

Document pour l'enseignant-e

Soyons prudent-e-s, adaptons notre vitesse à la situation



PHYSIQUE
Cinématique



Domaine disciplinaire	Physique
Public cible	Secondaire II
Thème traité	Cinématique
Objectifs d'apprentissages du plan d'études	Calcul de la vitesse moyenne, temps et distance
Objectifs liés à la sécurité routière	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprendre et se représenter ce qu'est une distance d'arrêt. ▪ Connaître les conditions qui peuvent allonger la distance d'arrêt. ▪ Un excès de vitesse est dangereux et ne fait en réalité que rarement gagner du temps.
Durée de la séquence	3 périodes
Matériel	Document pour l'élève

Présentation

Cette séquence de physique sur la cinématique attire l'attention sur la distance que doivent parcourir les véhicules avant de pouvoir s'arrêter complètement dans le but d'informer les jeunes conducteurs à adapter la vitesse du véhicule selon la situation de la route et de sensibiliser les usagers et usagers de mobilité douce à se montrer prudents avant la traversée de la chaussée. La séquence est subdivisée en trois modules :

Théorie et exercices de base (45 min.)

Le premier module présente une définition générale de la cinématique complétée par trois problèmes qui entraînent la formule de base étudiée.

Sensibilisation à la sécurité routière (45 min.)

Le second module est consacré à l'éducation routière. Les élèves y sont invité-e-s à réfléchir sur les causes qui peuvent allonger la distance d'arrêt d'un véhicule en mouvement – ce qui peut entraîner des conséquences graves sur la route – et les comportements utiles à mettre en œuvre pour réduire cette distance. Ce module de prévention se clôt par la résolution d'un cas complexe qui mêle, plus étroitement encore que le premier module, calculs physiques et questions de sécurité routière.

Exercices complémentaires (45 min.)

Le dernier module de la séquence est composé de deux exercices de cinématique qui proposent de sensibiliser les élèves au danger de l'excès de vitesse et du peu de temps qu'elle fait généralement gagner sur l'entier du trajet à parcourir.

Prévention

Les accidents causés par des excès de vitesse et ceux causés par l'alcool sont les plus graves : dans un cas sur quatre, ils sont mortels. En raison d'une vitesse excessive, environ 70 personnes perdent la vie chaque année. Les limitations de vitesse ne sont donc pas là par hasard. Pourtant, l'excès de vitesse ne se réduit pas au seul cas d'une infraction de la vitesse en rigueur. On roule également trop vite lorsque la vitesse n'est pas adaptée à la visibilité de la route, aux conditions météorologiques, aux conditions de la chaussée ou à la situation routière. Plus on roule vite, plus la distance de freinage sera longue et la probabilité d'accident importante. Alors, soyons prudents, adaptons notre vitesse et maintenons une distance suffisante avec le véhicule devant nous.

Sources :

Bureau de prévention des accidents (Bpa), Vitesse sur la route, réagissez à temps, bfu.ch/fr/conseils/vitesse-sur-la-route

Bureau de prévention des accidents (Bpa), Temps de réaction et distance de sécurité dans le trafic routier : que disent la loi et la jurisprudence ?, bfu.ch/fr/questions-juridiques/temps-de-reaction-et-distance-de-securite-dans-le-traffic-routier-que-disent-la-loi-et-la-jurisprudence

La cinématique

La cinématique (du grec kinêma, mouvement) est la partie de la physique qui traite des mouvements des corps. Au contraire de la géométrie qui traite de la position du corps dans l'espace, la cinématique étudie le déplacement du corps dans cet espace, plus précisément, l'ensemble des positions de l'espace que ce corps occupe successivement au cours du temps. On parlera alors de trajectoire d'un corps. On peut aussi relever par cette définition que la cinématique intègre à la notion d'espace, les notions de temps et de vitesse.

Ces notions de vitesse moyenne (v), de distance parcourue (d) et de temps de parcours (Δt) sont liés par la relation :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

Pour simplifier, nous utiliserons uniquement la vitesse moyenne car l'étude de la vitesse instantanée demande des outils mathématiques plus avancés.

Si une voiture parcourt 380 km en 4 heures, quelle est la vitesse moyenne de la voiture ?

Réponse : la vitesse moyenne de la voiture est de $v = \frac{380 \text{ km}}{4 \text{ h}} = 95 \text{ km/h}$.

Nota Bene. Souvent, lorsqu'il est question de véhicules, la distance est mesurée en kilomètre [km] et le temps en heure [h], la vitesse sera exprimée en kilomètre par heure [km/h]. Toutefois, si la distance est mesurée en mètre [m] et le temps en seconde [s], la vitesse sera exprimée en mètres par seconde [m/s] ainsi que cela est défini par le système international d'unités (SI).

Convertir la réponse de la précédente question en m/s en suivant les étapes d'aide ci-dessous.

$$\begin{aligned} 95 \text{ km} &= 95000 \text{ m} \\ 1 \text{ h} &= 3600 \text{ s} \end{aligned}$$

$$95 \text{ km/h} = \frac{95000}{3600} = \frac{95}{36} = 26,39 \text{ m/s}$$

$$\text{Ainsi :} \quad \text{la vitesse en m/s} = \frac{\text{vitesse en km/h}}{36}$$

$$\text{la vitesse en km/h} = \text{vitesse en m/s} \times 3,6$$

Entraînement



1. Un promeneur parcourt 2.5 km en 30 min. Quelle est sa vitesse moyenne ?

Donnez la réponse en km/h et m/s.

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ km/h} \quad \text{et} \quad v = \frac{5}{3,6} = 1,39 \text{ m/s}$$

2. Un motard souhaite parcourir 100 km en 2 h. S'il roule à la vitesse de 40 km/h pendant la première heure et demie, quelle vitesse moyenne doit-il maintenir pendant le reste du temps ?

$$\Delta t_1 = 1 \text{ h } 30 \text{ minutes} = 1,5 \text{ h} ; \quad d = v \cdot \Delta t_1 = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ km}$$

$$\Delta d = 100 - 60 = 40 \text{ km} \quad \text{et} \quad \Delta t = 2 - 1,15 = 0,5 \text{ h}$$

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{40}{0,5} = 80 \text{ km/h}$$

3. Le temps de réaction correspond au temps de latence entre la présentation d'un stimulus (auditif, visuel, etc.) et la réponse que l'on doit apporter à ce stimulus.

En conduite automobile, le temps de réaction est le temps de latence séparant l'instant d'apparition d'un obstacle sur la route du moment où le conducteur commence à freiner.¹ Ce temps est estimé à 1 seconde au moins. En supposant que la vitesse du véhicule est restée constante, calculez la distance parcourue pendant le temps de réaction par une voiture qui roule à :

a) 50.0 km/h

$$v = 50 \text{ km/h} : 3,6 = 13,888 \text{ m/s} \approx 13,9 \text{ m/s} \quad \text{et} \quad d = v \cdot \Delta t = 13,9 \cdot 1 = 13,9 \text{ m}$$

b) 100 km/h

$$v = 100 \text{ km/h} : 3,6 = 27,777 \text{ m/s} \approx 27,8 \text{ m/s} \quad \text{et} \quad d = v \cdot \Delta t = 27,8 \cdot 1 = 27,8 \text{ m}$$

¹ Strictement parlant, la définition du temps de réaction utilisée sur la route (instant d'apparition d'un objet) s'écarte de la définition scientifique du temps de réaction (stimulus visuel du conducteur). En effet, si le conducteur ne regarde pas la route, alors il est dans l'impossibilité de réagir à l'apparition d'un objet. Toutefois, l'obstacle est en théorie visible par un conducteur attentif. Ainsi, la définition du temps de réaction sur la route contient aussi ce que nous pouvons appeler le temps d'inattention (durée pendant laquelle le conducteur ne regarde pas la route). D'ailleurs, un conducteur attentif se doit d'avoir un temps d'inattention nul.

4. Voici un tableau d'ordre de grandeur en mètres. Comparez les réponses données à la question 3 avec les mesures répertoriées ci-dessous. Que constatez-vous ?

<p>Longueur d'une voiture</p>  <p>4-5 m</p>	<p>Longueur Camion semi-remorque</p>  <p>13,5 m</p>	<p>Longueur d'un court de tennis</p>  <p>24 m</p>
<p>Hauteur du Colisée</p>  <p>48 m</p>	<p>Longueur d'un grand Airbus</p>  <p>74 m</p>	<p>Longueur d'un terrain de foot</p>  <p>120 m</p>

À 50 km/h, la distance parcourue est à peu près égale à la longueur d'un camion semi-remorque.

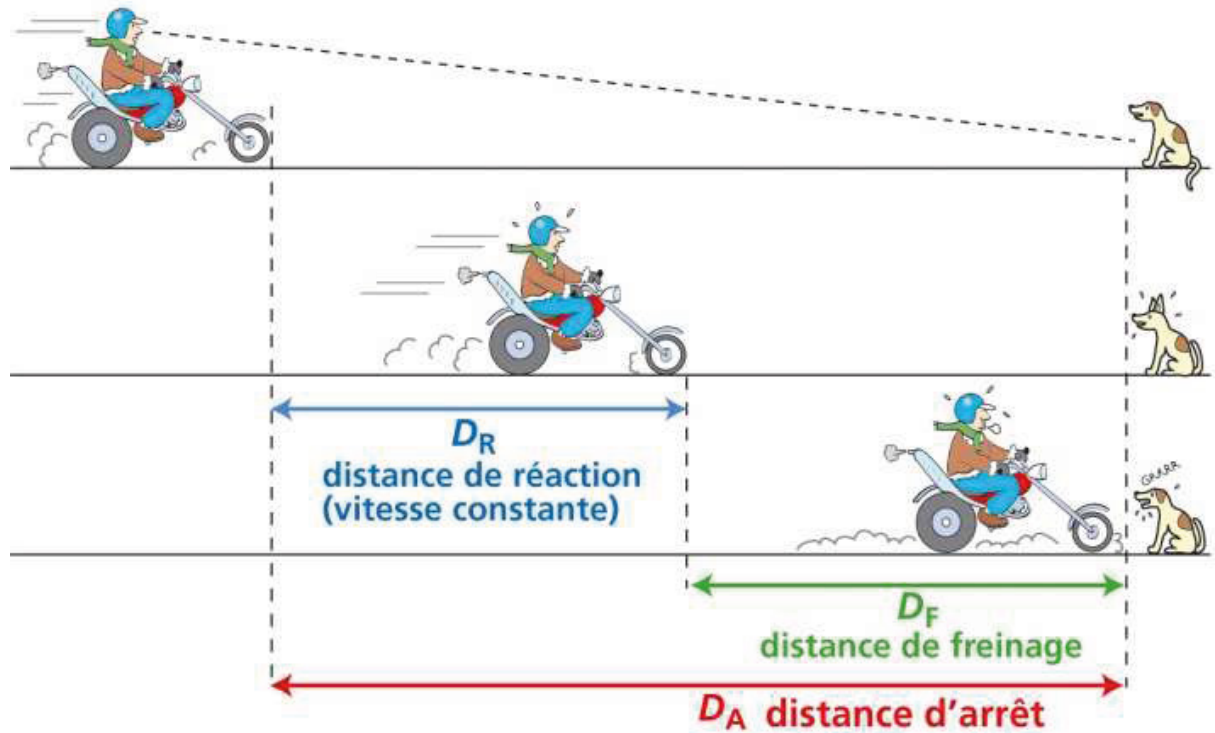
À 100 km/h, la distance parcourue est plus longue qu'un terrain de tennis.

Réaction / Freinage / Arrêt

Lecture de la théorie, puis questions liées à la compréhension de la lecture.

À faire en plénière ou individuellement.

Sur la route, le temps de réaction t_r est la durée entre laquelle le conducteur aperçoit un obstacle et commence à freiner. Ce temps varie généralement entre 1 à 2 secondes. Pour simplifier, on retient généralement une seconde comme le temps moyen de réaction.



Source: http://pc.ac-creteil.fr/IMG/pdf/sanglier_en_vue.pdf (04.05.2023).

La distance de réaction d_r est directement proportionnelle à la vitesse v à laquelle roule le conducteur et au temps de réaction t_r .

Comme vu dans l'exercice 3, pour une voiture qui roule à 50 km/h, la distance de réaction est de 13.9 m. Elle est le double, si la voiture roule deux fois plus vite, soit à 100 km/h. On le déduit, si la vitesse est multipliée par 2, la distance parcourue pendant le temps de réaction est aussi multipliée par 2.

Cela signifie que plus on roule à une vitesse modérée, plus la distance de réaction d_r sera courte. Mais cela signifie aussi que plus on réagit rapidement aux obstacles, plus courte sera aussi cette distance. En effet, il est possible de diminuer la moyenne du temps de réaction en balayant constamment la route du regard et en étant prêt à réagir aux événements imprévus de la route (comportement dangereux d'un automobiliste, endroits critiques, pluie soudaine, ballon perdu sur la route, surgissement d'un animal, etc.). Lorsque de tels dangers sont pressentis, on peut en effet déjà être prêt à appuyer sur la pédale du frein afin d'anticiper un éventuel accident. Cette précaution permet de raccourcir la distance de réaction de $2/3$. Ainsi, en se préparant à freiner en roulant à 80 km/h, la distance de réaction passe de 24 m à 8 m ! Au contraire, la fatigue, la consommation de certains médicaments, d'alcool ou de stupéfiants peuvent altérer ce temps de réaction et rallonger la course de la distance de réaction.

Ainsi : $d_r = v \cdot t_r$

La distance de freinage d_f , elle, concerne la distance parcourue du moment où le frein est actionné à celui où le véhicule est complètement immobilisé.

Quant à la distance d'arrêt d_a , elle est la somme de la distance parcourue pendant le temps de réaction et celle de la distance de freinage.

Soit : $d_a = d_r + d_f$

La distance de freinage d'un véhicule, même à vitesse limitée, reste conséquente.

D'autres conditions peuvent avoir une influence sur ces différentes distances.

Complétez le tableau ci-dessous puis à l'aide de celui-ci répondez aux questions.

	d_r dépend...		d_f dépend...		d_a dépend...	
	vrai	faux	vrai	faux	vrai	faux
De l'état de fatigue du conducteur	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Du système de freinage		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
De mauvaises conditions météorologiques (pluie, neige)		<input checked="" type="checkbox"/> ²	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
De la consommation d'alcool, de drogues ou de médicaments	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
De l'état des pneumatiques		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
De la vitesse à laquelle on roule	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
De la présence de verglas sur la route		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	

² On peut également accepter comme vrai que les conditions météorologiques ont une incidence sur la distance de visibilité et donc sur le temps de réaction.



1. Pouvez-vous citer d'autres phénomènes qui pourraient influencer sur le temps de réaction, et donc sur la distance de réaction ?

Téléphoner en conduisant, écrire ou lire des messages, manger, boire, fumer, rechercher une station de radio... Bref, tout ce qui est susceptible de mobiliser notre attention sur autre chose que la conduite (respectivement la route) et de retarder ainsi notre temps de réaction.

2. Pouvez-vous également citer d'autres exemples qui pourraient avoir une incidence sur la distance de freinage ?

Une route en mauvais état / mouillée / comportant des gravillons, etc. peut augmenter la distance de freinage.

3. Au vu des réponses aux questions ci-dessous et des croix mises dans le tableau, que constatez-vous ?

La distance de réaction dépend toujours de la condition physique et mentale du conducteur.

La distance de freinage dépend des conditions extérieures.

La distance d'arrêt est le plus souvent allongée du fait qu'elle dépend inévitablement de la distance de réaction et de la distance de freinage.



Conseils sécurité routière

Il est indispensable d'être vigilant dans le milieu où l'on évolue. Le non-respect du code de la route, la distraction, une vitesse inadaptée ou une distance de sécurité insuffisante peuvent entraîner des conséquences dramatiques. Les trois derniers motifs sont notamment les causes principales des collisions par l'arrière.

Afin de pouvoir conserver une vue d'ensemble et s'arrêter à temps en cas de freinage inattendu, le conducteur se tiendra à une distance suffisante du véhicule qui le précède de manière. C'est la vitesse qui détermine la distance de sécurité à laisser entre son propre véhicule et celui qui précède. Suivant la règle élémentaire des deux secondes, lorsque le véhicule devant nous passe à la hauteur d'un point de repère, tel un poteau de balisage ou un arbre, compter lentement « 21, 22 » (ce qui dure généralement 2 secondes). Si notre véhicule atteint ce même point avant d'avoir fini de compter, la distance entre les deux véhicules est insuffisante, il faut alors adapter la vitesse en conséquence. Plus la vitesse est élevée, plus l'intervalle de distance doit être long.

Lorsque les conditions de la route, de la circulation et de la visibilité sont favorables, la vitesse maximale autorisée des véhicules peut atteindre :

- 20 km/h dans les zones de rencontre et pour franchir un poste de douane,
- 30 km/h dans les zones de modération signalées comme telles,
- 50 km/h dans les localités (limite générale),
- 80 km/h hors localités,
- 100 km/h sur les semi-autoroutes,
- 120 km/h sur les autoroutes.

Résolution d'un cas complexe

Sur l'autoroute, une voiture avec remorque de type caravane roule à 120 km/h. Il fait beau, la route est sèche. On suppose que le conducteur est en bonne condition physique et que son temps de réaction est de 1 s. Soudain, un obstacle se dessine à l'horizon.



1. Quelle est la vitesse maximale autorisée quand on roule sur l'autoroute avec une voiture à laquelle est attelée une remorque ?

80 km/h

2. Cette vitesse maximale dépend-elle du type de route sur laquelle on circule ?

Non, elle dépend du type de véhicule et de la situation de la route (en localité, hors localité).

3. Quelle est la distance parcourue pendant le temps de réaction ? Donnez le résultat en mètre.

S'il est dans les règles : $v = 80 \text{ km/h} : 3,6 = 22 \text{ m/s}$ et $t = 22 \cdot 1 = 22 \text{ m}$

S'il n'est pas dans les règles : $v = 120 \text{ km/h} : 3,6 = 33 \text{ m/s}$ et $t = 33 \cdot 1 = 33 \text{ m}$

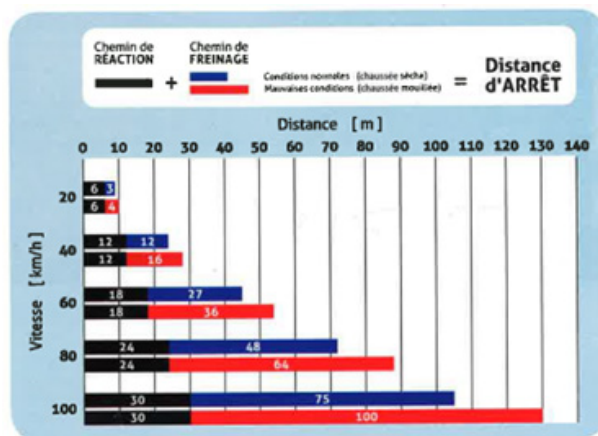
4. Citez des phénomènes qui auraient pu avoir une incidence sur le temps de réaction.

L'absorption d'alcool, de drogues ou de médicaments, mais aussi la fatigue ou la distraction.

5. Si le conducteur ne réagit pas assez vite, se peut-il qu'il ait tout de même déjà commencé à freiner ?

Non, parce que le conducteur n'aurait donc pas encore réagi.

6. À l'aide du graphique ci-dessous. À combien est évaluée la distance de freinage à cette vitesse ?



Source: Manuel officiel de la Fédération romande des écoles de conduite 2013, p. 103.

Le chemin de freinage en mètres peut se calculer approximativement de la façon suivante (formule empirique) :

$$\frac{\text{vitesse}}{10} \cdot \frac{\text{vitesse}}{10} \cdot \frac{3}{4} = 48 \text{ m à } 80 \text{ km/h}$$
$$= 108 \text{ m à } 120 \text{ km/h}$$

Pour information, en cas de mauvaises conditions météorologiques et que la chaussée est mouillée :

$$\frac{\text{vitesse}}{10} \cdot \frac{\text{vitesse}}{10} = 64 \text{ m à } 80 \text{ km/h}$$
$$= 144 \text{ m à } 120 \text{ km/h}$$



7. Qu'est-ce qui peut avoir une incidence sur cette distance de freinage ?

La vitesse initiale, le système de freinage, la manière de freiner, l'état de la chaussée, l'état des pneus, ...

8. Calculez la distance d'arrêt. À l'aide d'un exemple concret, donnez un ordre de grandeur de cette distance d'arrêt.

À 80 km/h = 22 + 48 = 70 m → longueur d'un Airbus

À 120 km/h = 33 + 108 = 141 m → plus long qu'un terrain de foot

9. Si c'était un autre véhicule qui venait s'intercaler dans l'intervalle de sécurité, comment devrait réagir le conducteur ?

Il faut ralentir et rétablir une bonne distance de sécurité.

Question complémentaire 1



1. Sur une route hors localité, un scooter roule à la vitesse maximale autorisée. Combien de temps lui faudra-t-il pour parcourir 10 km ? Donnez le résultat en heure puis en minutes.

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{10}{80} = 0,125 \text{ h} = 7,5 \text{ minutes, soit 7 min et 30 secondes}$$

2. Sur le même trajet, un second scooter, pressé, roule à 100 km/h. Combien de temps lui faudra-t-il pour parcourir les 10 km ? Donnez le résultat en heure puis en minutes.

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ h} = 6 \text{ minutes}$$

3. Quel est finalement le gain de temps réalisé par le scootériste en excès de vitesse ? Qu'en pensez-vous ?

Le scootériste n'a gagné qu'une minute et demie sur son trajet en prenant assurément beaucoup de risques.

Une vitesse excessive fait prendre beaucoup de risques mais ne fait pas gagner beaucoup de temps.

Question complémentaire 2



1. Deux voitures font le trajet Genève - Lausanne et retour, soit deux fois 60 km. La voiture jaune roule à 80 km/h à l'aller, s'arrête 20 minutes puis roule à 120 km/h au retour. La voiture bleue roule à l'aller comme au retour à 100 km/h et ne s'arrête que 15 minutes. Laquelle arrive à Genève en premier ?

Voiture jaune:

$$\text{Aller : } \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{60}{80} = 0,75 \text{ h} = 45 \text{ minutes}$$

Arrêt à Lausanne : 20 min

$$\text{Retour : } \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{60}{120} = 0,5 \text{ h} = 30 \text{ minutes}$$

Temps total : 45 + 20 + 30 = 95 min

Voiture bleu:

$$\text{Aller : } \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{60}{100} = 0,6 \text{ h} = 36 \text{ minutes}$$

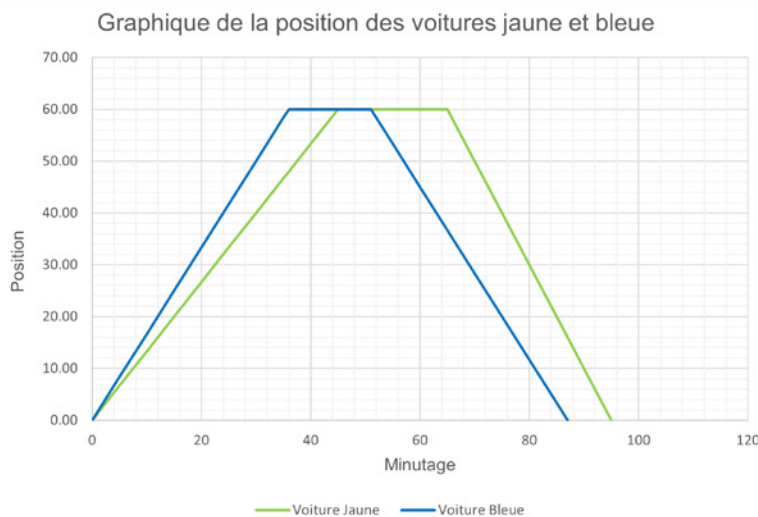
Arrêt à Lausanne : 15 min

$$\text{Retour : } \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{60}{100} = 0,6 \text{ h} = 36 \text{ minutes}$$

Temps total : 36 + 15 + 36 = 87 min

Réponse : la voiture bleue arrive à Genève en premier.

2. Faites un graphique de la position en fonction du temps pour les deux voitures.



Conseils sécurité routière

Si nous sommes tentés de gagner du temps en roulant plus vite, nous pouvons constater que le gain réel ne se traduit pas forcément en nombre de minutes. Les risques encourus sont disproportionnés pour un résultat aussi faible que le gain de temps.

Les accidents dus à la vitesse et à la consommation d'alcool comptent parmi les plus lourds de conséquences : on dénombre en Suisse près de 220 décès sur les 10 000 usagers de la route ayant subi des dommages corporels. En d'autres termes, dans ce genre de catégorie d'accidents, 1 accident sur 45 occasionnant des blessés a une issue fatale. Ces accidents sont donc plus dangereux que ceux liés à l'inattention ou à un refus de priorité, par exemple.

Bureau de prévention des accidents, Rapport SINUS 2018 : Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2017, Berne 2018, p. 30.

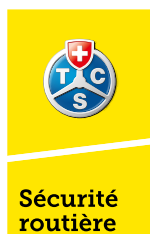


Conception des dossiers pédagogiques et du matériel didactique :
TCS, Département de la Sécurité routière.

Avec le soutien de la Direction générale de l'enseignement secondaire II et du Service
enseignement, évaluation et certifications du DIP.



Pour toute mise à jour du cours, consultez [edu4motion.ch](https://www.edu4motion.ch)



Touring Club Suisse

Sécurité Routière
Chemin de Blandonnet 4
1214 Vernier
sro@tcs.ch
058 827 23 90



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

POST TENEBRAS LUX