

Annexe E.1 : Analyse d'un accident

Cher spécialiste en physique,

J'ai besoin de votre expertise concernant un accident de la route qui me pose problème. En effet, il y a eu une collision frontale entre deux véhicules sur la route 55, qui est généralement dégagée, entre St-Grégoire et St-Célestin. Il n'y avait pas de glace sur la chaussée à notre arrivée vers 9 h 00. De plus, il n'y aurait probablement pas eu d'autres automobiles impliquées dans l'accident.

Les deux conducteurs sont décédés sur le coup alors que le passager a survécu avec de multiples fractures. Il souffre d'amnésie; il ne peut donc pas nous aider. D'après les autopsies, les conducteurs sont décédés à 7 h 50, juste au moment où le soleil se lève. La collision a laissé des traces de freinage de 48 mètres pour le premier véhicule impliqué et de 73 mètres pour le second.

D'après l'état des véhicules, on peut déduire que la vitesse relative des voitures, juste avant l'impact, était d'environ 140 km/h. Comme les deux voitures sont à peu près de même masse et qu'elles se sont arrêtées au point d'impact, on peut conclure qu'elles roulaient sensiblement à la même vitesse, juste avant l'impact, c'est-à-dire à 70 km/h. D'après les résultats des tests de collision que les fabricants ont bien voulu nous fournir, le temps de l'impact est estimé à 0,01 s. On ne connaît pas la vitesse avant le début du freinage.

La vitesse maximale permise pour cette zone de la route est fixée à 100 km/h. Selon des études menées par la Société d'assurance automobile du Québec, le temps de réaction est de 1,5 s. Compte tenu de la qualité et de l'usure des pneus, et grâce aux renseignements fournis par les compagnies de pneus, l'accélération maximale de freinage est, sur une route sèche, de 4 m/s^2 pour le premier véhicule et de $3,8 \text{ m/s}^2$ pour le second. Les deux automobiles étaient au centre de la route, face à face, en direction nord-sud.

Je vous demande de me fournir une preuve confirmant l'excès de vitesse, relativement à la vitesse maximale permise, du véhicule fautif ou des deux s'il y a lieu. De plus, j'aimerais comprendre les causes possibles de l'accident et l'explication de la mort des deux conducteurs.

Robert Ledoux
Policier inspecteur
Sûreté du Québec

Procédure :

- Détermination d'un président qui dirige les discussions;
- Détermination d'une secrétaire — la seule personne qui prend des notes;
- Lecture personnelle de la lettre.
- Lecture à voix haute, phrase par phrase, afin de prélever les éléments importants du texte ainsi que les termes à éclaircir.
- Élaboration de stratégies et d'hypothèses; recherche des données et des résultats qu'on peut en tirer :
 - Répartition du travail;
 - Application des stratégies et vérification des hypothèses (calculs à l'appui);
 - Calculs des résultats;
 - Analyse critique des résultats;
- Rédaction de la solution (un rapport par équipe).

Référence :

Benson, Harris (1999). *Physique 1 : Mécanique*, Montréal, ERPI, chapitre 3 et sujet connexe : « Les effets physiologiques de l'accélération ».

Annexe P.1 : Solution proposée

Causes possibles de l'accident :

Fatigue, distraction, l'alcool au volant, etc. S'il y avait eu de la glace, les traces de freinage auraient probablement disparu avec la glace. On peut donc difficilement se prononcer à ce sujet.

Vitesse du véhicule 1 :

distance de freinage = 48 m

vitesse à l'impact = 70 km/h

$a = -4 \text{ m/s}^2$

vitesse de départ = ?

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

$$((70 \text{ km/h}) \times (1000 \text{ m/1 km}) \times (1 \text{ h/3600 s}))^2 = v_o^2 + 2 \times (-4 \text{ m/s}^2) \times 48 \text{ m}$$

$$v_o^2 = 762 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v_o = 27,6 \text{ m/s}$$

$$v_o = 27,6 \text{ m/s} \times (1 \text{ km/1000 m}) \times (3600 \text{ s/1 h}) = 99,4 \text{ km/h}$$

Vitesse du véhicule 2 :

distance de freinage = 73 m

vitesse à l'impact = 70 km/h

$a = -3,8 \text{ m/s}^2$

vitesse de départ = ?

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

$$((70 \text{ km/h}) \times (1000 \text{ m/1 km}) \times (1 \text{ h/3600 s}))^2 = v_o^2 + 2 \times (-3,8 \text{ m/s}^2) \times 73 \text{ m}$$

$$378 = v_o^2 - 554,8$$

$$v_o^2 = 932,8 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v_o = 30,54 \text{ m/s}$$

$$v_o = 30,54 \text{ m/s} \times (1 \text{ km/1000 m}) \times (3600 \text{ s/1h}) = 110 \text{ km/h}$$

Si l'on prend en compte uniquement la vitesse comme facteur déterminant de l'accident, tout porte à croire que le véhicule 2 serait responsable de l'accident. Malheureusement, la réalité étant souvent beaucoup plus complexe, d'autres facteurs peuvent avoir eu un impact. Par exemple, la chaussée aurait pu être davantage mouillée du côté du véhicule 2 réduisant son efficacité de freinage.

Il est également possible que le véhicule 1 roulait plus vite que le véhicule 2 mais aurait freiné beaucoup plus tard que l'autre... Par conséquent, il serait intéressant de calculer le temps de freinage pour savoir qui a réagi le premier en admettant que les véhicules soient restés tous les deux au point d'impact et que les modules de leurs vitesses étaient les mêmes juste avant l'impact.

Calcul de la masse reçue par les conducteurs lors de l'impact :

$v_o = 70 \text{ km/h}$
temps = 0,01 s
 $v \text{ finale} = 0 \text{ m/s}$

$v = v_o + at$
 $0 \text{ m/s} = (70 \text{ km/h}) \times (1 \text{ h}/3600 \text{ s}) \times (1000 \text{ m/km}) + a \times 0,01 \text{ s}$
 $a = -1944 \text{ m/s}^2$

$m = (1944 \text{ m/s}^2)/(9,8 \text{ m/s}^2) = 198 \text{ g} = \text{environ } 200 \text{ g}$

Selon Benson, on sait que le corps humain ne peut pas supporter une masse supérieure à 150 g pendant 0,01 s. L'accélération lors de l'impact explique la mort des deux conducteurs.