

Piles et files

1. Définitions et exemples

1.1. Piles

Définition

Une **pile** (*stack* en anglais) est une structure de donnée permettant de stocker un ensemble d'objets tout en respectant certaines règles d'insertion et de déletion :

- un objet est ajouté toujours en haut de la pile (**empiler**);
- quand on supprime un objet, il s'agit toujours du **dernier objet ajouté (dépiler)**.

On associe à cette structure l'image d'une *pile d'assiettes* :



Un tel type de structure est souvent appelé :

- *Dernier entré, premier sorti (DEPS)* en français ;
- *Last in, first out (LIFO)* en anglais.

Interface

Pour définir l'interface d'un objet de type **pile**, nous supposons d'abord que les éléments de la pile sont tous du même type (la pile est **homogène**).

Pour parler d'une pile d'éléments de type `T`, on utilisera la notation `Pile[T]`.

L'interface sera simple puisque seulement 4 fonctions sont nécessaires : création d'une pile vide, empiler (*push* en anglais), dépiler (*pop* en anglais), et tester la *vacuité* d'une pile.

| fonction | description |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>creer_pile() -> Pile[T]</code> | crée une pile vide |
| <code>est_vide(p : Pile[T]) -> bool</code> | renvoie <code>True</code> si l'objet <code>p</code> de type <code>Pile[T]</code> est vide, <code>False</code> sinon. |
| <code>empiler(e : T, p : Pile[T]) -> None</code> | ajoute l'élément <code>e</code> de type <code>T</code> au sommet de la pile <code>p</code> . |
| <code>dépiler(p : Pile[T]) -> e : T</code> | retire et renvoie l'élément <code>e</code> de type <code>T</code> situé au sommet de la pile <code>p</code> . |

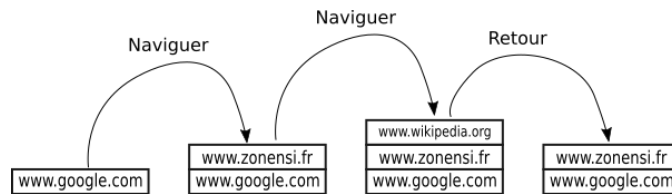


Situations utilisant des piles

Bouton retour dans un navigateur

Lors d'une navigation web, on utilise une pile pour stocker les différentes pages visitées les unes après les autres. Le bouton de retour a pour fonction de **dépiler** la pile ainsi constituée.

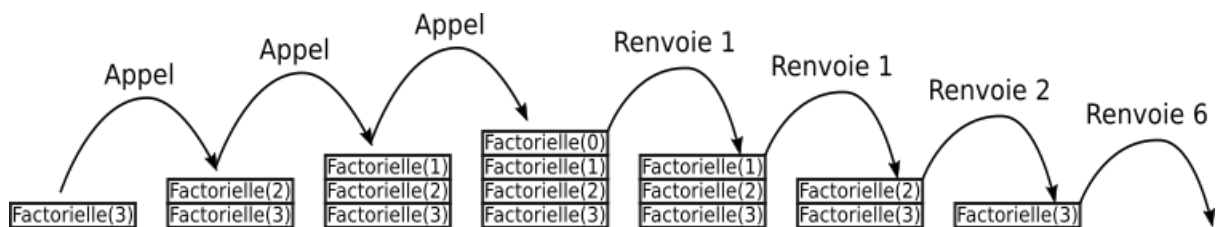
Par exemple :



Pile d'appels d'une fonction récursive

Une pile est créée lors des différents appels récursifs d'une fonction, et cette pile est dépilée à chaque retour de fonction.

Par exemple, avec la fonction factorielle :



Fonction « Annuler la frappe » d'un traitement de texte

De la même manière que pour le bouton retour d'une page web, les modifications apportées dans un traitement de texte sont stockées dans une pile. L'appui sur `^ Ctrl1` + Z a pour effet de dépiler, et donc de rétablir le texte à la situation précédente sauvegardée dans la pile.

1.2. Files

Définition

Une **file** (*queue* en anglais) est une structure de donnée permettant de stocker un ensemble d'objets tout en respectant certaines règles d'insertion et de déletion :

- un objet est ajouté toujours au début de la file (**enfiler**);
- quand on supprime un objet, il s'agit toujours du **dernier objet de la file** (**défiler**).

On associe à cette structure l'image d'une *file de personnes faisant la queue* :



Une filer est particulièrement adaptée aux *traitements séquentiels*.

Un tel type de structure est souvent appelé :

- *Premier entré, premier sorti (PEPS)* en français ;
- *First in, first out (FIFO)* en anglais.

Interface

Pour définir l'interface d'un objet de type **file**, nous supposons d'abord que les éléments de la file sont tous du même type (la file est **homogène**).

Pour parler d'une file d'éléments de type **T**, on utilisera la notation `File[T]`.

L'interface sera simple puisque seulement 4 fonctions sont nécessaires : création d'une file vide, enfiler (*enqueue* en anglais), défiler (*dequeue* en anglais), et tester la *vacuité* d'une file.

| fonction | description |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>creer_file() -> File[T]</code> | crée une pile vide |
| <code>est_vide(f : File[T]) -> bool</code> | renvoie <code>True</code> si l'objet <code>f</code> de type <code>File[T]</code> est vide, <code>False</code> sinon. |
| <code>enfiler(e : T, f : File[T]) -> None</code> | ajoute l'élément <code>e</code> de type <code>T</code> à la fin de la file <code>f</code> . |
| <code>defiler(f : File[T]) -> e : T</code> | retire et renvoie l'élément <code>e</code> de type <code>T</code> situé au début de la file <code>f</code> . |



Situations utilisant une file

Jeu de Bataille

Dans un jeu de bataille, chaque joueur possède une file de carte. On *défile* chaque paquet, compare les cartes, et le vainqueur *enfile* les cartes récoltées dans son paquet, jusqu'à ce qu'un des joueurs ait une file vide.

Serveurs d'impressions

Les serveurs d'impression traitent les requêtes dans l'ordre dans lequel elles arrivent, et les insèrent dans une file d'attente (dite aussi queue ou spool), lorsque d'autres travaux sont en exécution.

Mémoire tampon (*buffers*)

Une **mémoire tampon**, ou **buffer**, est une zone de mémoire vive qui va être utilisée pour stocker des données circulant entre deux périphériques ne fonctionnant pas à la même vitesse, par exemple entre la connexion internet et le flux vidéo :

- si la vitesse de connexion est supérieure au débit vidéo, le buffer va se remplir des données vidéo, et le lecteur vidéo les lira dans leur ordre d'arrivée (PEPS) ;
- si le lecteur vidéo constate une chute du débit - il n'a plus de données à lire, il va attendre que la file du buffer atteigne une certaine taille afin de relancer une lecture vidéo plus fluide - c'est le *buffering*.

2. Implémentations d'une Pile

2.1. A partir d'une liste python

? Implémentation à partir du type `list`

Enoncé

Compléter le code suivant afin qu'il corresponde à l'interface définie pour les piles, en utilisant le type `list` de python:

```
class Pile :
    def __init__(self) :
        ...

    def est_vide(self) :
        ...

    def empiler(self, v) :
        ...

    def depiler(self) :
        ...
```

Une solution

```
class Pile :
    def __init__(self) :
        self.p = []

    def est_vide(self) :
        return self.p == []

    def empiler(self, v) :
        self.p.append(v)

    def depiler(self) :
        return self.p.pop()
```

! Un code simple et efficace ?

Certes le codage effectué est simple, et ne présente aucune difficulté. Cependant certains mécanismes du type `list` en python sont cachés, comme par exemple l'**allocation dynamique de mémoire**. Cette allocation se fait à la création, puis quand la liste dépasse certaines valeurs (définies spécifiquement dans la doc : 0, 4, 8, 16, 25, 35, 46, 58, 72, 88... voir ici), la réservation mémoire pour la liste est augmentée puis la liste originelle est copiée dans le nouvel emplacement. Cela génère bien entendu une complexité en temps comme en mémoire inutile dans la plupart des cas.

2.2. A partir d'une liste chaînée

Une des possibilités les plus simple pour implémenter une pile est d'utiliser les liste chaînée. En effet, dans une liste chaînée nous pouvons insérer et supprimer facilement la tête de la liste, ce qui correspondra au sommet de la pile, et nous n'aurons plus le problème d'agrandissement généré par le type `list` de python.

? Implémentation par les listes chaînées

Enoncé

Compléter le code suivant afin qu'il corresponde à l'interface définie pour les piles :

```
class Chainon :
    def __init__(self, valeur, suivant) :
        self.valeur = valeur
        self.suivant = suivant

class Pile :
    """interface de pile"""
    def __init__(self) :
        ...

    def est_vide(self) :
        ...

    def empiler(self, v) :
        ...

    def depiler(self) :
        ...
```

Une solution

A venir !

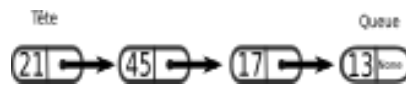
3. Implémentations d'une File

3.1. Implémentation par une liste chaînée mutable

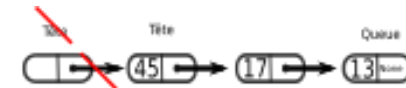
? Implémentation par liste chaînée mutable

Bien que nous ayons vu qu'utiliser des listes mutables puisse être parfois une *mauvaise idée*, il est cependant possible de les utiliser, du moins dans une version adaptée, afin de construire un objet correspondant à l'interface définie pour les files.

Pour cela il faudra utiliser deux attributs `tete` et `queue`, qui représenteront respectivement le chaînon de début et le chaînon de fin de la file.

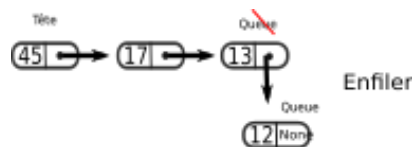


Défiler consistera à changer la tête en sortant la valeur :



21 Défiler

Enfiler consistera à changer la queue :



Enoncé

Compléter le code suivant pour qu'il respecte l'interface définie pour une file :

```
class Chainon
    def __init__(self, valeur, suivant) :
        self.valeur = valeur
        self.suivant = suivant

class File :
    """interface de file"""
    def __init__(self) :
        self.tete = None
        self.queue = None

    def est_vide(self) :
        ...

    def enfiler(self, v) :
        ...

    def defiler(self) :
        ...
```

Solution

A venir !

3.2. Implémentation par deux piles

Une autre implémentation : Utiliser deux piles

Une implémentation totalement différente de la première est d'utiliser deux piles, une pile d'entrées et une pile de sorties.

Le principe est celui d'un jeu de carte dans lequel il y a une défausse :

- Le paquet de carte principal est le *paquet de sortie* : c'est la **pile de sortie**. On tire une carte à partir de cette pile.
- La défausse est composée de cartes jouées face ouverte, posées sur le sommet du paquet de défausse. C'est la pile d'entrées.
- Quand le paquet principal est vide, on prend la défausse et sans la mélanger on la retourne et elle prend la place du paquet principal.



0:00



Enoncé

Compléter le code suivant pour qu'il corresponde à l'interface d'une file telle que nous l'avons défini plus haut :

```
class File :
    def __init__(self) :
        self.entrees = Pile()
        self.sorties = Pile()

    def est_vide(self) :
        ...

    def enfiler(self, v) :
        ...

    def defiler(self) :
        ...
```

Solution

A venir !

4. Exercices

? Ajouter des méthodes

Enoncé

Compléter le code de la classe `Pile` construite à partir d'une liste chaînée avec les méthodes suivantes :

1. Une méthode `consulter` permettant de connaître l'élément au sommet de la pile **sans le dépiler**.
2. Une méthode `vider` permettant de vider la pile de ses éléments
3. Une méthode `taille` renvoyant la taille de la pile. Quelle est la complexité utilisée ?

Solutions

A venir !

? Améliorer le calcul de la taille

Enoncé

Pour éviter le problème rencontré dans l'exercice précédent, nous allons modifier la structure de la classe `Pile` . Nous allons ajouter un *attribut* `_taille` à la classe, qui contiendra en permanence la taille de la pile courante.

Quelles méthodes modifier ? Quelle est alors la complexité ?

Solution

A venir

? Calculatrice à notation polonaise inversée

La notation polonaise inversée (NPI ou RPN en anglais) permet d'écrire de façon non ambiguë les formules arithmétiques *sans utiliser de parenthèses*.

Par exemple, le calcul $((1 + 2) \times 4) + 3$ est noté en NPI :

$$1\ 2\ +\ 4\ \times\ 3\ +$$

Le calcul $((1 + 2) \times 4) + 3$ peut se lire intuitivement :

- je mets 1, (1) ;
- j'ajoute 2, (2+) ;
- je multiplie par 4, (4×) ;
- j'ajoute 3. (3+).

Ce qui donne la notation précédente.

On peut tester ce calcul et cette notation sur le simulateur [omega](#) de la calculatrice *Numworks*.

La NPI est dite *inversée car elle dérive de la notation polonaise* présentée en 1924 par le mathématicien polonais *Jan Łukasiewicz*, et elle s'en différencie par l'ordre des termes, les opérandes y étant présentés avant les opérateurs.

La structure de calcul en NPI utilise une **pile** de la manière suivante :

- quand on rencontre un nombre, on l'enpile ;
- quand on rencontre un opérateur (+, ×, −, ...) on dépile les **deux nombres au sommet de la pile** et on effectue l'opération, le résultat étant de nouveau empilé.

Si le calcul est correctement écrit, il y a toujours au moins deux nombres dans la pile quand on rencontre un opérateur, et il reste un seul et unique nombre dans cette pile quand l'expression a été entièrement lue.

Énoncé

Créer une fonction `NPI` prenant en argument un calcul en NPI représenté sous la forme d'une chaîne de caractères dont les éléments (opérandes et opérateurs) sont séparés d'un espace, et qui renvoie le résultat du calcul.

Solution

A venir !