Langages de programmation, structures de contrôle

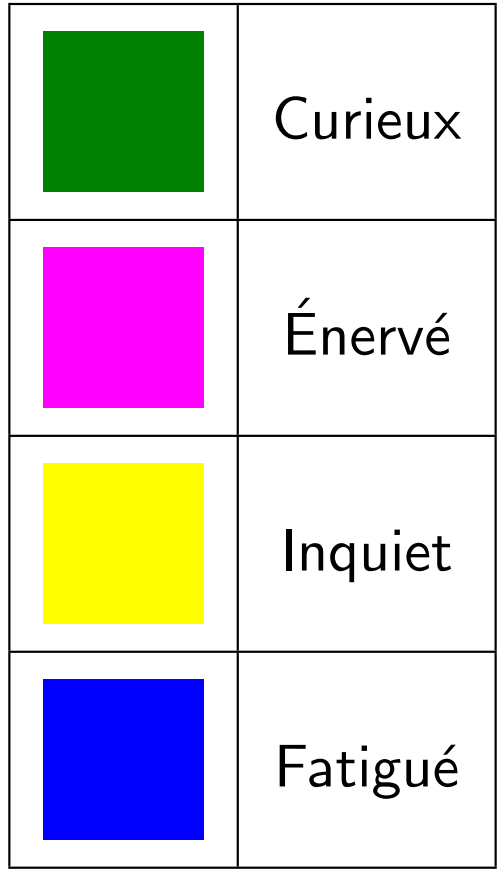
Résumé des épisodes précédents . . .

- Informatique : Usage, Technologie, Science
- Objectif d'Info 111 : initier à la science via la technologie

Résumé des épisodes précédents . . .

- Informatique : Usage, Technologie, Science
- Objectif d'Info 111 : initier à la science via la technologie
- Concrètement : bases de la programmation impérative + ...
- Premiers programmes

Comment vous sentez-vous en ce début de cours ?



A. Mémoire et variables

Un ordinateur traite de l'information.

- Il faut pouvoir la stocker : la **mémoire**
- Il faut pouvoir y accéder : les **variables**

Mémoire

https://fr.wikipedia.org/wiki/Mémoire_(informatique)

Mémoire

`https://fr.wikipedia.org/wiki/Mémoire_(informatique)`





Modèle simplifié

- Une suite contiguë de 0 et de 1 (les *bits*, groupés par *octets*)

Mémoire

`https://fr.wikipedia.org/wiki/Mémoire_(informatique)`






Modèle simplifié

- Une suite contiguë de 0 et de 1 (les *bits*, groupés par *octets*)
- Pour 1Go, à raison de un bit par mm, cela ferait

Mémoire

https://fr.wikipedia.org/wiki/Mémoire_(informatique)






Modèle simplifié

- Une suite contiguë de 0 et de 1 (les *bits*, groupés par *octets*)
- Pour 1Go, à raison de un bit par mm, cela ferait 8590 km
  Plus que Paris-Pékin !

Mémoire

`https://fr.wikipedia.org/wiki/Mémoire_(informatique)`





Modèle simplifié

- Une suite contiguë de 0 et de 1 (les *bits*, groupés par *octets*)
- Pour 1Go, à raison de un bit par mm, cela ferait 8590 km
  Plus que Paris-Pékin !
- Le processeur y accède par *adresse*

Variables

Définition

Une *variable* est un espace de stockage **nommé** où le programme peut mémoriser une donnée ; elle possède quatre propriétés :

Variables

Définition

Une *variable* est un espace de stockage **nommé** où le programme peut mémoriser une donnée ; elle possède quatre propriétés :

- Un *nom* (ou *identificateur*) :
  Il est choisi par le programmeur

Variables

Définition

Une *variable* est un espace de stockage **nommé** où le programme peut mémoriser une donnée ; elle possède quatre propriétés :

- Un *nom* (ou *identificateur*) :
  Il est choisi par le programmeur
- Une *adresse* :
  Où est stockée la variable dans la mémoire

Variables

Définition

Une *variable* est un espace de stockage **nommé** où le programme peut mémoriser une donnée ; elle possède quatre propriétés :

- Un *nom* (ou *identificateur*) :
  Il est choisi par le programmeur
- Une *adresse* :
  Où est stockée la variable dans la mémoire
- Un *type* qui spécifie :
  - La *structure de donnée* : comment la valeur est représentée en mémoire
    En particulier combien d'octets sont occupés par la variable
  - La *sémantique* des opérations

Variables

Définition

Une *variable* est un espace de stockage **nommé** où le programme peut mémoriser une donnée ; elle possède quatre propriétés :

- Un *nom* (ou *identificateur*) :
  Il est choisi par le programmeur
- Une *adresse* :
  Où est stockée la variable dans la mémoire
- Un *type* qui spécifie :
  - La *structure de donnée* : comment la valeur est représentée en mémoire
    En particulier combien d'octets sont occupés par la variable
  - La *sémantique* des opérations
- Une *valeur* :
  Elle peut changer en cours d'exécution du programme

Règles de formation des identificateurs

Les noms des variables (ainsi que les noms des programmes, constantes, types, procédures et fonctions) sont appelés des **identificateurs**.

Syntaxe (règles de formation des identificateurs)

- suite de lettres (minuscules `'a'···'z'` ou majuscules `'A'···'Z'`), de chiffres (`'0'···'9'`) et de caractères de soulignement (`'_'`)
- premier caractère devant être une lettre
- longueur bornée

Règles de formation des identificateurs

Les noms des variables (ainsi que les noms des programmes, constantes, types, procédures et fonctions) sont appelés des **identificateurs**.

Syntaxe (règles de formation des identificateurs)

- suite de lettres (minuscules `'a'···'z'` ou majuscules `'A'···'Z'`), de chiffres (`'0'···'9'`) et de caractères de soulignement (`'_'`)
- premier caractère devant être une lettre
- longueur bornée

Exemples et contres exemples d'identificateurs

- `c14_T0` est un identificateur
- `14c_T0` n'est pas un identificateur
- `x*y` n'est pas un identificateur

Formation des identificateurs (2)

Notes

- Donnez des noms **signifiants** aux variables
- Dans le cas de plusieurs mots, par convention dans le cadre de ce cours on mettra le premier mot en minuscule et les suivants avec une majuscule : `maVariable`
- Autre convention possible : `ma_variable`

- Mauvais noms : `truc`, `toto`, `temp`, `nombre`
- Bons noms courts : `i`,`j`,`k`,`x`,`y`,`z`,`t`
- Bons noms longs : `nbCases`, `notes`, `moyenneNotes`, `estNegatif`

Initialisation des variables

Quelle est la valeur de ces variables après leur déclaration ?

non-initialisation.cpp

```
double d;
long l;
int i;
```

Initialisation des variables

Quelle est la valeur de ces variables après leur déclaration ?

non-initialisation.cpp

```
double d;
long l;
int i;
```

- Certains langages ou compilateurs garantissent que les variables sont initialisées à une valeur par défaut.
- **En C++, pas forcément !**
  Typiquement, la valeur de la variable correspond à l'état de la mémoire au moment de sa déclaration

Initialisation des variables

Quelle est la valeur de ces variables après leur déclaration ?

non-initialisation.cpp

```
double d;
long l;
int i;
```

- Certains langages ou compilateurs garantissent que les variables sont initialisées à une valeur par défaut.
- **En C++, pas forcément !**
  Typiquement, la valeur de la variable correspond à l'état de la mémoire au moment de sa déclaration

Bonne pratique

Systématiquement initialiser les variables au moment de leur déclaration :

initialisation.cpp

```
int i = 0;
long l = 1024;
double d = 3.14159;
```

B. Structures de contrôle

Rappel

Les instructions sont exécutées de manière séquentielle (les unes après les autres), dans l'ordre du programme.

B. Structures de contrôle

Rappel

Les instructions sont exécutées de manière séquentielle (les unes après les autres), dans l'ordre du programme.

Exemple

```
droite();
avance();
prend();
gauche();
avance();
pose();
droite();
avance();
gauche();
avance();
avance();
droite();
ouvre();
```

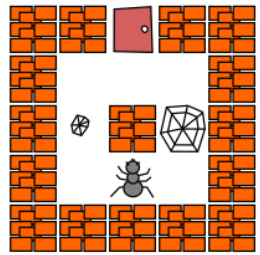
Le problème

On a souvent besoin de **rompre l'exécution séquentielle** :

Le problème

On a souvent besoin de **rompre l'exécution séquentielle** :

- Des instructions différentes, selon le contexte :

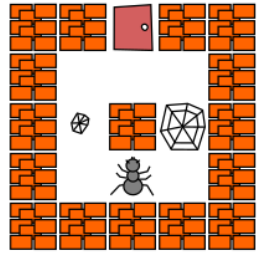


Instructions conditionnelles

Le problème

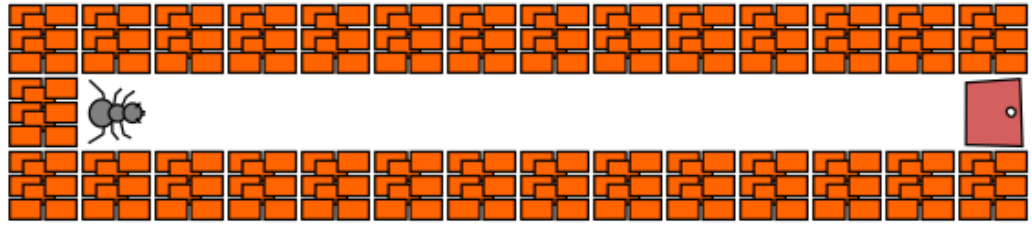
On a souvent besoin de **rompre l'exécution séquentielle** :

- Des instructions différentes, selon le contexte :



Instructions conditionnelles

- Des instructions répétées :

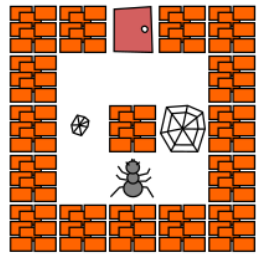


Instructions itératives

Le problème

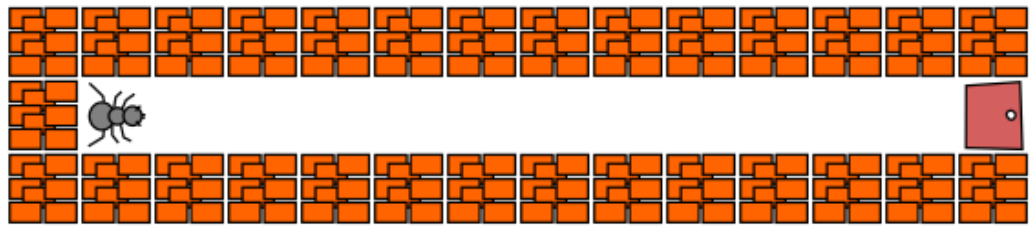
On a souvent besoin de **rompre l'exécution séquentielle** :

- Des instructions différentes, selon le contexte :



Instructions conditionnelles

- Des instructions répétées :

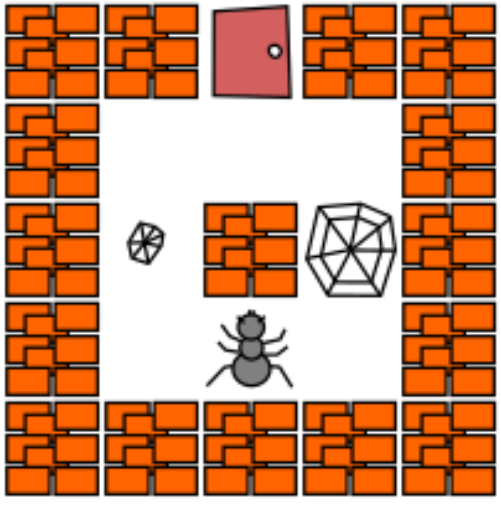


Instructions itératives

Ce sont les *structures de contrôle*

B. 2. Instructions conditionnelles

En fonction d'une *condition*, on va exécuter ou non un *bloc d'instructions*.



laby3a.cpp

```
droite();
avance();
gauche();

if ( regarde() == Toile ) {
  gauche();
  avance();
  avance();
  droite();
  avance();
  avance();
  droite();
  avance();
  gauche();
} else {
  avance();
  avance();
  gauche();
  avance();
  droite();
}
ouvre();
```

Expressions booléennes, blocs d'instructions

Définition

Une *condition* est une *expression booléenne*

i.e. dont le résultat est de type booléen : vrai (`true`) ou faux (`false`)

Expressions booléennes, blocs d'instructions

Définition

Une *condition* est une *expression booléenne*
i.e. dont le résultat est de type booléen : vrai (`true`) ou faux (`false`)

Exemples

```
regarde() == Toile        x > 3.14        2 <= n and n <= 5
```

Expressions booléennes, blocs d'instructions

Définition

Une *condition* est une *expression booléenne*
i.e. dont le résultat est de type booléen : vrai (`true`) ou faux (`false`)

Exemples

```
regarde() == Toile        x > 3.14        2 <= n and n <= 5
```

Définition

Un *bloc* d'instructions est une suite d'instructions à exécuter successivement. Il est décrit par la syntaxe suivante :

```
{
    instruction 1;
    instruction 2;
    ...
    instruction n;
}
```

Expressions booléennes, blocs d'instructions

Définition

Une *condition* est une *expression booléenne*
i.e. dont le résultat est de type booléen : vrai (`true`) ou faux (`false`)

Exemples

```
regarde() == Toile        x > 3.14        2 <= n and n <= 5
```

Définition

Un *bloc* d'instructions est une suite d'instructions à exécuter successivement. Il est décrit par la syntaxe suivante :

```
{
    instruction 1;
    instruction 2;
    ...
    instruction n;
}
```

Une instruction toute seule est considérée comme un bloc

Instruction conditionnelle simple : « si ... alors ... »

Syntaxe

```
if ( condition ) {
    bloc d'instructions;
}
```

Instruction conditionnelle simple : « si ... alors ... »

Syntaxe

```
if ( condition ) {
    bloc d'instructions;
}
```

Sémantique

1. Évaluation de la condition
2. Si sa valeur est `true`, exécution du bloc d'instructions

Instruction conditionnelle simple : « si ... alors ... »

Syntaxe

```
if ( condition ) {
    bloc d'instructions;
}
```

Sémantique

1. Évaluation de la condition
2. Si sa valeur est `true`, exécution du bloc d'instructions

Exemples

```
if ( regarde() == Toile ) {     // Au secours, fuyons !
    gauche();
    gauche();
}
```

Instruction conditionnelle simple : « si ... alors ... »

Syntaxe

```
if ( condition ) {
    bloc d'instructions;
}
```

Sémantique

1. Évaluation de la condition
2. Si sa valeur est `true`, exécution du bloc d'instructions

Exemples

```
if ( regarde() == Toile ) {     // Au secours, fuyons !
    gauche();
    gauche();
}
```

```
if ( x >= 0 ) gauche();
```

Instruction conditionnelle : « si ... alors ... sinon ... »

Syntaxe

```
if ( condition ) {
    bloc d'instructions 1;
} else {
    bloc d'instructions 2;
}
```

Instruction conditionnelle : « si ... alors ... sinon ... »

Syntaxe

```
if ( condition ) {
    bloc d'instructions 1;
} else {
    bloc d'instructions 2;
}
```

Sémantique

1. Évaluation de la condition
2. Si sa valeur est `true`, exécution du bloc d'instructions 1
3. Si sa valeur est `false`, exécution du bloc d'instructions 2

Exemples d'instruction alternative

Exemple

```
if ( regarde() == Toile ) {     // Au secours, fuyons !
    gauche();
    gauche();
} else {                        // Tout va bien
    avance();
}
```

Exemples d'instruction alternative (2)

Exemple (Calcul du maximum et du minimum de x et y)

```
int x, y;                          // Les entrées
int maximum, minimum;              // Les sorties

if ( x > y ) {
    maximum = x;
    minimum = y
} else {
    maximum = y;
    minimum = x;
}
```

Erreurs classiques avec les conditionnelles

Exemple

```
bool estPositif;
if ( x >= 0 ) {
    estPositif = true
} else {
    estPositif = false
}
```

Erreurs classiques avec les conditionnelles

Exemple

```
bool estPositif;
if ( x >= 0 ) {
    estPositif = true
} else {
    estPositif = false
}
```

Utiliser une expression booléenne à la place !

```
bool estPositif =  x >= 0;
```

Erreurs classiques avec les conditionnelles (2)

Exercice

Que fait :

```
if ( x = 1 ) {
    y = 4;
}
```

Erreurs classiques avec les conditionnelles (2)

Exercice

Que fait :

```
if ( x = 1 ) {
    y = 4;
}
```

Attention !

Ne pas confondre « = » (affectation) et « == » (égalité) !

Erreurs classiques avec les conditionnelles (3)

Exercice

Que fait :

```
if ( x == 1 ); {
    y = 4;
}
```

Erreurs classiques avec les conditionnelles (3)

Exercice

Que fait :

```
if ( x == 1 ); {
    y = 4;
}
```

La même chose que :

```
if ( x == 1 );
y = 4;
```

Ne tient pas compte du `if` et affecte toujours `4` à `y` (quel que soit `x`).

Erreurs classiques avec les conditionnelles (3)

Exercice

Que fait :

```
if ( x == 1 ); {
    y = 4;
}
```

La même chose que :

```
if ( x == 1 );
y = 4;
```

Ne tient pas compte du `if` et affecte toujours `4` à `y` (quel que soit `x`).

Attention !

- le point-virgule est un séparateur d'instruction !
- `if (...) {...} else {...}` forme une seule instruction
- **Jamais de point-virgule avant un bloc d'instructions !**

Tests imbriqués

Exemple

Que se passe-t-il lorsque `x == 5` et `y == 4` dans l'exemple suivant :

```
if ( x >= y ) {
    if ( x == y ) {
        resultat = "égalité";
    }
else {
    resultat = "x est plus petit que y";
}
}
```

Tests imbriqués

Exemple

Que se passe-t-il lorsque `x == 5` et `y == 4` dans l'exemple suivant :

```
if ( x >= y ) {
    if ( x == y ) {
        resultat = "égalité";
    }
    else {
        resultat = "x est plus petit que y";
    }
}
```

Tests imbriqués

Exemple

Que se passe-t-il lorsque `x == 5` et `y == 4` dans l'exemple suivant :

```
if ( x >= y ) {
    if ( x == y ) {
        resultat = "égalité";
    }
}
else {
    resultat = "x est plus petit que y"
}
```

Tests imbriqués

Exemple

Que se passe-t-il lorsque `x == 5` et `y == 4` dans l'exemple suivant :

```
if ( x >= y ) {
    if ( x == y ) {
        resultat = "égalité";
    }
}
else {
    resultat = "x est plus petit que y"
}
```

Attention !

- **un `else` se rapporte au dernier `if` rencontré.**
- En C++, la structuration est déterminée pas les accolades

Tests imbriqués

Exemple

Que se passe-t-il lorsque `x == 5` et `y == 4` dans l'exemple suivant :

```
if ( x >= y ) {
    if ( x == y ) {
        resultat = "égalité";
    }
}
else {
    resultat = "x est plus petit que y"
}
```

Attention !

- **un `else` se rapporte au dernier `if` rencontré.**
- En C++, la structuration est déterminée pas les accolades
- La mauvaise **indentation** induit en erreur le lecteur !

L'indentation

> « *Programs must be written for people to read, and only incidentally for machines to execute.* »
>
> – *Harold Abelson, Structure and Interpretation of Computer Programs 1984*

Rappel

- Un programme s'adresse à un **lecteur**
- La **lisibilité** est un objectif essentiel

L'indentation

> *« Programs must be written for people to read, and only incidentally for machines to execute. »*
>
> *– Harold Abelson, Structure and Interpretation of Computer Programs 1984*

Rappel

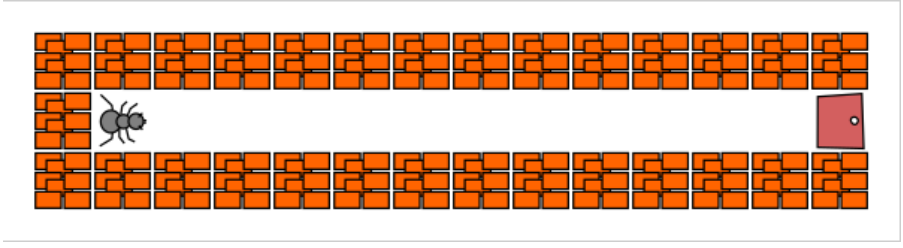
- Un programme s'adresse à un **lecteur**
- La **lisibilité** est un objectif essentiel

Notes

- L'**indentation** consiste à espacer les lignes de code par rapport au bord gauche de la fenêtre de saisie de texte
- L'espacement doit être proportionnel au **niveau d'imbrication** des instructions du programme
- Quatre espaces par niveau d'imbrication est un bon compromis

La plupart des éditeurs de texte offrent des facilités pour réaliser une bonne indentation. **Apprenez les**.

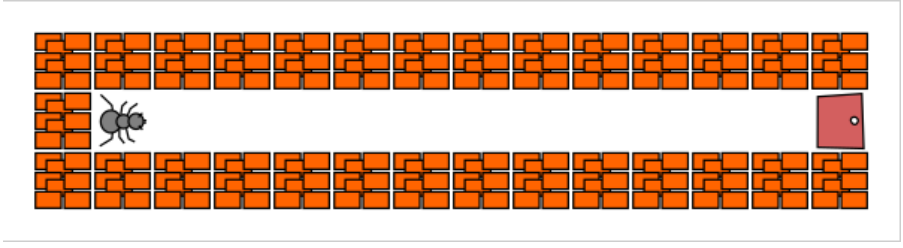
Instructions itératives : exemple



laby2a-mauvais.cpp

```
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
ouvre();
```

Instructions itératives : exemple



laby2a-mauvais.cpp

```
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
avance();
ouvre();
```

laby2a.cpp

```
while ( regarde() == Vide ) {
    avance();
}
ouvre();
```

B. 3. Instructions itératives

Rappel

La force d'un ordinateur est de savoir faire des tâches répétitives très rapidement et sans s'ennuyer

B. 3. Instructions itératives

Rappel

La force d'un ordinateur est de savoir faire des tâches répétitives très rapidement et sans s'ennuyer

Exemples

- On veut afficher tous les nombres entre 1 et 1000.
- Dans un jeu sur ordinateur, à la fin d'une partie, on veut demander « voulez vous rejouer ? » et si oui recommencer une nouvelle partie.
- Tous les 1/24ème de seconde on veut afficher une image d'un film (s'il en reste)

Les instructions itératives

Définition

Les *instructions itératives* permettent de répéter un certain nombre de fois l'exécution d'un bloc d'instructions sous certaines conditions

Les instructions itératives

Définition

Les *instructions itératives* permettent de répéter un certain nombre de fois l'exécution d'un bloc d'instructions sous certaines conditions

De façon imagée, on appelle **boucle** cette méthode permettant de répéter l'exécution d'un groupe d'instructions.

Les instructions itératives

Définition

Les *instructions itératives* permettent de répéter un certain nombre de fois l'exécution d'un bloc d'instructions sous certaines conditions

De façon imagée, on appelle **boucle** cette méthode permettant de répéter l'exécution d'un groupe d'instructions.

Instructions itératives

- Boucles while : « tant que ... faire ... »
- Boucles do ... while : « Faire ... tant que ... »
- Boucles for : « Pour ... de ... à ... faire ... »

La boucle while : « tant que ... répéter ... »

Syntaxe

```
while ( condition ) {
    bloc d'instructions;
}
```

La boucle while : « tant que ... répéter ... »

Syntaxe

```
while ( condition ) {
    bloc d'instructions;
}
```

Sémantique

1. Évaluation de la condition
2. Si la valeur est `true` :
   - 2.1 Exécution du bloc d'instructions
   - 2.2 On recommence en 1.

La boucle while : exemple

Exemple (Compter de 1 à 5)

```
int n = 1;

while ( n <= 5 ) {
   cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
   n = n + 1;
}
```

Cas particulier : condition toujours fausse

Si la valeur de la condition est fausse dès le départ, alors le bloc d'instructions ne sera jamais exécuté !

Cas particulier : condition toujours fausse

Si la valeur de la condition est fausse dès le départ, alors le bloc d'instructions ne sera jamais exécuté !

Exemple

```
int n = 1;

while ( n < 0 ) {
   cout << n << endl;     // Affiche la valeur de n
   n = n + 1;
}
```

Cas particulier : condition toujours vraie

Si la valeur de la condition est toujours vraie, alors le bloc d'instructions sera exécuté indéfiniment ! (boucle infinie)

Cas particulier : condition toujours vraie

Si la valeur de la condition est toujours vraie, alors le bloc d'instructions sera exécuté indéfiniment ! (boucle infinie)

Exemple (Que fait ce programme ?)

```
int n = 1;

while ( true ) {
   cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
   n = n + 1;
}
```

Cas particulier : condition toujours vraie

Si la valeur de la condition est toujours vraie, alors le bloc d'instructions sera exécuté indéfiniment ! (boucle infinie)

Exemple (Que fait ce programme ?)

```
int n = 1;

while ( true ) {
   cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
   n = n + 1;
}
```

Exemple (Erreur typique : oublier l'incrémentation !)

```
int n = 1;

while ( n <= 10 ) {
    cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
}
```

Une source d'erreur classique en fin de boucle

Exemple

Que vaut n à la fin du programme suivant ?

```
int n = 1;

while ( n <= 10 ) {
   n = n + 1;
}

cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
```

Une source d'erreur classique en fin de boucle

Exemple

Que vaut n à la fin du programme suivant ?

```
int n = 1;

while ( n <= 10 ) {
   n = n + 1;
}

cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
```

Rappel

On sort de la boucle quand la condition est `false`

Le compteur est donc « un cran trop loin »

La boucle do ... while : « faire ... tant que ... »

Exemple

Dans un jeu sur ordinateur, à la fin d'une partie, on veut demander « voulez vous rejouer ? » et si oui recommencer une nouvelle partie.

La boucle do ... while : « faire ... tant que ... »

Exemple

Dans un jeu sur ordinateur, à la fin d'une partie, on veut demander « voulez vous rejouer ? » et si oui recommencer une nouvelle partie.

- Jouer la partie **au moins une fois**
- Tester la condition **après** la partie

La boucle do ... while : « faire ... tant que ... »

Exemple

Dans un jeu sur ordinateur, à la fin d'une partie, on veut demander « voulez vous rejouer ? » et si oui recommencer une nouvelle partie.

- Jouer la partie **au moins une fois**
- Tester la condition **après** la partie

Syntaxe

```
do {
    bloc d'instructions
} while ( condition );
```

La boucle do ... while : « faire ... tant que ... »

Exemple

Dans un jeu sur ordinateur, à la fin d'une partie, on veut demander « voulez vous rejouer ? » et si oui recommencer une nouvelle partie.

- Jouer la partie **au moins une fois**
- Tester la condition **après** la partie

Syntaxe

```
do {
    bloc d'instructions
} while ( condition );
```

Sémantique

1. Exécution du bloc d'instructions
2. Évaluation de la condition
3. Si sa valeur est `true`, on recommence en 1.

La boucle do ... while : exemples

Exemple

```
char reponse;

do {
    ...
    cout << "Voulez-vous rejouer (o/n) ?" << endl;
    cin >> reponse;
} while ( reponse == 'o' );
```

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Exemple (Compter de 1 à 10)

```
int n = 1;
while ( n <= 10 ) {
    cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
    n = n + 1;
}
```

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Exemple (Compter de 1 à 10)

```
int n = 1;
while ( n <= 10 ) {
    cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
    n = n + 1;
}
```

Schéma classique avec un **compteur** :

```
initialisation;
while ( condition ) {
    bloc d'instructions
    incrementation
}
```

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Exemple (Compter de 1 à 10)

```
int n = 1;
while ( n <= 10 ) {
    cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
    n = n + 1;
}
```

Schéma classique avec un **compteur** :

```
initialisation;
while ( condition ) {
    bloc d'instructions
    incrementation
}
```

Gestion du compteur dispersée !

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Exemple (Compter de 1 à 10)

```
int n = 1;
while ( n <= 10 ) {
    cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
    n = n + 1;
}
```

Avec une boucle `for` :

```
for ( int n = 1; n <= 10; n = n + 1 ) {
    cout << n << endl;    // Affiche la valeur de n
}
```

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Syntaxe

```
for ( initialisation ; condition ; incrementation ) {
    bloc d'instructions
}
```

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Syntaxe

```
for ( initialisation ; condition ; incrementation ) {
    bloc d'instructions
}
```

Sémantique

1. Exécution de l'instruction d'initialisation
2. Évaluation de la condition
3. Si sa valeur est `true` :
   - 3.1 Exécution du bloc d'instruction
   - 3.2 Exécution de l'instruction d'incrémentation
   - 3.3 On recommence en 2.

La boucle for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Syntaxe

```
for ( initialisation ; condition ; incrementation ) {
    bloc d'instructions
}
```

Sémantique

1. Exécution de l'instruction d'initialisation
2. Évaluation de la condition
3. Si sa valeur est `true` :
   - 3.1 Exécution du bloc d'instruction
   - 3.2 Exécution de l'instruction d'incrémentation
   - 3.3 On recommence en 2.

Remarque

- **Centralise** la gestion du compteur
- Strictement équivalent à while, mais exprime une **intention**

La boucle for : exemples

Exemple

```
int n;
for ( n = 1 ; n <= 10 ; n = n + 1 ) {
    cout << n;
}
```

La boucle for : exemples

Exemple

```
int n;
for ( n = 1 ; n <= 10 ; n = n + 1 ) {
    cout << n;
}
```

Variante compacte :

```
for ( int n = 1 ; n <= 10 ; n++ ) {
    cout << n;
}
```

La boucle for : exemples

Exemple

```
int n;
for ( n = 1 ; n <= 10 ; n = n + 1 ) {
    cout << n;
}
```

Variante compacte :

```
for ( int n = 1 ; n <= 10 ; n++ ) {
    cout << n;
}
```

- La variable `n` est locale à la boucle (on y reviendra)
- `n++` est un raccourci pour `n = n + 1`

La boucle for : calcul de la factorielle

Exemple

On veut calculer $7! = 1 \cdot 2 \cdots 7$:

factorielle-7.cpp

```
int resultat = 1;

resultat = resultat * 2;
resultat = resultat * 3;
resultat = resultat * 4;
resultat = resultat * 5;
resultat = resultat * 6;
resultat = resultat * 7;
```

La boucle for : calcul de la factorielle

Exemple

On veut calculer $7! = 1 \cdot 2 \cdots 7$:

factorielle-7.cpp

```
int resultat = 1;

resultat = resultat * 2;
resultat = resultat * 3;
resultat = resultat * 4;
resultat = resultat * 5;
resultat = resultat * 6;
resultat = resultat * 7;
```

Problèmes

- Ce code sent mauvais (répétitions) !
- Et si on veut calculer 10! ou 100! ?

La boucle for : calcul de la factorielle (2)

Exemple

Entrée : un entier n

factorielle-for.cpp

```
    int resultat = 1;

    for ( int k = 1; k <= n; k++ ) {
        resultat = resultat * k;
    }
```

Exécution pour $n = 3$ puis pour $n = 0$

La boucle for : calcul de la factorielle (2)

Exemple

Entrée : un entier n

factorielle-for.cpp

```
int resultat = 1;

for ( int k = 1; k <= n; k++ ) {
    resultat = resultat * k;
}
```

Exécution pour $n = 3$ puis pour $n = 0$

Techniques classiques de boucles

- Utilisation d'un *compteur* : `k`
  Varie toujours de la même façon
- Utilisation d'un *accumulateur* : `resultat`
  Accumule progressivement des valeurs par produit, somme, ...

Résumé

Mémoire, variables, types

- Mémoire : suite de 0 et de 1
- Variable : nom, adresse, type, valeur

Résumé

Mémoire, variables, types

- Mémoire : suite de 0 et de 1
- Variable : nom, adresse, type, valeur

Structures de contrôles

- **Instructions conditionnelles**
  - if : « si ... alors ... »
  - if/else : « si ... alors ... sinon ... »

Résumé

Mémoire, variables, types

- Mémoire : suite de 0 et de 1
- Variable : nom, adresse, type, valeur

Structures de contrôles

- **Instructions conditionnelles**
  - if : « si ... alors ... »
  - if/else : « si ... alors ... sinon ... »
  - Erreurs classiques

Résumé

Mémoire, variables, types

- Mémoire : suite de 0 et de 1
- Variable : nom, adresse, type, valeur

Structures de contrôles

- **Instructions conditionnelles**
  - if : « si ... alors ... »
  - if/else : « si ... alors ... sinon ... »
  - Erreurs classiques
- **Instructions itératives**
  - Boucles while : « tant que ... faire ... »
  - Boucles do while : « faire ... tant que ... »
  - Boucles for : « pour ... de ... à ... faire ... »

Résumé

Mémoire, variables, types

- Mémoire : suite de 0 et de 1
- Variable : nom, adresse, type, valeur

Structures de contrôles

- **Instructions conditionnelles**
  - if : « si ... alors ... »
  - if/else : « si ... alors ... sinon ... »
  - Erreurs classiques
- **Instructions itératives**
  - Boucles while : « tant que ... faire ... »
  - Boucles do while : « faire ... tant que ... »
  - Boucles for : « pour ... de ... à ... faire ... »
  - Compteurs, accumulateurs
  - Erreurs classiques

Résumé

Mémoire, variables, types

- Mémoire : suite de 0 et de 1
- Variable : nom, adresse, type, valeur

Structures de contrôles

- **Instructions conditionnelles**
  - if : « si ... alors ... »
  - if/else : « si ... alors ... sinon ... »
  - Erreurs classiques
- **Instructions itératives**
  - Boucles while : « tant que ... faire ... »
  - Boucles do while : « faire ... tant que ... »
  - Boucles for : « pour ... de ... à ... faire ... »
  - Compteurs, accumulateurs
  - Erreurs classiques

Importance de la lisibilité du code

- Indentation, ...