Les exceptions

1. Généralités

- Le langage C++ offre une gestion efficace des erreurs pouvant apparaître lors de l'exécution d'un programme. Par exemple:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
     int c,a=1,b=0;

     c = a/b; // division par zéro!

     cout << "c: " << c << endl;

     return 0;
 }
```

- Lors de son exécution, ce programme génère l'erreur suivante:

```
Floating exception (core dumped)
```

- Nous pouvions inclure dans le programme:
    - Un message d'erreur plus informatif.
    - Un arrêt automatique pour sortir définitivement du programme.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int c,a=1,b=0;

    // Test si le dénominateur est égal à zéro.

    if (b==0) {
        // Si c'est le cas, on affiche un message sur la sortie des erreurs.
        cerr << "attention division par zéro!" << endl;
        // On sort définitivement du programme.
        exit (1);
    }

    // Si le dénominateur n'est pas nul, suite des instructions.
    c = a/b;

    cout << "c: " << c << endl;

    return 0;
}
```

- Nous pouvions aussi utiliser « assert » une macro de la librairie standard du langage C.

- Cette macro est une sorte d'instruction conditionnelle if .

```
void assert(int test);
```

- La macro « assert » ne retourne rien et accepte un argument du type « int » qui représente le test à réaliser. Si ce test est faux alors un message s'affiche sur la sortie standard des erreurs (stderr en C ou cerr en C++) et le programme s'arrête.

- Pour pouvoir utiliser « assert », il faut inclure dans le programme le fichier « cassert » (son équivalent en C est « assert.h »)

- L'exemple précédent devient:

```
#include <iostream>
#include <cassert>
using namespace std;

int main() {

     int c,a=1,b=0;
     assert(b!=0); // la ligne 8
     c = a/b;
     cout << "c: " << c << endl;

     return 0;
}
```

- Dans cet exemple, la variable b est égale à zéro. De ce fait, le programme s'arrête après l'exécution de l'instruction « assert ». On obtient en sortie le message suivant:

```
Assertion failed: b!=0, file assert.cpp, line 8

This application has requested the Runtime to terminate it in an
unusual way.
Please contact the application's support team for more
information.
```

- Donnant :

```
assert.cpp le nom du programme source
8 la ligne où il y a eu un appel à assert
b la variable testée.
```

- La macro « `assert` » est intéressante lors du débogage.

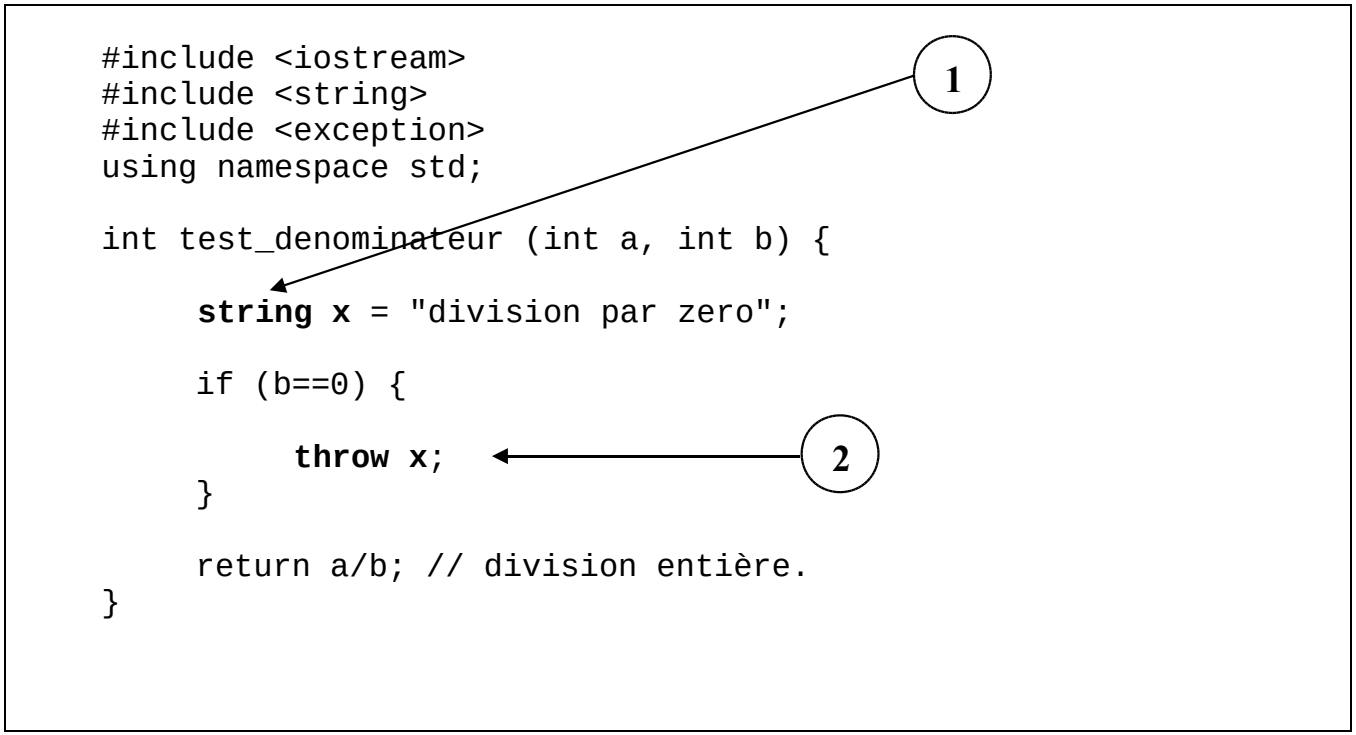
- Elle ne permet pas une gestion appropriée de l'erreur générée et cela par exemple en appelant une fonction "spéciale". Cette dernière aura pour tâche de traiter de manière appropriée cette erreur et permettre ainsi au programme de terminer correctement son exécution.

- En plus des techniques précédemment décrites, le langage C++ a introduit un nouveau mécanisme de gestion des erreurs.

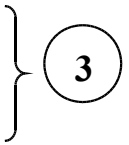
- Ce mécanisme est connu sous le nom de **traitements des exceptions**.

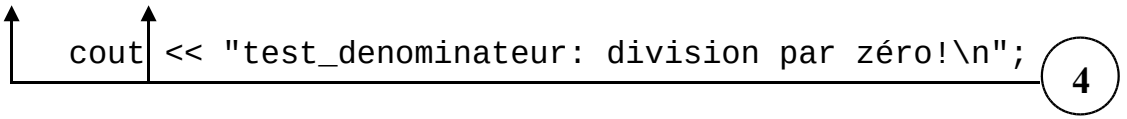
2. Mécanisme d'exception

- Nous allons présenter dans ce qui suit le mécanisme d'exception à partir d'un exemple où le but est de faire une division entière dans le cas ou le dénominateur n'est pas égal à zéro. Dans le cas contraire, un message d'erreur est affiché.



```
int main() {

     int c=0,a=1,b=0;

     try {
         c = test_denominateur(a,b); // division par zéro!
         cout << "c2: " << c << endl;
     }

     catch (string) {

         cout << "test_denominateur: division par zéro!\n";

     }

     cout << "suite du programme! \n";

     return 0;
}
```





1. On commence par construire un objet `X` de type quelconque qui représentera l'erreur: dans l'exemple `X`, il est du type `string`.

2. On lance une exception sur cet objet grâce au mot-clé réservé, `throw`. Pour cet exemple, cette exception est lancée dans le cas où le dénominateur est nul.

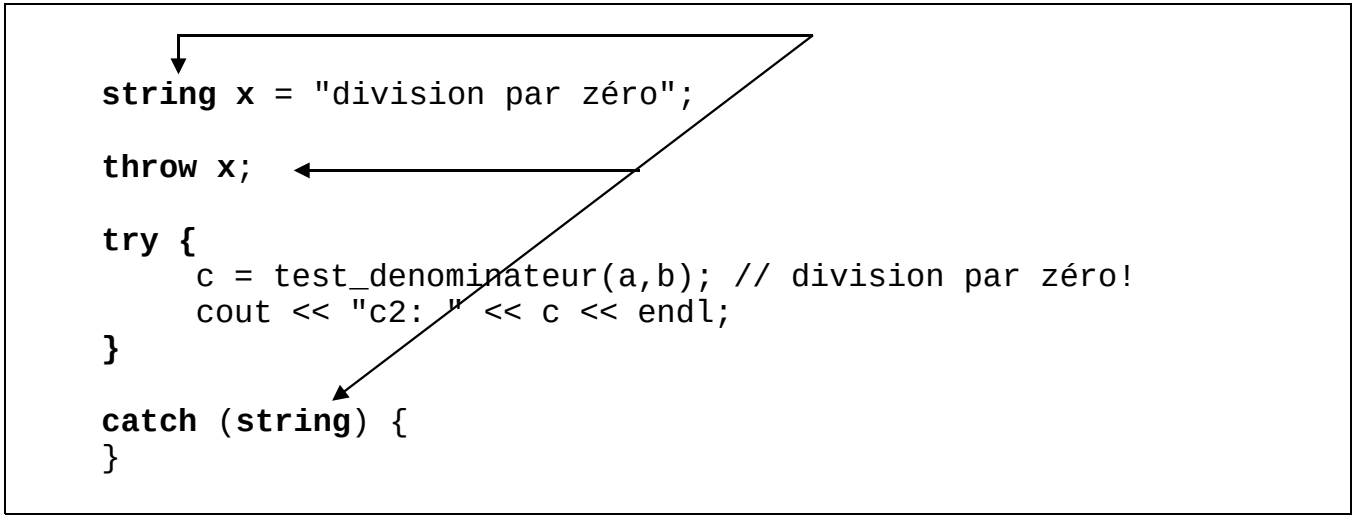
3. Cette exception est alors enfermée dans un bloc `try`, qui peut générer une erreur. Nous avons inclus la fonction qui peut générer une erreur, `test_denominateur`, dans ce bloc `try`.

4. Un bloc `catch` essaie d'attraper l'objet `X`, représentant l'erreur. Puisque `X` est du type `string`, nous avons défini un `catch` de ce type-là.

5. S'il ne parvient pas, une fonction spéciale (`terminate`) est appelée pour terminer l'exécution du programme. Par exemple, dans le cas où un `catch` spécifique à `X` (donc un `string`) n'a pas été défini. Ce n'est pas le cas dans notre exemple.

3. Structure de contrôle `try … catch`

1. Quand une exception est détectée dans un bloc `try`, le contrôle de l'exécution est donné au bloc `catch` correspondant au type de l'exception, s'il en existe.



2. Un bloc `try` doit être suivi d'au moins un bloc `catch`.

3. Si plusieurs blocs `catch` existent, ils doivent intercepter un type d'exception différent.

```
        try {
        }
        catch (string) {
        }
        catch (int) {
    }
```

4. Quand une exception est détectée, les destructeurs des objets inclus dans le bloc `try` sont exécutés avant d'appeler un bloc `catch`.

5. À la fin du bloc `catch`, le programme continue sur l'instruction qui suit le dernier `catch`.

Dans l'exemple de la page 67, en sortie, le programme affiche:

```
test_denominateur: division par zéro!
suite du programme!
```

Instruction obtenue après le dernier (dans cet exemple, l'unique) `catch` .

4. `catch`

1. **`catch(T)`**: exception du type `T` ainsi que celles de ses classes dérivées.

2. **`catch(T info)`**: exception du type `T`, `info` est un objet du type `T`, utilisé pour extraire des informations supplémentaires.

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <exception>
using namespace std;

class exception_divzero {
     string message;
public:
     exception_divzero():message("division par zéro!") {}
     string get_message() const { return message;}
};
int test_denominateur (int a, int b) {

     if (b==0) {
          throw exception_divzero();
     }
     return a/b; // division entiere.

}
```

```
int main() {

     int c=0,a=1,b=0;

     try {
         c = test_denominateur(a,b); // division par zéro!
         cout << "résultat/division: " << c << endl;
     }

     catch (exception_divzero e) {
         cout << "Exception a été capturée: "\
              << e.get_message() << endl;
     }
     cout << "suite du programme! \n";

     return 0;
}
```

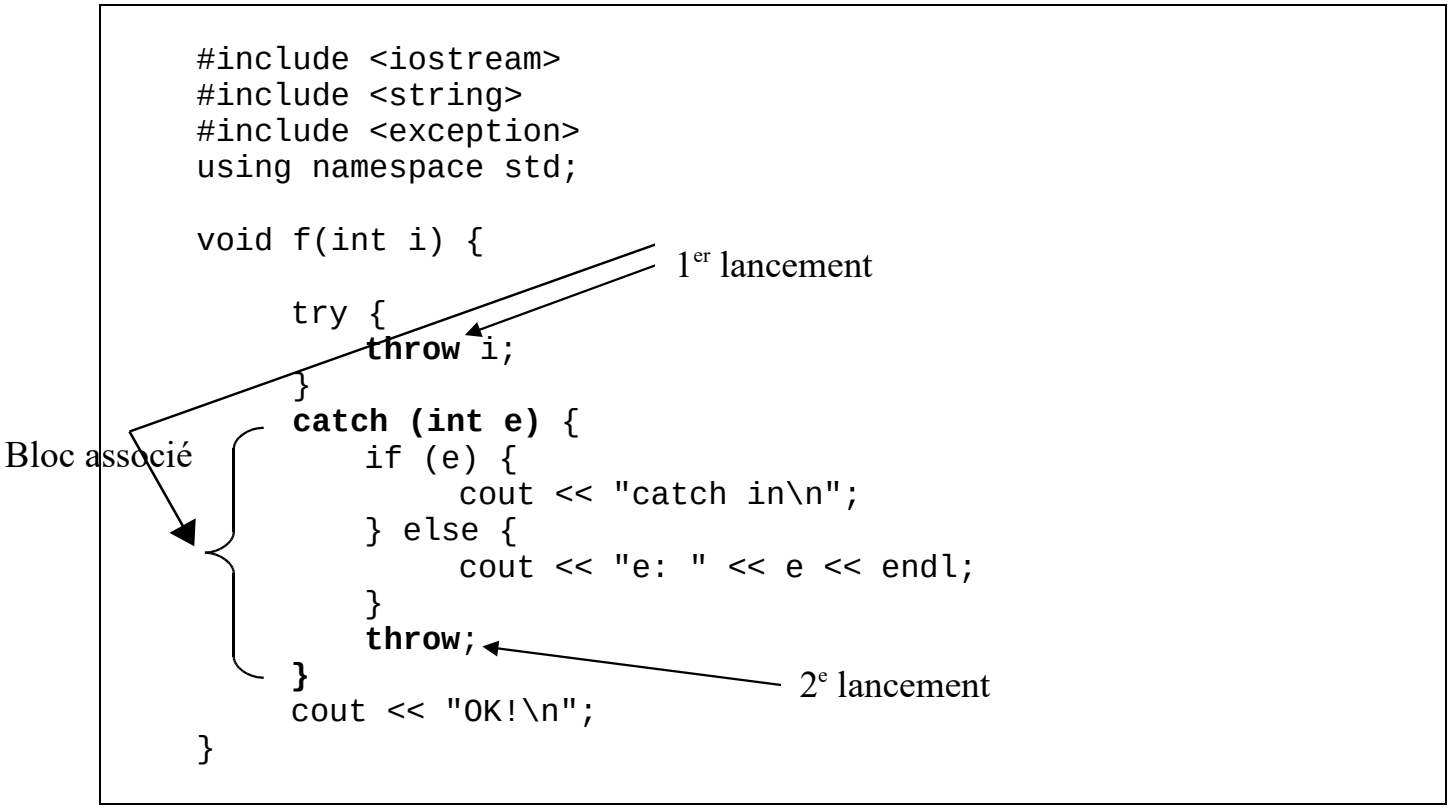
3. **`catch(…)`**: il permet d'intercepter les exceptions de tous types, non traitées par les blocs `catch` déclarés dans le programme.

- Si aucun bloc catch ne peut attraper l'exception lancée, une fonction `terminate` est appelée.

5. throw

1. **`throw objet`**: il permet de lancer une exception donnée.

2. **`throw`**: si l'ont ne parvient pas à résoudre une exception dans un bloc `catch` , elle permet de relancer la dernière exception. Une exception relancée est détectée par le bloc `try` le plus proche.



```
int main() {
     try {

         f(0);
         f(1);
         f(0);
         f(1);

     }

     catch (string x) {
         cout << "catch_string ! \n";
     }

     catch (int) {
         cout << "catch_int! \n";
         //throw;
     }

     cout << "fin du programme! \n";

     return 0;
}
```

Bloc associé au 2e lancement

Sortie:

```
e: 0
catch_int!
fin du programme!
```

6. Spécification d'exceptions

- Une spécification d'exception permet de spécifier le type des exceptions pouvant être lancées par une fonction (ou une méthode d'une classe).

- La définition de la fonction `throw` et ses paramètres doivent être de nouveau spécifiés dans la fonction.

1. ~~**`void f() throw (string)`**: seule l'exception du type `string` peut être lancée dans la fonction `f`.~~
   ~~**`void g() throw (int, double);`** uniquement les exceptions du type `int` et double peuvent être lancées dans la fonction `g`. On le fait très rarement.~~ Cet appel est déprécié depuis « C++11 ». « C++17 » affiche l'avertissement suivant « does not allow dynamic exception specifications ».

2. ~~**`int f() throw()`**~~: aucune exception ne peut être lancée dans la fonction `f`. Cet appel a été déprécié à partir de C++11. Il a été remplacé par « **`int f() noexcep`** ». On informe ainsi que la fonction « `f` » ne lèvera pas d'exception. Dans le cas contraire, la fonction « terminate » est appelée.

Les destructeurs sont « noexcept » par défaut.

3. **`double f()`**: toutes les exceptions peuvent être levées dans la fonction `f`, c'est l'approche par défaut.

7. unexpected

- Cette fonction est dépréciée depuis « C++17 »..

8. terminate

- Par défaut cette fonction met fin au programme par un appel à la fonction `abort`.

- Cette fonction est appelée si l'erreur n'a pas été capturée par aucun des blocs « catch » prévus dans le programme. Cette fonction est appelée aussi si une fonction lève une exception alors qu'elle n'est aps supposée le faire, lors de l'utilisation de « noexcept ».

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <exception>
using namespace std ;

void f(int i) {

      // Exception du type string, dans le cas où la variable i n'est pas vraie.

      if (!i) throw string("help!\n");

}
```

```
// Définition de notre propre fonction terminate,
// peut contenir d'autres informations.
void my_terminate () {
     cout << "ma fonction terminate!\n";
     exit(1);
}
int main() {
     try {
          // Déclaration de notre fonction terminate.
          set_terminate((terminate_handler) my_terminate);

          f(0);
          f(1);
     }
     // Ici, on n'attrape que les exceptions du type int, d'où
     // appel à la fonction terminate, car l'exception du type
     // string ne sera attrapée par aucun bloc catch.
     catch (int e) {
          cout << "A l'aide! \n";
     }

     return 0;
}
```

Affichage : **`ma fonction terminate!`**