

Nom:.....  
 Prénom:.....  
 Classe:.....

# Freinage d'urgence

Note	Compétences évaluées		
<b>..... / 20</b>	S'approprier	.....%	..... / 5
	Analyser Raisonner	.....%	..... / 11
	Réaliser	.....%	..... / 8
	Valider	.....%	..... / 6
	Communiquer	.....%	..... / 9
	TIC	.....%	..... / 11
	Total		..... / 50
Observations :			

**Présentation de la situation**

Une voiture, qui pèse 1250 kg, roule à 130 km/h (soit  $V_0=36$  m/s) sur l'autoroute lorsque soudain, une biche saute sur la chaussée et s'arrête au milieu de la route. L'animal est à 60 m de la voiture lorsque le conducteur commence à freiner. La distance parcourue par cette voiture au cours du freinage, dans de très bonnes conditions d'adhérence, est modélisée par la fonction :



$d(t) = V_0 \times t - 5 \times t^2$  avec  $t=0$  s au début du freinage et  $V_0$  vitesse de la voiture en m/s à  $t=0$  s.

La vitesse en m/s du véhicule pendant le freinage est donnée par la fonction  $V(t)=d'(t)$  qui est la dérivée de  $d(t)$  par rapport au temps.

D'après des mesures faites par le magazine AutoPlus en 2008 lors de tests de freinages de 130 km/h à 0 km/h, une Subaru Impreza Sti s'arrête en 65 m, une Renault Clio RS en 62 m et une Porsche 911 en 59 m.

**I Problématique 1: La voiture s'arrêtera-t-elle avant de toucher l'animal ?**

1) Déterminer, à partir du texte, les données nécessaires pour répondre à la problématique.

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

S'approprier		
0	1	2

2) Donner la valeur de  $V(t)$  à la fin du freinage dans le cas où la voiture ne touche pas l'animal.  
 Justifier la réponse par une phrase.

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

S'approprier		
0	1	2
Valider		
0	1	2

3) Emettre une hypothèse sur l'arrêt éventuel de la voiture.

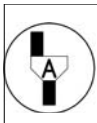
.....  
 .....  
 .....

Analyser		
0	1	2

4) Proposer une méthode pour répondre à la problématique.

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

Analyser		
0	1	2
0	1	2



**Appel n°1**

Présenter oralement la situation et vos réponses au professeur puis expliquer le choix fait à la question I 5).

Communiquer		
0	1	2

5) Pour calculer le temps que dure le freinage il faut résoudre l'équation  $V(t)=0$  afin de trouver la valeur de  $t$  pour laquelle la vitesse s'annule, ce qui correspond à la fin du freinage.

a) Montrer que la fonction  $d(t)$  s'écrit dans les conditions du freinage

$$d(t)=36\times t-5\times t^2$$

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

S'approprier		
0	1	2

b) Calculer  $V(t)$ .

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

Réaliser		
0	1	2

c) Calculer la valeur de  $t$  pour laquelle  $36 - 10 t = 0$

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

Réaliser		
0	1	2

d) En déduire le temps que dure le freinage et faire une phrase de conclusion.

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

Communiquer		
0	1	2

6) Calculer la distance de freinage de la voiture qui passe de 130 km/h à 0 km/h.

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

Réaliser		
0	1	2

7) Discuter l'ordre de grandeur de la valeur calculée précédemment.

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

Valider		
0	1	2

8) L'hypothèse de départ s'est-elle avérée juste ?

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

Valider		
0	1	2

9) Répondre à la problématique n°1 par une phrase.

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

Communiquer		
0	1	2

**II Problématique n°2 : A quelle vitesse se produit l'impact si le conducteur ne parvient pas à éviter l'animal ?**



1) Proposer une méthode pour répondre à la problématique.

.....

.....

.....

.....

.....

Analyser		
0	1	2
0	1	2

2) Pour calculer à quel instant a lieu l'impact, on résout l'équation  $d(t)=60$ .

a) Montrer que l'équation à résoudre peut s'écrire :  $-5 \times t^2 + 36 \times t - 60 = 0$

.....

.....

.....

S'approprier		
0	1	2

b) Résoudre l'équation  $-5 \times t^2 + 36 \times t - 60 = 0$ . Arrondir les solutions à  $10^{-2}$  près.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Réaliser		
0	1	2
0	1	2

c) A partir des solutions précédentes, déterminer le temps de freinage  $t_f$  qui sépare le début du freinage de l'impact.

.....

.....

.....

Valider		
0	1	2

d) Expliquer le choix fait précédemment.

.....

.....

.....

Communiquer		
0	1	2

- 3) En considérant que le temps de freinage est d'environ 2,6 s, calculer la vitesse en m/s de la voiture au moment de l'impact en utilisant l'expression  $V(t) = 36 - 10t$

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

Réaliser		
0	1	2

- 4) Convertir la vitesse calculée précédemment en km/h.

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

Réaliser		
0	1	2

- 5) Répondre à la problématique n°2 par une phrase.

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

Communiquer		
0	1	2

Rmq 1 : Le temps et la distance de réaction n'ont pas été pris en compte, seuls le temps et la distance de freinage ont été retenus. En effet, le chronomètre démarre lorsque la voiture est à 60 m de l'animal et que le conducteur appuie sur le frein. La distance d'arrêt est donc bien supérieure à la distance de freinage. Par exemple, à 130 km/h, pour un temps de réaction d'une seconde qui correspond à un conducteur très vigilant, la distance d'arrêt est de  $36+65=101$ m.

Rmq 2 : Capacités de freinage pour une F1 : Une formule 1 met 1,4 s pour passer de 100 à 0 km/h (en 17m) soit un peu plus de 2g de décélération, 2,9 s pour passer de 200 à 0 km/h (en 65m) soit presque 2g de décélération et passe de 350 à 100 km/h en moins de 4s sur une distance de 75 mètres .

*(d'après des valeurs de télémessures réalisées sur circuit)*

**III Problématique n°3 : A quelle vitesse aurait eu lieu la collision avec l'animal si la voiture avait roulé 10km/h plus vite ?**



1) Déterminer les données nécessaires pour répondre à la problématique.

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

S'approprier		
0	1	2

2) Emettre une hypothèse sur la vitesse d'impact.

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

Analyser		
0	1	2

3) Proposer une méthode qui permette de répondre à la problématique pour n'importe quelle vitesse.

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

Analyser		
0	1	2
0	1	2

4) Déterminer la fonction  $V_0$  qui donne la vitesse en m/s de la voiture en fonction de la vitesse  $V$  de la voiture en km/h.

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

Réaliser		
0	1	2

Démarrer le logiciel Géogebra pour créer une simulation.

5) Créer un curseur nommé  $V$  qui permette de faire varier la vitesse de 0 à 200 km/h par incrément de 1 km/h.

Réaliser TIC		
0	1	2

6) Créer la variable  $V_0$  qui donne la vitesse initiale en m/s à partir de la vitesse  $V$  en km/h du curseur en saisissant dans la ligne de saisie :  $V_0 = V/3,6$ .

Réaliser TIC		
0	1	2

7) Montrer que la durée du freinage jusqu'à l'arrêt est  $t_f = \frac{V_0}{10}$  en résolvant l'équation  $V(t_f)=0$  avec  $V(t) = V_0 - 10 \times t$

.....

Réaliser TIC		
0	1	2

8) Créer la variable  $t_f$  qui donne le temps nécessaire pour l'arrêt complet en saisissant dans la ligne de saisie  $t_f = V_0/10$ .

Réaliser TIC		
0	1	2

9) Tracer la fonction qui simule la vitesse en km/h au cours du temps durant le freinage en tapant dans la ligne de saisie : **Fonction[V-36\*x,0,t\_f]**  
Renommer  $v$  cette fonction et la tracer en bleu.

Réaliser TIC		
0	1	2

10) Tracer la fonction qui simule la distance parcourue en m au cours du temps pendant le freinage en tapant dans la ligne de saisie : **Fonction[V\_0\*x-5x^2,0,t\_f]**  
Renommer  $d$  cette fonction et la tracer en rouge.


Réaliser TIC		
0	1	2

11) Taper  $y=60$  dans la ligne de saisie.

12) Ecrire ce que représente la droite tracée précédemment par rapport à la distance de freinage.

.....

Analyser		
0	1	2

	<b>Appel n°2</b> Présenter les courbes tracées au professeur en expliquant à quoi correspond chacune d'entre elles.	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Communiquer</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> </table>	Communiquer			0	1	2
Communiquer								
0	1	2						

13) Simuler un freinage depuis 130 km/h.

Réaliser TIC		
0	1	2

14) Observer le graphique obtenu et dire si la voiture parvient à s'arrêter avant l'animal.

.....

Analyser		
0	1	2

15) Expliquer pourquoi.

.....

.....

.....

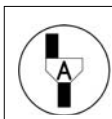
Communiquer		
0	1	2

16) A l'aide des fonctionnalités du logiciel déterminer la vitesse au moment de l'impact et la noter ci-dessous.

.....

.....

Réaliser TIC		
0	1	2
0	1	2



**Appel n°3**

Présenter oralement le résultat au professeur en expliquant la démarche suivie et les fonctionnalités du logiciel utilisées.

Communiquer		
0	1	2

17) Comparer les résultats obtenus à l'aide de la simulation à ceux obtenus par le calcul.

.....

.....

.....

Valider		
0	1	2

18) Simuler un freinage depuis 140 km/h.

Réaliser TIC		
0	1	2

19) Déterminer à quelle vitesse a lieu l'impact.

.....

.....

.....

Réaliser TIC		
0	1	2

20) Valider ou invalider l'hypothèse de départ.

.....

.....

.....

Valider		
0	1	2

21) Proposer une explication.

.....

.....

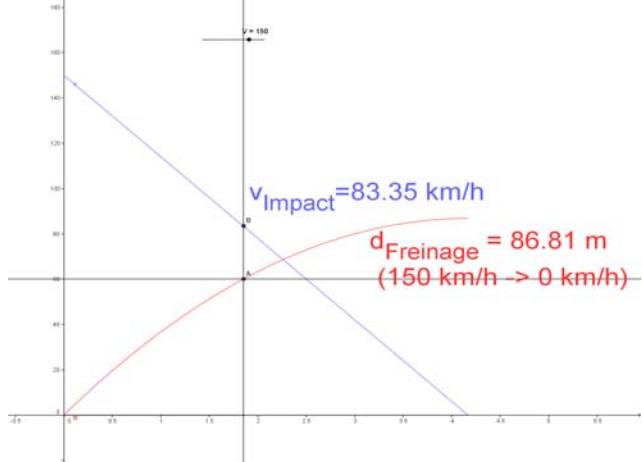
.....

Analyser		
0	1	2
Communiquer		
0	1	2



## Grille chronologique

Appels	Questions	Compétences	Attendus	(a)			
				0	1	2	TIC
<b>Problématique n°1</b>							
	1	S'approprier	$V_0=36\text{m/s}$ $V(t)=d'(t)$ $d(t)=V_0*t-5t^2$ $d_{\text{animal}}=60\text{m}$				
	2	S'approprier	$V(t)=0$ m/s				
		Valider	Une voiture à l'arrêt a une vitesse nulle !				
	3	Analyser	Seule une voiture qui freine très bien peut s'arrêter (911) en moins de 60m				
	4	Analyser	Calculer la dérivée pour déterminer la fonction qui donne la vitesse Calculer le temps pour annuler la vitesse Calculer la distance parcourue pendant ce temps Conclure				
1		Communiquer	Présentation de la situation et de la méthode de résolution				
	5a)	S'approprier	Remplacement de $V_0$ par sa valeur $\Rightarrow d(t)=36t-5t^2$				
	5b)	Réaliser	Calcul de la dérivée de $d(t)$ $V(t)=36-10t$				
	5c)	Réaliser	$t=3,6$ s				
	5d)	Communiquer	Le freinage dure 3,6 s pour passer de 130km/h à 0km/h				
	6	Réaliser	$D(3,6)=64,8\text{m}$				
	7	Valider	64,8m ordre de grandeur cohérent par rapport aux autres véhicules				
	8	Valider	Suivant l'hypothèse proposée...				
	9	Communiquer	La voiture ne s'arrêtera pas avant l'animal. ( $64,8\text{m}>60\text{m}$ )				
<b>Problématique n°2</b>							
	1	Analyser	Déterminer au bout de combien de temps la voiture a parcouru les 60m : $t_f$				
		Analyser	Calculer la vitesse à laquelle la voiture heurte l'animal $V(t_f)$				
	2a)	S'approprier	$V_0t-5t^2=60 \Leftrightarrow -5t^2+36t-60=0$				
	2b)	Réaliser	$\Delta=96$				
		Réaliser	$x_1 = 4,58$ s $x_2 = 2,62$ s				
	2c)	Valider	$t_f=2,62$ s				
	2d)	Communiquer	Le freinage jusqu'à l'arrêt dure 3,6s donc le résultat 4,58s est aberrant.				
	3	Réaliser	$V(3,6)=10\text{m/s}$				
	4	Réaliser	$V=36\text{km/h}$				
	5	Communiquer	La voiture heurte l'animal à 36km/h si le conducteur ne parvient pas à l'éviter.				
<b>Problématique n°3</b>							
	1	S'approprier	$V(t)=36-10t$ , $d(t)=V_0t-5t^2$ , $V_0=140\text{km/h}=38,9\text{m/s}$				
	2	Analyser	L'impact aura lieu plus vite mais à quelle vitesse exactement .... ?				
	3	Analyser	Exécuter une simulation à l'aide de Géogebra par ex.				
		Analyser	Tracer de fonctions et résolution graphique des équations				
	4	Réaliser	$V_0=V/3,6$				
	5	Réaliser TIC	Création du curseur V de 0 à 200 km/h par pas de 1km/h				×
	6	Réaliser TIC	Dans la ligne de saisie $V_0=V/3,6$				×
	7	Réaliser TIC	$V(t_f)=V_0-10t_f=0 \Rightarrow t_f=V_0/10$				×

	8	Réaliser TIC	Dans la ligne de saisie $t_f=V_0/10$					×
	9	Réaliser TIC	Tracé de la fonction $V(t)$					×
	10	Réaliser TIC	Tracé de $d(t)$ et $y=60$					×
	12	Analyser	La droite $y=60$ représente la position de la biche au cours du temps					
2		Communiquer	Signification des représentations graphiques					
	13	Réaliser TIC	Régler le curseur $V_0$ à 130km/h					×
	14	Analyser	$d(t)$ et $y=60$ sécantes => La voiture heurte l'animal à 36,72 km/h					
	15	Communiquer	La voiture ne freine pas assez bien					
	16	Réaliser TIC	Point d'intersection entre $y=60$ et $d(t)$ 					×
		Réaliser TIC	Droite verticale issue du point précédent qui coupe $V(t)$ au point d'abscisse $t_f$					×
3		Communiquer	Explication de la démarche					
	17	Valider	Les résultats sont proches, identiques aux arrondis près.					
	18	Réaliser TIC	Régler $V_0$ à 140 km/h					×
	19	Réaliser TIC	Lecture graphique : $V$ impact = 63,62 km/h					×
	20	Valider	En fonction de l'hypothèse...					
	21	Analyser	La distance et le temps de freinage ne varient pas de façon linéaire avec la vitesse					
		Communiquer	Bonne expression de la proposition précédente.					