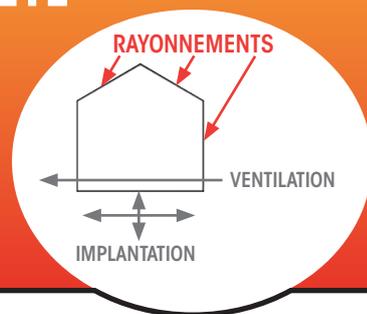


LIMITER L'IMPACT DES RAYONNEMENTS DANS LES BERGERIES ET CHÈVRERIES EN ÉTÉ



Le changement climatique s'exprime de plus en plus par la manifestation d'épisodes caniculaires et par la diminution de la ressource fourragère en été, ce qui contraint les éleveurs à rentrer leur troupeau plus fréquemment. Les animaux logés en bâtiment pendant la période estivale sont exposés à un stress thermique qui peut altérer leur bien-être et leurs performances à court et moyen terme.



Le confort thermique des animaux passe par quatre paramètres : **la température, l'humidité, la vitesse de l'air et les rayonnements**. Des indices de confort thermique permettent d'évaluer le niveau de stress des animaux par des mesures d'ambiance.

Le THI (Temperature Humidity Index) prend en compte la température et l'humidité, c'est un bon indicateur d'alerte car il est facile à calculer.

Le HLI (Heat Load Index) est plus complet car il prend en compte les quatre paramètres qui entrent en jeu dans la régulation du stress thermique des animaux, mais il demande un matériel spécifique (anémomètre et thermomètre à globe noir).

Les rayonnements, qu'ils soient directs par le biais du soleil, ou indirects à travers des parois ou la réverbération du soleil, ont un fort impact sur le confort thermique des animaux. La conséquence principale est que les animaux vont avoir tendance à fuir les zones de rayonnements pour éviter les puits de chaleur d'une part et les contrastes lumineux d'autres part. En bâtiment, cela va conduire à une répartition inégale des animaux entraînant une agglutination dans les zones les plus confortables, ce qui dégrade les conditions de logement et de bien-être.

LES RAYONNEMENTS : DIRECTS ET INDIRECTS

Les rayonnements directs

Les rayonnements directs sont les rayons du soleil qui entrent à l'intérieur du bâtiment. Les rayons lumineux peuvent entrer par les ouvertures (portails, ouvertures libres), par les translucides en façade, ou encore par les plaques éclairantes en toiture. En été, ces rayonnements peuvent être problématique s'ils entrent dans les zones de vie des animaux. En effet, ces halos lumineux provoquent des puits de chaleur qui accentuent le stress thermique, ainsi que de forts contrastes lumineux qui incommode les animaux. Si ces rayonnements touchent la table d'alimentation, cela peut également provoquer une surchauffe de la ration et en dégrader la qualité.

Les rayonnements indirects

Les rayonnements indirects sont des émissions de chaleur issus des radiations émises par le soleil à travers des matériaux ou sur des surfaces.

Plus les matériaux sont émissifs, comme le béton par exemple, plus ils sont capables d'absorber et de restituer la chaleur. La couleur des matériaux influe également l'émissivité. En effet, les couleurs sombres vont plus absorber la chaleur et donc, si le matériau est émissif, en restituer davantage.

Un autre facteur à prendre en compte est la vitesse de transfert de la chaleur dans le matériau, aussi appelée diffusivité thermique. Par exemple, les métaux ont une diffusivité élevée comparé au bois ou au béton (Tableau 1). La diffusivité des matériaux et leur épaisseur peuvent entraîner un déphasage thermique plus ou moins long. Concrètement, certains matériaux, comme les parpaings, accumulent de la chaleur la journée et la restitue la nuit empêchant le rafraîchissement du bâtiment.

Les abords vont également jouer un rôle dans le réchauffement du bâtiment par le biais de l'effet albédo. Ce phénomène représente la capacité d'un matériau à réfléchir l'énergie solaire qu'il reçoit. La couleur des matériaux influence beaucoup l'effet albédo : les couleurs claires sont plus réfléchissantes que les couleurs foncées. Par exemple, une surface enherbée à proximité du bâtiment réfléchira moins de chaleur contre les façades qu'une surface bétonnée de couleur claire.

Tableau 1 : Diffusivité et émissivité de quelques matériaux de construction

Matériaux	Diffusivité thermique (mm²/s)	Emissivité
Liège	0,14	0,82
Béton	0,50	0,91
Aluminium	0,91	0,77
Verre	0,54	0,92
Polycarbonate	0,09	
Fer	20,4	0,26
Mousse polyuréthane	0,40	0,60
PVC rigide	0,18	0,92
Fibre de verre		0,75
Roche ou pierre	0,81	0,90
Bois (pin)	0,27	0,92

Sources :

- *Thermo Concept - Base de données diffusivité thermique*
- *Tableau émissivités en thermographie*

Définition de l'émissivité

C'est l'aptitude d'un matériau à absorber puis à réémettre de l'énergie par rayonnement. L'émissivité est une valeur sans unité, **comprise entre 0 et 1**.

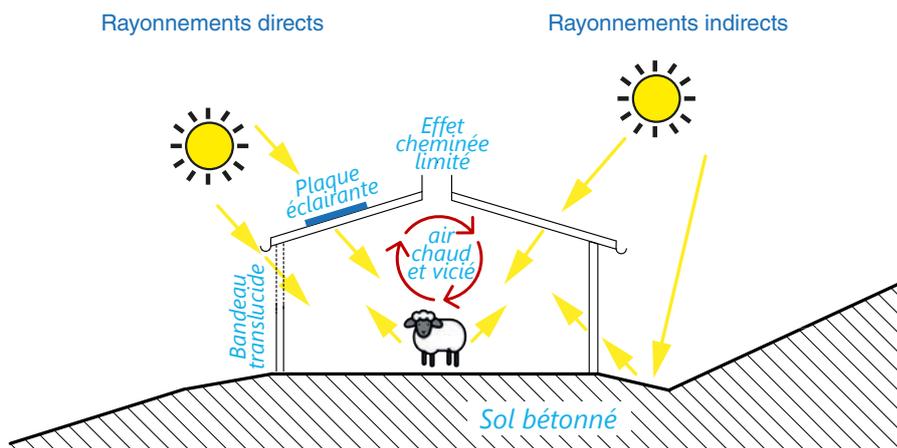
Emissivité proche de 0 : matériau avec un faible rayonnement.

Emissivité proche de 1 : matériau avec un rayonnement maximum.

Définition de la diffusivité thermique

C'est la capacité d'un matériau à transférer plus ou moins vite de la chaleur. Plus la valeur est grande et plus la chaleur se propagera vite à travers le matériau.

Schéma 1 : Schéma des zones de rayonnement



COMPRENDRE LES RAYONNEMENTS POUR OPTIMISER LES BÂTIMENTS

En été, lorsque le soleil est présent une grande partie de la journée, son action sur le bâtiment peut être conséquente. L'objectif est de protéger les animaux des fortes chaleurs. Pour que le bâtiment conserve une température acceptable, les surfaces exposées aux rayonnements solaires doivent être les moins émissives possibles. Un bâtiment soumis à de forts rayonnements et constitué de matériaux émissifs va emmagasiner de plus en plus la chaleur jusqu'à ce que les températures dépassent celles de l'extérieur. En cas de matériaux avec une diffusivité faible comme le béton, la problématique de surchauffe peut survenir le soir voire la nuit.

La ventilation du bâtiment la journée et la nuit va contribuer à l'évacuation du surplus de chaleur venant des rayonnements divers mais également des animaux.

Photo 1 : Bandeau lumineux côté sud-ouest



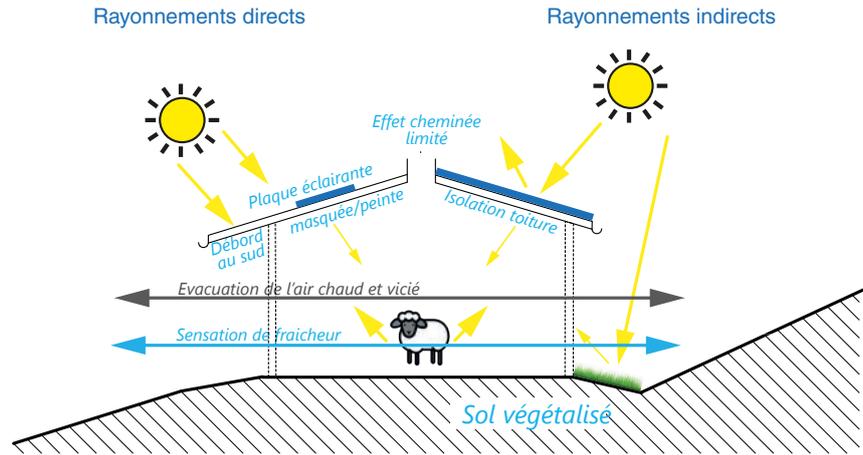
Les rayonnements directs dans les zones de vie en réduisent l'usage et accentuent le stress thermique.

Photo 2 : Zones de vie délaissées par l'effet du rayonnement des plaques éclairantes



LES PRÉCONISATIONS POUR LIMITER LES EFFETS DES RAYONNEMENTS

Schéma 2 : Solutions de réduction des rayonnements



L'absence de plaques éclairantes en toiture permet de gagner 0,6 point de THI et 0,7 °C par rapport aux bâtiments qui en sont équipés (résultats BATCOOL).

Nouvelle construction : optimisation de la protection contre les rayonnements

Dans le cas de la conception d'un nouveau bâtiment, il est important de tenir compte des rayonnements estivaux dans afin de limiter leurs effets négatifs sur le long terme.

Tout d'abord, il est essentiel d'empêcher au maximum l'entrée directe des rayonnements lumineux dans le bâtiment :

- Plaques éclairantes en toiture : à éviter.
- Bandeaux translucides en façade : à éviter au sud et à l'ouest (sauf si présence d'un débord et placé en partie haute).
- Débord de toiture : très efficace, surtout au sud. Il empêche le soleil de rentrer en été lorsqu'il est haut (et laisse le soleil entrer en hiver lorsqu'il est bas).
- Protection solaire verticale : rideau mobile, portail ou végétalisation, des protections indispensables pour les ouvertures à l'ouest.
- La végétalisation des abords réduit la quantité de rayonnements solaires reçus par le bâtiment.

L'apport de lumière s'effectue préférentiellement sur les façades nord et est, voire sud en cas de présence de débord de toiture. Les dômes éclairants peuvent être utilisés pour les bâtiments très larges mais leur largeur doit rester modeste et leur rayonnement ne doit pas atteindre les aires de vie des animaux.

Dans un second temps il est également important de limiter les rayonnements indirects :

- Choix des matériaux : Utiliser des matériaux qui allient peu d'émissivité, peu de diffusivité et suffisamment d'épaisseur, permet de limiter la surchauffe (comme le bois par exemple).
- Limiter les hauteurs de maçonnerie permet de réduire l'utilisation des matériaux émissifs (béton).
- Isoler la toiture permet de limiter l'impact des rayonnements, surtout lorsque celle-ci est basse. Toutefois, l'isolation n'empêche pas complètement la chaleur de rentrer.
- Utiliser des matériaux de couleur claire : En réfléchissant davantage les rayonnements, les couleurs claires contribuent à limiter l'accumulation de chaleur.
- Végétaliser les abords réduit l'effet albédo à proximité du bâtiment.

Photo 3 : Végétalisation extérieure qui protège les ouvertures en façades des rayonnements



Photo 4 : Abords végétalisés



Bâtiments existants : adaptations pour limiter l'impact des rayonnements

Dans le cas de bâtiments existants, il est tout de même possible d'apporter des modifications afin de limiter les effets des rayonnements.

Des recommandations existent :

- **Plaques éclairantes en toiture** : Si la suppression des éclairants en toiture n'est pas possible, il est recommandé de les peindre (de l'extérieur ou de l'intérieur) avec une peinture spéciale pour serre, ou de les masquer avec un panneau isolant.
- **Débord de toiture** : Les débords par extension de couverture ou les toiles d'ombrage peuvent être installées à posteriori (cf. photo 5).
- **Bandeaux translucides en façade** (sud, sud-ouest, ouest) : Remplacer par une solution ouvrable et amovible (rideaux enroulables, rideaux ascenseurs...) afin d'empêcher le soleil de rentrer ... et d'améliorer la ventilation !
- **La végétalisation des abords** réduit la quantité de rayonnements solaires reçus par le bâtiment.

Attention à prendre toutes les mesures de sécurité pour le travail en hauteur.

Photo 5 : Avancée de toit en voile d'ombrage



Des solutions sont également disponibles pour adapter les bâtiments et réduire les rayonnements indirects :

- **Métal en bardages et portails** : Remplacer par du bois couplés à des rideaux ou des plaques en PVC qui seront moins émissifs.
- **Les abords du bâtiment** : Eviter les surfaces bétonnées ou en enrobé et favoriser les espaces végétalisés afin de limiter le renvoi de chaleur vers les façades.
- **Repeindre les façades ou la toiture** : Utiliser des couleurs claires (en accord avec les règles d'urbanisme) pour que le bâtiment absorbe moins de chaleur.
- **Isoler la toiture** : Protège des rayonnements en toiture.

1 m³ de bardage en bois ne coûte pas plus cher qu'1 m² de bardage métallique.

Schéma 3 : Exemple d'une cartographie de la température globe noir avec la course du soleil

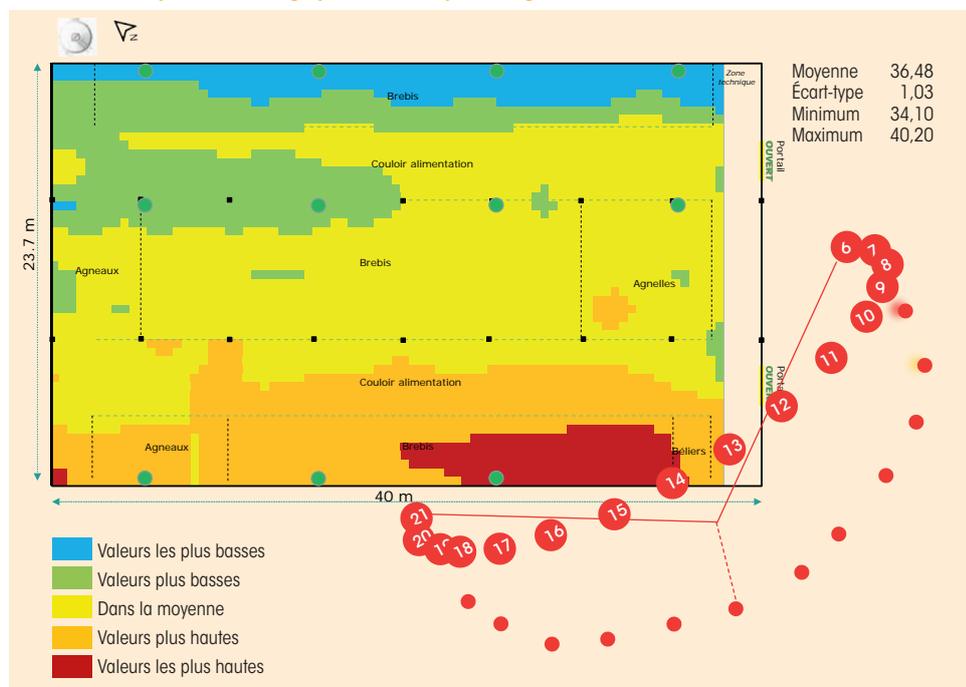


Schéma 4 : Exemple de calcul d'un débord de toiture

Position géographique : Occitanie - Toulouse

21 juin à 12h00				
Hauteur avancée de toit <i>ha en m</i>	3	3.5	4	4.5
Longueur avancée de toit <i>l en m</i>	1	1.5	1.7	1.9

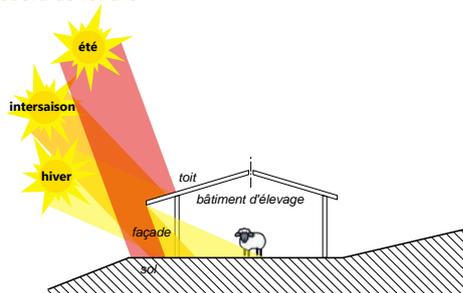
31 août à 12h00				
Hauteur avancée de toit <i>ha en m</i>	3	3.5	4	4.5
Longueur avancée de toit <i>l en m</i>	2.3	2.6	3.0	3.4

L'objectif : se protéger des rayonnements tout en maintenant une bonne ventilation pour évacuer le surplus de chaleur accumulé dans le bâtiment.

Photo 6 : Les débords de toiture protègent les façades au sud des rayonnements



Schéma 5 : Impact du rayonnement solaire selon la période de l'année sur une façade au sud équipée d'un débord de toiture



DURABILITÉ ET COÛT

Prendre le temps de la conception de son bâtiment

La gestion des rayonnements fait partie intégrante de la réflexion pour limiter l'impact des fortes chaleurs sur le bâtiment d'élevage. Ce temps de conception (orientation, calcul des courses du soleil), choix de matériaux faiblement émissifs, ventilation efficace hiver comme été est indispensable pour la réussite de son bâtiment et ne coûte pas plus cher au bout du compte !

Les couvertures claires ne sont pas plus chères que des couleurs sombres. Toutefois, il faut tenir compte des documents d'urbanisme.

TÉMOIGNAGES

Luc MIRMAN,
450 brebis laitières

GAEC Biofonds, 48

« A la construction de la bergerie en 2015, même si on avait anticipé en mettant moins de surface de bandeau translucide sur le long-pan Sud-Ouest, on a ajouté en 2021 un rideau d'ombrage. Depuis, on constate que les animaux utilisent beaucoup mieux les aires paillées coté Sud-ouest. Le résultat est favorable pour le confort des animaux et l'entretien des litières plus homogènes. Le rideau est utilisé une bonne partie de l'année de mars à Octobre et malgré la possibilité de régler son ouverture, le rideau est le plus souvent en position fermé. Les animaux apprécient de ne pas avoir le rayonnement du soleil même hors périodes de fortes chaleurs estivales ».

Photo 7 : Rideaux qui protègent des rayonnements



Kévin ENJALBERT,
500 brebis laitières

GAEC du Bois d'Enfer, 12

« L'année qui a suivi la construction nous nous sommes aperçus que le rayonnement était fort sur l'aire sud-ouest à cause d'un bandeau lumineux important et positionné trop bas, sans débord de toiture. Il aurait fallu à minima que le bandeau lumineux soit à la place du bardage où sont installées les trappes d'entrée d'air ! Nous devons étudier et trouver une solution pour limiter ce rayonnement rapidement parce que nos brebis fuient cette aire en fin de journée. Le conseiller bâtiment du projet BATCOOL nous a suggéré d'essayer de peindre ce bandeau lumineux avec une peinture de serre ce qui pourrait donner de bons résultats pour pas cher mais ne serait pas durable dans le temps mais nous permettrait peut-être de passer quelques années en enduisant chaque année ce bandeau avant de réfléchir à une solution plus durable, plus efficace avec un débord de toiture, une voile d'ombrage, une modification du bandeau lumineux ou une occultation partielle en été de ce bandeau par des plaques d'isolation posées dans le chevêtre qui fixe ce bandeau éclairant ».

Photos 8 et 9 : Façade sud-ouest équipée de bandeaux translucides



POUR ALLER PLUS LOIN :

• **CONCEPTION ET UTILISATION DES BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE POUR DES CHÈVRES ET CHEVRETTES EN BONNE SANTÉ**

Idele

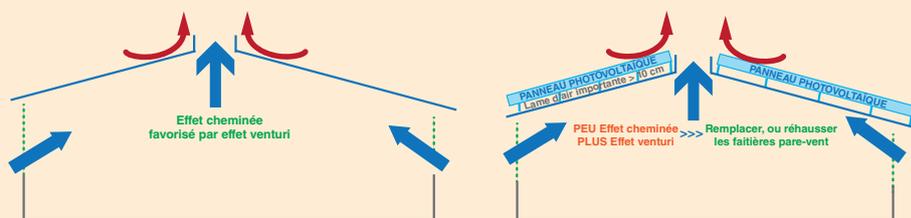
• **RÉDUIRE LE RAYONNEMENT DU SOLEIL EN BÂTIMENT POUR MAINTENIR LE CONFORT THERMIQUE DES TROUPEAUX LAITIERS EN PÉRIODE CHAUDE**

Idele

LE PHOTOVOLTAÏQUE EN TOITURE

- En favorisant une lame d'air importante entre les panneaux et la couverture, la charge thermique emmagasinée sera mieux évacuée
- Si les panneaux photovoltaïques sont installés sur une toiture existante, il est nécessaire de rehausser les pare-vent d'autant que l'épaisseur des panneaux et leur système d'intégration (cf. schéma 6).
- L'isolation de la couverture, même minimale, limite les incidences des panneaux sur la température du bâtiment.

Schéma 6 : La pose de panneaux photovoltaïques



CONTACTS

Morgane LAMBERT (Institut de l'élevage) : morgane.lambert@idele.fr

Patrick SALES (Chambre d'agriculture de l'Aveyron) : patrick.sales@aveyron.chambagri.fr



OCCITANIE
AVEYRON
AUDE
LOT
LOZÈRE
CHARENTE-MARITIME
DEUX-SEVRES

NOUVELLE-AQUITAINE
PYRÉNÉES-ATLANTIQUES
HAUTES-PYRÉNÉES
TARN
TARN-ET-GARONNE



FINANCÉ PAR

Occitanum

