Session 2008

Corrigé

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

MAINTENANCE de VEHICULES AUTOMOBILES

***Options* : Voitures Particulières, Véhicules Industriels, Bateaux de Plaisance, Motocycles**

Domaine E1 – Epreuve Scientifique et Technique

MATHEMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures — Coefficient : 2

La calculatrice est autorisée.

Les documents à rendre avec la copie seront agrafés en bas

de la copie par le surveillant sans indication d'identité du candidat.

Le sujet comporte 8 pages dont :

FORMULAIRE BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Maintenance - Productique

Fonction f	Dérivée f'
$f(x)$	$f'(x)$
$ax + b$	a
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$
$u(x) + v(x)$	$u'(x) + v'(x)$
$a\,u(x)$	$a\,u'(x)$

Logarithme népérien : ln

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$ $\qquad$ $\ln(a^n) = n \ln a$

$\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln a - \ln b$

Equation du second degré $ax^2 + bx + c = 0$

$\Delta = b^2 - 4ac$

- Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles :

$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$ et $x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$

- Si $\Delta = 0$, une solution réelle double :

$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$

- Si $\Delta < 0$, aucune solution réelle

Si $\Delta \geq 0$, $ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Somme des k premiers termes :

$u_1 + u_2 + ... + u_k = \frac{k(u_1 + u_k)}{2}$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1 . q^{n-1}$

Somme des k premiers termes :

$u_1 + u_2 + ... + u_k = u_1 \frac{1 - q^k}{1 - q}$

Trigonométrie

$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$

$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$

$\cos 2a = 2\cos^2 a - 1$

$ = 1 - 2\sin^2 a$

$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$

Statistiques

Effectif total $N = \sum_{i=1}^{p} n_i$

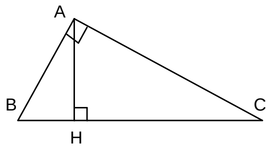
Moyenne $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i}{N}$

Variance $V = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i (x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2$

Ecart type $\sigma = \sqrt{V}$

Relations métriques dans le triangle rectangle

$AB^2 + AC^2 = BC^2$



$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC}$; $\cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC}$; $\tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$

Résolution de triangle

$\frac{a}{\sin \widehat{A}} = \frac{b}{\sin \widehat{B}} = \frac{c}{\sin \widehat{C}} = 2R$

R : rayon du cercle circonscrit

$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \widehat{A}$

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} bc \sin \hat{A}$

Trapèze : $\frac{1}{2}(B + b)h$

Disque : πR^2

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base B et de hauteur h : Volume Bh

Sphère de rayon R :

Aire : $4\pi R^2$ $\qquad$ Volume : $\frac{4}{3}\pi R^3$

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume $\frac{1}{3} Bh$

Calcul vectoriel dans le plan - dans l'espace

Plan	Espace
$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy'$	$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy' + zz'$
$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2 + y^2}$	$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

Si $\vec{v} \neq \vec{0}$ et $\vec{v}' \neq \vec{0}$:

$\vec{v}.\vec{v}' = \lVert\vec{v}\rVert \times \lVert\vec{v}'\rVert \cos(\vec{v}, \vec{v}')$

$\vec{v}.\vec{v}' = 0$ si et seulement si $\vec{v} \perp \vec{v}'$

MATHEMATIQUES (15 points)

Exercice N°1 Décélération d'une automobile (9 points)

Un automobiliste, roulant à la vitesse de v_0 = 72 km/h, aperçoit un panneau de signalisation indiquant un « cédez le passage » dans 150 m. Il lève le pied et utilise ainsi le frein moteur pour ralentir. On souhaite savoir à quelle vitesse il arrivera à l'intersection (sans freiner) et si l'utilisation du frein moteur uniquement permettrait d'arrêter le véhicule pour céder la priorité.

Les équations horaires du mouvement du véhicule sont données par les relations :

Corrigé

$$(E_1)\quad x = -\frac{1}{2}at^2 + v_0 t \qquad \text{et} \qquad (E_2)\quad v = -at + v_0$$

où : • x est la distance parcourue, exprimée en mètre, à partir du moment où l'automobiliste a levé le pied,

• a est la décélération du véhicule, exprimée en m/s²,

• v_0 est la vitesse initiale du véhicule, exprimée en m/s,

• v est la vitesse du véhicule au bout de t secondes, exprimée en m/s (avec $v \geq 0$).

1. Etude de fonction

1.1. Convertir v_0 en m/s.

$v_0 = \frac{72}{3{,}6} \Rightarrow$ **v_0 = 20 m/s**

1.2. On donne a = 1,2 m/s². Montrer que les équations horaires du mouvement sont :

(E_1) $x = -0{,}6t^2 + 20t$ et (E_2) $v = -1{,}2t + 20$

Dans la suite de l'exercice, pour répondre à la contrainte v ≥ 0, on se limitera à des valeurs de t comprises entre 0 et 15.

$x = -\frac{1}{2}at^2 + v_0t \Rightarrow x = -\frac{1}{2} \times 1{,}2t^2 + 20t \Rightarrow \mathbf{x = -0{,}6t^2 + 20t}$

$v = -at + v_0 \Rightarrow \mathbf{v = -1{,}2t + 20}$

1.3. Soit la fonction f définie sur l'intervalle [0 ; 15] par $f(t) = -0{,}6\,t^2 + 20t$

1.3.1. Soit f' la dérivée de la fonction f. Déterminer $f'(t)$.

$f'(t) = 2 \times -0{,}6\,t + 20 \Rightarrow$ **$f'(t) = -1{,}2\,t + 20$**

1.3.2. Déterminer le signe de $f'(t)$ sur l'intervalle [0 ; 15].

$f'(t) = 0 \Rightarrow -1{,}2\,t + 20 = 0 \Rightarrow 1{,}2\,t = 20 \Rightarrow t = \frac{20}{1{,}2} = \frac{50}{3} \approx 16{,}7$

$\mathbf{f'(t) > 0} \Rightarrow -1{,}2\,t + 20 > 0 \Rightarrow 1{,}2\,t < 20 \Rightarrow t < \frac{20}{1{,}2} \Rightarrow t < \frac{50}{3} \Rightarrow \mathbf{t < 16{,}7}$

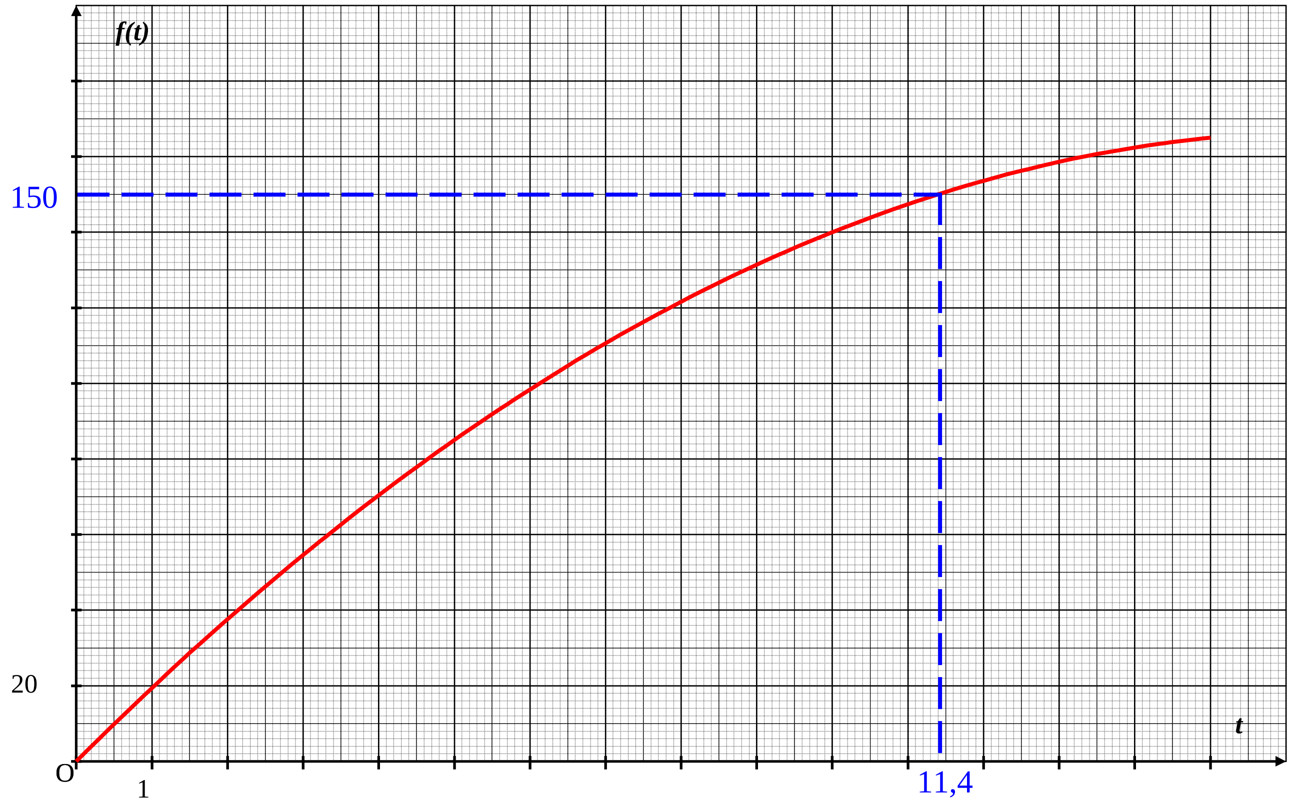
1.3.3. Compléter le tableau de variation de l'annexe 1 page 7/8.

t	0		15
Signe de $f'(t)$		+	
Variation de f	0	$\nearrow$	165

1.4. Compléter le tableau de valeurs de l'annexe 1. Arrondir les résultats à l'unité.

t	0	2	5	8	10	13	15
$f(t)$	0	**38**	85	**122**	140	**159**	**165**

1.5. Tracer la courbe représentative de la fonction f dans le repère de l'annexe 1.



1.6. Résoudre graphiquement, avec la précision permise par le graphique, l'équation : $f(t) = 150$.
Laisser apparents les traits utiles à la lecture.

Pour $f(t) = 150$, on a **$t \approx 11{,}4$ s**

2. Calcul d'une durée

2.1. Résoudre dans $\mathbb{R}$, par le calcul, l'équation : $-0{,}6x^2 + 20x = 150$.

$-0{,}6x^2 + 20x = 150 \Rightarrow -0{,}6x^2 + 20x - 150 = 0$ (a = –0,6 ; b = 20 ; c = –150)

$\Delta = b^2 - 4ac \Rightarrow \Delta = 20^2 - 4 \times (-0{,}6) \times (-150) \Rightarrow \Delta = 400 - 360 \Rightarrow \Delta = 40$

$x_1 = \dfrac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \Rightarrow x_1 = \dfrac{-20 + \sqrt{40}}{2 \times (-0{,}6)} \Rightarrow x_1 \approx 11{,}4$; $x_2 = \dfrac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} \Rightarrow x_2 = \dfrac{-20 - \sqrt{40}}{2 \times (-0{,}6)} \Rightarrow x_2 \approx 21{,}9$

2.2. En déduire que le temps mis par le véhicule pour arriver à l'intersection, à partir du moment où l'automobiliste aperçoit le panneau de signalisation, est de 11,4 s.

Pour parcourir une distance de 150, le temps est de 11,4 s (21,9 s n'appartient pas à l'intervalle d'étude)

3. Conclusion

3.1. Calculer, en m/s, la vitesse de l'automobiliste à l'instant $t = 11{,}4$ s.

$v = -1{,}2 \times 11{,}4 + 20 \Rightarrow$ **$v \approx 6{,}32$ m/s**

3.2. Le frein moteur suffit-il pour s'arrêter en cas de besoin à l'intersection ?

Le frein moteur ne suffit pas pour s'arrêter en cas de besoin à l'intersection

EXERCICE N°2 : Distance de freinage **(6 points)**

Les progrès effectués en matière de freinage ont permis de réduire sensiblement les distances d'arrêt sur route sèche. Sur un véhicule équipé du nouveau système **Electro Hydrolic Brake** (**EHB**), on a mesuré les distances d'arrêt x_i en fonction de sa vitesse :

Vitesse en km/h x_i	40	60	70	90	100	110
Distance d'arrêt en m y_i	14	30	45	75	92	110

1. Représenter le nuage de points de la série statistique double (x_i ; y_i), dans le repère de l'annexe 2 page 8/8

Points verts

2. Calculer les coordonnées du point moyen G du nuage de points représentés à la question 2. Arrondir le résultat à l'unité.

$\overline{x_i} = \dfrac{40 + 60 + 70 + 90 + 100 + 110}{6} \approx 78$; $\overline{y_i} = \dfrac{14 + 30 + 45 + 75 + 92 + 110}{6} \approx 61$

G (78 ; 61)

3. On prend pour droite d'ajustement affine la droite D d'équation : $y = 1{,}4x - 48{,}2$
   Tracer cette droite dans le repère précédent (annexe 2).

Corrigé

4. Vérifier par le calcul que le point G appartient à la droite D.

G appartient à la droite D si les coordonnées de G vérifient l'équation de D :

$y_G = 1{,}4\, x_G - 48{,}2 \Rightarrow 61 = 1{,}4 \times 78 - 48{,}2 \Rightarrow 61 = 109{,}2 - 48{,}2 \Rightarrow 61 = 61$

G ∈ (D)

5. Pour estimer la distance d'arrêt (en mètre), pour une voiture qui n'est pas équipée du nouveau système EHD, le code de la route propose la méthode suivante :

« Prendre le carré de la vitesse exprimée en dizaines de kilomètres par heure. »
Par exemple, pour une vitesse de 40 km/h, la distance est donnée, en mètre, par le calcul suivant : 40 km/h = 4 dizaines de km/h ; la distance cherchée, en mètre, est : $4^2 = 16$.

5.1. Compléter le tableau de valeurs, de l'annexe 2, donnant la distance d'arrêt, en mètre, calculée à partir de la méthode du code de la route.

5.2. Placer les points ainsi obtenus dans le repère de l'annexe 2.

Points rouges

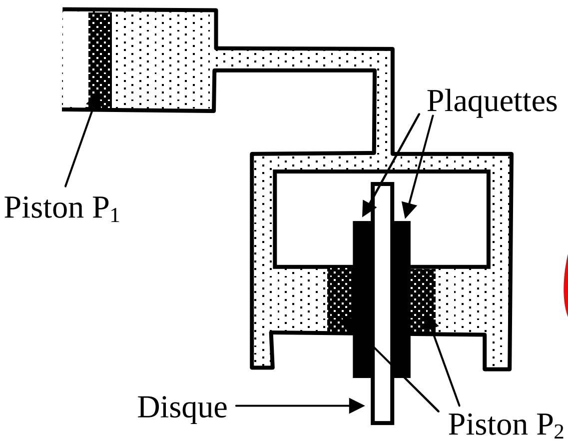
6. La méthode du code de la route prévoit une distance d'arrêt de 25 m pour une vitesse de 50 km/h. En utilisant la droite D, déterminer graphiquement, avec la précision permise par le graphique, la distance d'arrêt, à cette même vitesse, pour un véhicule équipé du système EHB. Laisser apparents les traits utiles à la lecture.

A 50 km/h, il faut une distance d'arrêt d'environ 23 m

SCIENCES PHYSIQUES (5 points)

EXERCICE N° 3 : Système de freinage

Partie A



Corrigé

Un véhicule dispose d'un système de freinage hydromécanique à 2 états :

- un rapport d'amplification de 6 pour les freinages lents ;
- un rapport d'amplification de 13 pour les freinages d'urgence.

L'automobiliste effectue un freinage d'urgence.

1. Le conducteur exerce sur la pédale de frein une force de 3 daN.

   Calculer, en newton, l'intensité de la force amplifiée $\overrightarrow{F_1}$ au niveau du maître cylindre.

$F_1 = 13 \times 3 = 39$ daN = **390 N**

2. On suppose que cette force amplifiée est de 40 daN.
   Calculer, en pascal, la pression p au niveau du maître cylindre (piston 1) de diamètre 3 cm.
   Arrondir le résultat à l'unité.
   Convertir en bar.

$$S_1 = \frac{\pi \times D_1^2}{4} \Rightarrow S = \frac{\pi \times 0{,}03^2}{4} \Rightarrow \mathbf{S = 7{,}06.10^{-4}\ m^2}$$

$$p = \frac{F}{S_1} \Rightarrow p = \frac{400}{7{,}06.10^{-4}} \Rightarrow \boldsymbol{p = 565\ 884\ Pa} \Rightarrow p = \frac{565\ 884}{10^5} \Rightarrow \boldsymbol{p = 5{,}66\ bar}$$

3. Le diamètre du piston des étriers est de 5 cm.

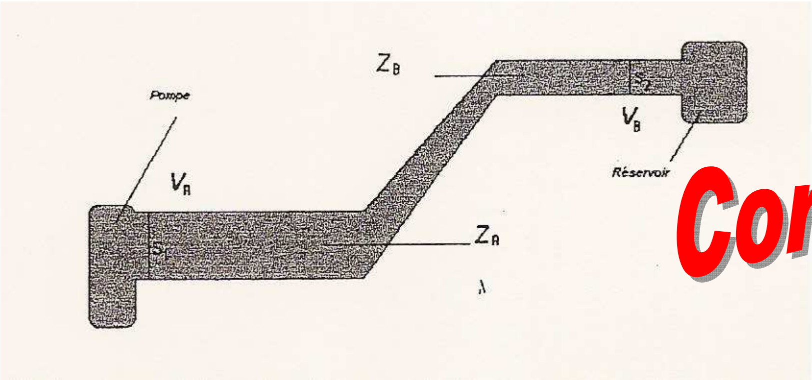
   En déduire l'intensité, en newton, de la force $\overrightarrow{F_2}$ transmise par le piston des étriers (piston 2) sur les plaquettes. Arrondir le résultat à l'unité.

$$S_2 = \frac{\pi \times D_2^2}{4} \Rightarrow S_2 = \frac{\pi \times 0{,}05^2}{4} \Rightarrow \mathbf{S = 1{,}96.10^{-3}\ m^2}$$

$$F_2 = p \times S_2 = 565\ 884 \times 1{,}96.10^{-3} \Rightarrow \mathbf{F_2 = 1\ 111\ N}$$

Partie B

Le système ABS permet d'éviter le blocage des roues grâce à la pompe hydraulique qui refoule le liquide de frein vers son réservoir pour réduire la pression dans le circuit de freinage.



Corrigé

A partir de l'équation de Bernoulli, calculer la vitesse v_B d'écoulement du liquide frein de la pompe au réservoir. Arrondir le résultat à l'unité.

$$\frac{1}{2}\rho v_A{}^2 + \rho\ g\ z_A + p_A = \frac{1}{2}\rho v_B{}^2 + \rho\ g\ z_B + p_B$$

$$\frac{1}{2} \times 830 \times 0{,}2^2 + 830 \times 10 \times 0 + 150.10^5 = \frac{1}{2} \times 830 \times v_B{}^2 + 830 \times 10 \times 0{,}05 + 80.10^5$$

$$16{,}6 + 0 + 150.10^5 = 415 \times v_B{}^2 + 415 + 80.10^5$$

$$415 \times v_B{}^2 = 16{,}6 + 150.10^5 - 415 - 80.10^5$$

$$415 \times v_B{}^2 = 6\ 999\ 601 \Rightarrow v_B{}^2 = \frac{6\ 999\ 601}{415} \Rightarrow v_B{}^2 = 16\ 866{,}5 \Rightarrow v_B = \sqrt{16\ 866{,}5} \Rightarrow \mathbf{v_B = 130\ m/s}$$

Sortie Pompe : pression p_A = *150 bars*,
vitesse du liquide v_A = *0,2 m/s*,
hauteur de la pompe z_A = 0.

Entrée du Réservoir : pression p_B = *80 bars*,
vitesse du liquide v_B,
hauteur du réservoir z_B = *5 cm*.

Masse volumique du liquide de freinage ρ = *830 kg/m³ et constante de gravité g = 10 m/s²*

Pression	$p = \dfrac{F}{S}$
Théorème de Pascal	$\dfrac{F_1}{S_1} = \dfrac{F_2}{S_2}$
Equation de Bernoulli	$\dfrac{1}{2}\rho v_A{}^2 + \rho\ g\ z_A + p_A = \dfrac{1}{2}\rho v_B{}^2 + \rho\ g\ z_B + p_B$ (*p en pascals, z en m, ρ en kg/m³ et v en m/s*)

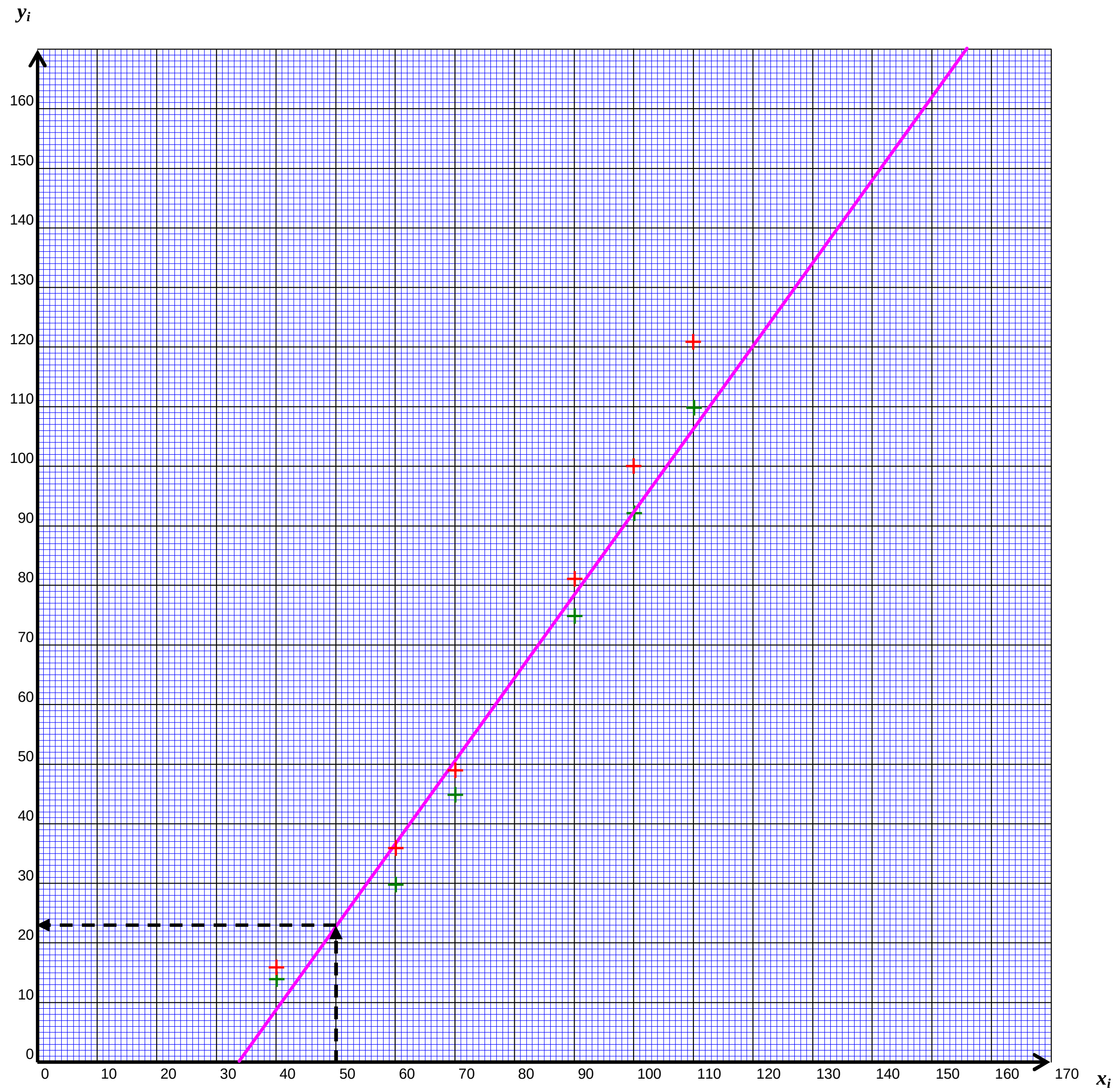
ANNEXE 2

(à rendre avec la copie)

EXERCICE N° 2

Corrigé

Questions 1, 3, 5.2 et 6.1. :



Question 5.1. : Tableau de valeurs

Vitesse en km/h	40	60	70	90	100	110
Vitesse en dizaine de km/h	4	**6**	**7**	**9**	10	**11**
Distance d'arrêt en m	16	**36**	**49**	**81**	100	**121**