

Rappels:

3) Fonctions récursives

Récurtivité

- Il est parfois difficile de définir un objet
- Il est parfois plus simple de définir cet objet en fonction de lui-même
- Ce procédé s'appelle la **récurtivité**
- On peut utiliser la récurtivité pour définir des ensembles, des suites, des fonctions

Réursion en programmation

- Quand une méthode (fonction) s'appelle elle-même
- Un exemple classique: **La fonction factorielle**

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n$$

- Définition récursive:

$$f(n) = \begin{cases} 1 & \text{si } n = 0 \\ n \cdot f(n-1) & \text{sinon} \end{cases}$$

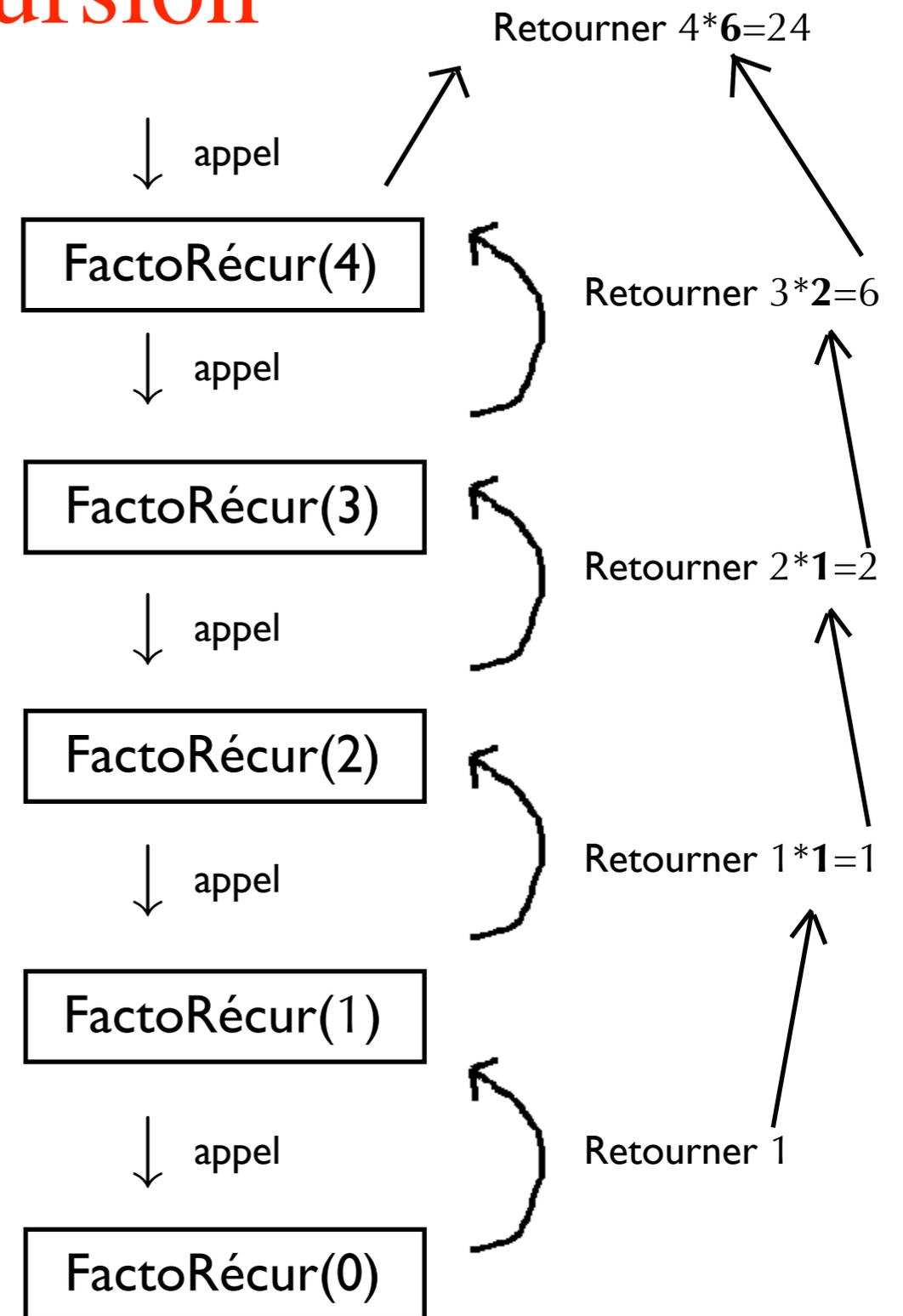
Éléments essentiels d'une méthode récursive

- Un (ou plusieurs) cas de base
 - ▣ Les valeurs d'entrées pour lesquelles on ne fait aucun appel récursif sont appelées les **cas de base**

- Appels récursifs
 - ▣ Appels de la méthode courante
 - ▣ Chaque suite d'appels récursifs **doit** essentiellement se terminer sur un cas de base

Trace d'une récursion

- Une boîte pour chaque appel récursif
- Une flèche pour chaque appel
- Une flèche pour chaque retour d'une valeur



Un autre exemple de récursion linéaire

Algorithme SommeLinaire(A,n)

Entrées: Une liste d'entiers A et un entier $n \geq 1$, tel que A contient au moins n éléments

Sortie: La somme des n premiers entiers de A

Si $n=1$ alors

retourner $A[0]$

Sinon

retourner $\text{SommeLinaire}(A,n-1) + A[n-1]$

Bien définir la récursion

- Lorsqu'on crée des méthodes récursives, il est important de les définir de façon à faciliter la récursion
- Cela implique parfois qu'il faut donner des paramètres additionnels en entrée à la méthode
- Pour définir une fonction récursive qui inverse les éléments d'une liste, il est plus facile de définir une méthode `InverseListe(A,i,j)` qui prend en entrée deux indices i et j en plus de la liste a à inverser.

Inverser les éléments d'une liste

Algorithme InverseListe(A,i,j)

Entrées: Une liste d'entiers A et des indices i et j

Sortie: La liste ayant les éléments de l'indice i à j dans l'ordre inverse

Si $i < j$ alors

échanger $A[i]$ et $A[j]$

InverseListe(A,i+1,j-1)

Retourner A

“Tail recursion”

- Lorsqu’une méthode récursive exécute son appel récursif comme dernière étape
- La méthode `InverseListe` en est un exemple
- Ces méthodes peuvent facilement être converties en des méthodes non récursives (ce qui sauve de l’espace mémoire)

Réursion Binaire

- Quand une méthode fait deux appels récursifs
- Exemple:

Algorithme SommeBinaire(A,i,n)

Entrées: Une liste d'entiers A et des entiers i et n

Sortie: La somme de n entiers dans A, où l'on commence à additionner à partir de l'indice i

Si $n = 1$ alors

retourner $A[i]$

Sinon

retourner $\text{SommeBinaire}[A,i,n/2] +$
 $\text{SommeBinaire}[A,i+n/2,n/2]$

Calculer les nombres de Fibonacci

- Les nombres de Fibonacci sont définis récursivement

$$F_0 = 0$$

$$F_1 = 1$$

$$F_i = F_{i-1} + F_{i-2} \quad \text{pour } i > 1$$

- Les calculer avec un algorithme récursif (essai 1)

Algorithme FibBinaire(k)

Entrées: Une entier $k \geq 0$

Sortie: F_k

Si $k = 0$ ou 1 alors

retourner k

sinon

retourner FibBinaire(k-1) + FibBinaire(k-2)

Un meilleur algorithme

Algorithme FibLineaire(k)

Entrées: Une entier $k \geq 0$

Sortie: (F_k, F_{k-1})

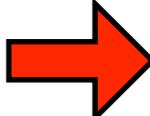
Si $k = 1$ alors

 retourner $(k, 0)$

sinon

$(i, j) := \text{FibLineaire}(k-1)$

 retourner $(i+j, i)$

 Complexité en temps: $O(k)$