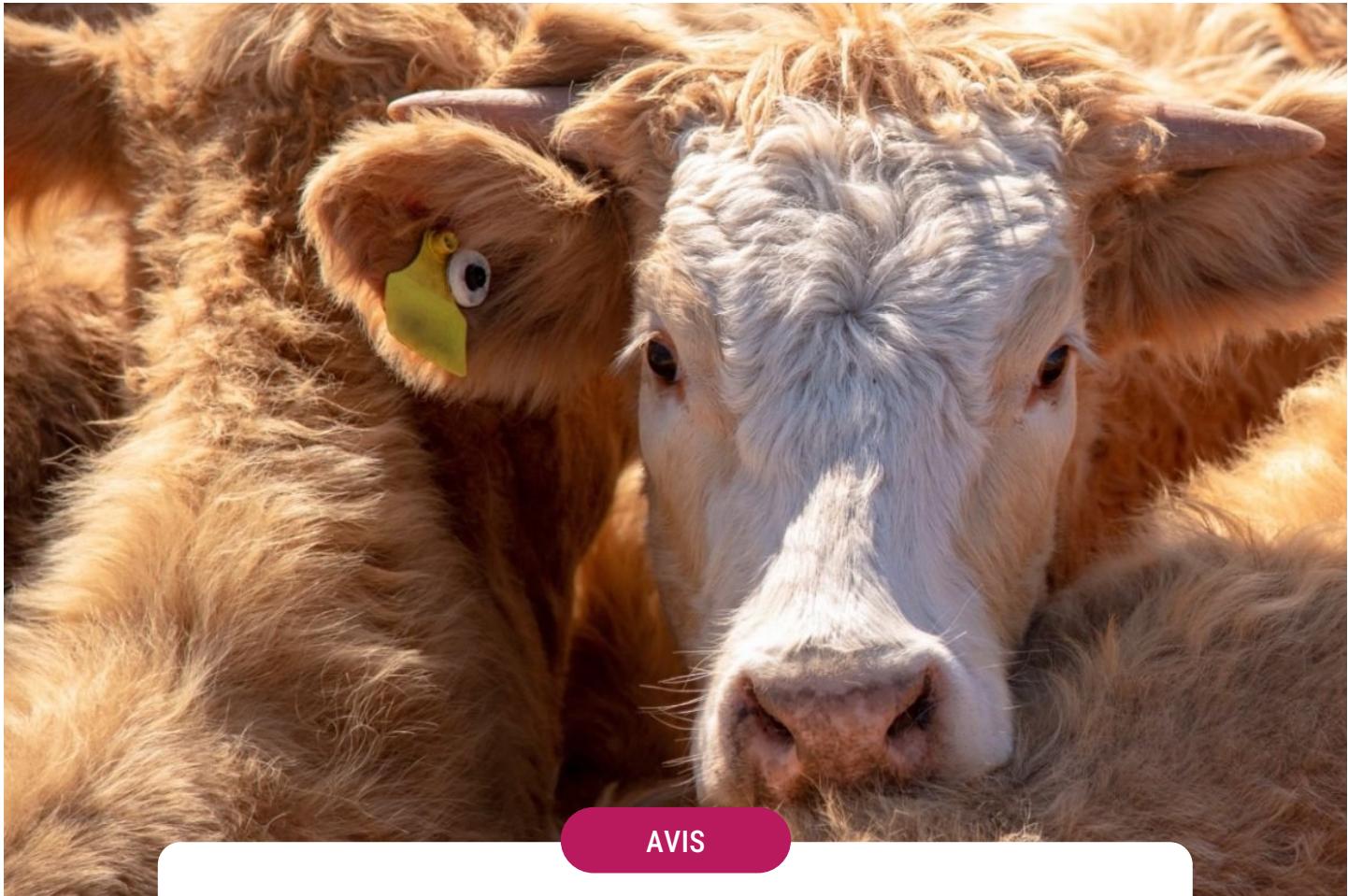




Centre national
de référence pour le
bien-être animal



AVIS

Impacts de la densité de chargement sur le risque de chutes et de blessures des bovins pendant le transport



Impacts de la densité de chargement sur le risque de chutes et de blessures des bovins pendant le transport



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

23/05/2025

Date des dernières modifications

20/11/2025



Coordinatrice du rapport

Camille Bezançon, CNR BEA

Pour citer ce rapport

Camille Bezançon, Lisa Diaz, Louise Kremer, Violaine Colson, Agnès Tiret, Experts du CNR BEA, Geneviève Aubin-Houzelstein. Avis du CNR BEA sur les impacts de la densité de transport sur le risque de chutes et de blessures pour les bovins. CNR BEA. 2025. DOI : [10.17180/3ypx-vzqe](https://doi.org/10.17180/3ypx-vzqe)



Résumé

En 2023 est parue une proposition de règlement relative à la protection des animaux pendant le transport, abrogeant le règlement (CE) n° 1/2005 du Conseil. Ce nouveau texte propose des densités de transport réglementaires basées sur les recommandations de l'avis EFSA paru sur le bien-être des bovins pendant le transport (EFSA, 2022). Le présent rapport du Centre National de Référence pour le Bien-Être Animal (CNR BEA) synthétise les points clés de cet avis (EFSA, 2022), en se concentrant exclusivement sur les informations relatives aux chutes et aux blessures associées à la densité de transport. En complément, il offre une analyse approfondie de la littérature sur le sujet, notamment à travers les conséquences de différentes densités/surfaces de transport sur le comportement, la physiologie et les hématomes observés sur les carcasses. Ce rapport met également en avant des facteurs pouvant augmenter les chutes et les blessures des bovins pendant le transport, et propose des leviers d'actions afin de limiter ces évènements. Bien que peu d'études se soient intéressées aux chutes et aux blessures des bovins à des densités de transport répondant aux exigences de la proposition réglementaire, ces études appuient plutôt l'hypothèse selon laquelle ces nouvelles densités réduisent les chutes et les blessures pendant le transport. Davantage d'études sont néanmoins nécessaires pour confirmer ces résultats, notamment pour les bovins adultes, en prenant en considération les potentiels facteurs aggravants considérés dans cette expertise.

Mots clés

Transport / Densité / Chutes / Blessures / Bovins



Contexte

La réglementation européenne relative au bien-être des animaux de ferme est actuellement en cours de révision. En décembre 2023, la Commission européenne a émis la 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 et abrogeant le règlement (CE) n°1/2005 du Conseil actuellement en vigueur. Cette révision a été entamée dans le but d'ajuster les exigences réglementaires aux nouvelles connaissances scientifiques relatives au bien-être animal pendant le transport, sur la base des avis publiés par l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA) à la demande de la Commission européenne. Des négociations entre les États membres sont actuellement en cours.

Contexte tel que défini par le commanditaire

« La proposition de règlement suggère des densités inférieures (plus d'espace pour les animaux) que les densités du règlement 1/2005 afin d'améliorer l'espace disponible et donc le bien-être des animaux transportés.

L'argumentation avancée par les organisations professionnelles est qu'aux densités prévues par le règlement actuel, les animaux transportés par la route seraient moins susceptibles de chuter, grâce à un phénomène de "contention" entre animaux. Ainsi, en cas d'application de densités plus faibles telles que préconisées dans le projet de règlement, les animaux seraient plus susceptibles de chuter, de basculer et donc de se blesser, ce qui aurait des impacts négatifs en termes de bien-être animal. »

Sollicitation

« Le CNR BEA répondra dans la mesure du possible à la question suivante : « Des [bovins]¹ transportés par la route aux densités prévues dans la proposition de règlement de révision du règlement 1/2005, ont-ils plus de risque de chuter et/ou de se blesser que des [bovins] transportés par la route aux densités prévues par le règlement actuel (règlement 1/2005) ? » »

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

Documents 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

¹ Formulation exacte de la saisine : « Des animaux transportés par la route aux densités prévues dans la proposition de règlement de révision du règlement 1/2005, ont-ils plus de risque de chuter et/ou de se blesser que des animaux transportés par la route aux densités prévues par le règlement actuel (règlement 1/2005) ? ». En effet la saisine concerne plusieurs espèces mais ce rapport ne traite que du transport des bovins.



- 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
- 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.....	3
Liste des tableaux et figures.....	4
1 Méthode de l'expertise	5
2 Densités et surfaces de chargement des bovins	6
2.1 Réglementation actuelle	6
2.2 Proposition de réglementation	6
3 Synthèse bibliographique sur les risques de chutes et de blessures en fonction de la surface disponible.....	8
3.1 D'après l'EFSA	8
3.2 Eléments bibliographiques complémentaires	9
3.2.1 Concernant les veaux.....	14
3.2.2 Concernant les jeunes bovins et les bovins adultes.....	15
4 Analyse complémentaire et discussion	21
4.1 L'impact de différentes surfaces disponibles sur le stress des bovins pendant le transport	21
4.1.1 Réponses comportementales	21
4.1.2 Réponses physiologiques.....	25
4.2 Facteurs aggravant le risque de chutes et/ou de blessures lors du transport des bovins	27
4.2.1 Facteurs aggravant potentiellement le risque de chutes et/ou de blessures en fonction de la surface disponible	27
4.2.2 Autres facteurs	29
5 Conclusion et leviers d'actions	30
5.1 Conclusion.....	30
5.2 Leviers d'actions pour limiter le risque de blessures et de chutes pendant le transport	31
Bibliographie.....	33
Annexe 1. Définitions des indicateurs physiologiques mentionnés dans l'évaluation du stress et des blessures lors du transport des bovins	37



Glossaire

Blessure

Toute lésion au niveau de la peau, pouvant prendre la forme de petites taches punctiformes superficielles, d'égratignures, ou de grandes plaies ouvertes plus profondes que la peau (Welfare Quality Network, 2019).

Densité de transport

Rapport entre le nombre (ou la masse) des animaux et la surface disponible dans le véhicule (exprimée le plus souvent en kg/m²) (Buckham-Sporer et al., 2023).

Durée du voyage

Durée pendant laquelle les animaux sont déplacés à l'aide d'un moyen de transport, incluant le temps de chargement et de déchargement des animaux (Commission européenne, 2023).

Hématome

Collection de sang se formant dans une cavité naturelle, un organe ou à l'intérieur d'un tissu, à la suite d'une hémorragie. La fréquence des hématomes peut augmenter en raison de la perte d'équilibre et des chutes des animaux dues à la conduite (EFSA, 2022).

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.

Surface allouée

Surface disponible par animal (exprimée en m²/animal), calculée généralement en fonction du poids et des dimensions corporelles des animaux (Petherick, 2007).

Transport²

Les mouvements d'animaux effectués à l'aide d'un ou de plusieurs moyens de transport, commençant par le chargement du premier animal sur le premier moyen de transport au lieu de départ et se terminant par le déchargement du

² Dénommé « voyage » dans la réglementation (Conseil de l'Union européenne, 2004)



dernier animal au lieu de destination, et les opérations annexes, y compris le chargement, le déchargement, le transfert et le repos, jusqu'à la fin du déchargement des animaux sur le lieu de destination (Conseil de l'Union européenne, 2004). *Dans ce rapport, seul le transport routier par camion est abordé.*

Transport de longue durée

Selon la réglementation actuelle : un transport de longue durée est un transport dépassant huit heures à compter du moment où le premier animal du lot est déplacé (Conseil de l'Union européenne, 2004).

Selon la proposition de réglementation il s'agit d'un voyage dépassant neuf heures, commençant par le chargement du premier animal au lieu de départ et se terminant par le déchargement du dernier animal au lieu de destination. (Commission européenne, 2023).

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 compartimenté en 2 à 4 blocs. D'après le règlement CE 1/2005 (EC Council, 2004), les véhicules de transport sont de deux types : véhicules utilisés dans le cadre d'autorisation de transport de type 1 (durée < 8 heures) et de type 2 (durée $\geq 8h$). 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 de températures. Pour les transports de plus de 8 heures, les animaux doivent également disposer d'une litière quel que soit leur âge.



Liste des abréviations

ALAT

Alanine aminotransférase

AST

Aspartate aminotransférase

BHB

Beta-hydroxy-butyrate

CK ou CPK

Créatine kinase (CK) ou créatine phosphokinase (CPK)

CNR BEA

Centre National de Référence pour le Bien-être Animal

EURCAW

Centre européen de référence pour le bien-être animal (*European Reference Centre for Animal Welfare*)

NEFA

Acides gras non estérifiés



Liste des tableaux et figures

Liste des tableaux

<i>Tableau 1. Surface allouée pour le transport routier des bovins, selon la réglementation actuelle (Règlement No 1/2005).....</i>	6
<i>Tableau 2. Surfaces allouées pour le transport routier des bovins, selon la proposition de réglementation</i>	7
<i>Tableau 3. Synthèse des résultats des études expérimentales relatives à l'impact de la surface disponible pendant le transport des bovins sur leur risque de blessures et de chutes, au travers de l'analyse du comportement, de la physiologie et de la qualité de la viande</i>	11
<i>Tableau 4. Nombre d'études expérimentales sur les veaux en fonction des conclusions des auteurs, et de l'étude ou non de surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementaire</i>	14
<i>Tableau 5. Nombre d'études expérimentales sur les veaux en fonction des conclusions des auteurs, et de l'étude ou non de surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementaire</i>	16

Liste des figures

<i>Figure 1. Surface allouée aux bovins pendant le transport</i>	7
<i>Figure 2. Nombre de pertes d'équilibre (bleu-vert) et de chutes (rose) en fonction de la surface allouée pendant le transport</i>	18
<i>Figure 3. Scores d'hématomes relevés sur les carcasses en fonction de la surface allouée pendant le transport</i>	19
<i>Figure 4. Exemple de disposition des compartiments dans une remorque</i>	29



1 Méthode de l'expertise

Le présent document synthétise les informations concernant le risque de chutes et de blessures associé à la densité de transport, telles qu'exposées dans l'avis EFSA (2022b) sur le bien-être des bovins durant le transport. Cette synthèse est enrichie par une analyse approfondie de la littérature sur ce sujet spécifiquement, incluant la littérature grise, et, dans la mesure du possible, des ressources publiées postérieurement à l'avis de l'EFSA.

Le corpus bibliographique a été construit sur la base d'une première recherche sur la plateforme Web of Science™ (WOS) à l'aide de l'équation suivante :

("loading densit*" OR "stocking densit*" OR "densit*" OR "space allowance*" OR "surface*") AND transport AND (welfare OR "well-being" OR "injur*" OR "wound*" OR "fall*" OR "bruise*" OR "stress*" OR "behavior" OR "behaviour") AND ("calves" OR "calf" OR "cow*" OR "cattle" OR "young bull" OR "young bulls").

Sur les 364 documents obtenus, un raffinement de la recherche a été fait en sélectionnant les titres et les résumés d'intérêt. Ainsi 58 documents ont été sélectionnés, dont 22 articles de synthèse ou chapitres d'ouvrage. Selon les différentes citations rencontrées à la lecture de l'ensemble de ces documents, nous avons enrichi notre corpus de 8 documents jugés pertinents pour le sujet de ce rapport.

Pour les ressources de littérature grise, les documents relatifs au transport et au bien-être animal déposés sur les sites de l'Idele (Institut de l'élevage), de l'EURCAW ruminants et équins et de la Commission Européenne ont été consultés, 4 documents de ces sources ont été retenus.

Au total, le corpus initial comptait donc **70** documents. Parmi ceux-ci, **15** sont de nature expérimentale de comparaisons de densités de chargement et ont alimenté l'analyse bibliographique (cf. 3.2). Les autres ressources (revues, enquêtes, etc.), dont certaines ont été citées par l'EFSA, ont contribué à la rédaction de la discussion (cf. 4).



2 Densités et surfaces de chargement des bovins

La densité de chargement fait spécifiquement référence à l'espace disponible pour un animal dans un compartiment de camion, exprimé en kg/m^2 , tandis que la surface disponible est le concept inverse, exprimé en m^2/animal (mais non en kg). Afin de faciliter les comparaisons entre les différentes études scientifiques analysées, l'unité de mesure principalement utilisée dans ce rapport est la surface en m^2 pour 100 kg.

2.1 Réglementation actuelle

Le chapitre VII (partie B) du 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 (ci-après nommé **Règlement N° 1/2005**) détaille les densités de chargement autorisées pour les bovins transportés par route. Les surfaces correspondantes sont récapitulées Tableau 1.

Tableau 1. Surface allouée pour le transport routier des bovins, selon la réglementation actuelle (Règlement No 1/2005)

Catégorie	Poids approximatif (en kg)	Surface (en m^2/animal)	Surface (en $\text{m}^2/100\text{kg}$)
Veaux d'élevage	50	0,30 à 0,40	0,6 à 0,8
Veaux moyens	110	0,40 à 0,70	0,36 à 0,64
Veaux lourds	200	0,70 à 0,95	0,35 à 0,48
Bovins moyens	325	0,95 à 1,30	0,29 à 0,4
Gros bovins	550	1,30 à 1,60	0,24 à 0,29
Très gros bovins	> 700	> 1,60	> 0,23

2.2 Proposition de réglementation

Le chapitre VII (point 2) de l'Annexe I de la 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) no 1255/97 du Conseil et abrogeant le règlement (CE) no 1/2005 du Conseil suggère un calcul de la surface disponible par animal basée sur l'équation allométrique suivante :

$S=k*P^{2/3}$, où S correspond à la superficie par animal (en m^2), P correspond au poids vif de l'animal (en kg), et où k est une constante propre à une espèce donnée (ou un groupe d'espèces), équivalant pour les bovins à **0,034** (valeur recommandée par l'EFSA, 2022).



Les surfaces allouées indiquées par la proposition de réglementation sont récapitulées dans le Tableau 2

Tableau 2. Surfaces allouées pour le transport routier des bovins, selon la proposition de réglementation

Poids vif (kg)	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
Surface (m ² /animal)	0,46	0,60	0,73	0,85	0,96	1,06	1,16	1,26	1,35	1,44	1,52	1,61	1,69	1,77
Surface (m ² /100kg)	0,92	0,8	0,73	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,54	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47
Catégorie	Veaux d'élevage		Veaux moyens				Veaux lourds					Bovins moyens		
Poids vif (kg) - suite	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	
Surface (m ² /animal) - suite	1,85	2,00	2,14	2,28	2,42	2,55	2,68	2,81	2,93	3,05	3,17	3,29	3,40	
Surface (m ² /100kg) - suite	0,46	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	
Catégorie		Bovins moyens			Gros bovins									Très gros bovins

La Figure 1 présentée ci-dessous permet de rendre compte de la surface allouée aux bovins pendant le transport selon la proposition de réglementation (en bleu, basée sur l'équation allométrique avec $k = 0,034$) en comparaison à la réglementation actuelle (bornes hautes en vert et basses en rouge).

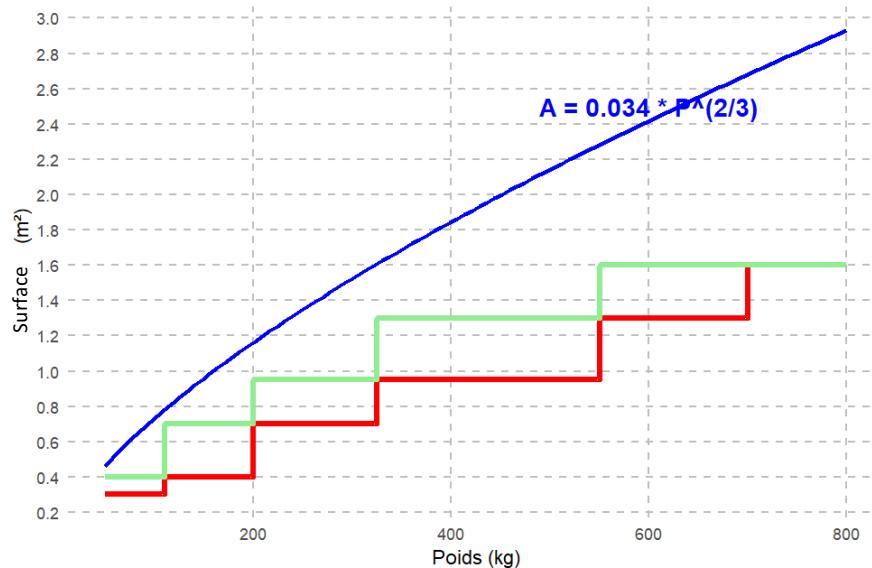


Figure 1. Surface allouée aux bovins pendant le transport

Selon l'équation allométrique figurant dans la nouvelle proposition réglementaire (avec la constante $k = 0,034$) et les exigences hautes (vert) et basses (rouge) selon la réglementation actuelle (Règlement No 1/2005). Fait avec Rstudio - 2024/2025³

³ Inspiré de : Commission Européenne (2018). Guide des bonnes pratiques pour le transport des bovins. Consortium du Projet des Guides pour le Transport d'Animaux, révision 1, Mai 2018. <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/f452d88b-7ebd-11ea-aea8-01aa75ed71a1>

Encadré 1. Comparaison des capacités de chargement selon les surfaces réglementaires

A titre indicatif, avec un camion bœtaillère classique, disposant de 30m² par pont avec 2 (pour les bovins adultes) à 3 ponts (pour les veaux), les densités réglementaires actuelles permettent de transporter jusqu'à 300 veaux (de 50kg), 63 bovins moyens (de 325 kg), et 46 gros bovins (de 600kg), bien qu'en pratique il soit fréquent que les camions soient moins chargés, notamment pour les veaux, en fonction des capacités d'accueil des élevages qui les reçoivent. Avec les surfaces correspondant à la proposition réglementaire, un même camion pourrait transporter jusqu'à 195 veaux (de 50kg), 37 bovins moyens (de 325 kg), 24 gros bovins (de 600kg).

Le détail des calculs réalisés est [disponible ici](#) (variables modifiables : catégorie, poids moyen, surface par étage et nombre d'étages).

3 Synthèse bibliographique sur les risques de chutes et de blessures en fonction de la surface disponible

3.1 D'après l'EFSA

L'EFSA considère que la surface disponible lors du transport est un paramètre déterminant pour le bien-être des bovins et recommande de définir un espace minimal par animal à partir de l'utilisation d'une équation allométrique ($S = k \times P^{\frac{2}{3}}$) avec une constante k d'au moins 0,034, afin d'éviter d'exposer les bovins à diverses conséquences négatives, telles qu'une restriction de mouvements, des problèmes de repos, un stress au chaud, ou encore de ressentir de la détresse.

L'évaluation des besoins minimaux en espace par l'EFSA prend en compte les fonctions biologiques essentielles des bovins durant le transport, notamment :

(a) la surface requise par les animaux pour se tenir debout,



- (b) la capacité pour les animaux d'ajuster leur posture face aux mouvements du véhicule (nécessitant une constante k estimée au minimum à 0,034),
- (c) la possibilité pour les animaux de se coucher (nécessitant une constante k estimée à 0,033 pour que tous les animaux puissent se coucher simultanément),
- (d) la capacité pour les animaux à thermoréguler,
- (e) l'accès à l'alimentation et à l'eau par les animaux lorsque fournis (nécessitant une constante k estimée à 0,0315).

Concernant le risque de chutes et de blessures spécifiquement, l'EFSA considère qu'une surface allouée aux bovins calculée à partir d'une constante k supérieure à 0,034 permettrait aux individus de plus facilement maintenir leur équilibre durant le transport et réduirait ainsi les risques de blessures, de chutes et de suffocation. L'EFSA questionne également la possibilité que, dans certaines situations de transport (par exemple, en cas de conduite « sportive »), les bovins puissent bénéficier de surfaces plus restreintes qui permettraient aux individus de prendre appui les uns sur les autres pour éviter de tomber. **Néanmoins, sur la base des études analysées, l'EFSA estime que de manière générale, les bovins sont davantage à risque de se blesser lorsque les surfaces disponibles sont plus faibles (et donc les densités plus élevées) que lorsqu'elles sont plus élevées (et donc les densités plus faibles).**

Enfin, l'EFSA regrette le nombre limité d'études scientifiques ayant évalué l'effet de densités de chargement inférieures à celles en vigueur dans le Règlement No 1/2005 sur le risque de chutes et de blessures et souligne que des densités encore plus faibles pourraient avoir d'autres bénéfices sur le bien-être des bovins.

3.2 Eléments bibliographiques complémentaires

Le Tableau 3 synthétise les résultats des 14 études expérimentales du corpus bibliographique. Chaque ligne du tableau correspond à une étude (allant de 1988 à 2024) qui évalue, pour différents types de bovins (bœufs de boucherie, taureaux, veaux, etc.), les effets de la surface disponible pendant le transport sur divers indicateurs. Les références indiquées en gras ont été prises en compte dans l'avis de l'EFSA. A noter que l'avis de l'EFSA n'est pas spécifique au risque de blessures et de chutes en fonction des densités de transport.

Le tableau indique pour chaque poids des animaux étudiés, la surface à apporter aux animaux (en $m^2/100kg$) selon la proposition de règlementation (colonne verte) et selon la réglementation actuelle (colonne bleue). Il précise également les différentes surfaces disponibles allouées aux animaux pour chaque étude ($m^2/100kg$), calculées à partir des densités ou des surfaces ($m^2/animal$) renseignées dans les articles et du poids moyen des animaux étudiés.



Etant donné que les chutes et les blessures sont rarement observées directement dans les études recensées, le CNR BEA a fait le choix de considérer dans son analyse l'ensemble des comportements observés, ainsi que les paramètres de qualité de la viande étudiés, ces derniers pouvant apporter des indices indirects relatifs aux blessures (observées sur les carcasses), mais également relatifs au stress ressenti par les bovins pendant le transport. Afin de compléter cette analyse, des indicateurs physiologiques ont également été considérés afin d'obtenir des informations complémentaires sur le stress ressenti par les bovins pendant le transport. La Figure 2 synthétise les différents liens entre les paramètres considérés dans ce rapport.



Tableau 3. Synthèse des résultats des études expérimentales relatives à l'impact de la surface disponible pendant le transport des bovins sur leur risque de blessures et de chutes, au travers de l'analyse du comportement, de la physiologie et de la qualité de la viande

Les surfaces disponibles figurant dans les cases vertes correspondent aux exigences de la nouvelle proposition de réglementation, celles dans les cases bleues aux exigences réglementaires actuelles, et celles dans les cases rouges sont inférieures aux exigences réglementaires actuelles. Colonne « conclusion » : « + » l'étude conclut à une amélioration du bien-être des bovins avec l'augmentation de la surface allouée (ou la baisse de densité) / « = » l'étude conclut que l'augmentation de la surface allouée n'a pas d'impact négatif significatif sur le bien-être / « - » l'étude conclut à une dégradation du bien-être des animaux avec l'augmentation de la surface allouée. Sauf indication contraire, tous les résultats indiqués sont significatifs. NS : non significatif. Abréviations : []° : concentration, AST : aspartate aminotransférase, ALT : alanine aminotransférase, BHB : beta-hydroxy-butyrate, CK : créatine kinase, CPK : créatine phosphokinase, LDH : lactate déshydrogénase, NEFA : acides gras non estérifiés, PCV : Packed Cell Volume (ou hématocrite), L* : luminosité, a* : couleur rouge, b* : couleur jaune, pH_{mus} : pH des muscles, pm : post-mortem. « / » : paramètre non étudié/mentionné dans l'article

Type de bovins	Référence (en gras lorsque citée dans l'avis de l'EFSA)	Durée du transport (h)	Poids moyen (kg)	Surface minimale à respecter selon la proposition de règlement (m ² /100 kg)	Surface minimale réglementaire (EU) actuelle (m ² /100 kg)	Surfaces disponibles étudiées (en m ² /100 kg)	Comportement	Physiologie	Blessures/ qualité de la viande	Conclusion
Veaux	(Grigor et al., 2001)	18 (2 fois 9h, séparé d'une pause d'1h ou de 12h)	48	0,94	0,6	0,98 0,77	Perte d'équilibre, chutes, contacts avec d'autres veaux, temps passé allongé, consommation d'eau : NS - A la surface la plus élevée : orientation à la fois perpendiculaire et parallèle au sens de la marche - A la surface la plus faible : ↑ orientation perpendiculaire	Paramètres plasmatiques (activité de CK, osmolarité, []° de potassium, []° glucose, []° acides gras libres, []° cortisol, []° albumine, []° sodium, []° chlorure), PCV, rythme cardiaque : NS	/	=
	(Jongman & Butler, 2014)	12	38	1,01	0,79	1,32 0,79 0,53	A la surface la plus faible : - ↓ de changements de posture (difficulté à se lever et se coucher) - ↑ d'agitation - ↑ repos à l'arrivée A la surface la plus élevée : - ↑ du temps de repos en présence de litière de paille - ↑ capacité à se repositionner - Pas de perte d'équilibre observée	A la surface la plus faible : ↑ Activité CK A la surface intermédiaire : ↑ de CK (vs surface la plus faible) Autre paramètre (PCV : indicateur de la déshydratation BHB : indicateur de l'état métabolique) : NS	/	+
	(Todd et al., 2000)	12	~40	1	0,75	1 0,5	/	PCV, BHB, urée, protéines totales plasmatiques : NS ↓ surface : - []° glucose plasmatique plus élevée à partir de 16h après l'alimentation - ↑ []° lactate plasmatique - ↑ CPK plasmatique	/	+
	(Uetake et al., 2011)	1 ou 1,7 ou 2,3	51	0,91	0,58	0,88 0,68 0,49	A la surface la plus faible : ↓ nb d'animaux couchés A la surface la plus élevée : ↑ du changement de direction	Veaux Holstein : ↑ surface : ↓ []° noradrénaline plasmatique, ↑ []° acide lactique sanguin []° protéines totales : NS Veaux croisés : ↑ surface : ↓ []° noradrénaline plasmatique, ↓ []° protéines totales, ↓ []° acide lactique sanguin	/	+



Type de bovins	Référence (en gras lorsque citée dans l'avis de l'EFSA)	Durée du transport (h)	Poids moyen (kg)	Surface minimale à respecter selon la proposition de règlement (m ² /100 kg)	Surface minimale réglementaire (EU) actuelle (m ² /100 kg)	Surfaces disponibles étudiées (en m ² /100 kg)			Comportement	Physiologie	Blessures/ qualité de la viande	Conclusion		
Veaux lourds	(Abubakar et al., 2024) et (Abubakar et al., 2021) ⁴	9 ou 17	290	0,51	0,24-0,33	0,5	0,25	0,17	/	/	↓ surface : - ↑ L*, a*, b* à J1, J7 et J14 pm - ↓ glycogène des muscles à J0, J1, J7, J14 pm - ↑ pH _{mus} à J0, J1 et J14 pm - ↑ pertes à la cuisson à J1, J7, et J14 pm	+		
	(Earley & O'Riordan, 2006)	12	250	0,54	0,28-0,38	0,51	0,34		/	Variables hématoLOGIQUES : NS - Albumine, AST, BHB, glucose NEFA, LDH, CPK, cortisol plasmatiques : NS	/	=		
	(Grigor et al., 2004)	3	234	0,55	0,30-0,41	0,41	0,30		Comportements de perte d'équilibre, de chutes ou de collisions entre les veaux : NS - ↑ surface : ↑ montes et déplacements Latence avant couchage à l'arrivée et temps passé couchés à l'arrivée : NS	Rythme cardiaque, []* CK plasmatique, []* cortisol plasmatique : NS	L*, a*, b*, pH _{mus} à J1, et force de cisaillement : NS Tendreté, jutosité, saveur de la viande : NS - ↑ surface : ↓ pertes à la cuisson	=		
	(Brennecke et al., 2021)	1	~400-500	0,44	0,21-0,28		0,24	0,22	0,20	/	A la surface la plus faible : ↑ du poids des lésions sur les carcasses par rapport aux surfaces plus élevées	=		
Bovins moyens	(Eldridge et al., 1988)	1,5 ou 0,5 ou 6	~350	0,48	0,27-0,37	0,33	0,31	0,29	0,26	0,25	0,23	Orientation des animaux dans le camion, nombre de mouvements : NS ↓ surface : ↓ rythme cardiaque	/	-
	(Eldridge & Winfield, 1988)	6	400	0,46	0,24-0,33	0,35	0,29		0,22	A la surface la plus élevée (par rapport à la plus faible) : - Plus de mouvements > 1m A la surface intermédiaire (par rapport à la plus faible et la plus élevée) : - Plus d'animaux alignés avec la direction du camion Mouvements associés à des agressions : NS	/	A la surface intermédiaire (par rapport à la plus faible et la plus élevée) : - Score d'hématomes plus faible - Nombre total d'hématomes sur les carcasses plus faible	-	
	(Mounaix et al., 2009)	29 (2 fois 14, séparé d'1h de pause)	396	0,46	0,24-0,33	0,34	0,29	0,26		A la surface la plus élevée (par rapport à la surface intermédiaire) avant la pause : - ↑ comportements agressifs - ↑ des pertes d'équilibre des animaux debout - ↓ positions perpendiculaires - ↑ positions diagonales - ↑ changements de position - ↓ déplacements contraints A la surface la plus élevée (par rapport à la surface intermédiaire) avant et après la pause : - ↑ chevauchements - ↑ déplacements libres	Indicateurs biochimiques de fatigue ou de stress : NS Quantité d'aliment consommé et perte de poids : NS	/	-	

⁴ Deux articles basés sur la même étude, mais décrivant des résultats complémentaires



Type de bovins	Référence (en gras lorsque citée dans l'avis de l'EFSA)	Durée du transport (h)	Poids moyen (kg)	Surface minimale à respecter selon la proposition de règlement (m ² /100 kg)	Surface minimale réglementaire (EU) actuelle (m ² /100 kg)	Surfaces disponibles étudiées (en m ² /100 kg)			Comportement	Physiologie	Blessures/ qualité de la viande	Conclusion
(Ferreira et al., 2020)	Mâles : 511,4 (Straight Truck), 618,4 (Livestock Trailer), 544,0 (Straight truck + Trailer) Femelles : 337,4 (Straight Truck), 357,9 (Livestock Trailer)	?		Mâles : 0,43 (ST) / 0,4 (LT) / 0,42 (STT) Femelles : 0,49 (ST) / 0,48 (LT)	Mâles : 0,24-0,29 Femelles : 0,29-0,4	0,36 0,35 (F - ST) LT	0,35 (F - ST) LT	0,25 (M - ST)	0,21 (M - LT + STT)	/	/	
Gros bovins												
(Tarrant et al., 1988)	4	603	0,4	0,22-0,27	0,5 0,33			0,17	<ul style="list-style-type: none"> ↓ surface : - ↑ chutes - ↑ pertes d'équilibre - ↓ comportement exploratoire - ↑ comportements agressifs - ↓ interactions sexuelles - ↓ capacité à adopter une position préférentielle 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ surface : - ↑ cortisol plasmatique - ↑ glucose plasmatique - ↑ CK plasmatique 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ surface : - ↑ score d'hématomes sur les carcasses 	+
(Tarrant et al., 1992)	24	618	0,4	0,21-0,26		[0,2 2 - 0,23 1]	[0,19 - 0,2]	[0,17 - 0,18]	<ul style="list-style-type: none"> A la surface la plus faible : - ↑ chutes - ↑ difficulté à maintenir son équilibre - ↓ des changements d'appui - ↑ comportements de monte 	<ul style="list-style-type: none"> A la surface la plus faible : - ↑ cortisol plasmatique - ↑ glucose plasmatique - ↑ CK plasmatique - ↑ des globules rouges, de l'hémoglobine et du volume cellulaire 	<ul style="list-style-type: none"> A la surface la plus faible : - ↑ score d'hématomes sur les carcasses 	+



3.2.1 Concernant les veaux

Sur 14 études, 4 étudient de jeunes veaux (environ 50 kg) et 3 étudient des génisses ou des taurillons, considérés comme des « veaux lourds » (200 à 300 kg) dans la réglementation actuelle (Conseil de l'Union européenne, 2004). Au total, 7 études s'intéressent donc aux veaux, dont 4 comparent une surface correspondant aux exigences de la proposition réglementaire avec des surfaces correspondant aux exigences actuelles, voire plus faibles. Parmi ces 7 études, 4 concluent que transporter les veaux à la surface testée la plus élevée améliore leur bien-être par rapport au transport à des surfaces plus faibles. Les 3 dernières études ne relèvent pas d'impact négatif sur le bien-être des veaux (et donc d'augmentation de risque de blessures ou de chutes) de l'augmentation de surface disponible (Tableau 4).

Tableau 4. Nombre d'études expérimentales sur les veaux en fonction des conclusions des auteurs, et de l'étude ou non de surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementaire

Catégorie	Nombre d'études	Nombre d'étude intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de réglementation	Nombre d'études concluant qu'une augmentation de surface de transport ...		
			...serait bénéfique pour le bien-être (dont intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de réglementation)	...n'aurait pas d'effet négatif sur le bien-être (dont intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de réglementation)	...serait néfaste pour le bien-être (dont intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de réglementation)
Veaux	4	3	3 (2)	1 (1)	0 (0)
Veaux lourds	3	1	1 (1)	2 (0)	0 (0)
Total	7	4	4 (3)	3 (1)	0 (0)

Concernant les **chutes** spécifiquement, seules 3 études ont observé les pertes d'équilibre et les chutes potentielles des veaux, dont 2 études qui comparaient une surface correspondant à la proposition réglementaire avec une surface correspondant à la réglementation actuelle.

Aucune de ces 2 études n'a observé un nombre de pertes d'équilibre ou de chutes accru aux surfaces correspondant à la nouvelle proposition réglementaire par rapport aux surfaces correspondant à la réglementation actuelle.

Pour ce qui est des **blessures**, aucune étude n'a observé directement les blessures physiques des veaux pendant le transport. Les études s'intéressent en effet à d'autres paramètres, indicateurs de fatigue, d'agitation, ou de stress. Néanmoins, **5 études observent les concentrations de créatine kinase (CK, ou créatine phosphokinase - CPK) dans le sang comme indicateur indirect d'hématomes potentiels**. En effet, la concentration de créatine kinase dans le sang augmente à la suite de lésions des cellules musculaires résultant d'un effort ou d'un traumatisme direct du muscle. Une augmentation de l'activité de la CK peut donc indiquer que les animaux debout sont fatigués sur le plan musculaire ou que les animaux couchés sont piétinés (entraînant ainsi des hématomes) (Jongman & Butler, 2014). Parmi ces études, deux ont comparé deux surfaces supérieures au seuil réglementaire actuel mais inférieures aux exigences de la proposition réglementaire. Les auteurs n'ont pas observé de



différence significative dans les concentrations de CK entre les veaux transportés aux différentes surfaces. Les trois autres études ont comparé des surfaces répondant aux exigences de la proposition réglementaire avec des surfaces plus faibles (correspondant aux exigences de la réglementation actuelle ou encore plus faibles). Parmi elles, une étude n'a pas montré de différence significative dans les activités de CK plasmatique en fonction des surfaces allouées (Grigor et al., 2001). Les deux autres ont observé respectivement une activité de CK et une concentration en CK plasmatique plus faible chez les veaux transportés aux surfaces les plus élevées⁵, indiquant ainsi un nombre d'hématomes potentiellement moins important chez ces veaux et à minima une fatigue musculaire réduite.

A noter qu'une étude met en avant un nombre significativement plus élevé de comportements de monte chez les veaux d'environ 230kg transportés à 0,41m²/100kg en comparaison à ceux transportés à 0,3m²/100kg⁶ (médiane, premier et troisième quartile de respectivement 5, 3, 7 événements par heure en comparaison avec 0, 0, 0 événement par heure, p<0,001 ; Grigor et al., 2004). De tels chevauchements dans un espace contraint peuvent augmenter les risques de blessures. Néanmoins, les auteurs de l'étude n'en font pas le constat et précisent que cette activité de monte n'a pas contribué à augmenter le pH utile musculaire, mesuré sur la viande à l'abattoir.

En conclusion :

Au vu des éléments disponibles dans la littérature, il semble que les veaux transportés à des surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementaire ne risquent pas davantage de chuter ni de se blesser que des veaux transportés à des surfaces répondant aux exigences de la réglementation actuelle. Au contraire, il semblerait qu'à ces nouvelles normes de surface, les veaux aient un risque diminué de se blesser.

3.2.2 Concernant les jeunes bovins et les bovins adultes

Sur 14 études, 4 étudient des bovins de taille moyenne (350 à 500 kg) et 3 étudient des gros bovins (500 à 700 kg). Au total, 7 études s'intéressent donc à de jeunes bovins ou à des bovins adultes, dont une seule comparant une surface correspondant aux exigences de la proposition réglementaire avec des surfaces correspondant aux exigences actuelles, voire plus faibles. Parmi ces études, trois concluent que transporter les bovins à la surface testée la plus élevée améliore leur bien-être par rapport au transport à des surfaces plus faibles (moins d'hématomes sur les carcasses, moins de pertes d'équilibre et de chutes, moins de stress et de fatigue musculaire chez de gros bovins avec une surface plus élevée). Trois

⁵ Log₁₀(CK) valant respectivement 2,33, 2,40, et 2,16 selon le type de sol à une surface de 0,79m²/100kg et 2,13, 2,29, et 2,07 à une surface de 1,32m²/100kg, p ≤ 0,001 (Jongman & Butler, 2014) ; et une concentration en CK après le transport d'environ 460 U/L à une surface de 0,5 m²/100kg contre environ 100 U/L à 1 m²/100kg, p < 0,05 (Todd et al., 2000).

⁶ Deux surfaces inférieures à la proposition réglementaire



autres études concluent, à l'inverse, que le transport des bovins à la surface testée la plus élevée risque d'impacter négativement leur bien-être par rapport à une ou plusieurs surfaces plus faibles testées (stress éventuel lié à une augmentation du rythme cardiaque, plus d'hématomes sur les carcasses, plus de pertes d'équilibre et de chevauchements chez de jeunes bovins avec une surface plus élevée). Enfin, une étude n'observe aucune incidence négative significative sur le bien-être des bovins aux surfaces testées les plus importantes par rapport à la surface testée la plus faible (Tableau 5).

Tableau 5. Nombre d'études expérimentales sur les jeunes bovins et les bovins adultes en fonction des conclusions des auteurs, et de l'étude ou non de surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementaire

Catégorie	Nombre d'études	Nombre d'études intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de réglementation	Nombre d'études concluant qu'une augmentation de surface de transport ...		
			...serait bénéfique pour le bien-être (dont intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementation)	... n'aurait pas d'effet négatif sur le bien-être (dont intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de réglementation)	... serait néfaste pour le bien-être (dont intégrant des surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementation)
Bovins moyens	4	0	0 (0)	1 (0)	3 (0)
Bovins lourds	3	1	3 (1)	0 (0)	0 (0)
Total	7	1	3 (1)	1 (0)	3 (0)

Dans ces études, les chutes sont généralement observées via un enregistrement vidéo, tandis que les blessures sont généralement évaluées au travers de l'occurrence et/ou de la gravité des lésions et des hématomes (souvent caractérisées par un score), observées soit sur les animaux vivants à l'arrivée du transport, soit sur les carcasses à l'abattoir, méthode la plus fréquente. A noter que les hématomes observés sur les carcasses peuvent être liés à la phase de transport, mais également aux phases de chargement, déchargement et d'attente à l'abattoir au cours desquelles les animaux peuvent également chuter et/ou se blesser.

Une seule étude parmi ces sept compare une surface disponible répondant aux exigences de la proposition réglementaire avec une surface correspondant à la réglementation actuelle. Les auteurs de cet article observent une baisse du score d'hématomes⁷ sur les carcasses avec l'augmentation de la surface disponible, respectivement avec des scores d'en moyenne 1,6 et 3,1 (selon le type de trajet) avec une surface de 0,5m²/100kg de bovins (bovins de 600kg en moyenne) contre des scores d'en moyenne 3,2 et 3,6 avec une surface de 0,33m²/100kg de bovins (surface déjà légèrement supérieure aux surfaces réglementaires actuelles) ($p < 0,01$). Concernant le risque de chutes, les auteurs constatent qu'avec une surface de 0,5m²/100kg de bovins, les animaux adoptent significativement plus leur position préférentielle, c'est-à-dire parallèle à la direction du camion, facilitant ainsi le maintien de leur équilibre. Néanmoins, ils n'ont pas observé de différence significative dans le nombre de chutes entre les deux surfaces d'intérêt (ils ont cependant observé

⁷ Score attribué à l'abattoir par un panel de 3 juges, allant de 0 (aucun hématome) à 7.



significativement plus de chutes avec la surface la plus faible, inférieure aux exigences de la réglementation actuelle par comparaison avec les deux surfaces d'intérêt)(Tarrant et al., 1988).

En conclusion :

La littérature disponible (une seule étude) sur le transport des bovins adulte semble suggérer qu'une augmentation de la surface disponible (et donc une baisse de la densité) pour correspondre à la proposition réglementaire n'augmente pas le risque de chutes et de blessures pour les gros bovins par rapport aux surfaces réglementaires actuelles. Au contraire, cette augmentation de surface permettrait de diminuer le risque de blessures pendant le transport. **Néanmoins, davantage d'études comparant ces deux échelles de surface seraient nécessaires pour confirmer cette hypothèse.**

Concernant les autres études s'intéressant à l'impact de la surface disponible pendant le transport sur le risque de chutes et de blessures des bovins, on distingue les études s'intéressant aux gros bovins (plus de 500kg) de celles s'intéressant aux bovins adultes plus légers.

Les deux autres études portant sur les **gros bovins** et comparant des surfaces réglementaires à des surfaces plus faibles concluent toutes deux que les surfaces les plus faibles (respectivement $0,21\text{m}^2/100\text{kg}$ et $0,17$ à $0,18\text{m}^2/100\text{kg}$) impliquent significativement plus d'hématomes sur les carcasses⁸ que les surfaces plus importantes (respectivement 8,5⁹ contre 3,7⁸ ($p<0,01$) et 30,5%¹⁰ contre 7,2%⁹ ($p < 0,001$)). Tarrant et ses collaborateurs (1992) ont également observé un nombre de pertes d'équilibre et de chutes plus élevé à une surface comprise entre $0,17$ et $0,18\text{m}^2/100\text{kg}$ par comparaison avec des surfaces comprises entre $0,19$ et $0,23\text{ m}^2/100\text{kg}$ (respectivement 10 pertes d'équilibre contre 4 et 5, et 8 chutes contre 1 et 1¹¹).

La Figure 2 représente le nombre de pertes d'équilibre et de chutes observées pendant le transport en fonction de la surface allouée (en $\text{m}^2/100\text{kg}$) selon les deux seuls articles du corpus ayant fait figurer cet indicateur dans leurs résultats (Tarrant et al., 1988, 1992). Selon ces deux articles, la relation entre les pertes d'équilibre ou les chutes et la surface allouée pendant le transport serait décroissante, bien que le nombre de chutes réellement observées soit très faible au-delà d'environ $0,2\text{ m}^2/100\text{kg}$. A noter que ces articles concernent uniquement des gros bovins de plus de 600kg.

⁸ Spécifiquement au niveau des côtes pour l'étude de Ferreira et al. (2020).

⁹ Score attribué à l'abattoir par un panel de 3 juges, allant de 0 (aucun hématome) à 7.

¹⁰ Pourcentage d'hématomes sur les carcasses dans la région des côtes.

¹¹ Données correspondant à la somme des pertes d'équilibre ou des chutes observées sur des périodes de 10min/h sur 24h de transport (moyennes sur 3 trajets).



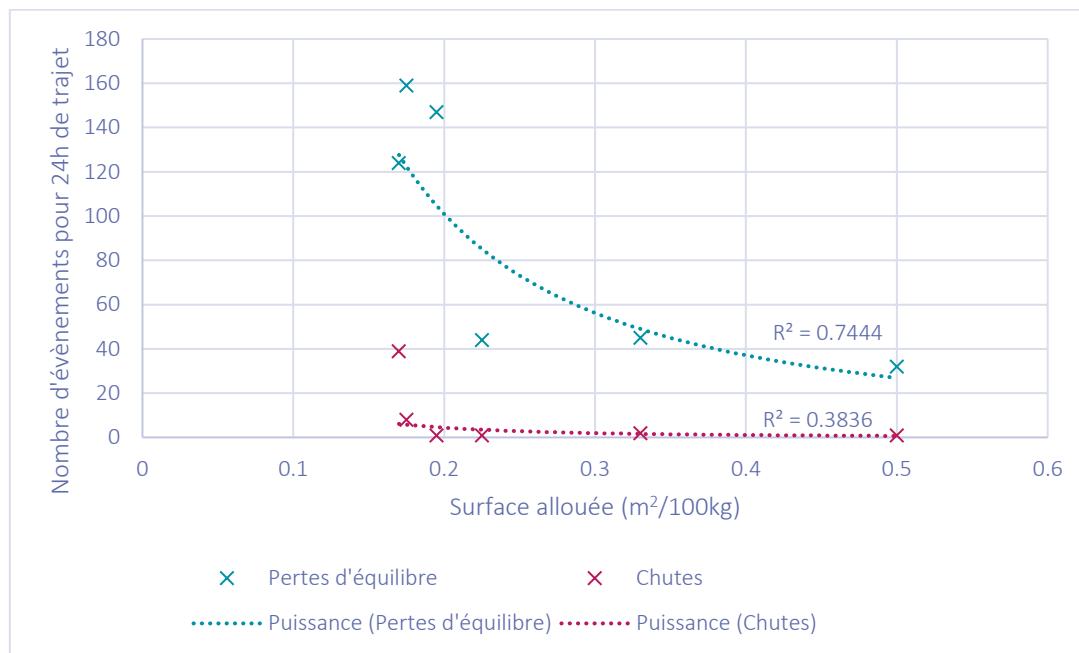


Figure 2. Nombre de pertes d'équilibre (bleu-vert) et de chutes (rose) en fonction de la surface allouée pendant le transport

Graphique réalisé à partir des deux articles du corpus chiffrant le nombre de pertes d'équilibre et de chutes observées pendant le transport (Tarrant et al., 1988, 1992)

Les quatre études qui s'intéressent aux **bovins de taille moyenne** (300 à 500 kg) ne permettent pas de conclure quant à l'impact d'une augmentation de la surface disponible sur le risque de chutes et de blessures, puisqu'elles ne s'intéressent pas aux chutes spécifiquement pendant le transport. Néanmoins, deux articles s'intéressent aux lésions et aux hématomes sur les carcasses des bovins de taille moyenne après le transport. La première note un poids moyen de lésions significativement plus faible ($0,30 \pm 0,40$ kg) pour des bovins de 400 à 500 kg transportés à une surface de $0,22\text{m}^2/100\text{kg}$ par rapport au poids moyen de lésions des bovins transportés à une surface de $0,20\text{ m}^2/100\text{kg}$ ($0,80 \pm 1,30$ kg, $p > 0,0001$). Le poids des lésions n'était pas significativement différent entre les surfaces de $0,22\text{ m}^2/100\text{kg}$ et de $0,24\text{m}^2/100\text{kg}$ (Brennecke et al., 2021). La seconde étude observe à la fois un score d'hématomes et un nombre d'hématomes sur les carcasses plus faibles pour les bovins d'environ 400 kg transportés à une surface de $0,29\text{m}^2/100\text{kg}$ (score d'hématomes de 1,9 et nombre moyen d'hématomes sur les carcasses de 1,2) par comparaison avec des surfaces de $0,22\text{ m}^2/100\text{kg}$ et de $0,35\text{ m}^2/100\text{kg}$ (score d'hématomes respectivement de 8,2 et 4,6 - $p < 0,01$ - et nombre moyen d'hématomes sur les carcasses respectivement de 3,2 et 2,3 - $p < 0,01$)(Eldridge & Winfield, 1988). Il se pourrait donc qu'un optimum de surface de transport se trouve aux environs de $0,29\text{ m}^2/100\text{kg}$ de bovins, permettant de limiter les blessures des animaux, par comparaison avec des surfaces plus élevées et plus faibles. Néanmoins, davantage d'études sont nécessaires pour confirmer ou infirmer cette hypothèse, et notamment avec des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de règlement.

La Figure 3 représente le score d'hématomes observé à l'abattoir sur les carcasses en fonction de la surface allouée pendant le transport (en $\text{m}^2/100\text{kg}$) selon les trois seuls

articles du corpus ayant utilisé un indicateur comparable (Eldridge & Winfield, 1988; Tarrant et al., 1988, 1992). En effet, ces trois articles ont observé les blessures à partir du score d'hématomes établi par Anderson & Horder (1979). Selon ces trois articles, la relation entre les blessures et la surface allouée pendant le transport serait plutôt décroissante.

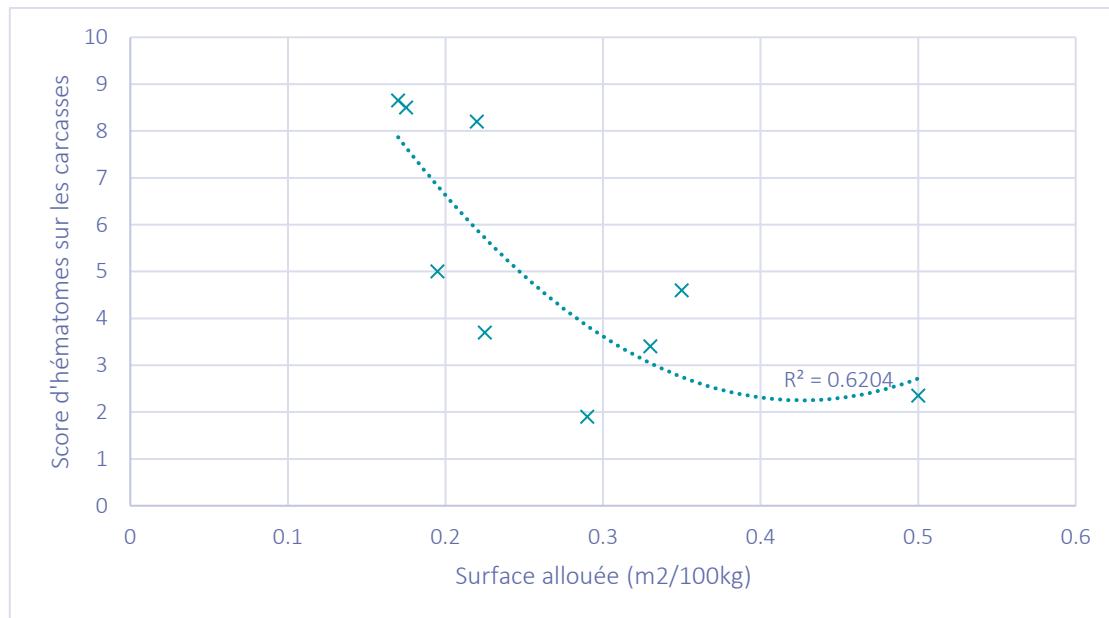


Figure 3. Scores d'hématomes relevés sur les carcasses en fonction de la surface allouée pendant le transport

Graphique réalisé à partir des trois articles du corpus utilisant un indicateur similaire : le score d'hématomes sur les carcasses établi par Anderson & Horder (1979) (Eldridge & Winfield, 1988; Tarrant et al., 1988, 1992).

Plusieurs études complémentaires ont également tenté d'établir un lien entre la surface disponible pour les bovins pendant le transport et le risque de blessures, au travers de l'analyse a posteriori d'un grand nombre de données fournies par les abattoirs ou les transporteurs de bovins (Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Restle, et al., 2019; Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Silva, et al., 2019; González et al., 2012; Mendonça et al., 2019; Romero et al., 2012, 2013; Vaz, Dutra, et al., 2023; Vaz, Mendonça, et al., 2023; Vimiso et al., 2013; Zanardi et al., 2022). Ces analyses sont moins précises, à la fois car les catégories de bovins intégrées dans chaque étude sont nombreuses, le poids des animaux est donc très variable et les surfaces disponibles analysées également, mais aussi car les variables des différents trajets analysés ne sont pas standardisées. Parmi ces études, **cinq concluent que le risque de blessures augmente lorsque la surface disponible diminue**, et notamment lorsqu'elle est inférieure à 0,31 ou 0,33 m²/100kg (Romero et al., 2013; Vaz, Mendonça, et al., 2023; Vimiso et al., 2013), ou encore inférieure à 0,23m²/100kg ou 0,25m²/100kg par comparaison avec les surfaces allant jusqu'à 0,27m²/100kg, voire plus (Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Restle, et al., 2019; Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Silva, et al., 2019; Mendonça et al., 2019). Une hypothèse soulevée par certains auteurs serait que lorsque la surface disponible diminue, les bovins qui chutent sont plus susceptibles d'être piétinés par leurs congénères, qui souhaitent pouvoir occuper au maximum l'espace disponible. **A l'inverse, deux études établissent une relation linéaire positive entre la surface disponible et la probabilité d'hématomes sur les carcasses** (Romero et al., 2012; Zanardi et al., 2022). Ces auteurs

supposent alors que l'excès d'espace disponible pourrait favoriser les pertes d'équilibre. A noter que l'une de ces études exprime la densité en animaux/m² sans préciser le poids des individus considérés, ce qui ne permet pas de connaître les surfaces disponibles étudiées pour 100kg de bovins.

En conclusion :

La littérature ne permet pas de répondre à la question posée¹² pour les bovins de taille moyenne, faute d'étude comparant des surfaces correspondant à la proposition règlementaire avec des surfaces inférieures, et faute d'études qui concluent sur les chutes des bovins pendant le transport. Les études comparant des surfaces règlementaires entre elles ou avec des surfaces plus faibles ne permettent pas de conclure quant à la cause des blessures observées sur les carcasses des bovins. En effet, la datation des hématomes observés sur les carcasses n'est pas systématique. Il est donc difficile de déterminer si ces lésions résultent exclusivement du transport (et notamment des chutes pendant le transport) ou si elles interviennent également lors des manipulations avant ou après le transport. Néanmoins, à l'heure actuelle, aucune évidence scientifique ne permet d'affirmer que le transport des bovins moyens à des surfaces correspondant à la proposition règlementaire ont plus de risque de chuter et/ou de se blesser que des bovins transportés aux surfaces règlementaires actuelles.

Il convient également de noter que l'absence de consensus entre les études au sujet de l'impact d'une augmentation des surfaces de transport disponibles sur le bien-être des bovins peut s'expliquer en grande partie du fait de l'existence de nombreux cofacteurs intervenant dans le risque de chutes et/ou de blessures des bovins pendant le transport. On note entre autres la qualité de la conduite, la configuration du camion, la durée et la distance du trajet, le type de route, etc. (cf. 4.2).

¹² « Des [bovins] transportés par la route aux densités prévues dans la proposition de règlement de révision du règlement 1/2005, ont-ils plus de risque de chuter et/ou de se blesser que des [bovins] transportés par la route aux densités prévues par le règlement actuel (règlement 1/2005) ? »



4 Analyse complémentaire et discussion

4.1 L'impact de différentes surfaces disponibles sur le stress des bovins pendant le transport

Les chutes des bovins pendant le transport peuvent être sources de stress chez ces animaux. Ainsi, pour mieux comprendre les mécanismes impliqués dans les pertes d'équilibre et les conséquences complémentaires que celles-ci peuvent avoir sur les bovins, deux axes d'analyse de la littérature sont proposés en complément de la partie précédente : les conséquences de la variation de surface disponible sur **1) les réponses comportementales et 2) les réponses physiologiques**. En effet, les réponses physiologiques à elles seules ne sont pas spécifiques du stress, car elles peuvent également être liées à une augmentation de l'activité physique ou de la vigilance. Il est donc essentiel d'analyser les réponses physiologiques au regard du contexte environnemental et des réponses comportementales des animaux afin de pouvoir les interpréter en termes de stress. A noter que les réponses physiologiques et comportementales influencent la qualité de la viande, comme la température post-mortem ou encore la diminution du pH, qui eux-mêmes impactent la couleur et la tendreté de la viande ou d'autres caractéristiques de qualité de la carcasse (Terlouw & Bourguet, 2022).

4.1.1 Réponses comportementales

4.1.1.1 Veaux

Les études du corpus qui s'intéressent au comportement des veaux pendant le transport ont essentiellement regardé deux paramètres : le changement de position des veaux entre debout et coucher et l'orientation prise par ces derniers dans le camion.

Il est connu que les bovins se couchent peu pendant le transport, en particulier durant les premières heures du transport et/ou lorsque les températures sont élevées. Les bovins se couchent néanmoins au bout de quelques heures de trajet, à mesure qu'ils s'habituent aux conditions du transport et/ou qu'ils commencent à ressentir de la fatigue (Grigor et al., 2001; Knowles, 1999). Néanmoins, il semblerait que les jeunes veaux aient davantage tendance à se coucher pendant le transport que les bovins adultes. En effet, une étude s'intéressant au comportement de couchage des veaux pendant le transport, observe des durées de couchage supérieures à 40% du temps de trajet (Jongman & Butler, 2014). Jongman et Butler



(2014) notent même que plus ils sont jeunes, plus les veaux ont tendance à se coucher pendant le transport (veaux de 3 jours couchés 59% du temps par comparaison avec 42% du temps pour les veaux de 10 jours). De plus, il semblerait que le temps passé par les veaux à se coucher dépend également du type de litière apportée dans le camion. Ces mêmes auteurs ont notamment observé que les veaux transportés à une surface de 1,32m²/100kg restaient couchés 71% du trajet lorsqu'une litière de paille était apportée (contre 42% avec un sol nu).

Toutes les études du corpus ayant observé le comportement de couchage des veaux pendant le transport concluent que les veaux se couchent davantage lorsqu'ils disposent de plus d'espace, notamment lorsqu'ils disposent d'une surface correspondant aux exigences de la proposition réglementaire (1,32m²/100kg - Jongman & Butler, 2014; 1m²/100kg - Todd et al., 2000¹³; 0,88m²/100kg - Uetake et al., 2011)¹⁴ par comparaison à une surface plus faible.

Concernant l'orientation des veaux dans le camion, il semble que ces derniers s'orientent parallèlement au sens de la marche lorsqu'ils en ont la possibilité, notamment lorsqu'ils disposent d'une surface correspondant aux exigences de la proposition réglementaire (0,98m²/100kg, Grigor et al., 2001). Plusieurs études sur des bovins (jeunes et adultes) suggèrent que cette position, ainsi que la position perpendiculaire au sens de la route sont préférées par ces animaux et leur permettent de maintenir plus facilement leur équilibre par rapport aux diagonales (Grigor et al., 2001; Tarrant et al., 1992).

Enfin, plusieurs études relèvent davantage de temps passé au repos à l'arrivée du transport chez les veaux transportés à des surfaces correspondant à la réglementation actuelle (0,79m²/100kg pour des veaux de 38kg et 0,30m²/100kg pour des veaux lourds de 234kg) par comparaison avec des veaux transportés à des surfaces plus élevées (1,32m²/100kg pour des veaux de 38kg et 0,41m²/100kg pour des veaux lourds de 234kg - Grigor et al., 2004¹⁵; Jongman & Butler, 2014). Les auteurs attribuent cette augmentation du repos à l'arrivée à une fatigue plus importante chez les veaux transportés aux surfaces réglementaires actuelles.

En conclusion :

L'étude du comportement des veaux pendant le transport suggère que des surfaces correspondant aux exigences de la proposition de règlement permettent aux veaux i) d'adopter une position leur permettant de mieux s'équilibrer, ii) de se coucher, notamment en présence de litière paillée et iii) de moins se fatiguer de manière générale, le tout permettant de limiter les chutes, et des blessures potentielles.

¹³ Analyses descriptives uniquement

¹⁴ Uniquement en présence d'une litière de paille pour l'étude de Jongman & Butler (2014)

¹⁵ Analyses descriptives uniquement



4.1.1.2 Jeunes bovins et bovins adultes

En ce qui concerne les jeunes bovins et les bovins adultes, les études du corpus ont observé plusieurs types de comportements permettant de compléter l'analyse des chutes et des blessures pendant le transport, notamment les interactions entre les congénères (interactions sexuelles et/ou agressions), les changements de position et/ou d'orientation dans le camion, et enfin les pertes d'équilibre éventuelles.

Les interactions sexuelles entre les congénères peuvent être source d'agitation à l'intérieur du camion, et de ce fait, de chutes et/ou de blessures potentielles. Deux études de Tarrant et al. (1988, 1992) sur des gros bovins (plus de 600kg) concluent que les comportements de monte étaient peu fréquents pendant le transport quelle que soit la surface disponible et n'observent pas de différence significative dans le nombre de montes aux différentes surfaces testées (respectivement entre 0,5m²/100kg, 0,33 m²/100kg et 0,17 m²/100kg, et entre [0,22 – 0,23 m²/100kg], [0,19 – 0,2 m²/100kg] et [0,17 – 0,18 m²/100kg]). Ces auteurs ont néanmoins constaté une augmentation d'un comportement typique avant la monte (appui du menton sur l'arrière train d'un congénère) entre une surface de 0,33 m²/100kg et une surface de 0,5m²/100kg (respectivement 3 et 10 pour les premiers trajets et 8 et 13 pour les seconds, χ^2 , $p < 0,01$) (Tarrant et al., 1988). A l'inverse, une étude sur des broutards (environ 400kg) a noté une augmentation importante des comportements de monte chez les individus transportés à 0,34 m²/100kg en comparaison à ceux transportés à 0,29 m²/100kg (+ 1300% avant la pause, test de Dunnet $p = 0,004$; et +757% après la pause, test de Dunnet $p = 0,003$) (Mounaix et al., 2009). A noter que dans cette étude, afin de pouvoir installer des caméras pour observer des animaux, le pont supérieur habituellement présent lors du transport avait été retiré. Ceci explique certainement les différences de résultats entre cette étude et celles de Tarrant et al. (1988, 1992). En effet, en conditions de transport classique, la hauteur des compartiments empêche les chevauchements entre les bovins.

Concernant les **comportements d'agression**, des résultats contradictoires sont observés dans la littérature. Deux études du corpus concernent le transport du même type de bovins (broutard mâle¹⁶ d'environ 400 kg) à des surfaces similaires (0,35 et 0,34 m²/100kg contre 0,29 m²/100kg) : une d'entre elles observe une augmentation significative du nombre d'agressions avec l'augmentation de surface¹⁷ (+ 250%, test de Dunnet $p = 0,04$; Mounaix et al., 2009) alors que l'autre n'observe aucune différence significative relative à ce paramètre (Eldridge & Winfield, 1988). La race pourrait éventuellement jouer un rôle dans ces différences puisque la première étude a utilisé des broutards charolais tandis que la seconde a étudié des broutards herefords. Concernant les plus gros bovins (plus de 600kg), une étude a mis en évidence un plus grand nombre de menaces et de coups de cornes chez les bovins transportés à 0,5m²/100kg par rapport à ceux transportés à 0,33 m²/100kg (menaces : 45 contre 30 pour les premiers trajets et 15 contre 10 pour les seconds, χ^2 , $p <$

¹⁶ Dans l'étude de (Mounaix et al., 2009), un trajet sur trois a été réalisé avec des femelles croisées limousine/charolais car les mâles charolais n'étaient pas disponibles pour ce trajet

¹⁷ Uniquement avant la pause, c'est-à-dire durant les 14 premières heures de trajet



0,01) / coups de cornes : 46 contre 25 pour les premiers trajets et 27 contre 24 pour les seconds, (χ^2 , $p < 0,01$). Les auteurs notent néanmoins que les menaces sont restées relativement peu fréquentes de manière générale sur l'ensemble des trajets (Tarrant et al., 1988). **Il semblerait donc que l'augmentation de l'espace disponible pendant le transport puisse augmenter les comportements d'agression des bovins adultes et ainsi le risque de blessures, voire de chutes, dans certains contextes qui restent à préciser.**

L'orientation des animaux est un paramètre regardé par certains auteurs pour analyser les positions préférées des bovins et estimer un éventuel inconfort voire déséquilibre lié à une liberté de mouvement restreinte et une position forcée en cas de surface disponible limitée. **Il semblerait que les bovins privilégient lorsqu'ils le peuvent les orientations perpendiculaires et parallèles à la direction du camion, évitant ainsi les orientations en diagonale** (Eldridge & Winfield, 1988; Mounaix et al., 2009; Tarrant et al., 1992). Plusieurs articles mettent en avant **une réduction importante de la liberté de mouvement et d'orientation à des surfaces correspondant à la réglementation, voire plus faibles** (réduction des mouvements de plus d'un mètre en dessous de 0,29 m²/100kg (Eldridge & Winfield, 1988) ; baisse de 36% des changements de position, de 166% des déplacements libres et augmentation de 45% des déplacements contraints à 0,29 m²/100kg (Mounaix et al., 2009) ; moins de liberté dans le choix de l'orientation en dessous de 0,18 m²/100kg (Tarrant et al., 1992)). Néanmoins, une étude montre à l'inverse une augmentation des positions diagonales à une surface de 0,35 m²/100kg par comparaison avec une surface de 0,29 m²/100kg durant les 14 premières heures de trajet (avant la pause). Après la pause, ces mêmes auteurs ne constatent pas de différence significative dans l'orientation des bovins entre les surfaces disponibles, du fait du nombre plus important d'animaux couchés (Mounaix et al., 2009).

Enfin, les **pertes d'équilibre** sont étudiées comme indicateur du risque de chutes. Une fois encore **la littérature est partagée sur cet indicateur** puisqu'une étude n'observe pas de différence significative dans le nombre de pertes d'équilibre des gros bovins entre des surfaces de 0,5 et 0,33 m²/100kg. Néanmoins, à ces deux surfaces, les bovins perdent significativement moins l'équilibre qu'à une surface de 0,17 m²/100kg (Tarrant et al., 1988). A l'inverse, une étude sur des broutards relève une augmentation significative de 145% des pertes d'équilibre des bovins à une surface de 0,34 m²/100kg, par comparaison avec une surface de 0,29 m²/100kg durant les 14 premières heures de trajet (avant la pause). Après la pause, comme pour l'indicateur précédent, ces auteurs ne constatent pas de différence significative entre les surfaces disponibles, du fait du nombre plus important d'animaux couchés (Mounaix et al., 2009).



En conclusion :

L'étude du comportement des jeunes bovins et des bovins adultes pendant le transport suggère que l'augmentation des surfaces disponibles (notamment au-delà de 0,29 m²/100kg de bovins) permet aux animaux de mieux s'orienter dans le camion et leur confère une plus grande liberté de mouvement. En contrepartie, cela pourrait être source de plus de comportements sexuels comme les montes et les chevauchements si la hauteur du compartiment le permet, et de comportements d'agression pouvant mener à des chutes et/ou des blessures. Ces conséquences potentielles restent à confirmer puisque les résultats de la littérature ne font pas consensus. Ces conséquences devraient notamment être étudiées aux surfaces correspondant aux exigences de la proposition réglementaire. Enfin, la seule étude comparant une surface correspondant à la proposition réglementaire avec une surface correspondant à la réglementation actuelle n'observe pas de différence significative dans le nombre de pertes d'équilibre des bovins transportés.

4.1.2 Réponses physiologiques

Dans les parties ci-dessous, seules les études ayant comparé des surfaces supérieures au seuil de la réglementation actuelle sont considérées. La description des mesures physiologiques analysées dans le corpus bibliographique est disponible en Annexe 1.

4.1.2.1 Veaux

Outre les concentrations de CK dont l'analyse a été développée en 3.2.1, les paramètres physiologiques analysés pour évaluer un éventuel stress des veaux pendant le transport sont multiples : concentrations plasmatiques de glucose, cortisol, beta-hydroxy-butyrate (BHB), aspartate aminotransférase (AST), acides gras non estérifiés (NEFA), etc.

Hormis un article sur des veaux d'environ 40kg, qui indique une concentration de glucose plasmatique après le transport supérieure pour des veaux transportés à une surface de 0,5 m²/100kg en comparaison de ceux transportés à une surface d'1 m²/100kg (Todd et al., 2000), aucune étude du corpus bibliographique n'observe de différence significative dans les réponses physiologiques entre les différentes surfaces testées pour les veaux (Earley & O'Riordan, 2006; Grigor et al., 2004; Jongman & Butler, 2014). Todd et ses collaborateurs (2000) attribuent la concentration de glucose plasmatique supérieure observée à la surface disponible la plus faible à une activité musculaire des veaux plus importante dans ces conditions. Cette activité musculaire serait liée à la lutte des veaux contre les mouvements du camion, qui ne serait pas nécessaire chez les veaux transportés à la surface plus élevée puisqu'ils auraient la possibilité de se coucher.

Les auteurs des études dont les résultats n'indiquent pas de différence significative dans les réponses physiologiques des veaux en fonction de la surface à laquelle ils sont transportés questionnent leur méthode d'analyse (sang prélevé après le transport, parfois sans précision



de la durée entre le déchargement et le prélèvement) ou les surfaces comparées (surfaces potentiellement trop similaires pour observer une différence significative entre les traitements).

En conclusion :

L'analyse des réponses physiologiques des veaux pendant le transport suggère (une seule étude) qu'une augmentation de la surface disponible pour répondre aux exigences de la proposition règlementaire diminuerait l'activité musculaire, voire la fatigue des veaux par rapport aux surfaces règlementaires actuelles. Cette augmentation de surface n'aurait a priori pas de conséquence négative en termes de stress potentiel ou de fatigue musculaire chez les veaux puisque les études qui ne montrent pas de bénéfice de l'augmentation de surface n'observent pas non plus d'impact négatif significatif.

4.1.2.2 Jeunes bovins et bovins adultes

Parmi les articles du corpus bibliographique, seuls deux s'intéressent aux réactions physiologiques des jeunes bovins et bovins adultes entre plusieurs surfaces supérieures au seuil règlementaire actuel :

- Mounaix et al. (2009) comparent des broutards d'environ 400 kg transportés à des surfaces de 0,29 et 0,34 m²/100 kg (surfaces toutes deux inférieures au seuil de la proposition règlementaire) pendant 29h.
- Tarrant et al. (1988) comparent des bœufs d'environ 600 kg transportés à des surfaces de 0,33 m²/100 kg (surface inférieure au seuil de la proposition règlementaire) et 0,5 m²/100 kg (surface supérieure au seuil de la proposition règlementaire) pendant 4h.

Mounaix et ses collaborateurs n'ont pas observé de différence significative dans les paramètres physiologiques (concentrations sanguines de CK, AST, glucose, urée, alanine aminotransférase (ALAT), haptoglobine, etc.) entre les différentes surfaces testées. Les concentrations mesurées chez les animaux étaient dans une gamme de valeurs normales, à l'exception de la CK, l'urée, le glucose et l'haptoglobine dont les concentrations étaient supérieures aux gammes normales pour toutes les surfaces testées. Les auteurs notent également une augmentation de la concentration de CK après le transport chez les bovins transportés à la plus faible surface (654,79 U/L à 0,29 m²/100 kg contre 544,64 U/L à 0,34 m²/100 kg ; gamme a priori normale : 66-120 U/L), bien que cette différence ne soit pas significative. Les auteurs associent ces valeurs importantes (CK, urée, glucose et haptoglobine) à un état de stress et de fatigue musculaire modéré et réversible lié au transport.

Tarrant et ses collaborateurs ont, quant à eux, observé une diminution significative des concentrations de cortisol plasmatique et de glucose plasmatique à la surface de transport



la plus élevée (respectivement 15,7 ng/mL et 5, 24 mmol/L à 0,5 m²/100 kg contre 30,3 ng/mL et 5,81 mmol/L à 0,33 m²/100 kg ; p < 0,001). Ils ont observé des activités de CK plasmatique similaires à ces deux surfaces (34 U/L à 0,5 m²/100 kg et 32 U/L à 0,33 m²/100 kg), qui étaient néanmoins significativement plus faibles que celles des bœufs transportés à une surface de 0,17 m²/100 kg (surface inférieure au seuil réglementaire actuel, valeur de CK de 200 U/L). Du fait de ces résultats, les auteurs concluent que la diminution de la surface disponible pendant le transport augmente la réponse de stress des bœufs.

A noter qu'au vu des valeurs de CK observées dans les deux études citées, on peut supposer que des surfaces supérieures à 0,34 m²/100 kg sont nécessaires aux bovins afin de réduire significativement leur activité de CK plasmatique.

En conclusion :

Comme pour les veaux, l'analyse des réponses physiologiques des jeunes bovins et des bovins adultes pendant le transport suggère qu'une augmentation de la surface disponible pour répondre aux exigences de la proposition réglementaire diminuerait le stress des bovins par rapport aux surfaces réglementaires actuelles. Cette augmentation de surface n'aurait a priori pas de conséquence négative en termes de stress potentiel. D'autres études seraient néanmoins nécessaires afin de confirmer ces résultats.

4.2 Facteurs aggravant le risque de chutes et/ou de blessures lors du transport des bovins

4.2.1 Facteurs aggravant potentiellement le risque de chutes et/ou de blessures en fonction de la surface disponible

4.2.1.1 La qualité de la conduite

Une conduite prudente des camions est essentielle pour prévenir les chutes et les blessures des animaux. En effet, des freinages brusques, des accélérations trop rapides, ainsi que des changements de vitesse et des virages serrés peuvent provoquer des pertes d'équilibre, augmentant ainsi le risque de chutes, de blessures, et le stress des animaux (Meat Institute Animal Welfare Committee, 2024; Tarrant et al., 1988, 1992).

D'après l'EFSA (2022), **la littérature s'est questionnée sur le fait que de faibles surfaces disponibles pouvaient être bénéfiques pour les bovins en cas de mauvaise qualité de la conduite, du fait du soutien mutuel entre les animaux rapprochés. Au vu des connaissances actuelles, il ne semblerait pas que ce soit le cas.** Au contraire, à plus faible surface, les bovins pourraient être davantage soumis à l' « effet domino » (Strappini et al., 2009), facilitant les



chutes du fait des pertes d'équilibre des bovins adjacents et de l'impossibilité d'ajuster leur position.

4.2.1.2 L'itinéraire

Les itinéraires qui minimisent le temps passé sur les routes non goudronnées et évitent les nids-de-poule permettraient de limiter le risque de chutes et de blessures quelle que soit la surface disponible de transport (Meat Institute Animal Welfare Committee, 2024; Mendonça et al., 2019). **Comme pour la qualité de la conduite, il peut être supposé que ce facteur impacte davantage le risque de pertes d'équilibre lorsque la surface disponible est plus importante, mais aucun article du corpus bibliographique ne soutient cet argument.**

4.2.1.3 La conception des véhicules de transport

Le **type de sol et de revêtement** utilisé lors du transport peut également impacter le nombre de chutes et de blessures des bovins. En effet, un plancher mal entretenu ou trop lisse pourrait augmenter le risque de glissades et de fait, de chutes et de blessures (Mendonça et al., 2019). D'après Mendonça et ses collaborateurs (2019), ce risque pourrait être réduit grâce notamment à l'utilisation de tapis en caoutchouc. De plus, d'autres auteurs ayant analysé les impacts respectifs de la surface disponible et du type de sol pendant le transport notent des interactions entre ces deux facteurs : **les conséquences négatives de la réduction de la surface disponible (moins de 0,79m²/100kg pour des veaux) seraient moins prononcées avec l'apport d'une litière paillée, notamment chez les veaux** (augmentation du pourcentage de veaux couchés, réduction de l'activité de CK, de la concentration en BHB après le transport) (Jongman & Butler, 2014).

Par ailleurs, la **taille et la configuration du véhicule** peuvent également influer sur les chutes et les blessures. En effet, les véhicules longs, avec une distance plus importante entre le compartiment des animaux et le point de traction, génèrent plus de vibrations au sol que les camions plus petits. Les vibrations pourraient être source d'inconfort et de plus de mouvements des bovins, source potentielle de pertes d'équilibre (Mendonça et al., 2019). De plus, les longs camions et/ou les camions avec des compartiments articulés augmentent la force centrifuge en leur centre, causant ainsi un risque accru de chutes (Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Silva, et al., 2019; Mendonça et al., 2019).

Enfin, le **compartiment du camion** dans lequel les bovins sont transportés pourrait également jouer un rôle important dans le risque de blessures et de chutes à certaines surfaces. En effet, les résultats de González et al. (2012) suggèrent que **les bovins transportés dans les compartiments « belly » et « deck » (Figure 4) seraient plus à risque de chuter et de se blesser lorsqu'ils sont transportés à une surface calculée sur la base de**



l'équation allométrique avec un k inférieur ou égal à 0,015 ou supérieur à 0,035¹⁸. Les auteurs indiquent néanmoins que cette hypothèse mérriterait d'être davantage étudiée.

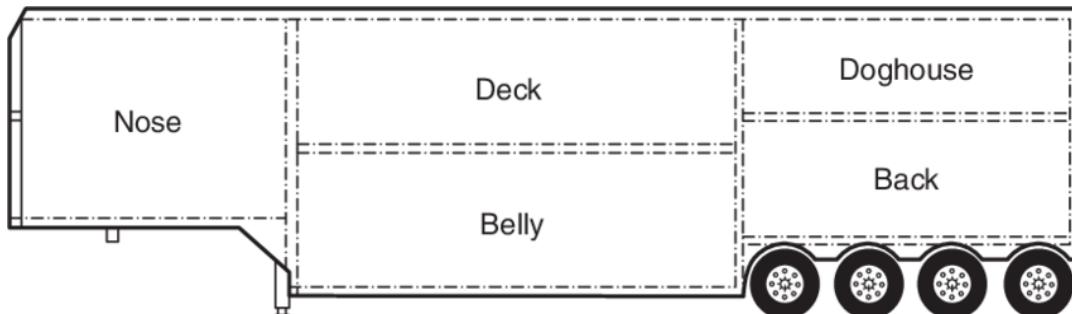


Figure 4. Exemple de disposition des compartiments dans une remorque (Schwartzkopf-Genswein & Grandin, 2014)

4.2.2 Autres facteurs

D'autres facteurs, a priori indépendants de la surface disponible, influent sur le risque de blessures voire de chutes pendant le transport. Parmi ces facteurs, on note des facteurs intrinsèques aux bovins comme la **race**, le **sexe**, et l'**âge** qui influent sur la réactivité des animaux et leur réponses aux différentes conditions environnementales (Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Restle, et al., 2019; Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Silva, et al., 2019; Uetake et al., 2011), ou encore **le fait d'être corné** ou non (le transport de bovins cornés présentant un risque accru de blessures ; Alende, 2010). Parmi les facteurs environnementaux pouvant augmenter le risque de blessures et/ou de chutes, on peut notamment noter la **distance parcourue** (plus la distance est importante, plus le risque de blessures serait accru ; Bethancourt-Garcia, Vaz, Vaz, Silva, et al., 2019) et le **transport de bovins non familiers** (le transport de bovins provenant de fermes différentes peut augmenter les agressions entre congénères du fait d'un stress social et ainsi augmenter les blessures pendant le transport ; Mendonça et al., 2019).

¹⁸ Calcul de la surface disponible pour 100kg impossible au vu de la variabilité du poids des animaux considérés dans cette étude

5 Conclusion et leviers d'actions

5.1 Conclusion

Concernant le transport des veaux, **la littérature disponible met en évidence que les surfaces disponibles indiquées dans la proposition de règlement (Commission européenne, 2023) permettraient aux veaux de moins se blesser qu'aux surfaces réglementaires actuelles (Conseil de l'Union européenne, 2004)**, notamment car ces nouvelles surfaces leur permettraient de trouver un meilleur équilibre, de se coucher davantage (notamment en présence de litière de paille), et de manière générale, de moins se fatiguer. Ces éléments laissent suggérer qu'aux surfaces correspondant à la proposition de règlement, les veaux ne risquent pas davantage de chuter qu'aux surfaces réglementaires actuelles. De plus, aucun stress supplémentaire n'a été démontré chez des veaux transportés aux surfaces correspondant à la proposition réglementaire.

Pour les jeunes bovins et les bovins adultes, un seul article compare le nombre de chutes et de blessures à une surface correspondant à la proposition de règlement et une surface correspondant à la réglementation actuelle, et ce pour des bovins d'environ 600kg. **D'après cet article, les bovins se blessent moins aux nouvelles surfaces réglementaires qu'aux surfaces actuelles, et le nombre de chutes ne diffère pas entre ces deux surfaces.** Cela serait dû au fait que, comme pour les veaux, les surfaces correspondant à la proposition réglementaire permettraient aux bovins d'adopter leur position préférée et ainsi garder un meilleur équilibre pendant le transport. Davantage d'études seraient nécessaires pour confirmer ces résultats, et ce pour différentes catégories de jeunes bovins et de bovins adultes. Néanmoins, **à l'heure actuelle, aucune étude ne permet d'affirmer que les bovins chuteraient et se blesseraient davantage aux surfaces indiquées dans la proposition de règlement par rapport aux surfaces réglementaires actuelles**¹⁹. En effet, les quelques articles qui observent davantage de pertes d'équilibre à des surfaces de transport plus élevées, s'intéressent à des surfaces de transport qui sont plus faibles que celles indiquées dans la proposition de règlement. Il est possible qu'à ces surfaces, les bovins n'aient pas la place suffisante pour maintenir au mieux leur équilibre.

Les résultats de cette expertise vont donc dans le même sens que ce qu'indique l'EFSA (2022), c'est-à-dire qu'a priori les bovins auraient moins de risque de se blesser aux surfaces recommandées dans la proposition réglementaire qu'avec celles de la réglementation actuelle. Par ailleurs, comme l'indique l'EFSA (2022), la réduction des densités offre d'autres

¹⁹ Rappel de la question posée : « Des [bovins] transportés par la route aux densités prévues dans la proposition de règlement de révision du règlement 1/2005, ont-ils plus de risque de chuter et/ou de se blesser que des [bovins] transportés par la route aux densités prévues par le règlement actuel (règlement 1/2005) ? »



avantages : une moindre exposition au stress thermique²⁰ et une meilleure capacité de repos, des facteurs essentiels pour le bien-être animal pendant le transport.

Enfin, il est à noter que d'autres paramètres sont essentiels à considérer pour limiter au maximum les chutes et les blessures pendant le transport, notamment la qualité de la conduite, l'itinéraire emprunté, la conception des camions, la présence et le type de litière, la durée et la distance de transport, etc. A priori, ces facteurs ne semblent pas augmenter les chutes et les blessures avec l'augmentation de la surface disponible, le contraire est davantage observé dans la littérature. Néanmoins, il semble important d'évaluer plus précisément les interactions entre ces facteurs et la surface disponible apportée aux bovins pendant le transport.

5.2 Leviers d'actions pour limiter le risque de blessures et de chutes pendant le transport

Pour la recherche

Etant donné le caractère limité de la littérature pour répondre à la question posée, il est essentiel de poursuivre les recherches sur les chutes et les blessures des bovins à des surfaces/densités de transport correspondant à la proposition réglementaire par comparaison avec des surfaces/densités de transport actuelles. Il serait notamment pertinent de mener des essais en incluant davantage d'analyses comportementales (par exemple, via des enregistrements vidéo) pour quantifier directement le nombre de chutes, et identifier dans quelle mesure les blessures observées sont liées aux chutes pendant le trajet. Il serait ainsi intéressant de modéliser le risque de chutes et de blessures à différentes densités pour chaque catégorie de bovin, en intégrant des cofacteurs tels que la qualité de la conduite ou la durée du transport.

De plus, une méta-analyse serait nécessaire afin d'analyser de manière plus précise le poids des différents articles utilisés dans cette expertise, afin de préciser la fiabilité des résultats cités.

Pour les organismes de formation

Pour garantir la protection des animaux pendant le transport, il est essentiel de limiter les facteurs sources de chutes et/ou de blessures des bovins. Ainsi, il est essentiel de bien inclure aux formations des transporteurs les bonnes pratiques de manipulation des bovins (approche calme, gestes sécuritaires, etc.), la reconnaissance des indicateurs comportementaux de stress, et les bonnes pratiques de conduite sur route (freinages progressifs, anticipations des virages, etc.).

²⁰ Analyse détaillée dans une autre expertise du CNR BEA (CNR BEA, 2025)



Pour les transporteurs routiers

Afin de limiter au maximum les chutes et les blessures des animaux, il est essentiel que les conducteurs apportent un soin particulier à leur conduite, notamment en limitant les accélérations et les freinages brusques et en anticipant les virages afin de limiter la force centrifuge. Les conducteurs expérimentés pourraient également être favorisés pour le transport d'animaux vivants. Les itinéraires empruntés devraient être optimisés afin d'éviter au maximum les routes non goudronnées et présentant de nombreux virages.

La conception des camions de transport des animaux devrait être optimisée afin que ces derniers disposent de suspensions conçues pour limiter les secousses, de sols antidérapants et de cloisons intérieures modulables permettant de séparer les animaux selon leur taille, âge ou catégorie (jeunes, gestantes, etc.). L'apport de litière paillée devrait être favorisé. De plus, le bon état des véhicules (freins, pneus, ventilation) devrait être contrôlé avant chaque trajet (si ce n'est pas déjà fait) afin de limiter les mouvements brusques et garantir un transport plus sûr et confortable pour les animaux.

Enfin, la densité de chargement devrait être adaptée en fonction de la catégorie animale, du sexe, de la race, de l'origine des animaux, de la durée du trajet ou encore de la météo, afin de réduire les chutes, les écrasements/piétinements, et limiter le stress.





Bibliographie

Abubakar, A. A., Idrus, Z., Goh, Y. M., Kaka, U., Sabow, A. B., Imlan, J. C., Othman, A. H., Raghazali, R., & Sazili, A. Q. (2024). *Impact of stocking densities and road transport distances on meat quality and malondialdehyde levels in semitendinosus and infraspinatus muscles of Brahman crossbred heifers in a tropical climate*. *Italian Journal of Animal Science*, 23(1), 1826–1838. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2432544>

Alende, M. (2010). *El bienestar animal en el transporte de bovinos para faena*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(1), 117–129.

Anderson, B., & Horder, J. C. (1979). *The Australian carcass bruise scoring system*. *Queensland Agricultural Journal*, 105, 281–287.

Bethancourt-Garcia, J. A., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Restle, J., & Mendonça, F. S. (2019). *Pre-slaughter factors associated with severe bruising in different primary commercial cuts of bovine carcasses*. *REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA*, 50(4). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190080>

Bethancourt-Garcia, J. A., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Silva, W. B., Pascoal, L. L., Mendonça, F. S., Vara, C. C. D., Nuñez, A. J. C., & Restle, J. (2019). *Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses*. *Livestock Science*, 222, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.009>

Brennecke, K., Zeferino, C. P., Soares, V. E., Orlandi, C. M. B., Bertipaglia, L. M. A., Sgavioli, S., Dian, P. H. M., & Amâncio, W. D. C. (2021). *Welfare during pre-slaughter handling and carcass lesions of beef cattle submitted to different loading densities*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 40, 985–991. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5998>

Buckham-Sporer, K., Earley, B., & Marti, S. (2023). *Current Knowledge on the Transportation by Road of Cattle, including Unweaned Calves*. *Animals*, 13(21), 3393. <https://doi.org/10.3390/ani13213393>

CNR BEA. (2025). *Avis du CNR BEA sur le confort thermique, les facteurs de stress thermique et les leviers d'action pendant le transport des bovins*.

Commission européenne. (2023, December). *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*. <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2022.7586>

Conseil de l'Union européenne. (2004, December 22). *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. (Consultable en ligne [ici](#))

Earley, B., & O'Riordan, E. G. (2006). Effects of transporting bulls at different space allowances on physiological, haematological and immunological responses to a 12-h journey by road. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*

EC Council. (2004). Council Regulation (EC) No 1/2005.

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

Eldridge, G. A., Winfield, C. G., & Cahill, D. J. (1988). Responses of cattle to different space allowances, pen sizes and road conditions during transport. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(2), 155–159. <https://doi.org/10.1071/ea9880155>

Eldridge, G., & Winfield, C. (1988). The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(6), 695. <https://doi.org/10.1071/EA9880695>

Ferreira, K. de C., Furtado, A. C., Flores, H. P., Oliveira, P. R. de O. de, Gonçalves, A. G., & Oliveira, D. M. de. (2020). Cattle loading rates in different truck models and their relationship with bruises on bovine carcasses. *Ciência Rural*, 50, e20190819. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190819>

González, L. A., Schwartzkopf-Genswein, K. S., Bryan, M., Silasi, R., & Brown, F. (2012). Relationships between transport conditions and welfare outcomes during commercial long haul transport of cattle in North America1. *Journal of Animal Science*, 90(10), 3640–3651. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4796>

Grigor, P. N., Cockram, M. S., Steele, W. B., McIntyre, J., Williams, C. L., Leushuis, I. E., & van Reenen, C. G. (2004). A comparison of the welfare and meat quality of veal calves slaughtered on the farm with those subjected to transportation and lairage. *Livestock Production Science*, 91(3), 219–228. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.08.005>

Grigor, P. N., Cockram, M. S., Steele, W. B., Sueur, C. J. L., Forsyth, R. E., Guthrie, J. A., Johnson, A. K., Sandilands, V., Reid, H. W., Sinclair, C., & Brown, H. K. (2001). Effects of space allowance during transport and duration of mid-journey lairage period on the physiological, behavioural and immunological responses of young calves during and after transport. *Animal Science*, 73(2), 341–360. <https://doi.org/10.1017/S135772980005832X>

Jongman, E. C., & Butler, K. L. (2014). The Effect of Age, Stocking Density and Flooring during Transport on Welfare of Young Dairy Calves in Australia. *Animals*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/ani4020184>

Knowles, G. (1999). A review of the road transport of cattle. *Veterinary Record*, 144(8), 197–201. <https://doi.org/10.1136/vr.144.8.197>



Meat Institute Animal Welfare Committee. (2024). Meat Industry Recommended Animal Handling Guidelines: A Systematic Approach to Animal Welfare at Transport and Slaughter. The Meat Institute.

Mendonça, F. S., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Leal, W. S., Silveira, I. D. B., Restle, J., Boligon, A. A., & Cardoso, F. F. (2019). Causes of bruising in carcasses of beef cattle during farm, transport, and slaughterhouse handling in Brazil. <https://doi.org/10.1111/asj.13151>

Mounaix, B., Brulé, A., Mirabito, L., David, V., & Lucbert, J. (2009). Le transport de longue distance des bovins: Impact des variations de l'espace disponible et/ou de la taille du groupe sur les indicateurs physiologiques et comportementaux du stress. IDELE.

*Petherick, J. C. (2007). Spatial requirements of animals: Allometry and beyond. *Journal of Veterinary Behavior*, 2(6), 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2007.10.001>*

*Romero, M. H., Gutiérrez, C., & Sánchez, J. A. (2012). Evaluación de contusiones como un indicador de bienestar animal durante el pre-sacrificio de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 267–275. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324754>*

*Romero, M. H., Uribe-Velásquez, L. F., Sánchez, J. A., & Miranda-de La Lama, G. C. (2013). Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *Meat Science*, 95(2), 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.014>*

*Schwartzkopf-Genswein, K., & Grandin, T. (2014). Cattle transport by road. In T. Grandin (Ed.), *Livestock handling and transport* (4th ed., pp. 143–173). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780643212.0143>*

*Strappini, A. C., Metz, J. H. M., Gallo, C. B., & Kemp, B. (2009). Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, 3(5), 728–736. <https://doi.org/10.1017/S1751731109004091>*

*Tarrant, P. V., Kenny, F. J., & Harrington, D. (1988). The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science*, 24(3), 209–222. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90079-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90079-4)*

*Tarrant, P. V., Kenny, F. J., Harrington, D., & Murphy, M. (1992). Long distance transportation of steers to slaughter: Effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Production Science*, 30(3), 223–238. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(06\)80012-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(06)80012-6)*

*Terlouw, C., & Bourguet, C. (2022). Chapter 1: Quantifying animal welfare preslaughter using behavioural, physiological and carcass and meat quality measures. In L. Faucitano (Ed.), *Preslaughter handling and slaughter of meat animals* (pp. 13–61). Brill | Wageningen Academic. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-924-4_1*



Todd, S. E., Mellor, D. J., Stafford, K. J., Gregory, N. G., Bruce, R. A., & Ward, R. N. (2000). Effects of food withdrawal and transport on 5- to 10-day-old calves. *Research in Veterinary Science*, 68(2), 125–134. <https://doi.org/10.1053/rvsc.1999.0345>

Uetake, K., Tanaka, T., & Sato, S. (2011). Effects of haul distance and stocking density on young suckling calves transported in Japan. *Animal Science Journal*, 82(4), 587–590. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2010.00866.x>

Vaz, R. Z., Dutra, M. M. M., Bethancourt-Garcia, J. A., Pascoal, L. L., Vaz, F. N., Sartori, D. B. S., Reis, N. P., & Restle, J. (2023). Intrinsic and environmental factors in the pre-slaughter behavior of beef cattle. *Journal of Veterinary Behavior*, 63, 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2023.05.003>

Vaz, R. Z., Mendonça, F. S., Bethancourt-Garcia, J. A., Vaz, F. N., Pascoal, L. L., Dutra, M. M. M., Da Silva, H. R., & Restle, J. (2023). Probability and number of bruises in bovine carcasses according to animal type, handling and transport. *Veterinary Research Communications*, 47(3), 1195–1205. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-10054-1>

Vimiso, P., Muchenje, V., & Muchenje, V. (2013). A survey on the effect of transport method on bruises, pH and colour of meat from cattle slaughtered at a South African commercial abattoir. *South African Journal of Animal Science*, 43(1), 105–111. <https://doi.org/10.4314/sajas.v43i1.13>

Welfare Quality Network. (2019). *Welfare Quality assessment protocol for laying hens, version 2.0*. Welfare Quality Network.

Zanardi, E., De Luca, S., Alborali, G. L., Ianieri, A., Varrà, M. O., Romeo, C., & Ghidini, S. (2022). Relationship between Bruises on Carcasses of Beef Cattle and Transport-Related Factors. *Animals*, 12(15), 1997. <https://doi.org/10.3390/ani12151997>



Annexe 1. Définitions des indicateurs physiologiques mentionnés dans l'évaluation du stress et des blessures lors du transport des bovins

Terme	Définition	Utilisation pour l'évaluation du stress ou des blessures	Prélèvement
ALAT (Alanine Aminotransférase)	Enzyme principalement hépatique, dont le dosage dans le sang est utilisé pour détecter des lésions du foie.	Des niveaux élevés d'ALAT peuvent indiquer une atteinte hépatique ou un stress métabolique affectant le foie.	Sang
Albumine	Principale protéine plasmatique, essentielle pour le maintien de la pression oncotique et le transport de diverses molécules.	Une baisse de l'albumine peut être observée en cas d'inflammation chronique ou de stress prolongé, affectant l'état nutritionnel et la fonction hépatique.	Sang
AST (Aspartate Aminotransférase)	Enzyme présente dans divers tissus (foie, muscles, cœur), utilisée pour détecter des lésions tissulaires.	Une augmentation d'AST peut indiquer des lésions musculaires ou hépatique, souvent associées à un stress physiologique ou à un traumatisme.	Sang
BOHB/ BHB (Béta-hydroxybutyrate)	Une cétone produite par le foie lors de la dégradation des graisses, en particulier quand l'apport en glucides est insuffisant, indiquant que l'organisme puise dans ses réserves énergétiques. Mesurer le niveau de BOHB dans le sang permet d'évaluer l'état énergétique global et de déterminer si l'organisme est en cétose, c'est-à-dire dans un état métabolique où les graisses sont principalement mobilisées pour fournir de l'énergie.	Une élévation du BOHB peut indiquer un déséquilibre énergétique (cétose) souvent associé à un stress métabolique, en particulier chez les ruminants.	Sang
CK (Créatine Kinase)	Enzyme présente dans les muscles et d'autres tissus, impliquée dans la production d'énergie.	Une élévation de la CK indique souvent des dommages musculaires ou un exercice intense, qui peuvent être induits par un stress physique important.	Sang
Cortisol	Le cortisol est une hormone stéroïdienne produite par le cortex des glandes surrénales qui régule le métabolisme, l'inflammation et la réponse immunitaire. Il est sécrété en réponse à l'activation de l'axe hypothalamo-hypophysaire-surrénalien lors de situations stressantes.	En situation de stress, l'augmentation du cortisol permet de mobiliser rapidement l'énergie nécessaire pour activer la réaction « combat ou fuite ». Cependant, une exposition prolongée à des niveaux élevés de cortisol peut perturber l'équilibre physiologique et affecter négativement la santé globale.	Sang mais aussi la salive ou le poil
Fibrinogènes	Protéine du plasma sanguin qui se transforme en fibrine lors de la coagulation.	Leur augmentation peut être un marqueur de réaction inflammatoire ou de stress aigu, notamment lors d'infections ou de traumatismes.	Sang (plasma)
Glucose	Molécule de sucre simple présente dans le sang et servant de source d'énergie pour les cellules.	En période de stress, la libération d'hormones (adrénaline, cortisol) peut entraîner une hyperglycémie, indiquant une mobilisation énergétique accrue.	Sang
Haptoglobine	Protéine de phase aiguë qui se lie à l'hémoglobine libérée lors de la lyse des globules rouges.	Son augmentation est un indicateur d'inflammation ou de stress aigu, souvent en réponse à une infection ou un traumatisme.	Sang
Hématocrite	Rapport du volume globulaire au volume sanguin total. Il s'obtient par la centrifugation qui permet la séparation des globules et du plasma sanguin.	Une augmentation de l'hématocrite peut refléter une hémocoïncentration, souvent due à une déshydratation ou à un stress physiologique.	Sang
Hématologie	Étude des composants cellulaires du sang (globules rouges, globules blancs, plaquettes) et de leurs proportions.	Les modifications des paramètres hématologiques (par exemple, leucocytose ou modifications du taux de globules rouges) peuvent être des réponses au stress.	Sang
Hémoglobine	Hétéro protéine de couleur rouge présente dans les hématies	Une augmentation du taux d'hémoglobine peut être associée à un état de stress ou de déshydratation.	Sang
IgM (Immunoglobuline M)	Première classe d'anticorps produite lors d'une réponse immunitaire, essentielle pour la défense initiale contre les infections.	Des modifications du taux d'IgM peuvent refléter l'état de la réponse immunitaire, souvent impactée par le stress chronique ou aigu.	Sang (sérum)
Lactate	Sel de l'acide lactique, souvent mesuré pour évaluer l'intensité de la glycolyse anaérobique.	Des niveaux élevés de lactate indiquent un recours à la glycolyse anaérobique, typique en cas d'effort physique intense ou de stress métabolique.	Sang et muscle



Terme	Définition	Utilisation pour l'évaluation du stress ou des blessures	Prélèvement
Lymphocyte	Cellule sanguine mononucléée classée selon son diamètre en grand (9 à 15 µm) et petit (6 à 9 µm) lymphocyte qui joue un rôle fondamental dans la réponse immunologique de l'organisme, et que l'on trouve généralement dans le courant circulatoire et dans les « organes lymphoïdes » nœuds lymphatiques, rate, thymus).	Une diminution du pourcentage de lymphocytes est souvent interprétée comme un signe de stress chronique ou aigu.	Sang
NEFA (Acides Gras Non Estérifiés)	Acides gras libres circulant dans le sang, indicateurs de la mobilisation des réserves lipidiques.	Une augmentation des NEFA suggère une mobilisation accrue des graisses en réponse à un déficit énergétique, souvent observée en situation de stress prolongé.	Sang (plasma)
NEFA (acides gras non estérifiés)	Fraction des acides gras libres circulant dans le sang	Des niveaux élevés de NEFA post-transport indiquent une mobilisation accrue des réserves lipidiques, ce qui est souvent associé à un état de stress métabolique et à une demande énergétique accrue.	Sang
Neutrophile	Cellules effectrices de l'immunité innée, impliquées notamment dans la réponse inflammatoire	Une augmentation, tant en pourcentage qu'en nombre absolu, peut être le reflet d'une réponse au stress ou d'une inflammation induite par le transport.	Sang
Noradrénaline	Neuromédiateur précurseur de l'adrénaline, sécrété par la médulosurrénale.	Sa libération, tout comme celle de l'adrénaline, marque l'activation du système sympathique lors d'un stress aigu.	Sang
PCV (Packed Cell Volume)	Packed Cell Volume ou hématocrite : pourcentage du volume sanguin occupé par les globules rouges.	Des variations du PCV peuvent refléter des changements hydriques (déshydratation ou surhydratation) ou des réponses au stress (modification du volume sanguin).	Sang (Hématocrite)
Protéines	Ensemble des protéines plasmatiques telles que l'albumine et la globuline	Des variations (augmentation ou diminution) peuvent refléter des déséquilibres nutritionnels, une déshydratation ou une réaction inflammatoire liée au stress.	Sang
RBC (Nombre de globule rouge)	Cet indicateur correspond au nombre de globules rouges par unité de volume sanguin.	Une élévation du nombre de RBC chez les animaux transportés peut indiquer une réponse adaptative au stress ou une concentration accrue de sang en raison d'une déshydratation.	Sang
Rématrocite	Terme moins courant, il fait généralement référence aux globules rouges (érythrocytes) responsables du transport de l'oxygène.	Une modification du nombre d'érythrocytes peut être liée à des états de stress (par exemple, en cas d'hémococoncentration due à la déshydratation).	Sang
Rythme cardiaque (bpm)	Nombre de battements cardiaques par minute.	Une augmentation du rythme cardiaque est une réponse physiologique au stress (activation du système sympathique).	Mesuré à l'aide d'appareils
Sources	https://www.larousse.fr/ https://www.universalis.fr/ https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal Le Petit Robert de la langue française - Bienvenue ! Le Robert Le Larousse Médical		





Centre national
de référence pour le
bien-être animal

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