

Effet du transport sur le bien-être des animaux et la qualité des viandes

Shannon L. Scott, Allan L. Schaefer

Lors de l'élevage des animaux de ferme, il peut être nécessaire de les transporter à plusieurs reprises, notamment pour les emmener à l'abattoir. Que la durée de ce transport soit brève ou longue, elle peut influencer la future qualité de la viande à cause du stress du transport qui, évidemment, a un impact négatif sur le bien-être des animaux.

Ce texte a pour but d'explorer le lien existant entre le transport des animaux de ferme et la qualité de la viande. Des interventions pouvant minimiser les effets du premier sur le bien-être des animaux et sur la qualité de la viande seront également suggérées.

Que se passe-t-il chez un animal pendant le transport ?

Chez l'animal, le transport est perçu comme un stress contre lequel il faut réagir, y compris avec des moyens psychologiques et physiologiques. La peur

représentant la principale réaction psychologique, les premières réactions physiologiques d'un animal face au stress sont normalement celles qui le préparent à la fuite ou à la lutte [1], c'est-à-dire une augmentation du rythme cardiaque, une accélération du rythme respiratoire, une dilatation des bronches et une intensification de la circulation sanguine vers les muscles. Ces réactions sont en partie sous le contrôle des hormones du stress, tels l'adrénaline et le cortisol. Mentionnons que leur ampleur dépend, d'une part, des facteurs liés aux conditions de transport et, d'autre part, de ceux liés à l'animal lui-même, à savoir son statut physique et nutritionnel, son pouvoir d'adaptation au stress et son potentiel génétique.

Les réactions physiologiques déclenchées par le stress du transport peuvent laisser des séquelles, notamment une déshydratation, un déséquilibre d'électrolytes, un déficit énergétique, un état catabolique et un déficit immunitaire [2].

La déshydratation que l'animal subit lors du transport résulte de plusieurs facteurs tels que la privation d'eau et la perte d'eau par excrétion urinaire et fécale ainsi que par sécrétion sudorale. Une respiration accélérée peut également accentuer la perte d'eau par évaporation, surtout par temps chaud. Cette déshydratation peut réduire non seulement le poids vif de l'animal mais aussi celui des tissus musculaires, des organes et de la peau, ce qui entraîne des pertes économiques importantes puisque ces éléments ont une valeur marchande qui est fondée au moins en partie sur leur

poids humide. De plus, une réduction de l'hydratation des tissus peut également altérer leur qualité.

Le déséquilibre d'électrolytes est surtout dû aux modifications des teneurs sanguines des principaux cations (Na^+ et K^+) et des principaux anions (Cl^- et HCO_3^-). Ceci provoque un changement dans la différence cation-anion, définie selon l'expression $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{CO}_3^-)$, qui entraîne à son tour une altération de l'équilibre acido-basique de l'organisme animal. La baisse de l'hydratation corporelle mentionnée précédemment peut contribuer au déséquilibre d'électrolytes.

Le déficit énergétique que l'on observe chez les animaux transportés provient soit de la réduction de l'apport en énergie alimentaire, soit de l'augmentation de l'énergie dépensée par l'animal. Souvent, les animaux transportés vers l'abattoir sont soumis à un jeûne préalable afin de réduire l'incidence des vomissements lors du transport. De plus, ce jeûne, en diminuant le volume du contenu digestif, limite les risques de contamination de la carcasse par les microbes du tractus digestif lors de l'éviscération. Cependant, un jeûne prolongé oblige l'organisme animal à aller puiser dans ses réserves corporelles en énergie afin de maintenir ses fonctions vitales de base (respiration, circulation sanguine, etc.). Ces réserves corporelles incluent le glycogène, une molécule comprenant des chaînes de glucose et qui est contenue dans le foie et les muscles, ainsi que les lipides qui se retrouvent surtout dans le tissu adipeux. Pendant le transport, les

S.L. Scott : Département des sciences animales, pavillon Paul-Comtois, Université Laval, Sainte-Foy QC G1K 7P4 Canada.
A.L. Schaefer : Agriculture and Agri-Food Canada, 6000 C & E Trail, Lacombe AB T4L 1W1 Canada.

Tirés à part : S.L. Scott

efforts physiques de l'animal (embarquement, maintien de l'équilibre, débarquement...) l'obligent à faire largement appel à ses réserves énergétiques. De plus, les animaux regroupés avec d'autres qui leur sont inconnus ont souvent tendance à s'affronter et à se monter afin d'établir un nouvel ordre social, ce qui épuise encore plus leurs réserves énergétiques.

L'état métabolique et catabolique d'un animal ayant été transporté est lié au déficit énergétique traité précédemment. Ce sont les réactions de catabolisme ou de dégradation qui permettent à l'organisme animal de libérer les réserves corporelles contenues dans ses tissus hépatiques, musculaire et adipeux. Notons que l'adrénaline et le cortisol jouent un rôle clé dans le déclenchement de ces réactions cataboliques. Plus l'animal puise dans ses réserves, plus la réduction de son poids vif risque d'être importante. Comme pour la déshydratation, cette réduction peut entraîner une diminution du poids des tissus de la carcasse et, par là, de sa valeur marchande.

Le déficit immunitaire causé par le transport est en partie dû aux effets répressifs qu'exerce le cortisol sur le système immunitaire. Ces effets se manifestent souvent par une altération des nombres relatifs de différentes classes de leucocytes. Pour les animaux qui ne sont pas abattus immédiatement après le transport, le déficit immunitaire les rend plus sensibles aux maladies virales et bactériennes. Chez le bovin, c'est surtout le système respiratoire qui est affecté par une maladie communément appelée « fièvre du transport ».

Soulignons que les conséquences des réactions physiologiques d'un animal face au stress du transport peuvent nuire à sa santé et à son bien-être. Leur présence peut donc signaler un état anormal de l'animal. C'est dans cette optique que les scientifiques étudiant les effets du stress sur le bien-être des animaux ont élaboré des méthodes de mesure ou d'estimation des éléments de la réaction physiologique au stress, de la teneur sanguine en cortisol par exemple. À l'aide de ces outils techniques, les chercheurs ont pu décortiquer certains éléments du transport ayant le plus grand impact négatif sur la physiologie et le bien-être de l'animal. Puisque l'on sait que tout facteur affectant le métabolisme de l'animal avant l'abattage risque d'avoir des répercussions sur la qualité de la viande, on a pu également explorer les éléments

du transport influençant celle-ci. Afin de mieux comprendre les effets du transport dans ce domaine, examinons d'abord ce lien entre le métabolisme *ante mortem* et le métabolisme *post mortem*, surtout au niveau des tissus musculaires.

Que se passe-t-il dans le muscle après l'abattage ?

Ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, des réserves énergétiques sont emmagasinées dans les tissus musculaires de l'animal vivant. En ce qui concerne la production de viande, c'est le métabolisme pré-abattage et post-abattage du glycogène qui nous intéresse le plus. Lorsque l'animal fait appel à ses réserves énergétiques en glycogène, cette molécule se dégrade progressivement en plusieurs molécules du glucose. Chez l'animal vivant, le glucose est brûlé en présence d'oxygène afin de produire de l'énergie pour faire fonctionner son organisme. Après, il ne reste de la molécule originale de glucose que du dioxyde de carbone (CO₂).

Cependant, après l'abattage, il y a arrêt de la circulation sanguine et, donc, de la livraison de l'oxygène aux tissus de la carcasse. Les tissus musculaires continuent d'utiliser du glucose afin de produire de l'énergie, mais dans des conditions de raréfaction de l'oxygène, c'est-à-dire anaérobies. En l'absence d'oxygène, le glucose est métabolisé en acide lactique. Tant que les réserves en glycogène persistent, leur métabolisme en acide lactique peut se poursuivre. Celui-ci ne peut alors que s'accumuler dans les tissus de la carcasse et, surtout, dans les tissus musculaires, ce qui fait chuter le pH intracellulaire. Au bout d'un certain temps, la réserve en glycogène étant épuisée, les cellules sont privées d'énergie, le métabolisme cellulaire s'arrête et le pH intracellulaire atteint son niveau le plus bas, soit environ 5,5 [3]. Ce niveau de pH – ou pH ultime – est déterminé par deux variables liées à la production d'acide lactique dans les tissus musculaires, à savoir l'étendue et la vitesse du processus. Si les réserves en glycogène sont limitées avant l'abattage, l'étendue de leur transformation en acide lactique l'est également et le pH ne diminue que très peu. En

revanche, si elles sont normales à l'abattage, mais que la vitesse avec laquelle elles se transforment en acide lactique est trop rapide, le pH ultime est atteint trop tôt et descend trop bas.

Le pH ultime des tissus musculaires de la carcasse a une influence primordiale sur la qualité de la viande produite. Normalement, la chute du pH *post mortem* entraîne une certaine dénaturation des protéines cellulaires. On peut observer le même phénomène dans le lait caillé où l'acide lactique provoque une dénaturation et une coagulation des protéines lactières. Dans les tissus musculaires de la carcasse, le degré de dénaturation des protéines influence la couleur et la structure de la viande, et c'est en fonction de ces dernières que s'apprécie en grande partie la qualité de la viande.

Pourquoi des viandes de qualité inférieure ?

Les viandes de qualité inférieure résultent d'une perturbation du métabolisme *post mortem* des tissus musculaires lorsqu'ils se convertissent en viande. Souvent, ces perturbations sont dues au stress, à court ou à long terme, que l'animal a subi avant l'abattage. Ces viandes de qualité médiocre représentent une perte économique énorme pour l'industrie des produits carnés. Par exemple, les carcasses de bœuf à coupe sombre (voir ci-dessous) sont déclassées et leur valeur marchande diminue de 200 à 300 \$ canadiens. Celle des carcasses de porc présentant les caractéristiques de la viande pâle, molle et exsudative (voir ci-dessous) diminue d'environ 5 à 10 \$ canadiens. Donc, il importe de comprendre les origines de ces perturbations afin d'être capable d'en atténuer l'incidence.

Coupe sombre, ferme et sèche

Bien que la viande à coupe sombre, ferme et sèche puisse exister chez le porc et la volaille, elle se rencontre surtout chez les bovins, notamment chez les taureaux et les taureaux. Lors du transport, ces animaux sont plus susceptibles que les autres d'épuiser leurs réserves en glycogène à la suite d'une libération intensive d'adrénaline et de cortisol. Après l'abattage, il ne reste plus de glycogène et

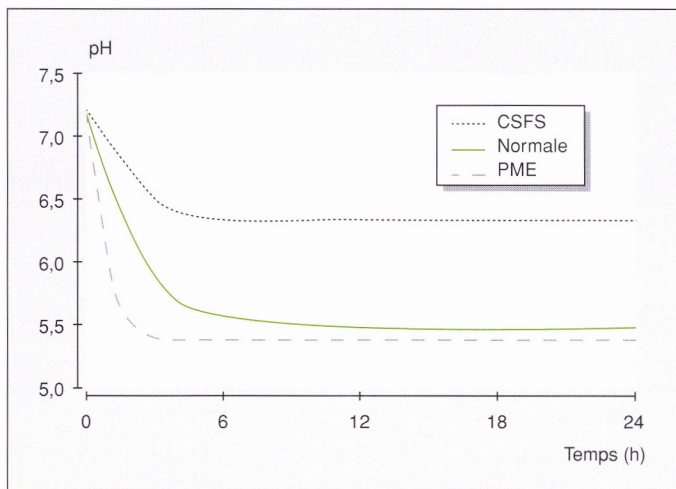


Figure 1. Effet du temps écoulé après l'abattage sur le pH de la viande à coupe sombre, ferme et sèche (CSFS), normale, pâle, molle et exsudative (PME) (d'après Jones *et al.* [4]).

Figure 1. Effect of the time duration after slaughter on the pH of dark, firm, dry meat (CSFS) and normal pale, soft, exudative meat (PME) (from Jones *et al.* [4]).

la production d'acide lactique est donc faible. L'acidification étant nulle, le pH reste élevé (figure 1) et les protéines musculaires ne sont pas dénaturées. Puisque celles-ci conservent leur capacité de rétention d'eau, la viande devient collante, foncée et ferme.

Viande pâle, molle et exsudative

Cette anomalie de la qualité de la viande est surtout rencontrée chez les porcs ayant subi un stress avant l'abattage. La production de viande pâle, molle et exsudative est souvent reliée au syndrome du stress porcin, une maladie d'origine génétique. Pourtant, une certaine partie d'entre elle est indépendante des facteurs génétiques. En fait, les sources de stress environnementales, particulièrement la manipulation et le transport, pourraient en constituer les principales causes. Ainsi que cela a été mentionné plus haut, ce stress va provoquer une réaction physiologique chez l'animal, notamment la libération d'adrénaline et de cortisol et l'augmentation du rythme cardiaque. Contrairement à la production de viande à coupe sombre, ferme et sèche, celle de viande pâle, molle et exsudative n'implique pas un épuisement des réserves en glycogène avant l'abattage. Cependant, le stress amplifiant la vitesse de dégradation du glycogène en acide lactique après l'abattage, la chute du pH dans les tissus musculaires est accélérée par rapport à la situation normale (figure 1). Il en résulte une dénaturation accentuée des protéines du muscle, d'où le blémissement, l'affaissement structural

et l'exsudation caractéristiques de ce type de viande.

Comment le transport influence-t-il la qualité de la viande ?

Le traitement réservé aux animaux au cours de la période qui précède l'abattage joue un rôle déterminant dans l'appréciation ultérieure du rendement et de la qualité de la viande. Il comporte plusieurs éléments de stress, parmi lesquels figurent la préparation pour le transport (le jeûne, le regroupement avec des ani-

maux étrangers), le transport (soit de courte soit de longue durée) et toutes les manipulations qui y sont liées telles que l'embarquement, la contention, l'entassement, le mouvement, le débarquement et l'attente à l'abattoir [5, 6]. De plus, les conditions ambiantes, entre autres la température et l'humidité, viennent modifier l'impact de ces éléments sur la qualité de la viande.

Préparation au transport

Jeûne

Lorsque les animaux sont privés de nourriture et d'eau, ils perdent du poids. Chez le porc et la volaille, ces pertes se chiffrent aux alentours de 0,2 à 0,4 % par heure [4, 7]. Chez les veaux d'emboûche de 200 kg, il a été montré que la privation de nourriture et d'eau était responsable à elle seule des deux tiers de la perte de poids liée au transport [8]. Mentionnons que, normalement, celle-ci a surtout lieu pendant les premières heures de la période de jeûne. Comme nous l'avons déjà mentionné, la perte de poids peut en partie être attribuée à la vidange du contenu gastro-intestinal et aux excréments fécaux et urinaires. Cependant, Jones *et al.* [9] ont montré qu'une perte de poids vif de l'ordre de 10 % était accompagnée d'un « rétrécissement » (*shrink*) de la carcasse d'environ 6,5 % chez des bouvillons privés de nourriture et d'eau pendant 48 heures (tableau 1). Ces données mon-

Tableau 1

Effet de la privation de nourriture et d'eau sur la perte de poids vif entre la ferme et l'abattoir, sur le poids de la carcasse chaude, sur le pH ultime et sur la perte par égouttement d'un bifteck chez les bouvillons d'abattage (d'après Jones *et al.* [9])

	Temps de privation de nourriture et d'eau avant l'abattage (h)				
	0	12	24	36	48
Perte de poids vif entre la ferme et l'abattoir (% du poids vif à la ferme)	3,10	6,00	7,20	10,70	10,60
Poids de la carcasse chaude (% du poids vif à la ferme)	56,87	55,12	55,59	52,87	53,19
pH ultime (6 j après l'abattage) du <i>longissimus</i>	5,58	5,63	5,71	5,69	5,73
Perte par égouttement (%)	1,57	1,24	1,13	0,87	0,73

Effect of feed and water deprivation on live weight loss between the farm and slaughterhouse, on live carcass weight, on ultimate pH, and on drip loss in beef from slaughtered steers (from Jones *et al.* [9])

Tableau 2

Effet du regroupement d'animaux étrangers sur la qualité de la viande chez les bovins mâles (d'après Mohan Raj *et al.* [12])

	Traitement	
	Témoïn	Mélangé
Réserves glucidiques ($\mu\text{mol/g}$ de muscle) 24 h après l'abattage	49,8	38,4
Nombre de carcasses dont le pH est :		
- normal (< 5,8)	25,0	9,0
- intermédiaire (5,8-6,2)	3,0	7,0
- élevé (> 6,2, viande de coupe sombre, ferme et sèche)	1,0	8,0

Effect of grouping unfamiliar male cattle on ultimate meat quality (from Mohan Raj *et al.* [12])

trent que le jeûne se répercute également sur les tissus de la carcasse. Des recherches complémentaires ont suggéré qu'une proportion de cette perte de poids était due à une diminution de volume du liquide interstitiel [10]. Dans l'étude de Jones *et al.* [9], l'incidence de viande à coupe sombre, ferme et sèche était à la hausse chez les bouvillons à jeun, probablement à cause de l'épuisement des réserves de glycogène, tel que l'ont montré McVeigh et Tarrant [11].

Interaction avec des animaux étrangers

Le regroupement d'animaux qui ne se connaissent pas risque d'entraîner de nombreux affrontements au cours du processus d'établissement d'une nouvelle structure sociale. L'interaction avec des animaux étrangers représente donc un facteur de stress ayant des composants à la fois physiques et psychologiques. Mohan Raj *et al.* [12] ont constaté que le mélange de bovins mâles avant l'abattage faisait augmenter le nombre d'interactions agressives entre eux, en particulier la monte. D'ailleurs, les animaux mélangés ont présenté des réserves glucidiques plus faibles et un pH ultime élevé par rapport à ceux qui ne l'étaient pas (tableau 2). Ces résultats biochimiques ont été avancés pour expliquer l'incidence plus élevée de viande à coupe sombre, ferme et sèche chez les animaux mélangés. En outre, le comportement de monte augmente l'incidence des ecchymoses et meurtrissures, qui peuvent réduire la valeur de la carcasse et entraîner des pertes économiques importantes. Kenny et Tarrant [13] ont noté que l'installation à l'abattoir d'une grille électrifiée au-dessus de la tête des animaux réduisait de façon significative l'inciden-

ce des dommages à la carcasse ainsi que de la viande à coupe sombre, ferme et sèche.

Transport

Nous traiterons ici de toutes les manipulations qui surviennent lors d'un épisode de transport, y compris le chargement, la contention et l'entassement à l'intérieur de la remorque, le déchargement et le placement en parc d'attente à l'usine de traitement. Parmi les facteurs qui interviennent dans la modification de la réaction des animaux au stress que leur inflige le transport, mentionnons la densité de chargement, la température et l'humidité ambiantes, la durée du voyage, l'état de la route et la façon de conduire du camionneur. D'autres éléments jouent un rôle important : le bruit et les mouvements du camion, le soin avec lequel les animaux sont manipulés lors de l'acheminement ainsi que l'aménagement des installations d'acheminement et d'attente à la ferme et à l'abattoir. Comme tous les facteurs et éléments décrits précédemment influencent la réaction des animaux face au transport, ils risquent également de se répercuter sur la qualité ultérieure de la viande.

Généralités sur le transport

Chez les animaux transportés, on peut déceler des signes de dommages musculaires même avant l'abattage par le biais des prélèvements de sang. Les tissus musculaires renferment une enzyme, la créatine phosphokinase (CPK). Lorsque sa concentration dans le sang augmente beaucoup, c'est qu'il s'est produit une détérioration musculaire causée par une maladie ou une lésion. Lors d'une étude sur des taurillons transportés pendant

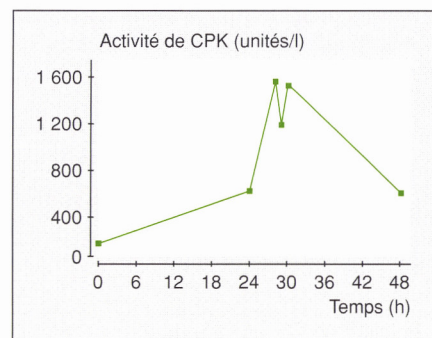


Figure 2. Effet du transport sur la teneur plasmatique en créatine phosphokinase (CPK) chez les taurillons embarqués dans une remorque immobile à H0, transportés entre H24 et H28 et au repos dans la remorque immobile de H28 à H48 (d'après Scott *et al.* [14]).

Figure 2. Effect of transportation on plasma concentrations of creatine phosphokinase (CPK) in young bulls loaded in an immobile transport trailer at H0, transported between H24 and H28, and at rest in the vehicle from H28 to H48 (from Scott *et al.* [14]).

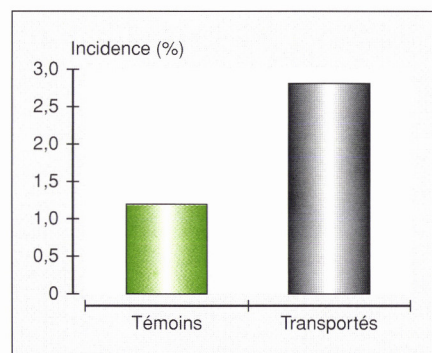


Figure 3. Effet du transport sur l'incidence des meurtrissures chez des poulets de chair ayant subi un épisode de transport (ou transportés) par rapport à ceux restés dans des cages immobiles (ou témoins) (d'après Moran et Todd [16]).

Figure 3. Effect of transportation on bruising in broiler chickens. A group of broilers that had been transported were compared with another group that had remained immobile in cages (controls) (from Moran and Todd [16]).

4 heures sans jeûne préalable, Scott *et al.* [14] ont constaté que leur teneur sérique en CPK avait significativement augmenté et avait atteint un pic 6 heures après le début de transport, ce qui indique que les détériorations musculaires continuent même après la fin de la période de transport (figure 2).

Après l'abattage, la présence de détériorations musculaires, c'est-à-dire de meurtrissures, peut être confirmée par le biais d'une inspection visuelle. Il existe des méthodes d'évaluation qui permettent de

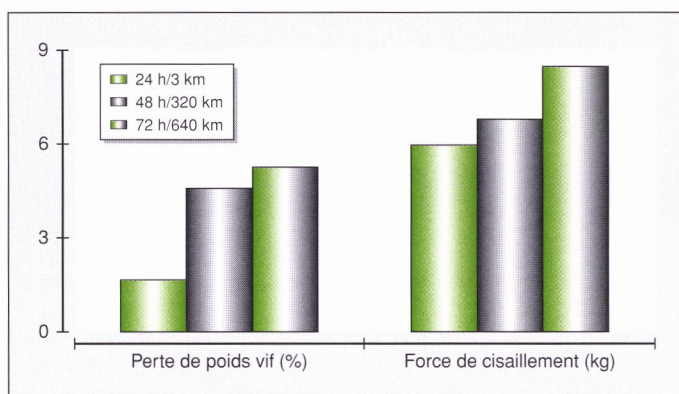


Figure 4. Effet combiné du jeûne (en heures) et du transport (en km) sur la perte de poids vif (% du poids initial) et la force de cisaillement (tendreté, kg de force) d'un bifteck chez les bouvillons et génisses de race Hereford (d'après Jones *et al.* [17]).

Figure 4. Combined effect of fasting (hours) and transportation (km) on loss of live weight (% of initial weight) and shear force (tenderness, force in kg) of beef from Hereford steers and heifers (from Jones *et al.* [17]).

déterminer combien de temps s'est écoulé depuis la blessure initiale et qui peuvent donc confirmer ou infirmer de façon rétrospective que l'ecchymose s'est produite lors du transport [15]. Moran et Todd [16] ont rapporté que l'incidence des meurtrissures avait doublé chez des poulets de chair ayant été transportés par rapport à ceux étant demeurés dans des cages immobiles (figure 3).

Étant donné que, en grande partie, les animaux sont à jeun lors du chargement, les effets du transport sur la qualité de la viande s'ajoutent à ceux du jeûne. Jones *et al.* [17] ont étudié les effets combinés du jeûne et du transport sur le rendement et la qualité des carcasses de trois groupes de bouvillons et génisses de race Hereford. Le premier groupe a été privé de nourriture pendant 24 heures, transporté sur 3 km vers l'abattoir et abattu immé-

diatement à l'arrivée. Le deuxième groupe était à jeun depuis 24 heures, a été transporté sur 320 km et abattu après une période d'attente de 24 heures à l'usine de traitement (donc, un jeûne de 48 heures au total). De plus, ces animaux ont été mélangés avant l'abattage. Le troisième groupe a d'abord été soumis au même traitement que le deuxième groupe puis, après les premières 24 heures d'attente à l'abattoir, il a été à nouveau transporté sur 320 km et a attendu encore 24 heures avant l'abattage. Donc, en tout, ce groupe a été à jeun pendant 72 heures et a parcouru une distance de 640 km. Selon les résultats de cette étude, la perte de poids vif a été plus importante et le poids à chaud de la carcasse s'est amoindri chez les animaux des groupes 2 et 3 par rapport au groupe 1 (figure 4). De plus, la viande s'est révélée moins tendre et d'une

coloration plus foncée et moins vive. Afin d'expliquer ces effets sur la qualité de la viande, on pourrait encore faire appel à l'étude de Gortel *et al.* [10] où une réduction du volume du liquide interstitiel a été observée chez les bovins transportés.

Densité de chargement

Des densités de chargement trop faibles ou trop élevées contribuent à la dégradation de la qualité de la viande. Si la densité de chargement est trop faible, les animaux risquent d'être ballottés et de perdre l'équilibre lors du freinage ou des virages brusques [18], ce qui peut augmenter l'incidence des meurtrissures. Toutefois, vu qu'il est peu économique de transporter un faible nombre d'animaux, cette situation n'est qu'exceptionnellement rencontrée.

La relation entre la densité de chargement et les événements liés à la conduite du camion est plus évidente chez les bovins, parce qu'ils n'ont pas tendance à se coucher pendant le voyage [19], que chez les porcs, qui s'assoient ou s'allongent avant la fin des deux premières heures du voyage [20]. Dans une étude portant sur les effets du transport routier de longue durée sur les bouvillons Frisons embarqués à différentes densités de chargement (faible, moyenne, élevée), Tarrant *et al.* [21] ont constaté que les meurtrissures des carcasses et l'activité plasmatique de la CPK avaient augmenté avec la densité de chargement. Quelques animaux s'étaient couchés pendant le voyage, mais ce n'est qu'aux fortes densités que des animaux n'ont pas pu se relever.

Chez le porc, une densité de chargement trop élevée l'empêche de se coucher. Par conséquent, il change de position continuellement et arrive à l'abattoir complètement épuisé [22], ce qui provoque une augmentation du pH musculaire *post mortem* (tableau 3) ainsi qu'un *rigor mortis* important et précoce. De plus, la fréquence des dégradations de la peau s'accroît et fait diminuer d'autant sa valeur marchande. Les effets de la densité de chargement sont en étroite relation avec ceux de la température et de l'humidité ambiantes.

Température et humidité ambiantes

Des taux de température et d'humidité considérables créent un microclimat défavorable à la perte de chaleur corporelle des animaux transportés. Ceci les force à recourir à des moyens physiologiques afin de stimuler la perte de chaleur par évaporation, comme un rythme respiratoire et

Tableau 3

Effet de la densité du chargement sur le pH musculaire et le *rigor mortis* chez les porcs d'abattage transportés sur une longue distance (d'après Lambooy et Engel [22])

	Densité (kg/m ²)		
	186	232	278
pH du muscle <i>semimembranosus</i>	6,31	6,36	6,41
pH du muscle <i>longissimus</i>	6,29	6,33	6,41
Indice de <i>rigor mortis</i>	8,30	9,20	9,30

Effect of loading density on muscle pH and *rigor mortis* in pigs transported over a long distance (from Lambooy and Engel [22])

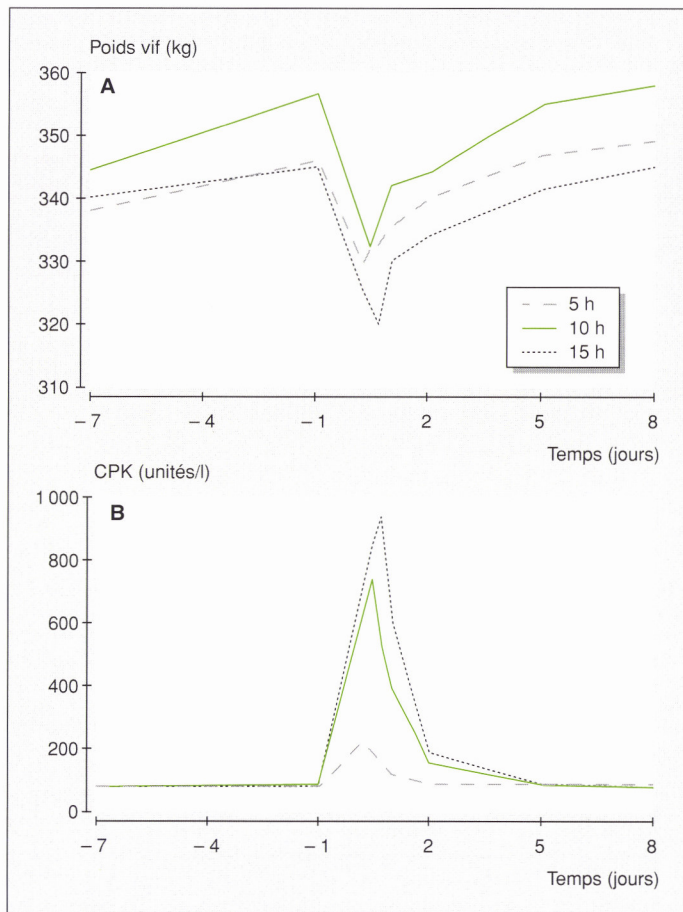


Figure 5. Effet de la durée du transport sur (A) le poids vif (kg) et (B) la concentration sérique de créatine phosphokinase (CPK, unités/l) chez les bouvillons de boucherie. Distances parcourues : 286 km (5 h), 536 km (10 h) et 738 km (15 h) (d'après Warriss *et al.* [25]).

Figure 5. Effect of transportation duration on: (A) live weight (kg); and (B) serum levels of creatine phosphokinase (CPK, units/l) on steers. Distances travelled: 286 km (5 h), 536 km (10 h) and 738 km (15 h) (from Warriss *et al.* [25]).

un rythme cardiaque accélérés. Ce stress supplémentaire favorise la production de viande de qualité inférieure

Par exemple, chez le poulet exposé à une température de 40 °C pendant 1 heure, la capacité de rétention d'eau de la viande diminue significativement [23]. De plus, l'apparence de la viande est très semblable à celle de la viande porcine pâle, molle et exsudative. Une autre étude portant sur les effets du stress thermique sur la qualité de la viande chez le dindon [24] rapporte que les animaux soumis à des traitements à basse et à haute température présentent une viande de poitrine moins tendre, plus foncée et plus rouge que celle des animaux témoins. Il semble donc que, chez le dindon, les températures extrêmes contribuent à la production d'une viande qui ressemble à la viande à coupe sombre, ferme et sèche.

Durée de transport

Selon le système de commercialisation, le transport des animaux destinés à l'abattage peut être de courte ou de longue

durée. On a déjà fait allusion au fait que les effets de la durée de transport sont souvent confondus avec ceux de la privation de nourriture et d'eau, vu que très peu de remorques sont équipées de mangeoires et d'abreuvoirs.

Chez les bouvillons transportés pendant 5, 10 ou 15 heures (respectivement 286,

536 et 738 km), la perte de poids vif augmente selon la durée de transport (figure 5A), tout comme la concentration sérique de CPK et, donc, les dégradations musculaires (figure 5B) [25]. En revanche, Sinclair *et al.* [26] n'ont pas trouvé de différence significative de la valeur de CPK sérique entre des taureillons transportés pendant 20 minutes vers l'abattoir et ceux transportés pendant 8 heures. Cependant, ils ont constaté que la perte de poids vif était plus importante chez ces derniers.

Dans une étude récente, Fernandez *et al.* [27] ont également rapporté une perte de poids vif accrue chez des veaux de lait transportés pendant 11 heures vers l'abattoir par rapport à ceux transportés pendant 1 heure, ainsi qu'une baisse des rendements de la carcasse et du foie (figure 6). Dans les muscles faisant partie de la longe, les réserves glucidiques avaient diminué après le long voyage, provoquant un pH élevé 4 heures après l'abattage et une perte par égouttement réduite. De plus, une appréciation des qualités organoleptiques de la viande par un panel de dégustation a indiqué que le transport prolongé avait réduit sa tendreté et son caractère juteux (figure 6).

État routier

Si les animaux sont ballotés de droite et de gauche pendant le transport sur des routes cahoteuses, le stress qu'ils subissent s'intensifie parce qu'ils doivent faire plus d'efforts pour se maintenir en équilibre. Afin d'estimer le stress éprouvé par des bovins de boucherie lors d'un transport de 80 km sur des routes de qualité variée, Eldridge [5] a mesuré leur rythme cardiaque tout au long du parcours. Ses résultats ont révélé que les animaux

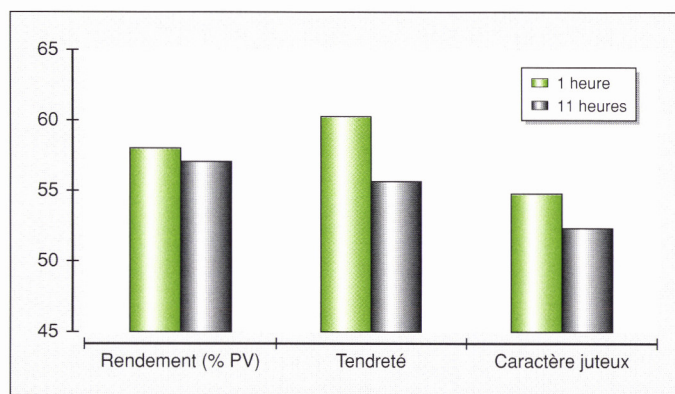


Figure 6. Effet de la durée du transport sur le rendement des carcasses (% du poids vif) ainsi que sur la tendreté et le caractère juteux de la viande (évaluation par un panel de dégustation selon une échelle de 1 à 100) chez les veaux de lait transportés pendant 1 h et 11 h (d'après Fernandez *et al.* [27]).

Figure 6. Effect of transportation duration on carcass yields (% live weight), and meat tenderness and juiciness (assessed by a professional panel on a 1-100 scale) in veal calves transported for 1 h and 11 h (from Fernandez *et al.* [27]).

Summary

Effect of transportation on animal welfare and meat quality

S.L. Scott, A.L. Schafer

Farm animals raised for livestock production may be transported on different occasions, including when they are taken to the abattoir. The duration of this transportation can influence the ultimate quality of the meat obtained due to the stress experienced. In addition, this transport-induced stress obviously has a negative impact on the welfare of the animals. This paper explores the link between the transportation of farm animals raised for meat and the ultimate quality of the meat produced. Interventions that minimize the negative effects of transport on animal welfare and meat quality are also presented.

Transportation, including associated handling and management procedures, can be unusual for most domestic animals. In most animals, a novel situation is stressful and induces a stress response. This response includes psychological reactions, such as fear, as well as physiological reactions, including significant changes in endocrine, enzymatic, metabolite, electrolyte, thermoregulatory and hydration parameters. These changes in an animal's physiology can ultimately have a negative impact on both live weight loss and meat quality.

A brief review of the process whereby muscle is transformed into meat following slaughter will help clarify this link with the stress response. Following slaughter, blood circulation ceases and the muscle tissue starts producing ATP anaerobically. To do so, it uses its glucose reserves in the form of glycogen, and produces lactic acid as a by-product. This causes a decline in muscle pH, and ATP production stops and rigor mortis develops when there is no more glycogen. The ultimate pH in muscle (Figure 1) depends on its glycogen reserves prior to slaughter, and these reserves closely depend on the level and duration of preslaughter stress. Long-term stress depletes glycogen reserves and results in a higher than normal ultimate pH-producing dark, firm, dry meat (DFD). This depletion of glycogen reserves can be induced by removal of food and water prior to transportation (Table 1). It can also be exacerbated by aggressive encounters with unfamiliar animals (Table 2). Glycogen will metabolise quicker when there is acute stress just prior to slaughter-resulting in pale, soft, exudative meat (PSE).

Transportation also has a negative impact on meat quality in other ways. For example, muscle damage, as measured by creatine phosphokinase (CPK) activity (Figure 2) or by the incidence of bruising (Figure 3), is evident in transported animals. The transport conditions also influence the ultimate meat quality. In cattle, the combination of increasing time off feed and longer transportation distances prior to slaughter has been shown to decrease meat tenderness (Figure 4). In pigs, an increased loading density in the truck increases the ultimate pH of the meat (Table 3), while in chickens, a high ambient temperature in the truck (40°C) leads to the production of pale, soft, exudative meat (PSE). An extended transport duration has been shown to increase muscle damage in steers (Figures 5A and 5B), while decreasing meat juiciness and tenderness in veal calves (Figure 6). One of the most overlooked factors relating to the effect of transport on meat quality is the skill of the driver, i.e. a driver who is careful will minimize loss of balance and thus carcass bruising in the animals.

Improvements in animal handling and transport equipment as well as management procedures can help minimize – but not eliminating – these negative effects. In addition, nutritional modulation of the animal's response to transport has been implemented for preventative or restorative purposes. Empirical evidence obtained to date suggests that such a strategy is effective in reducing the impact of transportation on animal live weight loss and meat quality in cattle (Figure 7 ; Table 4), and in pigs.

It should be noted that the best strategy for reducing the negative effects of transportation on animal welfare and on the quality of the meat produced is to train and educate the personnel working with these animals so that they will be aware of the ultimate consequences of their actions.

Cahiers Agricultures 1999 ; 8 : 451-9.

étaient beaucoup plus stressés quand ils empruntaient de mauvaises routes de campagne ou quand ils traversaient des

agglomérations aux nombreux feux de signalisation et embouteillages que quand ils circulaient sur le ruban des autoroutes.

Technique de conduite

Comme le souligne Tarrant [19], la façon de conduire du chauffeur joue un rôle déterminant dans l'effet du transport sur l'animal. Quand les virages sont abordés trop rapidement ou les arrêts sont brusques, le nombre d'animaux qui perdent l'équilibre et qui sont alors piétinés par les autres s'élève. Il en résulte une incidence accrue des meurtrissures et, par conséquent, des viandes de qualité médiocre. D'après l'observation de Jones et Tong [28], la fréquence de la viande à coupe sombre, ferme et sèche est le plus élevé pendant les mois de mars et d'avril et le plus faible en décembre chez les bovins abattus dans la Saskatchewan, sans doute à cause des mauvaises conditions routières hivernales qui modifient la façon de conduire des chauffeurs de camion.

L'attitude générale du chauffeur envers les animaux est également très importante. Il est indispensable qu'il pense au confort et au bien-être des animaux pour les transporter dans des conditions qui favorisent la production de viandes de qualité exceptionnelle.

Comment réduire les mauvais effets du transport sur la qualité de la viande ?

De nombreuses stratégies ont été élaborées pour minimiser les effets du stress dû au transport et à la manutention et pour assurer le bien-être de l'animal. Elles visent également à réduire les pertes de poids vif et à améliorer la qualité de la viande produite. Parmi les moyens utilisés, figurent entre autres des programmes de préconditionnement, de complémentation vitaminique, de vaccination et de modulation nutritionnelle [2]. La plupart d'entre eux ont connu un succès mitigé, mais il y en a un qui s'est montré prometteur. Il se fonde sur l'administration d'électrolytes par voie orale, soit avant le transport (thérapie préventive) soit après (thérapie restaurative). Le principe sous-jacent à cette approche est la normalisation du statut physiologique de l'animal. Un mélange d'électrolytes, de glucides et d'acides

Tableau 4

Effet des électrolytes (Nutri-charge®) offerts aux bovins de boucherie sur le rendement (% du poids vif) et la qualité* des carcasses, ainsi que sur l'incidence de viande à coupe sombre (% des carcasses) (d'après Schaefer, données non publiées)

	Témoin	Nutri-charge®
Expérience 1** :		
- rendement de la carcasse chaude (%)	59,70 (n = 158)	60,30 (n = 156)
- classification de carcasse « Choice » (%)	51,00 (n = 316)	62,00 (n = 460)
- coupe sombre (%)	0,06 (n = 158)	0 (n = 156)
Expérience 2 :		
- rendement de la carcasse chaude (%)	55,70 (n = 78)	57,80 (n = 104)
- classification de carcasse « Choice » (%)	N/A***	N/A
- coupe sombre (%)	N/A	N/A
Expérience 3 :		
- rendement de la carcasse chaude (%)	58,10 (n = 11 198)	59,30 (n = 1 332)
- classification de carcasse « Choice » (%)	20,00	24,00
- coupe sombre (%)	1,30	0,30

* Définie comme le pourcentage de carcasses classées « Choice » dans le système américain ou « AA » et « AAA » dans le système canadien.

** Expérience 1 : électrolytes offerts avant le transport aux bovins abattus immédiatement après le transport ; expérience 2 : électrolytes offerts avant le transport aux bovins gardés pendant une nuit à l'abattoir avant d'être abattus ; expérience 3 : électrolytes offerts après le transport aux bovins gardés pendant une nuit avant d'être abattus.

*** Non applicable.

Effect of electrolytes (Nutri-charge®) on carcass yield (% live weight) and quality, and on the incidence of dark meat (% carcass) in cattle (from Schaefer, unpublished data).

aminés s'est révélé efficace à cet égard [29-32]. Chez les bovins de boucherie, la normalisation de leur statut physiologique a permis de réduire non seulement les pertes de poids vif et de la carcasse mais aussi l'incidence de viande à coupe sombre [2] (tableau 4). Aussi, dans l'étude de Scott *et al.* [14], 48 taurillons ont été soumis à trois traitements. Deux de ces trois groupes ont reçu des solutions de différentes concentrations d'électrolytes avant le transport. Les auteurs de l'étude ont rapporté que le rendement de la carcasse était passé de 56,5 % chez les animaux ne recevant que de l'eau à 57,8 % chez ceux traités aux électrolytes (figure 7).

L'utilisation d'un mélange d'électrolytes a également été efficace chez le porc. Schaefer [32] a ainsi noté une augmentation de l'indice d'abattage et du rendement en maigre des porcs traités aux électrolytes (tableau 5). Une autre stratégie imaginée par Lambooi et van Putten [33] pour les porcs qui doivent subir un transport routier de longue durée (de plus de 24 heures) est de nourrir les animaux avec un porridge clair et sucré avant le transport ou pendant des périodes de repos. À la suite à ce traitement, ces auteurs ont constaté que la perte de poids vif n'avait été que de la moitié de celle des animaux sans traitement.

Tableau 5

Effet des électrolytes sur le rendement en maigre et l'indice d'abattage selon le système de classification en Alberta (d'après Schaefer [32])

	Témoin	Électrolytes
Rendement en maigre (%)	51	52
Indice d'abattage (Alberta)	110	112

Effect of electrolytes on lean meat yields and the slaughter index (Alberta classification system) (from Schaefer [32]).

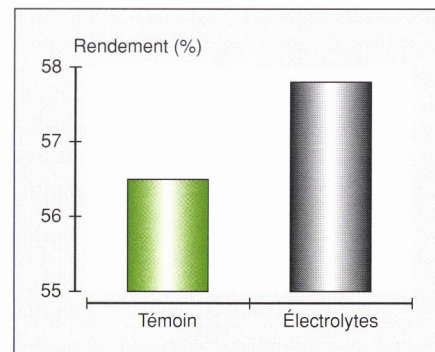


Figure 7. Effet des électrolytes (Nutri-charge®) sur le rendement de la carcasse des taurillons transportés 4 h avant l'abattage (d'après Scott *et al.* [14]).

Figure 7. Effect of electrolytes (Nutri-charge®) on carcass yields in steers transported 4 h before slaughter (from Scott *et al.* [14]).

Rappelons que la meilleure stratégie pour réduire les mauvais effets du transport sur le bien-être de l'animal et sur la qualité de la carcasse est la formation et l'information sur les découvertes les plus récentes en la matière.

Conclusion

Plusieurs facteurs stressants liés au transport des animaux sont susceptibles d'altérer le rendement et la qualité des viandes produites. Ces altérations peuvent engendrer des pertes économiques énormes parce qu'elles influencent largement l'attitude du consommateur vis-à-vis de la viande fraîche. Des modifications de la qualité des viandes ont également des effets sur leurs propriétés de transformation. On doit donc utiliser tous les moyens possibles pour réduire l'impact du stress du transport sur le bien-être animal et sur la qualité des viandes ■

Références

1. Dantzer R, Mormède P. *Le stress en élevage intensif*. Paris : INRA, 1979 ; 118 p.
2. Schaefer AL, Jones SDM, Stanley RW. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J Anim Sci* 1997 ; 75 : 258-65.
3. Swatland HJ. The conversion of muscles to meat. In : Swatland HJ, ed. *Structure and development of meat animals*. Englewood Cliffs : Prentice-Hall Inc., 1984 : 357-416.