# *LA FONCTION EXPONENTIELLE*

## *I Introduction*

Nous allons tenter de résoudre une équation fonctionnelle, c'est à dire que l'on cherche toutes les fonctions vérifiant une condition donnée. On cherche les fonctions $f$ définies sur $\mathbb{R}$ qui vérifient la propriété suivante :

*La condition*

$$\begin{cases} \forall x \in \mathbb{R} \ , \ f'(x) = f(x) \\ f(0) = 1 \end{cases}$$

En français, on cherche les fonctions qui sont égales à leur dérivée et pour lesquelles l'image de $0$ vaut $1$ .

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE*

***Propriété n°1. Si une telle fonction existe alors elle ne s'annule pas***

Si $f$ est une fonction, définie sur $\mathbb{R}$, vérifiant :

$$\begin{cases} \forall x \in \mathbb{R}\ ,\ f'(x) = f(x) \\ f(0) = 1 \end{cases} \quad \text{alors} \quad \forall x \in \mathbb{R}\ ,\ f(x) \neq 0$$

***preuve :***

▪ Soit $f$ une telle fonction. Construisons la fonction $h$ définie également sur $\mathbb{R}$ par : $\forall x \in \mathbb{R}$ , $h(x) = f(x) \times f(-x)$

▪ Montrons que $h$ est dérivable sur $\mathbb{R}$ :

$x \mapsto -x$ et $f$ sont dérivables sur $\mathbb{R}$ dont leur composée $g : x \mapsto f(-x)$ l'est aussi.

$h$ étant le produit de deux fonctions dérivables sur $\mathbb{R}$ , elle est dérivable sur $\mathbb{R}$ .

▪ Montrons que $h'$ est nulle :

On peut écrire que $h = f \times g$ et donc $h' = f' \times g + f \times g'$ .

C'est à dire que

$$\forall x \in \mathbb{R}$$

$$\begin{aligned} h'(x) &= f'(x)g(x) + f(x)g'(x) \\ &= f'(x)f(x) - f(x)f'(x) && \text{(car } g'(x) = -f'(-x)\text{)} \\ &= f(x)f(x) - f(x)f(x) && \text{( car } f' = f\text{ )} \\ &= 0 \end{aligned}$$

▪ Montrons que $h$ est constante égale à $1$ .

La dérivée de $h$ est nulle sur l'intervalle $\mathbb{R}$ donc $h$ est constante sur $\mathbb{R}$ .

De plus $h(0) = f(0) \times f(0) = 1 \times 1 = 1$

Donc $\forall x \in \mathbb{R}$ , $h(x) = 1$

▪ Montrons que $f$ ne s'annule pas sur $\mathbb{R}$ .

S'il existait $x \in \mathbb{R}$ tel que $f(x) = 0$ , alors on aurait $h(x) = 0$ ce qui est impossible.

***Propriété n°2. Si une telle fonction existe alors elle est unique***

Si $f$ est une fonction, définie sur $\mathbb{R}$, vérifiant :

$$\begin{cases} \forall x \in \mathbb{R} \ , \ f'(x) = f(x) \\ f(0) = 1 \end{cases}$$ alors $f$ est unique.

***preuve :***

▪ Soit $f$ et $g$ deux fonctions vérifiant la condition. Nous allons montrer qu'alors $f = g$ .

▪ Soit $h$ la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par $\forall x \in \mathbb{R}$ , $h(x) = \dfrac{f(x)}{g(x)}$ .

( $h$ est bien définie car $g$ ne s'annule pas d'après la propriété n°1)

▪ Montrons que $h'$ est nulle :

$f$ et $g$ étant des fonctions dérivables sur $\mathbb{R}$ qui ne s'annulent pas, leur quotient $h = \dfrac{f}{g}$ est également dérivable sur $\mathbb{R}$ et ,

$\forall x \in \mathbb{R}$ ,

$$h'(x) = \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{(g(x))^2}$$

$$= \frac{f(x)g(x) - f(x)g(x)}{(g(x))^2} \quad \text{(car } f \text{ et } g \text{ vérifient la condition)}$$

$$= 0$$

▪ Montrons que $h$ est constante, égale à 1.

La dérivée de $h$ est nulle sur l'intervalle $\mathbb{R}$ donc $h$ est constante.

De plus $h(0) = \dfrac{f(0)}{g(0)} = \dfrac{1}{1} = 1$

Donc $\forall x \in \mathbb{R}$ , $h(x) = 1$ .

▪ Montrons que $f = g$

$\forall x \in \mathbb{R}$ , $h(x) = 1$

Or , $h(x) = \dfrac{f(x)}{g(x)}$

Donc $f(x) = g(x)$

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE*

***Remarque n°1.*** ***Une telle fonction existe bien et nous allons l'étudier.***
La preuve est admise en première mais nous en verrons une idée…

## *II La fonction Exponentielle et quelques-unes de ses propriétés*

***Définition n°1.***

On appelle fonction Exponentielle et on note $\exp$ l'unique fonction définie sur $\mathbb{R}$, vérifiant :

$$\boxed{\begin{cases} \forall x \in \mathbb{R},\ \exp'(x) = \exp(x) \\ \exp(0) = 1 \end{cases}}$$

***Propriété n°3.*** ***La fonction exp ne n'annule pas***

$$\boxed{\forall x \in \mathbb{R} \ , \ \exp(x) \neq 0}$$

***preuve :***

Faite en introduction

***Propriété n°4. L'exponentielle de la somme égale le produit des exponentielles***

Soit $a$ et $b$ deux nombres réels, alors :

$$\boxed{\exp(a+b) = \exp(a)\times\exp(b)}$$

***preuve :***

Soit $b \in \mathbb{R}$ , et $f : \begin{cases} \mathbb{R} \to \mathbb{R} \\ x \mapsto \dfrac{1}{\exp(b)} \times \exp(x+b) \end{cases}$

▪ Montrons que $f$ est dérivable sur $\mathbb{R}$

Les fonctions $\exp$ et $x \mapsto x+b$ sont dérivables sur $\mathbb{R}$ donc leur composée aussi. $f$ est ainsi dérivable sur $\mathbb{R}$ .

▪ Montrons que $f' = f$

Soit $x \in \mathbb{R}$

$$f'(x) = \frac{1}{\exp(b)} \times \exp'(x+b) = \frac{1}{\exp(b)} \times \exp(x+b) = f(x)$$

▪ Montrons que $f(0) = 1$

$$f(0) = \frac{1}{\exp(b)} \times \exp(x+b) = \frac{\exp(b)}{\exp(b)} = 1$$

▪ Utilisons l'unicité de la fonction exponentielle pour montrer que $f = \exp$ .

La fonction $f$ vérifie la condition $\begin{cases} \forall x \in \mathbb{R} , f'(x) = f(x) \\ f(0) = 1 \end{cases}$

c'est donc la fonction exp.

Ainsi $\forall x \in \mathbb{R}, \dfrac{1}{\exp(b)} \times \exp(x+b) = \exp(x)$

ce qui s'écrit encore :

$\forall x \in \mathbb{R}, \exp(x+b) = \exp(x) \times \exp(b)$ *cqfd*

***Propriété n°5. l'inverse de l'exponentielle égale l'exponentielle de l'opposé***

$$\boxed{\forall\, x \in \mathbb{R},\ \frac{1}{\exp(x)} = \exp(-x)}$$

***preuve :***

Soit $x \in \mathbb{R}$ ,
$1 = \exp(0) = \exp(x-x) = \exp(x)\times\exp(-x)$
puis en divisant chaque membre par le nombre $\exp(x)$ qui est non nul :
$\exp(-x) = \dfrac{1}{\exp(x)}$ *cqfd*

***Propriété n°6. La fonction exp est strictement positive sur*** $\mathbb{R}$

$$\boxed{\forall x \in \mathbb{R} \ , \ \exp(x) > 0}$$

***preuve :***

Soit $x \in \mathbb{R}$ ,

$$\exp(x) = \exp\left(\frac{x}{2}+\frac{x}{2}\right) = \exp\left(\frac{x}{2}\right)\times\exp\left(\frac{x}{2}\right) = \left(\exp\left(\frac{x}{2}\right)\right)^2 > 0$$

***Propriété n°7.*** ***La fonction exp et ses puissances n***[ième]

$\forall n \in \mathbb{N}, \forall a \in \mathbb{R},$

$$\boxed{(\exp(a))^n = \exp(n\,a)}$$

***preuve :***

- Soit $a \in \mathbb{R}$ , et soit la suite $(u_n)_{n\in\mathbb{N}}$ définie par :
  $\forall n \in \mathbb{N}$ , $u_n = \exp(na)$ .
- On a :
  $u_0 = \exp(0\times a) = 1$
- Et pour tout entier naturel $n$ ,
  $u_{n+1} = \exp((n+1)a) = \exp(na+a) = \exp(na)\exp(a) = u_n\times\exp(a)$
- On reconnaît une suite suite géométrique de premier terme $u_0 = 1$ et de raison $q = \exp(a)$ .
- Donc :
  $\forall n \in \mathbb{N}$ , $u_n = u_0\times q^n = 1\times(\exp(a))^n$

En identifiant terme à terme, on obtient le résultat. *cqfd*.

# *III Le comportement de la fonction exponentielle.*

***Propriété n°8. La fonction exp est strictement croissante sur*** $\mathbb{R}$

La fonction exp est strictement croissante sur $\mathbb{R}$ .
autrement dit :
Pour tous nombres réels $a$ et $b$ : $\boxed{a < b \Leftrightarrow \exp(a) < \exp(b)}$

***preuve :***

$\forall x \in \mathbb{R}$ , $\exp'(x) = \exp(x) > 0$ (d'après la propriété n°6)

La dérivée de la fonction exponentielle est strictement positive sur l'intervalle $\mathbb{R}$ donc la fonction exponentielle est strictement croissante sur l'intervalle $\mathbb{R}$ .

***Remarque n°2.***

La fonction exponentielle conserve donc les inégalités, ce qui signifie que l'on peut remplacer « $<$ » par « $>$ , $\leqslant$ ou $\geqslant$ ».
Cela sera utile pour les inéquations.

***Remarque n°3.***

La propriété n°8, nous permet d'affirmer que si un nombre admet un antécédent par la fonction exp alors cet antécédent est unique. C'est, par exemple, utile pour montrer l'unicité d'une solution dans une équation…

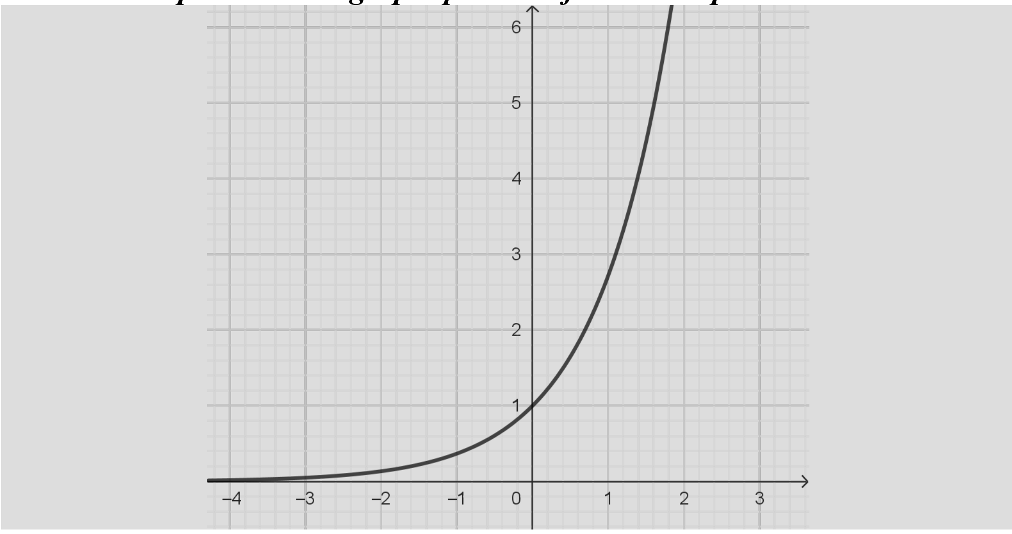
***Propriété n°9.*** ***Corollaire de la propriété n°8***

Soit $a$ et $b$ deux nombres réels.

$$\boxed{\exp(a) = \exp(b) \Leftrightarrow a = b}$$

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE*

***Connaissance n°1*** ***La représentation graphique de la fonction exponentielle.***



## *IV Une nouvelle notation pour la fonction exponentielle*

***Remarque n°4.***

Les propriétés n°4, n°5 et n°8 nous rappelle les propriétés sur les puissances.
Par exemple,
$7^{2+3} = 7^2 \times 7^3$ ressemble beaucoup à $\exp(2+3) = \exp(2) \times \exp(3)$
Comme $7^1 = 7$ , on est tenté de regarder $\exp(1)$ . Ce nombre n'est malheureusement pas entier, ce n'est même pas une fraction (vous le démontrerez un jour) mais il est aussi important que le nombre $\pi$ . Pour cela, on va lui donner un nom.

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE*

***Définition n°2.***

- On note $e$ le nombre $\exp(1)$
- On a : $\boxed{e \approx 2{,}71828}$
- Pour tout réel $x$ , on pose $\boxed{e^x = \exp(x)}$

***Remarque n°5. Résumé des propriétés avec la nouvelle notation***

Soit $a$ et $b$ des réels et $n$ un entier naturel .

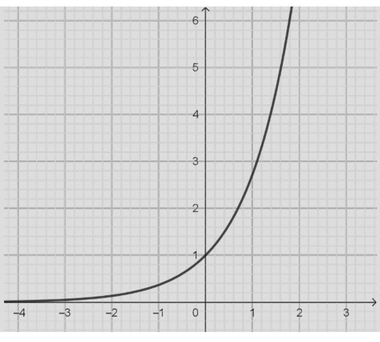
$\boxed{e^{a+b} = e^a \times e^b}$ , $\boxed{e^{-a} = \dfrac{1}{e^a}}$ , $\boxed{e^{a-b} = \dfrac{e^a}{e^b}}$ et $\boxed{e^{na} = \left(e^a\right)^n}$

$\boxed{a < b \Leftrightarrow \exp(a) < \exp(b)}$ et aussi avec $>$ , $\leqslant$ ou $\geqslant$

$\boxed{\exp(a) = \exp(b) \Leftrightarrow a = b}$

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE*

## *V Le résumé du cours*

| | |
|---|---|
| La définition de exp | On appelle fonction Exponentielle et on note exp l'unique fonction définie sur $\mathbb{R}$ , vérifiant : $\boxed{\begin{cases} \forall x \in \mathbb{R} \text{ , } \exp'(x) = \exp(x) \\ \exp(0) = 1 \end{cases}}$ |
| exp ne s'annule pas | $\boxed{\forall x \in \mathbb{R} \text{ , } \exp(x) \neq 0}$ |
| | Soit $a$ et $b$ deux nombres réels, alors : $\boxed{\exp(a+b) = \exp(a) \times \exp(b)}$ |
| | $\boxed{\forall x \in \mathbb{R}, \frac{1}{\exp(x)} = \exp(-x)}$ |
| exp est strictement positive | $\boxed{\forall x \in \mathbb{R} \text{ , } \exp(x) > 0}$ |
| | Soit $a$ et $b$ deux nombres réels. $\boxed{\exp(a) = \exp(b) \Leftrightarrow a = b}$ |
| | $\forall n \in \mathbb{N}, \forall a \in \mathbb{R},$ $\boxed{(\exp(a))^n = \exp(na)}$ |
| exp est strictement croissante | La fonction exp est strictement croissante sur $\mathbb{R}$ . |
| Équations et Inéquations | Pour tous nombres réels $a$ et $b$ : $\boxed{\exp(a) = \exp(b) \Leftrightarrow a = b}$ ; $\boxed{a < b \Leftrightarrow \exp(a) < \exp(b)}$ et aussi avec $>$ , $\leqslant$ ou $\geqslant$ |
| Représentation graphique de exp |  |
| Nouvelle notation de exp | ▪ On note $e$ le nombre $\exp(1)$<br>▪ On a : $\boxed{e \approx 2{,}71828}$<br>▪ Pour tout réel $x$ , on pose $\boxed{e^x = \exp(x)}$ |
| Propriétés algébriques de exp | Soit $a$ et $b$ des réels et $n$ un entier naturel . $\boxed{e^{a+b} = e^a \times e^b}$ , $\boxed{e^{-a} = \frac{1}{e^a}}$ , $\boxed{e^{a-b} = \frac{e^a}{e^b}}$ et $\boxed{e^{na} = (e^a)^n}$ |
| Équations et Inéquations | $\boxed{a < b \Leftrightarrow e^a < e^b}$ et aussi avec $>$ , $\leqslant$ ou $\geqslant$<br>$\boxed{e^a = e^b \Leftrightarrow a = b}$ |

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE E01*

### *EXERCICE N°1 Savoir calculer*

Simplifier les expressions suivantes.

**1)** $\left(e^3\right)^2 \times e^5$ **2)** $e^{-2} \times e^7 \times e$ **3)** $\dfrac{e^4}{e^7}$

**4)** $\dfrac{e^{-2}}{e}$ **5)** $\left(\dfrac{e^2}{e^{-3}}\right)^3$ **6)** $\left(e^2-1\right)\left(e^2+1\right)$

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE E01*

***EXERCICE N°2 Savoir calculer avec une inconnue***

Soit $x \in \mathbb{R}$ . Simplifier les expressions suivantes.

**1)** $\left(e^{\frac{x}{2}}\right)^2$ **2)** $e^{2x} \times e$ **3)** $\dfrac{e^{4x}}{e^{-x}}$

**4)** $\left(\dfrac{1}{e^x}\right)^2$ **5)** $\dfrac{e^{3x} \times e^{-x}}{e^x}$ **6)** $e^x \times \left(e^{-2x}\right)^3$

**EXERCICE N°3 Savoir développer**

Développer les expressions suivantes.

**1)** $\left(e^{2}-e\right)^{2}$

**2)** $\left(e^{3}-e\right)\left(1-e^{2}\right)$

**3)** $e^{2}\left(e^{-2}+e\right)$

**4)** $e\left(e^{-1}+e^{2}\right)$

**5)** $\left(e^{4}-e^{-4}\right)^{2}$

**6)** $\left(1-e^{3}\right)\left(1+e^{3}\right)$

**_EXERCICE N°4 Savoir développer avec une inconnue_**

Soit $x \in \mathbb{R}$ . Développer les expressions suivantes.

**1)** $e^2\left(e^{-x+3}+e^{-x-1}\right)$

**2)** $\left(e^x-e^{-x}\right)\left(1-e^x\right)$

**3)** $\left(e^x+1\right)^2$

**4)** $\left(e^{-x}+e^{4x}\right)e^x$

**5)** $\left(e^{-x}+e^x\right)^2$

**6)** $\left(e-e^x\right)\left(e+e^x\right)$

**EXERCICE N°5 Savoir factoriser**

Factoriser les expressions suivantes.

**1)** $e^2 - 4e$ **2)** $e^4 - 1$ **3)** $e - e^3$

**EXERCICE N°6 Savoir factoriser avec une inconnue**

Soit $x \in \mathbb{R}$ . Factoriser les expressions suivantes.

**1)** $e^{3x} - e^{x}$ **2)** $e^{2x} - e^{4x}$ **3)** $2e^{2x} - 4e^{x}$

**EXERCICE N°7 On mélange**

Soit $x \in \mathbb{R}$ . Simplifier les expressions suivantes.

**1)** $\left(e^{x}-1\right)\left(2e^{-x}+3\right)$

**2)** $\left(1-e^{-x}\right)^{2}$

**3)** $\left(x-e^{x}\right)\left(x+e^{-x}\right)$

**4)** $\left(3x+\dfrac{1}{e^{x}}\right)\left(4+e^{x}\right)$

**5)** $\left(e^{-2x}\right)^{3}\times\left(1-e^{6x}\right)$

**6)** $\left(2e^{x}-e^{-1}\right)^{2}$

# LA FONCTION EXPONENTIELLE E02

## *EXERCICE N°1 Résoudre une équation (niveau 0)*

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $e^x = 1$ **2)** $e^x = e^{-1}$ **3)** $e^x - e = 0$

# LA FONCTION EXPONENTIELLE E02

**EXERCICE N°2** ***Résoudre une équation (niveau 1)***

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $e^{2x+4} = 1$ **2)** $e^{-3x+7} = e^{-2}$ **3)** $e^{x^2} - e = 0$

# LA FONCTION EXPONENTIELLE E02

**_EXERCICE N°3 Résoudre une inéquation (niveau 0)_**

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les inéquations suivantes.

**1)** $e^x > e$ **2)** $e^x \leqslant 0$ **3)** $e^x < e^{-2}$

## *EXERCICE N°4 Résoudre une inéquation (niveau 1)*

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $e^{3x+1} > 1$ **2)** $e^{-2x+1} \geqslant e^{4}$ **3)** $e^{2x+1}+e^{5x-7} < 0$

**EXERCICE N°5 Résoudre une équation (niveau 2)**

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $e^x \times e^{2x} = 1$

**2)** $\left(e^x\right)^3 = e$

**3)** $\dfrac{e^{3x}}{e^2} = e$

## ***EXERCICE N°6 Résoudre une inéquation (niveau 2)***

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $e^{x}\left(e-e^{-x}\right) > e^{3}-1$ **2)** $e^{2x-3} \leqslant e^{x}\times e^{-7x+2}$ **3)** $e^{x+2}\left(-e^{-2}+1\right) \geqslant -e^{x}+e^{5}$

**_EXERCICE N°7 Résoudre une équation (niveau 3)_**

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $(x+2)(e^x-1) = 0$ **2)** $(e^{-x}-e)^2 = 0$ **3)** $e^x(-2x+4) = 0$

## *EXERCICE N°8 Résoudre une inéquation (niveau 4)*

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

**1)** $e^x - 3xe^x = 0$

**2)** $xe^x - x = 0$

**3)** $-2e^{x+1} + 5xe^{x+1} = 0$

**4)** $2xe^{-x} - x^2e^{-x} = 0$

# LA FONCTION EXPONENTIELLE E03

**EXERCICE N°1 Étudier les variations d'une fonction (niveau 1)**

Étudier les variations des fonctions suivantes, toutes définies sur $\mathbb{R}$ .

**1)** $f : x \mapsto e^{x} - e\,x$ **2)** $g : x \mapsto e^{-5x} + 5\,x$ **3)** $h : x \mapsto e^{2x} - 2\,x + 1$

# LA FONCTION EXPONENTIELLE E03

***EXERCICE N°2 Étudier les variations d'une fonction (niveau 2)***

Étudier les variations des fonctions suivantes sur leur ensemble de définition $D$ .

**1)** $f : x \mapsto (x+1)e^x$ avec $D = \mathbb{R}$

**2)** $f : x \mapsto \dfrac{4x}{e^x}$ avec $D = \mathbb{R}$

**3)** $f : x \mapsto \dfrac{4e^x}{x}$ avec $D = \mathbb{R}^* = ]-\infty\ ;\ 0[\ \cup\ ]0\ ;\ +\infty[$

# *La fonction exponentielle E03*

***EXERCICE N°3 Étudier les variations d'une fonction (niveau 3)***

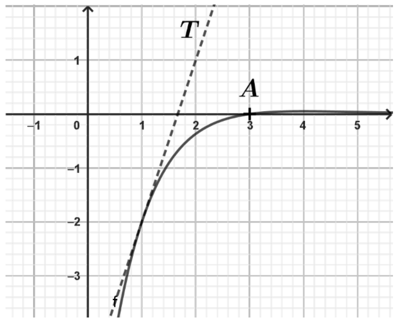
Étudier les variations des fonctions suivantes sur leur ensemble de définition $D$ .

**1)** $f : x \mapsto \dfrac{e^x + 1}{e^x - 1}$ avec $D = \mathbb{R}^* = ]-\infty\ ;\ 0[\ \cup\ ]0\ ;\ +\infty[$

**2)** $f : x \mapsto (-2x+3)e^{2x+4}$ avec $D = \mathbb{R}$

**3)** $f : x \mapsto \dfrac{6e^x}{x+5}$ avec $D = \mathbb{R} \setminus \{-5\} = ]-\infty\ ;\ -5[\ \cup\ ]-5\ ;\ +\infty[$

## *EXERCICE N°1 Avec un graphique*




On considère une fonction $f$ définie pour tout $x \in \mathbb{R}$ par $f(x) = \dfrac{ax+b}{e^x}$ où $a$ et $b$ sont deux réels.

Sa courbe représentative $C_f$ a été tracée dans le repère ci-contre. $C_f$ passe par le point $A(0\ ;\ -3)$ et la tangente $T$ à $C_f$ au point d'abscisse 1 a été tracée dans le repère.

**1)** Déterminer la valeur de $a$ et de $b$.

**2)** Étudier les variations de la fonction $f$.

**3)** Déterminer une équation de la tangente à $C_f$ au point d'abscisse 0.

***EXERCICE N°2 Avec des suites***

Donner la nature et la raison des suites ci-dessous.

**1)** $(u_n)$ définie pour $n \in N$ par $u_n = e^n$

**2)** $(v_n)$ définie pour $n \in N$ par $v_n = e^{-6n}$

**3)** $(w_n)$ définie pour $n \in N$ par $w_n = 2e^{3n}$

**4)** $(r_n)$ définie pour $n \in N$ par $r_n = e^2 n$

**5)** $(t_n)$ définie pour $n \in \mathbb{N}$ par $t_n = 4+e^5 n$

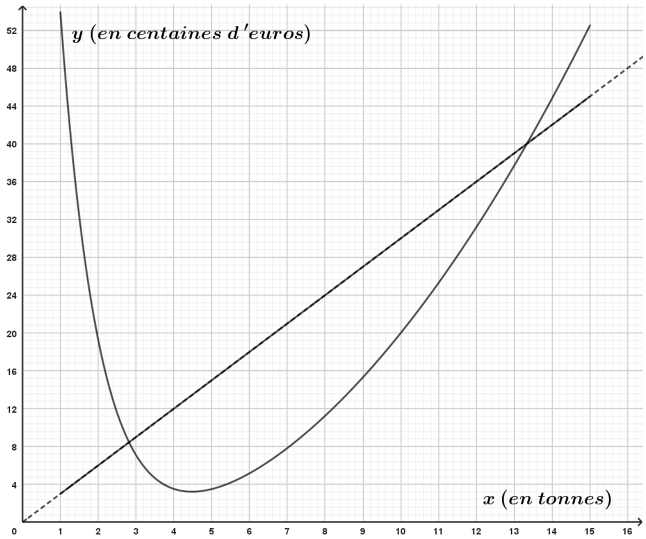
## *EXERCICE N°3 Du concret : Optimisation et lecture graphique*

Extrait du sesamath 114 p 185

L'entreprise BBE (Bio Bois Énergie) fabrique et vend des granulés de bois pour alimenter des chaudières et des poêles chez des particuliers ou dans des collectivités. L'entreprise produit entre 1 et 15 tonnes de granulés par jour.

Les coûts de fabrications sont modélisés par une fonction $C$ définie sur $[1\ ;\ 15]$ par $\boldsymbol{C(x)=0,3x^2-x+e^{-x+5}}$ où $x$ désigne la quantité de granulés en tonnes et $C(x)$ le coût de fabrication quotidien correspondant en centaines d'euros.

Pour cette entreprise, le prix de vente d'une tonne de granulés de bois est de 300 euros.




**1)** Déterminer la recette $R(x)$ en centaines d'euros obtenues pour $x$ tonnes de granulés vendus.

**2)** Calculer les coûts de production pour 5 tonnes de granulés produites.

**3)** On donne dans le graphique ci-après les représentations graphiques des fonctions $C$ et $R$.

**3.a)** Associer chaque courbe à sa fonction.

**3.b)** Déterminer graphiquement pour quelle quantité de granulés le coût quotidien est minimal.

**3.c)** Déterminer le bénéfice réalisé pour 6 tonnes fabriquées et vendues.

**3.d)** Déterminer pour quelle quantités produite et vendues l'entreprise réalise un bénéfice.

| *Aide au calcul* |
| --- |
| $13{,}2-e^{-1} \approx 12{,}83$ |

# *LA FONCTION EXPONENTIELLE E04*

***EXERCICE N°4 Changement de variable***

**1)** Résoudre dans $\mathbb{R}$ l'équation $x^3+2x^2-3x = 0$.

**2)** En déduire les solutions dans $\mathbb{R}$ des équations suivantes.

**2.a)** $x^6+2x^4-3x^2 = 0$

**2.b)** $e^{3x}+2e^{2x}-3e^x = 0$