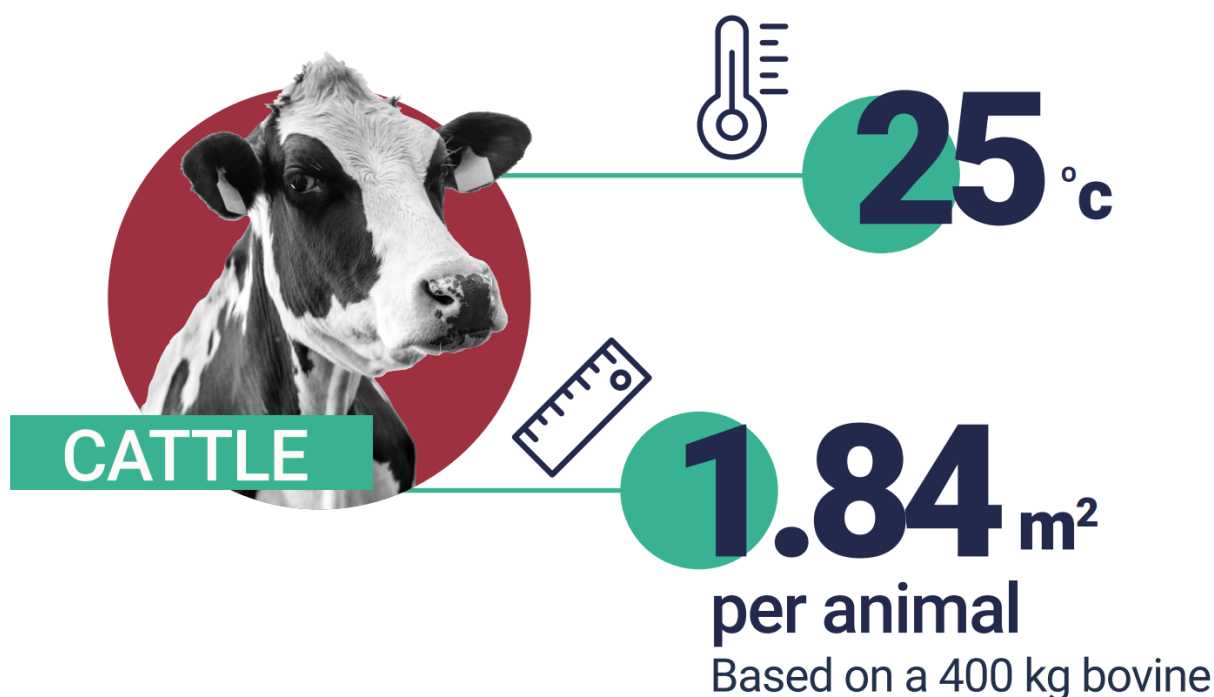




Centre national
de référence pour le
bien-être animal



AVIS

**Confort thermique, facteurs de
stress thermique et leviers
d'action pendant le transport
des bovins**

Sur la base de l'avis EFSA (2022b)

FEVRIER 2025



Centre national
de référence pour le
bien-être animal

Confort thermique, facteurs de stress thermique et leviers d'action pendant le transport des bovins



Commanditaire

Bureau du Bien-être animal (BBEA) – Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) – Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire



Date de saisine

28/08/2024

Rapport émis par le CNR BEA le

28/02/2025

Date des dernières modifications

31/10/2025



Coordinatrices du rapport

Kremer Louise, CNR BEA
Bezançon Camille, CNR BEA

Pour citer ce rapport

Louise Kremer, Camille Bezançon, Violaine Colson, Agnès Tiret, Experts du CNR BEA, Geneviève Aubin-Houzelstein. Avis du CNR BEA sur le confort thermique, les facteurs de stress thermique et les leviers d'action pendant le transport des bovins. CNR BEA. 2025. DOI : [10.17180/m5hn-pa61](https://doi.org/10.17180/m5hn-pa61)



Résumé

Ce rapport du Centre National de Référence pour le Bien-Être Animal (CNR BEA) synthétise les points clés de l'avis EFSA (EFSA, 2022b) paru au sujet du bien-être des bovins durant le transport, en se concentrant exclusivement sur les informations relatives au stress thermique. Le rapport du CNR BEA s'articule autour de trois axes majeurs. Il détaille tout d'abord les mécanismes physiologiques et comportementaux de régulation de la température chez les bovins. Il liste ensuite l'ensemble des facteurs susceptibles de générer un stress thermique chez les bovins lors du transport. Enfin, le rapport propose différents leviers d'action pour améliorer le confort thermique des animaux pendant les différentes phases du transport : lors du chargement/déchargement, lors du transit en camion et durant les pauses. La conclusion met en avant les points essentiels du rapport et souligne les axes de recherche à creuser pour 1) mieux comprendre les conditions de confort thermique des bovins (et ce à tous les stades de leur vie) et pour 2) confirmer la pertinence des leviers d'action suggérés.

Mots clés

Transport / Température / Confort thermique / Stress thermique / Bovins / Thermorégulation



Contexte tel que défini par le commanditaire

« Le projet de révision du règlement 1/2005 suggère des prévisions de température extérieures à respecter pour autoriser ou non les transports d'animaux vivants quels que soient l'espèce/race/lieu.

En disposant des paramètres physiologiques de thermoneutralité des espèces les plus transportées dans le cadre d'une activité économique, est-il possible de déterminer des fourchettes de température/hygrométrie... et des leviers/outils (ventilation, brumisation, autres) à utiliser en cours de transport pour agir sur ces paramètres et améliorer le confort thermique des animaux ? »

Sollicitation

« Le CNR BEA répondra dans la mesure du possible aux questions suivantes :

- + « Quelles sont les zones de thermoneutralité des bovins [, porcs, volailles (poulets de chair et poules pondeuses), petits ruminants (ovins et caprins) et équins] ? »
- + « Quels sont les paramètres (température, hygrométrie, flux d'air...) pouvant permettre de réguler la température ressentie par les animaux lors du transport ? »
- + « Comment agir sur ces paramètres afin d'améliorer le confort thermique des animaux ? » »

Le CNR BEA traite uniquement du transport routier des bovins dans ce rapport.

Document de référence

- + RÈGLEMENT (CE) No 1/2005 DU CONSEIL du 22 décembre 2004 relatif à la protection des animaux pendant le transport et les opérations annexes et modifiant les directives 64/432/CEE et 93/119/CE et le règlement (CE) no 1255/97
- + Proposition de RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL relatif à la protection des animaux pendant le transport et les opérations annexes, modifiant le règlement (CE) n° 1255/97 du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n° 1/2005 du Conseil (2023)
- + EFSA AHAW Panel (2022b). Welfare of cattle during transport. EFSA Journal 2022;20(9):7442, 121 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7442>

> VOIR TOUS LES TRAVAUX REALISES PAR LE CNR BEA



Table des matières

Glossaire	1
Liste des abréviations.....	6
Liste des tableaux, figures et encadrés.....	7
1 Méthode	8
2 Mécanismes physiologiques et comportementaux de régulation de la température chez les bovins.....	8
2.1 Exposés à des températures basses	8
2.2 Exposés à des températures élevées	9
2.3 La zone de neutralité thermique	10
3 Facteurs influençant le confort thermique des bovins	13
3.1 Facteurs endogènes	13
3.2 Facteurs exogènes.....	15
4 Leviers d'action pour améliorer le confort thermique des bovins durant le transport en camion	20
4.1 Leviers d'action en cas de fortes températures	20
4.1.1 Leviers d'action en phase de (dé)chargement	20
4.1.2 Leviers d'action pendant le transport en camion	22
4.1.3 Leviers d'action pendant les pauses	24
4.2 Leviers d'action en cas de températures basses	25
4.2.1 Leviers d'action pendant le transport en camion	26
4.2.2 Leviers d'action pendant les pauses	27
5 Conclusions et recherches à mener	27
5.1 Conclusions du rapport	27
5.2 Recherches à mener	28
5.3 Autres pistes d'amélioration	30
Bibliographie	31



Glossaire

Centres de rassemblement

Lieux tels que des exploitations, points de collecte et marchés, dans lesquels des animaux d'élevage de type équidés, bovins, ovins, caprins ou porcins provenant de différentes exploitations sont regroupés pour former des chargements (European Commission, 2018).

Conduction

La conduction est un mode de transfert thermique qui se produit par contact direct entre deux objets ou surfaces de températures différentes, c'est-à-dire dans ce contexte, entre l'animal et son environnement par le biais de surfaces en contact direct. La perte de chaleur par conduction ne peut avoir lieu que si la température corporelle de l'animal est supérieure à celle de la surface de contact. Ainsi, ce type de pertes de chaleurs ne peut plus se faire en période de fortes chaleurs (Guingal, 2018; Serviento, 2022).

Convection

La convection est un mode de transfert thermique qui implique le déplacement de fluides, transportant l'énergie thermique d'une zone à une autre. Elle permet notamment d'accentuer la perte de chaleur corporelle d'un animal via la circulation de l'air autour de lui. Ainsi, une augmentation de la vitesse de l'air peut améliorer la dissipation de la chaleur par convection, ce qui est particulièrement bénéfique pour les bovins en période de chaleur (Serviento, 2022).

Effet cheminée

Mouvement d'air par lequel l'air chaud monte et l'air froid descend.

Evaporation

L'évaporation est un mécanisme de conversion de l'eau de la phase liquide à la phase gazeuse. Ce processus permet la dissipation de la chaleur corporelle excessive d'un animal. Il se manifeste principalement par la transpiration cutanée et, dans une moindre mesure, par l'évaporation au niveau des voies respiratoires.

Fréquence respiratoire

Elle correspond au nombre de cycles respiratoires par minute et est généralement mesurée en comptant les mouvements du flanc à partir d'une observation directe (mouvements par minute). La fréquence respiratoire augmente avec la température corporelle afin de maintenir l'homéothermie (EURCAW Pigs, 2020). Le stress thermique entraîne une augmentation de la fréquence respiratoire jusqu'au halètement.



Halètement

Respiration saccadée avec la bouche ouverte (Bracke et al., 2020). La première phase du halètement est caractérisée par une respiration rapide et superficielle appelée polypnée thermique (augmentation de la fréquence respiratoire et diminution de l'amplitude). Elle passe à une seconde phase caractérisée par une respiration plus lente et plus profonde, appelée hyperpnée thermique (augmentation de l'amplitude), caractérisée par une augmentation du taux de ventilation alvéolaire (Hales & Webster, 1967). Le halètement est considéré comme un signe physique de stress thermique.

Humidité relative

Pourcentage de saturation de l'air en vapeur d'eau à une température donnée par rapport au maximum de vapeur d'eau que l'air pourrait contenir à cette température.

Indice de charge thermique (*Heat loaded index - HLI*)

Le HLI est un indicateur qui vise à estimer le degré d'inconfort d'un animal en prenant en considération l'humidité relative de l'air, la vitesse de l'air et le rayonnement solaire. Il se calcule selon deux formules, en fonction de la température ambiante.

Lorsque $TA < 25^{\circ}C$: $HLI = 10,66 + (0,28 \times HR) + (1,3 \times TGN) - VA$, avec HR l'humidité relative (en %), TGN la Température Globe Noir (température mesurée à l'intérieur d'un outil nommé « globe noir », en $^{\circ}C$) et VA la vitesse de l'air (en m/s)

Lorsque $TA > 25^{\circ}C$: $HLI = 8,62 + (0,38 \times HR) + (1,55 \times TGN) - (0,5 \times VA) + e (2,4 - VA)$, avec TA la température ambiante (en $^{\circ}C$) et RH l'humidité relative (en %)

Indice température-humidité (THI)

Le THI est un indicateur qui vise à estimer le degré d'inconfort d'un animal en fonction de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air. Plusieurs formules existent pour calculer le THI. L'institut de l'élevage français utilise notamment la formule suivante, définie par le National Research Council (1971) : $THI = 0,8 \times TA + (HR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4$, avec TA la température ambiante (en $^{\circ}C$) et HR l'humidité relative (en %).

Pertes insensibles

Type de pertes de chaleur impliquées dans la thermolyse, caractérisée par l'évaporation. Ces pertes de chaleur sont particulièrement sollicitées lorsque la température extérieure dépasse $30^{\circ}C$ et que les pertes sensibles sont fortement limitées (Waubant, 2022).



Pertes sensibles

Type de pertes de chaleur impliquées dans la thermolyse, parmi lesquelles on retrouve les processus de radiation, de conduction et de convection. Les pertes sensibles sont plus difficiles lorsque le gradient de température entre l'animal et son environnement est faible (Waubant, 2022).

Poste de contrôle

Zone où les animaux se reposent pendant au moins 12 heures, en accord avec les règles des durées de voyage et des temps de repos prévus par la Réglementation. Ces zones doivent être approuvées par les autorités compétentes (European Commission, 2018).

Radiation

La radiation est un mode de transfert thermique par émission d'ondes électromagnétiques, permettant aux animaux d'échanger de la chaleur avec leur environnement sans contact direct, du corps le plus chaud vers le corps le plus froid (Waubant, 2022).

Rayonnement solaire

Rayonnement thermique émis par le soleil avec une forte concentration d'énergie dans la région spectrale visible (350-750 nm) (Causone et al., 2010).

Stress

Le stress, y compris chez les animaux, fait référence à la présence d'états affectifs négatifs. Ces états se produisent lorsque l'animal se sent menacé, que la menace soit réelle ou non. Afin de s'adapter à cette menace, l'animal répond par son comportement, par des réactions de fuite ou de défense s'il a peur par exemple, et par sa physiologie, avec une augmentation de la fréquence cardiaque et la sécrétion de certaines hormones pour permettre, entre autres, les efforts physiques.

Stress au chaud

Expérience subjective de l'animal au cours de laquelle il ressent un stress tel que l'inconfort et/ou la détresse alors qu'il est exposé à une température effective élevée (EFSA, 2022a).

Stress au froid

Expérience subjective de l'animal au cours de laquelle il ressent un stress tel que l'inconfort et/ou la détresse alors qu'il est exposé à une température effective basse (EFSA, 2022a).



Stress thermique

Expérience subjective de l'animal au cours de laquelle il ressent un stress au chaud ou au froid. Le stress thermique correspond à une situation où les mécanismes physiologiques et comportementaux de dissipation de la chaleur ne parviennent plus à maintenir l'équilibre entre la perte et la production de chaleur métabolique.

Température critique inférieure (TCi)

Température ambiante en dessous de laquelle un animal doit augmenter sa production de chaleur métabolique pour tenter de maintenir sa température corporelle dans une plage normale pour l'espèce.

Température critique supérieure (TCs)

Température ambiante au-dessus de laquelle un animal doit augmenter ses pertes de chaleur et/ou diminuer sa production de chaleur pour empêcher une augmentation de sa température corporelle au-dessus de la plage normale pour l'espèce.

Température effective

La température effective est utilisée pour l'analyse du confort thermique. Elle est basée sur la relation entre la température ambiante, la vitesse de l'air et l'humidité relative (Blazejczyk et al., 2012).

Température ressentie

Température effective telle que perçue par les animaux, qui dépend de leurs caractéristiques endogènes.

Thermogénèse

La thermogénèse est le processus par lequel un organisme produit de la chaleur. Elle est la résultante de l'activité métabolique de l'animal et comprend la thermogénèse de base (production thermique minimale enregistrée chez un animal au repos, à jeun et dans les conditions de neutralité thermique) et la chaleur produite par l'activité musculaire (Guingal, 2018).

Thermolyse

La thermolyse est le processus par lequel un organisme perd de la chaleur. Elle peut se faire au travers de pertes de chaleur sensibles et insensibles.

Thermorégulation

Fonction adaptative qui permet l'équilibre entre la production et les pertes de chaleur par des ajustements biochimiques, physiologiques et/ou comportementaux pour assurer le maintien de l'homéothermie.



Véhicule de transport sur route

Moyen de transport monté sur roues, propulsé (camion) ou remorqué (remorque). Les caractéristiques des véhicules de transport sont très variables selon les transporteurs et les pays. Ils peuvent disposer de 1 à 5 étages, chacun pouvant être compartimentés en 2 à 4 blocs. D'après le règlement CE 1/2005 (EC Council, 2004), les véhicules de transport sont de deux types : type 1 (durée < 8 heures) et type 2 (durée > 8h). En plus des caractéristiques communes aux deux types de véhicules (protection contre les intempéries, plancher antidérapant, équipement approprié pour le (dé)chargement...), ceux de type 2 doivent notamment être équipés d'un toit clair isolant, d'un système d'approvisionnement en eau, d'un système de ventilation active, d'un système de contrôle de la température et d'un système d'alerte en cas de dépassement des limites maximales et minimales. Pour les transports de plus de 8 heures, les animaux doivent également disposer d'une litière quel que soit leur âge.

Zone de confort thermique (ZCT)

La zone de confort thermique correspond à la plage de température la plus confortable pour un animal. Elle représente l'environnement thermique préféré d'un individu, où les efforts métaboliques et physiologiques de thermorégulation sont minimales (Silanikove, 2000). Elle est parfois appelée « zone de sécurité » (EFSA, 2022c).

Zone de neutralité thermique

La zone de neutralité thermique couvre la plage de températures ambiantes au sein de laquelle le métabolisme et la production de chaleur d'un individu homéotherme restent stables et indépendants de la température ambiante. La zone est limitée par la température critique inférieure et la température critique supérieure (Bracke et al., 2020).



Liste des abréviations

CNR BEA

Centre National de Référence pour le Bien-Être Animal

HLI

Indice de charge thermique (*Heat loaded index*)

TA

Température ambiante

TCi

Température critique inférieure

TCs

Température critique supérieure

THI

Indice Température-Humidité

ZCT

Zone de confort thermique

ZNT

Zone de neutralité thermique



Liste des tableaux, figures et encadrés

Liste des figures

Figure 1. Représentation schématique de l'adaptation des bovins (veaux et bovins adultes) en fonction de la température ambiante - (adaptée de (Guingal, 2018)).....	11
Figure 2. Evolution des températures minimales quotidiennes en France par rapport à la normale quotidienne du 1er décembre 2023 au 29 février 2024 (diagnostic établi à partir de l'indicateur thermique, moyenne des températures quotidiennes de 30 stations métropolitaines).....	12
Figure 3. Evolution des températures maximales quotidiennes en France par rapport à la normale quotidienne du 1er juin 2024 au 31 août 2024 (diagnostic établi à partir de l'indicateur thermique, moyenne des températures quotidiennes de 30 stations métropolitaines)	13
Figure 4. Synthèse des axes de recherche à mener pour limiter les risques de stress thermique des bovins pendant le transport	29

Liste des encadrés

Encadré 1. L'indice Température-Humidité (THI) : méthode de calcul et implications pour les bovins	16
Encadré 2. L'indice de charge thermique (HLI – Heat loaded index) : méthode de calcul et implications pour les bovins (Gaughan et al., 2008)	17



1 Méthode

Le présent document synthétise les informations relatives au stress thermique contenues dans l'avis EFSA (2022b) paru au sujet du bien-être des bovins durant le transport. Quelques recherches bibliographiques supplémentaires ont été menées pour expliciter, notamment, les mécanismes de thermorégulation des bovins. Les sources utilisées par l'EFSA ne sont pas citées lorsque les informations qui en proviennent sont reprises dans ce rapport et l'EFSA (2022b) n'est pas non plus citée lorsque ses propres avis sont utilisés. Les informations issues d'articles non mentionnés par l'EFSA sont clairement citées et référencées. Les réflexions propres au CNR BEA sont **indiquées en bleu** dans le texte, sauf pour le glossaire dans lequel les définitions non sourcées sont des définitions rédigées par le CNR BEA.

2 Mécanismes physiologiques et comportementaux de régulation de la température chez les bovins

Les bovins sont des animaux homéothermes, c'est-à-dire capables de maintenir leur température corporelle constante (températures rectales des vaches laitières : 38,0 – 39,3°C; des vaches allaitantes : 36,7°C - 39,1°C (MSD Veterinary Manual, n.d.)) sous certaines conditions microclimatiques, en ajustant leur comportement et leur métabolisme ([Chaire BEA](#); (Islam et al., 2021)). Dans la ZNT, peu d'efforts d'ajustement sont nécessaires aux bovins pour maintenir l'homéothermie. En effet, dans la ZNT, la production de chaleur métabolique (naturellement générée par l'activité métabolique de base de chaque individu) est équilibrée avec la perte de chaleur passive (pertes sensibles) vers l'environnement permise par des phénomènes de radiation, conduction et convection. En dehors de la ZNT, la régulation de la température corporelle des bovins met en jeu les mécanismes physiologiques et comportementaux décrits ci-dessous et les conséquences sur le comportement, le bien-être, la santé et le métabolisme des individus sont nombreuses.

2.1 Exposés à des températures basses

En réponse au froid, plusieurs mécanismes sont activés pour produire de la chaleur métabolique tout en limitant les pertes de chaleur (Sutherland et al., 2013). En cas de baisse de température, la production de chaleur métabolique des bovins peut être augmentée par



frissonnement, c'est-à-dire par contraction musculaire involontaire (Roland et al., 2016). Chez les jeunes veaux, l'oxydation des tissus bruns adipeux permet aussi de produire de la chaleur (Alexander et al., 1975; Young, 1981). Les pertes de chaleur, par convection notamment, peuvent, elles, être limitées par vasoconstriction (la réduction du flux sanguin vers les extrémités) et piloérection (le redressement des poils pour créer une couche d'air isolante plus épaisse - (Roland et al., 2016). Chez les veaux, les premiers changements physiologiques en réponse au froid s'observent autour de 19°C avec l'apparition de piloérection, de vasoconstriction puis de frissons à partir de 10°C (Gonzalez-Jimenez & Blaxter, 1962). Des comportements spécifiques en réponse au froid peuvent aussi être constatés comme la recherche d'abris pour se protéger des intempéries et le regroupement qui, par contact physique étroit entre les individus, permet de réduire la surface corporelle exposée au froid et de conserver la chaleur corporelle au sein du groupe (Da Silva, 2012; Khalifa, 2003). Une augmentation de la consommation en aliments peut aussi être observée pour répondre aux besoins énergétiques accrus (Roland et al., 2016). Dans les cas les plus extrêmes (cf. [Figure 1](#)), l'exposition au froid peut conduire au développement d'œdèmes sous-cutanés, d'hémorragies, ou d'engelures (Olson et al., 1980; Rawson et al., 1989) et à la mort des animaux – en particulier celle des veaux de moins de 4 semaines.

2.2 Exposés à des températures élevées

En réponse au chaud, différents mécanismes sont activés pour dissiper la chaleur et, si possible, éviter l'hyperthermie. Les pertes de chaleur insensibles (par évaporation) notamment, augmentent graduellement lorsque les températures dépassent 25°C. Chez les bovins, cela se traduit par la transpiration, l'augmentation de la fréquence respiratoire et le léchage, qui sont les principaux mécanismes de dissipation de la chaleur (Kadzere et al., 2002). En plus de changements physiologiques, des modifications comportementales peuvent aussi être notées en réponse aux fortes chaleurs. Les bovins peuvent, par exemple, augmenter leur consommation d'eau pour compenser les pertes hydriques liées à l'évaporation et réduire leur consommation de matière sèche et le temps passé à ruminer, limitant ainsi la production de chaleur métabolique (Dovolou et al., 2023). A partir de 25°C, les bovins se mettent aussi activement en quête d'ombre afin de limiter l'augmentation de chaleur liée au rayonnement (Schütz et al., 2008). Par ailleurs, lorsque la température augmente, les bovins passent moins de temps en position allongée – ce qui leur permet, en restant debout, d'augmenter la surface corporelle disponible à la dissipation de la chaleur par convection et évaporation (Cook et al., 2007). Dans les cas les plus extrêmes (cf. [Figure 1](#)), l'exposition au chaud peut entraîner une déshydratation sévère des individus en absence de consommation suffisante d'eau, qui peut conduire à leur mort.



2.3 La zone de neutralité thermique

Estimation de la zone de neutralité thermique (Figure 1) : A ce jour, seule une estimation approximative de la ZNT des bovins est possible. La difficulté à estimer précisément la ZNT réside, entre autres, 1) dans la dépendance même de la ZNT à de nombreux facteurs endogènes (par exemple, l'âge des individus) comme exogènes (par exemple, l'humidité relative), 2) le manque de standardisation des indices thermiques (ex. indice température-humidité) et de consensus clair sur les seuils à partir desquels les animaux sont en stress thermique, et 3) le manque de recherches spécifiques sur la tolérance au froid des bovins. Sur la base des connaissances scientifiques actuelles (et synthétisées ci-dessus), l'EFSA situe tout de même la TCs des veaux comme des bovins adultes autour de 25°C. Les TCi sont moins clairement définies. Aucune valeur n'est proposée dans l'avis EFSA pour les bovins adultes, alors que d'autres sources l'estiment autour de 5°C (European Commission, 2019). La TCi des veaux semble, elle, varier entre 5 et 15°C – avec une plus grande sensibilité au froid pour les veaux non sevrés (Scanes, 2011).



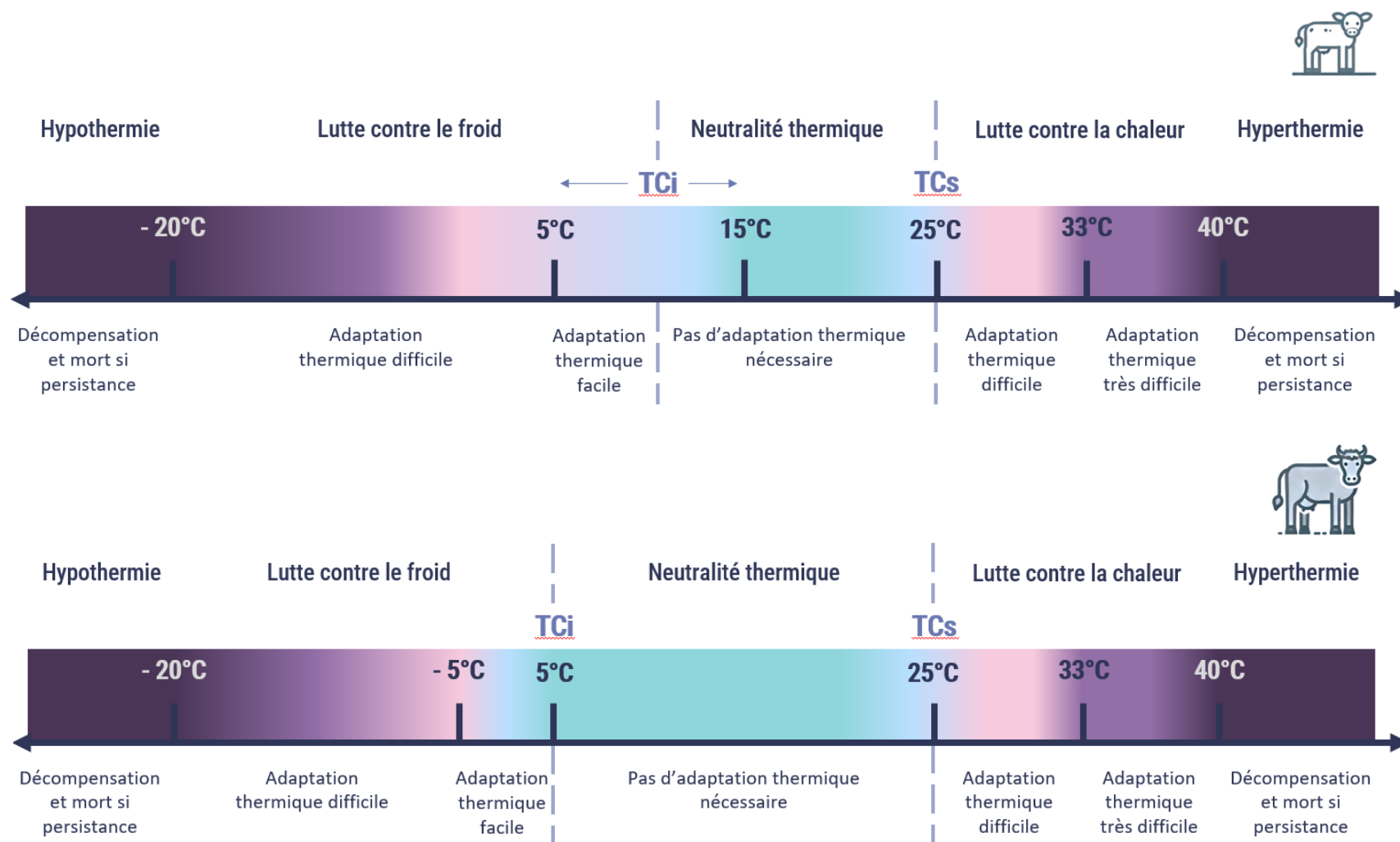


Figure 1. Représentation schématique de l'adaptation des bovins (veaux et bovins adultes) en fonction de la température ambiante - (adaptée de (Guingal, 2018)). *TCi* : Température Critique Inférieure (5°C chez les bovins adultes, plage entre 5-15°C pour les veaux), *TCs* : Température Critique Supérieure (25°C pour tout bovin). Les températures figurant sur la figure sont données à titre d'information sur la base des éléments mentionnés dans les sources citées précédemment. Elles ne font néanmoins pas toutes consensus faute de seuils clairement établis.



A titre indicatif, durant les trois mois de l'hiver 2023-2024, les moyennes des températures minimales en France étaient toujours en dessous de la limite haute de l'estimation de la TCi des veaux (15°C), bien qu'elles soient en majorité supérieures aux normales de saison (*Figure 2*). Les minimales en France étaient néanmoins supérieures à la TCi des bovins adultes pendant environ 47 jours, soit 52% de l'hiver 2023-2024 (*Figure 2*). A noter que l'hiver 2023-2024 se classe au 3e rang des hivers les plus doux depuis 1900 (Météo France, 2024a). Concernant l'été 2024, la chaleur est arrivée à partir de fin juillet avec une première vague de chaleur courte et intense, puis une seconde vague de chaleur plus longue et d'intensité moindre. Le Sud-Est du pays, et plus particulièrement le pourtour méditerranéen, ont connu une chaleur durable tout au long de l'été, avec notamment des températures nocturnes très chaudes (Météo France, 2024b). Les maximales quotidiennes moyennes à l'échelle de la France n'ont été en dessous de la TCs des bovins que pendant environ 30 jours, soit un tiers de l'été 2024 (*Figure 3*).

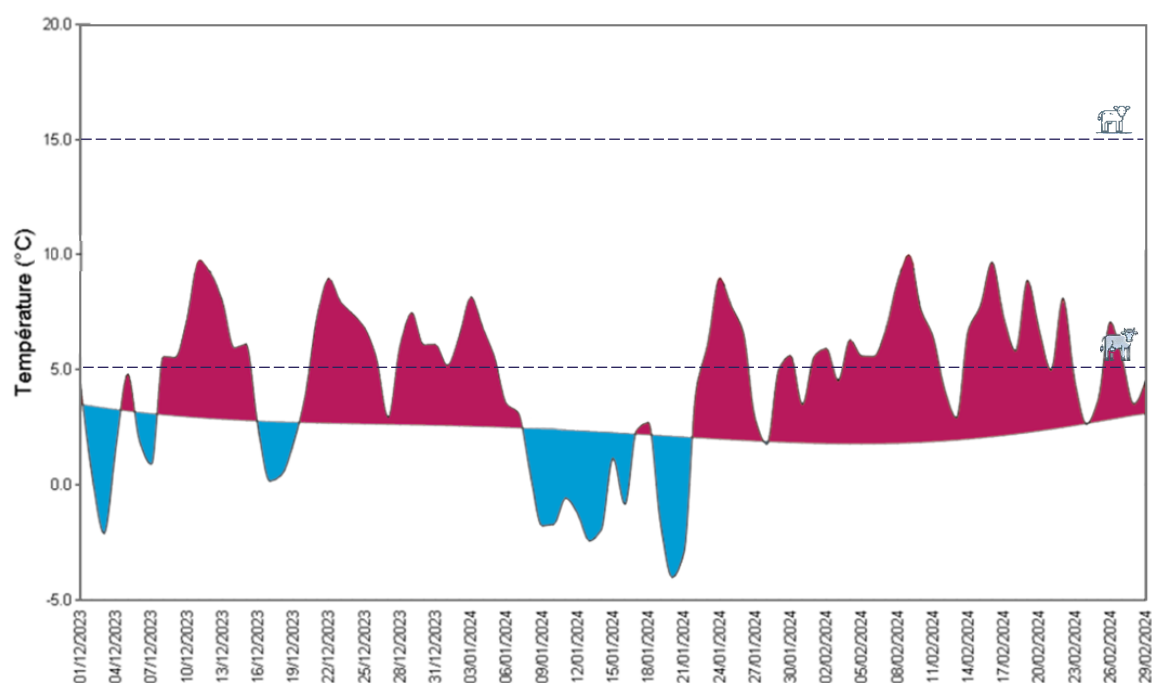


Figure 2. Evolution des températures minimales quotidiennes en France par rapport à la normale quotidienne du 1er décembre 2023 au 29 février 2024 (diagnostic établi à partir de l'indicateur thermique, moyenne des températures quotidiennes de 30 stations métropolitaines). Les lignes en pointillés représentent respectivement la limite haute de l'estimation de la TCi des veaux (15°C) et la TCi des bovins adultes (5°C). Adapté de (Météo France, 2024a)



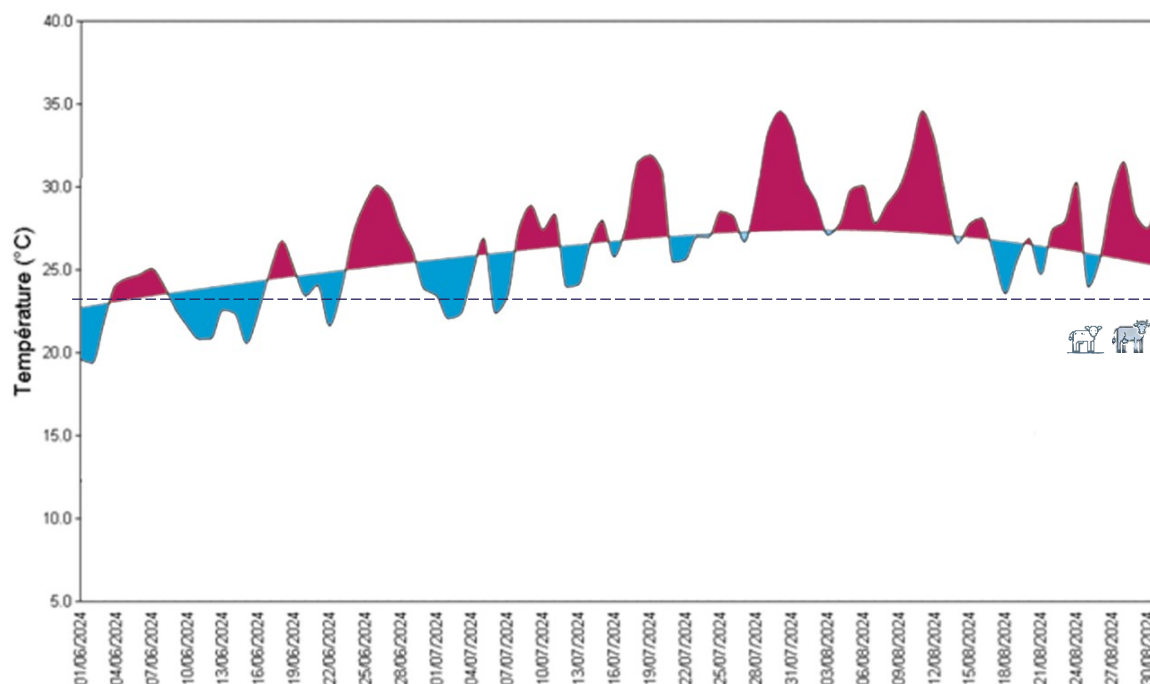


Figure 3. Evolution des températures maximales quotidiennes en France par rapport à la normale quotidienne du 1er juin 2024 au 31 août 2024 (diagnostic établi à partir de l'indicateur thermique, moyenne des températures quotidiennes de 30 stations métropolitaines). La ligne en pointillés représente la TCs des veaux et des bovins adultes (25°C). Adapté de (Météo France, 2024b)

3 Facteurs influençant le confort thermique des bovins

Deux grandes catégories de facteurs influencent la température ressentie par les bovins (et par conséquent les valeurs-seuils de la ZNT propre à chaque individu) : les facteurs endogènes et les facteurs exogènes.

3.1 Facteurs endogènes

Les facteurs endogènes, c'est-à-dire propre à l'animal, qui influencent la température ressentie par les bovins comprennent notamment :

- + **Le niveau de production** : Des individus à forte production sont généralement plus sensibles au chaud que des individus moins productifs puisqu'ils génèrent davantage de chaleur métabolique. A titre d'exemple, la TCs est estimée à 20-24°C pour les vaches Holstein et à plus de 32°C pour des races indigènes de zébus (que l'on peut retrouver par exemple dans les régions françaises d'Outre-mer).



- + **L'état corporel** : En raison de leur réserve limitée en graisse, de nombreuses vaches de réforme présentent un état corporel dégradé, pouvant accentuer leur inconfort lorsque la température est basse. [A l'inverse, les vaches grasses peuvent ressentir moins d'inconfort en cas de faibles températures.](#)
- + **Le stade gestationnel** : La sensibilité des vaches au chaud augmente en cours de gestation.
- + **L'âge** : Les jeunes veaux peuvent rencontrer des difficultés à thermoréguler correctement, en raison notamment de leur faible réserve en graisse. [L'EFSA ne mentionne pas de différence de capacité de thermorégulation entre les autres catégories d'âge de bovins, ce qui pourrait être un aspect à étudier.](#)
- + **Les températures rencontrées en élevage** : Les vaches sont sensibles au froid lorsqu'elles sont confrontées à des températures inférieures à celles auxquelles elles ont été habituées dans leur élevage.
- + **L'état de santé** : Les vaches de réforme souffrant de boiteries¹, de mammites et de troubles de la reproduction peuvent avoir davantage de difficultés à se thermoréguler lors du transport. De même, les veaux malades sont davantage vulnérables au stress au froid puisque les individus souffrants produisent généralement moins de chaleur métabolique. Les veaux atteints de pneumonie peuvent aussi être plus sensibles au chaud, en raison de leur capacité pulmonaire réduite.
- + **Le niveau d'agitation de l'animal** : L'EFSA liste le niveau d'agitation parmi les facteurs endogènes influençant la ZNT. En effet, les animaux agités et/ou effectuant un effort physique produisent plus de chaleur métabolique et sont donc plus sensibles au stress au chaud. A noter donc qu'en période de forte chaleur, les phases de chargement et de déchargement, notamment, accentuent le risque de stress au chaud (Brown-Brandl, 2013).
- + **La couleur du poil** : La couleur de la robe peut également influencer la ZNT des bovins. En particulier, plusieurs études indiquent que la température corporelle des vaches de couleur noire augmente plus vite que celle des vaches rousses et blanches. Les vaches de couleur noire mettraient également plus longtemps à dissiper la chaleur (Anzures-Olvera et al., 2019; Holliday et al., 2023).
- + **La race** : Les races laitières sont généralement plus sensibles au chaud que les races allaitantes. [Cela est notamment lié à une combinaison de facteurs listés précédemment \(niveau de production, état corporel, caractéristiques du poil, etc.\). Aucun effet spécifique de la race sur la ZNT n'a été démontré pour le moment.](#)

¹ A noter que les vaches fortement boiteuses, c'est-à-dire qui ne peuvent pas se déplacer sans assistance et sans souffrance supplémentaire, ne sont pas transportables.



3.2 Facteurs exogènes

En dehors de la température ambiante, plusieurs facteurs exogènes influencent la température ressentie par les bovins pendant le transport. Idéalement, chacun de ces facteurs devrait être pris en compte dans l'évaluation des conditions de transport des animaux. Les facteurs exogènes comprennent :

- + **L'humidité** : Le risque de stress thermique au chaud s'accroît considérablement lorsque l'humidité de l'air augmente. Des taux d'humidité élevés dans l'air réduisent l'efficacité de l'évaporation (transpiration, léchage et halètement) utilisée comme principal moyen de thermorégulation par les bovins lorsque la température ambiante est élevée. En d'autres termes, l'humidité abaisse la valeur de la TCs en limitant l'efficacité des mécanismes de perte de chaleur des bovins. [L'effet combiné de la température et de l'humidité relative sur le risque de stress thermique peut s'évaluer à l'aide du THI \(Encadré 1\).](#)



Encadré 1. L'indice Température-Humidité (THI) : méthode de calcul et implications pour les bovins

Le THI est un indicateur qui vise à estimer le degré d'inconfort d'un animal en fonction de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air. Plusieurs formules existent pour calculer le THI. L'institut de l'élevage français utilise notamment la formule suivante, définie par le National Research Council (1971) :

THI = 0,8 x TA + (HR/100) x (TA - 14,4) + 46,4 avec TA la température ambiante (en °C) et HR l'humidité relative (en %)

Les seuils de THI suivants peuvent être considérés pour les **vaches laitières** (Broucek et al., 2009; Brown-Brandl et al., 2003; Collier & Collier, 2012) :

- **THI < 68** (vaches à haut niveau de production) ou **< 72** (vaches à production standard) : pas de stress thermique
- **68 ≤ THI < 72** : stress thermique léger
- **72 ≤ THI < 78** : stress thermique modéré
- **78 ≤ THI < 82** : stress thermique sévère
- **THI ≥ 82** : stress thermique extrême

Ainsi, à une TA de 30°C :

- Si l'humidité relative est de **5%**, les vaches laitières pourraient ressentir un stress thermique **léger** (THI = 71,18)
- Si l'humidité relative est de **70%**, les vaches laitières pourraient ressentir un stress thermique **sévère** (THI = 81,32)

Pour les **bovins allaitants**, les seuils de THI suivants peuvent être considérés (Gaughan et al., 2008) :

- **THI < 70** : peu ou pas de stress thermique
- **70 ≤ THI < 77** : stress thermique modéré
- **77 ≤ THI < 85** : stress thermique sévère
- **THI ≥ 85** : stress thermique extrême

- + **Le rayonnement solaire** : Le rayonnement du soleil sur le toit et les côtés du camion peut augmenter la température au sein du véhicule, et ainsi le risque de stress au chaud pour les animaux. **L'effet combiné de la température, du rayonnement solaire, de l'humidité relative et de la vitesse de l'air sur le risque de stress thermique peut s'évaluer à l'aide du HLI (Encadré 2).**



Encadré 2. L'indice de charge thermique (HLI – Heat loaded index) : méthode de calcul et implications pour les bovins (Gaughan et al., 2008)

Le HLI est un indicateur qui vise à estimer le degré d'inconfort d'un animal en prenant en considération l'humidité relative de l'air, la vitesse de l'air et le rayonnement solaire. Il se calcule selon deux formules, en fonction de la température ambiante.

Lorsque $TA < 25^{\circ}C$, on calcule le HLI de la façon suivante :

$HLI = 10,66 + (0,28 \times HR) + (1,3 \times TGN) - VA$ avec HR l'humidité relative (en %), TGN la Température Globe Noir (température mesurée à l'intérieur d'un outil nommé « globe noir », en $^{\circ}C$) et VA la vitesse de l'air (en m/s)

Lorsque $TA > 25^{\circ}C$, on calcule le HLI de la façon suivante :

$HLI = 8,62 + (0,38 \times HR) + (1,55 \times TGN) - (0,5 \times VA) + e^{(2,4 - VA)}$ avec TA la température ambiante (en $^{\circ}C$) et RH l'humidité relative (en %)

Les seuils de HLI suivants peuvent être considérés pour les **bovins** :

- **$HLI < 70$** : pas de stress thermique
- **$70 \leq HLI < 77$** : stress thermique léger
- **$77 \leq HLI < 86$** : stress thermique modéré
- **$86 \leq HLI < 96$** : stress thermique sévère
- **$HLI \geq 96$** : stress thermique extrême

- + **L'infiltration d'eau et de neige** : Les infiltrations d'eau et de neige dans le camion sont des facteurs de risque de stress au froid (European Commission, 2019).
- + **La circulation de l'air dans le camion** : La circulation d'air autour de la tête et du corps des animaux facilite la dispersion de la chaleur corporelle et stabilise les niveaux de gaz, abaissant ainsi la température ressentie par les animaux (*Encadré 2*). Elle agit en remplaçant l'air chaud et humide produit par les animaux par de l'air plus frais en provenance de l'extérieur. Plusieurs facteurs interdépendants influencent l'efficacité de la circulation de l'air dans le camion, notamment **le type de ventilation et la vitesse du camion**. La ventilation passive repose sur deux flux d'air principaux : 1) un flux horizontal lié au déplacement du camion et à la différence de pression d'air créée entre l'avant et l'arrière du véhicule (créant un mouvement d'air continu de l'arrière vers l'avant du camion) et 2) un flux d'air vertical dû à l'effet cheminée lié à des différences de températures (créant un mouvement d'air chaud remplacé par de l'air froid – du bas vers le haut). Lorsque le camion ralentit jusqu'à s'arrêter, le mouvement du camion ne permet plus de créer la différence de pression nécessaire à l'entrée de l'air frais et à la sortie de l'air chaud, et l'efficacité de la ventilation passive est alors limitée. Le risque de stress thermique au chaud en raison de



l'accumulation de la chaleur et de l'humidité augmente donc – notamment pour les animaux situés au plus haut niveau du véhicule (où l'air chaud s'accumule, sans être efficacement remplacé par de l'air plus frais). Une ventilation mécanique est souvent plus efficace qu'une ventilation passive pour créer un flux d'air, la circulation de l'air à l'intérieur du camion étant forcée par l'activation de ventilateurs d'une certaine puissance. A noter toutefois, que lorsque la température est basse, une ventilation trop importante peut *a contrario* engendrer un stress au froid (European Commission, 2019).

- + **La position des animaux dans le camion :** La majorité des camions de transport utilisés dans l'Union européenne sont à deux niveaux. En raison des flux d'air explicités ci-dessus, en périodes chaudes, les animaux situés à l'avant et en haut du véhicule sont donc plus exposés au risque de stress au chaud que les autres individus. En effet, les emplacements les plus chauds se situent à l'avant au plus haut niveau du camion, alors que les emplacements les plus froids se situent à l'arrière au niveau le plus bas du camion. En périodes froides, lorsque la température extérieure avoisine 0°C, une étude récente a montré que la température enregistrée pendant le transport au niveau du pont supérieur (15,2°C) était significativement plus basse que celle de l'étage inférieur (16,9°C) (Pasquale et al., 2024). De plus, les zones proches des ouvertures du camion sont également plus fraîches, en raison de la circulation d'air. [Ainsi, en hiver, les bovins situés en haut du camion, en particulier ceux situés à proximité des volets d'aération, sont plus exposés au stress au froid.](#)
- + **La densité de chargement :** En périodes chaudes, les risques de stress au chaud sont accrus lorsque les animaux sont transportés à des densités de chargement élevées car davantage d'individus produisent de la chaleur métabolique et de l'humidité.
- + **L'espace vertical :** Les animaux peuvent rencontrer des difficultés à thermoréguler correctement lorsque l'espace est limité au-dessus des animaux - la ventilation de l'air au sein du véhicule étant alors réduite.
- + **La consommation d'eau :** Une privation d'eau avant et pendant le transport augmente le risque de stress thermique, notamment en cas de températures élevées puisque la transpiration et le halètement (tout comme l'excrétion d'urine et de fèces durant le voyage) entraînent une perte d'eau importante qui ne peut alors pas être remplacée. Si les bovins ne boivent pas durant le trajet, la soif et un état de déshydratation des animaux peuvent s'installer (associés à une perte de poids importante), ainsi qu'une perturbation de l'équilibre électrolytique, et l'altération des fonctions rénales et hépatiques. Des changements physiologiques probablement associés à une privation d'eau ont été constatés à partir de 9 h de transport. Plusieurs facteurs conditionnent la consommation d'eau des bovins comme la disponibilité, l'accessibilité et le nombre d'abreuvoirs, ainsi que la familiarité des individus avec ces dispositifs. L'absence (ou l'insuffisance) de points d'eau dans la zone de chargement et dans le camion, la difficulté d'accès et/ou le manque de familiarité des individus avec les dispositifs d'abreuvement constituent donc des facteurs



risquant de favoriser le stress thermique. Néanmoins, il convient de noter que la consommation d'eau par les bovins n'est pas garantie par l'installation d'abreuvoirs au sein du camion. En effet, certaines études suggèrent que les bovins boivent moins pendant le transport qu'en élevage, même si des abreuvoirs sont disponibles.

- + **Les durées de périodes d'attente** : Tout retard dans les opérations de chargement et de déchargement (du fait, par exemple, d'un manque d'organisation ou d'un personnel non formé) expose les individus à un risque de stress thermique plus élevé, notamment par temps chaud et humide. Lorsque le temps d'attente est accru, les animaux passent plus de temps confinés à l'intérieur du camion souvent dans des conditions de ventilation limitée. L'accumulation de chaleur à l'intérieur du véhicule est alors favorisée, créant ainsi un environnement propice au stress thermique.
- + **La durée du transport** : Peu de recherches ont, pour l'heure, examiné l'effet de la durée du transport sur le stress thermique des bovins, et celles disponibles ont en majorité été réalisées dans des conditions proches de la ZNT. Néanmoins, une augmentation des durées de transport exposerait les bovins à une accumulation de facteurs susceptibles d'accroître le risque de stress thermique – avec, par exemple, un plus grand risque d'exposition des bovins à des températures et à une humidité excessives durant la journée et à une privation prolongée d'eau et d'aliments.
- + **Les caractéristiques de l'itinéraire** : En fonction de l'itinéraire emprunté pour chaque trajet, les facteurs listés précédemment vont être plus ou moins impactants sur le risque de stress thermique ressenti par les bovins. Par exemple, les vaches de réforme envoyées à l'abattoir par l'intermédiaire de marchés aux enchères sont généralement transportées sur de plus longues durées avec un accès aux ressources en aliments et en eau très limité. Le poids et l'état corporel des vaches peuvent alors se dégrader, et des signes de déshydratation peuvent apparaître accentuant alors le risque de stress thermique.



4 Leviers d'action pour améliorer le confort thermique des bovins durant le transport en camion

4.1 Leviers d'action en cas de fortes températures

Les mesures suivantes peuvent être considérées pour améliorer le confort thermique des bovins et éviter que les températures au sein du véhicule ne dépassent 25°C². Pour information, la Commission européenne recommande de ne pas transporter les bovins lorsque les prévisions météorologiques annoncent des températures extérieures dépassant 21°C pour les vaches laitières, et 25°C pour les veaux ainsi que les autres bovins adultes sur tout ou partie du trajet prévu (European Commission, 2019).

4.1.1 Leviers d'action en phase de (dé)chargement

Certaines mesures de précaution doivent être appliquées dès la phase de chargement, pour limiter le risque de développement de stress au chaud des animaux une fois ces derniers transportés à bord du camion.

Conditions de chargement :

- + **Période de chargement :** Le chargement doit être effectué lorsque les températures sont les plus faibles, c'est-à-dire tard le soir, tôt le matin ou durant la nuit si nécessaire.
- + **Aménagement des aires d'attente :** L'aire d'attente doit être équipée 1) d'un abri ombragé pour réduire l'exposition directe des individus au rayonnement solaire et 2) de points d'eau pour prévenir ou *a minima* limiter la déshydratation durant le transport. **Il est également bénéfique pour les animaux de s'assurer de la bonne ventilation de cette zone.** Des systèmes de brumisation ou de douches peuvent aussi être mis en place pour refroidir les animaux. L'utilisation de tels systèmes doit, néanmoins, avoir lieu dans une zone bien ventilée puisque leur usage seul augmente l'humidité et par conséquent la vulnérabilité des individus au chaud. **Cela est particulièrement important lorsque l'air est également humide (en plus de l'animal)**

² Les mesures listées dans cette partie ne sont pas hiérarchisées par ordre d'importance.



et par conséquent l'évaporation limitée. A noter que les risques liés au transport des animaux humides n'ont pas ou peu été étudiés.

Gestion du stress des bovins :

- + **Manipulation des bovins :** Le stress lié à la manipulation – et l'agitation des individus qui en découle – peut être réduit en appliquant les bonnes pratiques de manipulation des bovins (cf. partie « 3.3 Manipulation lors du chargement » du Guide de bonnes pratiques pour le transport des bovins, European Commission, 2018).
- + **Conception des installations :** Les installations doivent être conçues et entretenues de façon à garantir la sécurité des bovins et éviter d'augmenter leur niveau d'agitation et par conséquent leur risque de stress thermique (par exemple, avec un circuit de chargement adapté aux bovins, ou encore une rampe d'accès au camion de pente inférieure ou égale à 20° avec un revêtement antidérapant).

Organisation des opérations de transport :

- + **Planification des opérations :** Les opérations de chargement et de déchargement des bovins doivent être planifiées avec soin de façon à optimiser le temps de transport et garantir que les animaux soient transportés dans des conditions optimales³. Le remplissage du réservoir d'eau pour alimenter les abreuvoirs à bord du camion ne doit, par exemple, pas être oublié pour les trajets de courte durée⁴ (European Commission, 2019).
- + **Coordination entre les opérateurs :** Le personnel présent sur les différents sites de destination doit être informé de l'heure d'arrivée des animaux afin de garantir que les installations soient prêtes, évitant ainsi tout retard pouvant aggraver l'état des animaux.

Gestion des cas particuliers :

- + **Animaux présentant des signes de déshydratation :** Les animaux montrant des signes de déshydratation (persistance du pli de peau, énophtalmie, dessèchement des muqueuses, fréquence cardiaque et fréquence respiratoire augmentées) avant de monter dans le camion ne doivent pas être chargés. Ces derniers doivent être immédiatement retirés de la zone de chargement et placés dans un endroit frais avec un accès à l'eau.
- + **Alimentation des veaux :** L'approvisionnement des veaux non sevrés en lait au sein des camions n'ayant pour l'heure pas été documenté, les veaux doivent avoir consommé du lait (ou tout autre substitut) avant d'être chargés dans le camion de manière à éviter tout épuisement énergétique et/ou une hypoglycémie durant le transport. L'administration du repas doit, toutefois, être effectuée environ quatre

³ Ces modifications peuvent nécessiter une adaptation des conditions de travail du personnel impliqué.

⁴ Le remplissage du réservoir d'eau pour alimenter les abreuvoirs à bord du camion est obligatoire pour les trajets de longue durée.



heures avant le chargement des individus pour assurer une digestion correcte et limiter le risque de diarrhées – et donc de déshydratation – pendant le voyage. Les manipulations liées au chargement immédiatement après le repas empêchent en effet la formation de caséine dans leur caillette, ce qui accroît le risque de troubles digestifs. **Il est à noter que le transport des veaux en période chaude nécessite une préparation adaptée de l'éleveur afin de pouvoir alimenter les veaux quatre heures avant le chargement de nuit ou tôt le matin.** Pour favoriser la digestion, les veaux doivent en outre bénéficier d'un espace suffisant dans la zone d'attente pour s'allonger et se reposer avant le chargement.

4.1.2 Leviers d'action pendant le transport en camion

Organisation des opérations de transport :

- + **Période de transport** : Le transport des bovins lors des périodes les plus fraîches de la journée (dont la nuit) sont à privilégier. Pour rappel, l'EFSA recommande que les bovins ne soient pas transportés lorsque les températures dans le camion dépassent 25°C (pour l'estimation de ces températures, cf. partie « Monitoring du stress thermique » ci-dessous).
- + **Durées des arrêts** : Il convient d'optimiser les durées des arrêts afin qu'ils soient les plus courts possibles (bien qu'en adéquation avec les temps d'arrêt minimaux pour les conducteurs), notamment en l'absence de climatisation au sein des camions. **En périodes chaudes, les trajets courts, ne nécessitant pas d'arrêt (pour le conducteur comme pour les animaux), devraient être privilégiés.** Dans le cas de trajets nécessitant un déchargement des animaux, une durée suffisante (*a priori* plus de 12h) entre le déchargement et le chargement devrait être prévue afin que les bovins puissent s'abreuver, se reposer et s'alimenter.

Aménagement des camions :

- + **Matériaux de construction** : L'EFSA recommande que les camions soient équipés de matériaux isolants et réfléchissants à l'extérieur pour limiter l'augmentation des températures au sein du véhicule par rayonnement solaire.
- + **Système de ventilation** : L'utilisation d'une ventilation mécanique, notamment lorsque le camion est à l'arrêt, est fortement recommandée pour limiter le risque de stress au chaud. A noter, tout de même, que par temps chaud et humide, une ventilation même mécanique peut être insuffisante pour maintenir les animaux dans un microclimat confortable – les températures à l'intérieur du camion restant toujours supérieures aux températures extérieures en l'absence de systèmes de refroidissement. Pour les camions ne disposant que d'une ventilation passive, la surface totale de ventilation devrait représenter plus de 40 % de la surface totale des côtés de la remorque et aucun élément structurel du camion ne devrait



compromettre les mouvements d'air dans la remorque (European Commission, 2019).

- + **Densité de chargement** : Une réduction de la densité de chargement des bovins aiderait aussi à prévenir le stress thermique, en particulier si le véhicule ne dispose pas de ventilation mécanique. Une réduction de chargement de 20% a été suggérée par rapport aux densités réglementaires actuelles (Council Regulation (EC) No 1/2005) mais son efficacité n'a pas été prouvée scientifiquement. Toute modification de la densité de chargement devrait aussi intégrer l'espace nécessaire à l'installation d'abreuvoirs au sein des camions, qui devraient être suffisants pour permettre à tous les bovins de s'abreuver simultanément.
- + **Hauteur des compartiments** : La hauteur des compartiments au sein du camion doit être suffisante pour assurer une ventilation efficace. Les jours où la température n'excède pas 20°C, une hauteur égale à 20 cm plus 1,17 fois la hauteur au garrot du plus grand bovin transporté est suggérée pour assurer une bonne circulation de l'air autour des individus. A des températures plus chaudes, une hauteur plus importante pourrait être nécessaire si le camion ne dispose pas de ventilation mécanique, afin de favoriser une ventilation passive plus importante et abaisser ainsi la température effective. [Les hauteurs optimales nécessaires aux bovins \(adultes et veaux\) quelles que soient les conditions climatiques devraient néanmoins être davantage étudiées.](#)

Monitoring du stress thermique :

- + **Position des capteurs** : Pour suivre l'ambiance thermique pendant le transport, les véhicules doivent être équipés de capteurs enregistrant les conditions microclimatiques ([par ex. les THI et HLI, cf. Encadré 1 et Encadré 2](#)) au plus près de la position des animaux dans le véhicule, et à plusieurs endroits pour inclure les points chauds et les points froids. Il est en outre recommandé d'installer au minimum deux capteurs pour chaque niveau du camion (European Commission, 2019).
- + **Paramètres à mesurer** : Pour évaluer au mieux le microclimat dans lequel les individus évoluent, les capteurs utilisés devraient mesurer, *a minima*, une combinaison des paramètres de température et d'humidité.
- + **Fiabilité des capteurs** : Les capteurs doivent être étalonnés et leur bon fonctionnement doit être vérifié régulièrement pour s'assurer de leur fiabilité.
- + **Lecture des capteurs** : Le conducteur du véhicule doit pouvoir surveiller le microclimat (température et humidité *a minima*) à l'intérieur du véhicule et ajuster rapidement et facilement la ventilation lorsque les températures se rapprochent des seuils de la ZNT. Si une pause est nécessaire pour cela, il convient de choisir un lieu ombragé et de restreindre la durée de la pause au minimum.



4.1.3 Leviers d'action pendant les pauses

Au cours du trajet, il peut être nécessaire de faire une ou plusieurs pauses afin de permettre aux animaux de se reposer, s'abreuver et s'alimenter. Deux types de pauses peuvent être réalisées : soit **à bord du camion** directement, soit en déchargeant les individus dans un **poste de contrôle**. Afin d'éviter toute conséquence négative sur les bovins, l'EFSA recommande de favoriser les trajets ne nécessitant pas de pauses, notamment en période de forte chaleur, si le camion ne dispose pas de climatisation. Lorsqu'une pause est nécessaire pour les animaux, l'EFSA recommande de favoriser le déchargement des animaux aux pauses à l'intérieur du camion, et de faire des pauses suffisamment longues pour permettre aux animaux de s'abreuver, se reposer et s'alimenter. Dans tous les cas, les mesures ci-dessous doivent être considérées si une pause est réalisée en période chaude.

A bord du camion :

- + **Ventilation** : Si le camion n'est pas équipé d'un système de ventilation mécanique, il est crucial de s'assurer que les espaces de ventilation sont suffisamment grands et bien conçus pour éviter l'accumulation de chaleur lorsque le véhicule est à l'arrêt. Il est également essentiel d'éviter d'arrêter le véhicule dans des endroits où la ventilation est restreinte. L'activation de ventilateurs à bord d'un véhicule stationnaire permet d'abaisser la température interne de 2-3°C quand la température extérieure atteint 30°C (Pasquale et al., 2024).
- + **Accès à l'eau** : L'EFSA recommande que les camions soient équipés d'abreuvoirs en nombre suffisant pour permettre à tous les bovins de s'abreuver simultanément. Il est à noter que l'approvisionnement en eau dans un véhicule à l'arrêt ne garantit pas sa consommation par les individus. Plusieurs études ayant examiné l'effet d'une pause en milieu de trajet pour fournir de la nourriture, de l'eau et du repos au sein du véhicule ont rapporté un succès limité pour améliorer le bien-être des individus. Il est néanmoins essentiel que les animaux puissent avoir accès à l'eau pour se rafraîchir s'ils le souhaitent.
- + **Durée des pauses** : La durée optimale de pause à bord du camion pour permettre aux animaux de s'alimenter, de s'abreuver et de se reposer n'est pas connue. La littérature suggère que les pauses d'une heure à bord du camion ne sont pas suffisantes pour permettre à tous les animaux de s'alimenter, s'abreuver et se reposer. **Il est à noter que la durée des pauses entraîne un rallongement de la durée du transport, et donc des contraintes liées au transport pour l'animal. Le bien-être des animaux est alors un compromis entre l'enjeu d'une pause efficace et la durée totale du transport avant le déchargement à la destination finale.**
- + **Lieu de stationnement** : Il convient de garer le camion à l'ombre, en particulier si celui-ci ne dispose pas de climatisation, afin d'éviter que le rayonnement solaire augmente la température effective.



Poste de contrôle :

- + **Accès à l'eau :** L'accès à l'eau doit être facile et immédiat à l'arrivée au poste de contrôle. Les ressources en eau doivent être fournies en quantité suffisante dans des dispositifs adaptés aux individus – d'autant plus si l'accès à l'eau durant le trajet est limité. Les bovins adultes et en croissance ont des besoins en eau importants pour maintenir leur homéostasie. Ces besoins varient entre 27 et 66 L/jour pour de jeunes bovins et peuvent aller jusqu'à 100 L/jour pour les vaches laitières à haute production. Au poste de contrôle, l'EFSA recommande de fournir des abreuvoirs adaptés, avec un débit minimum de 12 L/min, une hauteur d'abreuvoir de 0,5 m pour les jeunes veaux (50 kg) et de 0,75 m pour les bovins de plus de 650 kg. Un abreuvoir est requis pour 10 bovins, avec au moins deux abreuvoirs par enclos, espacés d'au moins 60 cm.
- + **Durée des pauses :** Les pauses au poste de contrôle doivent être suffisamment longues pour permettre à chaque animal de manger, de boire et de se reposer. Les études actuelles ne sont pas concluantes quant à leur durée optimale.

Gestion des cas particuliers :

- + **Animaux présentant des signes de stress thermique :** Si des signes de stress thermique sont constatés par le conducteur durant une pause, les animaux devraient être déchargés rapidement dans une zone ombragée, ventilée, avec un approvisionnement en eau. Les animaux peuvent être rafraîchis grâce à des systèmes de brumisation ou de douches, couplés à une bonne ventilation si l'humidité relative est importante. Si le déchargement est impossible dans l'immédiat, le conducteur doit s'assurer de finaliser le trajet dans les plus brefs délais, en augmentant la ventilation.

4.2 Leviers d'action en cas de températures basses

Les mesures suivantes peuvent être considérées pour améliorer le confort thermique des animaux dans le camion, et éviter que les températures au sein du véhicule ne descendent sous les TCi des individus transportés. A noter que les leviers d'action mentionnés ci-dessous ont majoritairement été mentionnés par l'EFSA dans le but d'améliorer le confort thermique des veaux spécifiquement. [Il semble qu'ils soient également pertinents pour les bovins adultes](#). Pour information, la Commission européenne recommande de ne pas transporter les bovins (veaux et adultes) lorsque les prévisions météorologiques annoncent des températures extérieures inférieures à 5°C sur tout ou partie du trajet prévu (European Commission, 2019).



4.2.1 Leviers d'action pendant le transport en camion

Approvisionnement en litière :

- + **Type de litière** : Une litière adaptée aide à réduire le stress dû au froid en limitant la perte de chaleur. La paille est considérée comme la meilleure option.
- + **Profondeur de litière** : Une litière suffisamment profonde permet à un veau de s'y blottir et d'emprisonner une couche d'air chaud autour de lui – réduisant ainsi sa TCi. Une profondeur minimale de 15 cm est recommandée. Cela nécessite également que le veau ait la possibilité de se coucher.
- + **Etat de la litière** : La litière propre et sèche permet de maintenir sa fonction isolante en empêchant l'humidité de se propager.

Densité de chargement :

La densité de chargement dans les camions influence le confort thermique des veaux en modifiant la production de chaleur et le niveau d'humidité. Les individus doivent disposer de suffisamment d'espace pour adopter des postures leur permettant de conserver davantage de chaleur (en particulier se coucher) et pour pouvoir s'éloigner des zones les plus froides. Cependant, aucune étude n'a encore établi de recommandations précises quant à l'espace minimal requis pour prévenir le stress au froid chez les veaux.

Protection contre les intempéries :

Des bâches de protection peuvent être utilisées pour protéger les animaux du vent, de la pluie et de la neige (European Commission, 2019). Les ouvertures/fermetures des fenêtres et des volets doivent être ajustées aux conditions météorologiques (European Commission, 2019) **et doivent pouvoir être mobilisées (ouvertes ou fermées) de manière simple et rapide en cas de changement brusque de conditions climatiques.**

Gestion de l'eau :

L'exposition au froid peut engendrer une déshydratation des animaux. Le gel des conduites d'eau et des abreuvoirs doit donc être empêché pour permettre aux animaux de s'abreuver à bord du camion s'ils le souhaitent. L'utilisation de chauffage ou l'ajout de mélanges de glycérine et de glucose dans l'eau permettent de prévenir le gel (European Commission, 2019). **Il peut également être envisagé de fournir aux animaux de l'eau tiède non stagnante.** En effet, en périodes froides, les bovins boivent plus facilement de l'eau lorsqu'elle est tiède (Grossi et al., 2021; Petersen et al., 2016).

En cas d'arrêt du véhicule :

- + **Stationnement** : Le camion doit être stationné dans une zone à l'abri du vent (European Commission, 2019).



- + **Protection contre les intempéries** : Les équipements de protection contre les intempéries (pour empêcher la pluie ou le vent de pénétrer, cf. paragraphe dédié précédent) doivent être renforcées tout en maintenant une ventilation adéquate (European Commission, 2019).

4.2.2 Leviers d'action pendant les pauses

Gestion des ressources :

- + **Approvisionnement en nourriture** : Lorsque les bovins sont exposés à des températures basses ou à du vent (par exemple, lorsque le véhicule est en mouvement), leurs besoins alimentaires sont exacerbés pour couvrir les pertes énergétiques liées au maintien de leur température corporelle. Puisqu'aucune étude n'a pour l'heure permis de mettre en évidence des stratégies réussies pour inciter les bovins à consommer de la nourriture à bord des camions, il est essentiel que ces derniers aient immédiatement accès à de la nourriture en quantité suffisante une fois déchargés. A titre d'information, les changements physiologiques associés à une sensation de faim peuvent apparaître au bout de 12h. En l'absence d'une distribution *ad libitum* de la nourriture durant les pauses, les mangeoires devraient être disponibles en quantités suffisantes pour limiter toute compétition (valeurs quantitatives non établies à ce jour).
- + **Approvisionnement en eau** : De l'eau doit être fournie aux bovins en même temps que la nourriture.

5 Conclusions et recherches à mener

5.1 Conclusions du rapport

Lorsque les prévisions météorologiques pendant tout ou partie du trajet ne permettent pas d'assurer le maintien des bovins dans leur zone de neutralité thermique à l'intérieur du camion, le transport ne devrait pas avoir lieu, afin de réduire le risque de stress thermique chez les animaux. L'EFSA n'indique pas de durée seuil en dessous de laquelle les animaux pourraient être transportés en conditions sous-optimales. Ainsi, quelle que soit la durée du transport, aucun bovin ne devrait être transporté lorsque les températures au sein du camion risquent d'être supérieures à 25°C ou inférieures à 5°C (ou 15°C pour les veaux). Par temps chaud, il est donc préférable d'organiser le transport tôt le matin ou pendant la nuit.



Afin de surveiller les conditions climatiques au sein des véhicules de transport, l'installation de capteurs capables de mesurer le microclimat (à minima température, humidité et vitesse de l'air afin de pouvoir évaluer la température effective) en plusieurs points stratégiques du camion (à minima à chaque niveau du camion, près des ouvertures et à l'avant) est indispensable. Ces capteurs doivent être connectés à un système d'alerte intégré dans la cabine du chauffeur, qui signalerait immédiatement tout rapprochement ou dépassement des seuils thermiques critiques. Cette configuration permettrait aux chauffeurs d'appliquer les actions préventives et correctives nécessaires (cf. partie 4) pour atténuer le risque de stress thermique. A noter que les leviers identifiés dans ce rapport sont à considérer en interaction les uns avec les autres afin que les mesures mises en place soient les plus efficaces possibles (par ex. augmenter la ventilation passive est plus utile pour lutter contre le stress au chaud si aucune ventilation dynamique n'est présente dans le camion).

Si aucune action n'est efficace ou ne peut être mise en place dans un délai raisonnable, le déchargement des animaux devrait alors être effectué aussi vite que possible. Cela implique néanmoins de développer le réseau de structures d'accueil des animaux en cours de transport.

Pour que les chauffeurs puissent appliquer les mesures préventives et correctives adéquates et détecter un éventuel stress thermique chez les animaux transportés, il est essentiel qu'ils soient correctement formés aux bonnes pratiques et à la lecture des indicateurs de stress thermique sur les animaux.

Enfin, seule la zone de neutralité thermique des bovins a été considérée dans cette expertise par souci de clarté et d'opérationnalité. L'EFSA insiste néanmoins dans son avis sur le fait que les bovins sont en situation de confort thermique optimal lorsque les températures sont comprises dans leur zone de confort thermique (ZCT). Ainsi, la considération de la ZCT dans l'évaluation des conditions de transport sur le bien-être des individus devrait tout de même prévaloir sur celle de la ZNT. Cela implique que les contours de la ZCT des bovins soient mieux définis, celle-ci ayant été, pour l'heure, peu étudiée.

5.2 Recherches à mener

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour 1) mieux appréhender les conditions de confort thermique des bovins (et ce à tous les stades physiologiques) et 2) confirmer la pertinence des mesures préventives et correctives suggérées, les optimiser et définir des valeurs quantitatives afin d'assurer leur efficacité en conditions de transport.

La *Figure 4* synthétise les axes de recherche à développer et les actions à mettre en place afin de combler les trous de connaissance actuels et ainsi limiter les risques de stress thermique des bovins pendant le transport.



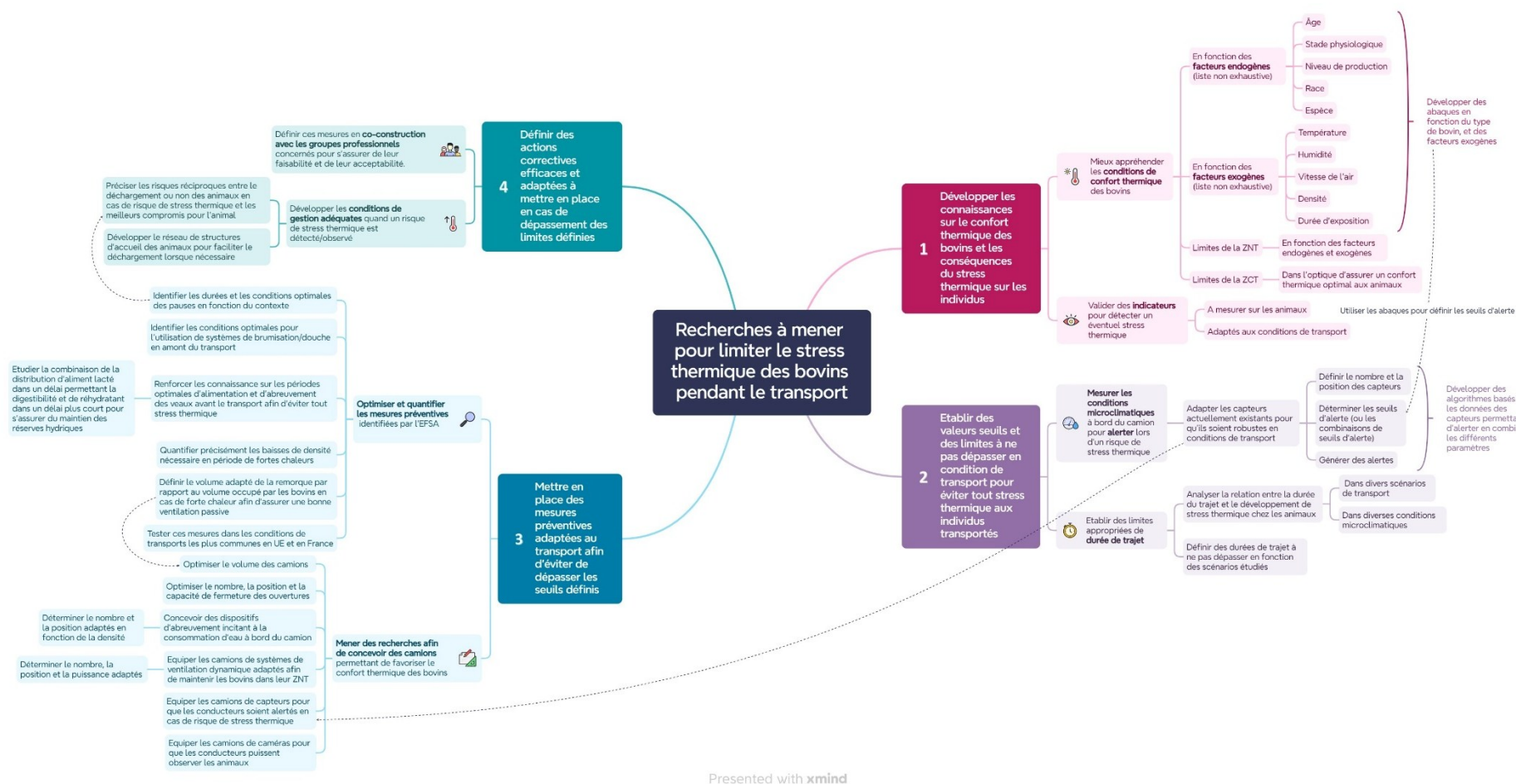


Figure 4. Synthèse des axes de recherche à mener pour limiter les risques de stress thermique des bovins pendant le transport



5.3 Autres pistes d'amélioration

Au moins deux mesures plus globales, et non abordées dans l'avis EFSA, devraient aussi être considérées pour réduire significativement le stress des animaux durant le transport : l'abattage (et l'élevage) des animaux sur des **sites à proximité** des sites d'origine pour réduire les durées de transport, privilégiant ainsi le **transport** – autant que possible – **de carcasses** plutôt que d'animaux vivants.

Par ailleurs, les **exportations** d'animaux vivants en-dehors de l'Union européenne devraient être approuvées uniquement si le bien-être des animaux est respecté au regard de la réglementation européenne.





Bibliographie

Alexander, G., Bennett, J. W., & Gemmell, R. T. (1975). Brown adipose tissue in the new-born calf (*Bos taurus*). *The Journal of Physiology*, 244(1), 223–234. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1975.sp010793>

Anzures-Olvera, F., Véliz, F. G., De Santiago, A., García, J. E., Mellado, J., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., & Mellado, M. (2019). The impact of hair coat color on physiological variables, reproductive performance and milk yield of Holstein cows in a hot environment. *Journal of Thermal Biology*, 81, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.02.020>

Blazejczyk, K., Epstein, Y., Jendritzky, G., Staiger, H., & Tinz, B. (2012). Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 515–535. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0453-2>

Bracke, M. B. M., Herskin, M. S., Marahrens, M., & Gerritzen, M. A. (2020). Review of climate control and space allowance during transport of pigs.

Broucek, J., Kisac, P., & Uhrincat, M. (2009). Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *International Journal of Biometeorology*, 53(2), 201–208. <https://doi.org/10.1007/s00484-008-0204-1>

Brown-Brandl, T. M. (2013). Managing thermal stress in feedlot cattle: Environment, animal susceptibility and management options from a US perspective. *Brill*. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-771-4_10

Brown-Brandl, T. M., Nienaber, J. A., Eigenberg, R. A., Hahn, G. L., & Freetly, H. (2003). Thermoregulatory responses of feeder cattle. *Journal of Thermal Biology*, 28(2), 149–157. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(02\)00052-9](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(02)00052-9)

Causone, F., Corgnati, S. P., Filippi, M., & Olesen, B. W. (2010). Solar radiation and cooling load calculation for radiant systems: Definition and evaluation of the Direct Solar Load. *Energy and Buildings*, 42(3), 305–314. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.09.008>

Collier, R. J., & Collier, J. L. (2012). *Environmental Physiology of Livestock*. <https://vetbooks.ir/environmental-physiology-of-livestock/>

Cook, N. B., Mentink, R. L., Bennett, T. B., & Burgi, K. (2007). The Effect of Heat Stress and Lameness on Time Budgets of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1674–1682. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-634>



Da Silva, R. (2012). *Weather and climate and animal production*. In *Guide to Agricultural Meteorological Practices* (World Meteorological Organization (eds), Vol. 134, pp. 1–21). World Meteorological Organization.

Dovolou, E., Giannoulis, T., Nanas, I., & Amiridis, G. S. (2023). Heat Stress: A Serious Disruptor of the Reproductive Physiology of Dairy Cows. *Animals*, 13(11), 1846. <https://doi.org/10.3390/ani13111846>

EC Council. (2004). Council Regulation (EC) No 1/2005. On the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97.

EFSA. (2022a). Methodological guidance for the development of animal welfare mandates in the context of the Farm to Fork Strategy. *EFSA Journal*, 20(7). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7403>

EFSA. (2022b). Welfare of cattle during transport. *EFSA Journal*, 20(9), e07442. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7442>

EFSA. (2022c). Welfare of domestic birds and rabbits transported in containers. *EFSA Journal*, 20(9). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7441>

EURCAW Pigs. (2020). Qu'indique la fréquence respiratoire? Exigences légales.

European Commission. (2018). Guide des bonnes pratiques pour le transport des bovins. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2875/5175>

European Commission. (2019). Transport guide extreme temperatures. https://food.ec.europa.eu/document/download/22702fb3-8f8e-425e-9142-dbef9707b5df_en?filename=aw_platform_plat-conc_extreme-temp-factsh-cattle.pdf

Gaughan, J. B., Mader, T. L., Holt, S. M., & Lisle, A. (2008). A new heat load index for feedlot cattle1. *Journal of Animal Science*, 86(1), 226–234. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0305>

Gonzalez-Jimenez, E., & Blaxter, K. L. (1962). The metabolism and thermal regulation of calves in the first month of life. *British Journal of Nutrition*, 16(1), 199–212. <https://doi.org/10.1079/BJN19620021>

Grossi, S., Rossi, L., Dell'Anno, M., Biffani, S., & Rossi, C. A. S. (2021). Effects of Heated Drinking Water on the Growth Performance and Rumen Functionality of Fattening Charolaise Beef Cattle in Winter. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 11(8), 2218. <https://doi.org/10.3390/ani11082218>

Guingal, A. (2018). Impact du stress thermique sur la production et la qualité des embryons de genisses prim'Holstein. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire.

Hales, J. R. S., & Webster, M. E. D. (1967). Respiratory function during thermal tachypnoea in sheep. *The Journal of Physiology*, 190(2), 241–260. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1967.sp008205>



- Holliday, C. M., Carroll, J. A., Sanchez, N. C. B., Goerndt, M., Walker, E., & McGee, A. (2023). 62 The Impact of Hair Coat Color on Body Temperature in Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 101(Supplement_2), 2–3. <https://doi.org/10.1093/jas/skad341.002>
- Islam, Md. A., Lomax, S., Doughty, A., Islam, M. R., Jay, O., Thomson, P., & Clark, C. (2021). Automated Monitoring of Cattle Heat Stress and Its Mitigation. *Frontiers in Animal Science*, 2, 737213. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.737213>
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*, 77(1), 59–91. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)
- Khalifa, H. (2003). Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. *Eaap Tech*, 7, 15–29.
- Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle^{1,2}. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712–719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- Météo France. (2024a, March). Bilan climatique—Hiver 2023-2024.
- Météo France. (2024b, September). Bilan climatique—Eté 2024. https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_ete_2024.pdf
- MSD Veterinary Manual. (n.d.). Table: Normal Rectal Temperature Ranges. MSD Veterinary Manual. Retrieved January 31, 2025, from <https://www.msdvetmanual.com/multimedia/table/normal-rectal-temperature-ranges>
- National Research Council. (1971). A Guide to Environmental Research on Animals. <https://doi.org/10.17226/20608>
- Olson, D. P., Papasian, C. J., & Ritter, R. C. (1980). The effects of cold stress on neonatal calves. I. Clinical condition and pathological lesions. *Canadian Journal of Comparative Medicine: Revue Canadienne De Medecine Comparee*, 44(1), 11–18.
- Pasquale, V., Faucitano, L., Devillers, N., Conte, S., & Bergeron, R. (2024). Effects of space allowance on behaviour during lairage, stress physiology, skin lesion scores, and meat quality of market pigs transported in an actively ventilated vehicle in the winter. *Canadian Journal of Animal Science*, cjas-2024-0039. <https://doi.org/10.1139/cjas-2024-0039>
- Petersen, M. K., Muscha, J. M., Mulliniks, J. T., & Roberts, A. J. (2016). Water temperature impacts water consumption by range cattle in winter¹. *Journal of Animal Science*, 94(10), 4297–4306. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0155>
- Rawson, R. E., Dziuk, H. E., Good, A. L., Anderson, J. F., Bates, D. W., Ruth, G. R., & Serfass, R. C. (1989). Health and metabolic responses of young calves housed at -30 degrees C to -8 degrees C. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue Canadienne De Recherche Veterinaire*, 53(3), 268–274.



Roland, L., Drillich, M., Klein-Jöbstl, D., & Iwersen, M. (2016). Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2438–2452. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9901>

Scanes, C. G. (2011). *Fundamentals of animal science*. Delmar Cengage Learning.

Schütz, K. E., Cox, N. R., & Matthews, L. R. (2008). How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Applied Animal Behaviour Science*, 114(3–4), 307–318. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.04.001>

Serviento, A. M. (2022). *Dynamic responses of growing pigs to heat stress modulated by prenatal life and feeding practices* [Agricultural Sciences, Agrocampus Ouest]. <https://theses.hal.science/tel-04061173v1>

Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67(1–2), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7)

Sutherland, M. A., Stewart, M., & Schütz, K. E. (2013). Effects of two substrate types on the behaviour, cleanliness and thermoregulation of dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 147(1–2), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.04.018>

Waubant, J. (2022). *Relation entre stress thermique et production laitière: Étude préliminaire à partir de l'exemple d'un élevage laitier d'Ile-de-France*. Médecine Vétérinaire et Santé Animale.

Young, B. A. (1981). Cold Stress as it Affects Animal Production. *Journal of Animal Science*, 52(1), 154–163. <https://doi.org/10.2527/jas1981.521154x>





Centre national
de référence pour le
bien-être animal

www.cnr-bea.fr | contact@cnr-bea.fr