



Tris

Objectifs

- Contexte des tris
- Algorithme du tri à bulles
- Algorithme du tri rapide
- Intuition sur l'efficacité de ces deux algorithmes

Tri ?

- Le tri des données est l'une des applications les plus importantes en informatique
- Habituellement il faut trier des valeurs numériques ou des chaînes de caractères. Dans le cas des chaînes de caractères, le tri se fait par ordre alphabétique
- Un tri peut se faire dans deux sens :
 - tri ascendant ou par ordre croissant (des petites valeurs vers les grandes valeurs)
 - tri descendant ou par ordre décroissant (des grandes valeurs vers les petites valeurs)
- En informatique, des algorithmes ont été développés pour trier le plus rapidement possible de grandes quantités de données

Exemples

- Exemple de tri de 5 entiers (ordre numérique):
 - Liste non triée: 15, 45, 6, -3, -15
 - tri descendant: -15, -3, 6, 15, 45
 - tri descendant: 45, 15, 6, -3, -15
- Exemple de tri de 5 noms (ordre alphabétique):
 - Liste non triée: Miao, André, Anne, Yan, Huy
 - tri descendant: André, Anne, Huy, Miao, Yan
 - tri descendant: Yan, Miao, Huy, Anne, André

Exercice

Imaginez que vous avez des cartes avec de simples valeurs numériques et que vous deviez les trier.

Q1 : De quelles manière pensez-vous vous y prendre ?

Q2 : Essayez d'écrire les grandes étapes de ce processus en tenant compte que :

- Vous ne connaissez pas à l'avance le nombre de cartes à trier
- Vous devez trier les cartes par ordre croissant
- Vous ne pouvez regarder qu'un nombre de cartes prédéfini

Algorithmes classiques

- Tri à bulles
- Tri par sélection
- Tri par insertion
- Tri fusion
- Tri rapide
- ... : https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_tri

Tri à bulles

- Le nom provient du principe de ce tri : on parcours le tableau de gauche à droite. Si une valeur est plus grande que la suivante, on la décale vers la droite du tableau comme le feraient des bulles dans un verre

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

2	12	-99	-13	-5	42	-18	39	3	24	7
---	----	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---

```
graph TD; A[2] --> B[12]; B --> C[-99]; C --> D[-13]; D --> E[-5]; E --> F[42]; F --> G[-18]; G --> H[39]; H --> I[3]; I --> J[24]; J --> K[7];
```

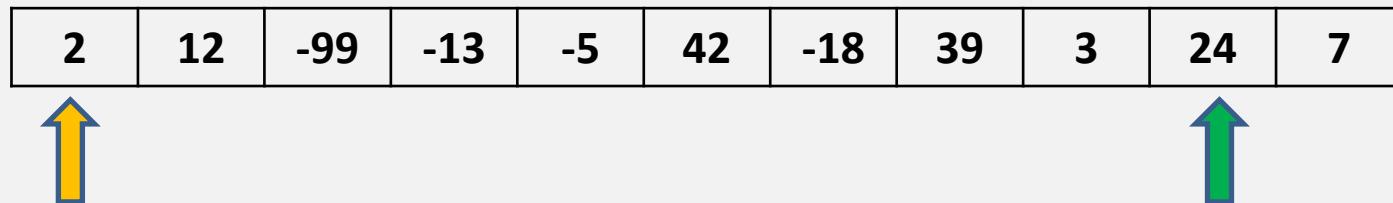
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

2	12	-99	-13	-5	42	-18	39	3	24	7
---	----	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---



↑ indiceCourant

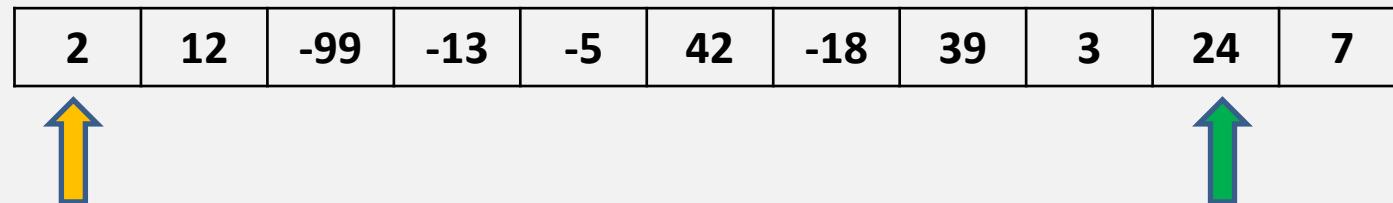
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$2 > 12 \Rightarrow \text{faux}$

2	12	-99	-13	-5	42	-18	39	3	24	7
---	----	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$12 > -99 \Rightarrow$ **vrai**

2	12	-99	-13	-5	42	-18	39	3	24	7
---	----	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---



↑ indiceCourant

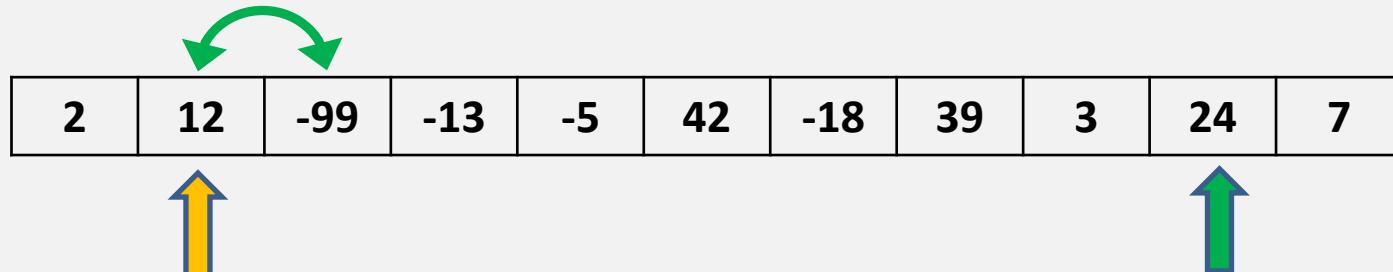
↑ indiceMax



Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$12 > -99 \Rightarrow$ **vrai**



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > -13 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	12	-13	-5	42	-18	39	3	24	7
---	-----	----	-----	----	----	-----	----	---	----	---



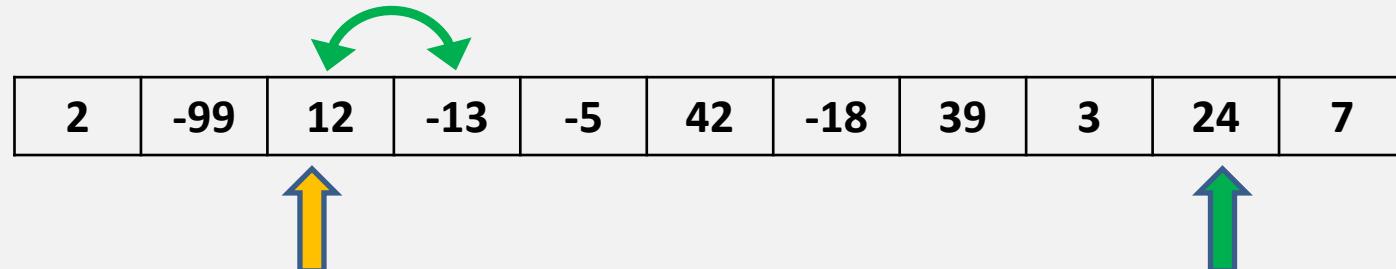
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > -13 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

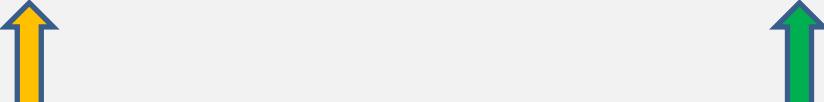
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > -5 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	12	-5	42	-18	39	3	24	7
---	-----	-----	----	----	----	-----	----	---	----	---



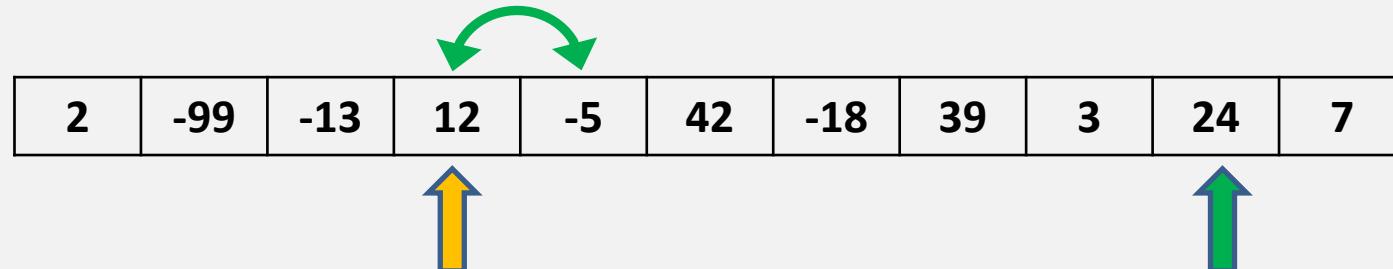
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > -5 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

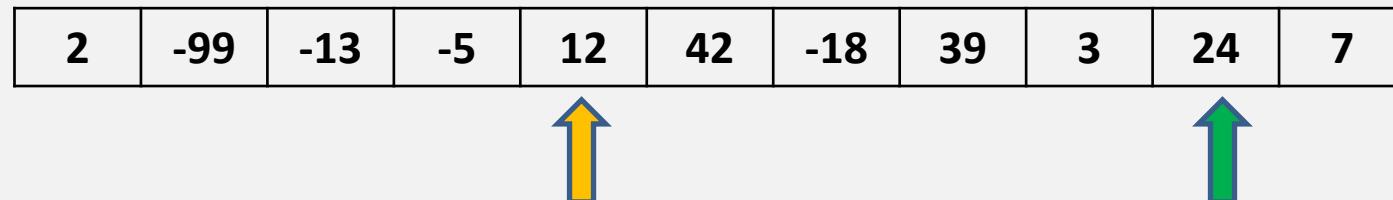
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 42 \Rightarrow \text{faux}$

2	-99	-13	-5	12	42	-18	39	3	24	7
---	-----	-----	----	----	----	-----	----	---	----	---



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > -18 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	42	-18	39	3	24	7
---	-----	-----	----	----	----	-----	----	---	----	---

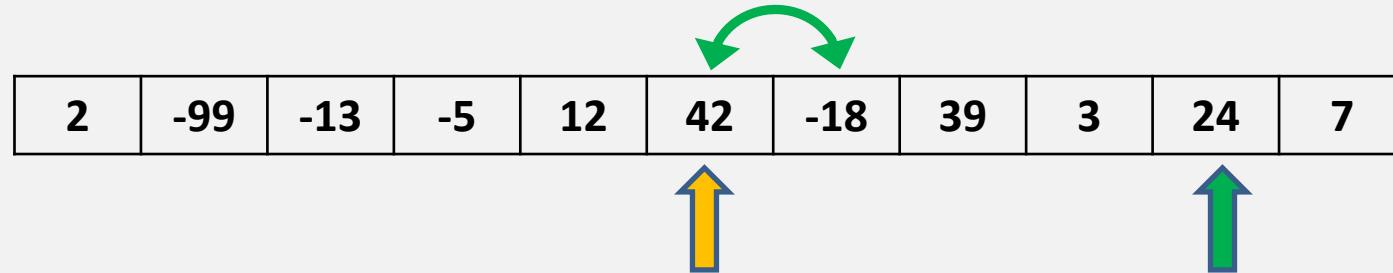
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > -18 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

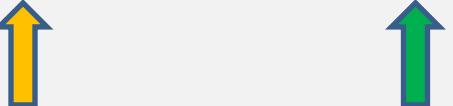
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 39 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	-18	42	39	3	24	7
---	-----	-----	----	----	-----	----	----	---	----	---



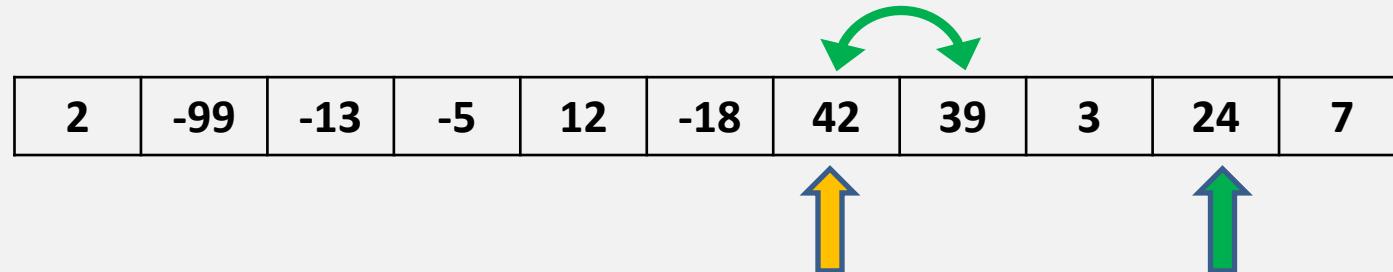
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 39 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 3 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	-18	39	42	3	24	7
---	-----	-----	----	----	-----	----	----	---	----	---



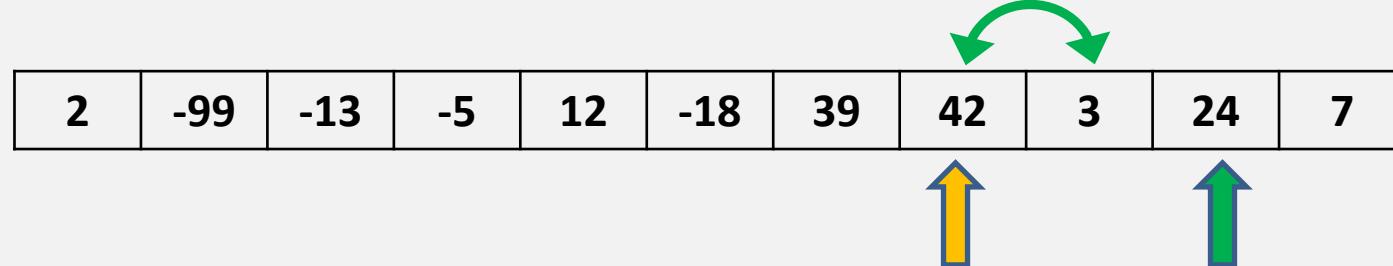
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 3 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 24 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	-18	39	3	42	24	7
---	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	----	---

A diagram illustrating the state of an array during bubble sort. The array is represented as a horizontal row of 11 boxes, each containing a value: 2, -99, -13, -5, 12, -18, 39, 3, 42, 24, 7. A yellow arrow points to the 10th element (24), and a green arrow points to the 11th element (7).

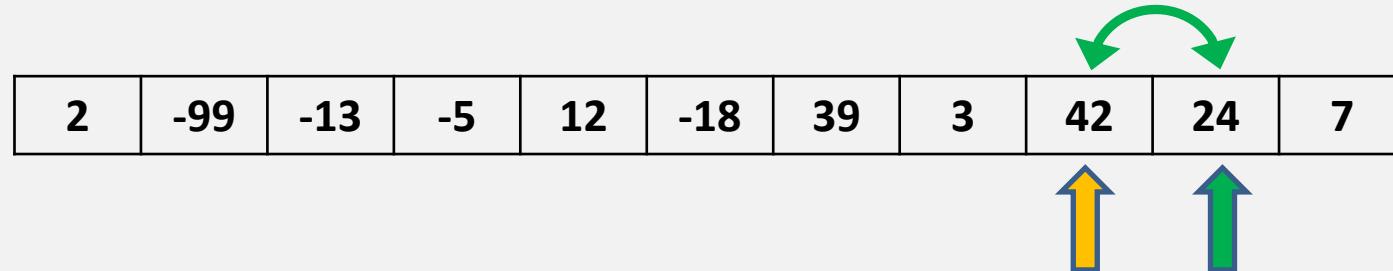
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 24 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	-18	39	3	24	42	7
---	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	----	---



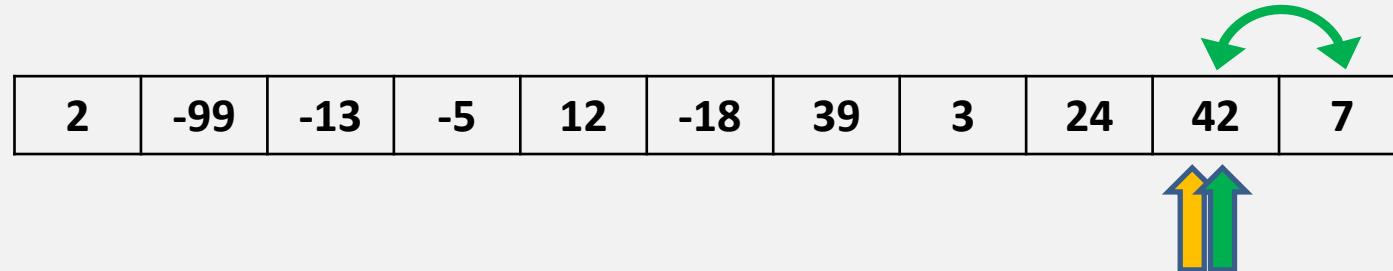
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$42 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	-18	39	3	24	7	42
---	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

2	-99	-13	-5	12	-18	39	3	24	7	42
---	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$2 > -99 \Rightarrow \text{vrai}$

2	-99	-13	-5	12	-18	39	3	24	7	42
---	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---	----



↑ indiceCourant

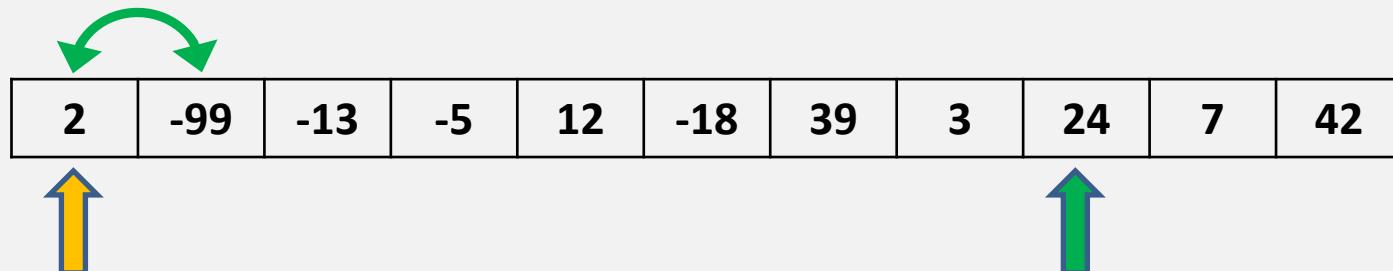


↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$2 > -99 \Rightarrow$ **vrai**



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > -99 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	2	-13	-5	12	-18	39	3	24	7	42
-----	---	-----	----	----	-----	----	---	----	---	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > -13 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	2	-13	-5	12	-18	39	3	24	7	42
-----	---	-----	----	----	-----	----	---	----	---	----



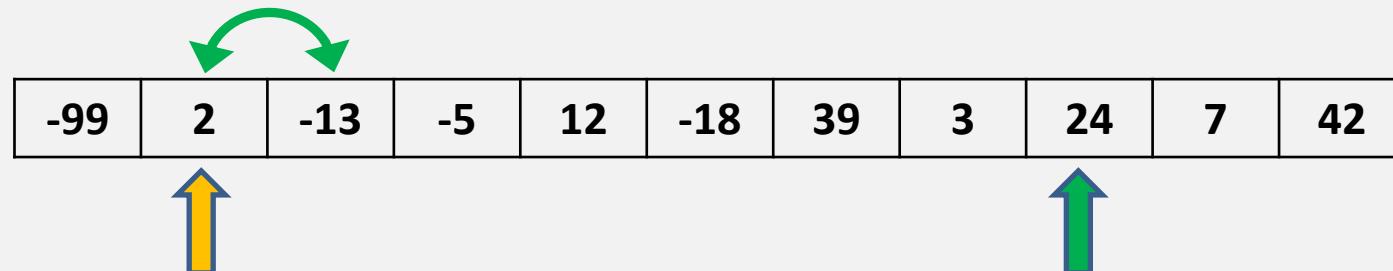
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > -13 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

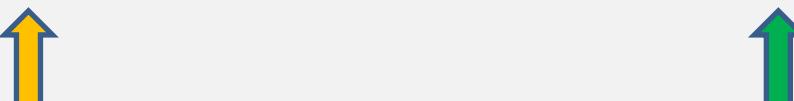
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > -5 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	2	-5	12	-18	39	3	24	7	42
-----	-----	---	----	----	-----	----	---	----	---	----



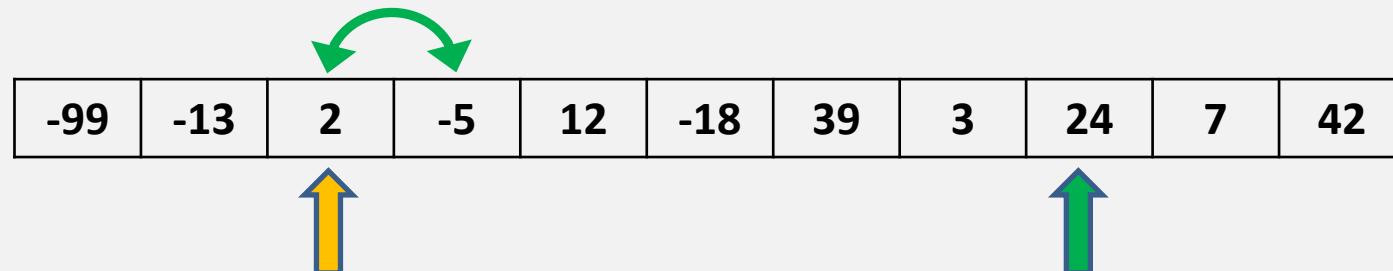
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > -5 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

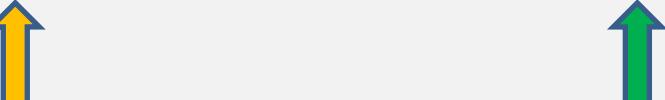
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > 12 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	2	12	-18	39	3	24	7	42
-----	-----	----	---	----	-----	----	---	----	---	----



↑ indiceCourant

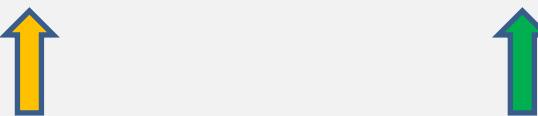
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > -18 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	2	12	-18	39	3	24	7	42
-----	-----	----	---	----	-----	----	---	----	---	----



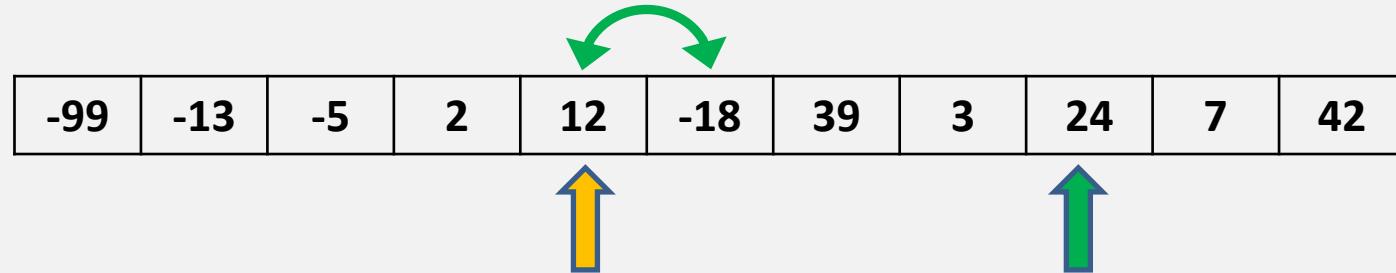
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > -18 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

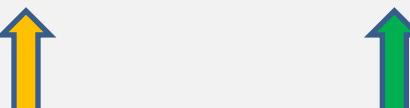
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 39 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	2	-18	12	39	3	24	7	42
-----	-----	----	---	-----	----	----	---	----	---	----



↑ indiceCourant

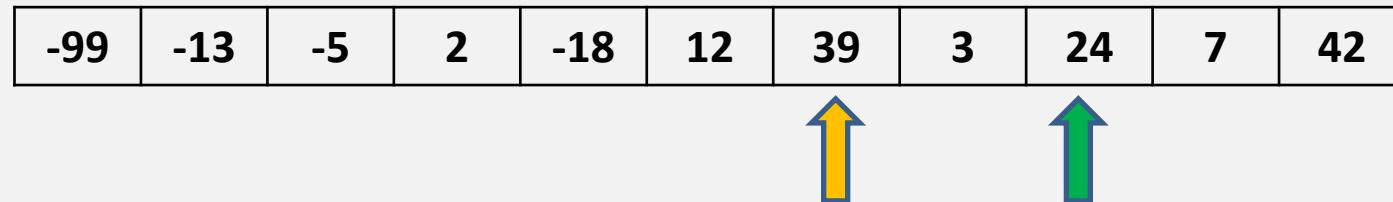
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 3 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	2	-18	12	39	3	24	7	42
-----	-----	----	---	-----	----	----	---	----	---	----



A diagram illustrating the state of an array during bubble sort. The array consists of 11 elements: -99, -13, -5, 2, -18, 12, 39, 3, 24, 7, 42. A yellow arrow points to the element 39, and a green arrow points to the element 3. Above the array, the text "39 > 3 => vrai" is displayed, indicating that the comparison 39 > 3 is true.

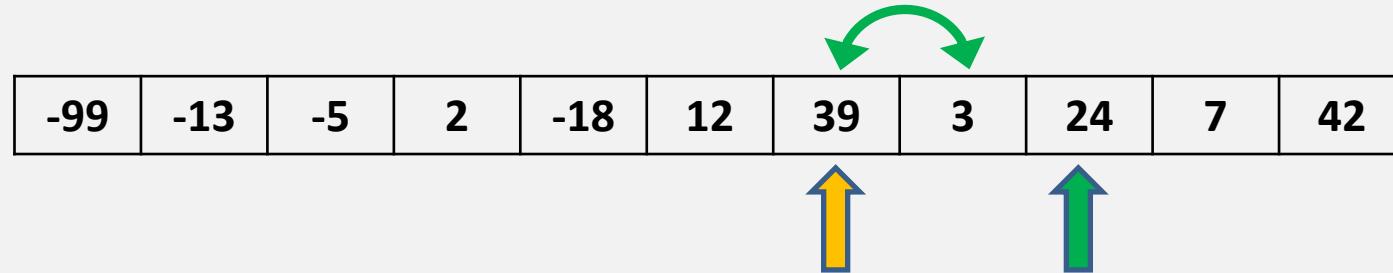
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 3 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 24 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	2	-18	12	3	39	24	7	42
							↑	↑		

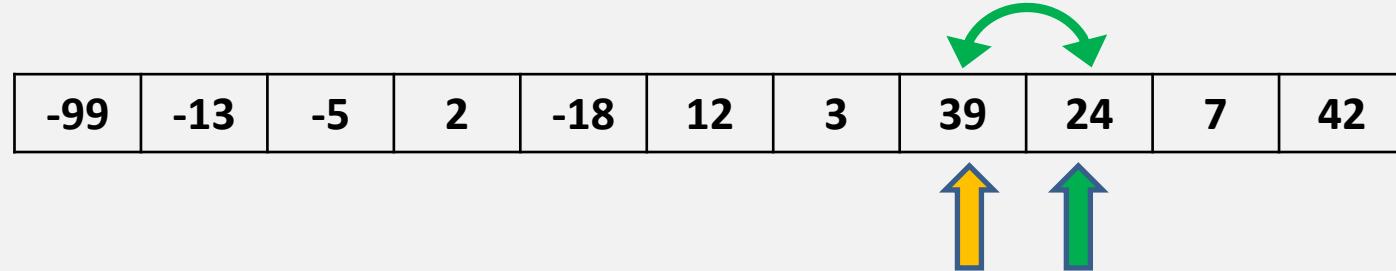
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 24 \Rightarrow \text{vrai}$



↑
indiceCourant

↑
indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	2	-18	12	3	24	39	7	42
-----	-----	----	---	-----	----	---	----	----	---	----



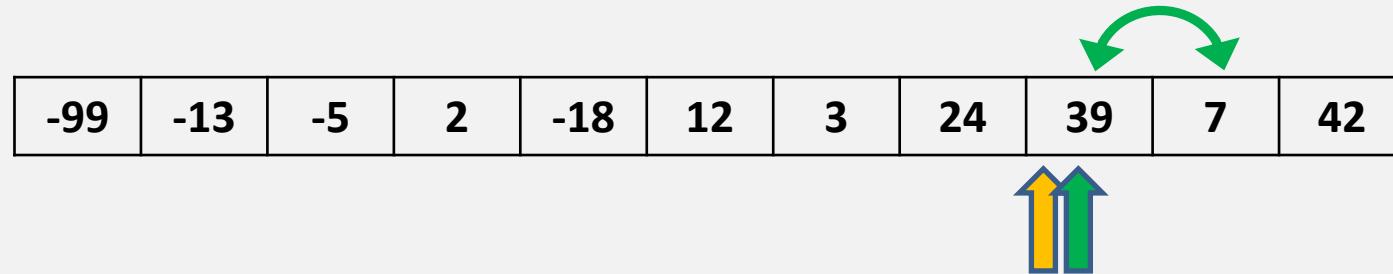
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$39 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	2	-18	12	3	24	7	39	42
-----	-----	----	---	-----	----	---	----	---	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-99 > -13 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	2	-18	12	3	24	7	39	42
-----	-----	----	---	-----	----	---	----	---	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-13 > -5 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	2	-18	12	3	24	7	39	42
-----	-----	----	---	-----	----	---	----	---	----	----



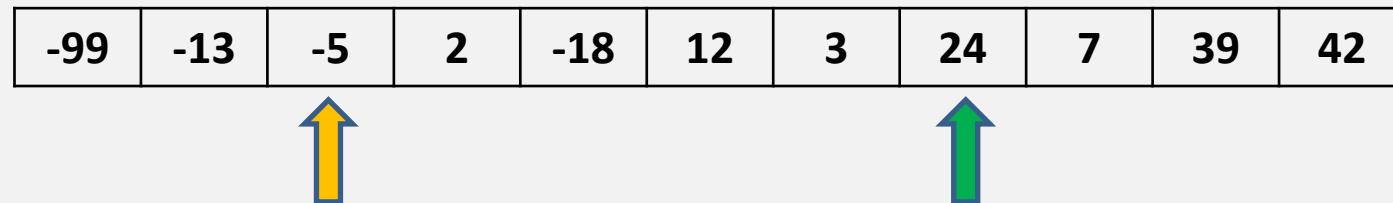
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-5 > 2 \Rightarrow \text{faux}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$2 > -18 \Rightarrow$ **vrai**

-99	-13	-5	2	-18	12	3	24	7	39	42
-----	-----	----	---	-----	----	---	----	---	----	----



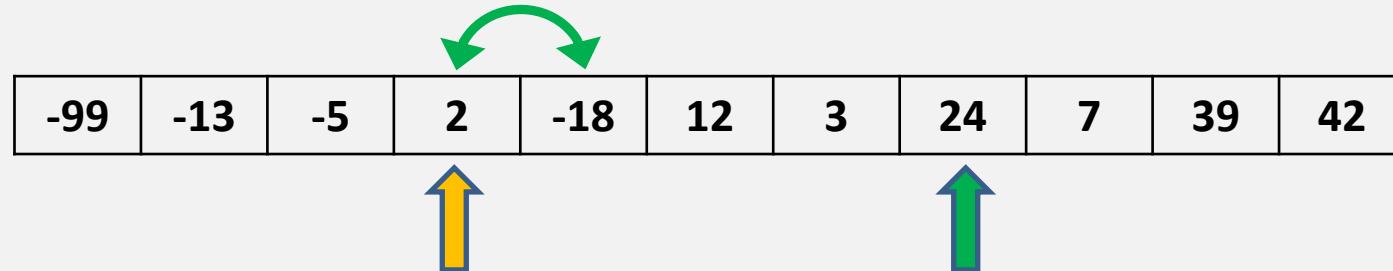
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$2 > -18 \Rightarrow$ **vrai**



↑ indiceCourant

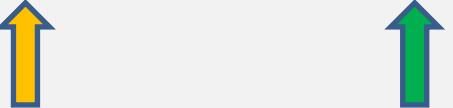
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > 12 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	-18	2	12	3	24	7	39	42
-----	-----	----	-----	---	----	---	----	---	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 3 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	-18	2	12	3	24	7	39	42
-----	-----	----	-----	---	----	---	----	---	----	----

```
graph TD; A[-99] --- B[-13] --- C[-5] --- D[-18] --- E[2] --- F[12] --- G[3] --- H[24] --- I[7] --- J[39] --- K[42]; F --> G; G --> H;
```

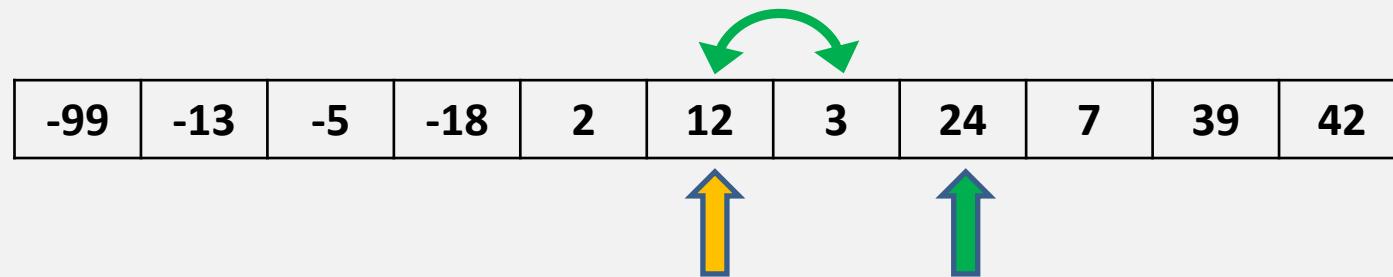
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 3 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 24 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	-18	2	3	12	24	7	39	42
-----	-----	----	-----	---	---	----	----	---	----	----



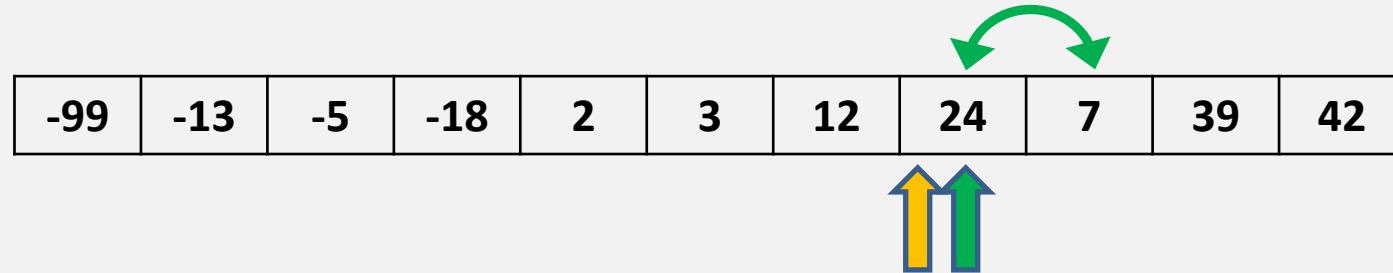
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$24 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$



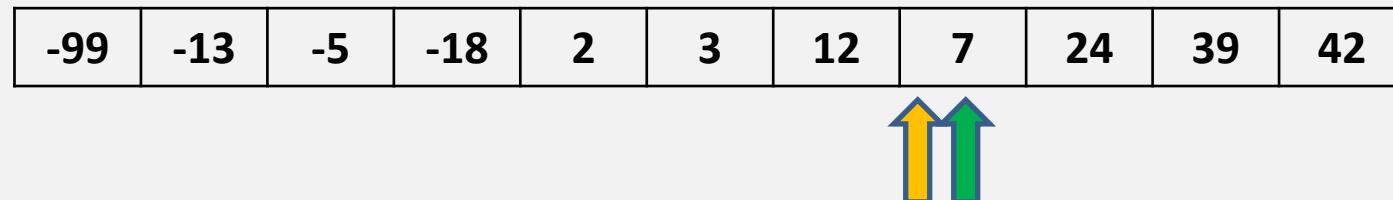
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$24 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-99 > -13 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	-18	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	----	-----	---	---	----	---	----	----	----



↑ indiceCourant

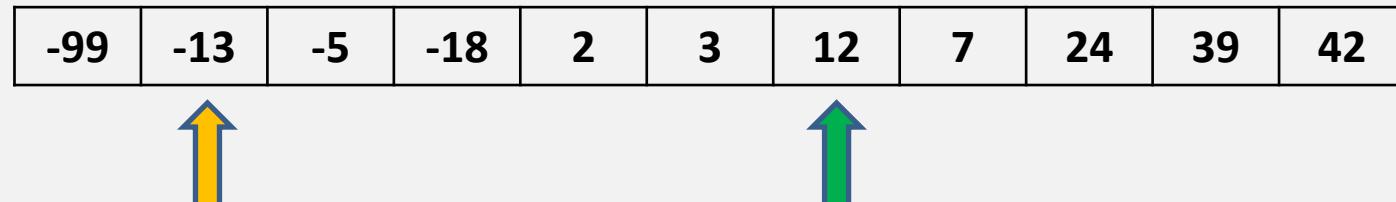
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-13 > -5 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-5	-18	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	----	-----	---	---	----	---	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-5 > -18 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-5	-18	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	----	-----	---	---	----	---	----	----	----



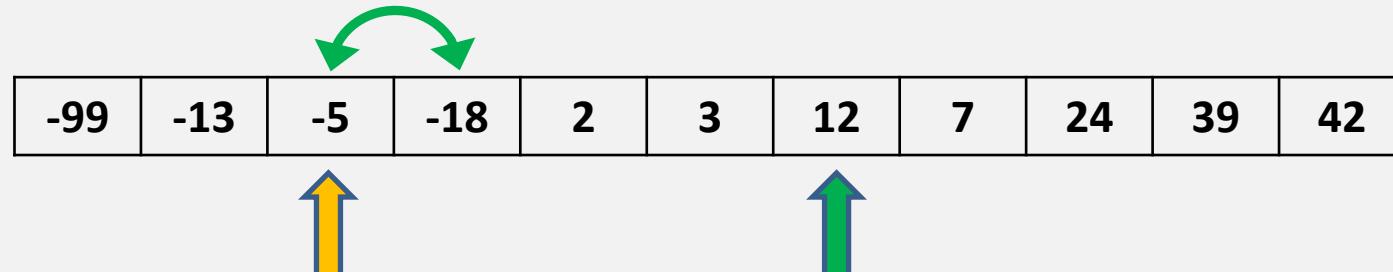
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-5 > -18 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$-5 > 2 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-18	-5	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	----	---	----	----	----



↑ indiceCourant

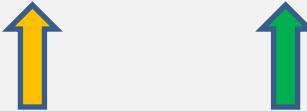
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > 3 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-18	-5	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	----	---	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$3 > 12 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-18	-5	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	----	---	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$

-99	-13	-18	-5	2	3	12	7	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	----	---	----	----	----



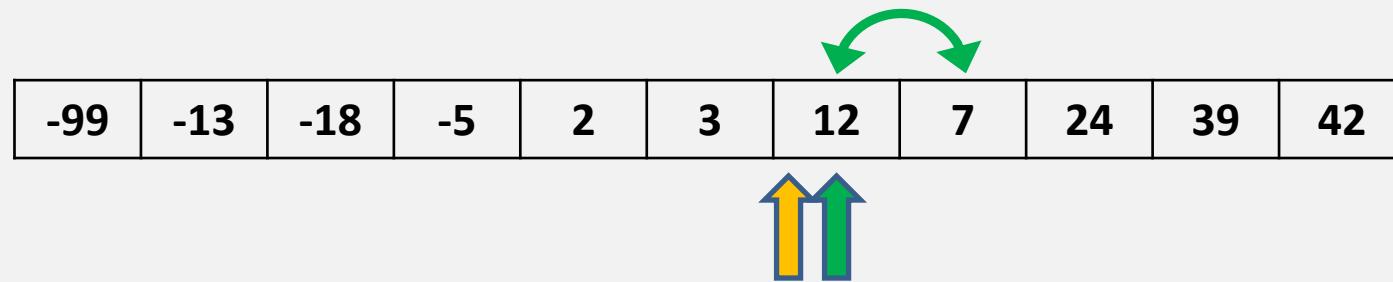
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$12 > 7 \Rightarrow \text{vrai}$



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

-99	-13	-18	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-99 > -13 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-13	-18	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

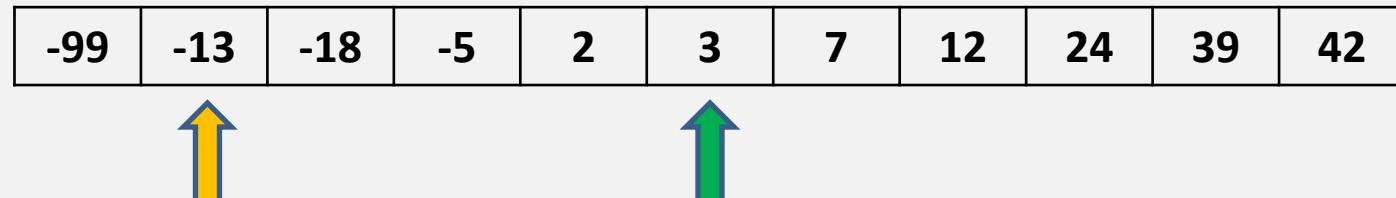
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-13 > -18 \Rightarrow$ **vrai**

-99	-13	-18	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



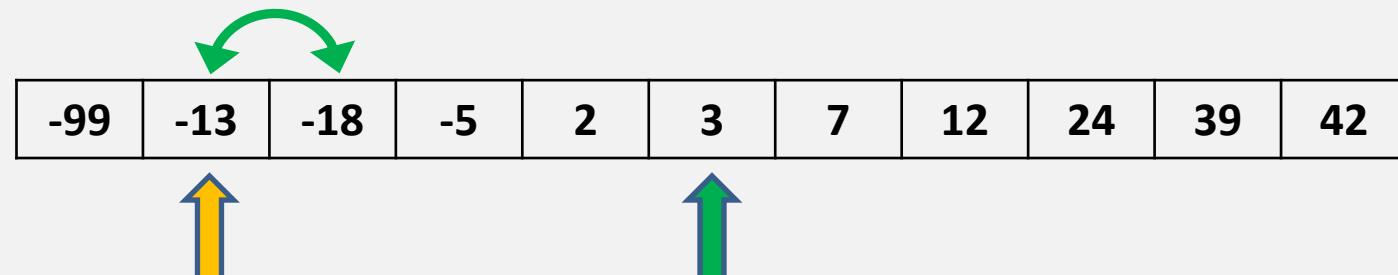
↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-13 > -18 \Rightarrow$ **vrai**



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$-13 > -5 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$-5 > 2 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$2 > 3 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **vrai**

$3 > 7 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

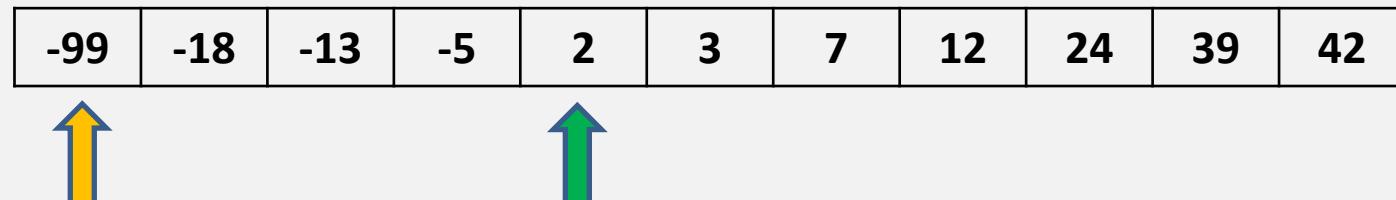
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

-99 > -18 => **faux**

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-18 > -13 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

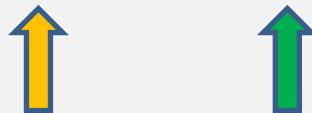
↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-13 > -5 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$-5 > 2 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

permutationAuDernierTour => **faux**

$2 > 3 \Rightarrow \text{faux}$

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

STOP

-99	-18	-13	-5	2	3	7	12	24	39	42
-----	-----	-----	----	---	---	---	----	----	----	----



↑ indiceCourant

↑ indiceMax

Tri à bulles

```
entier[] TriBulles(entier[] p_valeurs) {
    entier ancienneValeur = 0;
    booleen permutationAuDernierTour = vrai;
    entier indiceMax = p_valeurs.Capacité - 1;
    entier[] valeursCopiees = CopierTableau(p_valeurs);

    tant que (permutationAuDernierTour) {
        permutationAuDernierTour = faux;
        pour entier indiceCourant de 0 à indiceMax - 1 faire {
            si (valeursCopiees[indiceCourant + 1] < valeursCopiees[indiceCourant]) alors {
                ancienneValeur = valeursCopiees[indiceCourant + 1];
                valeursCopiees[indiceCourant + 1] = valeursCopiees[indiceCourant];
                valeursCopiees[indiceCourant] = ancienneValeur;
                permutationAuDernierTour = vrai;
            }
        }
        indiceMax = indiceMax - 1;
    }

    renvoyer valeursCopiees;
}
```

Tri rapide : diviser pour régner

- But : diviser un problème complexe en sous-problèmes moins complexes
- Méthode :
 - Diviser : diviser un problème initial en sous-problèmes
 - Régner : résoudre les sous-problèmes
 - Combiner : à partir des résolutions des sous-problèmes produire la solution du problème initial

Diviser pour régner – Tri rapide – Diviser

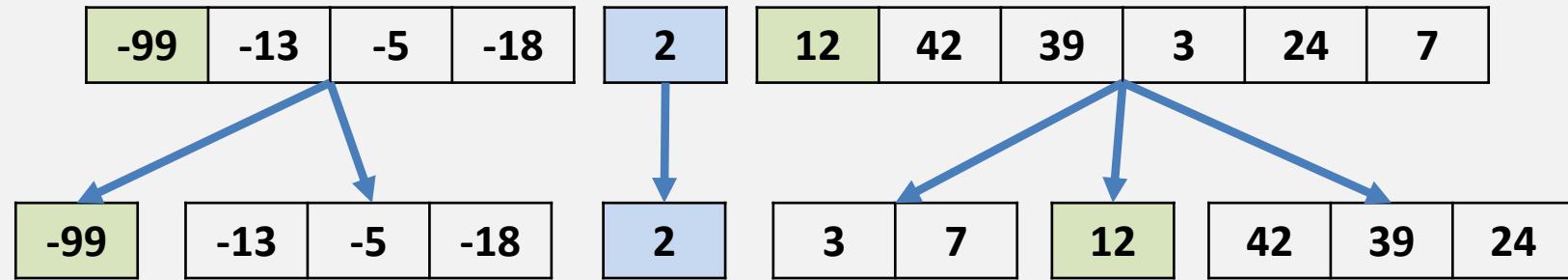
- Comment diviser un tableau ?
 - Idée : déterminer une valeur dite pivot et créer deux tableaux tels que :
 - $\forall \text{ élément} \in \text{partition1}, \text{élément} \leq \text{valeurPivot}$
 - $\forall \text{ élément} \in \text{partition2}, \text{élément} > \text{valeurPivot}$
 - Exemple :

2	12	-99	-13	-5	42	-18	39	3	24	7
---	----	-----	-----	----	----	-----	----	---	----	---

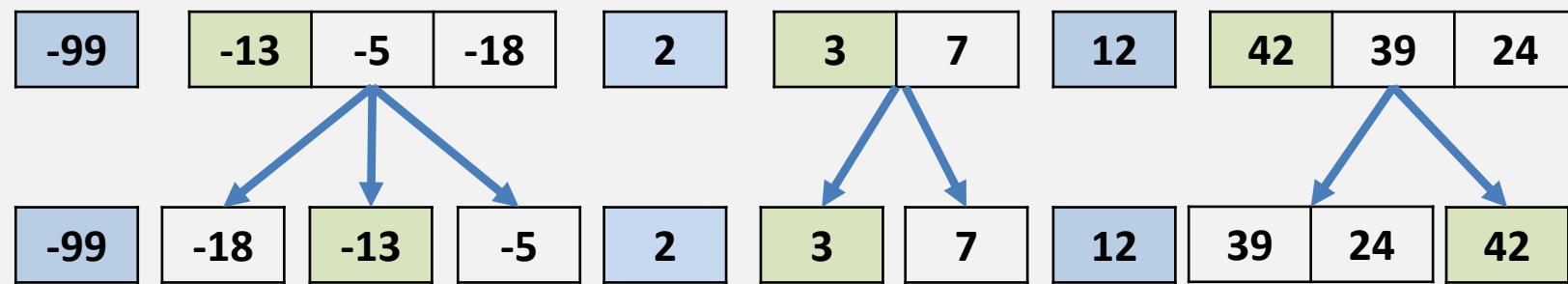
\Rightarrow

-99	-13	-5	-18	2	12	42	39	3	24	7
-----	-----	----	-----	---	----	----	----	---	----	---

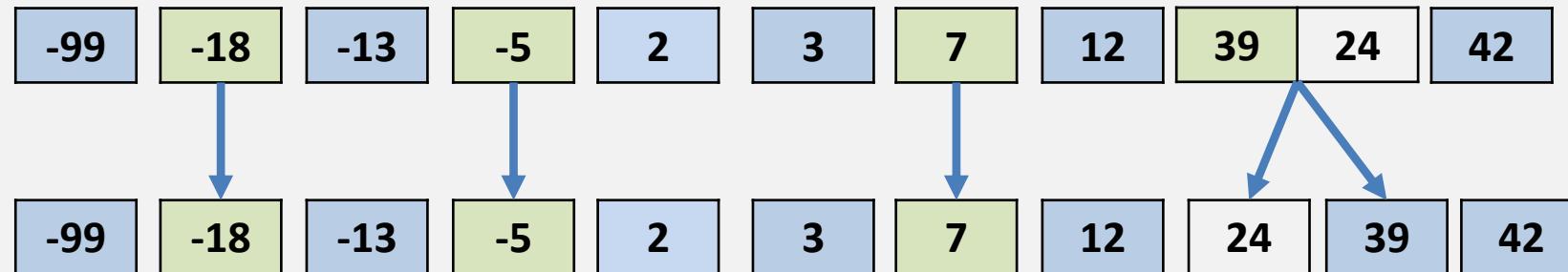
Diviser pour régner – Tri rapide



Diviser pour régner – Tri rapide



Diviser pour régner – Tri rapide



Diviser pour régner – Tri rapide



Diviser pour régner – Tri rapide



Pseudocode pour les tableaux

```
entier[] TriRapide(entier[] p_valeurs) {
    entier[] valeursCopiees = CopierTableau(p_valeurs);
    TriRapide_rec(valeursCopiees, 0, valeursCopiees.Capacité - 1);

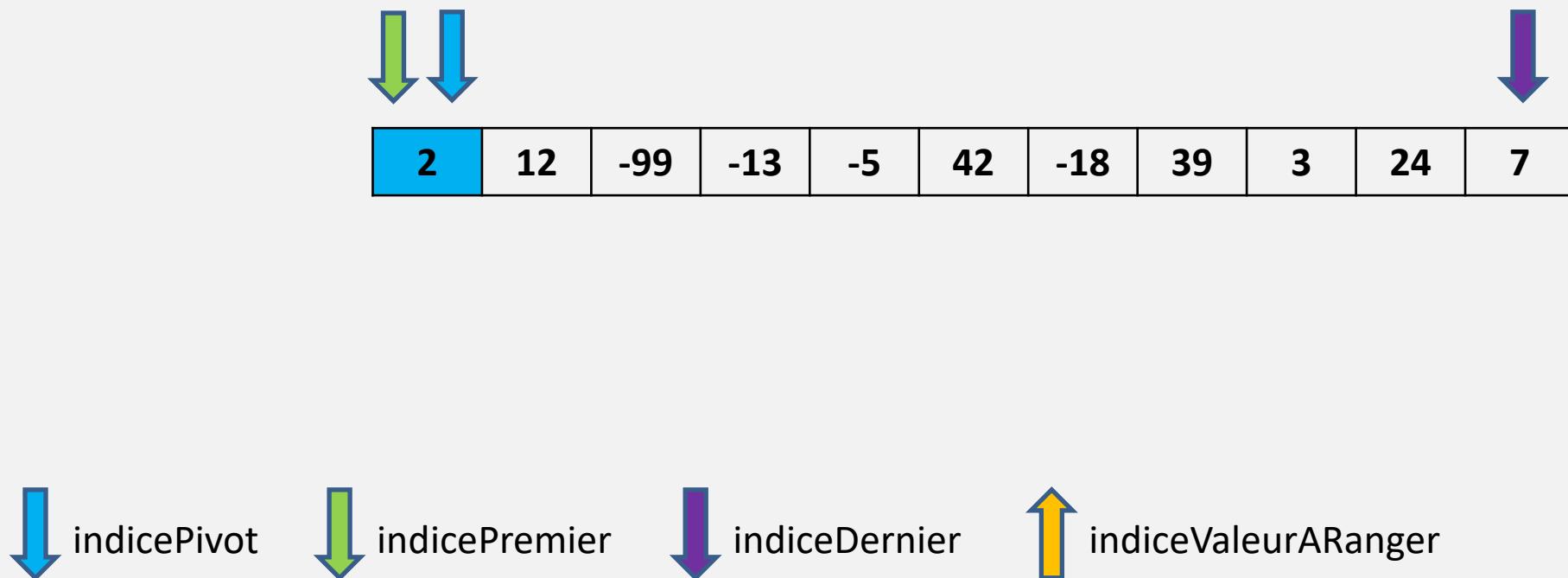
    renvoyer valeursCopiees;
}

aucun TriRapide_rec(entier[] p_valeurs, entier p_indicePremier, entier p_indiceDernier) {
    entier indicePivot = 0;
    si (p_indicePremier < p_indiceDernier) alors {
        indicePivot = ChoixPivot(p_valeurs, p_indicePremier, p_indiceDernier);
        indicePivot = Partitionner(p_valeurs, p_indicePremier, p_indiceDernier, indicePivot);
        TriRapide_rec(p_valeurs, p_indicePremier, indicePivot - 1);
        TriRapide_rec(p_valeurs, indicePivot + 1, p_indiceDernier);
    }
}
```

Pseudocode pour les tableaux

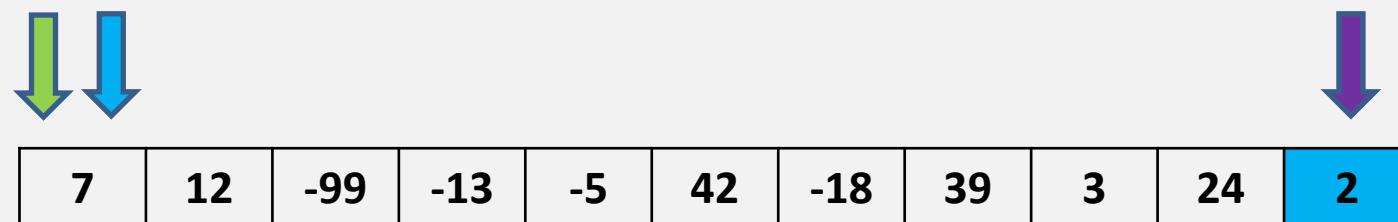
```
entier ChoixPivot(entier[] p_valeurs, entier p_indicePremier, entier p_indiceDernier) {
    renvoyer p_indicePremier;
}
```

Partitionnement optimisé



Partitionnement optimisé

$7 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

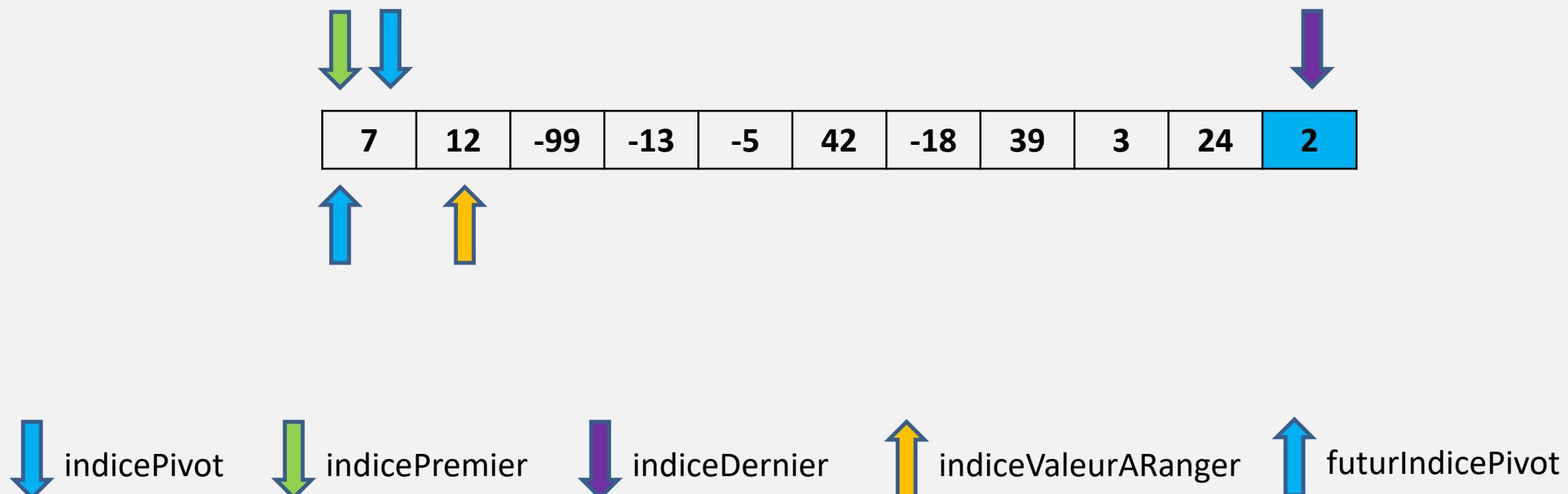
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

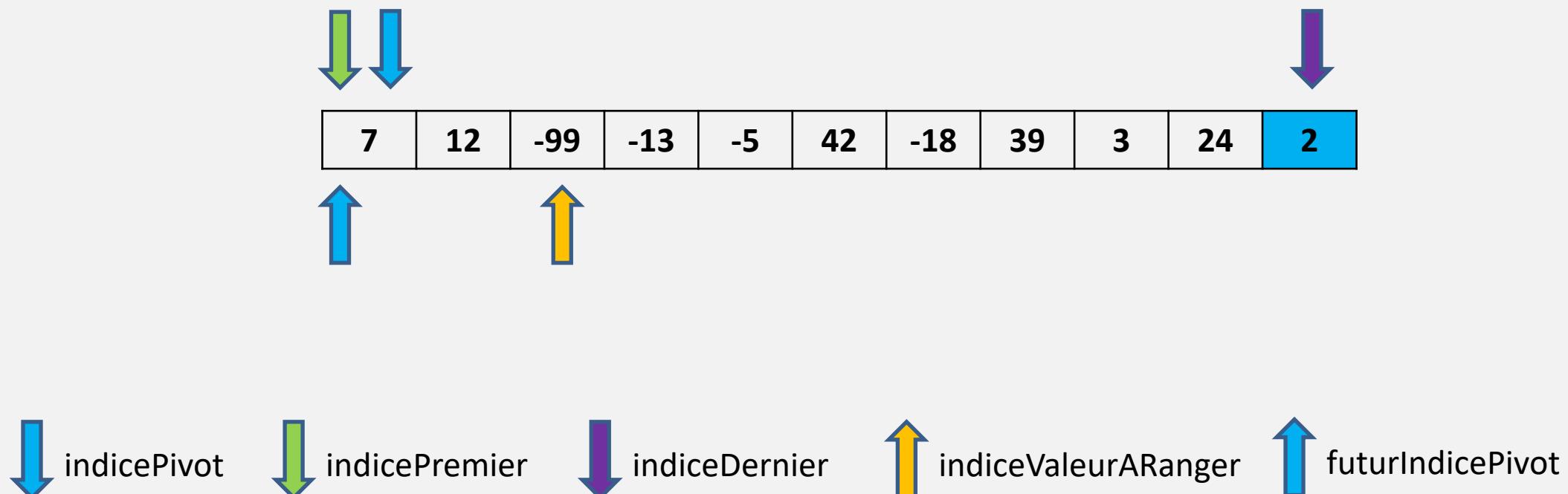
Partitionnement optimisé

$12 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



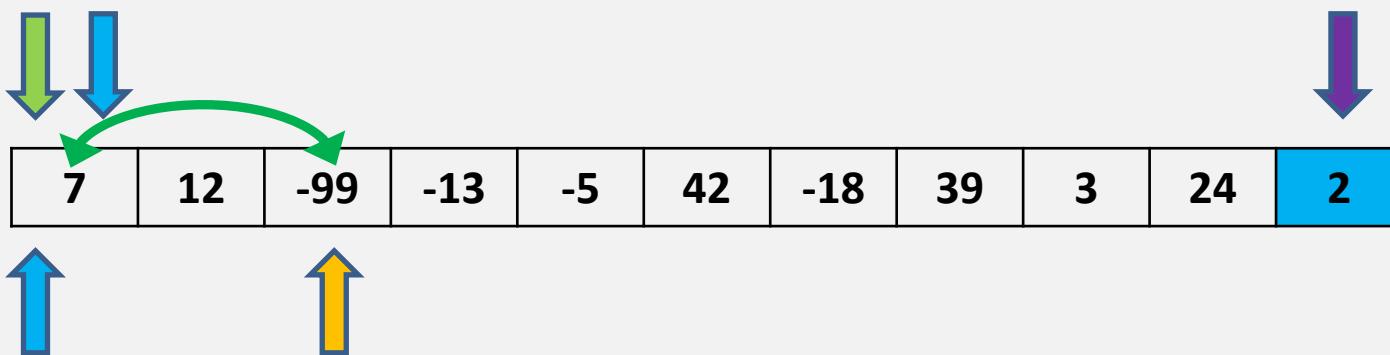
Partitionnement optimisé

$-99 \leq 2 \Rightarrow \text{vrai}$



Partitionnement optimisé

Échanger les valeurs



↓ indicePivot

↓ indicePremier

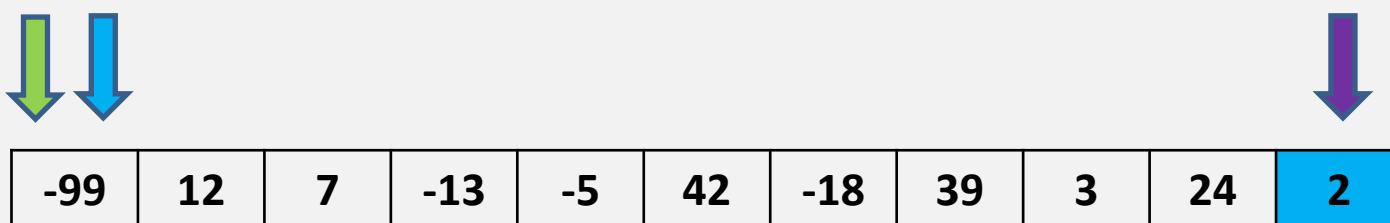
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Avancer futurIndicePivot



↓ indicePivot

↓ indicePremier

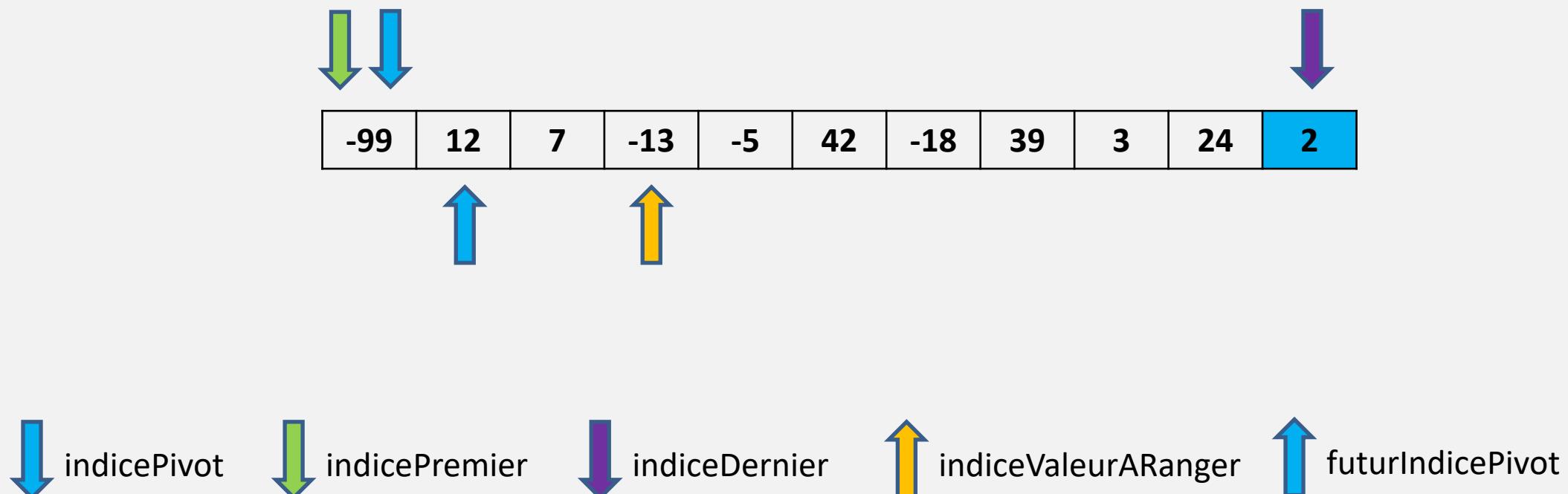
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

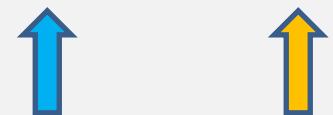
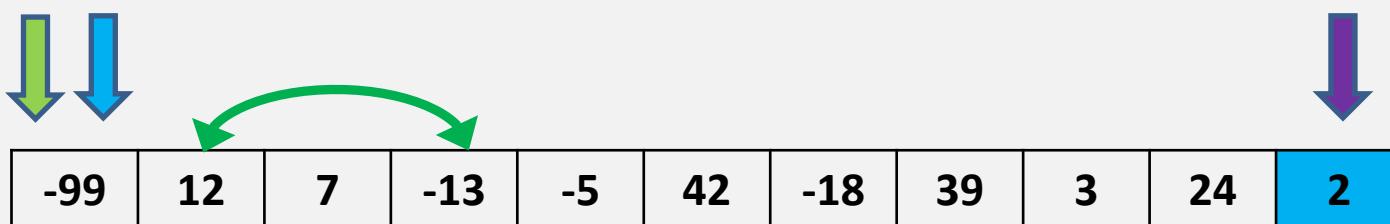
Partitionnement optimisé

$-13 \leq 2 \Rightarrow \text{vrai}$



Partitionnement optimisé

Échanger les valeurs



↓ indicePivot

↓ indicePremier

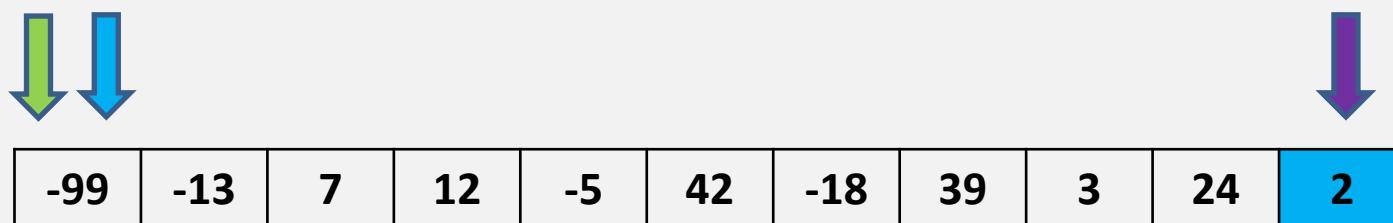
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Avancer futurIndicePivot



↓ indicePivot

↓ indicePremier

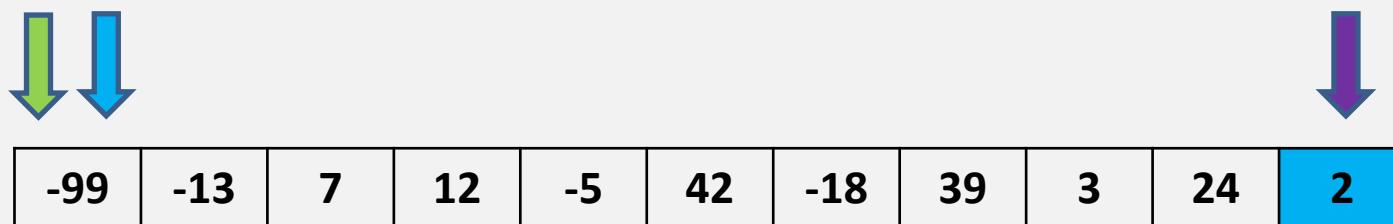
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

$-5 \leq 2 \Rightarrow \text{vrai}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

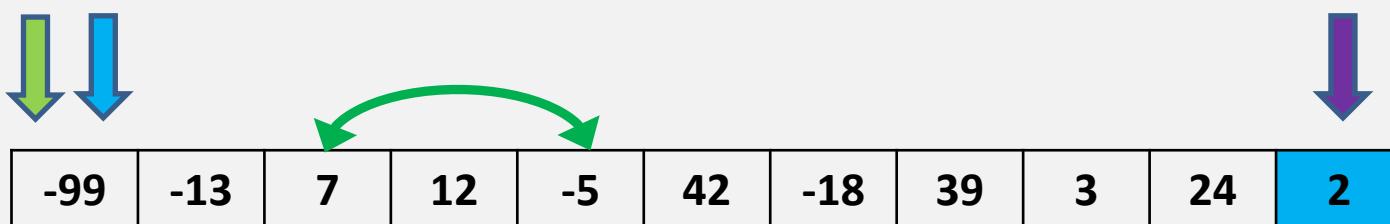
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Échanger les valeurs



↓ indicePivot

↓ indicePremier

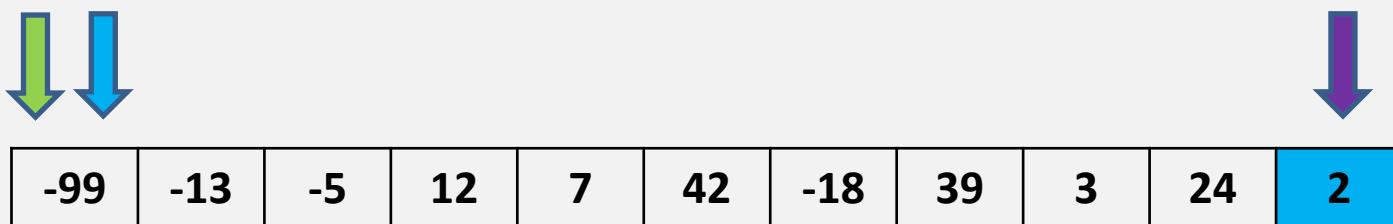
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Avancer futurIndicePivot



↓ indicePivot

↓ indicePremier

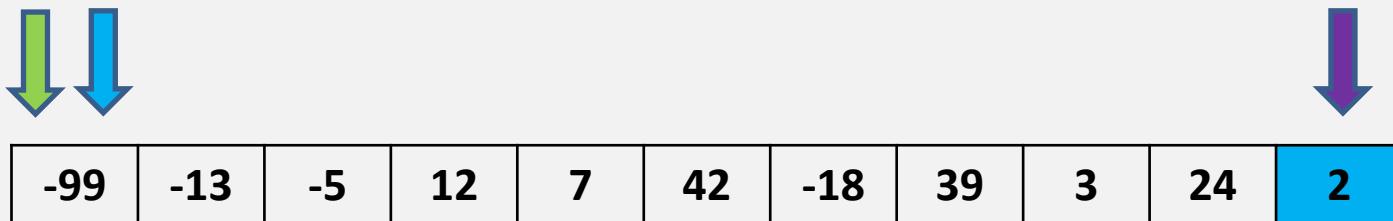
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

$7 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

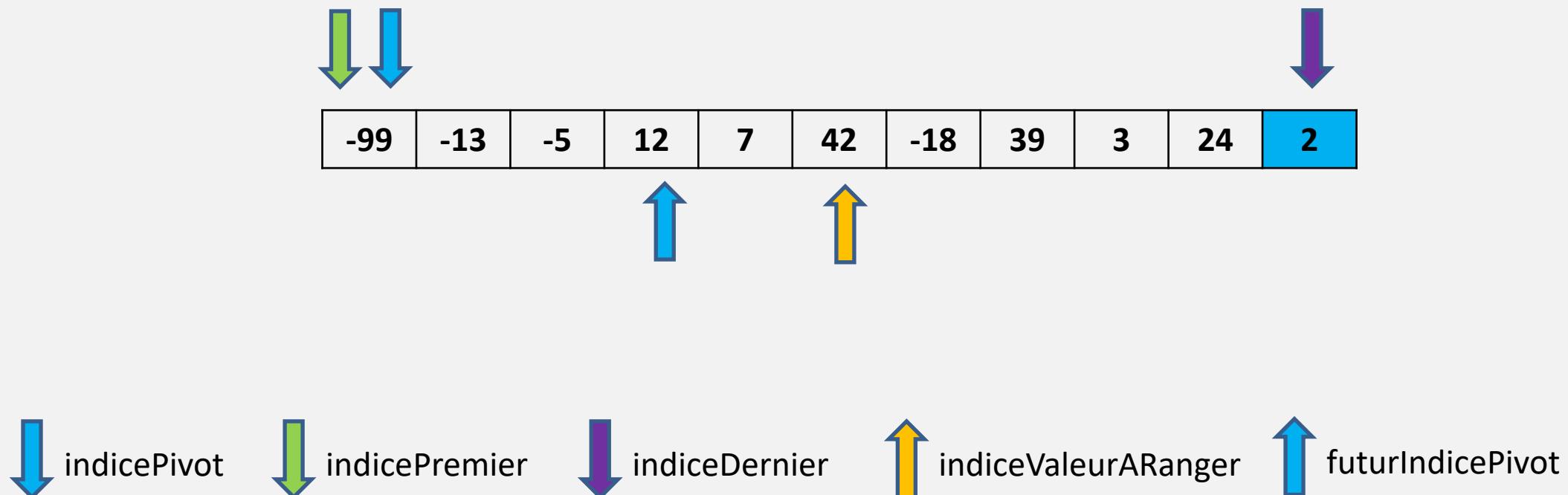
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

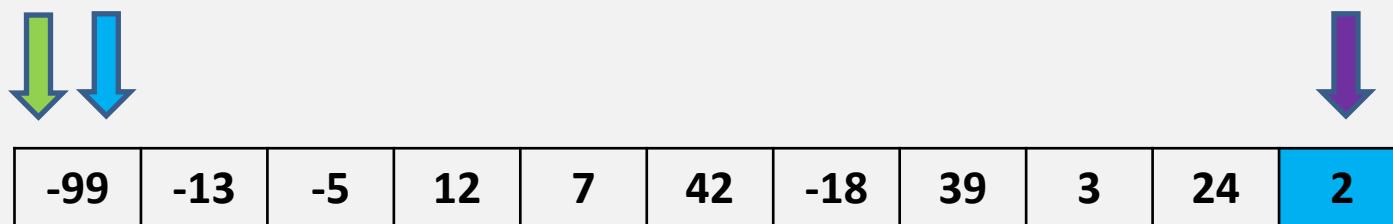
Partitionnement optimisé

$42 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



Partitionnement optimisé

$-18 \leq 2 \Rightarrow \text{vrai}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

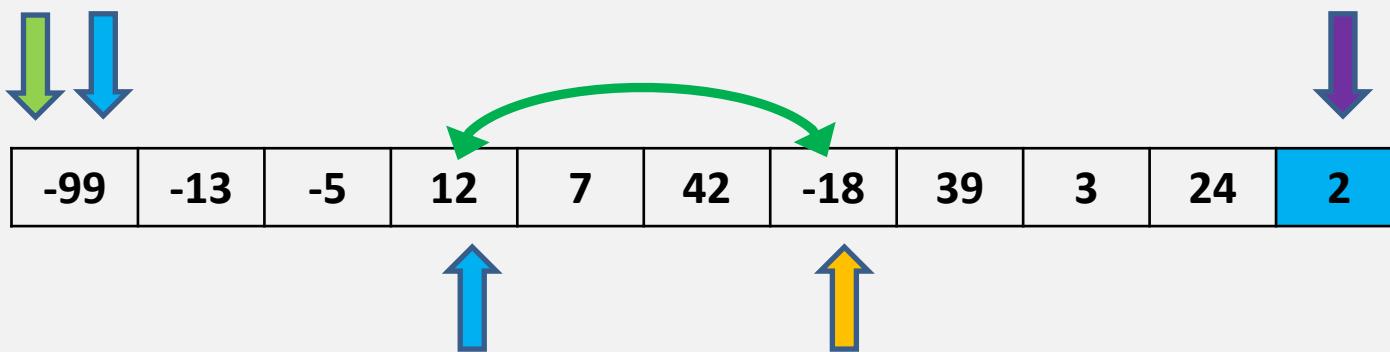
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Échanger les valeurs



↓ indicePivot

↓ indicePremier

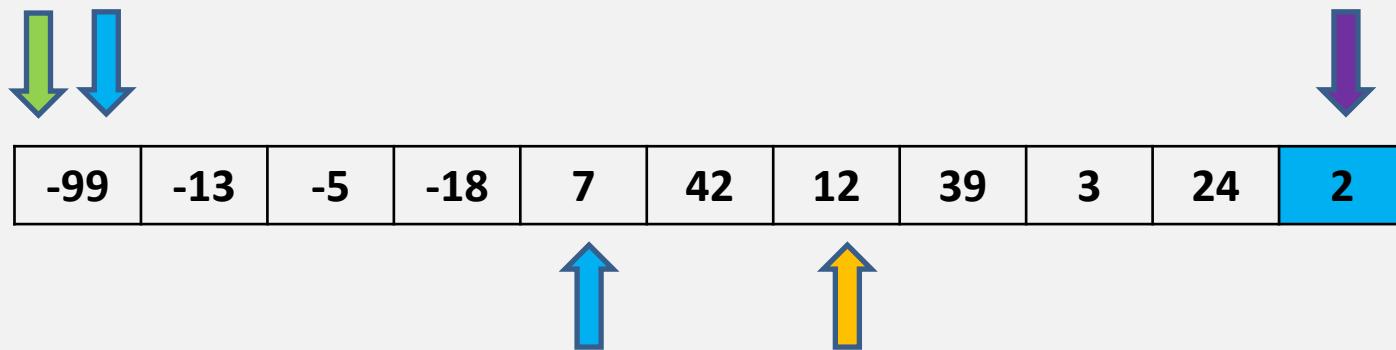
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Avancer futurIndicePivot



↓ indicePivot

↓ indicePremier

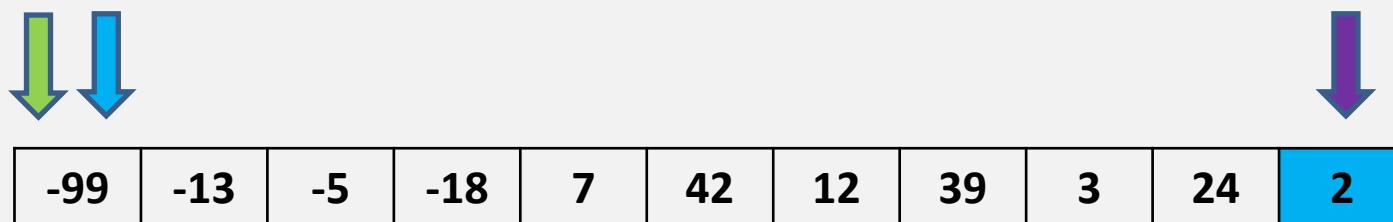
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

$39 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

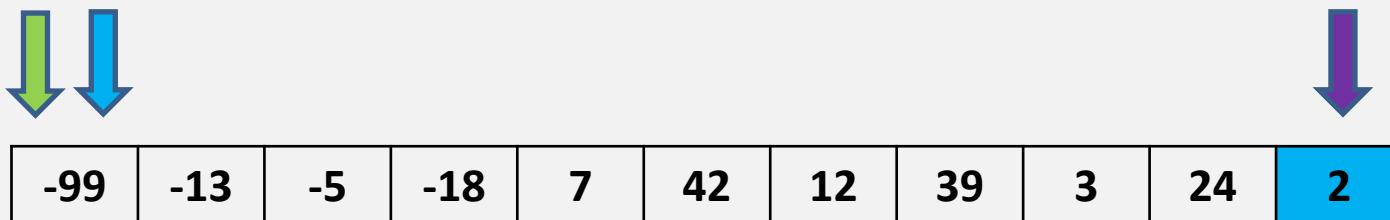
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

$3 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

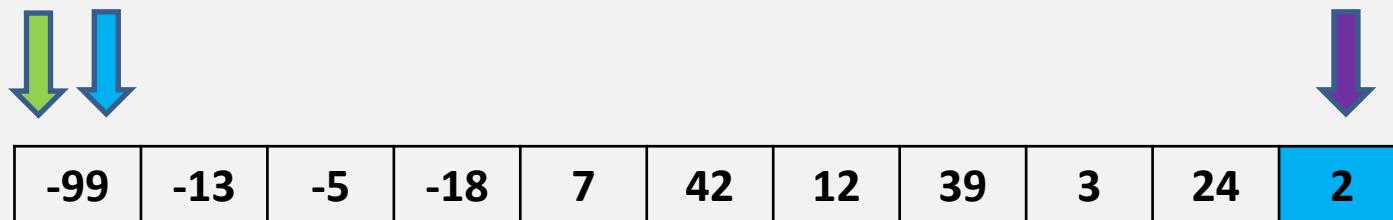
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

$24 \leq 2 \Rightarrow \text{faux}$



↓ indicePivot

↓ indicePremier

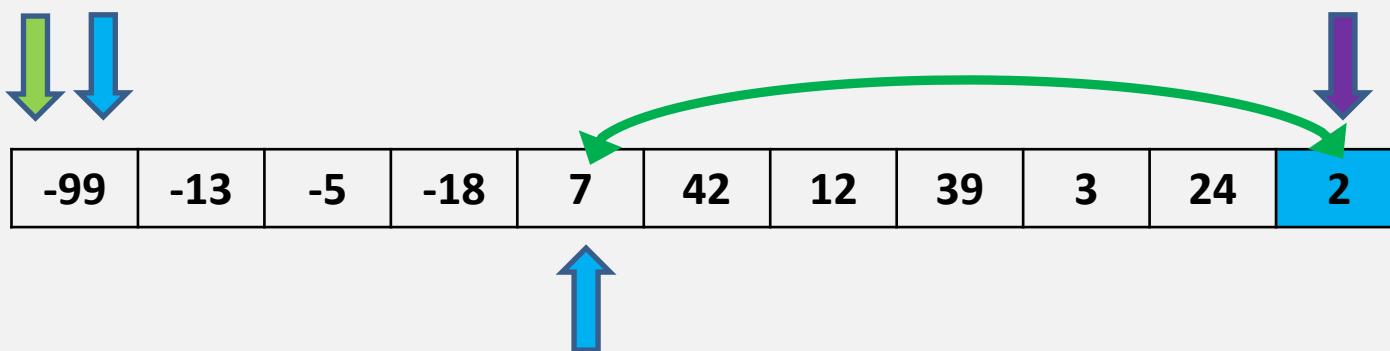
↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Échanger la valeur du pivot avec celle du futurPivot



↓ indicePivot

↓ indicePremier

↓ indiceDernier

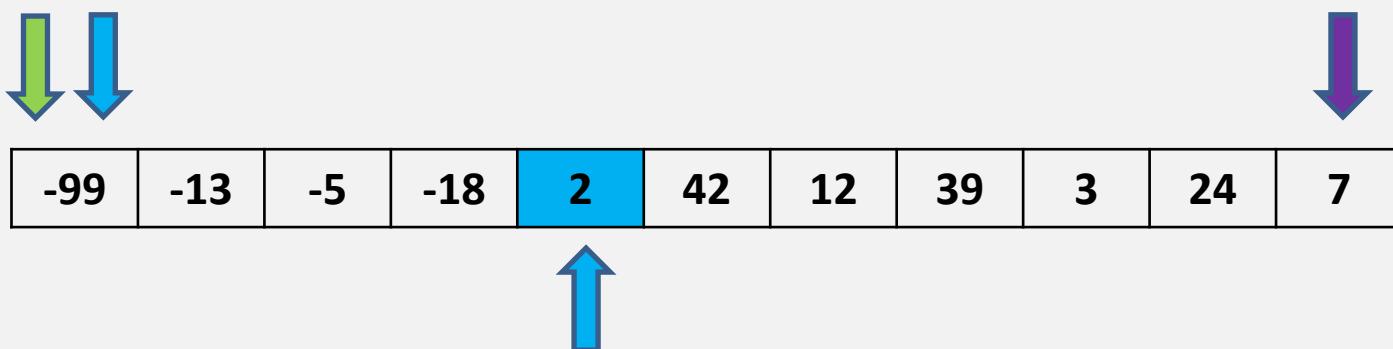
↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Partitionnement optimisé

Échanger la valeur du pivot avec celle du futurPivot

STOP



↓ indicePivot

↓ indicePremier

↓ indiceDernier

↑ indiceValeurARanger

↑ futurIndicePivot

Version optimisée pour les tableaux

```
entier Partitionner(entier[] p_valeurs, entier p_indicePremier, entier p_indiceDernier, entier p_indicePivot) {
    entier ancienneValeur = 0;
    entier futurIndicePivot = p_indicePremier;

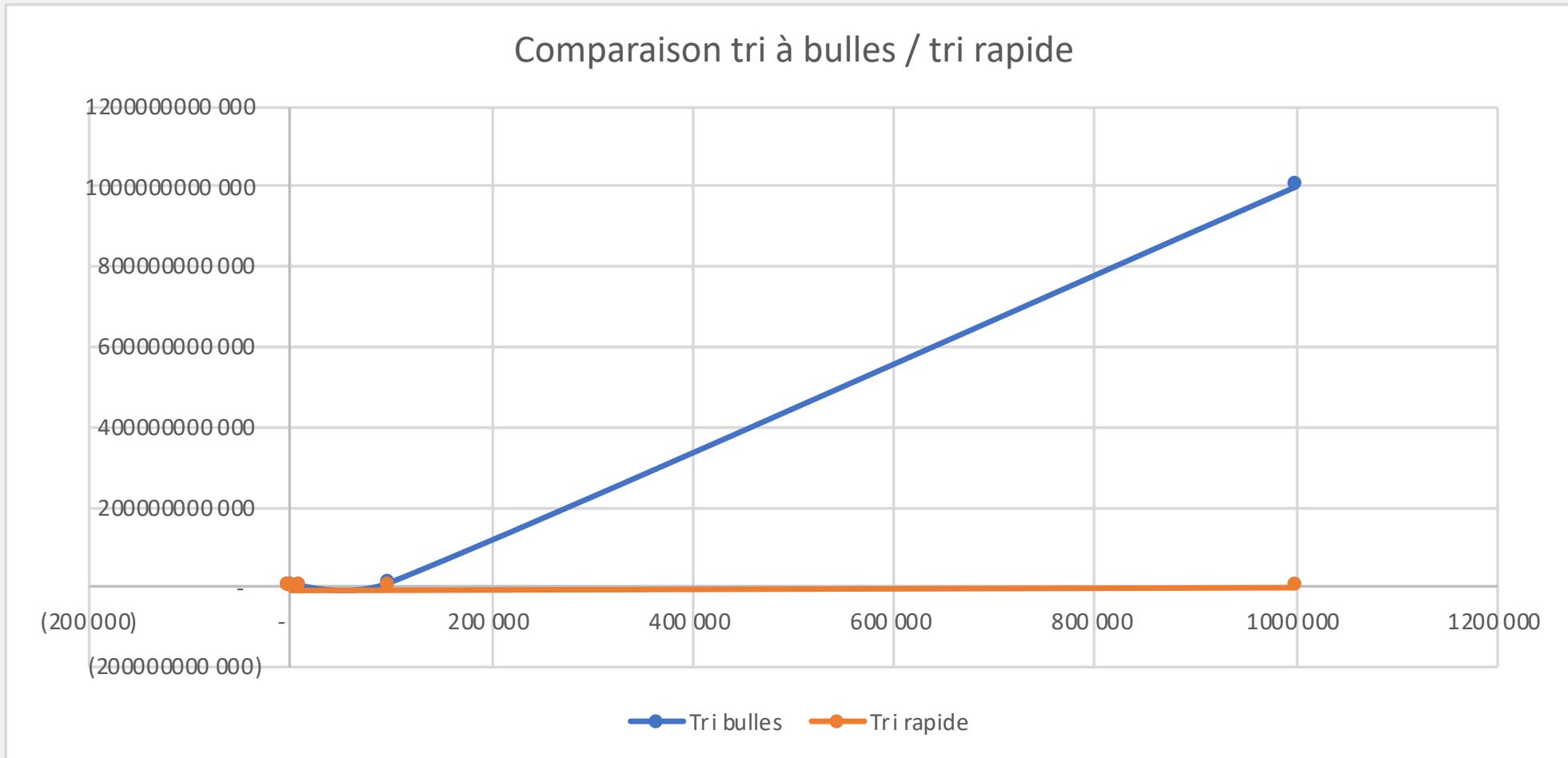
    ancienneValeur = p_valeurs[p_indicePivot];
    p_valeurs[p_indicePivot] = p_valeurs[p_indiceDernier];
    p_valeurs[p_indiceDernier] = ancienneValeur;

    pour entier indiceValeurARanger de p_indicePremier à p_indiceDernier - 1 {
        si p_valeurs[indiceValeurARanger] <= p_valeurs[p_indiceDernier] alors {
            ancienneValeur = p_valeurs[futurIndicePivot];
            p_valeurs[futurIndicePivot] = p_valeurs[indiceValeurARanger];
            p_valeurs[indiceValeurARanger] = ancienneValeur;
            futurIndicePivot = futurIndicePivot + 1;
        }
    }

    ancienneValeur = p_valeurs[futurIndicePivot];
    p_valeurs[futurIndicePivot] = p_valeurs[p_indiceDernier];
    p_valeurs[p_indiceDernier] = ancienneValeur;

    renvoyer futurIndicePivot;
}
```

Intuition sur ces deux algorithmes



Intuition sur ces deux algorithmes – Avec deux axes

