

# Laboratoire 7: Calculatrice

Durée du laboratoire: 8 périodes. A rendre pour le 6 décembre 2023.

## 1. Introduction

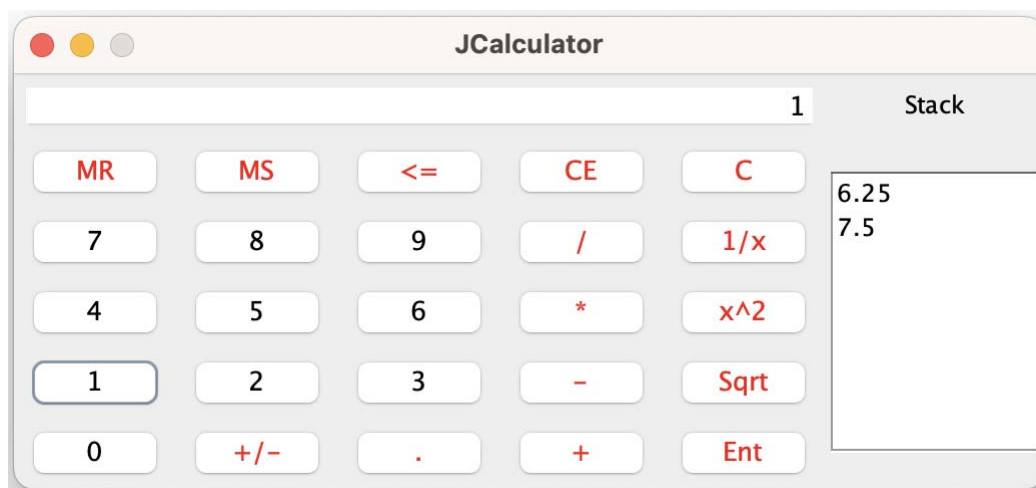
Le fichier JCalculator.java définit l'interface graphique d'une calculatrice fonctionnant en notation polonaise inverse (*Reverse Polish Notation*). Cette notation a été développée en 1920 par Jan Lukasiewicz afin d'écrire des formules mathématiques sans l'aide de parenthèses en utilisant une pile pour stocker les résultats intermédiaires.

Hewlett-Packard a constaté que la méthode de Lukasiewicz serait supérieure aux formules algébriques standards si elle était utilisée avec des calculatrices (moins de touches à appuyer et visualisation des résultats intermédiaires) et a implémenté cette notation dans sa première calculatrice scientifique : la HP35 (1972).

## 2. Exemple d'utilisation

Soit à évaluer l'expression  $(3.5 + 4) / (2.5^2 + 1)$ . Avec cette calculatrice, les opérations seront :

- appui des touches 3, . et 5, et Ent, la valeur 3.5 est placée sur la pile ;
- appui de la touche 4 ;
- appui de la touche +, évaluation du résultat, 7.5 ;
- appui des touches 2 (la valeur précédemment calculée, 7.5, est placée sur la pile), . et 5 ;
- appui de la touche  $x^2$ , évaluation du résultat intermédiaire 6.25 ;
- appui de la touche 1 (la valeur 6.25 est placée sur la pile) ;
- appui de la touche +, évaluation du résultat intermédiaire 7.25 ;
- Appui de la touche /, évaluation du résultat final 1.0344827586206897.



### Remarques

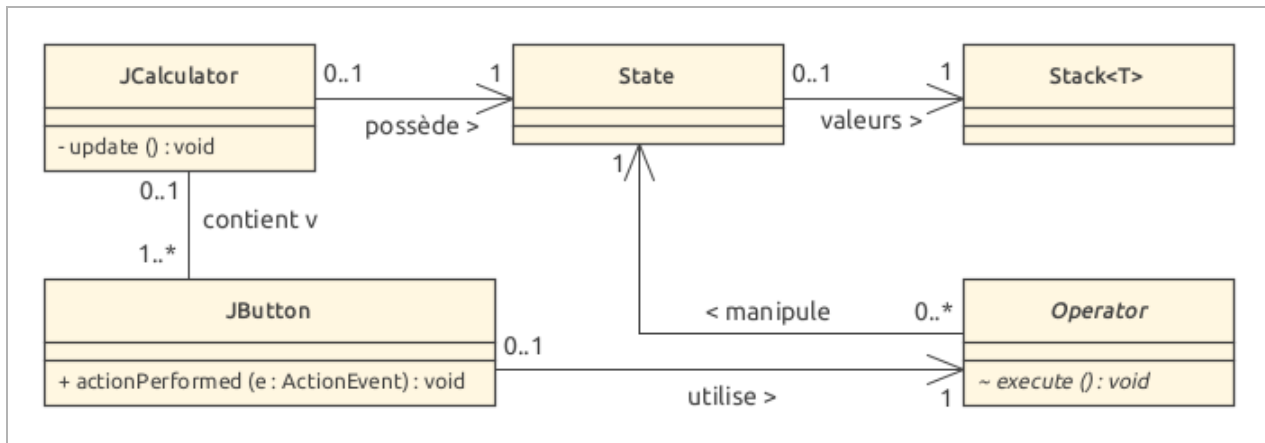
- MS (*memory store*) stocke en mémoire la valeur courante. MR (*memory recall*) permet de la récupérer.
- <= (*backspace*) supprime le dernier caractère d'une valeur en cours d'introduction.
- CE (*clear error*) réinitialise l'affichage à 0 et supprime une éventuelle erreur.
- C (*clear*) réinitialise l'affichage, supprime une éventuelle erreur et vide la pile.

### 3. Diagramme des classes

Ci dessous est représenté le diagramme des classes (incomplet) de l'application JCalculator.

Une instance de l'interface graphique JCalculator est définie par un ensemble de boutons (de type JButton) et l'état interne de la calculatrice (de type State). A chacun des boutons est associé une opération donnée au moyen d'un objet de type Operator.

Lorsque l'utilisateur clique sur un bouton, sa méthode JButton::actionPerformed est invoquée. Celle-ci manipule l'état de la calculatrice au moyen de la méthode Operator::execute de l'opération associée et met à jour l'affichage de l'interface graphique par l'invocation de sa méthode JCalculator::update.



Cette application est construite sur une variation du modèle de conception réutilisable (*design pattern*) *Modèle-Vue-Contrôleur* (MVC), où l'instance de JCalculator est la *vue*, l'instance de la classe State est le *modèle*, et les boutons et leurs opérateurs associés sont les *contrôleurs* de la vue.

Les contrôleurs réagissent aux actions de l'utilisateur et modifient le modèle et la vue en conséquence. La séparation du modèle (qui ne connaît ni la vue ni les contrôleurs) permet d'étendre l'application pour offrir d'autres interfaces pour la calculatrice (par exemple une calculatrice fonctionnant en mode console) en réutilisant les classes non graphiques.

### 4. Mise en oeuvre

1. Définir une classe générique Stack, dans un paquetage util, permettant de représenter une pile offrant les opérations suivantes :
  - empiler un objet sur le sommet de la pile ;
  - désempiler un objet du sommet de la pile ;
  - obtenir la représentation sous la forme de chaîne de caractères du contenu de la pile ;
  - obtenir un tableau d'objets représentant l'état actuel de la pile (l'indice 0 contenant l'élément placé au sommet de la pile) ;
  - obtenir un itérateur sur la pile offrant les opérations T next() et boolean hasNext().

Ecrire un programme de test mettant en oeuvre les fonctionnalités de la classe Stack.

2. Afin d'obtenir une calculatrice fonctionnelle (lancée depuis Main.java), compléter les classes JCalculator et Operator, définir la classe State et les sous-classes d'Operator dans un paquetage calculator, en tenant compte des indications ci-après :
  - factoriser au maximum les opérations dans la hiérarchie de classes de racine Operator ;
  - implémenter la méthode Operator::execute, automatiquement invoquée par l'interface graphique au clic d'un bouton (initialisation effectuée dans la méthode JCalculator::addOperatorButton) ;
  - représenter l'état interne (non graphique) de la calculatrice (valeur courante, pile, erreur, etc) ;
  - remplacer les valeurs null des appels à JCalculator::addOperatorButton par des instances ad hoc de la classe Operator ;

- définir la méthode `JCalculator::update`, invoquée après chaque opération, depuis `JCalculator::addOperateurButton` (qui ne devra pas être modifiée) pour réactualiser l'interface (valeur courante, état de la pile).

#### Remarques

- Le programme ne devra contenir aucun `switch` (ou `if`) permettant de choisir l'opération à réaliser, ni de propriétés statiques.
- Prendra garde à la cohérence des opérations selon les différents états de la calculatrice (il peut être utile de définir une grille de tests pour valider les différents cas de figure).

## 5. Extension

Définir une classe `Calculator` permettant de faire fonctionner la calculatrice en mode console et qui réutilise les classes `State` et `Operator` (et ses sous-classes) définies pour le mode graphique.

Exemple d'exécution :

```
java Calculator
> 1 <enter>
1.0
> 2 <enter>
2.0 1.0
> 3 <enter>
3.0 2.0 1.0
> + <enter>
5.0 1.0
> sqrt <enter>
2.23606797749979 1.0
> + <enter>
3.23606797749979
> exit <enter>
```

## 6. Rendu

Le rapport comprendra un diagramme des classes complet, une description des choix de conception (en particulier pour les classes `Opérateur` et `State`) et la liste des tests effectués.