

**SALON
AGRICOLE
INTERNATIONAL**



tech&bio

Une initiative des Chambres d'agriculture

Adapter les bâtiments de petits ruminants aux conditions estivales

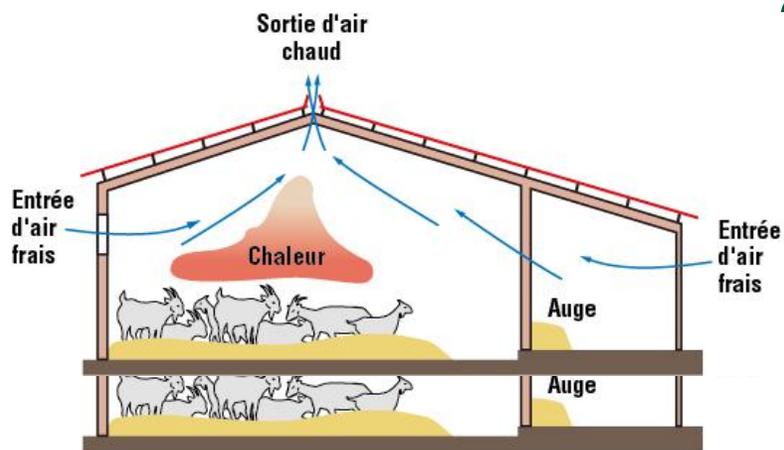


LAMBERT Morgane (IDELE)
SALES Patrick (CA12)

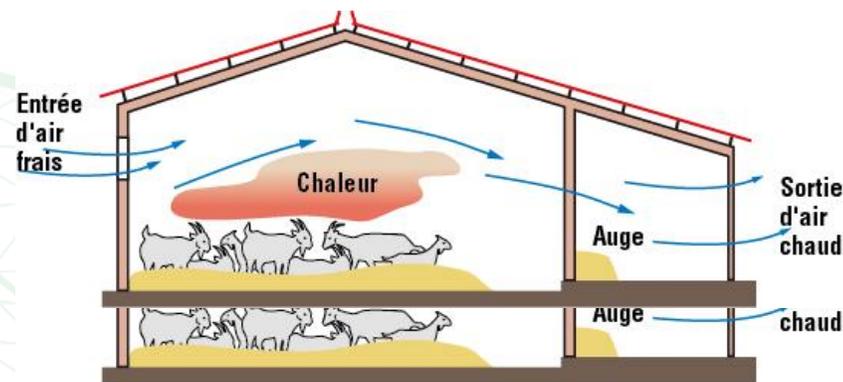


10^e
ÉDITION
T&B

Pourquoi adapter les bâtiments aux conditions estivales ?



L'effet cheminée : son effet est restreint en été



L'effet vent : son effet est à privilégier en été

Une chèvre rejette 1,7L d'eau par jour

Une brebis laitière rejette 2L d'eau par jour

Une brebis et son agneau rejettent 2,2L d'eau par jour

Quand ces effets ne fonctionnent pas (bâtiment trop grand, trop large, enclavé, mal conçu ...)

Mauvais renouvellement d'air

Augmentation humidité, CO₂, NH₃

Augmentation du risque microbiologique



A votre avis, quelle quantité d'eau rejette une chèvre par jour :

Rose : 0,2L d'eau ce qui fait 100L pour 500ch

Vert : 0,8L d'eau ce qui fait 400L pour 500ch

Jaune : 1,7L d'eau ce qui fait 850L pour 500ch

Les 4 paramètres d'ambiance

Température



Humidité



Vitesse de l'air



Rayonnement



Au niveau des
animaux !

Comment évaluer le stress thermique ?

Répartition des animaux

Position des animaux

Halètement

THI
(Temperature Humidity Index)

HLI
(Heat Load Index)

Comment évaluer le stress thermique ?

Rép
à



Crédit photo: Patrick Sales

des
UX

(T



Crédit photo: Marine Gicquelet

nt

Comment évaluer le stress thermique ?



Comment évaluer le stress thermique ?

Répart
anir



u
dex)

Index)

Comment évaluer le stress thermique ?

Répartition des animaux

Position des animaux

Halètement

THI
(Temperature Humidity Index)

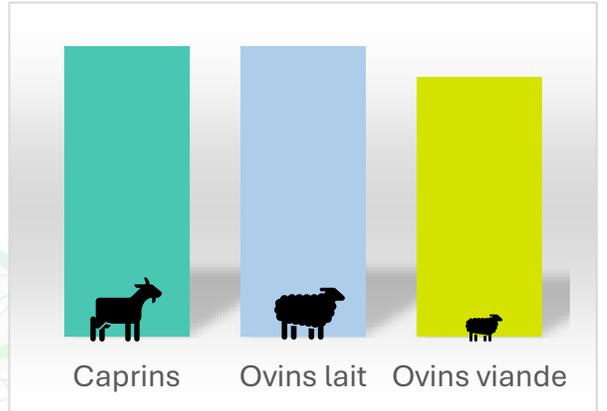
HLI
(Heat Load Index)

Le projet BATCOOL (Bâtiments Adaptés aux Températures élevées pour les Caprins, Ovins viande et Ovins Lait)

Cheffe de projet : Sophie Bacchin-Vinet (CRA Occitanie)
 Pilotes techniques : Patrick Sales (CA Aveyron)
 Morgane Lambert (IDELE)



Novembre 2021 - avril 2025



53 bâtiments dans 48 exploitations

+

6 fermes expérimentales

= 59 expertises en

2022

→ 57 en 2023



Les partenaires :

Les financeurs :



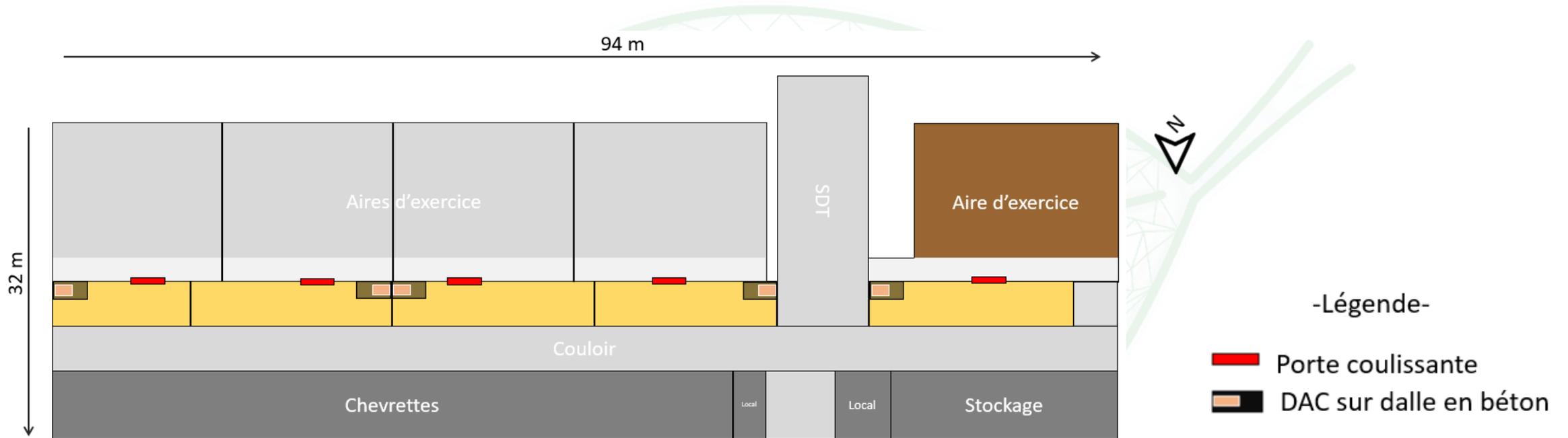
OccitaNum

Rappel des recommandations

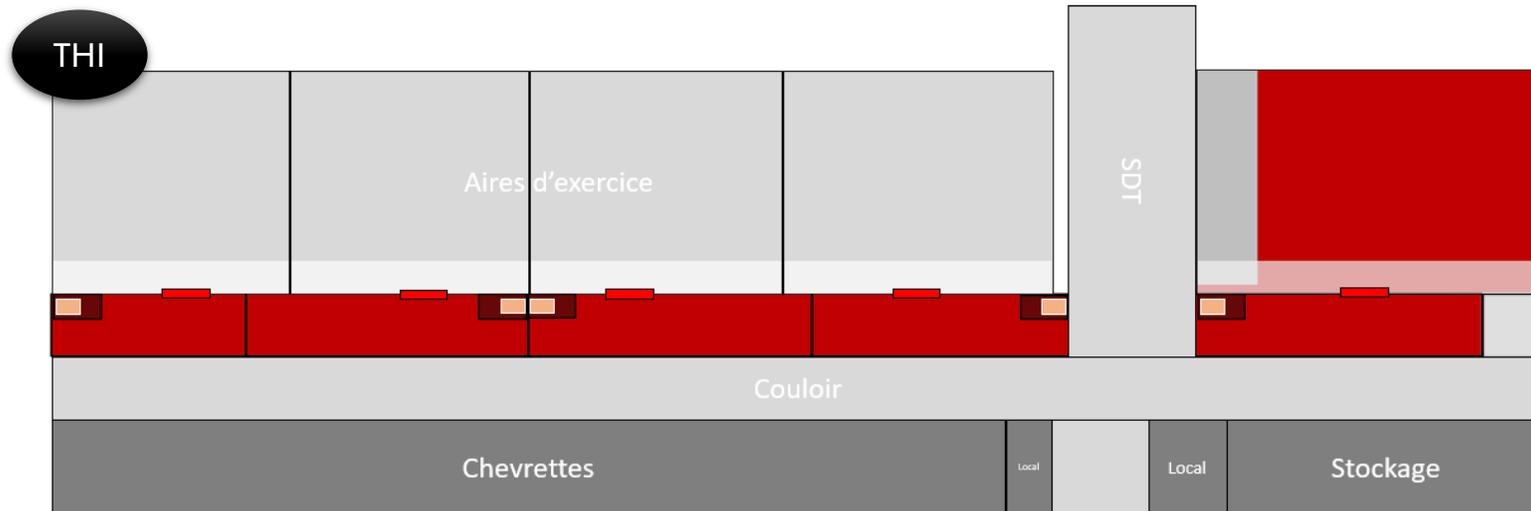


	Recommandations		
	Ovin lait	Ovin viande	Caprin
Nombre de place à l'abreuvement par animal	20	Agneaux : 50 Agneaux & brebis : 40	20-25
Densité (m ² /animal)	1,5	Agneaux : 0,5 Agneaux & brebis : 1,5 à 2	1,65 à 2
Longueur d'auge	0,33 à 0,40	Agneaux : 0,25 Agneaux & brebis : 0,33 à 0,40	0,33 à 0,40

Les cartographies : le bâtiment du Pradel



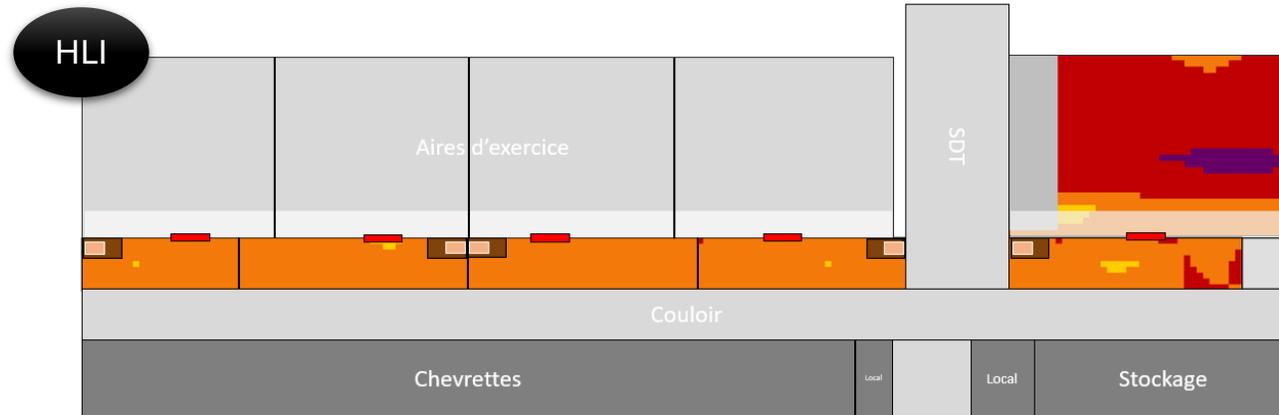
Les cartographies : les indices de stress thermique



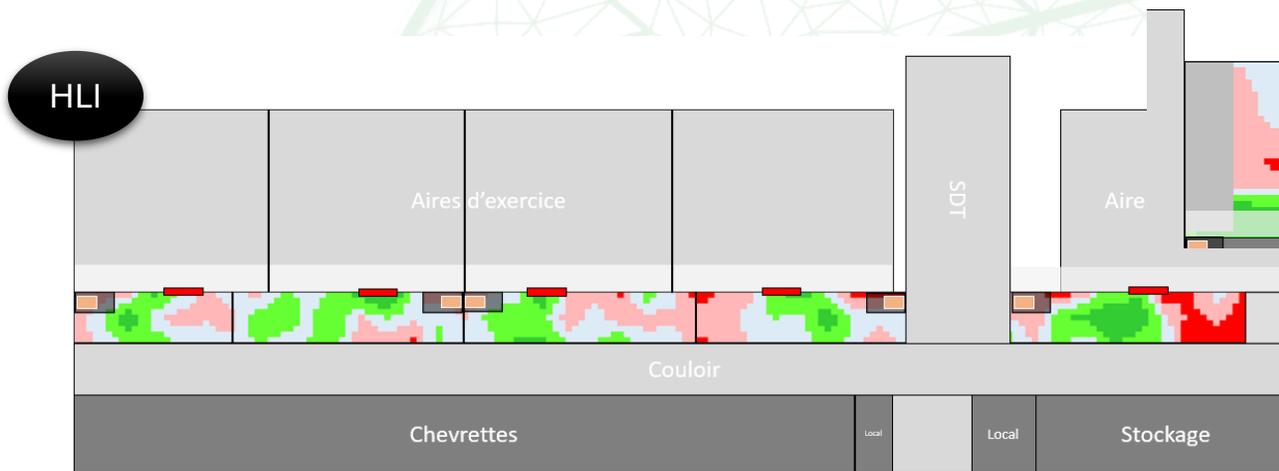
Conditions extérieures
Température : de 36,6 à 38,1°C
Humidité : de 29 à 36%

THI		
Pas de stress	≤ 68	Blue
Stress léger	68-72	Yellow
Stress moyen	72-78	Orange
Stress important	78-84	Red
Stress extrême	>84	Purple

Les cartographies : les indices de stress thermique



HLI		
Pas de stress	≤ 70	
Stress léger	70-77	
Stress moyen	77-86	
Stress important	86-96	
Stress extrême	>96	



Valeurs les plus basses

Valeurs plus basses

Dans la moyenne

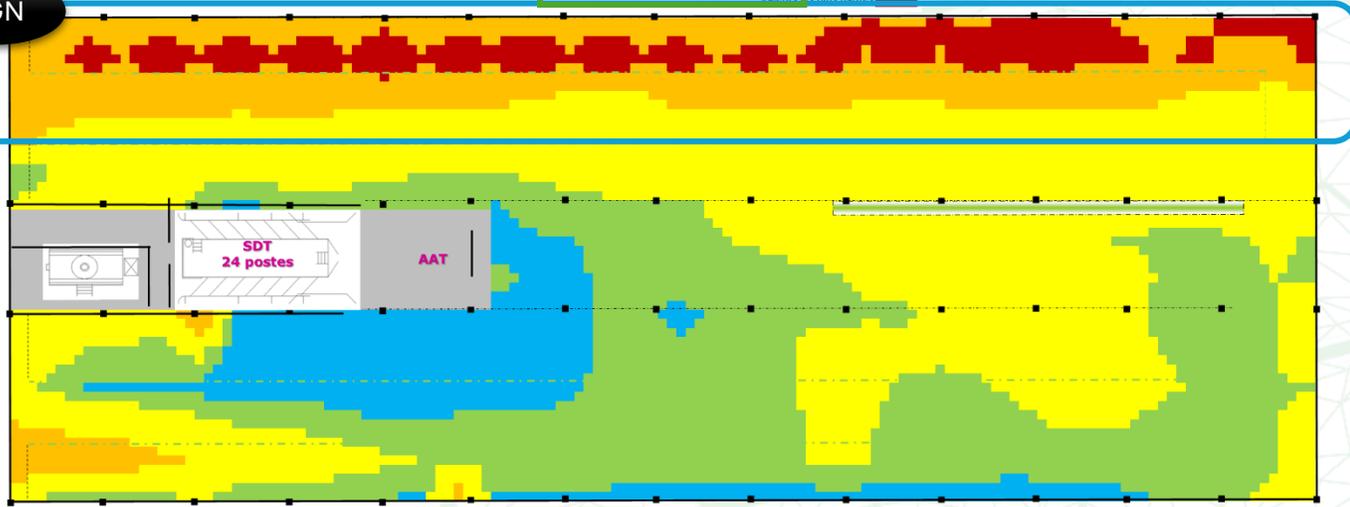
Valeurs plus hautes

Valeurs les plus hautes

Les cartographies : les rayonnements

Moyenne	32,48	Valeurs les plus basses
Ecart type	3,113	Valeurs plus basses
Minimum	0,15	Dans la moyenne
Maximum	39,30	Valeurs plus hautes

TGN



Bandeau
translucide au
sud-ouest

Portail ouvert
au sud

TGN



Moyenne	35,10
Ecart type	2,677
Minimum	31,50
Maximum	57,30

Humidité et poids d'eau

Exemple :

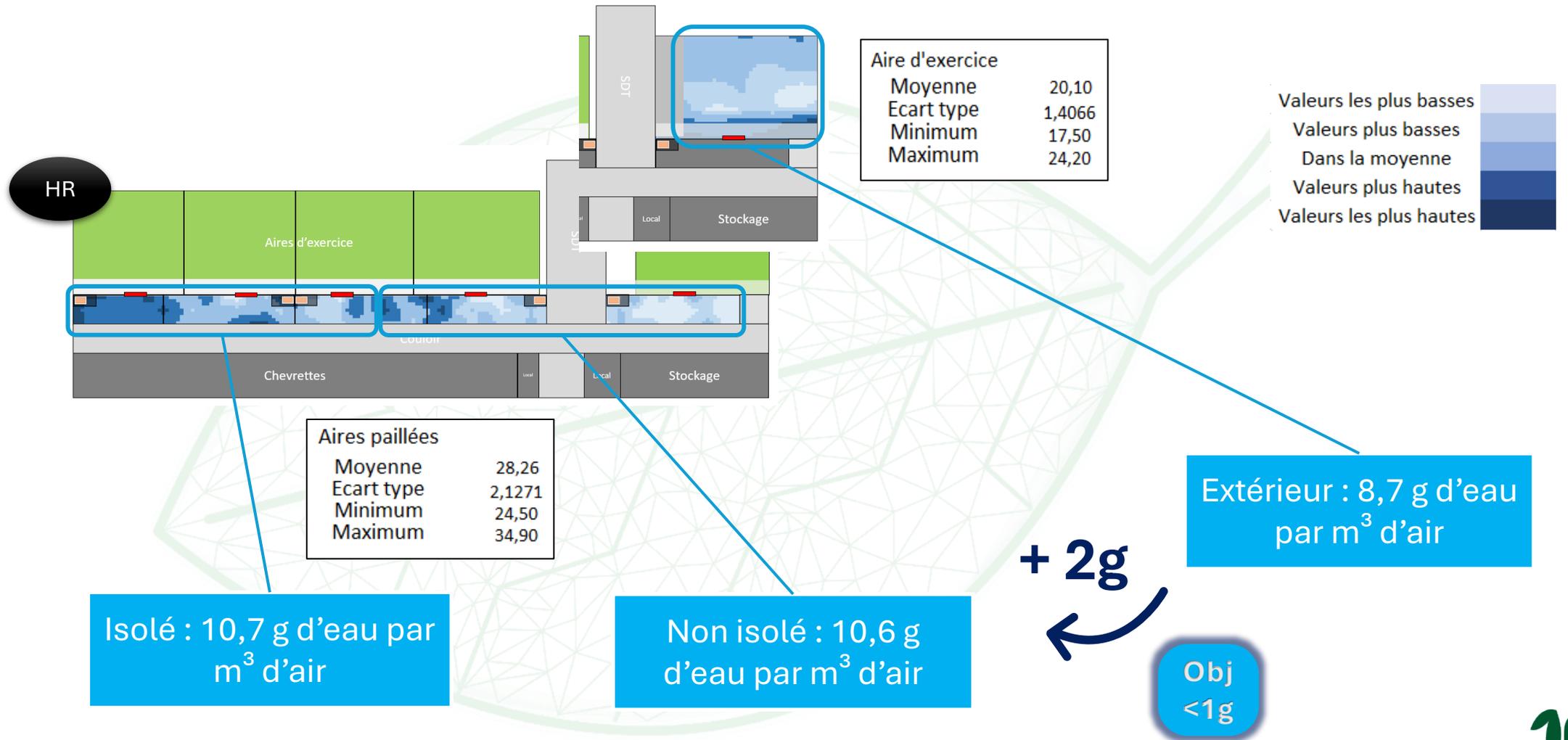
50 % d'humidité à 30°C

**→ 13,6 g
d'eau par m³
d'air**

TABLEAU 36 :
POIDS D'EAU À SATURATION DE L'AIR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

t (°C)	Poids d'eau (g/kg d'air sec)						
-20	0,63	-5	2,47	10	7,63	25	20,00
-19	0,70	-4	2,67	11	8,15	26	21,40
-18	0,77	-3	2,94	12	8,75	27	22,60
-17	0,85	-2	3,19	13	9,35	28	24,00
-16	0,93	-1	3,47	14	9,97	29	25,60
-15	1,01	0	3,78	15	10,60	30	27,20
-14	1,11	1	4,07	16	11,40	31	28,80
-13	1,22	2	4,37	17	12,10	32	30,60
-12	1,34	3	4,70	18	12,90	33	32,50
-11	1,46	4	5,03	19	13,80	34	34,40
-10	1,60	5	5,40	20	14,70	35	36,60
-9	1,75	6	5,79	21	15,60	36	38,80
-8	1,91	7	6,21	22	16,60	37	41,10
-7	2,08	8	6,65	23	17,70	38	43,50
-6	2,27	9	7,13	24	18,80	39	46,00

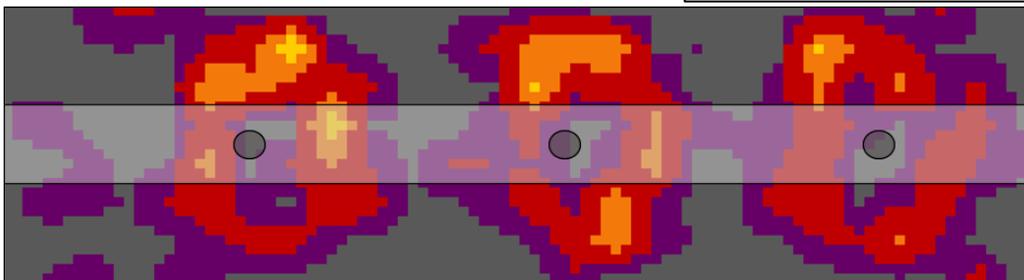
Les cartographies : l'humidité



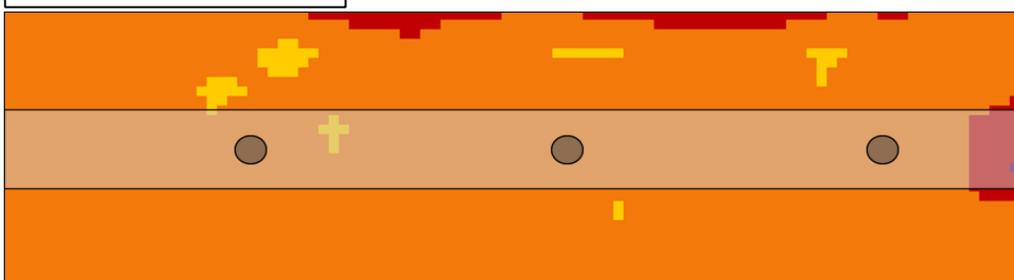
L'impact de la ventilation mécanique

Ext source capteurs
De 30,2 à 31,8°C
De 35,1 à 37,2%

Moyenne	0,43
Ecart type	0,2925
Minimum	0,06
Maximum	1,94



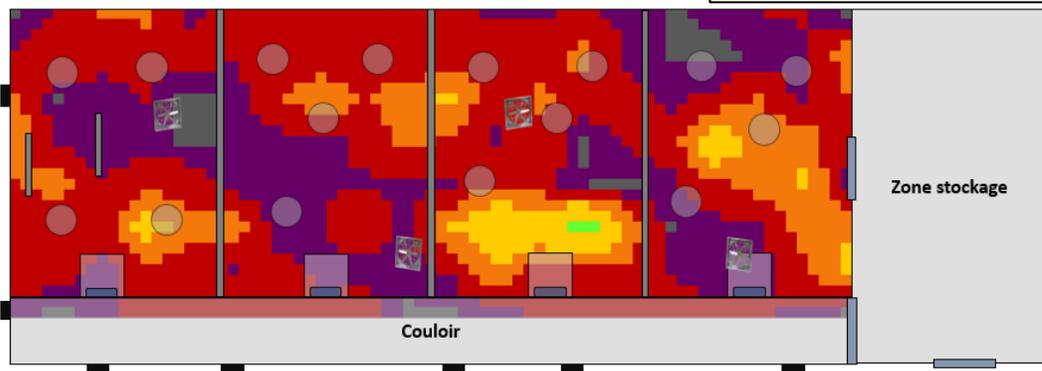
Moyenne	82,23
Ecart type	2,6094
Minimum	74,40
Maximum	97,20



Ext source station
De 29,8 à 30,8°C
De 34 à 39%

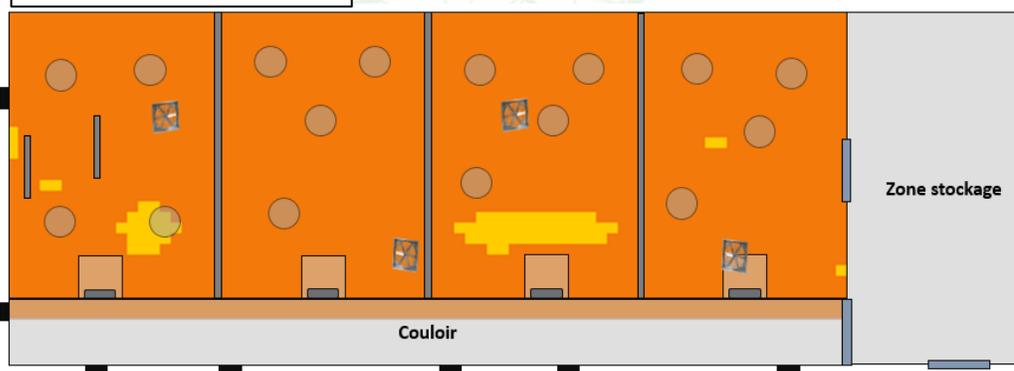
Vair

Moyenne	0,72
Ecart type	0,366
Minimum	0,14
Maximum	2,94



HLI

Moyenne	80,58
Ecart type	1,978
Minimum	74,60
Maximum	85,80

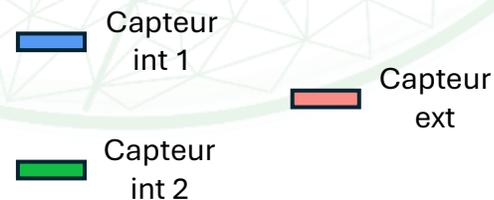
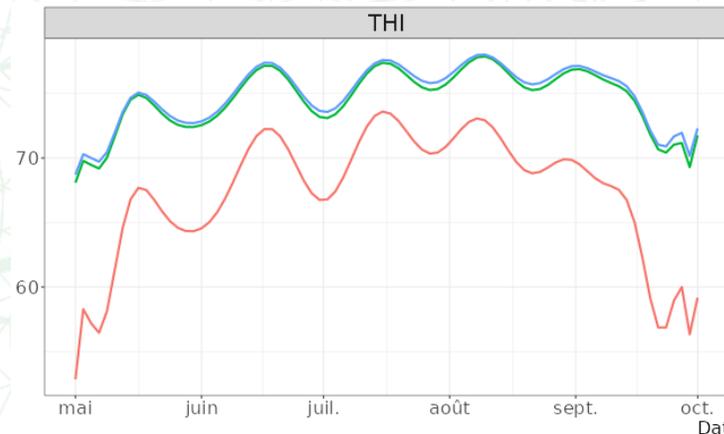
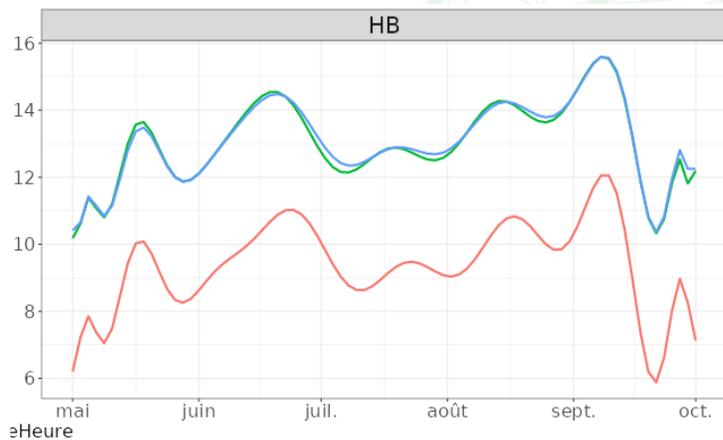
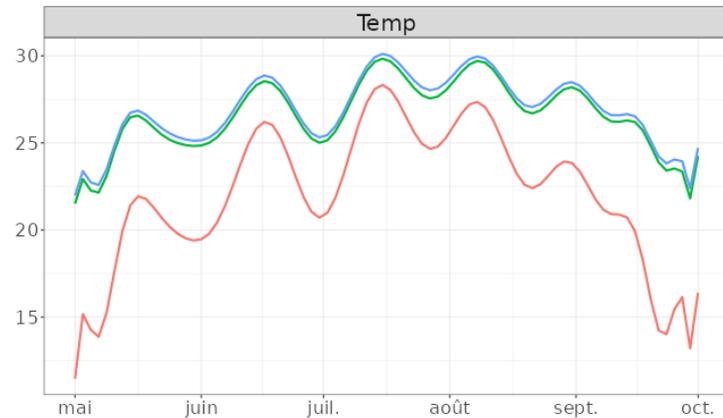


Seuils
< 0,25
0,25 - 0,5
0,5 - 1
1 - 1,5
1,5 - 2,5
2,5 - 3,5
3,5 - 4,5
> 4,5



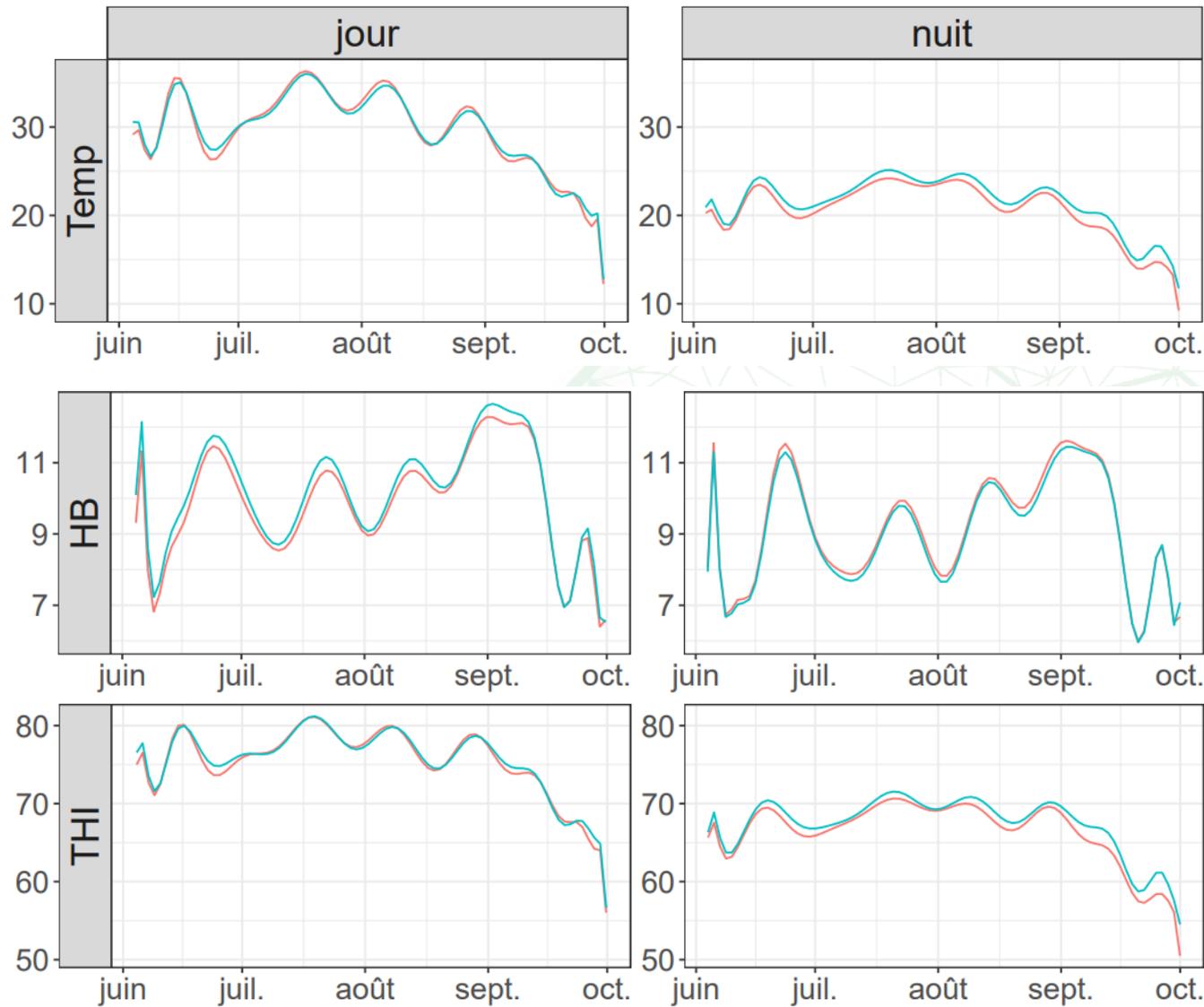
HLI		
Pas de stress	<= 70	Light Blue
Stress léger	70-77	Yellow
Stress moyen	77-86	Orange
Stress important	86-96	Red
Stress extrême	>96	Dark Purple

Les résultats des capteurs : un exemple de bâtiment qui aggrave les conditions extérieures



+ de température, +
d'humidité brute et +
de THI par rapport à
l'extérieur !

Les résultats des capteurs : exemple d'un bâtiment qui protège les animaux



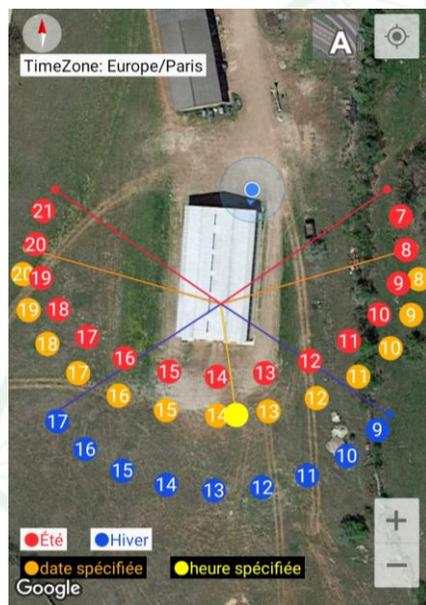
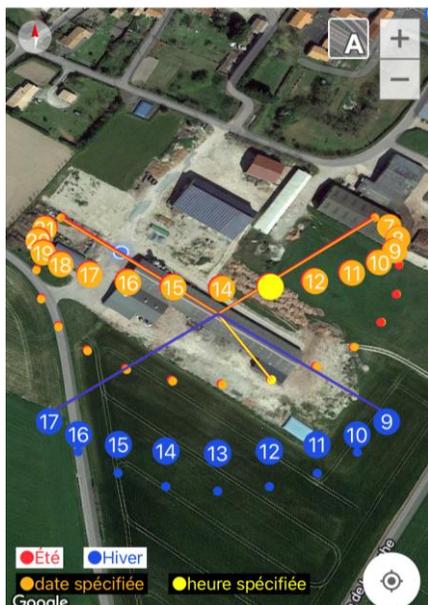
Bâtiment qui protège du stress thermique et qui ventile bien

- Capteur int 1
- Capteur ext

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : Orientation

Long-pans exposés nord-est/sud-ouest

Long-pans exposés est/ouest



A votre avis, les long-pans exposés nord-est et sud-ouest ont un impact sur :

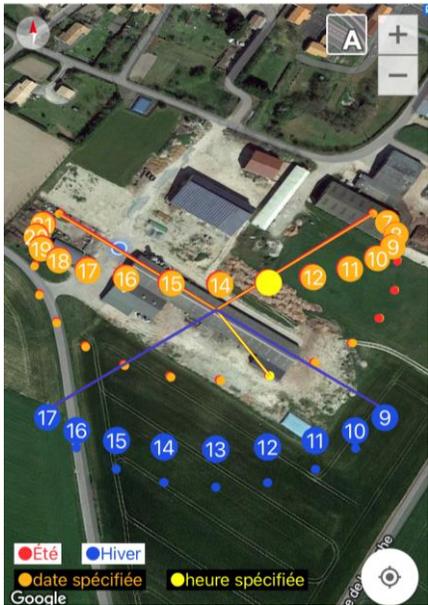
Rose : Augmente la température

Vert : Diminue l'humidité

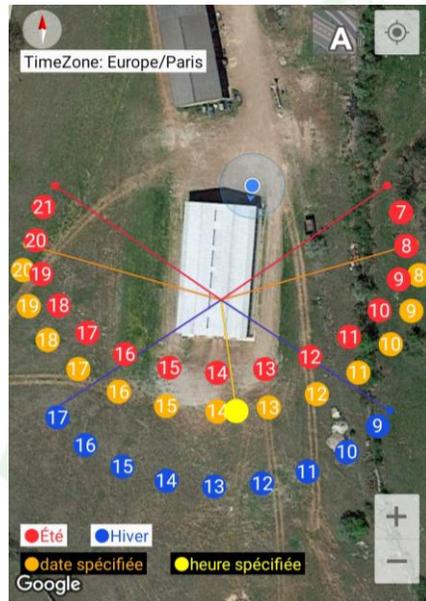
Jaune : n'a pas d'impact

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : Orientation

Long-pans exposés nord-est/sud-ouest



Long-pans exposés est/ouest



THI	
Pas de stress	<= 68
Stress léger	68-72
Stress moyen	72-78
Stress important	78-84
Stress extrême	>84

Long-pans exposés Nord-est / Sud-ouest

2022

+ 1,65 THI
p.value = 0,0186

+ 1,36 °C
p.value = 0,0351

Par rapport à un bâtiment avec long-pans exposés nord-ouest/sud-est

2023

+ 0,91 THI
p.value = 0,1113

+ 1,01 °C
p.value = 0,0991

Par rapport à un bâtiment avec long-pans exposés est/ouest

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : Plaques éclairantes en toiture

Plaques éclairantes



A votre avis, la présence de plaques éclairantes en toiture



Rose : Augmente la température

Vert : Diminue l'humidité

Jaune : Les deux

Pas de plaques éclairantes

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : Plaques éclairantes en toiture

Plaques éclairantes



THI		
Pas de stress	<= 68	Blue
Stress léger	68-72	Yellow
Stress moyen	72-78	Orange
Stress important	78-84	Red
Stress extrême	>84	Purple

Absence de plaques éclairantes en toiture

2022

2023

- 0,52 THI
p.value = 0,2216

- 0,62 THI
p.value = 0,1480



- 0,71 °C
p.value = 0,0734

- 0,70 °C
p.value = 0,0661

Pas de plaques éclairantes

Par rapport aux bâtiments avec la présence de plaques éclairantes en toiture

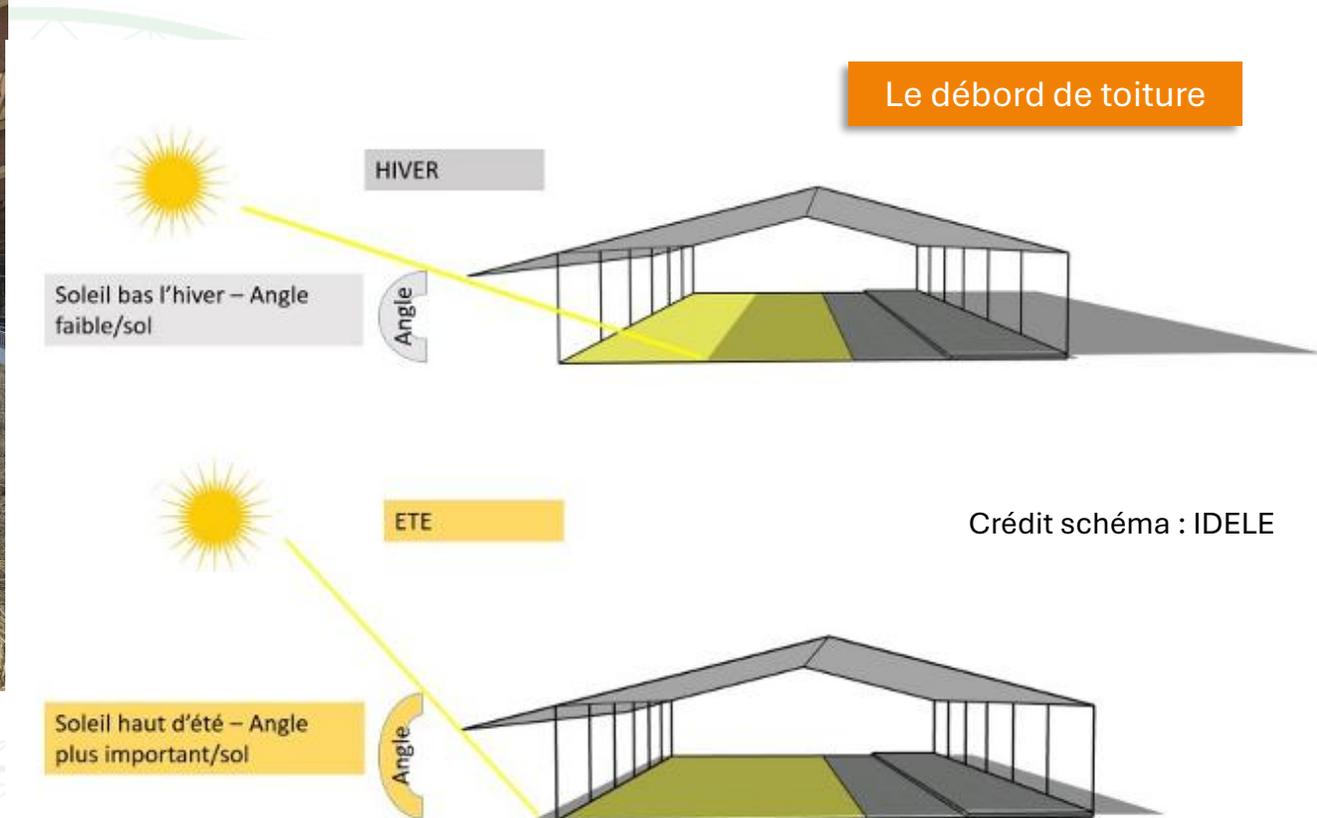
Eviter les rayonnements directs et indirects

Eviter les plaques éclairantes et les entrées directes du soleil



Crédit photo : Morgane Lambert

Crédit photo : Morgane Lambert



Eviter les rayonnements directs et indirects

Végétaliser les abords



Crédit photo : Morgane Lambert

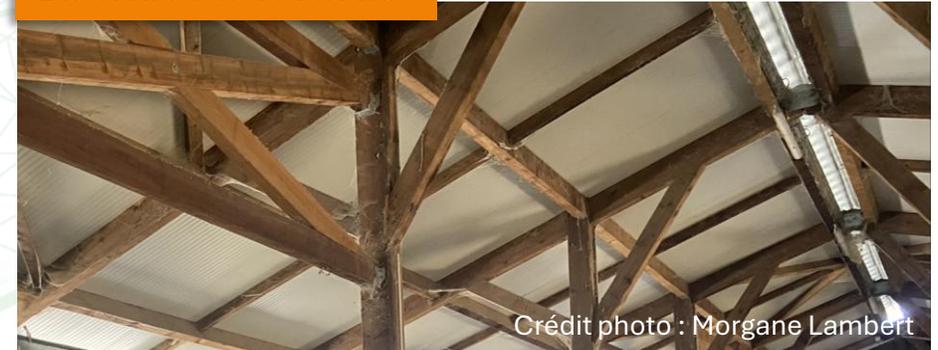


Crédit photo : Morgane Lambert



Crédit photo : Bertrand Fagoo

L'isolation de la toiture



Crédit photo : Morgane Lambert

Et les animaux ?



Crédit photo : Morgane Lambert



Crédit photo : Morgane Lambert



Crédit photo : Marine Gicquelet-Gorre



Crédit photo : Morgane Lambert



Crédit photo : Marie Miquel

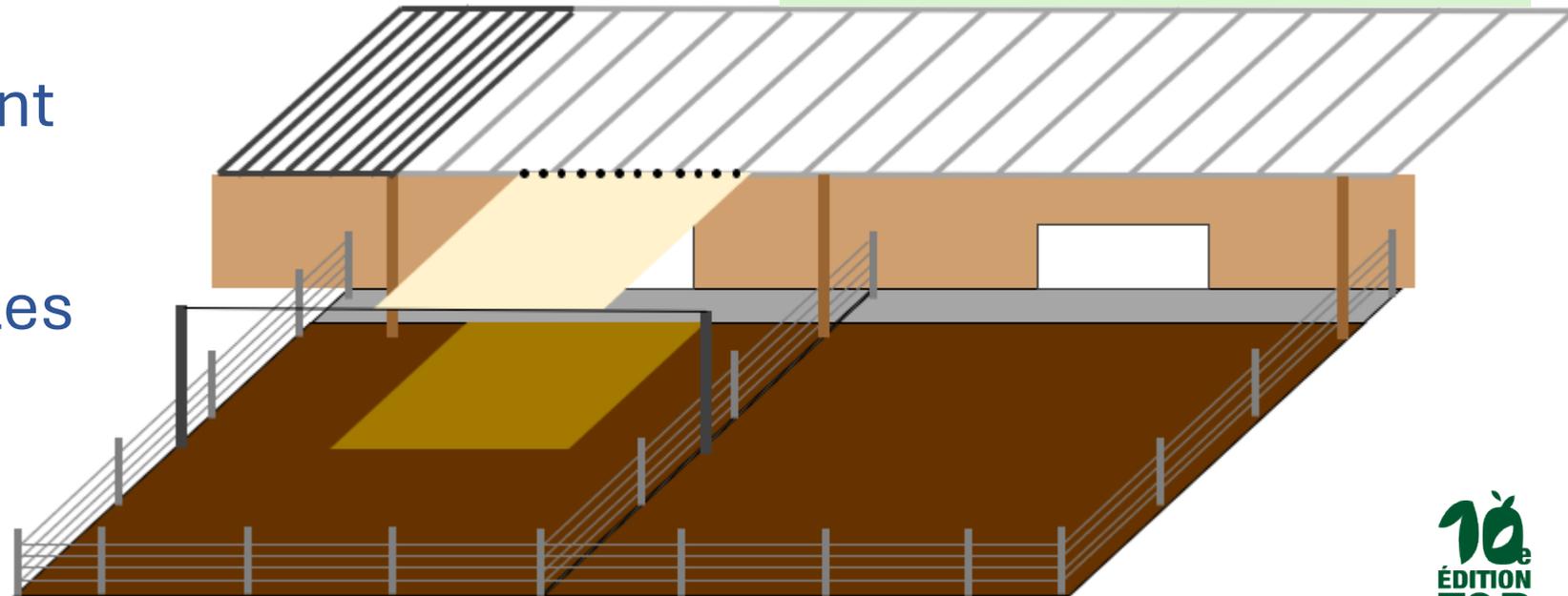
Les résultats de l'installation d'une toile d'ombrage au Pradel (Cap'Adapt)

Les objectifs de l'essai :

- Réduction du stress thermique
- Facile d'installation
- Utilisable instantanément
- Peu coûteux
- Lié aux attentes sociétales

Caractéristique de la toile :

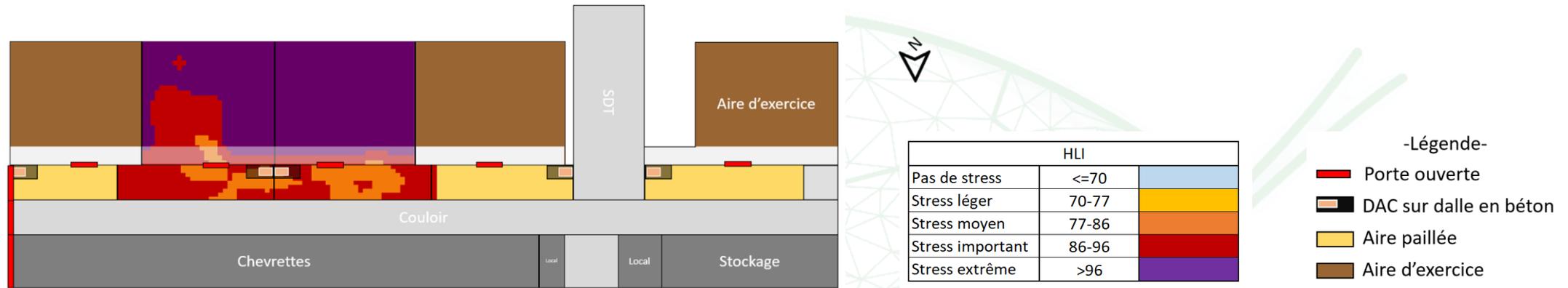
Fournisseur : Intermas
Transmission lumineuse : 9%
Réflexion solaire : 41,8%
Absorption solaire : 48%
Transmission UV : 1,2%



Le résultat après installation



Les résultats de cartographie thermique



Cartographie thermique réalisée en 2024 lors d'une journée chaude (41°C, 25% HR) par Clémence Demeilliers et Morgane Lambert

	Bâtiment	Débord	Aire totale	Toile
HLI lot toile	86,9	90,9	100,6	91,6
HLI lot témoin	86,4	92,5	105,2	/

Les résultats de fréquentations

Statistiquement plus de chèvres sous le débord de l'aire équipée avec la toile

Une ambiance de bâtiment qui reste très favorable

Un HLI meilleur d'une classe par rapport aux zones ensoleillées

Tendance favorable dans l'aire équipée sur le score de halètement

Une production laitière identique

Une suite ?

Contexte avec un bâtiment moins favorable

Comparatif avec des arbres

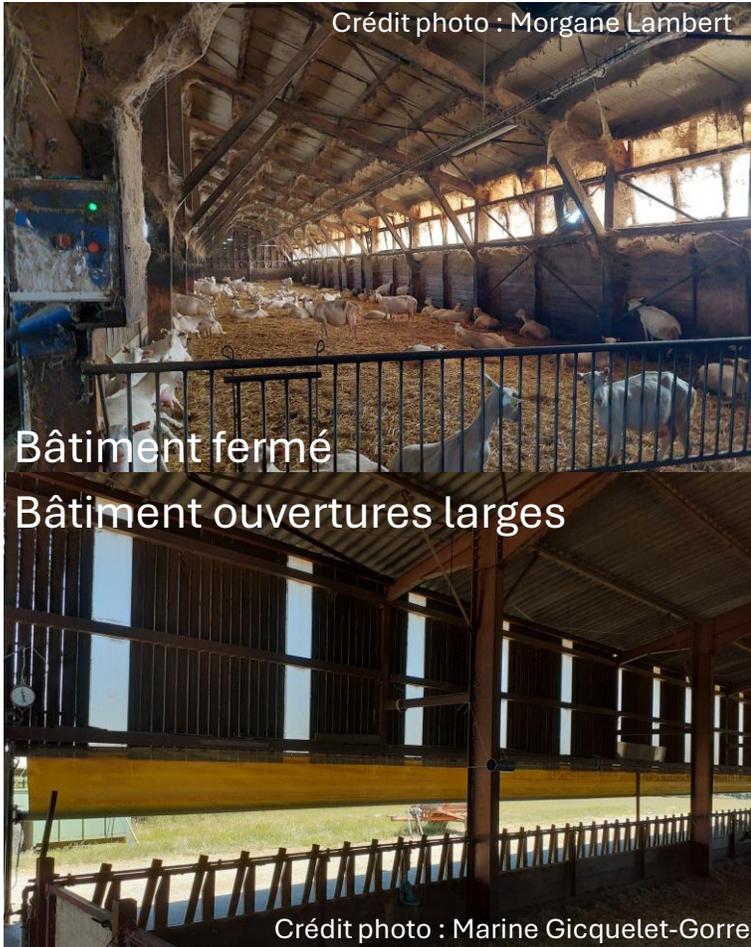
Comparatif avec d'autres fermes

Autres expositions

Sol identique sur l'aire

Matériel	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Poteau galva dia 70 - 4m50	2	52,00	104,00
Collier 2 directions dia 75 mm	1	28,60	28,60
Ressort galva fil 2,5	2	14,90	29,80
Ferrure simple 200	2	50,44	100,88
Câble gainé avec embout - 12m	3	37,50	112,50
Tendeur œil crochet	2	6,80	13,60
Sandow 8mm - 25m	1	35,00	35,00
½ Fixation dia 76	4	4,70	18,80
½ Fixation dia 49	4	4,70	18,80
Tendeur œil crochet	4	4,08	16,32
Câble gainé galva 5 - 9m	1	16,50	16,50
Treuil goliath 100	2	49,08	91,17
Poulie	2	5,50	11,00
Serres câble	x	x	23,66
Manille à œil 14 mm	4	4,92	19,68
Maillon rapide delta	2	9,92	19,84
Câble acier 3,5 - 20m	1	20,75	20,75
Câble acier 5 - 10m	1	20,75	20,75
Total matériel			701,65 €
Toile	1	990,00	990,00
Profil alu	1	151,50	151,50
Total toile			1141,50 €
TOTAL			1843,15 €

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : la taille des ouvertures



A votre avis, la présence de larges ouvertures en façades :



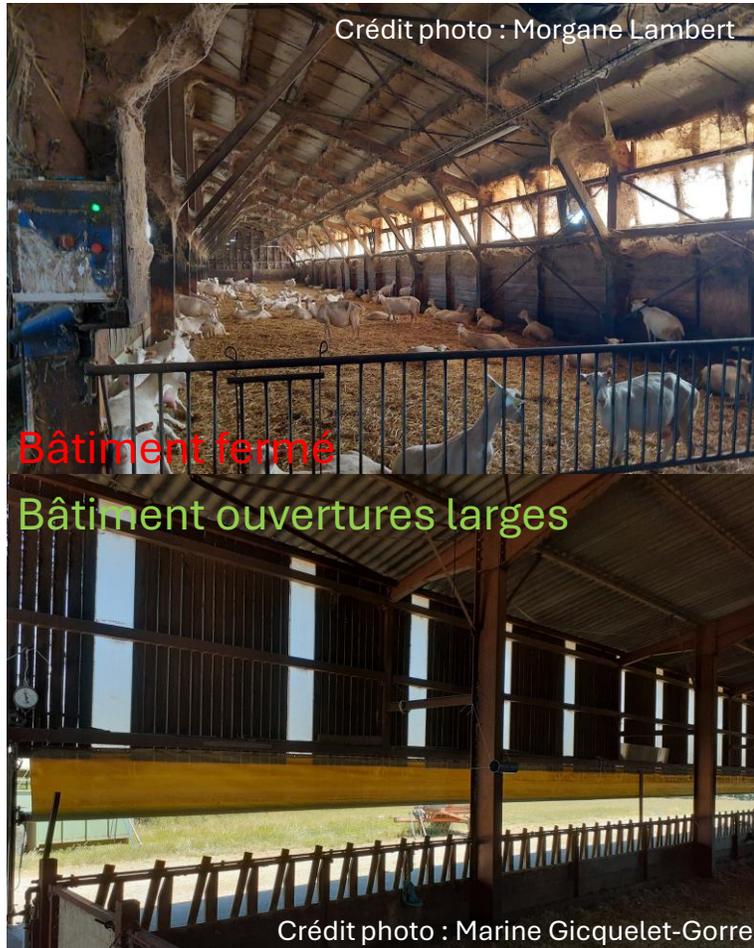
Rose : Augmente la température

Vert : Diminue l'humidité



Jaune : Diminue la température

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : la taille des ouvertures



THI		
Pas de stress	<= 68	Light Blue
Stress léger	68-72	Yellow
Stress moyen	72-78	Orange
Stress important	78-84	Red
Stress extrême	>84	Purple

Ouvertures larges dans le bâtiment

2022

- 0,74 THI

p.value = 0,0012

2023

- 1,81 THI

p.value = 0,0194

- 1,37 °C

p.value = 0,0351

- 1,22 °C

p.value = 0,0907

- 1,17 g/m³

p.value = 0,0138

- 0,19 g/m³

p.value = 0,8817

Par rapport aux bâtiments fermés

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : l'ouverture au faîtage

Pas de faîtière

Crédit photo : Patrick SALES



Crédit photo : Morgane LAMBERT

Faîtage ouvert

A votre avis, la meilleure option :



Rose : Faîtière partiellement ouverte, pour renouveler l'air en évitant les courants d'air



Vert : Faîtière totalement ouverte, pour favoriser l'effet cheminée



Jaune : Faîtière fermée pour éviter les courants d'air et la pluie de rentrer

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : l'ouverture au faîtage

Faîtage fermé/pas de faîtière



Faîtage ouvert

THI	
Pas de stress	<= 68
Stress léger	68-72
Stress moyen	72-78
Stress important	78-84
Stress extrême	>84

Faîtières ouvertes

2023

- 1,15 THI

p.value = 0,0289

- 0,98 °C

p.value = 0,0364

- 0,22 g/m³

p.value = 0,624

Par rapport aux faîtières partiellement ouvertes

2023

- 0,97 THI

p.value = 0,225

- 0,62 °C

p.value = 0,455

- 1,18 g/m³

p.value = 0,0033

Par rapport aux faîtières fermées

Améliorer la ventilation naturelle

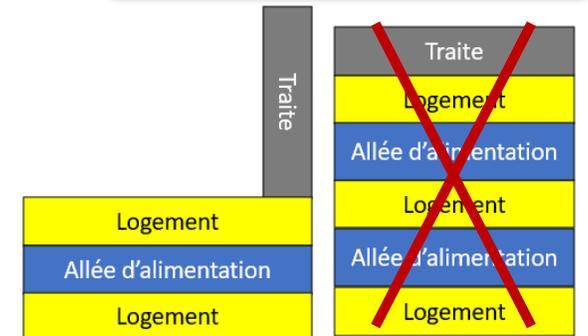
Limiter les largeurs et les volumes !



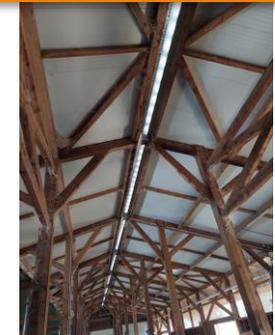
Des alternatives aux grandes largeurs et aux grands volumes



Dégager les façades



Ouvrir totalement les faîtes



Améliorer la ventilation naturelle

Créer de larges ouvertures



Crédit photo Christophe BEALU



Crédit photo Marine Gicquelet-Gorre



Les rideaux ascenseur

Crédit photo Patrick SALES

Les rideaux enroulables



Crédit photo Christophe BEALU



Crédit photo Christophe BEALU

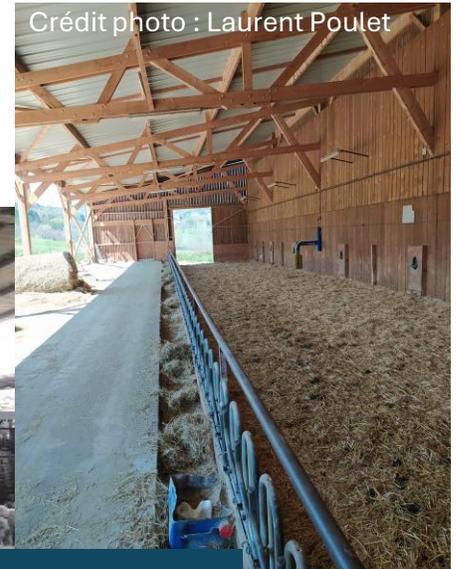


Crédit photo Patrick SALES

Améliorer la ventilation naturelle

Créer de larges ouvertures

Les bardages ouverts



Les bâtiments ouverts



La ventilation mécanique

Des solutions variées lorsque la ventilation naturelle n'est pas suffisante :



Crédits photos
Bertrand Fagoo

➤ Ventilateurs à flux horizontal



➤ Ventilateurs à flux vertical



Attention aux
obstacles !

➤ Ventilateurs à pales inclinées



Attention, les brasseurs ne réduisent pas la température ni l'humidité, ils apportent du confort par des vitesses d'air importantes

Et les animaux ?



Crédit photo : Marine Gicquelet-Gorre



Crédit photo : Patrick SALES



Crédit photo : Patrick SALES



Crédit photo : Morgane Lambert

Quid de la ventilation en extraction ou de la ventilation par surpression ?



L'extraction n'apporte pas de vitesses d'air au niveau des animaux

Attention aux réglages

Quelles solutions quand la chaleur est rentrée ?

- Arrêter l'extraction si le bâtiment est ouvrable
- Ouvrir largement pour balayer le bâtiment → difficile sur les grands bâtiments
- Pour les grands bâtiments : des ventilateurs relais en plus des ouvertures

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : brumisation



Crédit photo : Morgane Lambert

A votre avis, la présence de brumisation

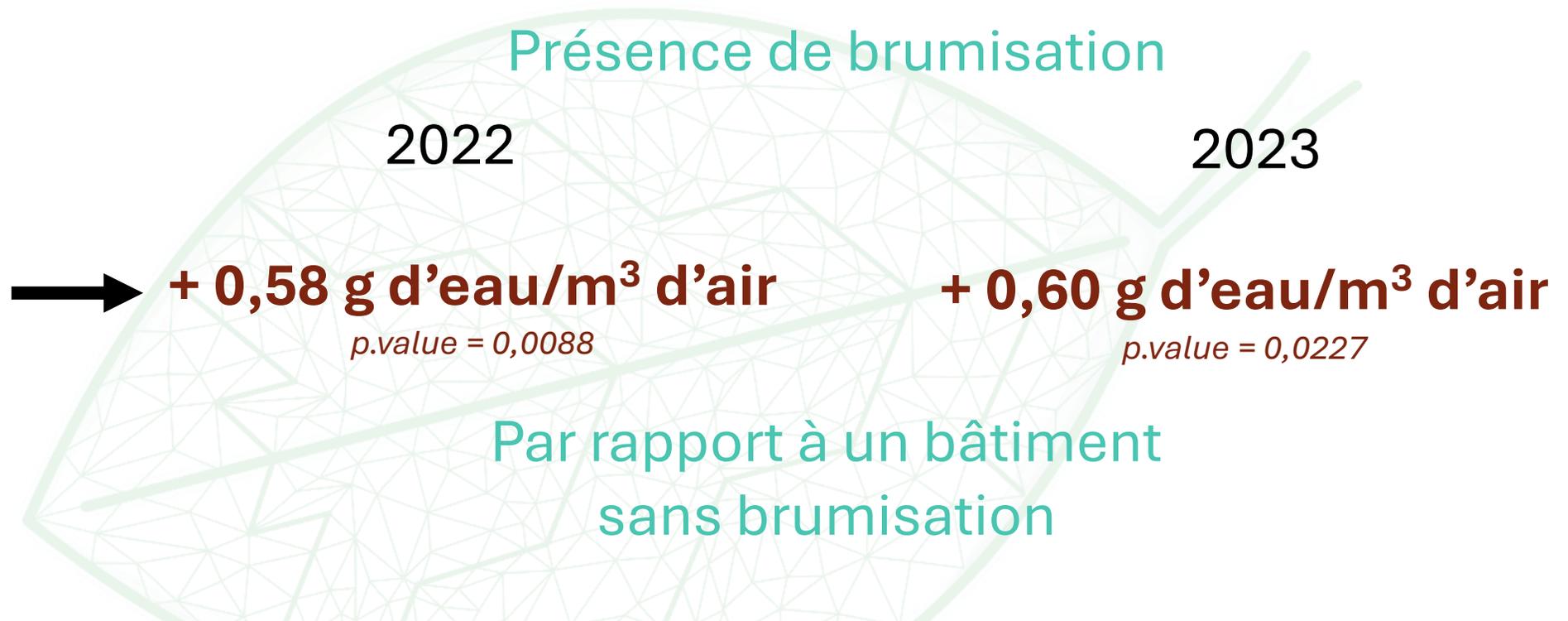


Rose : Diminue la température

Vert : Augmente l'humidité

Jaune : Les deux

Différence entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur à l'ombre : brumisation



- Pas de réduction de la température à l'échelle du bâtiment
- Augmentation de l'humidité

Ratio coût-efficacité

Éléments informatifs 2025 :

Bardage isolé : 70€/m²

Surcoût toiture isolée : 32€/m²

Rideau enroulable du bas vers le haut: 89€/m²

Rideau enroulable du haut vers le bas : 102€/m²

Bardage guillotine : 159€/m²

Bardage coulissant : 89€/m²

Bardage bois ajouré fixe : 57€/m²

Bardage translucide fixe : 57 €/m²

Bardage tôle acier option perforée : 63€/m²

Station météo pour gérer ouvertures : 2500€

l'unité

Tôle translucide : 23€ l'unité

Brasseur à flux horizontal : 3299 € l'unité

Surcoût brumisation sur ventilateur : 850 € l'unité

Solutions préconisées	Efficacité estivale	Coût investissement initial	Coût fonctionnement	Remarques efficacité	Contraintes d'utilisation
Bâtiment ouvert	😊	€	/	Orientation du bâtiment pour confort en toutes saisons	Pas de modularité
Rideau ascenseur	😊	€ €	€	Régule une grande surface d'entrée d'air en toutes saisons	Pilotage nécessaire
Rideau enroulable	😊	€ € €	€	Régule une grande surface d'entrée d'air en toutes saisons	Pilotage nécessaire
Fenêtres à soufflet	😊	€ €	/	Assure une ventilation minimale	Pilotage nécessaire et gestion des flux d'air
Claire voie coulissant	😊	€ €	/	Utilisation sur des façades fortement exposées au vent	Manipulation du système d'ouverture
Claire-voie fixe	😊	€	/	Permet une ventilation minimale	Pas de modularité
Filet brise vent fixe	😊	€	/	Permet une ventilation minimale	Pas de modularité
Trappes de ventilation (persiennes)	😊	€ € €	€	Assure une ventilation minimale	Pilotage nécessaire
Tôles perforées	😞	€	/	Flux d'air limité	Pas de modularité
Bardage décalé	😞	€	/	Flux d'air limité	Gestion compliquée des flux d'air
Brasseurs	😊	€ € €	€ € €	A utiliser en seconde intention Apports de flux d'air	Pilotage et maintenance nécessaire

😞 Peu efficace 😊 Moyennement efficace 😊 Assez efficace 😊 Très efficace

€ Indicateur comparatif de coûts

Que faire si on ne peut pas adapter le bâtiment immédiatement ?

- **Sortir les animaux la nuit et/ou ouvrir la nuit :**

- Limiter la charge thermique des animaux
- Très efficace si le bâtiment est fermé mais que les températures baissent
- Permettre au bâtiment de se rafraichir
- Attention aux risques de prédation
- Disponibilité en terrain, en aire d'exercice et en clôture

Le sens des priorités !

1

Respecter les recommandations de conduite : confort, paillage, densité d'animaux sur les aires de vie et disponibilité en eau

2

Réduire les rayonnements directs et indirects

3

Améliorer la ventilation naturelle et le renouvellement de l'air

4

Installer une ventilation mécanique : seulement dans certaines situations et en seconde intention

5

Installer la brumisation : en dernier recours et avec précaution (ventilation irréprochable) !

Les fiches, onglet ressources :

Fiches BATCOOL

Les vidéos :

Vidéo implantation

Vidéo rayonnements

Vidéo ventilation naturelle

Vidéo ventilation mécanique

Merci de votre attention





**SALON
AGRICOLE
INTERNATIONAL**



tech & bio

Une initiative des Chambres d'agriculture

À BIENTÔT