

# Nombres réels

## I - Les ensembles de nombres

### 1) Les entiers

$\mathbb{N}$  désigne l'ensemble des entiers positifs ou nuls, appelés entiers naturels. 0 est un entier naturel, on note  $0 \in \mathbb{N}$ . Par contre,  $-3$  n'en est pas un, on note  $-3 \notin \mathbb{N}$ .

$$\mathbb{N} = \{0; 1; 2; \dots\}$$

$\mathbb{Z}$  désigne l'ensemble des entiers négatifs, positifs ou nuls, appelés entiers relatifs :  $1 \in \mathbb{Z}$ ,  $-2 \in \mathbb{Z}$  mais  $0.5 \notin \mathbb{Z}$ .

$$\mathbb{Z} = \{\dots; -2; -1; 0; 1; 2; \dots\}$$

Tout entier naturel est aussi un entier relatif. L'ensemble  $\mathbb{N}$  est donc inclus dans l'ensemble  $\mathbb{Z}$ . On note  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z}$ .

### 2) Les nombres décimaux

Un nombre décimal est un nombre qui peut s'écrire avec un nombre fini de chiffres après la virgule. Autrement dit, un nombre décimal peut s'écrire sous la forme  $\frac{a}{10^n}$ , où  $a \in \mathbb{Z}$  et  $n \in \mathbb{N}$ . On note  $\mathbb{D}$  l'ensemble des nombres décimaux.

$$0.5 = \frac{5}{10} \in \mathbb{D}, \quad 1/4 = 0.25 \in \mathbb{D}, \quad \frac{1}{3} = 0.333\dots \notin \mathbb{D}$$

Tout entier relatif est aussi un entier décimal :  $\mathbb{Z} \subset \mathbb{D}$  : Par exemple,  $-1 = \frac{-1}{1} = \frac{-1}{10^0}$ .

### 3) Les nombres rationnels

Un nombre rationnel est un nombre qui peut s'écrire sous la forme  $\frac{p}{q}$ , où  $p$  et  $q$  sont des entiers relatifs et  $q$  est non nul. On note  $\mathbb{Q}$  l'ensemble des

nombres rationnels.

$$-2 = \frac{-2}{1} \in \mathbb{Q}, \quad \frac{1}{3} \in \mathbb{Q}, \quad \frac{3}{7} \in \mathbb{Q}, \quad \sqrt{2} \notin \mathbb{Q}$$

#### Proposition :

- Tout nombre rationnel non nul admet une seule écriture fractionnaire irréductible
- Si un nombre est rationnel, alors son développement décimal est périodique à partir d'un certain rang. La réciproque est aussi vraie.

Par exemple,  $x = 0.0909\dots$  est rationnel :  $100x = 9.0909\dots$  donc

$$100x - x = 9 \text{ d'où } 99x = 9 \text{ puis } x = \frac{9}{99} = \frac{1}{11}.$$

Exercice : Faire de même avec  $x = 0.\overline{1666\dots}$  :  $10x = 1.666\dots$  donc  $10x - x = 1.5$  et alors  $9x = \frac{3}{2}$  puis  $x = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$ .

Tout nombre décimal est aussi un nombre rationnel :  $\mathbb{D} \subset \mathbb{Q}$ .

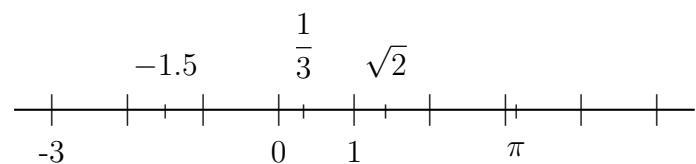
### 4) Les nombres réels

#### Définitions

$\mathbb{R}$  désigne l'ensemble des nombres connus en classe de seconde, qu'on appelle nombres réels. De plus, un nombre réel qui n'est pas rationnel est dit irrationnel.

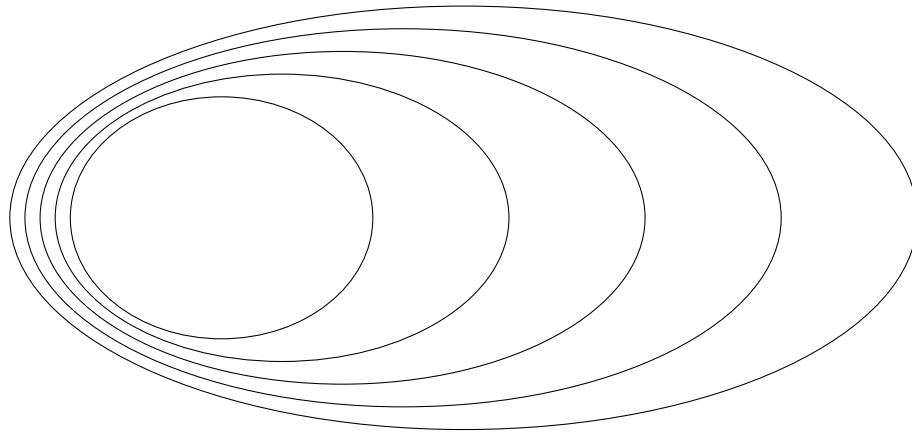
$$\sqrt{2}, \pi, \sqrt{\sqrt{\pi}} \text{ sont irrationnels}$$

On représente l'ensemble des nombres réels sur une droite graduée :



Enfin, on remarque que tous ces ensembles sont inclus les uns dans les autres :  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{D} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$ .

A compléter :



## Encadrement décimal des réels

- Un encadrement décimal d'un nombre réel  $x$  est une écriture  $d_1 \leq x \leq d_2$  avec  $d_1, d_2$  des nombres décimaux. La différence  $d_2 - d_1$  est l'amplitude de l'encadrement.  
Par exemple,  $1,4 < \sqrt{2} < 1,5$  est un encadrement décimal de  $\sqrt{2}$  d'amplitude  $10^{-1} = 0.1$ .
- Soit  $x \in \mathbb{R}$  tel que  $d_1 \leq x \leq d_2$  avec  $d_2 - d_1 = 10^{-n}$  où  $n \in \mathbb{N}$ . L'arrondi à  $10^{-n}$  de  $x$  est celui de  $d_1$  ou  $d_2$  le plus proche de  $x$ . Dans le cas où  $d_1$  et  $d_2$  sont à égale distance de  $x$ , l'arrondi à  $10^{-n}$  de  $x$  est  $d_2$ .

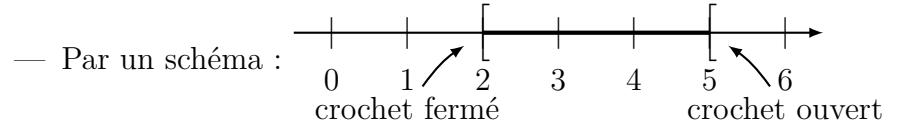
### Exemple :

- $3,14$  est l'arrondi à  $10^{-2}$  de  $\pi$ .
- $3,142$  est l'arrondi à  $10^{-3}$  de  $\pi$ .
- $2,4$  est l'arrondi à  $10^{-1}$  de  $2,35$ .

**Remarque :** Faire un arrondi à  $10^{-n}$  signifie  $n$  chiffres après la virgule.

## II - Intervalles de $\mathbb{R}$

On veut écrire plus simplement " Tous les nombres réels compris entre 2 et 5, 5 exclus ". Pour celà, il y a trois manières possibles :



- Par une inégalité :  $2 \leq x < 5$
- Par un intervalle :  $[2; 5[$

Soient  $a$  et  $b$  deux réels distincts.

L'intervalle noté ...	... désigne l'ensemble des réels $x$ tels que ...	Il est représenté par un segment sur une droite graduée
$[a; b]$	$a \leq x \leq b$	
$]a; b]$	$a < x \leq b$	
$[a; b[$	$a \leq x < b$	
$]a; b[$	$a < x < b$	
$]-\infty; b]$	$x \leq b$	
$]-\infty; b[$	$x < b$	
$[a; +\infty[$	$a \leq x$	
$]a; +\infty[$	$a < x$	

### Remarques :

- $a$  et  $b$  sont appelés les bornes de l'intervalle.
- Attention à ne pas confondre  $[a; b]$  et  $\{a; b\}$  : Le premier ensemble contient tous les réels compris entre  $a$  et  $b$  inclus, alors que le second ne contient que  $a$  et  $b$ .
- $-\infty$  et  $+\infty$  ne sont pas des nombres réels, on écrit donc pas  $[-\infty; a]$ .

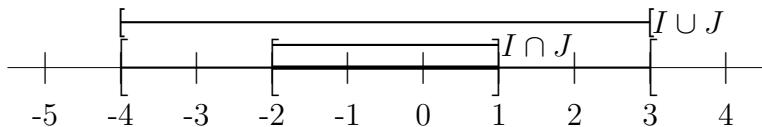
- $\mathbb{R} = ]-\infty; +\infty[$
- Les quatre premiers intervalles sont dits bornés. Parmi ceux-ci, on dit que  $[a; b]$  est fermé,  $]a; b[$  est ouvert. Les deux autres sont dits semi-ouverts.

## Unions, intersections

**Définition :** Soient  $I$  et  $J$  deux intervalles de  $\mathbb{R}$ .

- L'ensemble des réels qui appartiennent à la fois à  $I$  et à  $J$  est appelé intersection de  $I$  et  $J$ . Cet ensemble est noté  $I \cap J$ .
- L'ensemble des réels qui appartiennent à  $I$  ou à  $J$  est appelé réunion de  $I$  et  $J$ . Cet ensemble est noté  $I \cup J$ .

**Exemple :** Pour  $I = [-2; 3[$  et  $J = [-4; 1]$ , on a  $I \cap J = [-2; 1]$  et  $I \cup J = ]-4; 3[$ .



## III - Valeur absolue

La valeur absolue d'un réel  $x$  est  $-x$  lorsque  $x < 0$  ou  $x$  lorsque  $x \geq 0$ .

$$\text{On note } |x| = \begin{cases} -x & \text{si } x < 0 \\ x & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$$

**Exemple :**  $|8| = 8$  mais  $|-8| = 8$  aussi. En fait, l'effet de la valeur absolue est de rendre un nombre positif ( on supprime le signe  $-$  ).

**Définition :** Soient  $A$  et  $B$  deux points placés sur la droite des réels, d'abscisses respectives  $a$  et  $b$ . La distance entre  $a$  et  $b$  correspond à la longueur de  $AB$ . Elle se calcule à l'aide de la valeur absolue :

$$AB = |b - a| = |a - b|$$

**Exemple :**

- La distance entre 5 et  $-2$  est  $|5 - (-2)| = |5 + 2| = |7| = 7$ .
- Soit  $x \in \mathbb{R}$ . La distance entre  $x$  et 0 est  $|x - 0| = |x|$ .

## Intervalles $[a - r; a + r]$

**Propriété :** Soient  $a$  et  $r$  deux réels, avec  $r > 0$ . Alors l'intervalle  $[a - r; a + r]$  contient tous les réels  $x$  qui vérifient  $a - r \leq x \leq a + r$ , autrement dit ceux à une distance inférieure à  $r$  de  $a$ , soit  $|x - a| \leq r$ .

**Exemple :**  $[3; 5] = [4 - 1; 4 + 1] = \{x \in \mathbb{R}, |x - 4| \leq 1\}$