

CORRECTION Exercice de préparation aux tests de candidature N° 4

On considère une voiture dont la **masse totale est égale à 780 Kg**.

Les largeurs de **voie avant et arrière** sont de 1600 mm (A-B ou C-D).

L'**empattement** est de 2100 mm (A-D ou B-C)

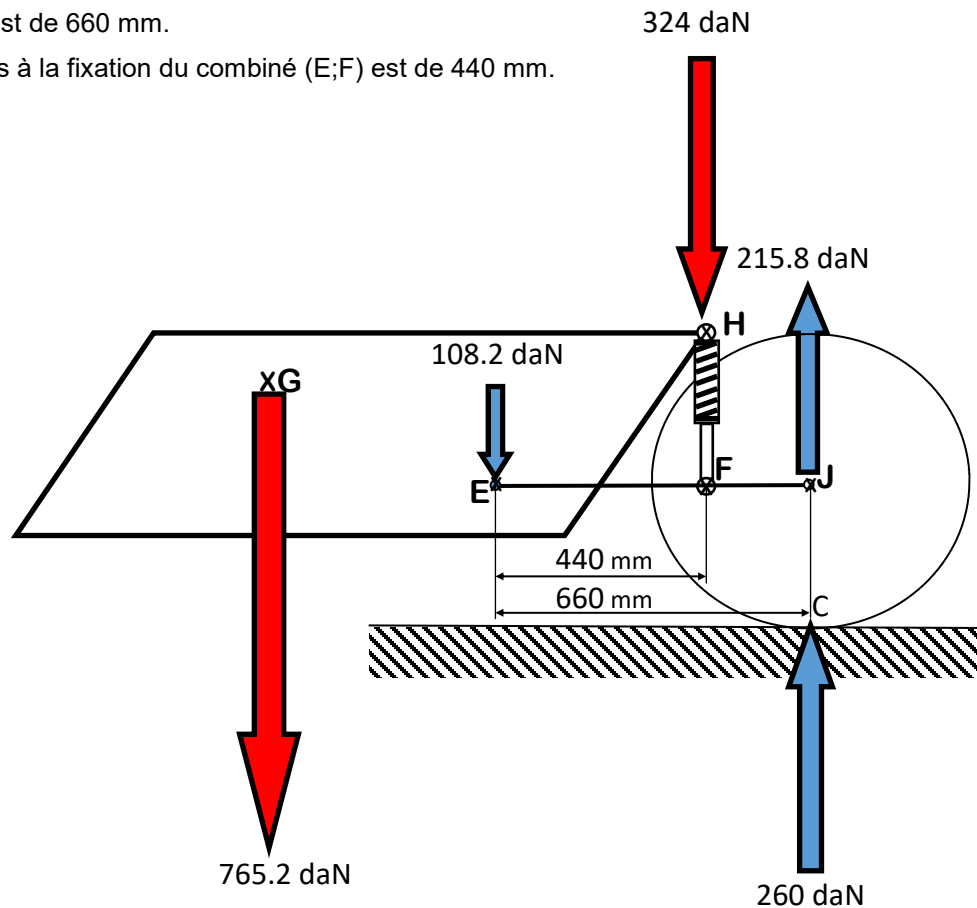
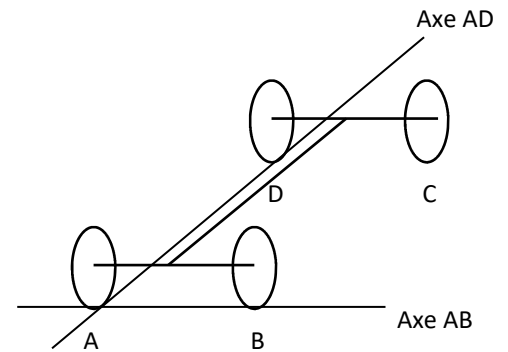
On place le véhicule sur quatre balances et l'on relève :

- En A : 125 kg - En B : 145 kg
- En D : 245 kg - En C : 265 kg

L'essieux arrière (DC) est suspendu par l'intermédiaire de bras tirés et de combinés ressort-amortisseur fixés perpendiculairement entre le bras et le châssis.

La longueur du bras (E;J) est de 660 mm.

La distance de l'axe du bras à la fixation du combiné (E;F) est de 440 mm.



1 / 4 pts - Calculez la force appliquée sur le point de fixation (H) du combiné au châssis au moment de la pesée ci-dessus pour le demi essieu arrière gauche (C) sachant que la masse non suspendue relevée est de 45 kg.

Le rapport de « bras de levier » est ici de $660/440 = 1.5$

Comme la question concerne une force, nous utiliserons le Newton (N) ou le déca Newton (daN) comme unité.

Pour calculer la force de réaction au poids du véhicule agissant sur l'axe de roue (J), il faut extraire le poids « non-suspendu » ($260 - 44 = 216$ daN env.)

La force appliquée au point F de fixation du bras, sur la tête inférieure du combiné de suspension est transmise au point H sur le châssis, par le combiné. Cette force est égale à la force de réaction au poids multipliée par le rapport de bras de levier soit : $216 \times 1.5 = 324$ daN

A noter qu'un moment de bascule agit sur le point E de fixation du bras au châssis autour du point F.

En simplifiant le raisonnement et en partant des résultats lus sur les balances, nous aurions aussi pu poser la résolution comme suit : $F_H = (265 - 45) \times 660/440 = 220 \times 1.5 = 330$ kg soit $330 \times 9.81 = 3237.3$ N ou 323.7 daN.

RAPPORT ET BRAS DE LEVIER

Le **résultat d'un rapport** est soit supérieur ou égal à 1, soit inférieur ou égal à 1, suivant le positionnement du diviseur et du dividende . . .

Pour savoir comment poser le rapport (la division !) dans le cas d'un bras de levier voici deux exemples inspirés du problème précédent :

- 1) **Quand la force est « démultipliée »** : La distance « point d'appui au point d'application de la force initiale » est supérieure à la distance « point d'appui au point d'application de la force résultante ».

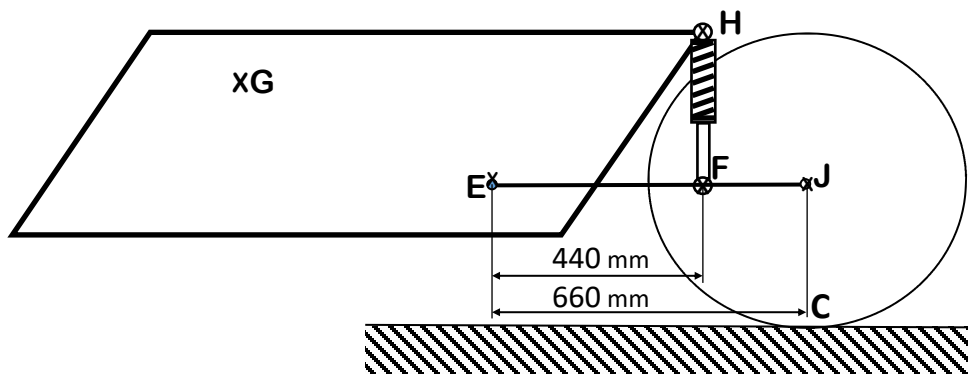
Dans notre exemple précédent et rappelé ci-dessous :

- Le point d'appui est le point E de l'axe de fixation du bras sur le châssis.
- Le point d'application de la force initiale est le point J de fixation de l'axe de la roue.
- Le point d'application de la force résultante est le point F de fixation du combiné sur le bras.

La distance « point d'appui au point d'application de la force initiale » = 660 mm

La distance « point d'appui au point d'application de la force résultante » = 440 mm

Le rapport de « bras de levier » est posé comme suit : $660/440 = 1.5$



Cette configuration est très largement employée dans la construction automobile et moto

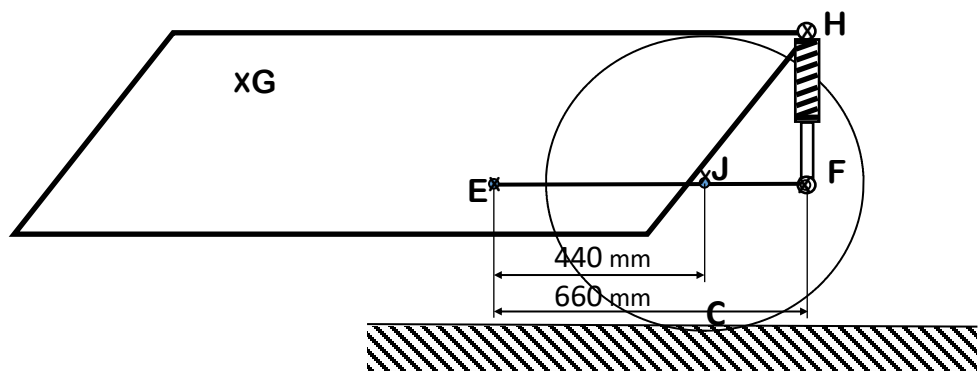
- 2) **Quand la force est « réduite »** : La distance « point d'appui au point d'application de la force initiale » est inférieure à la distance « point d'appui au point d'application de la force résultante ».

Dans l'exemple ci-dessous :

La distance « point d'appui au point d'application de la force initiale » = 440 mm

La distance « point d'appui au point d'application de la force résultante » = 660 mm

Le rapport de « bras de levier » est posé comme suit : $440/660 = 0.667$



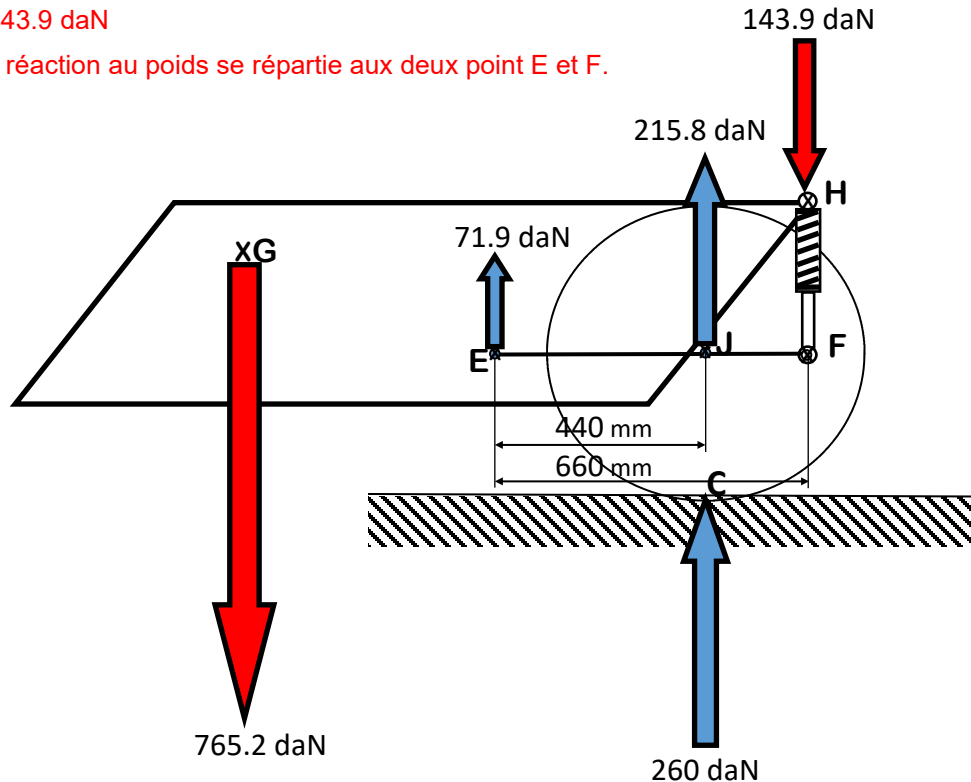
Cette configuration est parfois employée dans la construction automobile (certaines Renault) et scooter.

Dans la seconde configuration, la force appliquée au point F de fixation du bras, sur la tête inférieure du combiné de suspension est transmise au point H sur le châssis, par le combiné.

Cette force est là aussi égale à la force de réaction au poids multipliée par le rapport de levier soit :

$$216 \times 0.666 = 143.9 \text{ daN}$$

A noter que la réaction au poids se répartie aux deux point E et F.



2 / 2 pts - Calculez le débattement du combiné (tige de l'amortisseur) pour un débattement vertical de la roue C de 100 mm .En considérant par approximation que le rapport de déplacement est constant.

$100 / 1.5 = 66.7 \text{ mm}$ On constate une réduction du débattement due au rapport.

Un rapport > 1 démultiplie l'intensité de la force mais réduit proportionnellement l'amplitude du mouvement.

Si l'on applique le rapport inverse, utilisé dans l'exemple N°2, le débattement du combiné sera :

$100 / 0.667 = 150 \text{ mm}$ On constate une augmentation du débattement due au rapport.

Un rapport < 1 démultiplie l'amplitude du mouvement mais réduit proportionnellement l'intensité de la force.

Bien évidemment vous avez tous ressenti physiquement l'incidence d'une variation de rapport dans le changement de vitesse de votre bicyclette . . . Et de votre bolide, qu'il soit automobile ou moto.

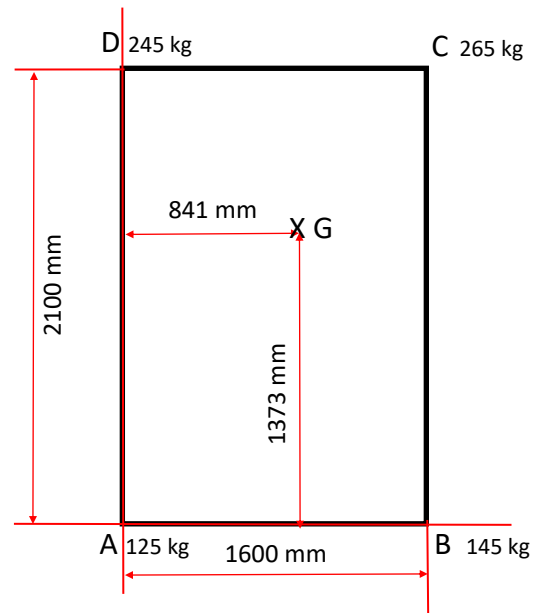
3 / 4 pts - Calculer la **position du centre de gravité (G)** du véhicule par rapport à la voie et à l'empattement, vous prendrez comme **références la distance de G, par rapport aux axes AB et AD.**

Tout d'abord on note que la masse de 780 kg se répartie :

- Sur l'avant (AB) de 270 kg et sur l'arrière (CD) de 510 kg.
- Sur le côté droit (AD) de 370 kg et côté gauche de 410 kg.

En utilisant la méthode du « Barycentre » on obtient le résultat en prenant en compte les masses du coté de l'axe de référence :

- $G/AB = 2100 - (2100 \times 270/780) = 1373 \text{ mm}$
- $G/AD = 1600 - (1600 \times 370/780) = 841 \text{ mm}$



4 / 4 pts - Deux forces « d'action » et deux forces de « réaction » agissent sur ce pendule de 0.1 kg accroché à un point A au plafond de l'habitacle d'un véhicule prenant un virage à droite à vitesse constante. Dans ce cas, la prise du virage procure une accélération latérale de 1 g dirigée vers la droite, au véhicule.

Observateur, vous êtes assis derrière le pendule (le pendule est donc devant vous dans le sens d'avancement du véhicule).

A - Représentez distinctement sur le dessin les **forces d'action en bleu** et les **forces de réaction en rouge** en respectant la proportionnalité de leurs intensités ainsi que leurs directions

B - Représentez les résultantes de ces forces. Que constatez vous quant à la direction de ces résultantes ?

C - Calculez la valeur de la force agissant sur le fil du pendule.

Elles ont la direction du fil tendu car le fil soumis à l'action des résultantes assure le lien entre le pendule et le véhicule. Quand deux objets (objet A et objet B) interagissent l'un sur l'autre par l'intermédiaire d'un fil (corde, câble, chaîne, . . .) la direction que prend le brin tendu est toujours représentative de la direction des résultantes des forces agissant sur l'ensemble des objets (A + fil + B).

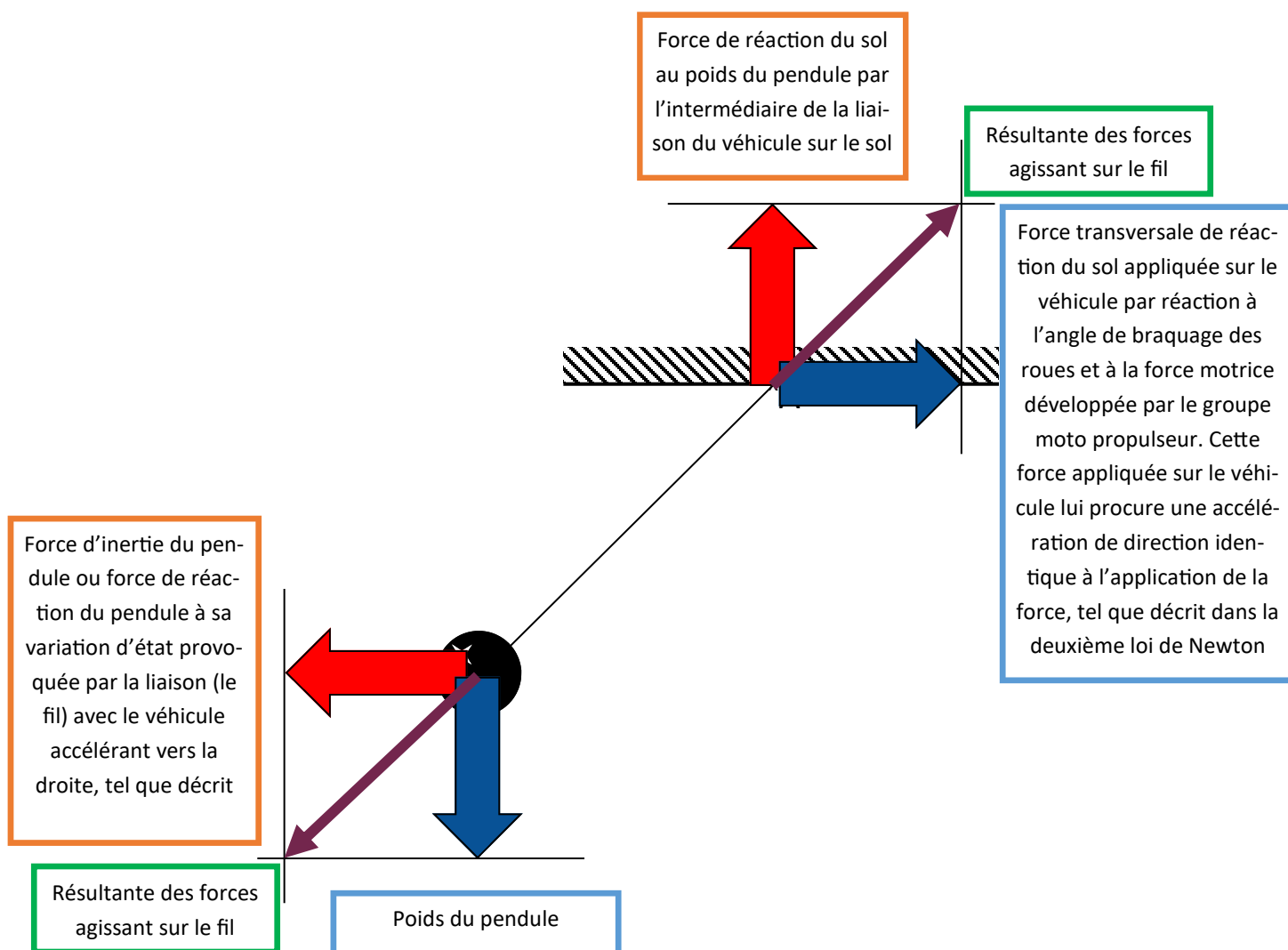
C - Calculez la valeur de la force agissant sur le fil du pendule

La force qui agit sur le fil résulte du poids et de l'inertie du pendule.

1 - Poids = masse $\times g$ (coef. Gravitationnel) = $0.1 \times 9.81 = 0.98\text{ N}$ soit 1 N env.

2 - Force d'inertie = masse $\times g$ (dans ce cas : g = accélération gravitationnelle) = $0.1 \times 9.81 = 0.98\text{ N}$ soit 1 N env.

3 - Force résultante = $\sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2} = 1.41\text{ N}$ env. (Merci Monsieur Pythagore . . .)



5 / 4 pts - Une voiture de compétition de type « Prototype LMP3 » effectue des essais sur circuit et « subit » 2.2 g en courbe. Quel est à ce moment-là, la valeur de la contrainte globale (valeur de la résultante des forces), que fait subir le corps du pilote sur l'ensemble du véhicule sachant que la masse du pilote relevé sur une balance avant l'essai était de 72 kg.

Le corps du pilote fait subir aux montants de son siège (et donc au véhicule), son poids $P = 72 \times 9.81 = 706 \text{ N}$

Et la force d'inertie due à l'accélération de 2.2 g générée par la force « centripète » soit : $F_i = 72 \times 2,2 \times 9.81 = 1554 \text{ N}$

Et donc comme P est de sens vertical et F_i de sens horizontale, une force résultante F_R agira sur le véhicule telle que :

$$F_R = \sqrt{(P^2 + F_i^2)} = 1706.8 \text{ N (utilisation du théorème de Pythagore)}$$

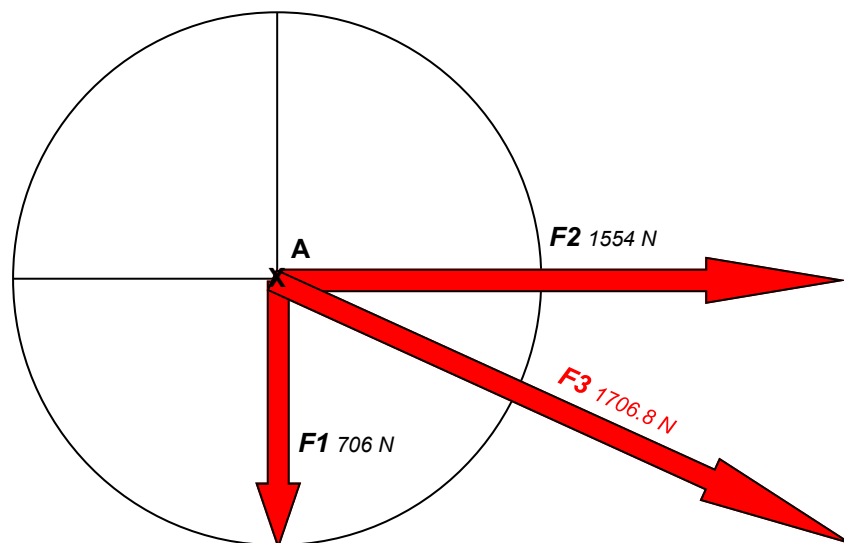
6 / 2 pts - Deux forces, $F_1 = 706 \text{ N}$ de direction verticale et $F_2 = 1554 \text{ N}$ de direction horizontale, s'appliquent sur le point A d'un objet quelconque.

Calculez la valeur de la force résultante F_3 appliquée sur ce point A et vous porterez précisément la direction et l'intensité de F_3 sur un schéma.

Là, c'était juste pour voir si vous aviez compris la question précédente et pour voir si vous étiez capable de faire le rapprochement.

Mais, le poids est « tellement naturel » et inscrit dans notre condition de terrien, que beaucoup de personnes oublient que c'est bien, une force. Qu'il faut intégrer aux calculs en Dynamique automobile et moto. . .

Attention à ne pas mépriser le poids !



BILAN

Ces exercices sont simples (quoique . . .). Pour les résoudre nous avons fait appel aux fondamentaux de la physique et de la mécanique statique et dynamique.

Les outils de résolution sont restés abordables à tous, puisque vous pouviez même utiliser la méthode graphique pour la résolution des exercices 4, 5 et 6.

Nous n'avons pas volontairement utilisé la méthode des « torseurs » et autres « équilibre des moments » normalement utilisée au niveau Bac et Bac +2. L'objectif étant de démontrer que vous pouviez résoudre ces problèmes avec de la logique et des outils simples.

Mais chaque chose en son temps viendra . . .

Pour estimer votre niveau par rapport à nos critères de sélection nous avons noté pour chaque questions les points à obtenir pour une réponse conforme à la notre. Sachez que vous devez atteindre au minimum une note de 14/20 pour les candidats techniciens et 18/20 pour les candidats ingénieurs.

Dans la compétition automobile et moto, il va falloir vous habituer à ce que « la barre soit toujours haute » . . .

Un vrai « compétiteur » ne renonce jamais ! Si échec, il se relève et travaille jusqu'à atteindre l'objectif.

Si vous en êtes, ne renoncez pas !

Et puisqu'on ne vit qu'une fois, autant vivre sa passion (et de sa passion) . . .