

Mieux appréhender le stress thermique en transport grâce à la modélisation

06/11/2025
Yann Guyot



aWISH
ANIMAL WELFARE INDICATORS AT
THE SLAUGHTERHOUSE



Funded by
the European Union

Stress thermique en transport



Pertes économiques : hausse des DOA, perte de poids et baisse de qualité de la viande.

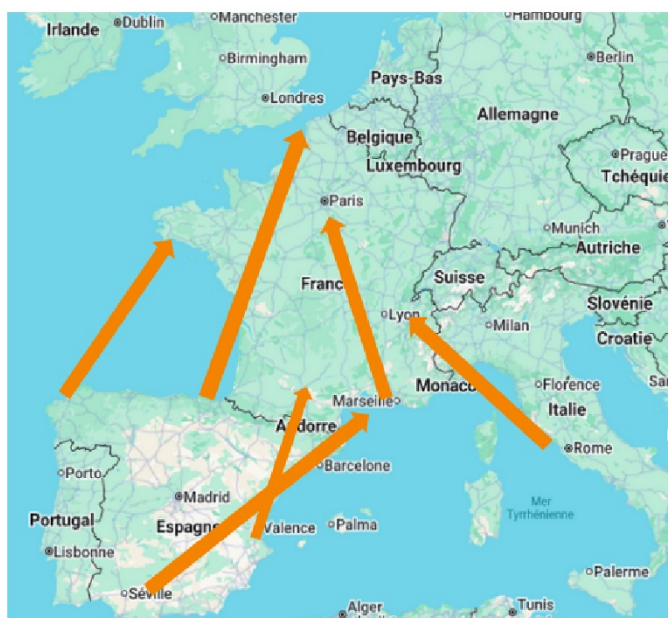
Bien-être animal : santé et confort des oiseaux compromis.

☀ **Changement climatique :** la chaleur accrue renforce les risques de stress thermique.

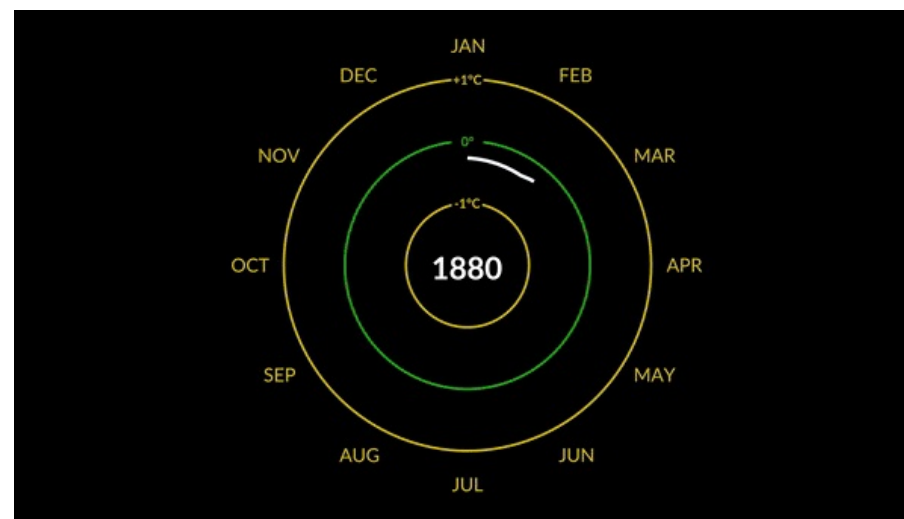


Un monde à +3°C en 2100

- Pour la première fois en 2024, le seuil symbolique de +1,52 °C a été franchi
- Il reste environ 130 milliards de tonnes de CO₂ avant d'atteindre durablement une hausse de +1,5 °C (dans environ 3 ans).
- Le seuil de +2 °C devrait être atteint d'ici 25 ans.



Climat correspondant en 2100



Credit: NASA's Scientific Visualization Studio

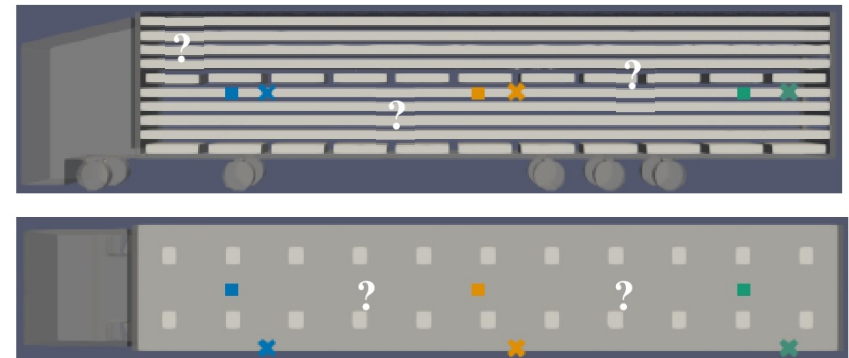


Stress thermique en transport

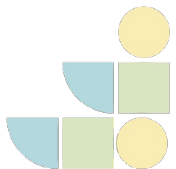
Monitoring par capteurs : permet de connaître la température et l'humidité à certains points ✓

Limites :

- vitesse de l'air inconnue ✗
- répartitions spatiales de T°C et HR% inconnues ✗
- impossible de faire des projections futures ✗



Modélisation CFD
(Computational Fluid Dynamics)



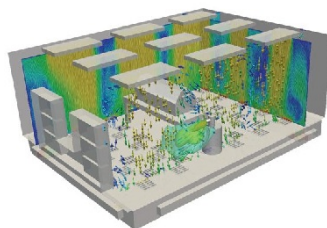
Modélisation

Qu'est-ce que la CFD ?

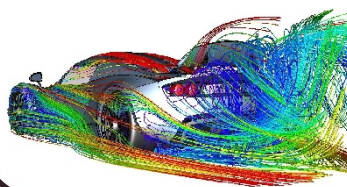
Biomédical



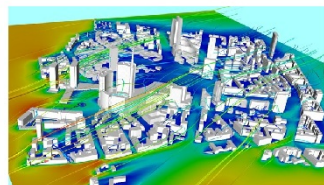
Ventilation



Aérodynamisme

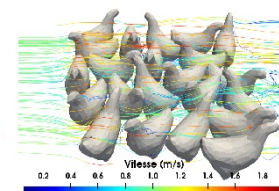


Urbanisme



Spécifications

Couche animale traitée
comme un milieu poreux
Caractéristiques reflétant la
densité et le poids

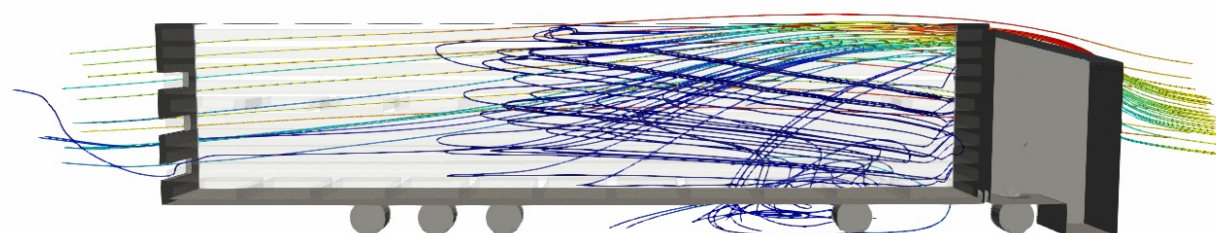
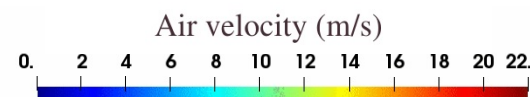
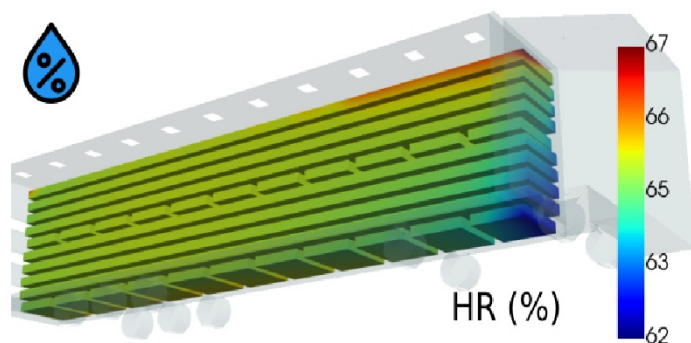
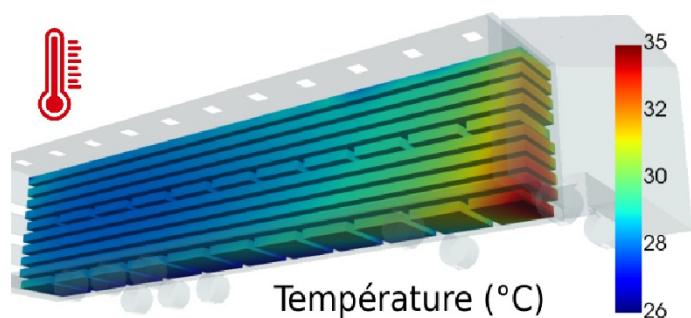


Chaleur émise par les
animaux :



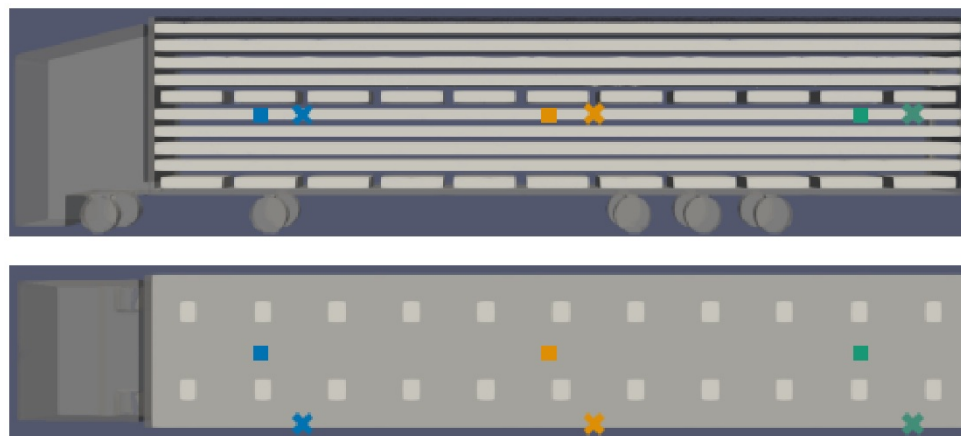
Démonstration

T°C extérieure	22.4 °C
HR extérieure	88 %
Vitesse Moyenne	60 km/h
nombre anx	7788
PV	2.25 kg

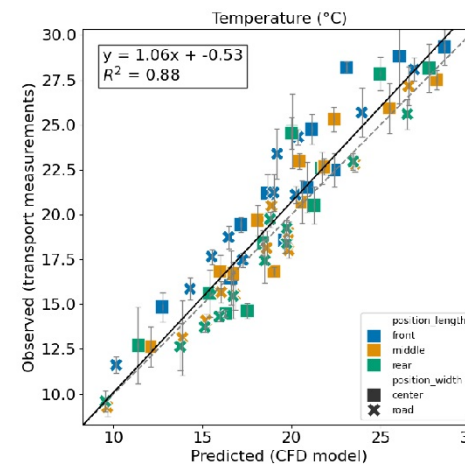
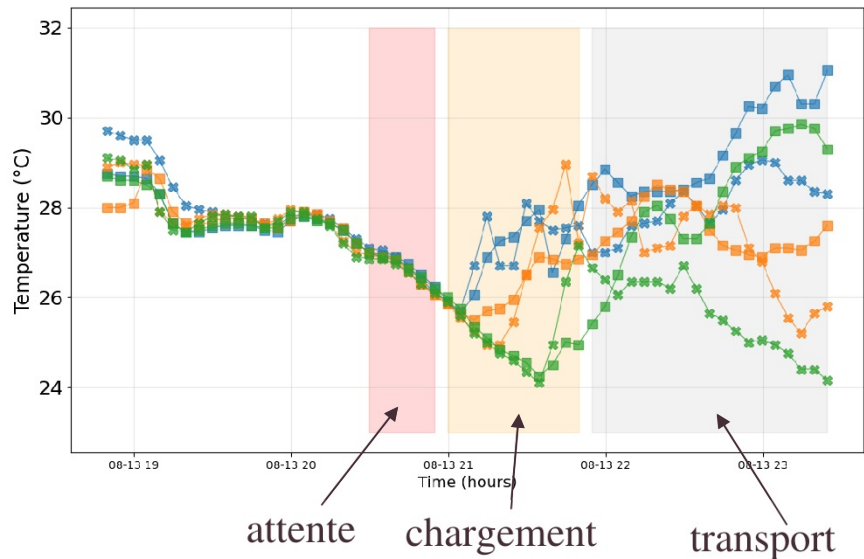
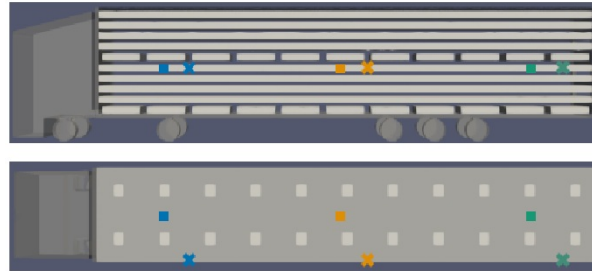


Suivis

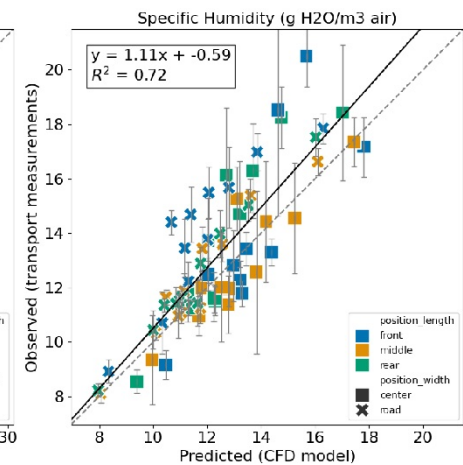
- 12 transports ont été suivis du départ jusqu'à l'abattoir
- 6 emplacements différents au sein des caisses
- Température et humidité enregistrées toutes les 5 minutes



Validation

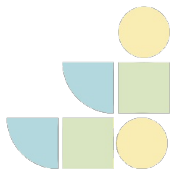


RMSE = 1.95 °C



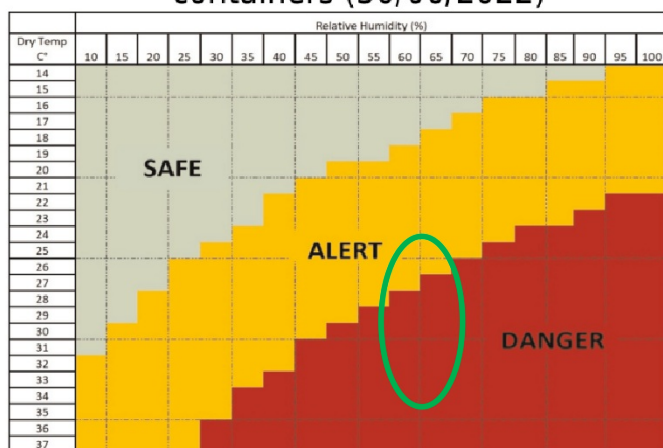
RMSE = 1.63 g/m³

Comment transformer ces données physiques en stress thermique?

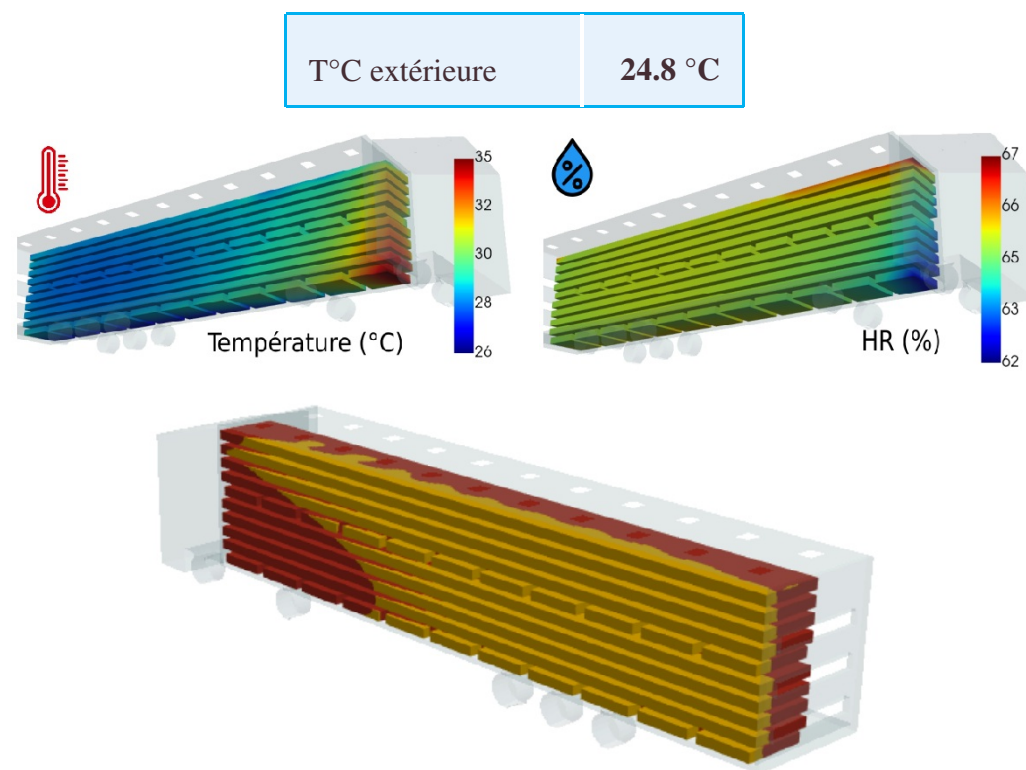


Stress thermique en transport

Extrait journal EFSA : Welfare of domestic birds and rabbits transported in containers (30/06/2022)



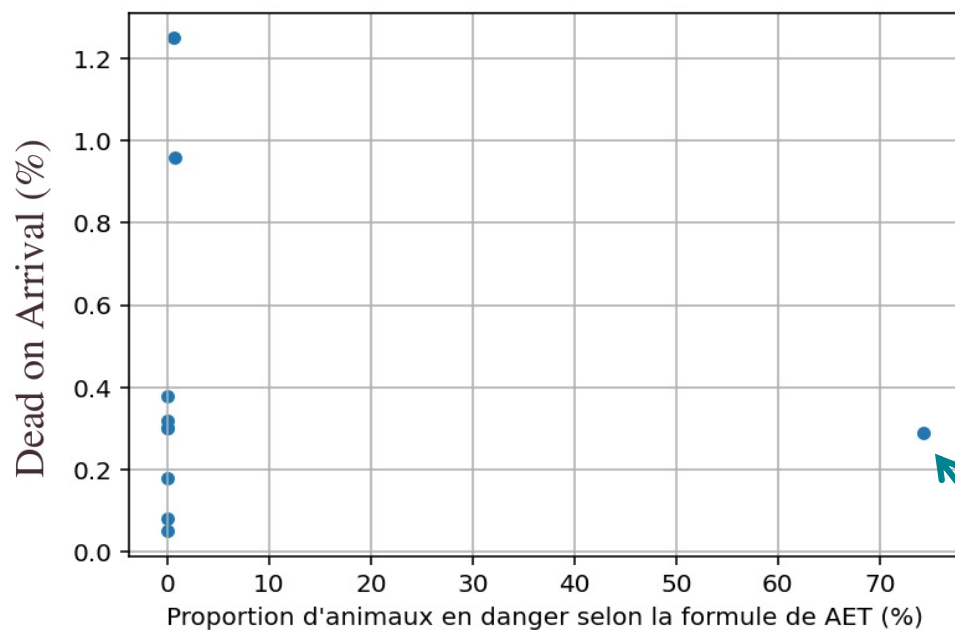
Apparent Equivalent Temperature (AET)



77 % des animaux en danger (selon AET)



Stress thermique en transport



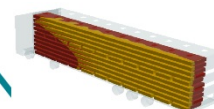
2 facteurs non pris en compte peuvent expliquer cet écart :



La vitesse d'air



Le temps d'exposition



Suivi le plus chaud

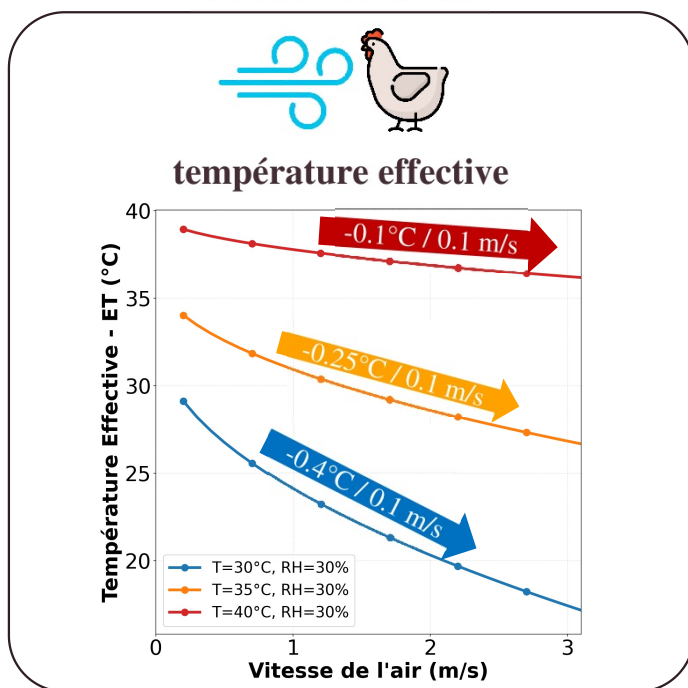


Vitesse d'air & temps d'exposition

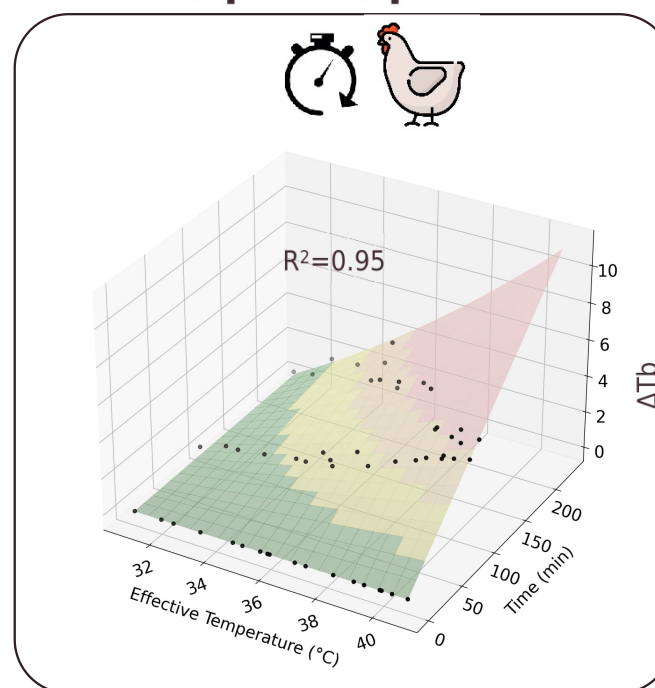


Stress thermique = accroissement de la température corporelle (ΔT_b)

Vitesse d'air



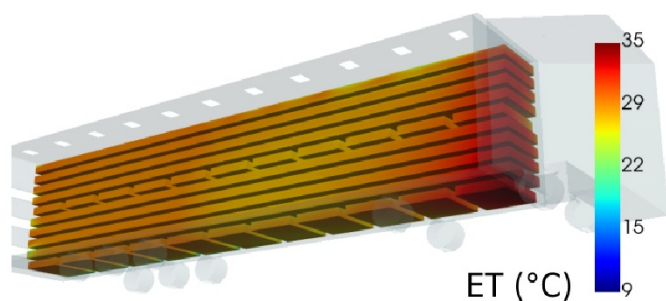
Temps d'exposition



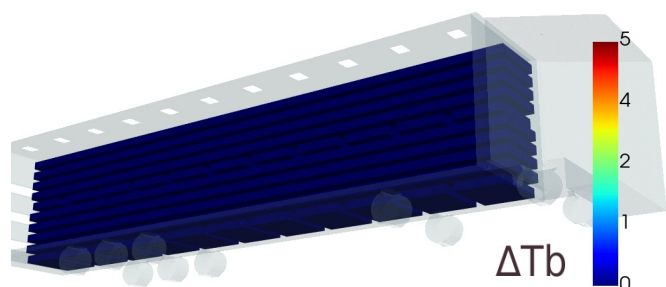
$\Delta T_b < 1^{\circ}\text{C}$ Normal
 $1^{\circ}\text{C} < \Delta T_b < 2.5^{\circ}\text{C}$ Alerte
 $2.5^{\circ}\text{C} < \Delta T_b < 4^{\circ}\text{C}$ Danger
 $4^{\circ}\text{C} < \Delta T_b$ Urgence



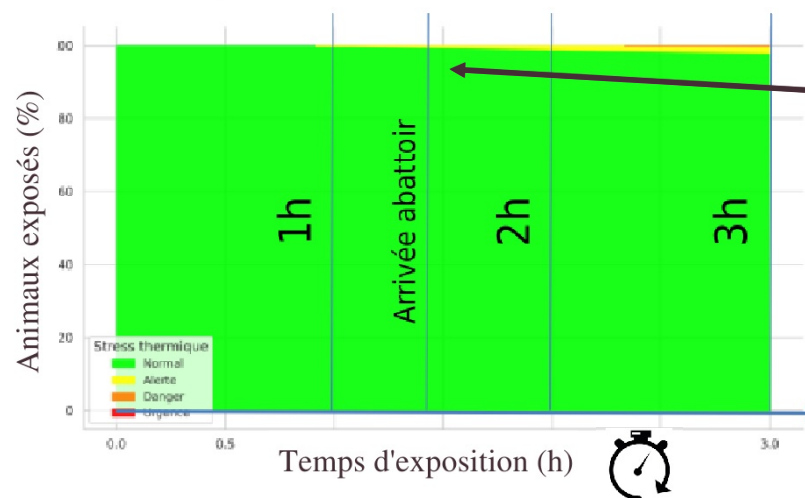
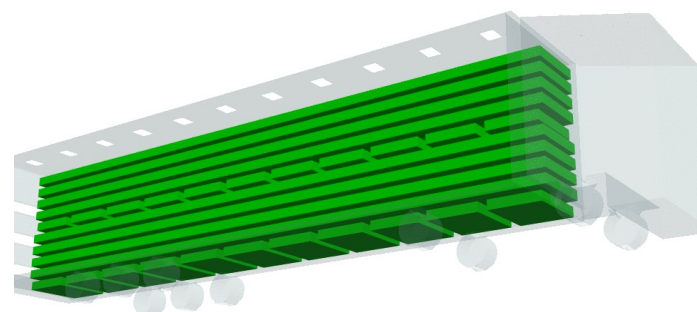
Suivi le plus chaud



Temps = 00 min



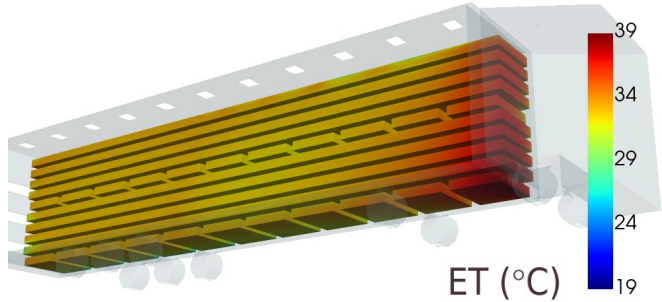
Temps = 00 min



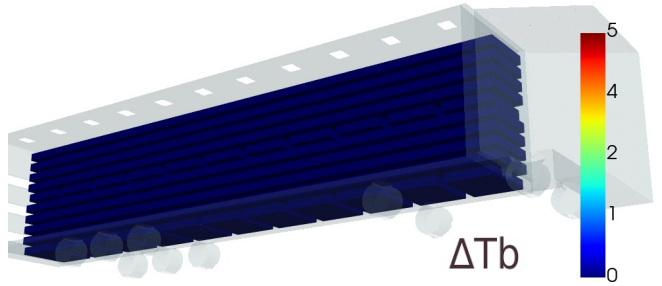
Majorité des animaux sans stress



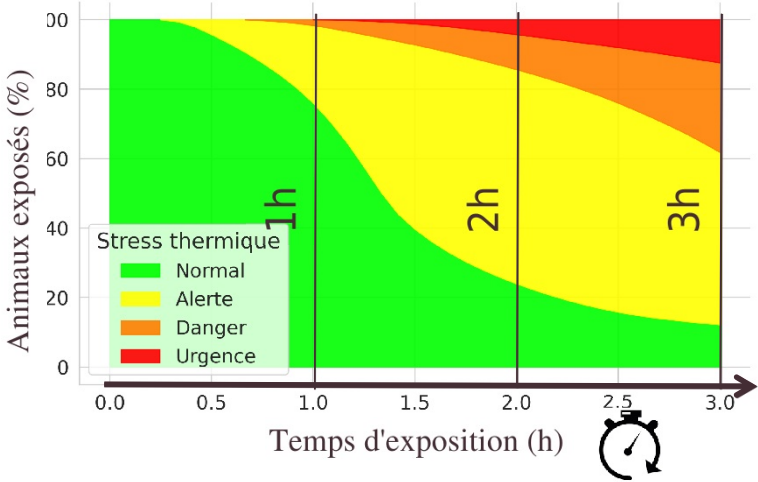
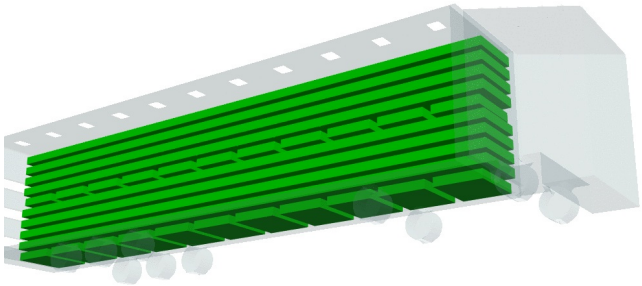
Simulations



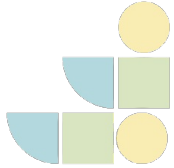
Temps = 00 min



Temps = 00 min

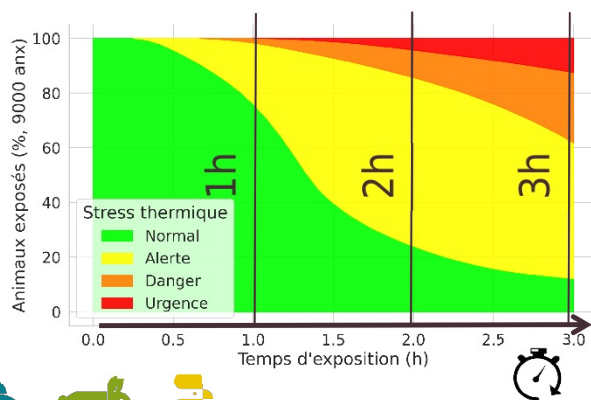
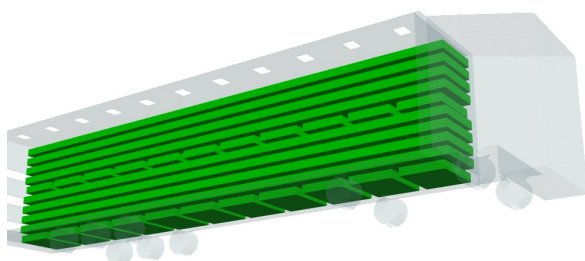


T°C extérieure	30 °C
HR extérieure	40 %
Vitesse Moyenne	60 km/h
nombre anx	9000
PV	1.95 kg



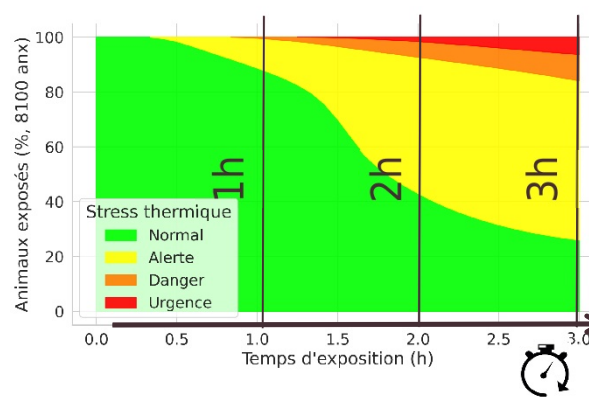
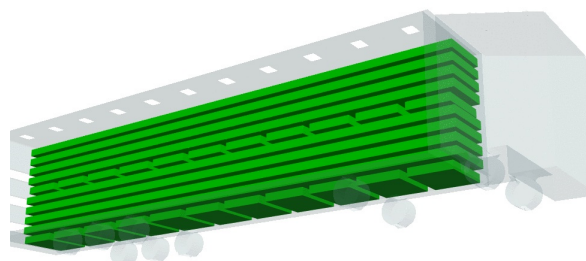
Stratégies d'adaptation

Temps = 00 min



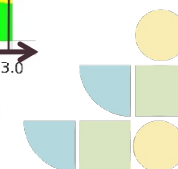
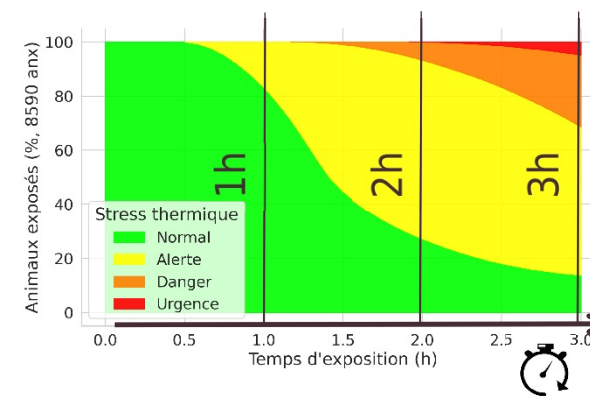
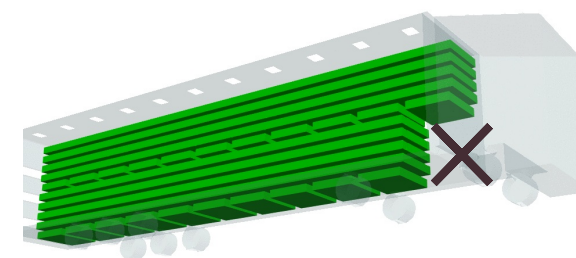
Densité -10%

Temps = 00 min



1 caisse en moins (-4.5%)

Temps = 00 min



Conclusions et perspectives

Un outil pour évaluer le stress thermique en tenant compte

- ✱ du climat
- du chargement
- du trafic

Fournir des recommandations et des stratégies adaptation

- **Intégrer les variations de vitesse** pour prendre en compte les fluctuations du trafic
- Utiliser le modèle pour **simuler le temps d'attente à l'abattoir**
- **Multiplier les suivis expérimentaux** afin de renforcer le modèle, notamment pour **affiner les stratégies d'adaptation**
- **Développer un modèle simplifié à partir des simulations** afin de le rendre plus accessible (en cours)

