,0	39,6	25,0	14,6	3,3	114,8
25	4,5	1004,0	38,0	25,0	13,0	3,3	193,1
26	4,1	1004,0	37,0	25,0	12,0	3,3	164,5
27	4,0	1004,0	34,9	25,0	9,9	3,3	131,4
28	4,8	1004,0	35,2	25,0	10,2	3,3	161,1
29	5,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	3,3	186,8
30	2,8	1004,0	37,0	25,0	12,0	3,3	109,3
31	3,8	1004,0	37,8	25,0	12,8	3,3	158,4
<b>TOTALE</b>	<b>4,1</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,6</b>	<b>25,0</b>	<b>10,6</b>	<b>3,3</b>	<b>136,2</b>

AOUT							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	3,6	1004,0	37,1	25,0	12,1	3,3	145,6
2	5,0	1004,0	35,1	25,0	10,1	3,3	166,9
3	4,3	1004,0	34,7	25,0	9,7	3,3	136,8
4	4,0	1004,0	34,1	25,0	9,1	3,3	120,3
5	3,1	1004,0	34,9	25,0	9,9	3,3	102,9
6	2,6	1004,0	36,6	25,0	11,6	3,3	100,7
7	1,6	1004,0	37,4	25,0	12,4	3,3	66,9
8	1,1	1004,0	37,6	25,0	12,6	3,3	47,0
9	3,0	1004,0	38,0	25,0	13,0	3,3	128,8
10	3,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	3,3	166,6
11	2,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	3,3	122,2
12	2,4	1004,0	37,7	25,0	12,7	3,3	99,8
13	4,9	1004,0	35,1	25,0	10,1	3,3	163,3
14	4,9	1004,0	38,0	25,0	13,0	3,3	210,2
15	3,8	1004,0	38,6	25,0	13,6	3,3	169,0
16	5,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	3,3	189,9
17	5,5	1004,0	37,7	25,0	12,7	3,3	231,4
18	5,6	1004,0	36,1	25,0	11,1	3,3	205,9
19	2,6	1004,0	35,2	25,0	10,2	3,3	88,8
20	2,9	1004,0	35,9	25,0	10,9	3,3	103,5
21	1,9	1004,0	35,5	25,0	10,5	3,3	65,0
22	4,5	1004,0	33,0	25,0	8,0	3,3	119,3
23	6,3	1004,0	32,7	25,0	7,7	3,3	158,9
24	4,8	1004,0	32,7	25,0	7,7	3,3	120,4
25	5,5	1004,0	31,6	25,0	6,6	3,3	119,6
26	4,5	1004,0	31,8	25,0	6,8	3,3	101,2
27	3,3	1004,0	31,7	25,0	6,7	3,3	72,4
28	3,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	3,3	81,8
29	5,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	3,3	134,8
30	5,0	1004,0	33,5	25,0	8,5	3,3	141,2
31	5,3	1004,0	34,5	25,0	9,5	3,3	165,2
<b>TOTALE</b>	<b>3,9</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,3</b>	<b>25,0</b>	<b>10,3</b>	<b>3,3</b>	<b>130,5</b>

## Annexe 7 : les fenêtres ouvertes pour les quatre mois

MAI							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	4,9	1004,0	26,2	25,0	1,2	2,16	12,7
2	4,4	1004,0	26,1	25,0	1,1	2,16	10,4
3	4,0	1004,0	26,5	25,0	1,5	2,16	12,8
4	3,1	1004,0	27,6	25,0	2,6	2,16	17,6
5	3,3	1004,0	30,6	25,0	5,6	2,16	39,3
6	3,9	1004,0	33,2	25,0	8,2	2,16	68,7
7	5,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	2,16	48,0
8	4,6	1004,0	26,6	25,0	1,6	2,16	16,0
9	4,5	1004,0	29,6	25,0	4,6	2,16	44,4
10	9,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	2,16	199,2
11	8,0	1004,0	37,5	25,0	12,5	2,16	216,0
12	8,9	1004,0	37,5	25,0	12,5	2,16	240,1
13	5,3	1004,0	32,4	25,0	7,4	2,16	84,4
14	6,5	1004,0	28,9	25,0	3,9	2,16	55,3
15	9,6	1004,0	27,3	25,0	2,3	2,16	47,2
16	5,8	1004,0	25,8	25,0	0,8	2,16	10,3
17	4,1	1004,0	27,0	25,0	2,0	2,16	18,2
18	4,0	1004,0	28,0	25,0	3,0	2,16	25,7
19	1,9	1004,0	30,4	25,0	5,4	2,16	21,8
20	3,1	1004,0	33,5	25,0	8,5	2,16	57,4
21	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	2,16	49,4
22	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	2,16	49,2
23	4,0	1004,0	31,0	25,0	6,0	2,16	51,8
24	4,9	1004,0	31,9	25,0	6,9	2,16	73,2
25	4,1	1004,0	32,8	25,0	7,8	2,16	69,8
26	4,9	1004,0	34,3	25,0	9,3	2,16	97,9
27	4,6	1004,0	36,0	25,0	11,0	2,16	110,5
28	6,8	1004,0	33,3	25,0	8,3	2,16	122,0
29	6,1	1004,0	29,9	25,0	4,9	2,16	65,1
30	7,3	1004,0	28,9	25,0	3,9	2,16	61,3
31	8,4	1004,0	28,3	25,0	3,3	2,16	60,4
<b>TOTALE</b>	<b>5,4</b>	<b>1004,0</b>	<b>30,4</b>	<b>25,0</b>	<b>5,4</b>	<b>2,16</b>	<b>66,3</b>

JUN							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	6,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	2,16	56,7
2	6,3	1004,0	31,0	25,0	6,0	2,16	81,2
3	5,5	1004,0	33,4	25,0	8,4	2,16	100,0
4	9,4	1004,0	33,0	25,0	8,0	2,16	162,9
5	6,1	1004,0	29,7	25,0	4,7	2,16	62,1
6	4,9	1004,0	27,4	25,0	2,4	2,16	25,6
7	2,9	1004,0	28,8	25,0	3,8	2,16	23,7
8	3,4	1004,0	30,5	25,0	5,5	2,16	40,3
9	2,8	1004,0	32,3	25,0	7,3	2,16	43,5
10	4,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	2,16	93,1
11	4,9	1004,0	35,7	25,0	10,7	2,16	113,3
12	6,1	1004,0	33,1	25,0	8,1	2,16	107,8
13	6,0	1004,0	29,7	25,0	4,7	2,16	60,8
14	6,3	1004,0	31,8	25,0	6,8	2,16	92,5
15	5,4	1004,0	33,4	25,0	8,4	2,16	97,6
16	3,9	1004,0	34,1	25,0	9,1	2,16	76,1
17	2,6	1004,0	33,2	25,0	8,2	2,16	46,8
18	1,3	1004,0	34,1	25,0	9,1	2,16	24,6
19	4,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	2,16	99,5
20	5,9	1004,0	33,7	25,0	8,7	2,16	110,7
21	2,4	1004,0	34,3	25,0	9,3	2,16	47,9
22	4,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	2,16	97,8
23	5,5	1004,0	34,5	25,0	9,5	2,16	112,9
24	5,1	1004,0	33,7	25,0	8,7	2,16	96,7
25	4,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	2,16	93,7
26	1,3	1004,0	35,4	25,0	10,4	2,16	28,3
27	2,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	2,16	61,5
28	3,1	1004,0	36,6	25,0	11,6	2,16	78,7
29	4,4	1004,0	37,2	25,0	12,2	2,16	115,5
30	6,8	1004,0	38,1	25,0	13,1	2,16	191,8
<b>TOTALE</b>	<b>4,6</b>	<b>1004,0</b>	<b>33,4</b>	<b>25,0</b>	<b>8,4</b>	2,16	81,4

JUILLET							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	8,3	1004,0	33,0	25,0	8,0	2,16	142,5
2	7,1	1004,0	30,7	25,0	5,7	2,16	88,1
3	5,3	1004,0	29,1	25,0	4,1	2,16	46,1
4	5,3	1004,0	30,1	25,0	5,1	2,16	58,1
5	5,8	1004,0	30,9	25,0	5,9	2,16	73,9
6	5,5	1004,0	32,6	25,0	7,6	2,16	90,2
7	4,4	1004,0	33,9	25,0	8,9	2,16	84,2
8	3,3	1004,0	34,2	25,0	9,2	2,16	65,0
9	4,4	1004,0	34,6	25,0	9,6	2,16	91,1
10	4,5	1004,0	35,8	25,0	10,8	2,16	104,9
11	4,0	1004,0	35,6	25,0	10,6	2,16	91,8
12	3,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	2,16	85,5
13	1,9	1004,0	37,7	25,0	12,7	2,16	51,7
14	1,3	1004,0	39,5	25,0	14,5	2,16	39,2
15	2,4	1004,0	39,5	25,0	14,5	2,16	74,6
16	5,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	2,16	140,6
17	4,6	1004,0	33,4	25,0	8,4	2,16	83,9
18	5,0	1004,0	33,4	25,0	8,4	2,16	91,1
19	2,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	2,16	52,0
20	3,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	2,16	87,7
21	4,3	1004,0	39,6	25,0	14,6	2,16	134,9
22	3,4	1004,0	40,1	25,0	15,1	2,16	110,3
23	2,4	1004,0	40,0	25,0	15,0	2,16	77,5
24	2,4	1004,0	39,6	25,0	14,6	2,16	75,1
25	4,5	1004,0	38,0	25,0	13,0	2,16	126,4
26	4,1	1004,0	37,0	25,0	12,0	2,16	107,7
27	4,0	1004,0	34,9	25,0	9,9	2,16	86,0
28	4,8	1004,0	35,2	25,0	10,2	2,16	105,5
29	5,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	2,16	122,3
30	2,8	1004,0	37,0	25,0	12,0	2,16	71,6
31	3,8	1004,0	37,8	25,0	12,8	2,16	103,7
<b>TOTALE</b>	<b>4,1</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,6</b>	<b>25,0</b>	<b>10,6</b>	2,16	<b>89,1</b>

AOUT							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	3,6	1004,0	37,1	25,0	12,1	2,16	95,3
2	5,0	1004,0	35,1	25,0	10,1	2,16	109,2
3	4,3	1004,0	34,7	25,0	9,7	2,16	89,5
4	4,0	1004,0	34,1	25,0	9,1	2,16	78,7
5	3,1	1004,0	34,9	25,0	9,9	2,16	67,3
6	2,6	1004,0	36,6	25,0	11,6	2,16	65,9
7	1,6	1004,0	37,4	25,0	12,4	2,16	43,8
8	1,1	1004,0	37,6	25,0	12,6	2,16	30,7
9	3,0	1004,0	38,0	25,0	13,0	2,16	84,3
10	3,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	2,16	109,1
11	2,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	2,16	80,0
12	2,4	1004,0	37,7	25,0	12,7	2,16	65,3
13	4,9	1004,0	35,1	25,0	10,1	2,16	106,9
14	4,9	1004,0	38,0	25,0	13,0	2,16	137,6
15	3,8	1004,0	38,6	25,0	13,6	2,16	110,6
16	5,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	2,16	124,3
17	5,5	1004,0	37,7	25,0	12,7	2,16	151,5
18	5,6	1004,0	36,1	25,0	11,1	2,16	134,8
19	2,6	1004,0	35,2	25,0	10,2	2,16	58,1
20	2,9	1004,0	35,9	25,0	10,9	2,16	67,7
21	1,9	1004,0	35,5	25,0	10,5	2,16	42,5
22	4,5	1004,0	33,0	25,0	8,0	2,16	78,1
23	6,3	1004,0	32,7	25,0	7,7	2,16	104,0
24	4,8	1004,0	32,7	25,0	7,7	2,16	78,8
25	5,5	1004,0	31,6	25,0	6,6	2,16	78,3
26	4,5	1004,0	31,8	25,0	6,8	2,16	66,2
27	3,3	1004,0	31,7	25,0	6,7	2,16	47,4
28	3,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	2,16	53,5
29	5,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	2,16	88,2
30	5,0	1004,0	33,5	25,0	8,5	2,16	92,4
31	5,3	1004,0	34,5	25,0	9,5	2,16	108,2
<b>TOTALE</b>	<b>3,9</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,3</b>	<b>25,0</b>	<b>10,3</b>	2,16	85,4

## Annexe 8 : les portes fermées pour les quatre mois

MAI							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	4,9	1004,0	26,2	25,0	1,2	0,296	1,7
2	4,4	1004,0	26,1	25,0	1,1	0,296	1,4
3	4,0	1004,0	26,5	25,0	1,5	0,296	1,8
4	3,1	1004,0	27,6	25,0	2,6	0,296	2,4
5	3,3	1004,0	30,6	25,0	5,6	0,296	5,4
6	3,9	1004,0	33,2	25,0	8,2	0,296	9,4
7	5,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,296	6,6
8	4,6	1004,0	26,6	25,0	1,6	0,296	2,2
9	4,5	1004,0	29,6	25,0	4,6	0,296	6,1
10	9,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	0,296	27,3
11	8,0	1004,0	37,5	25,0	12,5	0,296	29,6
12	8,9	1004,0	37,5	25,0	12,5	0,296	32,9
13	5,3	1004,0	32,4	25,0	7,4	0,296	11,6
14	6,5	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,296	7,6
15	9,6	1004,0	27,3	25,0	2,3	0,296	6,5
16	5,8	1004,0	25,8	25,0	0,8	0,296	1,4
17	4,1	1004,0	27,0	25,0	2,0	0,296	2,5
18	4,0	1004,0	28,0	25,0	3,0	0,296	3,5
19	1,9	1004,0	30,4	25,0	5,4	0,296	3,0
20	3,1	1004,0	33,5	25,0	8,5	0,296	7,9
21	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	0,296	6,8
22	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	0,296	6,7
23	4,0	1004,0	31,0	25,0	6,0	0,296	7,1
24	4,9	1004,0	31,9	25,0	6,9	0,296	10,0
25	4,1	1004,0	32,8	25,0	7,8	0,296	9,6
26	4,9	1004,0	34,3	25,0	9,3	0,296	13,4
27	4,6	1004,0	36,0	25,0	11,0	0,296	15,1
28	6,8	1004,0	33,3	25,0	8,3	0,296	16,7
29	6,1	1004,0	29,9	25,0	4,9	0,296	8,9
30	7,3	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,296	8,4
31	8,4	1004,0	28,3	25,0	3,3	0,296	8,3
<b>TOTALE</b>	<b>5,4</b>	<b>1004,0</b>	<b>30,4</b>	<b>25,0</b>	<b>5,4</b>	<b>0,296</b>	<b>9,1</b>

JUN							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	6,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,296	7,8
2	6,3	1004,0	31,0	25,0	6,0	0,296	11,1
3	5,5	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,296	13,7
4	9,4	1004,0	33,0	25,0	8,0	0,296	22,3
5	6,1	1004,0	29,7	25,0	4,7	0,296	8,5
6	4,9	1004,0	27,4	25,0	2,4	0,296	3,5
7	2,9	1004,0	28,8	25,0	3,8	0,296	3,2
8	3,4	1004,0	30,5	25,0	5,5	0,296	5,5
9	2,8	1004,0	32,3	25,0	7,3	0,296	6,0
10	4,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	0,296	12,8
11	4,9	1004,0	35,7	25,0	10,7	0,296	15,5
12	6,1	1004,0	33,1	25,0	8,1	0,296	14,8
13	6,0	1004,0	29,7	25,0	4,7	0,296	8,3
14	6,3	1004,0	31,8	25,0	6,8	0,296	12,7
15	5,4	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,296	13,4
16	3,9	1004,0	34,1	25,0	9,1	0,296	10,4
17	2,6	1004,0	33,2	25,0	8,2	0,296	6,4
18	1,3	1004,0	34,1	25,0	9,1	0,296	3,4
19	4,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	0,296	13,6
20	5,9	1004,0	33,7	25,0	8,7	0,296	15,2
21	2,4	1004,0	34,3	25,0	9,3	0,296	6,6
22	4,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,296	13,4
23	5,5	1004,0	34,5	25,0	9,5	0,296	15,5
24	5,1	1004,0	33,7	25,0	8,7	0,296	13,3
25	4,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	0,296	12,8
26	1,3	1004,0	35,4	25,0	10,4	0,296	3,9
27	2,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,296	8,4
28	3,1	1004,0	36,6	25,0	11,6	0,296	10,8
29	4,4	1004,0	37,2	25,0	12,2	0,296	15,8
30	6,8	1004,0	38,1	25,0	13,1	0,296	26,3
<b>TOTALE</b>	<b>4,6</b>	<b>1004,0</b>	<b>33,4</b>	<b>25,0</b>	<b>8,4</b>	<b>0,296</b>	<b>11,2</b>

JUILLET							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	8,3	1004,0	33,0	25,0	8,0	0,296	19,5
2	7,1	1004,0	30,7	25,0	5,7	0,296	12,1
3	5,3	1004,0	29,1	25,0	4,1	0,296	6,3
4	5,3	1004,0	30,1	25,0	5,1	0,296	8,0
5	5,8	1004,0	30,9	25,0	5,9	0,296	10,1
6	5,5	1004,0	32,6	25,0	7,6	0,296	12,4
7	4,4	1004,0	33,9	25,0	8,9	0,296	11,5
8	3,3	1004,0	34,2	25,0	9,2	0,296	8,9
9	4,4	1004,0	34,6	25,0	9,6	0,296	12,5
10	4,5	1004,0	35,8	25,0	10,8	0,296	14,4
11	4,0	1004,0	35,6	25,0	10,6	0,296	12,6
12	3,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,296	11,7
13	1,9	1004,0	37,7	25,0	12,7	0,296	7,1
14	1,3	1004,0	39,5	25,0	14,5	0,296	5,4
15	2,4	1004,0	39,5	25,0	14,5	0,296	10,2
16	5,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	0,296	19,3
17	4,6	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,296	11,5
18	5,0	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,296	12,5
19	2,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	0,296	7,1
20	3,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	0,296	12,0
21	4,3	1004,0	39,6	25,0	14,6	0,296	18,5
22	3,4	1004,0	40,1	25,0	15,1	0,296	15,1
23	2,4	1004,0	40,0	25,0	15,0	0,296	10,6
24	2,4	1004,0	39,6	25,0	14,6	0,296	10,3
25	4,5	1004,0	38,0	25,0	13,0	0,296	17,3
26	4,1	1004,0	37,0	25,0	12,0	0,296	14,8
27	4,0	1004,0	34,9	25,0	9,9	0,296	11,8
28	4,8	1004,0	35,2	25,0	10,2	0,296	14,5
29	5,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,296	16,8
30	2,8	1004,0	37,0	25,0	12,0	0,296	9,8
31	3,8	1004,0	37,8	25,0	12,8	0,296	14,2
<b>TOTALE</b>	<b>4,1</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,6</b>	<b>25,0</b>	<b>10,6</b>	0,296	12,2

AOUT							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	3,6	1004,0	37,1	25,0	12,1	0,296	13,1
2	5,0	1004,0	35,1	25,0	10,1	0,296	15,0
3	4,3	1004,0	34,7	25,0	9,7	0,296	12,3
4	4,0	1004,0	34,1	25,0	9,1	0,296	10,8
5	3,1	1004,0	34,9	25,0	9,9	0,296	9,2
6	2,6	1004,0	36,6	25,0	11,6	0,296	9,0
7	1,6	1004,0	37,4	25,0	12,4	0,296	6,0
8	1,1	1004,0	37,6	25,0	12,6	0,296	4,2
9	3,0	1004,0	38,0	25,0	13,0	0,296	11,6
10	3,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	0,296	14,9
11	2,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	0,296	11,0
12	2,4	1004,0	37,7	25,0	12,7	0,296	9,0
13	4,9	1004,0	35,1	25,0	10,1	0,296	14,7
14	4,9	1004,0	38,0	25,0	13,0	0,296	18,9
15	3,8	1004,0	38,6	25,0	13,6	0,296	15,2
16	5,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	0,296	17,0
17	5,5	1004,0	37,7	25,0	12,7	0,296	20,8
18	5,6	1004,0	36,1	25,0	11,1	0,296	18,5
19	2,6	1004,0	35,2	25,0	10,2	0,296	8,0
20	2,9	1004,0	35,9	25,0	10,9	0,296	9,3
21	1,9	1004,0	35,5	25,0	10,5	0,296	5,8
22	4,5	1004,0	33,0	25,0	8,0	0,296	10,7
23	6,3	1004,0	32,7	25,0	7,7	0,296	14,3
24	4,8	1004,0	32,7	25,0	7,7	0,296	10,8
25	5,5	1004,0	31,6	25,0	6,6	0,296	10,7
26	4,5	1004,0	31,8	25,0	6,8	0,296	9,1
27	3,3	1004,0	31,7	25,0	6,7	0,296	6,5
28	3,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	0,296	7,3
29	5,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	0,296	12,1
30	5,0	1004,0	33,5	25,0	8,5	0,296	12,7
31	5,3	1004,0	34,5	25,0	9,5	0,296	14,8
<b>TOTALE</b>	<b>3,9</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,3</b>	<b>25,0</b>	<b>10,3</b>	0,296	11,7

## Annexe 9 : les fenêtres fermées pour les quatre mois

MAI							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	4,9	1004,0	26,2	25,0	1,2	0,36	2,1
2	4,4	1004,0	26,1	25,0	1,1	0,36	1,7
3	4,0	1004,0	26,5	25,0	1,5	0,36	2,1
4	3,1	1004,0	27,6	25,0	2,6	0,36	2,9
5	3,3	1004,0	30,6	25,0	5,6	0,36	6,5
6	3,9	1004,0	33,2	25,0	8,2	0,36	11,4
7	5,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,36	8,0
8	4,6	1004,0	26,6	25,0	1,6	0,36	2,7
9	4,5	1004,0	29,6	25,0	4,6	0,36	7,4
10	9,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	0,36	33,2
11	8,0	1004,0	37,5	25,0	12,5	0,36	36,0
12	8,9	1004,0	37,5	25,0	12,5	0,36	40,0
13	5,3	1004,0	32,4	25,0	7,4	0,36	14,1
14	6,5	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,36	9,2
15	9,6	1004,0	27,3	25,0	2,3	0,36	7,9
16	5,8	1004,0	25,8	25,0	0,8	0,36	1,7
17	4,1	1004,0	27,0	25,0	2,0	0,36	3,0
18	4,0	1004,0	28,0	25,0	3,0	0,36	4,3
19	1,9	1004,0	30,4	25,0	5,4	0,36	3,6
20	3,1	1004,0	33,5	25,0	8,5	0,36	9,6
21	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	0,36	8,2
22	5,4	1004,0	29,2	25,0	4,2	0,36	8,2
23	4,0	1004,0	31,0	25,0	6,0	0,36	8,6
24	4,9	1004,0	31,9	25,0	6,9	0,36	12,2
25	4,1	1004,0	32,8	25,0	7,8	0,36	11,6
26	4,9	1004,0	34,3	25,0	9,3	0,36	16,3
27	4,6	1004,0	36,0	25,0	11,0	0,36	18,4
28	6,8	1004,0	33,3	25,0	8,3	0,36	20,3
29	6,1	1004,0	29,9	25,0	4,9	0,36	10,8
30	7,3	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,36	10,2
31	8,4	1004,0	28,3	25,0	3,3	0,36	10,1
<b>TOTALE</b>	<b>5,4</b>	<b>1004,0</b>	<b>30,4</b>	<b>25,0</b>	<b>5,4</b>	<b>0,36</b>	<b>11,1</b>

JUN							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	6,8	1004,0	28,9	25,0	3,9	0,36	9,5
2	6,3	1004,0	31,0	25,0	6,0	0,36	13,5
3	5,5	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,36	16,7
4	9,4	1004,0	33,0	25,0	8,0	0,36	27,2
5	6,1	1004,0	29,7	25,0	4,7	0,36	10,3
6	4,9	1004,0	27,4	25,0	2,4	0,36	4,3
7	2,9	1004,0	28,8	25,0	3,8	0,36	3,9
8	3,4	1004,0	30,5	25,0	5,5	0,36	6,7
9	2,8	1004,0	32,3	25,0	7,3	0,36	7,2
10	4,4	1004,0	34,8	25,0	9,8	0,36	15,5
11	4,9	1004,0	35,7	25,0	10,7	0,36	18,9
12	6,1	1004,0	33,1	25,0	8,1	0,36	18,0
13	6,0	1004,0	29,7	25,0	4,7	0,36	10,1
14	6,3	1004,0	31,8	25,0	6,8	0,36	15,4
15	5,4	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,36	16,3
16	3,9	1004,0	34,1	25,0	9,1	0,36	12,7
17	2,6	1004,0	33,2	25,0	8,2	0,36	7,8
18	1,3	1004,0	34,1	25,0	9,1	0,36	4,1
19	4,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	0,36	16,6
20	5,9	1004,0	33,7	25,0	8,7	0,36	18,4
21	2,4	1004,0	34,3	25,0	9,3	0,36	8,0
22	4,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,36	16,3
23	5,5	1004,0	34,5	25,0	9,5	0,36	18,8
24	5,1	1004,0	33,7	25,0	8,7	0,36	16,1
25	4,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	0,36	15,6
26	1,3	1004,0	35,4	25,0	10,4	0,36	4,7
27	2,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,36	10,2
28	3,1	1004,0	36,6	25,0	11,6	0,36	13,1
29	4,4	1004,0	37,2	25,0	12,2	0,36	19,3
30	6,8	1004,0	38,1	25,0	13,1	0,36	32,0
<b>TOTALE</b>	<b>4,6</b>	<b>1004,0</b>	<b>33,4</b>	<b>25,0</b>	<b>8,4</b>	0,36	<b>13,6</b>

JUILLET							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	8,3	1004,0	33,0	25,0	8,0	0,36	23,7
2	7,1	1004,0	30,7	25,0	5,7	0,36	14,7
3	5,3	1004,0	29,1	25,0	4,1	0,36	7,7
4	5,3	1004,0	30,1	25,0	5,1	0,36	9,7
5	5,8	1004,0	30,9	25,0	5,9	0,36	12,3
6	5,5	1004,0	32,6	25,0	7,6	0,36	15,0
7	4,4	1004,0	33,9	25,0	8,9	0,36	14,0
8	3,3	1004,0	34,2	25,0	9,2	0,36	10,8
9	4,4	1004,0	34,6	25,0	9,6	0,36	15,2
10	4,5	1004,0	35,8	25,0	10,8	0,36	17,5
11	4,0	1004,0	35,6	25,0	10,6	0,36	15,3
12	3,5	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,36	14,2
13	1,9	1004,0	37,7	25,0	12,7	0,36	8,6
14	1,3	1004,0	39,5	25,0	14,5	0,36	6,5
15	2,4	1004,0	39,5	25,0	14,5	0,36	12,4
16	5,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	0,36	23,4
17	4,6	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,36	14,0
18	5,0	1004,0	33,4	25,0	8,4	0,36	15,2
19	2,5	1004,0	34,6	25,0	9,6	0,36	8,7
20	3,3	1004,0	37,4	25,0	12,4	0,36	14,6
21	4,3	1004,0	39,6	25,0	14,6	0,36	22,5
22	3,4	1004,0	40,1	25,0	15,1	0,36	18,4
23	2,4	1004,0	40,0	25,0	15,0	0,36	12,9
24	2,4	1004,0	39,6	25,0	14,6	0,36	12,5
25	4,5	1004,0	38,0	25,0	13,0	0,36	21,1
26	4,1	1004,0	37,0	25,0	12,0	0,36	17,9
27	4,0	1004,0	34,9	25,0	9,9	0,36	14,3
28	4,8	1004,0	35,2	25,0	10,2	0,36	17,6
29	5,0	1004,0	36,3	25,0	11,3	0,36	20,4
30	2,8	1004,0	37,0	25,0	12,0	0,36	11,9
31	3,8	1004,0	37,8	25,0	12,8	0,36	17,3
<b>TOTALE</b>	<b>4,1</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,6</b>	<b>25,0</b>	<b>10,6</b>	<b>0,36</b>	<b>14,9</b>

AOUT							
jour	vitesse m/s	CP	Text C°	Tint C°	(Text-Tint)	section m <sup>2</sup>	Q*CP*(Tex-Tint)
1	3,6	1004,0	37,1	25,0	12,1	0,36	15,9
2	5,0	1004,0	35,1	25,0	10,1	0,36	18,2
3	4,3	1004,0	34,7	25,0	9,7	0,36	14,9
4	4,0	1004,0	34,1	25,0	9,1	0,36	13,1
5	3,1	1004,0	34,9	25,0	9,9	0,36	11,2
6	2,6	1004,0	36,6	25,0	11,6	0,36	11,0
7	1,6	1004,0	37,4	25,0	12,4	0,36	7,3
8	1,1	1004,0	37,6	25,0	12,6	0,36	5,1
9	3,0	1004,0	38,0	25,0	13,0	0,36	14,1
10	3,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	0,36	18,2
11	2,8	1004,0	38,4	25,0	13,4	0,36	13,3
12	2,4	1004,0	37,7	25,0	12,7	0,36	10,9
13	4,9	1004,0	35,1	25,0	10,1	0,36	17,8
14	4,9	1004,0	38,0	25,0	13,0	0,36	22,9
15	3,8	1004,0	38,6	25,0	13,6	0,36	18,4
16	5,0	1004,0	36,5	25,0	11,5	0,36	20,7
17	5,5	1004,0	37,7	25,0	12,7	0,36	25,2
18	5,6	1004,0	36,1	25,0	11,1	0,36	22,5
19	2,6	1004,0	35,2	25,0	10,2	0,36	9,7
20	2,9	1004,0	35,9	25,0	10,9	0,36	11,3
21	1,9	1004,0	35,5	25,0	10,5	0,36	7,1
22	4,5	1004,0	33,0	25,0	8,0	0,36	13,0
23	6,3	1004,0	32,7	25,0	7,7	0,36	17,3
24	4,8	1004,0	32,7	25,0	7,7	0,36	13,1
25	5,5	1004,0	31,6	25,0	6,6	0,36	13,0
26	4,5	1004,0	31,8	25,0	6,8	0,36	11,0
27	3,3	1004,0	31,7	25,0	6,7	0,36	7,9
28	3,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	0,36	8,9
29	5,1	1004,0	32,9	25,0	7,9	0,36	14,7
30	5,0	1004,0	33,5	25,0	8,5	0,36	15,4
31	5,3	1004,0	34,5	25,0	9,5	0,36	18,0
<b>TOTALE</b>	<b>3,9</b>	<b>1004,0</b>	<b>35,3</b>	<b>25,0</b>	<b>10,3</b>	0,36	<b>14,2</b>

## Résumé

Plusieurs paramètres du confort thermique ont été optimisés dans cette étude , des calculs ont été effectués concernant l'infiltration au niveau des menuiseries, suivis d'une étude utilisant la méthode DTR (Document Technique Réglementaire) et la méthode de calcul du débit d'air infiltré (Classique) sur le long des ouvertures extérieures des portes et des fenêtres de la structure, les calculs montrent pour ce bâtiment que les écarts des valeurs des gains thermiques entre les deux modélisations sont convergents avec une légère supériorité des valeurs calculée par la réglementation thermique algérienne, ainsi que le DTR est une méthode officielle conforme aux normes internationales et pour la méthode classique c'est une méthode qui n'utilise pas les coefficients de majoration , les principaux lieux d'infiltration d'air sur le bâtiment sont les menuiseries au niveau des ouvertures. Une comparaison entre les deux méthodes a été faite et des solutions ont été proposées pour améliorer l'étanchéité du bâtiment et minimiser les gains thermiques en été et en hiver et par conséquent réduire la consommation en énergie pour le bâtiment étudié.

**Mot clé :** confort thermique, perméabilités, l'infiltration, l'étanchéité

## **Abstract**

Several parameters of the thermal comfort were optimized in this study, calculations were carried out of the infiltration at the joinery level, followed by a study using the DTR (Document Technique Reglementaire) method and the method of calculation of the air flow rate infiltrated (Classical) along the external doors and window openings of the structure, the calculations show for this building that the values of the heat gains between the two models are convergent with a slight superiority of the values calculated by the thermal regulation Algerian, as well as the DTR is an official method followed the international standards and for the classical method it is a method that does not use the coefficients of increase, the principal places of infiltration of air on the building are the join at door and window. A comparison between the two methods has been made and solutions have been proposed to improve the airtightness and the waterproofness of the building and also minimize the thermal gains in summer.

**Keywords:** thermal comfort, permeability, infiltration, tightness.

## ملخص

تم تحسين العديد من معايير الرفاهية الحرارية، في هذه الدراسة أجريت حسابات بشأن تسرب الهواء على مستوى الابواب والنوافذ بواسطة: طريقة (الوثيقة التقنية التنظيمية) وطريقة حساب تدفق الهواء المتسلل (الكلاسيكي)، على طول الفتحات الخارجية لأبواب ونوافذ المنشأة. تظهر الحسابات لهذا المبنى أن قيم مكاسب الحرارة بين النموذجين متقاربة مع تفوق طفيف في القيم المحسوبة حسب التنظيم الحراري الجزائري، تعتبر الوثيقة التقنية التنظيمية طريقة تتبع المعايير دولية بينما الطريقة الكلاسيكية هي طريقة لا تستخدم معاملات الزيادة.

تم إجراء مقارنة بين الطريقتين وتم اقتراح حلول لتحسين مقاومة تسلل الهواء وكذلك تقليل التسلات الحرارية في فصل الصيف.

### كلمات مفتاحية

الرفاهية الحرارية ، نفاذية المياه، تسلل الهواء ، إحكام الفتحات الخارجي