

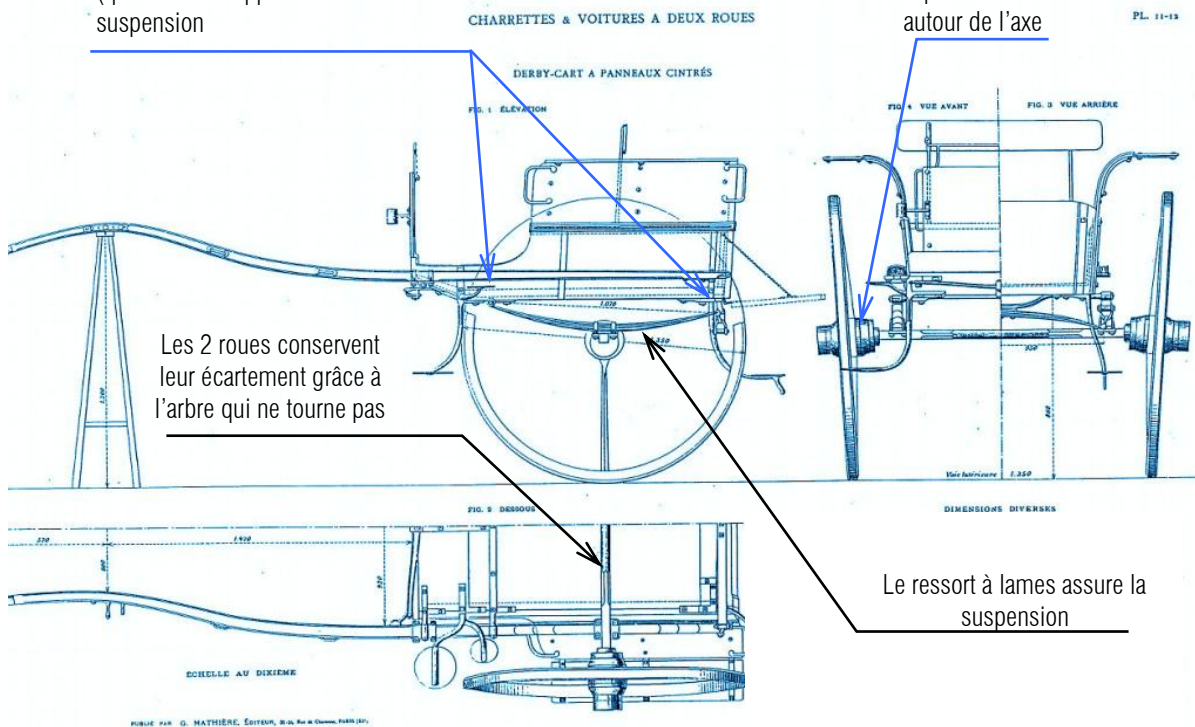
1. Introduction

Un essieu est une pièce **supportant deux roues à ses extrémités**. Cet axe est disposé transversalement sous le véhicule. Il relie les roues au châssis. L'essieu supporte les organes de commande des roues motrices. De plus, il maintient **l'écartement entre les roues** à une valeur constante. Pour les véhicules poids lourds et pour les voitures à roues arrière motrices, l'essieu arrière est appelé pont arrière.

Les essieux existent depuis très longtemps.....



L'ensemble roue + arbre + suspension est fixé sur la caisse par l'intermédiaire de 2 fixations (que l'on appelle main de suspension)



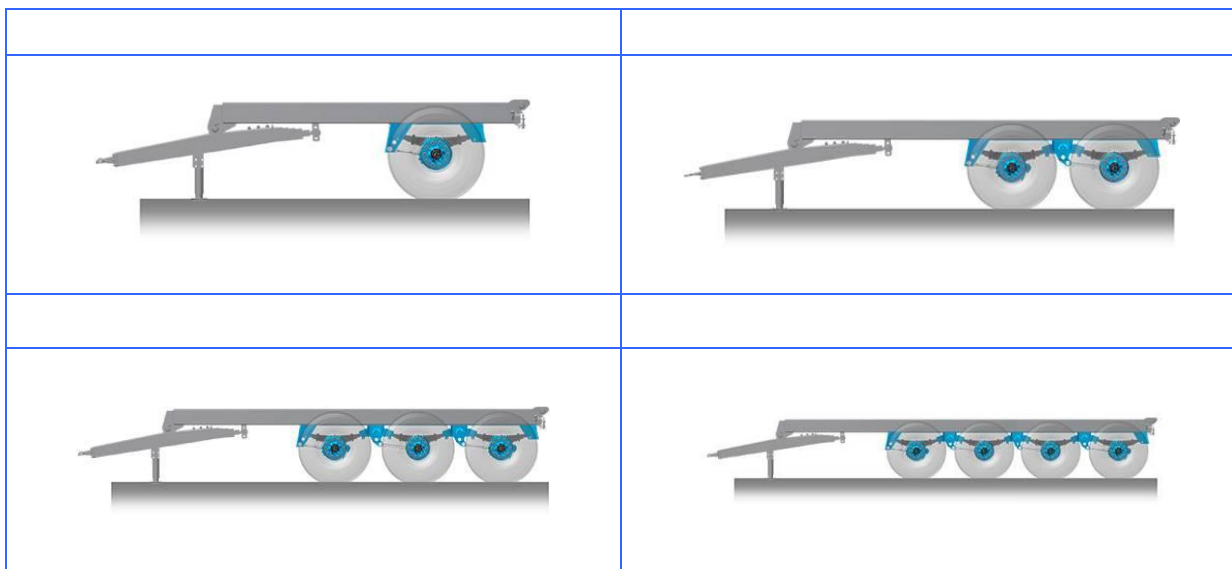
• Remarque

Par définition un essieu est toujours porteur, il peut être soit moteur et ou soit directeur. Son rôle est souvent directeur lorsqu'il est situé à l'avant du véhicule ou moteur à l'arrière (**directeur**, lorsque les roues peuvent tourner et **moteur**, lorsque l'essieu permet de tracter).

2. Dénomination des essieux

Un essieu est dit "isolé" s'il est à une distance supérieure de 1.8 m d'un autre essieu sinon il est dit "groupé". On utilise souvent le terme "essieu" désignant en réalité un groupe de plusieurs essieux.

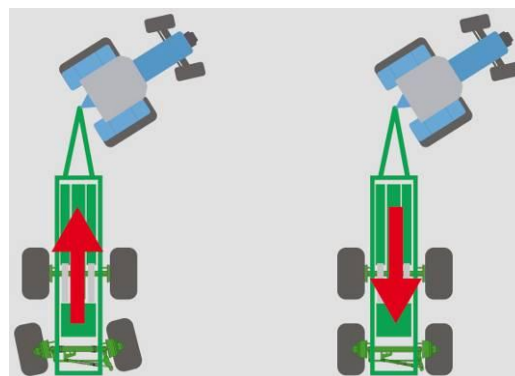
- Compléter la dénomination des essieux suivants :



Remarque

L'essieu directionnel libre ou suiveur s'oriente suivant la direction prise par le véhicule.

Un vérin hydraulique bloque les roues en marche avant et arrière.



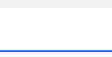
L'essieu suiveur est placé à l'arrière du véhicule

3. Détermination du nombre d'essieux



Les essieux sont fabriqués par des équipementiers spécialisés. Exemple Colaert près de Dunkerque.



Types de véhicules	Nombre d'essieux
	2
	3
	4
	3
	4
	5
	5
	6
	6 ou plus

4. Les essieux pour véhicule industriel (VI)

Les essieux se différencient par le type de suspension : mécanique, pneumatique ou hydraulique.

4.1. Les essieux à suspension mécanique

La suspension mécanique est reliée au châssis par les lames de ressort couplées avec des amortisseurs qui assurent à la fois le guidage et la suspension du véhicule.

Ils sont utilisés pour des remorques de PTAC variant de 4T (essieu simple) à 50 T (essieu quadridem).



Exemple : demi-essieu tandem

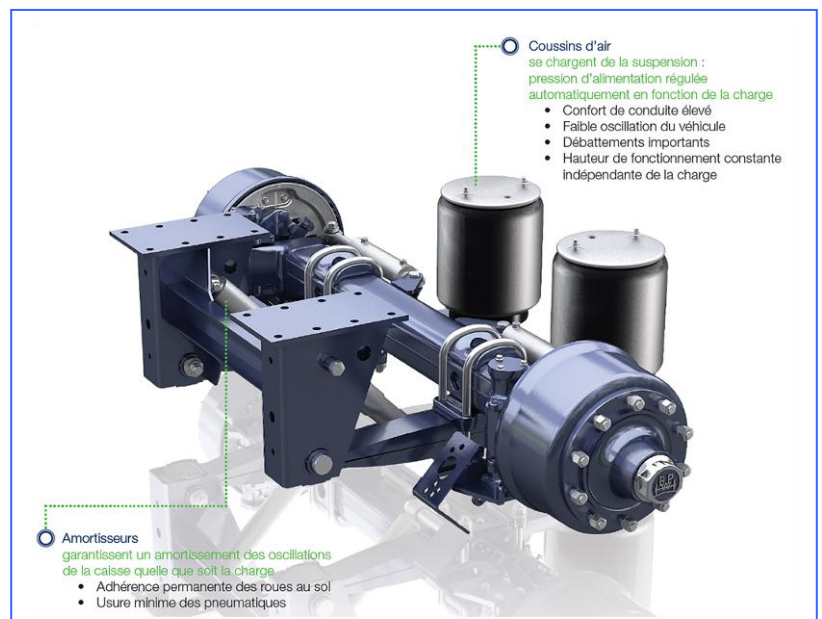
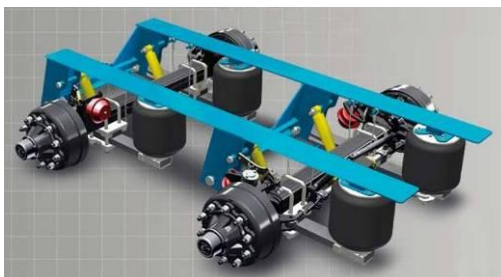
- Exemple de remorque équipée d'essieux tridem à suspension mécanique



4.2. Les essieux à suspension pneumatique

Ils sont utilisés pour une plus grande stabilité sur route.

Ils permettent aussi de faire descendre la carrosserie ou de relever l'essieu relevable.

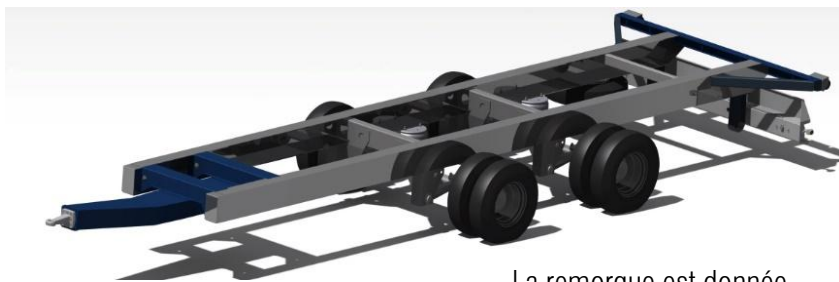


5. Relation avec les projets industriels du BTS

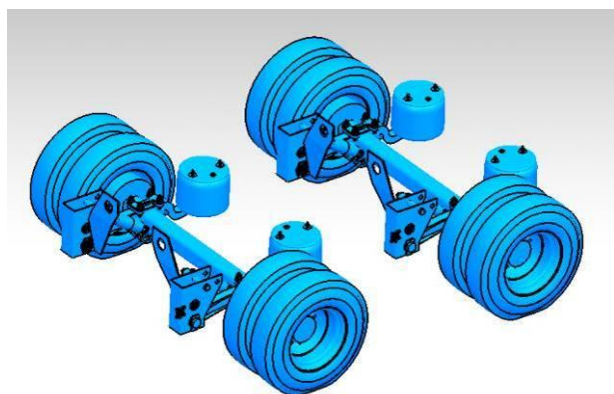
Selon le sujet du projet industriel du BTS CAV, les essieux sont donnés. Normalement leur position et l'entraxe entre les essieux peuvent être fournis.

▪ Exemple 1 : remorque fronton mobile

Dans ce projet, la remorque était donnée avec les essieux à suspension pneumatique implantés.



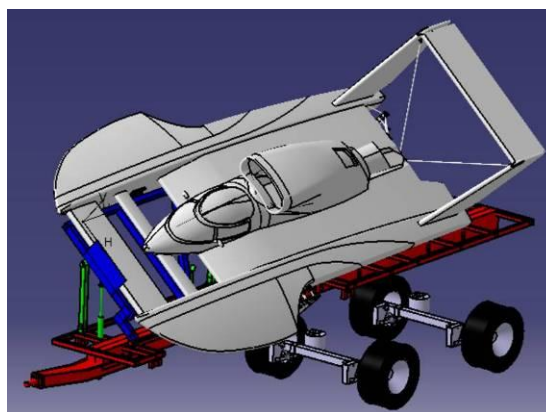
La remorque est donnée



Remorque pliée

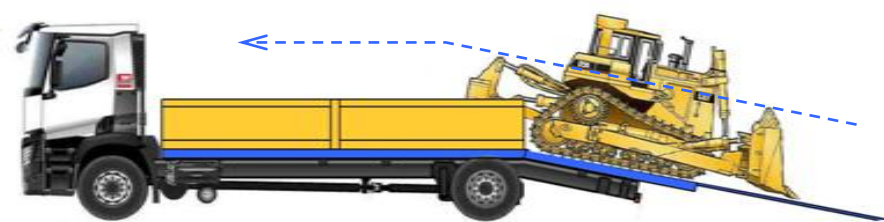
▪ Exemple 2 : Remorque porte bateau

Dans ce projet, les essieux (trains roulant) étaient donnés, les étudiants devaient les positionner et déterminer l'entraxe entre les 2 essieux.

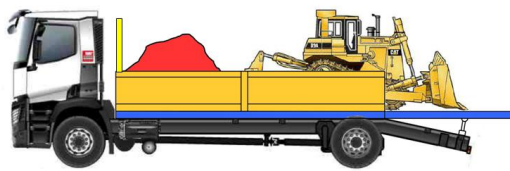


6. Exercice : porteur plateau porte engin – interférence avec la carrosserie

Nous prenons le projet suivant qui consiste à implanter sur un porteur, un plateau fixe ainsi qu'un plateau arrière relevable équipé de rampes pour charger les engins.



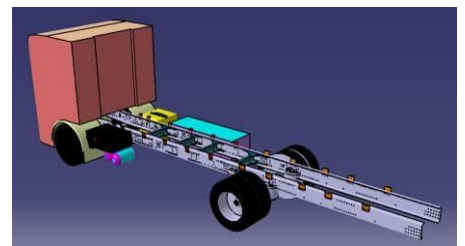
Le plateau relevable est en position basse. Les rampes d'accès ont été placées manuellement.



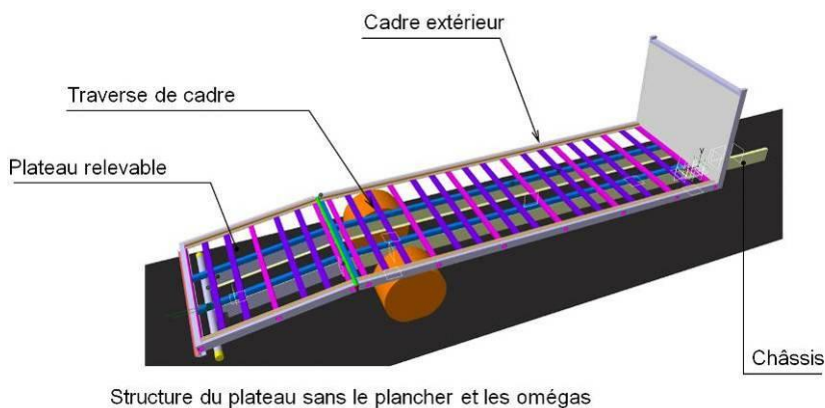
Le véhicule est en phase de roulage, le plateau a été relevé, les rampes retirées et placées sous le plateau.

Dans le projet, le choix du porteur est imposé : Un Renault C380 P4x2 E6, Empattement : 5200 mm, PTAC : 19T avec suspension arrière pneumatique et équipé de pneumatiques 295/80 R22.5.

À partir de la DFN modélisée du porteur (elle était donnée), les étudiants doivent implanter les plateaux fixe et relevable.



La modélisation donnée aux étudiants.

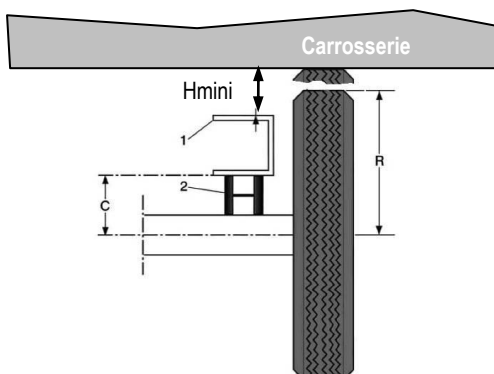


Les étudiants disposent d'un dossier technique dans lequel figure en outre le guide de montage du porteur mis à disposition par Renault.

Dans ce guide, nous avons extrait le paragraphe qui prend en compte l'abaissement du porteur en fonction de la charge maximale qu'il peut supporter :

La distance minimale entre le début de la carrosserie (ici le plateau) est fonction du débattement des suspensions. Le dépassement des pneumatiques au-dessus des longerons est à prendre en compte dans la détermination des hauteurs de faux-châssis. Une hauteur minimale du faux-châssis est imposée par le débattement des suspensions arrière. L'emploi d'un faux-châssis de hauteur insuffisante a pour conséquence la possible dégradation du soubassement de la carrosserie et /ou de l'équipement par frottement des pneumatiques arrière. Ces valeurs ne tiennent pas compte du montage :

- des chaînes à neige (+ 50 mm),
- de l'inclinaison du véhicule par rapport au pont arrière (Dévers avec appui mécanique (+ 60 mm)).



La hauteur des longerons est de 300 mm et d'épaisseur 5 mm

- (R) - Rayon libre
 (1) - Châssis
 (2) - Coussin pneumatique
 (Hmini) - Distance entre l'aile supérieure du longeron et le point le plus haut de la bande de roulement
 (C) - Distance entre l'axe de l'essieu arrière et l'aile inférieure du longeron

Hauteur des longerons : 300 mm

Pneumatiques	R	C	Hmini				
			4x2	6x2	6x4	8x4	8x4/4
295/80 R 22.5	520	205	122	122	-	-	-
		240	-	-	77 / 107 ⁽¹⁾	77 / 107 ⁽¹⁾	77
315/80 R 22.5	538	205	138	138	-	-	-
		240	-	-	93 / 123 ⁽¹⁾	93 / 123 ⁽¹⁾	93
11 R 22.5	525	205	125	125	-	-	-
		240	-	-	80 / 110 ⁽¹⁾	80 / 110 ⁽¹⁾	80
12 R 22.5	542	205	142	142	-	-	-
		240	-	-	97 / 127 ⁽¹⁾	97 / 127 ⁽¹⁾	97
13 R 22.5	562	205	162	162	-	-	-
		240	-	-	117 / 147 ⁽¹⁾	117 / 147 ⁽¹⁾	117

Extrait du guide de montage du porteur C380

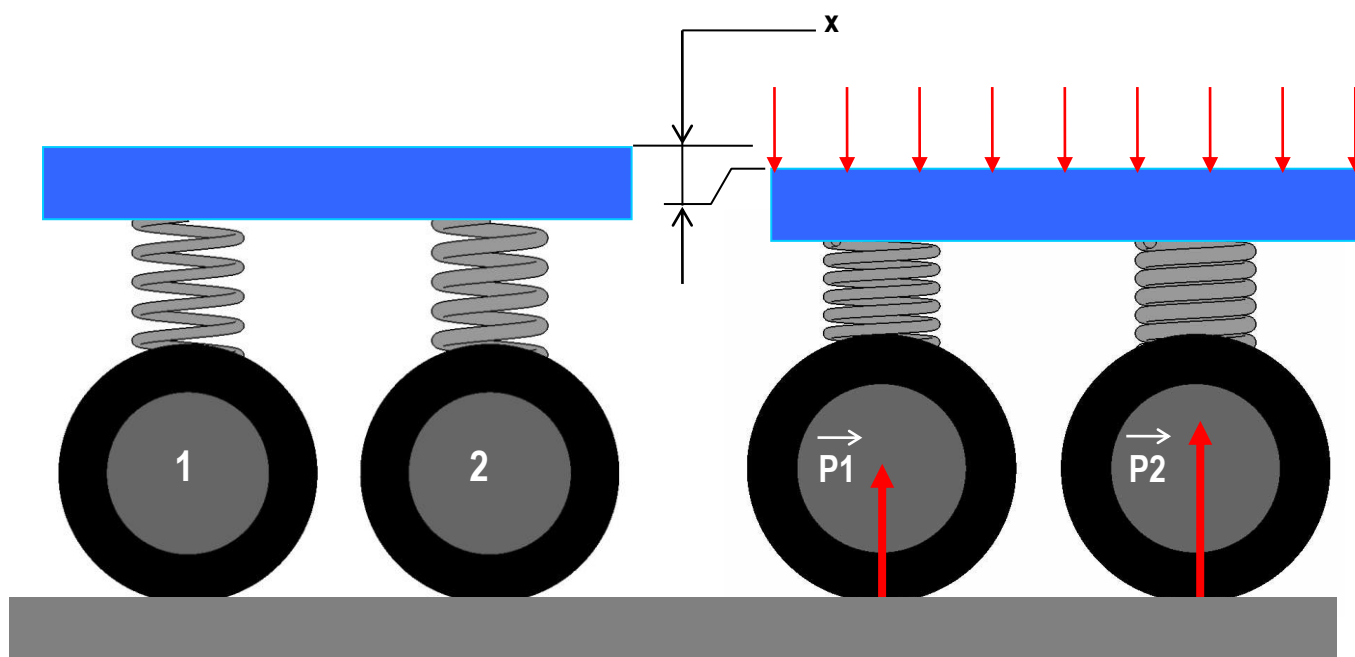
(1) Uniquement avec la variante commerciale 20851 "Suspension arrière tandem pneumatique 26 tonnes 8 coussins."

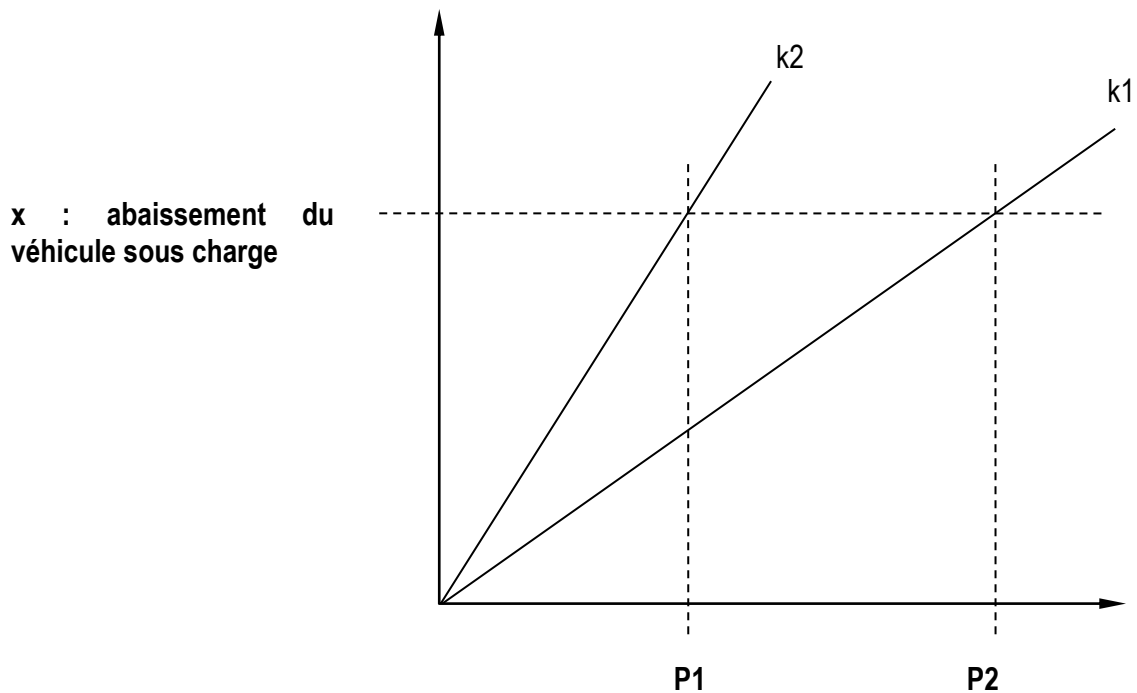
Nous vous demandons de déterminer la hauteur minimale entre le dessous du longeron du porteur et le dessous de la carrosserie :

Hauteur mini =

7. Charges différentes sous les essieux

Nous donnons la modélisation d'un essieu tandem. Les 2 essieux ont des raideurs différentes. Les lames de ressort sont modélisées par des ressorts à spirales de raideur différentes (k_1 et k_2). Sous la charge, les 2 ressorts se compriment de la même valeur : x . La raideur de l'essieu (2) est supérieure à celle de l'essieu (1) : $k_2 > k_1$.





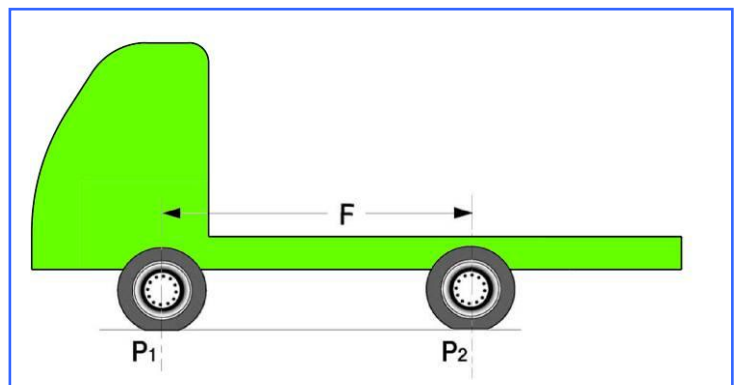
- Conclure sur la valeur des charges : _____

8. Calcul de l'empattement

8.1. Empattement réel (F)

L'empattement noté F est toujours la distance entre l'axe du premier essieu AV et l'axe du premier essieu AR. C'est le cas des véhicules de type 4 x X, exemple 4 x 4. Cette valeur est donnée dans la fiche technique du véhicule.

P_1 et P_2 sont les charges maximales que peuvent supporter les essieux.



■ Remarque

F est toujours la distance entre le premier essieu AV et le premier essieu AR.

8.2. Empattement technique (F')

La définition précédente n'est plus valable lorsque qu'il y a plusieurs essieux à l'avant et / à l'arrière. Il faut calculer un empattement théorique que l'on appelle **empattement technique noté F'**, qui est fourni dans les fiches techniques des véhicules. Cependant dans le cas des remorques que le carrossier constructeur fabrique, il faut le calculer !

■ Remarque

Cette valeur est très importante car elle est utilisée pour le calcul de la répartition des charges.

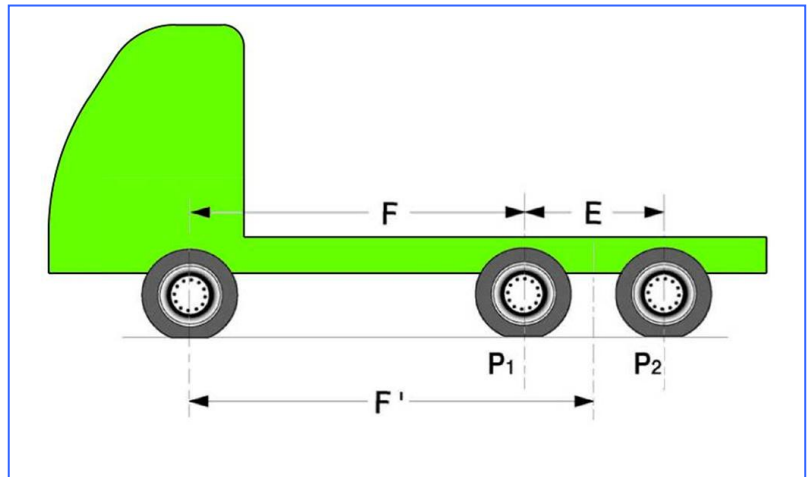
● **Exemple 1 : véhicule 6 x 2**

P1, P2 sont les charges maximales que peuvent supporter des essieux AR.

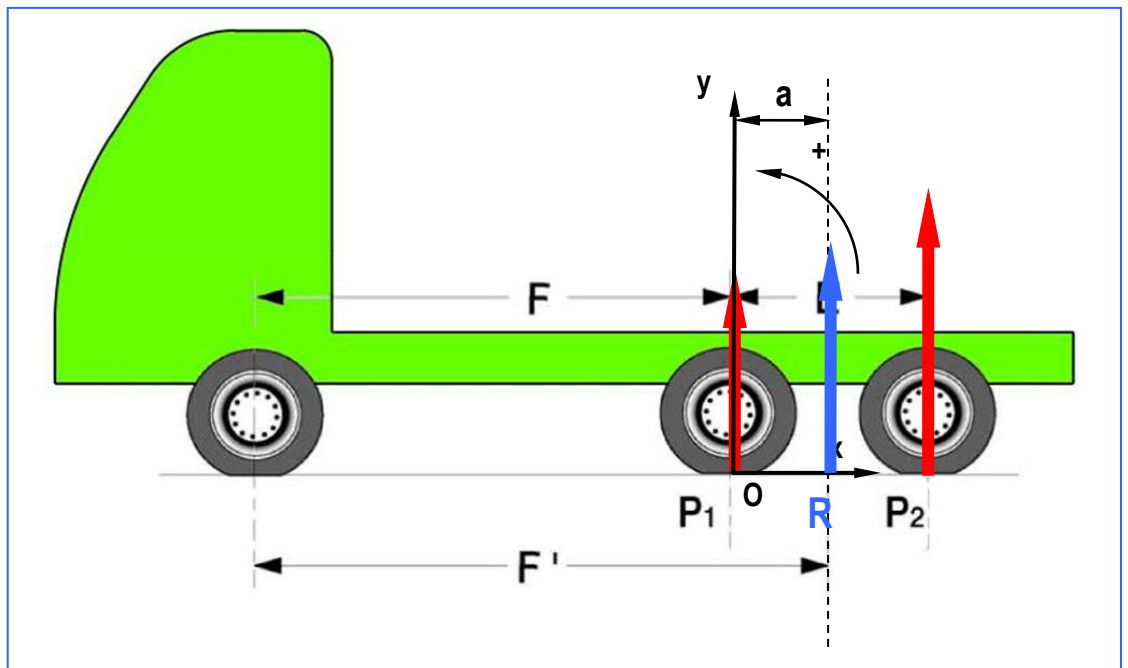
(E) est l'entraxe entre les 2 essieux AR.

L'expression du calcul de l'empattement technique est la suivante :

$$F' = F + \frac{P2 \times E}{P1 + P2}$$



Cette relation est obtenue en utilisant le théorème de la résultante statique :



à Partir du schéma ci-dessus :

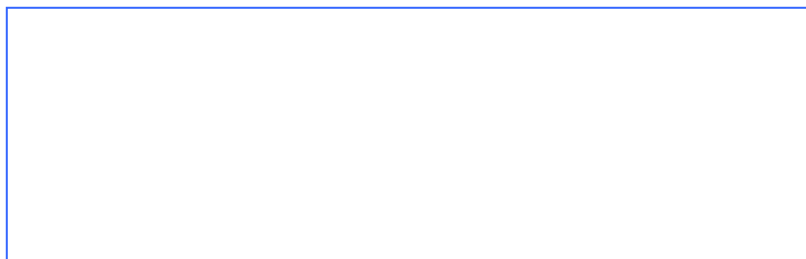
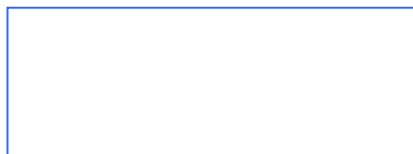
- Est ce que la valeur de (a) est égale à E/2 :

- Donner l'expression de l'empattement technique F' :

- En utilisant le théorème de la résultante statique, donner l'expression de a en fonction de P1, P2 et E :

Résultante statique :

Moment de la résultante statique :

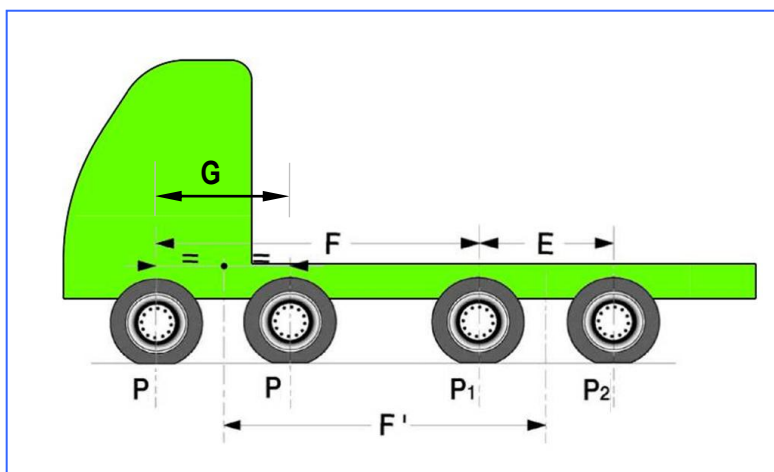


● Exemple 2 : véhicule 8 x 4 /4

P, P1 et P2 sont les charges maximales que peuvent supporter des essieux. (E) est l'entraxe entre les 2 essieux AR.

L'utilisation du théorème de la résultante donne la relation suivante :

$$F' = F + \frac{P2 \times E}{P1 + P2} - \frac{G}{2}$$



Le site Martin3D donne les relations suivantes pour le calcul de l'empattement technique F'.

Fiche MARTIN3D

Méthode de calcul de l'empattement théorique F' qui n'est plus indiqué dans les COC

Cas n°1	Cas n°2	Cas n°3

Cas n°2 : $F' = \frac{F \cdot P1 + (F+E) \cdot P2}{P1+P2}$

Cas n°3 : $F' = \frac{F \cdot P1 + (F+E1) \cdot P2 + (F+E1+E2) \cdot P3}{P1+P2+P3}$

Cas n°4 : $F' = \frac{G}{2} + F + \frac{P2 \cdot E}{P1+P2}$

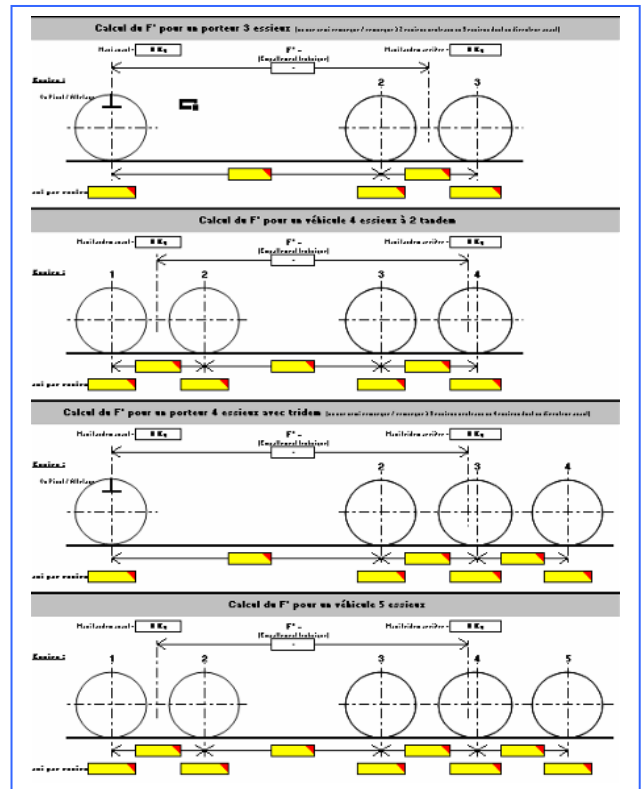
Remarques :

- Pour la mesure de la longueur, de la largeur et de la hauteur, le véhicule doit être à sa masse en ordre de marche, placé sur une surface horizontale et plane. Ses pneumatiques doivent être gonflés à la pression recommandée par le constructeur et les essieux directeurs doivent être alignés dans le sens de la marche.

Commentaires :

Les mesures F, F', E, E1, E2 et G sont toutes en m (ou mm) et P, P1, P2, P3 sont en Kg. Celles-ci sont les maxi autorisés tel que défini dans la fiche MAD_1.

Le site martin3D fournit un tableur Excel qui calcule automatiquement l'empattement technique F'.



Dans le cas (2) la relation de la page 8 est différente.

$$\text{Cas n°2 : } F' = \frac{F \cdot P_1 + (F + E) \cdot P_2}{P_1 + P_2}$$

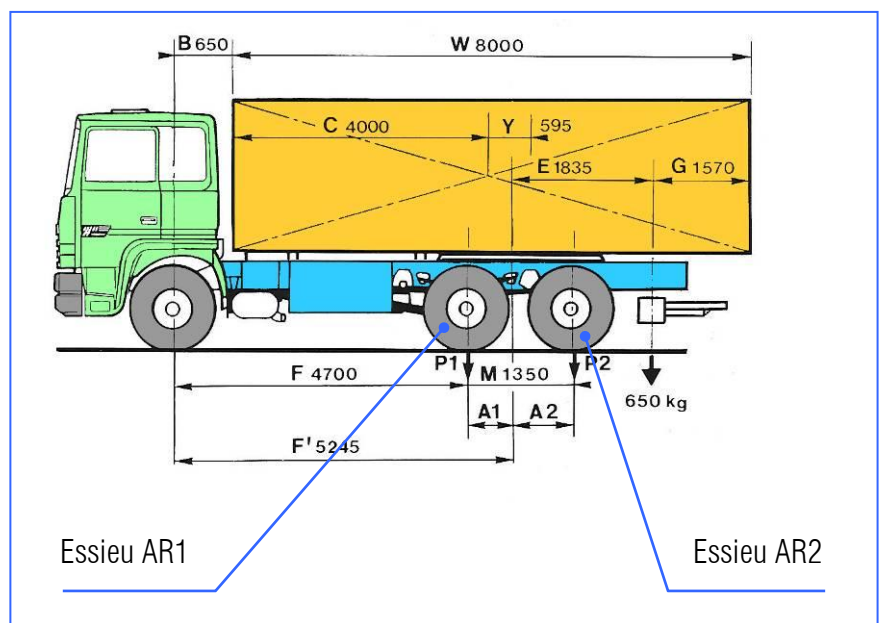
- Montrer que les relations sont identiques :

9. Exercices

9.1. Exercice 1 : essieux AR de capacité de charge différente

Un essieu relevable permet :

- D'adopter pour un véhicule 6×4 une configuration 6×2 offrant un rayon de braquage plus serré et une bien meilleure manœuvrabilité.
 - Une économie jusqu'à 4 % de carburant
- Les essieux produisent des frottements et une résistance au roulement, ce qui augmente la consommation de carburant de votre véhicule.
- Une économie aux péages (lorsque c'est le nombre d'essieux qui est pris en compte (Italie).

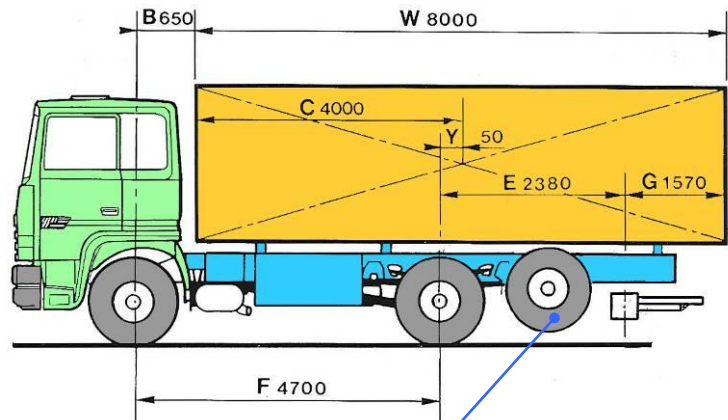


Nous prenons un porteur 6x2 de PTAC 24 T.

Ce véhicule est équipé d'un essieu AR tandem.

Les charges maxi supportées par cet essieu AR sont :

- Essieu AR1 : 10500 kg maxi
- Essieu AR2 (relevable) : 7100 kg maxi



L'essieu AR2 en position relevé

- Retrouver la valeur de l'empattement technique F' de la page 8 :

9.2. Exercice 2 : remorque fronton mobile

Nous prenons la remorque qui a été utilisée pour le projet fronton mobile.

Nous donnons la vue de coté de la remorque (vue en élévation).

Les capacités de charge des essieux sont identiques.

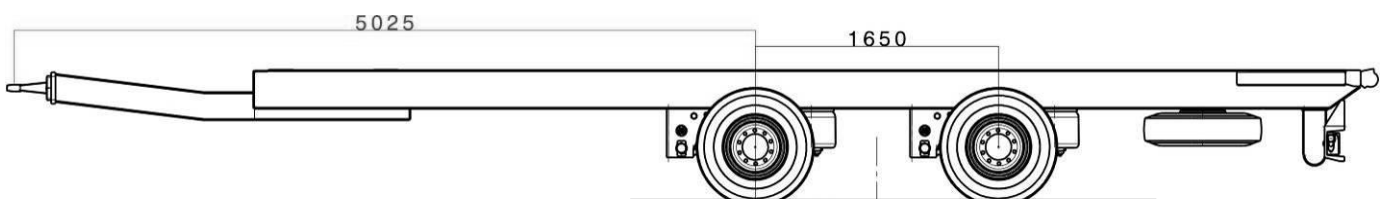
Nous vous demandons de **calculer l'empattement technique F'**.

La remorque est donnée



Remorque pliée

Calcul :



10. Charge maxi sous essieux et distance entre essieux

Dans le domaine du transport, la charge à l'essieu, ou charge par essieu, est la charge maximum qui peut être admise sur chaque essieu du véhicule en fonction des caractéristiques de l'infrastructure de transport. Cette charge dépend du poids total du véhicule, du nombre d'essieux et de la disposition de ceux-ci sur la longueur du véhicule. Cette notion est importante pour la maintenance des réseaux de transport terrestres.

L'essieu le plus chargé d'un véhicule ou d'un élément de véhicule ne doit pas supporter une charge supérieure à 13 tonnes. Cette valeur est essentielle puisque l'essieu jumelé de 13 T (130 kN) est l'essieu de référence pour la méthode française de dimensionnement des chaussées. Au delà de cette valeur, la charge risque de détériorer le revêtement de la route.

Sur les véhicules ou éléments de véhicules comportant plus de deux essieux, la charge de l'essieu le plus chargé appartenant à un groupe d'essieux ne doit pas, en fonction de la distance séparant deux essieux consécutifs de ce groupe, dépasser les valeurs suivantes.

Source Martine3D

Charge maxi par essieu = (§ 16.2 si PTAC ≤ 3T5) ou (mini du § 16.2, du § 17.2 et des valeurs ci-dessous si PTAC > 3T5)			
Pour des essieux seuls		Pour un essieu dans un groupe d'essieux	
PTRA ≤ 40 T	40 T < PTRA ≤ 44 T	Essieu le plus chargé	Cas spécial des essieux moteur
13 T	12 T	7,350 T si $d < 0,9$	11,5 T à condition que le groupe ne dépasse pas :
		(7,350 + 0,35.X) T si $0,90 \leq d < 1,35$	13,15 T maxi si $d < 0,9$ (13,15 + 0,65.X) T maxi si $0,90 \leq d < 1$
		10,5 T si $1,35 \leq d < 1,80$	(13,15 + 0,65.X) T maxi ou 16 T maxi si $1 \leq d < 1,35$ 19 T maxi si $1,35 \leq d < 1,80$

d = distance en mètre entre 2 essieux d'un même groupe

$X = (d - 0,9) / 0,05$

* Ajouter 1T maxi pour les véhicules à gazogène, gaz comprimé et électriques dans la limite correspondant au poids du carburant/accumulateurs et accessoires ou 0.5 T maxi pour le poids du ralentisseur dans la limite correspondant à son poids pour les véhicules qui en sont munis. (Cf § IV)

Groupe d'essieux

distance entre 2 essieux consécutifs	charge de l'essieu le plus chargé du groupe d'essieux
≤ 0,90 mètre	7,350 tonnes
0,95 mètre	7,700 tonnes
1 mètre	8,050 tonnes
1,05 mètre	8,400 tonnes
1,10 mètre	8,750 tonnes
1,15 mètre	9,100 tonnes
1,20 mètre	9,450 tonnes
1,25 mètre	9,800 tonnes
1,30 mètre	10,150 tonnes
≥ 1,35 mètre	10,500 tonnes

Pour un groupe d'essieu, la répartition des charges est la suivante :

Poids maximal autorisé d'un véhicule (= PTAC = Poids Total Autorisé en Charge) = (§ 16.1 si PTAC ≤ 3T5) ou (mini du § 16.1, du § 17.1 et des valeurs ci-dessous si PTAC > 3T5)				
Type de véhicule	Véhicule à moteur	Remorque	Semi-remorque	
			PTRA ≤ 40T	PTRA = 44T
1 essieu		13 T	26 T	
2 essieux	19 T *	19 T	33 T	37T
3 essieux	26 T *	26 T	34 T	38 T
4 essieux ou plus	32 T *	26 T	34T + X T suivant R.433-1	

Poids maximal autorisé des ensembles de véhicules (= PTRA = Poids Total Roulant Autorisé) : Hors transport de bois et convoi exceptionnel = (§ 16.4 si PTAC ≤ 3T5) ou (mini du § 16.4, du § 17.4 et des valeurs ci-dessous si PTAC > 3T5)		
Ensemble ≤ 4 essieux	Ensemble > 4 essieux	
38 T *	40 T *	44 T * a) si PTRA du véhicule moteur ≥ 44T.

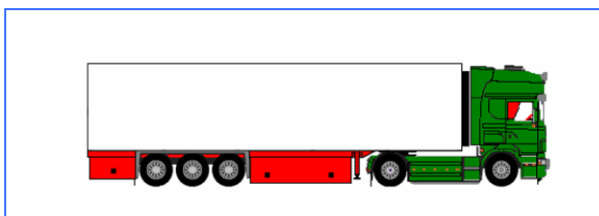
* Ajouter 1T maxi pour les véhicules à gazogène, gaz comprimé et électriques dans la limite correspondant au poids du carburant/accumulateurs et accessoires ou 0.5 T maxi pour le poids du ralentisseur dans la limite correspondant à son poids pour les véhicules qui en sont munis. (Cf § IV)

11. Rappel du PTRA : Poids total autorisé en charge

La nouvelle désignation est MMA : Masse maximale autorisée. Dans la suite nous converserons l'ancienne appellation.

Remarque : pour un véhicule isolé le PTRA est égal au PTAC.

11.1. Ensemble articulé



- Donner l'expression du PTRA :

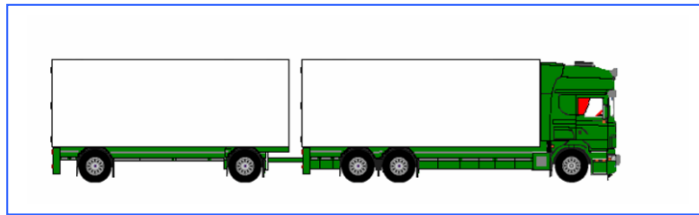
PTRA =

▪ Exercice

On donne PV tracteur = 7 T, PTRA tracteur = 40 T, PTAC Srem = 34 T

Calcul :

11.2. Train routier



- Donner l'expression du PTR A :

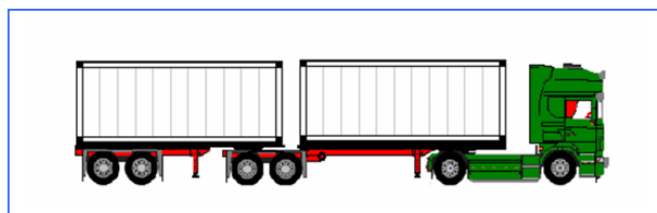
PTRA =

▪ Exercice

On donne PTAC porteur = 19 T, PTR A porteur = 44 T, PTAC Rem = 19 T

Calcul :

11.3. Train double



- Donner l'expression du PTR A :

PTRA =

▪ Exercice

On donne PV Tracteur = 6T, PTAC Tracteur = 19 T, PTR A Tracteur = 44 T, PTAC Srem1 = 32 T, PTAC Srem2 = 16 T

Calcul :

12. Les limites réglementaires du PTAC et PTRA en fonction du nombre d'essieux

Matériel Concerné : Véhicules à moteur, véhicules remorques, ensembles de véhicules				
PTAC Maxi autorisé				
Type de véhicule	Véhicule à Moteur	Remorque	Semi-remorque	
			PTRA ≤ 40T	PTRA = 44 T
1 essieu	19 T *	13 T	26 T	37 T
2 essieux	19 T *	19 T	33 T	37 T
3 essieux	26 T *	26 T	34 T	38 T
4 essieux ou plus	32 T *	26 T	34T + X T suivant R.433-1	

PTRA Maxi sauf transport bois et convoi exceptionnel		
Ensemble ≤ 4 essieux	Ensemble > 4 essieux	
38 T *	40 T *	44 T * ^{a)} si PTRA du véhicule moteur ^{b)} 44T.

* Ajouter 1T maxi pour les véhicules à gazogène, gaz comprimé et électriques dans la limite correspondant au poids du carburant/accumulateurs et accessoires ou 0,5 T maxi pour le poids du ralentisseur dans la limite correspondant à son poids pour les véhicules qui en sont munis. (Cf § IV)

12.1. Exercice1

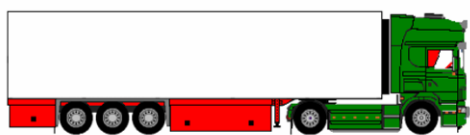
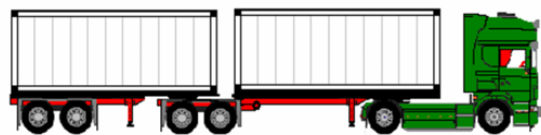
- A partir du tableau ci-dessus, **compléter le nombre d'essieux et le PTAC maximal** :

			
Nombre d'essieux			
PTAC maxi			

12.2. Exercice2

Nous reprenons les exercices de la page 14.

- A partir du tableau ci-dessus, **compléter le nombre d'essieux et le PTRA maximal** :

		
PTRA calculé	41T	32T
Nombre d'essieux		
PTRA véhicule moteur		
PTRA maxi		