

LES DISTANCES DE SÉCURITÉ

Un principe de bon sens commande que, lorsque deux conducteurs circulent l'un derrière l'autre, un intervalle entre les deux voitures est indispensable pour que le second conducteur puisse réagir en cas de ralentissement de la circulation et éviter ainsi une collision.

Le calcul de ces intervalles donne lieu à nombre de problèmes plus ou moins complexes selon que l'on considère le délai de réaction du conducteur, les vitesses initiales et l'intensité des décélérations.

Voici quelques éléments de réponses calculés en fonction de trois hypothèses différentes.

1^{ère} hypothèse : deux voitures circulent l'une derrière l'autre à 90 km.h⁻¹ et s'immobilisent avec une décélération identique. Quel doit être l'intervalle minimum pour éviter une collision si le second conducteur réagit avec un délai d'une seconde et demie ?

- a) vitesse commune aux deux voiture : 25 m.s⁻¹
- b) distance parcourue par le second conducteur avant de réagir : $25 \times 1,5 = 38$ m
- c) intervalle minimum pour éviter une collision : **38 m**

2^{ème} hypothèse : deux voitures circulent l'une derrière l'autre, la première à 90 km.h⁻¹, la seconde à 108 km.h⁻¹ et s'immobilisent avec une décélération identique de 8 m.s⁻². Quel doit être l'intervalle minimum pour éviter une collision si le second conducteur réagit avec un délai d'une seconde et demie ?

- a) vitesse de la seconde voiture : 30 m.s⁻¹
- b) distance parcourue par le second conducteur avant de réagir : $30 \times 1,5 = 45$ m
- c) distance parcourue par la première voiture pendant le freinage : 39 m

d) distance parcourue par la seconde voiture pendant le freinage : 57 m

e) distance de freinage à rajouter : $57 - 39 = 18$ m

f) intervalle minimum pour éviter une collision : $45 + 18 = 63$ m

3^{ème} hypothèse : deux voitures circulent l'une derrière l'autre ; la première voiture circule à 90 km.h^{-1} et s'immobilise avec une décélération de 9 m.s^{-2} . La seconde voiture circule à 108 km.h^{-1} et décélère à 7 m.s^{-2} . Quel doit être l'intervalle minimum pour éviter une collision si le second conducteur réagit avec un délai d'une seconde et demie ?

a) vitesse de la seconde voiture : 30 m.s^{-1}

b) distance parcourue par le second conducteur avant de réagir : $30 \times 1,5 = 45$ m

c) distance parcourue par la première voiture pendant le freinage : 35 m

d) distance parcourue par la seconde voiture pendant le freinage : 65 m

e) distance de freinage à rajouter : $65 - 35 = 30$ m

f) intervalle minimum pour éviter une collision : $45 + 30 = 75$ m

Conclusion

Plus que le délai de réaction des conducteurs, ce sont les différences de vitesses initiales et l'inégalité des décélérations qui permettent d'expliquer nombre de collisions lorsque des voitures se suivent les unes derrière les autres.

LA VITESSE DE COLLISION

Les intervalles calculés précédemment sont des intervalles minimum destinés à éviter une collision de justesse. Il va de soi que le conducteur avisé devrait concéder un espace supplémentaire, de manière à disposer d'une marge de sécurité.

Hélas, plus ces intervalles sont grands, plus ils sont difficiles à évaluer, d'autant plus que la vitesse, autre donnée du problème, est une grandeur sans cesse fluctuante et elle aussi très difficile à estimer de façon précise, sans parler de la distraction des conducteurs.

Que se passe-t-il lorsque l'intervalle entre les deux voitures est plus petit que celui dont le conducteur a besoin ? Il y a un risque de collision : la première voiture commence à ralentir ou s'immobilise tout juste quand la deuxième vient la percuter à l'arrière.

À l'aide des formules *ad hoc*, il est possible de calculer de nombreux paramètres, dont la vitesse avec laquelle se produit le choc, dite *vitesse de collision*. Cette vitesse correspond à la *vitesse initiale* dans l'étude du mécanisme des chocs frontaux et avant-arrière (voir dossier ADILCA "collisions frontales").

1^{ère} hypothèse : deux voitures circulent l'une derrière l'autre, la première à 90 km.h⁻¹, la seconde à 108 km.h⁻¹. L'intervalle entre les deux voitures est de 50 mètres au moment où le premier conducteur déclenche un freinage. Le second conducteur réagit avec un délai d'une seconde et demie. Les décélérations sont identiques pour les deux voitures : 8 m.s⁻². Quelle est la vitesse de collision ?

- a) distance parcourue par la première voiture pendant le freinage : 39 m
- b) distance dont la seconde voiture aurait eu besoin pour s'immobiliser : 56 m
- c) vitesse de collision : 14 m.s⁻¹ (50 km.h⁻¹)
- d) la première voiture est percutée 0,375 s après s'être immobilisée ;
- e) décélération qui aurait permis à la seconde voiture d'éviter le choc : 10,3 m.s⁻²

2^{ème} hypothèse : deux voitures circulent l'une derrière l'autre, la première à 90 km.h⁻¹, la seconde à 108 km.h⁻¹. L'intervalle entre les deux voitures est de 50 mètres au moment où le premier conducteur déclenche un freinage de 9 m.s⁻². Le second conducteur réagit avec un délai d'une seconde et demie et décélère à 7 m.s⁻². Quelle est la vitesse de collision ?

- a) distance parcourue par la première voiture pendant le freinage : 35 m
- b) distance dont la seconde voiture aurait eu besoin pour s'immobiliser : 64 m
- c) vitesse de collision : $18,4 \text{ m.s}^{-1}$ (66 km.h^{-1})
- d) la première voiture est percutée 0,45 s après s'être immobilisée ;
- e) décélération qui aurait permis à la seconde voiture d'éviter le choc : $11,3 \text{ m.s}^{-2}$

3^{ème} hypothèse : deux voitures circulent l'une derrière l'autre, la première à 90 km.h^{-1} , la seconde à 108 km.h^{-1} . L'intervalle entre les deux voitures est de 25 mètres au moment où le premier conducteur déclenche un freinage. Le second conducteur réagit avec un délai d'une seconde et demie. Les décélérationes sont identiques pour les deux voitures : 8 m.s^{-2} . Quelles sont les vitesses de collision ?

- a) la première voiture se fait percuter avant de pouvoir s'immobiliser.
- b) la collision intervient après un temps de freinage de 2 secondes pour la première voiture, de 0,5 seconde pour la deuxième voiture ;
- c) vitesse de collision de la première voiture : 9 m.s^{-1} ($32,4 \text{ km.h}^{-1}$)
- d) vitesse de collision de la deuxième voiture : 26 m.s^{-1} ($93,6 \text{ km.h}^{-1}$)

Comme pour tout accident impliquant deux véhicules, le déroulement de cette collision dépend des masses mises en jeu (voir dossier ADILCA "*collisions frontales*").

Conclusion

Dans la première hypothèse, c'est la différence de vitesse initiale combinée à une réaction tardive qui est à l'origine de la collision.

Dans la deuxième hypothèse, la décélération insuffisante de la seconde voiture a pour effet d'accroître la vitesse de collision.

On remarque aussi que le second conducteur pourrait, dans une certaine mesure, compenser une réaction tardive par un freinage plus intense, à condition que le premier conducteur ne sollicite qu'une faible décélération. Au-delà d'une certaine valeur, la situation est irrécupérable.

Les conditions de sécurité permettant d'éviter les collisions reposent donc sur trois principes :

- des vitesses sensiblement homogènes ;
- des délais de réaction sensiblement inférieurs à ce qu'autorisent les intervalles de sécurité ;
- des décélérations homogènes et sensiblement inférieures aux capacités maximales des conducteurs ou des véhicules.

Si l'une de ces trois conditions n'est pas remplie, ou a fortiori les trois, le risque de collision est très élevé.

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

* * *

RELATIONS ENTRE GRANDEURS

Distance parcourue pendant une décélération complète :

$$D = V^2 / 2 Y$$

D : distance parcourue pendant la décélération, exprimée en **m**

V : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

Y : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

cohérence des unités : $D = (m^{+1}.s^{-1})^2 . (m^{+1}.s^{-2})^{-1} = m^{+2}.s^{-2} . m^{-1}.s^{+2} = m^{+1}.s^0 = m$

Exemple : calculons la distance parcourue jusqu'à l'arrêt complet pour une vitesse initiale de 25 m.s⁻¹ (90 km.h⁻¹) et une décélération de 9 m.s⁻² :

$$D = 25^2 / (2 \times 9) = 625 / 18 = 35 \text{ m}$$

Temps de freinage avec décélération complète :

$$T = V / Y$$

T : temps de freinage, exprimé en **s**

V : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

Y : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

cohérence des unités : $T = m^{+1}.s^{-1} . m^{-1}.s^{+2} = s$

Exemple : calculons le temps de freinage dans les conditions suivantes : vitesse initiale de 30 m.s⁻¹ (108 km.h⁻¹), décélération de 8 m.s⁻² :

$$T = 30 / 8 = 3,75 \text{ s}$$

Distance parcourue pendant une décélération incomplète :

$$D = (Va^2 - Vb^2) / 2 Y$$

D : distance parcourue pendant la décélération, exprimée en **m**

Va : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

Vb : vitesse finale, exprimée en **m.s⁻¹**

Y : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

cohérence des unités : $D = (m^{+1}.s^{-1})^2 . (m^{+1}.s^{-2})^{-1} = m^{+2}.s^{-2} . m^{-1}.s^{+2} = m^{+1}.s^0 = m$

Exemple : calculons la distance parcourue pour faire varier la vitesse de 30 m.s⁻¹ (108 km.h⁻¹) à 10 m.s⁻¹ (36 km.h⁻¹) avec une décélération de 5 m.s⁻² :

$$D = (30^2 - 10^2) / (2 \times 5) = (900 - 100) / 10 = 800 / 10 = 80 \text{ m}$$

Temps de freinage avec décélération incomplète :

$$T = (V_a - V_b) / Y$$

T : temps de freinage, exprimé en **s**

V_a : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

V_b : vitesse résiduelle, exprimée en **m.s⁻¹**

Y : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

cohérence des unités : $T = m^{+1}.s^{-1} . m^{-1}.s^{+2} = s$

Exemple : calculons le temps de freinage dans les conditions suivantes : vitesse initiale 30 m.s⁻¹, vitesse résiduelle 10 m.s⁻¹, décélération 5 m.s⁻² :

$$T = (30 - 10) / 5 = 20 / 5 = 4 \text{ s}$$

Vitesse acquise en fonction du temps de freinage :

$$V_b = V_a - (Y . T)$$

V_b : vitesse acquise, exprimée en **m.s⁻¹**

V_a : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

Y : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

T : temps de freinage, exprimé en **s**

cohérence des unités : $V = m.s^{-1} - (m.s^{-2} . s) = m.s^{-1} - m.s^{-1} = m.s^{-1}$

Exemple : calculons la vitesse acquise dans les conditions suivantes : vitesse initiale 30 m.s⁻¹ (108 km.h⁻¹), décélération 5 m.s⁻² pendant 4 secondes :

$$V_b = 30 - (5 \times 4) = 30 - 20 = 10 \text{ m.s}^{-1}$$

Distance parcourue pendant le freinage selon la vitesse acquise :

$$D = (V_a^2 - V_b^2) / (2 Y)$$

D : distance parcourue, exprimée en **m**

V_a : vitesse initiale, exprimée en **m.s⁻¹**

V_b : vitesse acquise, exprimée en **m.s⁻¹**

Y : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

cohérence des unités : $D = (m.s^{-1})^2 - (m.s^{-1})^2 / (m.s^{-2}) = m^{+2}.s^{-2} . m^{-1}.s^{+2} = m$

Exemple : calculons la distance parcourue par la voiture pour une vitesse initiale de 30 m.s⁻¹ (108 km.h⁻¹) et une vitesse acquise de 10 m.s⁻¹ (36 km.h⁻¹), la décélération étant de 5 m.s⁻² :

$$D = (30^2 - 10^2) / (2 \times 5) = (900 - 100) / 10 = 800 / 10 = 80 \text{ m}$$

Vitesse de collision :

$$V = (2 \gamma \cdot D)^{1/2}$$

V : vitesse de collision, exprimée en **m.s⁻¹**

γ : décélération, exprimée en **m.s⁻²**

D : distance de freinage manquante, exprimée en **m**

cohérence des unités : $V = [(m.s^{-2}) \cdot m]^{1/2} = [m^{+2}.s^{-2}]^{1/2} = m.s^{-1}$

Exemple : calculons la vitesse de collision s'il manque 12,25 mètres de freinage à une voiture qui décélère à 8 m.s⁻² :

$$V = (2 \times 8 \times 12,25)^{1/2} = (196)^{1/2} = 14 \text{ m.s}^{-1} = 50 \text{ km.h}^{-1}$$

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

* * *