

Quand la réglementation améliore-t-elle la sécurité du fret routier ? Une revue narrative de la conformité, du contrôle et de la mise en œuvre

When Does Regulation Improve Road Freight Safety? A Narrative Review of Compliance, Enforcement, and Implementation

Mustapha MARZOUGUI

*Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales d'Agadir,
Université Ibn Zohr d'Agadir, Maroc*

Hassan BATRICH

*Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales d'Agadir,
Université Ibn Zohr d'Agadir, Maroc*

Adresse de correspondance :	Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales - Agadir Université Ibn Zohr B.P. 8658, Cité Dakhla, Agadir, Maroc +212 5 28 22 83 23 / +212 5 28 22 83 24 contact-fsjes@uiz.ac.ma fsjes.uiz.ac.ma
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude. Ils assument l'entière responsabilité de tout éventuel plagiat, de l'usage de l'intelligence artificielle dans la rédaction, ainsi que des résultats présentés dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	MARZOUGUI, M., & BATRICH, H. (2026). Quand la réglementation améliore-t-elle la sécurité du fret routier ? Une revue narrative de la conformité, du contrôle et de la mise en œuvre. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 7(12), 25-49. https://doi.org/10.5281/zenodo.21985073
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: 12/08/2026

Accepted: 24/09/2026

International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME

ISSN: 2658-8455

Volume 7, Issue 12 (2026)

Quand la réglementation améliore-t-elle la sécurité du fret routier ? Une revue narrative de la conformité, du contrôle et de la mise en œuvre

Résumé

La littérature sur la sécurité du fret routier documente de nombreux facteurs de risque, mais relie rarement l'intervention réglementaire, ses conditions de mise en œuvre et les résultats accidentologiques. Cette revue examine les mécanismes par lesquels une règle peut produire un effet de sécurité.

Une revue narrative a été menée à partir d'un corpus préconstitué et non exhaustif de 100 publications parues entre 1993 et 2025, sans recherche systématique de novo. Les études ont été classées dans huit domaines et selon trois niveaux d'inférence : évaluation directe, mise en œuvre et preuve contextuelle indirecte.

Le corpus comprend 54 évaluations directes, 21 études de mise en œuvre et 25 études indirectes. Les temps de conduite et de repos, le poids et la surcharge, ainsi que les matières dangereuses sont les domaines les plus représentés (n = 15 chacun). Les données les plus proches de l'intervention concernent surtout les temps de conduite, les inspections, la vitesse et la surcharge. Les technologies de traçabilité et de détection améliorent principalement l'observabilité et la conformité; leur effet sur les accidents dépend de la faisabilité, de l'interception et du suivi correctif.

La synthèse propose un modèle à six composantes, reliant la conception, la faisabilité, l'observabilité, le contrôle et la correction, la conformité et l'exposition au risque, puis les résultats accidentologiques. Il distingue la justification d'une règle de la démonstration de son efficacité et fournit une grille d'analyse pour les autorités et les transporteurs.

Mots clés : Réglementation routière ; transport de marchandises ; sécurité routière ; conformité ; contrôle.

Classification JEL : L91, R41, K32.

Type du papier : Recherche théorique - revue narrative.

Abstract

Road freight safety research extensively documents risk factors, but less often connects regulatory intervention, implementation conditions, and crash outcomes within a single analytical framework. This review examines the mechanisms and conditions through which regulation can generate safety effects.

A structured narrative review was conducted using a pre-assembled, non-exhaustive corpus of 100 publications issued between 1993 and 2025. The corpus was not generated through a de novo systematic database search. Studies were grouped into eight regulatory domains and classified into three levels of inference: direct intervention evaluation, implementation analysis, and indirect contextual evidence.

The corpus includes 54 direct evaluations, 21 implementation studies, and 25 indirect studies. Driving and rest periods, weight and overloading, and dangerous goods were the most represented domains (n = 15 each). Evidence closest to regulatory intervention was concentrated in driving hours, inspection, speed management, and overload control. Traceability and detection technologies primarily improve observability and compliance; their translation into crash reduction depends on operational feasibility, interception capacity, credible enforcement, and corrective follow-up.

The synthesis supports a six-component sequential model linking rule design, feasibility, observability, enforcement and correction, compliance and risk exposure, and crash outcomes. The framework separates the justification for regulation from evidence of regulatory effectiveness and offers an analytical tool for public authorities and freight operators.

Keywords: Road transport regulation; road freight; road safety; compliance; enforcement.

JEL Classification : L91, R41, K32.

Paper type: Theoretical research - narrative review.

1. Introduction

Le transport routier de marchandises constitue un maillon essentiel des chaînes d'approvisionnement, en assurant la liaison entre les sites de production, les plateformes logistiques et les marchés (Carruthers & Kunaka, 2014 ; Nævestad et al., 2017 ; Flodén & Woxenius, 2021). Cette fonction économique s'accompagne d'un risque routier spécifique : longues distances, horaires irréguliers, contraintes de livraison, surcharge, défaillances mécaniques et arrimage inadéquat pouvant affecter le conducteur, l'entreprise, le véhicule ainsi que l'infrastructure. Les synthèses antérieures mettent en évidence cette multifactorialité. Crizzle et al. (2017) étudient les déterminants de santé et de bien-être des conducteurs longue distance ; Rashmi et Marisamynathan (2023) synthétisent les facteurs démographiques, psychosociaux, techniques et environnementaux influençant les comportements de conduite ; Fonseca et Ferreira (2025) insistent sur les comportements à risque et leurs déterminants. Ces travaux illustrent la diversité des sources de danger mais répondent moins directement à la question de savoir à quel moment une intervention réglementaire modifie effectivement ces risques.

Les autorités publiques interviennent notamment sur les temps de conduite et de repos, la vitesse, le poids, l'état technique des véhicules, l'aptitude médicale, la manipulation des matières dangereuses ainsi que l'arrimage. La mise en œuvre de ces prescriptions repose sur l'utilisation de tachygraphes, dispositifs électroniques de consignation, inspections, limiteurs de vitesse et pesage en mouvement (Hickman et al., 2017 ; Baldini et al., 2018 ; Burnos et al., 2021). Toutefois, une technologie de mesure ou une obligation juridique génère principalement de l'information, de la détection ou de la conformité. Sa contribution à la sécurité dépend ensuite de l'usage qui en est fait des données, de la capacité d'interception, de la réactivité face aux infractions et de la persistance dans les corrections (Karim et al., 2014 ; Balthrop et al., 2023). La littérature sur la gestion de la sécurité souligne parallèlement que les pratiques organisationnelles sont rarement dissociables des contraintes de production et des caractéristiques propres aux entreprises (Mooren et al., 2014).

Cette distinction entre la justification d'une règle et l'efficacité d'une intervention relève d'un problème d'inférence causale. Un facteur associé aux accidents peut constituer une raison d'agir sans pour autant prouver que la mesure adoptée est la cause d'une amélioration subséquente. Selon la logique de l'évaluation causale, l'attribution d'un effet suppose la mise en place d'un comparateur ou d'un contrefactuel suffisamment crédible afin de distinguer l'impact de l'intervention des autres changements concomitants (Shadish et al., 2002). Ainsi, l'association entre surcharge et gravité peut soutenir le principe d'un contrôle du poids sans pour autant prouver qu'un programme spécifique de pesage réduit effectivement le nombre de collisions. De même, une baisse des violations témoigne d'une amélioration de la conformité, mais ne constitue pas à elle seule une preuve d'une réduction avérée des blessures ou des décès. La présente revue distingue ainsi la conformité réglementaire, les mécanismes intermédiaires tels que la fatigue, la vitesse, la surcharge, les défauts mécaniques, ainsi que les résultats accidentologiques.

Les conditions d'exploitation peuvent perturber cette chaîne d'effets. Des délais de livraison irréalistes sont associés à des attitudes vis-à-vis des limitations de vitesse et des règles relatives aux heures de service (Chen et al., 2021), tandis que l'insuffisance de stationnement limite matériellement la possibilité de respecter les périodes de repos (Crizzle et al., 2020). Les possibilités de contournement des mesures réglementaires réduisent également l'efficacité du contrôle du poids (Karim et al., 2014). Surtout, les résultats ne convergent pas toujours sur la forme optimale de la règle. En matière de vitesses différentielles, les conclusions varient selon le réseau, la composition du trafic, la méthode d'évaluation et la configuration politique (Sun et al., 2009 ; Ghods & Saccomanno, 2016 ; Abdulghani & Lee, 2022). Ces divergences

soulignent qu'une prescription ne peut être considérée indépendamment de son contexte de mise en œuvre et des résultats effectivement observés.

La fragmentation est particulièrement importante lorsqu'il s'agit de transférer des conclusions vers les contextes africains. Les travaux disponibles portent notamment sur le coût et l'effectivité du contrôle des charges sur le corridor Douala-N'Djamena (Torres Martínez et al., 2018), sur l'ampleur de la surcharge et les dispositifs de mitigation en Namibie (Agoro et al., 2024), ainsi que sur le cadre institutionnel du transport routier de matières dangereuses aux niveaux africain et marocain (Sabar & El Hammoumi, 2020). Ce socle reste trop limité pour inférer des effets nationaux au Maroc par simple analogie. Il justifie plutôt une grille qui sépare la conception juridique, les capacités institutionnelles, les infrastructures de contrôle et les résultats de sécurité afin d'identifier précisément ce qui doit être évalué localement.

Dans ce contexte, la présente revue narrative analyse 100 études publiées entre 1993 et 2025 et répond à la question suivante : dans quelles conditions et par quels mécanismes la réglementation améliore-t-elle la conformité, réduit-elle les facteurs de risque et contribue-t-elle à prévenir les accidents dans le transport routier de marchandises ? Sa contribution se distingue des revues centrées sur les déterminants du risque par une double organisation du corpus : d'une part, huit domaines réglementaires sont comparés selon une même chaîne d'action; d'autre part, les études sont séparées selon leur proximité avec l'intervention et selon le niveau de résultat mesuré. Cette architecture permet d'identifier ce que les données soutiennent directement, ce qu'elles éclairent comme condition de mise en œuvre et ce qui demeure une inférence indirecte.

2. Revue de littérature

2.1. La réglementation comme chaîne d'action

Le cadre proposé considère la réglementation comme une chaîne d'action plutôt que comme un énoncé juridique isolé. Cette lecture s'appuie sur trois filiations complémentaires. La régulation réactive insiste sur l'ajustement de la réponse du régulateur au comportement des acteurs et sur l'articulation entre persuasion, contrôle et sanction (Ayres & Braithwaite, 1992). Les approches systémiques de la sécurité montrent que les accidents résultent d'interactions entre les décisions, les barrières organisationnelles et les conditions locales, plutôt que d'une défaillance individuelle unique (Reason, 1997). Enfin, Rasmussen (1997) envisage la gestion du risque comme un problème de contrôle distribué dans un système dynamique soumis à plusieurs niveaux de contraintes. Le modèle de cette revue ne reproduit aucun de ces cadres à l'identique; il les mobilise pour structurer six composantes observables : conception de la règle, faisabilité opérationnelle, observabilité, contrôle et correction, conformité et exposition au risque, puis résultats accidentologiques.

La conception de la règle détermine la finalité, la population visée, les seuils, les responsabilités et le régime de réponse. Elle doit être examinée quant à sa faisabilité. Une prescription peut être juridiquement cohérente mais difficilement applicable lorsque les délais contractuels, les horaires, les modalités de rémunération ou l'accès au stationnement rendent la conformité coûteuse ou matériellement impossible (Chen et al., 2021; Crizzle et al., 2020; Ryley & Belzer, 2023; Ju & Belzer, 2024). Dans cette perspective, la faisabilité n'est pas une variable externe : elle constitue une condition du mécanisme réglementaire lui-même.

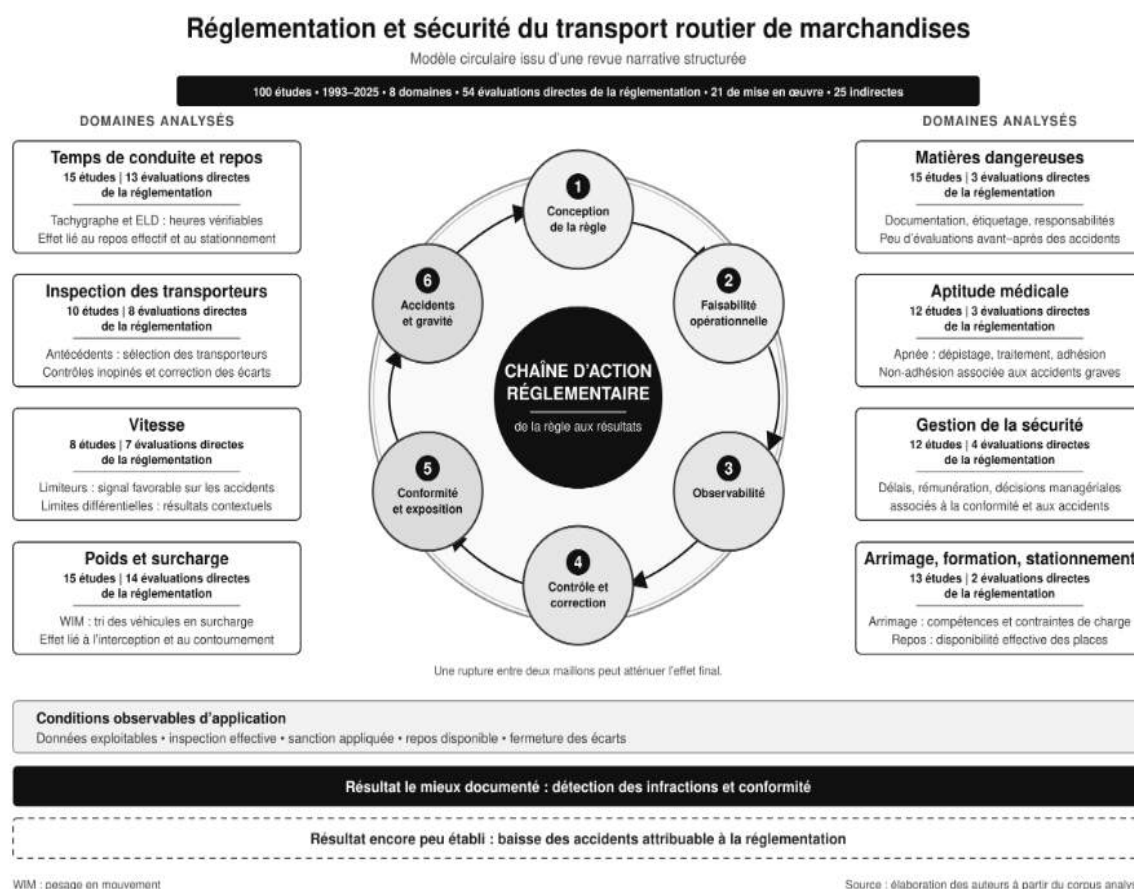
L'observabilité et le contrôle constituent les composantes suivantes. Les tachygraphes et les dispositifs électroniques de consignation rendent les temps de conduite vérifiables; les historiques d'infractions facilitent le ciblage des transporteurs; le pesage en mouvement permet de détecter les charges excessives sans interrompre l'ensemble du trafic (Baldini et al., 2018; Hwang et al., 2019; Burnos et al., 2021). Toutefois, une mesure précise n'équivaut pas à une action de régulation. Le résultat dépend de la capacité à interpréter les données, à intercepter le

contrevenant, à appliquer une réponse crédible et à vérifier la correction. Les stratégies de contournement et les différences de réaction aux contrôles annoncés ou inopinés illustrent cette dépendance (Karim et al., 2014; Balthrop et al., 2023).

La cinquième composante porte sur la réponse des acteurs et sur la modification de l'exposition au risque. Une diminution des violations, de la vitesse, de la surcharge ou de la durée de conduite peut constituer un mécanisme intermédiaire pertinent sans être équivalente à une réduction démontrée des accidents. Le dernier maillon concerne donc séparément la fréquence et la gravité des collisions, ainsi que les blessures et les décès. Cette séparation rejoint la logique de l'inférence causale : un résultat intermédiaire renseigne sur le mécanisme, alors que l'attribution d'un résultat final exige un devis capable de distinguer l'intervention des changements concomitants (Shadish et al., 2002). La chaîne doit en outre être lue avec rétroaction : des données de contrôle ou d'accident peuvent conduire à réviser les seuils, les procédures, les ressources ou les modalités de ciblage.

Cette architecture permet également d'interpréter les résultats contradictoires comme des indications sur les conditions dans lesquelles l'effet se manifeste. Par exemple, les études sur les vitesses différentielles ne donnent pas une réponse unique : l'impact varie selon la configuration de la route, la diversité des vitesses, la composition du trafic et le dispositif analysé (Sun et al., 2009; Ghods & Saccomanno, 2016; Abdulghani & Lee, 2022). De même, les technologies de traçabilité ont des effets plus immédiats sur l'observation et la conformité que sur la réduction des accidents. Ces contradictions justifient une approche séquentielle, qui identifie le niveau à partir duquel l'effet devient visible, plutôt qu'une évaluation globale de l'efficacité ou de l'inefficacité de la réglementation.

Figure 1 : Cadre conceptuel proposé



Source : élaboration des auteurs à partir d'Ayres et Braithwaite (1992), Reason (1997), Rasmussen (1997) et des études du corpus.

2.2. Trois niveaux d'inférence à distinguer

La typologie à trois niveaux d'inférence vise à limiter les conclusions aux propriétés du devis et du résultat mesuré. Elle s'inspire de la distinction, en évaluation causale, entre l'association descriptive et l'attribution d'un effet à une intervention (Shadish et al., 2002), ainsi que des recommandations demandant aux revues narratives d'explicitier la nature et la portée de leur synthèse (Green et al., 2006; Ferrari, 2015; Snyder, 2019; Baethge et al., 2019). Elle ne constitue ni une hiérarchie universelle de la qualité ni une évaluation formelle du risque de biais.

Le premier niveau regroupe les évaluations directes d'une règle, d'une réforme, d'une inspection ou d'un dispositif obligatoire. Elles permettent l'inférence la plus proche possible de l'intervention, sous réserve de la qualité du comparateur, de la mesure de l'exposition et du critère de jugement. Le deuxième niveau comprend les études de mise en œuvre qui examinent les ressources, les infrastructures, les routines de gestion, les compétences et les mécanismes institutionnels nécessaires au fonctionnement de la règle. Le troisième niveau rassemble les études contextuelles qui associent un facteur ciblé par la réglementation, par exemple la fatigue, la surcharge ou la non-adhésion thérapeutique, à un résultat de sécurité, sans évaluer une intervention déterminée.

La portée de l'inférence dépend aussi du niveau de résultat. Une intervention peut modifier la conformité sans que l'étude mesure les accidents; une étude de facteur de risque peut justifier une intervention sans démontrer son efficacité. L'analyse croise donc systématiquement la proximité avec l'intervention et résultat observé : conformité, mécanisme intermédiaire ou résultat accidentologique. Cette règle de lecture est appliquée aux huit domaines afin d'éviter de transformer une association ou un signal de mise en œuvre en effet causal sur les blessures ou les décès.

3. Méthodologie

3.1. Type de revue, source du corpus et périmètre

Cette étude adopte le format d'une revue narrative structurée, adapté à l'intégration de travaux hétérogènes selon leur devise, leur contexte réglementaire et leurs résultats (Green et al., 2006; Ferrari, 2015 ; Snyder, 2019). Les dimensions SANRA ont guidé la justification de la revue, la formulation de l'objectif, la description de la source documentaire, le référencement des affirmations et le raisonnement scientifique (Baethge et al., 2019). Le périmètre couvre le transport routier de marchandises, les conducteurs de poids lourds, les transporteurs, ainsi que les dispositifs réglementaires ou institutionnels ayant un lien explicite avec la sécurité. Le corpus analysé a été fourni aux auteurs sous la forme d'une base préconstituée de 100 études publiées de 1993 à 2025 ; il n'est donc pas présenté comme le produit d'une recherche systématique de novo.

3.2. Stratégie documentaire et contrôle de cohérence

La stratégie documentaire disponible a été utilisée comme cadre de contrôle de cohérence thématique et bibliographique du corpus fourni, et non comme point de départ d'un nouveau processus exhaustif de sélection. La fenêtre temporelle effective de la synthèse a été harmonisée à 1993-2025. L'équation Scopus utilisée pour ce contrôle est reproduite ci-dessous; sa borne supérieure a été alignée sur cette période.

Équation : TITLE-ABS-KEY(("road freight" OR "road haulage" OR trucking OR truck OR lorr* OR "heavy goods vehicle*" OR "commercial motor vehicle*") AND (safety OR crash* OR accident* OR risk* OR violation* OR fatigue) AND (regulat* OR legislat* OR law* OR polic* OR standard* OR compli* OR enforce* OR inspection* OR "hours of service" OR tachograph* OR ELD OR "speed limit*" OR overload* OR*

"weigh-in-motion" OR "dangerous goods" OR licensing OR "medical certification" OR "cargo secur*" OR "safety management")) AND PUBYEAR > 1992 AND PUBYEAR < 2026.

3.3. Critères d'éligibilité, vérification documentaire et traçabilité

Tableau 1 : Critères d'éligibilité appliqués au corpus

Dimension	Inclusion	Exclusion
Population/mode	Camions, poids lourds, véhicules commerciaux, fret routier	Bus ou voitures seuls; rail, air, maritime
Exposition	Règle, norme, contrôle, conformité, dispositif obligatoire	Technologie sans lien réglementaire ou sécuritaire
Résultat	Accident, blessure, risque, violation, fatigue ou performance de sécurité	Émissions, coûts ou productivité sans sécurité

Source : élaboration des auteurs.

Les critères d'éligibilité thématique sont présentés au Tableau 1. La vérification des métadonnées a été traitée séparément : résolution du DOI lorsqu'il était disponible, cohérence de la source et de l'année, et repérage des doublons. Ces opérations constituent un contrôle documentaire et non un critère thématique d'inclusion. La traçabilité du processus antérieur à la réception du corpus reste partielle : le nombre initial de résultats, les exclusions par étape, le nombre d'évaluateurs et un éventuel accord inter-évaluateurs ne sont pas disponibles. Aucun effectif n'a été reconstruit artificiellement. Le Tableau 2 présente uniquement les étapes vérifiables. Cette présentation emprunte à PRISMA 2020 le principe de transparence sur le flux documentaire, sans revendiquer une revue systématique (Page et al., 2021).

Tableau 2 : Traçabilité documentaire effectivement disponible

Étape	Information disponible
Recherche initiale et nombre de résultats	Non disponibles dans le corpus fourni
Sélection et exclusions antérieures	Non reconstituables à partir des fichiers disponibles
Corpus documentaire reçu	100 études (1993-2025)
Résumés/extraits disponibles	83 études
Résumés/extraits absents	17 études
Études incluses dans la synthèse narrative	100 études

Source : traçabilité reconstituée uniquement à partir du corpus fourni; les étapes antérieures non documentées ne sont pas estimées.

3.4. Extraction, classification et méthode de synthèse

Pour chaque étude, les informations disponibles ont été organisées selon le domaine réglementaire, le type de lien avec l'intervention, le niveau de résultat et les mécanismes d'application décrits. Les études ont été classées en évaluation directe, mise en œuvre ou preuve contextuelle indirecte, puis les résultats ont été distingués entre conformité, mécanisme intermédiaire de risque et résultat accidentologique. Aucune méta-analyse n'a été entreprise en raison de l'hétérogénéité des devis, des expositions, des comparateurs et des critères de jugement. La synthèse privilégie donc la convergence des mécanismes, les divergences entre résultats et les conditions d'application. Le langage interprétatif est calibré sur la portée de l'inférence : les associations indirectes sont décrites comme des justifications ou des mécanismes plausibles, et non comme des effets réglementaires démontrés.

3.5. Appréciation qualitative du risque de biais et de la portée inférentielle

Compte tenu de l'absence de textes intégraux et de résumés complets pour l'ensemble des 100 études, une évaluation formelle, étude par étude, avec un outil standardisé n'était pas défendable. Une appréciation qualitative non standardisée a néanmoins été réalisée dans chaque domaine, à partir de la proportion d'évaluations directes, du caractère principalement observationnel ou technique des travaux et de la disponibilité d'un résultat accidentologique.

Elle sert à ajuster la prudence des conclusions et ne remplace pas une évaluation formelle du risque de biais.

Tableau 3 : Appréciation qualitative du risque de biais et de la portée inférentielle par domaine

Domaine	Appréciation qualitative	Principale source de prudence
Temps de conduite et repos	Modéré	Devis observationnels et hétérogénéité des mesures de fatigue/sécurité
Inspection et contrôle	Modéré	Ciblage non aléatoire des transporteurs et confusion par exposition
Vitesse	Modéré	Résultats dépendants du contexte routier, du trafic et du dispositif
Poids, surcharge et WIM	Modéré	Forte preuve sur détection/conformité, preuve plus limitée sur accidents
Matières dangereuses	Élevé à indéterminé	Majorité de preuves indirectes ou de mise en œuvre
Aptitude médicale	Élevé à indéterminé	Associations cliniques plus nombreuses que les évaluations de politiques
Gestion de la sécurité	Élevé à indéterminé	Études organisationnelles principalement observationnelles
Arrimage, formation, stationnement	Élevé à indéterminé	Faible nombre d'évaluations réglementaires directes

Source : appréciation qualitative des auteurs fondée sur la composition du corpus et la proximité des études avec l'intervention; il ne s'agit pas d'un score standardisé étude par étude.

4. Résultats

4.1. Caractéristiques du corpus

Le corpus comprend 100 études publiées entre 1993 et 2025. L'année médiane est 2020; 52 études ont été publiées à partir de 2020 et 82 à partir de 2015. La classification par proximité avec l'intervention comprend 54 évaluations directes, 21 études de mise en œuvre et 25 études indirectes. Quarante-trois études disposent d'un résumé ou d'un extrait exploitable et 17 n'en disposent pas. Les temps de conduite et de repos, le poids et la surcharge, ainsi que les matières dangereuses sont les trois domaines les plus représentés, avec 15 études chacun. Le Tableau 4 présente la répartition complète du corpus.

Tableau 4 : Répartition du corpus par domaine et niveau de lien

Domaine	Total	Direct	Mise en œuvre	Indirect	Résumé
Temps, repos, tachygraphe/ELD	15	13	2	0	10
Inspection et notation	10	8	1	1	6
Vitesse et application	8	7	0	1	6
Poids, surcharge et WIM	15	14	1	0	15
Matières dangereuses	15	3	4	8	14
Aptitude médicale et permis	12	3	2	7	9
Gestion et culture de sécurité	12	4	5	3	11
Arrimage, formation, stationnement	13	2	6	5	12

Source : calculs des auteurs à partir du corpus fourni.

4.2. Temps de conduite, repos, tachygraphe et dispositifs électroniques (n = 15)

Ce domaine regroupe 15 études, dont 13 évaluations directes et 2 analyses de mise en œuvre. Les résultats décrivent une chaîne reliant la limitation du temps de conduite, la réduction de l'exposition à la fatigue, l'enregistrement des activités, la détection des violations et les résultats en matière de sécurité. La conception des règles influence toutefois autant la sécurité que l'organisation des tournées et les coûts d'exploitation (Goel & Vidal, 2014; Bergland & Pedersen, 2018). Leur portée varie selon la cohérence des cadres nationaux, comme l'illustre l'hétérogénéité des réglementations latino-américaines (Simonelli et al., 2018). Dans l'Union européenne, le règlement no 561/2006 a transformé la planification du travail et la gestion des flottes (Muha & Sever, 2009), mais la persistance des violations montre que la prescription juridique ne garantit pas la conformité (Beňuš et al., 2022). L'enregistrement électronique

renforce principalement l'observabilité. Le tachygraphe intelligent améliore la traçabilité, l'intégrité et l'exploitation réglementaire des données relatives aux temps de conduite et de repos (Baldini et al., 2018). Les données recueillies auprès des transporteurs associent les dispositifs électroniques de consignation à des résultats de sécurité favorables (Hickman et al., 2017), tandis que la conformité aux heures de service est associée à de meilleurs indicateurs de sécurité chez les conducteurs de longue distance (Lemke et al., 2021). Ces associations ne suffisent néanmoins pas à isoler l'effet propre du dispositif, car les entreprises qui l'adoptent peuvent différer par leur gestion, leur culture de sécurité ou leur exposition au risque. Le mécanisme intermédiaire le mieux documenté reste le sommeil : les horaires prolongés ou irréguliers, combinés aux contraintes de livraison, réduisent la durée et la qualité de la récupération (Hege et al., 2015). L'effet des règles dépend donc moins du nombre d'heures formellement libérées que de leur conversion effective en temps de repos (Anderson et al., 2017). Cette conversion est conditionnée par l'organisation économique et logistique du transport. Les délais irréalistes sont associés aux attitudes à l'égard des limitations de vitesse et des heures de service, ainsi qu'aux comportements déclarés de conformité (Chen et al., 2021). Les analyses qualitatives montrent que la réglementation peut reporter la responsabilité sur le conducteur sans agir sur les contraintes commerciales qui structurent son activité (McLean, 2016). Le faible paiement, l'absence de rémunération des temps d'attente et les incitations fondées sur la distance peuvent également favoriser l'allongement du travail, la fatigue et les violations (Ju & Belzer, 2024). À ces contraintes s'ajoute l'insuffisance du stationnement : le lieu et le moment de l'arrêt résultent d'un arbitrage entre le temps légal restant, l'avancement de la tournée et la disponibilité des places (Seya et al., 2020). Lorsque les aires de repos sont insuffisantes, les conducteurs peuvent être amenés à s'arrêter trop tôt, à stationner dans un espace inadapté ou à prolonger leur trajet, ce qui affaiblit l'effet protecteur de la règle (Crizzle et al., 2020).

4.3. Inspection, contrôle et notation des transporteurs (n = 10)

Ce domaine comprend dix études : huit évaluations directes, une étude de mise en œuvre et une analyse indirecte. Les résultats soutiennent une architecture de contrôle fondée sur le risque, dans laquelle les inspections, les antécédents d'infraction et les données d'accidents sont combinés pour hiérarchiser les transporteurs. Les revues fédérales de conformité sont associées à une diminution des accidents impliquant des poids lourds (Chen, 2008), tandis que les inspections programmées relient les résultats du contrôle technique aux tendances de sécurité (Assemi et al., 2021). Les inspections périodiques permettent également d'identifier les relations entre les défauts mécaniques, les facteurs contributifs et la gravité des accidents (Assemi & Hickman, 2018). L'inspection agit ainsi à deux niveaux : elle détecte les défaillances du véhicule et oblige l'entreprise à corriger ses pratiques de gestion.

La performance du dispositif dépend de la qualité des données utilisées pour cibler les contrôles. Le rapprochement des dossiers d'inspection, des caractéristiques des entreprises et des accidents permet d'examiner les violations détectées ainsi que les accidents ultérieurs survenus sur les véhicules inspectés (Thakuriah et al., 2001). SafeStat a institutionnalisé cette logique en agrégeant plusieurs indicateurs afin d'apprécier la situation de sécurité des transporteurs au-delà des seules visites sur site (Madsen & Wright, 1999). L'intégration d'un indicateur fondé sur l'historique du conducteur améliore la sélection lors des inspections routières (Lantz & Loftus, 2005), tandis que les réseaux bayésiens permettent de combiner les caractéristiques du transporteur, ses antécédents et ses résultats de sécurité afin d'affiner la hiérarchisation des contrôles (Hwang et al., 2019). Le ciblage fondé sur le risque apparaît ainsi plus efficace qu'une répartition uniforme des ressources, à condition que les données soient complètes, actualisées et suffisamment discriminantes. L'existence d'un système de notation ne garantit toutefois pas l'effectivité du contrôle. Les inspections techniques routières dépendent des capacités

d'interception, des équipements disponibles et de la coordination avec les opérations logistiques (Hudec et al., 2022). L'évolution du règlement européen relatif aux temps de conduite, aux pauses et au repos élargit également les éléments à vérifier et impose une adaptation continue des procédures de contrôle (Beňuš & Demirci, 2021). Enfin, les transporteurs réagissent stratégiquement à la probabilité perçue d'une inspection : les opérations annoncées favorisent une conformité concentrée dans le temps, alors que les contrôles inopinés limitent davantage l'anticipation et le déplacement des infractions (Balthrop et al., 2023). Le nombre d'inspections ne constitue donc pas un indicateur suffisant de la performance. L'effet du dispositif dépend simultanément de la précision du ciblage, de l'imprévisibilité du contrôle, de l'efficacité de l'interception et du suivi des mesures correctives.

4.4. Vitesse, limitations différentielles et application (n = 8)

Ce domaine réunit huit études, dont sept évaluations directes et une analyse indirecte. Les résultats soutiennent la maîtrise de la vitesse des véhicules commerciaux, mais ne permettent pas de définir un seuil optimal indépendant du contexte. À partir des données d'accidents de 20 flottes, Hickman et al. (2012) associent l'utilisation de limiteurs à une réduction des collisions susceptibles d'être évitées ou atténuées. Cette association reste exposée aux différences de gestion entre les entreprises équipées et celles non équipées. À l'échelle des États-Unis, Neeley et Richardson (2009) montrent que l'élévation des limites de vitesse est associée à une mortalité accrue dans les accidents impliquant des camions. Ces deux études convergent vers un effet protecteur de la réduction des vitesses élevées, sans démontrer l'efficacité universelle d'une limite uniforme sur l'ensemble des réseaux.

L'application combine dissuasion, assistance technologique et ciblage spatial. Les choix déclarés des conducteurs professionnels varient selon la sévérité des sanctions et la probabilité perçue du contrôle, mais les préférences déclarées ne préjugent pas entièrement du comportement réel (Chen, T. et al., 2020). L'assistance intelligente, assortie d'un retour en temps réel, réduit les épisodes de dépassement en simulateur, sans avoir d'effet direct sur les accidents en circulation réelle (De Vos et al., 2023). L'analyse spatiale et l'apprentissage automatique permettent, quant à eux, de localiser les concentrations de violations et d'orienter les contrôles vers les segments les plus exposés (Kuşkapan et al., 2021). La règle de vitesse gagne ainsi en efficacité lorsqu'elle associe la détection, une sanction crédible, une information immédiate et une allocation ciblée des ressources. Les résultats relatifs aux limites différentielles entre voitures et camions sont davantage conditionnés par les caractéristiques du trafic. L'étude avant-après de Sun et al. (2009) associe une limitation différentielle combinée à une restriction de voie à une évolution de la sécurité sur un corridor autoroutier précis, sans pouvoir séparer complètement les effets des deux mesures. Abdulghani et Lee (2022) montrent que des limites différentielles variables peuvent être ajustées en temps réel en fonction de la proportion de camions, de l'occupation de la chaussée et de la vitesse moyenne. Sur les routes bidirectionnelles, Ghods et Saccomanno (2016) indiquent toutefois qu'un écart important entre les vitesses des voitures et des camions peut accroître les dépassements, les interactions conflictuelles et l'instabilité du trafic. Une limite plus basse pour les poids lourds n'est donc protectrice que si elle réduit la vitesse absolue sans entraîner une dispersion excessive entre les catégories de véhicules.

4.5. Poids, surcharge et pesage en mouvement (n = 15)

Ce domaine comprend 15 études, dont 14 directement liées à l'action réglementaire. La surcharge répond à des incitations économiques, mais elle accroît la gravité des accidents et accélère la dégradation des chaussées et des ponts (Wen et al., 2022; Zhang et al., 2019). Sa fréquence varie selon le type de marchandise, le véhicule, le trajet, l'organisation du transport et les modifications apportées aux dimensions du véhicule (Chen, Y. et al., 2020; Ayazi & Sheikholeslami, 2020; Budiharjo et al., 2021). Les réglementations sur le poids et les péages

visent à rendre la surcharge moins avantageuse. Leur effet dépend des coûts d'exploitation, de l'intensité du contrôle et des dépenses de maintenance routière évitées (Liu & Mu, 2015; Torres Martínez et al., 2018). Les données de pesage indiquent qu'une tarification en fonction du poids peut réduire la surcharge et les dommages aux infrastructures (Huang et al., 2019). Toutefois, l'expérience namibienne montre que la présence de ponts-basculés ne suffit pas lorsque la couverture du réseau et le suivi des infractions restent limités (Agoro et al., 2024).

Le pesage en mouvement améliore la détection et la présélection des véhicules sans interrompre le trafic (Jacob & Feypell-de La Beaumelle, 2010). Le pesage sur pont et les systèmes de haute précision peuvent soutenir l'application directe lorsque la fiabilité métrologique et la recevabilité juridique des mesures sont assurées (Richardson et al., 2014; Burnos et al., 2021). Leur efficacité dépend néanmoins de la localisation des stations, des flux de camions, des perturbations de circulation, des capacités d'interception et des possibilités de contournement (Kulović et al., 2018; Karim et al., 2014; Jung et al., 2025). Les données sont ainsi plus probantes pour la détection de la surcharge et la protection des infrastructures que pour la réduction causale des accidents.

4.6. Matières dangereuses (n = 15)

Ce domaine réunit 15 études, mais seulement trois évaluent directement une dimension réglementaire; quatre portent sur la mise en œuvre et huit fournissent une preuve contextuelle indirecte. La plupart des travaux identifient donc des facteurs associés aux violations, aux accidents ou à leur gravité plutôt qu'un effet causal d'une réforme ADR/HazMat. Les résultats décrivent notamment le rôle des caractéristiques du conducteur, de l'état du véhicule, du type de matière, du contexte routier et des conditions d'exploitation (Uddin & Huynh, 2018; Wu et al., 2020; Xing et al., 2020; Sun & Zhou, 2023). Ils soutiennent la pertinence des mécanismes de prévention et de contrôle, mais ne permettent pas d'attribuer une baisse des accidents à un instrument réglementaire particulier.

La conformité se construit également dans l'organisation concrète du transport. Elle suppose des systèmes d'information capables d'assurer le suivi des marchandises, une coordination entre les chargeurs, les transporteurs, les autorités et les services d'urgence, ainsi que des infrastructures adaptées aux arrêts des véhicules concernés (Yang et al., 2019; Flodén & Woxenius, 2021; Caro & Paralera, 2011). Or, la littérature reste principalement consacrée à l'analyse du risque (Guo & Luo, 2022). Plusieurs études identifient les facteurs associés aux violations, aux accidents mortels ou à leur gravité (Uddin & Huynh, 2018; Xing et al., 2020; Zhu et al., 2022; Sun & Zhou, 2023), tandis que d'autres proposent des modèles prédictifs, des itinéraires moins exposés ou des stratégies nationales de prévention (Ghazinoory & Kheirkhah, 2008; Shen & Wei, 2020; Izdebski et al., 2022). Batarliene (2020) souligne, pour sa part, l'importance de l'état du véhicule, de la compétence du conducteur et des procédures d'urgence. Ces travaux précisent les risques que la réglementation ADR/HazMat cherche à maîtriser, ainsi que les conditions nécessaires à son application. Ils permettent cependant difficilement d'en mesurer l'effet propre sur les accidents, car peu d'études comparent des résultats équivalents avant et après une réforme. Le corpus soutient donc la pertinence de l'harmonisation, de la traçabilité et de la coordination institutionnelle, sans en établir l'ampleur sur le plan accidentologique.

4.7. Aptitude médicale, drogues, alcool et permis (n = 12)

Ce domaine comprend 12 études, dont seulement trois sont directement liées à une mesure réglementaire; deux relèvent de la mise en œuvre et sept sont indirectes. La preuve porte donc davantage sur les facteurs cliniques et le suivi que sur l'effet propre d'une politique d'aptitude. L'apnée obstructive du sommeil est le thème le mieux documenté. Elle est associée au risque d'accident lorsqu'elle s'accompagne de dette de sommeil ou de somnolence, et la non-adhésion

à un traitement imposé est associée à davantage d'accidents graves évitables (Garbarino et al., 2016; Burks et al., 2016). Ces résultats appuient un processus continu de dépistage, de diagnostic, de traitement, de suivi de l'adhésion et de réévaluation de l'aptitude, sans démontrer qu'une procédure administrative unique produit, à elle seule, un gain accidentologique.

Une logique comparable ressort des travaux sur le diabète. La décision d'aptitude devrait tenir compte du risque effectivement observé et de la situation individuelle du conducteur, plutôt que de reposer sur une interdiction uniforme (Lave et al., 1993; Laberge-Nadeau et al., 2000). Concernant les substances psychoactives, Leyton et al. (2015) décrivent l'introduction, au Brésil, d'un dépistage capillaire pour l'obtention du permis professionnel ; le corpus ne permet toutefois pas d'en apprécier l'effet sur les accidents. Il ne contient pas non plus d'évaluation directe d'une politique relative à l'alcool. Dans l'ensemble, les données soutiennent davantage une aptitude fondée sur un risque mesurable, une prise en charge accessible et un suivi régulier qu'une obligation administrative ou biologique appliquée isolément.

4.8. Gestion de la sécurité, culture et conformité (n = 12)

Ce domaine comprend 12 études : quatre directes, cinq consacrées à la mise en œuvre et trois indirectes. Les résultats montrent que la conformité ne dépend pas seulement des règles formelles, mais aussi de la manière dont l'entreprise organise le travail et traite les écarts. L'engagement de la direction, les routines de contrôle, la participation des salariés et la culture de sécurité sont associés au risque d'accident (Mooren et al., 2014; Nævestad et al., 2020; Grinerud et al., 2021). Leur déploiement varie néanmoins selon la maturité organisationnelle et la capacité des entreprises à intégrer les technologies de gestion de flotte (Hagos et al., 2023). Les travaux sur l'internationalisation du transport en Norvège et sur la conduite des poids lourds au Népal montrent également que les pratiques dépendent des conditions de travail, du cadre national et de l'organisation du marché (Nævestad et al., 2017; Khadka et al., 2021).

La transgression apparaît, dans ce contexte, comme un processus collectif. Les contraintes de production, les règles informelles et les pratiques tolérées peuvent conduire à adapter, contourner ou enfreindre les prescriptions (Kuran et al., 2023). Une lecture exclusivement centrée sur le conducteur masque alors le rôle des décisions organisationnelles, y compris dans les risques professionnels non directement liés à la circulation (Grytnes et al., 2016). Les données d'infractions et d'accidents permettent toutefois d'identifier les profils nécessitant une prévention ciblée, à condition de tenir compte de l'exposition et des caractéristiques du transporteur (Rezapour et al., 2018). L'âge des véhicules intervient également dans l'arbitrage entre la sécurité, la productivité et la fidélisation des conducteurs (de Vries & Roy, 2025).

La rémunération et la pression temporelle traversent l'ensemble de ces mécanismes. Les données salariales sont compatibles avec une relation entre les modalités de compensation et l'incidence des accidents (Ryley & Belzer, 2023), tandis que certains conducteurs poursuivent leur activité malgré une fatigue qu'ils reconnaissent eux-mêmes, sous l'effet de contraintes personnelles et professionnelles (Casey et al., 2025). La conformité dépend donc de la planification, des indicateurs de performance, de la protection effective du droit d'arrêt et de la réaction de l'encadrement aux alertes de sécurité. Compte tenu de la prédominance d'études de mise en œuvre et d'observation, ces résultats doivent être interprétés comme des mécanismes organisationnels cohérents plutôt que comme l'estimation d'un effet causal moyen de la gestion de la sécurité sur les accidents.

4.9. Arrimage, formation, stationnement et conditions de travail (n = 13)

Ce domaine rassemble 13 études : deux directes, six consacrées à la mise en œuvre et cinq indirectes. En matière d'arrimage, un écart persiste entre les prescriptions légales et les connaissances nécessaires à leur mise en œuvre pratique (Ližbetin & Stopková, 2021). La sécurité du chargement dépend également de la dynamique de la semi-remorque, de la position des capteurs et de l'articulation entre arrimage, répartition des charges, livraisons multiples et

limites par essieu (Jagelčák & Kubánová, 2023, 2024; Çalık et al., 2023). La conformité exige ainsi des compétences techniques vérifiables, et non la seule connaissance formelle de la règle. La formation peut renforcer ces compétences lorsqu'elle reproduit les situations professionnelles et évalue les acquis observables (Smidt et al., 2021; Grinerud, 2022). Les dispositifs existants ne couvrent toutefois pas toujours les besoins exprimés par les conducteurs de longue distance, notamment en matière de fatigue, de santé et de contraintes quotidiennes (Malkin et al., 2021). Leur efficacité devrait donc être appréciée à partir du transfert des apprentissages et de leur maintien, plutôt que par la seule participation à une session.

Le stationnement constitue, par ailleurs, une infrastructure indispensable au respect des temps de repos. Le manque de places peut prolonger la conduite ou reporter l'arrêt vers des bretelles autoroutières, où il est associé aux accidents impliquant des camions (Boggs et al., 2019). Les aires de repos doivent offrir une capacité suffisante, un environnement sûr et des services compatibles avec la récupération et la santé des conducteurs (Krasniuk et al., 2024). Les conditions de travail portuaires, les longues périodes passées sur la route et la fatigue mesurée confirment que le repos dépend davantage de l'organisation de l'activité (Sabbagh-Ehrlich et al., 2005; Kemp et al., 2013; Poliak et al., 2023). Enfin, les alertes transmises en cabine ou par un dispositif externe peuvent soutenir la gestion immédiate de la fatigue, mais elles ne remplacent ni l'interruption de la conduite ni le repos réglementaire (Fitzharris et al., 2017). Dans ce domaine, seules deux études sont directement liées à l'intervention réglementaire; la synthèse renseigne donc surtout sur les conditions matérielles et pédagogiques de conformité, avec une incertitude accrue quant à l'effet final sur les accidents.

4.10. Synthèse transversale et points de rupture du cadre conceptuel

La lecture transversale des huit domaines localise les résultats à différents maillons du cadre présenté en Figure 1. La conception et la faisabilité figurent parmi les travaux portant sur les heures de service, les délais, la rémunération et le stationnement. L'observabilité est particulièrement documentée par les tachygraphes, les dispositifs électroniques de consignation, le ciblage fondé sur les antécédents et le WIM. Le contrôle et la correction sont mieux documentés dans les études d'inspection et de surcharge, où la capacité d'interception, la prévisibilité du contrôle et le suivi des infractions conditionnent les résultats. Enfin, la conformité et les mécanismes intermédiaires sont plus souvent mesurés que les accidents eux-mêmes.

Cette distribution explique pourquoi la preuve est plus solide pour améliorer la traçabilité, la détection ou certains comportements que pour réduire les blessures et les décès. Le point de rupture le plus fréquent se situe entre l'observation et la correction, ou entre la conformité administrative et la modification effective de l'exposition au risque. Dans les matières dangereuses, l'aptitude médicale, la gestion de la sécurité, l'arrimage, la formation et le stationnement, le faible nombre d'évaluations directes impose une interprétation plus prudente. Le cadre sert ainsi à rapporter précisément le niveau auquel un effet est observé et à éviter d'extrapoler un mécanisme plausible à partir d'un bénéfice accidentologique établi.

5. Discussion

Cette revue visait à comprendre dans quelles conditions et par quels mécanismes la réglementation améliore la conformité, réduit l'exposition aux risques et contribue à prévenir les accidents dans le transport routier de marchandises. La synthèse conduit à une conclusion centrale : l'effet d'une règle ne réside pas uniquement dans son contenu juridique, mais dans la continuité de la chaîne qui relie sa conception à son application, puis à la modification des pratiques et aux résultats en matière de sécurité. Les temps de conduite, les inspections, la vitesse et la surcharge sont les domaines où cette chaîne apparaît la plus documentée,

notamment parce que les comportements concernés peuvent être objectivés par des instruments de mesure.

L'observabilité constitue, à cet égard, le premier mécanisme de l'action réglementaire. Les tachygraphes améliorent la traçabilité des heures de conduite, les antécédents d'infractions facilitent le ciblage des transporteurs et le pesage en mouvement permet de détecter les charges excessives sans interrompre l'ensemble du trafic (Baldini et al., 2018 ; Hwang et al., 2019 ; Burnos et al., 2021). Néanmoins, ces dispositifs agissent d'abord sur la qualité de l'information disponible. Leur performance technique ne devient un résultat de sécurité que si les données recueillies permettent un contrôle, une intervention et une correction vérifiables.

Les adaptations observées lors des inspections annoncées et les possibilités de contournement des stations de pesage montrent précisément qu'un dispositif prévisible ou incomplet peut déplacer l'infraction sans transformer durablement les pratiques (Karim et al., 2014 ; Balthrop et al., 2023 ; Jung et al., 2025). Cette dynamique rejoint la théorie de la dissuasion : la conformité paraît dépendre davantage de la probabilité de détection et de la certitude de la réponse que de la seule sévérité formelle de la sanction. Toutefois, la crédibilité du contrôle n'explique pas, à elle seule, les comportements observés.

Les résultats montrent que la conformité reste étroitement liée à sa faisabilité dans les conditions d'exploitation ordinaires. Une réglementation des heures de conduite ne peut réduire la fatigue que si le temps libéré constitue un repos effectif. Or, les horaires irréguliers, les délais de livraison et le manque de stationnement peuvent compromettre cette récupération (Hege et al., 2015 ; Anderson et al., 2017 ; Seya et al., 2020). De même, le contrôle de la surcharge demeure limité lorsque les capacités d'interception sont insuffisantes ou lorsque le réseau permet de contourner les postes de contrôle (Karim et al., 2014 ; Agoro et al., 2024).

L'approche sociotechnique éclaire cette interdépendance : la règle, la technologie, l'infrastructure, les compétences et l'organisation du travail forment un même système d'application. Une faiblesse dans l'une de ces composantes peut affaiblir l'effet de l'ensemble. Cette lecture conduit également à dépasser une explication centrée sur le conducteur. Les délais irréalistes, les rémunérations liées à la distance et les temps d'attente non compensés peuvent opposer les objectifs de production aux exigences de sécurité (Chen et al., 2021 ; Ryley & Belzer, 2023 ; Ju & Belzer, 2024). Parallèlement, l'engagement de la direction, les pratiques de supervision et le suivi des actions correctives influencent la manière dont les règles sont appliquées au quotidien (Mooren et al., 2014 ; Nævestad et al., 2020 ; Grinerud et al., 2021). La transgression apparaît alors moins comme une décision individuelle isolée que comme une pratique façonnée, et parfois tolérée, par l'organisation (Kuran et al., 2023). La conformité doit donc être comprise comme une responsabilité partagée entre les conducteurs, les transporteurs, les donneurs d'ordre, les chargeurs, les gestionnaires d'infrastructures et les autorités de contrôle. Enfin, la synthèse met en évidence un décalage entre les résultats intermédiaires et les résultats accidentologiques. Le corpus établit plus clairement les effets sur l'observation des pratiques, la détection des infractions et certains facteurs de risque que sur les accidents, les blessures ou les décès. L'association entre la surcharge et la gravité justifie le contrôle du poids, mais ne démontre pas que l'adoption d'un programme de pesage particulier réduit les collisions (Zhang et al., 2019 ; Wen et al., 2022). De même, l'association entre la non-adhésion au traitement de l'apnée du sommeil et les accidents graves soutient le suivi thérapeutique, sans établir l'efficacité de toutes les procédures d'aptitude médicale (Burks et al., 2016). Il convient donc de distinguer la justification d'une règle, l'amélioration de la conformité et la démonstration de son effet final. La réglementation paraît la plus susceptible d'améliorer la sécurité lorsqu'elle associe une norme applicable, une mesure fiable, un contrôle crédible, une correction suivie et des conditions d'exploitation compatibles avec la conformité. Cette interprétation demeure toutefois limitée par l'hétérogénéité des études, l'absence de résultats quantitativement comparables et d'une évaluation formelle du risque de biais. Le corpus permet

ainsi de préciser les mécanismes et les points de rupture de l'action réglementaire, sans pouvoir estimer un effet causal moyen sur les accidents. L'apport principal de l'étude empirique réside moins dans l'identification d'un dispositif universellement efficace que dans la détermination des conditions qui assurent son bon fonctionnement. La traçabilité diminue l'incertitude concernant le comportement, mais son efficacité dépend de la qualité des données et de la capacité à agir en conséquence. Le ciblage optimise l'efficacité des inspections, bien qu'il puisse introduire un biais de sélection si les entreprises déjà soumises à contrôle alimentent davantage les indicateurs de risque. Le WIM facilite la présélection, mais l'absence de routes de contournement ou une capacité d'interception limitée peut simplement déplacer la non-conformité plutôt que la faire disparaître. En somme, cette analyse explique pourquoi on observe souvent des résultats positifs en détection, alors que la preuve d'une réduction des accidents reste plus limitée.

5.1 Apports théoriques : régulation réactive, système sociotechnique et inférence

Le cadre à six composantes prolonge la régulation réactive en distinguant la disponibilité d'une réponse réglementaire de sa capacité à modifier durablement le comportement (Ayres & Braithwaite, 1992). Il rejoint également les approches systémiques de Reason (1997) et de Rasmussen (1997) : les écarts ne sont pas réductibles au conducteur, car ils émergent de contraintes distribuées entre l'entreprise, la technologie, l'infrastructure, le donneur d'ordre et l'autorité de contrôle. La faisabilité opérationnelle devient ainsi une composante théorique de l'efficacité, et non une simple variable contextuelle. Une règle sur les heures de conduite peut être contrôlable tout en échouant à réduire la fatigue si les délais, le stationnement ou l'organisation du travail empêchent un repos effectif. La seconde contribution théorique porte sur la portée de l'inférence. En séparant l'évaluation directe, la mise en œuvre et la preuve contextuelle, puis la conformité, le mécanisme intermédiaire et le résultat accidentologique, le cadre évite de confondre la justification, le mécanisme et l'efficacité. Cette distinction est particulièrement importante dans les domaines où la preuve directe est rare, notamment en matière de matières dangereuses et d'aptitude médicale. Elle permet aussi d'interpréter les divergences de vitesse comme des différences de contexte et de configuration plutôt que comme une contradiction à résoudre par une conclusion binaire. Dans l'ensemble, le corpus soutient mieux une théorie conditionnelle de l'action réglementaire qu'une estimation générale de son effet causal moyen.

5.2 Implications pour les politiques publiques

La portée pratique de cette étude réside dans une grille d'audit du fonctionnement réglementaire. Pour chaque dispositif, l'autorité peut préciser le comportement visé, les données permettant de l'observer, la responsabilité du contrôle, la procédure de correction et le résultat de sécurité attendu. Cette logique permet de distinguer un défaut de conception d'un défaut de mise en œuvre. Pour le WIM, elle conduit à analyser conjointement l'emplacement, la précision, l'interception et les itinéraires de contournement; pour les tachygraphes, l'intégrité des données, les compétences d'inspection et l'organisation des horaires; pour les inspections, le ciblage, l'imprévisibilité et le suivi correctif. Les implications pour le Maroc et les corridors africains doivent toutefois être considérées comme des hypothèses de transfert à tester, et non comme des effets démontrés localement. Les études disponibles sur le corridor Douala-N'Djamena, la surcharge en Namibie et le cadre des matières dangereuses au Maroc indiquent surtout que les ressources, les équipements et la coordination institutionnelle peuvent conditionner l'application (Torres Martínez et al., 2018; Agoro et al., 2024; Sabar & El Hammoumi, 2020). Avant toute généralisation nationale, des déploiements pilotes, des comparaisons avant-après contrôlées ou des séries temporelles interrompues devraient relier les données de contrôle, l'exposition au trafic et les accidents.

5.3 Limites

Cette revue s'appuie sur un corpus fourni et ne constitue pas une nouvelle recherche exhaustive dans Scopus ni dans d'autres bases de données. Dix-sept études n'ont pas de résumé dans le fichier, et les autres extraits sont limités, ce qui restreint l'identification précise des plans d'étude, des comparateurs, des ajustements et des résultats secondaires. La classification directe, mise en œuvre ou indirecte, mesure la proximité avec l'intervention et ne remplace pas une évaluation standardisée du risque de biais. L'appréciation qualitative par domaine, introduite dans la section 3.5, atténue cette limite sans la supprimer. Enfin, l'absence de tailles d'effet homogènes, d'intervalles d'incertitude et de dénominateurs comparables exclut toute estimation quantitative moyenne. Les conclusions portent donc sur la convergence des mécanismes et sur la portée inférentielle des données disponibles.

5.4 Agenda de recherche

Les recherches futures devraient en premier lieu renforcer l'attribution causale à travers l'emploi de groupes de comparaison, de séries temporelles interrompues ou de déploiements progressifs pendant les heures de service, le WIM, l'inspection et la vitesse. Le ciblage fondé sur les antécédents requiert une validation spécifique afin de distinguer le risque réel de l'historique du contrôle, une problématique directement soulevée par les approches de prédiction et de sélection des transporteurs (Hwang et al., 2019). Les évaluations économiques doivent comparer les coûts de conformité en fonction de la taille des entreprises et intégrer les coûts liés aux équipements, à la maintenance, aux retards, au contournement, aux dommages aux infrastructures et aux accidents ; les études sur l'application des limites de charge en Afrique démontrent l'intérêt de ce registre (Torres Martínez et al., 2018). Enfin, la diffusion des tachygraphes intelligents, de la télématique et du WIM nécessite des recherches sur la qualité, la conservation, le partage et l'usage probatoire des données, en prolongement logique des travaux sur la traçabilité réglementaire et le contrôle électronique (Baldini et al., 2018 ; Burnos et al., 2021). Concernant les matières dangereuses, l'aptitude médicale, la formation et le stationnement, la priorité consiste à établir un lien entre les mécanismes de conformité et des résultats accidentologiques comparables.

6. Conclusion

La réglementation optimise la sécurité du fret routier lorsque toute règle applicable est appuyée par des conditions d'exploitation compatibles avec la conformité, des comportements observables, un contrôle crédible, une correction efficace et une modification mesurable de l'exposition au risque. La chaîne peut échouer à chaque étape ; une amélioration de la détection ou de la conformité ne doit donc pas être automatiquement assimilée à une réduction des accidents. La contribution théorique est un cadre séquentiel comprenant six composantes, qui articule la régulation réactive, l'analyse sociotechnique du risque et la prudence inférentielle. Il distingue simultanément la proximité de l'intervention et le niveau de résultat mesuré. Cette double distinction permet de dissocier la justification d'une règle, ses conditions de fonctionnement, ses effets immédiats et la démonstration de son impact sur la sécurité routière. Pour les autorités, transporteurs et gestionnaires d'infrastructures, ce cadre constitue une grille d'audit : vérifier successivement la clarté de la règle, sa faisabilité, la qualité des données, la capacité de contrôle, le suivi des corrections et le résultat en matière de sécurité. Cette démarche oriente la décision vers le maillon effectivement défaillant, plutôt que vers l'ajout automatique de nouvelles prescriptions. Dans les contextes africains et marocains, son emploi devrait être assorti d'évaluations locales avant toute généralisation. La nature préconstituée et non exhaustive du corpus, l'absence de traçabilité complète de la sélection, ainsi que l'impossibilité d'une évaluation standardisée du risque de biais, limitent la portée causale de cette synthèse.

Les priorités empiriques découlent directement du corpus : valider l'équité des systèmes de ciblage fondés sur le risque (Hwang et al., 2019), mesurer les coûts de conformité et d'application dans les corridors à ressources contraintes (Torres Martínez et al., 2018), et établir des règles de gouvernance pour les données issues des tachygraphes, de la télématique et du WIM (Baldini et al., 2018 ; Burnos et al., 2021). Des évaluations prospectives intégrées au déploiement des réformes permettraient de renforcer la relation entre la conformité, l'exposition, les accidents et les coûts.

Références

- (1). Abdulghani, Anas; Lee, Chris (2022). Differential variable speed limits to improve performance and safety of car-truck mixed traffic on freeways. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(6), 1003-1016. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.08.004>
- (2). Agoro, G; Johannes, P; Ambunda, R (2024). Analysis of the extent of heavy vehicle overloading on Namibian trunk roads and evaluation of the effectiveness of existing mitigation measures. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 66(1), 12-19. <https://doi.org/10.17159/2309-8775/2024/v66n1a2>
- (3). Anderson, Jason R.; Ogden, Jeffrey D.; Cunningham, William A.; Schubert-Kabban, Christine (2017). An exploratory study of hours of service and its safety impact on motorists. *Transport Policy*, 53, 161-174. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.10.001>
- (4). Assemi, Behrang; Hickman, Mark (2018). Relationship between heavy vehicle periodic inspections, crash contributing factors and crash severity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 441-459. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.018>
- (5). Assemi, Behrang; Hickman, Mark; Paz, Alexander (2021). Relationship between Programmed Heavy Vehicle Inspections and Traffic Safety. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(10), 1420-1430. <https://doi.org/10.1177/03611981211016458>
- (6). Ayazi, Ehsan; Sheikholeslami, Abdolreza (2020). A Data Mining Approach on Lorry Drivers Overloading in Tehran Urban Roads. *Journal of Advanced Transportation*, 2020, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2020/6895407>
- (7). Ayres, Ian; Braithwaite, John (1992). *Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate*. New York: Oxford University Press.
- (8). Baethge, Christopher; Goldbeck-Wood, Sandra; Mertens, Stephan (2019). SANRA: a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4, 5. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- (9). Baldini, Gianmarco; Sportiello, Luigi; Chiamello, Michel; Mahieu, Vincent (2018). Regulated applications for the road transportation infrastructure: The case study of the smart tachograph in the European Union. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 21, 3-21. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2018.02.001>
- (10). Balthrop, Andrew; Scott, Alex; Miller, Jason (2023). How do trucking companies respond to announced versus unannounced safety crackdowns? The case of government inspection blitzes. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 641-665. <https://doi.org/10.1111/jbl.12353>
- (11). Batarliene, Nijole (2020). Essential Safety Factors for the Transport of Dangerous Goods by Road: A Case Study of Lithuania. *Sustainability*, 12(12), 4954. <https://doi.org/10.3390/su12124954>
- (12). Beňuš, Ján; Demirci, Ebru (2021). Regulation (EC) No 561/2006 - review of the adopted changes on 15 July 2020. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji*, 90(4), 59-73. <https://doi.org/10.14669/am.vol90.art5>

- (13). Beňuš, Ján; Poliak, Miloš; Lazaroïu, George (2022). Violations of social regulation and traffic accidents in road freight transport. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji*, 97(3), 51-59. <https://doi.org/10.14669/am/155050>
- (14). Bergland, Harald; Pedersen, Pål Andreas (2018). Design and Implementation of Driving Time Regulation. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 18(4). <https://doi.org/10.18757/ejtir.2018.18.4.3257>
- (15). Boggs, Alexandra M.; Hezaveh, Amin Mohamadi; Cherry, Christopher R. (2019). Shortage of Commercial Vehicle Parking and Truck-Related Interstate Ramp Crashes in Tennessee. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673(10), 153-163. <https://doi.org/10.1177/0361198119849586>
- (16). Budiharjo, Anton; Fauzi, Ahmad; Masrukhin, -; Prasetyo, Bagus (2021). The Relationship between Overloading and Over Dimension of Freight Vehicle. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(4), 1588. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.4.11430>
- (17). Burks, Stephen V.; Anderson, Jon E.; Bombyk, Matthew; et al. (2016). Nonadherence with Employer-Mandated Sleep Apnea Treatment and Increased Risk of Serious Truck Crashes. *Sleep*, 39(5), 967-975. <https://doi.org/10.5665/sleep.5734>
- (18). Burnos, Piotr; Gajda, Janusz; Sroka, Ryszard; et al. (2021). High Accuracy Weigh-In-Motion Systems for Direct Enforcement. *Sensors*, 21(23), 8046. <https://doi.org/10.3390/s21238046>
- (19). Çalık, Hatice; Juwet, Marc; Yaman, Hande; Vanden Berghe, Greet (2023). Cargo securing under multi-drop and axle weight constraints. *European Journal of Operational Research*, 307(1), 157-176. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.08.031>
- (20). Caro, María Dolores; Paralera, Concepción (2011). Analysis of the need for a network of service/resting areas especially adapted to the transport of dangerous goods. *Journal of Transportation Security*, 4(3), 187-200. <https://doi.org/10.1007/s12198-011-0065-4>
- (21). Carruthers, Robin C.; Kunaka, Charles (2014). *Trade and Transport Corridor Management Toolkit*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0143-3>
- (22). Casey, Gregory J.; Miles-Johnson, Toby; Stevens, Garry J. (2025). “I’m Not Right to Drive, but I Drove out the Gate”: Personal and Contextual Factors Affecting Truck Driver Fatigue Compliance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(11), 1724. <https://doi.org/10.3390/ijerph22111724>
- (23). Chen, Guang X.; Sieber, W. Karl; Collins, James W.; et al. (2021). Truck driver reported unrealistically tight delivery schedules linked to their opinions of maximum speed limits and hours-of-service rules and their compliance with these safety laws and regulations. *Safety Science*, 133, 105003. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105003>
- (24). Chen, Guang Xiang (2008). Impact of federal compliance reviews of trucking companies in reducing highway truck crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 238-245. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.06.002>
- (25). Chen, Tiantian; Sze, N.N.; Saxena, Shobhit; et al. (2020). Evaluation of penalty and enforcement strategies to combat speeding offences among professional drivers: A Hong Kong stated preference experiment. *Accident Analysis & Prevention*, 135, 105366. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105366>
- (26). Chen, Yikai; Wang, Kai; Zhang, Yu; et al. (2020). INVESTIGATING FACTORS AFFECTING ROAD FREIGHT OVERLOADING THROUGH THE INTEGRATED USE OF BLR AND CART: A CASE STUDY IN CHINA. *Transport*, 35(3), 236-246. <https://doi.org/10.3846/transport.2020.12635>
- (27). Crizzle, Alexander M.; Bigelow, Philip; Adams, Diane; Gooderham, Sarah; Myers, Anita M.; Thiffault, Pierre (2017). Health and wellness of long-haul truck and bus

- drivers: A systematic literature review and directions for future research. *Journal of Transport & Health*, 7, 90-109. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.05.359>
- (28). Crizzle, Alexander M.; Toxopeus, Ryan; Malkin, Jennifer (2020). Impact of limited rest areas on truck driver crashes in Saskatchewan: a mixed-methods approach. *BMC Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09120-7>
- (29). Das, Aneesa M.; Chang, Judy L.; Berneking, Michael; et al. (2022). Enhancing public health and safety by diagnosing and treating obstructive sleep apnea in the transportation industry: an American Academy of Sleep Medicine position statement. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 18(10), 2467-2470. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9670>
- (30). Das, Aneesa M.; Chang, Judy L.; Berneking, Michael; et al. (2022). Obstructive sleep apnea screening, diagnosis, and treatment in the transportation industry. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 18(10), 2471-2479. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9672>
- (31). De Vos, Bart; Cuenen, Ariane; Ross, Veerle; et al. (2023). The Effectiveness of an Intelligent Speed Assistance System with Real-Time Speeding Interventions for Truck Drivers: A Belgian Simulator Study. *Sustainability*, 15(6), 5226. <https://doi.org/10.3390/su15065226>
- (32). de Vries, Jelle; Roy, Debjit (2025). Cut the scrap? the impact of truck age on driver retention, driving safety, and driving productivity. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 37(4), 1372-1407. <https://doi.org/10.1007/s10696-024-09569-3>
- (33). Duarte Soliani, Rodrigo; Brito Lopes, Alisson Vinicius; Santiago, Fábio; et al. (2025). Risk of crashes among self-employed truck drivers: Prevalence evaluation using fatigue data and machine learning prediction models. *Journal of Safety Research*, 92, 68-80. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.11.002>
- (34). Ferrari, Rossella (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230-235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- (35). FILOMENO, Ronald; IKEDA, Ai; TANIGAWA, Takeshi (2016). Developing policy regarding obstructive sleep apnea and driving among commercial drivers in the United States and Japan. *INDUSTRIAL HEALTH*, 54(5), 469-475. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2015-0229>
- (36). Fitzharris, Michael; Liu, Sara; Stephens, Amanda N.; Lenné, Michael G. (2017). The relative importance of real-time in-cab and external feedback in managing fatigue in real-world commercial transport operations. *Traffic Injury Prevention*, 18(sup1), S71-S78. <https://doi.org/10.1080/15389588.2017.1306855>
- (37). Flodén, Jonas; Woxenius, Johan (2021). A stakeholder analysis of actors and networks for land transport of dangerous goods. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100629. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100629>
- (38). Fonseca, Tiago; Ferreira, Sara (2025). Truck Driver Safety: Factors Influencing Risky Behaviors on the Road: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 15(17), 9662. <https://doi.org/10.3390/app15179662>
- (39). Garbarino, Sergio; Durando, Paolo; Guglielmi, Ottavia; et al. (2016). Sleep Apnea, Sleep Debt and Daytime Sleepiness Are Independently Associated with Road Accidents. A Cross-Sectional Study on Truck Drivers. *PLOS ONE*, 11(11), e0166262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166262>
- (40). Ghazinoory, Sepehr; Kheirkhah, Amir Saman (2008). TRANSPORTATION OF HAZARDOUS MATERIALS IN IRAN: A STRATEGIC APPROACH FOR DECREASING ACCIDENTS. *TRANSPORT*, 23(2), 104-111. <https://doi.org/10.3846/1648-4142.2008.23.104-111>
- (41). Ghods, Amir H.; Saccomanno, Frank F. (2016). Safety and Traffic Implications of Differential Car and Truck Speed Controls for Two-Lane Highways. *Journal of*

- Transportation Engineering, 142(11). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)te.1943-5436.0000888](https://doi.org/10.1061/(asce)te.1943-5436.0000888)
- (42). Goel, Asvin; Vidal, Thibaut (2014). Hours of Service Regulations in Road Freight Transport: An Optimization-Based International Assessment. *Transportation Science*, 48(3), 391-412. <https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0477>
- (43). Green, Bart N.; Johnson, Claire D.; Adams, Alan (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101-117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- (44). Grinerud, Katrine (2022). Work-Related Driving of Heavy Goods Vehicles: Factors That Influence Road Safety and the Development of a Framework for Safety Training. *Safety*, 8(2), 43. <https://doi.org/10.3390/safety8020043>
- (45). Grinerud, Katrine; Aarseth, Wenche Kristin; Robertsen, Rolf (2021). Leadership strategies, management decisions and safety culture in road transport organizations. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100670. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100670>
- (46). Grytnes, Regine; Shibuya, Hitomi; Dyreborg, Johnny; et al. (2016). Too individualistic for safety culture? Non-traffic related work safety among heavy goods vehicle drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 40, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.04.012>
- (47). Guo, Jian; Luo, Cheng (2022). Risk assessment of hazardous materials transportation: A review of research progress in the last thirty years. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(4), 571-590. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2022.01.004>
- (48). Gurubhagavatula, Indira; Sullivan, Shannon; Meoli, Amy; et al. (2017). Management of Obstructive Sleep Apnea in Commercial Motor Vehicle Operators: Recommendations of the AASM Sleep and Transportation Safety Awareness Task Force. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13(5), 745-758. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6598>
- (49). Hagos, Ehitayhu; Brijs, Tom; Brijs, Kris; et al. (2023). Safety Culture among Transport Companies in Ethiopia: Are They Ready for Emerging Fleet Technologies?. *Sustainability*, 15(4), 3232. <https://doi.org/10.3390/su15043232>
- (50). Hartenbaum, Natalie P. (2015). Certified Medical Examiners and Screening for Obstructive Sleep Apnea. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 57(3), e19-e22. <https://doi.org/10.1097/jom.0000000000000418>
- (51). Hartenbaum, Natalie; Collop, Nancy; Rosen, Ilene M.; et al. (2006). Sleep Apnea and Commercial Motor Vehicle Operators. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(Supplement), S1-S3. <https://doi.org/10.1097/00043764-200609001-00001>
- (52). Hege, Adam; Perko, Michael; Johnson, Amber; et al. (2015). Surveying the Impact of Work Hours and Schedules on Commercial Motor Vehicle Driver Sleep. *Safety and Health at Work*, 6(2), 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2015.02.001>
- (53). Hickman, Jeffrey S.; Guo, Feng; Camden, Matthew C.; et al. (2017). An observational study of the safety benefits of electronic logging devices using carrier-collected data. *Traffic Injury Prevention*, 18(3), 312-317. <https://doi.org/10.1080/15389588.2016.1201201>
- (54). Hickman, Jeffrey S.; Guo, Feng; Hanowski, Richard J.; et al. (2012). Safety Benefits of Speed Limiters in Commercial Motor Vehicles Using Carrier-Collected Crash Data. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 16(4), 177-183. <https://doi.org/10.1080/15472450.2012.704340>

- (55). Huang, Haiyun; Zhou, Junyong; Zhang, Junping; et al. (2019). Effects of Revised Toll-by-Weight Policy on Truck Overloading Behavior and Bridge Infrastructure Damage Using Weigh-in-Motion Data: A Comparative Study in China. *Advances in Civil Engineering*, 2019(1). <https://doi.org/10.1155/2019/5910463>
- (56). HUDEC, Juraj; ŠARKAN, Branislav; CZÖDÖROVÁ, Renáta; et al. (2022). THE IMPACT OF ROADSIDE TECHNICAL INSPECTIONS ON TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS IN THE SLOVAK REPUBLIC. *Transport Problems*, 17(3), 69-82. <https://doi.org/10.20858/tp.2022.17.3.06>
- (57). Hwang, Steven; Boyle, Linda Ng; Banerjee, Ashis G. (2019). Identifying characteristics that impact motor carrier safety using Bayesian networks. *Accident Analysis & Prevention*, 128, 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.03.004>
- (58). Izdebski, Mariusz; Jacyna-Golda, Ilona; Golda, Paweł (2022). Minimisation of the probability of serious road accidents in the transport of dangerous goods. *Reliability Engineering & System Safety*, 217, 108093. <https://doi.org/10.1016/j.res.s.2021.108093>
- (59). Jacob, Bernard; Feypell-de La Beaumelle, Véronique (2010). Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology. *IATSS Research*, 34(1), 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.06.003>
- (60). Jagelcak, Juraj; Kubanova, Jaroslava (2023). Influence of Accelerometer Sensor Position for Measurement of Lateral Acceleration of Delivery Van for Cargo Securement. *Sensors*, 23(23), 9478. <https://doi.org/10.3390/s23239478>
- (61). Jagelčák, Juraj; Kubánová, Jaroslava (2024). Risks of Goods Transport Focused on the Assessment of Semi-Trailer Dynamics on Highways for Cargo Securing. *Applied Sciences*, 14(9), 3846. <https://doi.org/10.3390/app14093846>
- (62). Ju, Shengyang; Belzer, Michael H. (2024). Follow the money: Trucker pay incentives, working time, and safety. *The Economic and Labour Relations Review*, 35(1), 7-26. <https://doi.org/10.1017/elr.2024.5>
- (63). Jung, Yunkyeong; Mizutani, Daijiro; Lee, Jinwoo (2025). Weigh-In-Motion Placement for Overloaded Truck Enforcement Considering Traffic Loadings and Disruptions. *Sustainability*, 17(3), 826. <https://doi.org/10.3390/su17030826>
- (64). KALES, Stefanos N.; STRAUBEL, Madeleine G. (2014). Obstructive Sleep Apnea in North American Commercial Drivers. *Industrial Health*, 52(1), 13-24. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0206>
- (65). Karim, Mohamed Rehan; Ibrahim, Nik Ibtishamiah; Saifizul, Ahmad Abdullah; Yamanaka, Hideo (2014). Effectiveness of vehicle weight enforcement in a developing country using weigh-in-motion sorting system considering vehicle by-pass and enforcement capability. *IATSS Research*, 37(2), 124-129. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2013.06.004>
- (66). Kemp, Elyria; Kopp, Steven W.; Kemp, Erasmus (2013). Six days on the road. *The International Journal of Logistics Management*, 24(2), 210-229. <https://doi.org/10.1108/ijlm-08-2012-0080>
- (67). Khadka, Anish; Gautam, Preeti; Joshi, Elisha; et al. (2021). Road safety and heavy goods vehicle driving in LMICs: Qualitative evidence from Nepal. *Journal of Transport & Health*, 23, 101247. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101247>
- (68). Krasniuk, Sarah; Lemke, Michael K.; Hassoun, Aya; et al. (2024). Improving truck stop environments to support long-haul truck driver safety and health: A scoping review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 185, 104123. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104123>
- (69). Kulović, Mirsad; Injac, Zoran; Davidović, Slavko; Posavac, Ivo (2018). Modelling Truck Weigh Stations' Locations based on Truck Traffic Flow and Overweight

- Violation: A Case Study in Bosnia and Herzegovina. *Promet - Traffic&Transportation*, 30(2), 163-171. <https://doi.org/10.7307/ptt.v30i2.2423>
- (70). Kuran, Christian Henrik Alexander; Njå, Ove; Braut, Geir Sverre (2023). Conceptualizing the bending and breaking of rules in the heavy goods transport sector. *Safety Science*, 166, 106235. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106235>
- (71). Kuşkan, Emre; Çodur, M. Yasin; Atalay, Ahmet (2021). Speed violation analysis of heavy vehicles on highways using spatial analysis and machine learning algorithms. *Accident Analysis & Prevention*, 155, 106098. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106098>
- (72). Laberge-Nadeau, C; Dionne, G; Ekoé, J M; et al. (2000). Impact of diabetes on crash risks of truck-permit holders and commercial drivers.. *Diabetes Care*, 23(5), 612-617. <https://doi.org/10.2337/diacare.23.5.612>
- (73). Lantz, Brenda; Loftus, Jeff (2005). Development and implementation of a driver safety history indicator into the roadside inspection selection system. *Journal of Safety Research*, 36(5), 489-490. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2005.10.009>
- (74). Lave, Lester B.; Songer, Thomas J.; LaPorte, Ronald E. (1993). Should Persons with Diabetes Be Licensed to Drive Trucks?, *Risk Management. Risk Analysis*, 13(3), 327-334. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1993.tb01084.x>
- (75). Lemke, Michael K.; Hege, Adam; Apostolopoulos, Yorghos; Sönmez, Sevil (2021). Hours-of-service compliance and safety outcomes among long-haul truck drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 76, 297-308. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.11.017>
- (76). Leyton, Vilma; Andreuccetti, Gabriel; de Almeida, Rafael Menck; et al. (2015). Hair drug testing in the new Brazilian regulation to obtain professional driver's licence: no parallel to any other law enforcement in the world. *Addiction*, 110(7), 1207-1208. <https://doi.org/10.1111/add.12945>
- (77). Liu, Pei; Mu, Dong (2015). Evaluating sustainability of truck weight regulations: A system dynamics view. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5). <https://doi.org/10.3926/jiem.1593>
- (78). Ližbetin, Ján; Stopková, Mária (2021). A Case Study into the Safety Compliance within the Road Freight Transport Sector with Regards to Securing Cargo. *Communications - Scientific letters of the University of Zilina*, 23(2), F43-F48. <https://doi.org/10.26552/com.c.2021.2.f43-f48>
- (79). Madsen, David G.; Wright, Donald G. (1999). SafeStat: Motor Carrier Safety Status Measurement System. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1686(1), 1-7. <https://doi.org/10.3141/1686-01>
- (80). Malkin, Jennifer; Crizzle, Alexander M.; Zello, Gordon; et al. (2021). Long-Haul Truck Driver Training Does Not Meet Driver Needs in Canada. *Safety and Health at Work*, 12(1), 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.09.001>
- (81). McLean, Amie (2016). Battling Blind Spots: Hours of Service Regulations and Contentious Mobilities in the BC-Based Long Haul Trucking Industry. *Canadian Journal of Sociology*, 41(3), 277-298. <https://doi.org/10.29173/cjs28288>
- (82). Mooren, Lori; Grzebieta, Raphael; Williamson, Ann; et al. (2014). Safety management for heavy vehicle transport: A review of the literature. *Safety Science*, 62, 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.08.001>
- (83). Muha, Robert; Sever, Drago (2009). The Impact of Regulation 561/2006 on Fleet Management Viewed through Efficient Use of Drivers' Working Time. *Promet - Traffic&Transportation*, 21(1), 61-67. <https://doi.org/10.7307/ptt.v21i1.913>

- (84). Neeley, Grant W.; Richardson, Lilliard E. (2009). The Effect of State Regulations on Truck-Crash Fatalities. *American Journal of Public Health*, 99(3), 408-415. <https://doi.org/10.2105/ajph.2008.136952>
- (85). Nævestad, Tor-Olav; Blom, Jenny; Phillips, Ross O. (2020). Safety culture, safety management and accident risk in trucking companies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 73, 325-347. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.07.001>
- (86). Nævestad, Tor-Olav; Phillips, Ross; Meyer Levlin, Gunhild; Hovi, Inger (2017). Internationalisation in Road Transport of Goods in Norway: Safety Outcomes, Risk Factors and Policy Implications. *Safety*, 3(4), 22. <https://doi.org/10.3390/safety3040022>
- (87). Page, Matthew J.; McKenzie, Joanne E.; Bossuyt, Patrick M.; et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- (88). Poliak, Miloš; Beňuš, Ján; Hajduk, Iwona Ewa; et al. (2023). Road freight transport driver fatigue test: A pilot study. *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji*, 101(3), 67-85. <https://doi.org/10.14669/am/172910>
- (89). Rashmi, Balamurugan Shandhana; Marisamynathan, Sankaran (2023). Factors affecting truck driver behavior on a road safety context: A critical systematic review of the evidence. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 10(5), 835-865. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.04.006>
- (90). Rasmussen, Jens (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, 27(2-3), 183-213. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0)
- (91). Reason, James (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate.
- (92). Renčelj, Marko; Lindov, Osman; Pljakić, Miloš; Sever, Drago (2025). Assessment of Dangerous Goods Transport: Case Western Balkan Countries. *Sustainability*, 17(3), 891. <https://doi.org/10.3390/su17030891>
- (93). Rezapour, Mahdi; Wulff, Shaun S.; Ksaibati, Khaled (2018). Predicting Truck At-Fault Crashes Using Crash and Traffic Offence Data. *The Open Transportation Journal*, 12(1), 128-138. <https://doi.org/10.2174/18744478018120100128>
- (94). Richardson, Jim; Jones, Steven; Brown, Alan; et al. (2014). On the use of bridge weigh-in-motion for overweight truck enforcement. *International Journal of Heavy Vehicle Systems*, 21(2), 83. <https://doi.org/10.1504/ijhvs.2014.061632>
- (95). Ryley, Walter T.; Belzer, Michael H. (2023). Compensation and crash incidence: Evidence from the National Survey of Driver Wages. *The Economic and Labour Relations Review*, 34(1), 118-139. <https://doi.org/10.1017/elr.2022.13>
- (96). Sabar, Moncif; El Hammoumi, Mohammed (2020). Regulatory and Institutional Context of Dangerous Goods Road Transport at the International, African and Moroccan Levels. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 10(2), 255-261. <https://doi.org/10.18280/ijssse.100213>
- (97). Sabbagh-Ehrlich, S; Friedman, L; Richter, E D (2005). Working conditions and fatigue in professional truck drivers at Israeli ports. *Injury Prevention*, 11(2), 110-114. <https://doi.org/10.1136/ip.2004.007682>
- (98). Seya, Hajime; Zhang, Junyi; Chikaraishi, Makoto; Jiang, Ying (2020). Decisions on truck parking place and time on expressways: an analysis using digital tachograph data. *Transportation*, 47(2), 555-583. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9899-y>
- (99). Shadish, William R.; Cook, Thomas D.; Campbell, Donald T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston: Houghton Mifflin.

- (100). Shen, Xiaoyan; Wei, Shanshan (2020). Application of XGBoost for Hazardous Material Road Transport Accident Severity Analysis. *IEEE Access*, 8, 206806-206819. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3037922>
- (101). Simonelli, Guido; Bellone, Giannina; Golombek, Diego; et al. (2018). Hours of service regulations for professional drivers in continental Latin America. *Sleep Health*, 4(5), 472-475. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2018.07.009>
- (102). Smidt, Mathew F.; Mitchell, Dana; Logan, Kristi K. (2021). The Potential for Effective Training of Logging Truck Drivers. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 27(1), 29-41. <https://doi.org/10.13031/jash.14084>
- (103). Snyder, Hannah (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- (104). Sun, Ming; Zhou, Ronggui (2023). Investigation on Hazardous Material Truck Involved Fatal Crashes Using Cluster Correspondence Analysis. *Sustainability*, 15(12), 9369. <https://doi.org/10.3390/su15129369>
- (105). Sun, Xiaoduan; Huang, Bing; Ishak, Sherif; Wolshon, Brian (2009). Estimating the Safety Impact of Differential Speed Limit and Truck Lane Restriction on Interstate-10 through Atchafalaya Basin in Louisiana. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1(3), 169-180. <https://doi.org/10.1080/19439960903149223>
- (106). Thakuriah, Piyushimita; Yanos, George; Lee, Jung-Taek; Sreenivasan, Athreya (2001). Motor Carrier Safety: Crash Patterns of Inspected Commercial Vehicles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1779(1), 150-156. <https://doi.org/10.3141/1779-20>
- (107). Torres Martínez, Antonio José; Oliete Josa, Sergio; Magrinyà, Francesc; Gauthier, Jean-Marc (2018). Cost-effectiveness of enforcing axle-load regulations: The Douala-N'Djamena corridor in Sub-Saharan Africa. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107, 216-228. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.11.016>
- (108). Tregear, Stephen; Reston, James; Schoelles, Karen; Phillips, Barbara (2009). Obstructive sleep apnea and risk of motor vehicle crash: systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 5(6), 573-581. <https://doi.org/10.5664/jcsm.27662>
- (109). Uddin, Majbah; Huynh, Nathan (2018). Factors influencing injury severity of crashes involving HAZMAT trucks. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.06.004>
- (110). Warscotte, Loïc; Boreux, Jehan; Antofie, Adriana; Corbaye, Dominique (2023). Direct Enforcement in Belgium with High Speed Weigh-in-Motion (HS-WIM). *Electronics*, 12(3), 555. <https://doi.org/10.3390/electronics12030555>
- (111). Wawak, Krzysztof; Małkus, Tomasz (2025). Managing risks in the transport of dangerous goods: the role of international regulations. *Acta logistica*, 12(3), 563-569. <https://doi.org/10.22306/al.v12i3.690>
- (112). Wen, Huiying; Du, Yingxin; Chen, Zheng; Zhao, Sheng (2022). Analysis of Factors Contributing to the Injury Severity of Overloaded-Truck-Related Crashes on Mountainous Highways in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4244. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074244>
- (113). Wu, Jinzhong; Fan, Wenji; Wang, Wencheng (2020). A Zero-Inflated Ordered Probit Model to Analyze Hazmat Truck Drivers' Violation Behavior and Associated Risk Factors. *IEEE Access*, 8, 110974-110985. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3001165>
- (114). Xing, Yingying; Chen, Shengdi; Zhu, Shengxue; et al. (2020). Exploring Risk Factors Contributing to the Severity of Hazardous Material Transportation Accidents in China.

- International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4), 1344.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17041344>
- (115). Yang, Xueyan; Ma, Changxi; Zhu, Changfeng; et al. (2019). Design of hazardous materials transportation safety management system under the vehicle-infrastructure connected environment. *Journal of Intelligent and Connected Vehicles*, 2(1), 14-24.
<https://doi.org/10.1108/jicv-11-2018-0012>
- (116). Zhang, Guangnan; Li, Yanyan; King, Mark J; Zhong, Qiaoting (2019). Overloading among crash-involved vehicles in China: identification of factors associated with overloading and crash severity. *Injury Prevention*, 25(1), 36-46.
<https://doi.org/10.1136/injuryprev-2017-042599>
- (117). Zhu, Shengxue; Zhang, Shiwen; Lang, Hong; et al. (2022). The Situation of Hazardous Materials Accidents during Road Transportation in China from 2013 to 2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9632.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19159632>