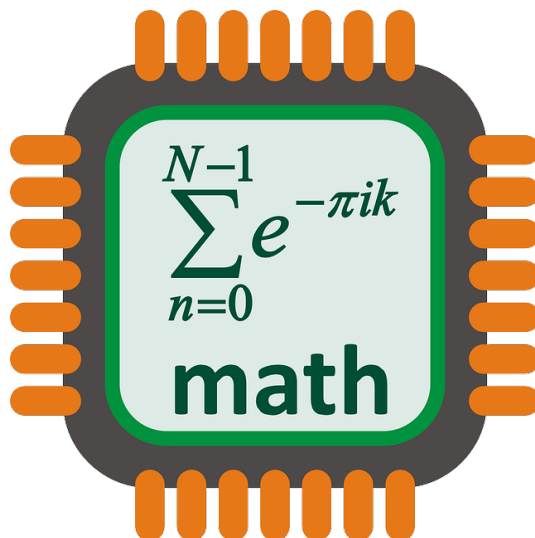


## Chapitre 5 : $x \longrightarrow e^x$



l'histoire du nombre e - number e history

### 1 la fonction exponentielle

#### 1.1 unicité

définition de la fonction exponentielle

- **problème** : trouver les fonctions  $f$  définies sur  $\mathbb{R}$  tq :

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

- **existence** :  $f$  existe ( admis - peut être fait de plusieurs façons mais reste compliqué)
- **unicité** :  $f$  est unique
- **notation** : cette fonction unique est notée  $x \longrightarrow \exp(x)$  ou plus simplement  $x \longrightarrow e^x$

preuve de l'unicité

## 1.2 propriété $e^x$ pour le calcul

$x \longrightarrow e^x$  est solution d'1 problème précis

- $e^0 = 1$
- $\forall x \in \mathbb{R} : (e^x)' = e^x$
- $(e^x)'(0) = 1$

autre propriété de  $e^x$

- $e^{a+b} = e^a \times e^b$
- $e^{-a} = \frac{1}{e^a}$
- $e^{a-b} = \frac{a}{b}$
- $(e^a)^b = e^{a \times b}$

HP : 1 remarque importante

- par définition,  $\forall n \in \mathbb{N}, (e^x)^{(n)}(0) = 1$
- ainsi, par la formule de Taylor en 0 :  $e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$  et  $e = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!}$

## 1.3 lien avec les suites géométriques

la suite  $(e^{a \times n})_{n \geq 0}$

- rappel :  $e^{an} = (e^a)^n$
- $\implies \forall a \in \mathbb{R}, (e^{an})_{n \geq 0}$  est 1 SG de raison  $e^a$
- il y a donc 1 passerelle entre exponentielle et SG

les intérêts composés

- plaçons 10 000 à 4% à la banque
  - chaque début d'année la banque verse 4 % d'intérêt
  - ces intérêts vont eux aussi rapporter des intérêts l'année suivante ...
  - d'où le nom d'intérêts composés
- on passe d'1 année à l'autre en multipliant la somme en cours par 1,04
  - $(somme)_{n \geq 0}$  est 1 SG de raison 1.04 et de premier terme 10 000
  - remarquons que  $1.04 \simeq e^{0.03922}$
  - on a donc :  $somme = 10000 \times 1.04^n = 10000 \times e^{0.03922n}$
- la somme peut donc être modélisée par 1 fonction exponentielle

## 2 propriété de la fonction exponentielle

### 2.1 l'exponentielle est strictement positive

$$e^x > 0$$

- $\boxed{\forall x \in \mathbb{R} : e^x > 0}$

preuve :

#### conséquence

- $\boxed{x \longrightarrow e^x \text{ est strictement croissante sur } \mathbb{R}}$

preuve :

### 2.2 dérivée composée

#### propriété

- rappel :  $(f(g(x)))' = f'(g(x)) \times g'(x)$
- appliqué à l'exponentielle :  $(e^{f(x)})' = f'(x) \times e^{f(x)}$

#### exemple

- calculer les dérivées des fonctions suivantes :

- $f(x) = e^{2x}$

- $g(x) = e^{-3x+1}$

- $h(x) = e^{\frac{1}{x}}$

- $i(x) = e^{\sqrt{2x+1}}$

## 2.3 un problème ouvert

### tangente en 0

- trouver l'équation de la tangente à  $x \rightarrow e^x$  en 0
- mq  $x \rightarrow e^x$  est au-dessus de sa tangente en 0

### tangente et exponentielle

- mq  $x \rightarrow e^x$  est au-dessus de ses tangentes (on dit que  $x \rightarrow e^x$  est **convexe** sur  $\mathbb{R}$ ) - solution

### 3 graphe de la fonction exponentielle

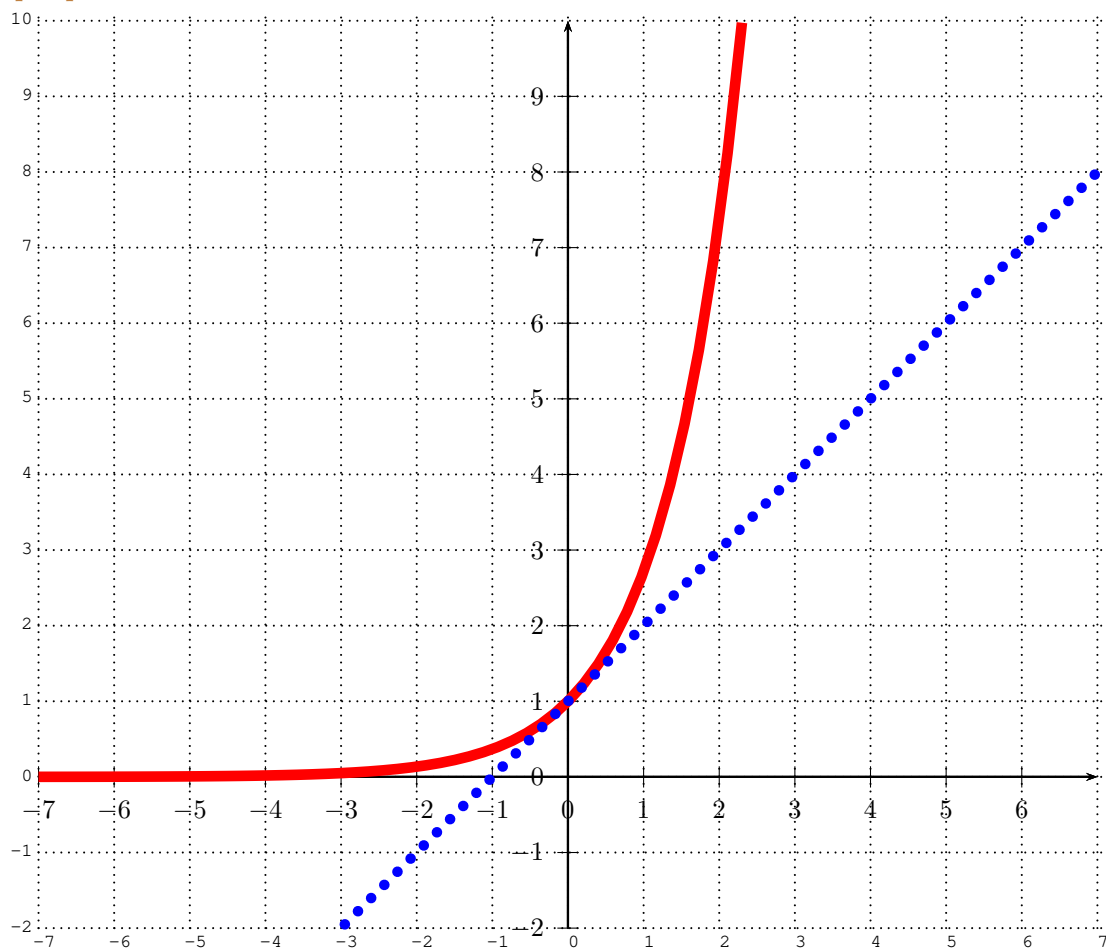
#### 3.1 $x \longrightarrow e^x$

forme algébrique et tableau de valeurs

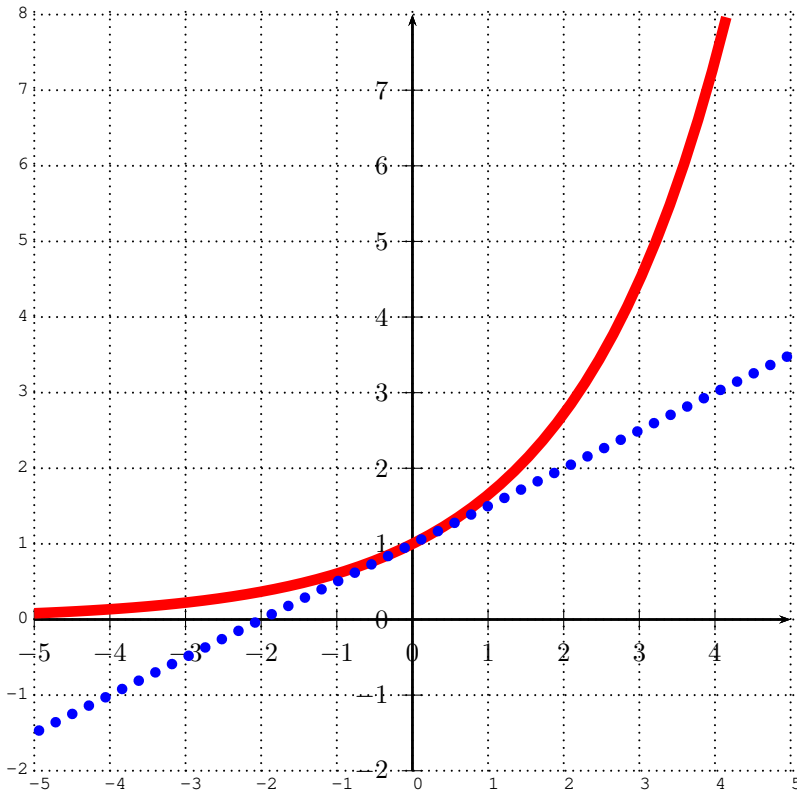
- $f : \begin{cases} \mathbb{R} & \longrightarrow & \mathbb{R}^+ \\ x & \longrightarrow & e^x \end{cases}$
- HP : c'est 1 fonction convexe

x	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
f(x)									

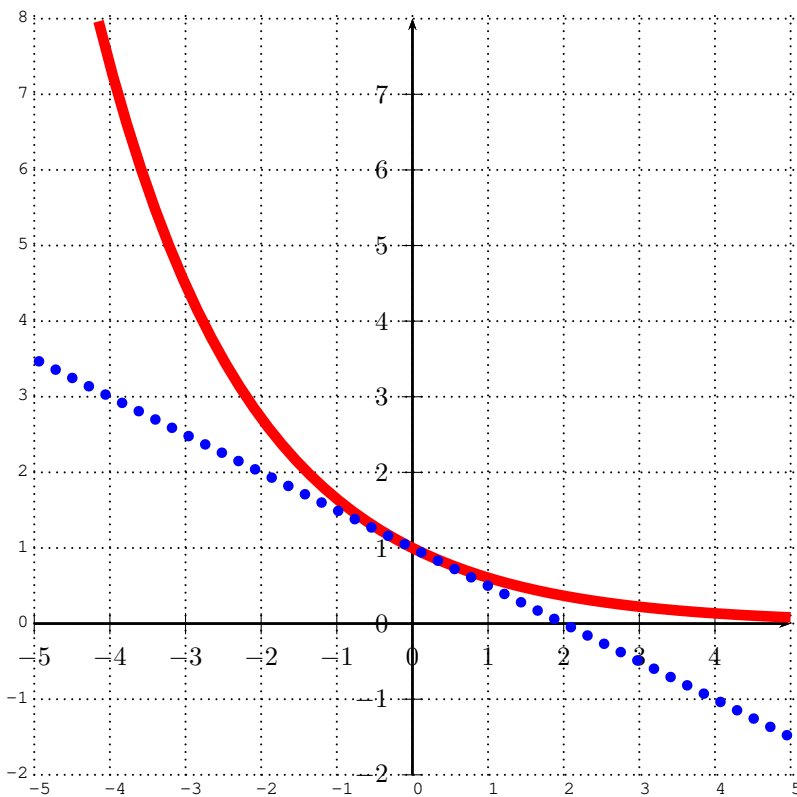
graphique



### 3.2 $x \longrightarrow e^{ax}$ où $a > 0$



### 3.3 $x \longrightarrow e^{ax}$ où $a < 0$



### 3.4 un peu de python

#### 1 autre façon d'écrire 1 nombre : les fractions continues

$$e = 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{4 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{6 + \dots}}}}}}}}$$

- une multitude de calculatrice à votre disposition
- mettre  $e$  sous forme de fraction continue
- le programme python associé à la calculatrice est fourni ; tester le !
- rechercher l'écriture de  $\sqrt{2}$ , de  $\sqrt{3}$  et de  $\pi$
- conjecturer 1 propriété générale concernant l'écriture en fraction continue d'un nombre réel algébrique (par opposition à transcendant) ?