

---

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



**UNIVERSITE DE BLIDA 1  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE MECANIQUE**

Projet de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du Diplôme de Master  
Spécialité : installation énergétique et turbomachine

SUJET :

**Simulation dynamique des écoulements de l'air frais issus  
d'un système de refroidissement par évaporation à  
l'intérieur d'un poulailler a beba Ali, Algérie**

**Promoteur :**

Dr. KETFI Omar

**CO-Promoteur :**

M.ZERGUINE EL Mahdi

**Réalisé par :**

NOUALI Imad

BERRMILA Med Anis

**Promotion: 2022/2023.**

---

## **REMERCIEMENTS**

Avant tout, Nous remercions ALLAH pour son aide, ses innombrables dons et pour nous avoir donné la force et la volonté d'accomplir ce travail au cours de ces longues années d'étude.

Nos remerciements avant tout notre encadreur Dr. KETFI Omar et le Co promoteur M.ZERGUINE EL Mahdi qui ont accepté de nous encadrer, ainsi que pour leurs soutiens, leurs encouragements, leurs orientations et leurs précieux conseils tout au long de la réalisation de ce Mémoire.

Nous saluons vivement les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de lire et juger ce travail.

Nous remercions tous les enseignants du département de génie mécanique et le personnel administratif et techniques, qui ont contribué de près ou de loin à notre formation

Durant ces cinq années.

Nous voudrions en fin remercier tous ceux qui nous ont accordé leurs aides et leurs encouragements de près ou de loin.

---

---

### *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail aux êtres les plus chers:

À ma maman, qui depuis mon plus jeune âge a toujours fait son maximum, en consacrant temps et argent, pour m'éveiller et m'encourager dans mes passions. Et mon père décédé que Dieu lui fasse miséricorde. C'est grâce à vous et pour vous que j'ai fait mon mémoire.

À ma petite famille, ma sœur, mes deux frères, la femme de mon frère et ses chers enfants

À mon collègue et mon binôme, BERRMILA Anis, je ne peux que dire merci beaucoup de m'avoir soutenue et encouragée tout au long de notre travail commun.

Au notre encadreurs Dr. KETFI Omar et M.ZERGUINE EL Mahdi, Aucun mot sur cette page ne saurait exprimer ce que je vous dois, Qu'Allah vous bénisse pour tout.

À tous mes très chers amis et collègues de la promotion 2022/2023. A tous ceux qui m'ont soutenu, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde Gratitude, Merci à tous, Merci pour tout.

NOUALI IMAD.

---

---

## *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail aux personnes qui comptent le plus dans ma vie.

à ma maman est ma source d'inspiration elle est un modèle de réussite je lui doit tout dans la vie. Elle a toujours été là pour à m'épaulé à me soutenir pour arriver là en j'en suis aujourd'hui. Et à mon père qui est de bon conseil mais aussi pour sa confiance pour le sens de la responsabilité qui m'a transmis depuis tout jeune et pour cela je leurs serai éternellement redevable. Mon succès n'est que le fruit de l'éducation de mes parent et de leurs encouragements pour réaliser mes objectifs d'arriver là où j'en suis aujourd'hui, à ma grande sœur qui est ma meilleur amie ma confidente et ma deuxième maman ainsi qu'à ses de petits anges Abderrahmane et Hadia. C'est principalement grâce à vous que j'ai fait ce mémoire que dieu vous protège et vous garde car vous êtes la lumière de ma vie. A nos de deux encadreurs Dr KETFI Omar et Mr ZERGUINE Mehdi qui nous ont orienté tellement qu'aucun chapitre de ce travail n'aurait lieux sans leurs aide précieuse que dieu vous bénisse pour votre sérieux et implication. A mes très amis chers amis BIBI Mohamed MENOUKATE Oussama et tan d'autre mais aussi à mes camarades de la promo et à toutes les personnes que j'aime et tous ceux qui m'ont soutenue tout au long de mon cursus universitaire et à mon binôme NOUALI Imad mon ami et mon frère qui a fait preuve de détermination et ambitions et enthousiasme depuis le début de l'année scolaire que le bénisse et l'encourage dans tous ces projets futur.

**BERREMILA Anis**

---

---

## Résumé

Il est reconnu que la production de poulets de chair subit un ralentissement flagrant en période de fortes chaleurs (période estivale) vu l'incapacité des éleveurs à assurer un environnement de confort aux poulets, pour cela le taux de mortalité de ces poulets sera élevé ainsi que le prix de ces derniers. Notre sujet rentre dans le cadre d'un projet de recherche basé sur le dimensionnement et la réalisation d'un prototype de refroidissement indirect par évaporation, ce prototype produirait un débit d'air frais et humide qui sera injecté dans un poulailler expérimental à l'institut d'élevage de l'ITELV à BabaAli, Alger. La tâche consacrée dans ce sujet concerne le mode d'injection de l'air à l'intérieur du poulailler ainsi étudier et simuler les différents scénarios possibles pour la détermination et la réalisation du meilleur mode (système) de diffusion assurant une meilleure distribution d'air."

### Abstract

It is recognized that broiler production experiences a significant slowdown during periods of high temperatures (summer season) due to the inability of farmers to provide a comfortable environment for the chickens. As a result, the mortality rate of these chickens will be high, and so will their price. Our topic falls within the scope of a research project focused on the design and implementation of an indirect evaporative cooling prototype. This prototype would generate a flow of cool and humid air that would be injected into an experimental poultry house at the ITELV Poultry Institute in BabaAli, Algiers.

The task dedicated to this topic involves the mode of air injection inside the poultry house, as well as studying and simulating the various possible scenarios to determine and implement the best mode (system) of diffusion to ensure optimal air distribution.

### خلاصة

من المعروف أن إنتاج الدواجن للذبح يتأثر ببطء واضح خلال فترات الحر الشديدة (فصل الصيف) بسبب عجز المربين عن توفير بيئة مريحة للدواجن. وبالتالي، سترتفع نسبة الوفيات بين هذه الدواجن وسيزيد سعرها. يندرج موضوعنا ضمن مشروع بحث يركز على تصميم وتنفيذ نموذج لتبريد غير مباشر بالتبخير، وسيقوم هذا النموذج بتوليد تدفق من الهواء البارد والرطب الذي سيتم حقنه في داخل حظيرة دواجن تجريبية في معهد تربية الدواجن بـ ITELV في بابا علي، الجزائر. المهمة المكرسة في هذا الموضوع تتعلق بطريقة حقن الهواء داخل الحظيرة ودراسة ومحاكاة السيناريوهات المختلفة الممكنة لتحديد وتنفيذ أفضل طريقة (نظام) لتوزيع الهواء بشكل أفضل.

**Mots clés :** refroidissement évaporatif ; poulailler ; poulets de chair ; refroidissement indirect.

---

---

# Sommaire :

Introduction générale

..... 1

## Chapitre 01 : généralité sur le système de refroidissement.

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introduction :.....   | 5  |
| 2     | Définition d'un système de refroidissement : .....                          | 5  |
| 3     | Les types de refroidissement :.....   | 6  |
| 3.1   | Le refroidissement par convection : .....                                   | 6  |
| 3.2   | Refroidissement par impact : .....  | 6  |
| 3.3   | Refroidissement par transpiration :.....                                    | 8  |
| 4     | La comparaison entre les trois types de refroidissement : .....             | 9  |
| 5     | Technique de refroidissement : .....  | 9  |
| 5.1   | Techniques de refroidissements actifs :.....                                | 10 |
| 5.2   | Techniques de refroidissement passif :.....                                 | 11 |
| 5.2.1 | Refroidissement par écoulement d'air : .....                                | 11 |
| 5.2.2 | Refroidissement par changement de phase solide-liquide : .....              | 12 |
| 6     | Le rôle d'un système de refroidissement : .....                             | 13 |
| 7     | Les différentes techniques de refroidissement :.....                        | 13 |
| 7.1   | Le refroidissement évaporatif :.....  | 13 |
| 7.1.1 | Le cycle ouvert : .....   | 13 |
| 7.1.2 | Cycle ouverte avec un échangeur accolé :.....                               | 15 |
| 7.1.3 | Le cycle fermé : (avec échangeur tubulaire intérieur à la tour).....        | 15 |
| 7.1.4 | Le refroidissement par voie sèche et humide : .....                         | 16 |
| 7.1.5 | L'aéroréfrigérant sec : .....   | 17 |
| 8     | Groupe refroidisseur de liquides à condensation par air :.....              | 18 |
| 9     | Le refroidissement par eau en circuit ouvert :.....                         | 19 |
| 10    | Les principaux composants de ce type de refroidissement par eau sont :..... | 19 |
| 10.1  | Les avantages de cette technique : .....                                    | 19 |
| 10.2  | Les inconvénients de cette technique :.....                                 | 20 |
| 11    | La différence entre refroidissement et rafraîchissement : .....             | 20 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 12   | Le rafraîchissement : .....                                    | 20 |
| 13   | Les types de rafraichissement : .....                          | 21 |
| 13.1 | Le rafraîchissement direct : .....                             | 21 |
| 13.2 | Le rafraîchissement indirect : .....                           | 22 |
| 13.3 | Comparatif des différents systèmes de rafraichissement : ..... | 22 |
| 13.4 | Les solutions possibles pour rafraîchir intérieur : .....      | 23 |

## Chapitre 02 : CAS D'ETUDE.

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1    | Introduction : .....  | 25 |
| 2    | Cas d'étude : .....   | 25 |
| 3    | ITELV : .....   | 26 |
| 4    | Bâtiment d'élevage et environnement : .....                       | 30 |
| 4.1  | L'implication du bâtiment : .....                                 | 30 |
| 4.2  | Dimensions : .....  | 31 |
| 4.3  | Coordonnées géographique du bâtiment : .....                      | 31 |
| 4.4  | La longueur de bâtiment : .....                                   | 31 |
| 4.5  | Isolation : .....   | 32 |
| 5    | Ventilation : .....   | 32 |
| 5.1  | Système de ventilation : .....                                    | 33 |
| 6    | La lumière : .....  | 34 |
| 6.1  | Durée et mode d'éclairage : .....                                 | 34 |
| 6.2  | L'âge d'abattage : .....  | 35 |
| 6.3  | L'environnement : .....   | 35 |
| 7    | Gestion de l'élevage des poussins : .....                         | 36 |
| 8    | Dates clés du calendrier de l'élevage : .....                     | 37 |
| 9    | Préparation et configuration du bâtiment : .....                  | 40 |
| 10   | Planification : .....   | 41 |
| 11   | Interaction entre température et humidité : .....                 | 41 |
| 12   | Contrôle de la température et de l'HR (humidité relative) : ..... | 42 |
| 13   | Contrôle de l'environnement : .....                               | 43 |
| 13.1 | Humidité : .....  | 43 |
| 14   | Mise en place d'un espace de démarrage : .....                    | 44 |

---

---

## Chapitre 03: OUTIL DE SIMULATION.

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Introduction :.....                                     | 47 |
| 2   | Interface principal du logiciel ANSYS Workbench : ..... | 47 |
| 3   | Méthode d'application dans Ansys :.....                 | 48 |
| 3.1 | Géométrie :.....  | 49 |
| 3.2 | Maillage :.....   | 49 |
| 3.3 | Configuration :.....                                    | 49 |
| 3.4 | Solution :.....   | 49 |
| 3.5 | Résultats : .....                                       | 49 |
| 4   | Module de création géométrique : .....                  | 50 |
| 5   | Module de Maillage :.....                               | 58 |
| 6   | Module de Configuration :.....                          | 60 |
| 7   | Module de Solution :.....                               | 62 |
| 8   | Module de Résultat : .....                              | 64 |
| 9   | Module de Conclusion :.....                             | 65 |

---

---

## Chapitre 04 : RESULTATS ET INTERPRETATIONS.

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 1     | Introduction :.....  | 67  |
| 2     | Simulation de l'Ancien système : .....   | 67  |
| 2.1   | Cas d'un seul ventilateur en fonctionnement : .....  | 67  |
| 2.2   | Cas de Deux ventilateurs en fonctionnement :.....  | 69  |
| 3     | Nouveau système (configuration proposée) :.....  | 72  |
| 3.1   | Section triangulaire : (Pour une longueur de Tube de 1m et une vitesse de 46,5m/s) :<br>73 |     |
| 3.2   | Section carrée (Pour une longueur de Tube de 1m et une vitesse de 18,84m/s) :.....         | 74  |
| 3.3   | Section circulaire :.....  | 78  |
| 3.3.1 | Pour une longueur de Tube de 1,5m : .....  | 78  |
| 3.3.2 | Pour une longueur de Tube de 2m: .....   | 87  |
| 3.3.3 | Pour une longueur de Tube de 2,5m : .....  | 96  |
| 3.3.4 | Pour une longueur de Tube de 4m : .....  | 106 |
| 4     | Conclusion :.....  | 117 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Conclusion générale : .....    | 118 |
| Reference bibliographies:..... | 119 |

### Liste des figures :

#### Chapitre 01 :

|   |    |
|---|----|
| Figure 1. 1: Système de refroidissement. ....                               | 5  |
| Figure 1. 2: Le refroidissement par convection.....                         | 6  |
| Figure 1. 3: Le refroidissement par impact. ....                            | 7  |
| Figure 1. 4: Le refroidissement par transpiration.....                      | 8  |
| Figure 1. 5: Efficacité pour différentes techniques de refroidissement..... | 9  |
| Figure 1. 6: circuit de refroidissement actif. ....                         | 10 |
| Figure 1. 7: Refroidissement par écoulement d'air. ....                     | 11 |
| Figure 1. 8: Refroidissement par changement de phase solide-liquide.....    | 12 |
| Figure 1. 9: Cycle de refroidissement ouvert. ....                          | 14 |
| Figure 1. 10: Cycle ouverte avec échangeur accolé. ....                     | 15 |
| Figure 1. 11: Cycle de refroidissement fermé. ....                          | 16 |
| Figure 1. 12: Le système de rafraichissement. ....                          | 21 |
| Figure 1. 13: Le système de rafraichissement. ....                          | 21 |
| Figure 1. 14: Le système de rafraichissement. ....                          | 22 |

#### Chapitre 02 :

|   |    |
|---|----|
| Figure 2. 1 : système de rafraichissement dans un poulailler..... | 26 |
| Figure 2. 2: ITELV.....   | 26 |
| Figure 2. 3: Figure de localisation.....                          | 26 |
| Figure 2. 4: l'élevage des animaux.....                           | 27 |
| Figure 2. 5: station cultive.....                                 | 28 |
| Figure 2. 6: auberge production des œufs .....                    | 28 |
| Figure 2. 8: l'élevage de reines .....                            | 29 |
| Figure 2. 9: visite pédagogique .....                             | 29 |
| Figure 2. 10: Les dimensions d'un poulailler.....                 | 31 |
| Figure 2. 11: ventilation naturelle .....                         | 33 |
| Figure 2. 12: Elevage des poulets.....                            | 36 |
| Figure 2. 13: position de thermomètre. ....                       | 43 |

#### Chapitre 04 :

|  |    |
|--|----|
| Figure 4. 1 Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le cas d'un seul ventilateur en fonctionnement. .... | 68 |
|--|----|

---

|  |    |
|--|----|
| Figure 4. 2:Variation de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le cas d'un seul ventilateur en fonctionnement.....  | 68 |
| Figure 4. 3: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le cas de deux ventilateurs en fonctionnement. ....   | 69 |
| Figure 4. 4: Variation de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le cas de deux ventilateurs en fonctionnement. ....   | 70 |
| Figure 4. 5 Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour deux scénarios d'extraction.....   | 71 |
| Figure 4. 6: Variation de nombre de RA pour différentes hauteurs et pour deux scenarios de fonctionnement des extracteurs. ....  | 72 |
| Figure 4. 7: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Triangulaire).....  | 73 |
| Figure 4. 8: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Triangulaire).....   | 74 |
| Figure 4. 9: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Carrée).....  | 75 |
| Figure 4. 10: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Carrée).....  | 75 |
| Figure 4. 11: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour deux scénarios d'une section de tube. ....   | 76 |
| Figure 4. 12: Variation de nombre de RA pour différentes hauteurs et pour deux sections du tube. ....  | 77 |
| Figure 4. 13: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).....          | 78 |
| Figure 4. 14: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s)..... | 79 |
| Figure 4. 15: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).....          | 80 |
| Figure 4. 16: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s)..... | 80 |
| Figure 4. 17: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).....          | 81 |
| Figure 4. 18: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s)..... | 81 |
| Figure 4. 19: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).....          | 82 |
| Figure 4. 20: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s)..... | 83 |
| Figure 4. 21: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).....         | 84 |

---

|  |    |
|--|----|
| Figure 4. 22: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).....  | 84 |
| Figure 4. 23: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).....           | 85 |
| Figure 4. 24: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).....  | 85 |
| Figure 4. 25: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 1.5m avec variation de la vitesse.....                              | 86 |
| Figure 4. 26: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 2m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).....               | 87 |
| Figure 4. 27: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).<br>..... | 88 |
| Figure 4. 28: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).....               | 89 |
| Figure 4. 29: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).<br>.....  | 89 |
| Figure 4. 30 : Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).....              | 90 |
| Figure 4. 31: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).<br>.....  | 90 |
| Figure 4. 32: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).....               | 91 |
| Figure 4. 33: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).<br>..... | 92 |
| Figure 4. 34: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).....              | 93 |
| Figure 4. 35: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).....     | 93 |
| Figure 4. 36: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).....              | 94 |
| Figure 4. 37: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).....     | 94 |
| Figure 4. 39: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).....             | 96 |
| Figure 4. 40 : Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).....   | 97 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Figure 4. 41: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).....             | 98  |
| Figure 4. 42 : Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).....   | 98  |
| Figure 4. 43: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).....             | 99  |
| Figure 4. 44: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).....    | 100 |
| Figure 4. 45: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).....             | 101 |
| Figure 4. 46: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).....    | 101 |
| Figure 4. 47: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).....            | 102 |
| Figure 4. 48: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).....   | 103 |
| Figure 4. 49: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).....            | 104 |
| Figure 4. 50: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).....   | 104 |
| Figure 4. 51: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 2.5m avec variation de la vitesse.....                              | 105 |
| Figure 4. 52: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).....                | 106 |
| Figure 4. 53: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).<br>..... | 107 |
| Figure 4. 54: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).....                | 108 |
| Figure 4. 55: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).<br>..... | 108 |
| Figure 4. 56: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).....                | 109 |
| Figure 4. 57: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).<br>..... | 110 |
| Figure 4. 58: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).....                | 111 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Figure 4. 59: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).  | 111 |
| Figure 4. 60: Distribution de la température l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).            | 112 |
| Figure 4. 61: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s). | 113 |
| Figure 4. 62: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).           | 114 |
| Figure 4. 63: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s). | 114 |
| Figure 4. 64 Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 4m avec variation de la vitesse.                             | 115 |
| Figure 4. 65: Variation de RA pour différent cas des tubes avec variation de la vitesse.   | 116 |
| Figure 4. 66: La comparaison entre les 3 formes de configuration.  | 117 |

#### **Liste des tableaux :**

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Les étapes critiques cibles du lot de poulets de chair sont résumées dans le tableau [11]   | 37 |
| Tableau 2 : relation entre humidité relative (HR) et température apparente  | 42 |
| Tableau 3 : Températures de bâtiment pour l'élevage de poulets de chair. Après 27 jours de vie, la température doit être maintenue à 20 °C ou être adaptée au comportement des oiseaux. Les températures ci-dessous sont indiquées pour une HR de 60-70 % jusqu'à 3 jours de vie, puis, pour une HR de 50 %. [11] | 45 |
| Tableau 1 : Distribution de la Température :  | 67 |
| Tableau 2 : Distribution de la Température :  | 69 |
| Tableau 3 : Température des plans pour différentes cas de fonctionnement des ventilateurs.  | 70 |
| Tableau 4 : Nombre de RA des plans pour différentes cas de fonctionnement des ventilateurs.   | 71 |
| Tableau 5 : Distribution de la température :  | 73 |
| Tableau 6 : Distribution de la température :  | 74 |
| Tableau 7 : Température des plans pour deux type de section (carre et triangulaire).  | 76 |
| Tableau 8 : Nombre de RA des plans pour deux sections du tube :   | 77 |
| Tableau 9 : Distribution de la Température :  | 78 |
| Tableau 10 : Distribution de la Température :   | 79 |
| Tableau 11 : Distribution de la Température :   | 80 |
| Tableau 12 : Distribution de la Température :   | 82 |
| Tableau 13 : Distribution de la Température :   | 83 |
| Tableau 14 : Distribution de la Température :   | 84 |
| Tableau 15 : Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement.  | 86 |
| Tableau 16 : Distribution de la Température :   | 87 |
| Tableau 17 : Distribution de la Température :   | 88 |

---

---

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 18 : Distribution de la Température : .....  | 89  |
| Tableau 19 : Distribution de la Température : .....  | 91  |
| Tableau 20 : Distribution de la Température : .....  | 92  |
| Tableau 21 : Distribution de la Température : .....  | 93  |
| Tableau 22 : Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement. ....                          | 95  |
| Tableau 23: Distribution de la Température : .....   | 96  |
| Tableau 24: Distribution de la Température : .....   | 97  |
| Tableau 25: Distribution de la Température : .....   | 99  |
| Tableau 26: Distribution de la Température : .....   | 100 |
| Tableau 27 : Distribution de la Température : .....  | 102 |
| Tableau 28 : Distribution de la Température : .....  | 103 |
| Tableau 29 : Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement. ....                          | 105 |
| Tableau 30: Distribution de la Température : .....   | 106 |
| Tableau 31: Distribution de la Température : .....   | 107 |
| Tableau 32: Distribution de la Température : .....   | 109 |
| Tableau 33: Distribution de la Température : .....   | 110 |
| Tableau 34 : Distribution de la Température : .....  | 112 |
| Tableau 35 : Distribution de la Température : .....  | 113 |
| Tableau 36: Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement. ....                           | 115 |
| Tableau 37: Le tableau suivant résume la variation de la RA pour différentes vitesses de soufflage. .... | 116 |

## Introduction générale

L'Algérie fait face à plusieurs défis énergétiques en raison de sa dépendance significative vis-à-vis des ressources énergétiques, en particulier des hydrocarbures. En tant que pays riche en pétrole et en gaz naturel, l'Algérie a longtemps utilisé ces ressources comme principale source d'énergie pour répondre à ses besoins nationaux et pour les exportations, cependant la demande intérieure d'énergie en Algérie est en constante augmentation en raison de la croissance démographique, de l'urbanisation et du développement économique. Cela exerce une pression supplémentaire sur les ressources énergétiques existantes et rend nécessaire la recherche de nouvelles sources d'énergie.

Parmi les systèmes considérés comme énergivore c'est les systèmes de refroidissement d'où la consommation énergétique (électrique) de ces derniers devienne beaucoup plus importante en période d'été avec les besoins en refroidissement, dans notre étude, qui s'inscrit dans le cadre d'un projet national de recherche, l'intégration d'un système de refroidissement évaporatif en se basant sur l'intégration des énergies dites vertes pour l'alimentation de ce système sera étudié.

Le local choisi pour cette étude est un simple poulailler destiné pour l'élevage des poulets de chair localisé au niveau de l'institut d'élevage ITELV de BabaAli à Alger, le taux de mortalité des poulets enregistré en période estivale où la température ambiante enregistre des pics, nous a poussé à proposer un système de refroidissement évaporatif basé sur le soufflage de l'air frais humide au lieu de l'aspirer (méthode classique).

Notre mémoire s'oriente vers l'étude des modes de distribution de l'air frais à l'intérieur du poulailler par la simulation des écoulements à l'intérieur du poulailler utilisant l'outil ANSYS, différents scénarios et configurations ont été proposés dans ce mémoire et la meilleure considérée pour être réalisée.

Le mémoire est divisé en quatre chapitres dont un premier qui offre un aperçu des différents types de systèmes de refroidissement utilisés dans l'industrie mécanique. Il explique l'importance du refroidissement pour maintenir les systèmes à des températures acceptables afin d'éviter des problèmes tels que la dilatation des pièces et la diminution de l'isolation.

Le second chapitre souligne l'importance d'un suivi continu et régulier de l'élevage des animaux pour obtenir de bonnes performances zootechniques et assurer une production rentable. Il mentionne que malgré les efforts de modernisation de l'infrastructure avicole, les élevages de poulets de chair rencontrent encore des problèmes en raison de l'utilisation de techniques traditionnelles et d'un contrôle insuffisant des conditions environnementales. L'utilisation de solutions technologiques intelligentes est proposée pour améliorer l'élevage avicole en Algérie. De là on présente un projet de recherche axé sur la conception et la réalisation d'un prototype de refroidissement indirect par évaporation pour un poulailler expérimental. L'objectif est d'injecter de l'air frais et humide dans le poulailler pour créer un environnement confortable pendant les périodes de fortes chaleurs, ce qui réduirait la mortalité des poulets et les coûts de production. L'étude se concentre sur le mode d'injection de l'air à l'intérieur du poulailler et vise à déterminer le meilleur système de diffusion pour assurer une distribution d'air optimale.

Le troisième chapitre présente l'utilisation du logiciel ANSYS Workbench, qui est le leader mondial dans le domaine du calcul par éléments finis (FEA). Le logiciel offre des solutions pour résoudre efficacement les problèmes de validation de produits et optimiser le processus de conception. Le chapitre se concentre sur un cas d'étude spécifique : l'étude du transfert de chaleur dans un poulailler destiné à l'élevage de poulets de chair. Il guide le lecteur à travers les différentes étapes de création de la géométrie du poulailler en utilisant le module de création géométrique, la définition des matériaux et des conditions aux limites, le maillage du modèle, la configuration des paramètres de simulation et enfin l'analyse des résultats.

Le dernier chapitre est consacré à la présentation des résultats de la simulation pour le cas du refroidissement évaporatif d'un poulailler. Les simulations sont effectuées pour deux scénarios : l'ancien système d'installation et la nouvelle installation proposée avec le nouveau système de refroidissement évaporatif. Différentes géométries de gaines de soufflage sont proposées, y compris des sections triangulaires, carrées et circulaires. Les simulations montrent que la distribution de l'air frais est améliorée avec le nouveau système. Dans le cas de la section triangulaire, l'air est distribué de manière uniforme dans le poulailler. Pour la section carrée, bien que l'air atteigne les bords du poulailler, certaines zones restent moyennement rafraîchies. La section circulaire donne les résultats les plus satisfaisants, avec une diminution de la température lorsque la vitesse d'écoulement de l'air augmente.

En conclusion, les résultats suggèrent que le tube d'une longueur de 1,5 mètre et de section circulaire offre la meilleure diffusion de l'air frais et répond le mieux aux besoins de refroidissement du poulailler. Des vitesses d'écoulement plus élevées conduisent à une plus grande différence de température et à un nombre de Ra plus élevé.

---

## CHAPITRE 01 :

*Généralité sur le système de refroidissement.*

## 1 Introduction :

Le circuit de refroidissement a pour rôle de restituer à l'environnement une grande partie de la chaleur. En effet, le bon fonctionnement d'un système n'est plus possible au-delà de certaines températures. La température maximale de fonctionnement d'un système est limitée par sa résistance et par les variations dimensionnelles. L'élévation de température a pour effet de dilater les pièces, de modifier les propriétés des matériaux et peut provoquer la diminution de l'isolement et de leur durée de vie. Dans ce chapitre, nous allons présenter les différents types et éléments constitutifs des systèmes de refroidissement utilisés dans l'industrie mécanique.

## 2 Définition d'un système de refroidissement :

Les systèmes de refroidissement de tous les procédés industriels et manufacturiers qui utilisent l'énergie transforment plusieurs formes d'énergie (mécanique, électrique, etc.) Les systèmes de refroidissement sont fondés sur les principes de la thermodynamique. Ils traduisent les échanges de chaleur entre le fluide de procédé et le réfrigérant ainsi que le rejet de la chaleur non récupérable dans l'environnement.

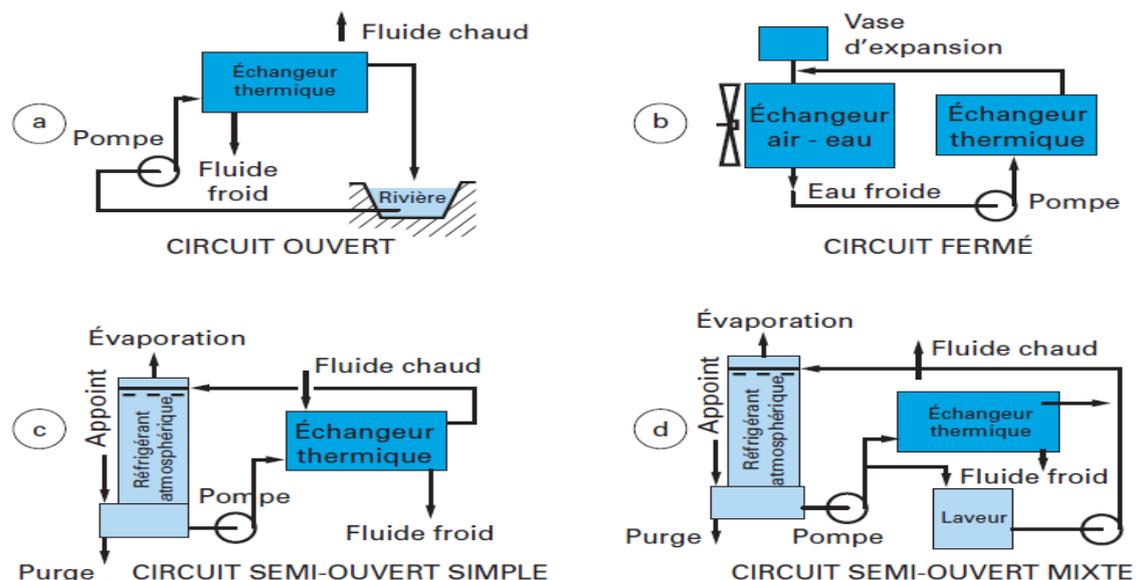


Figure 1. 1: Système de refroidissement.

### 3 Les types de refroidissement :

#### 3.1 Le refroidissement par convection :

C'est le mécanisme par lequel la chaleur est transférée du dispositif chaud par l'écoulement du fluide entourant l'objet. Le fluide peut être l'air, qui est le plus courant, ou un autre fluide approprié. Au cours du processus de refroidissement, la chaleur provoque une expansion du fluide et réduit sa densité. La différence de densité provoque l'écoulement du fluide et, se faisant, le fluide le plus chaud, le plus dilaté et le moins dense contient une certaine quantité d'énergie thermique. Cela se traduit par le transfert d'énergie de l'objet chaud dans l'air ou le fluide environnant. [1]

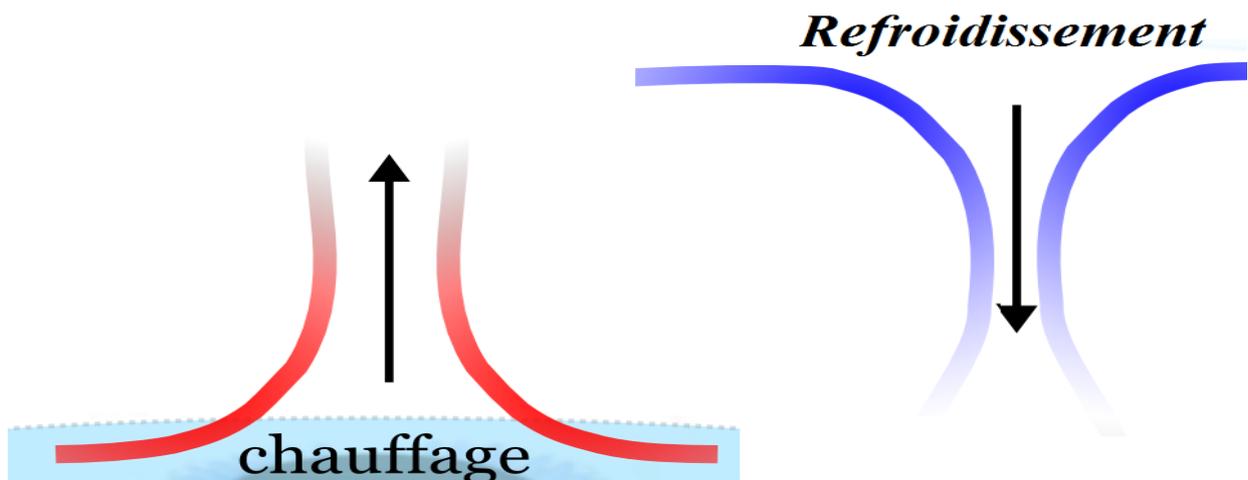


Figure 1. 2: Le refroidissement par convection.

#### 3.2 Refroidissement par impact :

Une autre méthode pour amplifier le processus de refroidissement par film classique consiste à utiliser un système de filtration par impact comme illustré sur la figure I.3. Ceci est similaire au système de convection décrit ci-dessus. Excepté que le passage à double paroi est bloqué à son extrémité en amont et que la paroi externe est bloquée. La région à double paroi est perforée. L'avantage de la méthode provient de l'utilisation d'air de refroidissement pour

remplir un double objectif. Tout d'abord, l'air est formé en plusieurs petits jets qui assurent un refroidissement par impact sur une section de la paroi, puis se rejoignent pour former une feuille annulaire fonctionnant dans un mode de refroidissement par flux classique pour refroidir une autre section de la paroi. Un autre avantage de ce type de refroidissement est que les jets d'impact peuvent être positionnés de manière à fournir un refroidissement supplémentaire sur les points chauds de l'aube. Ceci dit, le refroidissement par impact a aussi des inconvénients car il nécessite une construction à double paroi entraînant des pénalités en termes de coût et de poids. Par ailleurs, la différence fondamentale de température entre les deux murs pose des problèmes d'expansion différentielle pouvant conduire à un flambage de la paroi interne si les points chauds locaux deviennent trop chauds. De plus, les coefficients de transfert de chaleur élevés qui sont normalement associés au refroidissement par impact ne peuvent être entièrement réalisés en effet le flux d'air formé sur la paroi interne par les jets d'air en amont tend à réduire l'efficacité du refroidissement par impact des jets d'air en aval. [1]

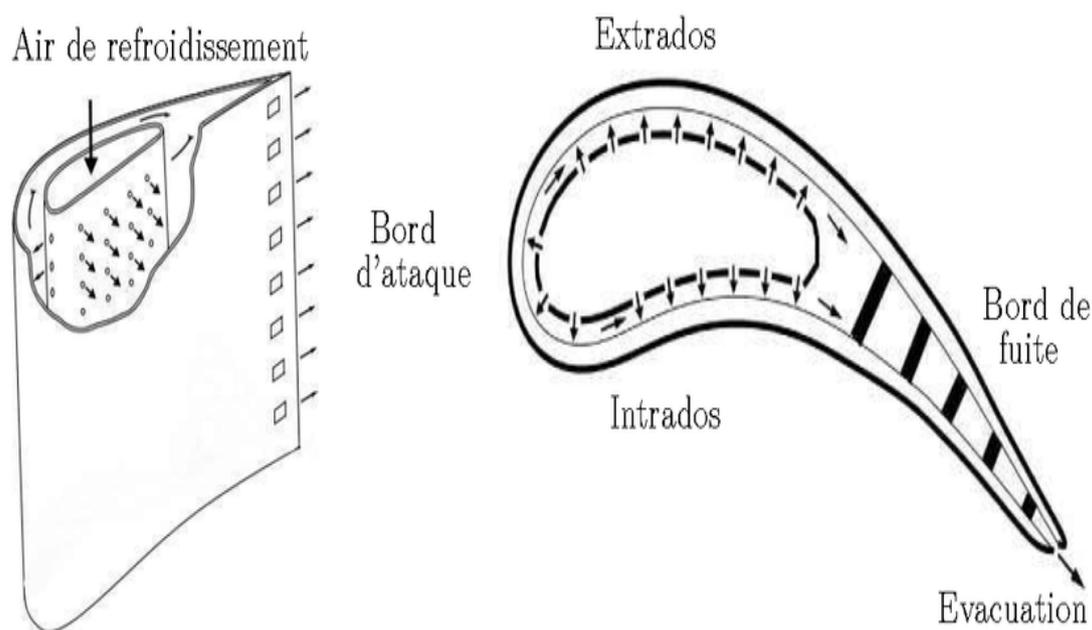


Figure 1. 3: Le refroidissement par impact.

### 3.3 Refroidissement par transpiration :

Un système de refroidissement idéal serait un système dans lequel est maintenue la température maximale du matériau, car les régions plus froides représenteraient un gaspillage d'air de refroidissement. La méthode qui se rapproche le plus de cet idéal est connue sous le nom de refroidissement par transpiration, dans lequel la paroi est construite à partir d'un matériau poreux offrant une grande surface interne pour le transfert de chaleur à l'air qui la traverse, comme illustré à la figure. Comme les pores sont uniformément dispersés sur la surface de la paroi, le jet d'air sorte de chaque pore se fondant rapidement pour former une couche protectrice d'air frais sur toute la surface interne. De cette manière, le transfert de chaleur par convection du gaz chaud vers les parois de la chemise peut être considérablement réduit, entraînant des économies substantielles en air de refroidissement de film. Même si le flux d'air protecteur empêche totalement les gaz chauds d'entrer en contact physique avec la paroi du revêtement intérieur, celui-ci sera tout de même exposé à un rayonnement intense de la flamme. Le seul moyen d'évacuer cette chaleur est de transférer l'air de refroidissement pendant son passage à travers la paroi poreuse. Cela signifie qu'en plus de servir de milieu poreux, la paroi doit également présenter de bonnes propriétés de transfert de chaleur et une épaisseur suffisante. Un problème que cela pose est que, pour former une couche limite stable sur la surface intérieure des parois, le flux de liquide de refroidissement doit apparaître à une vitesse aussi faible que possible, alors que pour un transfert de chaleur maximal à l'intérieur de la paroi, une vitesse élevée est requise. [1]

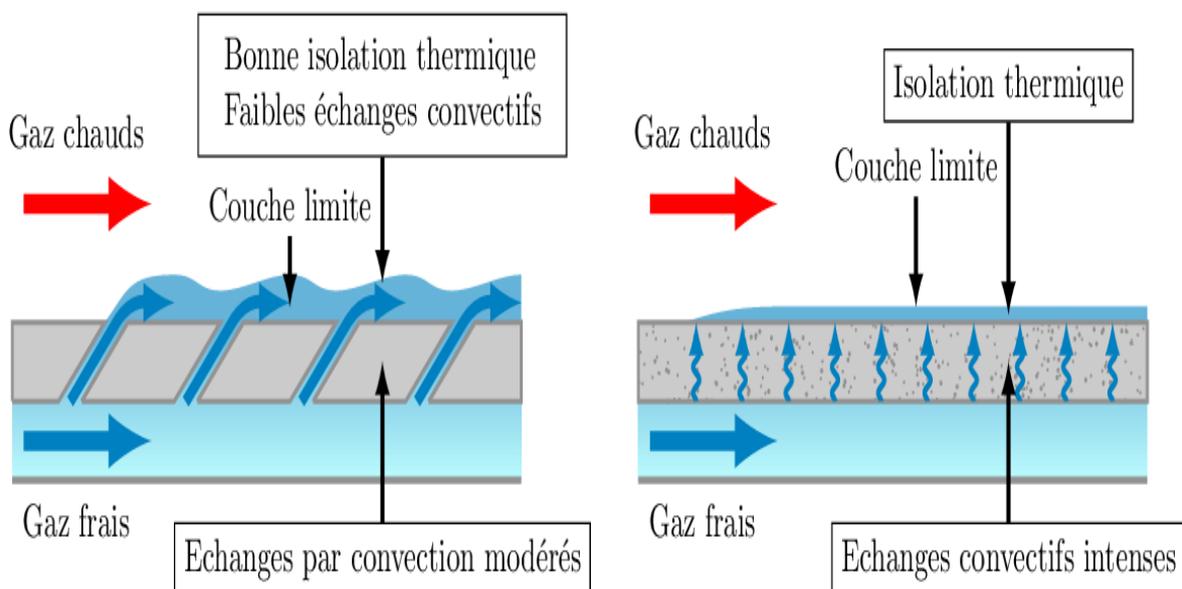


Figure 1. 4: Le refroidissement par transpiration.

#### 4 La comparaison entre les trois types de refroidissement :

Afin de bien déroulé les zones de vie, le refroidissement de cette dernier est devenu une issue principale pour assurer une durée de vie acceptable.

Une analyse des différents procédés de refroidissement montre que le principe le plus simple est celui effectué par convection. Parmi les différentes techniques de refroidissement, le refroidissement par transpiration représente le procédé le plus performant des trois processus, Toutefois et bien qu'il offre la meilleure efficacité, son utilisation reste limitée à des applications restreintes et de recherche.

De ce fait, le refroidissement par convection est considéré comme étant la méthode pratique la plus efficace pour refroidir les zones de vivre [2].

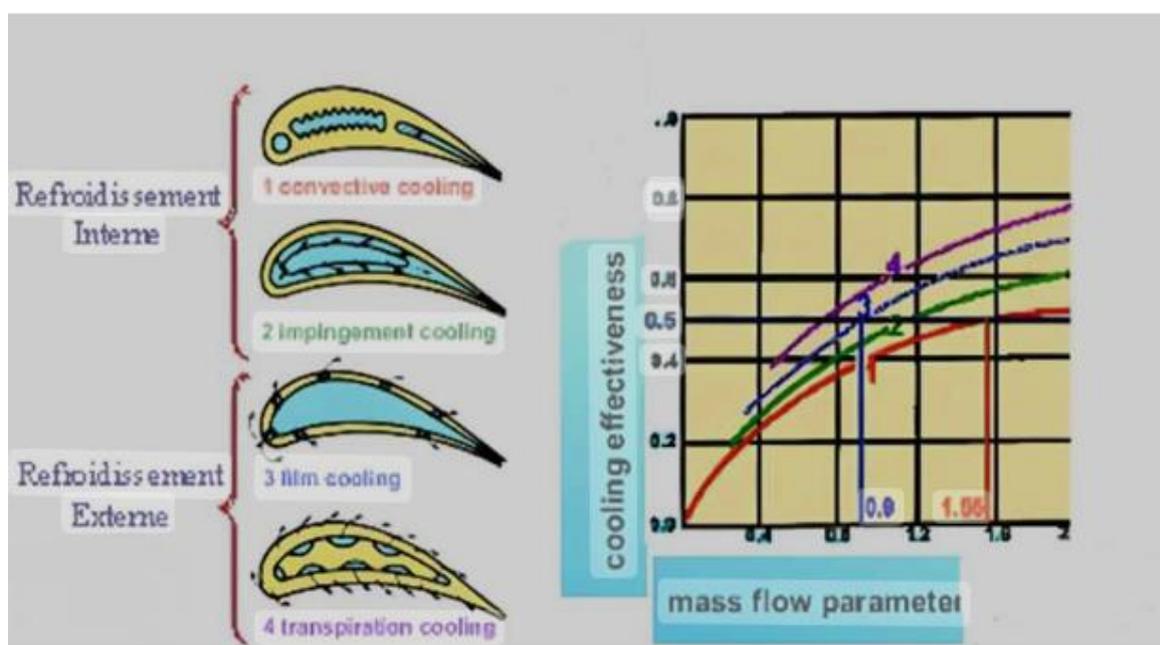


Figure 1. 5: Efficacité pour différentes techniques de refroidissement.

#### 5 Technique de refroidissement :

Les techniques de refroidissement utilisées peuvent être passives, actives ou hybride (une combinaison entre les techniques passives et actives). Les techniques de refroidissement actives sont basées sur le transfert de chaleur par convection forcée et nécessitent l'utilisation d'une pompe mécanique pour assurer la circulation du fluide caloporteur et un circuit externe pour évacuer la chaleur du système vers l'extérieur. Les techniques de refroidissement passives sont

relativement simples et leur utilisation ne nécessite aucune alimentation externe ce qui les rend fiables avec un coût relativement faible (Mecheri, 2011).

### 5.1 Techniques de refroidissements actifs :

Ce type de refroidissement permet un transfert thermique en utilisant un fluide caloporteur mis en circulation dans un circuit fermé grâce à une pompe mécanique. Le coefficient de transfert thermique par unité de surface dépend du fluide caloporteur. Il est plus important pour l'eau et peut être jusqu'à 100 fois plus grand que pour l'air en outre, l'eau a une chaleur spécifique qui est quatre fois plus grande que celle de l'air (Mecheri, 2011).

Dans les systèmes de refroidissement par air, la chaleur est transférée à l'air ambiant qui est ensuite remplacé par l'air frais. Lors du refroidissement par un liquide, une boucle fermée est utilisée dans laquelle le fluide de refroidissement doit être refroidi ; ceci est accompli généralement par un échangeur secondaire air-liquide. Dans ce type de circuit de refroidissement, on trouve outre le panneau solaire à refroidir, une pompe, un régulateur de débit, un réservoir de stockage et enfin un échangeur thermique (Mecheri, 2011)

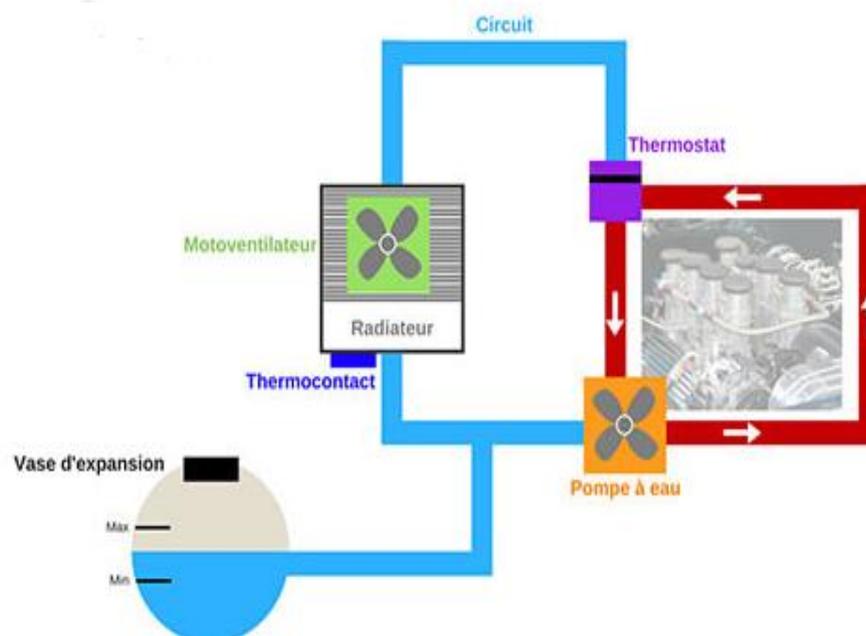


Figure 1. 6: circuit de refroidissement actif.

## 5.2 Techniques de refroidissement passif :

### 5.2.1 Refroidissement par écoulement d'air :

C'est le système de refroidissement le plus simple à utiliser pour évacuer la puissance thermique vers l'air environnant par convection naturelle. Il ne nécessite aucun équipement annexe les systèmes de refroidissement par écoulement d'air où le transfert thermique s'effectue par convection naturelle. Comme le coefficient d'échange en convection naturelle entre l'air et la surface des ailettes reste faible et que le refroidissement par convection naturelle ne s'adresse qu'à des faibles puissances thermiques. Par suite, il est nécessaire d'assurer un mouvement d'air par convection forcée afin d'assurer une évacuation du flux thermique.

L'utilisation des ailettes dans les systèmes de refroidissement a pour but d'augmenter la surface d'échange et par conséquent, améliorer l'évacuation de la chaleur vers l'air ambiant. Les ailettes sont fabriquées en matériau très bon conducteur de la chaleur tel que l'aluminium (Mecheri, 2011).

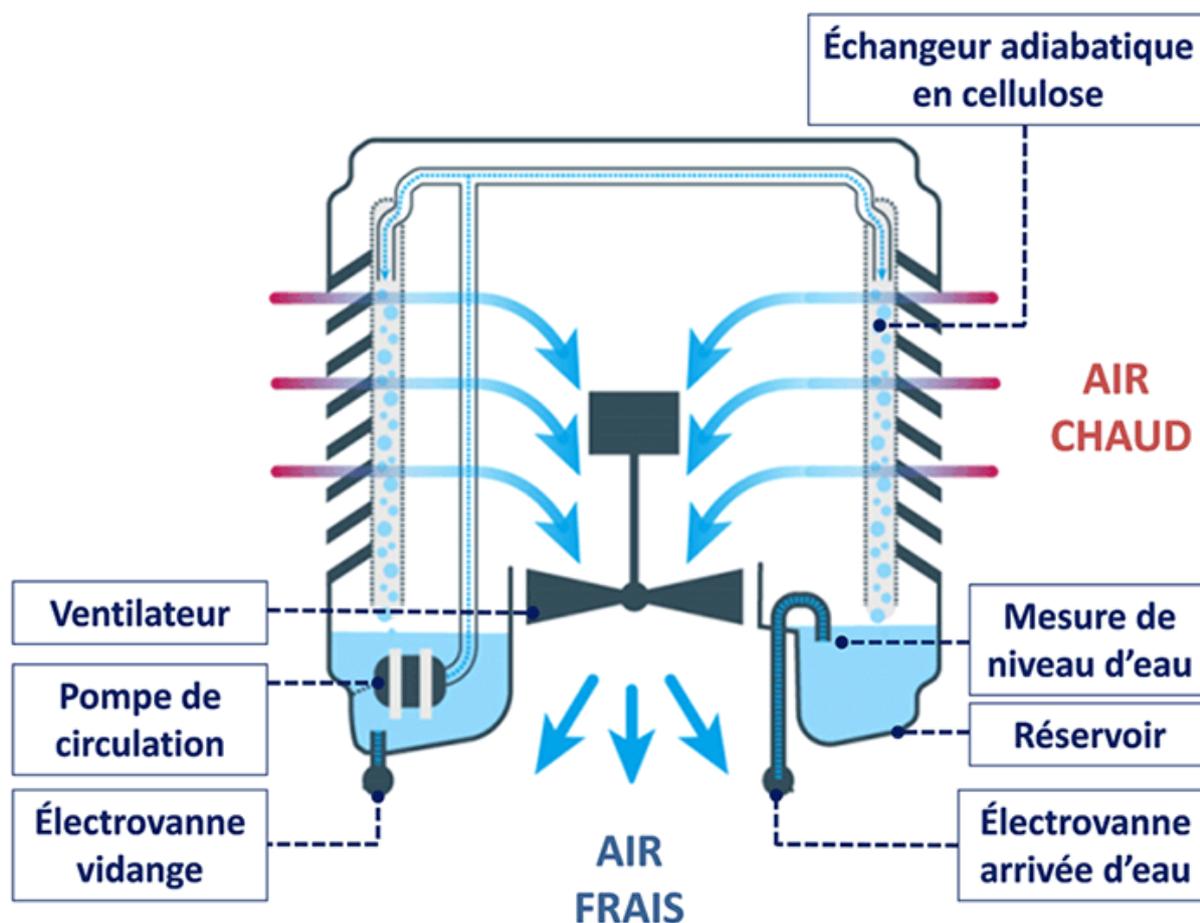


Figure 1. 7: Refroidissement par écoulement d'air.

### 5.2.2 Refroidissement par changement de phase solide-liquide :

Les matériaux à changement de phase solide-liquide se liquéfient en augmentant leur température dans une gamme bien connue. Lors du changement de phase solide-liquide, le PCM (Matériau à Changement de Phase) stocke à une température constante de la chaleur qu'il prélève au système à refroidir.

La quantité de chaleur stockée est proportionnelle à l'enthalpie de changement de phase du matériau et à sa masse. Celle-ci est rejetée à l'extérieur. Les performances thermiques des Matériaux à changement de phase ont été étudiés dans la littérature. Il est montré que l'application des PCM est bien adaptée pour la dissipation thermique de la chaleur en régime transitoire. En effet, le stockage de la chaleur peut être effectué dans les périodes de pic de températures et le rejet de cette charge thermique peut être fait au moment où la température est en dessous de celle de fusion du PCM. Cette technique de refroidissement permet de réduire la taille du système, son coût et son encombrement. L'inconvénient majeur de cette technique de refroidissement passif est la résistance thermique qui est élevée (Mecheri, 2011).

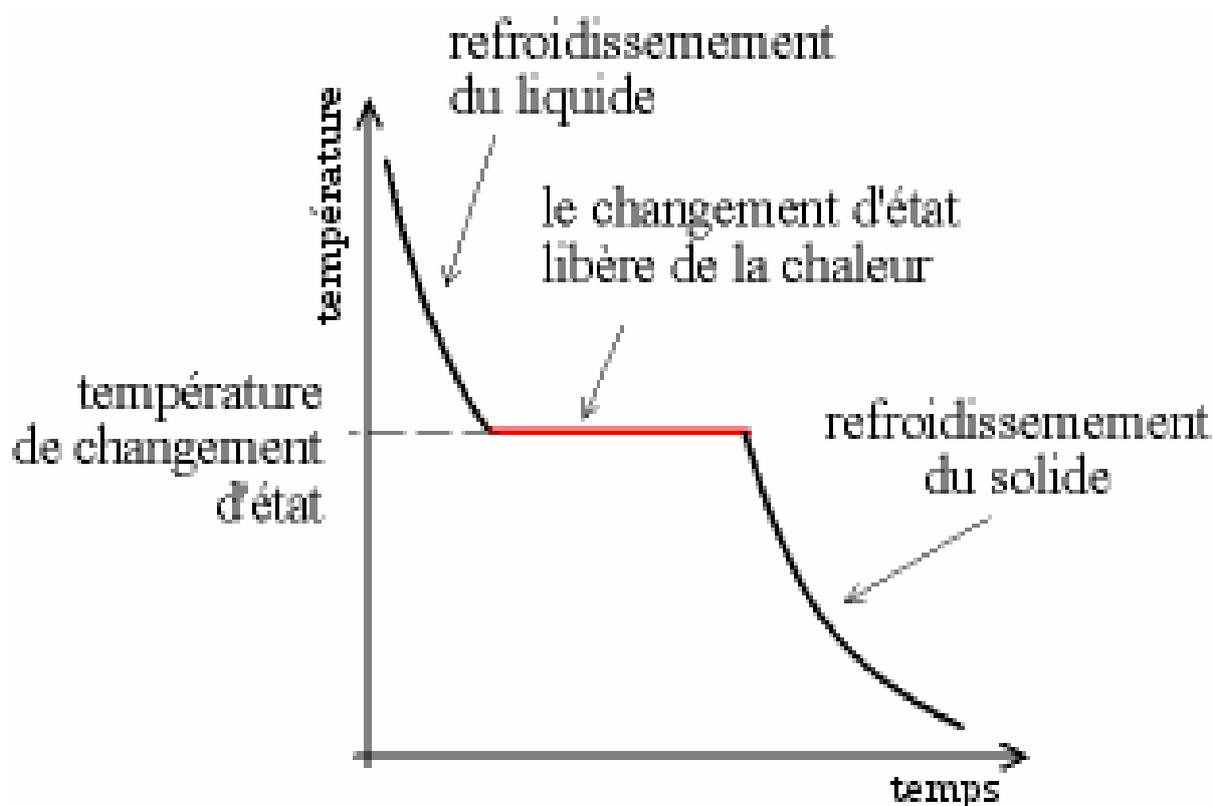


Figure 1. 8: Refroidissement par changement de phase solide-liquide.

## **6 Le rôle d'un système de refroidissement :**

Pour résoudre les problèmes thermiques pouvant affecter le bon fonctionnement du circuit, un refroidissement efficace est utilisé. D'une part, le système de refroidissement doit être compatible avec l'environnement dans lequel il sera utilisé. D'une autre part, certaines limites doivent être imposées au système de refroidissement. La première limite concerne la chaleur et la mécanique. Ces limites ne sont pas les seules, généralement, il y a cinq critères à considérer lors de la conception d'un système de refroidissement : la capacité, la fiabilité, le confort, la compatibilité avec l'électronique et le prix. Pour résoudre les problèmes thermiques pouvant affecter le bon fonctionnement du circuit, un refroidissement efficace est utilisé. Mais aussi, le système de refroidissement doit être compatible avec l'environnement dans lequel il sera utilisé.

## **7 Les différentes techniques de refroidissement :**

Dans les environnements industriels, on distingue la chaleur irrécupérable à des niveaux de basse température de 10-25°C, des niveaux de température moyenne de 25-60°C et des niveaux de haute température supérieurs à 60°C. Technologie de refroidissement :

- Systèmes de refroidissement par voie humide ou évaporative (avec dispersion d'eau);
- systèmes de refroidissement sec et humide (avec et sans dispersion d'eau);
- Système de refroidissement à air sec ; Refroidisseur d'eau en circuit ouvert.

Généralement, le refroidissement humide est utilisé à basse température et le refroidissement sec est utilisé à des niveaux de température élevés. Il n'y a pas de méthode préférée pour la température moyenne, et de nombreuses configurations sont possibles. [3]

### **7.1 Le refroidissement évaporatif :**

Il existe :

#### **7.1.1 Le cycle ouvert :**

Dans ce système, l'eau du processus à refroidir est dispersée en fines gouttelettes par une ou plusieurs rampes de dispersion. L'eau traverse alors de haut en bas la surface d'échange formée par le garnissage. Ce garnissage est un dispositif dans lequel s'effectue le transfert de

chaleur entre l'eau et l'air. L'eau refroidie est collectée dans un réservoir en pied de tour puis renvoyée au procès pour refroidissement soit directement, soit par l'intermédiaire d'un échangeur intermédiaire. L'air est déplacé par des ventilateurs ou des courants d'air naturels. Il y a donc un contact direct entre l'eau du procédé et l'air extérieur. Ce flux d'air peut absorber l'humidité, extraire la chaleur de l'eau pour l'évaporation et transporter des gouttelettes d'eau. Un bouclier anti-gouttelettes est fixé au sommet de la tour pour empêcher ces gouttelettes de pénétrer dans l'atmosphère.

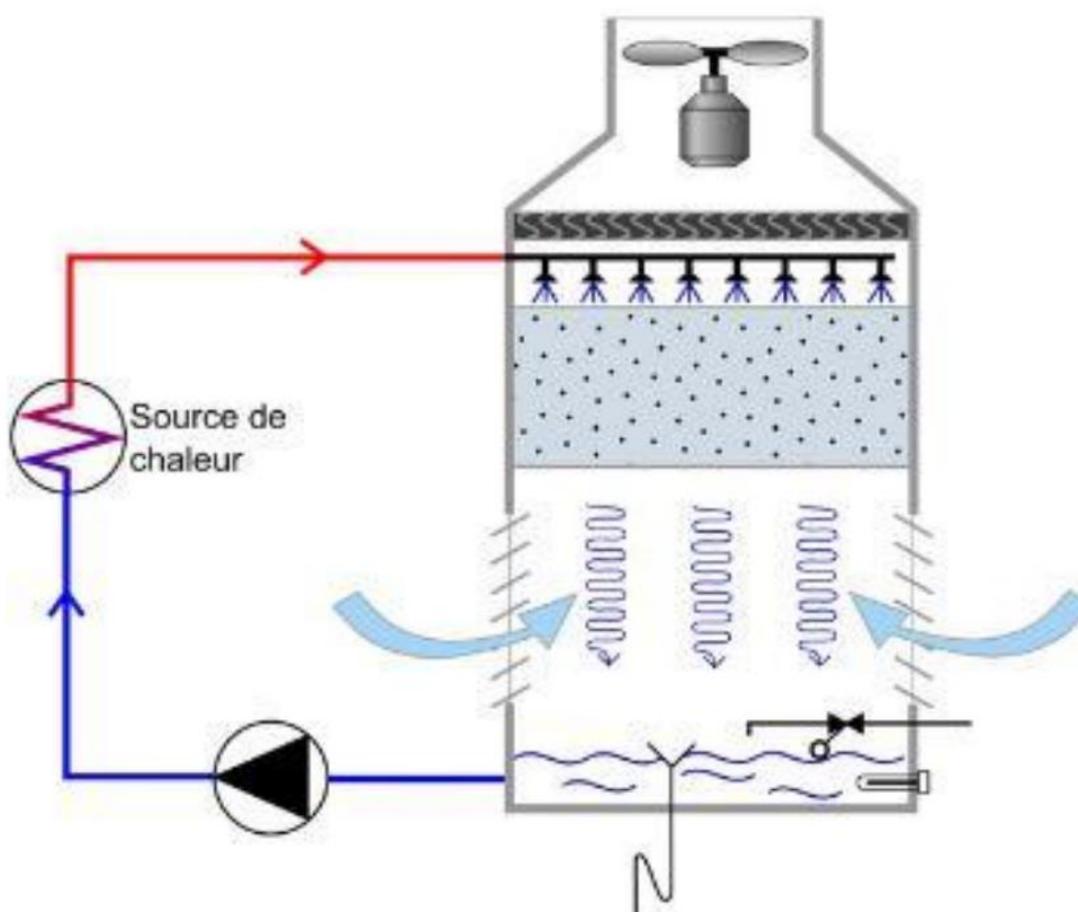


Figure 1. 9: Cycle de refroidissement ouvert.

Deux circuits sont possibles dans ce système de réfrigération.

- L'un ou l'autre des circuits primaires (circuit d'eau de refroidissement) est en contact direct avec le point de refroidissement. Le refroidissement est réalisé en distribuant l'eau du circuit primaire à l'air humide circulant autour du site.
- L'un ou l'autre des circuits primaires se connecte au site via un interrupteur à distance. Le circuit secondaire de l'échangeur intermédiaire est de l'eau qui est dispersée dans l'air humide

circulant dans la pièce. Ce principe est aussi appelé un autre système entre le site et l'échange.

Le premier type de circuit présente plusieurs avantages :

- Investissement modéré avec des rendements élevés ;
- Empreinte et masse réduites en cours d'utilisation.
- Faible niveau sonore, en particulier lors de l'utilisation de ventilateurs centrifuges dans les zones de refroidissement.
- Consommation opérationnelle modérée (électricité, eau, traitement de l'eau, maintenance et analyse).

### 7.1.2 Cycle ouverte avec un échangeur accolé :

Ce système ne diffère pas beaucoup du système précédent. Dans cette tour, l'eau dispersée par la rampe provient d'un échangeur intermédiaire qui réalise un échange entre l'eau de la tour et le liquide du procédé en cours de refroidissement. Il n'y a donc plus de contact direct entre le fluide de procès à refroidir et l'air de refroidissement. Ceci complète la circulation de l'eau de la tour. Réduisez la température de l'eau entrant dans la tour pour réduire davantage la température. Des températures comprises entre 25 et 50°C peuvent être atteintes dans ce système, et la puissance calorifique dissipée varie de plusieurs centaines à plusieurs MW]

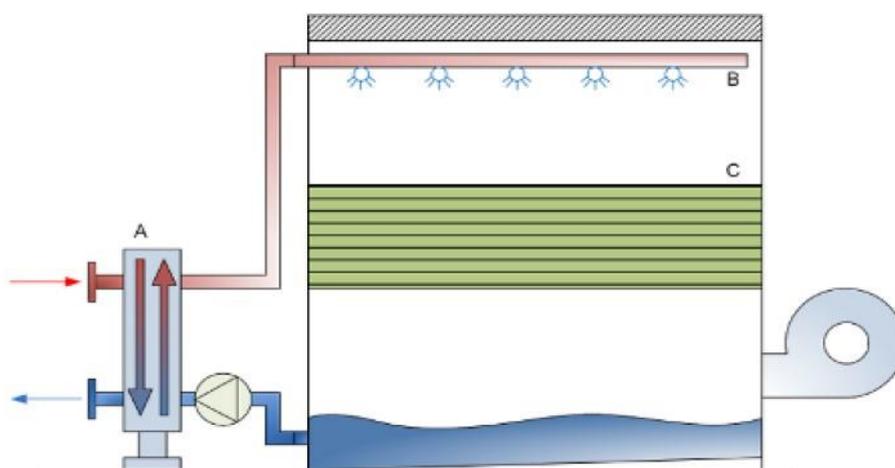


Figure 1. 10: Cycle ouverte avec échangeur accolé.

### 7.1.3 Le cycle fermé : (avec échangeur tubulaire intérieur à la tour)

Le fluide à refroidir circule dans un échangeur tubulaire situé dans la tour de refroidissement. Par conséquent, il n'y a pas de contact direct entre le liquide et l'air dans le circuit primaire. Le refroidissement par évaporation est assuré par le circuit d'eau secondaire de

la tour. La production est garantie par l'évaporation d'une partie de l'eau du circuit de la tour du réservoir, complétée par un réapprovisionnement.

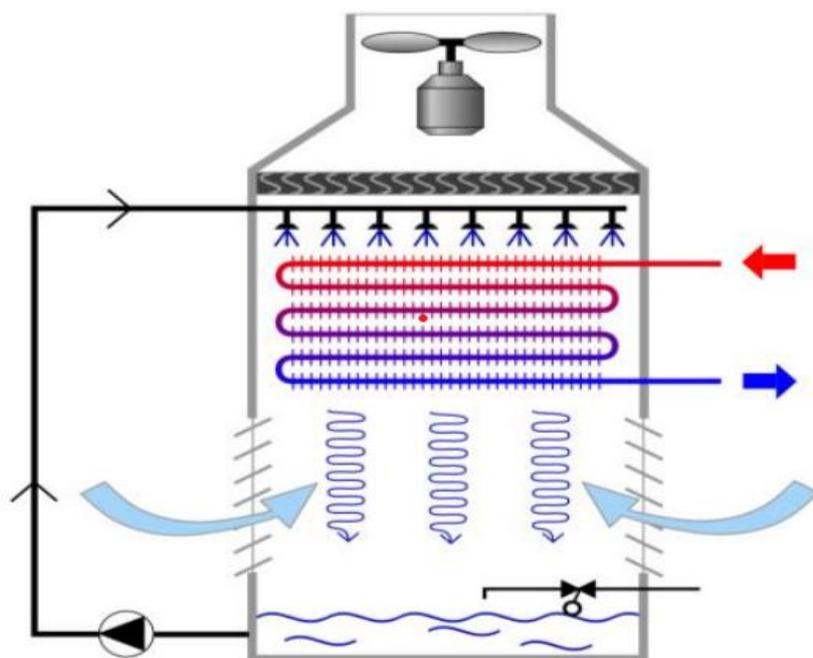


Figure 1. 11: Cycle de refroidissement fermé.

La puissance disponible dans ce type de tour est légèrement inférieure à celle d'une tour ouverte, elle doit donc être surdimensionnée pour le débit d'air et la taille. En comparant cette tour avec la précédente, les avantages et les inconvénients sont les mêmes par rapport à la tour ouverte traditionnelle. Mais il y a aussi d'autres points négatifs :

- Calcification possible des échangeurs de chaleur tubulaires ;
- Il est recommandé d'utiliser de l'eau glycolée dans le circuit de la tour pour éviter les risques de gel lors de l'arrêt de l'installation. [4]

#### 7.1.4 Le refroidissement par voie sèche et humide :

Ce type de système de refroidissement est une combinaison d'échange sec et d'échange humide. L'échange sec est assuré par des batteries à ailettes, également appelées batteries anti-panache ou désurchauffeurs. Cet échangeur de chaleur est installé au sommet de la tour. L'échange de chaleur se produit par convection et conduction. Un désurchauffeur assure la

suppression visuelle des vapeurs. Un système hybride combine deux technologies et peut être utilisé comme suit :

- Lors des transitions plus froides, le système agit comme un simple aéroréfrigérant.
- Si la température ambiante est trop élevée en été, le système passera en mode évaporatif, similaire à une tour humide, et la température du liquide de refroidissement sera suffisamment basse. [5]

### **7.1.5 L'aéroréfrigérant sec :**

Le fluide à refroidir circule dans les tubes de l'échangeur à ailettes et est refroidi par de l'air circulant à l'extérieur des tubes. Cet air extérieur est déplacé par un ventilateur et traverse cet échangeur de chaleur. L'échange se fait en flux croisés. Cela signifie que les courants d'air et d'eau se croisent à environ 90°C. Ce type de système fonctionne uniquement en mode sec. Les conditions de fonctionnement nominales sont une température d'air sec de 35°C, une température d'entrée/sortie d'eau de 45/50°C. Dans ce cas, la température de l'eau de retour sera supérieure de quelques degrés à la température de l'air ambiant. Par rapport aux tours ouvertes classiques, ses principaux avantages sont :

- Coût d'investissement comparable à celui d'une tour ouverte,
- Pas de consommation d'eau,
- Absence de panache,
- Entretien aisé, bien que la batterie à ailettes demande à être nettoyée régulièrement.

Les aéroréfrigérant secs présentent les inconvénients suivants :

- Limitation de la température de sortie d'eau, en fonction du niveau de la température de l'air ambiant, ce qui détruit la performance énergétique du procédé,
- surface au sol important,
- Consommation d'énergie électrique élevée ainsi que le coût d'exploitation,
- Niveau sonore plus élevé à cause des débits d'air supérieurs,
- Nombreux moteurs électriques tels que les ventilateurs,
- Nécessité d'utiliser de l'eau glycolée pour prévenir le gel de l'installation. [5]

## **8 Groupe refroidisseur de liquides à condensation par air :**

Le fluide à refroidir circule dans l'évaporateur du refroidisseur de liquide selon le principe du cyclage thermodynamique avec un compresseur. La chaleur est relâchée directement dans l'air ambiant dans le condenseur. Les niveaux de température atteints sont généralement de 7 °C, mais peuvent atteindre 15 à 20 °C. Le système est principalement utilisé dans le secteur de la climatisation à relativement faible puissance, mais il peut également être utilisé dans des applications industrielles d'une puissance inférieure à 2 MW.

Les principaux composants utilisés dans ce groupe sont comme dans les installations frigorifiques :

- Le ou les compresseur (s) frigorifique (s),
- L'évaporateur qui permet le refroidissement du fluide du procédé à la température désirée, généralement inférieure à 15°C. Les évaporateurs utilisés sont à plaques pour les puissances inférieures à 250KW et tubulaires pour des puissances thermiques supérieures ;
- Le condenseur à air constitué d'une ou plusieurs batteries à ailettes. L'air qui y circule est éjecté par des ventilateurs,
- Le fluide frigorigène faisant partie intégrante du refroidisseur d'eau, et devant respecter les réglementations en vigueur,
- Le détendeur jouant le rôle d'abaisseur de pression donc permettant d'abaisser la différence de pression entre le condenseur et l'évaporateur.

Les atouts présentés par ce groupe sont :

- L'absence de contact entre l'eau du procédé à refroidir et l'air,
- La possibilité d'adaptation de la puissance du groupe, par rapport à la charge thermique demandée, la régulation se faisant sur la température de retour d'eau.

Ses principaux inconvénients sont :

- Le coût d'investissement environ cinq fois plus élevé qu'une tour de refroidissement ouverte,
- La consommation électrique très importante (au moins 10 à 15 fois supérieure),
- L'encrassement des échangeurs à eau (évaporateur) et à air (batterie à ailettes). [5]

## **9 Le refroidissement par eau en circuit ouvert :**

Aussi appelée méthode à passage unique. Les systèmes utilisés dans les centrales électriques entrent dans ce type. Le refroidissement est utilisé par les eaux souterraines, les mers, les rivières ou les sources. Le principe de cette solution de refroidissement est d'utiliser de grands volumes d'eau à température quasi constante pour refroidir le procédé. L'eau usée est évacuée chaude. L'énergie du circuit de refroidissement du processus est transférée à l'eau pompée via un échangeur. Parmi la variété des échangeurs de chaleur disponibles (échangeurs à tubes, échangeurs à spirale, etc.), les plus adaptés à cette application sont ceux qui allient performance, compacité, fiabilité et facilité d'entretien. Un échangeur à plaques. La consigne de température de retour du circuit frigorifique peut être ajustée très finement en faisant varier le débit de pompage avec une pompe à cylindrée variable ou une vanne 3 voies côté circuit pompe. La centrale pompe l'eau de la rivière en amont et la rejette en aval. L'eau du robinet circule à travers l'échangeur de chaleur pour refroidir l'eau de la centrale électrique. [6]

## **10 Les principaux composants de ce type de refroidissement par eau sont :**

- La ou les pompes de sous-tirage de l'eau,
- L'échangeur,
- Les canalisations plus précisément les tuyaux pour conduire l'eau extraite à l'échangeur et ceux ramenant l'eau au milieu naturel (nappe ou rivière). Cette dernière est d'une longueur particulièrement importante car la réglementation en vigueur impose des distances minimales de l'ordre de 80 m.

### **10.1 Les avantages de cette technique :**

Sont :

- La possibilité d'obtenir des niveaux de température correspondant à la plupart des applications industrielles et tertiaires,
- la surface au sol réduite,
- Le niveau sonore minimal,
- La bonne résistance à la corrosion de l'échangeur à plaques ou à tubes.

## **10.2 Les inconvénients de cette technique :**

À considérer, dont :

- Le coût élevé d'investissement,
- Le coût d'installation élevé en raison de la réglementation exigeante relative aux prélèvements, à la consommation d'eau ainsi qu'aux rejets dans la nappe ou la rivière : de nombreux suivis, analyses, maintenance et contrôles doivent être effectués régulièrement afin de protéger le milieu naturel,
- l'encrassement de l'échangeur à plaques ou à tubes exige un entretien régulier,
- L'eau prélevée dans la nappe ou dans la rivière est taxée en fonction de sa situation géographique : il existe des taxes sur le captage en fonction de la profondeur (pour la nappe phréatique) et de la zone géographique et sur la restitution en fonction du milieu et de l'usage. [6]

## **11 La différence entre refroidissement et rafraîchissement :**

Les refroidisseurs d'air, sont des refroidisseurs à évaporation et ne disposent pas, contrairement aux climatiseurs, de système de refroidissement (comme un réfrigérateur, par exemple). Les refroidisseurs d'air rafraîchissent l'air ambiant grâce au principe naturel de l'évaporation d'eau. [7]

## **12 Le rafraîchissement :**

Contrairement aux bâtiments résidentiels, les bâtiments tertiaires et industriels sont équipés de puissants systèmes de ventilation et de réseaux de gaines qui soufflent de grands volumes d'air même dans les grandes pièces et le renvoient dans toutes les pièces. Cette ventilation est entièrement maîtrisée, maîtrisant ainsi la gestion de l'humidité dégagée par l'évaporation de l'eau. Deux techniques sont applicables [8].

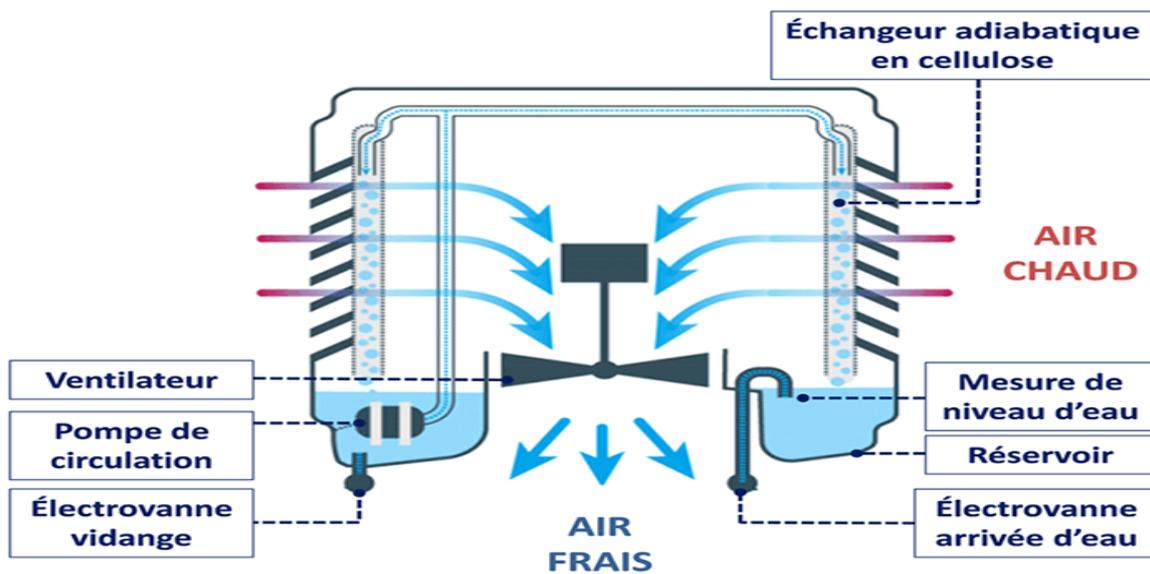


Figure 1. 12: Le système de refroidissement.

### 13 Les types de rafraîchissement :

#### 13.1 Le rafraîchissement direct :

L'air extérieur chaud et sec passe à travers les coussins humides par un ventilateur. L'eau s'évapore lors de ce passage, refroidissant l'air entrant dans la pièce. Pour terminer l'installation, il est nécessaire de faire circuler l'air dans toute la pièce et de l'évacuer vers l'extérieur afin qu'il ne devienne pas trop humide. Si vous suivez toutes ces étapes, vous pouvez estimer que si la température extérieure est de 35°C, cela donne une sensation de 26°C. Cette technologie est utilisée dans les grandes surfaces et les usines. [8]

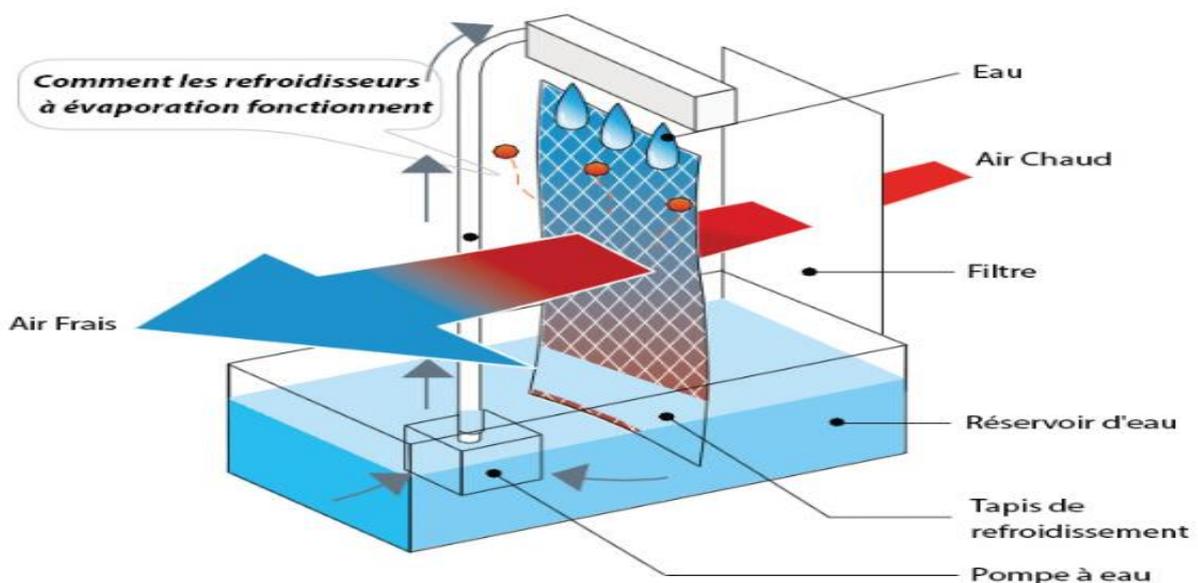


Figure 1. 13: Le système de refroidissement.

### 13.2 Le rafraîchissement indirect :

L'air chaud entrant est refroidi sans être humidifié. Cette situation est possible si le bâtiment est équipé d'une ventilation double flux avec échange de chaleur. Cela permet d'échanger des calories sans mélanger l'air d'alimentation et l'air d'évacuation. Dans ce cas, c'est l'air expulsé qui est refroidi par l'humidification. L'air frais entrant est refroidi en chauffant l'air sortant. Le refroidissement indirect offre un meilleur contrôle de l'humidité ambiante que le refroidissement direct. Ce contrôle peut également être amélioré en réduisant l'humidité de l'air entrant par dessiccation (élimination de l'eau du corps). Ce système convient aux laboratoires informatiques à atmosphère contrôlée et au refroidissement de laboratoire. [8]

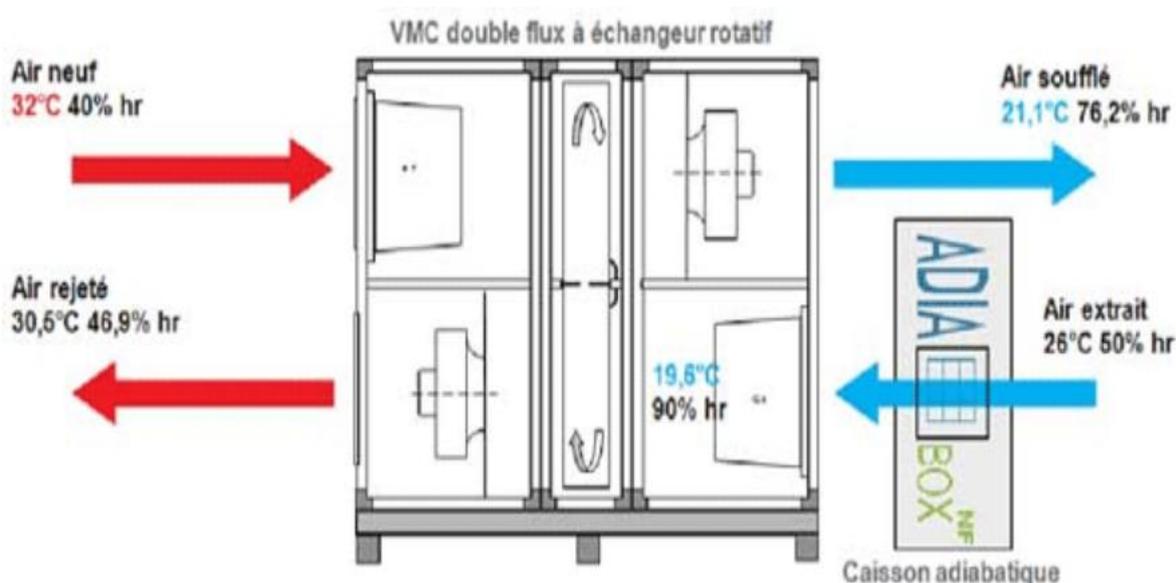


Figure 1. 14: Le système de rafraîchissement.

### 13.3 Comparatif des différents systèmes de rafraîchissement :

En période de chaleur extrême, nous voulons tous trouver une maison plus confortable et rafraîchissante. Il est peut-être temps de penser à garder votre intérieur aussi frais que possible en choisissant parmi les nombreux systèmes de refroidissement disponibles sur le marché. Découvrez différents types d'équipements de refroidissement et faites le meilleur choix. [9]

### **13.4 Les solutions possibles pour rafraîchir intérieur :**

L'une des solutions les plus classiques pour réduire la température interne à domicile est la ventilation par vmc (ventilation mécanique contrôlée) ou ventilateurs. Mais aujourd'hui, les dernières innovations nous ont permis de créer des solutions plus intéressantes et pratiques telles que : B. Une variété de systèmes de climatisation qui sont constamment mis à jour pour devenir plus efficaces.

Un refroidisseur d'air a été ajouté à cela. Cela s'est avéré beaucoup plus économique et écologique pour réduire la température par évaporation.

Néanmoins, nous avons vu naître d'autres dispositifs innovants dans le domaine des systèmes de refroidissement, tels que le concept de murs climatiques et de plafonds rafraîchissants. Le système est encore inconnu, mais c'est certainement le système le plus ingénieux pour abaisser rapidement la température interne tout en consommant moins d'énergie. [9]

---

# CHAPITRE 02 :

*Cas d'étude.*

## 1 Introduction :

L'obtention de bonnes performance zootechnique, nécessite une suivi continu et régulier pendant toute le période de l'élevage, pour assure la bonne production, et la longue dure de vie. Ce pour cela il faut faire une meilleure méthode de confort chez élevages des animaux pour l'augmente la rentabilité de l'élevage.

Malgré tous les efforts pour modernisation infrastructure avicole grâce à développement de méthode d'élevage parfait nous avons rencontré plusieurs problèmes gênants les bâtiments d'élevage de poulet de chair, grâce nombreux d aviculteur utilisent des techniques classiques et traductionnel. Un mauvais contrôle des conditions environnementales pour l'aviculture effet négativement à la sente et la croissance de poulet de chair. Aujourd'hui, nous pensons que l'avicole en Algérie peut être améliorée grâce à l'utilisation des solutions technologique intelligentes en maîtrisant les conditions d'ambiance, et aussi le système de ventilation et d'isolation des bâtiments d'élevage peuvent être améliorés.

## 2 Cas d'étude :

Il est reconnu que la production de poulets de chair subit un ralentissement flagrant en période de fortes chaleurs (période estivale) vu l'incapacité des éleveurs à assurer un environnement de confort aux poulets, pour cela le taux de mortalité de ces poulets sera élevé ainsi que le prix de ces derniers. Notre sujet rentre dans le cadre d'un projet de recherche basé sur le dimensionnement et la réalisation d'un prototype de refroidissement indirect par évaporation, ce prototype produirait un débit d'air frais et humide qui sera injecté dans un poulailler expérimental à l'institut d'élevage de l'ITELV à Baba Ali, Alger. La tâche consacrée dans ce sujet concerne le mode d'injection de l'air à l'intérieur du poulailler ainsi étudier et simuler les différents scénarios possibles pour la détermination et la réalisation du meilleur mode (système) de diffusion assurant une meilleure distribution d'air."

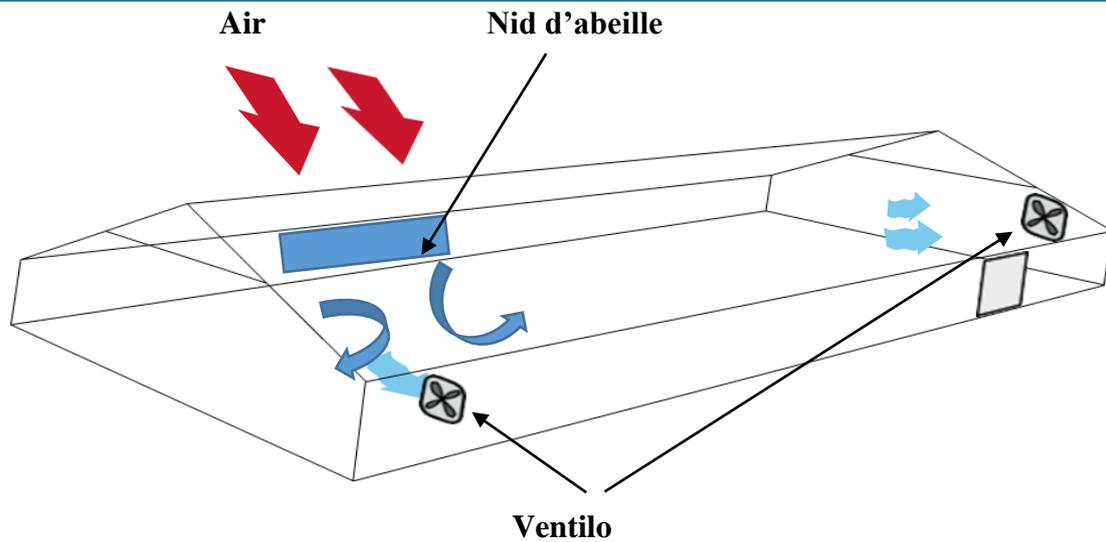


Figure 2. 1 : système de rafraîchissement dans un poulailler.

### 3 ITELV :

La Station de Démonstration et de Production de Semences de Baba Ali est une entité de l'Institut Technique des Elevages. Elle est située en face de la rentrée principale de la direction générale de l'ITELV, sis à Baba – Ali dans la commune de Birtouta (Alger).



Figure 2. 2: ITELV

Figure de localisation :



Figure 2. 3: Figure de localisation

Elle a pour missions notamment :

Réaliser les essais nécessaires à la confirmation et à l'adaptation du matériel végétal et animal issu des résultats de recherche, et ainsi mettre au point toutes techniques, procédés ou méthode susceptibles d'améliorer la production, Cela permet d'assurer la multiplication de matériel végétal ou animal de base, Diffuser auprès des producteurs les normes technico – économiques de productions Participer aux actions de formation, de perfectionnement et de vulgarisation. La station expérimentale et de production de semences de Baba Ali dispose d'une surface agricole totale de 454 ha dont 30 ha vergers et elle est dotée d'infrastructures et d'équipements nécessaires au confort des animaux et à la réalisation des différents essais.

Elle est scindée en deux pôles :

Pôle des polygastriques.

Pôle des monogastriques.

Les élevages les plus connus sont conduits à la station de Baba Ali (ovins, caprins, bovins, poules pondeuses, poulet de chair, poules fermières, pintades, cailles, autruches...etc.).

Plusieurs races locales bovines, ovines, caprines, avicoles et cunicoles algérienne sont élevées et préservées au niveau de notre station. Ainsi, elle joue un rôle important dans la conservation du patrimoine génétique national.

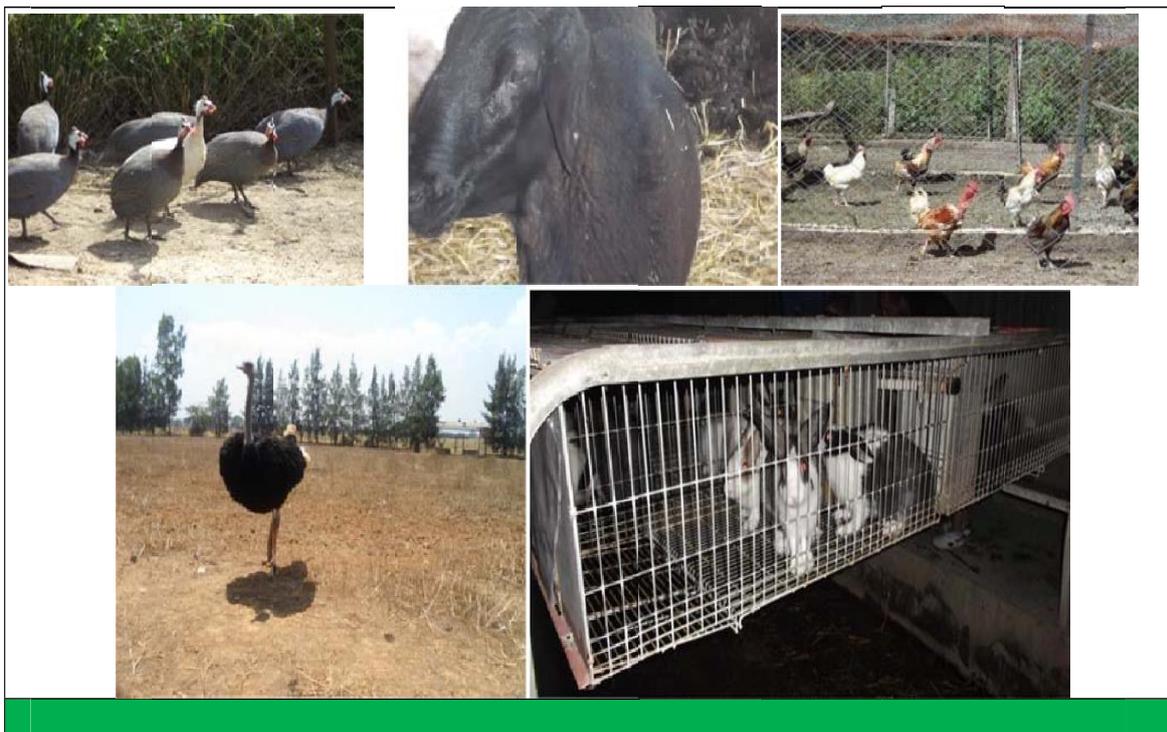


Figure 2. 4: l'élevage des animaux.

En plus de l'élevage des animaux ; la station cultive, elle-même ou en partenariat, les divers fourrages destinés pour l'alimentation de son cheptel Elle dispose des silos aménagés pour réaliser son propre ensilage.



Figure 2. 5: station cultive

L'incubation des œufs produits localement (appartenant aux différentes espèces) est réalisée au sein de la station grâce à une salle d'incubation équipée d'incubateurs et d'éclosoirs.



Figure 2. 6: auberge production des œufs

La station possède aussi une fromagerie, une unité d'aliments de bétails et une petite salle d'abattage d'une de capacité de 350 sujets par heure.



La station de Baba Ali dispose d'une milleraie équipée de bureaux pour son personnel, de plusieurs salles pour l'extraction du miel et le stockage du matériel apicole. Le rucher présente au sein de la ferme contient plusieurs ruches destinées pour la production de miel,

L'élevage de reines et pour les diverses expérimentations menées par le département monogastrique de l'ITELV.



Figure 2. 7: l'élevage de reines

Des cadres qualifiés de toutes catégories (vétérinaires, ingénieurs et techniciens) veillent sur la santé et la bonne conduite des élevages de la station.

Ils participent activement dans l'encadrement et l'assistance des étudiants de différentes écoles et instituts qui viennent réaliser des enquêtes ou la partie expérimentale de leur mémoire fin d'étude, de magister ou de Doctorat.

Ils assurent aussi, la formation des stagiaires et des éleveurs en matière à travers le territoire national.

La station reçoit presque quotidiennement, des visites pédagogiques des trois paliers de l'éducation, des centres de formation, des écoles et des universités.



Figure 2. 8: visite pédagogique

## 4 Bâtiment d'élevage et environnement :

Offrir un environnement qui permette aux oiseaux d'atteindre des performances optimales en termes de taux de croissance, uniformité, efficacité alimentaire et rentabilité, sans compromettre leur santé ni leur bien-être.

Tous les problèmes indiqués sur l'élevage de poulet de chair sont à cause de la notion principales des bâtiments, le choix technique de site adaptée pour la pratique de cette activité, la méthode d'isolation et les protèges des influences extérieurs. Il Ya plusieurs technique pour bien contrôle les conditions d'ambiance et des paramètres zootechnique (température, humidité, qualité d'aire, l'éclairage..). Le bâtiment c'est le local ou se passe l'élevage des animaux contre toute source de dérangement, on se trouve aussi toute les conditions du confort thermique.

### 4.1 L'implication du bâtiment :

Le choix technique d'un site adapté considère notamment les mouvements d'air et l'humidité. Ainsi, l'implantation dans une vallée peut correspondre à de l'humidité et/ou à une insuffisance de renouvellement d'air en ventilation naturelle, surtout en période chaude. L'insuffisance de renouvellement peut aussi être la résultante de tout autre obstacle au mouvement de l'air (une autre construction par exemple). A l'opposé, l'implantation sur une colline peut causer un excès d'entrée d'air du côté des vents dominants. Pour les bâtiments à ventilation naturelle (non forcée), dans nos régions, il est souhaitable d'éviter le balayage transversal à cause des mouvements d'air excessifs. Avec un bâtiment à lanterneau, il faut écarter l'implantation pignon plein vent pour éviter le refoulement de l'air par le lanterneau. Un compromis consiste à orienter l'axe longitudinal du bâtiment dans une limite de 30 à 45 degrés de part et d'autre de la perpendiculaire aux vents dominants.

L'implantation considère également les aspects paysagers. La Région wallonne a édité à ce sujet, un guide de conseils pour assurer la meilleure intégration possible des bâtiments agricoles dans le paysage. L'orientation des bâtiments doit être choisie en fonction de deux critères :

- Le mouvement du soleil. On a intérêt à orienter les bâtiments selon un axe Est-Ouest de façon à ce que les rayons du soleil ne pénètrent pas à l'intérieur du bâtiment.
- La direction des vents dominants. L'axe du bâtiment doit être perpendiculaire à celle-ci pour permettre une meilleure ventilation. En Algérie l'orientation doit être Nord-

- Sud pour éviter l'exposition aux vents : du Nord froids en hiver ; du Sud chauds en été. [10]

#### 4.2 Dimensions :

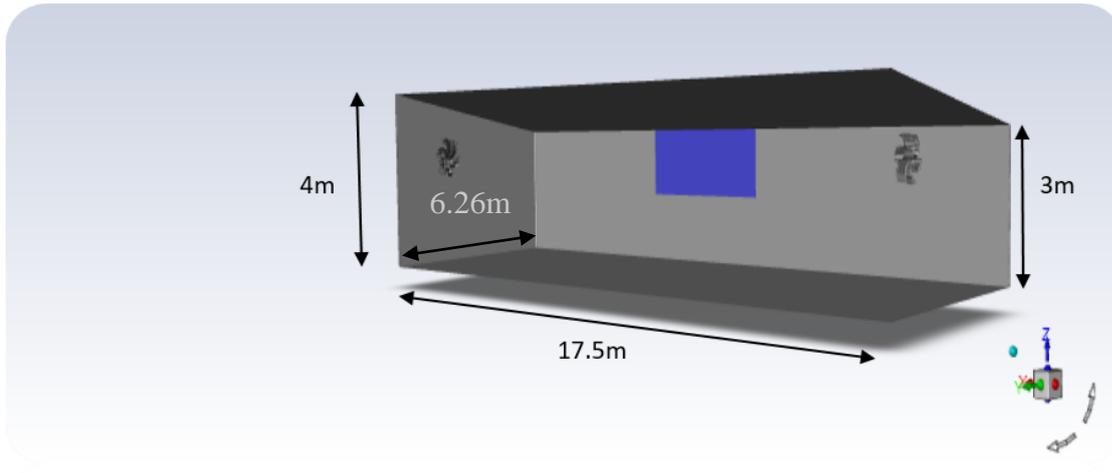


Figure 2. 9: Les dimensions d'un poulailler.

Surface de bâtiments :

- Epaisseur de mur 12cm (panneau sandwich).
- Epaisseur de toit 15cm (l'aine de verre).
- Epaisseur de sol 15cm (Betton).
- Epaisseur des portes 4cm (mousse de polyuréthane).
- Epaisseur des fenêtres 1cm (pvc).

#### 4.3 Coordonnés géographique du bâtiment :

Le bâtiment est situé à l'institut ITELV à Baba Ali, Alger selon les coordonnées géographiques suivantes : 36° 39'17'' N 3° 3' 25'' E avec une altitude de 30 m et orienté plein Sud.

#### 4.4 La longueur de bâtiment :

La longueur de bâtiment est basée sur sa dimension réelle, c'est à dire 17,5m de long et 6,25m de large.

#### 4.5 Isolation :

L'isolation du bâtiment doit tendre à rendre l'ambiance à l'intérieur de celui-ci, la plus indépendante possible des conditions climatiques extérieures :

- Limiter le refroidissement en hiver ;
- Limiter les entrées de chaleur au travers des parois en été ;
- Limiter les écarts de température entre l'ambiance et le matériau, pour éviter la condensation.

Pour cela, toutes les parois du bâtiment seront isolées. Le bon isolant présente, outre une bonne résistance aux transferts calorifiques, une résistance au feu, aux insectes, aux rongeurs et aux pressions utilisées pour le nettoyage, ainsi qu'un bon rapport qualité/prix.

L'isolation de la toiture influence largement les pertes de chaleur en hiver et l'impact du rayonnement en été. Les murs sont généralement constitués de panneaux sandwich : une couche isolante entre 2 surfaces (fibrociment ou autre). On veillera aussi à assurer l'étanchéité du bâtiment de manière à limiter les entrées d'air parasites dans l'aire de vie des volailles.

Une étanchéité correcte est nécessaire pour une bonne ventilation dynamique. En outre, toute fuite d'air en dessous de 1,80 m de hauteur est particulièrement dangereuse pour les poussins. Il existe une dépression à l'intérieur du bâtiment, particulièrement en ventilation dynamique, avec ventilateurs extracteurs. Cette dépression assure une bonne ventilation. Si des entrées d'air anarchiques existent, elles diminuent la dépression et la ventilation ne s'effectue pas de manière optimale. L'air froid entrant tombe directement sur les animaux avant d'être réchauffé.

#### 5 Ventilation :

Le rafraîchissement par ventilation se voit être une méthode idéal pour contrôler le climat ambiant à l'intérieur du bâtiment d'élevage des volailles, elle assure le bon conditionnement de la température et du confort de cette dernière, de ce fait elle diminue l'humidification excessive et les gaz qui peuvent être nuisibles à la santé des volailles. En début de vie des poussins, le système de ventilation va assurer une qualité d'air frais quasiment idyllique au cœur de bâtiment. A la phase de grandissent des poulets et qu'ils produisent plus de chaleur, il est nécessaire d'augmenter le taux de l'air. La surveillance des comportements et l'ajustement des poulets dans cette période est nécessaire pour assurer leur confort et les rendre actifs.

La ventilation ne doit pas provoquer de courants d'air pendant la période de démarrage pour :

- Maintenir les températures et l'HR à des niveaux adéquats ;
- Permettre un échange d'air suffisant pour éviter l'accumulation de gaz nocifs, tels que le monoxyde de carbone (issu du chauffage au pétrole/gaz situé à l'intérieur du poulailler), le dioxyde de carbone et l'ammoniac.

Il est conseillé d'établir un niveau de ventilation minimum avant la mise en place des poussins, ce qui leur garantira une bonne qualité d'air initial et de l'air frais à intervalles fréquents et réguliers (voir section Bâtiment d'élevage et environnement). Les ventilateurs de recirculation peuvent être utilisés dans les bâtiments ouverts ou naturellement ventilés pour maintenir une qualité et une température de l'air homogènes au niveau des poussins. Les jeunes poussins, et particulièrement les petits poussins issus de lots donneurs jeunes, sont sensibles aux effets du refroidissement par le vent. Par conséquent, la vitesse réelle de l'air au niveau des poussins devrait être inférieure à 0,15 mètre par seconde, ou aussi faible que possible. [11]

### 5.1 Système de ventilation :

Il existe deux systèmes principaux pour la ventilation :

#### 5.1.1.1 Ventilation naturelle :

- Il s'agit du type de ventilation utilisée dans les « bâtiments ouverts », à « rideaux latéraux » ou les bâtiments à ventilation « naturelle ».
- Des ventilateurs peuvent être utilisés à l'intérieur du bâtiment pour la circulation de l'air. [11]



Figure 2. 10: ventilation naturelle

### 5.1.1.2 Ventilation forcée : (bâtiment à environnement contrôlé/fermé)

- Ces bâtiments ont des murs latéraux ou des rideaux solides laissés fermés pendant leur fonctionnement. Ces bâtiments sont aérés à l'aide de ventilateurs et d'entrées d'air. [11]

## 6 La lumière :

Un programme d'éclairage doit intégrer quatre éléments fondamentaux :

La durée de photopériode : le nombre d'heures de lumière et d'obscurité dans un cycle de 24 heures.

La répartition de la photopériode : la répartition des heures de lumière et d'obscurité sur un cycle de 24 heures.

La longueur d'onde : la couleur de la lumière.

L'intensité lumineuse : la luminosité de l'éclairage apporté.

Les effets combinés de ces différents facteurs doivent être pris en compte pour l'éclairage des poulets de chair.

À titre d'exemple, certains paramètres de production ou de bien-être (croissance, IC, mortalité) peuvent évoluer avec la répartition des périodes de lumière et d'obscurité. Il en est de même pour l'intensité lumineuse et les variations de couleur.

### 6.1 Durée et mode d'éclairage :

On déconseille l'éclairage continu ou quasi-continu (offrant une courte période d'obscurité allant jusqu'à une heure) pendant toute la durée de vie des lots de poulets de chair. Le postulat selon lequel l'apport d'un éclairage continu favorise une meilleure prise d'aliment et une croissance plus rapide est désormais erroné. Non seulement la programmation d'un éclairage continu sur toute la durée de vie du lot entraîne des poids réduits à l'abattage, elle a aussi un effet nocif sur la santé et le bien-être du poulet de chair.

L'incidence du programme lumineux sur la production de poulets de chair est déterminée par un certain nombre de facteurs :

Le moment de la mise en œuvre du programme -- une mise en place précoce est plus efficace et bénéfique pour la santé des oiseaux ;

## 6.2 L'âge d'abattage :

Une période d'obscurité plus étendue est généralement plus bénéfique pour les oiseaux plus âgés.

## 6.3 L'environnement :

Les effets d'une densité animale importante (supérieure aux taux recommandés) seront aggravés par une période d'obscurité étendue. Cependant, l'utilisation d'un système d'éclairage de l'aube au crépuscule permet des ajustements qui atténuent ce problème.

La gestion des mangeoires et abreuvoirs : les effets négatifs d'un espace d'alimentation et d'abreuvement restreint seront renforcés par une exposition prolongée à l'obscurité. Mais là encore, une bonne gestion des programmes lumineux (c.-à-d. des systèmes aube et crépuscule) peut limiter le problème.

Le taux de croissance des oiseaux : l'impact de l'éclairage sera augmenté pour les oiseaux à croissance rapide.

Lorsque l'on envisage un programme lumineux pour les poulets de chair, il convient de prendre en compte les points suivants :

Tous les programmes lumineux doivent prévoir une longue période diurne de 23 heures pour une heure d'obscurité dans les toutes premières phases de croissance, jusqu'à 7 jours de vie. Ceci favorise un bon développement précoce de la prise de nourriture et d'eau chez les poussins, et par extension, une croissance, un bon état de santé et un bien-être précoce.

Après 7 jours, 5 heures d'obscurité environ constituent une durée optimale (4 à 6 heures). 4 heures d'obscurité au moins sont recommandées à partir de 7 jours de vie. Dans le cas contraire, certains effets peuvent comprendre :

Des prises de nourriture et d'eau anormales dues à la privation de sommeil.

Des performances biologiques sous-optimales (IC, taux de croissance, mortalité).

Une diminution du bien-être animal.

Les programmes d'éclairage des élevages de poulets de chair sont soumis à la législation locale. La durée d'obscurité apportée doit être conforme à la législation locale.

Juste avant l'abattage, allonger la durée de l'éclairage (par exemple, augmenter à 23 heures de lumière 3 jours avant la réforme) peut faciliter le retrait de l'aliment (en stabilisant le régime alimentaire) et l'attrapage (en aidant les oiseaux à rester calmes), mais certains impacts négatifs sont possibles sur l'IC. Par ailleurs, cette pratique n'est peut-être pas autorisée par la réglementation dans certaines régions. [11]



Figure 2. 11:Élevage des poulets

## 7 Gestion de l'élevage des poussins :

Pour une bonne performance optimale pour le poulet de chair il faut respecter les besoins de ce dernier, l'une de cette condition le confort thermique chez eux. Avant de pénétrer dans le bâtiment, soyez attentif à l'heure et aux conditions climatiques ambiantes. Cela vous aidera à anticiper comment doivent fonctionner les ventilateurs, les appareils de chauffage, les cellules de refroidissement et les entrées d'air par rapport aux valeurs de référence de ces systèmes. Au moment de pénétrer dans le bâtiment, frappez doucement à la porte et ouvrez-la progressivement. [11]

## 8 Dates clés du calendrier de l'élevage :

Tableau 1 : Les étapes critiques cibles du lot de poulets de chair sont résumées dans le tableau [11]

| Âge (en jours)               | Action   |
|------------------------------|--|
| Avant l'arrivée des poussins | <p>Nettoyer et désinfecter tout le bâtiment et les équipements. Vérifier l'efficacité des procédures de biosécurité.</p> <p>Préchauffer le bâtiment et établir une ventilation minimale. La température et l'humidité relative (HR) doit être stables 24 heures au moins avant l'arrivée des poussins.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Température de l'air : 30 °C (82 °F) pour le démarrage sur toute la surface du bâtiment et 32 °C (86 °F) sur le bord de l'éleveuse pour les démarrages localisés.</li> <li>• Humidité relative (HR) 60 à 70 %.</li> <li>• Température au sol : 28-30 °C (78-82 °F)</li> </ul> <p>Installation dans l'ensemble du bâtiment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les mangeoires et abreuvoirs automatiques et complémentaires doivent être installés et remplis juste avant l'installation des poussins.</li> <li>• Rincer toutes les conduites d'eau avant l'arrivée des poussins. L'eau mise à disposition des poussins doit se situer approximativement entre 18 et 21 °C (64-70 °F).</li> <li>• Répartir uniformément la litière sur le sol pour obtenir une profondeur de 2 à 5 cm (0,8-2 pouces).</li> </ul> |
| À l'arrivée des poussins     | <p>Vérifier et contrôler les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) afin qu'ils favorisent le développement de l'appétit et de l'activité des poussins.</p> <p>Veiller au maintien d'un niveau minimum de ventilation pour préserver la température et l'HR, évacuer les gaz résiduels et apporter de l'air frais. Évitez les courants d'air. Les courants d'air au sol pour les jeunes poussins ne devraient pas dépasser 0,15 m/s.</p> <p>L'intensité lumineuse doit être réglée à un niveau qui favorise la prise d'eau et de nourriture (30-40 lux/3-4 fc dans l'ensemble du bâtiment, ou 80-100 lux /7-9 fc pour les démarrages localisés). La lumière doit être uniforme sur toute la zone de démarrage.</p> <p>Surveiller le comportement des poussins 1 à 2 heures après leur installation pour s'assurer que les conditions environnementales sont adéquates et que l'eau et la nourriture sont accessibles.</p> <p>Vérifier le poids d'un échantillon de poussins (3 caisses par bâtiment) et calculer le poids moyen.</p>   |

| 0-3                            | <p>Développer l'appétit par de bonnes pratiques de démarrage.<br/>         Adapter les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) au comportement et à l'âge de l'oiseau.<br/>         Apporter 23 heures de lumière et 1 heure d'obscurité pendant les 7 premiers jours après l'installation des poussins.<br/>         Contrôler le démarrage des poussins</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La température cloacale doit se situer entre 39,4 et 40,5 °C (103-105°F).</li> </ul> <p>Il est conseillé de vérifier la température cloacale d'au moins 10 poussins dans 5 endroits différents du bâtiment.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer le remplissage du gésier pendant les premières 48 heures pour déterminer si les poussins ont trouvé l'eau et la nourriture. Pour évaluer le remplissage du gésier, prélever un échantillon de 30 à 40 poussins dans chaque population.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="427 701 1315 1111"> <thead> <tr> <th data-bbox="432 701 810 846">Temps de remplissage du gésier</th> <th data-bbox="810 701 1315 846">Objectif de remplissage du gésier (taux de poussins avec un gésier plein)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="432 846 810 891">2 heures</td> <td data-bbox="810 846 1315 891">75</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 891 810 936">4 heures</td> <td data-bbox="810 891 1315 936">80</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 936 810 981">6 heures</td> <td data-bbox="810 936 1315 981">&gt; 80</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 981 810 1025">8 heures</td> <td data-bbox="810 981 1315 1025">&gt; 85</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1025 810 1070">10 heures</td> <td data-bbox="810 1025 1315 1070">&gt; 95</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1070 810 1111">12 heures</td> <td data-bbox="810 1070 1315 1111">100</td> </tr> </tbody> </table> | Temps de remplissage du gésier | Objectif de remplissage du gésier (taux de poussins avec un gésier plein) | 2 heures | 75 | 4 heures | 80 | 6 heures | > 80 | 8 heures | > 85 | 10 heures | > 95 | 12 heures | 100 |
|--------------------------------|---|--------------------------------|---|----------|----|----------|----|----------|------|----------|------|-----------|------|-----------|-----|
| Temps de remplissage du gésier | Objectif de remplissage du gésier (taux de poussins avec un gésier plein)   |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 2 heures                       | 75  |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 4 heures                       | 80  |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 6 heures                       | > 80  |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 8 heures                       | > 85  |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 10 heures                      | > 95  |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 12 heures                      | 100   |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |
| 4-6                            | <p>Adapter les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) au comportement et à l'âge de l'oiseau.<br/>         Gérer la transition de l'alimentation supplémentaire vers les mangeoires et abreuvoirs automatiques en douceur en retirant la nourriture sur papier et dans les plateaux d'alimentation après avoir observé le comportement et l'activité des oiseaux avec le système d'alimentation automatique.<br/>         Dans le cas d'une zone de démarrage en cercle ou occupant la moitié du bâtiment, étendre graduellement l'espace de démarrage pour permettre aux oiseaux d'accéder à toute la surface du bâtiment lorsqu'ils atteignent 5 à 7 jours de vie.</p>  |                                |   |          |    |          |    |          |      |          |      |           |      |           |     |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>7-13</b>                    | <p>Adapter les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) au comportement et à l'âge de l'oiseau.</p> <p>Vérifier le poids d'un échantillon d'oiseaux à 7 jours de vie. Peser au moins 1 % ou 100 oiseaux (prendre la valeur la plus grande) dans chaque population. Le poids à 7 jours de vie doit être au moins 4 fois plus important que celui au premier jour de vie.</p> <p>Gérer la transition de l'aliment de démarrage vers l'aliment de croissance (autour de 10 - 13 jours) correctement.</p> <p>Contrôler la qualité physique de l'aliment.</p> <p>Régler la hauteur des mangeoires et des abreuvoirs à la hauteur des oiseaux.</p> <p>Après 7 jours de vie, laisser au moins 4 heures d'obscurité à la suite (ou suivre la réglementation locale).</p> <p>Fournir une intensité lumineuse de 5 à 10 lux (0,5 à 1,0 fc) au cours de la période d'éclairage.</p> |
| <b>14-20</b>                   | <p>Adapter les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) au comportement et à l'âge de l'oiseau.</p> <p>Vérifier le poids d'un échantillon d'oiseaux à 14 jours de vie. Peser au moins 1 % ou 100 oiseaux (prendre la valeur la plus grande) dans chaque population.</p> <p>Régler la hauteur des mangeoires et des abreuvoirs à la hauteur des oiseaux.</p>  |
| <b>21-27</b>                   | <p>Adapter les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) au comportement et à l'âge de l'oiseau.</p> <p>Gérer la transition entre l'aliment de croissance et l'aliment de finition (vers le 25e jour) en s'assurant d'une transition en douceur entre les rations et sans rupture au niveau de l'approvisionnement en nourriture.</p> <p>Contrôler la qualité physique de l'aliment.</p> <p>Relever les poids corporels individuels à 21 jours. Peser au moins 1 % ou 100 oiseaux (prendre la valeur la plus grande). Calculer l'uniformité du lot (CV %)</p> <p>Régler la hauteur des mangeoires et des abreuvoirs à la croissance des oiseaux.</p>  |
| <b>35 jours jusqu'à la fin</b> | <p>Adapter les paramètres de l'environnement (température, HR et ventilation) au comportement et à l'âge de l'oiseau.</p> <p>Poursuivre le relevé hebdomadaire du poids corporel individuel. Peser au moins 1 % ou 100 oiseaux (prendre la valeur la plus grande) dans chaque population.</p> <p>Calculer l'uniformité du lot (CV %) Régler la hauteur des mangeoires et des abreuvoirs à la croissance des oiseaux.</p>   |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Gestion avant l'abattage</b> | <p>Apporter 23 heures de lumière et 1 heure d'obscurité pendant les 3 jours précédant l'attrapage. Réduire l'intensité lors de l'attrapage.</p> <p>Calculer la période de mise à jeun. La période de mise à jeun comprend le temps passé dans le bâtiment sans nourriture, le temps d'attrapage, de transport et de manipulation. Elle doit assurer un équilibre entre sécurité alimentaire et perte de poids excessive. Enlever l'accès à l'aliment</p> <p>Laisser l'accès à l'eau. Veiller à la propreté de l'équipement servant à l'attrapage.</p> <p>Maintenir une ventilation efficace.</p> |
|---------------------------------|--|

## 9 Préparation et configuration du bâtiment :

Les poussins ne peuvent pas réguler leur température corporelle avant l'âge de 12 à 14 jours environ. Cette température corporelle optimale est atteinte grâce au maintien d'une température optimale de l'environnement. La température du sol et de la litière au moment de la mise en place des poussins est aussi importante que la température de l'air. Il est donc essentiel de préchauffer le bâtiment. Les bâtiments doivent être préchauffés pendant au moins 24 heures avant l'arrivée des poussins. La température et l'humidité relative (HR) doivent être stabilisées aux valeurs préconisées pour assurer un environnement confortable aux poussins dès leur arrivée. Il peut être nécessaire de préchauffer les bâtiments pendant plus de 24 heures avant l'arrivée des poussins pour permettre à la structure interne du bâtiment d'être chauffée efficacement. La période requise pour ce préchauffage dépendra de la durée entre deux mises en place de lots et de l'emplacement géographique (les élevages où la température tombe en dessous de zéro pendant les mois d'hiver peuvent nécessiter une période de préchauffage plus longue). Recommandations environnementales lors de l'installation [11]:

- **Température ambiante** (relevée à hauteur des poussins dans la zone où sont installés l'aliment et l'eau) :

30 °C pour un démarrage sur toute la surface du bâtiment.

32 °C sur le bord de l'espace de démarrage pour les démarrages localisés (voir Tableau 2.2) [13]

- **Température de la litière** : 28 à 30 °C.

- **HR** (humidité relative): 60 à 70 %.

La température et l'HR doivent être régulièrement surveillées pour garantir un environnement homogène dans toute la zone de démarrage. Cependant, le comportement des poussins reste le meilleur indicateur des conditions environnementales. La litière doit être uniformément répartie sur une profondeur de 2 à 5 cm avant l'arrivée des poussins. Une litière inégale peut gêner

l'accès à l'eau et à l'aliment et peut entraîner une perte de l'uniformité du lot. Une litière de 5 cm peut être nécessaire dans les régions géographiques plus froides, même si la période de préchauffage a été étendue, pour fournir une meilleure isolation. [11]

## 10 Planification :

Le nombre de poussins installés dépend :

- De la réglementation locale ;
- Des spécifications du produit fini ;
- Des dimensions du bâtiment et de la disponibilité des équipements.

La mise en place des lots de poulets de chair doit être planifiée de façon à réduire autant que possible les différences d'âge et/ou de statut immunitaire des lots de parentaux dont ils sont issus. Ceci minimisera les écarts de poids vif final entre les poulets de chair. Un lot donneur du même âge par bâtiment est idéal. S'il n'est pas possible de séparer les lots, maintenez les lots donneurs d'âge similaire ensemble. Évitez surtout de mélanger les poussins issus de lots donneurs de moins de 30 semaines de vie avec des poussins issus de lots donneurs de plus de 40 semaines de vie. Les poussins issus de lots donneurs jeunes (d'un âge inférieur à 30 semaines) devraient, dans l'idéal, être installés dans un espace de démarrage séparé, si possible dans un environnement plus chaud (+1 °C par rapport aux températures recommandées dans le **Tableau 2**) et recevoir un supplément de nourriture et d'eau, comparés aux poussins issus de lots donneurs plus âgés. Dans les élevages disposant d'équipements pour l'aliment et l'eau à l'intérieur des éclosiers, ou disposant d'éclosiers intégrés, les recommandations concernant les paramètres de l'environnement du bâtiment peuvent différer de celles présentes dans ce manuel pendant la période de démarrage. Il est recommandé de toujours suivre les directives du fabricant de l'équipement. La température ressentie par un animal dépend de la température indiquée par un thermomètre sec et de l'HR. [11]

## 11 Interaction entre température et humidité :

Tous les animaux évacuent de la chaleur par évaporation d'eau dans l'environnement au travers de leurs voies respiratoires et de leur peau. Lorsque l'HR est plus élevée, l'évaporation est moins importante ce qui augmente la température apparente du poussin (la température réellement ressentie par le poussin) jusqu'à un certain degré du thermomètre sec. Une HR faible réduit la température apparente et dans ce cas, pour la prendre en compte, la

température au thermomètre sec devra être augmentée. Avant toute modification de température, il convient de vérifier le taux minimum de ventilation. Les variations d'HR peuvent être le résultat d'une ventilation inadaptée. [11]

Le **Tableau 2** illustre la relation entre humidité relative (HR) et température apparente. Si l'HR se situe en dehors de la zone cible, la température du bâtiment au niveau des poussins devrait être corrigée conformément aux chiffres indiqués dans le **Tableau 2** ; principes selon lesquels les températures optimales du thermomètre sec évoluent avec l'HR chez les poulets de chair. Les températures au thermomètre sec correspondant à une HR idéale pour un âge donné sont notées en rouge. [11]

Tableau 2 : relation entre humidité relative (HR) et température apparente

| Âge (en jours) | Température au thermomètre sec °C |             |             |             |
|----------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                | 40 HR %                           | 50 HR %     | 60 HR %     | 70 HR %     |
| 1 Jour         | 36,0 (96,8)                       | 33,2 (91,8) | 30,8 (84,4) | 29,2 (84,6) |
| 3              | 33,7 (92,7)                       | 31,2 (88,2) | 28,9 (84,0) | 27,3 (81,1) |
| 6              | 32,5 (90,5)                       | 29,9 (85,8) | 27,7 (81,9) | 26,0 (78,8) |
| 9              | 31,3 (88,3)                       | 28,6 (83,5) | 26,7 (80,1) | 25,0 (77,0) |
| 12             | 30,2 (86,4)                       | 27,8 (82,0) | 25,7 (78,3) | 24,0 (75,2) |
| 15             | 29,0 (84,2)                       | 26,8 (80,2) | 24,8 (76,6) | 23,0 (73,4) |
| 18             | 27,7 (81,9)                       | 25,5 (77,9) | 23,6 (74,5) | 21,9 (71,4) |
| 21             | 26,9 (80,4)                       | 24,7 (76,5) | 22,7 (72,9) | 21,3 (70,3) |
| 24             | 25,7 (78,3)                       | 23,5 (74,3) | 21,7 (71,1) | 20,2 (68,4) |
| 27             | 24,8 (76,6)                       | 22,7 (72,9) | 20,7 (69,3) | 19,3 (66,7) |

## 12 Contrôle de la température et de l'HR (humidité relative) :

La température et l'HR doivent être contrôlées fréquemment et régulièrement -- au moins deux fois par jour pendant les 5 premiers jours, puis une fois par jour. Il est recommandé de placer des capteurs de température et d'humidité pour les systèmes automatiques au niveau des poussins, à une hauteur maximale de 30 cm au-dessus du sol (**Figure 13**) et régulièrement sur toute la longueur du bâtiment. Pendant la phase de démarrage, les capteurs doivent être placés à 2 m du bord de chaque espace de démarrage localisé. Dans les cas de démarrage sur l'ensemble du bâtiment, un capteur doit être placé au centre du bâtiment, avec deux capteurs supplémentaires installés à mi-chemin entre le centre et chacun des murs d'extrémité du bâtiment. Les capteurs doivent être hors de portée des oiseaux et suffisamment éloignés du système de chauffage pour éviter toute mesure erronée. Le système doit contrôler

l'environnement du bâtiment à partir d'une moyenne des valeurs enregistrées par les capteurs. Il est conseillé d'utiliser des thermomètres conventionnels pour vérifier l'exactitude des capteurs électroniques qui gèrent les systèmes automatisés. Les capteurs automatiques doivent être calibrés au moins une fois par lot. [11]



Figure 2. 12: position de thermomètre.

### 13 Contrôle de l'environnement :

#### 13.1 Humidité :

L'humidité relative (HR) dans l'éclosoir, en fin d'incubation, est élevée (environ 80 %). Les bâtiments avec chauffage intégré, notamment lorsqu'ils sont équipés de systèmes d'abreuvoirs à pipettes, peuvent présenter des taux d'HR inférieurs à 25 %. Les bâtiments dont les équipements sont plus conventionnels (démarrages localisés qui produisent de l'humidité en tant que sous-produit de combustion, et abreuvoirs en cloche qui offrent des surfaces d'eau libre) présentent des taux d'HR bien supérieurs, généralement au-dessus de 50 %. Pour limiter les pertes en eau par les poussins au départ de l'éclosoir, les taux d'HR doivent être maintenus à 60-70 % les trois premiers jours. Les poussins qui sont maintenus à des taux d'humidité adéquats ont moins tendance à se déshydrater. Le démarrage est plus uniforme et réussi. L'HR doit faire l'objet d'une surveillance quotidienne à l'aide d'un hygromètre. Si les niveaux tombent en-dessous de 50 % la première semaine, l'environnement sera sec et poussiéreux. Les poussins commenceront à se déshydrater et seront prédisposés à des troubles respiratoires. Pour éviter que leurs performances ne soient affectées, des mesures sont nécessaires pour augmenter l'HR. Si le bâtiment est équipé de buses à haute pression (vaporisation ou brumisation) pour faire baisser la température en cas de fortes chaleurs, elles peuvent aussi servir à augmenter l'HR pendant la phase de démarrage. Autre possibilité, l'HR peut être augmentée en pulvérisant les murs d'une brume fine à l'aide d'un pulvérisateur à dos. [11]

À mesure que les poussins grandissent, le niveau idéal d'HR décroît. Une HR élevée (supérieure à 70 %) maintenue après le 7<sup>e</sup> jour peut tremper la litière et entraîner des problèmes. À mesure que le poids vif des poulets de chair augmente, les taux d'HR peuvent être contrôlés à l'aide des systèmes de ventilation et de chauffage (voir la section Bâtiment d'élevage et environnement). [11]

#### **14 Mise en place d'un espace de démarrage :**

Deux systèmes de contrôle de température prévalent dans les phases de démarrage des poulets de chair :

##### **1. Le démarrage localisé :** (Chauffage en cloche ou par radiant)

Dans les espaces de démarrage localisé, la source de chaleur est délimitée, ce qui permet aux poussins de s'éloigner pour trouver une zone plus fraîche et de choisir la température qui leur convient le mieux.

##### **2. Démarrage sur toute la surface du bâtiment :**

Un espace de démarrage qui s'étend sur l'ensemble du bâtiment, ou une partie définie du bâtiment, est chauffé à l'aide d'une source de chaleur directe ou indirecte, dans le but d'obtenir une température homogène sur toute la surface, ou la partie du bâtiment concernée. La source de chaleur est plus étendue et diffuse la chaleur plus largement que dans un espace de démarrage localisé.

Il existe d'autres systèmes de contrôle de la période de démarrage et de la température. Ces derniers incluent les systèmes de chauffage par le sol, les échangeurs de chaleur, l'installation d'éclosoirs à l'intérieur du bâtiment d'élevage et des systèmes combinés couvoir-démarrage. Ces systèmes doivent être gérés conformément aux spécifications du fabricant. Quel que soit le système de démarrage choisi, l'objectif est de susciter la prise de nourriture et l'activité dès que possible. Atteindre une température et une HR optimales est essentiel. Les températures idéales de démarrage sont indiquées dans le **Tableau 3**. [11]

Tableau 3 : Températures de bâtiment pour l'élevage de poulets de chair. Après 27 jours de vie, la température doit être maintenue à 20 °C ou être adaptée au comportement des oiseaux. Les températures ci-dessous sont indiquées pour une HR de 60-70 % jusqu'à 3 jours de vie, puis, pour une HR de 50 %. [11]

| Age (en jours) | Température d'un démarrage sur toute la surface du bâtiment °c | Température d'un démarrage localise °c |                                       |
|----------------|--|--|---------------------------------------|
|                |  | Bord de l'espace de                    | 2 m du bord de l'espace de démarrage. |
|                |  | démarrage.                             | démarrage.                            |
| 1 jour         | 30(86)   | 32(90)                                 | 29(84)                                |
| 3              | 28(82)   | 30(86)                                 | 27(81)                                |
| 6              | 27(81)   | 28(82)                                 | 25(77)                                |
| 9              | 26(79)   | 27(81)                                 | 25(77)                                |
| 12             | 25(77)   | 26(79)                                 | 25(77)                                |
| 15             | 24(75)   | 25(77)                                 |                                       |
| 18             | 23(73)   | 24(75)                                 |                                       |
| 21             | 22(72)   | 23(73)                                 |                                       |
| 24             | 21(70)   | 21(70)                                 |                                       |
| 27             | 20(68)   | 20(68)                                 |                                       |

---

# CHAPITRE 03 :

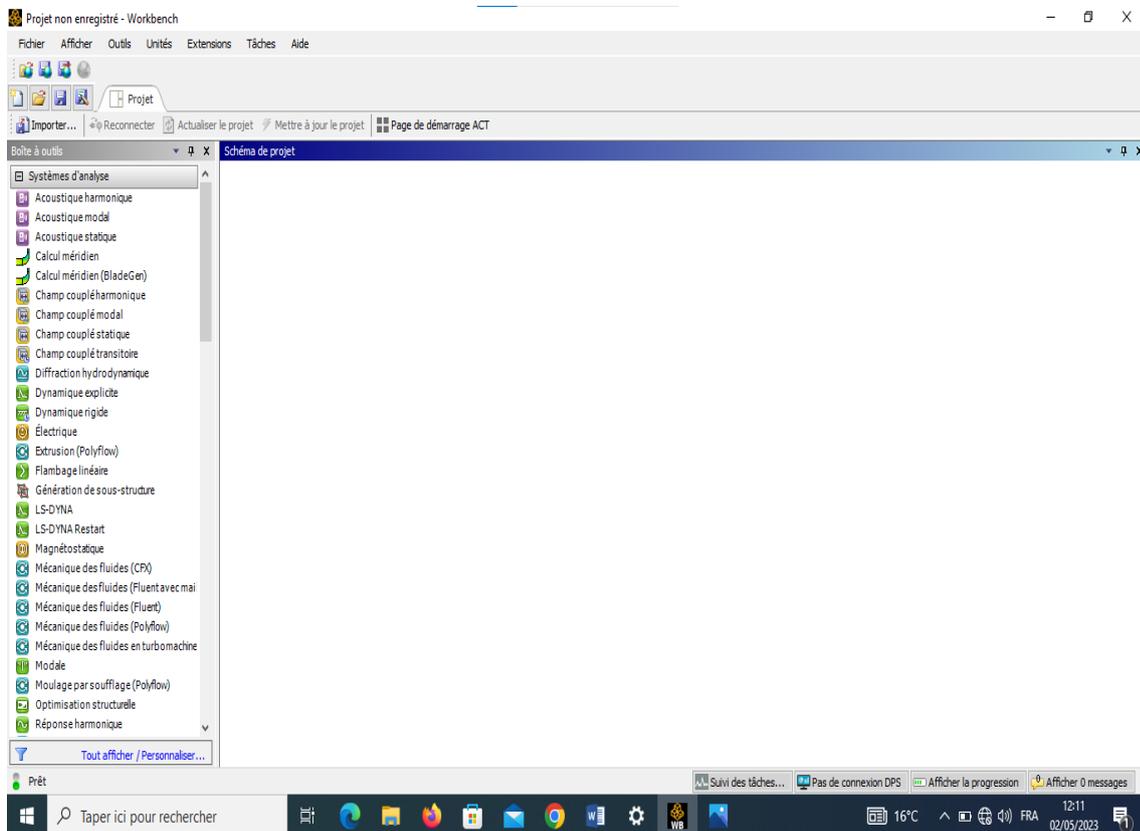
## Outils de simulation.

## 1 Introduction :

ANSYS est le premier éditeur mondial dans le domaine du calcul par éléments finis (FEA). Les solutions logicielles proposées permettent de résoudre les problèmes de validation produits de manière efficace et d'optimiser le processus de conception. L'interface Workbench est la plateforme qui encapsule les différentes applications de simulation: Mechanical, Fluent, ACP (Composite), DesignXplorer (Optimisation), SpaceClaim (Modélisation), etc. Cette plateforme s'appuie sur une vue schématique du projet de simulation pour permettre à l'utilisateur de facilement organiser et lier ses différents calculs. (Catalogue de formation ANSYS).

## 2 Interface principal du logiciel ANSYS Workbench :

L'ouverture du logiciel fait apparaître le menu principal présenté ci-dessous



Le bar d'outil permet un accès rapide à plusieurs commandes tel que la sauvegarde mais aussi un accès aux options du logiciel.

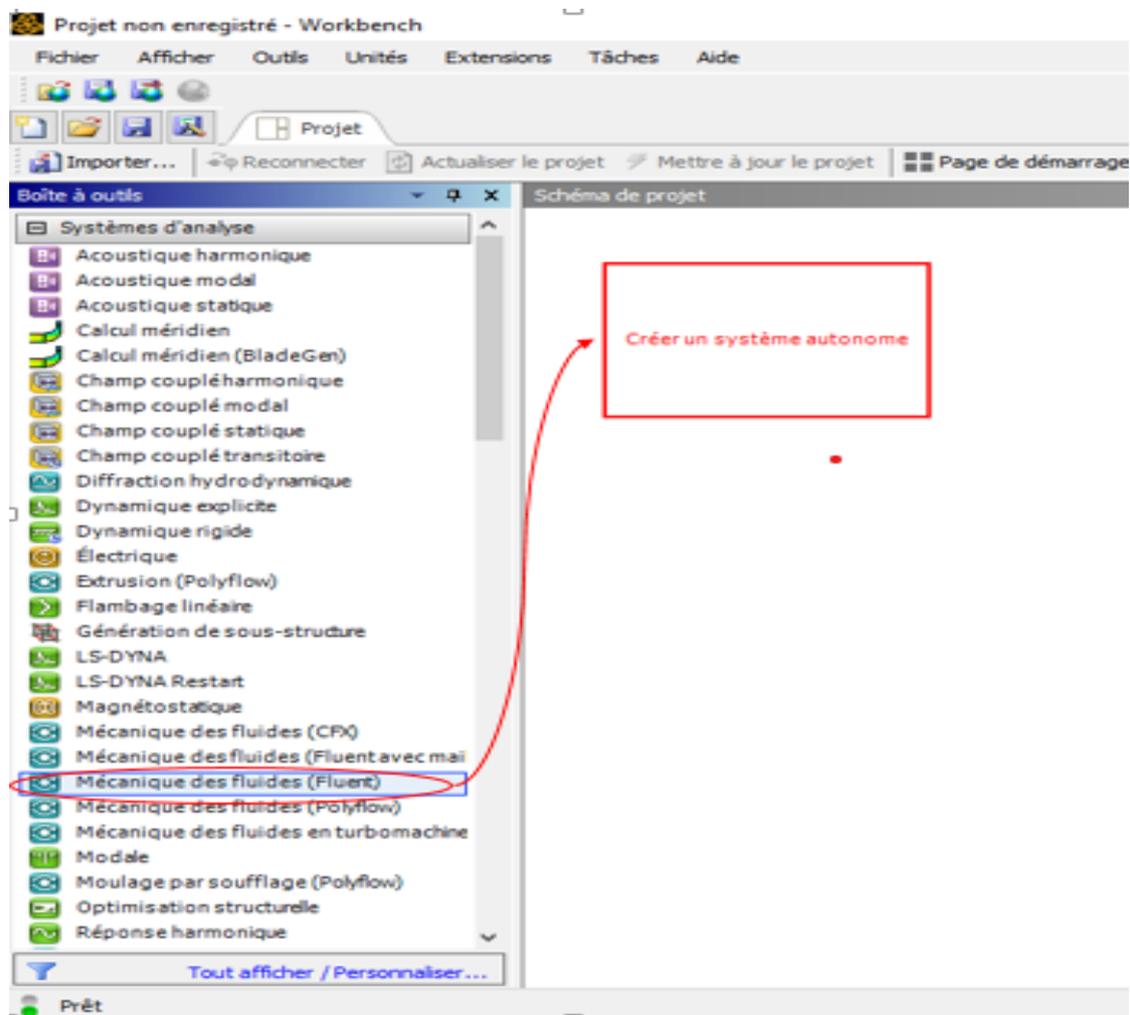


### 3 Méthode d'application dans Ansys :

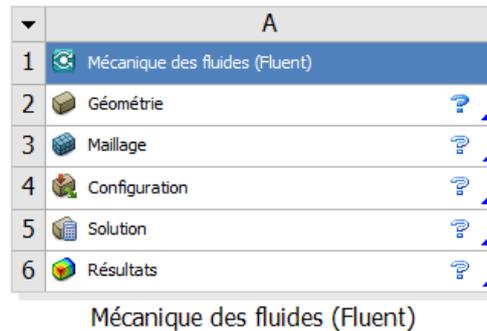
Pour débiter un nouveau projet, clique gauche sur nouveau. Clique gauche sur enregistrer sous... pour enregistrer celui-ci dans le dossier de votre choix. Il est conseillé de créer un nouveau dossier et d'enregistrer le projet à l'intérieur de celui-ci, cette technique permet de regrouper tous les fichiers de l'analyse à l'intérieur d'un même dossier.



La barre d'outils vous donne accès à plusieurs systèmes d'analyse. Pour débiter une analyse statique, une clique de gauche sur mécanique des fluides (fluent) (ANSYS) et glisser dans Schéma de projet.



Le système A est maintenant créé dans Schématique de projet.



Le système comporte différentes cellules soit : Géométrie, maillage, configuration, Solution, Résultats.

Prétraitement : Géométrie et maillage.

Résolution : configuration et solution.

Post-traitement : Résultats

Il est possible d'obtenir une description de chaque cellule dans le fichier d'aide d'ANSYS Workbench.

### 3.1 Géométrie :

Utilisez la cellule Géométrie pour importer, créer, modifier ou mettre à jour un modèle pouvant être utilisé pour une analyse. Cliquez droit sur la cellule et choisissez Edit dans le menu contextuel qui apparaît pour entrer l'environnement.

### 3.2 Maillage :

La cellule Model est associée à la définition de la géométrie, des systèmes de coordonnées, des connections et du maillage dans le module de simulation Mécanique.

### 3.3 Configuration :

La cellule configuration permet de définir les chargements, conditions frontière et autre configuration de l'analyse

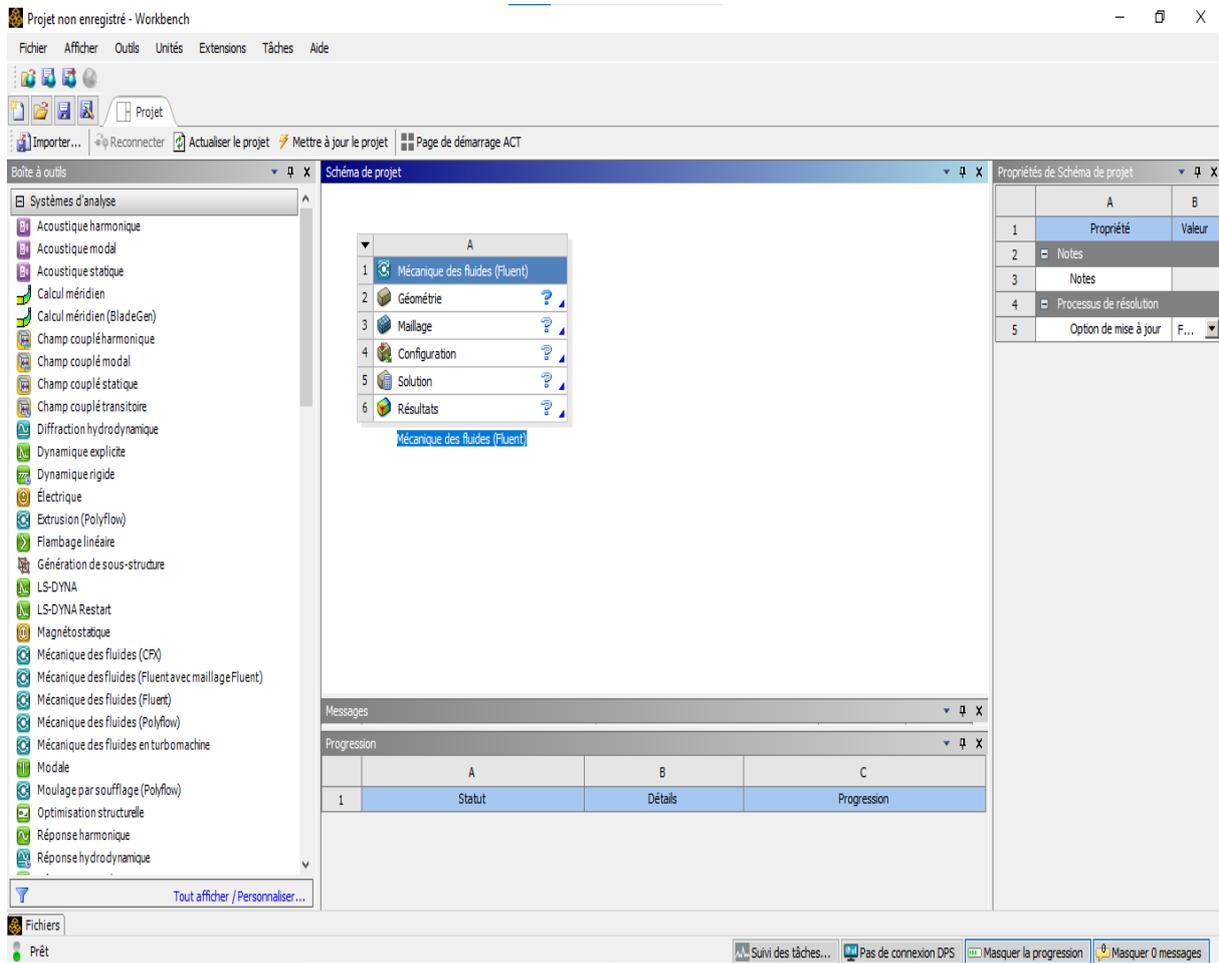
### 3.4 Solution :

La cellule Solution permet d'avoir accès aux données de résolution.

### 3.5 Résultats :

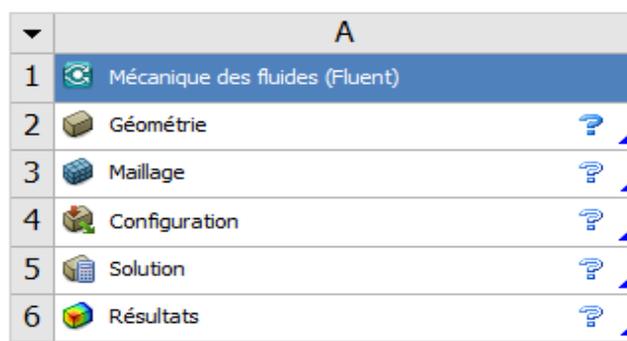
La cellule Résultats regroupe les résultats de l'analyse. Celle-ci est souvent référée à une cellule de post-traitement.

Dans notre cas nous allons étudier le transfert de chaleur dans un poulailler conçu pour l'élevage de poulet de chair (destiner à la consommation), On ouvre un nouveau projet et ajouter une analyse de Mécanique des fluides (fluent).



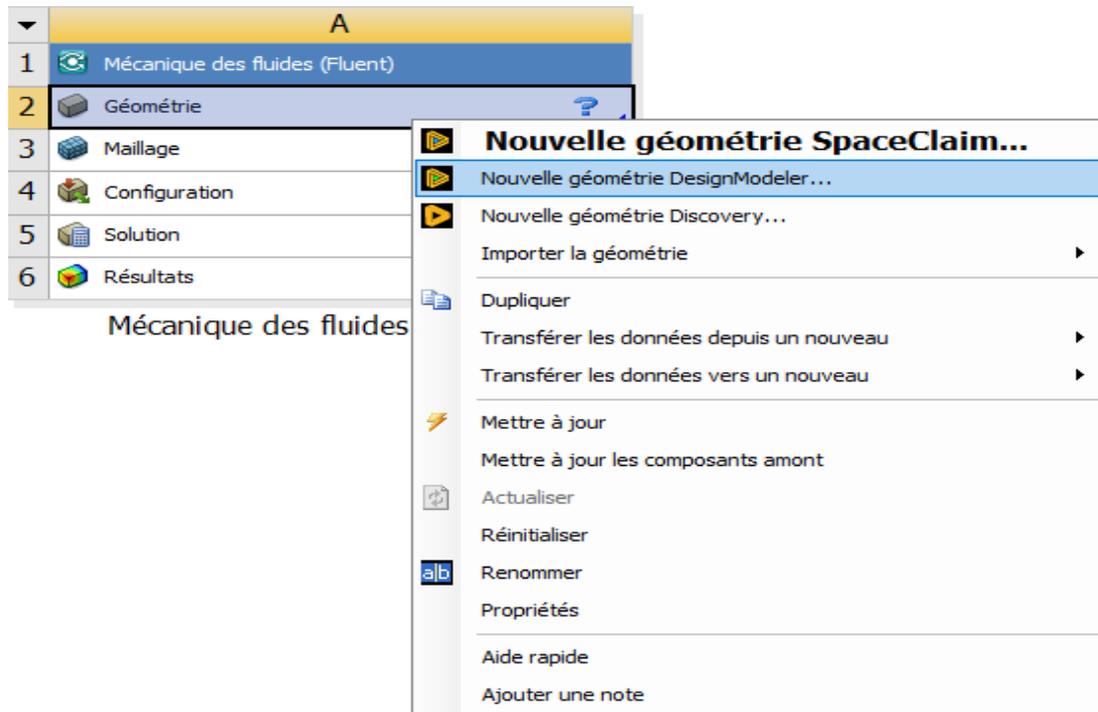
#### 4 Module de création géométrique :

Clique de droite sur Géométrie pour ouvrir le module de création géométrique.

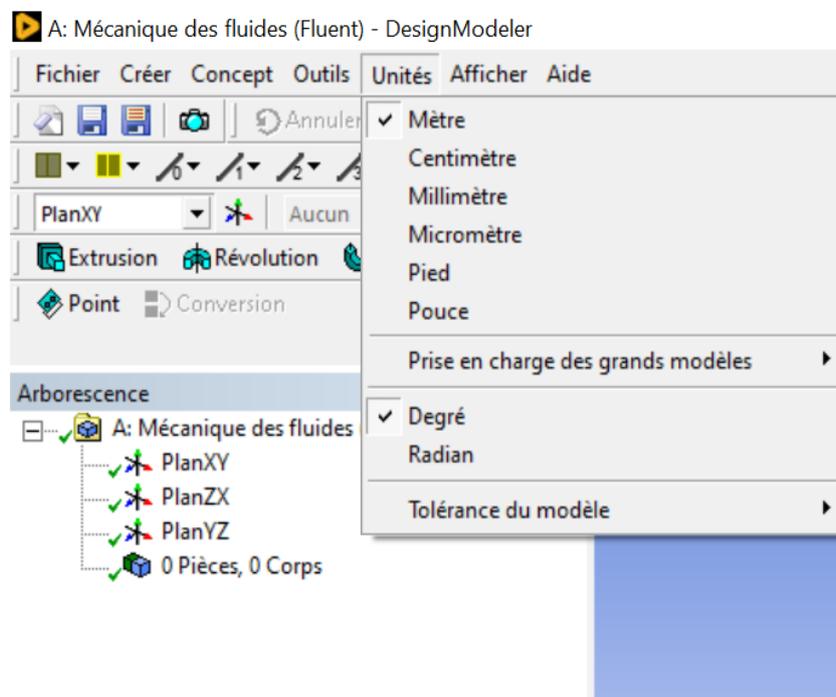


Mécanique des fluides (Fluent)

Après l'ouverture du module de création géométrie, on sélectionne Nouvelle géométrie DesignModeler

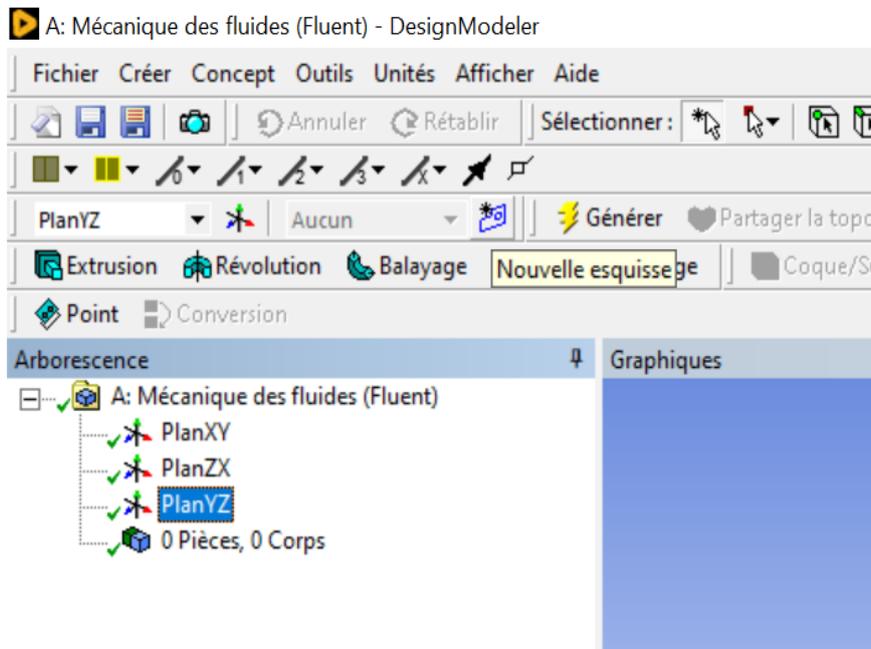


Après l'ouverture du module de création géométrie, nous allons sélectionner le mètre comme unité de dimension.



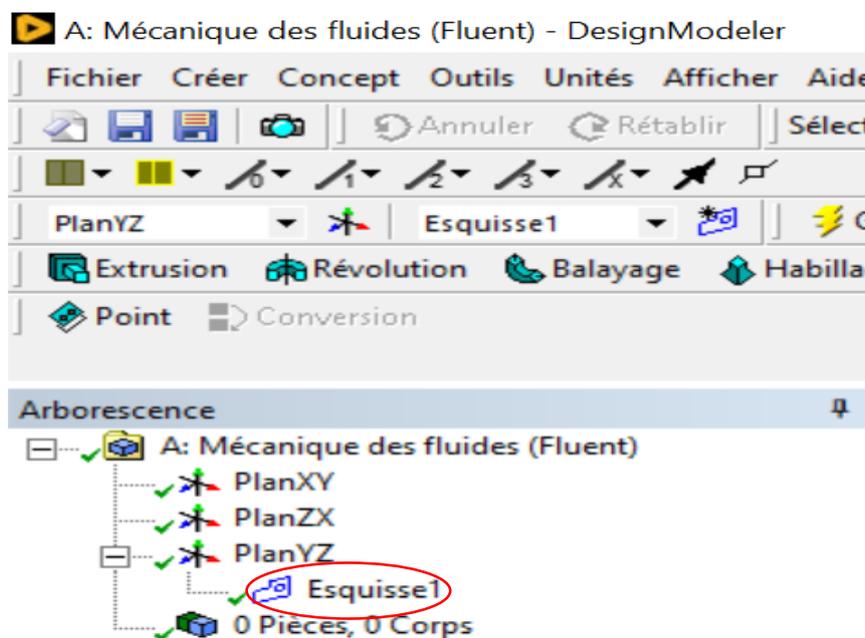
Création de la géométrie :

Par la suite, clique de gauche sur PlanYZ sous arborescence (treeOutline) pour sélectionner le plan et clique de gauche sur Nouvelle esquisse.



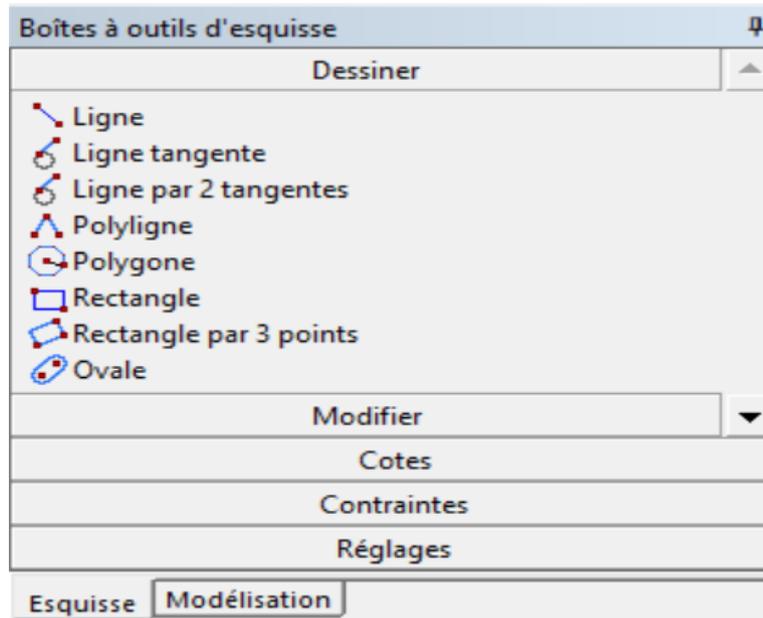
Un nouveau dessin devrait apparaître sous PlanYZ.

Clique de gauche sur l'esquisse1 et clique de gauche sur l'onglet Nouvelle esquisse.

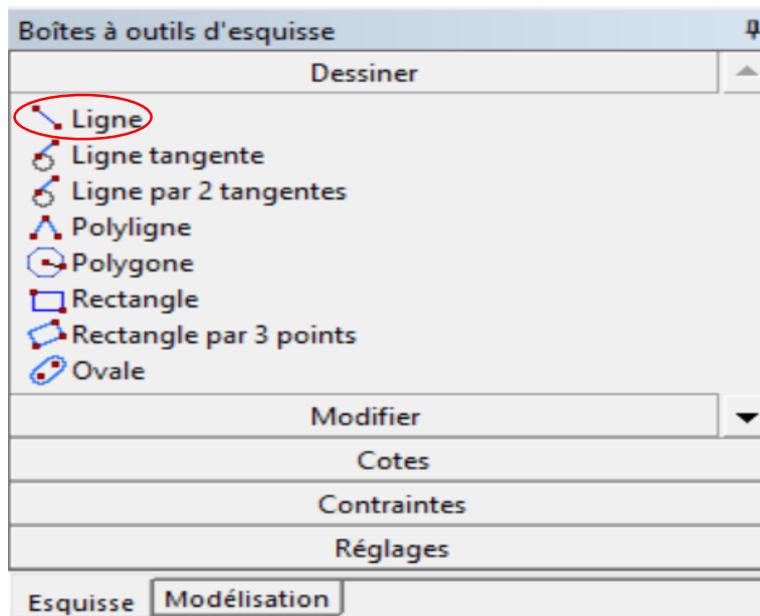


La boîte à outil d'esquisse devrait apparaître.

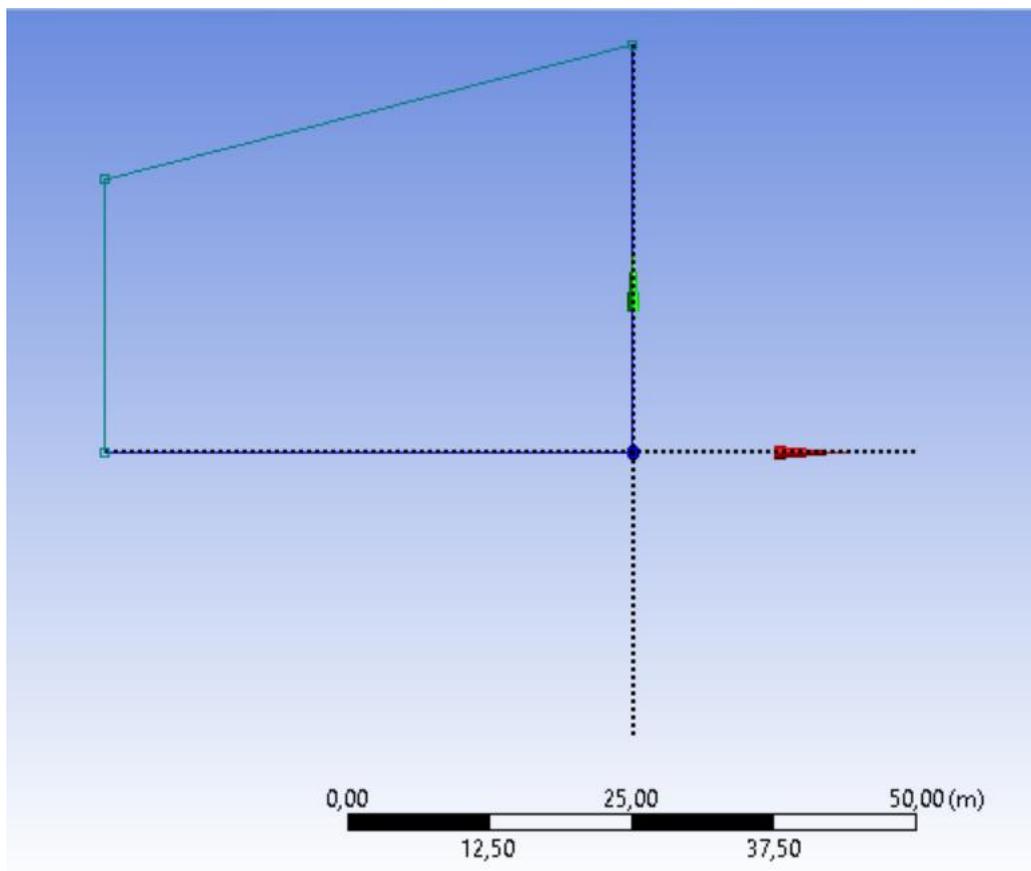
Cette boîte à outils permet de créer la géométrie, d'y ajouter des dimensions et de la contraindre.



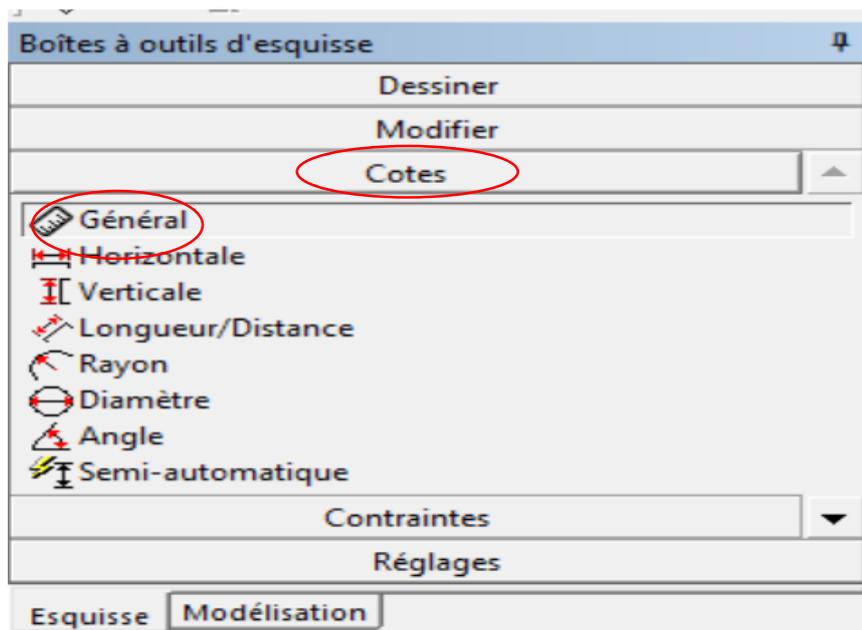
Sélectionnez Ligne dans La boîte à outil d'esquisse sous dessin.



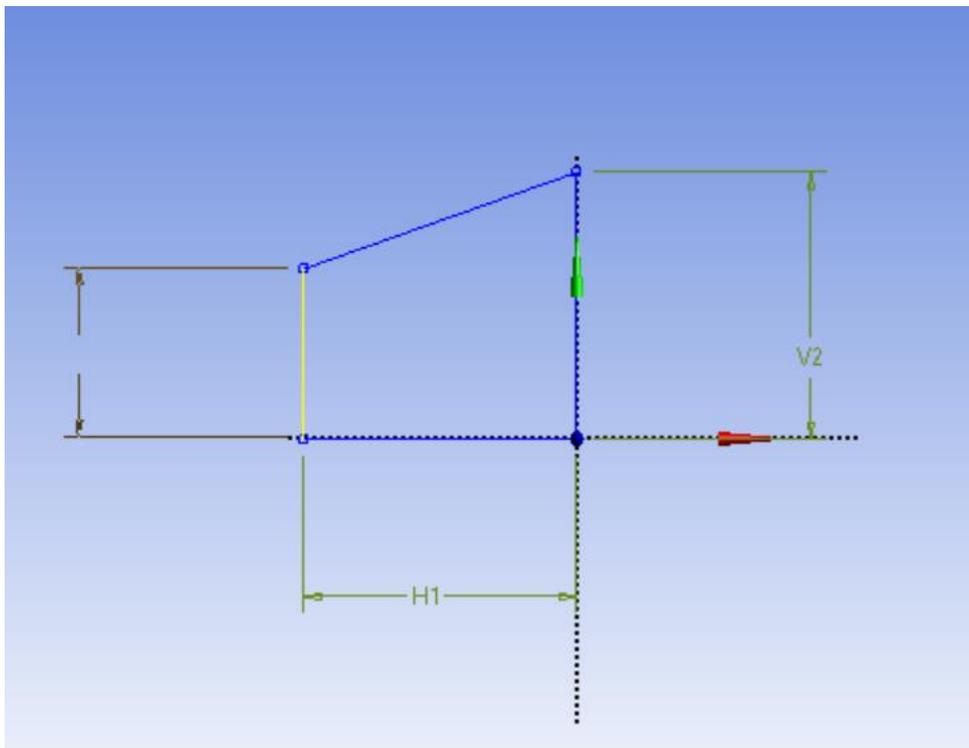
Placez le curseur de la souris à l'origine du système d'axe. Pour signifier que le point est contraint au centre. Cliquez de gauche pour fixer le premier point de la ligne et déplacez vous en bas à droite afin d'obtenir l'Horizontale. Une fois obtenue cliquez de gauche.



Sélectionnez Cotes puis générale pour modifier les dimensions.



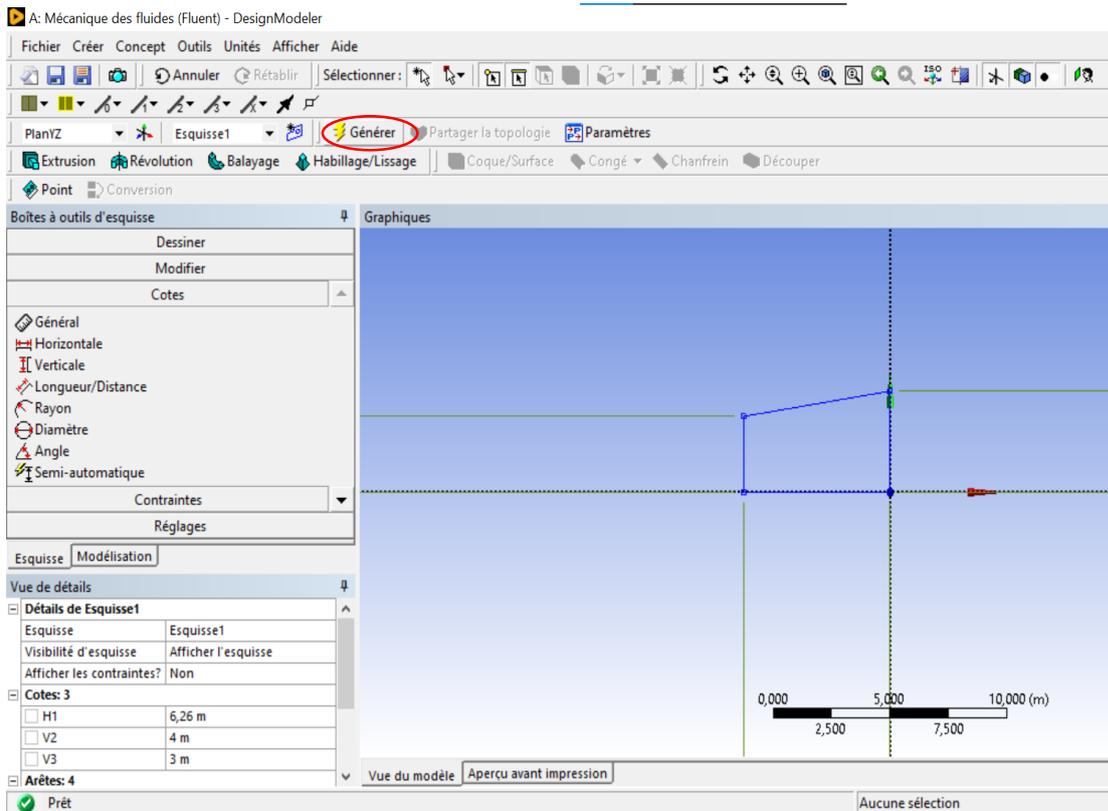
Cliquez sur les lignes pour ajouter la dimension générale. Ceux-ci devraient être jaunes lorsque sélectionnés.



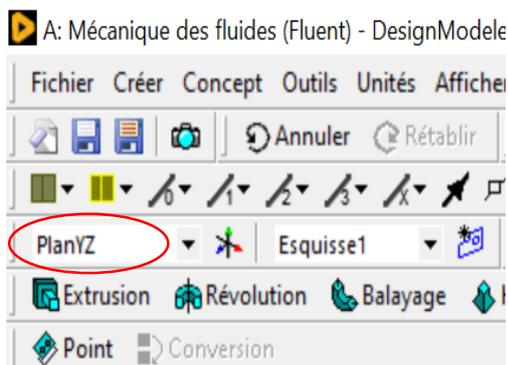
Après la sélection on donne les valeurs des dimensions horizontales et verticales réels de notre bâtiment.

| Vue de détails                         |                     |
|--|---------------------|
| [-] Détails de Esquisse1               |                     |
| Esquisse                               | Esquisse1           |
| Visibilité d'esquisse                  | Afficher l'esquisse |
| Afficher les contraintes?              | Non                 |
| [-] Cotes: 3                           |                     |
| <input type="checkbox"/> H1            | 6,26 m              |
| <input type="checkbox"/> V2            | 4 m                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> V3 | 3 m                 |
| [-] Arêtes: 4                          |                     |

Cliquez sur générer pour valide le travail.

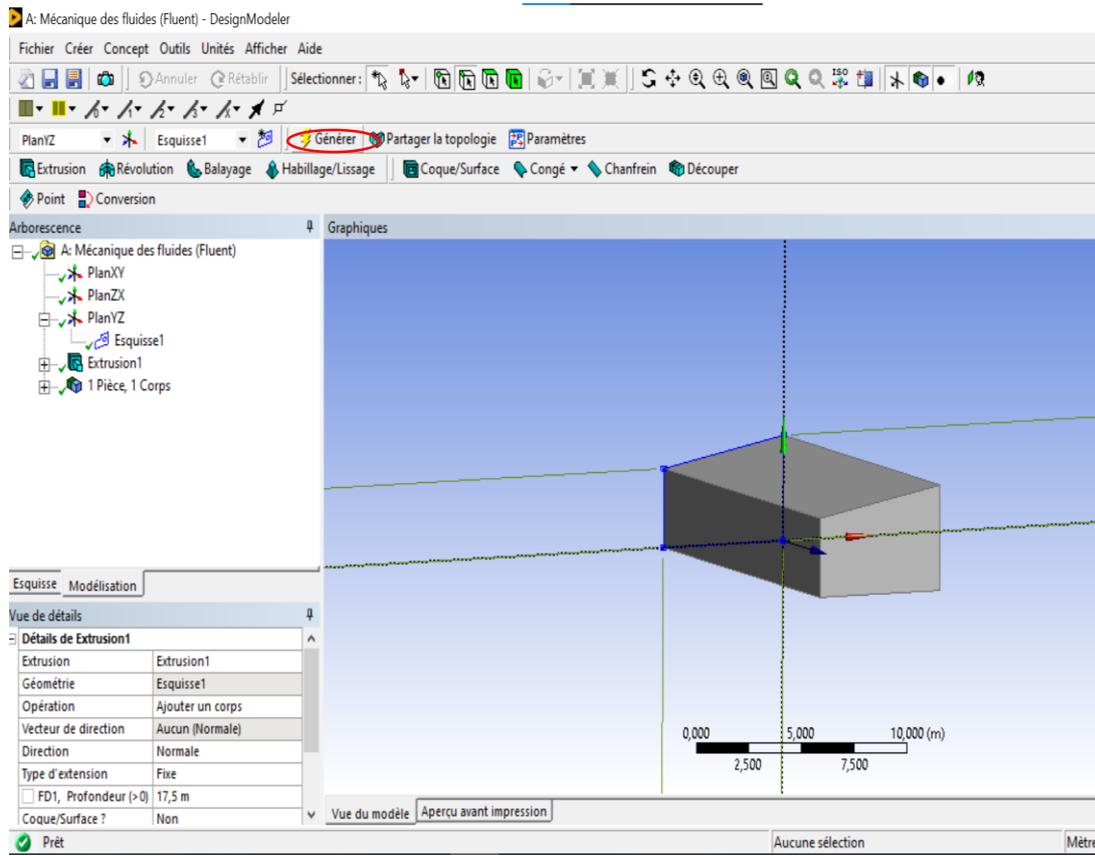


Ensuite, on applique la fonction Extrusion, On modifie la profondeur dans les détails de l'extrusion.

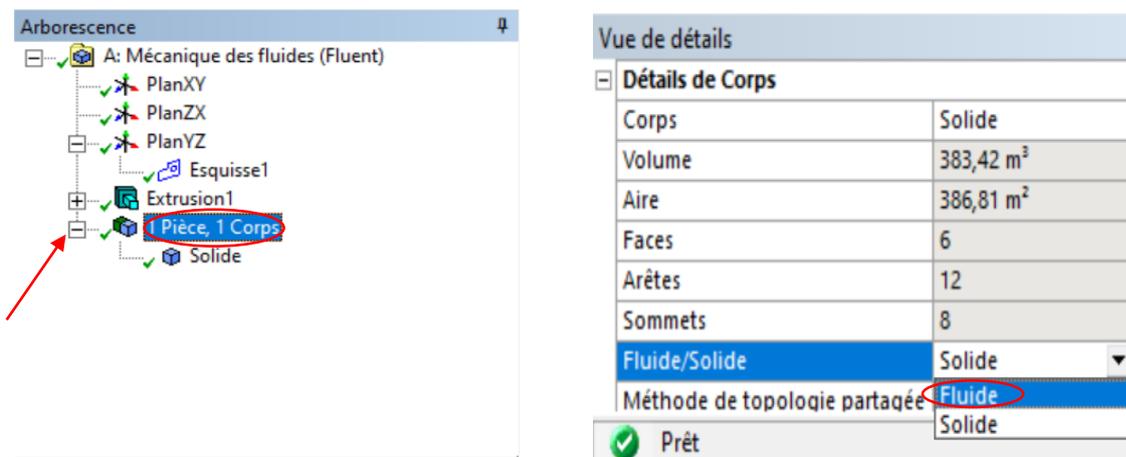


| Vue de détails          |                  |
|-------------------------|------------------|
| ☐ Détails de Extrusion1 |                  |
| Extrusion               | Extrusion1       |
| Géométrie               | Esquisse1        |
| Opération               | Ajouter un corps |
| Vecteur de direction    | Aucun (Normale)  |
| Direction               | Normale          |
| Type d'extension        | Fixe             |
| FD1, Profondeur (> 0)   | 17,5             |
| Coque/Surface ?         | Non              |

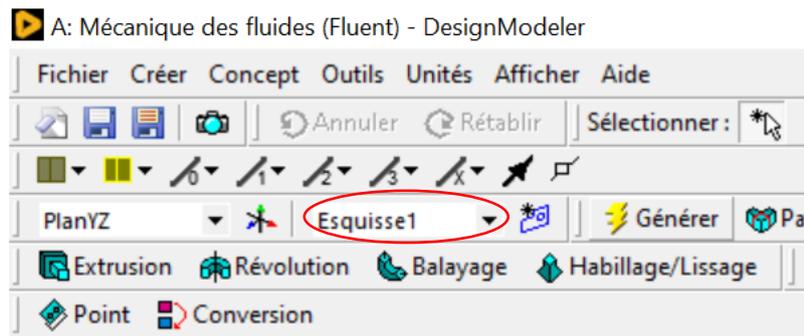
Cliquez sur générer pour valide le travail.



Ensuite, nous cliquons sur la détermination du domaine, pour accéder à la modification du corps pour le rendre fluide à l'intérieur, ce qui va nous permettre d'étudier le mouvement de l'air qui circule au ceins du bâtiment.



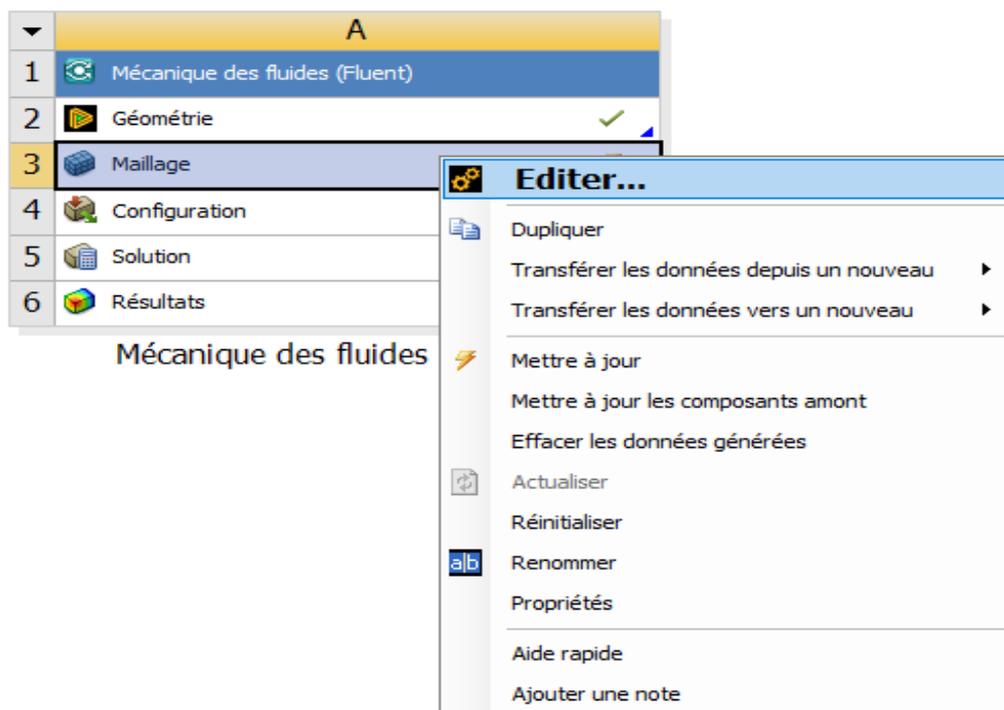
Nous cliquons sur générer pour valide la modification,



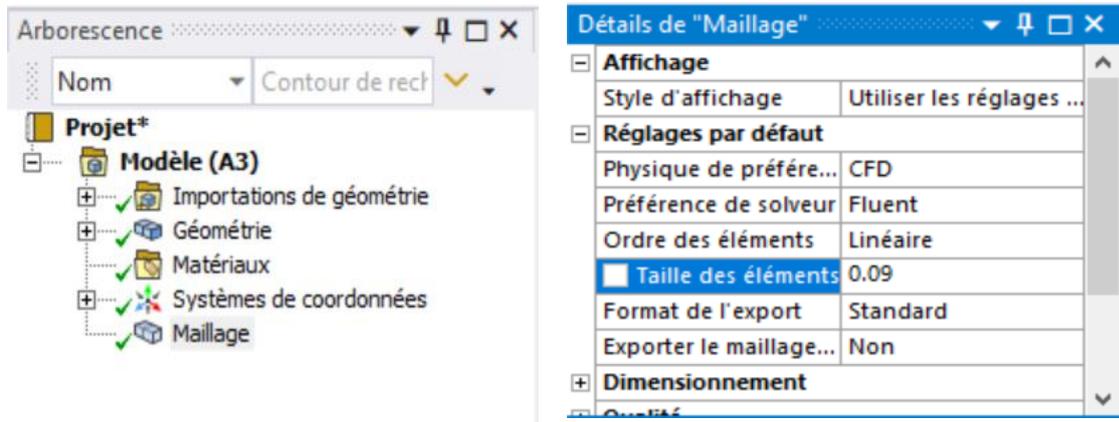
Une fois que nous avons fini l'étape de la géométrie, nous poursuivons la création de notre projet en accédant à la deuxième étape qui est le maillage.

## 5 Module de Maillage :

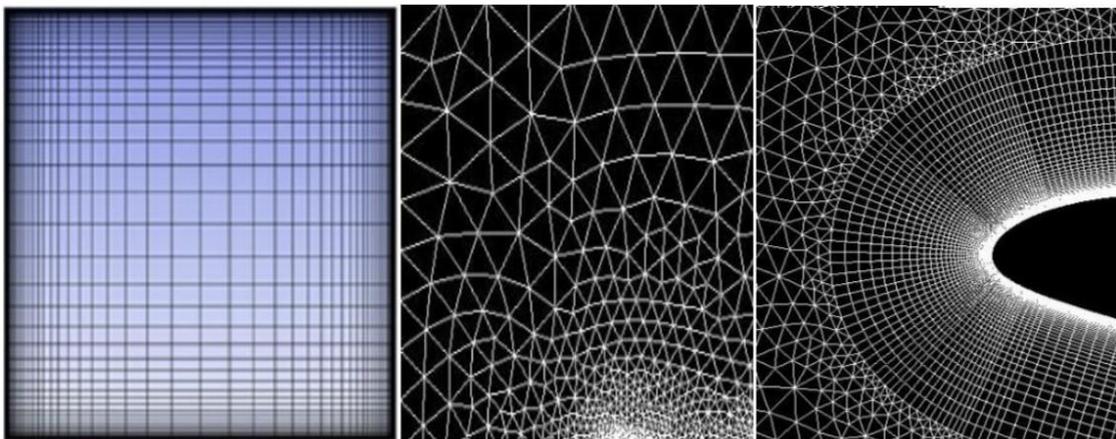
Schéma de projet



Puis nous sélectionnons maillage, puis nous procédons à la modification de la taille des éléments :



Choix de type de maillage :

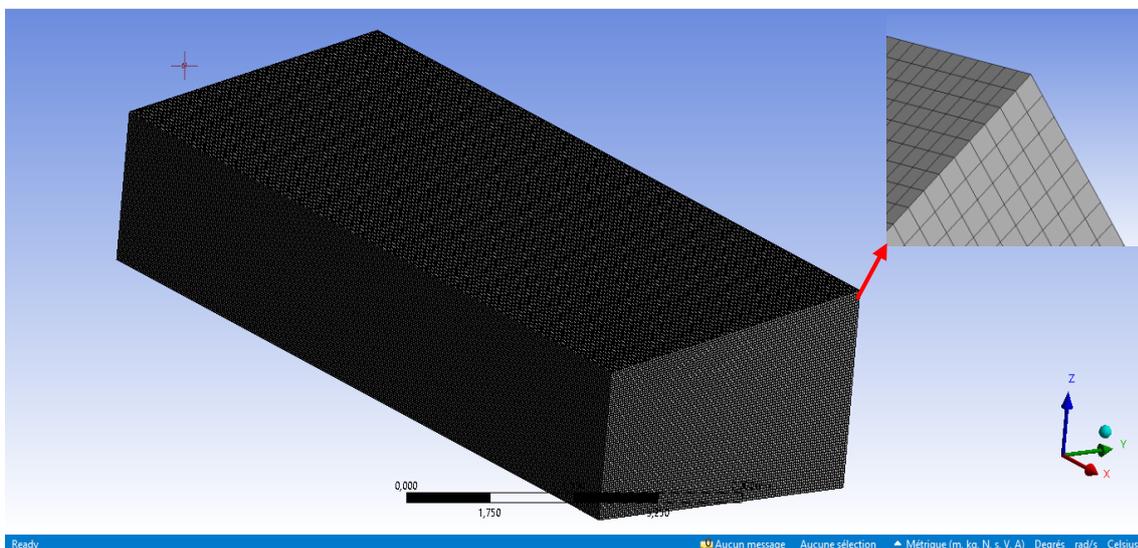


**Maillage structuré**

**Maillage non structuré**

**Maillage hybride**

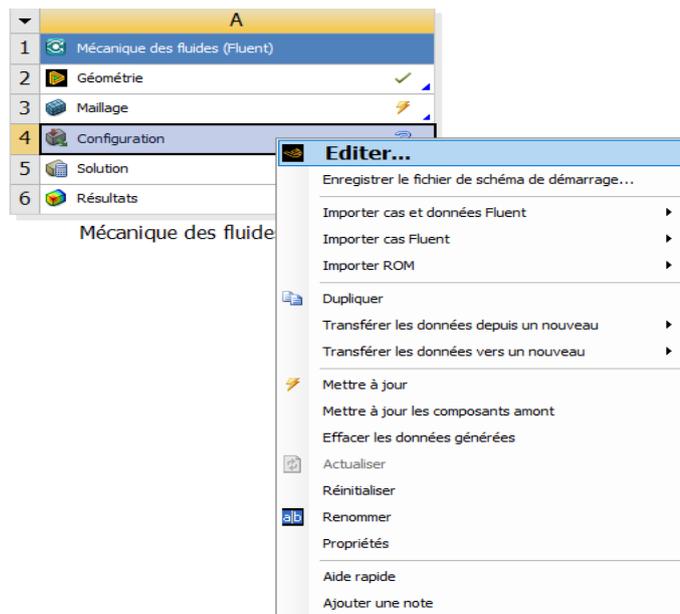
Une fois le maillage terminer le résultat s'affiche comme ci-dessous.



## 6 Module de Configuration :

Après l'achèvement de l'étape précédente, une seule clique droite puis choisi Editer pour accéder à la configuration :

Nous obtenons une fenêtre de configuration primaire :



## Fluent Launcher



Simulate a wide range of steady and transient industrial applications using the general-purpose setup, solve, and post-processing capabilities of ANSYS Fluent including advanced physics models for multiphase, combustion, electrochemistry, and more.

### Dimension

- 2D  
 3D

### Options

- Double Precision  
 Display Mesh After Reading  
 Do not show this panel again  
 Load ACT

### Parallel (Local Machine)

Solver Processes   
 Solver GPGPUs per Machine

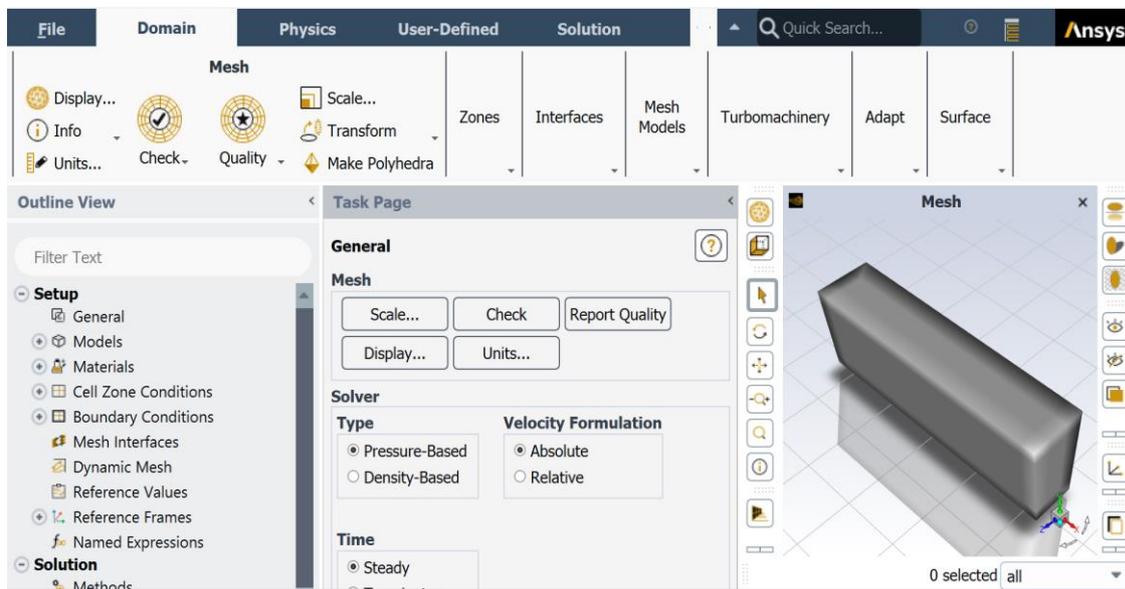
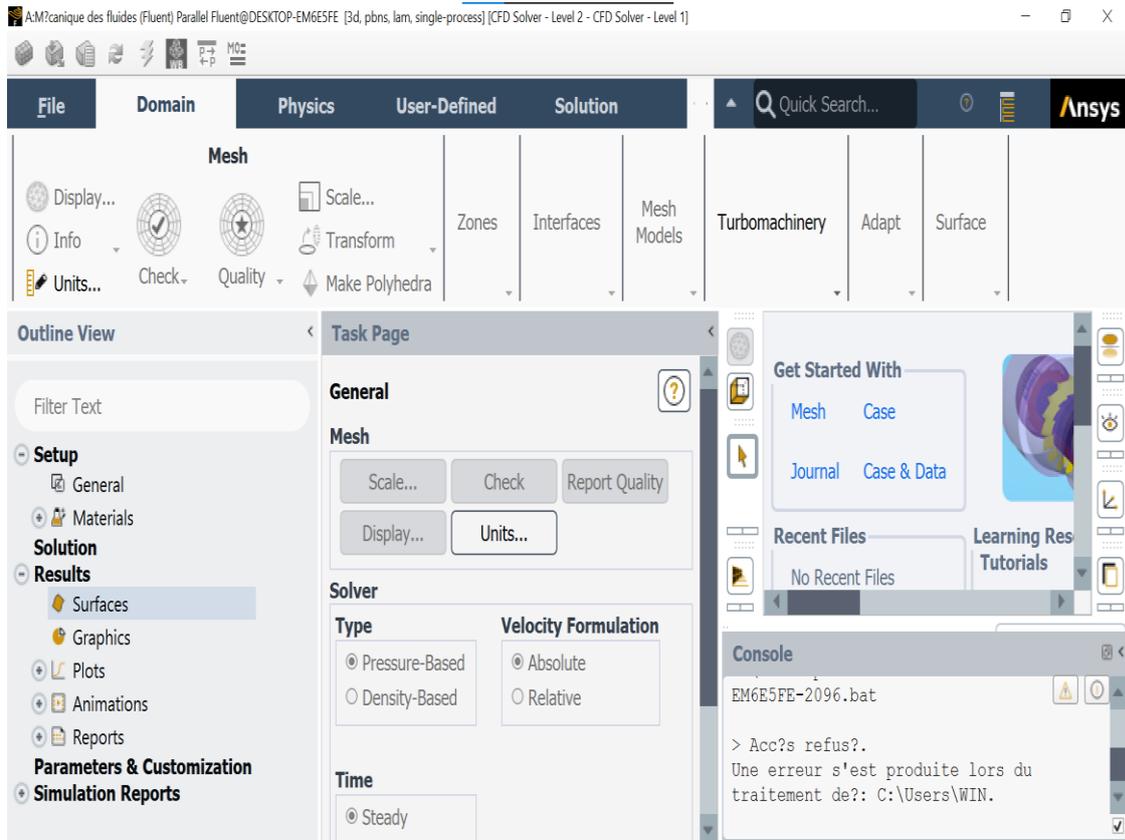
Show More Options     Show Learning Resources

Start

Cancel

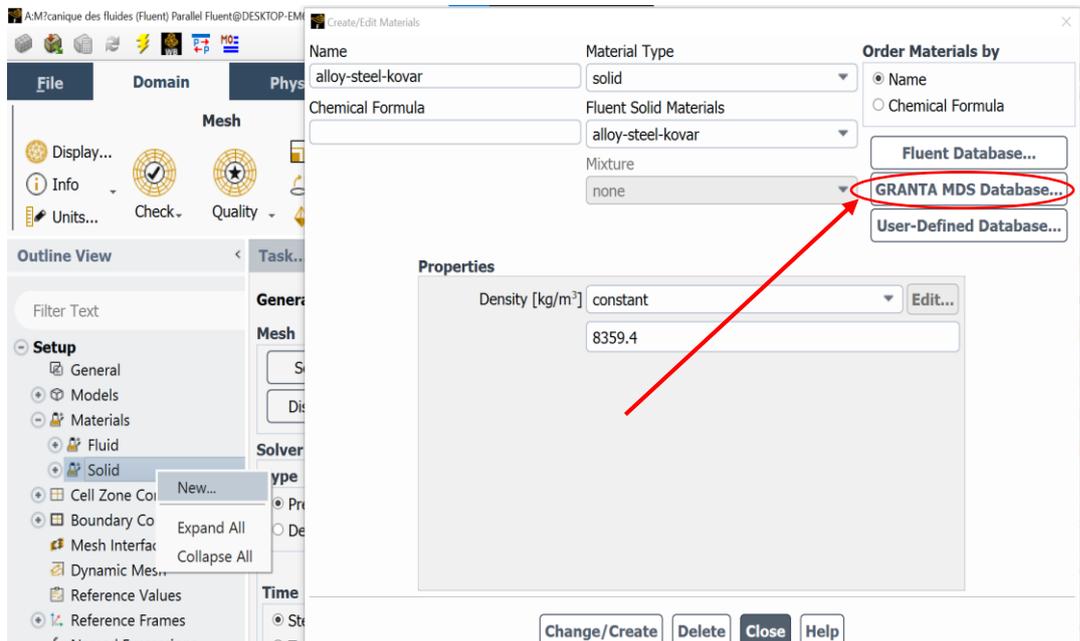
Help

La fenêtre principale se présente comme ce de suite :

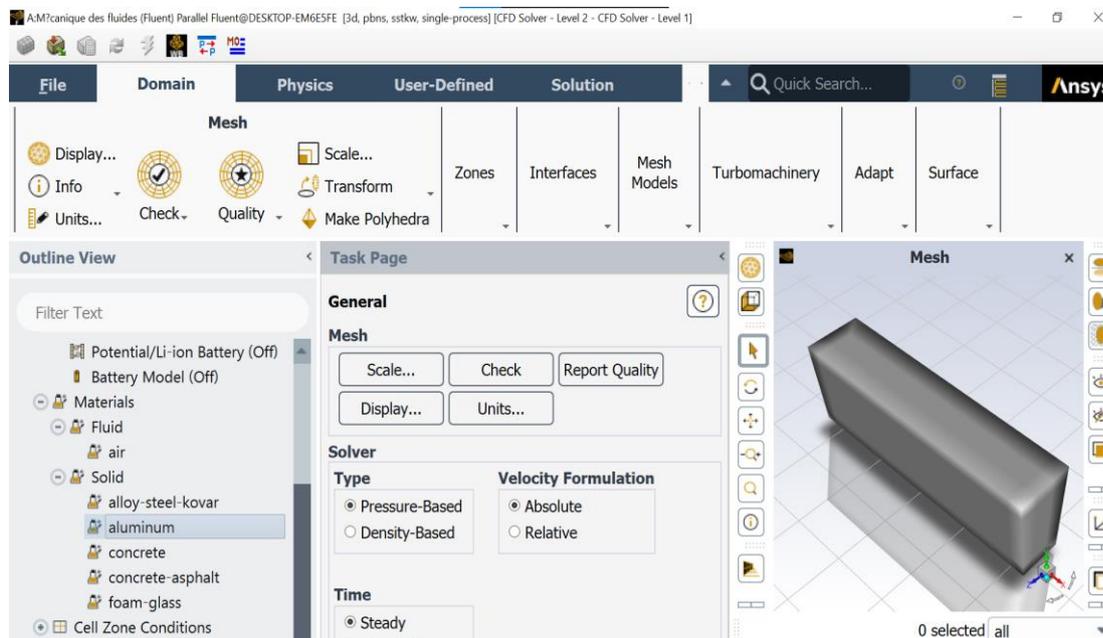


### 7 Module de Solution :

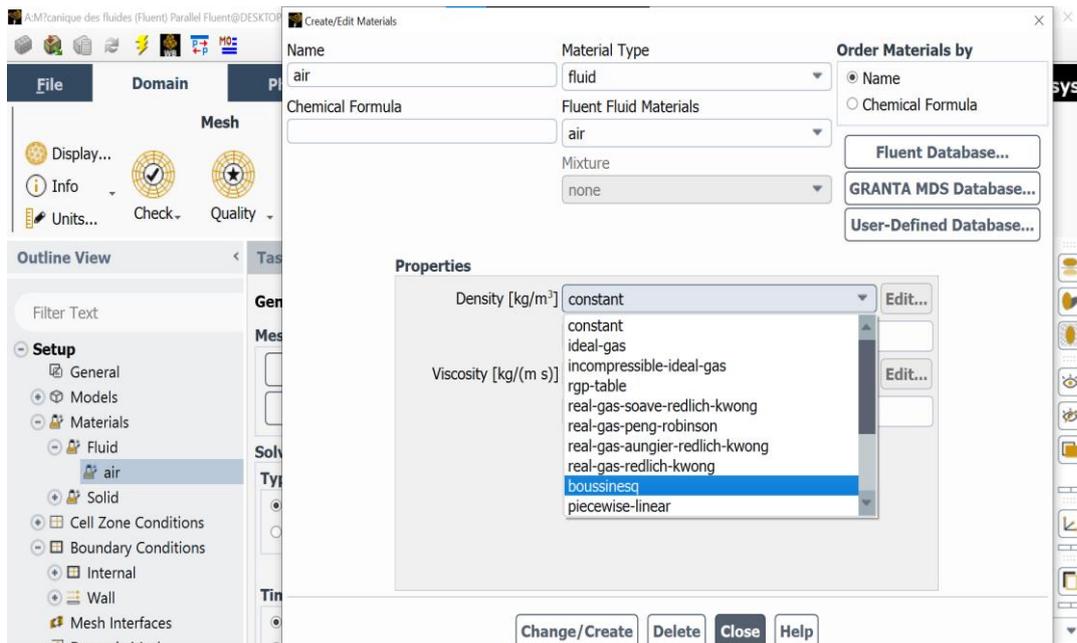
Dans cette étape nous introduisons les éléments qui constitués les composant de chaque murs :



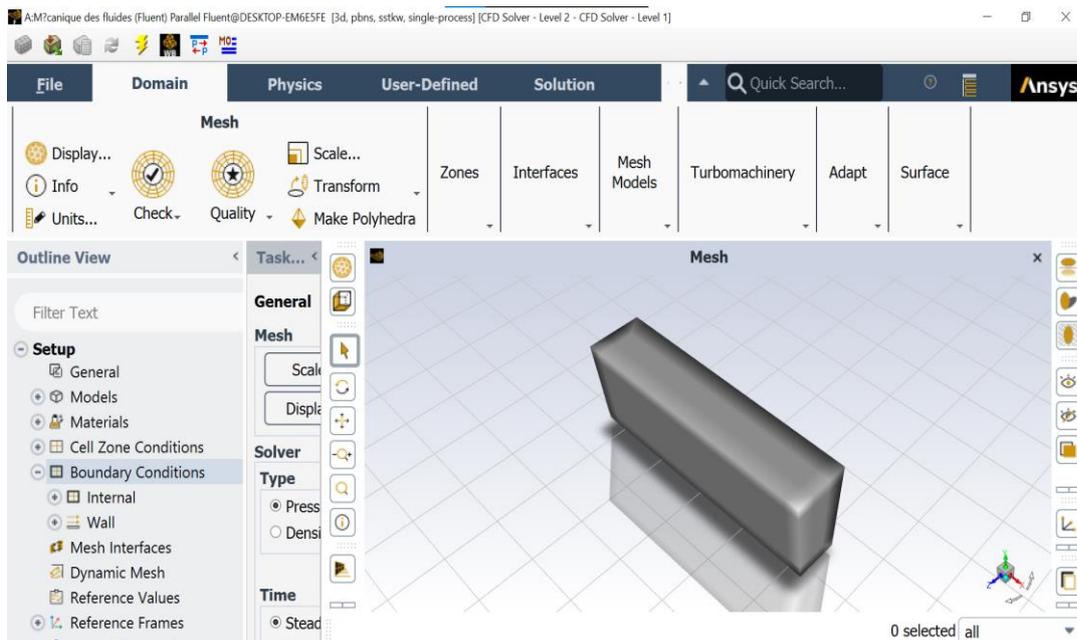
Dans Setup nous choisissons Matériaux puis on sélectionne Solid pour rentrer les types de matériaux qui constitue notre bâtiment.



Le paramètre des matériaux (fluide puis air) sera modifier comme si de suite

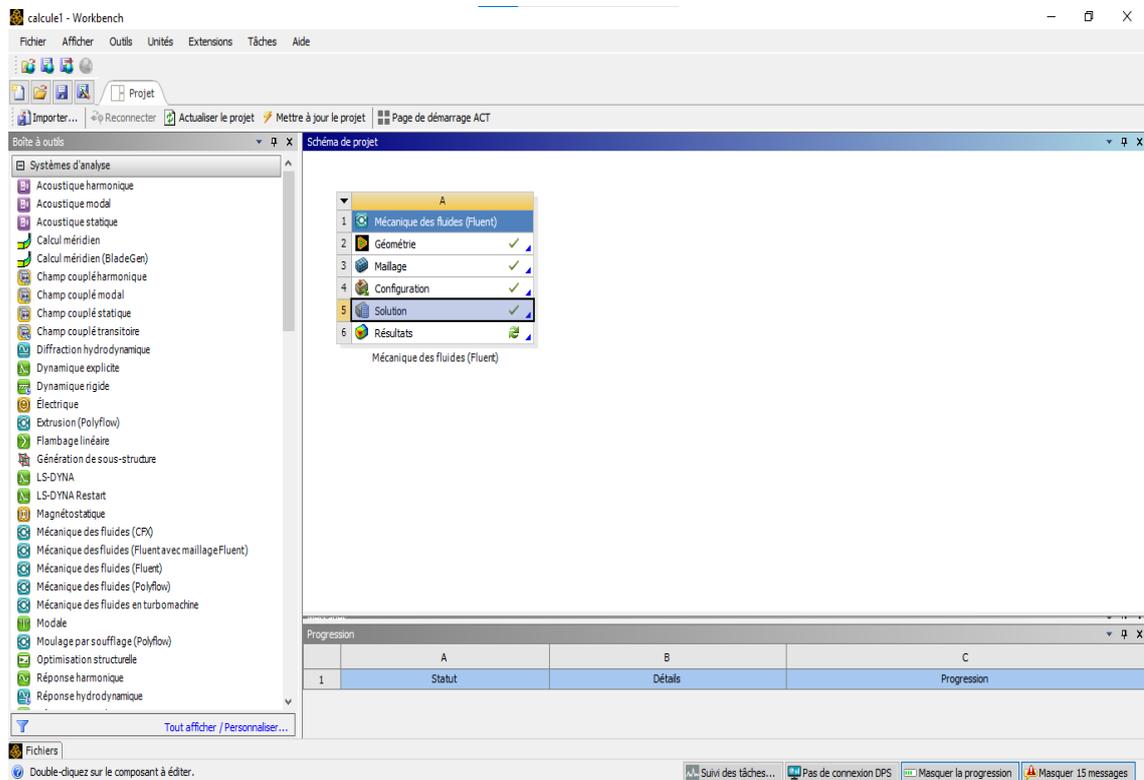


Après, dans les boundary conditions nous modifions les paramètres des murs :

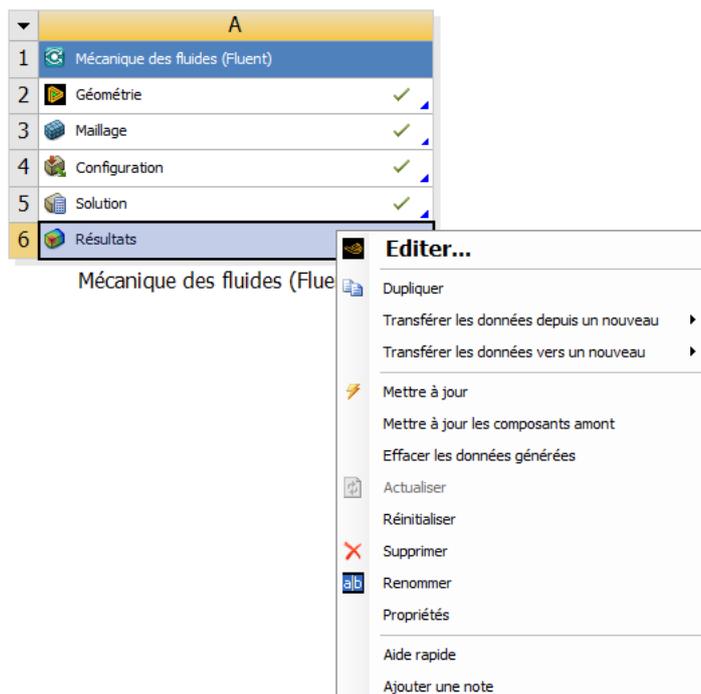


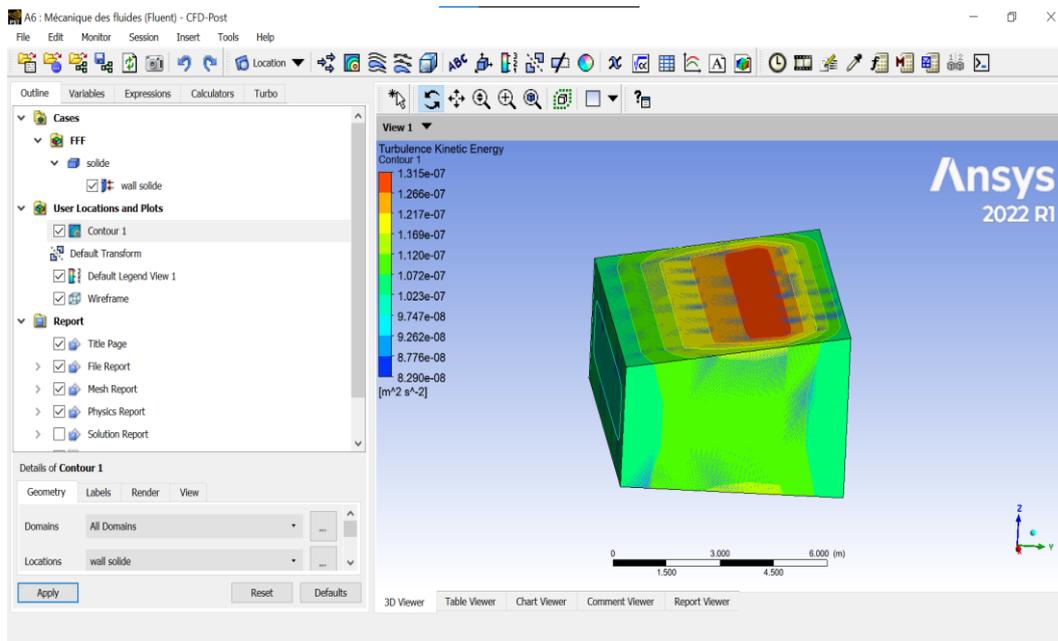
## 8 Module de Résultat :

Après les modifications nécessaires nous discutons les solutions:



Après toutes les modifications nécessaires, nous accédons à la dernière étape de notre projet qui est la discussion des résultats.





## 9 Module de Conclusion :

Après l'utilisation du logiciel nous avons conclu que les programmes de simulation jouent un rôle important dans les études numériques, en facilitant l'étude de MDF (mécanique des fluides) et en améliorant les performances de chaque étude. Ceci est démontré par la précision des résultats de la vitesse de calcul.

---

# CHAPITRE 04 :

## Résultats et interprétations.

## 1 Introduction :

Dans ce chapitre, les résultats de la simulation seront présentés et discutés pour le cas de refroidissement évaporatif du poulailler.

Dans ce qui suit, les résultats de simulation sous ANSYS sont présentés pour les deux scénarios suivants :

- Ancien système : cette configuration comporte l'installation ancienne de l'ensemble ventilateurs-nid d'abeille.
- Nouvelle installation : cette dernière représente le nouveau système de refroidissement évaporatif proposé avec soufflage par le biais des gaines de formes et de longueurs variables.
- 

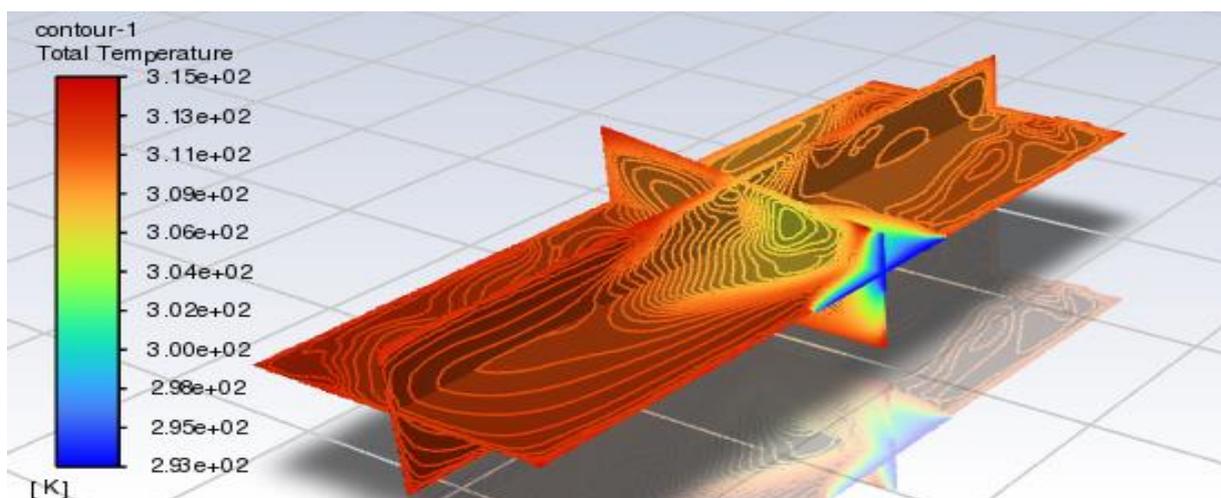
## 2 Simulation de l'Ancien système :

Il est à préciser que l'ancien système installé au poulailler comporte deux ventilateurs (pour la circulation forcée de l'air) dont un en panne, pour cette raison, deux simulations sur le même système ont été proposées :

### 2.1 Cas d'un seul ventilateur en fonctionnement :

Tableau 4 : Distribution de la Température :

|         |           |           |          |
|---------|-----------|-----------|----------|
| Plan(m) | X=3,3     | Y=2       | Z=8,815  |
| T(K)    | 312.06872 | 311.97405 | 310.6369 |



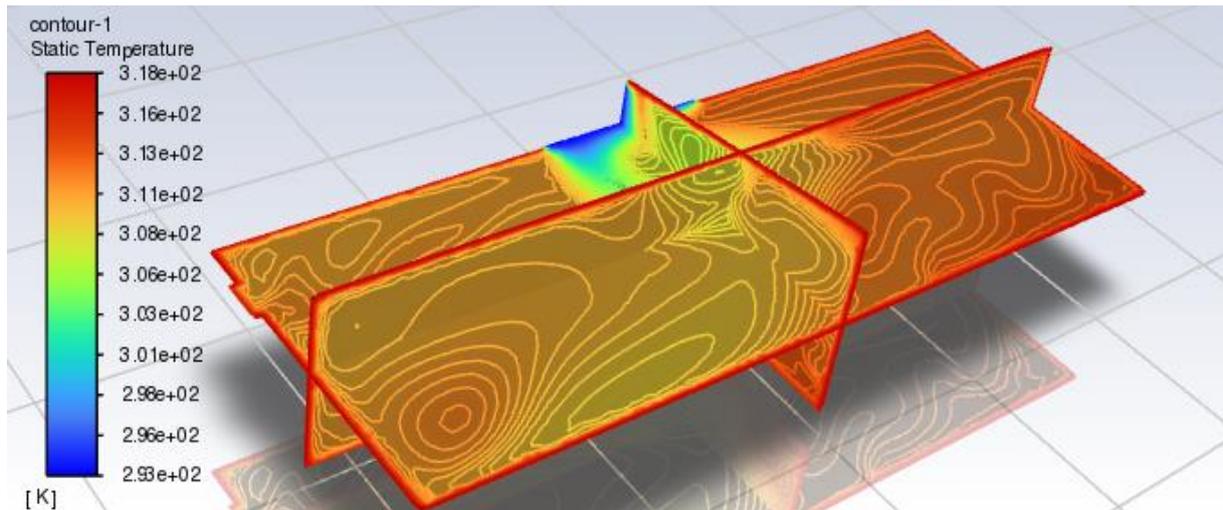


Figure 4. 1 Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le cas d'un seul ventilateur en fonctionnement.

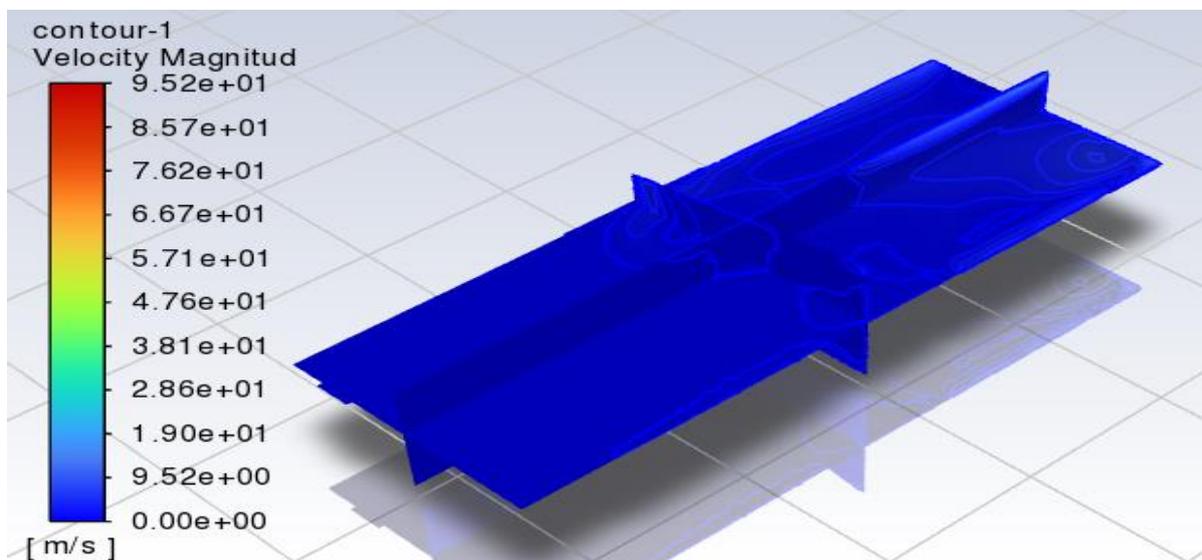


Figure 4. 2: Variation de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le cas d'un seul ventilateur en fonctionnement.

La figure 1 présente la distribution de la température à l'intérieur du poulailler, on remarque clairement de la figure 1 que l'ancien système laisse toujours des zones du poulailler non rafraîchit, ce problème viens du fait que l'écoulement d'air frais soit unidirectionnel vers la sortie de l'extracteur, laissant derrière lui des zones non touchées.

La figure 2 présente la distribution de la vitesse d'écoulement de l'air à l'intérieur du poulailler. Cette figure a été tracée dans le but de visualiser les zones où l'écoulement est important et leurs contraires. De cette figure, on remarque que la moitié du poulailler n'est pas touchée par l'écoulement, cela est due certainement à l'arrêt du second extracteur.

## 2.2 Cas de Deux ventilateurs en fonctionnement :

Une seconde simulation est réalisée afin de simuler le comportement thermique et dynamique de l'air à l'intérieur de notre poulailler en mettant en marche le second extracteur.

Tableau 5 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3     | Y=2       | Z=8,815   |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 310.28252 | 310.23425 | 309.21621 |

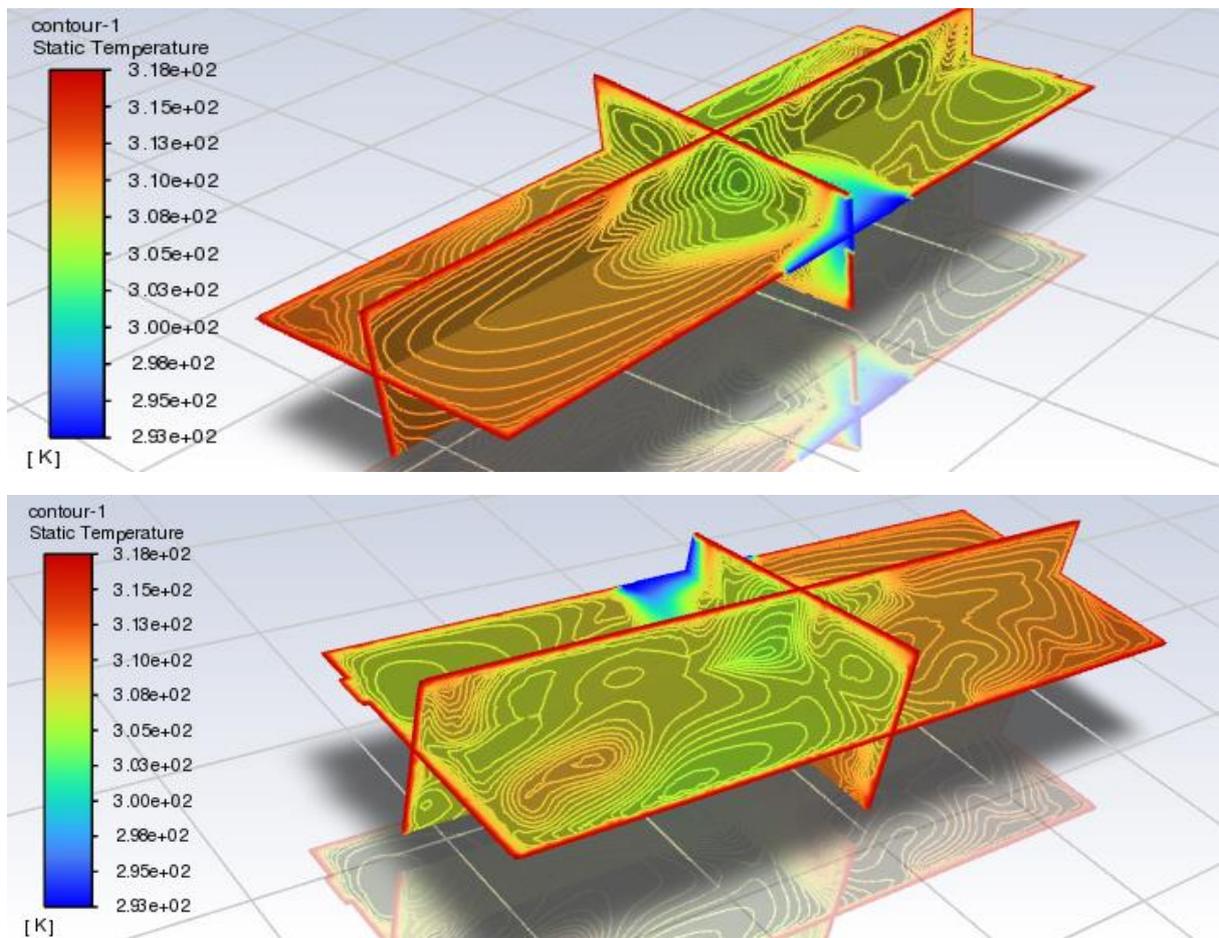


Figure 4. 3: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le cas de deux ventilateurs en fonctionnement.

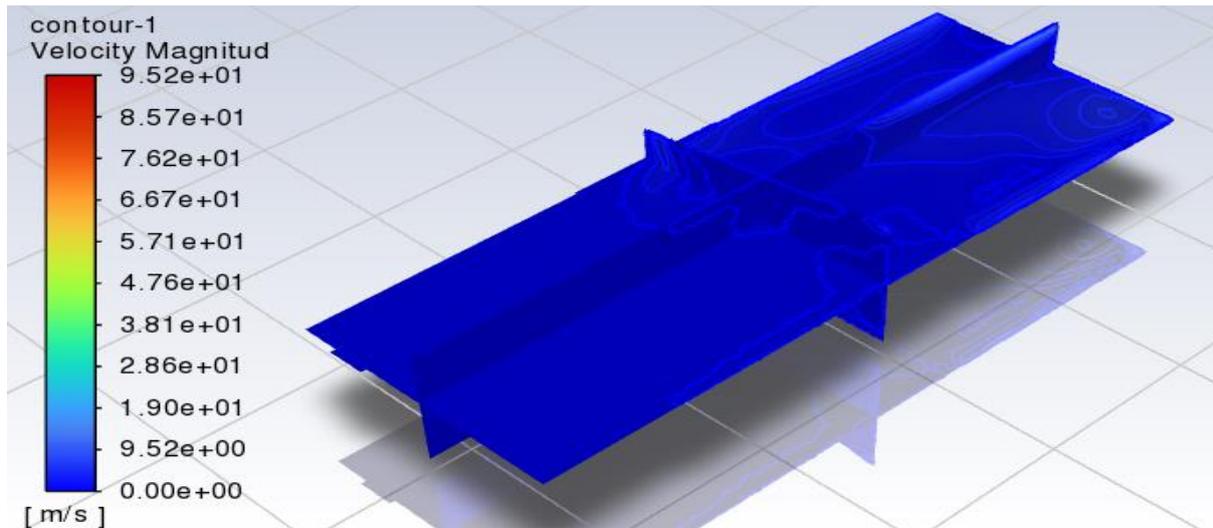


Figure 4. 4: Variation de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le cas de deux ventilateurs en fonctionnement.

Il est clairement noté de la figure 3 que la distribution de l'air frais est beaucoup plus améliorée comparant à celle d'un seul extracteur en marche, c'est logique vu que l'air sera distribué dans les deux moitiés du poulailler.

On note aussi de la même figure l'existence des zones dites « mortes » où l'air sera stagné, ceci empêchera le système de refroidissement à assurer le rafraîchissement de ces zones.

La distribution de la vitesse d'écoulement de l'air à l'intérieur du poulailler pour deux extracteurs en fonctionnement est démontrée en figure 4. L'écoulement est clairement meilleur dans cette configuration comparant par la précédente à cause du surplus d'écoulement crée par les deux extracteurs simultanément.

Tableau 6 : Température des plans pour différentes cas de fonctionnement des ventilateurs.

| Plan(m)         | Y=1       | Y=1,5     | Y=2       | Y=2,5     |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| T(K) (1ventilo) | 312.18749 | 312.02318 | 311.97405 | 311.92988 |
| T(K) (2ventilo) | 310.23686 | 310.23425 | 310.27423 | 310.37468 |

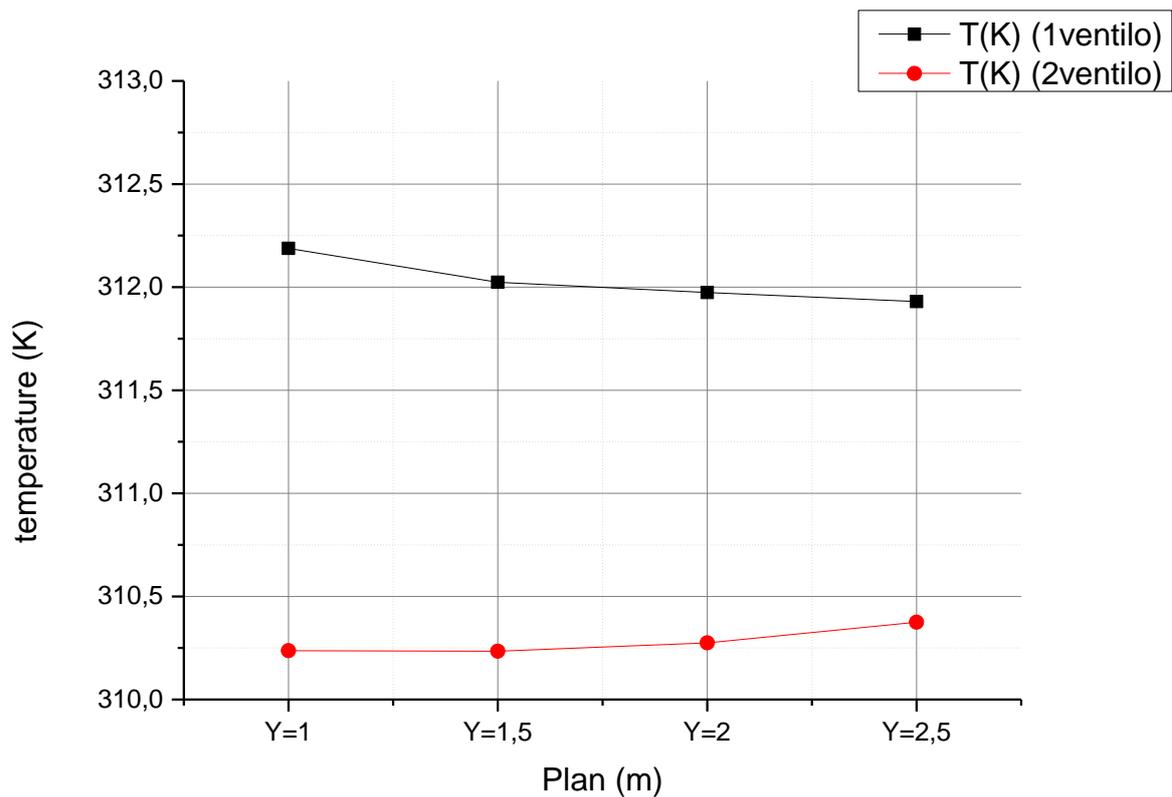


Figure 4. 5 Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour deux scénarios d'extraction.

La figure 5 Représente la variation de la température à l'intérieur du poulailler pour quatre niveaux de hauteurs (1, 1,5, 2 et 2,5 mètres) et pour une extraction simple ou doublée. Les résultats montrent clairement l'abaissement de la température à l'intérieur du poulailler quand deux extracteurs sont allumés.

Il est aussi noté que la température des niveaux les plus hauts est toujours supérieure à ceux des niveaux inférieurs.

Tableau 7 : Nombre de RA des plans pour différentes cas de fonctionnement des ventilateurs.

|       | RA (1VENT) | RA (2VENT) |
|-------|------------|------------|
| y=1   | 3,78E+16   | 4,79E+16   |
| Y=1,5 | 3,75E+16   | 4,87E+16   |
| Y=2   | 3,78E+16   | 4,87E+16   |
| Y=2,5 | 3,81E+16   | 4,87E+16   |

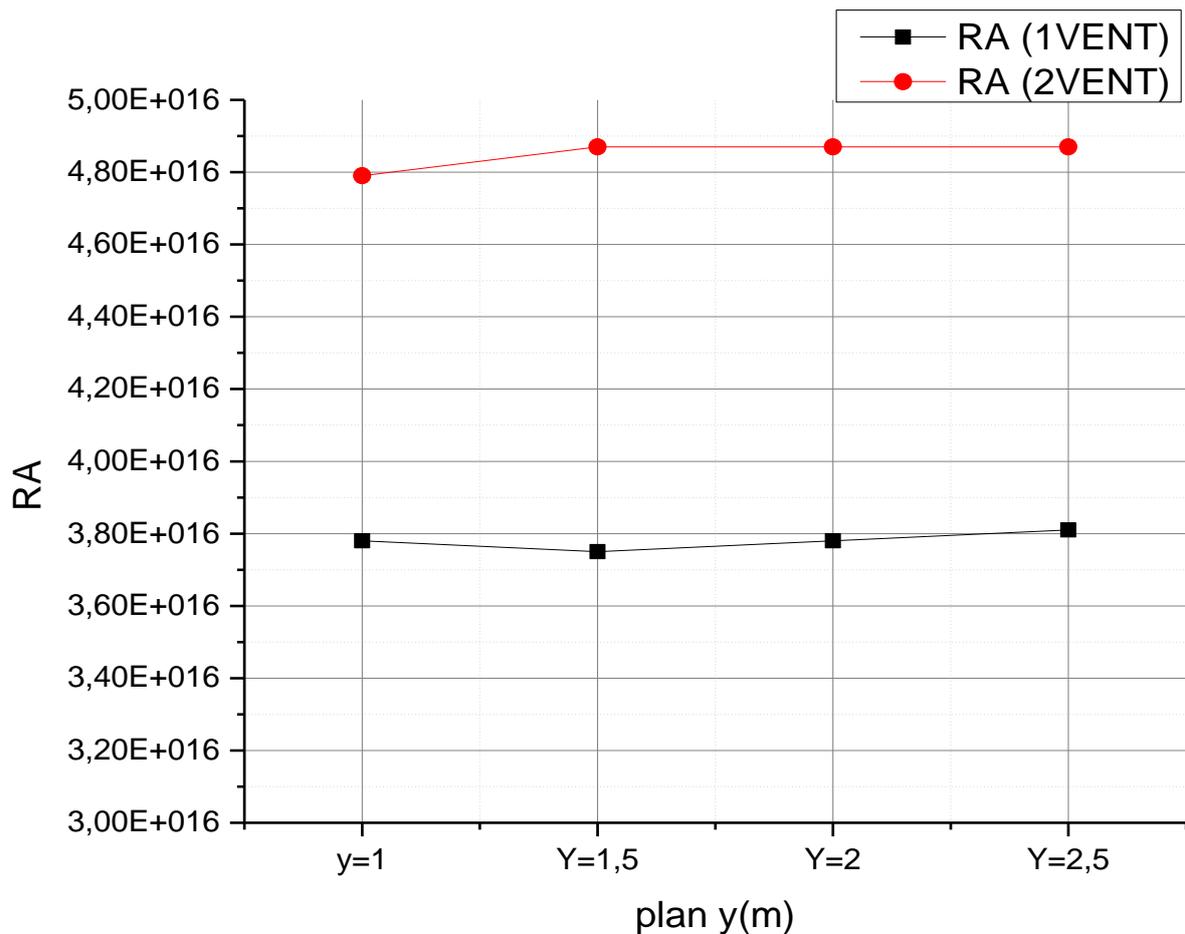


Figure 4. 6: Variation de nombre de RA pour différentes hauteurs et pour deux scénarios de fonctionnement des extracteurs.

La figure 6 Représente la variation de RA pour quatre niveaux de hauteurs (1, 1,5, 2 et 2,5 mètres) et pour deux scénarios de fonctionnement des extracteurs.

Les résultats montrent clairement la stabilité du nombre de RA dans les deux cas, ceci une plus élevé que l'autre.

### 3 Nouveau système (configuration proposée) :

Dans cette partie, un système de refroidissement évaporatif est utilisé pour assurer le refroidissement du poulailler, ce système adopte la ventilation forcée (poussée par des bouches de soufflage) afin d'assurer la distribution de l'air frais à l'intérieur du poulailler, pour cela, différents scénarios ont été proposés pour sélectionner le meilleur.

### Selon la géométrie (section) des gaines de soufflage :

Différentes sections de passage ont été proposées dans cette partie :

#### 3.1 Section triangulaire : (Pour une longueur de Tube de 1m et une vitesse de 46,5m/s) :

Tableau 8 : Distribution de la température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m |
|---------|-----------|-----------|----------|
| T(K)    | 311.51691 | 311.38325 | 311.7503 |

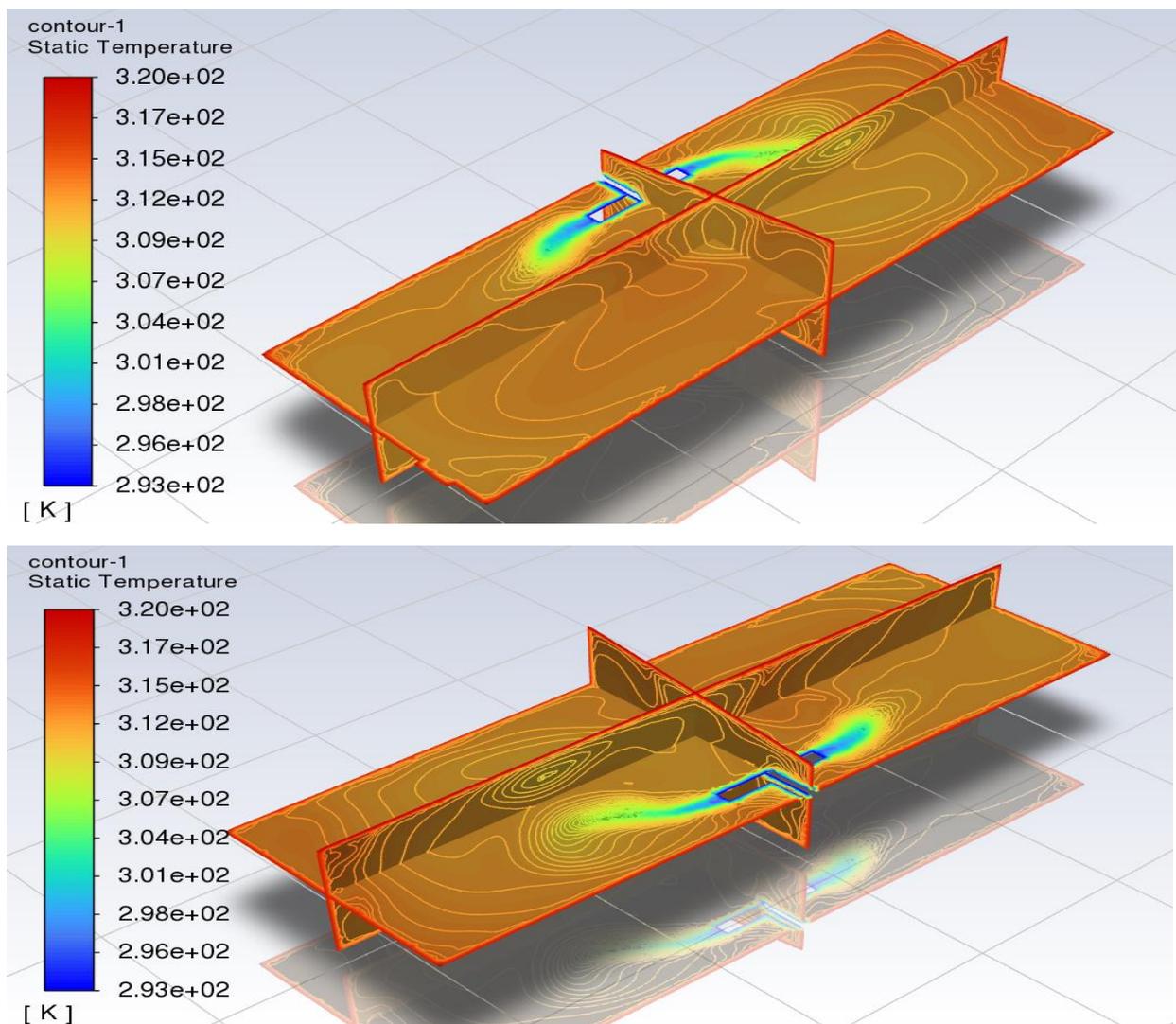


Figure 4. 7: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Triangulaire).

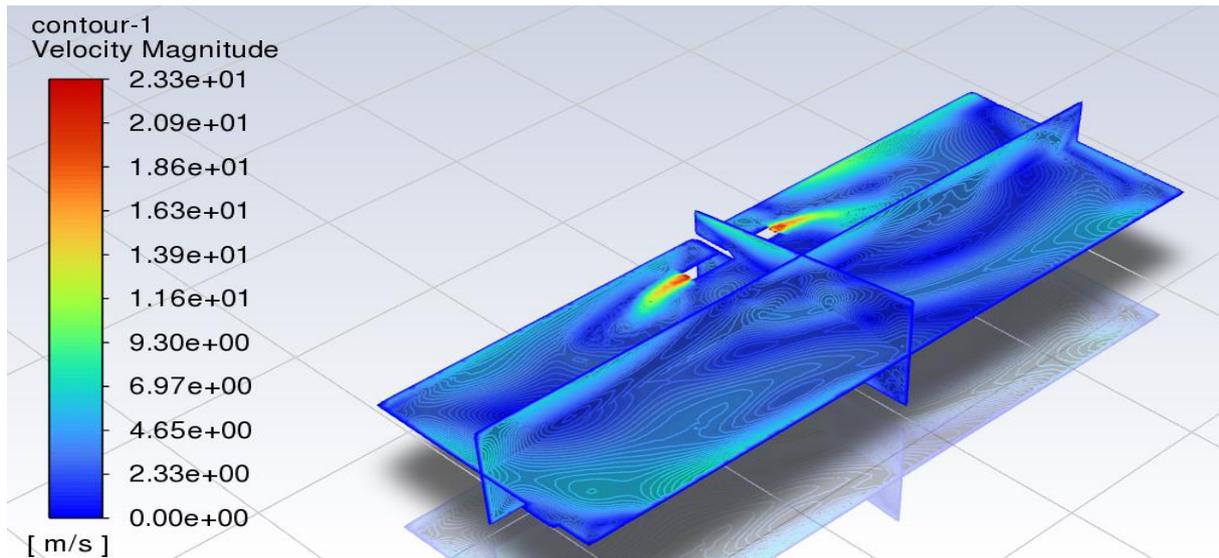


Figure 4. 8: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Triangulaire).

La figure 7 présente la distribution de la température à l'intérieur du poulailler pour le nouveau système proposé. L'air est soufflé avec une vitesse de 46,5m/s par des gaines de soufflage situées à 1m du mur et répartie de 0,5m des deux cotés (suivant la longueur du poulailler).

La distribution de l'air frais est visualisée par la couleur bleu qui se dissipe à l'intérieur du poulailler. Il est évident de noter la différence de distribution de fraîcheur entre ce système proposé et celui déjà existant (ancien système).

La distribution de la vitesse de l'écoulement à l'intérieur du poulailler est démontrée en figure 8. Selon cette figure et pour cette configuration, l'air est globalement dissipé à l'intérieur du poulailler.

### 3.2 Section carrée (Pour une longueur de Tube de 1m et une vitesse de 18,84m/s) :

Tableau 9 : Distribution de la température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 307.50567 | 309.09831 | 308.03984 |

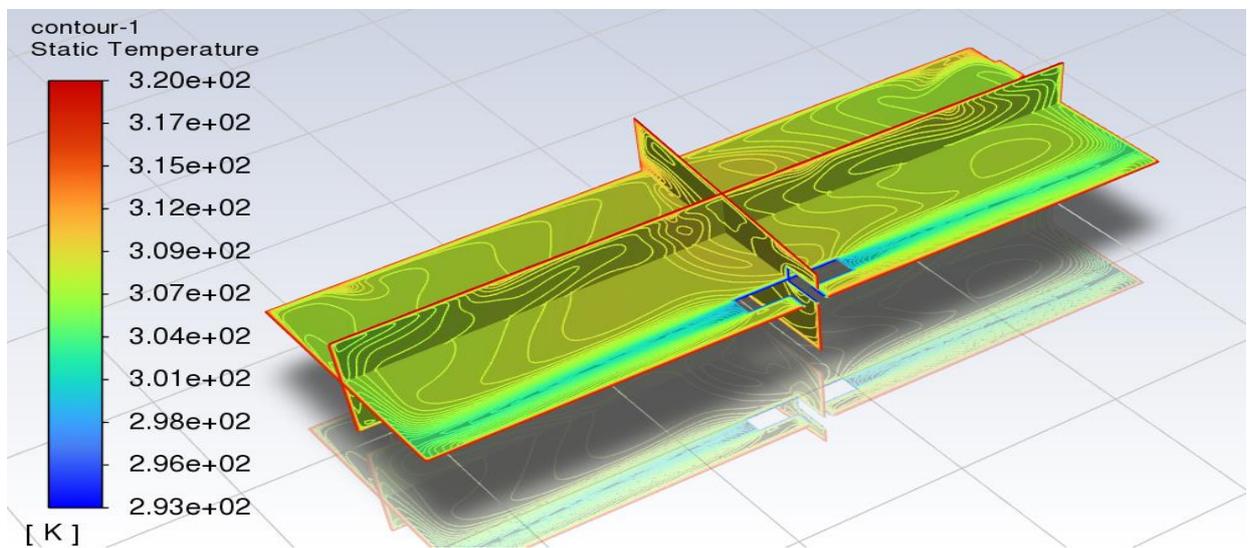
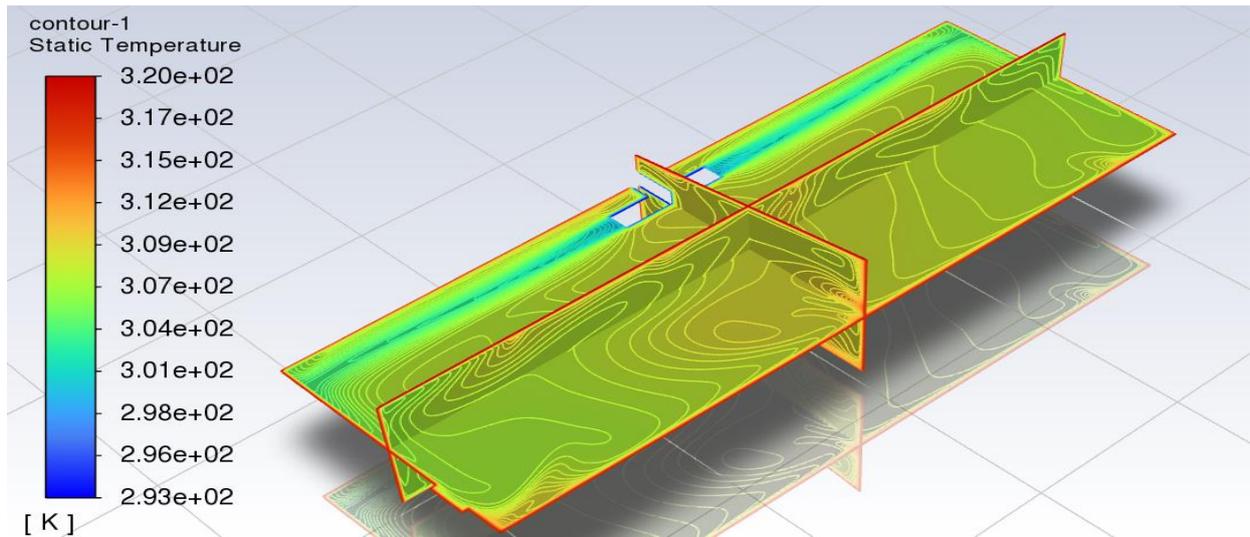


Figure 4. 9: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Carrée).

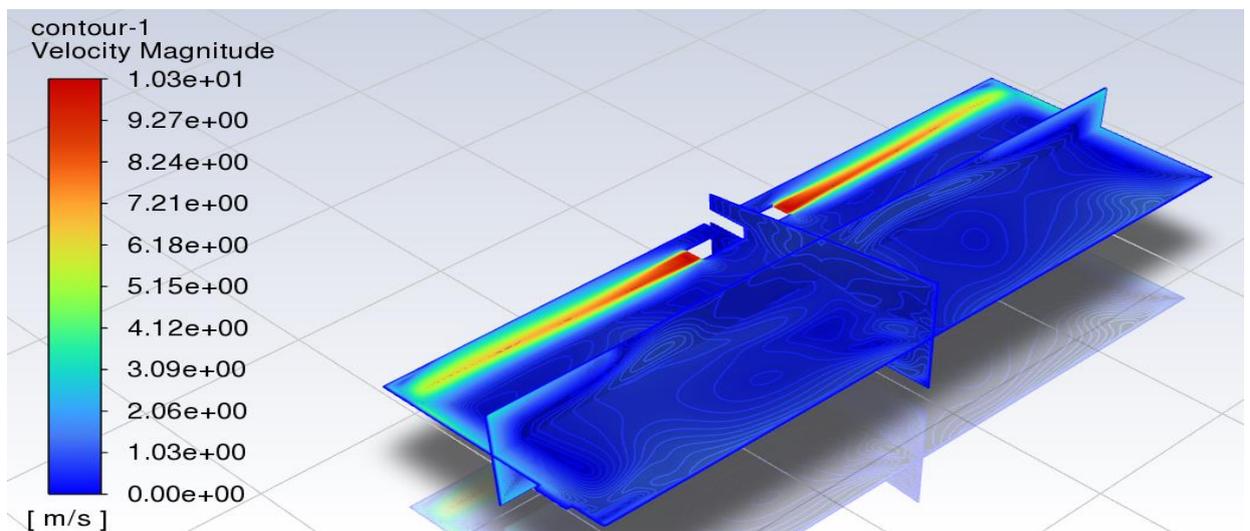


Figure 4. 10: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Carrée).

La section proposée dans cette partie sera de forme carré, les résultats de dissipation de température à l'intérieur du poulailler est présentée dans la figure 9. Il est bien noté que l'air frais atteint les bords du poulailler et assure une diffusion de température le long de sa longueur, malgré ces résultats, mais on note l'existence de quelques zones moyonnement rafraichit, ceci est peut-etre causé soit par la vitesse de diffusion (qui est dans ce cas 18,84m/s), soit par la distance concentrique des gaines de soufflage et soit par la configuration carée de ces derniers.

Tableau 10 : Température des plans pour deux type de section (carre et triangulaire).

| Plan(m)       | Y=0  | Y=1        | y=1.5      | y=2        | y=2.5      |
|---------------|------|------------|------------|------------|------------|
| tube carre    | 315K | 308.15069k | 307.9894k  | 307.50567k | 307.72405k |
| tube triangle | 315K | 311.45014k | 311.45308k | 311.38325k | 311.38325k |

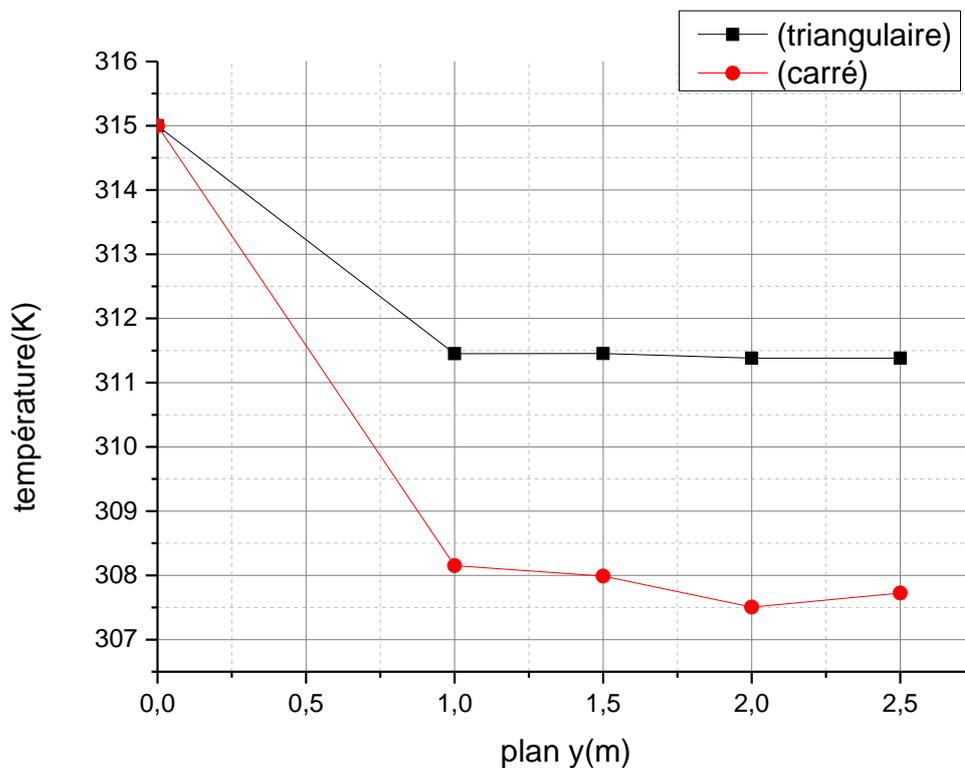


Figure 4. 11: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour deux scénarios d'une section de tube.

La figure 11 Représente la variation de température pour cinq niveaux de hauteurs variant de (0, 1, 1.5, 2 et 2.5 mètres) et pour deux formes de sections carre et triangulaire.

Les résultats montrent clairement la décroissance de la température dans les deux cas, mais nous remarquons que la baisse de température est plus importance dans la forme de section carrée.

Tableau 11 : Nombre de RA des plans pour deux sections du tube :

|              | RA (TUBE CARRE) | RA (TUBE TRIANGULAIRE) |
|--------------|-----------------|------------------------|
| <b>y=1</b>   | 6,59E+16        | 4,11E+16               |
| <b>Y=1,5</b> | 6,28E+16        | 4,11E+16               |
| <b>Y=2</b>   | 6,59E+16        | 4,15E+16               |
| <b>Y=2,5</b> | 6,45E+16        | 4,00E+16               |

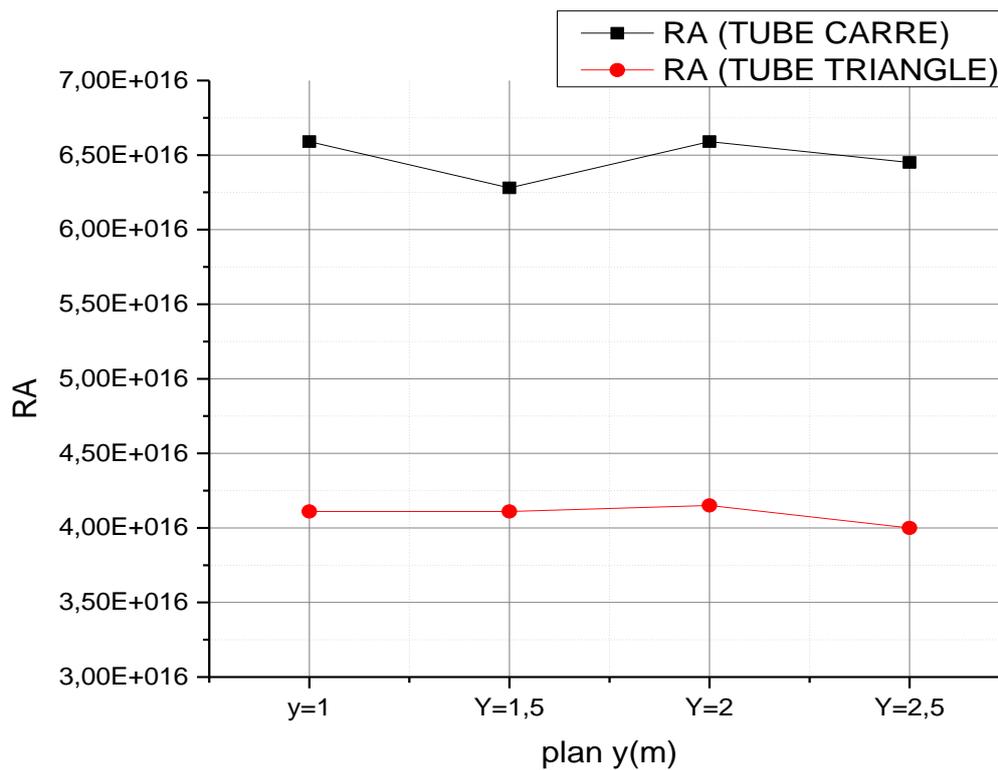


Figure 4. 12: Variation de nombre de RA pour différentes hauteurs et pour deux sections du tube.

La figure Représente 12 la variation de RA pour quatre niveaux de hauteurs (1, 1,5, 2 et 2,5 mètres) et pour deux sections de tube.

Les résultats montrent clairement le nombre de RA est constant par rapport au deux courbes, ceci une plus élevé que l'autre.

### 3.3 Section circulaire :

La configuration suivante représente la dernière configuration proposée à cause des résultats satisfaisants qu'on a trouvés, pour cette raison, différentes vitesses de soufflages ont été adoptées et simulées dans cette section.

#### 3.3.1 Pour une longueur de Tube de 1,5m :

##### 3.3.1.1 Pour une vitesse de 6m/s :

Tableau 12 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m |
|---------|-----------|-----------|----------|
| T(K)    | 306.46963 | 305.60382 | 306.2958 |

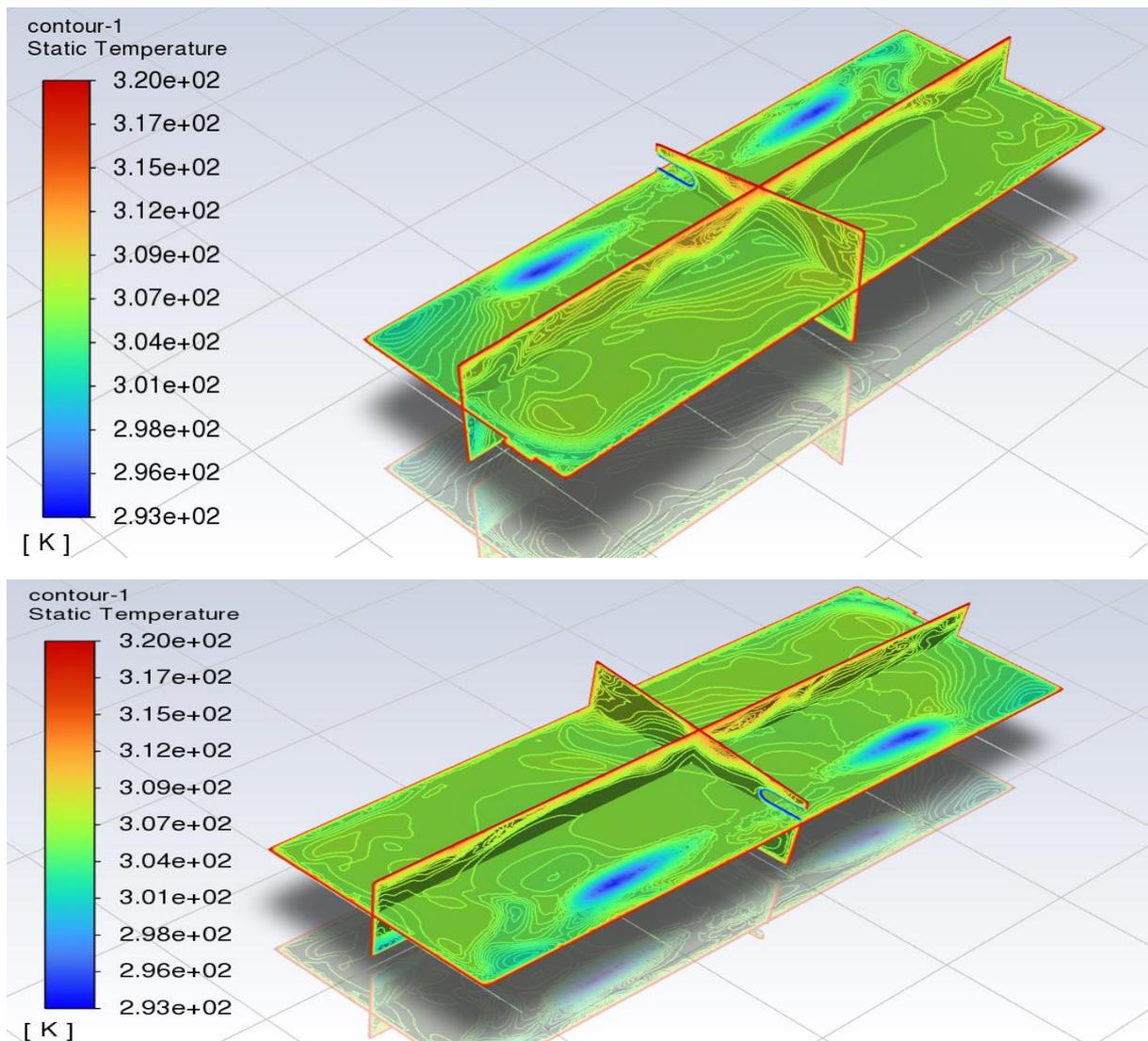


Figure 4. 13: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

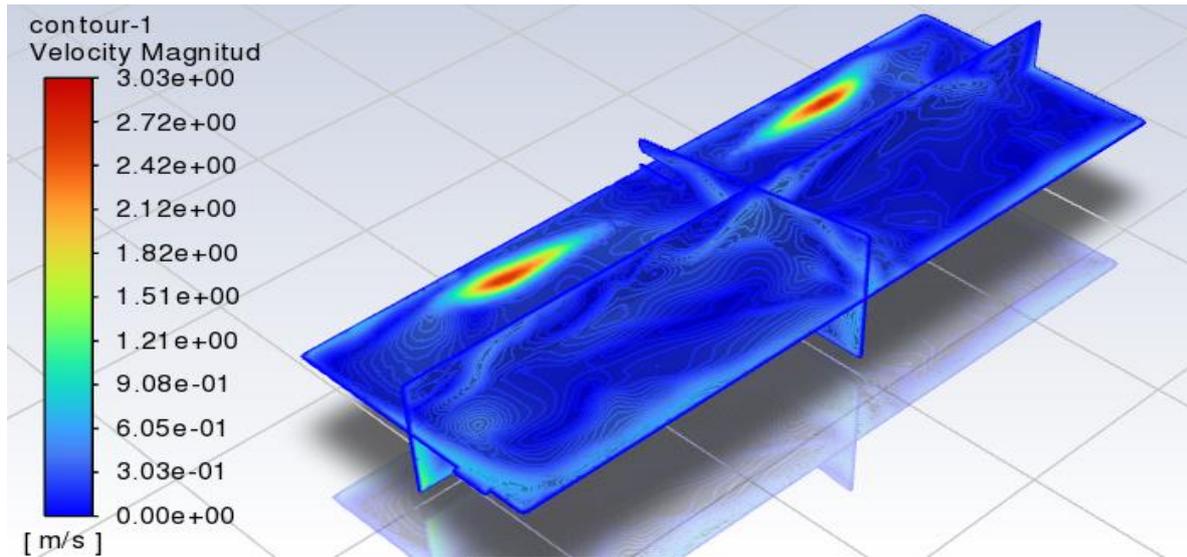
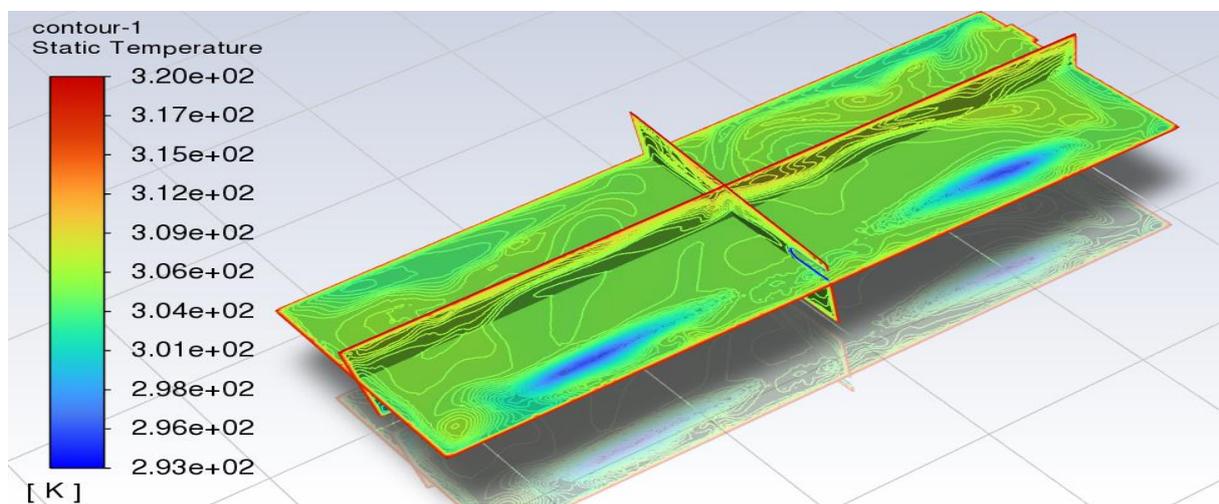


Figure 4. 14: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

**3.3.1.2 Pour une vitesse d'écoulement de 7m/s :**

Tableau 13 : *Distribution de la Température :*

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 306.03607 | 305.25694 | 306.15349 |



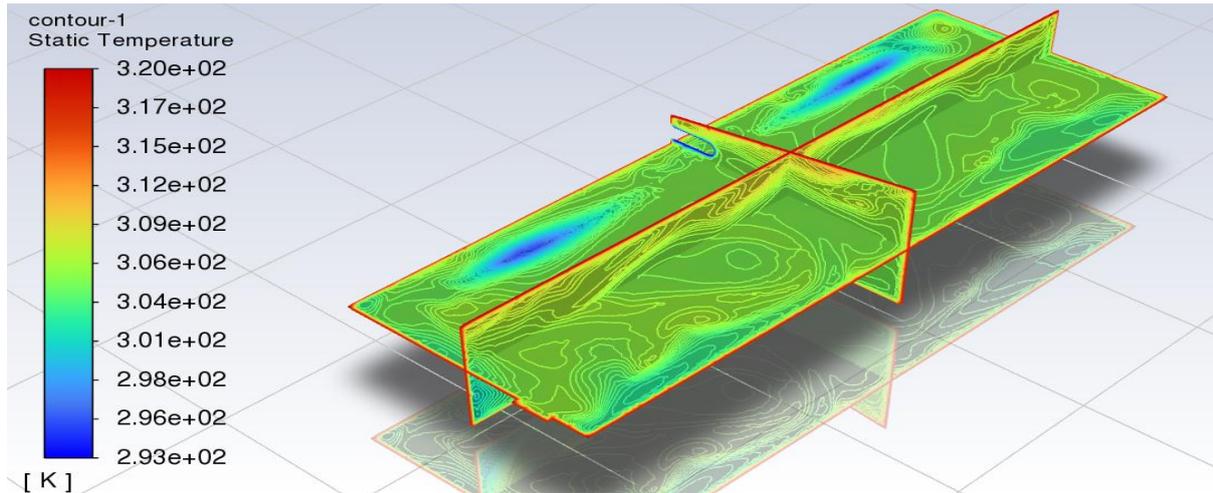


Figure 4. 15: Distribution de la température à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d’écoulement 7m/s).

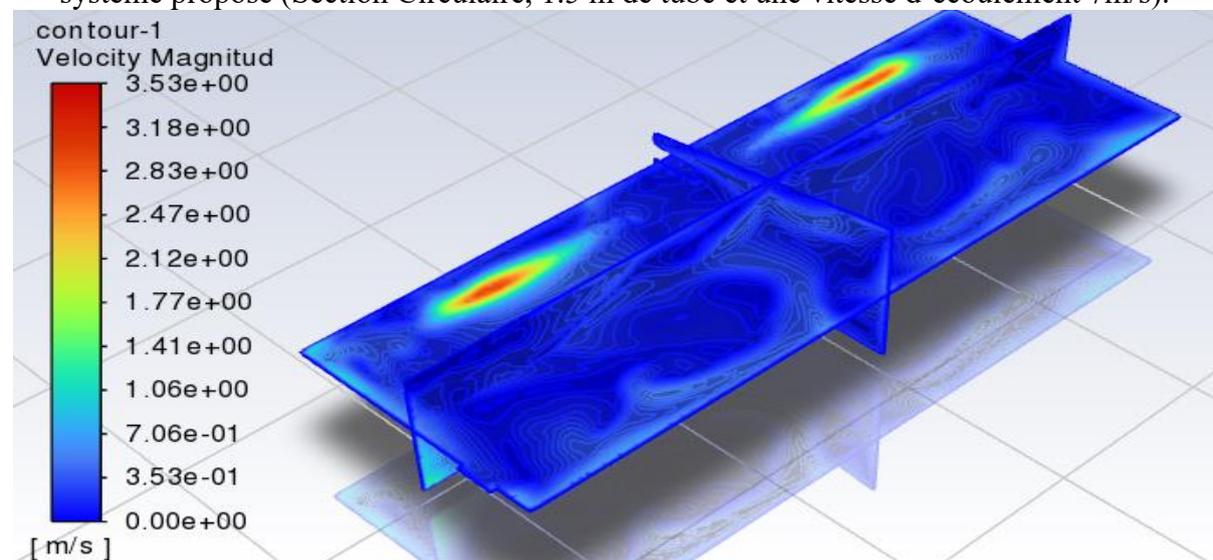


Figure 4. 16: Distribution de la vitesse d’écoulement à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d’écoulement 7m/s).

**3.3.1.3 Pour une vitesse d’écoulement de 8m/s :**

Tableau 14 : Distribution de la Température :

|         |           |          |           |
|---------|-----------|----------|-----------|
| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m     | Z=8,815m  |
| T(K)    | 305.06051 | 304.3776 | 305.46486 |

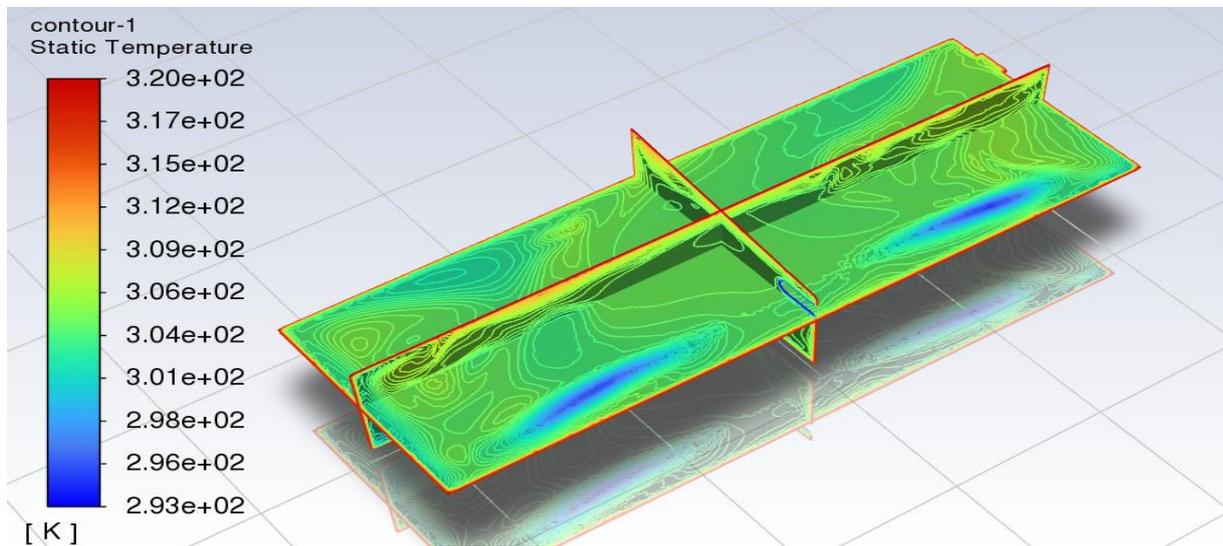
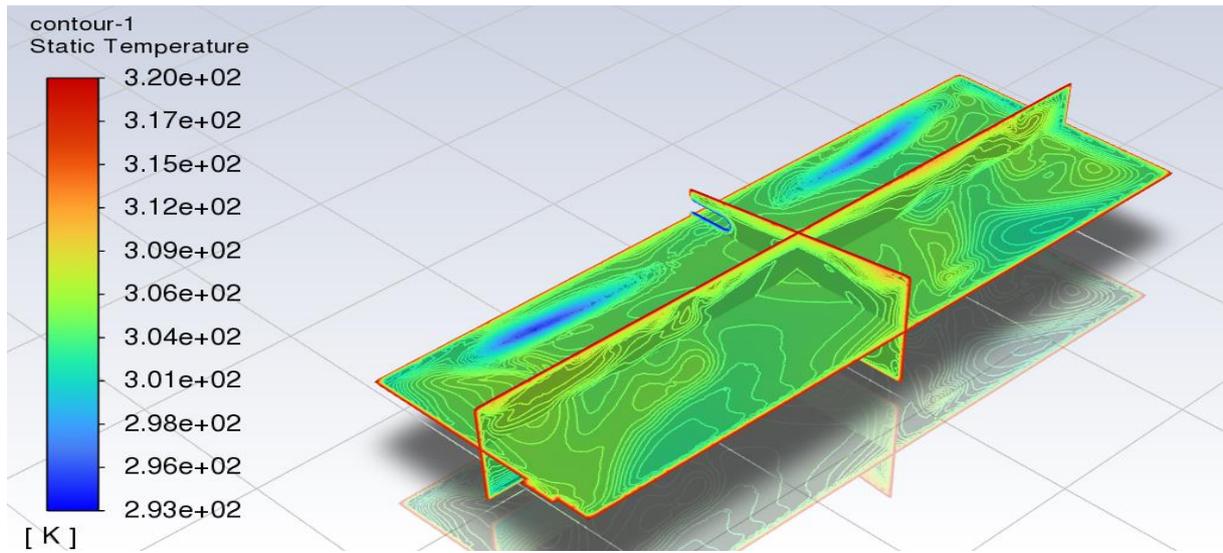


Figure 4. 17: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

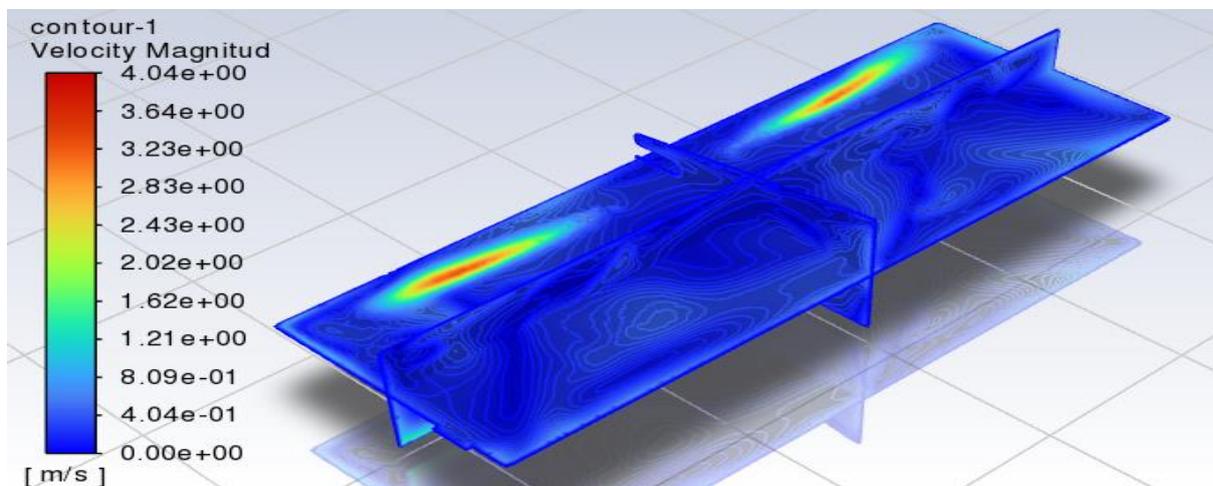


Figure 4. 18: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

### 3.3.1.4 Pour une vitesse d'écoulement de 9m/s :

Tableau 15 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 305.56885 | 304.76239 | 305.68003 |

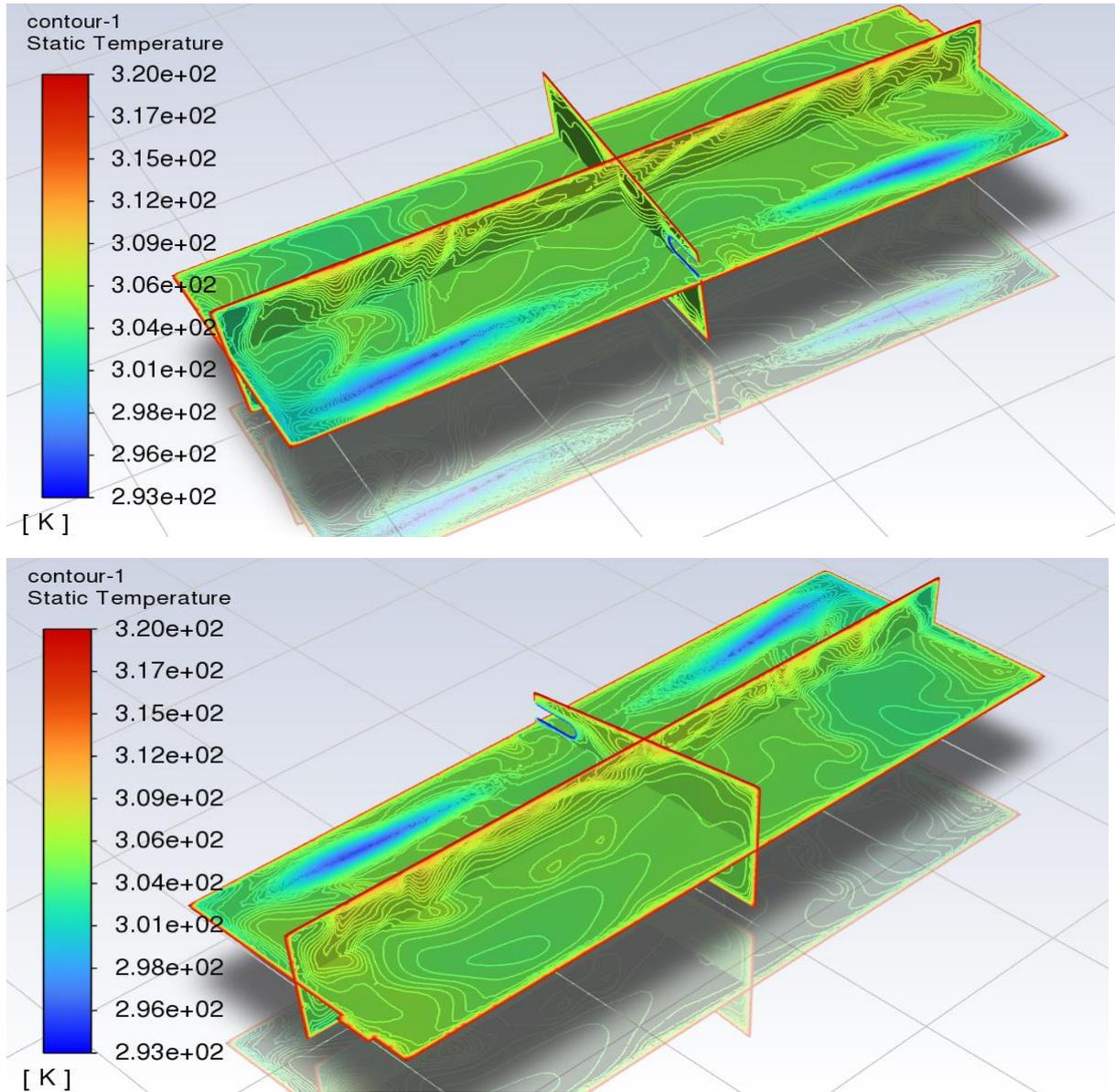


Figure 4. 19: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

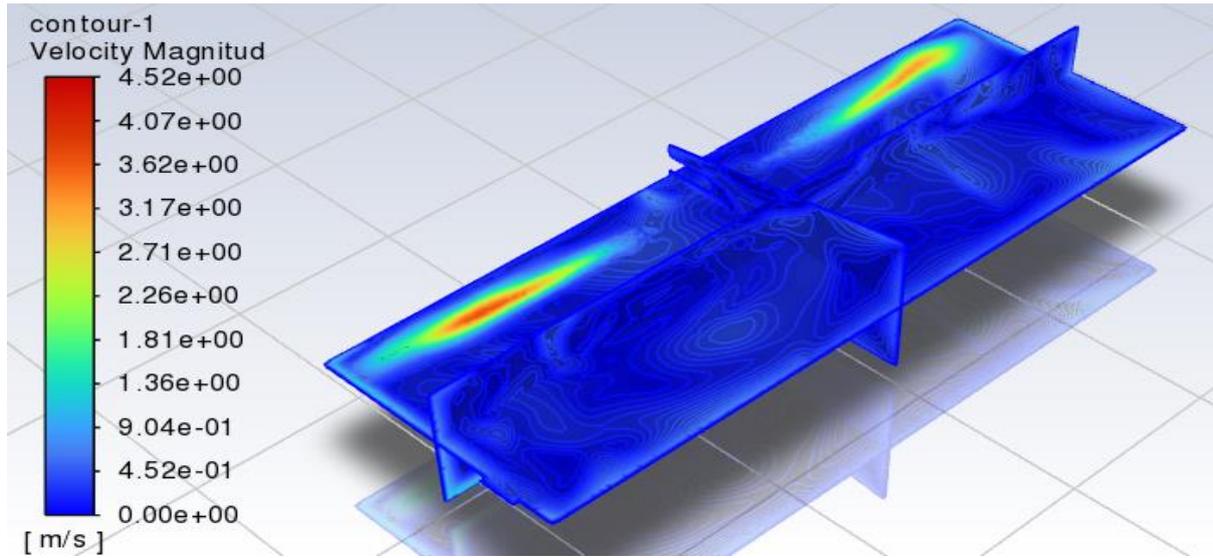
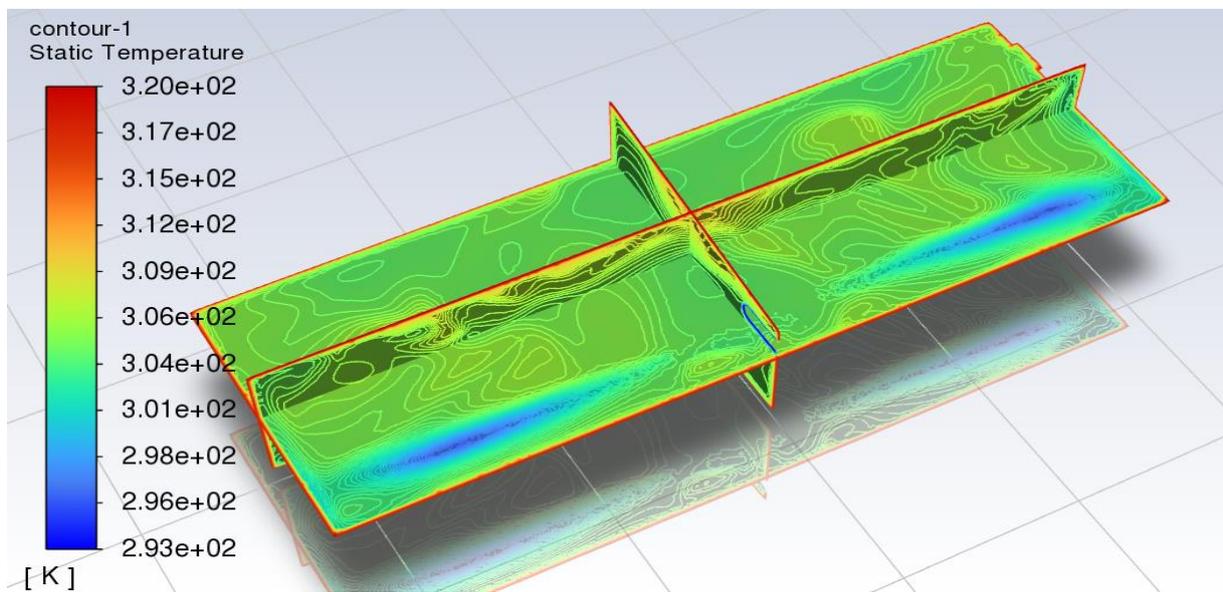


Figure 4. 20: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

**3.3.1.5 Pour une vitesse d'écoulement de 10m/s :**

Tableau 16 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 305.46763 | 304.89825 | 305.42465 |



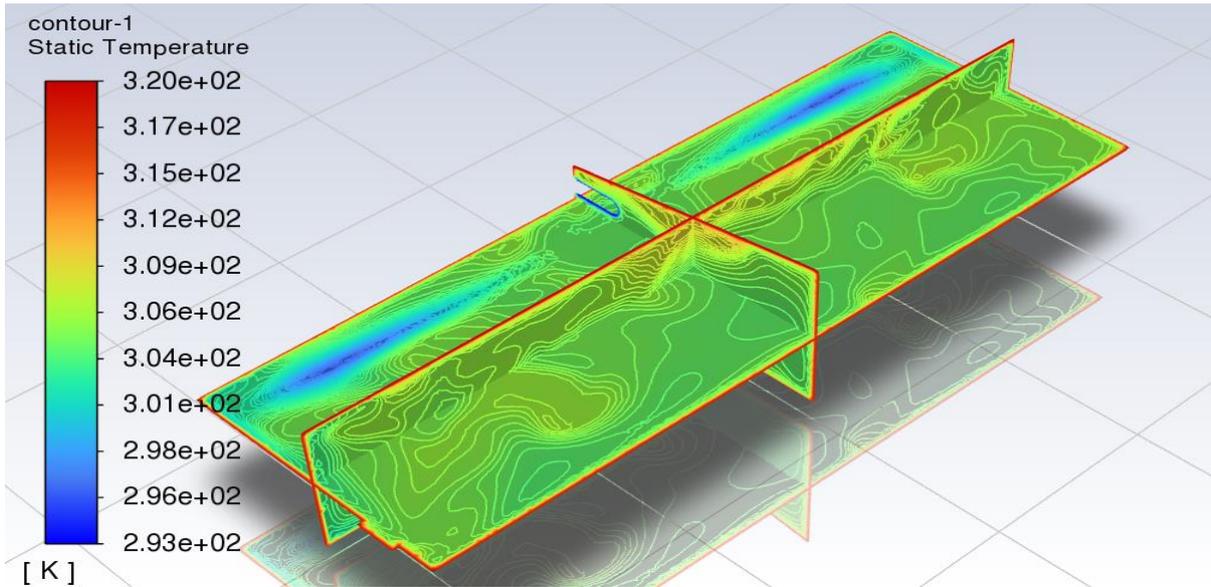


Figure 4. 21: Distribution de la température à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d’écoulement 10m/s).

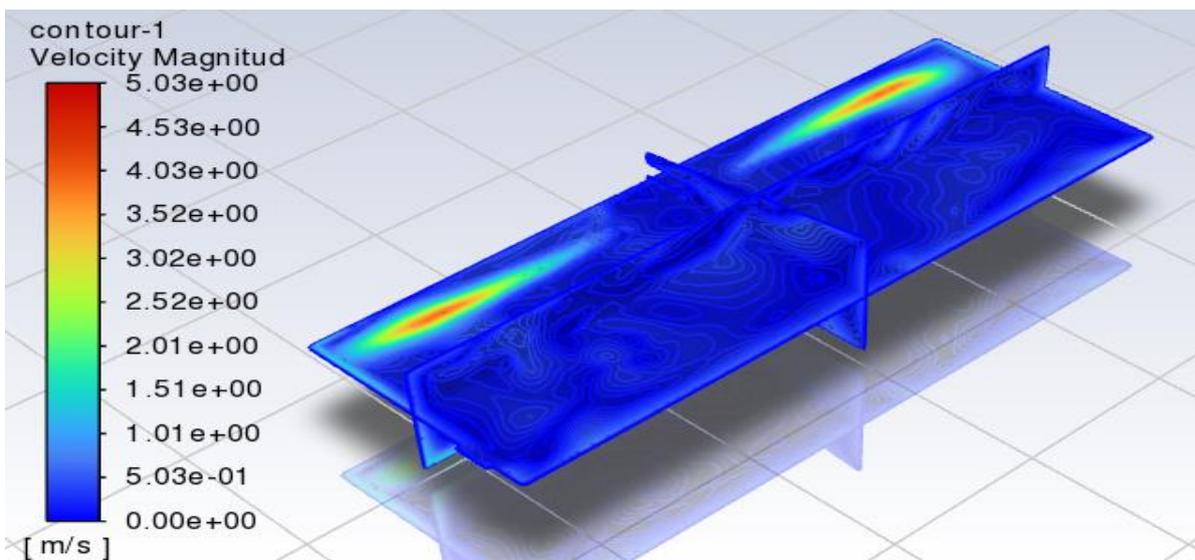


Figure 4. 22: Distribution de la vitesse d’écoulement à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d’écoulement 10m/s).

**3.3.1.6 Pour une vitesse d’écoulement de 11m/s :**

Tableau 17 : Distribution de la Température :

|         |           |           |           |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
| T(K)    | 305.20633 | 304.45132 | 304.94491 |

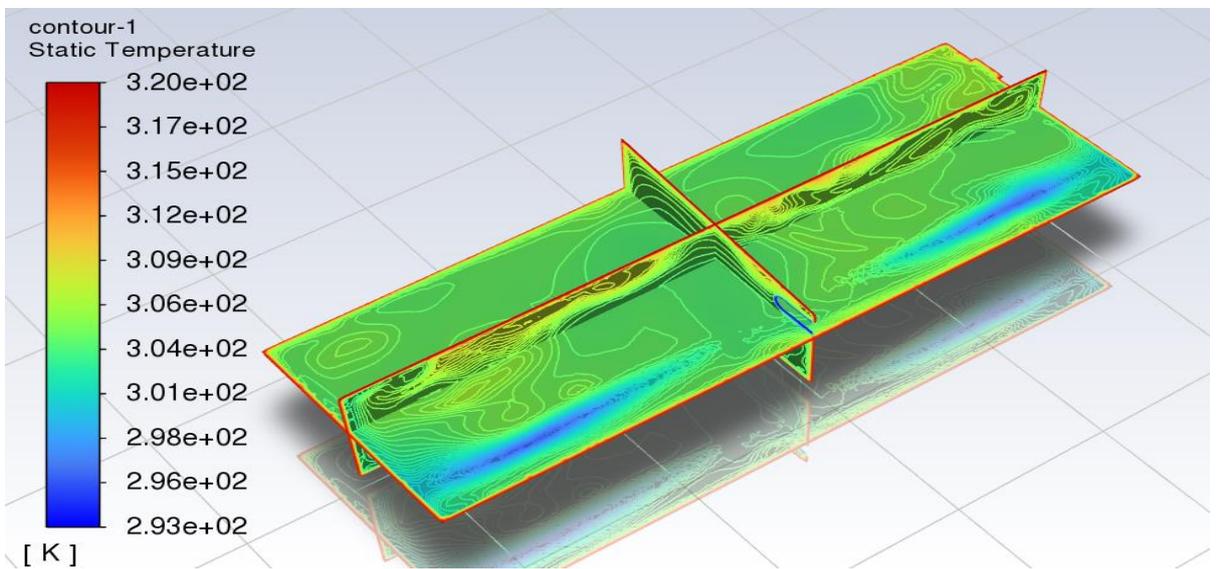
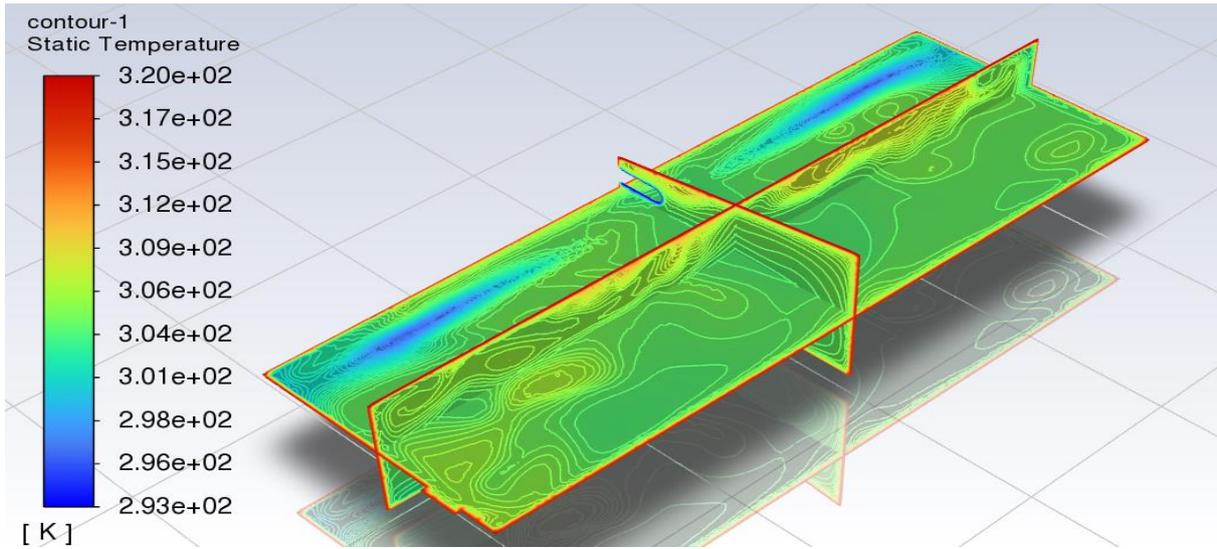


Figure 4. 23: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

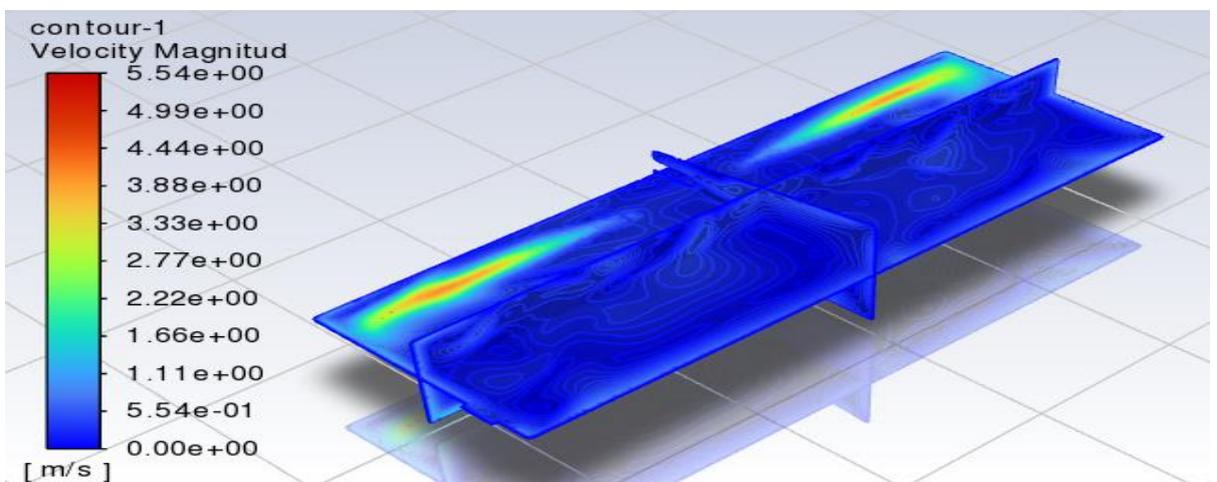


Figure 4. 24: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 1.5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

Le tableau suivant résume la variation de la température dans le poulailler pour différentes vitesses de soufflage et dans quatre niveaux de hauteurs. Les résultats de ce tableau sont présentés sous forme de courbes en figure.

Tableau 18 : Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement.

| V (m/s)/plan(m) | y=1         | y=1.5       | y=2         | y=2.5       |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 6               | 305,249 K   | 305,405 K   | 305,6038 K  | 306,2275 K  |
| 7               | 304,8515 K  | 305,0273 K  | 305,2569 K  | 305,8736 K  |
| 8               | 304,8329 K  | 304,9897 K  | 304,9776 K  | 305,0855 K  |
| 9               | 304,6258 K  | 304,6759 K  | 304,7624 K  | 305,2958 K  |
| 10              | 304,5877 K  | 304,7775 K  | 304,8983 K  | 304,8983 K  |
| 11              | 304.35863 K | 304.43175 K | 304.45132 K | 304.98439 K |

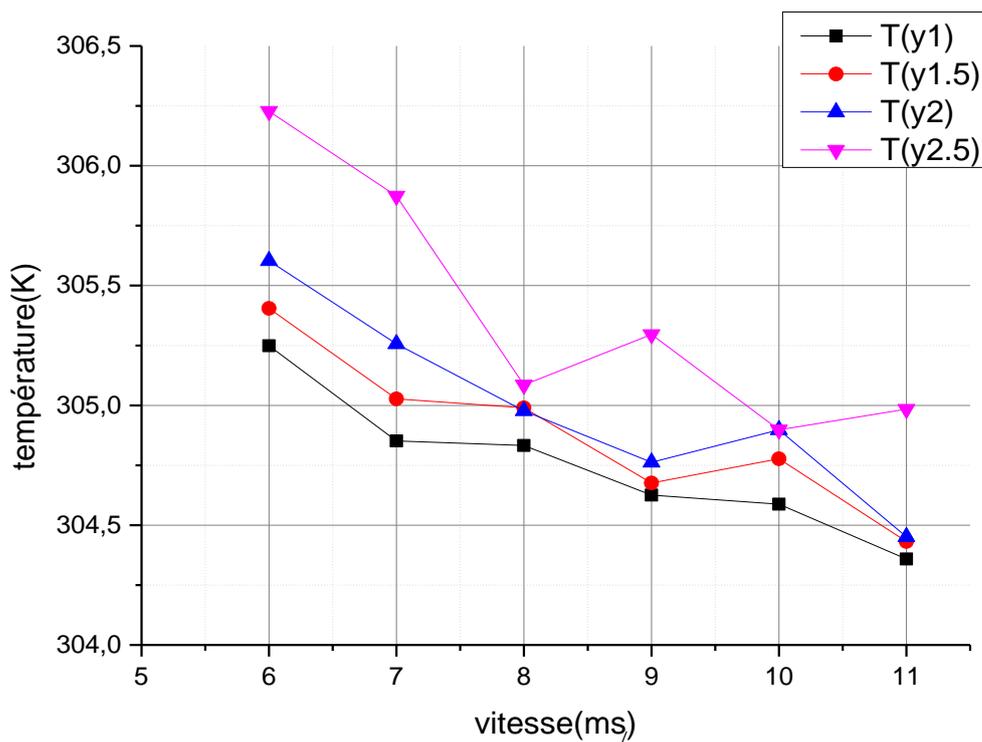


Figure 4. 25: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 1.5m avec variation de la vitesse.

De la figure 25 on note que la température décroît en augmentant la vitesse d'écoulement de l'air, ceci est logique car la distribution est meilleure quand la vitesse d'écoulement est importante.

On note aussi le décalage de température entre les niveaux bas et les niveaux hauts du poulailler, ce gradient est traduit par une stratification causée par la température de l'air de ces niveaux.

### 3.3.2 Pour une longueur de Tube de 2m:

#### 3.3.2.1 Pour une vitesse de 6m/s :

Tableau 19 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m |
|---------|-----------|-----------|----------|
| T(K)    | 305.78387 | 305.16662 | 305.8218 |

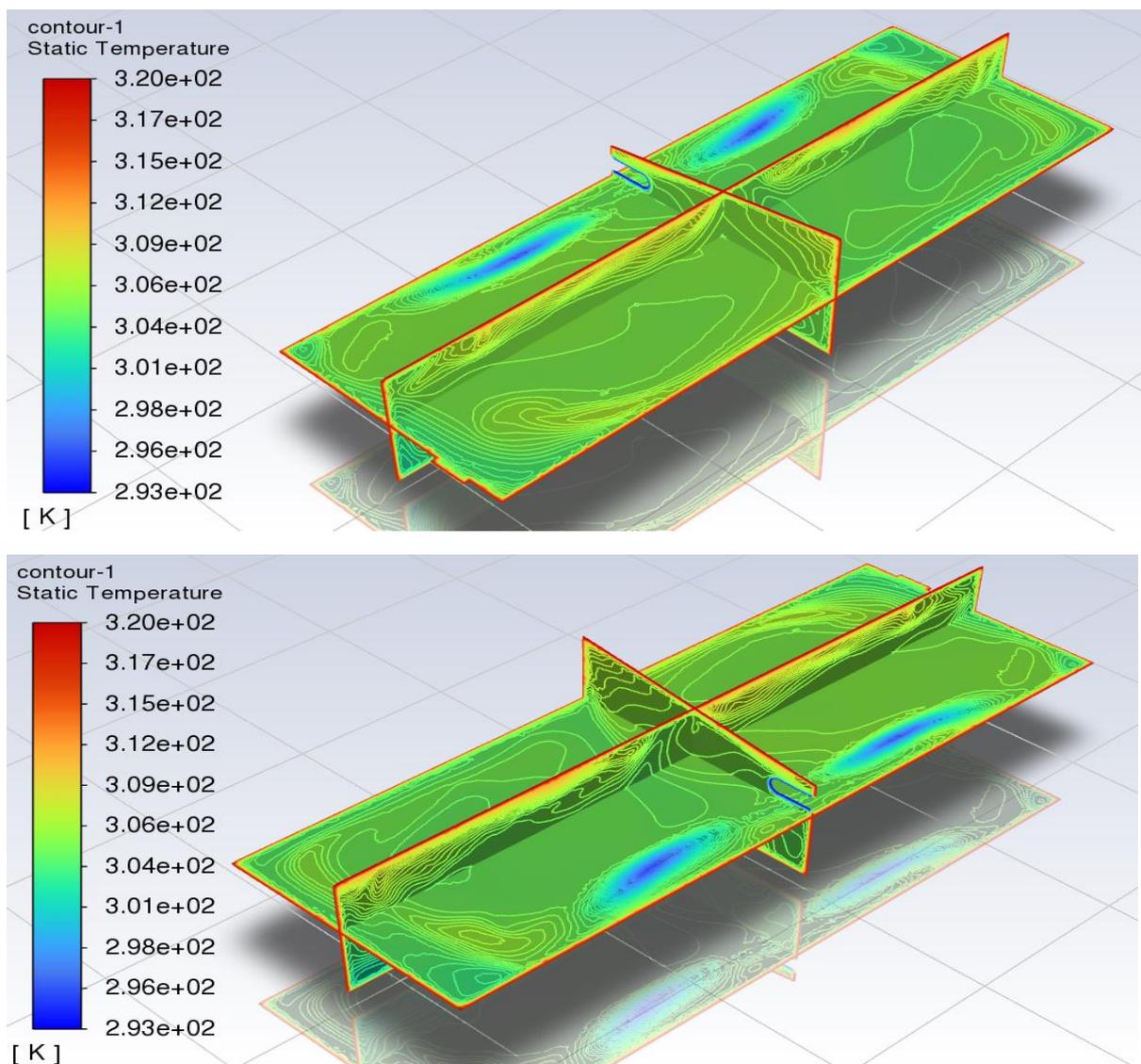


Figure 4. 26: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire, 2m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

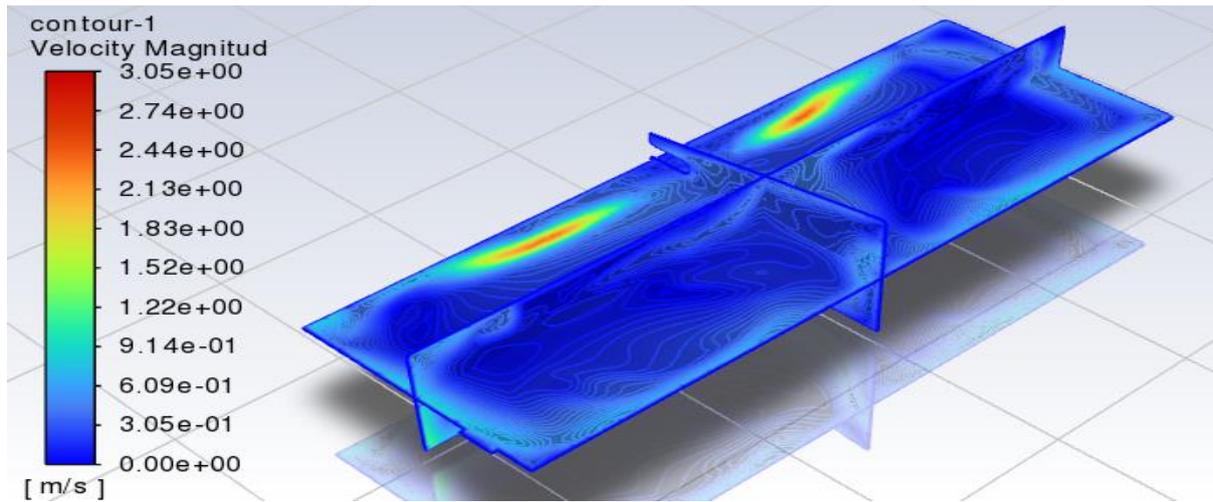
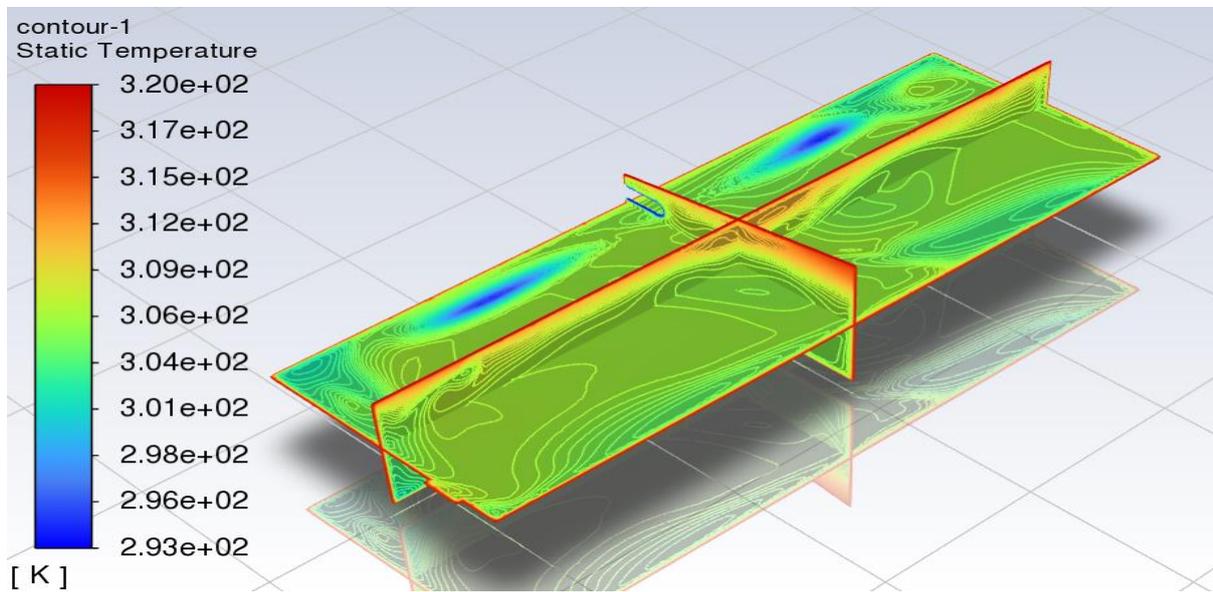


Figure 4. 27: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

**3.3.2.2 Pour une vitesse d'écoulement de 7m/s :**

Tableau 20 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 306.93556 | 305.78947 | 307.25437 |



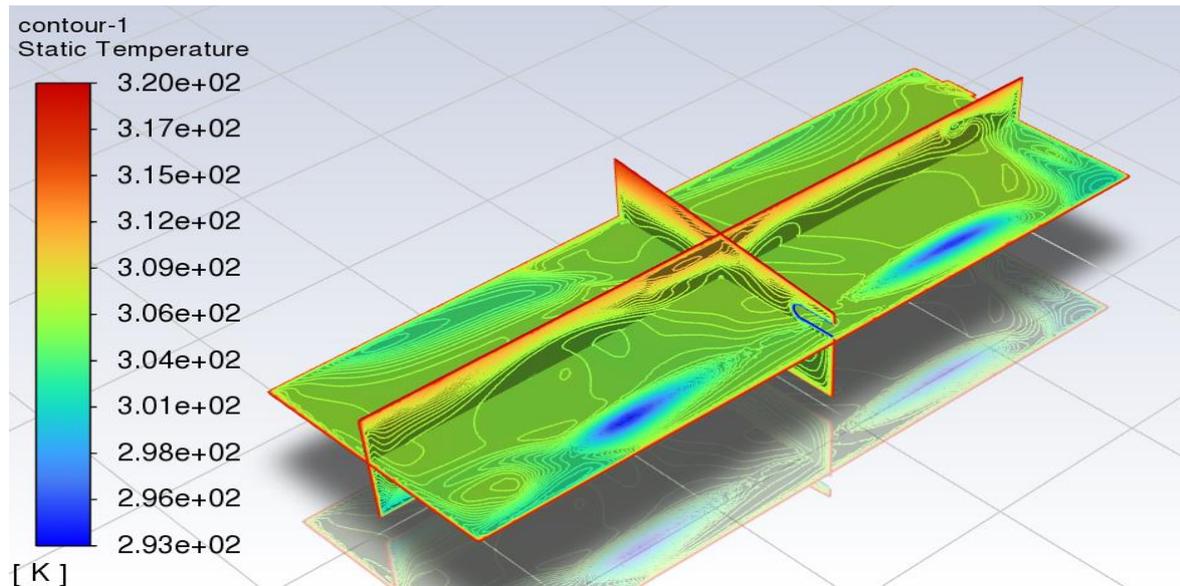


Figure 4. 28: Distribution de la température à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d’écoulement 7m/s).

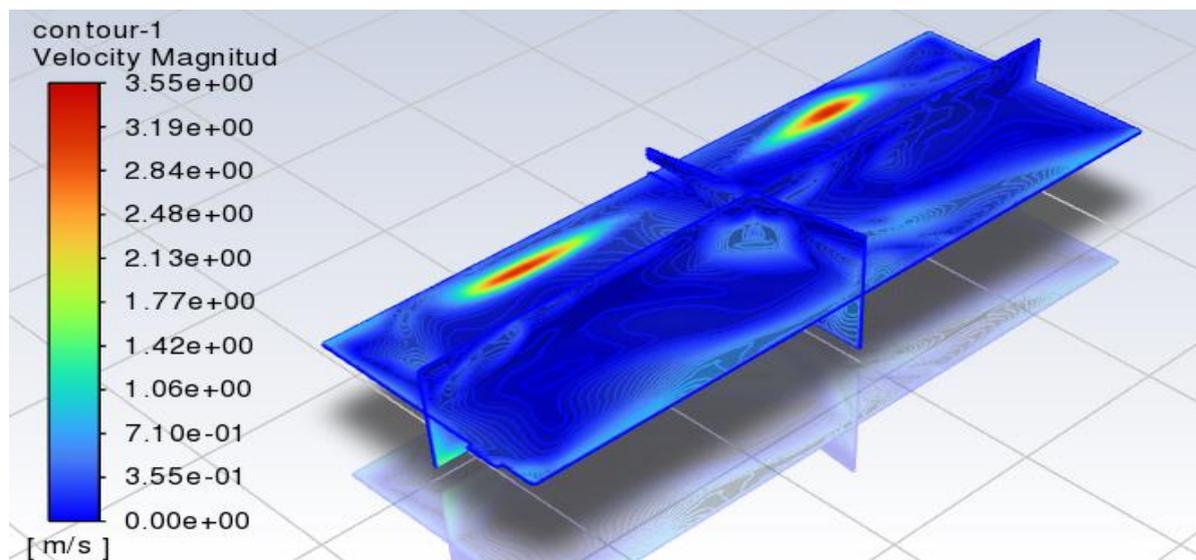


Figure 4. 29: Distribution de la vitesse d’écoulement à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2m de tube et une vitesse d’écoulement 7m/s).

**3.3.2.3 Pour une vitesse d’écoulement de 8m/s :**

Tableau 21 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m     | Z=8,815m  |
|---------|-----------|----------|-----------|
| T(K)    | 305.56712 | 305.3636 | 306.09487 |

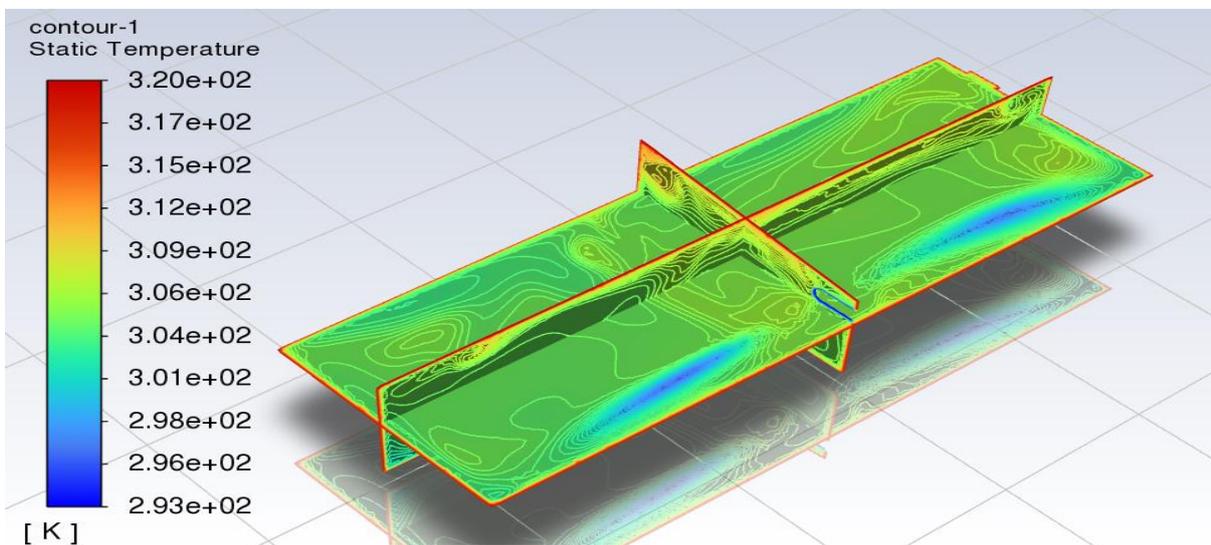
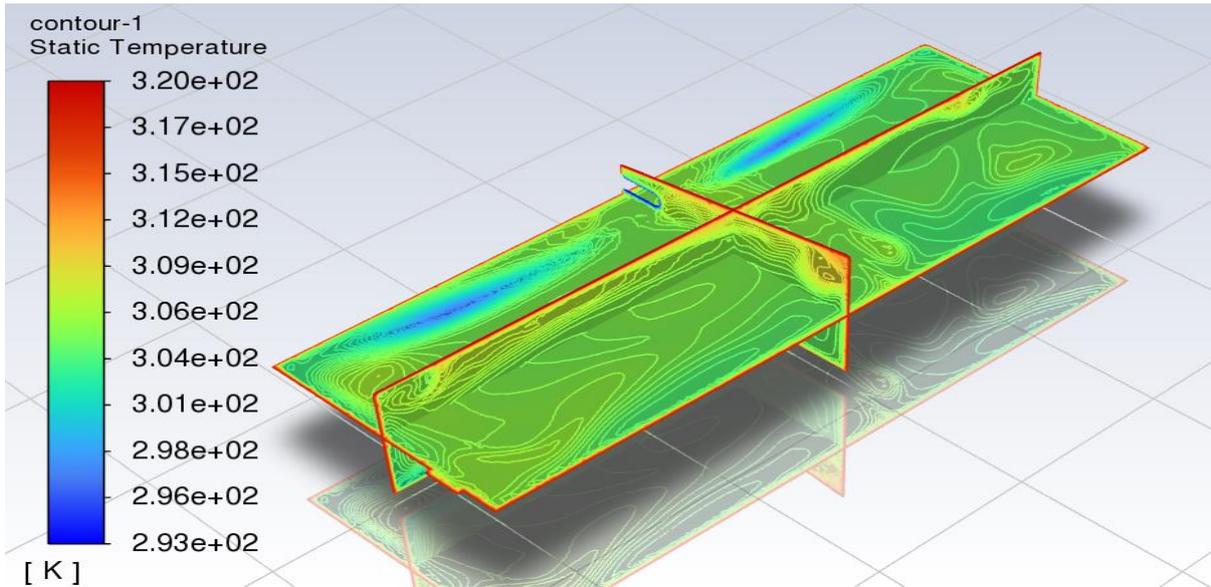


Figure 4. 30 : Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

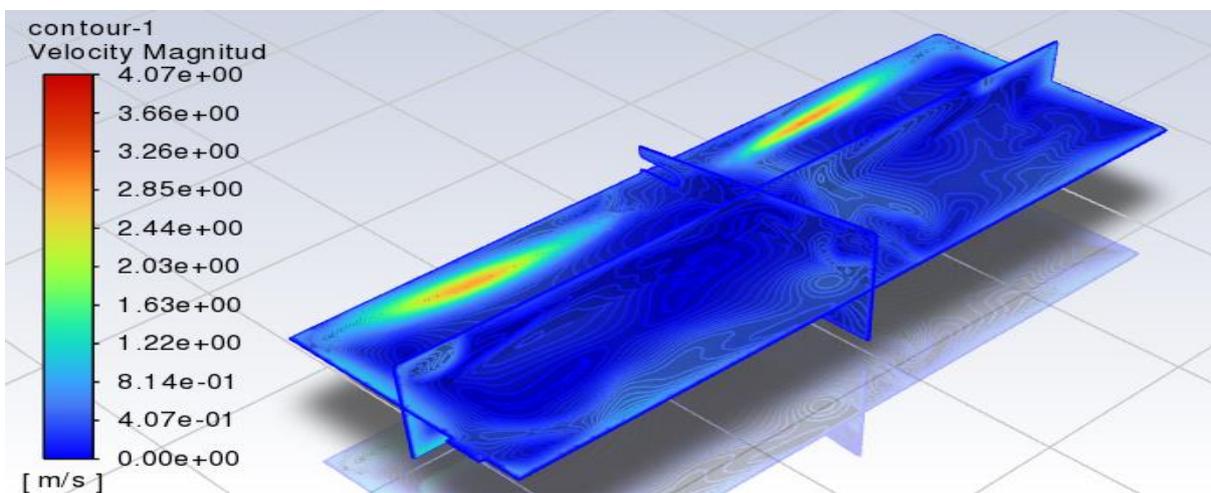


Figure 4. 31: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

3.3.2.4 Pour une vitesse d'écoulement de 9m/s :

Tableau 22 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 306.87686 | 306.49826 | 307.64342 |

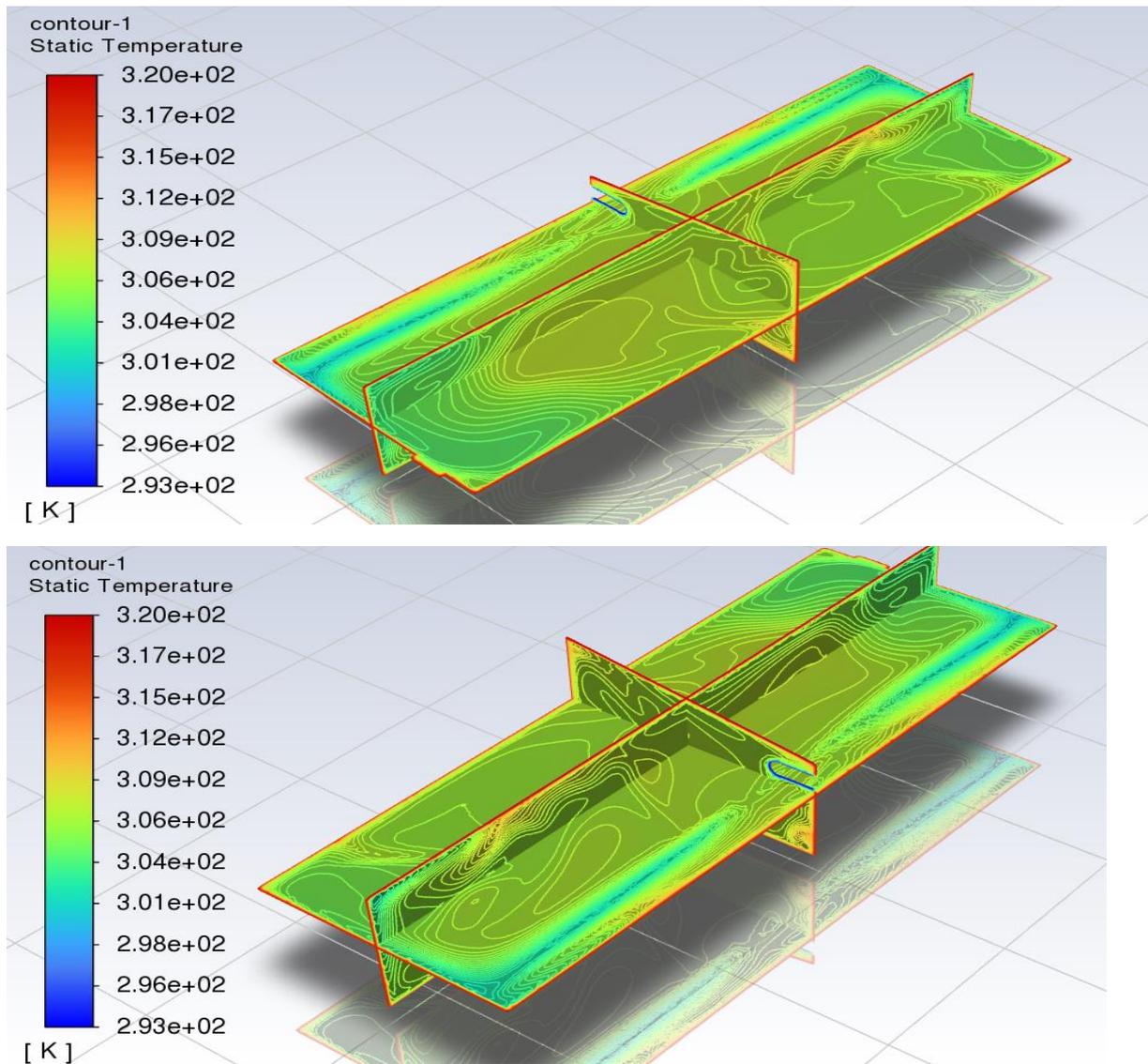


Figure 4. 32: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

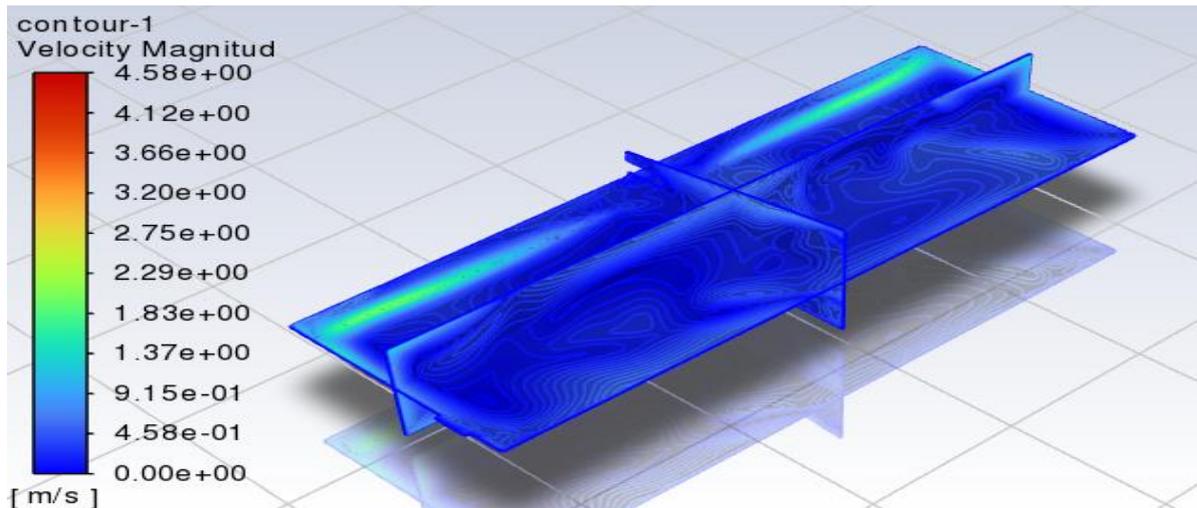
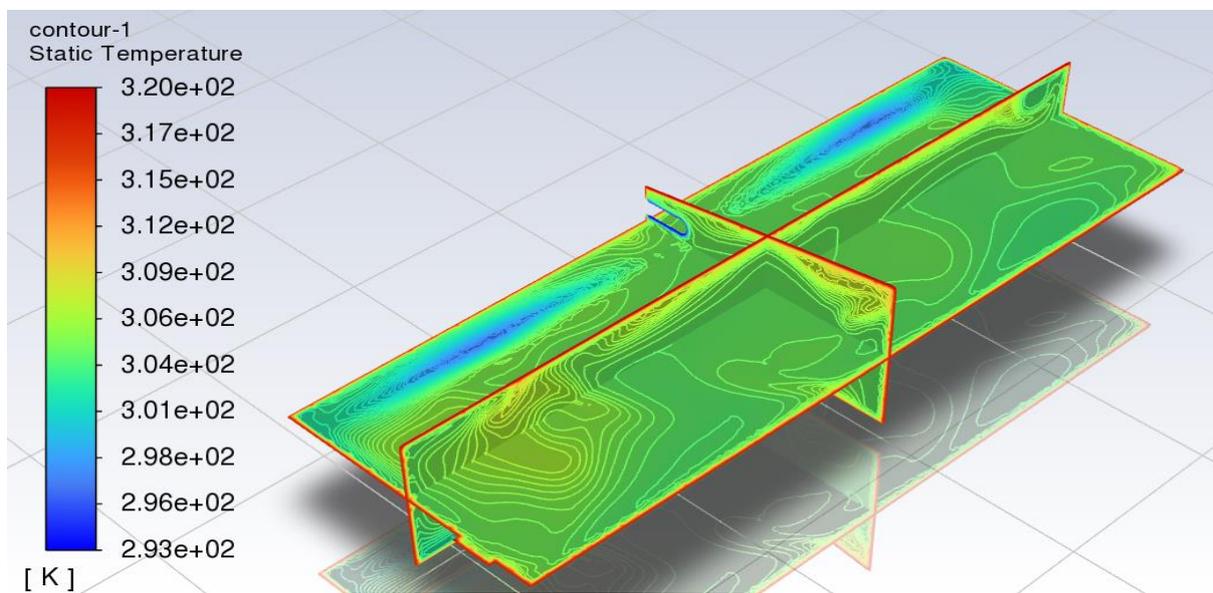


Figure 4. 33: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

**3.3.2.5 Pour une vitesse d'écoulement de 10m/s :**

Tableau 23 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 305.04939 | 304.52258 | 305.52378 |



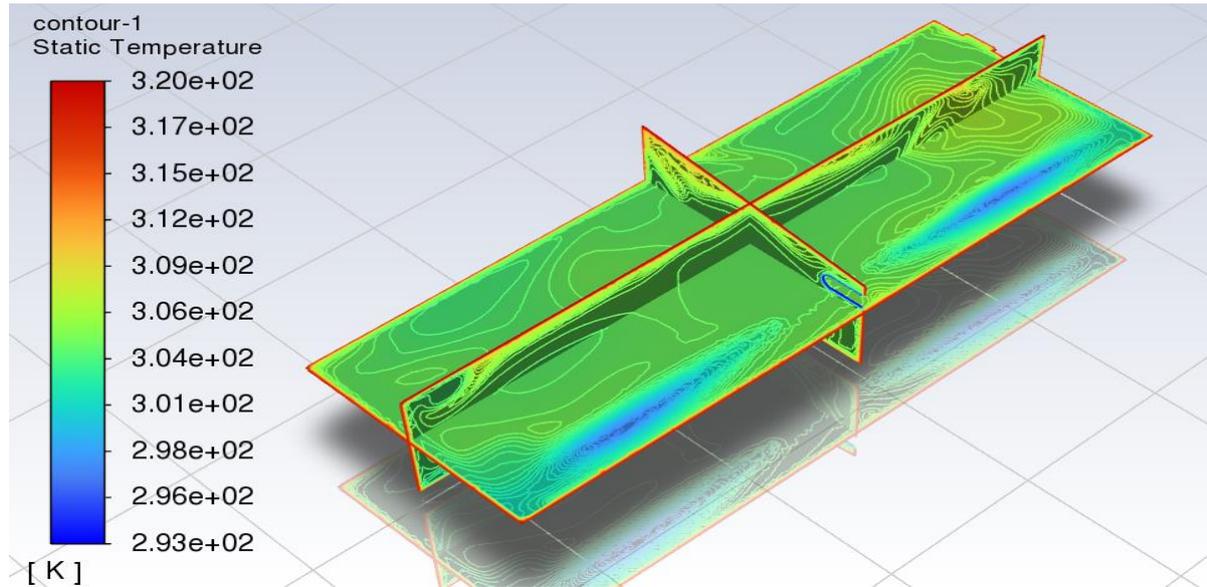


Figure 4. 34: Distribution de la température à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d’écoulement 10m/s).

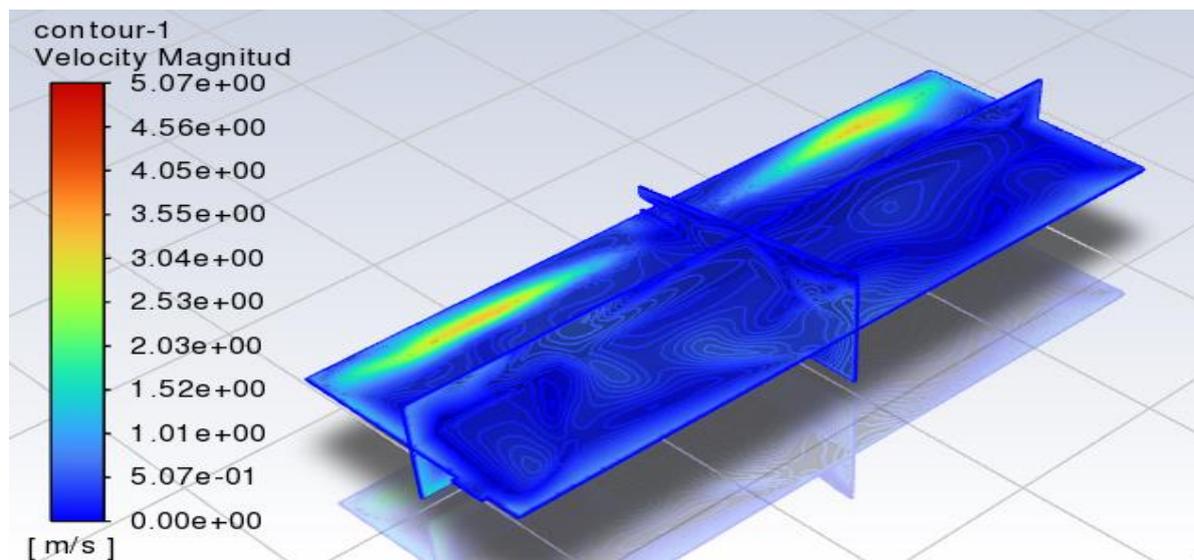


Figure 4. 35: Distribution de la vitesse d’écoulement à l’intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d’écoulement 10m/s).

**3.3.2.6 Pour une vitesse d’écoulement de 11m/s :**

Tableau 24 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 306.34962 | 306.16501 | 307.53282 |

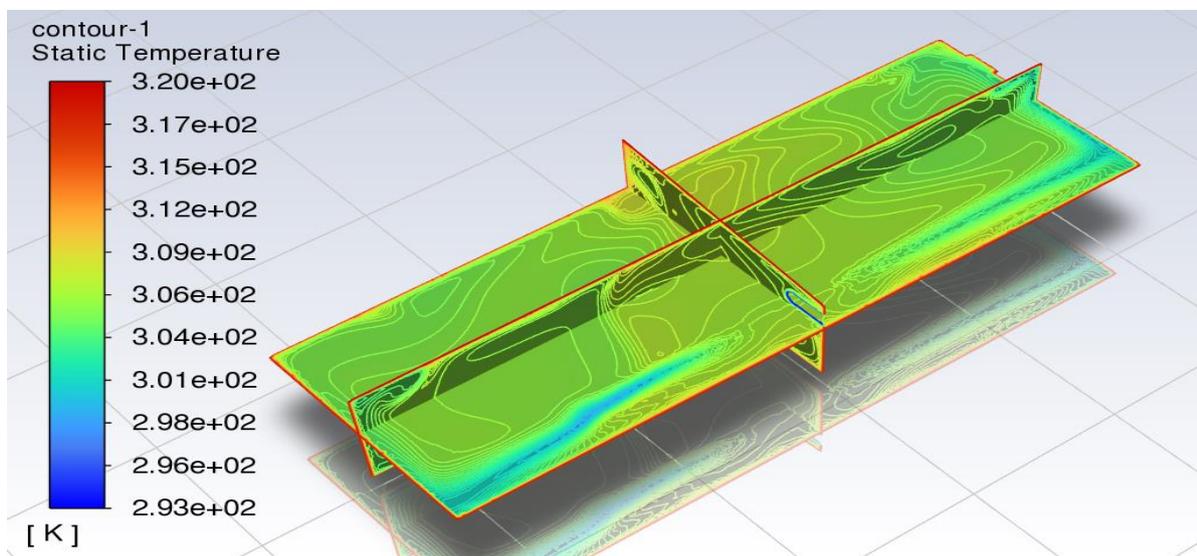
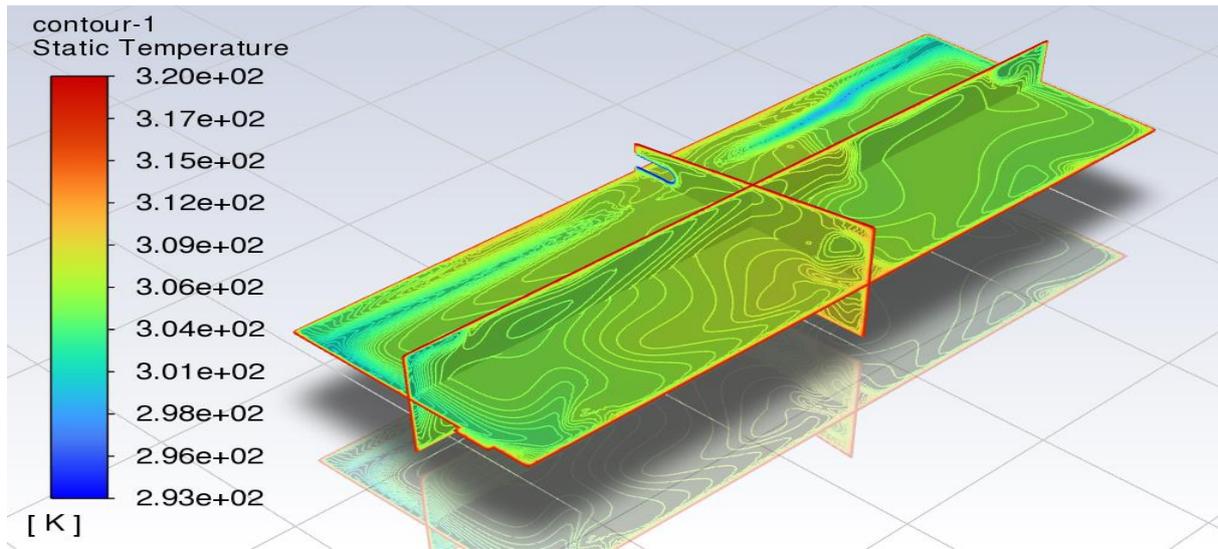


Figure 4. 36: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

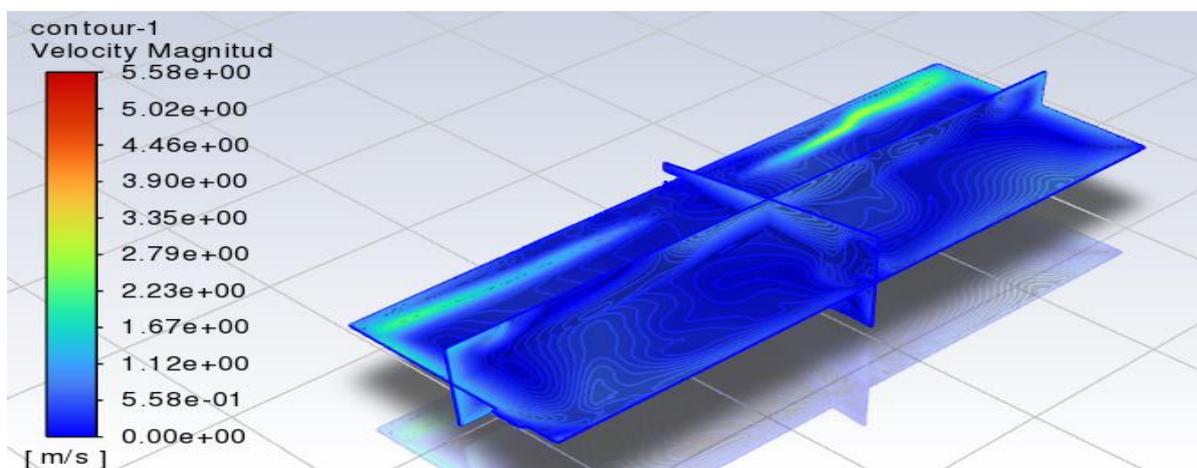


Figure 4. 37: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

Le tableau suivant résume la variation de la température dans le poulailler pour différentes vitesses de soufflage et dans quatre niveaux de hauteurs. Les résultats de ce tableau sont présentés sous forme de courbes en figure 36.

Tableau 25 : Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement.

| V (m/s)/plan(m) | Y=1         | Y=1,5       | Y=2         | Y=2,5       |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 6               | 304.73911 K | 304.9647 K  | 305.16662 K | 305.8243 K  |
| 7               | 305.92507 K | 306.09779 K | 306.13324 K | 306.33968 K |
| 8               | 304.72746 K | 304.81708 K | 304.9581 K  | 305.36309 K |
| 9               | 306.72445 K | 306.7391 K  | 306.74144 K | 306.78124 K |
| 10              | 304.21228 K | 304.30054 K | 304.35146 K | 304.58141 K |
| 11              | 304.82495 K | 304.86653 K | 304.71934 K | 304.96736 K |

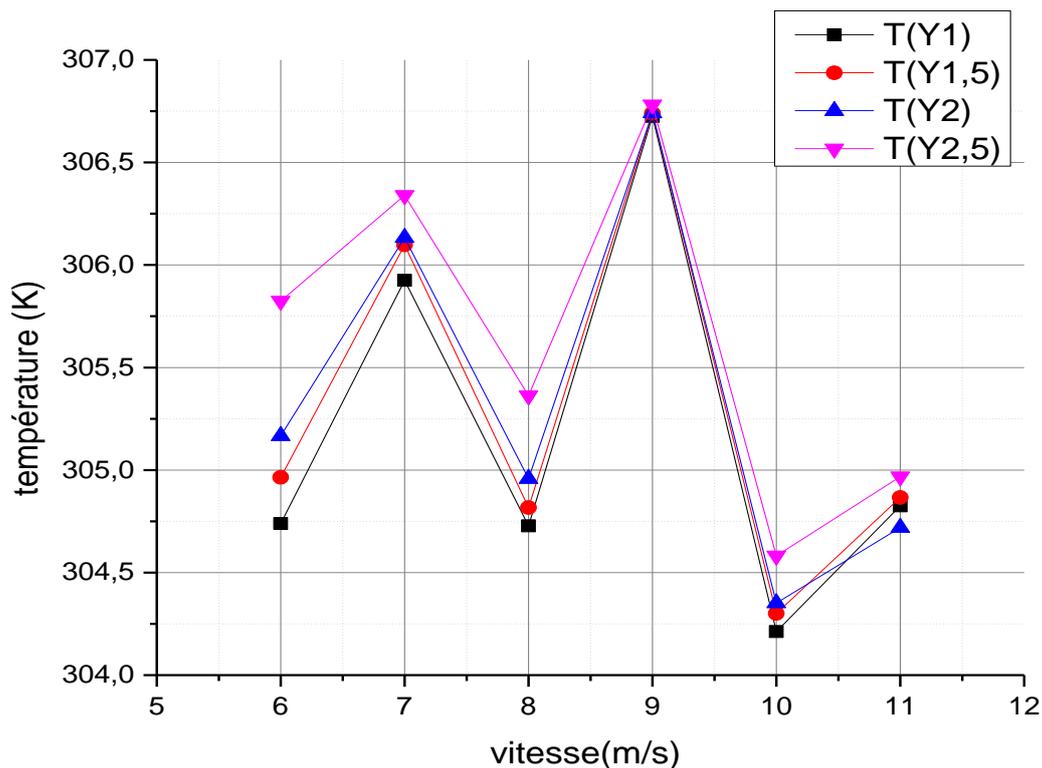


Figure 4. 38: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 2m avec variation de la vitesse.

De la figure 38 on note que la température est instable par fois augment et autre fois descendre, ceci car la variation de la vitesse entrée.

On note aussi le décalage de température entre les niveaux selon l'axe Y du poulailler, ce gradient est traduit par une stratification causée par la température de l'air de ces niveaux.

### 3.3.3 Pour une longueur de Tube de 2,5m :

#### 3.3.3.1 Pour une vitesse d'écoulement de 6m/s :

Tableau 26: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 307.90552 | 306.80894 | 307.86764 |

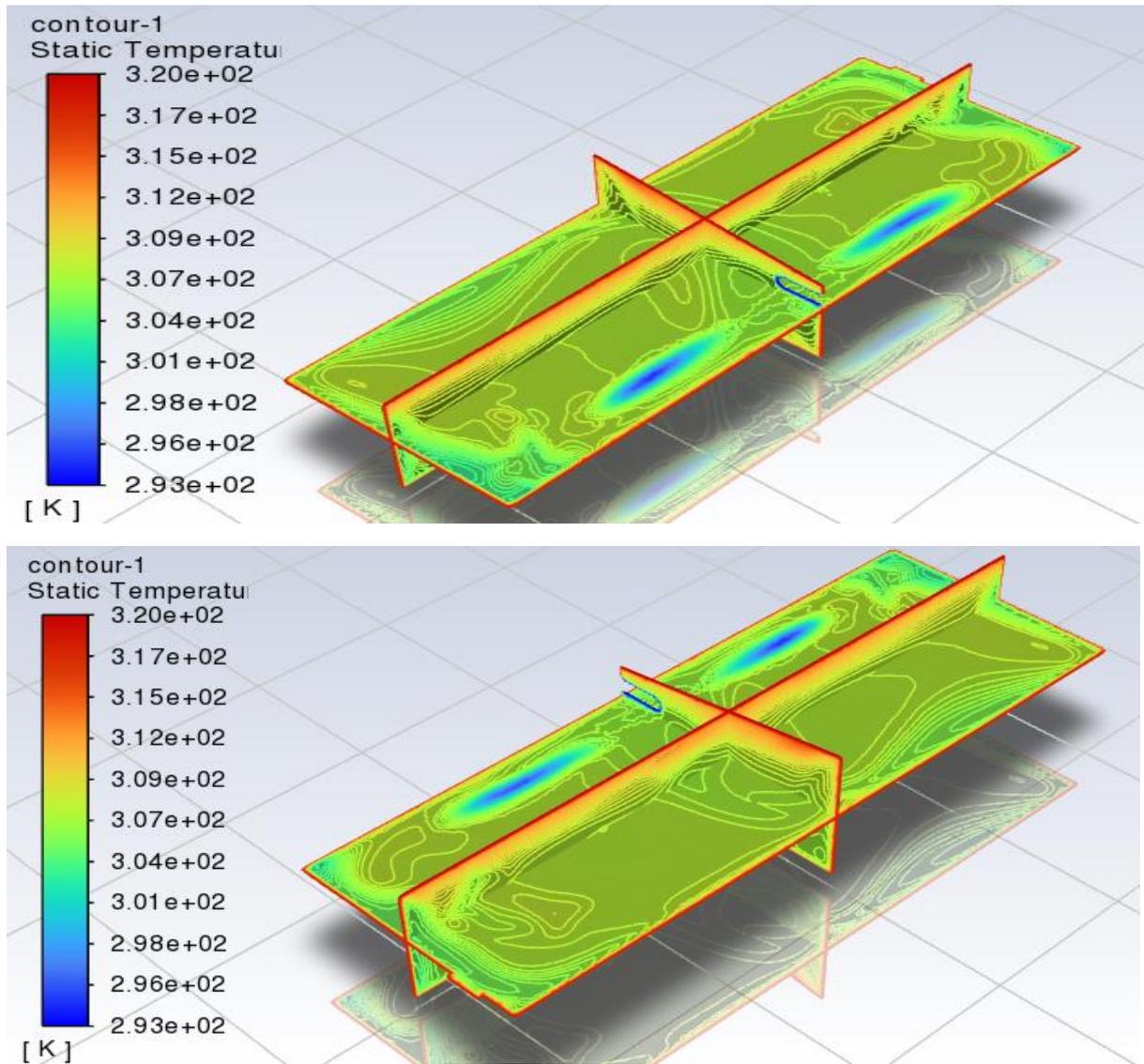


Figure 4. 39: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveau système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

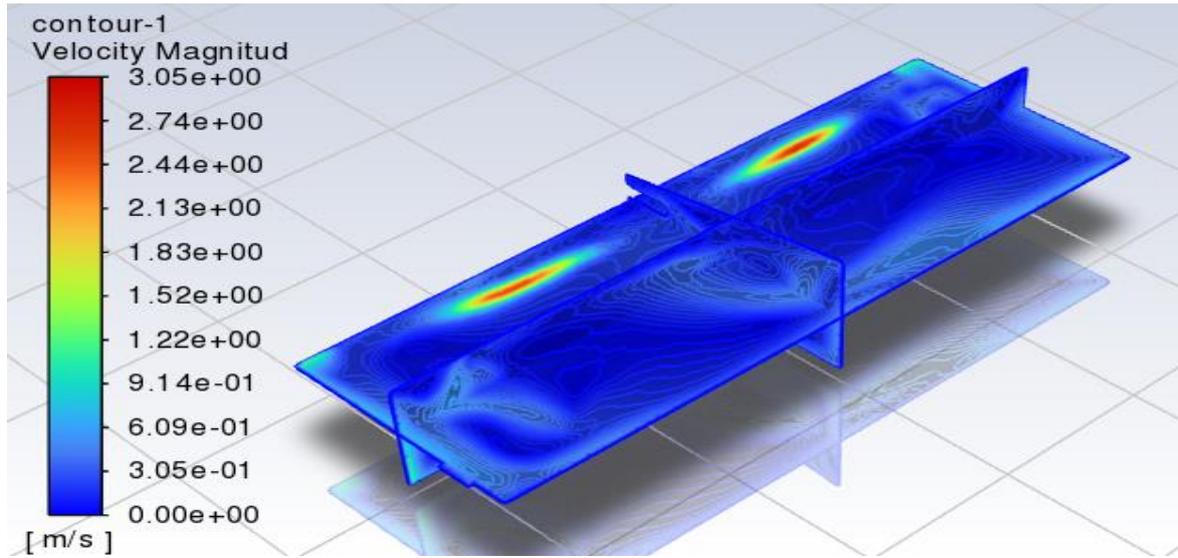
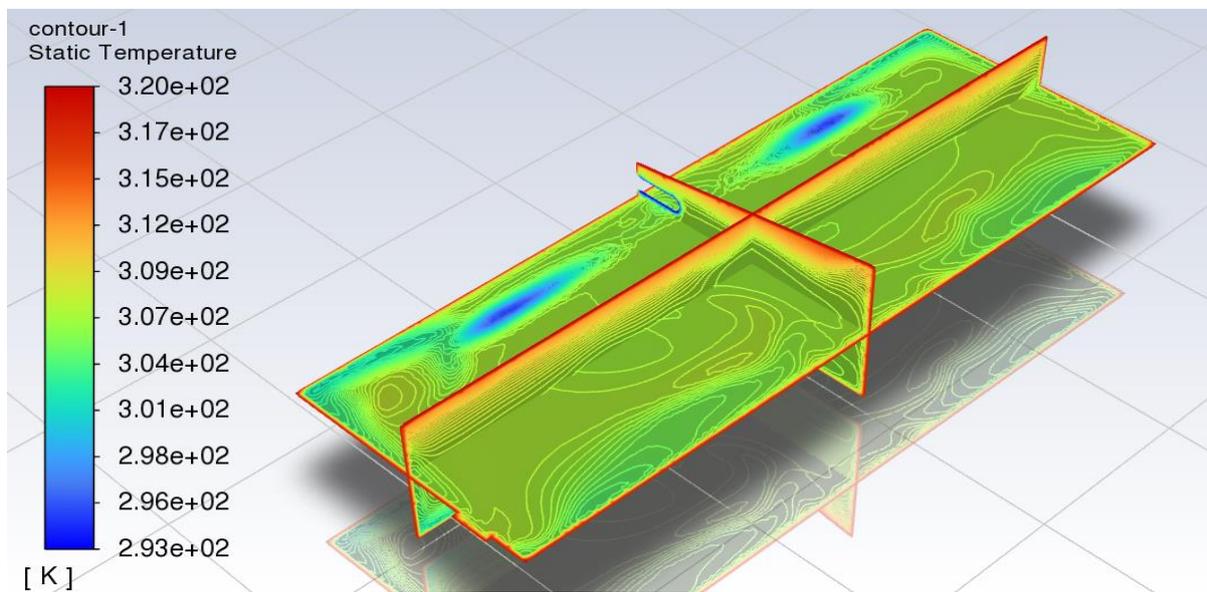


Figure 4. 40 : Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

**3.3.3.2 Pour une vitesse d'écoulement de 7m/s :**

Tableau 27: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 307.41135 | 307.37047 | 306.26463 |



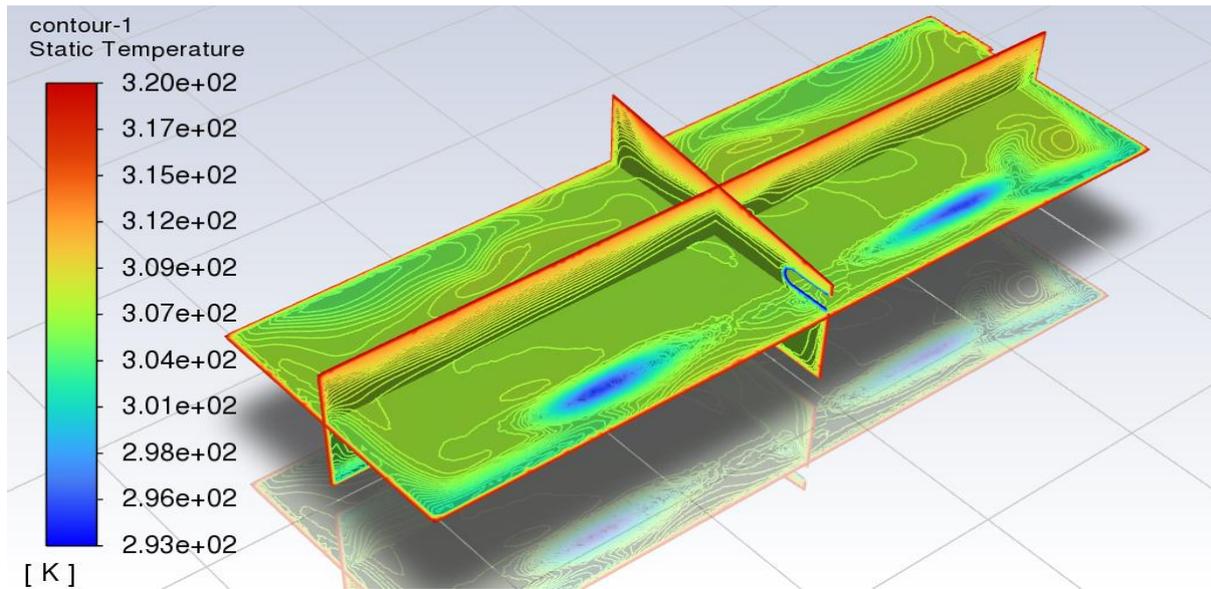


Figure 4. 41 : Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).

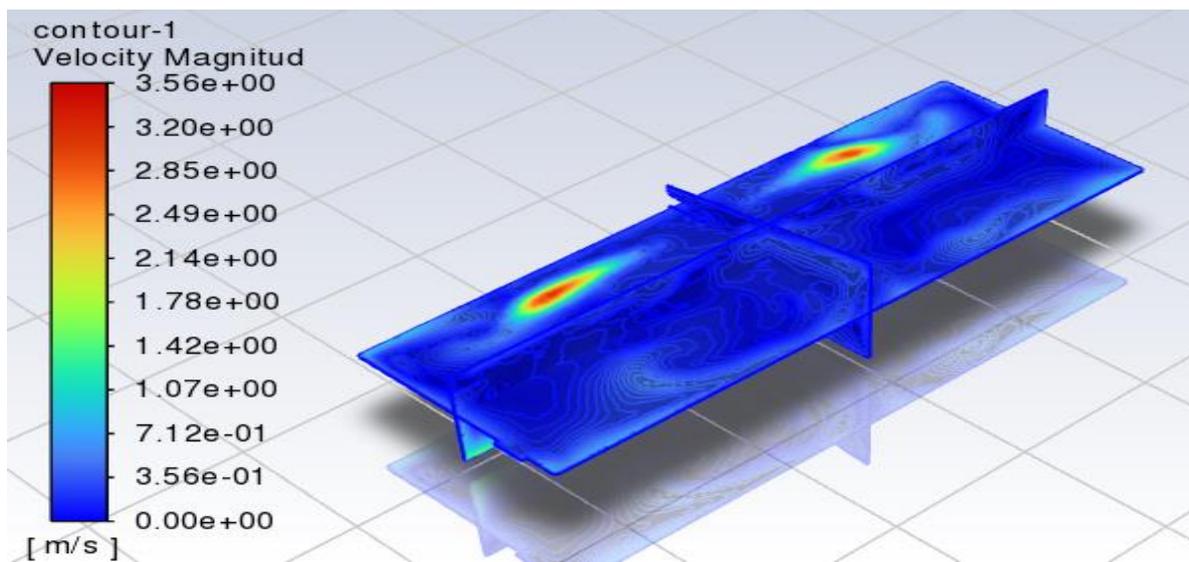


Figure 4. 42 : Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).

### 3.3.3.3 Pour une vitesse d'écoulement de 8m/s :

Tableau 28: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m |
|---------|-----------|-----------|----------|
| T(K)    | 306.53503 | 306.25653 | 305.7106 |

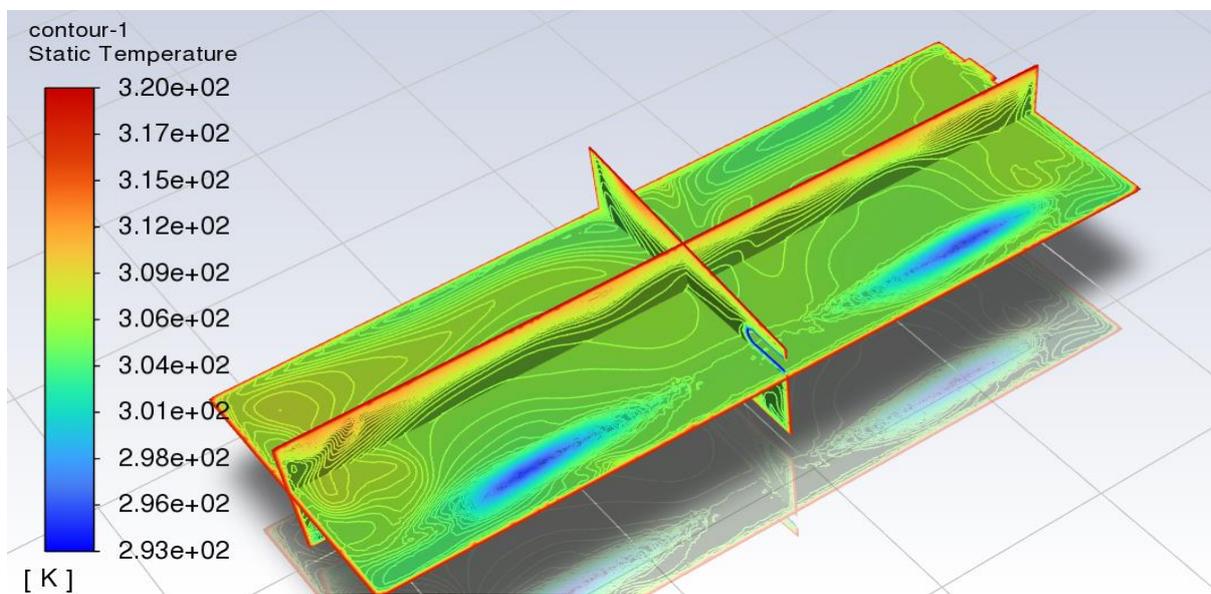
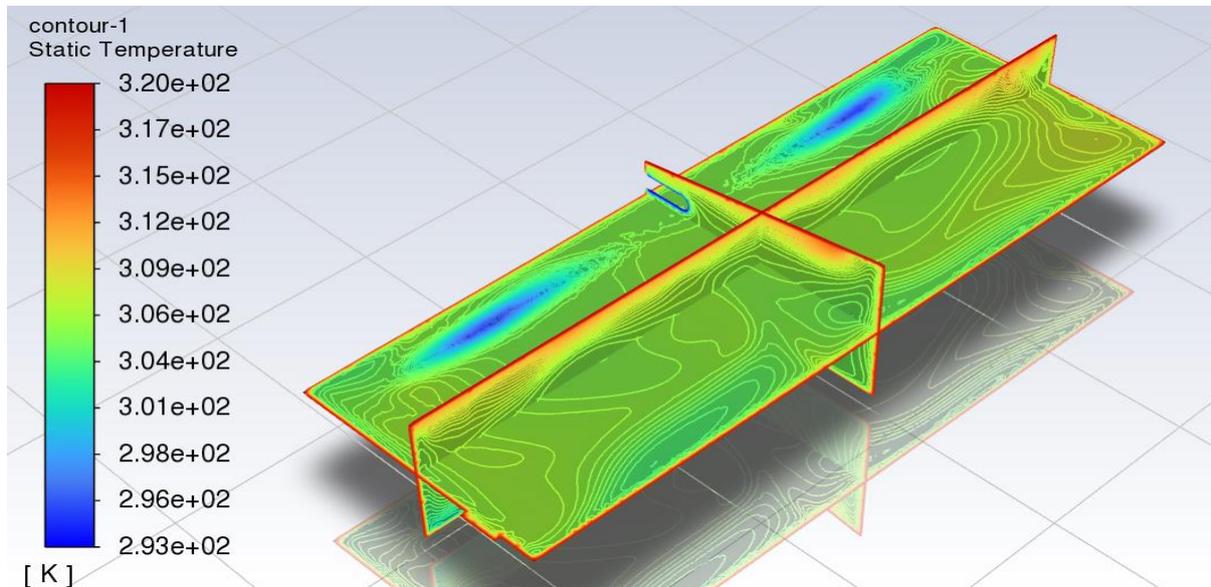


Figure 4. 43: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

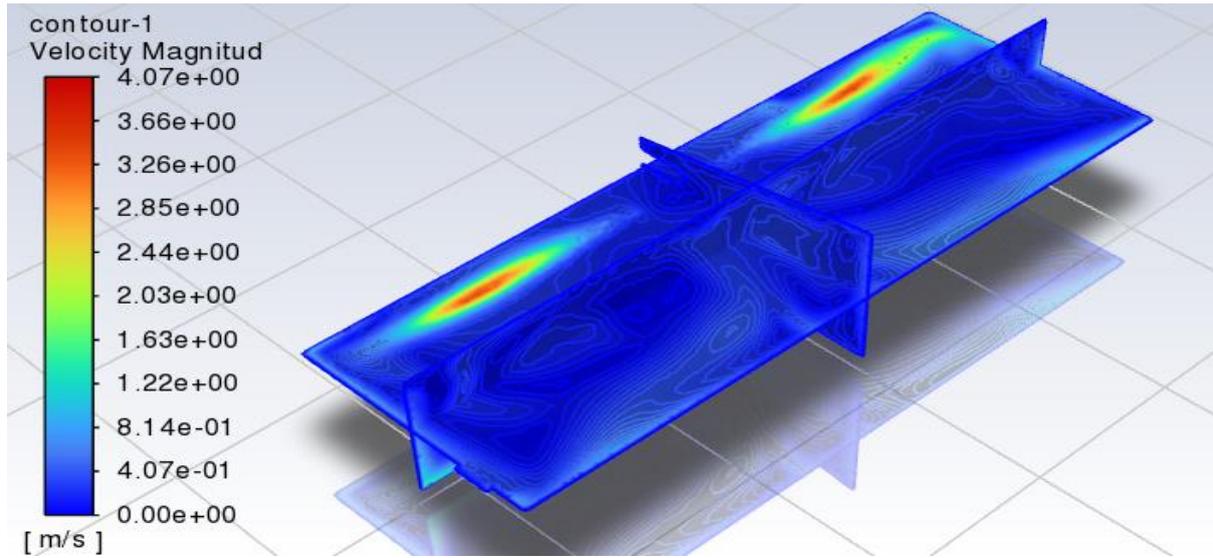
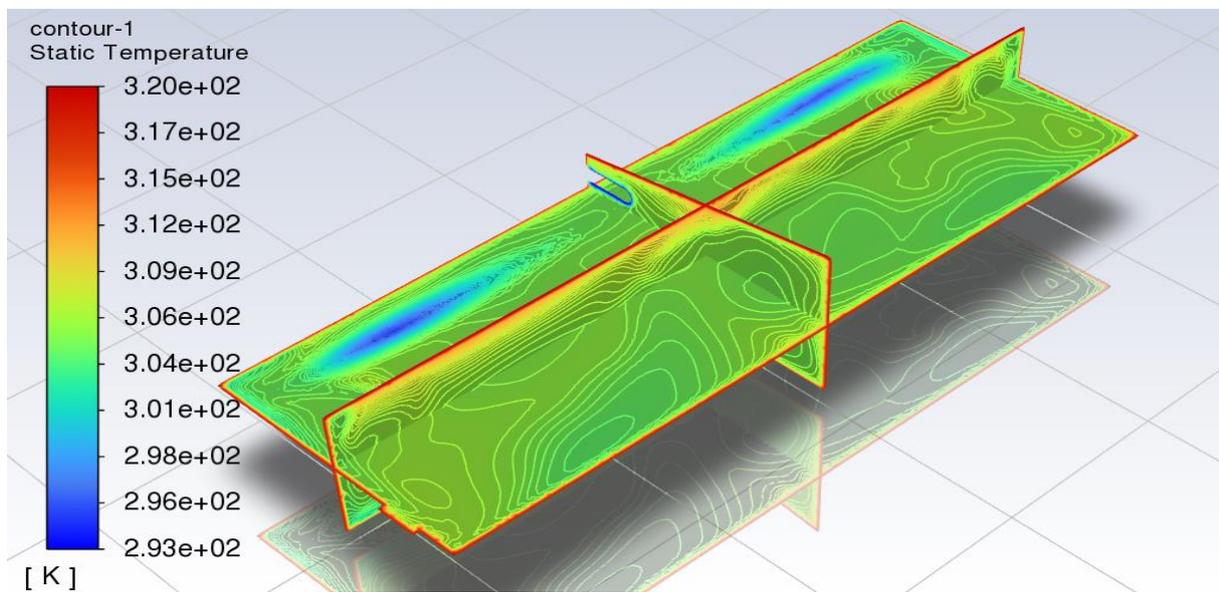


Figure 4. 44: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

**3.3.3.4 Pour une vitesse d'écoulement de 9m/s :**

Tableau 29: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 306.17918 | 305.32539 | 306.00589 |



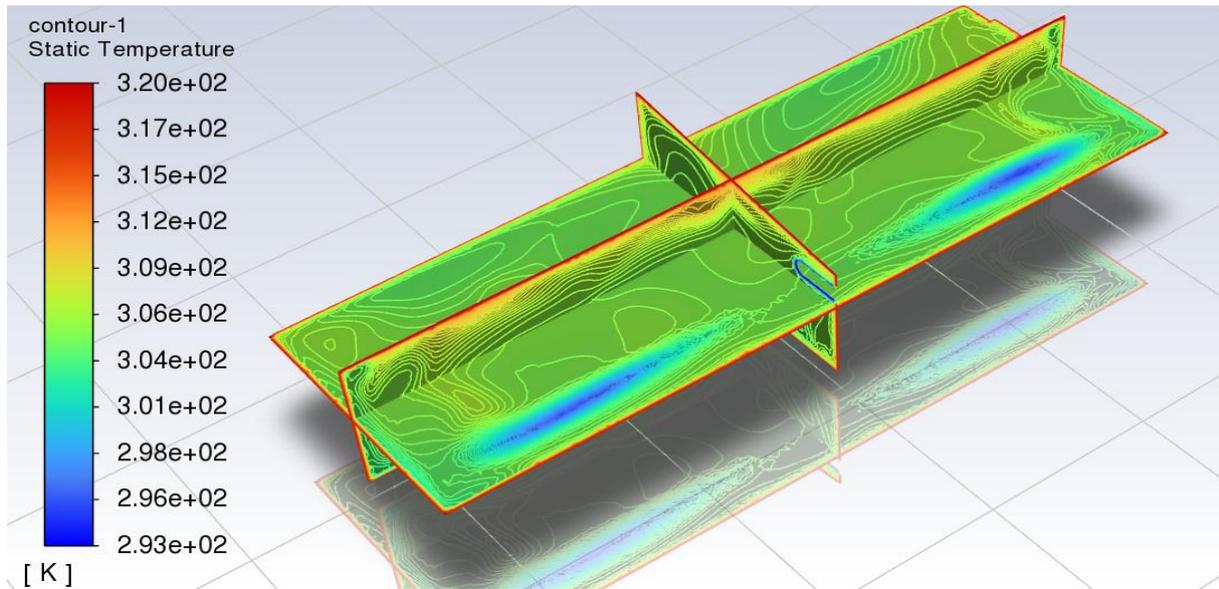


Figure 4. 45: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

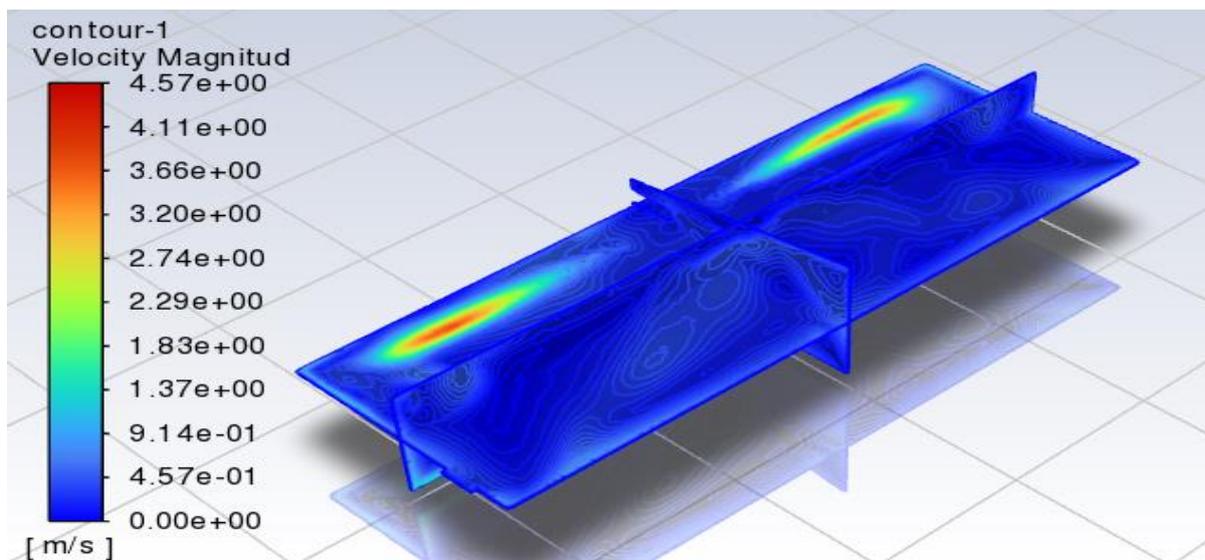


Figure 4. 46: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

### 3.3.3.5 Pour une vitesse d'écoulement de 10m/s :

Tableau 30 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 305.57182 | 305.03947 | 306.31078 |

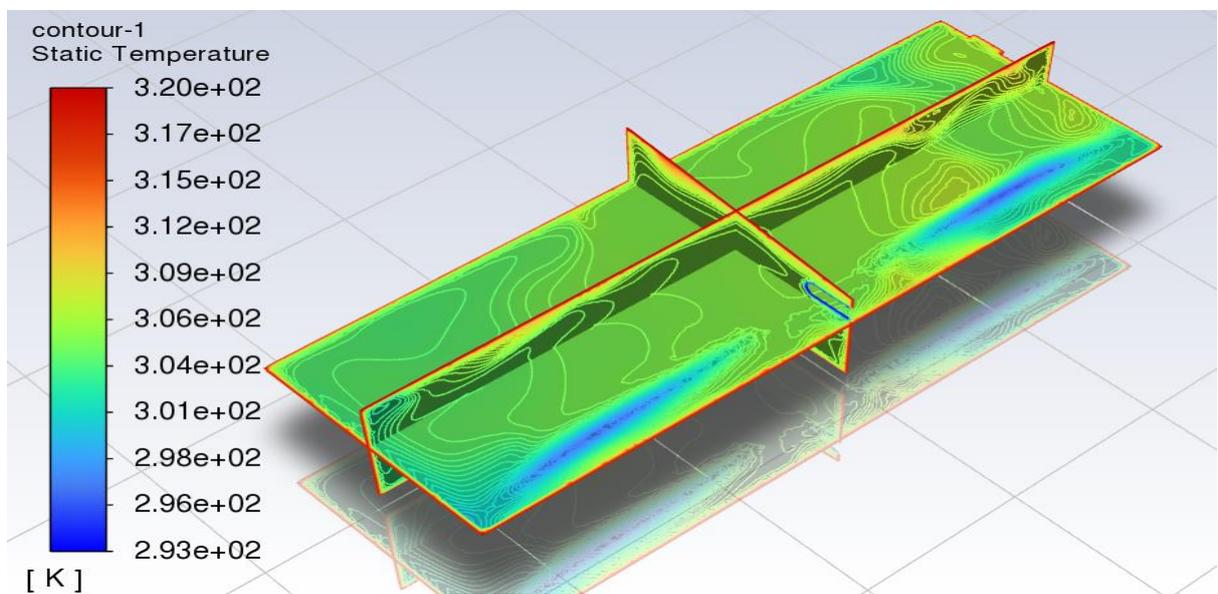
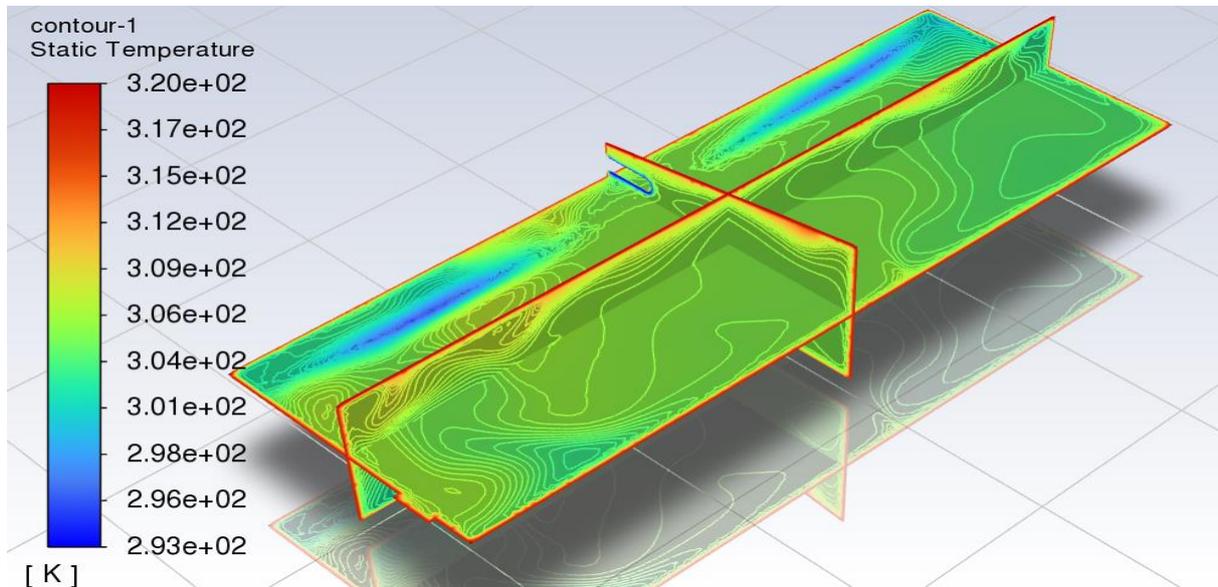


Figure 4. 47: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).

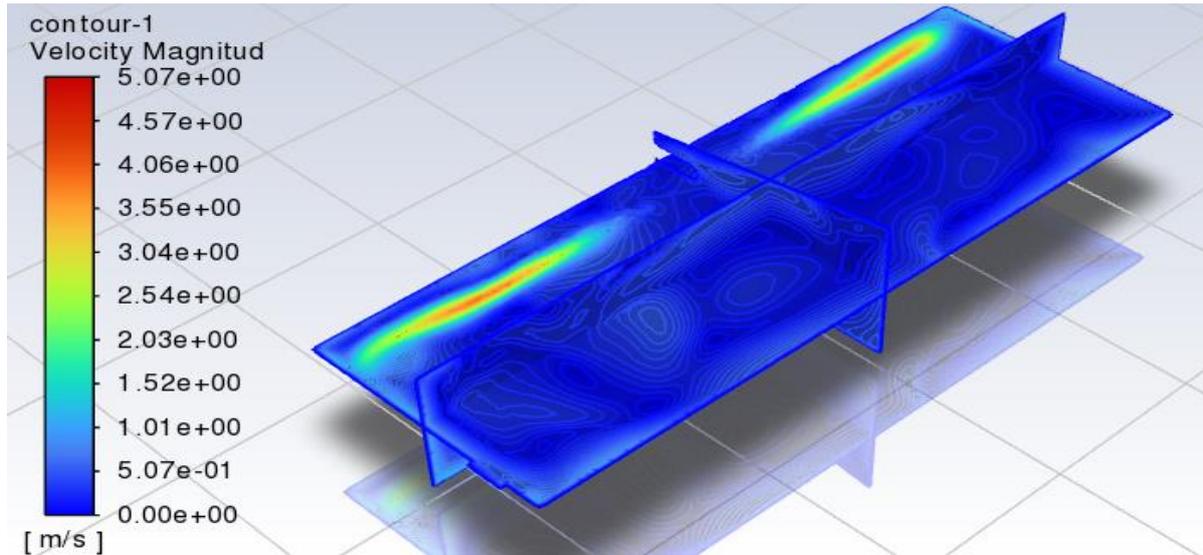
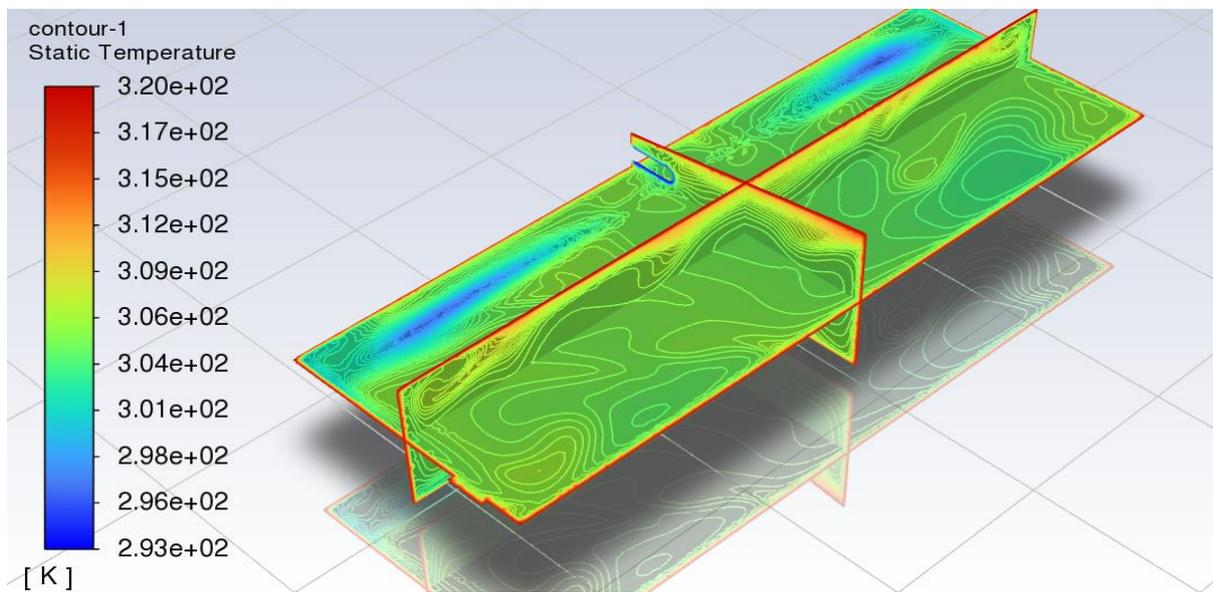


Figure 4. 48: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).

**3.3.3.6 Pour une vitesse d'écoulement de 11m/s :**

Tableau 31 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m   | Y=2m      | Z=8,815m |
|---------|----------|-----------|----------|
| T(K)    | 305.5707 | 304.75965 | 305.9188 |



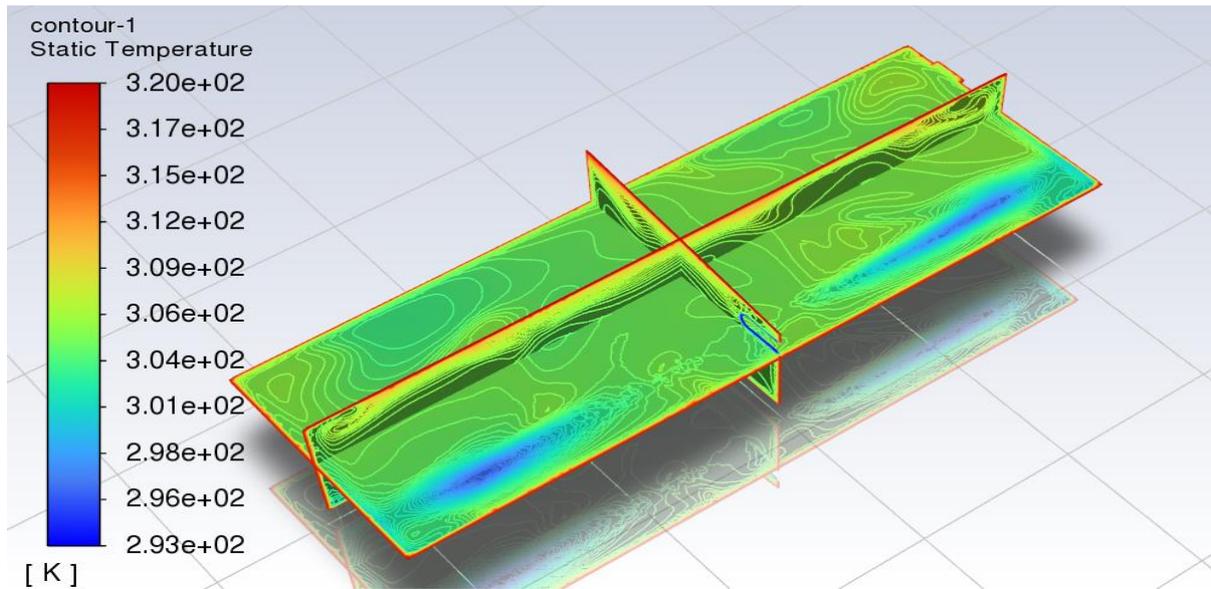


Figure 4. 49: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

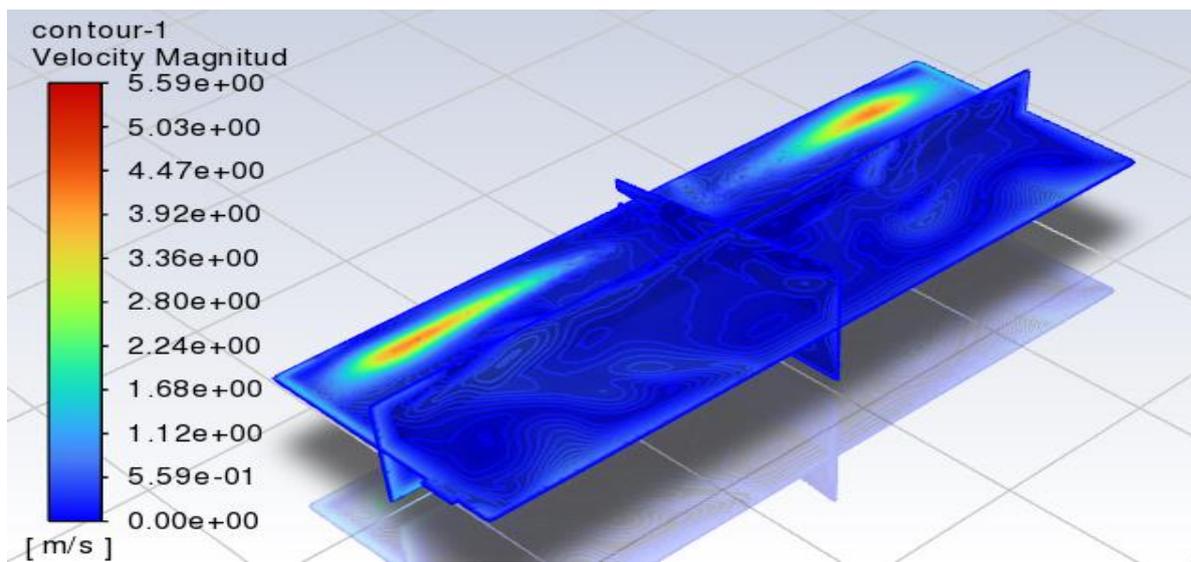


Figure 4. 50: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 2,5 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

Le tableau suivant résume la variation de la température dans le poulailler pour différentes vitesses de soufflage et dans quatre niveaux de hauteurs. Les résultats de ce tableau sont présentés sous forme de courbes en figure 50.

Tableau 32 : Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement.

| V  | Y=1         | Y=1,5       | Y=2         | Y=2,5       |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 6  | 306.58873 K | 306.63333 K | 306.80894 K | 307.48005 K |
| 7  | 305.87126 K | 306.02498 K | 306.26463 K | 307.09736 K |
| 8  | 305.10426 K | 305.4293 K  | 305.7106 K  | 306.25361 K |
| 9  | 305.04621 K | 305.14255 K | 305.32539 K | 305.85379 K |
| 10 | 304.71773 K | 304.92802 K | 305.03947 K | 305.31988 K |
| 11 | 304.7313 K  | 304.75546 K | 304.75965 K | 305.17248 K |

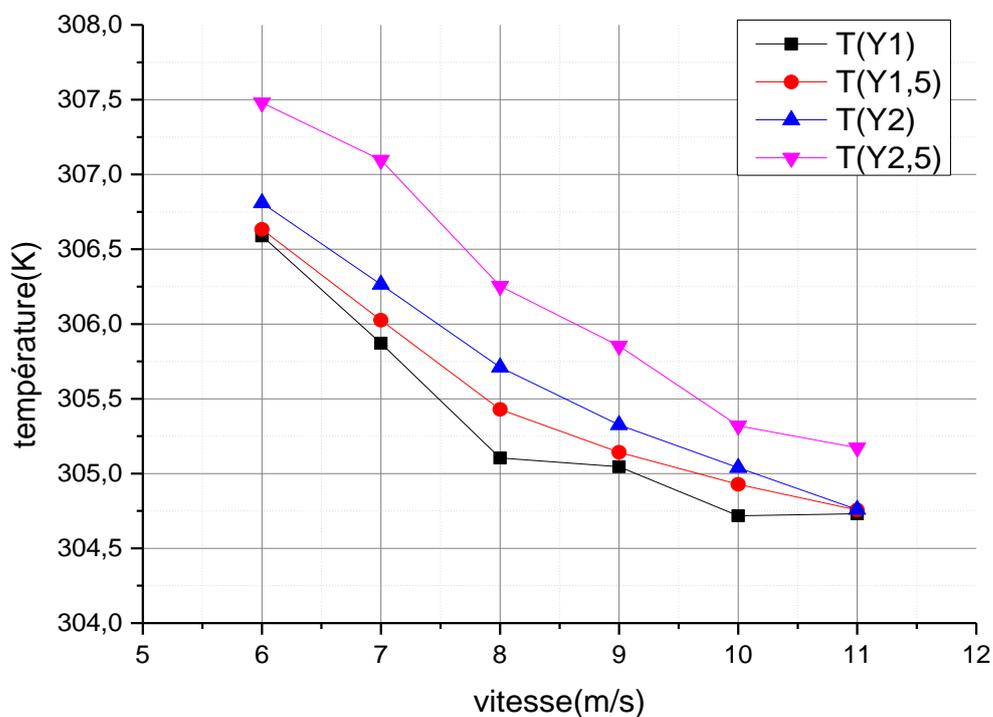


Figure 4. 51: Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 2.5m avec variation de la vitesse.

De la figure 51 on note que la température décroît en augmentant la vitesse d'écoulement de l'air, ceci est plus logique est meilleur quand la vitesse est augment plus a plus. On note aussi le décalage de température entre les niveaux des plans selon Y, ce gradient est traduit par une stratification causée par la température de l'air de ces niveaux.

### 3.3.4 Pour une longueur de Tube de 4m :

#### 3.3.4.1 Pour une vitesse d'écoulement de 6m/s :

Tableau 33: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m |
|---------|-----------|-----------|----------|
| T(K)    | 306.96758 | 307.09198 | 307.4272 |

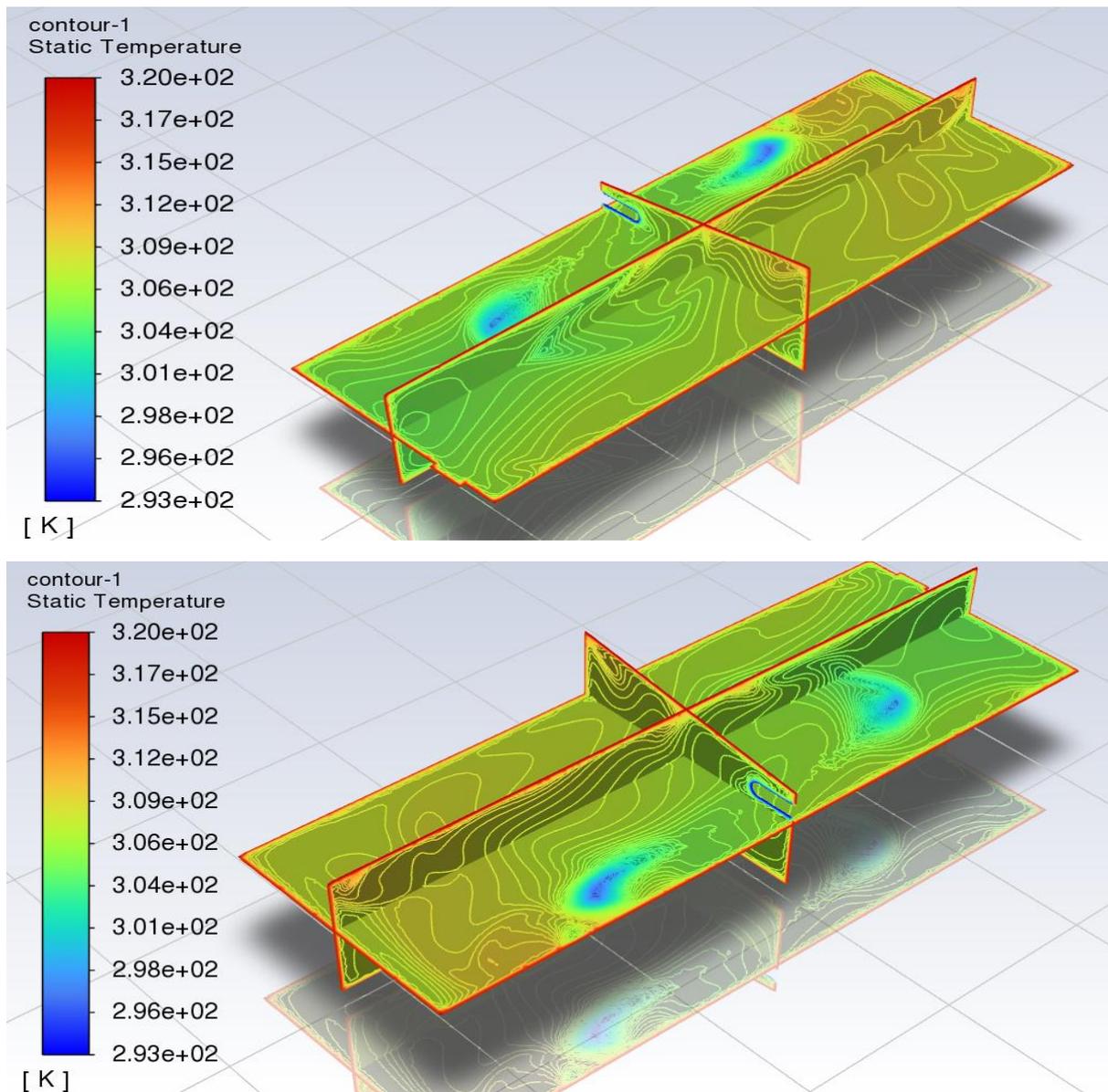


Figure 4. 52: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

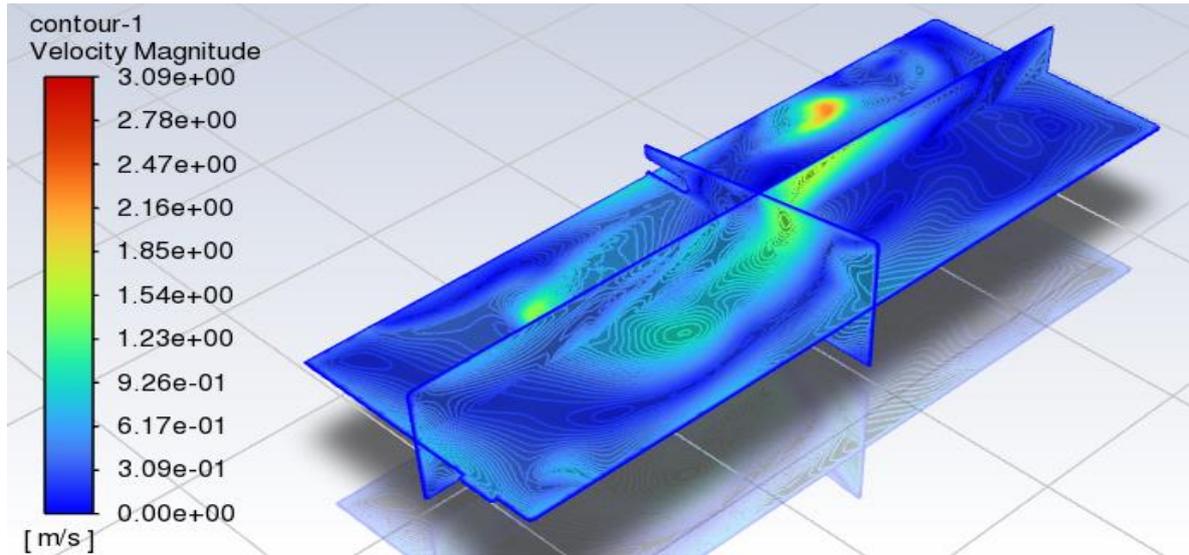
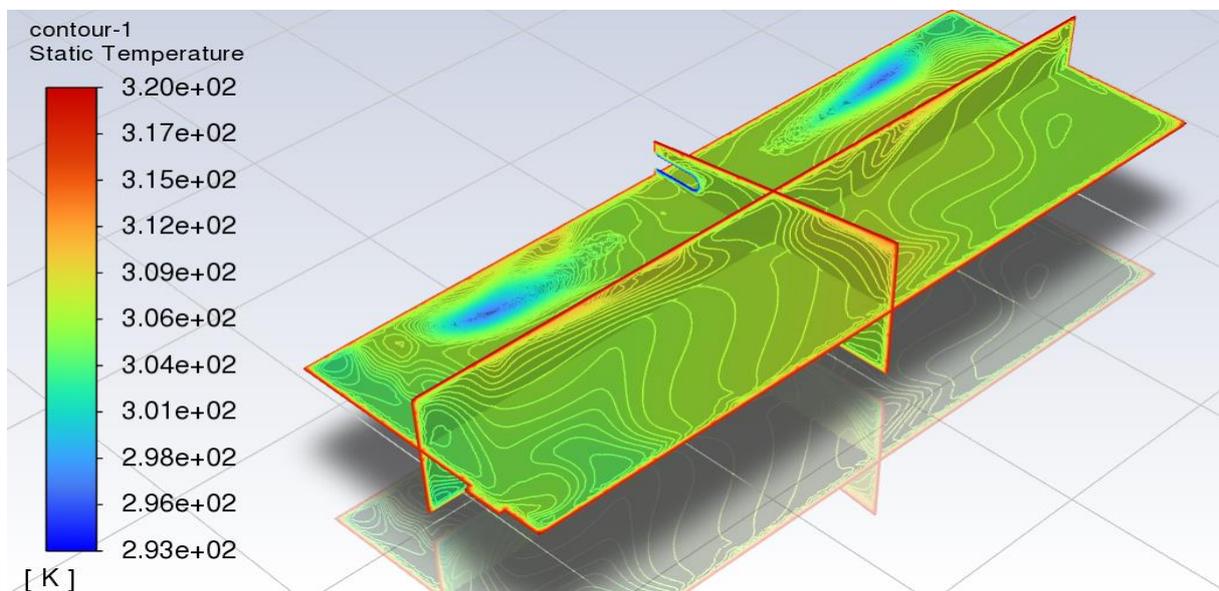


Figure 4. 53: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 6m/s).

**3.3.4.2 Pour une vitesse d'écoulement de 7m/s :**

Tableau 34: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 306.81882 | 306.42226 | 307.45921 |



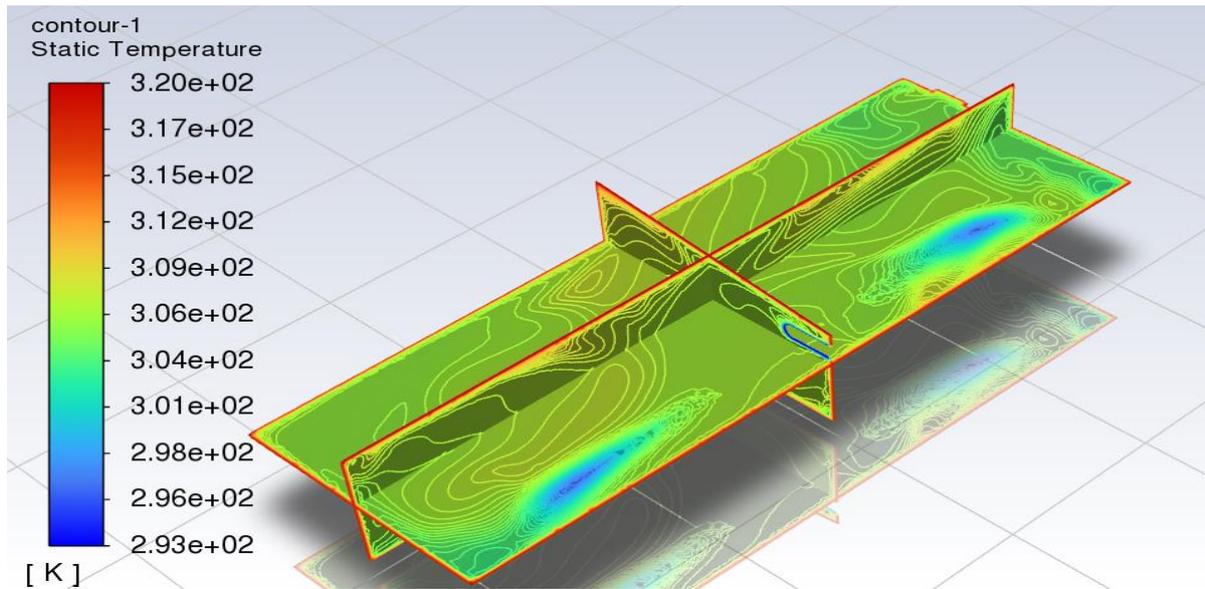


Figure 4. 54: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).

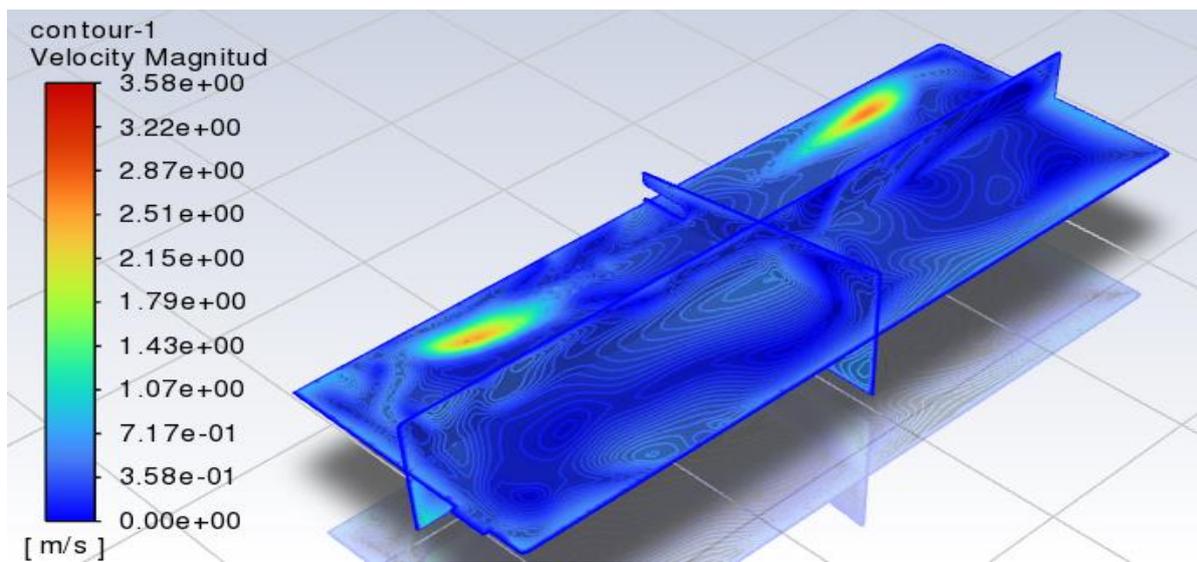


Figure 4. 55: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 7m/s).

### 3.3.4.3 Pour une vitesse d'écoulement de 8m/s :

Tableau 35: Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 305.58931 | 304.76741 | 305.61681 |

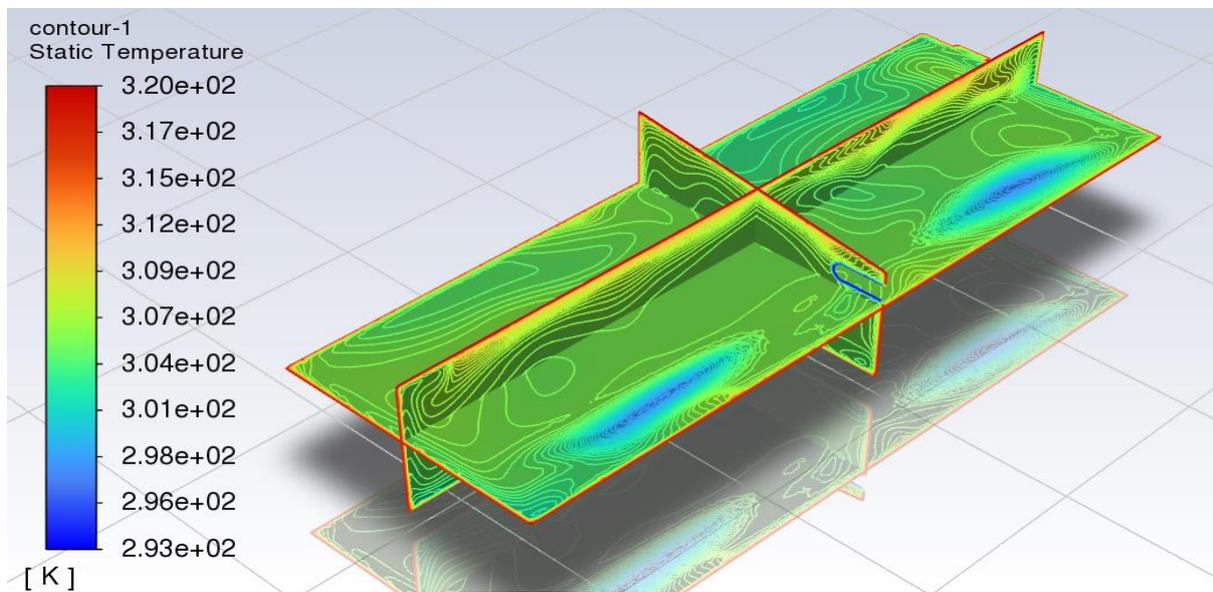
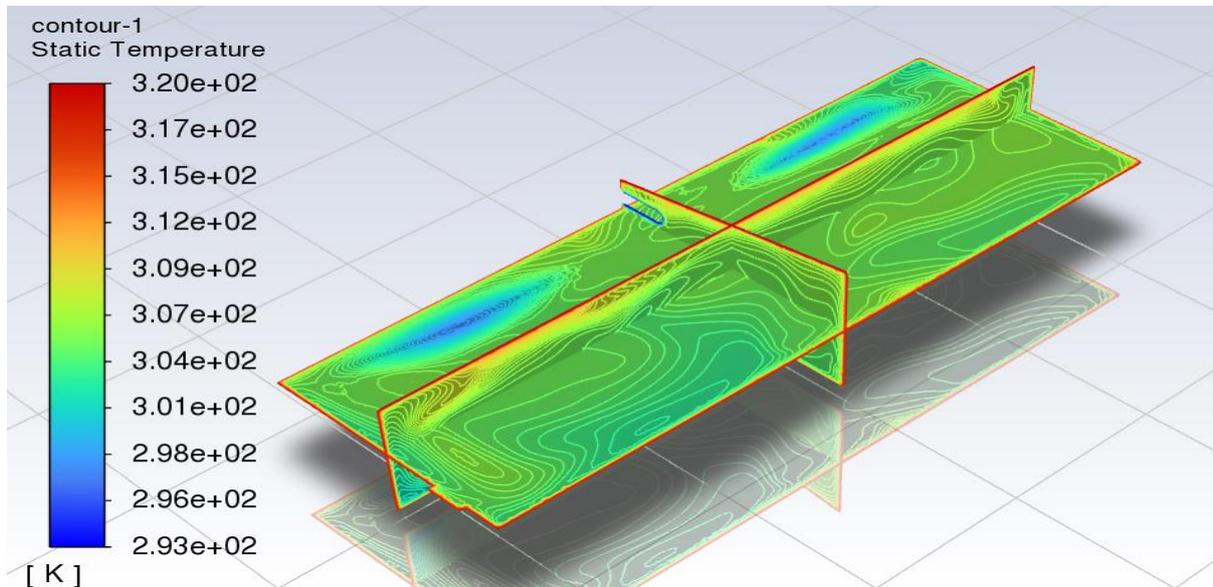


Figure 4. 56: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

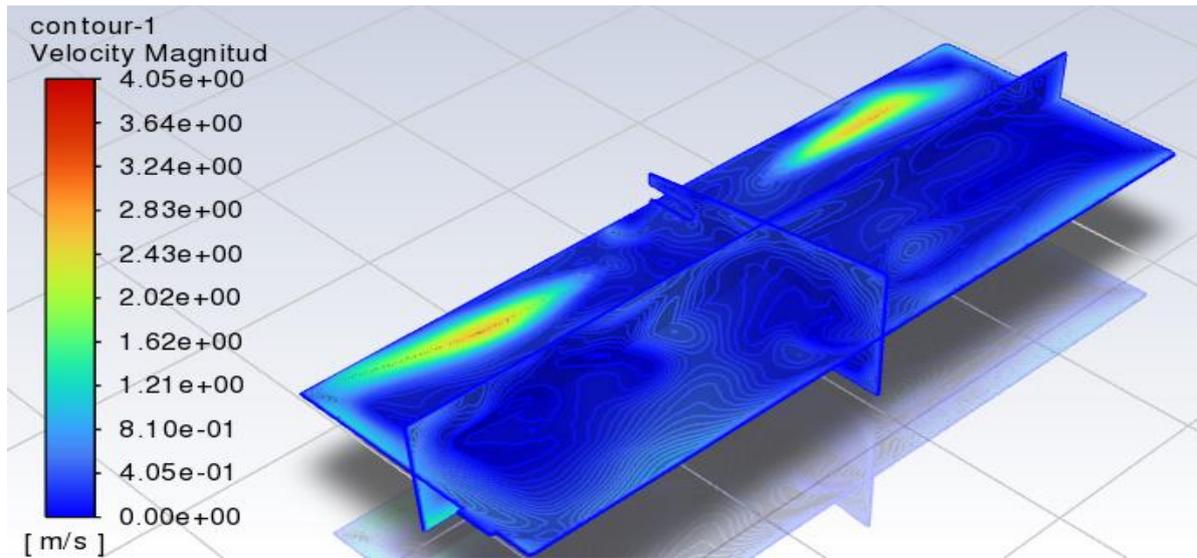
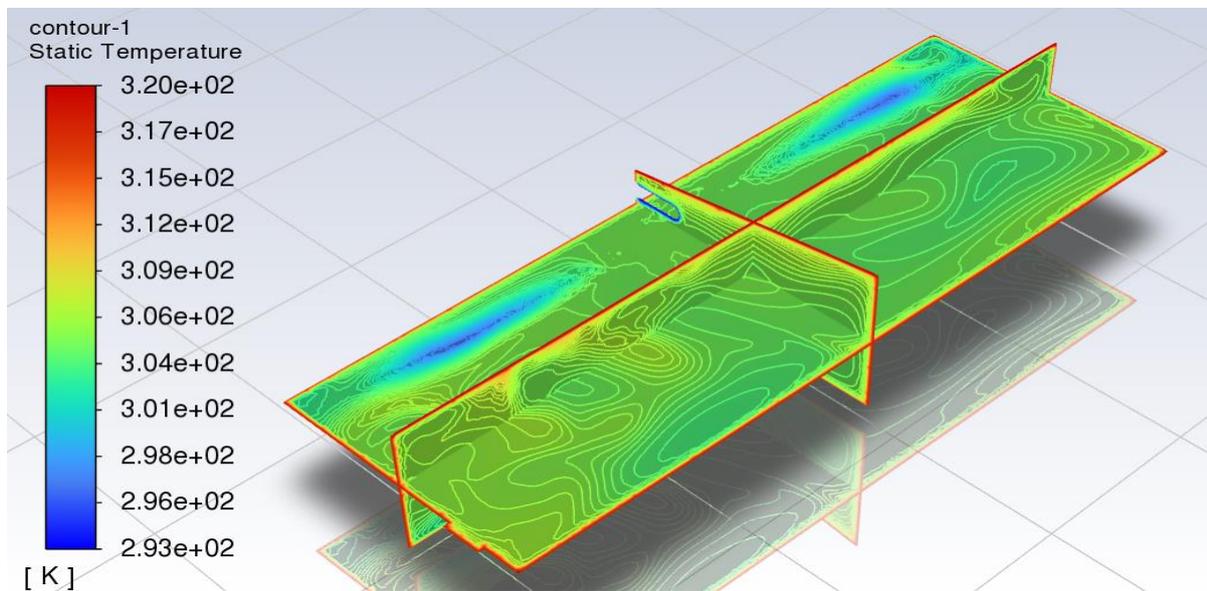


Figure 4. 57: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 8m/s).

**3.3.4.4 Pour une vitesse d'écoulement de 9m/s :**

Tableau 36: Distribution de la Température :

|         |           |           |           |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
| T(K)    | 305.27614 | 304.85234 | 305.63197 |



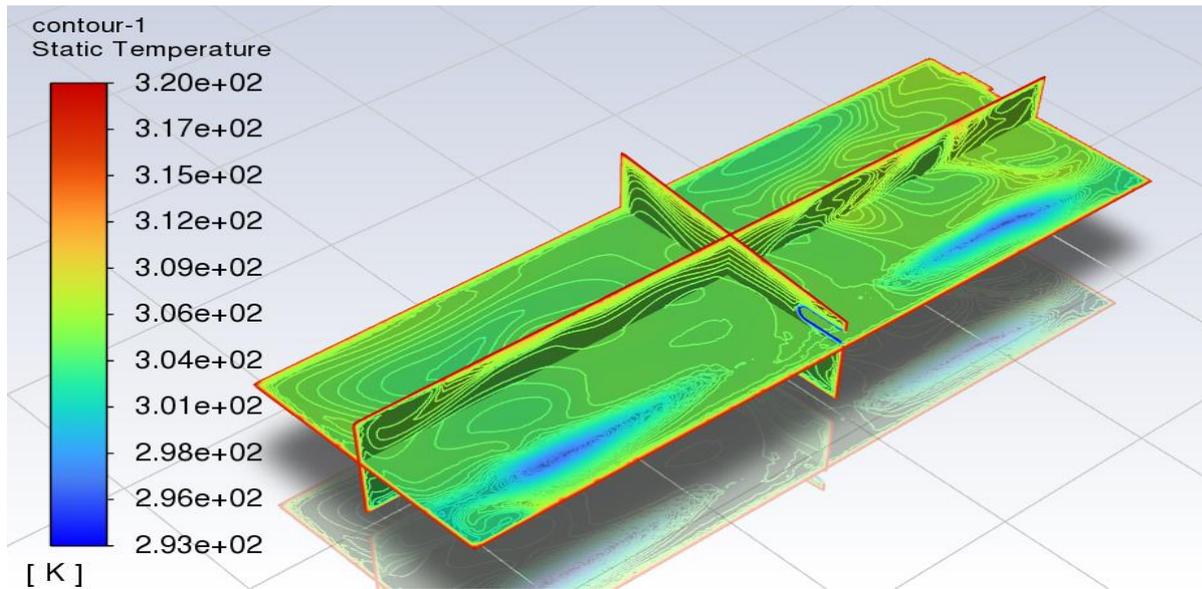


Figure 4. 58: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

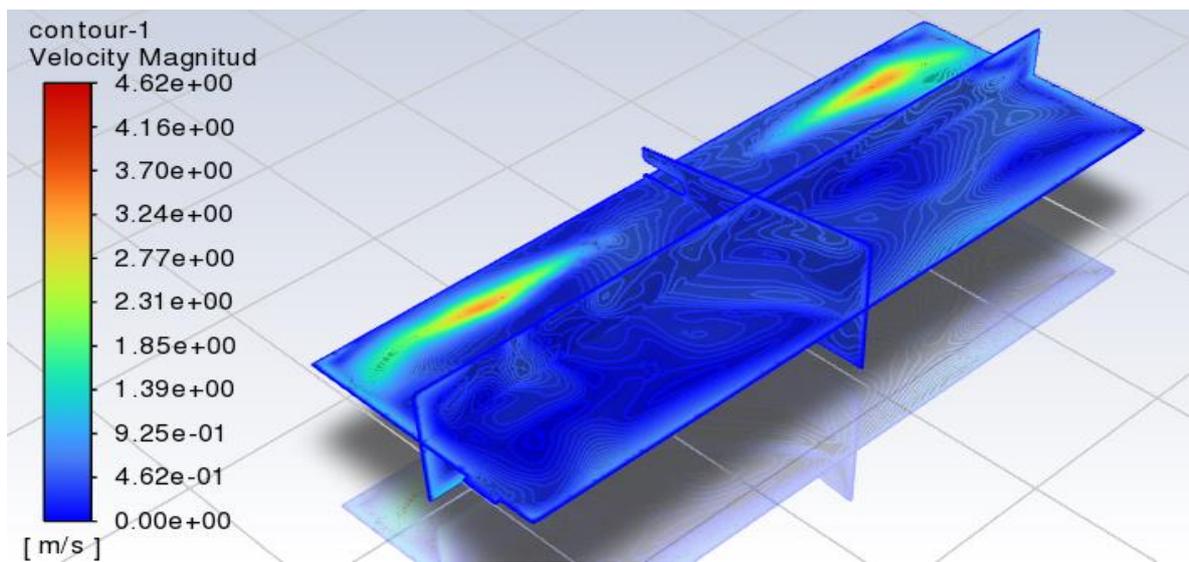


Figure 4. 59: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 9m/s).

### 3.3.4.5 Pour une vitesse d'écoulement de 10m/s :

Tableau 37 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m     | Z=8,815m  |
|---------|-----------|----------|-----------|
| T(K)    | 305.39933 | 304.3099 | 306.57613 |

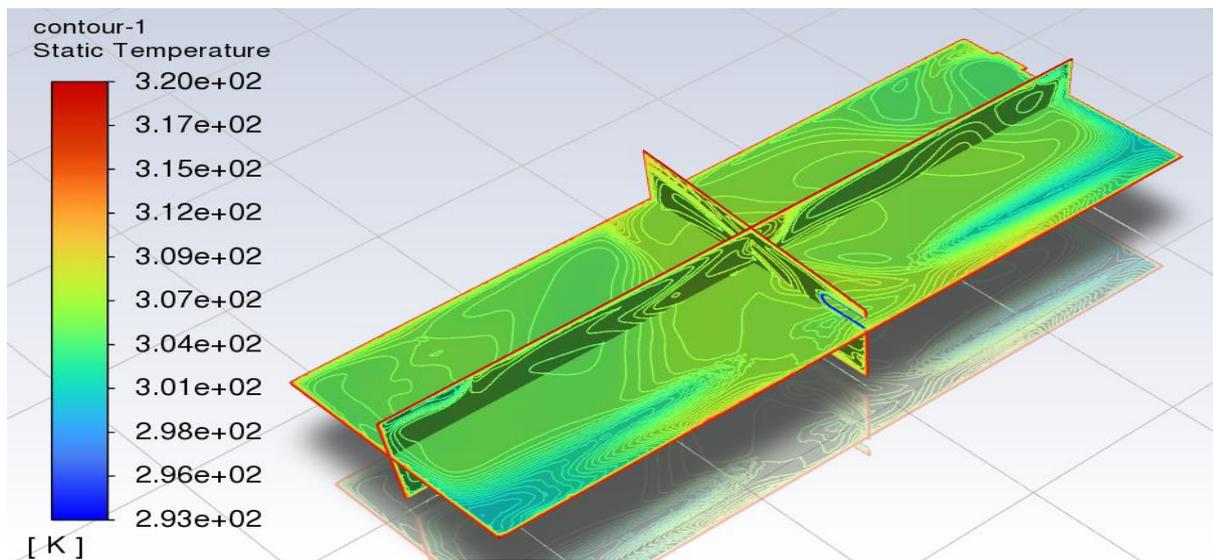
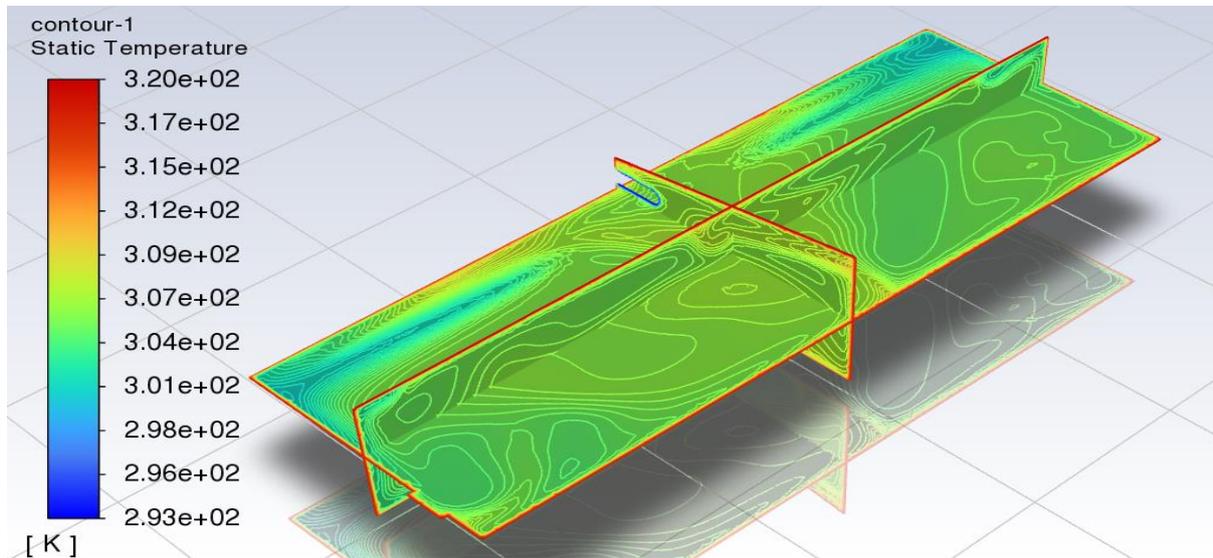


Figure 4. 60: Distribution de la température l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).

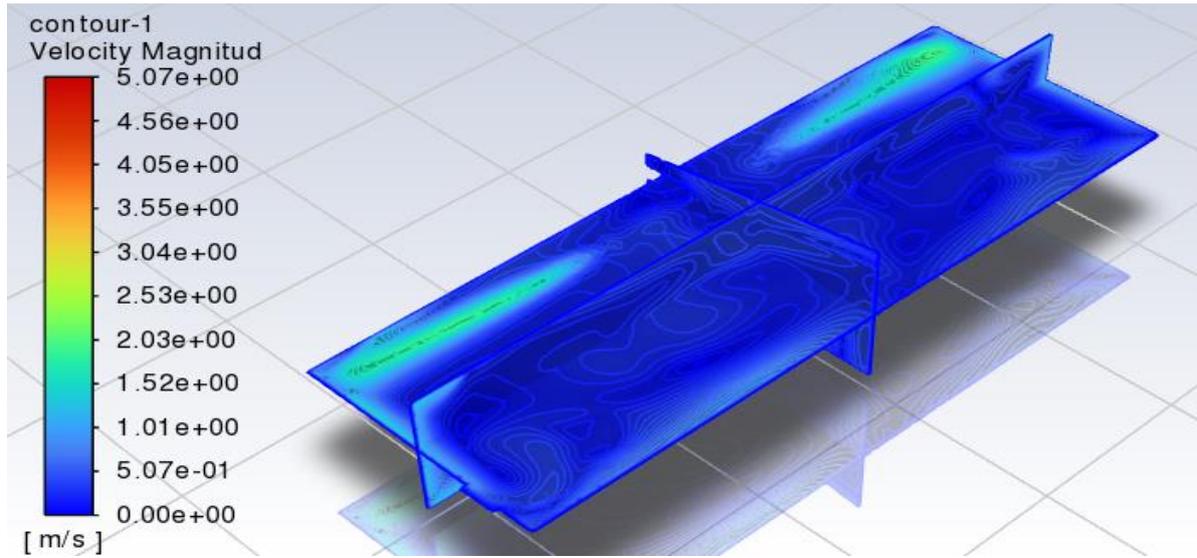
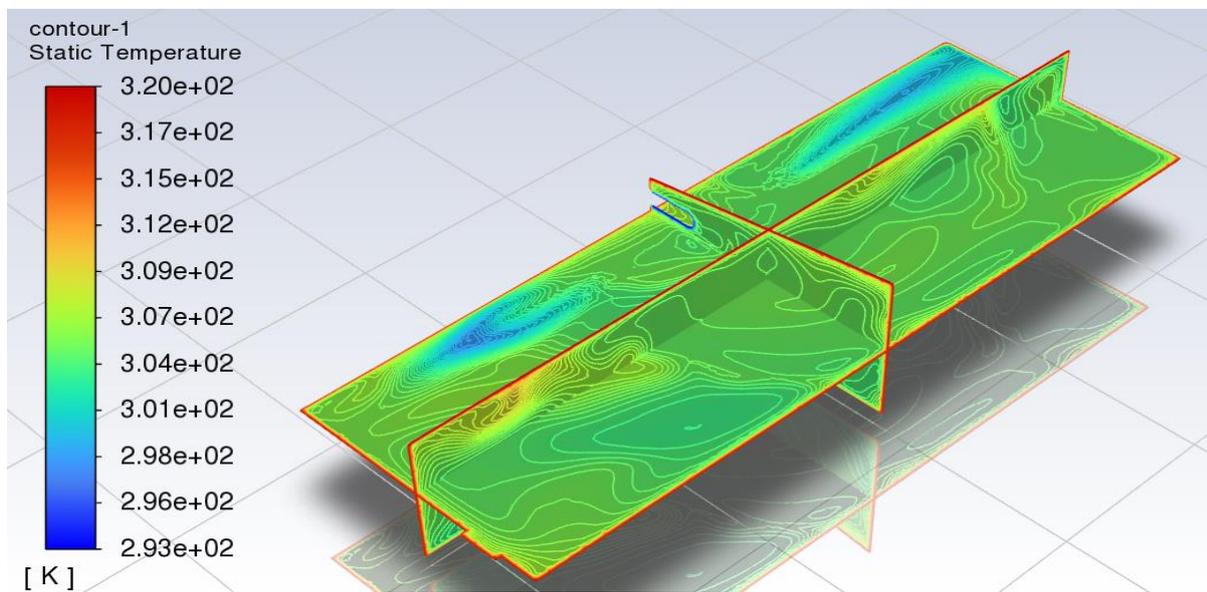


Figure 4. 61: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 10m/s).

**3.3.4.6 Pour une vitesse d'écoulement de 11m/s :**

Tableau 38 : Distribution de la Température :

| Plan(m) | X=3,3m    | Y=2m      | Z=8,815m  |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| T(K)    | 304.88671 | 304.60159 | 304.94218 |



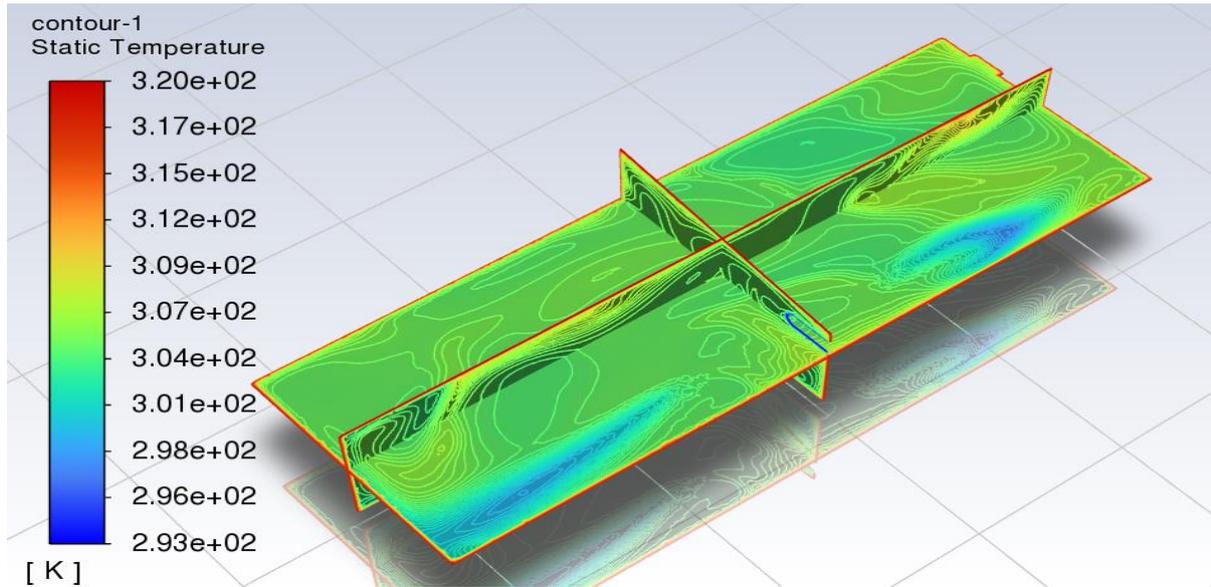


Figure 4. 62: Distribution de la température à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

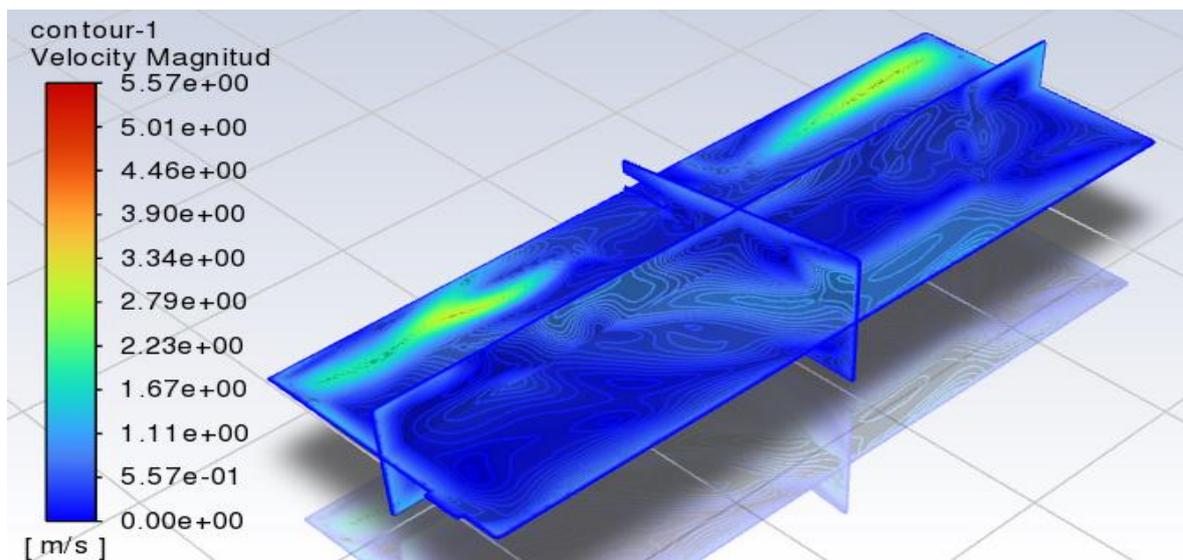


Figure 4. 63: Distribution de la vitesse d'écoulement à l'intérieur du poulailler dans le nouveaux système proposé (Section Circulaire 4 m de tube et une vitesse d'écoulement 11m/s).

Tableau 39: Température des plans pour différentes vitesses d'écoulement.

Le tableau suivant résume la variation de la température dans le poulailler pour différentes vitesses de soufflage et dans quatre niveaux de hauteurs. Les résultats de ce tableau sont présentés sous forme de courbes en figure 63.

| V (m/s)/plan(m) | Y=1         | Y=1,5       | Y=2         | Y=2,5       |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 6               | 306.6906 K  | 306.93305 K | 307.09198 K | 307.28879 K |
| 7               | 306.10506 K | 306.32671 K | 306.42226 K | 306.62157 K |
| 8               | 304.63386 K | 304.65213 K | 304.76741 K | 305.3605 K  |
| 9               | 304.50982 K | 304.67448 K | 304.85234 K | 305.34135 K |
| 10              | 304.3099 K  | 304.57795 K | 304.6099 K  | 304.8268 K  |
| 11              | 304.20161 K | 304.43806 K | 304.60159 K | 304.84026 K |

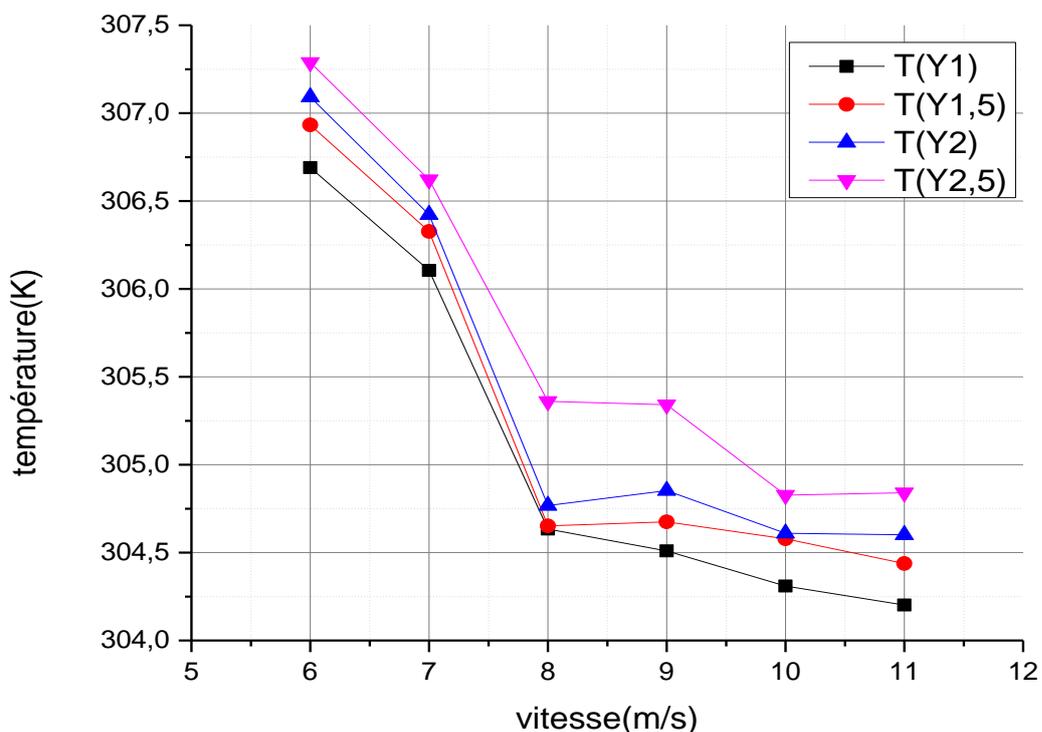


Figure 4. 64 Variation de la température à l'intérieur du poulailler pour différentes hauteurs et pour un tube de section 4m avec variation de la vitesse.

D'après le graphe De la figure 64 on remarque que l'augmentation de la vitesse correspond une détente de température, décroissance logique car le rafraîchissement parfait sur les vitesses élevées.

La variation de température sur les plans y due à la densité de l'air froid plus dans l'air chaud.

Tableau 40: Le tableau suivant résume la variation de la RA pour différentes vitesses de soufflage.

| V    | RA (TUBE 1,5M) | RA (TUBE 2M) | RA (TUBE 2,5M) | RA (TUBE 4M) |
|------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| V=6  | 7,39E+16       | 7,74E+16     | 6,51E+16       | 6,81E+16     |
| V=7  | 7,63E+16       | 7,18E+16     | 6,85E+16       | 7,14E+16     |
| V=8  | 8,49E+16       | 7,91E+16     | 7,42E+16       | 7,96E+16     |
| V=9  | 8,01E+16       | 7,03E+16     | 7,60E+16       | 8,06E+16     |
| V=10 | 8,02E+16       | 8,23E+16     | 7,92E+16       | 8,49E+16     |
| V=11 | 8,25E+16       | 7,30E+16     | 7,98E+16       | 8,32E+16     |

La figure 65 Représente la variation du nombre de Rayleigh Ra pour quatre niveaux de hauteurs (1, 1,5, 2 et 2,5 mètres) et pour deux sections de tube.

Les résultats montrent que le nombre de RA est varié par rapport à la vitesse de pénétration, en remarque une augmentation croissante dans la plupart des courbes, tandis qu'on remarque également une courbe instable, diminuant à certains moments et augmentant également a d'autre moment.

Le nombre de Rayleigh défini clairement la nature du transfert thermique entre les parois et le fluide soufflé, sa valeur décrit un transfert convectif devenu important en augmentant la vitesse d'écoulement tout en diminuant la longueur de la gaine de soufflage (voir Tableau 37).

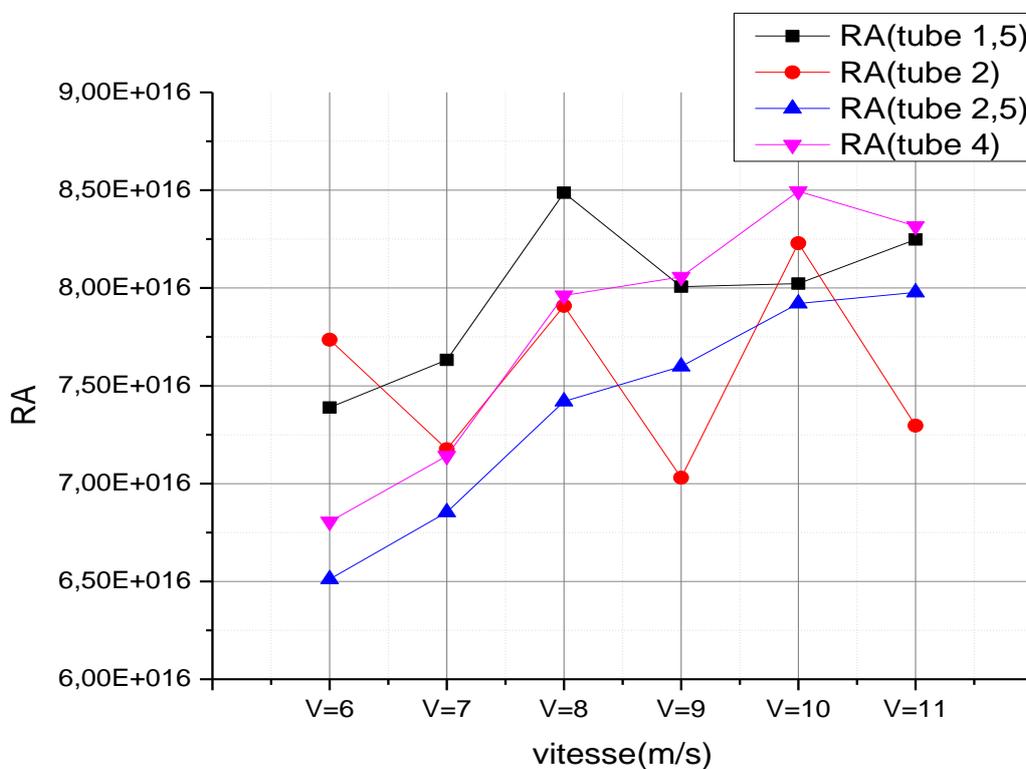


Figure 4. 65: Variation de RA pour différent cas des tubes avec variation de la vitesse.

D'après la figure 65, on remarque qu'à chaque fois qu'on diminue la longueur du tube, la diffusion de l'air frais est meilleure et plus homogène.

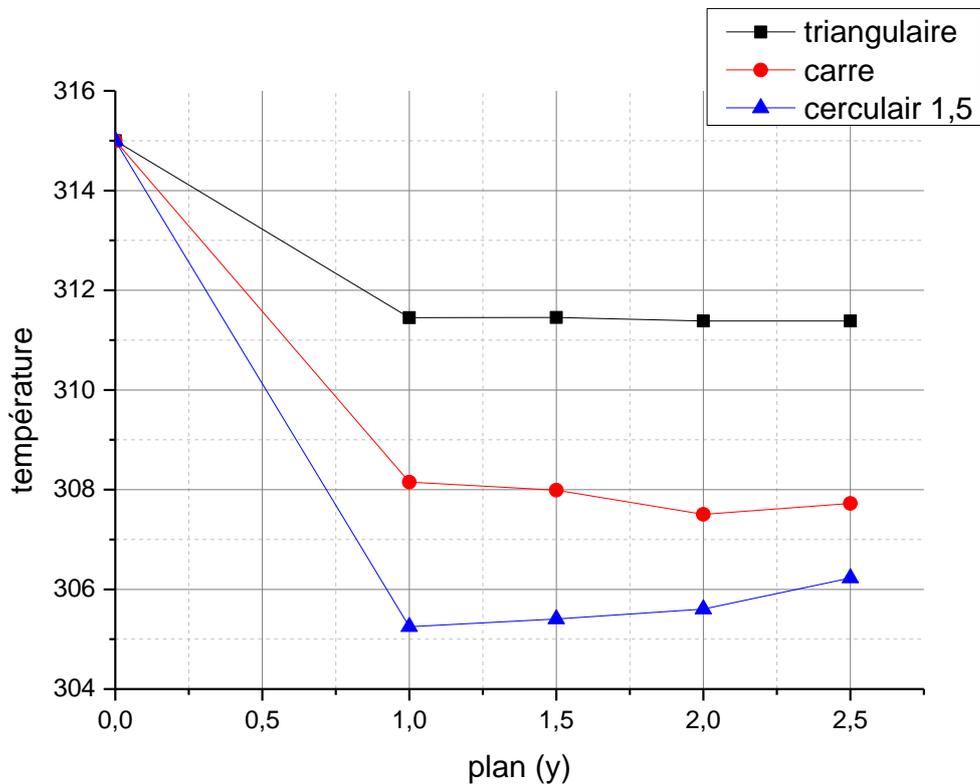


Figure 4. 66: La comparaison entre les 3 formes de configuration.

La figure 66 présente la variation de la température à l'intérieur du poulailler en fonction des différents niveaux (hauteur de 0 à 2,5) pour les trois sections proposées. On remarque clairement que la température de l'air de soufflage devient plus importante en s'éloignant de la bouche de soufflage et est des environs de 305°K au niveau le plus haut (au voisinage de la bouche de soufflage).

#### 4 Conclusion :

Les résultats dans ce chapitre nous poussent à conclure que le tube d'une longueur de 1,5m assure une diffusion meilleure ainsi garantie un rafraichissement parfait par rapport aux autres scénarios. En effet, plus de vitesse est grande, la différence de température est grande, et plus la température est grande le nombre de Ra est important.

En s'appuyant sur les résultats de nos différents essais nous concluons que le tube de section circulaire et de longueur de 1,5m est celui qui a assuré le mieux les besoins du bâtiment en diffusion d'un air frais selon les résultats déjà présentés.

### **Conclusion générale :**

Dans ce travail. Nous avons présenté une étude d'un système de refroidissement évaporatif dans un poulailler pour réduire le taux de mortalité des poulets pendant les périodes de chaleur intense. Le système de refroidissement évaporatif utilise des énergies vertes pour alimenter le système et souffle de l'air frais humide dans le poulailler au lieu de l'aspirer. L'étude se concentre sur la simulation des écoulements d'air à l'intérieur du poulailler en utilisant l'outil ANSYS, avec différents scénarios et configurations proposés.

Le mémoire est divisé en quatre chapitres. En premier lieu nous avons donné un aperçu des différents types de systèmes de refroidissement utilisés dans l'industrie mécanique et explique l'importance du refroidissement pour maintenir les systèmes à des températures acceptables. En second lieu nous soulignons l'importance d'un suivi régulier de l'élevage des animaux pour obtenir de bonnes performances et proposons l'utilisation de solutions technologiques intelligentes pour améliorer l'élevage avicole en Algérie. Nous nous basons sur la conception d'un prototype de refroidissement par évaporation pour un poulailler expérimental. En troisième lieu, l'outil ANSYS Workbench et son utilisation pour étudier le transfert de chaleur dans le poulailler ont été présentés. En dernier lieu nous avons présenté les résultats de la simulation pour le refroidissement évaporatif du poulailler. Différentes géométries de gaines de soufflage sont proposées, et les simulations montrent que la section circulaire offre la meilleure distribution de l'air frais, avec une diminution de la température lorsque la vitesse d'écoulement de l'air augmente.

En conclusion, nous suggérons que le tube de section circulaire d'une longueur de 1,5 mètre offre la meilleure diffusion de l'air frais et répond le mieux aux besoins de refroidissement du poulailler. Des vitesses d'écoulement plus élevées entraînent une plus grande différence de température et un nombre de Ra (nombre de Rayleigh) plus élevé.

---

---

### Reference bibliographies :

- [1]: Jubran, B. A., Correlation and Prediction of Film Cooling from Two Rows of Holes, Journal Of Turbomachinery, vol. 111, no. 4, pp. 502-509, 1988.
- [2] . Azzi, A., and Lakehal, D., Perspectives in Modeling Film Cooling of Turbine Blades by Transcending Conventional Two-Equation Turbulence Models, Journal of Turbomachinery, vol. 124, no. 3, pp. 472-484, 2002.
- [3] : <https://media.xpair.com>«Les différents procédés de refroidissement d'eau dans les installations industrielles et tertiaires », guide-cetiat.
- [4] : <http://www4.Ac-nancy-metz.fr> « Le circuit de refroidissement technologie\_1ère GMB »
- [5] : <http://www.scolaire-collectif.fr> « Fiche explicative détaillée#4Systèmes de refroidissement».
- [6] [http://fr.scribd.com/document/circuit-refroidissement\\_bac-sti.pdf](http://fr.scribd.com/document/circuit-refroidissement_bac-sti.pdf) /thermodynamique.
- [7] :[https://www.google.com/search?q=la+difference+entre+rafraichissement+et+refroidissement&source=lmns&bih=625&biw=1366&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwiovcL9xZD-AhXxrycCHVUmanQQ\\_AUoAHoECAEQAA](https://www.google.com/search?q=la+difference+entre+rafraichissement+et+refroidissement&source=lmns&bih=625&biw=1366&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwiovcL9xZD-AhXxrycCHVUmanQQ_AUoAHoECAEQAA)
- [8] : <https://www.apc-paris.com/actualite/rafraichissement-adiabatique-alternative-naturelle-a-climatisation>.
- [9] : <https://www.chauffage-et-clim.net/comparatif-differents-systemes-de-rafraichissement/>.
- [10] : **BOUCHERB Samia**, Enquête sur des bâtiments d'élevage de poulet de chair durant la période de démarrage dans la région de Biskra. MEMOIRE DE MASTER .2019
- [11] : Broiler Handbook guide d'élevage de poulet de chair 2018.