

3 ^{ème} Energie et sécurité routière	Résolution De Problème : Dans la peau d'un accidentologue !
---	--

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Objectif	Initier les élèves de collège à la démarche de résolution de problème dans la continuité de la formation scientifique dispensée au lycée.
Déroulement	<u>Durée</u> : 1 heure. Cette activité peut donner lieu à une évaluation chiffrée selon les repères d'évaluation proposés à la suite du document. Mais elle peut également, selon le choix du professeur, être intégrée à la phase de formation.
Compétences évaluées	<ul style="list-style-type: none"> • S'approprier (APP) • Analyser (ANA) • Réaliser (REA) • Valider (VAL) • Communiquer (COM)
Remarques	<p>Les connaissances nouvelles qui n'ont pas été encore étudiées sont apportées par le biais des documents.</p> <p><u>Sources</u> :</p> <p>http://eduscol.education.fr/education-securite-routiere/ http://securite-routiere.gouv.fr/la-securite-routiere/l-observatoire-nationalinterministeriel-de-la-securite-routiere http://www.preventionroutiere.asso.fr/accidentologie_securete_routiere.aspx</p> <p><i>Situation totalement fictive</i></p> <p><u>Mise en œuvre particulière</u> :</p> <p>Cette résolution de problème prend place à la fin de la partie mécanique « Energie et sécurité routière ».</p> <p>Les notions d'énergie cinétique et d'énergie de déformation ont été discutées en classe. Les élèves ont également utilisé la relation : $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ pour calculer l'énergie cinétique d'un objet à partir de sa vitesse et de sa masse. Ils ont étudié, par le biais d'un « livret sécurité routière », les distances de réaction, de freinage et d'arrêt.</p> <p>Le but étant de leur permettre de réinvestir leurs connaissances et savoir-faire au travers d'une activité concrète liée à la sécurité routière.</p> <p>Cette activité s'intègre dans une période de préparation un peu plus intensive à l'épreuve d'ASSR2.</p>
Auteur	Valérie ARNAULT - collège Les Provinces - BLOIS (41)

CONTEXTE

L'accidentologie est l'étude scientifique des accidents, notamment des accidents mettant en jeu des véhicules automobiles, et de leurs conséquences corporelles.

Le rapport d'accidentologie permet d'expliquer l'accident et d'aboutir à une reconstruction cinématique et dynamique.

VOTRE PORTE DOCUMENTS

Doc. 1 : Quelques extraits du rapport d'accidentologie

L'accident a eu lieu le vendredi 7 octobre 2013 vers 17h20 à St Bunet. Il s'agit d'un accident sur voie publique au niveau d'une intersection entre un deux-roues et un véhicule léger. Deux conducteurs sont impliqués. Il n'y a pas de passager. L'itinéraire est peu accidentogène, trois accidents sur les cinq dernières années sur la traversée de l'agglomération. Aucun à cette intersection.

Bilan humain :

Automobiliste indemne

Multiplés fractures pour le motard

Bilan matériel :

Le deux-roues et le véhicule sont accidentés.

Conducteur de la moto

- Age : 36 ans
- Masse : 70 kg
- Pas de consommation de stupéfiants
- Pas de traces d'alcool
- Aucun problème de santé signalé
- Titulaire du permis A
- Rentré de son travail

Moto

- Moto sportive de 1 000 cm³
- Masse : 160 kg
- Bon état général
- Pneumatiques et systèmes de freinage vérifiés lors d'une révision le 28/08/2013



Contexte

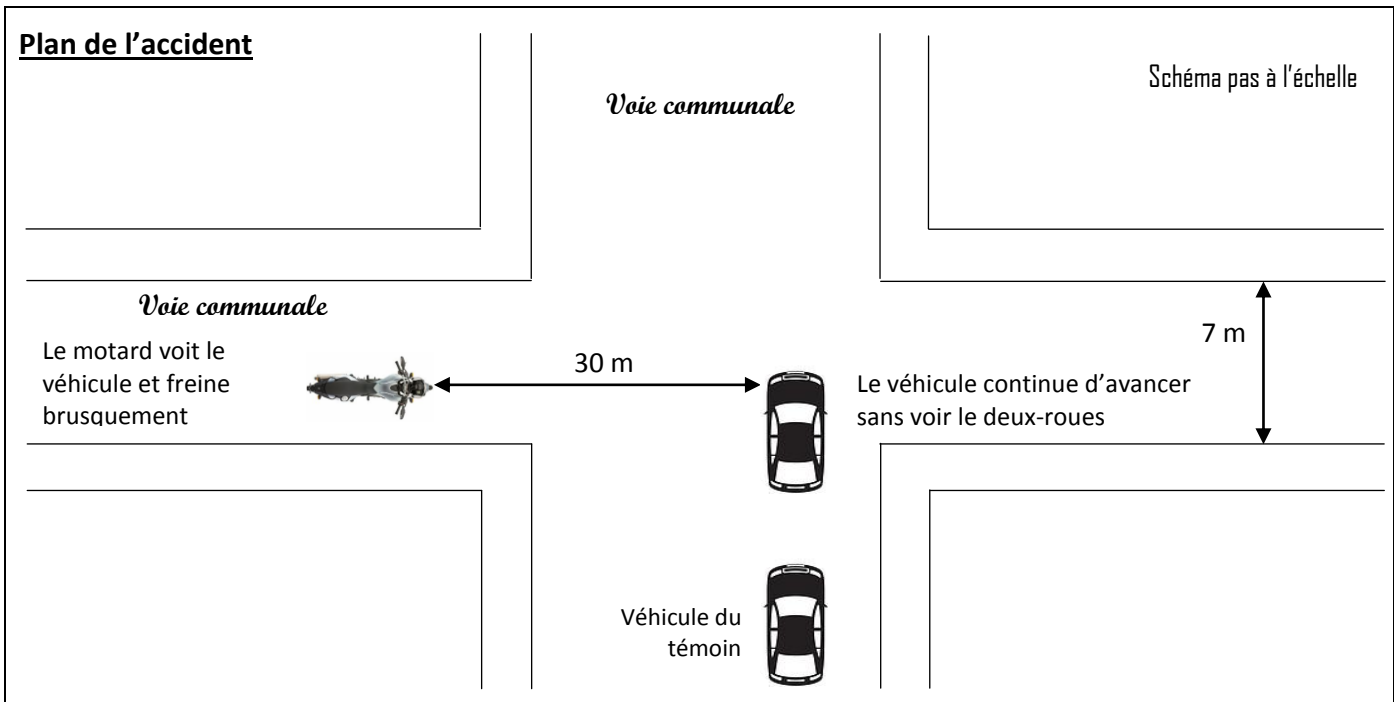
- Circulation fluide
- Plein jour
- Météo clémente
- Chaussée sèche

Infrastructure

- Bonne visibilité, sans obstacle
- Chaussée en macadam de 7 m de large, rectiligne et plate.
Etat de surface normal.
- Intersection régie par des feux tricolores en fonctionnement normal.
Des boutons d'appel piéton sur la route peuvent faire varier la durée des feux.
- Intersection en forme de « croix » composée de deux routes communales sur lesquelles la vitesse est limitée à 50 km/h

Le deux-roues a une trajectoire rectiligne avec une vitesse uniformément accélérée.

Les relevés sur le terrain et l'analyse cinétique ont permis d'estimer l'énergie de déformation dissipée lors du choc à 32 000 joules.



Doc. 2 : Relation liant la distance de freinage et la vitesse

La valeur théorique de la distance de freinage d'un véhicule s'obtient à partir de la relation :

$$d_F = \frac{v^2}{2 \times g \times f}$$

v est la vitesse du véhicule en mètre par seconde (m/s)
g est l'intensité de la pesanteur en newton par kilogramme (N/kg)
f est le coefficient de frottement ou d'adhérence

Doc. 3 : Coefficient d'adhérence

Le coefficient d'adhérence ou coefficient de frottement longitudinal a une influence directe sur les distances de freinage. Il dépend de la nature et de l'état du revêtement.

Valeurs approximatives de quelques coefficients d'adhérence :

Revêtement	Macadam sec	Macadam mouillé	Goudron sec	Verglas
Coefficient d'adhérence	0,6	0,4	0,9	0,1

Doc. 4 : Energie de déformation

Lors d'un choc avec un autre véhicule ou un mur, la vitesse s'annule. Toute l'énergie cinétique accumulée va servir à déformer le véhicule et les passagers. Donc plus la vitesse est grande, plus l'énergie cinétique est grande, et plus le choc sera grand. L'énergie cinétique se transforme en énergie de déformation.

RESOLUTION DE PROBLEME

Pour résoudre ce problème, vous réinvestirez les notions de sécurité routière travaillées en classe et répondrez à des questions concrètes que l'on se pose lors de l'analyse d'un accident de la route.

Question Préalables :

- 1- Quelles sont les deux phases nécessaires pour qu'un conducteur s'immobilise ?
- 2- D'après les documents, quelle information permet d'affirmer que l'état de la route est un élément indispensable à toute étude d'accident de la route ?

Problème : A partir des documents et de vos connaissances, répondre à la question suivante :

**Le motard aurait-il pu éviter le véhicule s'il avait respecté les limitations de vitesse ?
Sa vitesse était-elle excessive au moment du choc ?**

Données : prendre $g = 10 \text{ N/kg}$ sur Terre

Remarque :

L'analyse des données, la démarche suivie et l'analyse critique du résultat doivent être correctement présentées.

REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

Correction possible :

Questions préalables :

1) Pour qu'un automobiliste s'immobilise, il lui faut réagir et agir.

2) Le coefficient d'adhérence ou coefficient de frottement longitudinal a une influence directe sur les distances de freinage. Il dépend de la nature et de l'état du revêtement (document 3).

Problème : A l'aide des documents 1, 2 et 3 :

Calcul des distances de réaction et de freinage en prenant $v = 50 \text{ km/h}$, $f = 0,6$ et $g = 10 \text{ N/kg}$ et $t_R = 1 \text{ s}$.

Valeurs approchées au dixième près par excès : distance de réaction $d_R = 13,9 \text{ m}$, distance de freinage $d_f = 16,1 \text{ m}$ et distance d'arrêt $d_A = 30 \text{ m}$. La moto aurait donc pu éviter de justesse le véhicule situé à 30 m (cf plan).

A l'aide des documents 1 et 4 :

Calcul de la vitesse du motard au moment du choc à partir de la relation $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$.

Valeur approchée par défaut de la vitesse au moment du choc : 60 km/h . (Sachant qu'une partie de l'énergie cinétique est déjà dissipée en énergie thermique lors du freinage, il devait rouler plus vite !)

Le motard était en excès de vitesse mais pas de façon "excessive" !

Barème :

Compétences évaluées	Critère de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
S'approprier (APP) Extraire des informations.	<ul style="list-style-type: none"> - L'élève extrait des informations à partir d'un ensemble de documents (4 documents fournis ainsi que son cours). Il est capable de sélectionner les informations utiles parmi d'autres. Expression de d_R à partir de son cours. Relation mathématique donnant d_f, conditions météorologiques, nature du revêtement et limitation de vitesse à partir des documents n°1, n°2 et n°3. - L'élève est capable de traduire une information codée. Il sait extraire l'information d'un schéma : à partir du plan du document n°1, il connaît la distance séparant le motard du véhicule. - Expression de E_c à partir de son cours. Valeurs des masses et de l'énergie cinétique à partir du document n°1. 				
Analyser (ANA) Établir les étapes de résolution Interpréter des résultats. Argumenter sa réponse	<p>Le problème étant identifié, l'élève met en œuvre une démarche de résolution de problème.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Détermination de la distance de réaction à partir de la relation : $d_R = v \times t_R$ - Détermination de la distance de freinage à partir de la relation : $d_f = (v^2 / 2 \times g \times f)$. Prendre en compte les conditions météorologiques ainsi que nature du revêtement pour choisir le coefficient d'adhérence. Utiliser la limitation de vitesse à mettre en m/s. Détermination de la vitesse du motard au moment du choc à partir de la relation $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$. Prendre la masse totale (motard + moto). Faire le lien entre l'énergie cinétique et l'énergie de déformation. 				
Réaliser (REA) Réaliser des calculs littéraux ou numériques.	<ul style="list-style-type: none"> - L'élève utilise une expression littérale pour effectuer un calcul. - L'élève convertit des m/s en km/h et inversement. - L'élève utilise correctement sa calculatrice pour effectuer un calcul (utilisation des touches « x^2 » et « \sqrt{x} »). 				
Valider (VAL) Avoir un regard critique sur les résultats obtenus	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir conscience que le motard devait rouler plus vite étant donné qu'une partie de l'énergie cinétique est déjà dissipée en énergie thermique lors du freinage. - Estimer la vitesse du motard au moment du choc en km/h pour vérifier la cohérence du résultat obtenu. 				
Communiquer (COM) Organiser sa réponse	<ul style="list-style-type: none"> - L'élève explique sa démarche en utilisant le vocabulaire scientifique. - Il donne les expressions littérales des relations qu'il utilise. - Ses résultats sont présentés sous forme d'une phrase réponse complète avec une unité. 				

Niveau A : les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi)totalité

Niveau B : les indicateurs choisis apparaissent partiellement

Niveau C : les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante

Niveau D : les indicateurs choisis ne sont pas présents

Notation :

Pas de notation envisagée sur ce travail.

Si l'on souhaite évaluer de façon chiffrée cette activité, il est possible de télécharger un tableau de conversion d'un bilan de compétences, disponible sur le site académique, à l'adresse suivante http://physique.ac-orleans-tours.fr/approche_par_compétences/ (en bas de page).

Ce tableau complété pourrait être rempli comme l'indique la copie d'écran ci-dessous. Selon l'analyse du professeur, les coefficients de pondération des compétences sont modifiables.

Evaluation d'une activité évaluée par compétences notée sur : 20 points										
		Nom								
		Prénom								
compétence	Coefficient	Niveau validé				Notes par domaines		Niveau	Note	
		A	B	C	D					
APP	3		x			2		A	3	
ANA	2	x				3		B	2	
REA	2		x			2		C	1	
VAL	1			x		1		D	0	
COM	2		x			2				
C6						0				
Somme coeff.	10					Commentaire				
Note max	30									
Note brute				21						
Note sur	20			14,00						
Note sur	20			14,00						
Note arrondie au point				14,0						
Note arrondie au 1/2 point				14,0						

Dans cette activité, la part de saisie d'informations est dense et correspond à une part non négligeable du travail, pour mener à bien le raisonnement et réaliser les calculs. On envisage donc de pondérer les compétences APP d'un coefficient 3, ANA, REA et COM d'un coefficient 2. La compétence VAL a un coefficient 1.

Bilan :

Cette activité a été proposée à 58 élèves de 3^{ème}. Ils sont entrés assez rapidement dans la démarche de résolution de problème avec une grande motivation. Des aides ont été apportées à certains élèves essentiellement sur l'item « Réaliser ».

Pas de problème particulier pour les réponses aux questions préalables.

Pour la détermination des distances de réaction et de freinage :

Pour la distance de réaction :

Seul problème rencontré : conversion des km/h en m/s.

Pour la distance de freinage :

- Les élèves utilisent la relation $d_f = (v^2 / 2 \times g \times f)$. 1 élève a mal interprété le plan du document n°1 et a choisi 30 m comme distance de freinage.
- Seuls 3 élèves ne tiennent pas compte du contexte (météo clémente) et prennent 0,4 comme coefficient d'adhérence (Macadam mouillé) à la place de 0,6 (Macadam sec).
- Comme pour la distance de réaction, problème de la conversion des km/h en m/s.
- Le calcul avec la calculatrice ne pose pas de problème particulier.

Pour la détermination de la vitesse du motard au moment du choc :

En ce qui concerne le calcul de v à partir de la relation $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$:

- Certains élèves (les plus en difficulté en mathématiques) ont procédé par tâtonnements (essais/erreurs) pour parvenir à estimer la vitesse à 60 km/h.
- D'autres ont écrit $32\,000 = 0,5 \times 230 \times v^2$ pour pouvoir obtenir la valeur de v.
- Les plus experts en mathématiques (10 %) ont exprimé littéralement v en fonction de E_c et m.
- L'utilisation de la touche « racine carrée » pose problème à quelques élèves.

En ce qui concerne la cohérence du résultat obtenu :

- 2/3 des élèves ont pensé à convertir la vitesse obtenue en m/s en km/h pour donner du sens à leur résultat.

- 1/3 des élèves ont obtenu 16,7 sur la calculatrice et ont écrit 16,7 km/h et non m/s. La moitié d'entre eux ont affirmé s'être trompés dans leurs calculs. Les autres n'ont pas été surpris par l'incohérence du résultat obtenu.
Pendant l'activité, aucun d'élève n'a fait la remarque que la vitesse devait être supérieure à 60 km/h puisque qu'une partie de l'énergie cinétique est déjà dissipée en énergie thermique lors du freinage. Cette remarque sera formulée ultérieurement pendant la phase de correction.

Remarque : Tout au long de l'activité, du vocabulaire est explicité : accidentogène, agglomération, météo clémente, quantifier

Pour conclure, il paraît essentiel de différencier cette activité pour aider certains élèves à construire les étapes de résolution sans les leur donner bien évidemment.

Cette activité permet à l'élève de réfléchir à la pertinence de sa démarche et de l'adapter si nécessaire.

La discussion avec l'élève sur le regard critique qu'il doit porter face à ses résultats est fondamentale.

Le thème choisi (sécurité routière) est un thème concret pour les élèves qui leur permet de donner du sens à leur travail.