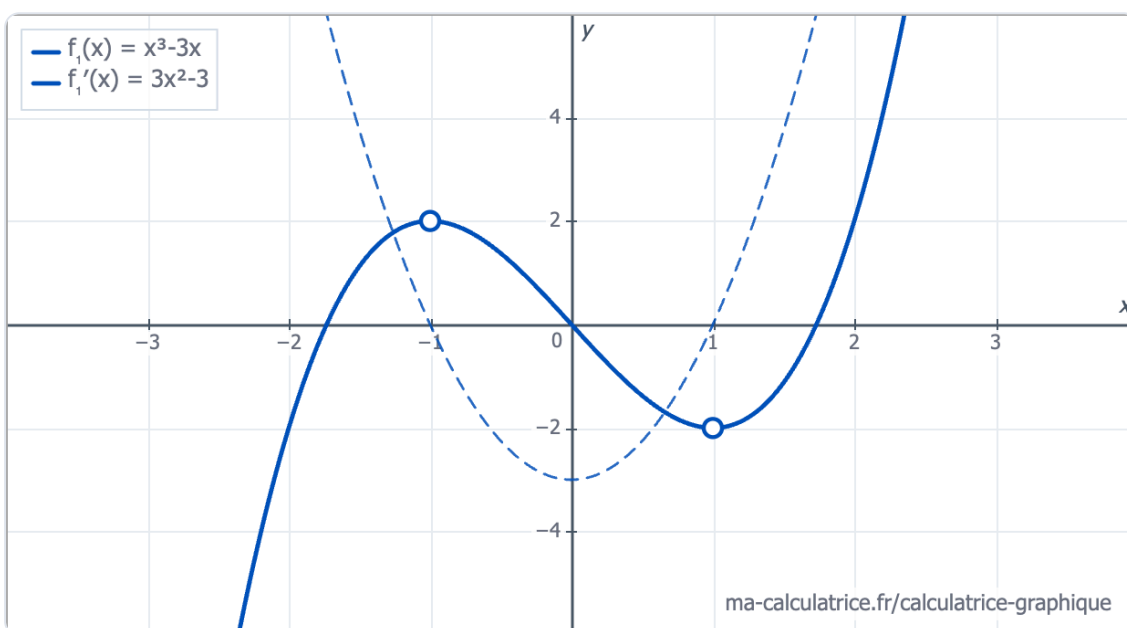


MA-CALCULATRICE.FR

# Calculatrice graphique en ligne

Guide complet d'utilisation



Tracer une courbe, la déplacer, la parcourir, en chercher les zéros, les extremums et les tangentes, faire varier un paramètre au curseur, calculer une intégrale — et repartir avec la figure. Du collège aux études supérieures.

**[www.ma-calculatrice.fr/calculatrice-graphique](http://www.ma-calculatrice.fr/calculatrice-graphique)**

Guide gratuit et librement imprimable · Toutes les figures de ce document ont été tracées par la calculatrice elle-même

# Sommaire

---

## 1. Prise en main

1. Tracer une première courbe
2. Plusieurs courbes dans le même repère
3. Quand l'expression est refusée

## 2. Écrire une fonction

1. La multiplication implicite
2. Puissances, racines et parenthèses
3. Le point, la virgule et le degré

## 3. Le repère : déplacer, zoomer, cadrer

1. À la souris, au doigt, au clavier
2. Les quatre cadrages du bandeau
3. L'onglet Fenêtre

## 4. Degré ou radian : le réglage qui change tout

## 5. Faire varier un paramètre

1. Les douze lettres réglables
2. Régler, borner, animer
3. Quatre familles de courbes à essayer

## 6. Parcourir la courbe point par point

## 7. Zéros, extremums et intersections

## 8. Dérivée, tangente et courbe de $f'$

## 9. Intégrale et aire sous la courbe

## 10. Le tableau de valeurs

## 11. Enregistrer, partager, garder

## 12. Exemples, du collège au supérieur

1. Collège
2. Lycée — seconde et première
3. Lycée — terminale
4. Études supérieures

## 13. Mémo : toutes les écritures acceptées

## 14. Les pièges les plus fréquents

## 15. Ce que cette calculatrice ne fait pas

### Comment lire ce guide

Les chapitres 1 et 2 suffisent pour tracer une courbe et la lire. Les chapitres 3 à 5 apprennent à cadrer et à faire bouger une figure ; les chapitres 6 à 10 sont les outils d'étude, ceux qui remplacent les touches d'une calculatrice graphique de poche. Le chapitre 12 rassemble des exemples classés par niveau, et le chapitre 13 est le mémo à garder sous la main.

### La même façon d'écrire que la calculatrice scientifique du site

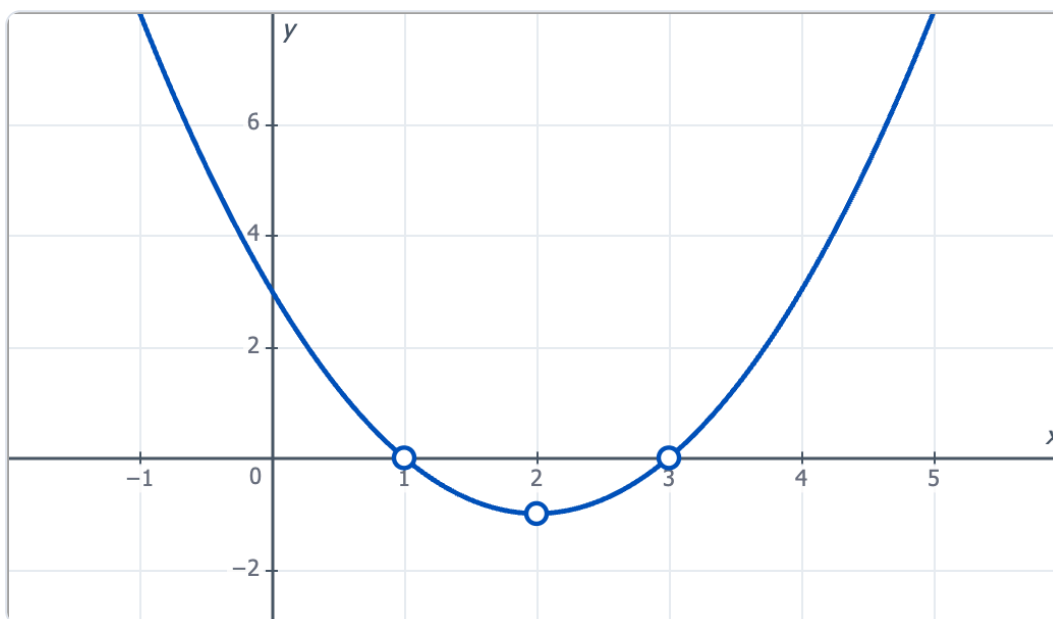
Les noms de fonctions, la multiplication implicite et les suffixes sont exactement ceux de la **calculatrice scientifique en ligne** de ma-calculatrice.fr. Qui passe d'une page à l'autre n'a rien à réapprendre : seule la variable  $x$  s'ajoute ici.

# 1. Prise en main

## 1.1 Tracer une première courbe

Écrivez l'expression de la fonction dans le champ  $f_1(x) =$ , en haut de la calculatrice. **La courbe se trace au fur et à mesure de la frappe** : il n'y a aucune touche à valider, aucun menu à ouvrir. Effacez un caractère, la courbe change aussitôt.

C'est la première différence avec une calculatrice graphique de poche, où il faut saisir la fonction, puis quitter l'écran de saisie, puis demander le tracé. Ici les deux écrans n'en font qu'un.

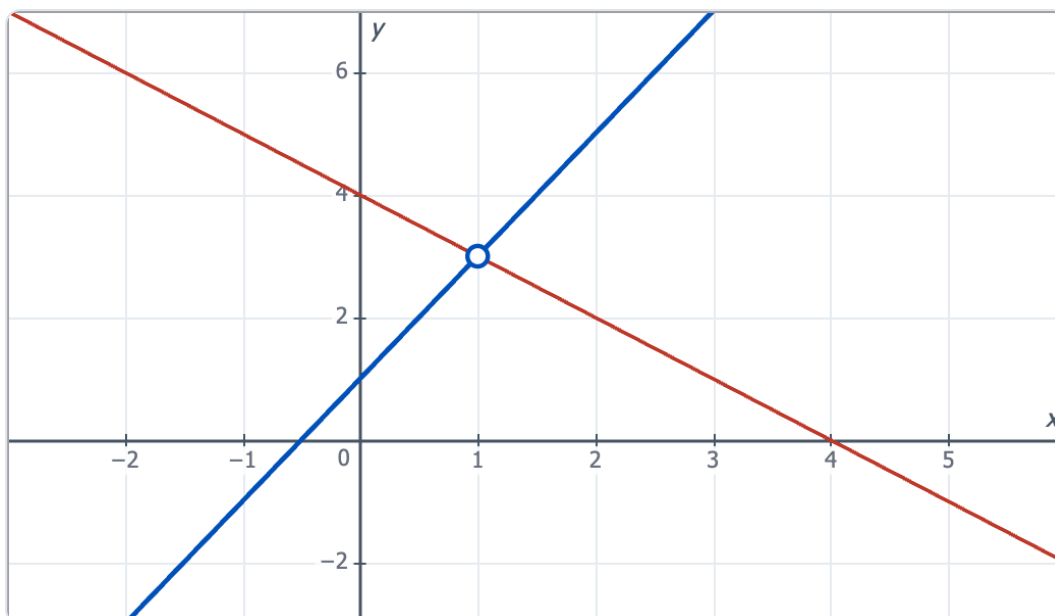


La courbe de  $x^2 - 4x + 3$ . Les cercles marquent les points remarquables trouvés par la calculatrice : les deux zéros et le minimum.

## 1.2 Plusieurs courbes dans le même repère

Le bouton `+ Ajouter une fonction` ouvre une deuxième ligne, puis une troisième, **jusqu'à six**. Chaque ligne a sa couleur, rappelée par la pastille placée devant elle.

- Un clic sur la **pastille de couleur** masque la courbe sans effacer la formule. C'est commode pour comparer deux courbes en les faisant apparaître à tour de rôle.
- La **croix** en bout de ligne supprime la fonction.
- Le bouton `Tout effacer` repart d'une calculatrice vide.



Deux droites et leur point commun : la résolution graphique d'un système de deux équations.

### 1.3 Quand l'expression est refusée

Si l'expression contient une faute, un message l'explique **sous le champ**, en toutes lettres — pas un « SYNTAX ERROR » qui laisse chercher.

Ce message n'apparaît qu'après une courte pause, le temps de finir de taper. C'est voulu : `sin(x)` passe par `s`, `si` puis `sin`, qui ne veulent encore rien dire, et rien ne doit être reproché à quelqu'un qui n'a pas fini d'écrire.

#### Les parenthèses restées ouvertes se ferment toutes seules

`sin(x` trace la même courbe que `sin(x)`. Il n'est jamais nécessaire de compter ses parenthèses — ce qui, sur une expression comme `ln(abs(sin(x`, fait gagner un temps réel.

## 2. Écrire une fonction

La variable s'écrit toujours  $x$ . Les quatre opérations s'écrivent  $+$ ,  $-$ ,  $\times$  (ou  $*$ ) et  $\div$  (ou  $/$ ), et la **priorité des opérations est respectée** :  $2+3x$  vaut  $2 + (3 \times x)$ , et non  $(2+3) \times x$ .

### 2.1 La multiplication implicite

Le signe de multiplication peut être omis devant la variable, une parenthèse, une constante ou une fonction. C'est la façon habituelle d'écrire en mathématiques, et c'est celle que la calculatrice attend.

| Vous écrivez | La calculatrice lit                   |
|--------------|---------------------------------------|
| $2x$         | $2 \times x$                          |
| $3(x+1)$     | $3 \times (x+1)$                      |
| $2\pi$       | $2 \times \pi$                        |
| $2x \sin(x)$ | $2 \times x \times \sin(x)$           |
| $ax+b$       | $a \times x + b$ , avec deux curseurs |

#### Une suite de lettres est découpée en noms connus

$2x \sin(x)$  est bien lu comme  $2 \times x \times \sin(x)$ . Mais  $\sinus(x)$  est refusé : ce n'est pas un sinus suivi d'un « us », c'est un mot que la calculatrice ne connaît pas, et elle le dit. Les fonctions s'écrivent avec leur parenthèse :  $\sin(x)$ .

### 2.2 Puissances, racines et parenthèses

La puissance s'écrit  $^$  :  $x^3$ . Les touches  $x^2$  et  $x^3$  du clavier écrivent directement les exposants  $^2$  et  $^3$ , qui se lisent mieux à la relecture :  $x^2-2$  est plus clair que  $x^2-2$ .

- L'exposant peut être négatif :  $x^{-2}$ .
- La puissance **s'associe à droite** :  $2^3^2$  vaut  $2^9$ , soit 512, et non 64.
- La racine carrée s'écrit  $\sqrt{}$ , `sqrt(` ou `racine(` ; la racine cubique  $\sqrt[3]{}$  ou `cbrt(` ; la racine n-ième `root(x,n)`.
- L'inverse s'écrit  $^{-1}$  :  $x^{-1}$  est la fonction inverse.

### 2.3 Le point, la virgule et le degré

Le séparateur décimal est le **point**. La virgule est malgré tout acceptée entre deux chiffres :  $1,5x$  trace bien la droite de coefficient 1,5.

#### Sauf dans les parenthèses d'une fonction

À l'intérieur d'un appel de fonction, la virgule sépare les arguments. Dans `log(x,2)` elle sépare le nombre de sa base, et dans `round(x,1)` le nombre du nombre de décimales. Écrivez donc `log(1.5,2)`, avec un point, et non `log(1,5,2)`.

Enfin, le suffixe  $^\circ$  impose le degré à un angle, quel que soit le mode courant : `sin(x°)` se lit en degrés même si la calculatrice est en radian. C'est utile pour mélanger les deux dans une même figure.

### 3. Le repère : déplacer, zoomer, cadrer

Un traceur de courbes se juge à la facilité avec laquelle on change de point de vue. Ici le repère se manie directement, sans passer par des réglages.

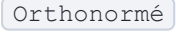
#### 3.1 À la souris, au doigt, au clavier

| Geste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Effet                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Cliquer-glisser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Déplacer le repère                                     |
| Molette                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Zoomer autour du pointeur                              |
| Survoler le graphique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Afficher les coordonnées du pointeur, en haut à droite |
| Glisser un doigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Déplacer le repère                                     |
| Écarter ou rapprocher deux doigts                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Zoomer                                                 |
| Flèches     | Déplacer le repère (cliquez d'abord dessus)            |
|  et                                                                                                                                                                           | Zoomer avant et arrière                                |

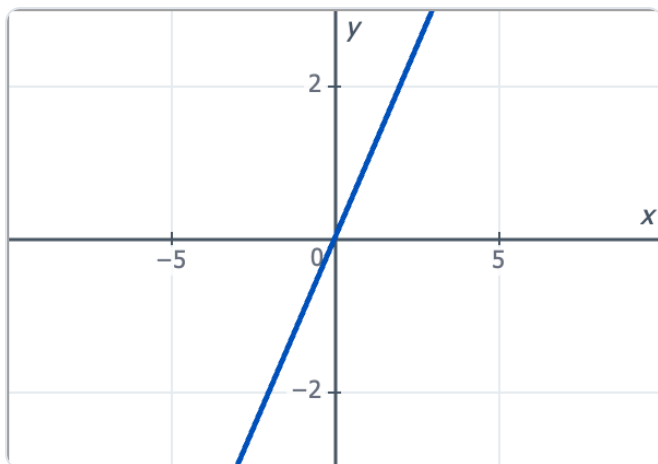
Les boutons  et  posés sur le graphique zooment **autour du centre**, ce qui est parfois plus commode que la molette quand on veut garder l'origine en place.

#### 3.2 Les quatre cadrages du bandeau

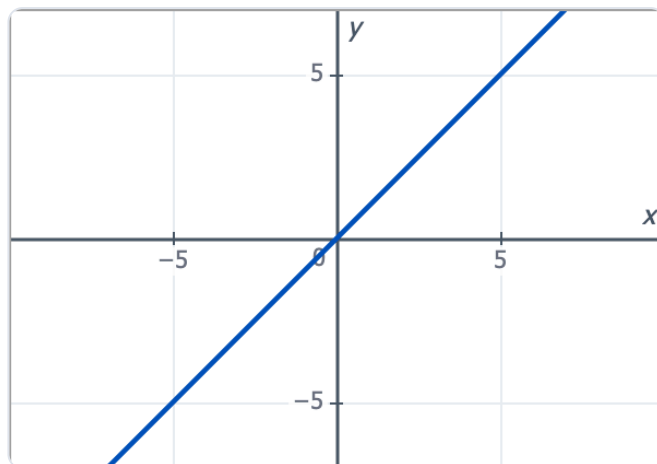
Quatre boutons, dans le bandeau du haut, couvrent les cas les plus fréquents.

| Bouton                                                                              | Ce qu'il fait, et quand s'en servir                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Revient au repère de $-10$ à $10$ sur les deux axes. Celui par lequel on commence presque toujours, et celui vers lequel revenir quand on s'est perdu.             |
|  | Règle les ordonnées pour qu'une unité mesure autant de pixels sur les deux axes. Indispensable dès qu'il est question d'angles, de perpendiculaires ou de cercles. |
|  | Pose la fenêtre de $-2\pi$ à $2\pi$ et gradue l'axe des abscisses en multiples de $\pi$ .                                                                          |
|  | Aligne les ordonnées sur les valeurs que les courbes prennent réellement. Le bouton à utiliser quand la courbe est plate ou sort de l'écran.                       |

Le cadrage orthonormé mérite un mot. Sans lui, la droite d'équation  $y = x$  ne fait pas un angle de  $45^\circ$  à l'écran, un cercle n'est pas rond, et deux droites perpendiculaires n'en ont pas l'air. Ce n'est pas un détail d'esthétique : c'est la condition pour qu'une lecture graphique d'angle ait un sens.



Repère quelconque :  $y = x$  paraît presque horizontale.



Repère orthonormé : la même droite, à  $45^\circ$  comme il se doit.

### 3.3 L'onglet Fenêtre

L'onglet **Fenêtre**, sous le graphique, donne accès aux quatre bornes  $X_{\min}$ ,  $X_{\max}$ ,  $Y_{\min}$  et  $Y_{\max}$ . Elles **acceptent une expression** : écrire  $-2\pi$  est plus court, et plus juste, que d'en recopier la valeur décimale.

Le même onglet porte le bouton qui gradue l'axe des abscisses **en multiples de  $\pi$** , et le bandeau du haut celui qui affiche ou masque le quadrillage.

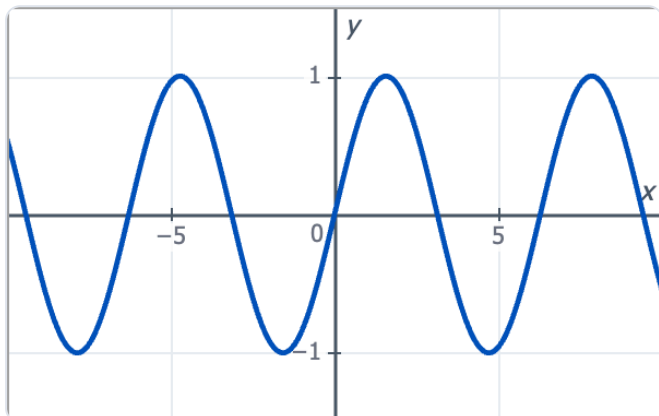
#### Un axe gradué $\pi$ , $2\pi$ se lit ; un axe gradué 3,14 / 6,28 ne dit rien

Dès qu'une figure est trigonométrique, les graduations en  $\pi$  changent tout : les zéros du sinus tombent sur les graduations, et les intersections de  $\sin(x)$  et  $\cos(x)$  se lisent en  $\pi/4$  au lieu de 0,785.

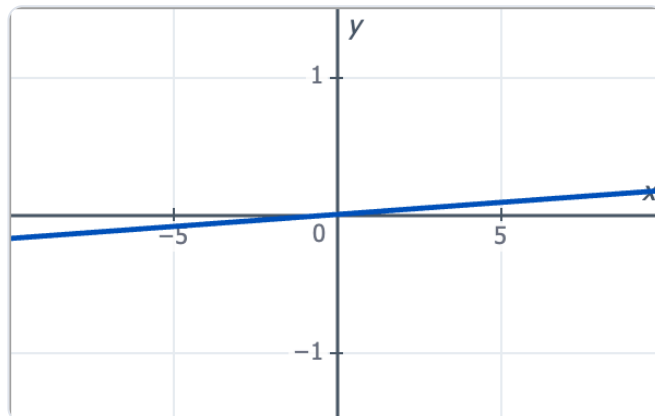
## 4. Degré ou radian : le réglage qui change tout

Le mode d'angle se choisit dans le bandeau du haut, et il n'a l'air de rien. C'est pourtant l'explication de la question la plus souvent posée sur cette page : *pourquoi ma courbe de sinus est-elle presque plate ?*

En radian,  $\sin(x)$  fait une période complète en 6,28 unités : sur une fenêtre de  $-10$  à  $10$ , on en voit trois bosses. En degré, il lui faut 360 unités pour la même période : sur la même fenêtre, on n'en voit qu'un fragment, qui ressemble à une droite.



Mode **radian** : trois périodes de  $-10$  à  $10$ .

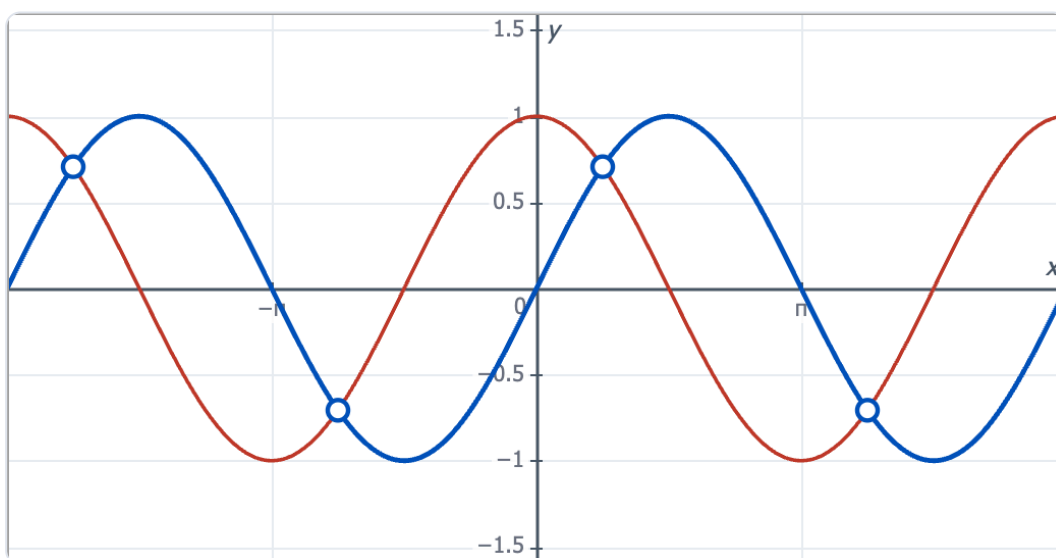


Mode **degré** : la même fonction, sur la même fenêtre.

Les deux figures ci-dessus sont la même expression,  $\sin(x)$ , dans la même fenêtre. Seul le mode d'angle change.

### Le bon réflexe

Pour une figure trigonométrique, passez en **radian** et appuyez sur **Trigo** : la fenêtre et les graduations sont posées d'un coup.



$\sin(x)$  et  $\cos(x)$  en mode **Trigo**. Les points communs, marqués par la calculatrice, tombent en  $\pi/4$  et ses multiples.

Le mode degré reste utile — pour la trigonométrie du collège et du début du lycée, où les angles sont des degrés. Et le suffixe  $^\circ$  permet de mélanger les deux :  $\sin(x^\circ)$  reste en degrés même quand la calculatrice est en radian.

## 5. Faire varier un paramètre

Une formule n'est pas obligée de ne contenir que des nombres. Écrivez  $ax+b$  plutôt que  $2x+3$ , et **deux curseurs apparaissent** sous la liste des fonctions. En les faisant glisser, la droite pivote et se déplace en direct.

C'est la façon la plus courte de comprendre à quoi servent les coefficients d'une fonction : non pas en lisant que  $a$  est la pente, mais en le voyant.

### 5.1 Les douze lettres réglables

Douze lettres sont réglables :  $a$   $b$   $c$   $d$   $h$   $k$   $m$   $n$   $p$   $q$   $r$   $t$ . Ce sont celles des énoncés : les coefficients  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , la pente  $m$  et l'ordonnée  $p$ , le décalage  $h$  et la hauteur  $k$ , l'indice  $n$ .

Les autres lettres sont refusées, sauf  $x$  pour la variable et  $e$  pour le nombre d'Euler. Ce refus est délibéré : si toutes les lettres étaient des paramètres,  $\sin(x)$  — un sinus mal tapé — deviendrait  $s \times n \times x$  sans que rien ne le signale.

**Il n'y a rien à déclarer.** Le curseur d'une lettre apparaît dès qu'une formule l'emploie, et disparaît dès qu'on l'efface. Deux fonctions qui utilisent la même lettre partagent le même curseur — ce qui permet de faire bouger deux courbes ensemble.

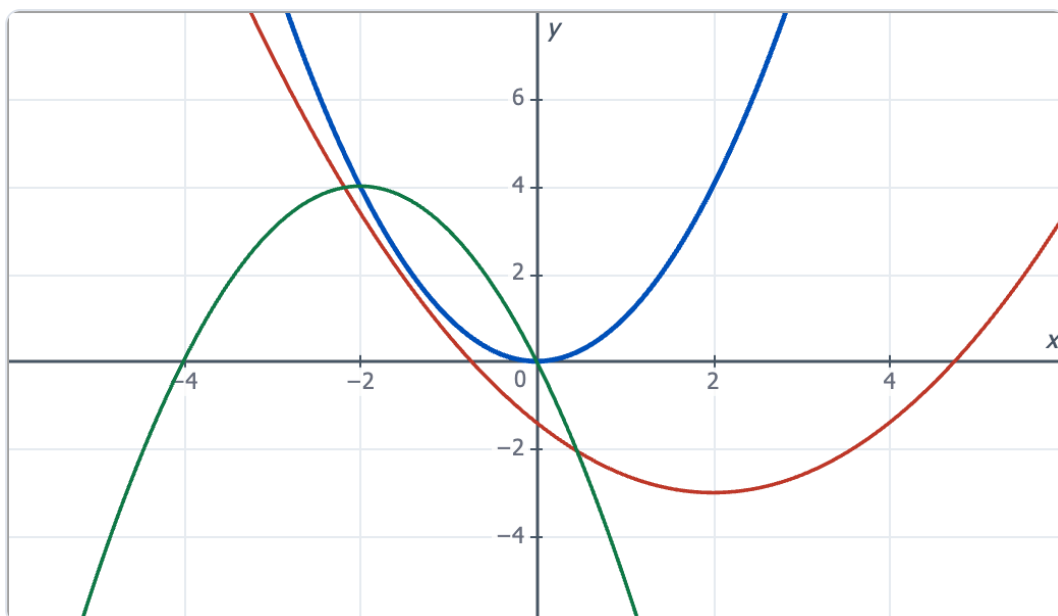
### 5.2 Régler, borner, animer

- Le **champ de gauche** donne la valeur exacte, et accepte une expression : écrivez  $\pi/2$  plutôt que sa valeur décimale. Une valeur sortie de l'intervalle repousse la borne au lieu d'être ramenée de force.
- Les **deux petits champs de droite** règlent l'intervalle parcouru, de  $-10$  à  $10$  par défaut. Réduisez-le pour un réglage fin, élargissez-le pour explorer.
- Le bouton  lance l'**animation** : le paramètre fait l'aller-retour entre ses bornes en dix secondes, et la courbe se déforme toute seule. Un second appui l'arrête.

L'animation est le vrai outil de ce chapitre. Une parabole qui s'ouvre, se resserre puis se retourne quand  $a$  change de signe, une sinusoïde qui glisse le long de l'axe quand la phase augmente : ce sont des choses qui se comprennent en les regardant bouger, et difficilement autrement.

### 5.3 Quatre familles de courbes à essayer

| Écrivez              | Ce que montrent les curseurs                                                                                               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $ax+b$               | La fonction affine : $a$ incline la droite, $b$ la monte et la descend.                                                    |
| $a(x-h)^2+k$         | La forme canonique du second degré : $h$ et $k$ sont exactement les coordonnées du sommet, $a$ l'ouverture de la parabole. |
| $a \cdot \sin(bx+c)$ | Amplitude, pulsation et phase d'une sinusoïde, chacune sur son curseur.                                                    |
| $x^n$                | Animez $n$ entre 1 et 5 : la courbe passe de la droite à la parabole, puis à la cubique.                                   |



Trois membres de la famille  $a(x-h)^2+k$ . Le sommet de chacune est le point de coordonnées  $(h ; k)$  — ici  $(0 ; 0)$ ,  $(2 ; -3)$  et  $(-2 ; 4)$ .

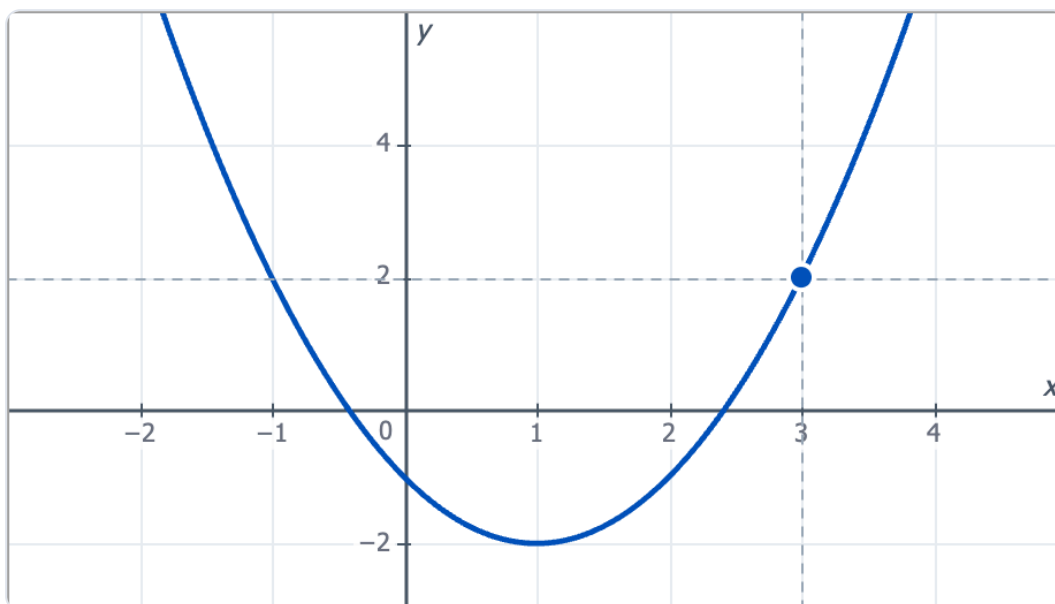
### Pour une démonstration devant une classe

Écrivez la forme canonique, réglez les bornes de  $a$  de  $-2$  à  $2$ , et lancez l'animation. Le passage par  $a = 0$  — où la parabole s'aplatit en droite avant de se retourner — se voit une fois pour toutes.

## 6. Parcourir la courbe point par point

Le bouton **Parcourir**, posé sur le graphique, met un point sur la courbe et affiche ses coordonnées. C'est l'équivalent de la touche *trace* d'une calculatrice graphique de poche.

- Le point **suit la souris ou le doigt**.
- Au clavier, les flèches **←** et **→** l'avancent d'un pixel, et avec **Maj** de dix pixels d'un coup.
- Quand plusieurs courbes sont tracées, les flèches **↑** et **↓** font **passer d'une courbe à l'autre**.
- Sur téléphone, une barre de boutons **◀◀** **◀** **▶** **▶▶** fait la même chose.



*Le point de parcours sur  $x^2 - 2x - 1$ . Ses coordonnées s'affichent au-dessus du repère.*

Lorsque le point atteint le bord du repère, **c'est la fenêtre qui glisse** : on peut donc suivre une courbe aussi loin qu'on veut sans la perdre de vue, et sans avoir à recadrer soi-même.

Le bouton **Garder ce point** recopie ses coordonnées dans l'historique des résultats, sous la calculatrice.

## 7. Zéros, extremums et intersections

L'onglet **Points remarquables** cherche tout seul, pour la courbe étudiée, quatre choses.

| Ce qui est cherché            | Ce que c'est                                                                                                                     |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Les zéros</b>              | Les abscisses où la courbe coupe l'axe horizontal, c'est-à-dire les solutions de l'équation $f(x) = 0$ .                         |
| <b>Les extremums locaux</b>   | Les points où la courbe change de sens : elle montait puis redescend (un maximum), ou elle descendait puis remonte (un minimum). |
| <b>L'ordonnée à l'origine</b> | La valeur $f(0)$ , quand l'abscisse 0 est dans la fenêtre.                                                                       |
| <b>Les intersections</b>      | Les points communs avec une seconde courbe, à choisir dans une liste.                                                            |

Chaque résultat porte deux boutons. **Centrer** amène le point trouvé au centre du repère, ce qui permet de zoomer dessus pour le regarder de plus près. **Garder** le range dans l'historique des résultats.

### La recherche ne porte que sur la fenêtre affichée

Un zéro hors de l'écran n'est pas annoncé. C'est voulu — le sinus a une infinité de zéros, et les chercher tous ne finirait jamais — mais il faut y penser : si un résultat attendu manque, **élargissez la fenêtre** et il apparaîtra.

Une précision sur les extremums : un endroit où la courbe ralentit sans repartir en sens inverse n'en est pas un. La courbe de  $x^3$  s'aplatit un instant en 0 avant de continuer à monter ; elle n'a pas d'extremum, et la calculatrice n'en annonce pas.

### Résoudre une équation graphiquement

Pour résoudre  $f(x) = g(x)$ , tracez les deux membres comme deux fonctions et demandez les intersections : les abscisses des points communs sont les solutions. C'est la méthode qui marche quand l'équation n'est d'aucun type connu —  $\ln(x) = 2-x$ , par exemple, ne se résout pas autrement au lycée.

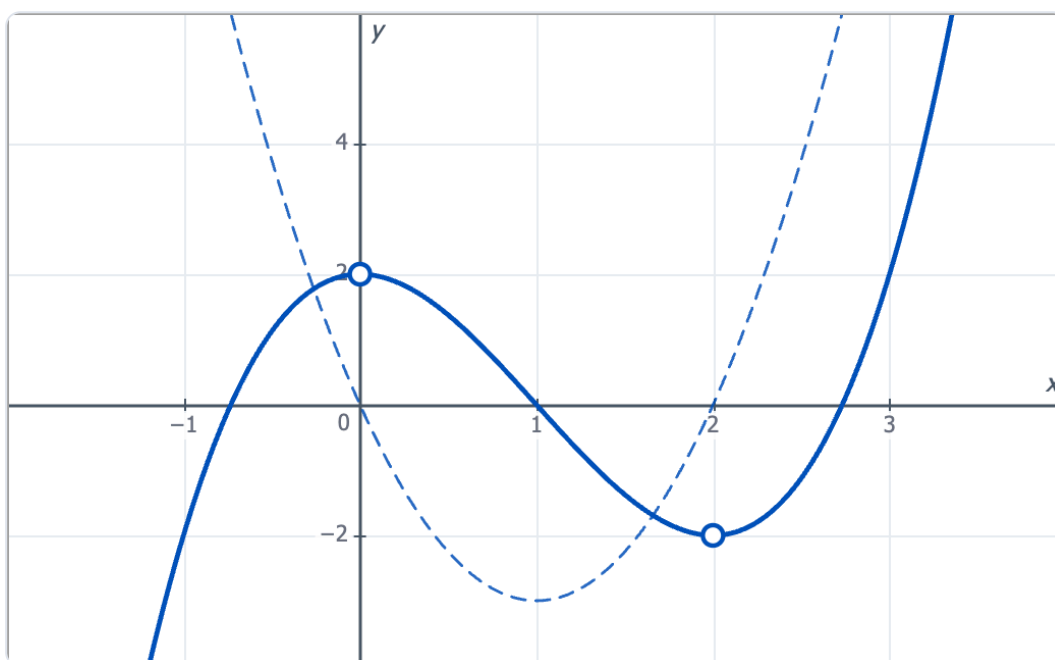
## 8. Dérivée, tangente et courbe de $f'$

### 8.1 La courbe de la fonction dérivée

Le bouton  **$f'$** , à droite de chaque ligne de fonction, ajoute la courbe de sa dérivée dans le repère : **en pointillé**, dans la même couleur que la fonction, et tracée sous elle pour ne pas la masquer.

C'est la lecture graphique du tableau de variations, en une seule image :

- là où le pointillé est **au-dessus** de l'axe des abscisses, la fonction **monte** ;
- là où il est **en dessous**, elle **descend** ;
- là où il **coupe** l'axe, elle a un **extremum**.



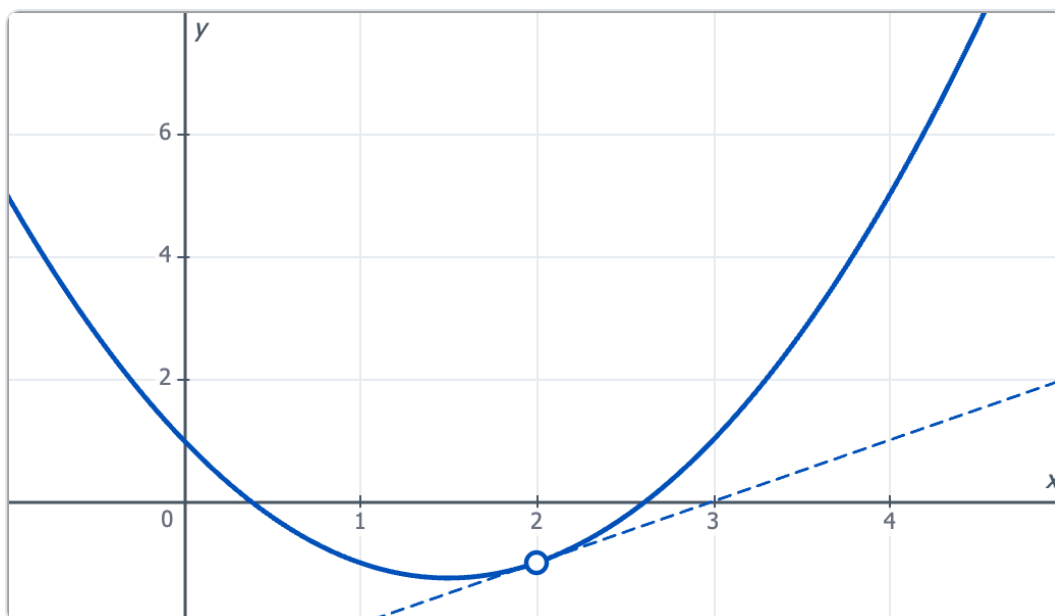
$x^3 - 3x^2 + 2$  et sa dérivée. Les deux zéros du pointillé tombent exactement sur le maximum et le minimum de la courbe pleine.

Les deux courbes se règlent séparément : la pastille de couleur masque la fonction sans toucher à sa dérivée, et le bouton  **$f'$**  retire la dérivée sans toucher à la fonction.

### 8.2 Le nombre dérivé et la tangente en un point

L'onglet **Dérivée et intégrale** demande une abscisse et donne, pour la courbe étudiée, trois choses : l'image  $f(x)$ , le nombre dérivé  $f'(x)$  et **l'équation réduite de la tangente** en ce point.

Le bouton **Tracer la tangente** pose cette droite sur le graphique, en pointillé.



*La tangente à  $x^2 - 3x + 1$  au point d'abscisse 2. Elle épouse la courbe au point marqué, et coupe l'axe des abscisses en 3.*

C'est la façon la plus rapide de vérifier une équation de tangente trouvée à la main : si la droite calculée épouse la courbe au point voulu, le calcul est juste ; si elle la traverse, il ne l'est pas.

#### Le champ d'abscisse accepte une expression

Écrivez  $\pi/2$ ,  $\sqrt{2}$  ou  $\ln(3)$  plutôt que leur valeur décimale : la tangente sera calculée au point exact, et non à l'arrondi que vous auriez recopié.

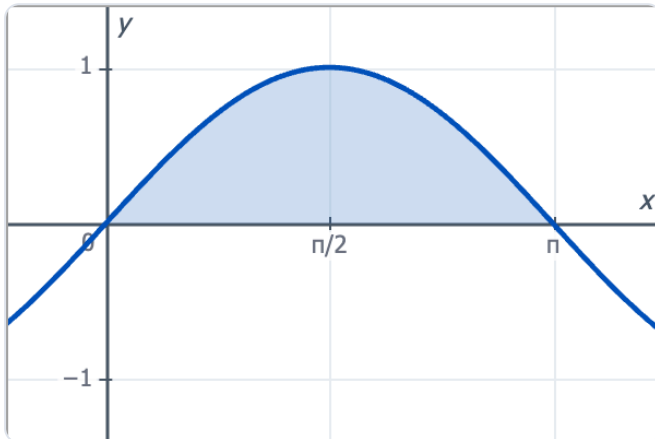
#### La calculatrice trace la dérivée, elle n'en donne pas l'expression

La dérivée est obtenue **numériquement**, par une différence centrée à cinq points, aussi bien pour la courbe que pour la valeur en un point. C'est exact aux erreurs d'arrondi près — largement de quoi vérifier un exercice — mais ce n'est pas du calcul formel : vous n'obtiendrez pas «  $f'(x) = 3x^2 - 3$  » écrit en toutes lettres.

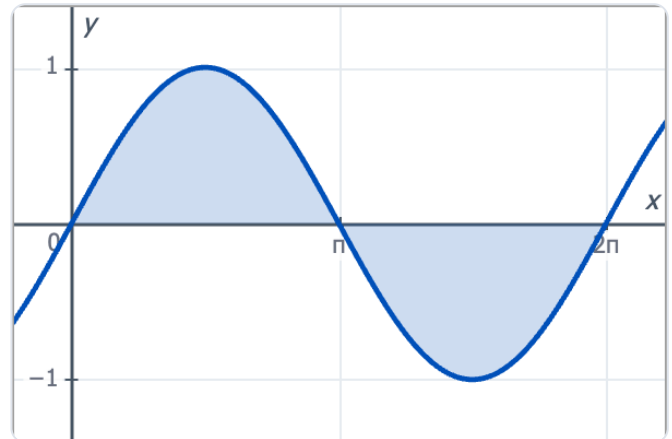
## 9. Intégrale et aire sous la courbe

Deux bornes  $a$  et  $b$  suffisent à obtenir l'intégrale de la fonction entre elles. Le calcul se fait par la **méthode de Simpson**, sur deux mille intervalles.

Le bouton **Colorer l'aire** peint la surface correspondante entre la courbe et l'axe des abscisses. C'est ce qui rend visible une propriété que le calcul seul laisse abstraite : **l'aire comptée sous l'axe est négative**.

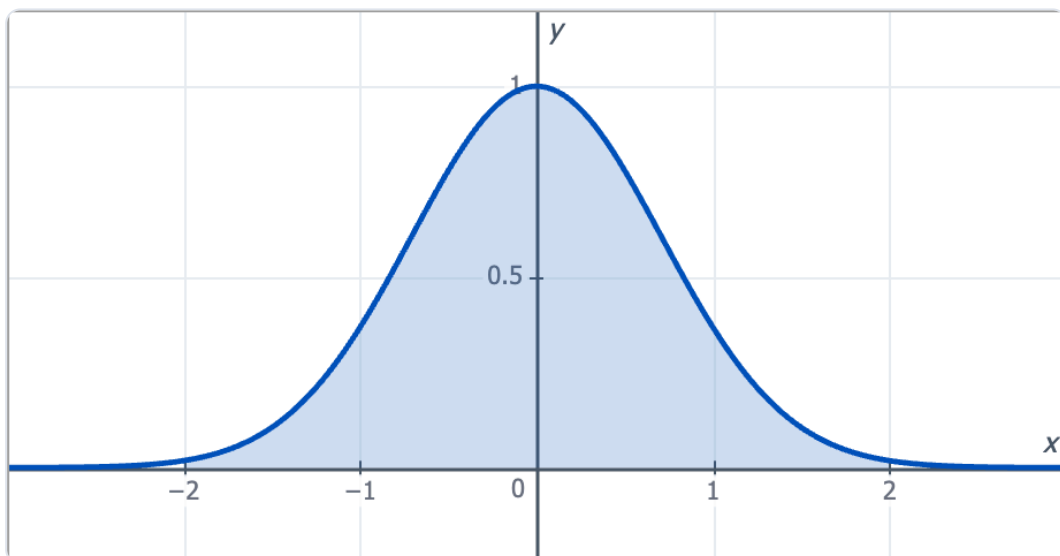


De 0 à  $\pi$ , l'intégrale de  $\sin(x)$  vaut 2.



De 0 à  $2\pi$ , elle vaut 0 : les deux bosses se compensent.

La seconde figure est la meilleure réponse à la question « mais alors l'intégrale, ce n'est pas l'aire ? » : c'est l'aire *algébrique*, et la bosse du dessous compte en négatif.



La courbe en cloche  $\exp(-x^2)$ , intégrée de -2 à 2.

Les bornes acceptent une expression, comme partout ailleurs :  $-\pi$ ,  $2\ln(2)$  ou  $\sqrt{3}$  sont admis. Le bouton **Garder** range le résultat dans l'historique, avec les bornes employées.

## 10. Le tableau de valeurs

L'onglet `Tableau de valeurs` donne les images des fonctions tracées pour une suite d'abscisses régulières, définie par trois réglages : un **début**, un **pas** et un **nombre de lignes**. C'est l'équivalent de la touche *table* d'une calculatrice graphique.

Toutes les fonctions visibles y figurent, chacune dans sa colonne et sa couleur, ce qui permet de comparer deux fonctions valeur par valeur.

Il sert à deux choses :

- **Construire un tableau de valeurs** demandé dans un exercice, sans calculer chaque ligne à la main.
- **Repérer un changement de signe** entre deux lignes consécutives — donc un zéro, donc une solution d'équation, par la méthode du balayage.

Le bouton `Envoyer dans l'historique` recopie tout le tableau sous la calculatrice, d'où il peut être exporté en CSV pour un tableur, ou en PDF.

### Le pas accepte une expression

Pour une fonction trigonométrique, un pas de  $\pi/6$  ou  $\pi/4$  donne un tableau dont les lignes tombent sur les valeurs remarquables. Un pas de 0,5 sur la même fonction ne donnerait que des décimales sans intérêt.

## 11. Enregistrer, partager, garder

### 11.1 L'image

Le bouton **Enregistrer l'image**, sous le repère, produit un fichier **PNG** prêt à être inséré dans un devoir maison, un compte rendu ou un cours. L'image est enregistrée **au double de la taille affichée** : elle reste nette une fois imprimée.

Elle porte, en haut à gauche, la **légende des courbes** — l'équation de chacune, dans sa couleur, et la valeur des paramètres au moment de l'enregistrement. Une courbe sans son équation ne veut plus rien dire une fois sortie de la page ; la légende évite d'avoir à la recopier à côté. En bas à droite figure l'adresse de la page, de sorte qu'une figure qui circule dise d'où elle vient.

Deux différences avec une capture d'écran, et ce sont elles qui font l'intérêt du bouton :

- Les boutons de zoom et le bouton **Parcourir** **n'y figurent pas**, alors qu'une capture les emporterait.
- L'image sort toujours **sur fond clair**, même si vous travaillez en thème sombre : un graphique sombre imprimé sur du papier blanc est illisible.

La figure de couverture de ce guide, comme toutes celles qui suivent, est exactement ce que ce bouton produit.

### 11.2 Le lien de partage

Le bouton **Lien de partage** fabrique une adresse qui contient **toute la figure** : les formules, la fenêtre, le mode d'angle, les paramètres et leurs valeurs, les courbes dérivées affichées. Qui l'ouvre retrouve exactement le même écran, et peut continuer à zoomer, déplacer et étudier à partir de là.

Le lien est copié dans le presse-papier et remplace l'adresse de la page, de sorte que vous pouvez aussi le prendre dans la barre du navigateur. Il s'affiche également dans un champ, avec un bouton **Copier** pour le reprendre à tout moment — utile lorsque le navigateur refuse l'accès au presse-papier, ce qui arrive en navigation privée sur certains téléphones.

#### Rien n'est enregistré sur le site

Tout est dans l'adresse elle-même. Aucun compte n'est nécessaire, rien n'expire, et le lien fonctionne indéfiniment. C'est ce qu'un enseignant envoie à sa classe pour poser un exercice sur une figure précise, et ce qu'un élève renvoie pour montrer où il en est.

Ouvrir un lien reçu **ne touche pas à votre propre figure** : si vous aviez activé « Garder mes calculs », la mémoire de cet appareil est simplement mise en pause le temps de cette visite, et vous retrouvez vos courbes au chargement suivant de la page.

### 11.3 Garder ses calculs d'une visite à l'autre

La calculatrice s'ouvre sur la même courbe à chaque visite. L'interrupteur « **Garder mes calculs** », tout en bas, change cela : vos fonctions sont alors enregistrées dans votre navigateur, avec la fenêtre du repère, le mode d'angle, la grille, les graduations, vos paramètres et leurs curseurs, ainsi que les champs du panneau d'étude.

Rien n'est envoyé sur Internet : tout reste dans ce navigateur, sur cet appareil. L'interrupteur est éteint par défaut — sur un poste partagé, retrouver la figure du visiteur précédent ne se demande pas — et le couper

efface aussitôt ce qui avait été gardé.

## 11.4 L'historique des résultats

Chaque valeur conservée avec un bouton Garder — un zéro, un extremum, une intersection, un nombre dérivé, une intégrale, un point parcouru, un tableau entier — est rangée dans le tableau **Historique des résultats**, sous la calculatrice, avec la fonction concernée.

Chaque cellule y est modifiable, et une colonne de notes permet d'annoter les lignes. Le tableau s'exporte en **CSV** pour un tableur, ou en **PDF**. Les membres du site peuvent en outre conserver une ligne dans leur compte et la retrouver plus tard dans « Mes calculs ».

## 12. Exemples, du collège au supérieur

Les résultats donnés dans les tableaux de ce chapitre ont été obtenus par la calculatrice elle-même, dans la fenêtre indiquée.

### COLLÈGE

#### 12.1 Lire une fonction affine

Tracez  $2x+1$ . La droite coupe l'axe des ordonnées en 1 — c'est le  $b$  — et monte de 2 quand  $x$  augmente de 1 — c'est le  $a$ . L'onglet des points remarquables donne l'ordonnée à l'origine et le zéro.

Ajoutez  $-x+4$  et demandez les intersections : le point commun est **la solution du système** formé par les deux équations. C'est la résolution graphique d'un système, et elle se lit d'un coup d'œil.

| Fonction | Ce qu'on demande     | Ce que la calculatrice donne |
|----------|----------------------|------------------------------|
| $2x+1$   | Ordonnée à l'origine | $f(0) = 1$                   |
| $2x+1$   | Zéro                 | $x = -0.5$                   |
| $-x+4$   | Zéro                 | $x = 4$                      |
| les deux | Intersection         | $(1 ; 3)$                    |

#### 12.2 Comparer deux courbes de référence

Tracez  $x^2$  puis  $x^3$  dans un repère **orthonormé**, et comparez leur allure de part et d'autre de l'origine : la première est symétrique par rapport à l'axe des ordonnées, la seconde par rapport à l'origine. C'est la différence entre une fonction paire et une fonction impaire, avant même d'en connaître les mots.

### LYCÉE — SECONDE ET PREMIÈRE

#### 12.3 Le second degré sans calcul

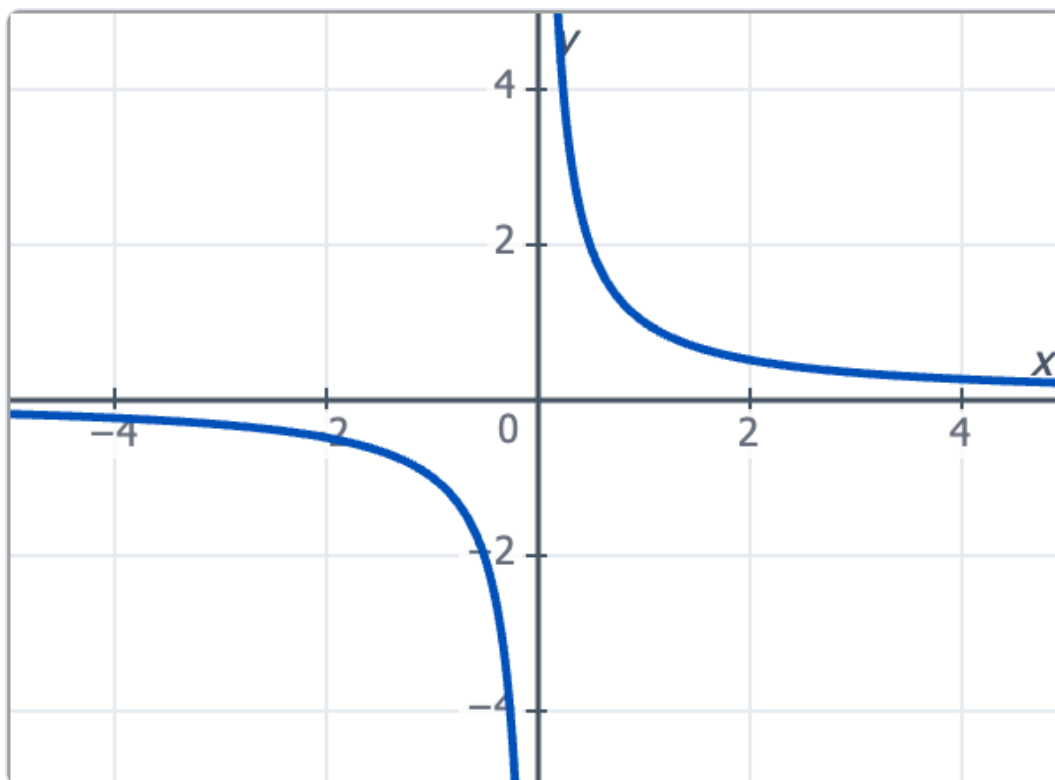
Tracez  $x^2-4x+3$ . L'onglet des points remarquables donne les deux zéros et le sommet. Le sommet vous donne la **forme canonique** sans l'avoir calculée : si le minimum est en  $(2 ; -1)$ , la forme canonique est  $(x-2)^2-1$ .

Vérifiez-le en traçant les deux expressions : les courbes se superposent exactement.

| Fonction    | Ce qu'on demande                     | Ce que la calculatrice donne |
|-------------|--------------------------------------|------------------------------|
| $x^2-4x+3$  | Zéros                                | $x = 1 ; 3$                  |
| $x^2-4x+3$  | Extremum                             | $\min (2 ; -1)$              |
| $x^2-4x+3$  | Ordonnée à l'origine                 | $f(0) = 3$                   |
| $(x-2)^2-1$ | La forme canonique lue sur le sommet | <b>même courbe</b>           |

## 12.4 La fonction inverse et son asymptote

Tracez  $1 \div x$ . La courbe est coupée en deux au voisinage de 0, exactement là où la fonction n'est pas définie, et **aucun trait vertical ne vient relier les deux branches**. C'est important : ce trait, que beaucoup de traceurs dessinent, ferait croire à une valeur là où il n'y en a pas.



$1 \div x$  : les deux branches ne sont pas reliées, parce que la fonction n'est pas définie en 0.

## 12.5 Vérifier une équation de tangente

Entrez la fonction, ouvrez l'onglet **Dérivée et intégrale**, donnez l'abscisse du point, et comparez l'équation affichée à celle que vous avez trouvée à la main. Puis tracez-la : une tangente juste épouse la courbe, une tangente fausse la traverse.

LYCÉE — TERMINALE

## 12.6 Lire un tableau de variations sur la dérivée

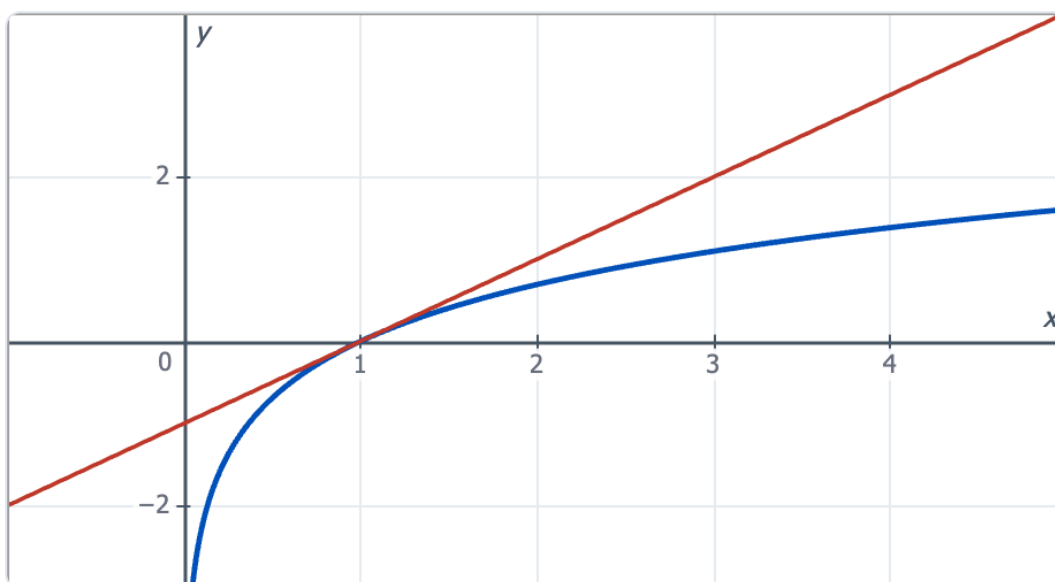
Affichez la dérivée de  $x^3 - 3x^2 + 2$  avec le bouton **f'**. Le tableau de variations se lit d'un coup d'œil : la fonction monte partout où le pointillé est au-dessus de l'axe, descend partout où il est en dessous, et les deux zéros du pointillé sont les abscisses du maximum et du minimum.

| Fonction         | Ce qu'on demande                 | Ce que la calculatrice donne             |
|------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| $x^3 - 3x^2 + 2$ | Extremums                        | <b>max</b> (0 ; 2) ; <b>min</b> (2 ; -2) |
| $x^3 - 3x^2 + 2$ | Zéros de la dérivée              | <b>x</b> = 0 ; 2                         |
| $x^3 - 3x^2 + 2$ | Nombre dérivé en 1               | <b>f' (1)</b> = -3                       |
| $\exp(-x^2)$     | Intégrale de -2 à 2              | <b>1.7641628</b>                         |
| $\sin(x)$        | Intégrale de 0 à $\pi$ (radian)  | <b>2</b>                                 |
| $\sin(x)$        | Intégrale de 0 à $2\pi$ (radian) | <b>0</b>                                 |

## 12.7 Exponentielle, logarithme et aire

Tracez  $\exp(-x^2)$ , la courbe en cloche, et intégrez-la de -2 à 2. Colorez l'aire pour voir de quoi il s'agit.

Tracez ensuite  $\ln(x)$  et  $x-1$  : les deux courbes se **touchent sans se croiser** en (1 ; 0), ce qui est la traduction graphique de l'inégalité  $\ln(x) \leq x-1$ , valable pour tout  $x$  strictement positif.

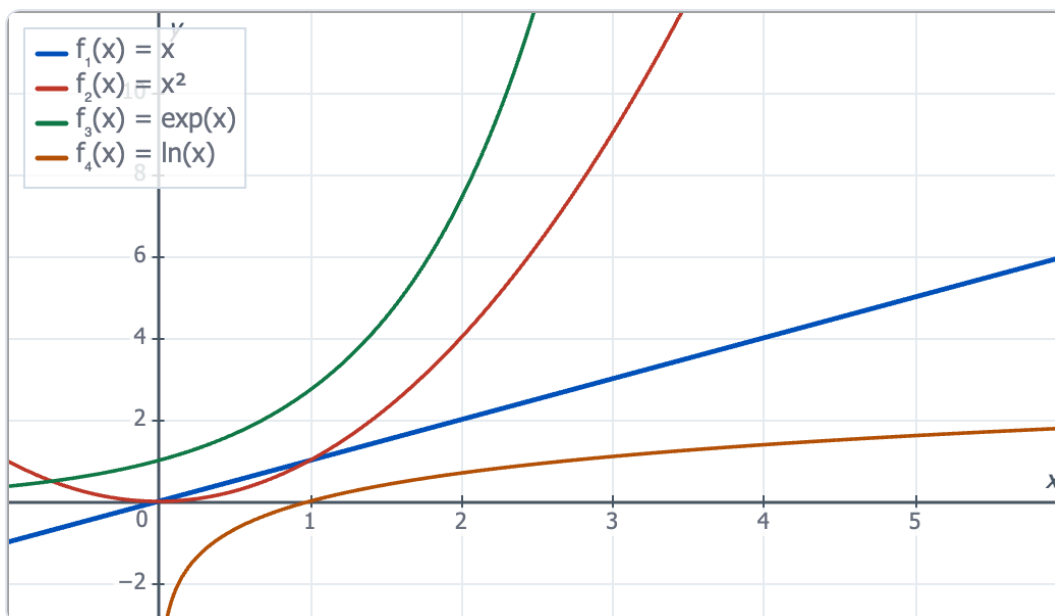


*$\ln(x)$  reste toujours sous  $x-1$ , et les deux courbes se touchent en un seul point.*

### ÉTUDES SUPÉRIEURES

## 12.8 Croissances comparées

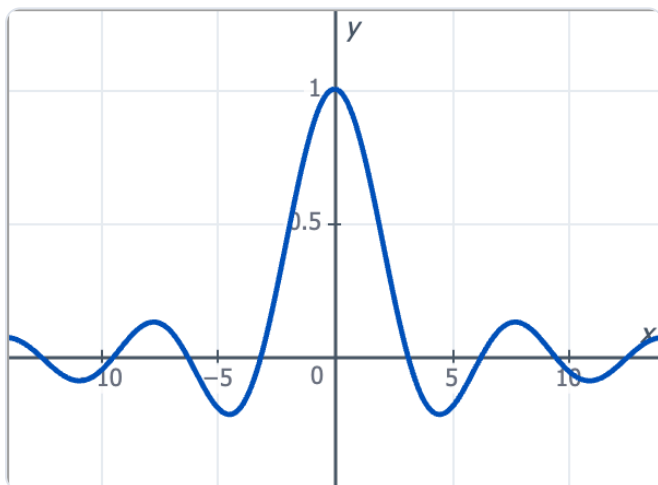
Comparez  $x$ ,  $x^2$ ,  $\exp(x)$  et  $\ln(x)$  sur une même fenêtre, en ajustant les ordonnées. L'ordre dans lequel les courbes se dépassent — et le fait que l'exponentielle finisse par écraser tout le reste — se voit d'un coup d'œil.



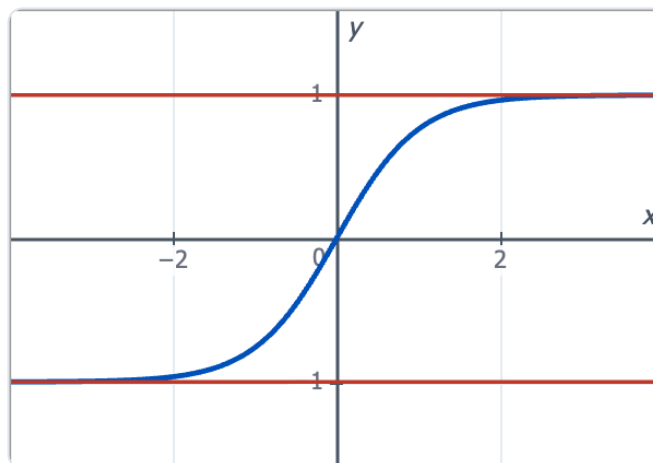
Quatre croissances dans le même repère. L'exponentielle a déjà quitté la fenêtre quand la parabole en est encore au bas de l'écran.

## 12.9 Un prolongement par continuité

Tracez  $\sin(x) \div x$ . La courbe passe par 1 en zéro alors que la fonction n'y est pas définie : la limite se lit sur le graphique, et le trou est invisible parce qu'il est de mesure nulle.



$\sin(x) \div x$  : la limite en 0 vaut 1.



$\tanh(x)$  entre ses deux asymptotes 1 et -1.

| Fonction          | Ce qu'on demande          | Ce que la calculatrice donne |
|-------------------|---------------------------|------------------------------|
| $\sin(x) \div x$  | Valeur en 0,001 (radian)  | 0.99999983                   |
| $\sin(x) \div x$  | Valeur en 0 — non définie | NaN                          |
| $\tanh(x)$        | Valeur en 4               | 0.9993293                    |
| $\tanh(x)$        | Valeur en 10              | 1                            |
| $\ln(x)$ et $x-1$ | Point de contact          | aucun                        |

## 13. Mémo : toutes les écritures acceptées

---

Les noms français mènent aux mêmes fonctions que les noms anglais : `racine()`, `arrondi()`, `valeurabsolue()`, `modulo()`, `exponentielle()`, `arcsin()`, `ent()`, `pgcd()` et `ppcm()` sont compris.

| Écriture                                    | Ce qu'elle fait                                                               | Valeur     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| $x$                                         | La variable<br>exemple : $2x+1$ en $x = 3$                                    | 7          |
| $a\ b\ c\ d\ h\ k\ m\ n\ p\ q\ r\ t$        | Paramètres réglables au curseur<br>exemple : $ax+b$ en $x = 2$                | 3          |
| $+ \ - \ \times \ \div$                     | Les quatre opérations (* et / acceptés)<br>exemple : $x\div 2$ en $x = 5$     | 2.5        |
| $^$                                         | Puissance<br>exemple : $x^5$ en $x = 2$                                       | 32         |
| $^2\ ^3$                                    | Carré, cube<br>exemple : $x^2-3x$ en $x = 5$                                  | 10         |
| $^{-1}$                                     | Inverse<br>exemple : $x^{-1}$ en $x = 4$                                      | 0.25       |
| $!$                                         | Factorielle<br>exemple : $x!$ en $x = 5$                                      | 120        |
| $\%$                                        | Pourcentage (division par cent)<br>exemple : $50\%+x$ en $x = 1$              | 1.5        |
| $^\circ$                                    | Angle en degrés, même en mode radian<br>exemple : $\sin(x^\circ)$ en $x = 30$ | 0.5        |
| $\pi\ e$                                    | Les constantes pi et e<br>exemple : $x+\pi$ en $x = 0$                        | 3.1415927  |
| $\sqrt{\ } \ \sqrt[3]{\ }$                  | Racine carrée, racine cubique<br>exemple : $\sqrt{x+4}$ en $x = 5$            | 3          |
| $\text{root}(x,n)$                          | Racine n-ième<br>exemple : $\text{root}(x,5)$ en $x = 32$                     | 2          |
| $\sin(\ \cos(\ \tan(\$                      | Trigonométrie<br>exemple : $\cos(2x)$ en $x = 0$                              | 1          |
| $\text{asin}(\ \text{acos}(\ \text{atan}(\$ | Fonctions réciproques<br>exemple : $\text{atan}(x)$ en $x = 1$                | 0.78539816 |
| $\sinh(\ \cosh(\ \tanh(\$                   | Fonctions hyperboliques<br>exemple : $\tanh(x)$ en $x = 1$                    | 0.76159416 |
| $\ln(\ \exp(\$                              | Logarithme népérien, exponentielle<br>exemple : $\exp(-x^2)$ en $x = 1$       | 0.36787944 |
| $\log(\$                                    | Logarithme décimal, ou de base b<br>exemple : $\log(x,2)$ en $x = 8$          | 3          |
| $\text{abs}(\ \text{sign}(\$                | Valeur absolue, signe<br>exemple : $\text{abs}(x-1)$ en $x = -3$              | 4          |

| Écriture                     | Ce qu'elle fait                                                                    | Valeur |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <code>floor( ceiling(</code> | Entier inférieur, entier supérieur<br>exemple : <code>floor(x)</code> en $x = 2.7$ | 2      |
| <code>round(x,n)</code>      | Arrondi à n décimales<br>exemple : <code>round(x,1)</code> en $x = 3.14159$        | 3.1    |
| <code>ipart( fpart(</code>   | Partie entière, partie décimale<br>exemple : <code>fpart(x)</code> en $x = 2.75$   | 0.75   |
| <code>mod( remain(</code>    | Modulo, reste de la division<br>exemple : <code>mod(x,3)</code> en $x = 10$        | 1      |
| <code>min( max(</code>       | Minimum, maximum<br>exemple : <code>max(x,1)</code> en $x = -4$                    | 1      |
| <code>gcd( lcm(</code>       | PGCD, PPCM<br>exemple : <code>gcd(x,12)</code> en $x = 18$                         | 6      |
| <code>nCr( nPr(</code>       | Combinaisons, arrangements<br>exemple : <code>ncr(x,2)</code> en $x = 6$           | 15     |

### 13.1 Le clavier de l'ordinateur

Les champs de fonctions se remplissent au clavier de l'ordinateur, sans passer par le clavier de la calculatrice.

| Touche | Effet                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
|        | Écrit le signe $\times$                                                            |
|        | Écrit le signe $\div$                                                              |
|        | Puissance                                                                          |
|        | Ouvre une nouvelle ligne de fonction                                               |
|        | Sur le graphique : le déplacer. En parcours : avancer le point, changer de courbe. |
|        | En parcours : avancer de dix pas                                                   |
|        | Sur le graphique : zoomer                                                          |

Le clavier de la calculatrice, replié par défaut sur ordinateur, s'ouvre avec le bouton . Il est ouvert d'emblée sur téléphone : les touches  $x$ ,  $\pi$ ,  $\sqrt{\phantom{x}}$  et les exposants n'existent sur aucun clavier de système.

## 14. Les pièges les plus fréquents

### 1. La courbe de sinus est presque plate

La calculatrice est en mode **degré**. En radian, une période tient dans 6,28 unités ; en degré, il en faut 360, et sur une fenêtre de -10 à 10 on n'en voit qu'un fragment. Passez en radian, puis appuyez sur **Trigo**.

### 2. Un zéro attendu n'apparaît pas

La recherche ne porte que sur **la portion de courbe visible**. Élargissez la fenêtre, ou déplacez le repère vers l'endroit attendu, et relisez l'onglet.

### 3. La courbe sort de l'écran, ou paraît horizontale

C'est un problème d'échelle des ordonnées, pas de fonction. Le bouton **Ajuster** aligne les ordonnées sur les valeurs réellement prises par les courbes, et règle le cas en un clic.

### 4. Le cercle n'est pas rond, la perpendiculaire n'en a pas l'air

Le repère n'est pas orthonormé. Appuyez sur **Orthonormé**. Toute lecture graphique d'angle est fausse sans lui.

### 5. « sinus(x) » est refusé

Les fonctions s'écrivent avec leur parenthèse et sous leur nom exact : `sin(x)`. Le catalogue déroulant, sous le clavier, donne la liste complète avec la signification de chacune.

### 6. « log(1,5,2) » ne donne pas ce qu'on croit

Dans les parenthèses d'une fonction, la virgule sépare les arguments. Le séparateur décimal y est **le point** : écrivez `log(1.5, 2)`.

### 7. Une lettre est refusée dans la formule

Seules douze lettres sont des paramètres réglables — a, b, c, d, h, k, m, n, p, q, r, t — plus **x** la variable et **e** le nombre d'Euler. Les autres sont refusées exprès, pour qu'une faute de frappe dans un nom de fonction soit signalée au lieu d'être lue comme un produit de lettres.

### 8. On attend l'expression de la dérivée

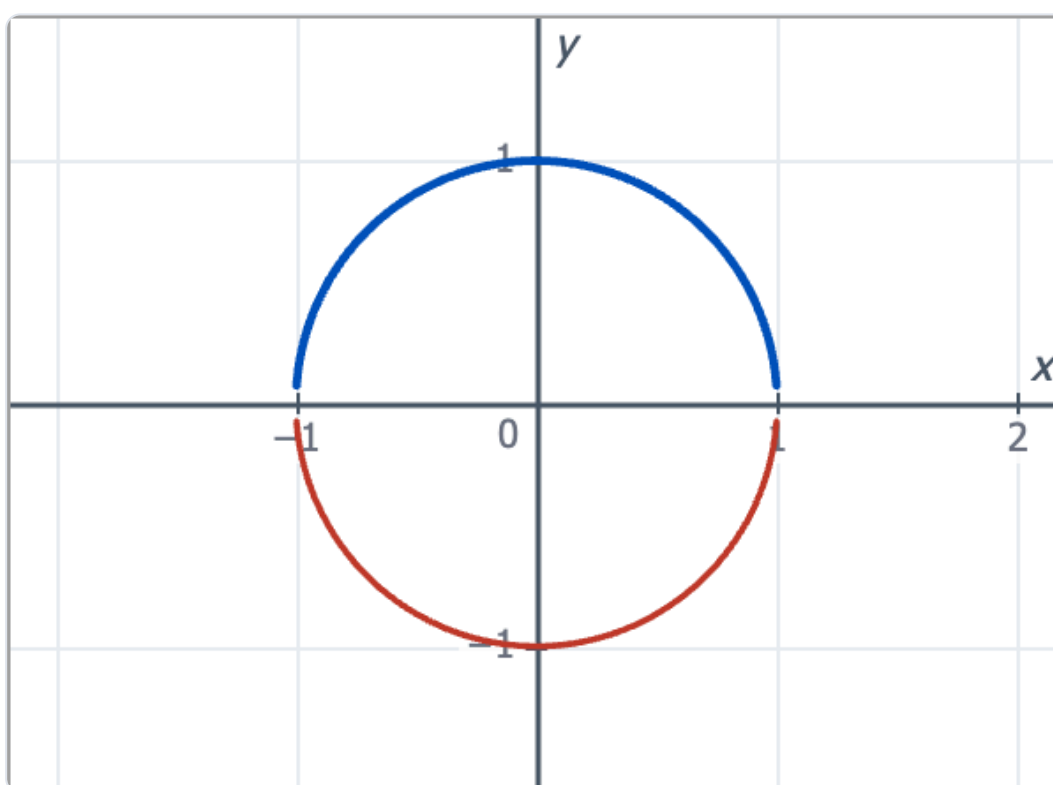
La calculatrice **trace** la dérivée et en donne les **valeurs**, mais pas l'expression : elle ne fait pas de calcul formel. Pour dériver littéralement, il faut le faire à la main — et cette page sert alors à vérifier le résultat.

## 15. Ce que cette calculatrice ne fait pas

Il vaut mieux le savoir avant de chercher. Cette calculatrice trace des fonctions de la forme  $y = f(x)$ , et rien d'autre.

| Non pris en charge                                | Ce qu'il faut faire à la place                                                                                           |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Courbes paramétrées                               | —                                                                                                                        |
| Coordonnées polaires                              | —                                                                                                                        |
| Suites                                            | —                                                                                                                        |
| Statistiques à deux variables                     | —                                                                                                                        |
| Équations implicites, comme $x^2 + y^2 = 1$       | Tracer les deux demi-courbes séparément                                                                                  |
| Calcul formel (factoriser, dériver littéralement) | Les pages <b>équation du second degré</b> , <b>système d'équations linéaires</b> et <b>coefficient directeur</b> du site |

Un cercle ne s'obtient donc qu'en traçant ses deux demi-cercles,  $\sqrt{1-x^2}$  et  $-\sqrt{1-x^2}$ , dans un repère orthonormé.



*Le cercle de rayon 1, en deux fonctions. Sans repère orthonormé, ce serait une ellipse.*

Enfin, toutes les valeurs affichées sont obtenues **numériquement**, avec la précision des nombres à virgule flottante. C'est largement suffisant pour vérifier un exercice, et ce n'est jamais une démonstration.

### Pour le calcul sans tracé

La **calculatrice scientifique en ligne** de [ma-calculatrice.fr](https://ma-calculatrice.fr) couvre la trigonométrie, les logarithmes, les statistiques, les suites, la dérivée et l'intégrale en un point, et la résolution d'équations — avec exactement la même façon d'écrire les expressions. Elle a son propre guide, du même format que celui-ci.

---

Guide de la calculatrice graphique en ligne de **ma-calculatrice.fr** · Gratuit et librement imprimable · Les figures de ce document ont été tracées par la calculatrice elle-même, et les résultats calculés par son propre moteur.

**[www.ma-calculatrice.fr/calculatrice-graphique](https://www.ma-calculatrice.fr/calculatrice-graphique)**