

## Lycée agricole d'Albi : résultats et analyses de l'étude sur le stress climatique chez les vaches laitières

Le stress climatique est un enjeu de plus en plus actuel. Sachant qu'une vache est généralement en stress thermique à partir de **23°C**, le contexte de réchauffement climatique soulève de nouveaux enjeux dans les filières laitières. Les canicules de 2003 et 2006 ont prouvé que l'impact de la chaleur sur les animaux n'était pas négligeable. Empiriquement, les éleveurs notent que les périodes chaudes sont synonymes de pertes économiques, la production de lait diminue fortement, les inséminations animales sont un échec et dans le pire des cas, les animaux peuvent mourir.

Ce compte rendu synthétise uniquement les données et simulations faites à partir les données collectées lorsque les ventilateurs ont été mis en place.

### Evaluation du stress climatique le jour de la visite avec ventilateurs:

Le THI est l'indice de plus couramment utilisé pour qualifier le niveau de stress des vaches laitières. Ci-dessous, l'image illustre les valeurs de THI dans le bâtiment.

Tableau 1 : Légende des seuils de THI

THI :	
Pas de stress :	<=68
Stress léger :	68-72
Stress modéré :	72-78
Stress sévère :	78-84
Extrême :	>84

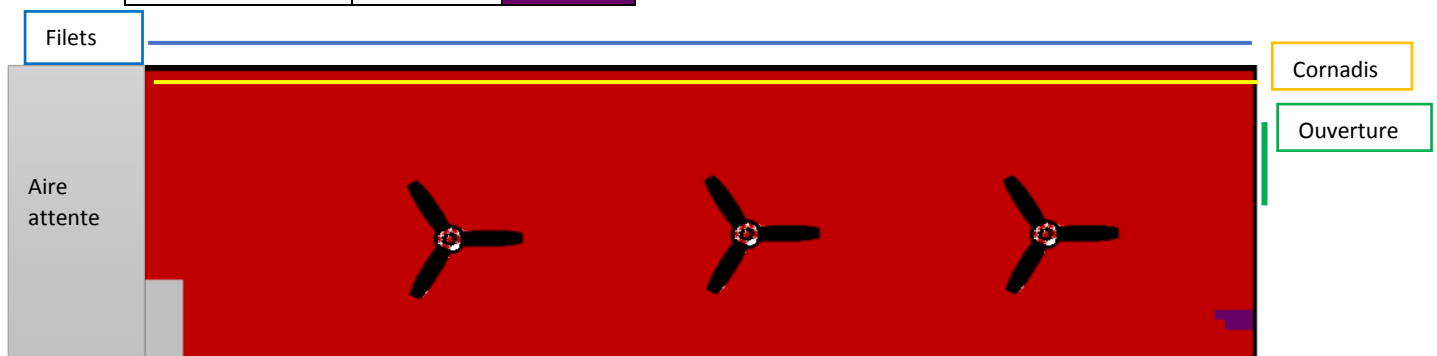



Figure 1 : Valeurs THI, AVEC ventilateurs, jour deuxième visite.

La moyenne du THI est de **80,47** avec un écart type de 0,75. Le niveau de stress est élevé comme lors de la première visite, mais avec des valeurs en moyenne inférieures à celles obtenues lors de la première visite. Cet indice ne tient pas compte de l'effet de la vitesse de l'air.

D'autre part, 2 autres indices climatiques sont utilisés en complément du THI:

-  Le HLI : Heat Loaded Index, qui prend en compte la température, l'humidité de l'air, la vitesse de l'air et le rayonnement solaire (au travers de la température globe noir). Le HLI est exprimé en équivalent degrés Fahrenheit, comme le THI.

🏠 Le CCI : Comprehensive Climate Index : qui prend en compte les mêmes paramètres, mais qui s'exprime en degrés centigrades. On peut l'interpréter comme **proche de la température ressentie par la vache**.

Les limites des classes, dans le cas du HLI comme du CCI, ont été établies en fonction des modifications physiques et comportementales des vaches. Mais on constate que la construction du CCI a été orientée pour une étendue de classes de 5 degrés centigrades, ce qui en facilite l'interprétation.

Ce sont les 2 indices sur lesquels nous appuierons nos raisonnements et conclusions.

Tableau 2 : Légendes des index HLI ET CCI :

HLI	
Conditions :	Seuils :
Pas de stress :	<70
Stress léger :	70-77
Stress modéré :	77-86
Stress sévère :	86-96
Stress extrême :	>96

CCI	
Conditions :	Seuils :
Pas de stress :	<25
Stress léger :	25-30
Stress modéré :	30-35
Stress sévère :	35-40
Stress extrême :	40-45
Danger :	>45

Paramètres moyens le jour de la visite après la mise en place des brasseurs

- 🏠 Température ambiante : **34,68 °C**
- 🏠 Humidité relative : **31,07 %**
- 🏠 Vitesse de l'air : **2.48 km/h** (=0.69 m/s)

➤ Le score de halètement :

Le score de halètement moyen est de **0,81** ce qui correspond à un niveau de stress moyen. Les mouvements de poitrines des animaux étaient facilement observables, les animaux ne bavaient pas et ne respiraient pas la bouche ouverte. Il y a donc **une amélioration de 0,6 point** grâce à la mise en place des ventilateurs, puisque le niveau de stress avant était de **1,42**.

➤ Valeurs HLI avec ventilateurs :

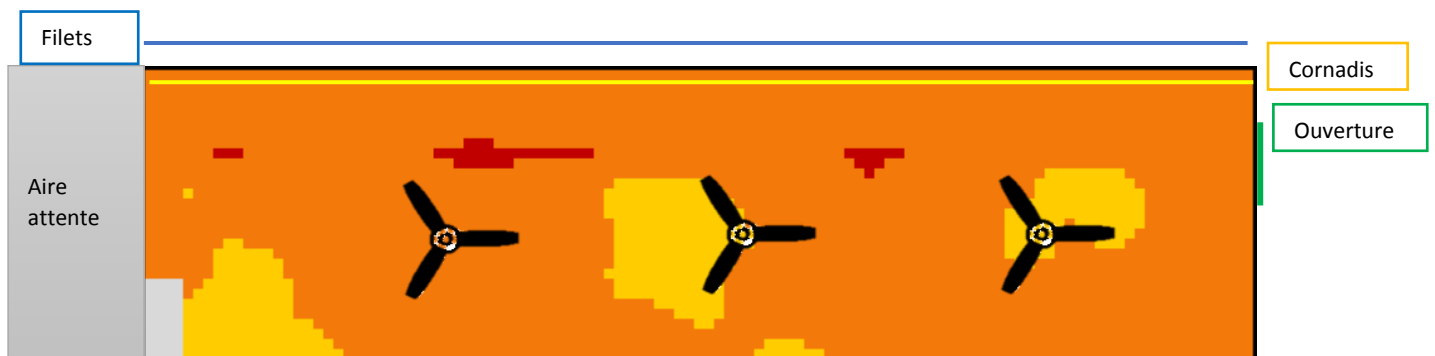


Figure 2 : valeurs HLI AVEC ventilateurs, jour deuxième visite.

Dans les conditions de stress assez élevées, le niveau de stress est moyen pour la quasi-totalité du bâtiment. Le HLI met bien en avant l'effet des ventilateurs, sous lesquels le niveau de stress est léger. On remarque que l'effet du ventilateur proche de l'aire d'attente est dévié par l'air amené grâce à

l'ouverture. Il y a donc une amélioration de l'ambiance générale, avec seulement quelques zones de stress élevé dans le couloir de raclage.

➤ Valeurs CCI avec ventilateurs :

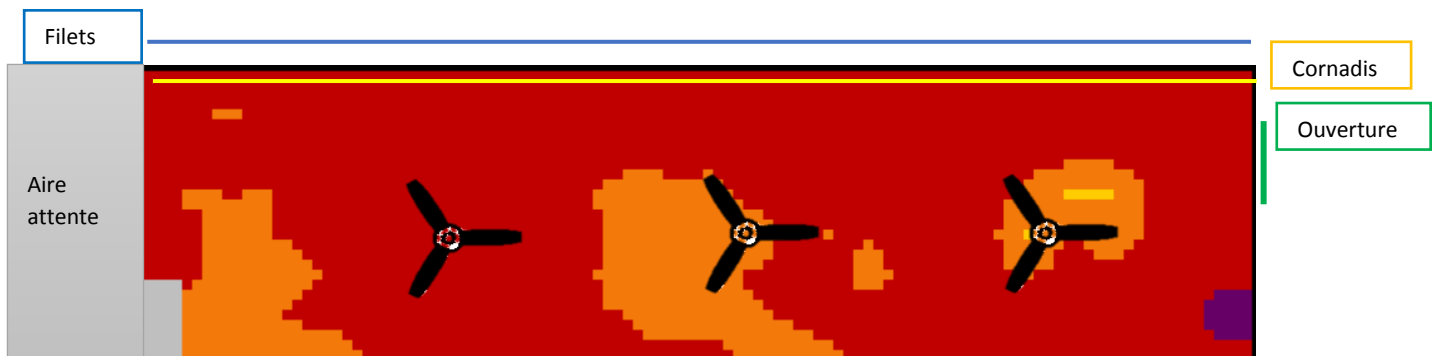


Figure 3 : Valeurs CCI AVEC ventilateurs, jour deuxième visite.

Le CCI est un index un peu plus sévère que le HLI. En effet, il montre un niveau de stress élevé excepté sous les ventilateurs. De plus, il met en avant une zone de stress sévère en bas à droite de l'image où les vitesses d'air sont très faibles.

➤ Les vitesses d'air :

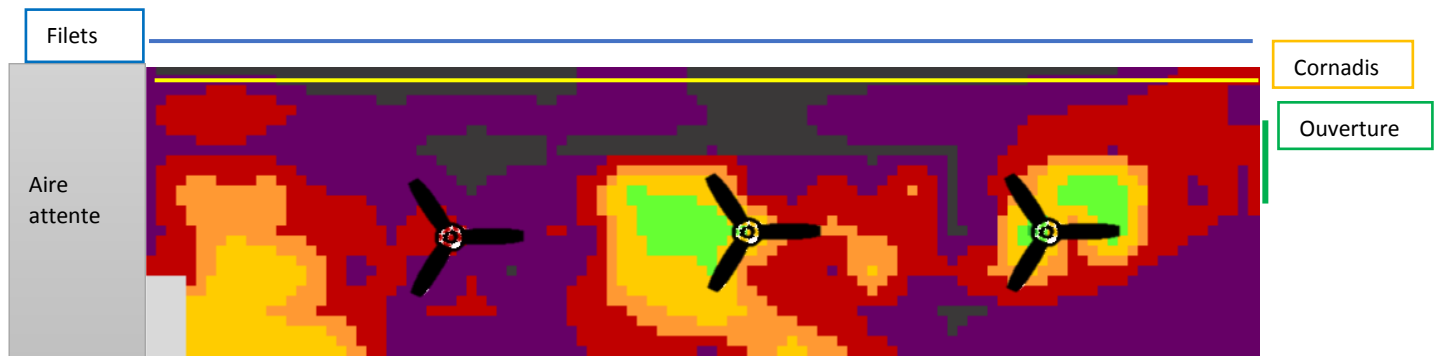


Figure 4 : Vitesses d'air (en m/s) le jour de la visite.

Si on s'attache aux vitesses d'air, on remarque que les vitesses d'air maximales sont supérieures à 2,5 m/s dans le rayon d'action des ventilateurs. On observe également que les zones les plus ventilées ne décrivent pas des formes elliptiques autour des brasseurs comme on pourrait l'imaginer. En effet, les flux d'air sont déviés par le vent extérieur qui rentre dans le bâtiment. L'effet bénéfique des ouvertures est clairement visible en bas à gauche de l'image ainsi qu'en haut à droite. Le brasseur proche de l'aire d'attente a moins d'impact sur l'aire paillée, l'air qu'il ventile est dévié par l'ouverture. Cette déviation permet une meilleure ventilation du couloir de raclage qui était une zone de stress plus élevé comme l'indique les images avant la mise en place des brasseurs.

Légendes	
< 0,25	■
0,25 - 0,5	■
0,5 - 1	■
1 - 1,5	■
1,5 - 2,5	■
2,5 - 3,5	■
3,5 - 4,5	■
> 4,5	■

### Stress climatique le jour de plus chaud de l'été :

Nous avons ensuite simulé les conditions du bâtiment le jour le plus chaud de l'été grâce aux enregistrements des capteurs. Pour les simulations, nous avons également réajusté les vitesses de vent avec des données météorologiques.

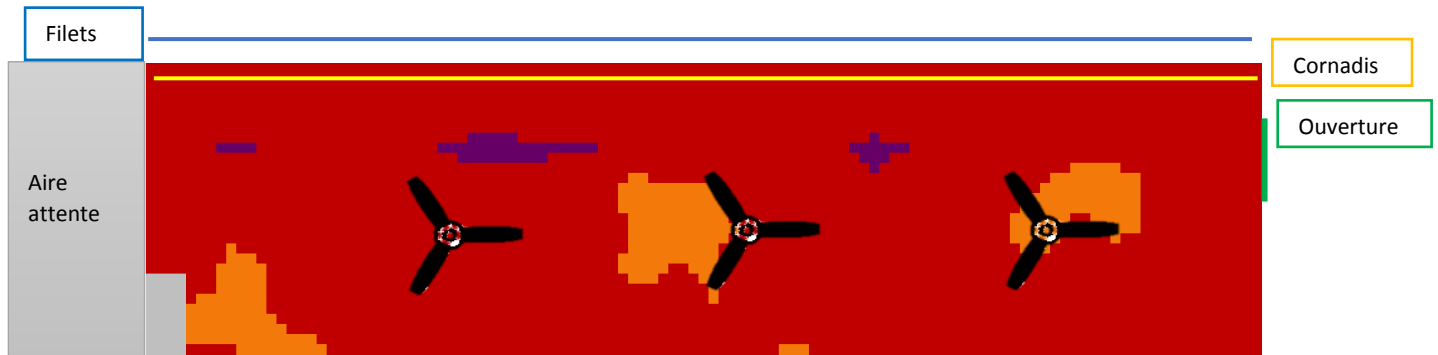


Figure 5 : Valeurs HLI simulation jour le plus chaud.

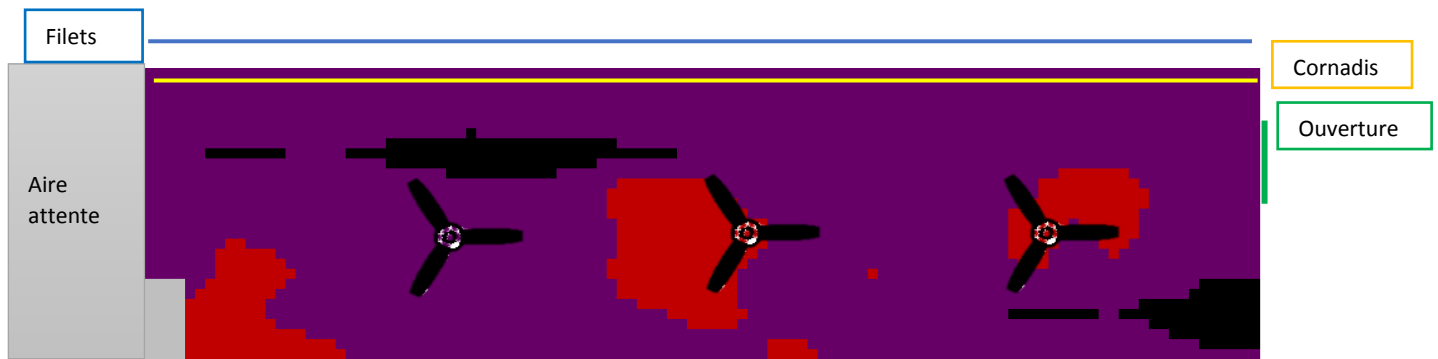


Figure 6 : Valeurs CCI simulation jour le plus chaud.

Dans ces conditions de stress, le niveau de stress est sévère. Le CCI indique un stress très sévère dans la quasi-totalité du bâtiment. Les zones les moins ventilées et les plus chaudes apparaissent en noir sur l'image. Le CCI est un indice plus sévère que le HLI et aggrave la situation. Pour cette simulation, HLI semble plus réaliste en indiquant un niveau de stress fort dans le bâtiment, et un stress moyen sous les ventilateurs.

### Stress climatique un jour à 27°C et 45% d'humidité

Nous avons simulé également les conditions du bâtiment à un jour où il fait 27°C et 45% d'humidité à l'extérieur :

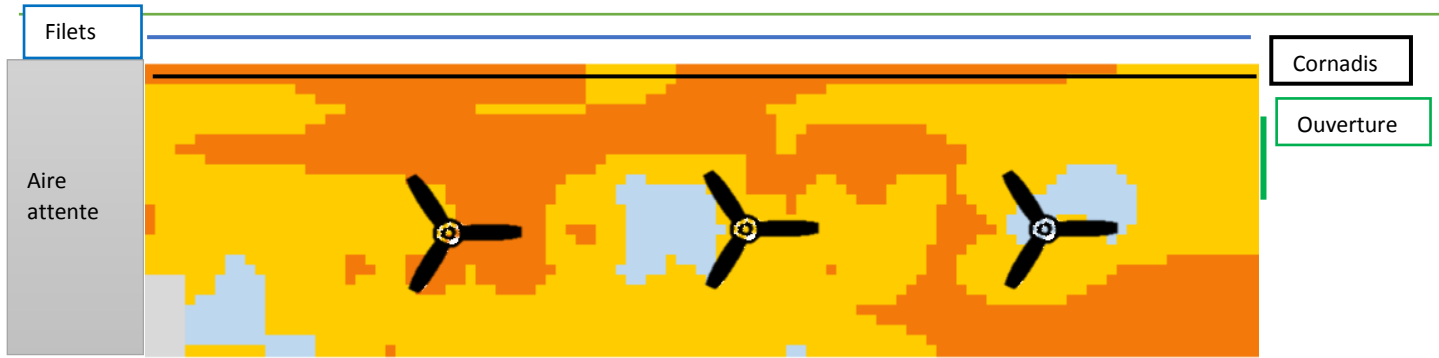


Figure 8 : Valeurs HLI simulation 27°C et 45% RH.

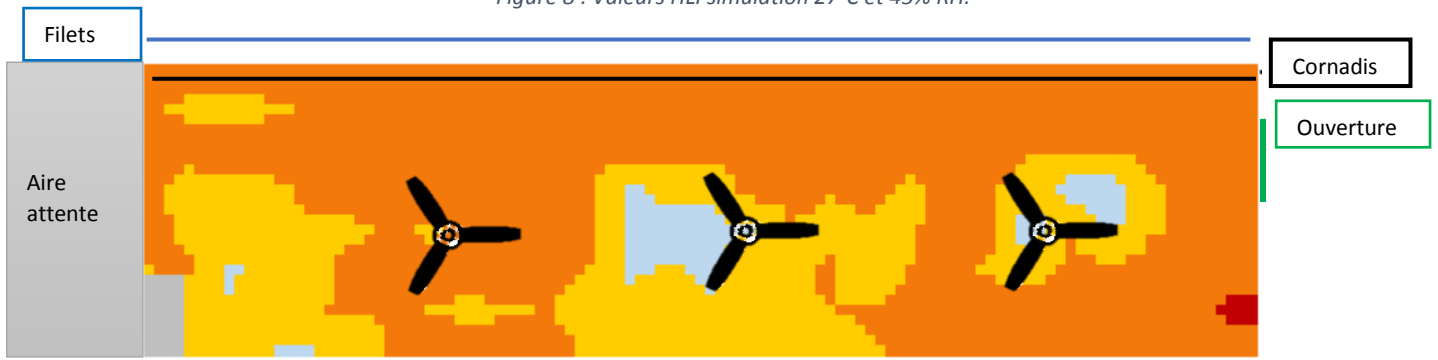


Figure 7 : Valeurs CCI simulation 27°C et 45% RH.

Dans ces conditions de stress, les images mettent en avant une zone de confort sous les ventilateurs (bleu). Le HLI indique un rayon d'action des ventilateurs plus large que le CCI avec une zone de stress moyen plus étendue. Le cornadis et le fond de l'aire paillée (coin inférieur droit) sont les zones où le stress est le plus élevé par rapport au reste du bâtiment. Le CCI est un indice plus sévère que le HLI et indique un niveau de stress modéré dans le bâtiment et élevé dans le coin inférieur droit.

En condition de stress moyen, le niveau de stress du bâtiment est léger voire moyen par endroit.

### Stress climatique un jour à 33°C et 55% d'humidité

Nous avons fait la même simulation pour une journée à **33°C** et **55%** d'humidité :

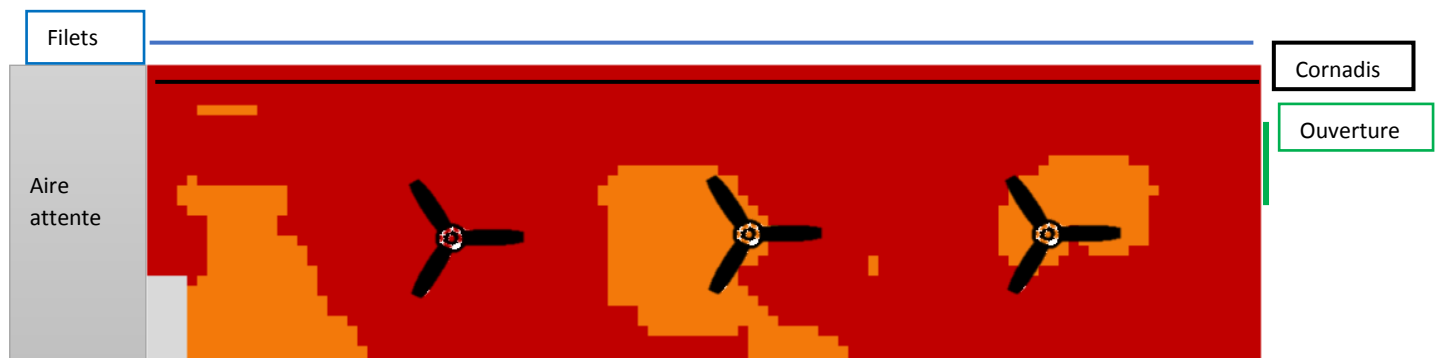


Figure 9: Valeurs HLI simulation 33°C et 55% RH.

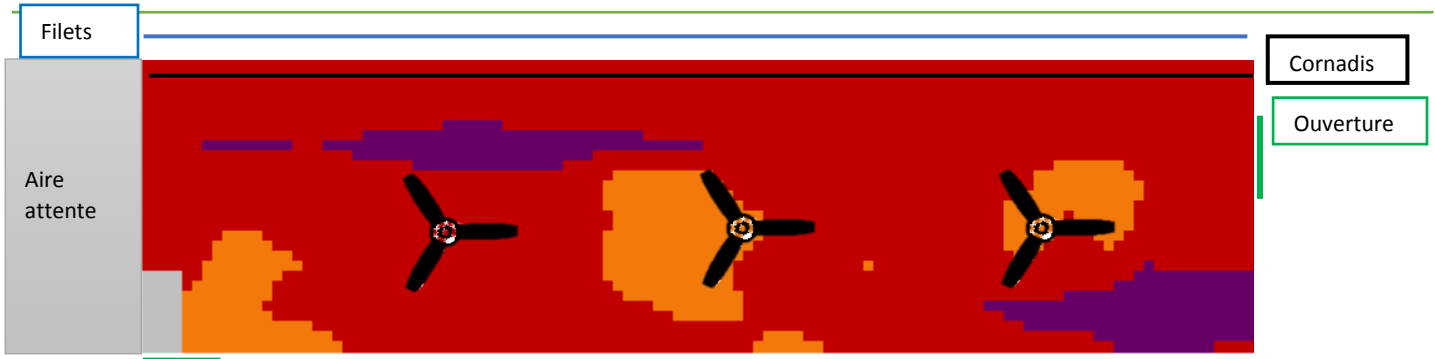







Figure 10 : Valeurs CCI simulation 33°C et 55% RH.

Le CCI permet de mettre en avant les 2 zones les moins confortables pour les animaux (violet) : le coin de l'aire paillée et au niveau aire exercice/aire paillée. La zone de stress très élevé proche de l'aire d'exercice s'explique par l'humidité de l'abreuvoir et par le fait que lors de la prise de mesures les vaches étaient couchées à cet endroit (=augmentation de la température ambiante). Le rayon d'action des ventilateurs est quasi similaire sur les deux images. La zone de stress moyen sous les ventilateurs (orange) est d'environ 10m de diamètre. Sauf sous le ventilateur proche de salle de traire, pour lequel l'air est dévié par la porte.

### Les zones favorables et défavorables :

Nous avons tout d'abord créé une image qui représente les zones **favorables** et **défavorables** par rapport à la moyenne du bâtiment. Ce n'est pas parce qu'une couleur est verte qu'il n'y a pas de stress sur cette zone et au contraire ce n'est pas parce qu'une couleur est rouge qu'il y a un stress sévère. Cette permet seulement de montrer les zones pour lesquelles les vaches peuvent avoir une préférence.

Tableau 3 : Légendes des valeurs relatives.

Conditions	Couleurs
Très favorable	
Plus favorable	
Dans la moyenne	
Plus défavorable	
Très défavorable	

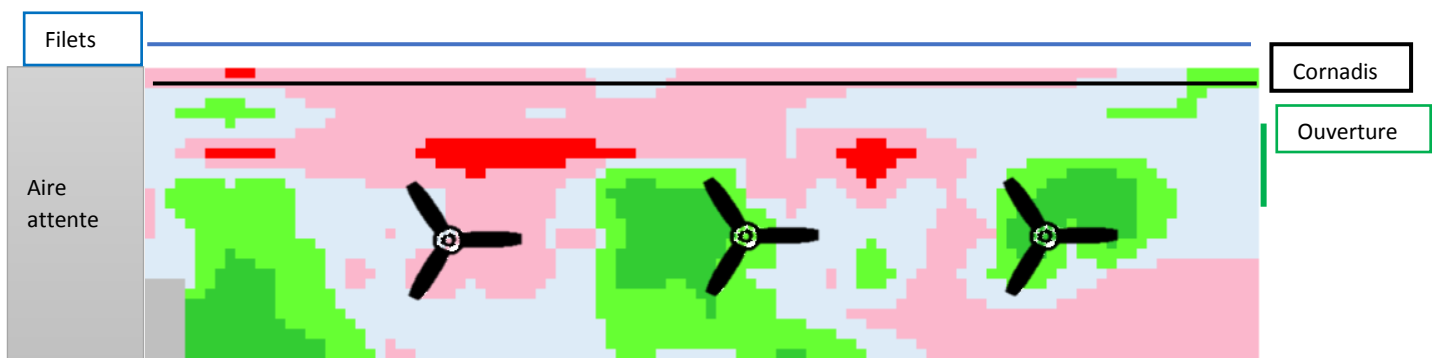


Figure 11 : Valeurs relatives HLI AVEC ventilateurs, jour deuxième visite.

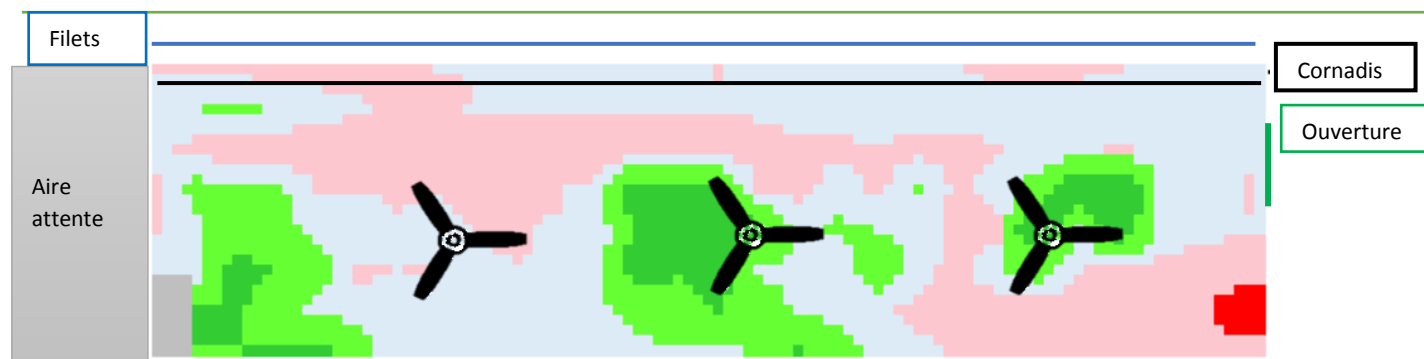


Figure 12 : Valeurs relatives CCI AVEC ventilateurs, jour deuxième visite.

Les images relatives des deux index sont assez similaires. Elles montrent que sous les ventilateurs les zones sont très favorables pour les animaux. Cependant, sous le ventilateur à gauche de l'image proche de l'aire d'attente, les zones sont neutres voire plutôt défavorables. On remarque que l'aire de raclage est plutôt défavorable pour les animaux. Mais avant la mise en place des brasseurs, l'aire de raclage était très défavorable, il y a donc bien une évolution positive. D'autre part, on remarque que les zones favorables pour les animaux coïncident avec les zones présentant les vitesses d'air les plus élevées.

Les images relatives des simulations 27°C-45%RH et 33°C-55% RH sont semblables à celles obtenues le jour de la visite, avec des zones défavorables plus ou moins étendues.

### Conclusion

En condition de stress élevé, sans ventilateurs le niveau de stress dans le bâtiment est lui aussi élevé. En effet, la conception de la salle de traite en avant du bâtiment coupe la circulation de l'air. Néanmoins, l'exposition du site permet de profiter de l'effet bénéfique du vent ambiant.

Dans des conditions quasi similaires avec les brasseurs, le niveau de stress dans le bâtiment est moyen. Le rayon d'action, où les vitesses d'air sont supérieures à 0,5 m/s, est d'environ 6-7 m. Le diamètre d'action est d'environ 12 à 14m ce qui est moindre que le diamètre annoncé par les fournisseurs. On note l'amélioration de l'ambiance générale du bâtiment, bien que certaines zones ne soient pas impactées par les ventilateurs.

### Proposition d'amélioration

Afin de mieux ventiler le couloir de raclage et l'aire d'attente, il serait intéressant de créer un courant d'air en ouvrant si possible, une porte et/ou fenêtre proche de la salle de traite.

D'autre part, les ventilateurs ont été mis en place dans le but de couvrir l'aire paillée et pas l'aire d'exercice. Ils ont été placés en position légèrement désaxée par rapport au faitage du bâtiment (environ 0,6 m). Compte tenu des constatations effectuées, il aurait été préférable de les désaxer de la même valeur mais vers l'aire d'exercice.

Une autre possibilité serait de mettre des ventilateurs à flux horizontaux sur l'aire d'exercice.

De plus, des ventilateurs plus grands permettraient d'avoir un rayon d'action plus important. Modifier l'angle des pales pourrait aussi élargir le rayon d'action des brasseurs. Il sera intéressant de prendre des ventilateurs plus grands pour le nouveau bâtiment.