

Plaquette 2 – Paraboles : sommet, variations et extremum

Fonctions du second degré et inverse — Première STMG

Corrections détaillées

Boîte à outils

Forme développée.

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{avec } a \neq 0$$

Orientation de la parabole.

Signe de a	Allure	Extremum
$a > 0$	tournée vers le haut	un minimum
$a < 0$	tournée vers le bas	un maximum

Coordonnées du sommet.

$$\alpha = \frac{-b}{2a} \quad \beta = f(\alpha)$$

Tableau de variations.

Signe de a	Avant α	Après α
$a > 0$	décroissante	croissante
$a < 0$	croissante	décroissante

Axe de symétrie. La parabole est symétrique par rapport à la droite verticale d'abscisse α . Deux antécédents symétriques par rapport à α ont donc la **même image**.

Ordonnée à l'origine. Elle vaut $f(0) = c$: la parabole coupe l'axe des ordonnées en $(0; c)$.

Lecture économique. En gestion, $a < 0$ décrit un bénéfice ou une recette avec un optimum ; $a > 0$ décrit un coût avec un minimum. Le sommet répond à la question « quelle quantité produire ? ».

Contrôle systématique. On vérifie β en recalculant $f(\alpha)$, et on teste un point de part et d'autre du sommet : les deux images doivent être du même côté de β .

Correction de l'exercice 1 - Orientation et ordonnée à l'origine

— **Critère** : le signe du coefficient de x^2 ✓

a) **Coefficient** : $a = 2 > 0$ ✓

— **Allure** : tournée vers le **haut** ✓

— **Extremum** : un minimum ✓

— **Ordonnée à l'origine** :

7

b) **Coefficient** : $a = -3 < 0$ ✓

— **Allure** : tournée vers le **bas** ✓

— **Extremum** : un maximum ✓

— **Ordonnée à l'origine :**

5

c) **Coefficient :** $a = 1 > 0$ ✓

— **Allure :** vers le haut ✓

— **Ordonnée à l'origine :**

-3

d) **Coefficient :** $a = -1 < 0$ ✓

— **Allure :** vers le bas ✓

— **Ordonnée à l'origine :**

4

— **Remarque sur d) :** il n'y a pas de terme en x ✓

— **Conséquence :** $b = 0$, le sommet est sur l'axe des ordonnées ✓

— **Abscisse du sommet :** $\alpha = 0$ ✓

— **Maximum :** 4 ✓

— **Contrôle général :** l'ordonnée à l'origine vaut toujours $f(0) = c$ ✓

— **Contrôle pour a) :** $f(0) = 7$ ✓

Réponse. a) haut, 7 · b) bas, 5 · c) haut, -3 · d) bas, 4.

Correction de l'exercice 2 - Coordonnées du sommet

a) **Formule :** $\alpha = \frac{-b}{2a}$ ✓

— **Identification :** $a = 2$ et $b = -12$ ✓

— **Substitution :** $\frac{12}{4}$ ✓

— **Résultat :**

$\alpha = 3$

b) **Calcul de $f(3)$:** $2 \times 9 - 12 \times 3 + 7$ ✓

— **Premier terme :** 18 ✓

— **Deuxième terme :** -36 ✓

— **Somme :** $18 - 36 + 7$ ✓

— **Résultat :**

$\beta = -11$

c) **Signe de a :** positif ✓

— **Nature :**

un minimum

— **Sommet :** $(3; -11)$ ✓

— **Contrôle en $x = 2$:** $8 - 24 + 7 = -9$ ✓

— **Comparaison :** $-9 > -11$ ✓

— **Contrôle en $x = 4$:** $32 - 48 + 7 = -9$ ✓

— **Observation :** même image, symétrie autour de 3 ✓

— **Ordonnée à l'origine :** 7 ✓

— **Contrôle en $x = 6$:** $72 - 72 + 7 = 7$ ✓

— **Explication :** 0 et 6 sont symétriques par rapport à 3 ✓

— **Concordance** ✓

Réponse. a) $\alpha = 3$ · b) $\beta = -11$ · c) un minimum.

Correction de l'exercice 3 - Un maximum

a) **Identification** : $a = -3$ et $b = 18$ ✓

— **Abscisse** : $\frac{-18}{-6}$ ✓

— **Résultat** : $\alpha = 3$ ✓

— **Calcul de $g(3)$** : $-3 \times 9 + 18 \times 3 + 5$ ✓

— **Premier terme** : -27 ✓

— **Deuxième terme** : 54 ✓

— **Somme** : $-27 + 54 + 5$ ✓

— **Résultat** :

$$\beta = 32$$

— **Sommet** : $(3; 32)$ ✓

b) **Signe de a** : négatif ✓

— **Avant 3** : croissante ✓

— **Après 3** : décroissante ✓

— **Tableau de variations** ✓

x	$-\infty$	3	$+\infty$
$g(x)$	croît	32	décroît

— **Nature de l'extremum** : un **maximum** ✓

— **Valeur** : 32 ✓

— **Contrôle en $x = 2$** : $-12 + 36 + 5 = 29$ ✓

— **Comparaison** : $29 < 32$ ✓

— **Contrôle en $x = 4$** : $-48 + 72 + 5 = 29$ ✓

— **Symétrie confirmée** ✓

— **Ordonnée à l'origine** : 5 ✓

— **Contrôle en $x = 6$** : $-108 + 108 + 5 = 5$ ✓

Réponse. a) sommet $(3; 32)$ · b) croissante puis décroissante, maximum 32.

Correction de l'exercice 4 - Un coefficient fractionnaire

a) **Identification** : $a = 0,5$ et $b = -4$ ✓

— **Abscisse** : $\frac{4}{1}$ ✓

— **Calcul du dénominateur** : $2 \times 0,5 = 1$ ✓

— **Résultat** :

$$\alpha = 4$$

— **Calcul de $f(4)$** : $0,5 \times 16 - 16 + 10$ ✓

— **Premier terme** : 8 ✓

— **Somme** : $8 - 16 + 10$ ✓

— **Résultat** :

$$\beta = 2$$

b) **Signe de a** : positif ✓

- **Variation** : décroissante puis croissante ✓
- **Extremum** : un minimum de 2 ✓
- **Sommet** : (4 ; 2) ✓
- **Contrôle en** $x = 0$: 10 ✓
- **Contrôle en** $x = 8$: $32 - 32 + 10 = 10$ ✓
- **Symétrie confirmée autour de 4** ✓
- **Contrôle en** $x = 3$: $4,5 - 12 + 10 = 2,5$ ✓
- **Comparaison** : $2,5 > 2$ ✓
- **Contrôle en** $x = 5$: $12,5 - 20 + 10 = 2,5$ ✓
- **Concordance** ✓
- **Conséquence importante** : le minimum est strictement positif ✓
- **Interprétation** : la fonction ne s'annule jamais ✓
- **Vérification par le discriminant** : $16 - 20 = -4 < 0$ ✓

Réponse. a) sommet (4 ; 2) · b) décroissante puis croissante, minimum 2.

Correction de l'exercice 5 - Un sommet à abscisse négative

a) **Identification** : $a = 1$ et $b = 8$ ✓

— **Abscisse** : $\frac{-8}{2}$ ✓

— **Résultat** :

$$\alpha = -4$$

— **Calcul de** $h(-4)$: $16 - 32 - 3$ ✓

— **Résultat** :

$$\beta = -19$$

— **Nature** : un minimum, car $a > 0$ ✓

b) **Calcul de** $h(-6)$: $36 - 48 - 3$ ✓

— **Résultat** : -15 ✓

— **Calcul de** $h(-2)$: $4 - 16 - 3$ ✓

— **Résultat** :

$$-15$$

— **Comparaison** : les deux images sont **égales** ✓

— **Explication** : -6 et -2 sont symétriques par rapport à -4 ✓

— **Contrôle des écarts** : $-4 - (-6) = 2$ et $-2 - (-4) = 2$ ✓

— **Concordance** ✓

— **Comparaison au minimum** : $-15 > -19$ ✓

— **Cohérence** ✓

— **Ordonnée à l'origine** : -3 ✓

— **Antécédent symétrique de 0** : -8 ✓

— **Contrôle** : $64 - 64 - 3 = -3$ ✓

— **Concordance** ✓

Réponse. a) sommet (-4 ; -19) · b) $h(-6) = h(-2) = -15$, par symétrie.

Correction de l'exercice 6 - Lire un tableau de variations

a) **Comparaison** : $f(0) = 3$ et $\beta = -5$ ✓

- **Constat** : $3 > -5$ ✓
- **Interprétation** : le sommet est plus bas que le point de la courbe ✓
- **Nature du sommet** : un minimum ✓
- **Signe de a** :

$$a > 0$$

b) **Symétrique de 0 par rapport à 2** : 4 ✓

- **Propriété** : deux antécédents symétriques ont la même image ✓
- **Résultat** :

$$f(4) = 3$$

c) **Minimum** : -5 , négatif ✓

- **Allure** : la parabole s'ouvre vers le haut ✓
- **Conséquence** : elle coupe l'axe des abscisses ✓
- **Nombre de racines** :

$$2$$

- **Position des racines** : de part et d'autre de 2 ✓
- **Détermination de a** : $f(0) = 3$ ✓
- **Forme canonique** : $f(x) = a(x - 2)^2 - 5$ ✓
- **Substitution** : $4a - 5 = 3$ ✓
- **Résolution** : $a = 2$ ✓
- **Fonction** : $f(x) = 2(x - 2)^2 - 5$ ✓
- **Forme développée** : $2x^2 - 8x + 3$ ✓
- **Contrôle du sommet** : $\alpha = \frac{8}{4} = 2$ ✓
- **Contrôle de β** : $8 - 16 + 3 = -5$ ✓

Réponse. a) $a > 0$ · b) $f(4) = 3$ · c) deux racines.

Correction de l'exercice 7 - Un bénéfice maximal

a) **Identification** : $a = -2$ et $b = 80$ ✓

- **Signe de a** : négatif ✓
- **Conséquence** : il existe un maximum ✓
- **Abscisse du sommet** : $\frac{-80}{-4}$ ✓
- **Résultat** :

$$x = 20 \text{ articles}$$

b) **Calcul de $B(20)$** : $-2 \times 400 + 80 \times 20 - 350$ ✓

- **Premier terme** : -800 ✓
- **Deuxième terme** : 1600 ✓
- **Somme** : $-800 + 1600 - 350$ ✓
- **Résultat** :

$$450 \text{ €}$$

- **Contrôle en $x = 19$** : $-722 + 1520 - 350 = 448 \text{ €}$ ✓
- **Comparaison** : $448 < 450$ ✓
- **Contrôle en $x = 21$** : $-882 + 1680 - 350 = 448 \text{ €}$ ✓
- **Symétrie confirmée** ✓

- **Bénéfice pour** $x = 0$: -350 € ✓
- **Interprétation** : des charges fixes de 350 € ✓
- **Bénéfice pour** $x = 40$: $-3200 + 3200 - 350 = -350$ € ✓
- **Interprétation** : produire trop redevient déficitaire ✓
- **Bénéfice pour** $x = 10$: $-200 + 800 - 350 = 250$ € ✓
- **Conclusion** : la quantité optimale est 20 articles ✓

Réponse. a) 20 articles · b) 450 € de bénéfice maximal.

Correction de l'exercice 8 - Un coût minimal

a) **Identification** : $a = 0,4$ et $b = -8$ ✓

- **Signe de** a : positif ✓
- **Conséquence** : il existe un minimum ✓
- **Dénominateur** : $2 \times 0,4 = 0,8$ ✓
- **Abscisse du sommet** : $\frac{8}{0,8}$ ✓
- **Résultat** :

$$x = 10 \text{ centaines d'unités}$$

- **Soit** : 1000 unités ✓

b) **Calcul de** $C(10)$: $0,4 \times 100 - 80 + 60$ ✓

- **Premier terme** : 40 ✓
- **Somme** : $40 - 80 + 60$ ✓
- **Résultat** :

$$20 \text{ €}$$

- **Contrôle en** $x = 8$: $25,6 - 64 + 60 = 21,6$ € ✓
- **Comparaison** : $21,6 > 20$ ✓
- **Contrôle en** $x = 12$: $57,6 - 96 + 60 = 21,6$ € ✓
- **Symétrie confirmée** ✓
- **Coût en** $x = 0$: 60 € ✓
- **Interprétation** : produire très peu coûte cher à l'unité ✓
- **Coût en** $x = 20$: $160 - 160 + 60 = 60$ € ✓
- **Interprétation** : produire trop aussi ✓
- **Conclusion** : 1000 unités minimisent le coût unitaire ✓

Réponse. a) 10 centaines, soit 1000 unités · b) 20 € par unité.

Correction de l'exercice 9 - Comparer deux images

a) **Identification** : $a = -1$ et $b = 6$ ✓

- **Abscisse** : $\frac{-6}{-2}$ ✓
- **Résultat** : $\alpha = 3$ ✓
- **Calcul de** $f(3)$: $-9 + 18 + 2$ ✓
- **Résultat** :

$$\beta = 11$$

- **Nature** : un maximum ✓

b) **Calcul de** $f(1)$: $-1 + 6 + 2$ ✓

- **Résultat** : 7 ✓
- **Calcul de $f(5)$** : $-25 + 30 + 2$ ✓
- **Résultat** : 7 ✓
- **Comparaison** :

$$f(1) = f(5)$$

- **Explication** : 1 et 5 sont symétriques par rapport à 3 ✓
- **Calcul de $f(2)$** : $-4 + 12 + 2$ ✓
- **Résultat** : 10 ✓
- **Calcul de $f(7)$** : $-49 + 42 + 2$ ✓
- **Résultat** : -5 ✓
- **Comparaison** :

$$f(2) > f(7)$$

- **Explication** : 7 est bien plus loin du sommet que 2 ✓
- **Écart de 2 au sommet** : 1 ✓
- **Écart de 7 au sommet** : 4 ✓
- **Règle** : plus on s'éloigne du sommet, plus l'image s'éloigne de β ✓
- **Symétrique de 7** : -1 ✓
- **Contrôle** : $f(-1) = -1 - 6 + 2 = -5$ ✓

Réponse. a) sommet (3 ; 11) · b) $f(1) = f(5) = 7$ et $f(2) = 10 > f(7) = -5$.

Correction de l'exercice 10 - Retrouver une fonction

- a) **Forme canonique** : $f(x) = a(x + 2)^2 + 9$ ✓
- **Justification** : le sommet a pour abscisse -2 ✓
 - **Substitution de $x = 0$** : $a \times 4 + 9 = 1$ ✓
 - **On retranche 9** : $4a = -8$ ✓
 - **Résultat** :

$$a = -2$$

- **Signe** : négatif ✓
- **Cohérence** : le sommet est un maximum, la courbe passe en dessous ✓

b) **Développement** : $-2(x + 2)^2 + 9$ ✓

- **Carré** : $x^2 + 4x + 4$ ✓
- **Multiplication** : $-2x^2 - 8x - 8$ ✓
- **Ajout de 9** :

$$f(x) = -2x^2 - 8x + 1$$

- **Contrôle de l'ordonnée à l'origine** : 1 ✓
- **Contrôle du sommet** : $\alpha = \frac{8}{-4} = -2$ ✓
- **Calcul de $f(-2)$** : $-8 + 16 + 1 = 9$ ✓
- **Concordance** ✓
- **Contrôle en $x = -4$** : $-32 + 32 + 1 = 1$ ✓
- **Symétrie confirmée avec $x = 0$** ✓
- **Maximum de la fonction** : 9 ✓
- **Nombre de racines** : deux, car le maximum est positif ✓

Réponse. a) $a = -2$ · b) $f(x) = -2x^2 - 8x + 1$.

Correction de l'exercice 11 - Une recette

a) **Identification** : $a = -5$ et $b = 200$ ✓

— **Abscisse du sommet** : $\frac{-200}{-10}$ ✓

— **Résultat** :

$$p = 20 \text{ €}$$

b) **Calcul de $R(20)$** : $-5 \times 400 + 200 \times 20$ ✓

— **Premier terme** : -2000 ✓

— **Deuxième terme** : 4000 ✓

— **Résultat** :

$$2000 \text{ €}$$

c) **Calcul de $R(0)$** : 0 ✓

— **Interprétation** : des billets gratuits ne rapportent rien ✓

— **Calcul de $R(40)$** : $-8000 + 8000$ ✓

— **Résultat** :

$$0 \text{ €}$$

— **Interprétation** : à 40 € le billet, plus personne ne vient ✓

— **Racines de la fonction** : 0 et 40 ✓

— **Cohérence avec le sommet** : 20 est leur milieu ✓

— **Contrôle** : $\frac{0+40}{2} = 20$ ✓

— **Recette à 10 €** : $-500 + 2000 = 1500 \text{ €}$ ✓

— **Recette à 30 €** : $-4500 + 6000 = 1500 \text{ €}$ ✓

— **Symétrie confirmée** ✓

— **Recette à 25 €** : $-3125 + 5000 = 1875 \text{ €}$ ✓

— **Conclusion** : le prix optimal est 20 € ✓

Réponse. a) 20 € · b) 2000 € · c) 0 € dans les deux cas.

Correction de l'exercice 12 - Un sommet à trouver sans formule

a) **Propriété** : la parabole est symétrique ✓

— **Conséquence** : le sommet est au milieu des deux racines ✓

— **Milieu de 3 et 7** : $\frac{3+7}{2}$ ✓

— **Résultat** :

$$\alpha = 5$$

— **Contrôle par la formule** : $\frac{10}{2} = 5$ ✓

— **Concordance** ✓

b) **Calcul de $f(5)$** : $25 - 50 + 21$ ✓

— **Résultat** :

$$\beta = -4$$

— **Nature** : un minimum, car $a > 0$ ✓

— **Sommet** : $(5; -4)$ ✓

— **Contrôle de la forme factorisée** : $(x - 3)(x - 7)$ ✓

- **Développement** : $x^2 - 10x + 21$ ✓
 - **Concordance** ✓
 - **Calcul de $f(5)$ par la forme factorisée** : $2 \times (-2)$ ✓
 - **Valeur** : -4 ✓
 - **Concordance** ✓
 - **Forme canonique** : $(x - 5)^2 - 4$ ✓
 - **Contrôle du développement** : $x^2 - 10x + 25 - 4$ ✓
 - **Concordance** ✓
 - **Intérêt de cette méthode** : elle évite tout calcul de discriminant ✓
 - **Condition** : connaître les deux racines ✓
- Réponse.** a) $\alpha = 5$, milieu des racines · b) $\beta = -4$.

Correction de l'exercice 13 - Trois paraboles

- a) **Identification** : $a = 3$ et $b = -6$ ✓
- **Abscisse** : $\frac{6}{6} = 1$ ✓
 - **Calcul de $f(1)$** : $3 - 6 + 1$ ✓
 - **Ordonnée** : -2 ✓
 - **Sommet** :
(1 ; -2)
 - **Nature** : un minimum ✓
- b) **Identification** : $a = -4$ et $b = 16$ ✓
- **Abscisse** : $\frac{-16}{-8} = 2$ ✓
 - **Calcul de $g(2)$** : $-16 + 32$ ✓
 - **Ordonnée** : 16 ✓
 - **Sommet** :
(2 ; 16)
 - **Nature** : un maximum ✓
 - **Remarque** : $c = 0$, la courbe passe par l'origine ✓
- c) **Identification** : $a = 1$ et $b = 0$ ✓
- **Abscisse** : 0 ✓
 - **Ordonnée** : $h(0) = 5$ ✓
 - **Sommet** :
(0 ; 5)
 - **Nature** : un minimum ✓
 - **Remarque** : le sommet est sur l'axe des ordonnées ✓
 - **Conséquence** : la parabole est symétrique par rapport à cet axe ✓
 - **Nombre de racines de c)** : aucune ✓
 - **Justification** : le minimum vaut $5 > 0$ ✓
 - **Contrôle** : $x^2 + 5 = 0$ n'a pas de solution ✓
- Réponse.** a) (1 ; -2), minimum · b) (2 ; 16), maximum · c) (0 ; 5), minimum.

Correction de l'exercice 14 - Repérer une erreur

- **Formule** : $\alpha = \frac{-b}{2a}$ ✓
- **Identification** : $a = -2$ et $b = 12$ ✓
- **Numérateur** : -12 ✓
- **Dénominateur** : $2 \times (-2) = -4$ ✓
- **Quotient** : $\frac{-12}{-4}$ ✓
- **Résultat correct** :

$$\alpha = 3$$
- **Erreur de l'élève** : il a oublié le signe du dénominateur ✓
- **Ce qu'il a calculé** : $\frac{-12}{4}$ ✓
- **Calcul de $f(3)$** : $-18 + 36 - 5$ ✓
- **Ordonnée du sommet** : 13 ✓
- **Nature** : un maximum, car $a < 0$ ✓
- **Contrôle avec sa valeur** : $f(-3) = -18 - 36 - 5 = -59$ ✓
- **Comparaison** : -59 est bien inférieur à 13 ✓
- **Conclusion** : sa valeur ne peut pas être le maximum ✓
- **Moyen de contrôle rapide** : tester une valeur voisine ✓
- **Contrôle en $x = 2$** : $-8 + 24 - 5 = 11$ ✓
- **Contrôle en $x = 4$** : $-32 + 48 - 5 = 11$ ✓
- **Symétrie autour de 3 confirmée** ✓
- **Leçon** : recopier le signe de a au dénominateur ✓

Réponse. $\alpha = \frac{-12}{-4} = 3$, et non -3 ; le maximum vaut 13 .

Correction de l'exercice 15 - Un enclos rectangulaire

- a) **Demi-périmètre** : 60 m ✓
- **Largeur** : $60 - x$ ✓
 - **Aire** : $x(60 - x)$ ✓
 - **Forme développée** :

$$A(x) = -x^2 + 60x$$
 - **Contrainte** : $0 < x < 60$ ✓
- b) **Identification** : $a = -1$ et $b = 60$ ✓
- **Signe de a** : négatif ✓
 - **Conséquence** : il existe un maximum ✓
 - **Abscisse du sommet** : $\frac{-60}{-2}$ ✓
 - **Résultat** : $x = 30 \text{ m}$ ✓
 - **Calcul de $A(30)$** : $-900 + 1800$ ✓
 - **Aire maximale** :

$$900 \text{ m}^2$$
 - **Largeur correspondante** : 30 m ✓
 - **Forme de l'enclos** : un carré ✓
 - **Contrôle du périmètre** : $4 \times 30 = 120 \text{ m}$ ✓

- **Contrôle en** $x = 20$: $20 \times 40 = 800 \text{ m}^2$ ✓
- **Comparaison** : $800 < 900$ ✓
- **Contrôle en** $x = 40$: $40 \times 20 = 800 \text{ m}^2$ ✓
- **Symétrie confirmée** ✓
- **Règle générale** : à périmètre fixé, le carré maximise l'aire ✓
- **Racines de la fonction** : 0 et 60 ✓
- **Interprétation** : un rectangle aplati a une aire nulle ✓

Réponse. a) $A(x) = -x^2 + 60x$ · b) 900 m^2 pour un carré de 30 m.

Correction de l'exercice 16 - Synthèse : étude complète

- a) **Identification** : $a = -0,5$ et $b = 60$ ✓
- **Dénominateur** : $2 \times (-0,5) = -1$ ✓
 - **Abscisse** : $\frac{-60}{-1}$ ✓
 - **Résultat** : $\alpha = 60$ ✓
 - **Calcul de** $f(60)$: $-0,5 \times 3600 + 3600 - 800$ ✓
 - **Premier terme** : -1800 ✓
 - **Somme** : $-1800 + 3600 - 800$ ✓
 - **Ordonnée** :

$$\beta = 1000$$

- b) **Signe de** a : négatif ✓
- **Avant** 60 : croissante ✓
 - **Après** 60 : décroissante ✓
 - **Tableau** ✓

x	0	60	$+\infty$
$f(x)$	croît	1000	décroît

- **Bénéfice maximal** : 1000 € pour 60 articles ✓
- c) **Calcul de** $f(0)$: -800 ✓
- **Interprétation** :

des charges fixes de 800 €

- **Conséquence** : sans vente, l'entreprise perd 800 € ✓

d) **Calcul de** $f(40)$: $-800 + 2400 - 800$ ✓

- **Résultat** : 800 € ✓
- **Calcul de** $f(80)$: $-3200 + 4800 - 800$ ✓
- **Résultat** :

$$800 \text{ €}$$

- **Comparaison** : les deux bénéfices sont **égaux** ✓
- **Explication** : 40 et 80 sont symétriques par rapport à 60 ✓
- **Contrôle des écarts** : 20 dans les deux cas ✓
- **Concordance** ✓
- **Bénéfice à 100 articles** : $-5000 + 6000 - 800 = 200 \text{ €}$ ✓
- **Bénéfice à 120 articles** : $-7200 + 7200 - 800 = -800 \text{ €}$ ✓
- **Interprétation** : produire trop annule tout le bénéfice ✓

Réponse. a) sommet $(60 ; 1000)$ · b) croissante puis décroissante · c) -800 €, les charges fixes · d) $f(40) = f(80) = 800$ €.