Les exceptions

Maria Virginia Aponte

CNAM-Paris

12 mars 2019

1. Échecs, erreurs et exceptions.

Erreurs en cours d'exécution

L'exécution d'un programme peut requerir des actions « impossibles à exécuter » au moment où elles sont invoquées. Elles vont provoquer des erreurs à léxécution.

Exemples :

- modifier la case 5 d'un tableau qui n'en contient que 3,
- ouvrir en lecture un fichier qui n'existe pas,
- créer un nouveau tableau alors que le quota mémoire est épuisé,
- lire un entier au clavier alors que l'on a tapé un texte dont la syntaxe n'est pas celle d'un entier.

Exceptions en Java

Afin de traiter les erreurs à l'exécution, Java leur associe des objets nommées exceptions.
Divers types d'exceptions correspondent à diverses sortes d'erreur.

Beaucoup d'exceptions sont prédéfinies :

- `ArrayIndexOutOfBoundsException`
- `OutOfMemoryException` , `RunTimeException`
- `FileNotFoundException`

On peut définir ses propres exceptions :

- `TerminalException` définie par nous, est lancée par les méthodes de Terminal.

Exemple 1 (TerminalException)

```
public static void main (String [] args){
  Terminal.ecrireString("Entrez un nombre: ");
  int x = Terminal.lireInt();
  Terminal.ecrireStringln("Double du nombre: "+ (x*2));
}
```

Quelle exécution si l'on saisit « 5f6 » ?

```
> java Arret1
Entrez un nombre: 5f6
Exception in thread "main" TerminalException
        at Arret.main(Arret.java:4)
```

Exemple 1 (2)

```
 public static void main (String [] args){
  Terminal.ecrireString("Entrez un nombre: ");
  int x = Terminal.lireInt(); // <-- leve TerminalException
  Terminal.ecrireStringln("Double du nombre: "+ (x*2));
}
```

La méthode `Terminal.lireInt()` lève l'exception `TerminalException` :

- cette méthode revient (ligne 3) en mode échec ;
- les intructions suivantes sont « abandonnées » (la 3ème instruction)
- le programme entier échoue.

Échec d'un sous-programme P

Suite à une erreur pendant l'exécution de P, arrêt de P avant terme. Peut mener (transitivement) à la propagation de l'échec au programme entier.

Échec du sous-programme P

Suite à une erreur d'exécution, interruption du « cours séquentiel » d'exécution des intructions de P :

1. interruption de l'instruction en cours d'exécution au moment de l'erreur,
2. si aucun rattrapage-traitement de l'erreur n'est prévu :
   - abandon des instructions de P restant à exécuter $\Rightarrow$ P échoue
   - propagation de l'erreur vers le sous-programme appelant.

A quoi servent les exceptions ?

Les erreurs à l'exécution sont inévitables. Grosso modo, les exceptions servent à :

1. les identifier (quelle type d'erreur, dans quelles circonstances ?)
2. les rattrapper-traiter pour reprendre le contrôle de l'exécution (on la rattrappe, on répare, on continue)
3. les déclencher (je devrais retourner un résultat, mais dans ce cas précis, il est impossible à calculer : je lance une erreur à la place)

But : améliorer la robustesse

In fine, on souhaite écrire des programmes plus robustes : moins susceptibles de planter face aux cas « non conventionnels ».

Exemple d'utilisation avec `Terminal.lireInt()`

`Terminal.lireInt()` lit un texte et retourne l'entier correspondant. Sauf si ce texte n'a pas la syntaxe d'un entier, auquel cas la méthode lance `TerminalException`

2 points de vue : celui d'un utilisateur de la méthode ; celui de son codeur.

- identification : la lecture d'un entier syntaxiquement invalide est identifié par un type d'exception (déclaré par nous) : `TerminalException`
- rattrapage-traitement : un appel à `Terminal.lireInt()` peut lancer et propager `TerminalException` jusqu'à dans mon programme. Si je veux éviter son arrêt total, je dois rattrapper et traiter cet erreur (et pas une autre, donc l'identification précise est importante).
- déclenchement : le codeur de `Terminal.lireInt()` doit retourner l'entier résultat de la conversion du texte lu. Or, si sa syntaxe est invalide, on ne peut pas « inventer » un entier. Seule issue : lancer une exception permettant d'identifier précisement l'erreur là où elle sera propagée.

Les exceptions en Java

Une exception est un *objet* qui possède un type (ou nom d'exception). Ce type ou nom d'exception représente une erreur spécifique ou une famille d'erreurs à l'exécution.

- nombreuses exceptions prédéfinies
- on peut définir ses propres exceptions
- on peut déclencher une erreur à l'exécution

Exemple :

- `TerminalException`, `RunTimeException` sont des noms ou types d'exceptions.
- `new TerminalException()` est une exception (objet de type exception).
- `throw new TerminalException()` : creation d'un objet exception (new), puis lancement de celui-ci (throw).

Ce que l'on peut faire avec les exceptions

1. *Déclarer un nouveau type* d'exception
2. *Créer un objet exception* (via new)
3. *Lever* ou lancer un objet exception
   - correspond au déclenchement d'une erreur d'éxécution $\Rightarrow$ arrêt de l'instruction en cours d'exécution ;
   - l'objet lancé doit être crée au préalable,
   - l'exception se propage à travers la pile d'appels jusqu'à trouver du code de *traitement* ;
   - si non traitée, tout le programme échoue ;
4. *Traiter* une exception $\Rightarrow$ permet de stopper la propagation de l'échec et d'exécuter des actions « correctives » puis de reprendre l'exécution.

Un exemple realiste

```
void loadImage (String fileName) {
  try {
     Picture p = new Picture(fileName); // peut echouer
     // si le fichier 'filename' n'existe pas
     .... // instructions pour dessiner la figure

  } catch (IOException ex) {
      // montre un message d'erreur (boite de dialogue)
     JOptionPane.showMessageDialog(
         frame,                    // boite de dialogue
                                   //
         "Cannot load file\n" + ex.getMessage(),
         "Alert",                          // titre boite
         JOptionPane.ERROR_MESSAGE     // type de dialogue
         );
}
```

2. Lever, déclencher (throw)

Comment lever (déclencher) une exception ?

On doit :

1. *Créer un objet* (via new) du type exception pertinent pour le cas d'erreur
2. *Lever* ou lancer cet objet (via throw), si les conditions de l'erreur sont réunies (suite à un test, donc)

```
throw new RuntimeException();
```

Quand lever (déclencher) une exception ?

Si une méthode (fonction) ne peut retourner un résultat correct, on peut lever à la place, une exception correspondant à l'erreur.

`plusGrandTabInt` doit retourner l'élément le plus grand du tableau.

- cet élément n'existe pas si t enul ou s'il ne contient aucune case (possible en Java).

```
public static int plusGrandTabInt(int [] t) {
    if (t==null || t.length==0)
        throw new IllegalArgumentException();
    int max=t[0];
    for (int i=0; i<t.length; i++) {
        if (t[i]>max)
            max=t[i];
    }
    return max;
}
```

Quand lever une exception ? (2)

```
  public static void main(String[] args) {
      int[] t = new int [0]; // tableau avec 0 cases
      System.out.println(plusGrandTabInt(t));
  }
```

```
Exception in thread "main"
  java.lang.IllegalArgumentException
  at demoChapExceptions.ExempleLevee1.plusGrandTabInt(Exemp
  at demoChapExceptions.ExempleLevee1.main(ExempleLevee1.ja
```

2.1 Propagation d'exceptions

Exemple simplifié (méthodes statiques)

```
    public static void p1(int x){
        p2(x+1);
        System.out.println("fin p1: "+x);
    }
    public static void p2(int y){
        p3();
        System.out.println("fin p2: "+ y);
    }
    public static void p3(){ throw new RuntimeException();}

    public static void main (String [] args){
      p1(3);
      System.out.println("fin main ");
}
```

Quelle exécution pour la méthode main ?

Utilisation de la pile d'exécution

Pour exécuter ce programme :

1. Empiler le contexte d'exécution du main (contient `args`),
2. puis il y a 3 appels imbriqués :
   1. premier appel $\Rightarrow$ `p1(3)`,
   2. qui appelle `p2`,
   3. qui appelle `p3`,
3. empilement succéssifs de leurs 3 contextes d'exécution ;
4. + le code qui restera à exécuter à chaque retour ;

Appel imbriqué

Le code à exécuter au retour d'un appel imbriqué est sauvegardé dans la pile (avec le contexte courant), avant d'empiler le contexte « suivant ».

Utilisation de la pile d'exécution (2)

1. avant exécution `p1(3)` empiler :
   - (dans contexte courant = main) ⇒ code à exécuter au retour de p1 (`..."fin p1..."`)
   - contexte pour exécuter p1 ⇒ `x = 3`
2. avant `p2(x+1)` empiler :
   - (dans contexte courant = p1) ⇒ code à exécuter au retour de p3 (`..."fin p2 ...`)
   - contexte p2 ⇒ `y=4`
3. avant exécution `p3()`, empiler contexte vide.

Au retour

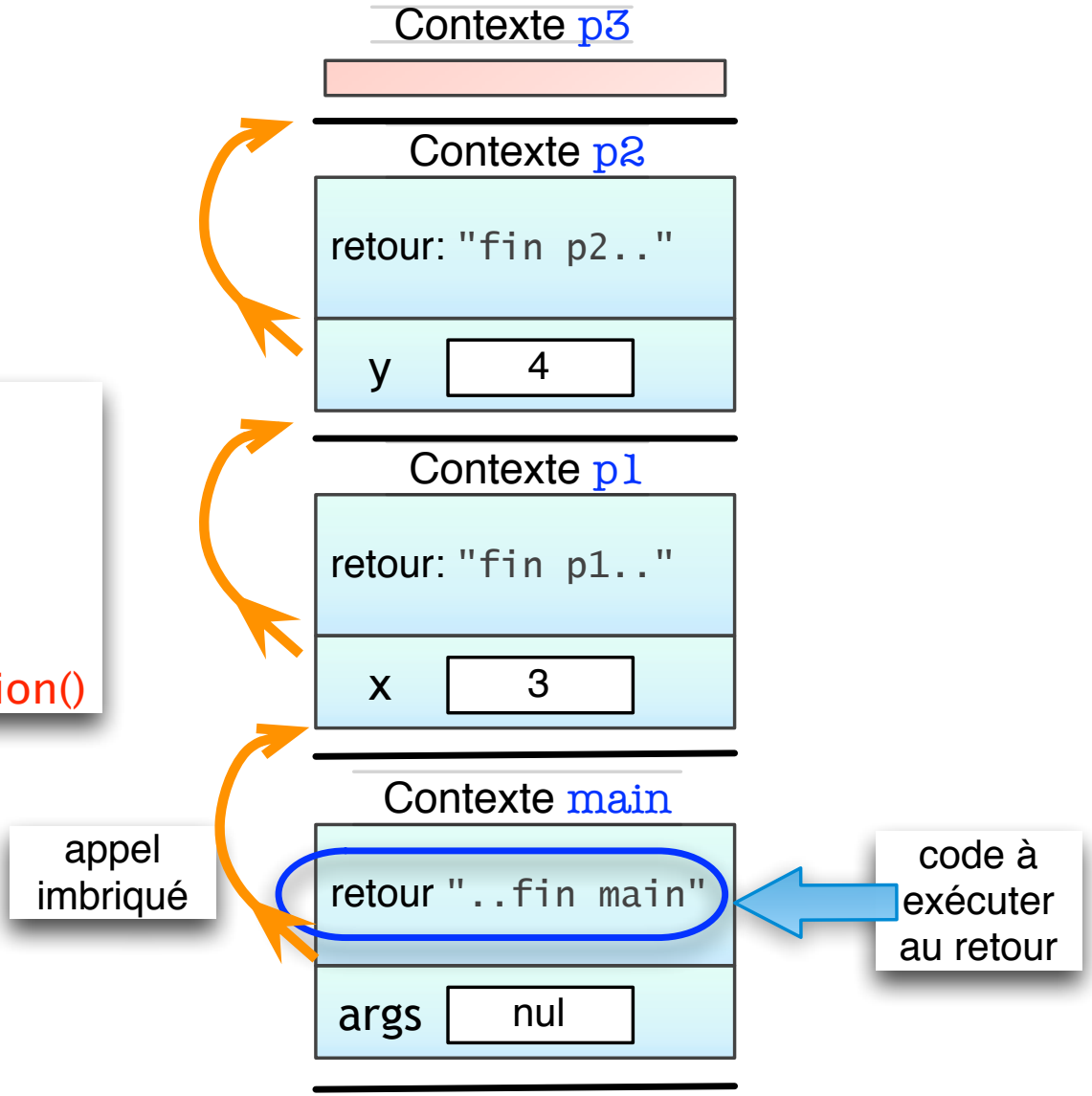
chaque méthode terminée dépile son contexte + reprend le code restant à exécuter empilée dans le contexte précédent.

Si tout va bien, après p3, on reprendra le code de p2, puis celui de p1.

Pile d'exécution : début appel p3

Code exécuté:

```
main ➔
p1(3) ➔
p2(4) ➔
p3()  ➔
  throw
 new RuntimeException()
```



Propagation d'une levée d'exception

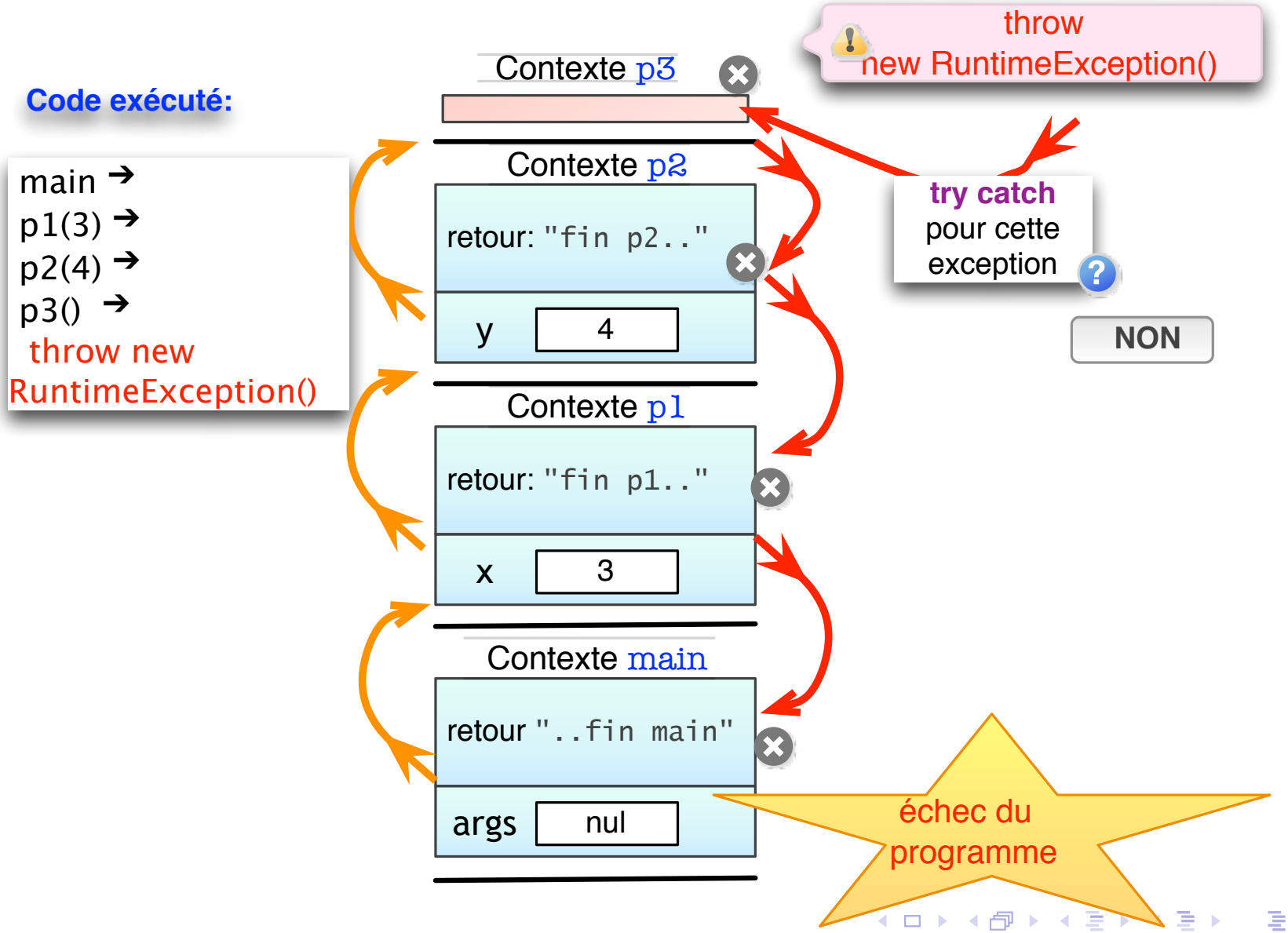
```
throw new RuntimeException();
```

Lève exception prédéfinie `RuntimeException`. Cela a pour effet :

- *interruption exécution* méthode courante,
- recherche dans contexte courant `try ...catch` *entourant le code ayant levé l'exception*,
- si non trouvé, le sous-programme actif échoue $\Rightarrow$ dépiler son contexte + instructions en attente *non exécutées* ;
- continuer recherche `try` dans la pile (du sommet vers le bas) ;
- si aucune instruction`try`, le programme entier échoue.

Pas d'instruction try dans notre exemple ! $\Rightarrow$ Notre programme échoue.

Pile d'exécution : exception non rattrapée



3. Traiter les exceptions

Traiter une exception

Idée : *entourer* du code pouvant léver une exception par une construction de *de rattrapage* qui prévoit instructions à exécuter, selon l'exception levée.

```
try { <code-pouvant-echouer>
      <code-suite-si-tout-va-bien>
} catch (UneException e) {
       <code-traitement>
}
<code-hors-try>
```

Si le code entouré par le try (*code-pouvant-échouer*) ne lève aucune exception, on continue *son exécution normale* avec :

- *<code-suite-si-tout-va-bien>*,
- puis avec *<code-hors-try>*.

Traiter une exception (2)

```
try {   <code-pouvant-echouer>
        <code-suite-si-tout-va-bien>
} catch (UneException e) {
         <code-traitement>
}
<code-hors-try>
```

Si *<code-pouvant-echouer>* lève une exception :

- si elle est de type `UneException` :
  - exécuter *<code-traitement>*,
  - puis continuer la suite du programme : *<code-hors-try>*.

  L'exception a été traitée ⇒ le sous-programme se poursuit normalement.

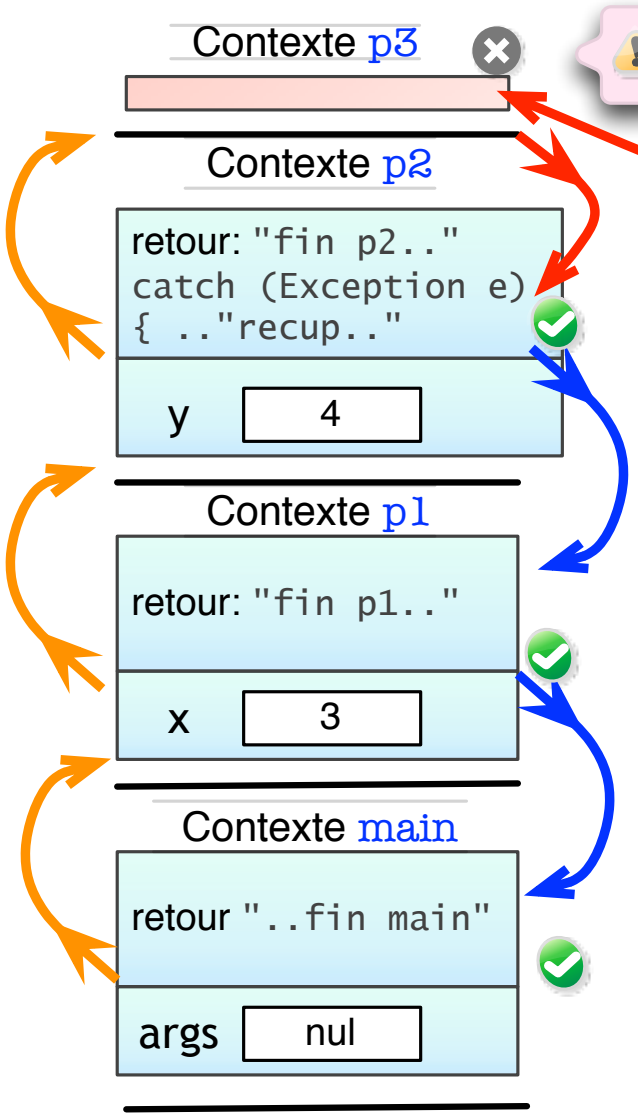
- si elle n'est pas de type `UneException`, le programme en cours échoue. On saute *<code-traitement>*, *<code-hors-try>*, on dépile et on continue à chercher un traitement en suivant la pile.

Traitement dans p2

```
    public static void p1(int x){
       p2(x+1);  System.out.println("fin p1: "+x);
    }
    public static void p2(int y){
      try {
         p3();  // <-- leve exception
         System.out.println("fin p2: "+ y);
      catch (RuntimeException e) {
          System.out.println("recuperation p2: ");
      }
    }
    public static void p3(){ throw new RuntimeException(); }

    public static void main (String [] args){
      p1(3); System.out.println("fin main ");
}
```

Poursuite exécution après rattrapage



throw new RuntimeException()

try catch pour cette exception?

Oui ! (dans p2)

A partir d'ici on reprend le cours normal (code en attente au retour).

Affichages:

recupération p2 (instructions catch)
fin p1 (p1 fini normalement)
fin main (idem)

Traitement dans main

Quels affichages pour cette version ?

```
    public static void p1(int x){
       p2(x+1);  System.out.println("fin p1: "+x);
    }
    public static void p2(int y){
       p3(); System.out.println("fin p2: "+y);
    }
    public static void p3(){ throw new RuntimeException(); }

    public static void main (String [] args){
     try { p1(3);   System.out.println("fin main ");
     } catch (Exception e){
         System.out.println("fin avec recuperation main ");
     }
}
```

Autre exemple de levée

```
public class Arret {
    public static void main(String [] args) {
        Terminal.ecrireString("Un entier? ");
        int x = Terminal.lireInt();
        Terminal.ecrireStringln("Coucou 1");
        if (x >0){
            throw new Stop();
        }
        Terminal.ecrireStringln("Coucou 2");
        Terminal.ecrireStringln("Coucou 3");
        Terminal.ecrireStringln("Coucou 4");
    }
}
class Stop extends RuntimeException {}
```

```
> java Arret
Un entier? 5
```

Exemple de levée (suite)

```
> java Arret
Un entier? 5
Coucou 1
Exception in thread "main" Stop
        at Arret.main(Arret.java:7)
```

Les lignes9, 10, 11, n'ont pas été exécutées.

Le programme se termine en indiquant que l'exception `Stop` lancée dans `main`, ligne 7 du fichier `Arret.java` n'a pas été rattrapée.

Exemple de recupération

```
public class Arret2 {
 public static void P () {
      int x = Terminal.lireInt();
      if (x >0){ throw new Stop();
      }
 }
 public static void main(String [] args) {
      Terminal.ecrireStringln("Coucou␣1");          // 1
      try { P ();
            Terminal.ecrireStringln("Coucou␣2");    // 2
      } catch (Stop e){
           Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3");     // 3
      }
      Terminal.ecrireStringln("Coucou␣4");          // 4
 }
}
class Stop extends RuntimeException {}
```

Exemple de recupération

```
  public static void main(String [] args) {
     Terminal.ecrireStringln("Coucou␣1");      // 1
     try {
          P ();
          Terminal.ecrireStringln("Coucou␣2"); // 2
     } catch (Stop e){
          Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3"); // 3
     }
     Terminal.ecrireStringln("Coucou␣4");      // 4
  }}
class Stop extends RuntimeException {}
```

Affiche, si l'on saisit une valeur positive :

```
Coucou 1
Coucou 3
Coucou 4
```

L'instruction 2 n'est pas exécuté. Pourquoi ?

Exemple d'exécution "normale"

```
  public static void main(String [] args) {
     Terminal.ecrireStringln("Coucou␣1");      // 1
     try {
          P ();
          Terminal.ecrireStringln("Coucou␣2"); // 2
     } catch (Stop e){
          Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3"); // 3
     }
     Terminal.ecrireStringln("Coucou␣4");      // 4
 }}
class Stop extends RuntimeException {}
```

Ce programme affiche, si l'on saisit une valeur négative :

```
Coucou 1
Coucou 2
Coucou 4
```

car l'exception n'est pas levée.

Exemple de non recupération

```
public class Arret3 {
  public static void P () {
     int x = Terminal.lireInt();
     if (x >0){ throw new Stop2();
     }
  }
  public static void main(String [] args) {
     Terminal.ecrireStringln("Coucou␣1");     // 1
     try {
         P ();
         Terminal.ecrireStringln("Coucou␣2");   // 2
     } catch (Stop e){
         Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3");   // 3
     }
     Terminal.ecrireStringln("Coucou␣4");       // 4
  }
}
class Stop extends RuntimeException {}
class Stop2 extends RuntimeException {}
```

Exemple de non recupération

```
  public static void main(String [] args) {
     Terminal.ecrireStringln("Coucou 1");     // 1
     try { P ();
           Terminal.ecrireStringln("Coucou 2");  // 2
     } catch (Stop e){
         Terminal.ecrireStringln("Coucou 3");  // 3
     }
     Terminal.ecrireStringln("Coucou 4");      // 4
  }
}
class Stop extends RuntimeException {}
class Stop2 extends RuntimeException {}
```

`Stop2` n'est pas récupérée. Si l'on saisit une valeur positive :

```
Coucou 1
Exception in thread "main" Stop2
        at Arret3.P(Arret3.java:7)
        at Arret3.main(Arret3.java:15)
```

Rattraper plusieurs exceptions

```
public static void P () {
 int x = Terminal.lireInt();
 if (x >0){ throw new Stop2();}
}
public static void main(String [] args) {
 Terminal.ecrireStringln("Coucou␣1");        // 1
 try { P ();
      Terminal.ecrireStringln("Coucou␣2"); // 2
 }catch (Stop e){Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3");//3
 }catch (Stop2 e){Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3bis");//
 }
 Terminal.ecrireStringln("Coucou␣4");    // 4
}

class Stop extends RuntimeException {}
class Stop2 extends RuntimeException {}
```

3.1 Récuperer plusieurs exceptions

Rattraper plusieurs exceptions

```
public static void main(String [] args) {
 Terminal.ecrireStringln("Coucou␣1");        // 1
 try { P ();
       Terminal.ecrireStringln("Coucou␣2");  // 2
 } catch (Stop e){ Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3"); //3
 } catch (Stop2 e){Terminal.ecrireStringln("Coucou␣3bis");/
 }
 Terminal.ecrireStringln("Coucou␣4");     // 4
}
```

Après la saisie d'une valeur positive :

```
Coucou 1
Coucou 3 bis
Coucou 4
```

3.2 Exemple : récuperer les erreurs de saisie

Exemple : récuperer les erreurs de saisie

```
public static void main(String [] args) {
  int x; boolean ok=false;
  while (!ok) {
    Terminal.ecrireStringln("Entrez un entier");
    try {
        x = Terminal.lireInt();
        ok=true;
    } catch (TerminalException e){
        Terminal.ecrireStringln("Erreur de saisie. Recomenc
    }
  }
   Terminal.ecrireStringln("Valeur de x= "+x);
}
```

Comment s'exécute ce programme ?

Méthode de saisie avec récuperation

```
static int saisieInt(String message){
 int res; boolean ok=false;
 while (!ok) {
   Terminal.ecrireStringln(message);
   try { res = Terminal.lireInt();
         ok=true;
   } catch (TerminalException e){
       Terminal.ecrireStringln
           ("Erreur de saisie. Recomencez");
   }
 }
 return res;
}
```

La méthode renvoie l'entier saisit en résultat.

Méthode de saisie avec récuperation (2)

```
public static void main(String [] args) {
   int taille = saisieInt("Taille du tableau?");
   int [] t = new int [taille];
   for (int i=0; i<t.length; i++){
     t[i] = saisieInt("Element "+ (i+1)+ "? ");
   }
}
```

On peut employer la méthode plusieurs fois, par exemple, pour saisir de manière sécurisée, la taille d'un tableau et ensuite, les éléments du tableau.

Comment s'exécute ce programme ?

4. Définir ses exceptions

Définir ses propres exceptions

```
class NouvelleException extends ExceptionDejaDefinie {}
```

- Une exception est *un objet* : crée via une classe.
- mot clé **extends** $\Rightarrow$ notion d'*héritage* (vue plus tard).
- `NouvelleException` : nom de l'exception que lon défini.
- `ExceptionDejaDefinie` est une exception définie auparavant.

Exemple

L'exception `Error` est prédéfinie en Java

```
class PasDefini extends Error {}
```

Exceptions prédéfinies en Java

Trois catégories :

- Dérivées de `Error` : erreurs critiques.
- Dérivées de `Exception` : erreurs à gérer “obligatoirement”.
- Dérivées de la classe `RuntimeException` : erreurs pouvant ou non être gérées.

Quelques exceptions prédéfinies

- `NullPointerException` : accès à un champ ou appel de méthode non statique sur un objet valant `null`. Utilisation de `length` ou accès à un case d'un tableau valant `null`.
- `ArrayIndexOutOfBoundsException` : accès à une case inexistante dans un tableau, création d'un tableau de taille négative.
- `StringIndexOutOfBoundsException` : accès au i^{eme} caractère d'un chaîne de caractères de taille inférieure à i.
- `NumberFormatException` : erreur lors de la conversion d'un chaîne de caractères en nombre.

La classe `Terminal` utilise également l'exception `TerminalException` pour signaler des erreurs.

Dérivées de `Error`

- Représentent des erreurs critiques : lorsque cela arrive, le programme ne peut plus continuer son exécution.
- Ne sont pas censées être gérées dans le programme.

Exemple : `OutOfMemoryError` est levée lorsqu'il n'y a plus de mémoire disponible dans le système.

Erreur ciritique : plus de mémoire, plus d'exécution possible.

Dérivées de `Exception`

- représentent les erreurs non critiques,
- qui doivent normalement être gérées par le programme.

Exemple : une exception de type `IOException` est levée en cas d'erreur lors d'une entrée sortie.

Le programme doit normalement prévoir un mécanisme de gestion : message d'erreur, nouvelle saisie, etc., mais **pas s'interrompre** définitivement.

Dérivées de `RuntimeException`

- elles représentent des erreurs pouvant ou non être gérées par le programme.
- Exemple typique : `NullPointerException`, est levée si l'on tente d'accéder au contenu d'un tableau ou d'un objet qui vaut `null`.

5. Déclarer une méthode qui lève des exceptions.

Déclaration `throws`

- Si une méthode se termine anormalement en *propageant* une exception dérivée de `Exception`,
- on doit préciser dans son entête qu'elle est *susceptible* d'échouer avec une telle exception.

`throws` (entête de méthode)

```
int m(...) throws Exc1, Exc2, ...{
      ...
}
```

On déclare `Exc1`, `Exc2`, ... comme pouvant faire échouer la méthode m.

Déclaration obligatoire uniquement pour la catégorie `Exception`.

Déclaration `throws`

```
  static int factorielle(int n) throws PasDefini {
    int res = 1;
    if (n<0){ throw new PasDefini(); }
    for(int i = 1; i <= n; i++) {
         res = res * i;
    } return res;
  }
  public static void main (String [] args) {
    int x; Terminal.ecrireString("Un nombre? ");
    x = Terminal.lireInt();
    try { Terminal.ecrireIntln(factorielle(x));
    } catch (PasDefini e) {
        Terminal.ecrireStringln("La factorielle de "
                                +x+" n'est pas définie !"); }
  }
class PasDefini extends Exception {}
```

Comment s'exécute ce programme selon la valeur saisie pour `x` ?

Déclaration `throws`

```
public static void main (String [] args) {
  int x;
  Terminal.ecrireString("Entrez␣un␣nombre␣(petit):");
  x = Terminal.lireInt();
  try {  Terminal.ecrireIntln(factorielle(x));
  } catch (PasDefini e) {
       Terminal.ecrireStringln("La␣factorielle␣de␣"
                              +x+"␣n'est␣pas␣définie␣!"); }
}
```

Comment s'exécute ce programme selon la valeur saisie pour `x` ?

```
> java Factorielle
Entrez un nombre (petit):4
24
> java Factorielle
Entrez un nombre (petit):-3
La factorielle de -3 n'est pas définie !
```

6. Les exception sont des objets !

Informations récupérées dans un objet « exception »

- Une exception est un objet,
- la variable e récupérée dans un catch est un « objet exception » *crée et lancé* « quelque part ailleurs » par un `throw new CalculErr(..)` :

```
try {
      System.out.println(factorielle(x));

} catch (CalculErr e){
        e.afficheErreur();
}
```

On invoque la méthode `afficheErr()` interne à l'objet e.

Informations + méthodes d'un objet « exception »

Dans nos propres exceptions, nous pouvons inclure :

1. variables d'instance, constructeurs, méthodes ;
2. puis, transmettre des informations dans cet objet lors de sa creation/lancement ;
3. et quelque part ailleurs dans le programme, utiliser ces informations lors du rattrapage de ces mêmes objets.

Informations + méthodes d'un objet « exception »

```
public class CalculErr extends Exception
  private int val;
  private String nomOp;
  private String diagnostique;

  public CalculErr(int v, String o, String d){
   this.val=v; this.op=o; this.diagnostique= d;
  }
  public afficheErreur(){
    System.out.println("Calcul␣de␣"+ op+"␣impossible␣:␣"+
     val +"␣est␣"+ diagnostique);
  }
}
```

Transmission de l'information

```
public static int factorielle (int n) throws CalculErr {
    int res = 1;
    if (n<0)
        throw new CalculErr(n,"factorielle","negatif");
    if (n>10000)
        throw new CalculErr(n,"factorielle","trop_grand");
    for(int i = 1; i <= n; i++) {
         res = res * i;
    } return res;
}
```

Exemple d'exécution

```
try {
      System.out.println(factorielle(x));

} catch (CalculErr e){
       e.afficheErreur();
}
```

Comment s'exécute ce programme selon la valeur de `x` ?

- si x=-5 $\Rightarrow$

```
Calcul de factorielle impossible: -5 est negatif
```

- si x= 30 000 $\Rightarrow$

```
Calcul de factorielle impossible: 30000 est trop grand
```

Exceptions : règles importantes

Le mécanisme d'exécution et le raisonnement sur les programmes avec exceptions est compliqué :

- N'utiliser les exceptions qu'en des cirsconstances exceptionelles et seulement si les solutions avec tests ne sont pas viables ;
- Ne jamais lever et ratrapper une exception dans la même méthode : on aurait pu faire autrement avec un test ! inexistante dans un tableau, création d'un tableau de taille négative.
- Définir ses propres exceptions lorsque cela facilite la lecture du programme ;
- Favoriser les solutions simples et homogènes.