



## EXPÉRIMENTATION DU PASSAGE DU PTRA DE 44 À 48 TONNES - FILIÈRE BETTERAVE SUCRIÈRE

### ÉTUDE PRÉALABLE SUR L'IMPACT SUR LES CHAUSSÉES

14/06/2021

# CONTEXTE

**La filière betterave sucrière par l'intermédiaire de l'Association Interprofessionnelle de la Betterave et du Sucre a sollicité le Ministère chargé des Transports pour mener une expérimentation portant le Poids Total Roulant Autorisé (PTRA) des camions de transport de betteraves à 48 tonnes.**

Proposition d'étude signée entre le Cerema et l'AIBS:

- Rappel sur la réglementation (code de la route)
- Réalisation d'un programme de mesures statiques pour quantifier les évolutions des charges par essieu. Plusieurs configurations (tracteurs + bennes) ont été étudiées lors d'une journée de mesure sur site,
- Etude des répartitions de charge à l'essieu constatées en France. Sur la base d'une extraction anonymisée des données recueillies par les stations EPM (équipement de pesage en marche) qui pilotent les contrôles semi-automatiques de respect des limites de charge,
- Quantification théorique de l'impact de l'augmentation de PTRA à l'aide des outils de dimensionnement des structures de chaussées. Réalisée en respectant l'état de l'art français, cette quantification ne concerne que la fatigue structurelle sous trafic d'une section droite, sans tenir compte du croisement avec un impact climatique,
- Etude prospective sur le contenu de l'évaluation, dans le cadre d'expérimentations, de l'impact réel sur l'état du patrimoine de la circulation de véhicules de poids total roulant proche de 48 tonnes



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# RAPPEL DU CODE DE LA ROUTE

# CODE DE LA ROUTE

## Pour les PL 5 essieux et plus circulant entre 40 et 44 tonnes

### Selon l'article R312-5:

12 tonnes maximum sur l'essieu le plus chargé

### Selon l'article R312-6:

- 10,5 tonnes maximum par essieu pour un groupe d'essieu d'un espacement entre 1,35 et 1,80m, charge réduite en deçà d'un espacement de 1,35m. Soit 21 tonnes maximum sur un tandem.
- 27 tonnes maximum pour un tridem

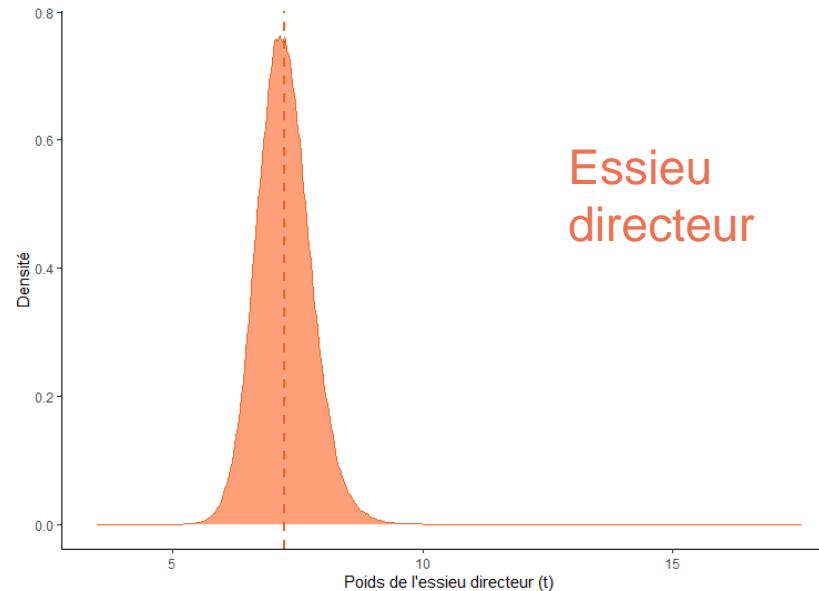
**Pour un T2S3 classique ( $7,3 + 12 + 27 = 46,3$ ) => PTRA de 48 t inatteignable avec un tridem**

- Séparer les essieux du tridem (distance inter-essieux de 1,80 m minimum)
- Passer en 6 essieux

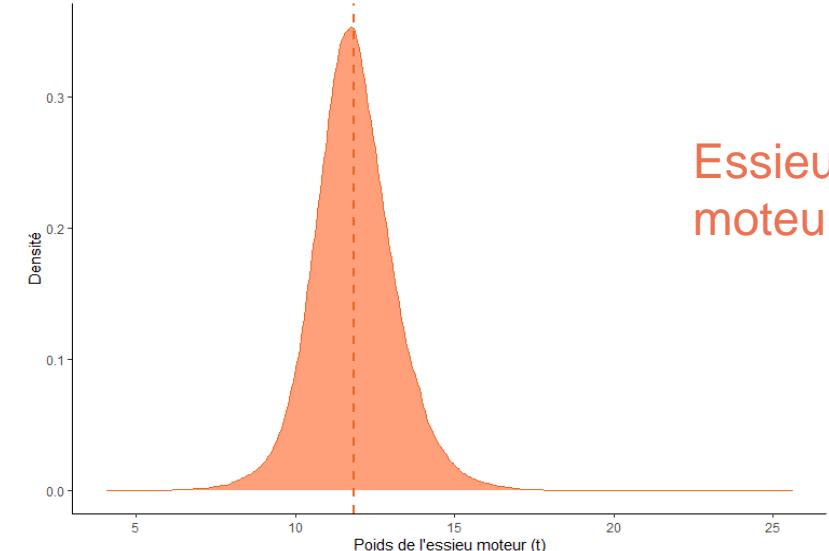
# REPARTITION DES CHARGES A L'ESSIEU

Analyse des données EPM  
Pesage des PL

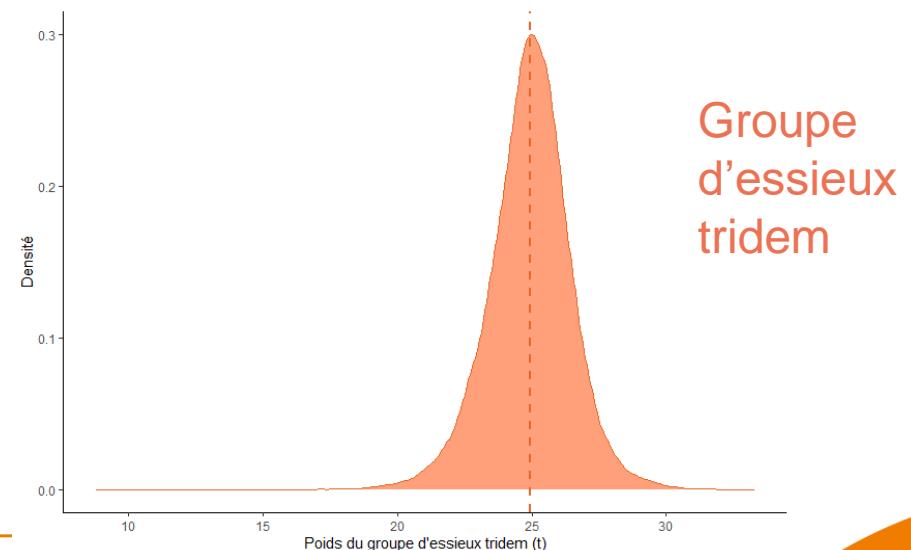
# DONNÉES EPM 2016



Essieu directeur



Essieu moteur



Groupe d'essieux tridem

**Essieu directeur:  $7,23 \text{ t} \pm 0,57 \text{ t}$ ,**  
**Essieu moteur:  $11,85 \text{ t} \pm 1,31 \text{ t}$**   
**Groupe d'essieux tridem:  $24,92 \text{ t} \pm 1,56 \text{ t}$**

# REMORQUES ÉTUDIÉES



Remorque Benalu

Ecartement de 1,81 m du dernier essieu



Remorque DTEC

Ecartement de 1,80 m des essieux de la remorque  
Le dernier essieu est autodirecteur

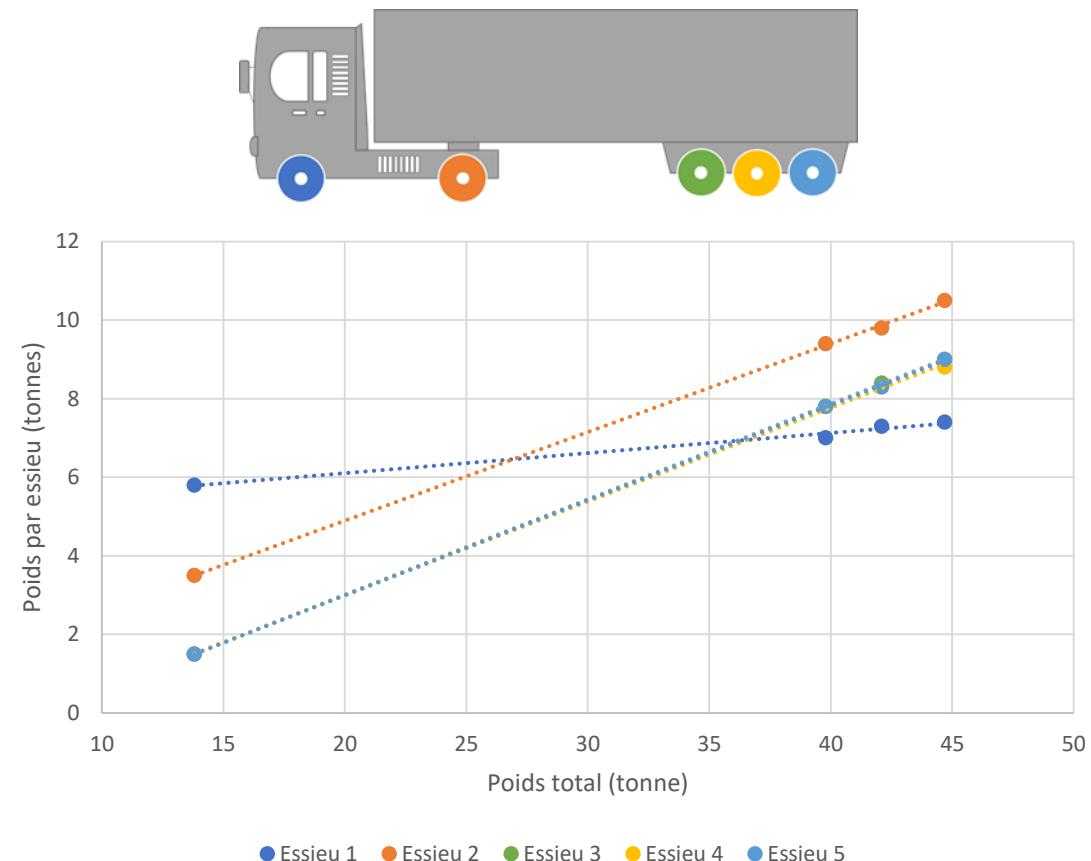
# PESAGE DES PL

## Configuration 1 (référence) T2 + Tridem



	Total	Essieu 1	Essieu 2	Essieu 3	Essieu 4	Essieu 5
MESURE	13,8	5,8	3,5	1,5	1,5	1,5
	39,8	7	9,4	7,8	7,8	7,8
	42,1	7,3	9,8	8,4	8,3	8,3
	44,7	7,4	10,5	9	8,8	9
	43,3*	7	8,4	9,3	9,3	9,3
CALCUL	44	7,3	10,3	8,8	8,7	8,8

\* Mauvais chargement

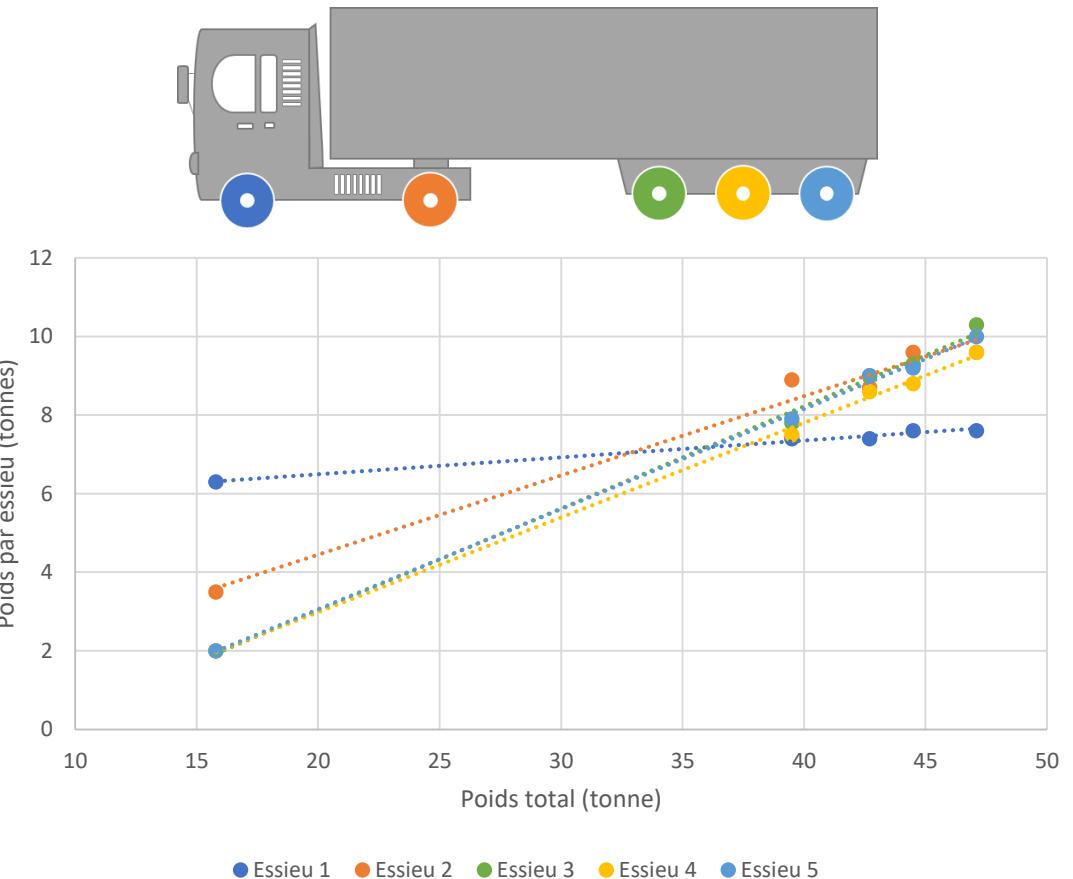


# PESAGE DES PL

## Configuration 2 T2 + 3\*isolés



	Total	Essieu 1	Essieu 2	Essieu 3	Essieu 4	Essieu 5
MESURE	15,8	6,3	3,5	2	2	2
	39,5	7,4	8,9	7,8	7,5	7,9
	42,7	7,4	8,7	9	8,6	9
	44,5	7,6	9,6	9,3	8,8	9,2
	47,1	7,6	9,6	10,3	9,6	10
	48,6	7,9	10,6	10,2	9,8	10,1
CALCUL	44	7,6	9,4	9,2	8,7	9,1
	48	7,7	10,2	10,2	9,7	10,1

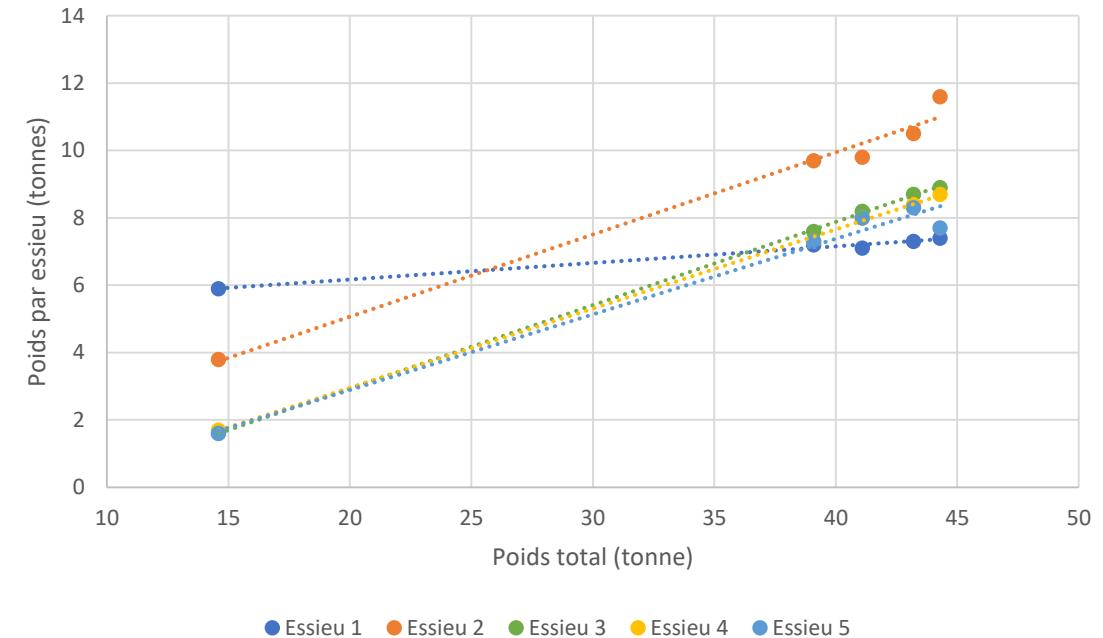
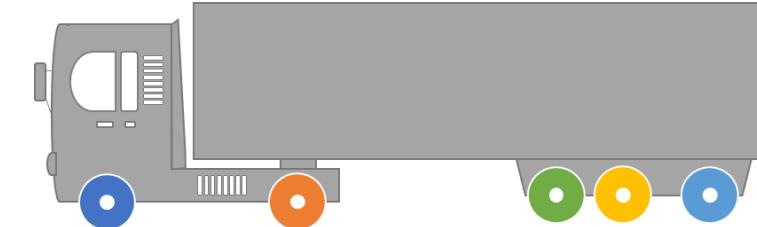


# PESAGE DES PL

## Configuration 3 T2 + tandem + isolé



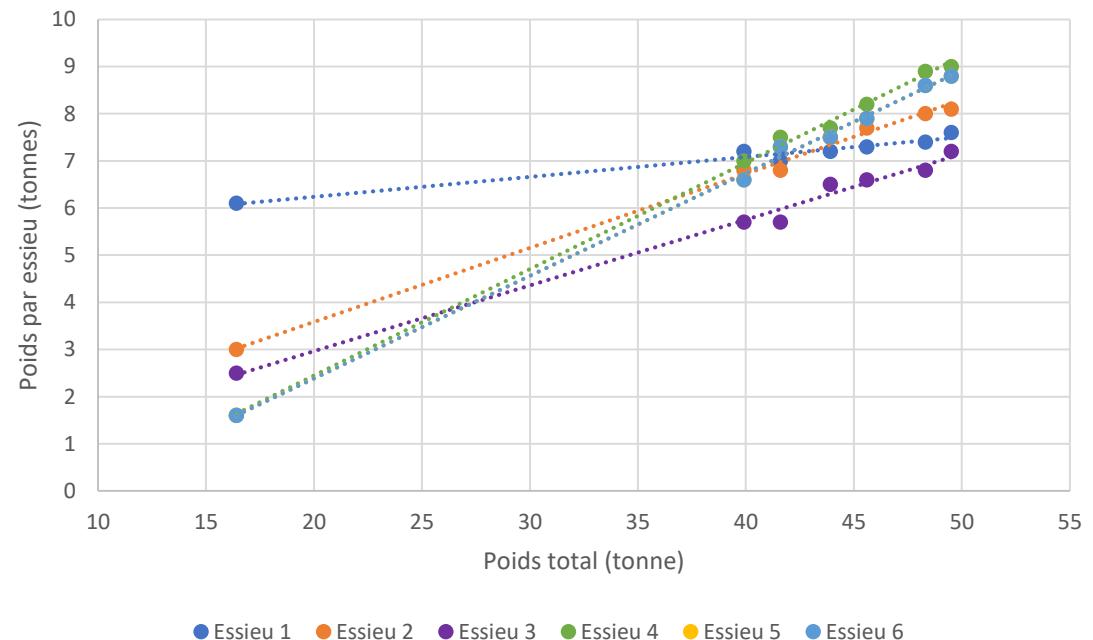
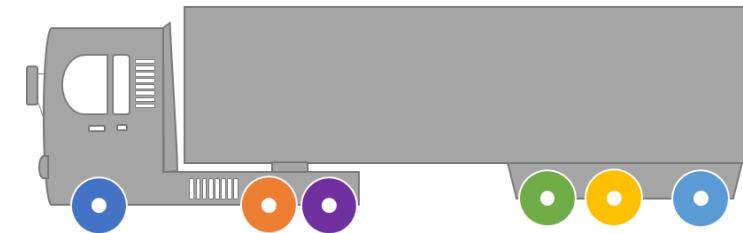
	Total	Essieu 1	Essieu 2	Essieu 3	Essieu 4	Essieu 5
MESURE	14,6	5,9	3,8	1,6	1,7	1,6
	39,1	7,2	9,7	7,6	7,3	7,3
	41,1	7,1	9,8	8,2	8	8
	43,2	7,3	10,5	8,7	8,4	8,3
	44,3	7,4	11,6	8,9	8,7	7,7
	47,4	7,5	11,8	9,6	9,2	9,3
CALCUL	44	7,3	10,9	8,8	8,5	8,3
	48	7,5	11,9	9,8	9,5	9,3



# PESAGE DES PL



## Configuration 4 T3 + tandem + isolé



	Total	Essieu 1	Essieu 2	Essieu 3	Essieu 4	Essieu 5	Essieu 6
MESURE	16,4	6,1	3	2,5	1,6	1,6	1,6
	39,9	7,2	6,8	5,7	7	6,6	6,6
	41,6	7	6,8	5,7	7,5	7,3	7,3
	43,9	7,2	7,5	6,5	7,7	7,5	7,5
	45,6	7,3	7,7	6,6	8,2	7,9	7,9
	48,3	7,4	8	6,8	8,9	8,6	8,6
	49,5	7,6	8,1	7,2	9	8,8	8,8
CALCUL	44	7,3	7,4	6,3	7,9	7,6	7,6
	48	7,4	8,0	6,9	8,8	8,5	8,5
	50	7,5	8,3	7,2	9,2	8,9	8,9

# MODELISATION DE L'AGRESSIVITÉ

Modélisation sous Alizé

Calcul de l'agressivité/nombre d'essieux  
équivalent

Comparaison à la tonne transportée

# STRUCTURES DE CHAUSSÉE

Souple	<u>Très faible trafic</u> < 6 PL/jour/sens (cumul < 50 000 PL)		
	4 cm BBM		
	25 cm GNT2		
Semi-rigide	<u>Très faible trafic</u> < 12 PL/jour/sens (cumul < 100 000 PL)	<u>Faible trafic</u> 25 - 65 PL/jour/sens (entre 0,2 et 0,5 MPL)	<u>Trafic moyen (TC530)</u> 500 - 1000 PL/jour/sens (entre 6 et 14 MPL)
	6 cm BBSG1	8 cm BBSG1	8 cm BBM
	27 cm GC3	26 cm GC3	22 cm GC3
	PF2	PF2qs	20 cm GC3
			PF2
	<u>Très faible trafic</u> 12 - 18 PL/jour/sens (entre 0,1 et 0,15 MPL)	<u>Faible trafic</u> 25 - 45 PL/jour/sens (entre 0,2 et 0,35 MPL)	<u>Trafic moyen (TC530)</u> 500 - 1000 PL/jour/sens (entre 6 et 14 MPL)
Bitumineuse	4 cm BBM	5 cm BBSG1	8 cm BBM
	9 cm GB3	16 cm GB2	13 cm GB3
	PF3	PF2	13 cm GB3
			PF2

# ESSIEU ÉQUIVALENT

## Définition:

Un essieu équivalent correspond à la fatigue engendrée au passage de l'essieu de référence (essieu à monte jumelée à 130 kN soit 13,25 t). C'est un paramètre utilisé pour le dimensionnement des chaussées.

## Données pour le dimensionnement:

Trafic: 500 PL/jour/sens  
Croissance de 1%  
Durée: 20 ans  
Structure bitumineuse

## Trafic cumulé:

4 millions de PL

## Nombre d'essieu équivalent

CAM de 0,8

3,2 millions d'essieux équivalents

## Epaisseur de la structure de chaussée

Modélisation de la structure avec Alize

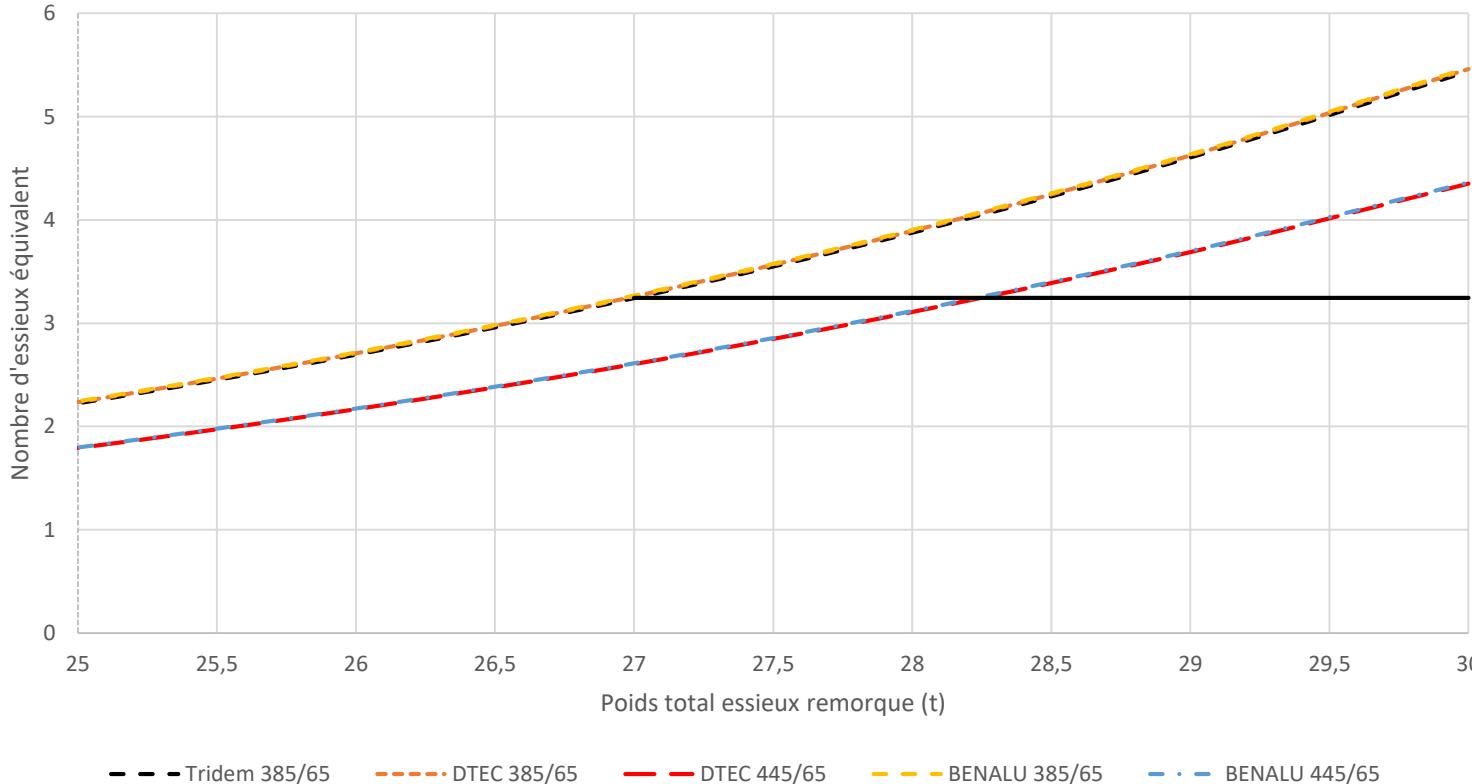
Connaissance de la loi de fatigue du matériau bitumineux



Epaisseur de 22 cm de GB3

# NOMBRE D'ESSIEUX ÉQUIVALENT DES REMORQUES

## Structure souple

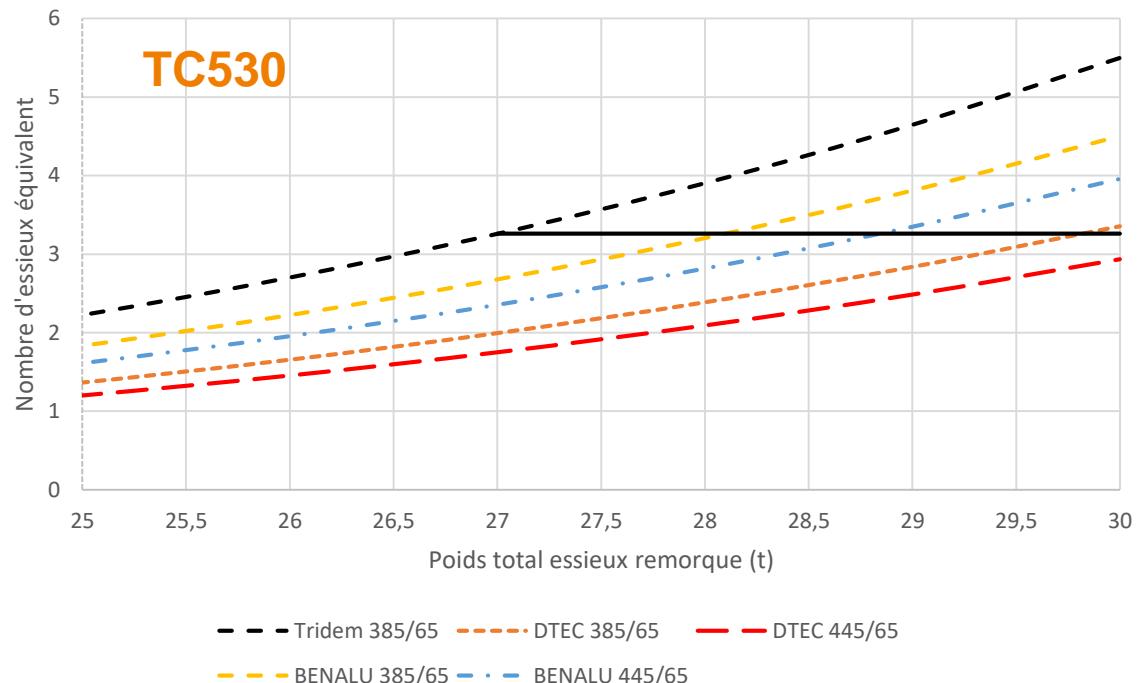
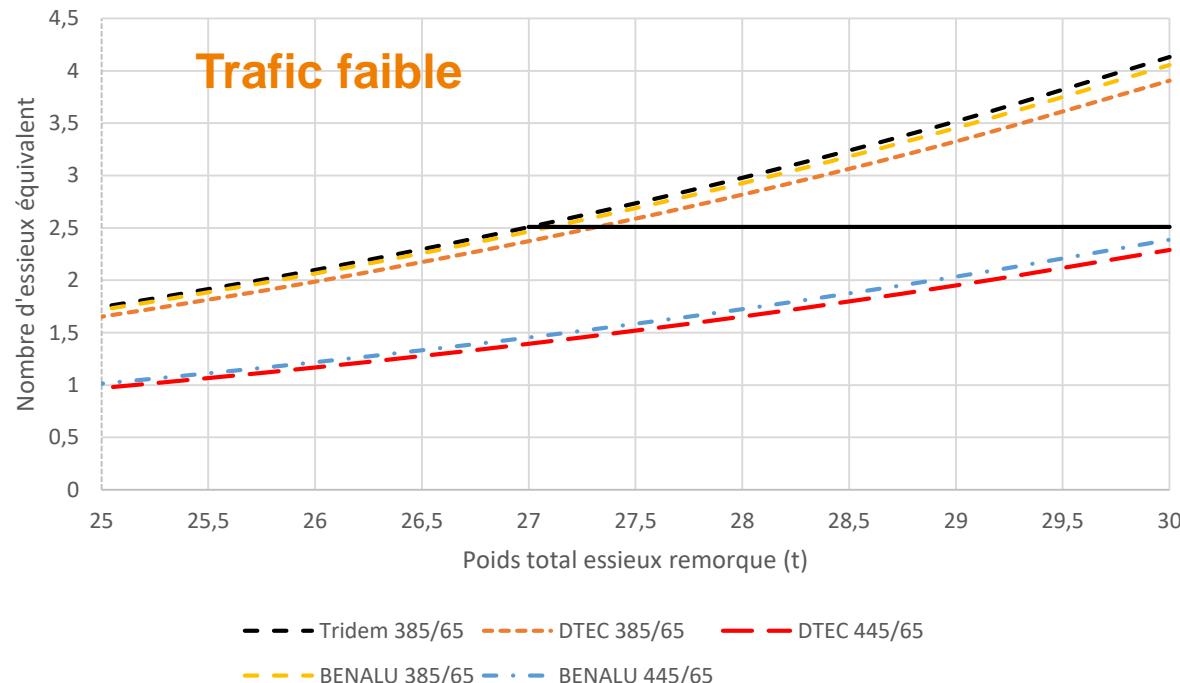


- Pas de gain en écartant les essieux
- Réduction de 20% de l'agressivité avec les pneus extra-larges

# AGRESSIVITÉ DES REMORQUES

## Structure bitumineuse

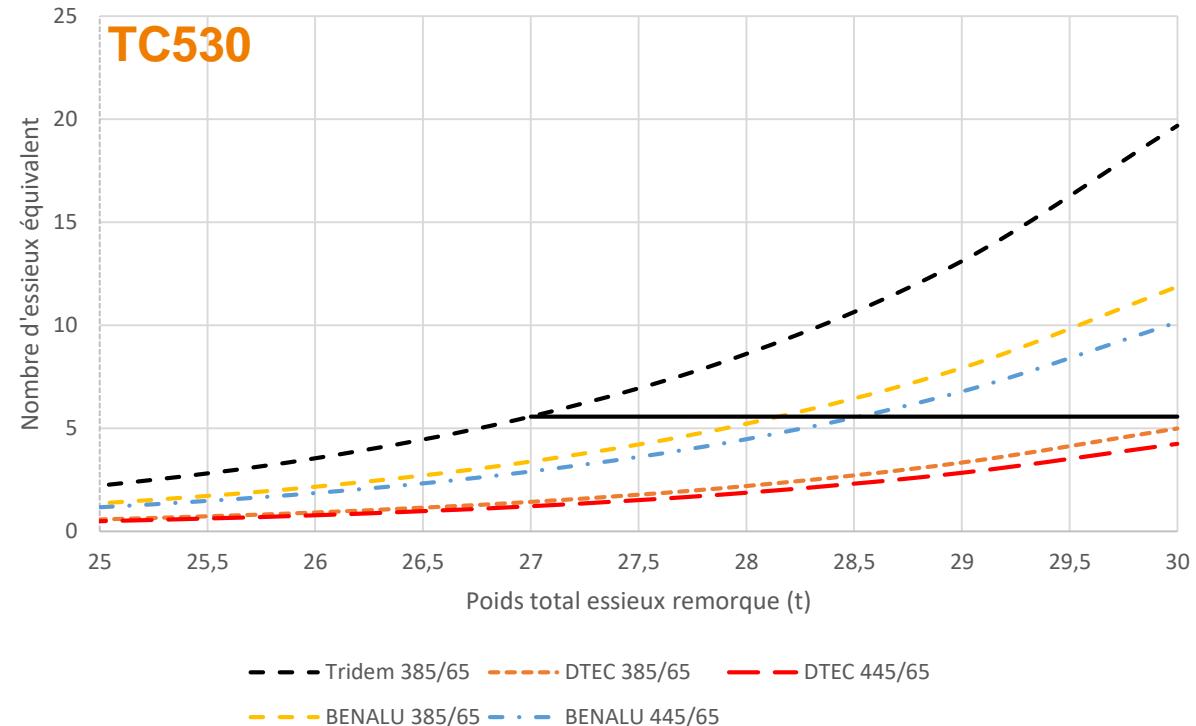
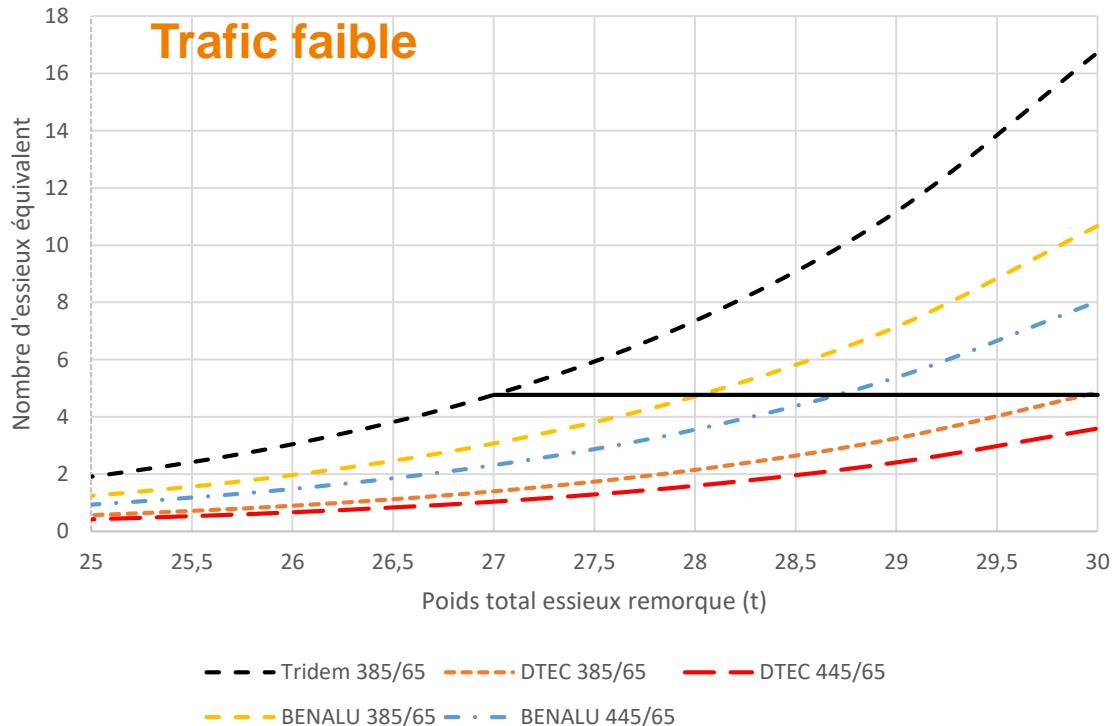
- Gain important en écartant les essieux (2-18% pour Benalu et 6-39 % pour DTEC)
- Réduction supplémentaire de 15-40% de l'agressivité avec les pneus extra-larges



# NOMBRE D'ESSIEUX ÉQUIVALENT DES REMORQUES

## Structure semi-rigides

- Gain important en écartant les essieux (36-40% pour Benalu et 71-75% pour DTEC)
- Réduction supplémentaire de 15-25% de l'agressivité avec les pneus extra larges



# NOMBRE D'ESSIEUX ÉQUIVALENT À LA TONNE TRANSPORTÉE

Poids (t)	Configuration	Essieu ou ensemble d'essieux			Tonne transportée
		Essieu directeur	Essieu(x) moteur(s)	Essieux remorque	
T2 + tridem -40t	<b>T2 + tridem -40t</b>	7,1	9,4	23,5	26,7
	<b>T2 + tridem - 44t</b>	7,3	10,3	26,4	30,2
	<b>T2 + BENALU 48t</b>	7,5	11,9	28,5	33,4
	<b>T2 + DTEC 48t</b>	7,7	10,2	30,1	32,2
	<b>T3 + BENALU 48t</b>	7,4	14,9	25,7	31,6
	<b>T3 + BENALU 50t</b>	7,5	15,4	27,1	33,6

a: agressivité du PL

b: agressivité à la tonne transportée

c: variation de l'agressivité à la tonne transportée par rapport au T2S3 tridem 44t

# NOMBRE D'ESSIEUX ÉQUIVALENT À LA TONNE TRANSPORTÉE

## Structure souple

Souple - Trafic très faible				
	a	b	c	
T2 + tridem - 40t	385/65	2,16	0,08	
T2 + tridem - 44t		3,57	0,12	
T2 + BENALU - 48t		5,33	0,16	1,35
T2 + DTEC - 48t		6,30	0,20	1,66
T3 + BENALU - 48t		2,36	0,07	0,63
T3 + BENALU - 50t		2,92	0,09	0,74
T2 + BENALU - 48t		4,47	0,13	1,13
T2 + DTEC - 48t		5,18	0,16	1,36
T3 + BENALU - 48t		2,00	0,06	0,53
T3 + BENALU - 50t		2,45	0,07	0,62

- **Augmentation Du nombre d'essieux équivalent sur la structure souple**

(a) nombre d'essieux équivalent de la configuration étudiée, (b) nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée de la configuration étudiée, (c) rapport entre le nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée de la configuration de référence à 44 t (T2 + tridem 44t) et la configuration étudiée,

# NOMBRE D'ESSIEUX ÉQUIVALENT À LA TONNE TRANSPORTÉE

## Structures bitumineuses

	385/6	Bitumineuse - Trafic très faible			Bitumineuse - Trafic faible			Bitumineuse TC530		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
T2 + tridem - 40t	5	1,72	0,06		1,55	0,06		1,90	0,07	
T2 + tridem - 44t		2,80	0,09		2,61	0,09		3,29	0,11	
T2 + BENALU - 48t		4,11	0,12	1,33	3,58	0,11	1,24	4,24	0,13	1,16
T2 + DTEC - 48t		4,58	0,14	1,53	3,46	0,11	1,24	3,81	0,12	1,08
T3 + BENALU - 48t		1,79	0,06	0,61	1,54	0,05	0,56	1,89	0,06	0,55
T3 + BENALU - 50t		2,20	0,07	0,71	1,92	0,06	0,66	2,38	0,07	0,65
T2 + BENALU - 48t	5	2,79	0,08	0,90	2,91	0,09	1,01	3,81	0,11	1,05
T2 + DTEC - 48t		2,94	0,09	0,98	2,72	0,08	0,98	3,38	0,10	0,96
T3 + BENALU - 48t		1,21	0,04	0,41	1,23	0,04	0,45	1,69	0,05	0,49
T3 + BENALU - 50t		1,47	0,04	0,47	1,53	0,05	0,53	2,13	0,06	0,58

- **Nombre d'essieux équivalent identique à la tonne transportée sur 5 essieux**
- **Réduction du nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée sur 6 essieux**

(a) nombre d'essieux équivalent de la configuration étudiée, (b) nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée de la configuration étudiée,  
(c) rapport entre le nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée de la configuration de référence à 44 t (T2 + tridem 44t) et la configuration étudiée,

# NOMBRE D'ESSIEUX ÉQUIVALENT À LA TONNE TRANSPORTÉE

## Structures semi-rigides

	385 /65	Semi-rigide - Trafic très faible			Semi-rigide - Trafic faible			Semi-rigide TC530		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
T2 + tridem - 40t		0,92	0,03		0,63	0,02		1,06	0,04	
T2 + tridem - 44t		3,65	0,12		2,46	0,08		4,24	0,14	
T2 + BENALU - 48t		6,22	0,19	1,54	4,40	0,13	1,62	6,84	0,20	1,46
T2 + DTEC - 48t		5,04	0,16	1,30	3,70	0,11	1,41	5,17	0,16	1,15
T3 + BENALU - 48t		1,59	0,05	0,42	1,10	0,03	0,43	1,77	0,06	0,40
T3 + BENALU - 50t		2,87	0,09	0,71	1,98	0,06	0,72	3,20	0,10	0,68
T2 + BENALU - 48t	445 /65	4,75	0,14	1,18	3,33	0,10	1,23	5,90	0,18	1,26
T2 + DTEC - 48t		3,74	0,12	0,96	2,68	0,08	1,02	4,40	0,14	0,97
T3 + BENALU - 48t		1,20	0,04	0,32	0,82	0,03	0,32	1,52	0,05	0,34
T3 + BENALU - 50t		2,17	0,06	0,54	1,48	0,04	0,54	2,75	0,08	0,58

(a) nombre d'essieux équivalent de la configuration étudiée, (b) nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée de la configuration étudiée, (c) rapport entre le nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée de la configuration de référence à 44 t (T2 + tridem 44t) et la configuration étudiée,

- Augmentation du nombre d'essieux équivalent à la tonne transportée sur 5 essieux pour la remorque Benalu
- Nombre d'essieux équivalent identique à la tonne transportée pour la remorque DTEC et sur 6 essieux

# ENSEIGNEMENTS DE L'ÉTUDE

## Code de la route

Obligation d'écartier au moins un essieu de la remorque de 1,80 m et/ou passer en six essieux

## Gestionnaires concernées

Tous les gestionnaires sont impactés

## Impact sur les chaussées

### 5 essieux:

Ecartement d'un essieu de la remorque et passage en pneus extra-larges ou jumelés

Chaussées souples: augmentation de l'agressivité de 13 à 36%

Chaussées bitumineuses: équivalence de l'agressivité

Chaussées semi-rigides: augmentation de l'agressivité de 20-25% si un seul essieu écarté, équivalence si les trois essieux sont espacés de 1,80 m

### 6 essieux:

Diminution de l'agressivité dans tous les cas même à 50 t

**Mathieu Preteseille**

[mathieu.preteseille@cerema.fr](mailto:mathieu.preteseille@cerema.fr)

**Hervé Guiraud**

[herve.guiraud@cerema.fr](mailto:herve.guiraud@cerema.fr)