

# Structure de PILE

Nour-Eddine Oussous, Éric Wegrzynowski

Licence ST-A, USTL - API2

12 octobre 2009

# Plan du cours

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## 1 Introduction

- Objectif
- Exemple introductif

## 2 La structure de pile

- Description
- Opérations primitives

## 3 Réalisation

- Interface
- Implémentation
- Exemple d'utilisation

# Objectif

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Présenter une structure de données très utilisée en informatique
  - pile système ;
  - pile d'un évaluateur.

# Objectif

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Présenter une structure de données très utilisée en informatique
  - pile système ;
  - pile d'un évaluateur.
- Montrer son fonctionnement.

# Objectif

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Présenter une structure de données très utilisée en informatique
  - pile système ;
  - pile d'un évaluateur.
- Montrer son fonctionnement.
- Donner une interface d'utilisation.

# Objectif

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Présenter une structure de données très utilisée en informatique
  - pile système ;
  - pile d'un évaluateur.
- Montrer son fonctionnement.
- Donner une interface d'utilisation.
- Réaliser une implémentation.

# Expressions arithmétiques

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- On veut réaliser un programme d'évaluation d'expressions arithmétiques.

# Expressions arithmétiques

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- On veut réaliser un programme d'évaluation d'expressions arithmétiques.
- On se limite à des expressions arithmétiques portant sur des nombres entiers avec les quatre opérations usuelles, comme  $35$ ,  $12 + 3$ ,  $12 + 3 \times 5$ , ...



# Expressions arithmétiques

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- On veut réaliser un programme d'évaluation d'expressions arithmétiques.
- On se limite à des expressions arithmétiques portant sur des nombres entiers avec les quatre opérations usuelles, comme  $35$ ,  $12 + 3$ ,  $12 + 3 \times 5$ , ...

## Définition d'une expression arithmétique

Une *expression arithmétique* est

- soit un nombre entier ;
- soit deux *expressions arithmétiques* reliées par l'un des quatre opérateurs  $+$ ,  $-$ ,  $\times$  et  $\div$ .

# Évaluation des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Évaluer une expression = calculer sa valeur.

# Évaluation des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Évaluer une expression = calculer sa valeur.

- pour les expressions simples  $\text{valeur}(e) = e$

Exemple :  $\text{valeur}(12) = 12$

# Évaluation des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Węgrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Évaluer une expression = calculer sa valeur.

- pour les expressions simples  $\text{valeur}(e) = e$

Exemple :  $\text{valeur}(12) = 12$

- pour les expressions composées

$\text{valeur}(e_1 \text{ op } e_2) = \text{valeur}(e_1) \text{ op } \text{valeur}(e_2)$

Exemple :

$\text{valeur}(12 + 3) = \text{valeur}(12) + \text{valeur}(3) = 12 + 3 = 15$

# Évaluation des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Węgrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Évaluer une expression = calculer sa valeur.

- pour les expressions simples  $\text{valeur}(e) = e$

Exemple :  $\text{valeur}(12) = 12$

- pour les expressions composées

$\text{valeur}(e_1 \text{ op } e_2) = \text{valeur}(e_1) \text{ op } \text{valeur}(e_2)$

Exemple :

$\text{valeur}(12 + 3) = \text{valeur}(12) + \text{valeur}(3) = 12 + 3 = 15$

Simple, n'est-ce pas ? ...

# Pas si simple !

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Comment évaluer l'expression  $12 + 3 \times 5$  ?

# Pas si simple !

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Węgrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Comment évaluer l'expression  $12 + 3 \times 5$  ?

- valeur( $12 + 3 \times 5$ ) = 75 ?

C'est le cas si on applique les opérateurs dès qu'ils apparaissent sans tenir compte de leurs priorités usuelles ( $\times$  prioritaire devant  $+$ ).

# Pas si simple !

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Comment évaluer l'expression  $12 + 3 \times 5$  ?

- valeur( $12 + 3 \times 5$ ) = 75 ?

C'est le cas si on applique les opérateurs dès qu'ils apparaissent sans tenir compte de leurs priorités usuelles ( $\times$  prioritaire devant  $+$ ).

- valeur( $12 + 3 \times 5$ ) = 27 ?

C'est le résultat attendu en tenant compte des priorités.



# Pas si simple !

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Comment évaluer l'expression  $12 + 3 \times 5$  ?

- valeur( $12 + 3 \times 5$ ) = 75 ?

C'est le cas si on applique les opérateurs dès qu'ils apparaissent sans tenir compte de leurs priorités usuelles ( $\times$  prioritaire devant  $+$ ).

- valeur( $12 + 3 \times 5$ ) = 27 ?

C'est le résultat attendu en tenant compte des priorités.

On veut la seconde évaluation !

# Écriture des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Pour remédier (simplement) à ce problème, trois façons d'écrire les expressions :

# Écriture des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Pour remédier (simplement) à ce problème, trois façons d'écrire les expressions :

- expressions *infixées complètement parenthésées*

$(12 + 3)$ ,  $(12 + (3 \times 5))$

# Écriture des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Pour remédier (simplement) à ce problème, trois façons d'écrire les expressions :

- expressions *infixées complètement parenthésées*

$$(12 + 3), (12 + (3 \times 5))$$

- expressions *préfixées* : l'opérateur est placé avant les opérandes

$$+_12_3, +_12_ \times _3_5$$

# Écriture des expressions

Pour remédier (simplement) à ce problème, trois façons d'écrire les expressions :

- expressions *infixées complètement parenthésées*

$$(12 + 3), (12 + (3 \times 5))$$

- expressions *préfixées* : l'opérateur est placé avant les opérandes

$$+_12_3, +_12_ \times _3_5$$

- expressions *postfixées* : l'opérateur est placé après les opérandes

$$12_3_+, 12_3_5_ \times _+_$$

# Écriture des expressions

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Pour remédier (simplement) à ce problème, trois façons d'écrire les expressions :

- expressions *infixées complètement parenthésées*

$$(12 + 3), (12 + (3 \times 5))$$

- expressions *préfixées* : l'opérateur est placé avant les opérandes

$$+ \_ 12 \_ 3, + \_ 12 \_ \times \_ 3 \_ 5$$

- expressions *postfixées* : l'opérateur est placé après les opérandes

$$12 \_ 3 \_ +, 12 \_ 3 \_ 5 \_ \times \_ +$$

*On choisit les expressions postfixées.*

# Expressions postfixées

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *expression postfixée* est

# Expressions postfixées

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *expression postfixée* est

- soit un nombre ;



# Expressions postfixées

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *expression postfixée* est

- soit un nombre ;
- soit deux *expressions postfixées* suivies d'un opérateur binaire.

# Expressions postfixées

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Węgrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *expression postfixée* est

- soit un nombre ;
- soit deux *expressions postfixées* suivies d'un opérateur binaire.

## Exemples

Expressions	écriture postfixée
12	12
$12 + 3$	12_3_+
$12 + (3 \times 5)$	12_3_5_×_+
$\frac{a + b}{c - d}$	a_b_+_c_d_-_÷

# Intérêt de la notation postfixée

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Écriture non ambiguë ;

# Intérêt de la notation postfixée

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Écriture non ambiguë ;
- sans parenthèse ;

# Intérêt de la notation postfixée

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Écriture non ambiguë ;
- sans parenthèse ;
- évaluation facile . . .

# Intérêt de la notation postfixée

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

- Écriture non ambiguë ;
- sans parenthèse ;
- évaluation facile ...
- ... grâce à une structure nommée pile.

# Exemple d'évaluation

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Expression à évaluer :  $A \times C + D$ , avec  $A = 3$ ,  $B = 6$ ,  
 $C = 2$  et  $D = 5$ .

# Exemple d'évaluation

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

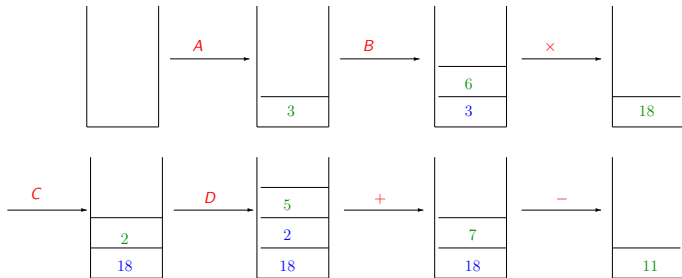
Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Expression à évaluer :  $A \_ B \_ \times \_ C \_ D \_ + \_ -$ , avec  $A = 3$ ,  $B = 6$ ,  
 $C = 2$  et  $D = 5$ .





# Exemple d'évaluation

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Węgrzynowski

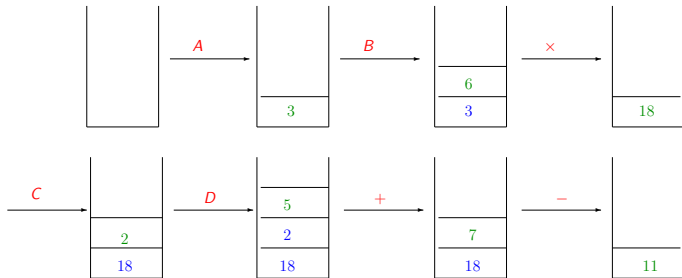
Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Expression à évaluer :  $A \_ B \_ \times \_ C \_ D \_ + \_ - \_$ , avec  $A = 3$ ,  $B = 6$ ,  
 $C = 2$  et  $D = 5$ .



Propriété invariante : *Le sommet de la pile est la valeur de la dernière expression lue.*

# La structure de PILE

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *pile* est une structure linéaire

# La structure de PILE

## Structure de PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *pile* est une structure linéaire

- permettant de mémoriser un nombre variable de données (*empilement*) ;

# La structure de PILE

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *pile* est une structure linéaire

- permettant de mémoriser un nombre variable de données (*empilement*) ;
- dont une seule est immédiatement accessible (*le sommet*) ;

# La structure de PILE

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Définition

Une *pile* est une structure linéaire

- permettant de mémoriser un nombre variable de données (*empilement*) ;
- dont une seule est immédiatement accessible (*le sommet*) ;
- les autres ne le devenant que lorsqu'elles se retrouvent au sommet (*dépilement*).

# La structure de PILE

## Structure de PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

## Plan

### Introduction

### La structure de pile

### Réalisation

## Définition

Une *pile* est une structure linéaire

- permettant de mémoriser un nombre variable de données (*empilement*) ;
- dont une seule est immédiatement accessible (*le sommet*) ;
- les autres ne le devenant que lorsqu'elles se retrouvent au sommet (*dépilement*).

**Pile** = structure du dernier entré, premier sorti ou **LIFO** (**L**ast **I**n, **F**irst **O**ut).

# États d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Une pile peut être

# États d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Une pile peut être

- vide : elle ne contient aucune donnée ;



Pile vide.



# États d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

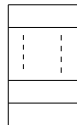
Réalisation

Une pile peut être

- vide : elle ne contient aucune donnée ;
- pleine : il n'est plus possible de lui ajouter un élément.



Pile vide.



Pile pleine.

# États d'une pile

## Structure de PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

## Plan

## Introduction

## La structure de pile

## Réalisation

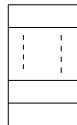
Une pile peut être

- vide : elle ne contient aucune donnée ;
- pleine : il n'est plus possible de lui ajouter un élément.

En théorie, une pile n'est jamais pleine. Mais toute implémentation des piles utilise de la mémoire, ressource disponible en quantité finie.



Pile vide.



Pile pleine.

# Transformations d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

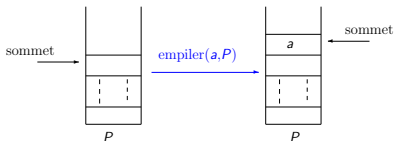
Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Au nombre de deux

- *empilement* : ajout d'un élément au sommet de la pile



# Transformations d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

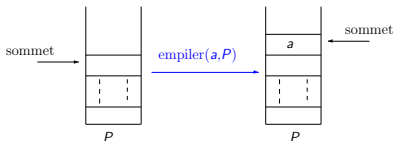
Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Au nombre de deux

- *empilement* : ajout d'un élément au sommet de la pile



Remarque : opération possible uniquement si la pile n'est pas pleine.

# Transformations d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

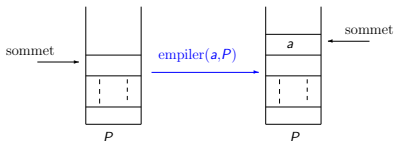
Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

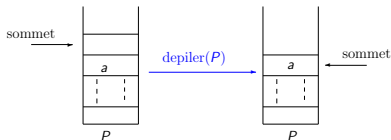
Au nombre de deux

- *empilement* : ajout d'un élément au sommet de la pile



Remarque : **opération possible uniquement si la pile n'est pas pleine.**

- *dépilement* : retrait de l'élément situé au sommet de la pile



# Transformations d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

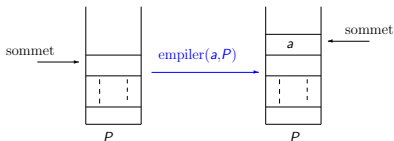
Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

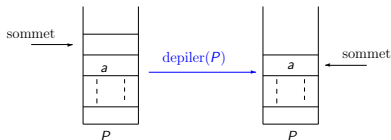
Au nombre de deux

- *empilement* : ajout d'un élément au sommet de la pile



Remarque : opération possible uniquement si la pile n'est pas pleine.

- *dépilement* : retrait de l'élément situé au sommet de la pile



Remarque : opération possible uniquement si la pile n'est pas vide.

# Accès à un élément d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

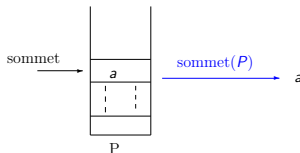
Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Seul élément accessible d'une pile : son *sommet*.



# Accès à un élément d'une pile

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

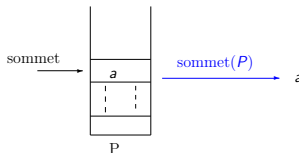
Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Seul élément accessible d'une pile : son *sommet*.



Pour accéder aux éléments situés sous le sommet, nécessité de *dépiler* la pile.



# Nommage des types

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Dans la suite nous nommerons

# Nommage des types

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Dans la suite nous nommerons

- `T_PILE` les structures de type pile,

# Nommage des types

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Dans la suite nous nommerons

- `T_PILE` les structures de type pile,
- et `T_ELEMENT` le type des données qu'elles contiennent.

# Opérations primitives sur les piles

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Voici les entêtes des procédures et fonctions de gestion des piles.

## Listing

```
// estPileVide(P) ssi P est vide
function estPileVide(P : T_PILE) : BOOLEAN;

// sommet(P) = élément situé au sommet de P
// CU : P ne doit pas être vide
function sommet(P : T_PILE) : T_ELEMENT;

// empile x au sommet de la pile P
// CU : P ne doit pas être pleine
procedure empiler(const x : T_ELEMENT;
                  var P : T_PILE);

// dépile la pile P
// CU : P ne doit pas être vide
procedure depiler(var P : T_PILE);
```

Mais ... le type `T_PILE` n'est pas défini.

# Réalisation du type `T_PILE`

Structure de  
`PILE`

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Représentation contigüe à l'aide

# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;

# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

Lien avec les opérations primitives



# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

## Lien avec les opérations primitives

- $P$  est vide  $\Leftrightarrow s = 0$  ;

# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

## Lien avec les opérations primitives

- $P$  est vide  $\Leftrightarrow s = 0$  ;
- $P$  est pleine  $\Leftrightarrow s = MAX$  ;

# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

## Lien avec les opérations primitives

- $P$  est vide  $\Leftrightarrow s = 0$  ;
- $P$  est pleine  $\Leftrightarrow s = MAX$  ;
- $sommet(P) = t[s]$  ;

# Réalisation du type $T\_PILE$

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

## Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

## Lien avec les opérations primitives

- $P$  est vide  $\Leftrightarrow s = 0$  ;
- $P$  est pleine  $\Leftrightarrow s = MAX$  ;
- $sommet(P) = t[s]$  ;
- $s$  est incrémenté par toute opération d'empilement ;

# Réalisation du type $T\_PILE$

## Structure de PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

## Plan

## Introduction

## La structure de pile

## Réalisation

### Représentation contigüe à l'aide

- d'un tableau  $t[1..MAX]$  pour stocker les éléments ;
- et d'un indice  $s$  pour l'élément du sommet.

### Lien avec les opérations primitives

- $P$  est vide  $\Leftrightarrow s = 0$  ;
- $P$  est pleine  $\Leftrightarrow s = MAX$  ;
- $sommet(P) = t[s]$  ;
- $s$  est incrémenté par toute opération d'empilement ;
- $s$  est décrémenté par toute opération de dépilement.

# Réalisation du type T\_PILE(suite)

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Węgrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation

Déclaration du type T\_PILE

Listing

```
const MAX = <à compléter>;    //taille maximale de la pile
type
  T_ELEMENT = <à compléter>; //type des éléments des piles
  T_PILE = record
    sommet : 0..MAX;
    contenu : array[1..MAX] of T_ELEMENT;
  end {T_PILE};
```

et de la constante PILE\_VIDE

Listing

```
const
  PILE_VIDE : T_PILE = (sommet : 0);
```

Remarque : d'autres implémentations sont possibles...

# Retour sur l'évaluation

**Données :**  $e$  une expression postfixée

**But :** évaluer  $e$

**Moyen :** une pile  $P$

```
1  tant que e non terminée faire
2      lire un élément  $op$  de  $e$ 
3      si  $op$  est un nombre alors
4          empiler(valeur( $op$ ),  $P$ )
5      sinon //  $op$  est alors un opérateur
6           $x :=$  sommet( $P$ )
7          depiler( $P$ )
8           $y :=$  sommet( $P$ )
9          depiler( $P$ )
10         empiler( $y$   $op$   $x$ ,  $P$ )
11     fin si
12 fin tant que
13 {valeur( $e$ ) = sommet( $P$ )}
```

Attention à l'ordre des opérandes dans l'expression passée en paramètre de la procédure empiler (ligne 10).

Structure de  
PILE

Nour-Eddine  
Oussous, Éric  
Wegrzynowski

Plan

Introduction

La structure  
de pile

Réalisation