

DUT MMI – IUT de Marne-la-Vallée  
09/02/2015  
M2202 - Algorithmique

# *Cours 3*

## *Structures de données*

# Résumé de l'épisode précédent

- Tris

Pour ranger un ensemble d'éléments tous comparables deux à deux selon un certain ordre.

Cas de base : tri d'un **tableau d'entiers** pour l'ordre  $\leq$

Plusieurs algorithmes possibles :

- tri à bulles (cours + TD3)
- tri par sélection (cours)
- tri par insertion (TD3)
- ...

*plus ou moins rapide... compter le nombre de comparaisons, d'échanges, etc.*

# Sources

---

- Cours de Jean-François Berdjugin à l'IUT de Grenoble  
<http://berdjugin.com/enseignements/inf/inf220/>
- Cours de Xavier Heurtebise à l'IUT de Provence  
<http://x.heurtebise.free.fr>
- *Le livre de Java premier langage*, d'A. Tasso
- <http://xkcd.com>, <http://xkcd.free.fr>

# Plan du cours 3 – Structures de données

---

- Listes
- Piles et files
- Arbres

# Intérêt des listes

---

Le problème des tableaux :

- taille fixe
- insertion “difficile” d'un élément
- suppression “difficile” d'un élément

# Intérêt des listes

---

L'intérêt des listes :

- taille variable
- insertion facile d'un élément
- suppression facile d'un élément

Mais :

- accès "difficile" au  $i$ -ième élément

# Définition récursive d'une liste "simplement chaînée"

Une liste "simplement chaînée" est :

- soit une liste vide

- soit une première case qui contient une valeur, et qui pointe vers une liste

# Définition récursive d'une liste **d'entiers**

Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



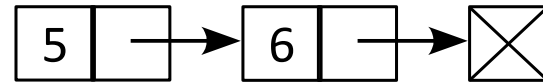
# Définition illustrée d'une liste **d'entiers**

Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



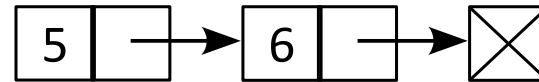
# Définition illustrée d'une liste **d'entiers**

Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



Liste “simplement chaînée” : la chaîne d'une ancre

Quand l'ancre est jetée et toute la chaîne déroulée, on a facilement accès au premier maillon (sur le bateau). Pour les suivants il faut remonter l'ancre.

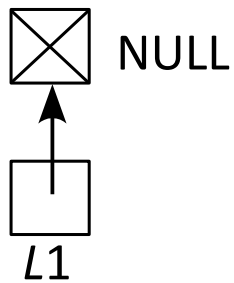
Quand on a un maillon sous les yeux on peut facilement le supprimer (le casser et accrocher le précédent au suivant), en insérer un...



# Définition illustrée d'une liste **d'entiers**

Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide

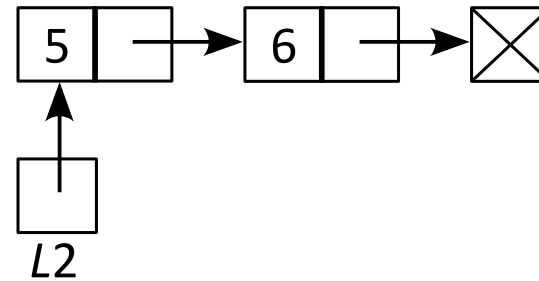


$L1 \leftarrow \text{NULL}$

$L2 \leftarrow \text{NULL}$

$L3 \leftarrow L1$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**

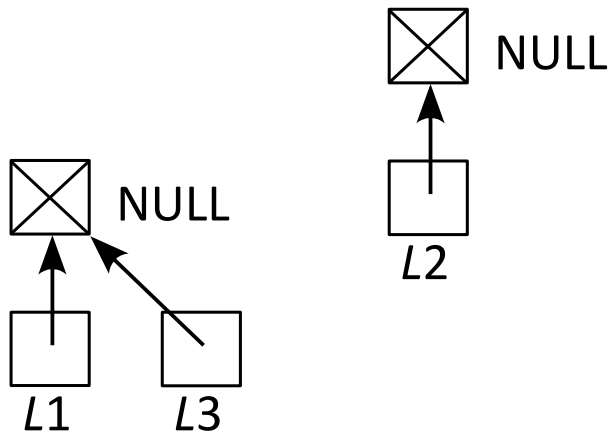


$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

# Définition illustrée d'une liste **d'entiers**

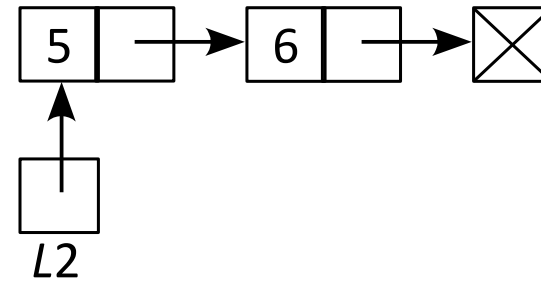
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$   
 $L2 \leftarrow \text{NULL}$   
 $L3 \leftarrow L1$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**

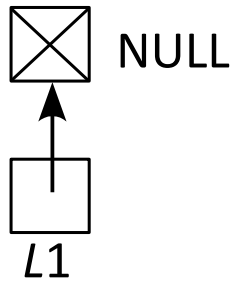


$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

# Fonctions de base sur les listes

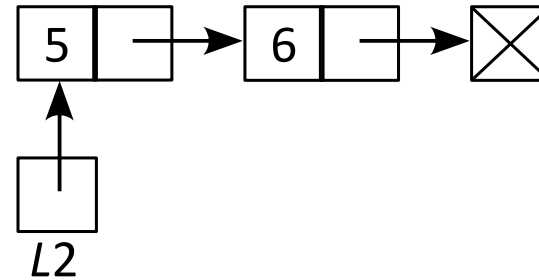
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

Sur une liste  $L1$  ou  $L2$ , on peut :

si  $L2$  est non vide :

• savoir si elle est vide :  
 $L1 = \text{NULL} ?$

• accéder à la valeur de  
son premier élément :  
**tete**( $L2$ )

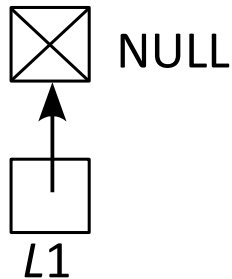
si  $L2$  est non vide :

• accéder à la liste qui  
commence à la case suivante :  
**suivant**( $L2$ )

# Fonctions de base sur les listes

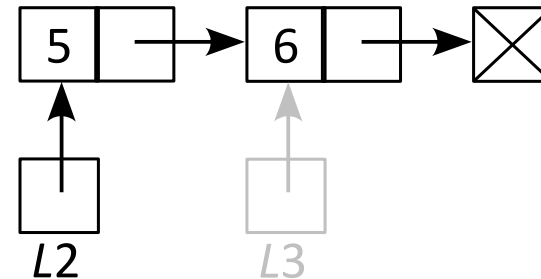
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

Sur une liste  $L1$  ou  $L2$ , on peut :

si  $L2$  est non vide :

• savoir si elle est vide :  
 $L1 = \text{NULL} ?$

• accéder à la valeur de son premier élément :  
**tete**( $L2$ ) renvoie 5

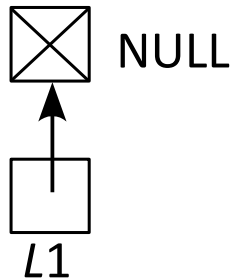
si  $L2$  est non vide :

• accéder à la liste qui commence à la case suivante :  
**suisvant**( $L2$ ) renvoie  $L3$

# Fonctions de base sur les listes

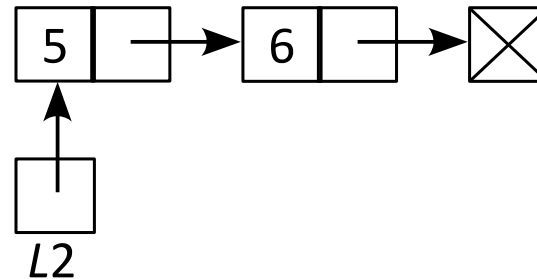
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

$L3 \leftarrow \text{suivant}(L2)$

$L5 \leftarrow \text{suivant}(L2)$

$\text{tete}(L5) \leftarrow 4$

Sur une liste  $L1$  ou  $L2$ , on peut :

si  $L2$  est non vide :

• savoir si elle est vide :  
 $L1 = \text{NULL} ?$

• accéder à la valeur de son premier élément :  
 $\text{tete}(L2)$  renvoie 5

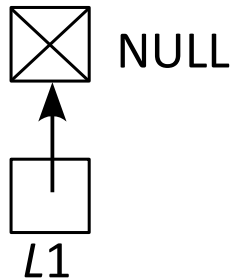
si  $L2$  est non vide :

• accéder à la liste qui commence à la case suivante :  
 $\text{suivant}(L2)$

# Fonctions de base sur les listes

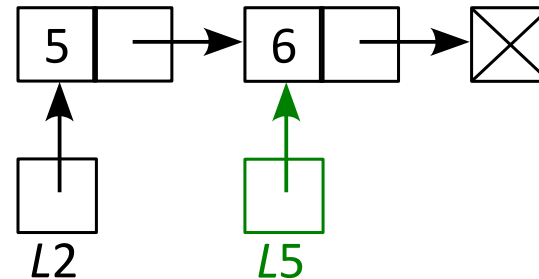
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

$L5 \leftarrow \text{suivant}(L2)$

Sur une liste  $L1$  ou  $L2$ , on peut :

si  $L2$  est non vide :

• savoir si elle est vide :  
 $L1 = \text{NULL} ?$

• accéder à la valeur de son premier élément :  
**tete**( $L2$ ) renvoie 5

si  $L2$  est non vide :

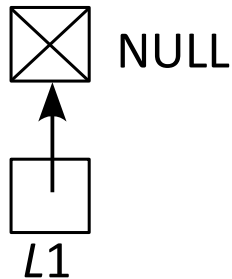
• accéder à la liste qui commence à la case suivante :  
**suivant**( $L2$ )



# Fonctions de base sur les listes

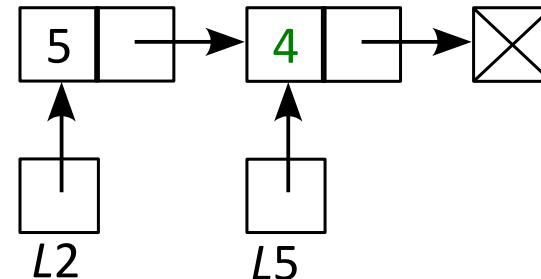
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

$L5 \leftarrow \text{suivant}(L2)$

**$\text{tete}(L5) \leftarrow 4$**

Sur une liste  $L1$  ou  $L2$ , on peut :

si  $L2$  est non vide :

• savoir si elle est vide :  
 $L1 = \text{NULL} ?$

• accéder à la valeur de son premier élément :  
 **$\text{tete}(L2)$**  renvoie 5

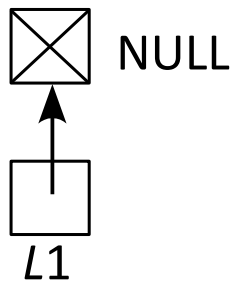
si  $L2$  est non vide :

• accéder à la liste qui commence à la case suivante :  
 **$\text{suivant}(L2)$**

# Fonctions de base sur les listes

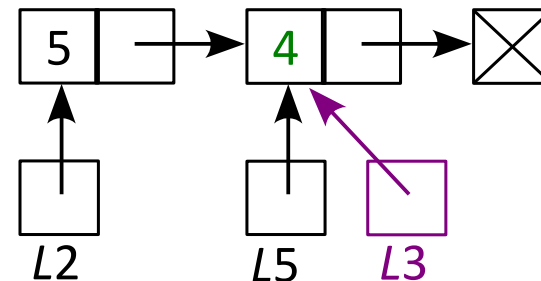
Une liste **d'entiers** est :

- soit une liste vide



$L1 \leftarrow \text{NULL}$

- soit une première case qui contient un **entier**, et qui pointe vers une liste **d'entiers**



$L2 \leftarrow \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$

$L5 \leftarrow \text{suivant}(L2)$

**tete**( $L5$ )  $\leftarrow 4$

Sur une liste  $L1$  ou  $L2$ , on peut :

si  $L2$  est non vide :

• savoir si elle est vide :  
 $L1 = \text{NULL} ?$

• accéder à la valeur de son premier élément :  
**tete**( $L2$ ) renvoie 5

si  $L2$  est non vide :

• accéder à la liste qui commence à la case suivante :  
**suivant**( $L2$ ) renvoie  $L3$

# Premières fonctions sur les listes

## Modification de l'élément en tête d'une liste

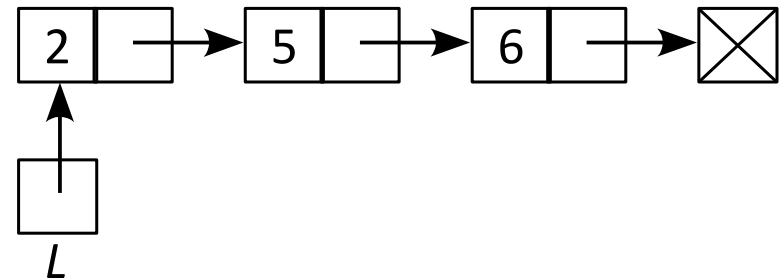
Ecrire l'algorithme **remplaceTete** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $\alpha$ , et renvoie la liste  $L$  dont le premier élément est remplacé par  $\alpha$

Algorithme **remplaceTete**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $\alpha$

Type de sortie : liste d'entiers

Début



Fin

# Premières fonctions sur les listes

## Modification de l'élément en tête d'une liste

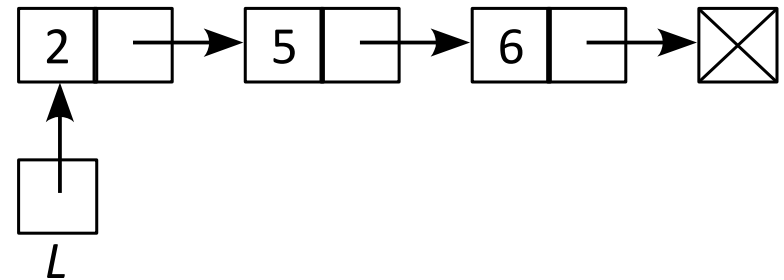
Ecrire l'algorithme **remplaceTete** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $\alpha$ , et renvoie la liste  $L$  dont le premier élément est remplacé par  $\alpha$

Algorithme **remplaceTete**

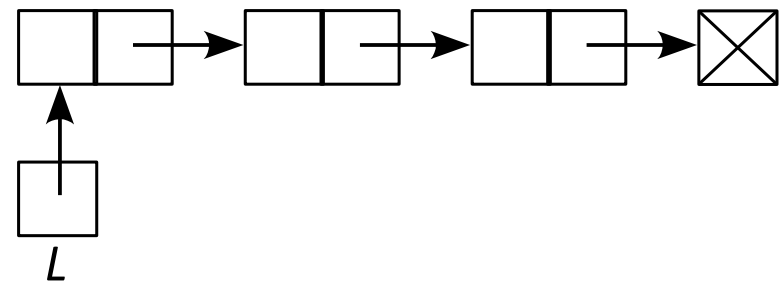
Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $\alpha$

Type de sortie : liste d'entiers

Début



**remplaceTete**( $L, 5$ ) :



Fin

# Premières fonctions sur les listes

## Modification de l'élément en tête d'une liste

Ecrire l'algorithme **remplaceTete** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $\alpha$ , et renvoie la liste  $L$  dont le premier élément est remplacé par  $\alpha$

Algorithme **remplaceTete**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $\alpha$

Type de sortie : liste d'entiers

Début

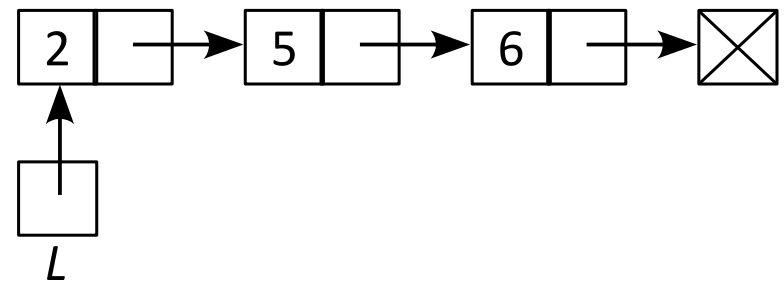
...

**tete**( $L$ )  $\leftarrow \alpha$

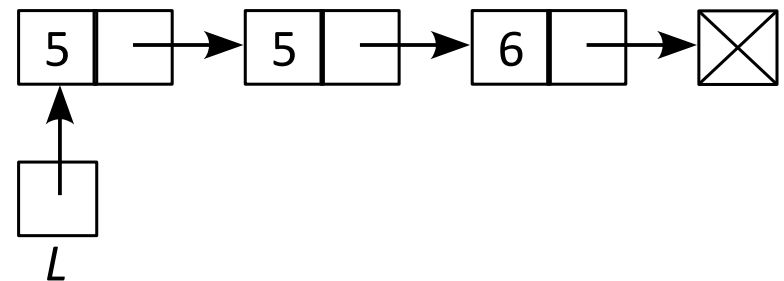
renvoyer  $L$

...

Fin



**remplaceTete**( $L, 5$ ) :



# Premières fonctions sur les listes

## Modification de l'élément en tête d'une liste

Ecrire l'algorithme **remplaceTete** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $\alpha$ , et renvoie la liste  $L$  dont le premier élément est remplacé par  $\alpha$

Algorithme **remplaceTete**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $\alpha$

Type de sortie : liste d'entiers

Début

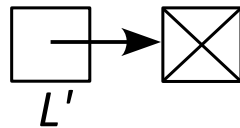
...

**tete**( $L$ )  $\leftarrow \alpha$

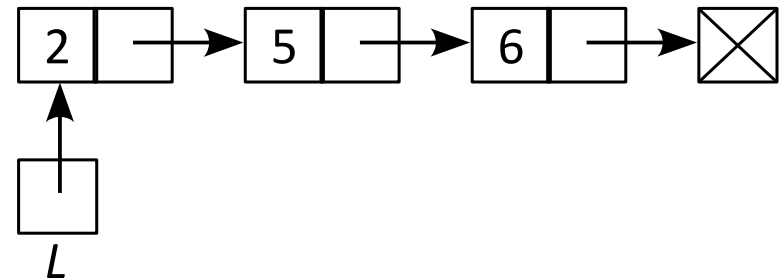
renvoyer  $L$

...

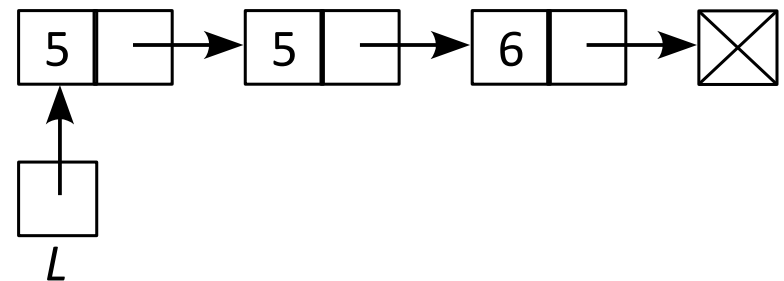
Fin



ne fonctionne pas sur la liste vide  $L'$



**remplaceTete**( $L, 5$ ) :



# Premières fonctions sur les listes

## Modification de l'élément en tête d'une liste

Ecrire l'algorithme **remplaceTete** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $\alpha$ , et renvoie la liste  $L$  dont le premier élément est remplacé par  $\alpha$

Algorithme **remplaceTete**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $\alpha$

Type de sortie : liste d'entiers

Début

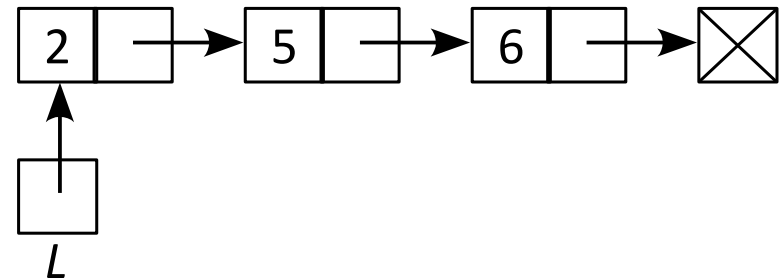
si  $L \neq \text{NULL}$  alors :

**tete**( $L$ )  $\leftarrow \alpha$

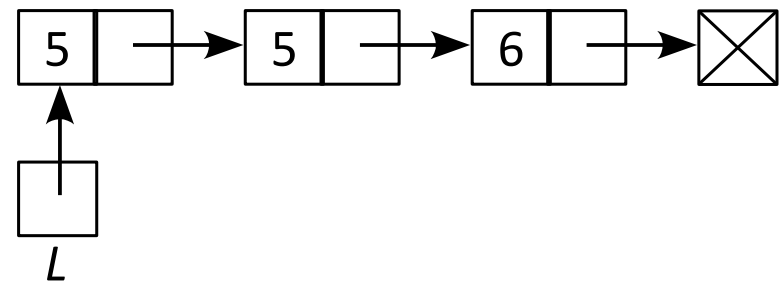
Fin Si

renvoyer  $L$

Fin



**remplaceTete**( $L, 5$ ) :

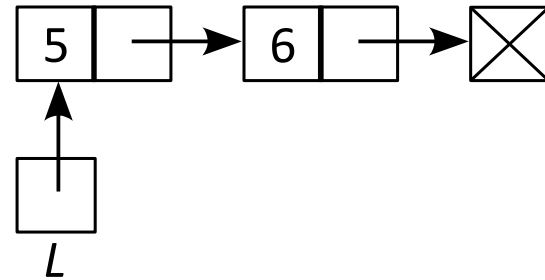


Facile pour les listes, facile pour les tableaux

# Premières fonctions sur les listes

## Suppression de l'élément en tête d'une liste

Par exemple, supprimer 5 au début de la liste  $L = \text{creerListe}(5, \text{creerListe}(6, \text{NULL}))$

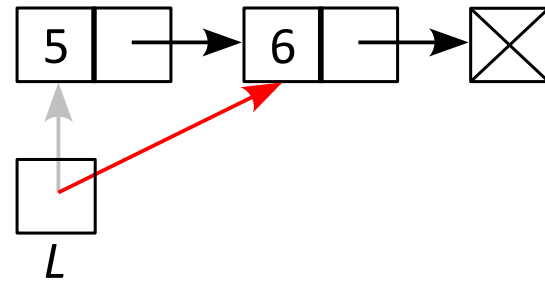




# Premières fonctions sur les listes

## Suppression de l'élément en tête d'une liste

Par exemple, supprimer 5 au début de la liste  $L = \text{creerListe}(5, \text{creerListe}(6, \text{NULL}))$

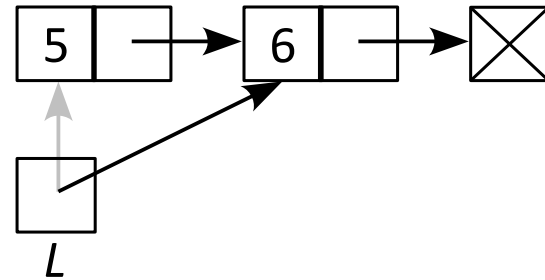


# Premières fonctions sur les listes

## Suppression de l'élément en tête d'une liste

Par exemple, supprimer 5 au début de la liste  $L = \text{creerListe}(5, \text{creerListe}(6, \text{NULL}))$

$L \leftarrow \text{suivant}(L)$

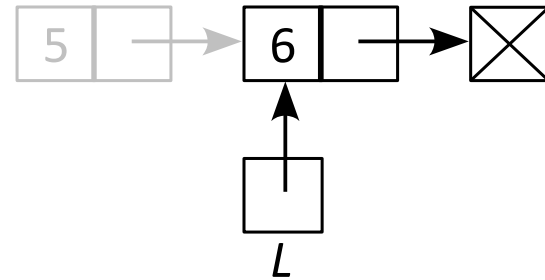


# Premières fonctions sur les listes

## Suppression de l'élément en tête d'une liste

Par exemple, supprimer 5 au début de la liste  $L = \text{creerListe}(5, \text{creerListe}(6, \text{NULL}))$

$L \leftarrow \text{suivant}(L)$

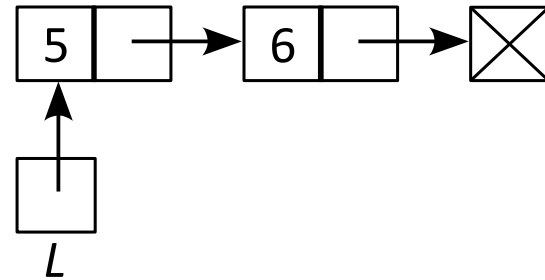


Facile pour les listes, “difficile” pour les tableaux

# Premières fonctions sur les listes

## Insertion d'un élément en tête d'une liste

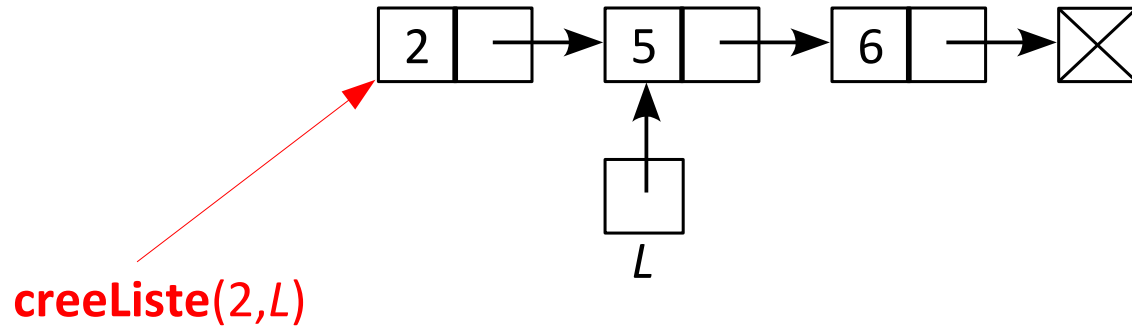
Par exemple, insérer 2 au début de la liste  $L = \text{creerListe}(5, \text{creerListe}(6, \text{NULL}))$



# Premières fonctions sur les listes

## Insertion d'un élément en tête d'une liste

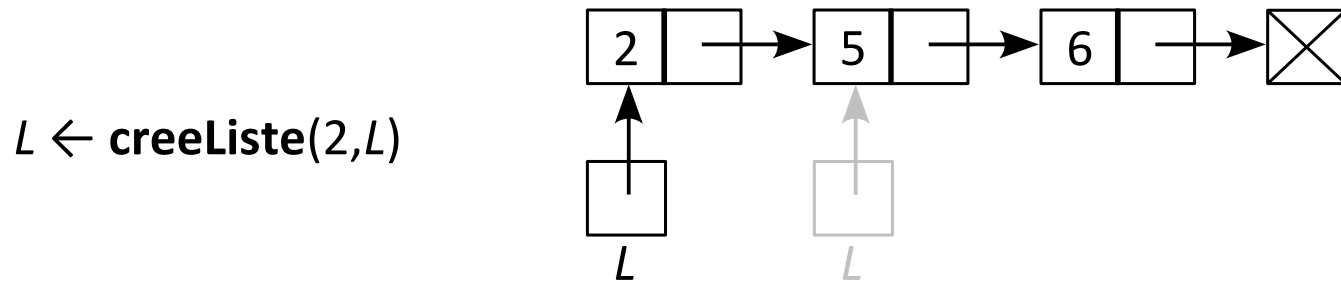
Par exemple, insérer 2 au début de la liste  $L = \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$



# Premières fonctions sur les listes

## Insertion d'un élément en tête d'une liste

Par exemple, insérer 2 au début de la liste  $L = \text{creeListe}(5, \text{creeListe}(6, \text{NULL}))$



Facile pour les listes, “difficile” pour les tableaux

# Premières fonctions sur les listes

## Valeur du $i$ -ième élément d'une liste

Nécessite de **parcourir la liste** !

Écrire la fonction **valeur** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $i$ , et qui renvoie la valeur de la  $i$ -ième case de  $L$ , si elle existe, et -1 sinon.

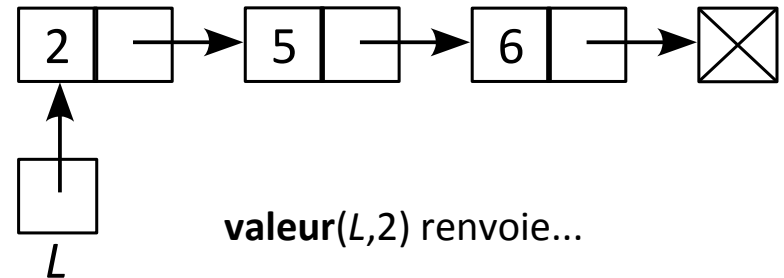
Algorithme **valeur**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $i$

Type de sortie :

Variables :

Début



Fin

# Premières fonctions sur les listes

## Valeur du $i$ -ième élément d'une liste

Nécessite de **parcourir la liste** !

Écrire la fonction **valeur** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $i$ , et qui renvoie la valeur de la  $i$ -ième case de  $L$ , si elle existe, et -1 sinon.

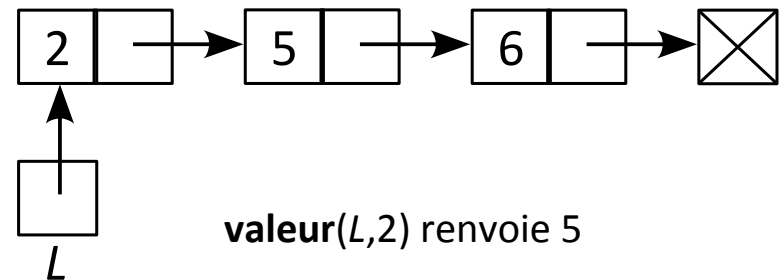
Algorithme **valeur**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $i$

Type de sortie :

Variables :

Début



Fin



# Premières fonctions sur les listes

## Valeur du $i$ -ième élément d'une liste

Nécessite de **parcourir la liste** !

Écrire la fonction **valeur** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $i$ , et qui renvoie la valeur de la  $i$ -ième case de  $L$ , si elle existe, et -1 sinon.

Algorithme **valeur**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $i$

Type de sortie : entier

Variables : entier *resultat*

Début

$resultat \leftarrow -1$

Si  $L \neq \text{NULL}$  alors :

    Si  $i=1$  alors :

$resultat \leftarrow \text{tete}(L)$

    Sinon :

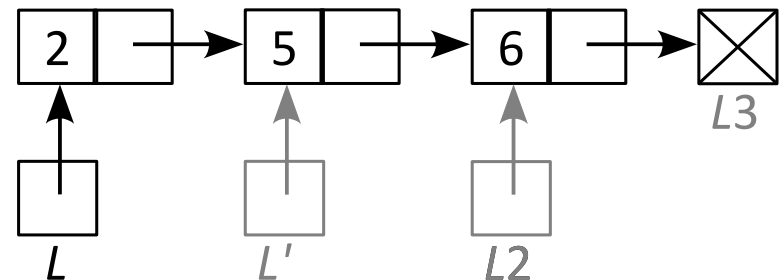
$resultat \leftarrow \text{valeur}(\text{suivant}(L), i-1)$

    Fin Si

Fin Si

renvoyer *resultat*

Fin



Facile pour les tableaux, “difficile” pour les listes

# Premières fonctions sur les listes

## Valeur du $i$ -ième élément d'une liste

Nécessite de **parcourir la liste** !

Écrire la fonction **valeur** qui prend en entrée une liste d'entiers  $L$  et un entier  $i$ , et qui renvoie la valeur de la  $i$ -ième case de  $L$ , si elle existe, et -1 sinon.

Algorithme **valeur**

Entrées : liste d'entiers  $L$ , entier  $i$

Type de sortie : entier

Variables : entier *resultat*

Début

$resultat \leftarrow -1$

Si  $L \neq \text{NULL}$  alors :

    Si  $i=1$  alors :

$resultat \leftarrow \text{tete}(L)$

    Sinon :

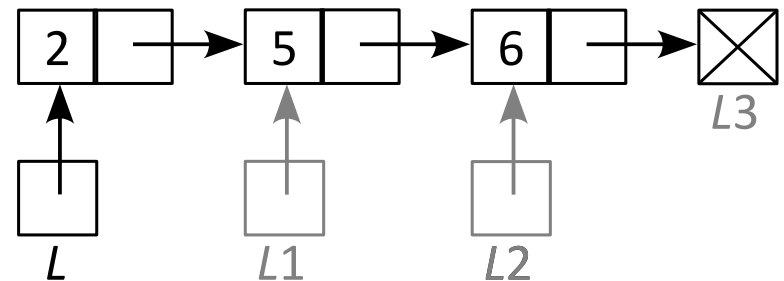
$resultat \leftarrow \text{valeur}(\text{suivant}(L), i-1)$

    Fin Si

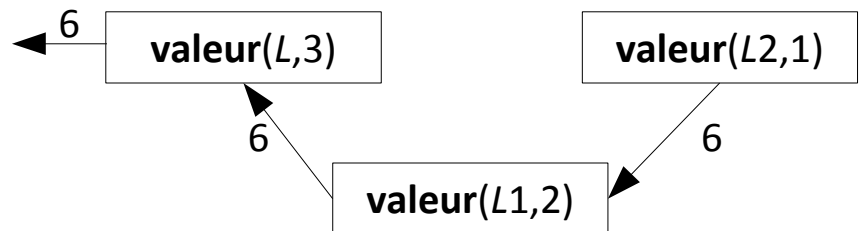
Fin Si

renvoyer *resultat*

Fin



Arbre d'exécution :



Facile pour les tableaux, "difficile" pour les listes

# Plan du cours 3 – Structures de données

---

- Listes
- Piles et files
- Arbres

# Files et piles

---

## **Files**

FIFO “First In First Out”

File d'attente à la Poste

## **Piles**

LIFO “Last In First Out”

Pile de documents à travailler

# Files et piles

## Files

FIFO “First In First Out”

File d'attente à la Poste



Gestion des buffers



<http://www.dessinateur.biz/blog/tag/file-dattente/>  
<http://img.clubic.com/02989454-photo-cisco-crs3.jpg>

## Piles

LIFO “Last In First Out”

Pile de documents à travailler



<http://fnhostile420.tumblr.com/post/1586779953/aporianonymous-i-have-a-to-do-pile>  
<http://imageshack.us/photo/my-images/268/magicthegatheringback.jpg/>

# Files et piles

## Files

FIFO “First In First Out”

File d'attente à la Poste

## Piles

LIFO “Last In First Out”

Pile de documents à travailler

Pourquoi utiliser ces structures de données ?

- Plus simple à programmer qu'une liste
- Fonctions plus limitées, adaptées aux besoins



Gestion des buffers



# Files et piles

## Files

FIFO "First In First Out"

File d'attente à la Poste

Quatre fonctions :

- **créer** : créer une file vide
- **enfiler** : ajouter un élément en fin de file
- **défiler** : lire la valeur de l'élément au début de la file en l'enlevant de la file
- **tester si vide** : savoir si la file est vide



Gestion des buffers



## Piles

LIFO "Last In First Out"

Pile de documents à travailler

Quatre fonctions :

- **créer** : créer une pile vide
- **empiler** : ajouter un élément en haut de la pile
- **dépiler** : lire la valeur de l'élément en haut de la pile en l'enlevant de la pile
- **tester si vide** : savoir si la pile est vide



# Files et piles

## Files

implémentable avec liste  
**doublement** chaînée

FIFO "First In First Out"

File d'attente à la Poste

Quatre fonctions :

- **créer** : créer une file vide
- **enfiler** : ajouter un élément en fin de file
- **défiler** : lire la valeur de l'élément au début de la file en l'enlevant de la file
- **tester si vide** : savoir si la file est vide



Gestion des buffers



## Piles

implémentable avec liste  
simplement chaînée

LIFO "Last In First Out"

Pile de documents à travailler

Quatre fonctions :

- **créer** : créer une pile vide
- **empiler** : ajouter un élément en haut de la pile
- **dépiler** : lire la valeur de l'élément en haut de la pile en l'enlevant de la pile
- **tester si vide** : savoir si la pile est vide





# Plan du cours 3 – Structures de données

---

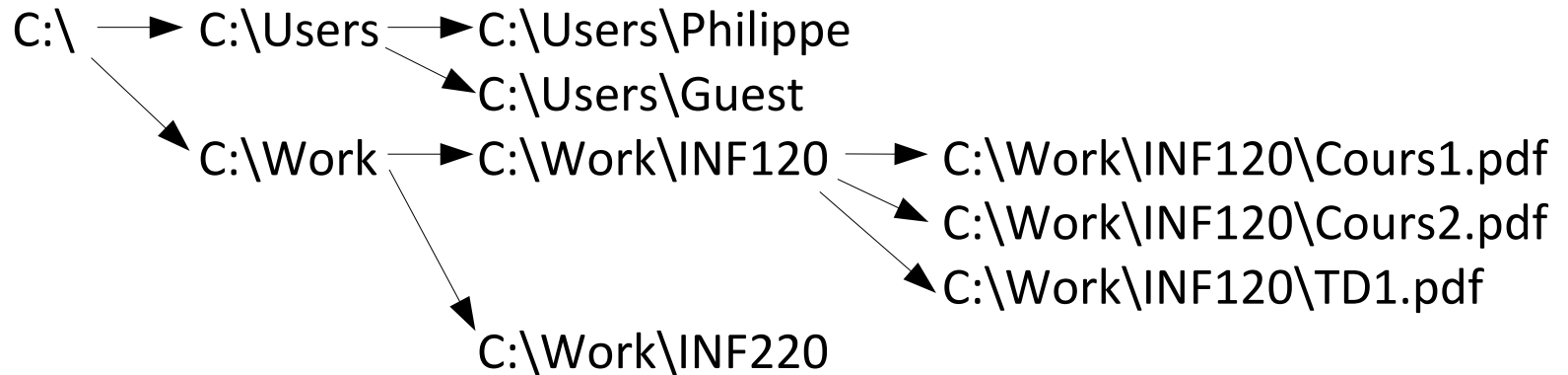
- Listes
- Piles et files
- Arbres

# Intérêt des arbres

Intérêt des arbres :

- représentation d'un objet qui a une structure arborée :

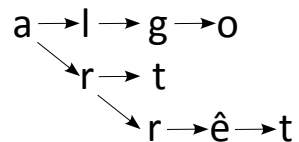
→ contenu d'un disque dur :



- stockage astucieux d'éléments

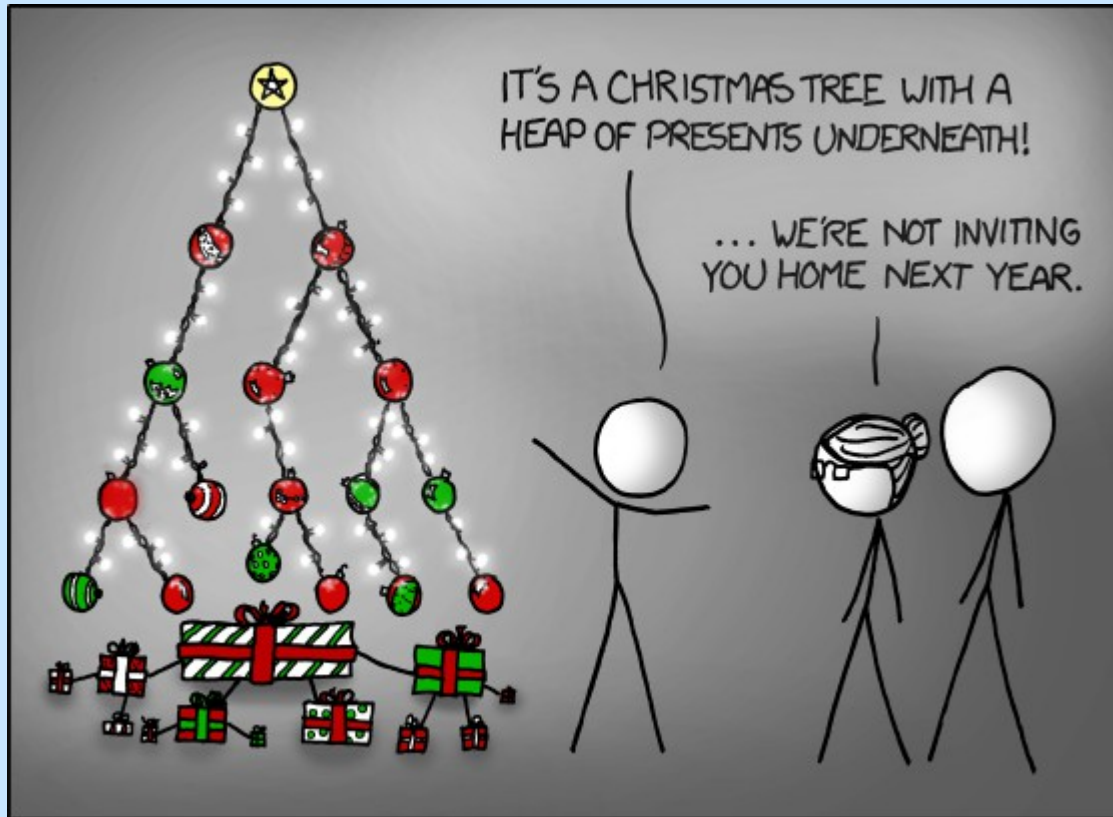
→ trouver rapidement le minimum des valeurs stockées

→ stocker un dictionnaire de manière compacte :



# Arbre

## La "minute xkcd" - Arbre



<http://xkcd.com/835>

<http://xkcd.free.fr/?id=835>

- Voici un **arbre** de Noël avec un **tas** de cadeaux en dessous !

- ... L'année prochaine, on ne t'invitera pas à la maison.

# Définition récursive d'un arbre

Un **arbre** :

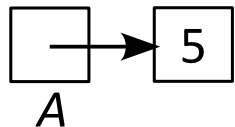
- soit une **feuille**, qui contient une valeur, mais n'a pas d'enfant

- soit un **noeud** qui contient une valeur, et un **tableau d'enfants** dont chaque case pointe vers un **arbre**

# Définition illustrée d'un arbre

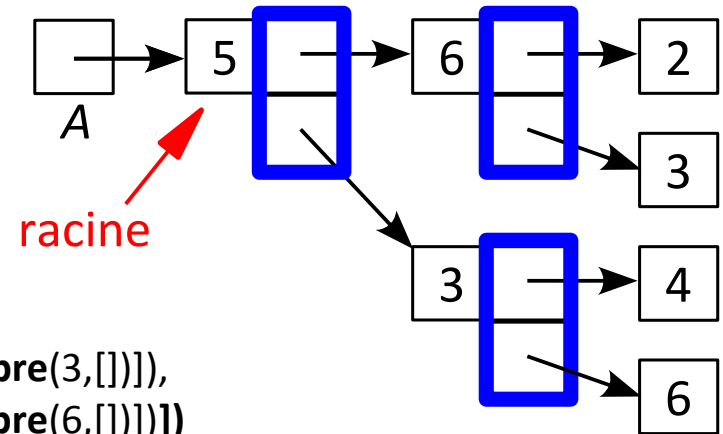
Un **arbre** :

- soit une **feuille**, qui contient une valeur, mais n'a pas d'enfant



$A \leftarrow \text{CreeArbre}(5, [])$

- soit un **noeud** qui contient une valeur, et un **tableau d'enfants** dont chaque case pointe vers un **arbre**



$A \leftarrow \text{CreeArbre}(5, [\text{CreeArbre}(6, [\text{CreeArbre}(2, []), \text{CreeArbre}(3, [])]), \text{CreeArbre}(3, [\text{CreeArbre}(4, []), \text{CreeArbre}(6, [])])])$

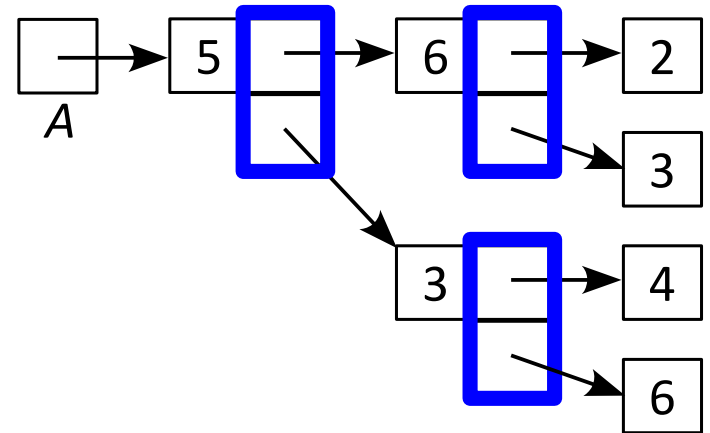
Si chaque **tableau d'enfants** a au plus deux cases, c'est un **arbre binaire**.

# Fonctions de base sur les arbres

Tester si l'arbre est une feuille :  
**estFeuille(A)**

Récupérer la valeur de la racine de l'arbre  
**racine(A)**

Récupérer le tableau des enfants de la racine de l'arbre  
**enfants(A)**



# Fonctions de base sur les arbres

Tester si l'arbre est une feuille :

**estFeuille(A)**

Type de sortie pour un arbre d'entiers : un booléen

Récupérer la valeur de la racine de l'arbre

**racine(A)**

Type de sortie pour un arbre d'entiers : un entier

Récupérer le tableau des enfants de la racine de l'arbre

**enfants(A)**

Type de sortie pour un arbre d'entiers : un tableau d'arbres d'entiers

