

Exercice sur la convergence d'une suite réelle vers une limite finie dans un ouvert

Loïc ALAVOINE

Mathématiques

—
Analyse
—

Nombres réels, suites numériques

—
Limite d'une suite réelle

Exercice

- 1°) Si $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est une suite réelle convergeant vers $l \in]a, b[$. Alors, il existe $N \in \mathbb{N}$ tel que $\forall n \geq N$, $u_n \in]a, b[$.
- 2°) Si $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est une suite réelle convergeant vers $l \in \mathbb{R}_+^*$ (ou $l > 0$). Alors, il existe $N \in \mathbb{N}$ tel que $\forall n \geq N$, $u_n \in \mathbb{R}_+^*$ (ou $l > 0$).

Exercice

1°) Si $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est une suite réelle convergeant vers $l \in]a, b[$. Alors, il existe $N \in \mathbb{N}$ tel que $\forall n \geq N$, $u_n \in]a, b[$.

2°) Si $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est une suite réelle convergeant vers $l \in \mathbb{R}_+^*$ (ou $l > 0$). Alors, il existe $N \in \mathbb{N}$ tel que $\forall n \geq N$, $u_n \in \mathbb{R}_+^*$ (ou $l > 0$).

1°) Soit $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ une suite réelle qui converge vers une (unique) limite $l \in \mathbb{R}$, nous pouvons exprimer cela en revenant à la définition de la convergence d'une suite :

$$\exists! l \in \mathbb{R}, \forall \varepsilon \in \mathbb{R}_+^*, \exists N \in \mathbb{N}, \forall n \in \mathbb{N}, n \geq N \implies |u_n - l| \leq \varepsilon.$$

Ainsi, à partir d'un certain rang N , nous avons pour tout entier naturel n supérieur ou égal à N , l'inégalité suivante :

$$|u_n - l| \leq \varepsilon \iff -\varepsilon \leq u_n - l \leq \varepsilon \iff l - \varepsilon \leq u_n \leq l + \varepsilon.$$

Vu que cette inégalité est vraie à partir d'un certain rang N et pour toute valeur de $\varepsilon \in \mathbb{R}_+^*$, le but du jeu va être de choisir une valeur ε suffisamment petite qui permet de se retrouver dans l'ouvert $]a, b[$, id est :

$$a < l - \varepsilon \leq u_n \leq l + \varepsilon < b$$

Nous voulons donc :

$$a < l - \varepsilon \wedge l + \varepsilon < b \iff \varepsilon < l - a \wedge \varepsilon < b - l.$$

Il est rigoureux de souligner que $l \in]a, b[$ et que par conséquent, $l - a > 0$ et $b - l > 0$. Ainsi, si nous choisissons $\varepsilon \in]0, \min(l - a, b - l)[$, nous aurons tous les termes de notre suite qui à partir d'un certain rang N seront dans l'ouvert $]a, b[$.

A titre d'exemple, nous pouvons prendre $\varepsilon := \frac{\min(l - a, b - l)}{2}$ pour se retrouver dans l'ouvert $]a, b[$ à partir d'un certain rang N . Nous avons répondu à la première question. Enfin, une petite remarque consiste à voir que le résultat $\min(l - a, b - l)$ est relativement intuitif. En effet, on mesure la distance entre la valeur de la limite $l \in \mathbb{R}$ et les deux bordures (a et b) de notre ouvert $]a, b[$. Si on prend la plus petite distance, alors toute valeur de contrôle $\varepsilon \in \mathbb{R}_+^*$ strictement inférieure à cette dernière convient.

2°) La première question permet de répondre rapidement à la seconde. En effet, ce second résultat découle du premier résultat que nous venons de démontrer. Si nous prenons un intervalle ouvert contenant $l \in \mathbb{R}_+^*$ et inclus dans \mathbb{R}_+^* , alors le résultat est prouvé. Ainsi, l'ouvert $\left] \frac{l}{2}, \frac{3l}{2} \right[$ convient pour répondre à cette question.

Nous allons maintenant proposer une autre façon de répondre à ce problème (si on n'a pas vu le lien entre les deux questions) qui consiste à revenir à la définition de la convergence d'une suite réelle :

$$\exists! l \in \mathbb{R}_+^*, \forall \varepsilon \in \mathbb{R}_+^*, \exists N \in \mathbb{N}, \forall n \in \mathbb{N}, n \geq N \implies |u_n - l| \leq \varepsilon.$$

Ainsi, à partir d'un certain rang N , nous avons pour tout entier naturel n supérieur ou égal à N , l'inégalité suivante :

$$|u_n - l| \leq \varepsilon \iff -\varepsilon \leq u_n - l \leq \varepsilon \iff l - \varepsilon \leq u_n \leq l + \varepsilon.$$

Vu que cette inégalité est vraie à partir d'un certain rang N et pour toute valeur de $\varepsilon \in \mathbb{R}_+^*$, le but du jeu va être de choisir une valeur ε suffisamment petite qui permet de se retrouver dans \mathbb{R}_+^* , *id est* :

$$0 < l - \varepsilon \leq u_n \implies \varepsilon \in]0, l[.$$

Nous pouvons prendre à titre d'exemple $\varepsilon := \frac{l}{2}$ et nous avons à partir d'un certain rang N , les termes u_n de la suite qui sont contenus dans $\left[\frac{l}{2}, \frac{3l}{2}\right] \subset \mathbb{R}_+^*$.