

Plaquette 4 - Lire et exploiter une représentation graphique

Notion de fonction — Troisième

Corrections détaillées

Boîte à outils

Le principe. Un point $M(a; b)$ appartient à la courbe de f si et seulement si $f(a) = b$.

Question	Geste graphique
image de a	on monte depuis a jusqu'à la courbe, on lit l'ordonnée
antécédents de k	on trace l'horizontale $y = k$, on lit les abscisses des points d'intersection
$f(x) = 0$	on repère où la courbe coupe l'axe des abscisses
$f(x) > 0$	on repère où la courbe est au-dessus de l'axe des abscisses
maximum	on repère le point le plus haut, on lit son ordonnée

Ne pas confondre. Le maximum est une **ordonnée**. La valeur de x qui le réalise est une **abscisse**. « Le maximum est 5, atteint pour $x = 2$ » dit les deux.

Sens de variation. La fonction est **croissante** là où la courbe monte de gauche à droite, **décroissante** là où elle descend. On le résume dans un tableau de variations.

Test de la verticale. Une courbe représente une fonction si toute droite verticale la coupe **au plus une fois** : un nombre ne peut pas avoir deux images.

Précision. Une lecture graphique donne un résultat **approché**. Quand on connaît l'expression de f , on confirme toujours par le calcul.

Deux courbes. L'abscisse de leur point d'intersection est la solution de $f(x) = g(x)$; là où la première est au-dessus, $f(x) > g(x)$.

Correction de l'exercice 1 - Lire images et antécédents

a) **Colonne de -3 : ordonnée 4** ✓

— **Résultat** : $f(-3) = 4$ ✓

— **Colonne de 1 : ordonnée -4** ✓

— **Résultat** : $f(1) = -4$ ✓

— **Point correspondant** : $(1; -4)$ ✓

b) **Recherche des ordonnées nulles** ✓

— **Colonnes concernées** : -2 et 3 ✓

— **Antécédents de 0** :

-2 et 3

— **Interprétation** : la courbe coupe l'axe des abscisses en ces deux points ✓

— **Recherche des ordonnées valant 4** ✓

— **Colonnes concernées** : -3 et 4 ✓

— **Antécédents de 4** :

-3 et 4

c) **Point de l'axe des ordonnées** : celui d'abscisse 0 ✓

— **Ordonnée correspondante** : -3 ✓

— **Point d'intersection :**

$$(0; -3)$$

— **Ordonnée à l'origine :** -3 ✓— **Ordonnée la plus basse du tableau :** -4 ✓— **Abscisse correspondante :** 1 ✓— **Allure de la courbe :** elle descend puis remonte ✓— **Indice :** les images passent de 4 à -4 puis reviennent à 4 ✓— **Nombre d'antécédents de -4 :** un seul ✓— **Raison :** c'est l'image la plus basse du tableau ✓— **Nombre d'antécédents de -5 :** aucun visible ✓— **Prudence :** le tableau ne donne que six points, il ne décrit pas toute la courbe ✓

Réponse. a) 4 et -4 · b) -2 et 3 pour 0 ; -3 et 4 pour 4 · c) en $(0; -3)$.

Correction de l'exercice 2 - Maximum et minimum

— **Lecture du sens de variation :** la courbe monte jusqu'en $x = 2$ ✓— **Puis :** elle descend jusqu'en $x = 6$ ✓— **Point le plus haut :** celui d'abscisse 2 ✓— **Maximum :**

$$7$$

— **Valeur qui le réalise :** $x = 2$ ✓— **Formulation correcte :** « le maximum vaut 7 , atteint pour $x = 2$ » ✓— **Erreur à éviter :** dire « le maximum est 2 » ✓— **Point le plus bas :** à chercher aux deux extrémités ✓— **Extrémité gauche :** $g(-2) = -1$ ✓— **Extrémité droite :** $g(6) = -5$ ✓— **Comparaison :** $-5 < -1$ ✓— **Minimum :**

$$-5$$

— **Valeur qui le réalise :** $x = 6$ ✓— **Amplitude des images :** $7 - (-5) = 12$ ✓— **Antécédents de 3 :** 0 et 4 ✓— **Cohérence :** la courbe monte puis descend, elle passe deux fois par 3 ✓— **Nombre d'antécédents de 7 :** un seul ✓— **Nombre d'antécédents de 8 :** aucun ✓— **Raison :** 8 dépasse le maximum ✓

Réponse. Maximum 7 pour $x = 2$; minimum -5 pour $x = 6$.

Correction de l'exercice 3 - Résoudre graphiquement

— **Méthode :** on trace l'horizontale d'ordonnée voulue ✓— **Équation $f(x) = 0$:** on cherche les points d'ordonnée 0 ✓— **Colonnes concernées :** -1 et 3 ✓— **Solutions :**

$$x = -1 \text{ ou } x = 3$$

— **Interprétation :** ce sont les points d'intersection avec l'axe des abscisses ✓

— **Équation** $f(x) = -3$: on cherche les points d'ordonnée -3 ✓

— **Colonnes concernées** : 0 et 2 ✓

— **Solutions** :

$$x = 0 \text{ ou } x = 2$$

— **Équation** $f(x) = 5$: on cherche les points d'ordonnée 5 ✓

— **Colonne concernée** : -2 ✓

— **Solution visible** : $x = -2$ ✓

— **Symétrie de la courbe** : le point le plus bas est en $x = 1$ ✓

— **Conséquence** : à toute valeur à gauche correspond une valeur à droite ✓

— **Symétrique de -2 par rapport à 1** : 4 ✓

— **Seconde solution** : $x = 4$ ✓

— **Contrôle du minimum** : -4 , atteint en $x = 1$ ✓

— **Équation** $f(x) = -5$: aucune solution ✓

— **Raison** : -5 est en dessous du minimum ✓

— **Règle** : le nombre de solutions dépend de la position de l'horizontale ✓

Réponse. $f(x) = 0$: -1 et 3 · $f(x) = -3$: 0 et 2 · $f(x) = 5$: -2 et 4.

Correction de l'exercice 4 - Le signe d'une fonction

— **Traduction de « au-dessus de l'axe »** : $f(x) > 0$ ✓

— **Traduction de « en dessous »** : $f(x) < 0$ ✓

— **Traduction de « sur l'axe »** : $f(x) = 0$ ✓

— **Points d'intersection** : $x = -1$ et $x = 3$ ✓

— **Valeurs annulant f** :

$$x = -1 \text{ ou } x = 3$$

— **Zone en dessous** : entre les deux ✓

— **Solutions de $f(x) < 0$** :

$$-1 < x < 3$$

— **Intervalle** : $] -1 ; 3[$ ✓

— **Zone au-dessus** : de part et d'autre ✓

— **Solutions de $f(x) > 0$** :

$$x < -1 \text{ ou } x > 3$$

— **Bornes exclues** : en -1 et 3 , la fonction vaut 0 ✓

— **Contrôle** : les trois ensembles couvrent tous les nombres ✓

— **Expression possible** : $f(x) = (x + 1)(x - 3)$ ✓

— **Contrôle en $x = 0$** : $1 \times (-3) = -3$, négatif ✓

— **Cohérence** : 0 est bien entre -1 et 3 ✓

— **Contrôle en $x = 5$** : $6 \times 2 = 12$, positif ✓

— **Contrôle en $x = -2$** : $(-1) \times (-5) = 5$, positif ✓

— **Cohérence complète avec la description** ✓

Réponse. $f(x) = 0$ en -1 et 3 ; $f(x) < 0$ sur $] -1 ; 3[$; $f(x) > 0$ ailleurs.

Correction de l'exercice 5 - Sens de variation

— **De -4 à -1** : la fonction est **décroissante** ✓

— **Images correspondantes** : de 2 à -5 ✓

- **De -1 à 3** : la fonction est **croissante** ✓
- **Images correspondantes** : de -5 à 6 ✓
- **De 3 à 5** : la fonction est **décroissante** ✓
- **Images correspondantes** : de 6 à 1 ✓
- **Tableau de variations** ✓

x	-4	-1	3	5
$f(x)$	2	-5	6	1
sens	descend	monte	descend	fin

- **Maximum** :

6

- **Valeur qui le réalise** : $x = 3$ ✓

- **Minimum** :

-5

- **Valeur qui le réalise** : $x = -1$ ✓
- **Vérification** : toutes les autres images sont comprises entre -5 et 6 ✓
- **Contrôle** : 2 , 1 et -5 sont bien dans cet intervalle ✓
- **Nombre d'antécédents de 1** : trois ✓
- **Explication** : la courbe croise trois fois l'horizontale $y = 1$ ✓
- **Nombre d'antécédents de 6** : un seul ✓
- **Nombre d'antécédents de 7** : aucun ✓

Réponse. Décroissante puis croissante puis décroissante ; maximum 6 en $x = 3$, minimum -5 en $x = -1$.

Correction de l'exercice 6 - Un point appartient-il à la courbe ?

- **Critère** : $M(a; b)$ est sur la courbe si $f(a) = b$ ✓
- **Test de A** : on calcule $f(2)$ ✓
- **Carré** : 4 ✓
- **Calcul** : $8 - 3$ ✓
- **Résultat** : 5 ✓
- **Comparaison avec l'ordonnée de A** : $5 = 5$ ✓
- **Verdict** : A **appartient** à la courbe ✓
- **Test de B** : on calcule $f(-1)$ ✓
- **Carré** : 1 ✓
- **Calcul** : $2 - 3$ ✓
- **Résultat** : -1 ✓
- **Comparaison avec l'ordonnée de B** : $-1 \neq 1$ ✓
- **Verdict** : B n'appartient **pas** à la courbe ✓
- **Point réel d'abscisse -1** : $(-1; -1)$ ✓
- **Test de C** : on calcule $f(0)$ ✓
- **Résultat** : -3 ✓
- **Verdict** : C **appartient** à la courbe ✓
- **Interprétation de C** : c'est le point d'intersection avec l'axe des ordonnées ✓
- **Conclusion** :

A et C sont sur la courbe, pas B

- **Remarque** : par symétrie, $(-2; 5)$ est aussi sur la courbe ✓
- **Contrôle** : $2 \times 4 - 3 = 5$ ✓

Réponse. A et C appartiennent à la courbe, B non.

Correction de l'exercice 7 - Est-ce la courbe d'une fonction ?

- **Rappel de la définition** : une fonction associe à chaque nombre **une seule** image ✓
- **Lecture des deux points** : ils ont la même abscisse ✓
- **Abscisse commune** : 1 ✓
- **Ordonnées** : 2 et -2 ✓
- **Conséquence** : 1 aurait deux images ✓
- **Conclusion** :
non, ce n'est pas la courbe d'une fonction
- **Test graphique équivalent** : la verticale d'abscisse 1 coupe la courbe deux fois ✓
- **Nom de ce test** : test de la verticale ✓
- **Exemple de courbe non fonctionnelle** : un cercle ✓
- **Vérification** : une verticale coupe un cercle en deux points ✓
- **Cas autorisé** : deux points de même **ordonnée** ✓
- **Exemple** : $(1; 4)$ et $(-1; 4)$ ✓
- **Interprétation** : 4 a deux antécédents, ce qui est permis ✓
- **Règle à retenir** : plusieurs antécédents oui, plusieurs images non ✓
- **Contrôle avec** $f(x) = x^2$: $f(1) = f(-1) = 1$ ✓
- **Verdict** : c'est bien une fonction ✓
- **Ce qui serait interdit** : que $f(1)$ vaille à la fois 1 et 3 ✓

Réponse. Non : 1 aurait deux images, ce qu'une fonction interdit.

Correction de l'exercice 8 - Associer courbe et expression

- **Test de l'expression** x^2 **en** 0 : 0 ✓
- **Candidates** : C_1 et C_3 ✓
- **Test en** -1 : $(-1)^2 = 1$ ✓
- **Seule candidate restante** : C_1 ✓
- **Contrôle en** 2 : 4 ✓
- **Association** :
 C_1 correspond à x^2
- **Test de l'expression** $2x + 3$ **en** 0 : 3 ✓
- **Seule courbe passant par** $(0; 3)$: C_2 ✓
- **Contrôle en** 1 : 5 ✓
- **Contrôle en** -1 : 1 ✓
- **Association** :
 C_2 correspond à $2x + 3$
- **Test de l'expression** $2x$ **en** -1 : -2 ✓
- **Seule courbe passant par** $(-1; -2)$: C_3 ✓
- **Contrôle en** 2 : 4 ✓
- **Association** :

C_3 correspond à $2x$

- **Piège** : C_1 et C_3 passent toutes deux par $(0; 0)$ et $(2; 4)$ ✓
- **Ce qui les sépare** : le point d'abscisse -1 ✓
- **Règle** : un seul point commun ne suffit jamais à identifier une courbe ✓

Réponse. $C_1: x^2 \cdot C_2: 2x + 3 \cdot C_3: 2x$.

Correction de l'exercice 9 - Deux courbes à comparer

a) **Traduction** : les deux courbes ont le même point ✓

- **Abscisse du point d'intersection** : 2 ✓
- **Solution** :

$$x = 2$$

- **Unicité** : un seul point d'intersection est décrit ✓

b) **Traduction** : la courbe de f est **au-dessus** de celle de g ✓

- **Zone concernée** : à gauche du point d'intersection ✓
- **Solutions** :

$$x < 2$$

- **Intervalle** : $] -\infty; 2[$ ✓
- **Borne exclue** : en $x = 2$, il y a égalité, pas inégalité stricte ✓
- **Réponse à l'inégalité large** : $x \leq 2$ ✓

c) **Lecture** : le point d'intersection est sur les deux courbes ✓

- **Ordonnée** : 4 ✓
- **Valeur** :

$$f(2) = 4$$

- **Conséquence** : $g(2) = 4$ également ✓
- **Interprétation** : 2 a la même image par les deux fonctions ✓
- **Contrôle de cohérence** : pour $x < 2$, on a $f(x) > g(x)$ ✓
- **Exemple avec $x = 0$** : $f(0) > g(0)$ ✓
- **Exemple avec $x = 5$** : $f(5) < g(5)$ ✓
- **Vocabulaire** : les courbes se **croisent** en changeant de position relative ✓
- **Cas contraire possible** : deux courbes tangentes, qui se touchent sans se croiser ✓

Réponse. a) $x = 2$ · b) $x < 2$ · c) $f(2) = 4$.

Correction de l'exercice 10 - Un trajet en voiture

a) **Distance à 1 h** : 60 km ✓

- **Distance à 1,5 h** : 60 km ✓
- **Variation** : nulle ✓
- **Interprétation** :

la voiture est à l'arrêt

- **Lecture graphique** : le segment est horizontal ✓

b) **Première phase** : de 0 à 1 h ✓

- **Distance parcourue** : 60 km ✓
- **Durée** : 1 h ✓

— **Vitesse moyenne :**

60 km/h

— **Seconde phase de roulage :** de 1,5 h à 2,5 h ✓

— **Distance parcourue :** $120 - 60 = 60$ km ✓

— **Durée :** 1 h ✓

— **Vitesse moyenne :**

60 km/h

— **Observation :** les deux phases ont la même vitesse ✓

— **Lecture graphique :** les deux segments ont la même pente ✓

c) **Distance totale :** 120 km ✓

— **Durée totale :** 2,5 h ✓

— **Vitesse moyenne :** $\frac{120}{2,5}$ ✓

— **Résultat :**

48 km/h

— **Comparaison :** elle est inférieure à 60 km/h ✓

— **Explication :** l'arrêt est compté dans la durée ✓

— **Durée de l'arrêt :** 30 min ✓

— **Vitesse moyenne sans l'arrêt :** $\frac{120}{2} = 60$ km/h ✓

— **Leçon :** une vitesse moyenne n'est pas la moyenne des vitesses ✓

Réponse. a) arrêt de 30 min · b) 60 km/h sur chaque phase · c) 48 km/h au total.

Correction de l'exercice 11 - La température d'une journée

a) **Température la plus élevée :** 21 degrés ✓

— **Heure correspondante :**

15 h

— **Température la plus basse :** 8 degrés ✓

— **Heure correspondante :**

6 h

— **Cohérence :** le maximum en milieu d'après-midi, le minimum au petit matin ✓

b) **Amplitude thermique :** différence entre les deux extrêmes ✓

— **Calcul :** $21 - 8$ ✓

— **Résultat :**

13 degrés

c) **Relevés supérieurs à 15 degrés :** 18 à 12 h, 21 à 15 h et 17 à 18 h ✓

— **Relevé à 9 h :** 12 degrés, insuffisant ✓

— **Relevé à 21 h :** 11 degrés, insuffisant ✓

— **Encadrement du franchissement montant :** entre 9 h et 12 h ✓

— **Encadrement du franchissement descendant :** entre 18 h et 21 h ✓

— **Réponse par lecture graphique :**

d'environ 10 h 30 à environ 19 h

— **Prudence :** ces heures sont **approchées** ✓

- **Raison** : on ne connaît pas la courbe entre les relevés ✓
- **Durée approximative** : environ 8 h 30 ✓
- **Hausse entre 6 h et 15 h** : 13 degrés ✓
- **Hausse moyenne par heure** : $\frac{13}{9} \approx 1,4$ degré ✓
- **Baisse entre 15 h et 21 h** : 10 degrés en 6 h ✓
- **Baisse moyenne** : environ 1,7 degré par heure ✓

Réponse. a) maximum 21 à 15 h, minimum 8 à 6 h · b) 13 degrés · c) environ de 10 h 30 à 19 h.

Correction de l'exercice 12 - Le remplissage d'un bassin

a) **Première phase, de 0 à 10 min** : le volume augmente ✓

- **Passage** : de 50 L à 350 L ✓
- **Nature** : remplissage ✓
- **Deuxième phase, de 10 à 20 min** : le volume ne bouge pas ✓
- **Nature** : pause ✓
- **Troisième phase, à partir de 20 min** : le volume diminue ✓
- **Nature** : vidange ✓

b) **Débit de remplissage** : $\frac{350 - 50}{10}$ ✓

- **Numérateur** : 300 L ✓
- **Résultat** :

30 L/min

— **Contrôle à 5 min** : $50 + 150 = 200$ L ✓

— **Débit de vidange** : $\frac{350 - 200}{5}$ ✓

- **Numérateur** : 150 L ✓
- **Résultat** :

30 L/min

- **Observation** : les deux débits sont égaux ✓
- **Lecture graphique** : les deux segments ont des pentes opposées ✓

c) **Volume à 25 min** : 200 L ✓

— **Durée pour vider 200 L** : $\frac{200}{30}$ ✓

— **Valeur approchée** : $\approx 6,7$ min ✓

— **Instant correspondant** : $25 + 6,7$ ✓

— **Résultat** :

$\approx 31,7$ min

- **Soit** : environ 31 min 40 s ✓
- **Contrôle** : à 30 min, il resterait $200 - 150 = 50$ L ✓
- **Cohérence** : le bassin se vide bien juste après ✓

Réponse. a) remplissage, pause, vidange · b) 30 L/min dans les deux cas · c) vers 31 min 40 s.

Correction de l'exercice 13 - Deux tarifs sur un graphique

a) **Coût du tarif A** : proportionnel au nombre ✓

— **Expression :**

$$f(x) = 0,8x$$

— **Coût du tarif B :** une part fixe plus une part variable ✓

— **Expression :**

$$g(x) = 0,2x + 12$$

— **Nature de f :** fonction linéaire ✓

— **Nature de g :** fonction affine ✓

b) **Égalité des coûts :** $0,8x = 0,2x + 12$ ✓

— **On retranche $0,2x$:** $0,6x = 12$ ✓

— **Abscisse :**

$$x = 20$$

— **Coût correspondant :** $0,8 \times 20$ ✓

— **Ordonnée :**

$$16 \text{ €}$$

— **Contrôle avec le tarif B :** $4 + 12 = 16 \text{ €}$ ✓

— **Point d'intersection :** $(20; 16)$ ✓

c) **Coût A pour 50 photocopies :** $0,8 \times 50$ ✓

— **Résultat :** 40 € ✓

— **Coût B pour 50 photocopies :** $10 + 12$ ✓

— **Résultat :** 22 € ✓

— **Comparaison :** $22 < 40$ ✓

— **Conclusion :** il faut choisir le tarif B ✓

— **Économie :** 18 € ✓

— **Lecture graphique :** au-delà de 20 copies, la droite B est en dessous ✓

— **Contrôle à 10 copies :** A donne 8 €, B donne 14 € ✓

— **Conclusion inverse :** sous 20 copies, le tarif A l'emporte ✓

Réponse. a) $f(x) = 0,8x$ et $g(x) = 0,2x + 12$ · b) $(20; 16)$ · c) le tarif B (22 € contre 40 €).

Correction de l'exercice 14 - Une inéquation graphique

— **Traduction :** la courbe est **en dessous** de l'axe des abscisses ou sur cet axe ✓

— **Forme de la courbe :** une parabole tournée vers le haut ✓

— **Points d'intersection avec l'axe :** -2 et 2 ✓

— **Zone en dessous :** entre les deux ✓

— **Solutions graphiques :**

$$-2 \leq x \leq 2$$

— **Intervalle :** $[-2; 2]$ ✓

— **Bornes incluses :** l'inégalité est large ✓

— **Vérification par le calcul :** $x^2 - 4 \leq 0$ ✓

— **Réécriture :** $x^2 \leq 4$ ✓

— **Interprétation :** le carré ne dépasse pas 4 ✓

— **Conséquence :** x est compris entre -2 et 2 ✓

— **Concordance avec la lecture graphique** ✓

— **Contrôle en $x = 0$:** $-4 \leq 0$ ✓

- **Contrôle en** $x = 2 : 0 \leq 0 \checkmark$
- **Contrôle en** $x = 3 : 5 \leq 0$ est faux $\checkmark$
- **Contrôle en** $x = -3 : 5 \leq 0$ est faux $\checkmark$
- **Piège** : écrire $x \leq 2$ seulement $\checkmark$
- **Conséquence** : cela inclurait -5 , qui n'est pas solution $\checkmark$
- **Contrôle** : $f(-5) = 21 > 0 \checkmark$

Réponse. $-2 \leq x \leq 2$, soit $[-2; 2]$.

Correction de l'exercice 15 - Reconstituer une expression

a) **Forme attendue** : $f(x) = ax + b \checkmark$

- **Lecture de** b : c'est l'ordonnée du point d'abscisse 0 $\checkmark$
- **Valeur** : $b = 5 \checkmark$
- **Coefficient directeur** : $\frac{-3-5}{4-0} \checkmark$
- **Numérateur** : $-8 \checkmark$
- **Valeur** : $a = -2 \checkmark$
- **Expression** :

$$f(x) = -2x + 5$$

- **Contrôle avec** $B : -8 + 5 = -3 \checkmark$

b) **Calcul de** $f(10) : -20 + 5 \checkmark$

- **Résultat** :

$$-15$$

- **Antécédent de** 1 : on résout $-2x + 5 = 1 \checkmark$
- **On retranche** 5 : $-2x = -4 \checkmark$
- **Solution** :

$$x = 2$$

- **Vérification** : $-4 + 5 = 1 \checkmark$

c) **Condition** : $f(x) = 0 \checkmark$

- **Équation** : $-2x + 5 = 0 \checkmark$
- **Résolution** : $-2x = -5 \checkmark$
- **Abscisse** : 2,5 $\checkmark$
- **Point d'intersection** :

$$(2,5; 0)$$

- **Vérification** : $-5 + 5 = 0 \checkmark$
- **Sens de variation** : décroissante, car $a < 0 \checkmark$
- **Contrôle** : $f(0) = 5 > f(4) = -3 \checkmark$

Réponse. a) $f(x) = -2x + 5$ · b) $f(10) = -15$ et l'antécédent de 1 est 2 · c) en $(2,5; 0)$.

Correction de l'exercice 16 - Synthèse : exploiter une courbe

a) **Point le plus bas** : celui d'abscisse 1 $\checkmark$

- **Minimum** :

$$-4$$

- **Valeur qui le réalise** : $x = 1 \checkmark$

— **Contrôle** : toutes les autres images lui sont supérieures ✓

b) **Ordonnées nulles** : colonnes de -1 et 3 ✓

— **Solutions de $f(x) = 0$** :

$$x = -1 \text{ ou } x = 3$$

— **Zone sous l'axe des abscisses** : entre ces deux valeurs ✓

— **Solutions de $f(x) < 0$** :

$$-1 < x < 3$$

— **Intervalle** : $] -1 ; 3[$ ✓

— **Contrôle en $x = 0$** : $-3 < 0$ ✓

— **Contrôle en $x = 1$** : $-4 < 0$ ✓

— **Bornes exclues** : la fonction y vaut 0 ✓

c) **Colonnes d'ordonnée 12** : -3 et 5 ✓

— **Nombre d'antécédents** :

$$2$$

— **Cohérence** : la courbe descend puis monte, elle croise deux fois l'horizontale ✓

— **Symétrie** : -3 et 5 sont à égale distance de 1 ✓

— **Contrôle** : $1 - (-3) = 4$ et $5 - 1 = 4$ ✓

d) **Recherche du symétrique de 0 par rapport à 1 : 2** ✓

— **Image attendue** : la même que celle de 0 ✓

— **Valeur** : -3 ✓

— **Comparaison avec l'ordonnée de D** : $-3 = -3$ ✓

— **Verdict** :

oui, D est sur la courbe

— **Expression compatible** : $f(x) = (x - 1)^2 - 4$ ✓

— **Contrôle en $x = 2$** : $1 - 4 = -3$ ✓

— **Contrôle en $x = 5$** : $16 - 4 = 12$ ✓

— **Contrôle en $x = -3$** : $16 - 4 = 12$ ✓

— **Concordance complète avec le tableau** ✓

Réponse. a) minimum -4 en $x = 1$ · b) -1 et 3 ; $] -1 ; 3[$ · c) deux · d) oui.