



Vitesse et distance d'arrêt

Mathématiques

3e

Compétences du Répertoire des connaissances et des comportements des usagers de l'espace routier

Connaître les risques liés aux conditions météo (freinage, pluie...).

Connaître les risques liés au cyclomoteur (distance de freinage, d'arrêt, facteurs influençant les distances d'arrêt...).

Savoir apprécier les distances, les vitesses.

Compétences disciplinaires

Organisation et gestion de données – Fonctions. Fonction linéaire et fonction affine. Représentation graphique d'une fonction, lecture d'une représentation graphique.

Proportionnalité et traitements usuels sur les grandeurs. Grandeurs composées.

Calculer les distances de réaction, de freinage et d'arrêt. Connaître les dangers de la vitesse et l'incidence des conditions météorologiques sur la distance d'arrêt.

Organisation de la séquence

- Durée : 1 h 40
- Objectifs : Calculer des distances de réaction, de freinage et d'arrêt. Etudier des fonctions et leur représentation graphique.
- Modalités de travail des élèves : travail en classe entière ou à la maison.
- Moyens matériels : calculatrice ou tableur.
- Documents : fiche de l'élève.
- Ressources : site www.ac-reims.fr/ia52, voir en ressources pédagogiques le document pdf « Les 15-24 ans et la sécurité routière – Vitesse, questionnaire » ; fiches pédagogiques du livret : Vitesse et distance d'arrêt ; Réaction, freinage : influence de différents facteurs ; Evaluer une distance de sécurité ; Vitesse et gain de temps.

Déroulement de l'activité

Partie 1. Rouler plus vite : une nécessité ? (10 mn)

Objectif Maths. Utiliser une formule (vitesse).

Objectif SR. Prendre conscience qu'une augmentation sensible de la vitesse ne diminue que très peu la durée du trajet.

Partie 2. Distance de freinage (50 mn)

Objectif Maths. Manipuler une fonction du second degré (calculs de valeurs, représentation graphique et lecture graphique) – Résolution d'une équation du type $x^2 = a$.

Objectif SR. Connaître la définition et le calcul de la distance de freinage. Savoir que la distance de freinage augmente considérablement sur route mouillée. Connaître les différentes limitations de vitesse.

Partie 3. Distance d'arrêt (40 mn)

Objectif Maths. Manipuler des fonctions du second degré (expression de la fonction, calculs de valeurs, représentation graphique et lecture graphique).

Objectif SR. Connaître la définition et le calcul de la distance d'arrêt. Savoir que la distance d'arrêt augmente considérablement sur route mouillée.

Les parties 2 et 3 peuvent être traitées relativement tôt dans l'année, comme introduction à la notion de fonction. On pourra dans ce cas enlever la question 3.d de la partie 2 (équation du type $x^2 = a$). Une fois que l'élève aura manipulé des fonctions du second degré, et tracé leur représentation graphique, on pourra introduire la notion de fonction et le vocabulaire lié. On peut s'intéresser par la suite à des situations plus simples, dont la représentation graphique est une droite, et introduire les fonctions affines, puis linéaires.

Connaissances à retenir

La vitesse est un facteur d'accident de la route. Il en aggrave aussi les conséquences.

On ne peut pas dépasser les vitesses légales définies par le code de la route et rouler cependant trop vite et d'une façon dangereuse par rapport au lieu, aux conditions météo, à son état de fatigue, aux autres usagers.

Les calculs montrent que rouler plus vite ne fait pas gagner beaucoup de temps mais fait courir des risques.

Evaluation

Dans le cas où la partie 2 a été traitée en classe, la partie 3 peut être donnée en travail à la maison et évaluée.

On pourra utiliser le questionnaire « Les 15-24 ans et la sécurité routière – Vitesse, questionnaire » consultable sur le site www.ac-reims.fr/ia52

Corrigé

Partie 1. Rouler plus vite : une nécessité ?

1. On a $t = d/v = 9/40 = 0,225$, soit $t = 0,225$ heure

On a donc, en minutes, $t = 0,225 \times 60 = 13,5$ minutes

2. On a $t = d/v = 9/45 = 0,2$, soit $t = 0,2$ heure

On a donc, en minutes, $t = 0,2 \times 60 = 12$ minutes

3. Le gain de temps de Kevin par rapport à Jawad n'est que de 1,5 minutes (90 secondes !).

De même, dépasser la limite de vitesse autorisée et rouler à 140 km/h au lieu de 130 km/h sur une longue distance sur autoroute n'apporte qu'un gain de temps très minime. La vitesse est donc un phénomène beaucoup plus social (les conducteurs aiment rouler vite) que réellement utile.

Partie 2. Distance de freinage

1.a. Distance en km parcourue en 1 heure par un objet qui se déplace à $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

$$d = 1 \times 3600/1000 = 3,6 \text{ km}$$

b. Valeur de $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ exprimée en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

2. Distance de freinage d_f pour chaque vitesse v avec un coefficient k de 0,08 (route sèche).

v (m.s ⁻¹)	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15
d_F (m)	0	0,5	2	4,5	8	12,5	18

Distance de freinage d_F pour chaque vitesse v avec un coefficient k de 0,14 (route mouillée).

v (m.s ⁻¹)	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15
d_F (m)	0	0,875	3,5	7,875	14	21,875	31,5

3. a. Vitesse en m.s⁻¹.

$36/3,6 = 10$, donc $36 \text{ km.h}^{-1} = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

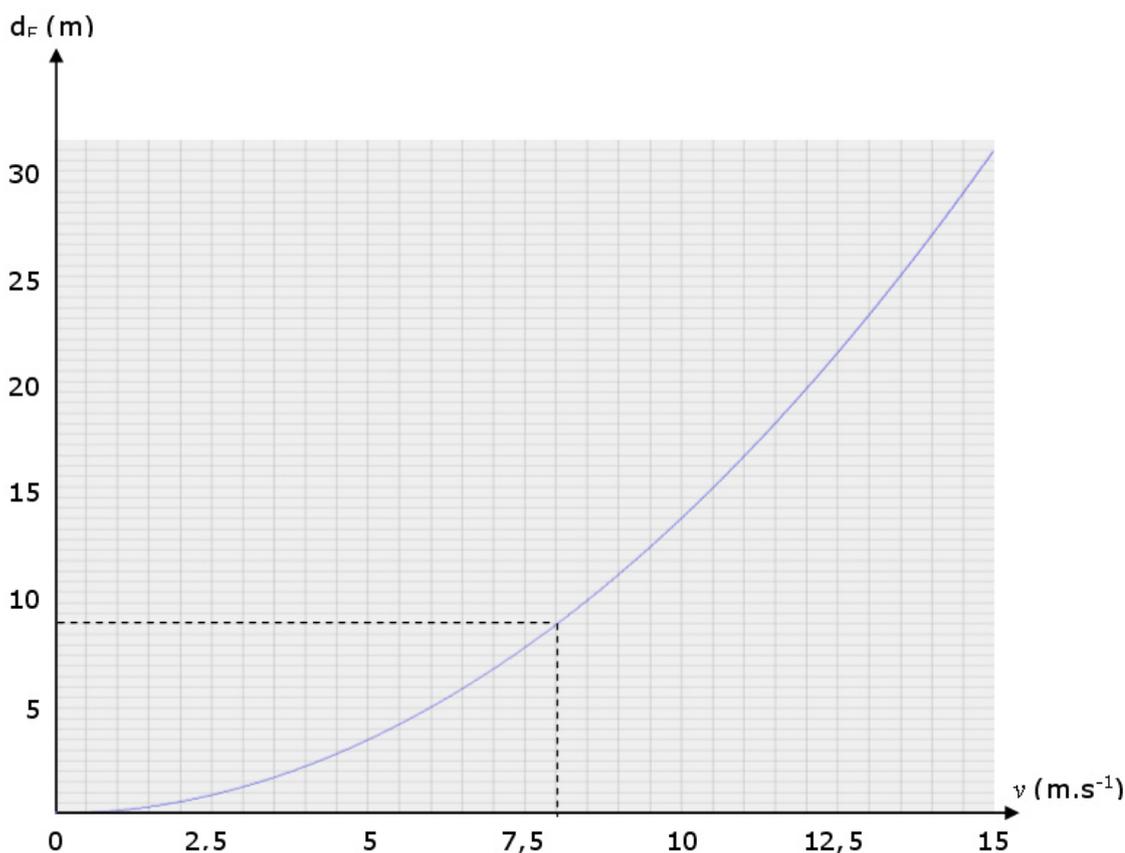
b. Sur route sèche, on a $d_F = 8 \text{ m}$

Sur route mouillée, on a $d_F = 14 \text{ m}$

c. Si la route est sèche, Jawad peut éviter la collision, puisqu'il n'a besoin que de 8 m pour freiner. Par contre, sur route mouillée, Jawad a besoin de 14 m pour s'arrêter. L'enfant étant à 9 m, il y a un risque élevé de collision. Il est donc clair que par temps de pluie il est nécessaire de réduire sa vitesse.

d. La distance de freinage doit être au maximum égale à 9 m. La vitesse maximale est donc donnée par la relation $0,14v^2 = 9$, soit $v^2 = 9/0,14$ soit $v = \sqrt{9/0,14}$ (on ne retient que la solution positive).

On trouve $v \approx 8 \text{ m.s}^{-1}$, soit $v \approx 8 \times 3,6 \text{ km.h}^{-1} \approx 29 \text{ km.h}^{-1}$.



4. Courbe représentative de la distance de freinage d_F en fonction de la vitesse v , sur route mouillée.

5. a. Distance de freinage lorsqu'on roule à 6 m.s^{-1} ? On trouve environ 5 m.

b. Vitesse correspondant à une distance de freinage de 25 m ? On trouve environ $13,5 \text{ m.s}^{-1}$.

c. On retrouve bien les 8 m.s^{-1} trouvés à la question 3.d.

6. Commenter le tableau.

La vitesse doit être adaptée aux conditions : lorsqu'il pleut, la distance de freinage est presque multipliée par deux, ce qui est un facteur aggravant très important. La vitesse doit donc être réduite dans ce cas, comme le montre le tableau (10 km/h de moins sur route et 20 km/h de moins sur autoroute).

Partie 3. Distance d'arrêt

1. a.

$$90 \text{ km/h} = 25 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$d = v \times t = 25. \text{ La distance de réaction est de } 25 \text{ m.}$$

1. b.

$$126 \text{ km/h} = 35 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$d = v \times t = 35 \times 1,5 = 52,5. \text{ La distance de réaction est de } 52,5 \text{ m.}$$

2. Distances de réaction, de freinage et d'arrêt d'un individu roulant sur route sèche ($k = 0,08$), en fonction de sa vitesse.

$v \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$	5	10	15	20	25	30	35
$d_R \text{ (m)}$	2	8	18	32	50	72	98
$d_F \text{ (m)}$	5	10	15	20	25	30	35
$d_A \text{ (m)}$	7	18	33	52	75	102	133

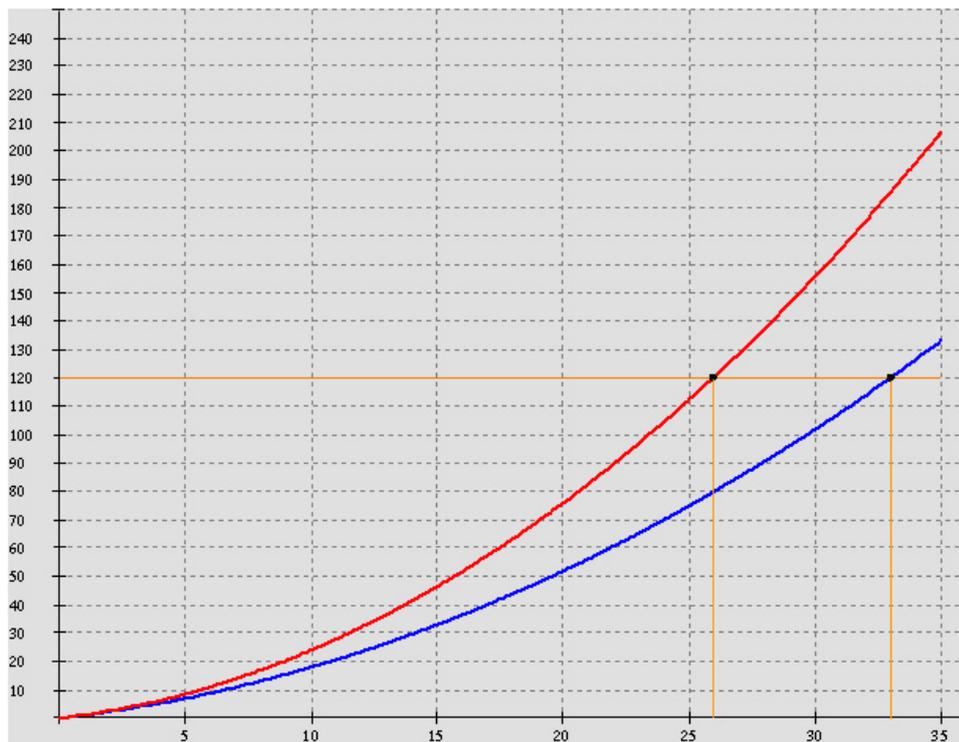
a. Distance d'arrêt d_1 (en m) sur route sèche.

$$d_1(v) = v + 0,08v^2$$

b. Distance d'arrêt d_2 (en m) sur route mouillée.

$$d_2(v) = v + 0,14v^2$$

3. Représentations graphiques de d_1 (en bleu) et d_2 (en rouge) en fonction de la vitesse v , pour v compris entre 0 et 35 m.s^{-1} .



Graphiquement, on trouve $v \approx 26 \text{ m.s}^{-1}$ sur route mouillée et $v \approx 33 \text{ m.s}^{-1}$ sur route sèche.

Pour conserver la même distance d'arrêt sur route mouillée que sur route sèche, il faut donc réduire sa vitesse de 7 m.s^{-1} , ce qui correspond à $25,2 \text{ km.h}^{-1}$!



Vitesse et distance d'arrêt

Mathématiques 3e

Date : / / Classe :

Nom prénom : _____

La vitesse est un facteur déterminant ou aggravant d'accident de la route.

La vitesse peut être mise en cause dans un accident mortel sur deux. Si la vitesse ne constitue pas toujours le facteur unique de l'accident, elle en est très souvent un facteur aggravant : une baisse de vigilance, de mauvaises conditions météorologiques, un dépassement dangereux, un taux d'alcoolémie trop élevé ont des conséquences encore plus dangereuses lorsqu'ils sont associés à une vitesse élevée.

La vitesse est souvent inadaptée aux lieux et aux circonstances. Un véhicule peut rouler trop vite dans une situation donnée (par exemple en cas de pluie), dans un lieu donné (à la sortie d'une école ou dans un virage), ou encore en fonction de l'état du conducteur (sa fatigue) sans pour autant enfreindre les limites légales. Ce qui importe, ce n'est pas seulement la vitesse mais la vitesse par rapport aux autres.

Partie 1. Rouler plus vite : une nécessité ?

Un cyclomoteur est conçu pour ne pas dépasser les 45 km/h. Cette vitesse est relativement élevée pour un engin ne pesant pas plus de 75 kg. Si le moteur est gonflé au-delà de la puissance légale, les freins et les pneus, en particulier, ne sont plus adaptés : le risque d'accident augmente alors considérablement.

Rappel. La vitesse moyenne v d'un objet mobile est le quotient de la distance parcourue d par la durée t du parcours. Si d est en kilomètre et t en heures, alors v est en kilomètre par heure ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$). On a donc $v = d/t$

1. Kevin et Jawad possèdent chacun un scooter. Ils doivent parcourir une distance de 9 km. Jawad roule en moyenne à $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Combien de temps, en minutes, mettra-t-il pour parcourir 9 km ?

.....
.....
.....

2. Kevin, plus pressé, roule en moyenne à 45 km.h⁻¹. Combien de temps, en minutes, mettra-t-il pour parcourir 9 km ?

.....

3. Quel est le gain de temps de Kevin par rapport à Jawad ? Que vous inspire ce résultat ?

.....

Partie 2. Distance de freinage

Distance de freinage. Définition

Tout objet en mouvement cumule de l'énergie appelée énergie cinétique. Lorsque la vitesse augmente, l'énergie cinétique augmente également.

Pour arrêter un objet en mouvement, il faut que son énergie cinétique devienne nulle : c'est le freinage, qui prend du temps et nécessite une certaine distance, la distance de freinage.

1. Pour des raisons pratiques, il est plus commode d'utiliser comme unité de vitesse le m.s⁻¹ (mètre par seconde) plutôt que le km.h⁻¹.

a. Calculer la distance en km parcourue en 1 heure par un objet qui se déplace à 1 m.s⁻¹.

.....

b. En déduire la valeur de 1 m.s⁻¹ exprimée en km.h⁻¹.

.....

2. Soit v la vitesse d'un véhicule en m.s⁻¹. La distance de freinage d_F de ce véhicule est donnée par la relation $d_F = kv^2$ (k est un coefficient qui dépend de l'état de la route).

a. Dans des conditions « normales », lorsque la route est sèche, le coefficient k est égal à 0,08. Calculer pour chacune des vitesses v du tableau ci-dessous la distance de freinage d_F .

v (m.s ⁻¹)	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15
d_F (m)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

b. Lorsque la route est mouillée, en cas de pluie, le coefficient k est égal à 0,14. Calculer pour chacune des vitesses v du tableau ci-dessous la distance de freinage d_F .

v (m.s ⁻¹)	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15
d_F (m)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

3. Jawad roule en scooter, en ville, à une vitesse de 36 km.h^{-1} .

a. Convertir cette vitesse en m.s^{-1} .

.....
.....

b. À l'aide des tableaux, donner la distance de freinage du scooter sur route sèche, puis sur route mouillée.

.....
.....

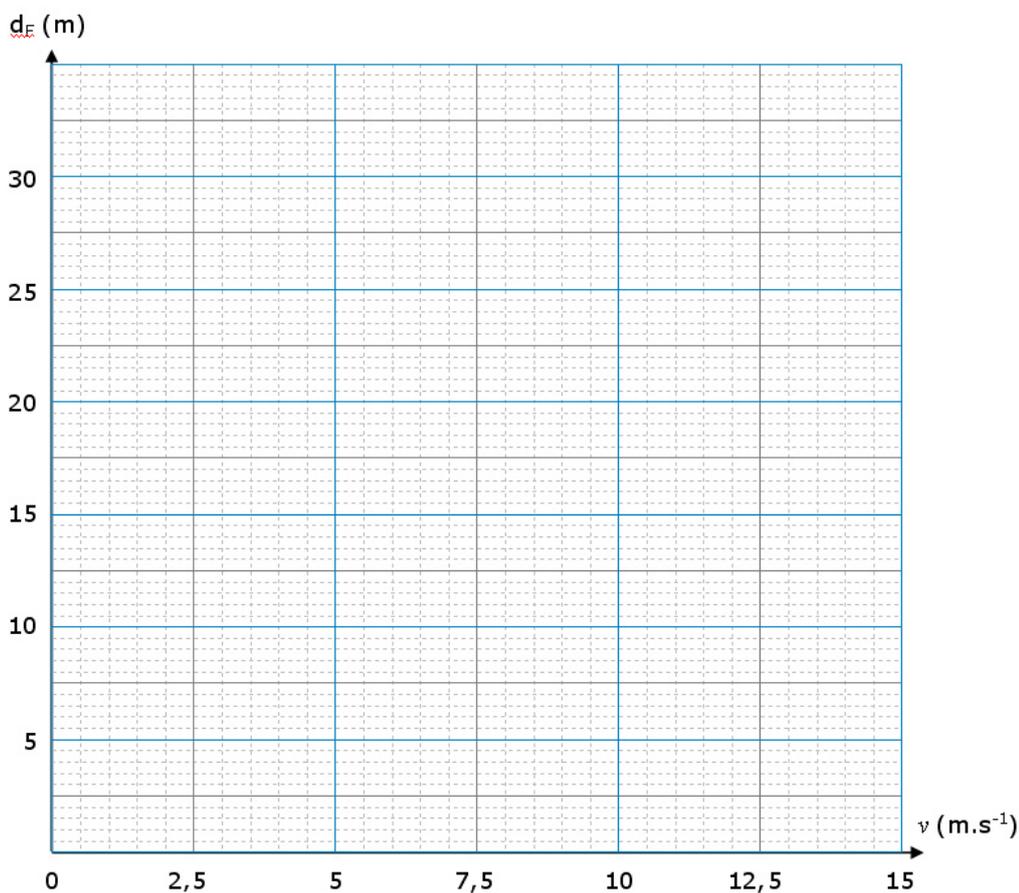
c. Sur la route qu'a empruntée Jawad, un enfant surgit brusquement. Au moment où Jawad commence à freiner, l'enfant est à 9 m de lui. Y a-t-il un risque de collision ? Comment doit-on adapter sa vitesse ? Expliquer la réponse.

.....
.....
.....

d. Déterminer par le calcul la vitesse maximale à laquelle Jawad aurait dû rouler sur la route mouillée pour éviter l'accident. On donnera d'abord une valeur approchée au dixième en m.s^{-1} , puis une valeur approchée à l'unité en km.h^{-1} .

.....
.....
.....
.....
.....

4. Dans le repère ci-dessous, tracer la courbe représentative de la distance de freinage d_F en fonction de la vitesse v , sur route mouillée. On utilisera les données du tableau de la question 2.b.



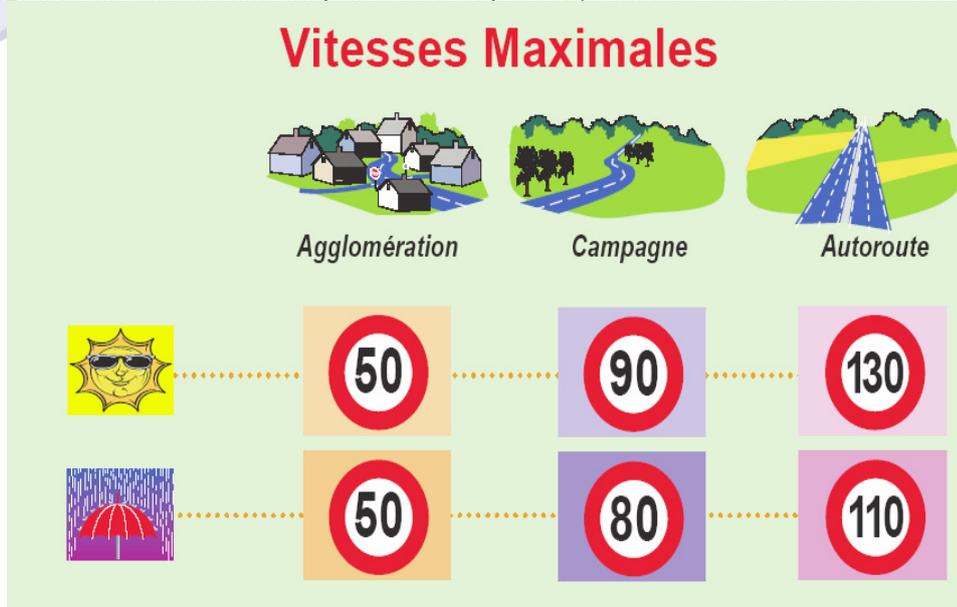
5. En utilisant le graphique, répondre aux questions suivantes.

a. Quelle est la distance de freinage lorsqu'on roule à 6 m.s^{-1} ?

b. A quelle vitesse correspond une distance de freinage de 25 m ?

c. Reporter sur le graphique la droite d'équation $d_F = 9$. Retrouver graphiquement le résultat de la question 3.d .

6. En utilisant les informations acquises dans la partie 2, commenter le tableau ci-dessous.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Partie 3. Distance d'arrêt

1. Le conducteur a besoin d'un temps de réaction pour identifier la situation, prendre une décision adéquate (décider de freiner) et répondre efficacement (freiner). On estime que dans des conditions psychologiques et physiologiques normales, ce temps de réaction oscille entre 0,6 seconde et 2 secondes. Entre le moment où le conducteur identifie la situation et commence effectivement à freiner, il parcourt une certaine distance, appelée « distance de réaction ».

a. Martine roule en voiture sur une route nationale à 90 km.h^{-1} . Son temps de réaction est d'une seconde. Calculer la distance de réaction.

.....

b. Martine roule maintenant sur une autoroute, à 126 km.h^{-1} . Elle est fatiguée, son attention est moins soutenue, son temps de réaction s'allonge d'une demi-seconde. Calculer la distance de réaction.

.....

2. Finalement, entre le moment où le conducteur identifie la situation et s'arrête effectivement, il parcourt une certaine distance, appelée distance d'arrêt. La distance d'arrêt est la somme de la distance de réaction et de la distance de freinage.

En notant d_A la distance d'arrêt et d_R la distance de réaction, on a donc $d_A = d_R + d_F$

Dans la suite, on suppose que le temps de réaction du conducteur est égal à 1 seconde.

Compléter le tableau ci-dessous, en calculant les distances de réaction, de freinage et d'arrêt d'un individu roulant sur route sèche ($k = 0,08$), en fonction de sa vitesse.

$v \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$	0	5	10	15	20	25	30	35
$d_R \text{ (m)}$
$d_F \text{ (m)}$
$d_A \text{ (m)}$

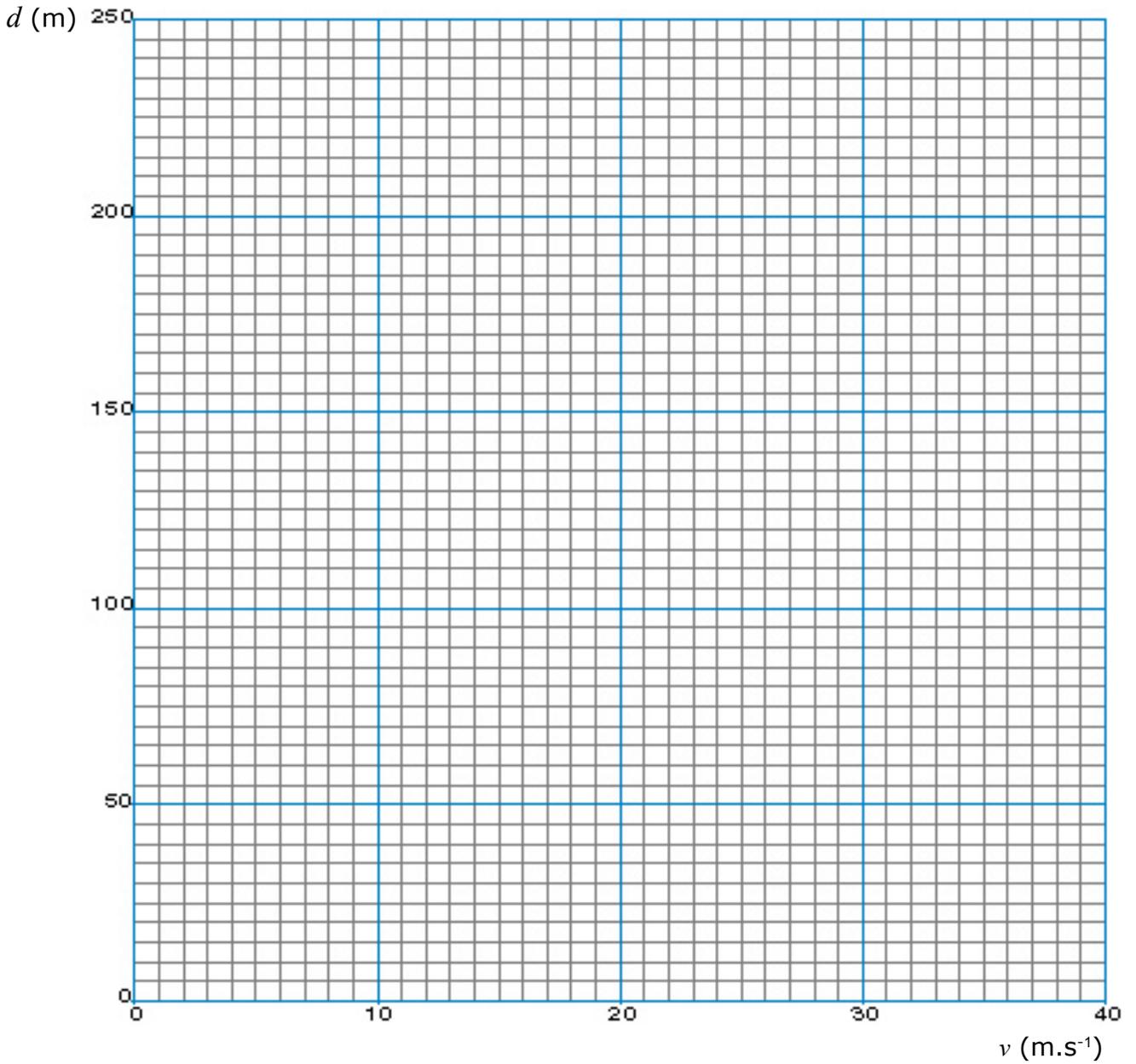
a. Exprimer en fonction de la vitesse v (en m.s^{-1}) d'un véhicule sa distance d'arrêt d_1 (en m) sur route sèche.

.....

b. Exprimer en fonction de la vitesse v (en m.s^{-1}) d'un véhicule sa distance d'arrêt d_2 (en m) sur route mouillée.

.....

3. Dans le repère ci-après, tracer les représentations graphiques de d_1 (en bleu) et d_2 (en rouge) en fonction de la vitesse v , pour v compris entre 0 et 35 m.s^{-1} .



En utilisant le graphique, donner une valeur approchée de la vitesse sur route sèche, puis sur route mouillée d'un véhicule dont la distance d'arrêt est de 120 m. Que vous inspire ce résultat ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

À retenir

.....

.....

.....

.....

.....

.....