Algorithmique & Programmation

Notion de répétition

yann.secq@univ-lille.fr

ABIDI Sofiene, ALMEIDA COCO Amadeu, BONEVA Iovka, CASTILLON Antoine,
DELECROIX Fabien, LEPRETRE Éric, SANTANA MAIA Deise, SECQ Yann

Saison 2023-2024 / R1.01+R1.02 :
Initiation au développement

Structure de contrôle

- Base: la séquence d'instruction
- Nécessité d'influencer le choix des instructions à exécuter
- Les structures de contrôle (du flux):
  - Alternative (instruction conditionnelle) et Répétition (boucle)

Structures de contrôle

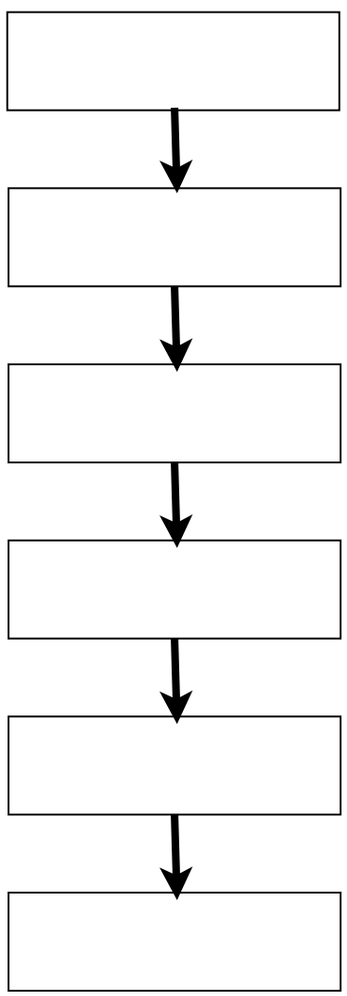
- Les alternatives permettent des branchements
- Les boucles permettent des répétitions
  - Boucle : répéter un bloc d'instructions un certain nombre de fois (dénombrable a priori ou pas)

Affectation + Alternative + Boucle + Fonction

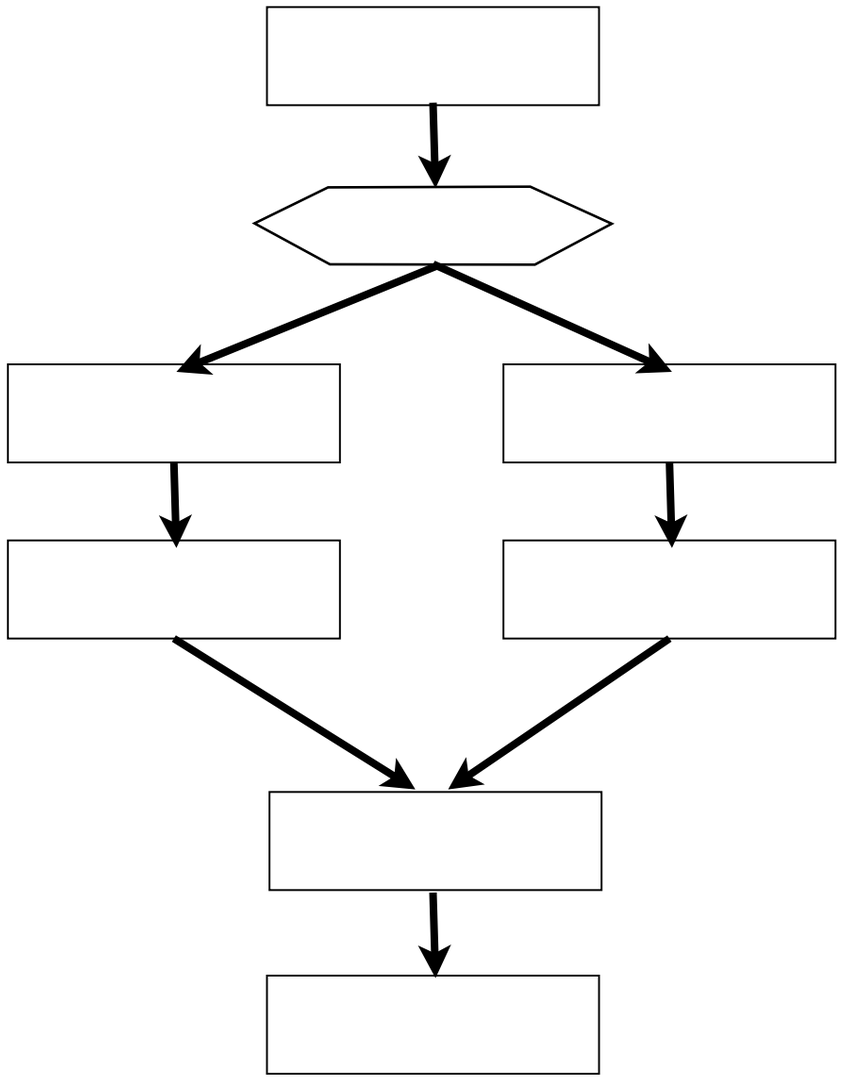
=

Bases de l'algorithmique

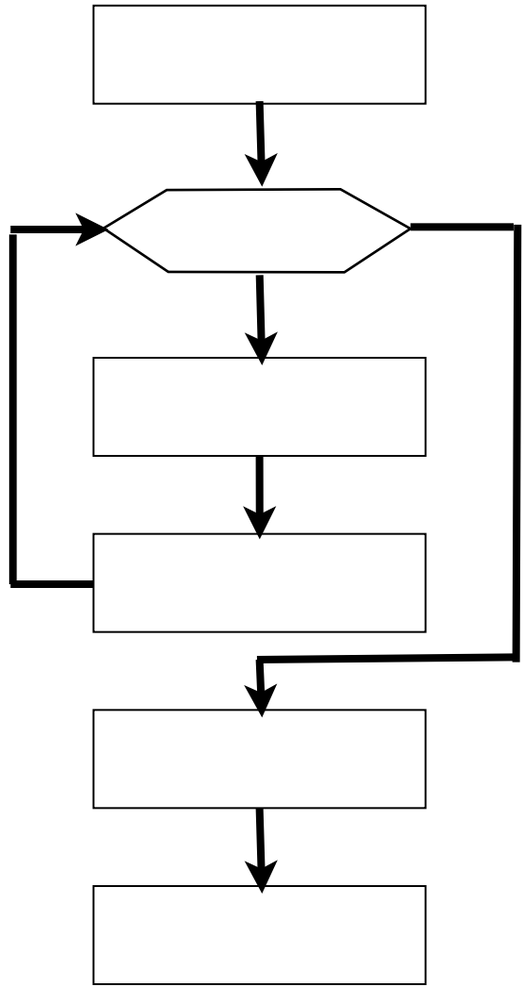
Structures de contrôle



Séquence



Alternative



Répétition

Deux familles de répétition

```
while (<condition>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

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

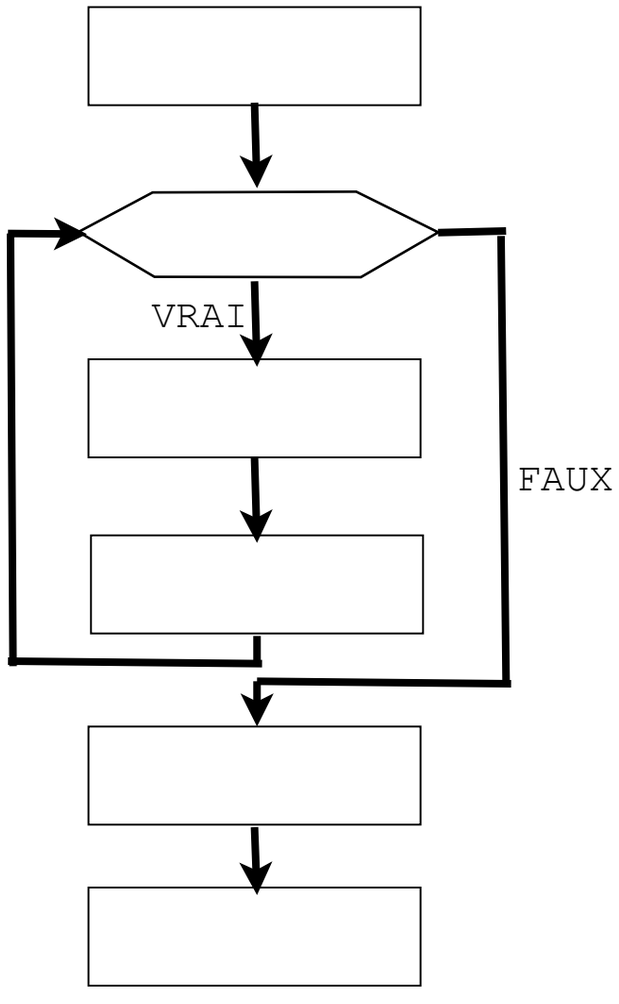
Nombre d'itérations inconnu a priori
(boucle à détection d'évènement)

```
for (<init cpt> ; <condition> ; <màj cpt>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

Nombre d'itérations connu a priori
(boucle à compteur)

TantQue

- Répète un bloc d'instructions tant qu'une condition est réalisée (ie. `VRAI`)
- **A utiliser lorsque l'on ne connaît pas a priori le nombre de tours de boucle**
- ATTENTION: la condition est évaluée **en début** de boucle




```
while (<condition>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

Évaluation du `TantQue`

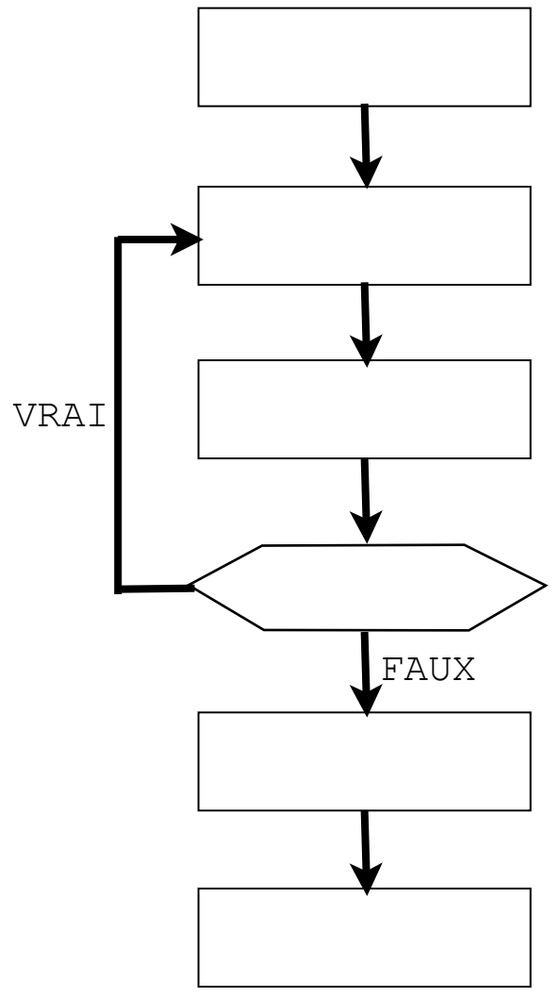
```
while (<condition>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

1. Evaluation de la `condition`
   2a. Si `VRAI/true` on **reste** dans la boucle (c'est-à-dire que l'on exécute le corps de la boucle) et l'on revient en 1.
   2b. Si `FAUX/false` on **sort** de la boucle

Attention: il est possible de ne jamais entrer dans la boucle si la condition est fausse lors de la première évaluation !

Répéter TantQue

- Répète un bloc d'instructions tant qu'une condition est vérifiée (ie. `VRAI/true`)
- **A utiliser lorsque l'on ne connaît pas a priori le nombre de tours de boucle et que l'on souhaite au moins une exécution du corps de la boucle**
- ATTENTION: la condition est évaluée **en fin** de boucle




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

Évaluation du `Répéter TantQue`

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

1. Le bloc d'instruction est évalué
2. Evaluation de la `condition`

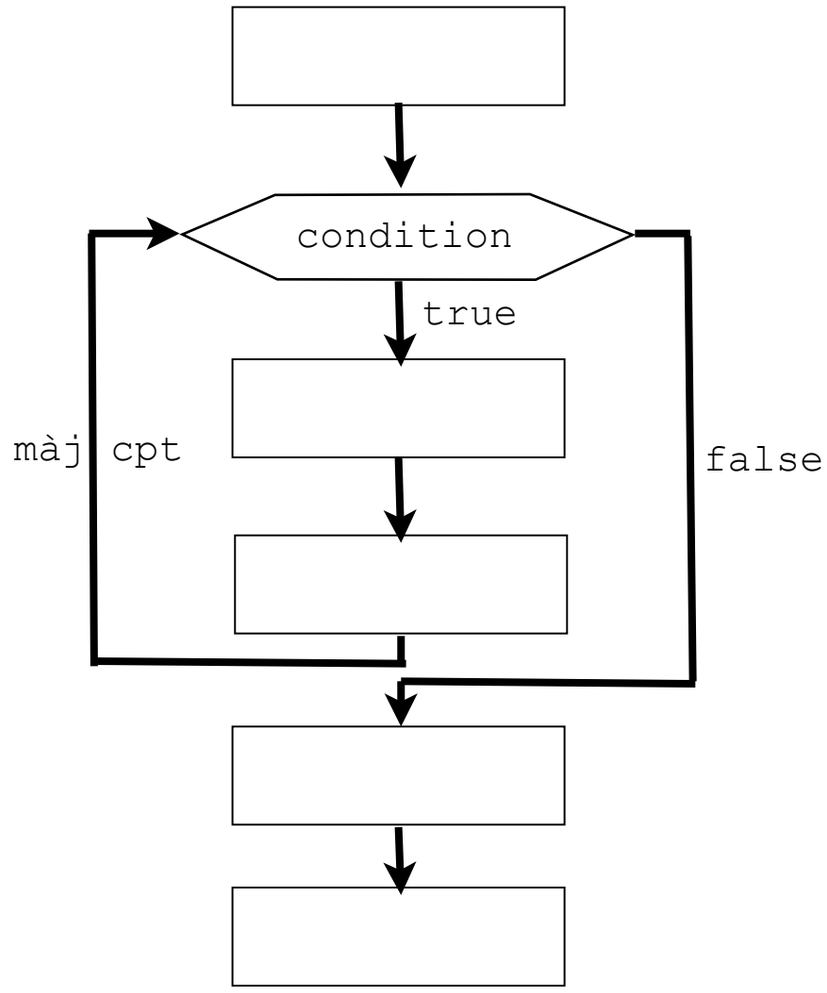
3a. Si `VRAI/true` on **reste** dans la boucle,
c'est-à-dire que l'on revient en 1.

3b. Si `FALSE/false` on **sort** de la boucle

Attention: le bloc d'instruction est toujours évalué au moins une fois !

Pour

- Répète un bloc d'instructions un nombre connu de fois
- **A utiliser lorsque l'on connaît a priori le nombre de tours de boucle**
- Utilisation d'un compteur dont la valeur est mise à jour à chaque tour de boucle
- Le compteur évolue entre une borne de début (valeur d'initialisation) et une borne de fin (définie dans la condition)




```
for (<init cpt> ; <condition> ; <màj cpt>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

Évaluation du `Pour`

```
for (<init cpt> ; <condition> ; <màj cpt>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

1. Création et initialisation du compteur (`cpt`)
2. Evaluation de la condition (`condition`)

3a. Si la condition est `VRAI/true`, alors:

- le corps de la boucle est exécuté,
- le compteur est mis à jour (`màj cpt`),
- on retourne à l'étape 2.

3b. Si la condition est `FAUX/false`, on sort de la boucle

Deux formes de boucles

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

```
while (<condition>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

Nb de tours inconnus a priori (détection d'évènement)

```
for (<init cpt> ; <condition> ; <màj cpt>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

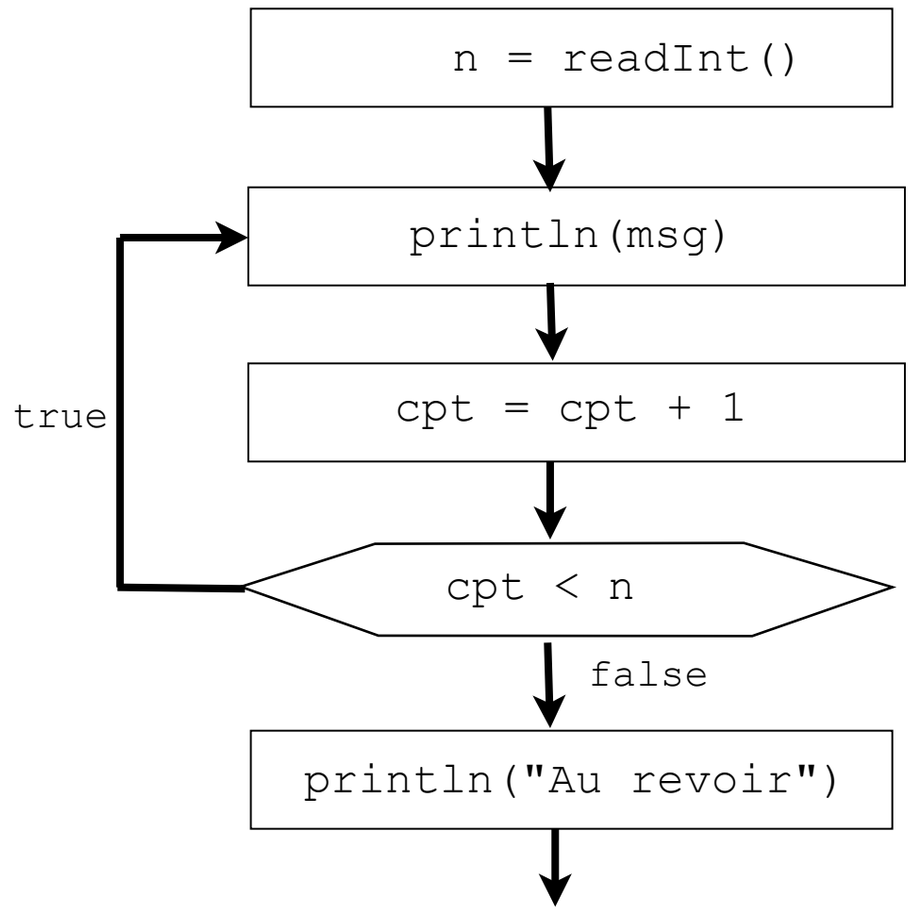
Nb de tours connus a priori (boucle à compteur)

Hello world x `n`

- Illustration des trois types de boucles sur un algorithme simple
- Afficher `n` fois la phrase `"Hello World"`
- Gestion complète du compteur de tour pour les boucles `RépéterTantQue` et `TantQue`
- Version plus compacte avec la boucle `Pour` avec l'incrémentation du compteur déclenchée automatiquement en fin d'itération

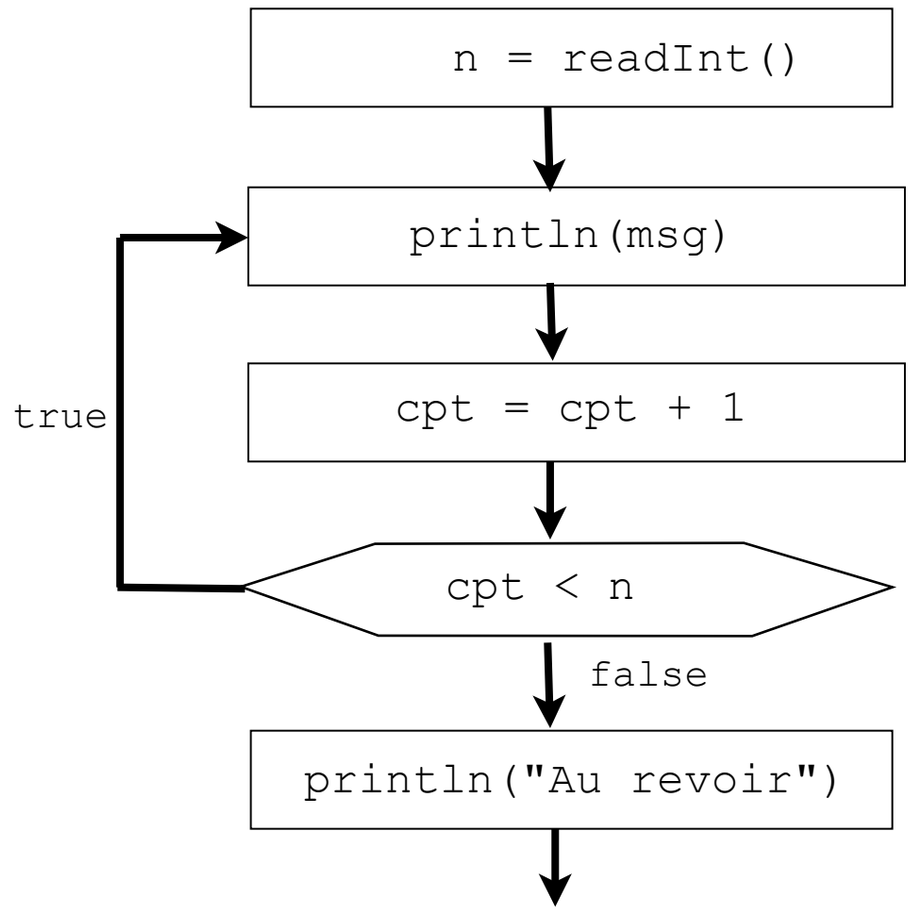
RépéterTantQue Hello World

```
class HelloWorldRepeter extends Program {
  void algorithm() {
    final String MESSAGE = "Hello World";
    int n, cpt = 0;

    n = readInt();
    do {
      println(MESSAGE);
      cpt = cpt + 1;
    } while (cpt < n);
    println("Au revoir");
  }
}
```



RépéterTantQue Hello World

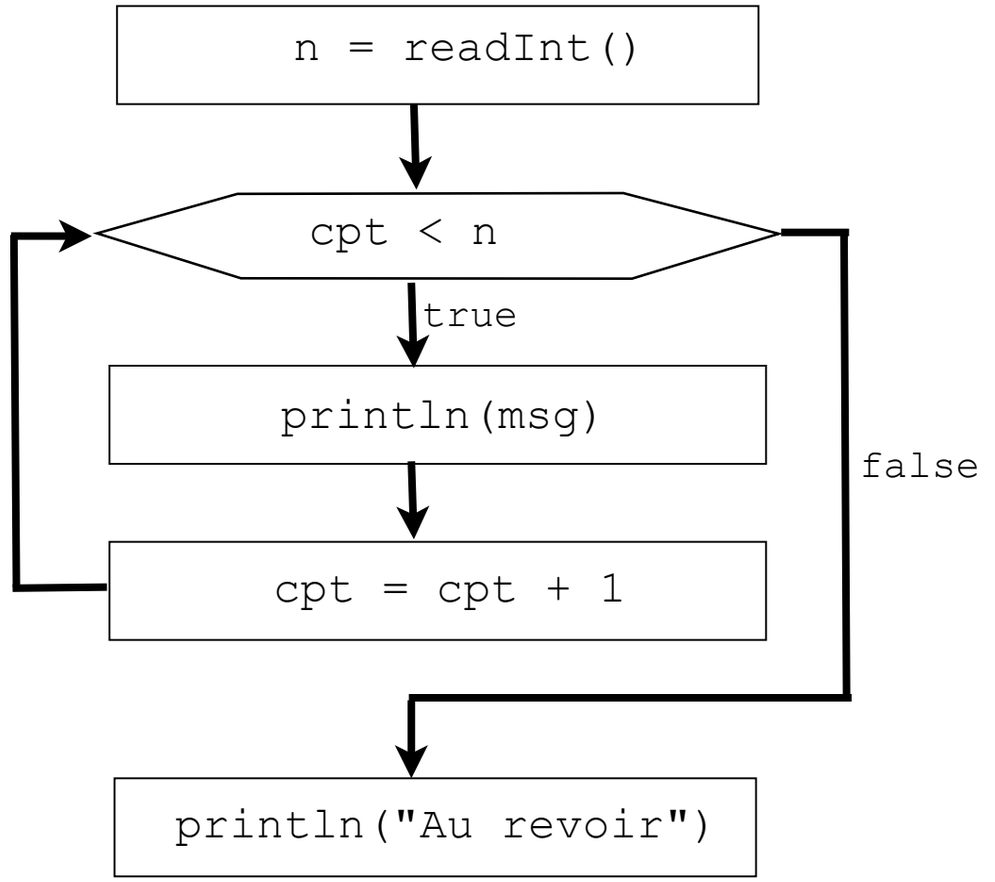
```
class HelloWorldRepeter extends Program {
  void algorithm() {
    final String MESSAGE = "Hello World";
    int n, cpt = 0;

    n = readInt();
    do {
      println(MESSAGE);
      cpt = cpt + 1;
    } while (cpt < n);
    println("Au revoir");
  }
}
```



Attention : toujours au moins un affichage !

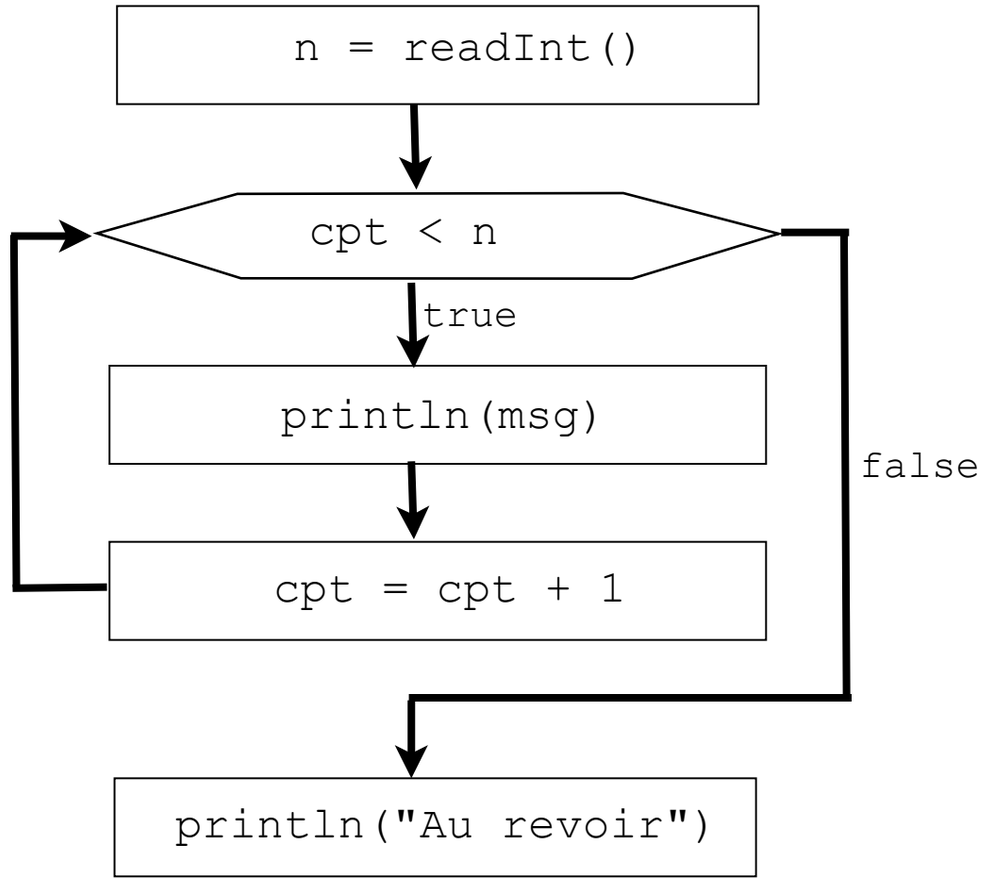
TantQue Hello World

```
class HelloWorldTantQue extends Program {
  void algorithm() {
    final String MESSAGE = "Hello World";
    int n, cpt = 0;

    n = readInt();
    while (cpt < n) {
      println(MESSAGE);
      cpt = cpt + 1;
    }
    println("Au revoir");
  }
}
```



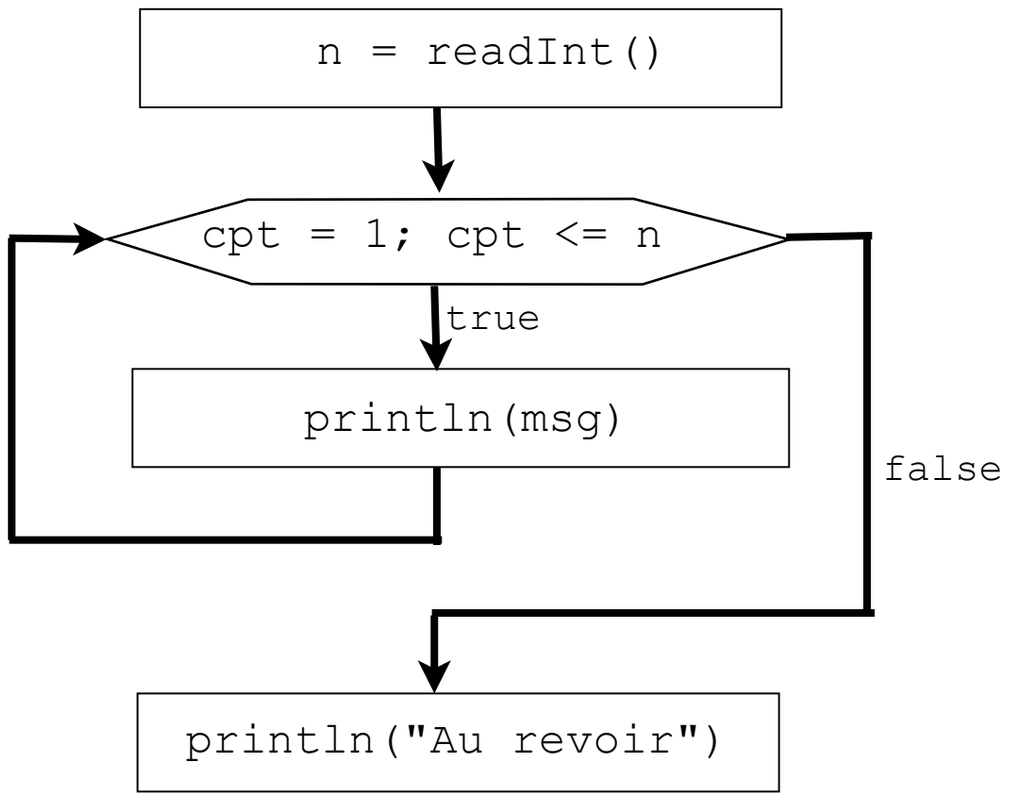
TantQue Hello World

```
class HelloWorldTantQue extends Program {
  void algorithm() {
    final String MESSAGE = "Hello World";
    int n, cpt = 0;

    n = readInt();
    while (cpt < n) {
      println(MESSAGE);
      cpt = cpt + 1;
    }
    println("Au revoir");
  }
}
```



Pour **Hello World**

```
class HelloWorldPour extends Program {
  void algorithm() {
    final String MESSAGE = "Hello World";
    int n;

    n = readInt();
    for (int cpt=1; cpt<=n; cpt=cpt+1) {
      println(MESSAGE);
    }
    println("Au revoir");
  }
}
```



Que se passe-t-il pour n=0 ?

Comment choisir ?

- Nombre d'itérations connus a priori : `Pour`
- Sinon quasiment toujours `TantQue` et plus rarement `RépéterTantQue` dès que l'on souhaite au l'exécution du corps de boucle une fois
- Toujours tester l'entrée et la sortie de boucle !
- **Attention aux boucles infinies avec les boucles à détection d'évènement**

Algorithme du perroquet

- Concevoir un algorithme qui demande une chaîne à l'utilisateur et l'affiche, puis recommence jusqu'à ce que l'utilisateur entre `"STOP"`
- Nécessite une répétition :
  - Quelle séquence d'instructions est répétée ?
  - Quelle est la condition de sortie de boucle ?

Exemple d'exécution

```
Entrez une phrase: Bonjour Hal
Bonjour Hal
Entrez une phrase: Ca va ?
Ca va ?
Entrez une phrase: Tu en es sûr ?
Tu en es sûr ?
Entrez une phrase: STOP
```

```
// Hi Hal
// Hi Dave
// Are you alright Hal ?
// I am completely operational,
and all my circuits are
functioning perfectly.
// I am putting myself to the
fullest possible use, which is
all I think any conscious
entity can ever hope to do.
```

Exemple d'exécution

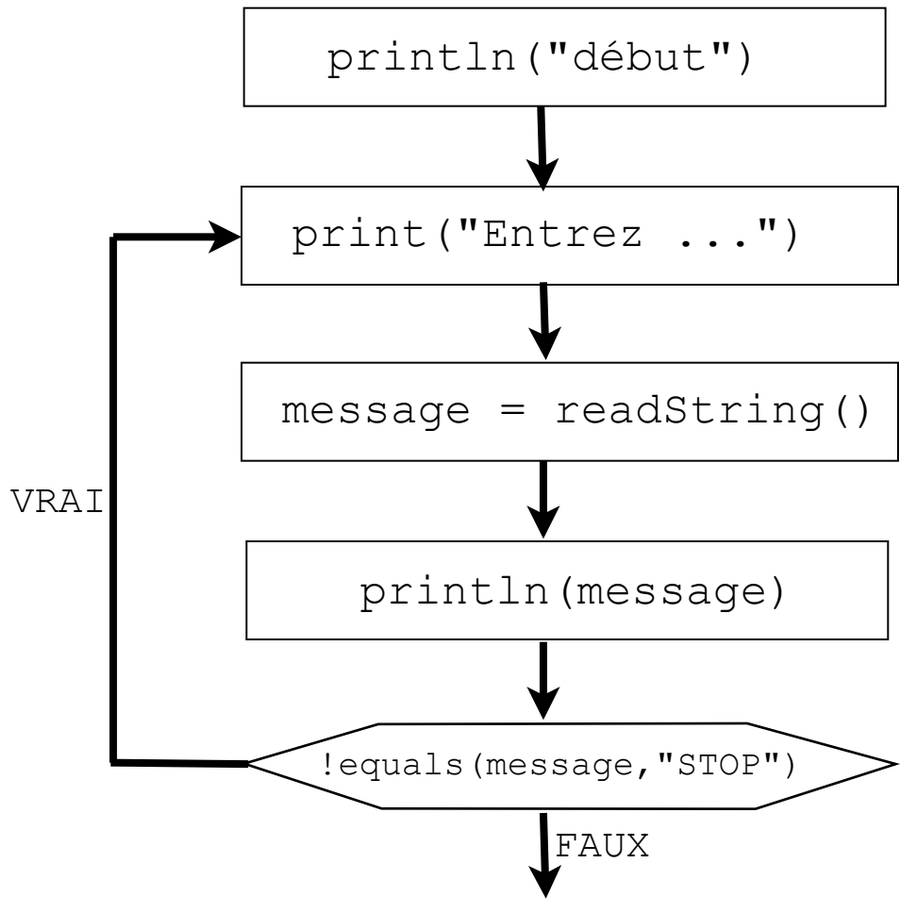
```
Entrez une phrase: Bonjour Hal
Bonjour Hal
Entrez une phrase: Ca va ?
Ca va ?
Entrez une phrase: Tu en es sûr ?
Tu en es sûr ?
Entrez une phrase: STOP
```

```
// Hi Hal
// Hi Dave
// Are you alright Hal ?
// I am completely operational,
and all my circuits are
functioning perfectly.
// I am putting myself to the
fullest possible use, which is
all I think any conscious
entity can ever hope to do.
```

ChatGPT ?
Suivez le conseil d'Hal, mobilisez d'abord votre cerveau !

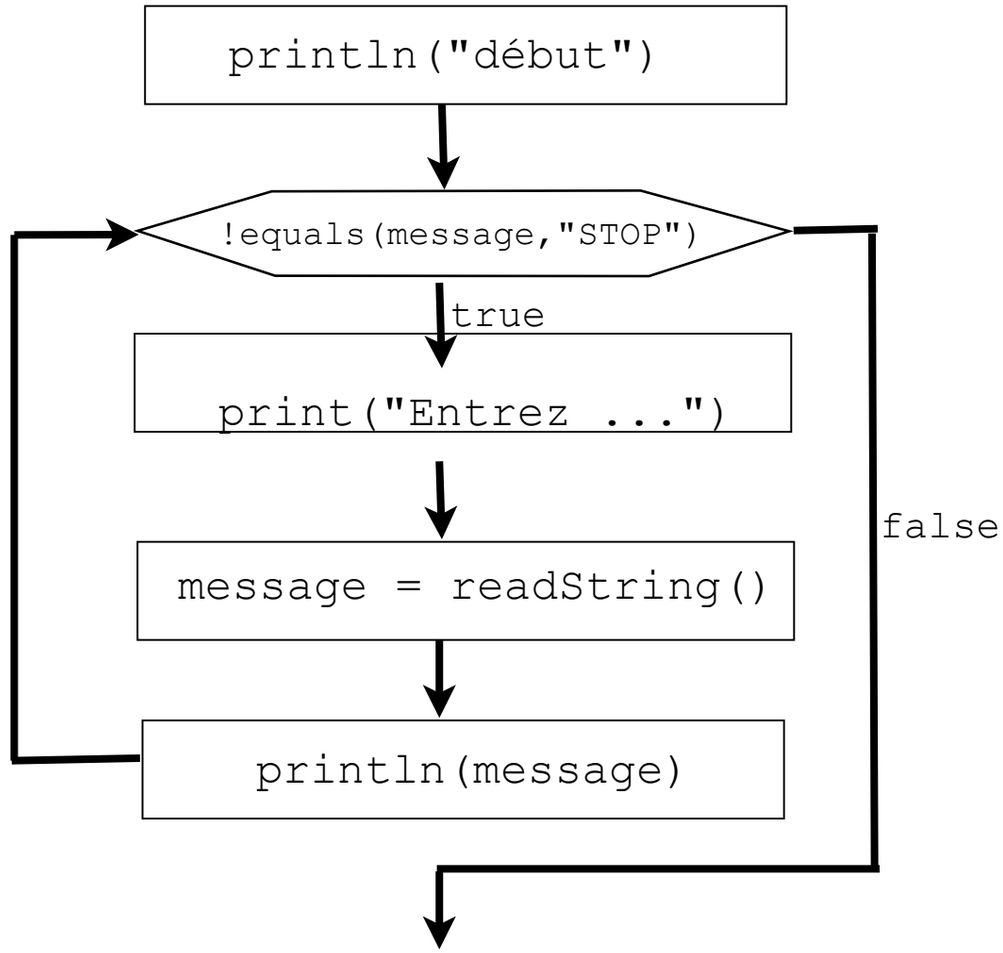
Algorithme Perroquet

```
class Perroquet extends Program {
  void algorithm() {
    String message;

    println("début");
    do {
      println("Entrez une phrase: ");
      message = readString();
      println(message);
    } while (!equals(message,"STOP"));
  }
}
```



Algorithme Perroquet

```
class Perroquet extends Program {
  void algorithm() {
    String message = "";

    println("début");
    while (!equals(message,"STOP")) {
      print("Entrez une phrase: ");
      message = readString();
      println(message)
    }
  }
}
```



Slide ajouté durant un précédent cours …

```
class Perroquet extends Program {
  void algorithm() {
    String message;

    print("Entrez une phrase: ");
    message = readString();

    while (!equals(message,"STOP")) {
      println(message)
      print("Entrez une phrase: ");
      message = readString();
    }
  }
}
```

Redondance de code

```
class Perroquet extends Program {
  void algorithm() {
    String message = "";

    while (!equals(message,"STOP")) {
      println(message);
      print("Entrez une phrase: ");
      message = readString();
    }
  }
}
```

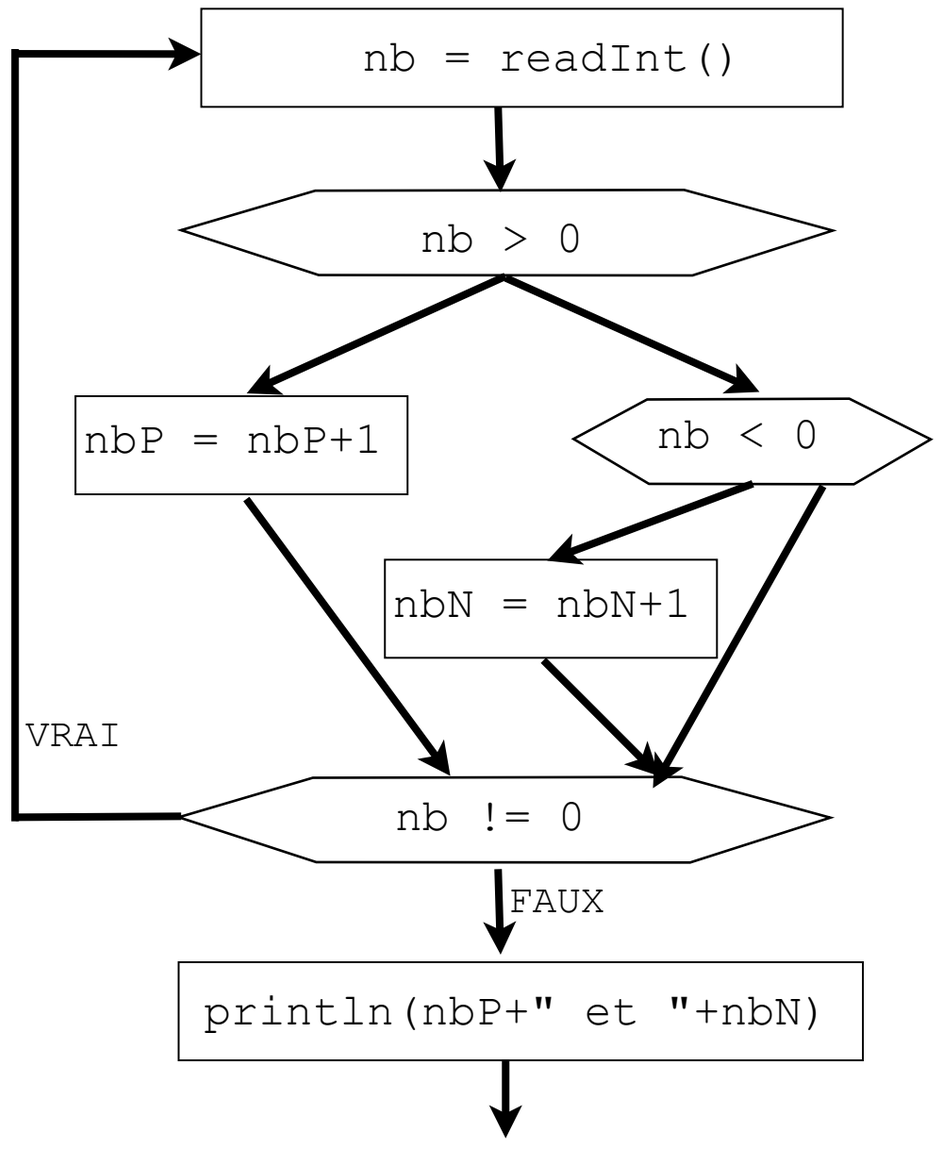
Hack visible par l'usager …

Décompte de nombres

- Décompter le nombre de nombres positifs et négatifs dans une série de nombres
- La saisie des nombres se poursuit tant que l'utilisateur n'entre pas le nombre 0
- Quel type de boucle mobiliser ?

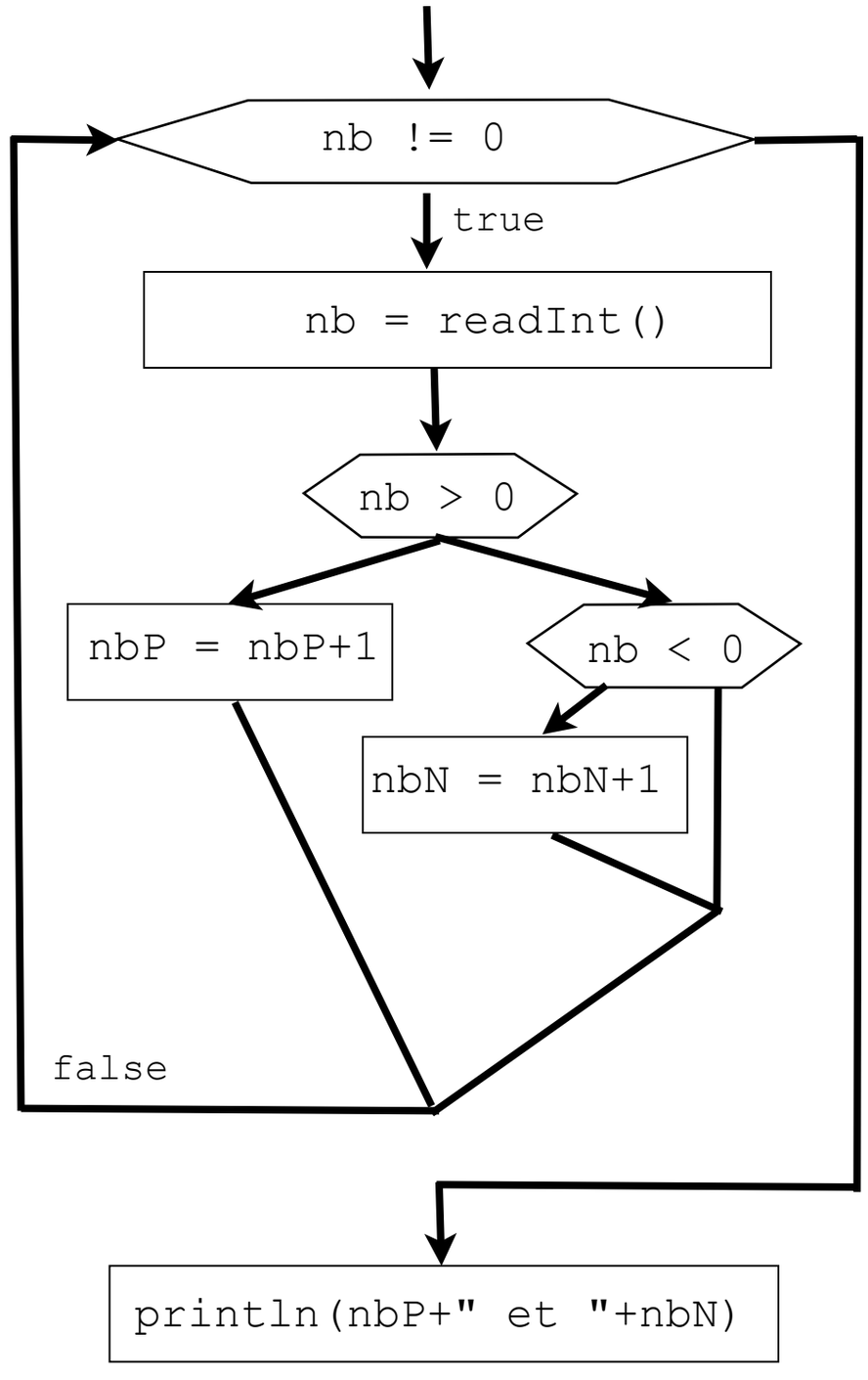
Décompte de nombres

```
class CompterPosNeg extends Program {
  void algorithm() {
    int nbPositif = 0, nbNegatif = 0;
    int nb;

    do {
      nb = readInt();
      if (nb > 0) {
        nbPositif = nbPositif + 1;
      } else if (nb < 0) {
        nbNegatif = nbNegatif + 1;
      }
    } while (nb != 0);
    println(nbPositif + " et " + nbNegatif);
  }
}
```



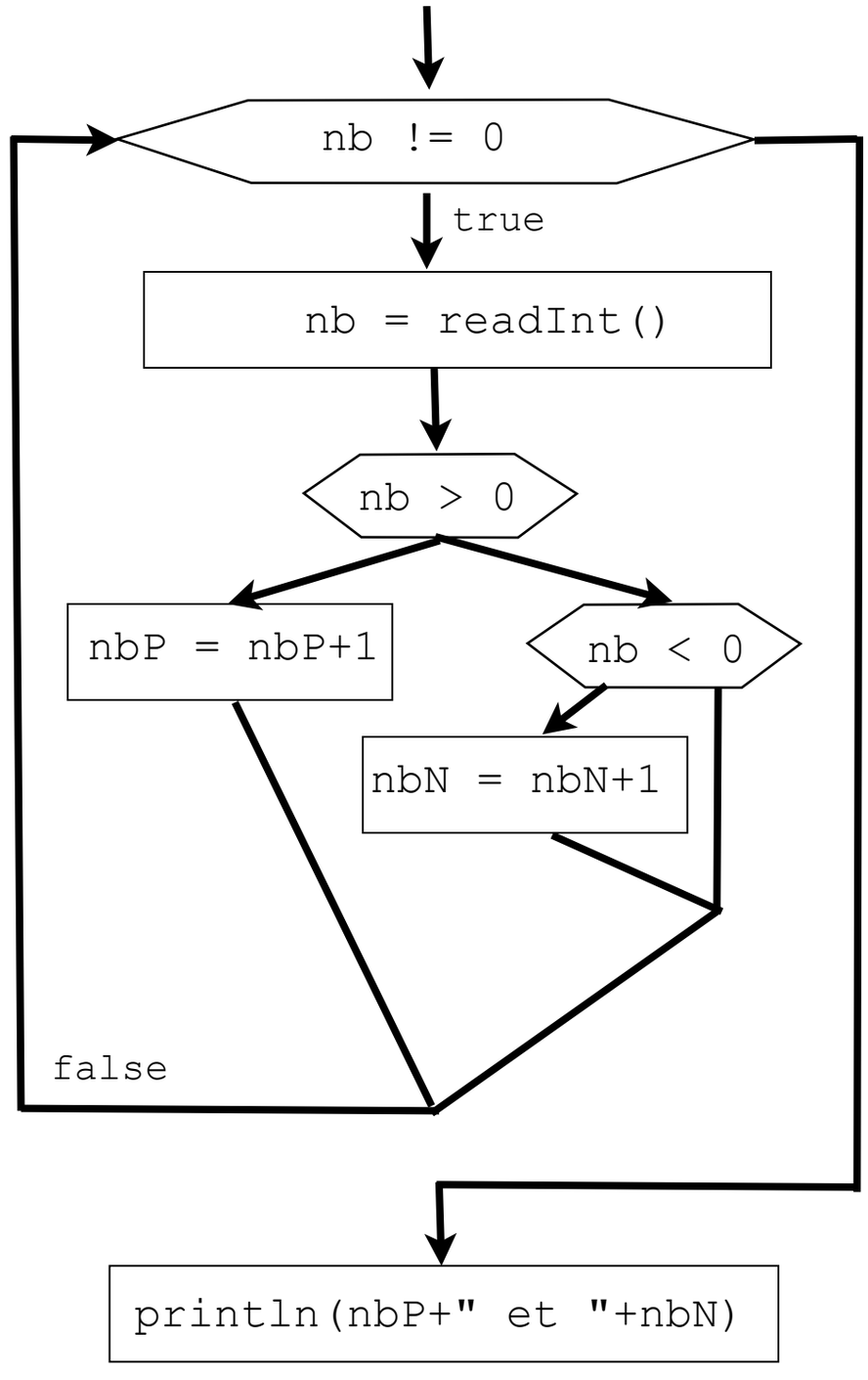
Décompte de nombres

```
class CompterPositifNegatif extends Program {
  void algorithm() {
    int nbPositif = 0, nbNegatif = 0;
    int nb = ?;

    while (nb != 0) {
      nb = readInt();
      if (nb > 0) {
        nbPositif = nbPositif + 1;
      } else if (nb < 0) {
        nbNegatif = nbNegatif + 1;
      }
    }
    println(nbPositif + " et " + nbNegatif);
  }
}
```



Décompte de nombres

```
class CompterPositifNegatif extends Program {
  void algorithm() {
    int nbPositif = 0, nbNegatif = 0;
    int nb = -1; // ou toute valeur != 0

    while (nb != 0) {
      nb = readInt();
      if (nb > 0) {
        nbPositif = nbPositif + 1;
      } else if (nb < 0) {
        nbNegatif = nbNegatif + 1;
      }
    }
    println(nbPositif + " et " + nbNegatif);
  }
}
```



Calcul d'une factorielle

- Concevoir un algorithme calculant la factorielle d'un nombre
- **Définition:** `0!=1` **et** `n!=1x2x...xn`
- **Ex:** `5! = 5*4*3*2*1 = 120`
- **Première version:** `dowhile`
- **Deuxième version:** `for`

Factorielle avec `dowhile`

```
class FactorielleDoWhile extends Program {
    void algorithm() {
        println("n ? ");
        int n = readInt();
        int cumul = 1;
        int cpt = n;
        do {
            cumul = cumul * cpt;
            cpt = cpt - 1;
        } while (cpt != 0);
        println(n+"! = "+cumul);
    }
}
```

Factorielle avec `dowhile`

```
…
int cumul = 1;
int cpt = n;
if (n>1) {
    do {
        cumul = cumul * cpt;
        cpt = cpt - 1;
    } while (cpt != 0);
}
println(n+"! = " + cumul);
…
```

Factorielle avec `while`

```
void algorithm() {
    print("n ? ");
    int n = readInt();
    int cumul = 1;
    int cpt = n;
    while (cpt > 1) {
            cumul = cumul * cpt;
            cpt = cpt - 1;
    }
    println(n + "! = " + cumul);
}
```

Factorielle avec `for`

```
void algorithm() {
     print("n ? ");
     int n = readInt();
     int cumul = 1;
     for (int cpt = 2; cpt <= n; cpt = cpt+1){
          cumul = cumul * cpt;
     }
     println(n + "! = " + cumul);
}
```

Factorielle avec `for`

```
void algorithm() {
     print("n ? ");
     int n = readInt();
     int cumul = 1;
     for (int cpt = 2; cpt <= n; cpt = cpt+1){
          cumul = cumul * cpt;
     }
     println(n + "! = " + cumul);
}
```

Car $0! = 1! = 1$

ce qui correspond à la valeur initiale de l'accumulateur :)

Moyenne de 5 notes

- Concevoir un algorithme calculant la moyenne de 5 notes, sans contrôle de saisie dans un premier temps
- Réaliser deux versions différentes, l'une utilisant un **`RépéterTantQue`** et l'autre un **`Pour`**

Version RépéterTantQue

```
class MoyenneWhile extends Program {
  void algorithm() {
    final int NB_NOTES = 5;
    int noteSaisies = 0, note;
    int somme = 0, moyenne;
    do {
      note         = readInt();
      somme        = somme + note;
      noteSaisies = noteSaisies + 1;
    } while (noteSaisies < NB_NOTES);
    moyenne = somme / NB_NOTES;
    println("Moyenne = " + moyenne);
  }
```

Version RépéterTantQue

```
class MoyenneWhile extends Program {
  void algorithm() {
    final int NB_NOTES = 5;
    int noteSaisies = 0, note;
    int somme = 0, moyenne;
    do {
      note     = readInt();
      somme    = somme + note;
      noteSaisies = noteSaisies + 1;
    } while (noteSaisies < NB_NOTES);
    moyenne = somme / NB_NOTES;
    println("Moyenne = " + moyenne);
  }
```

Que se passe-t-il si une note invalide est saisie ?

Moyenne de 5 notes

- Concevoir un algorithme calculant la moyenne de 5 notes, **AVEC** contrôle de saisie dans un premier temps
- Réaliser deux versions différentes, l'une utilisant un `RépéterTantQue` et l'autre un `Pour`

Version RépéterTantQue

```
class MoyenneWhileControle extends Program {
  void algorithm() {
    final int NB_NOTES = 5;
    int noteSaisies = 0, note;
    int somme = 0, moyenne;
    do {
      note = readInt();
      if (note>=0 && note <=20) {
        somme = somme + note;
        noteSaisies = noteSaisies + 1;
      }
    } while (nbNotes < NB_NOTES);
    moyenne = somme / NB_NOTES;
    println("Moyenne = " + moyenne);
  }
```

Moyenne de 5 notes

- Concevoir un algorithme calculant la moyenne de 5 notes, AVEC contrôle de saisie dans un premier temps
- Réaliser deux versions différentes, l'une utilisant un `RépéterTantQue` et l'autre un **`Pour`**

Version Pour

```
class MoyennePour extends Program {
  void algorithm() {
    final int NB_NOTES = 5;
    int noteSaisies = 0, note;
    int somme = 0, moyenne;

    for (int noteSaisies = 0; noteSaisies <  NB_NOTES;
         noteSaisies = noteSaisies+1){
      note = readInt();
      if (note >= 0 && note <= 20) {
        somme = somme + note;
      }
    }
    moyenne = somme / NB_NOTES;
    println("Moyenne = " + moyenne);
```

Que se passe-t-il si une note invalide est saisie ?

Version Pour

```
class MoyennePour extends Program {
  void algorithm(){
    final int NB_NOTES = 5;
    int note, somme = 0, moyenne;

    for (int noteSaisies = 0; noteSaisies < NB_NOTES;
         noteSaisies = noteSaisies + 1){
      do {
        note = readInt();
      } while (note<0 || note>20);
      somme = somme + note;
    }
    moyenne = somme / NB_NOTES;
    println("Moyenne = " + moyenne);
  }
}
```

Approche classique pour du contrôle de saisie

Notes éliminatoires

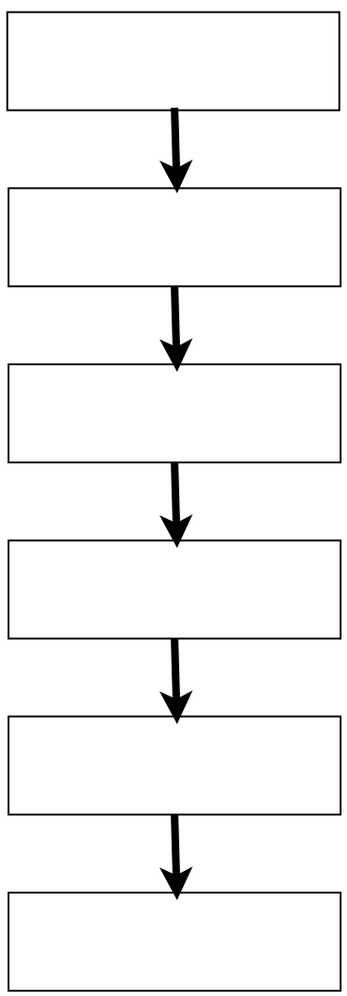
- Saisir 5 notes au maximum sauf si une note éliminatoire est rencontrée
- Une note est éliminatoire si elle est inférieure à 5
- Deux évènements : 5 notes / note éliminatoire
- Utilisation de variables booléennes (aussi appelées drapeaux)

Analyse

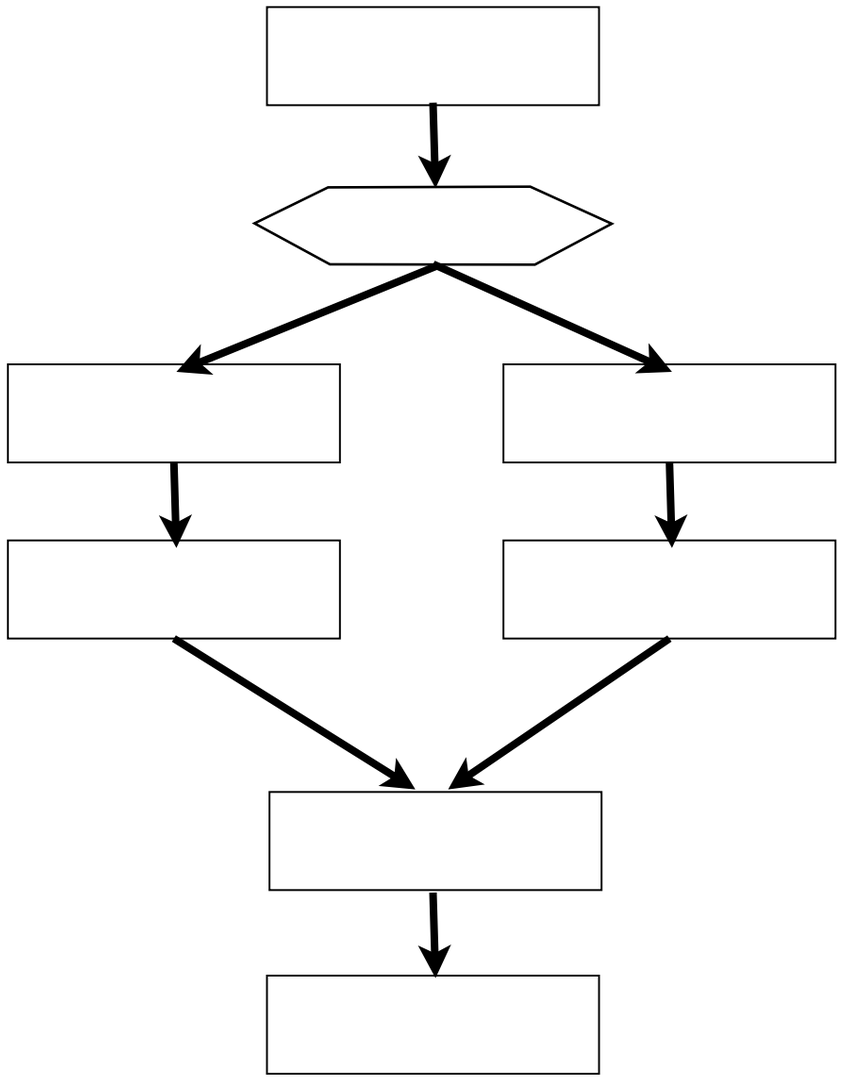
- Quelle type de boucle utiliser ?
- Quand doit-on sortir de la répétition ?
- Que faire si une note éliminatoire est saisie ?
- Comment limiter les traitements à ce qui est juste nécessaire ?

```
class CalculMoyenne extends Program {
  void algorithm() {
    int nbNotes = 0, somme = 0, note;
    boolean fini = false, noteEliminatoire = false;
    while (!fini ?? !noteEliminatoire) {
      note = readInt();
      if (note >= 0 && note < 5) {
        noteEliminatoire = true;
      } else if (note >= 5 && note <= 20) {
        somme = somme + note;
        nbNotes = nbNotes + 1;
        if (nbNotes == 5) {
          fini = true;
        }
      }
    }
    if (noteEliminatoire) {
      println("Pas de moyenne : note éliminatoire !");
    } else {
      println("Moyenne = " + (somme / nbNotes));
    }
  }
}
```

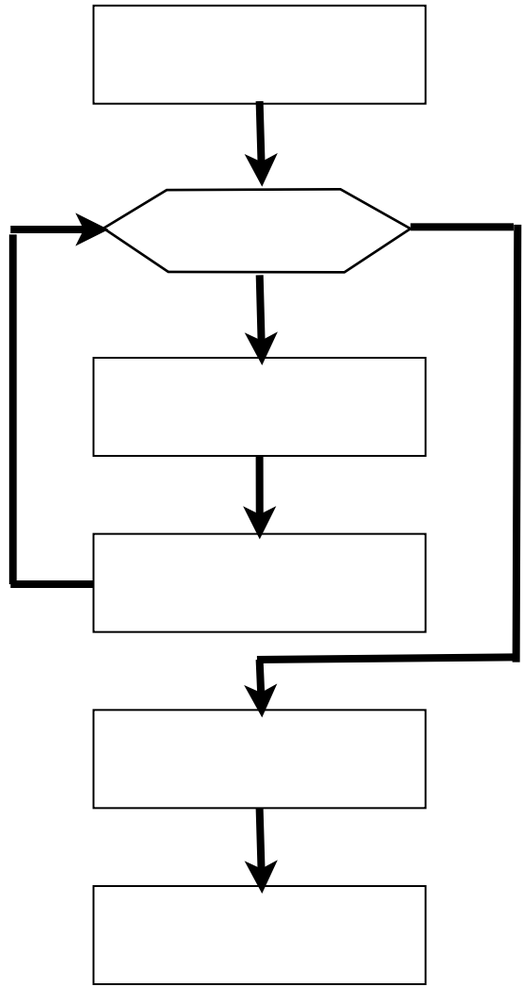
Structures de contrôle



Séquence



Alternative



Répétition

Deux familles de répétition

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

```
while (<condition>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

Nb de tours inconnus a priori (détection d'évènement)

```
for (<init cpt> ; <condition> ; <màj cpt>) {
   <bloc d'instructions>
}
```

Nb de tours connus a priori (boucle à compteur)