Les bases de l'Informatique
La programmation

Thierry Vaira

BTS SN

v1.0 - 12 septembre 2016

L'algorithmie

- L'algorithmie (ou algorithmique), c'est la science qui étudie les algorithmes.
- Un **algorithme** énonce une **résolution d'un problème** sous la forme d'une série d'opérations à effectuer.
- Un algorithme est une suite finie d'instructions élémentaires écrites dans un **langage universel** exécutées de manière séquentielle.
- La mise en œuvre de l'algorithme consiste en l'écriture de ces opérations dans un langage de programmation et constitue alors la brique de base d'un programme informatique.
- Les informaticiens utilisent fréquemment l'anglicisme **implémentation** pour désigner cette mise en œuvre. L'écriture en langage informatique est aussi fréquemment désignée par le terme **« codage »**, qui n'a ici aucun rapport avec la cryptographie, mais qui se réfère au terme **« code source »** pour désigner le texte, en langage de programmation, constituant le programme.

L'algorithme

- Un algorithme doit être suffisamment général pour permettre de traiter une classe de problèmes.
- Pour un problème donné, il peut y avoir plusieurs algorithmes ou aucun.
- Pour définir un algorithme, on a besoin d'un langage abstrait, non ambigu et indépendant du langage de programmation
- Exemple du tri d'un jeu de données : il existe de nombreux algorithmes de tri (tri par insertion, tri à bulles, ...) et chacun a ses avantages et inconvénients en fonction du jeu de données.

Méthodologie

➟ Pour résoudre un problème, il faut suivre les quatre étapes suivantes :

- Analyse du problème :
  - comprendre la nature du problème posé
  - préciser les données en "entrées"
  - préciser les résultats que l'on désire obtenir en "sorties"
- Conception d'une solution :
  - déterminer le processus de transformation des données en résultats
  - écrire l'algorithme
- Implémentation de la solution :
  - programmation (« codage ») de l'algorithme dans un langage de programmation.
- Phase de test de la solution :
  - l'objectif d'un test est de détecter une anomalie.
  - sélectionner un jeu de données en "entrées"
  - définir le résultat attendu en "sorties"
  - vérifier le résultat obtenu avec le résultat attendu

La Salle Avignon

Les variables dans les algorithmes

- Pour créer une variable, il faut la **déclarer** en lui donnant **un nom** (éloquent et précis) et **un type** :

```
// Déclaration d'une variable de type entier
Variable indice : Entier

// Déclaration d'une variable de type caractère
Variable lettre : Caractère

// Déclaration d'une constante de type réel
Constante PI : Réel = 3,14

// On affecte une valeur à une variable
indice <- 0
```

Les variables dans les langages de programmation

- Dans les langages compilés, les variables doivent être déclarées en précisant leur type. Il est conseillé de toujours les initialiser :

```
// En C/C++ :

// une variable entière
int i = 0;
// une variable réelle
float j = 2.5;
```

- Dans les langages interprétés, seules les valeurs ont un type ce qui n'oblige pas toujours à déclarer les variables :

```
// En PHP :

// une valeur entière
$i = 0;
// une valeur réelle
$i = 2.5;
```

La Salle Avignon

Algorithme vs Programme

Un algorithme

```
Variable x,y,z : Entier

Début
   Ecrire "Saisir deux valeurs
        entières : "
   Lire x
   Lire y
   z <- x + y
   Ecrire "Résultat : "
   Ecrire z
Fin
```

Son implémentation en C++

```
int main()
{
   int x, y, z;

   cout << "Saisir deux valeurs
        entières : ";
   cin >> x;
   cin >> y;
   z = x + y;
   cout << "Résultat : ";
   cout << z;

   return 0;
}
```

Les structures fondamentales

➟ Un programme comporte deux types d'instructions :

- Les **instructions de base**
  - Elle permettent de manipuler les variables : affectation, lecture, écriture
  - Elle permettent de faire des opérations : addition, ...
- Les **instructions de structuration**
  - Elles servent à préciser comment doivent s'enchaîner chronologiquement les instructions de bases
  - Elles sont de deux types : structure conditionnelles et structures itératives (les boucles).

Les structures conditionnelles

```
Si <condition> Alors
   instruction(s)
[Sinon instruction(s)]
FinSi
```

```
Si (a>0) Alors
   Ecrire "a est positive"
Sinon
   Ecrire "a est négative"
FinSi
```

- La condition est une expression logique (un booléen : VRAI/FAUX)
- On peut combiner plusieurs tests avec des ET (&&), OU (||) ou utiliser la NEGATION (!)
- La partie « Sinon » est facultative
- On peut imbriquer plusieurs structures conditionnelles

La Salle Avignon

Les choix multiples

➟ Lorsque que l'on souhaite conditionner l'exécution de plusieurs ensembles d'instructions par la valeur que prend une variable, plutôt que d'utiliser des structures conditionnelles imbriquées, on peut utiliser un `Selon` (un `switch` en C/C++) :

```
Selon <identificateur>
   valeur_1 : instructions
   valeur_2 : instructions
   ...
   valeur_n : instructions
   [autres : instructions]
FinSelon
```

```
Selon op
   "s" : Ecrire "Opération somme"
   "p" : Ecrire "Opération produit"
   autres : Ecrire "Erreur : l'
        opération est inconnue !"
FinSelon
```

Les structures répétitives

➠ Les structures répétitives permettent d'**itérer une instruction ou une suite d'instructions**. En programmation, on parle de **« boucle »**.

- Les instructions sont répétées `0` **à *n* fois** (*n* est un nombre de fois indéterminé qui dépend uniquement de la condition de sortie de la boucle)

  `TantQue` **condition** `Faire` **instruction(s)** `FinTantQue`

- Les instructions sont répétées `1` **à *n* fois** (*n* est un nombre de fois indéterminé qui dépend uniquement de la condition de sortie de la boucle)

  `Répéter` **instruction(s)** `TantQue` **condition**

- Les instructions sont répétées ***n* fois** (*n* est un nombre de fois déterminé)

  `Pour` **variable** `de` **...** `à` **...** `Faire` **instruction(s)** `FinPour`

➠ Le premier programme jamais exécuté sur un ordinateur à programme stocké en mémoire (l'EDSAC) est un exemple d'itération. Il a été écrit et exécuté par David Wheeler au laboratoire informatique de Cambridge le 6 mai 1949 pour calculer et afficher une simple liste de carrés. Le code devait ressembler à ceci :

La boucle TantQue

```
Variable n,a,c : Entier
Début
   n <- 0
   TantQue (n <> 50) Faire
      Lire a
      c <- a x a
      Ecrire c
      n <- n + 1
   FinTantQue
   Ecrire "Fin du programme"
Fin
```

Son implémentation en C++

```
int main()
{
   int n, a, c;
   n = 0;
   while (n != 50)
   {
      cin >> a;
      c = a * a;
      cout << c << endl;
      n = n + 1;
   }
   cout << "Fin du programme";
   return 0;
}
```

➟ Le même programme :

La boucle Pour

```
Variable n,a,c : Entier

Début
   Pour n de 0 à 49 Faire
      Lire a
      c <- a x a
      Ecrire c
   FinPour
   Ecrire "Fin du programme"
Fin
```

Son implémentation en C++

```
int main()
{
   int n, a, c;

   for(n=0;n!=50;n++)
   {
      cin >> a;
      c = a * a;
      cout << c << endl;
   }
   cout << "Fin du programme";
   return 0;
}
```

L'approche fonctionnelle

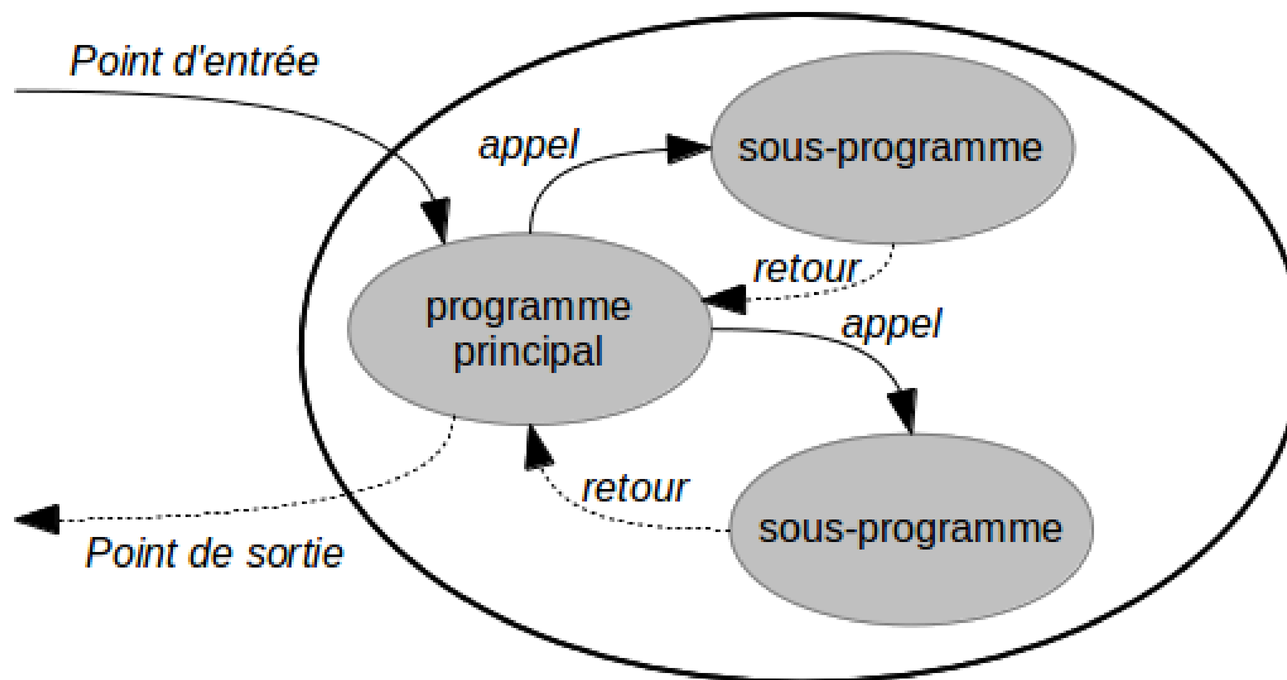
- Décomposer un problème en sous problèmes :
  - Ceci conduit souvent à diminuer la complexité d'un problème et permet de le résoudre plus facilement.
- Éviter de répéter plusieurs fois les mêmes lignes de code :
  - Ceci facilite la résolution de bogues mais aussi le processus de maintenance.
- Généraliser certaines parties de programmes :
  - La décomposition en module permet de constituer des sous-programmes réutilisables dans d'autres contextes.

La Salle
Avignon

Structure d'un programme

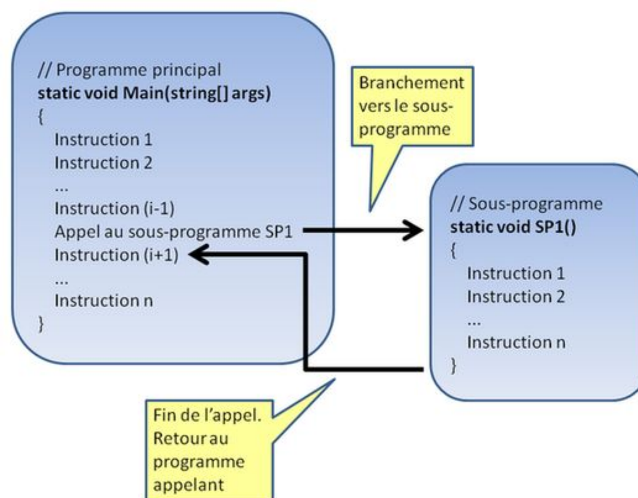
➟ Dans le cas d'une approche fonctionnelle, un programme n'est plus une simple séquence d'instructions mais est constitué :

- D'un ensemble de **sous-programmes** et
- D'un et un **seul programme principal** : unique et obligatoire.



Déroulement d'un programme

- L'exécution du programme commence par l'exécution du programme principal
- L'appel à un sous programme permet de déclencher son exécution, en interrompant le déroulement séquentiel des instructions du programme principal
- Le déroulement des instructions du programme reprend, dès que le sous programme est terminé, à l'instruction qui suit l'appel



Les sous-programmes

➟ On distingue deux types de sous-programmes :

- Les **fonctions**
  - Sous-programme qui retourne **une et une seule valeur** : permet de ne récupérer qu'un résultat.
  - Par convention, ce type de sous-programme ne devrait pas interagir avec l'environnement (écran, utilisateur).
- Les **procédures**
  - Sous-programme qui permet de récupérer de **0 à *n* résultats**
  - Par convention, ce type de sous-programme peut interagir avec l'environnement (écran, utilisateur).
- Cette distinction ne se retrouve pas dans tous les langages de programmation !
  - Par exemple, le C/C++ n'admet que le concept des fonctions qui serviront à la fois pour les fonctions et les procédures.

Définir une fonction

Algorithme :

```
Fonction poserQuestion(q : Chaîne de
     caractères) : Caractère
Donnée(s) : q la question
Résultat : Lit la réponse et retourne
     'V' pour vrai, sinon 'F' pour faux
Variable locale r : Caractère

Début
    Ecrire q
    Répéter
        Ecrire "(V)rai ou (F)aux ?"
        Lire r
    TantQue (r<>'V' ET r<>'F')
    Retourner r
Fin
```

En C++ :

```cpp
char poserQuestion(string q)
{
    char r;

    cout << q;
    do
    {
        cout << "(V)rai ou (F)aux ? ";
        cin >> r;
    }
    while (r!='V' && r!='F');
    return r;
}
```

Appeler une fonction

Algorithme :

```
...
score <- 0
question <- "1. ADN signifie Anti-
     Démangeaison-Nasale ?"
reponse <- poserQuestion(question)
Si reponse = 'F'
    Alors score <- score - 1
    Sinon score <- score + 1
FinSi

question <- "2. La programmation c'est
      facile ?"
...
```

En C++ :

```
...
score = 0;
question = "1. ADN signifie Anti-
     Démangeaison-Nasale ?";
reponse = poserQuestion(question);
if (reponse == 'F')
{
   score = score - 1;
}
else
{
   score = score + 1;
}

question = "2. La programmation c'est
     facile ?";
...
```

Bibliothèque logicielle

- Une **bibliothèque logicielle** est un **ensemble de fonctions** utilitaires, regroupées et mises à disposition afin de pouvoir être utilisées sans avoir à les réécrire.
- Les bibliothèques logicielles ne sont pas complètement des « exécutables » car elles ne possèdent pas de programme principal et par conséquent ne peuvent pas être exécutées directement.
- Les bibliothèques logicielles sont :
  - une interface de programmation (API, *Application Programming Interface*) ;
  - les composants d'un kit de développement logiciel (SDK, *Software Developement Kit*) ;
  - parfois regroupées en un *framework*, de façon à constituer un ensemble cohérent et complémentaire de bibliothèques.
- Exemples :
  - Fichier `.DLL` (*Dynamic Link Library*) ou Bibliothèque de liens dynamiques (Windows).
  - Fichier `.so` (*Shared Object*) ou Bibliothèque dynamique (Linux).

La Salle Avignon

L'approche orientée objet

- Décomposer un problème en objets et les faire interagir entre eux :
  - Un **objet** est caractérisé par le rassemblement, au sein d'une même **unité d'exécution**, d'un ensemble de **propriétés** (constituant son **état**) et d'un **comportement**
  - La notion de **propriété** est matérialisée par un **attribut** qui est une variable locale à l'objet
  - La notion de **comportement** est matérialisée par un ensemble de **méthodes** qui sont ses sous-programmes
  - La **classe** est le modèle (le « moule ») pour créer des objets logiciels.
- On distinguera les langages capables de faire la programmation orientée objet (POO) :
  - C : approche fonctionnelle seulement
  - C++, Java, PHP5, ... : langages orienté objet

Exemple d'objet : une lampe

- Une lampe est **caractérisée par** :
  - Sa **puissance** (une **propriété** ➟ un **attribut**)
  - Le **fait qu'elle soit allumée ou éteinte** (un **état**)
- Au niveau **comportement**, les **actions possibles** sur une lampe sont :
  - L'**allumer** (une **méthode**)
  - L'**éteindre** (une autre **méthode**)

Coder une classe

En Java :

```java
public class Lampe
{
    private int puissance;
    private boolean estAllumee;

    public void allumer()
    {
        this.estAllumee = true;
    }
    public void eteindre()
    {
        this.estAllumee = false;
    }
}
```

En C++ :

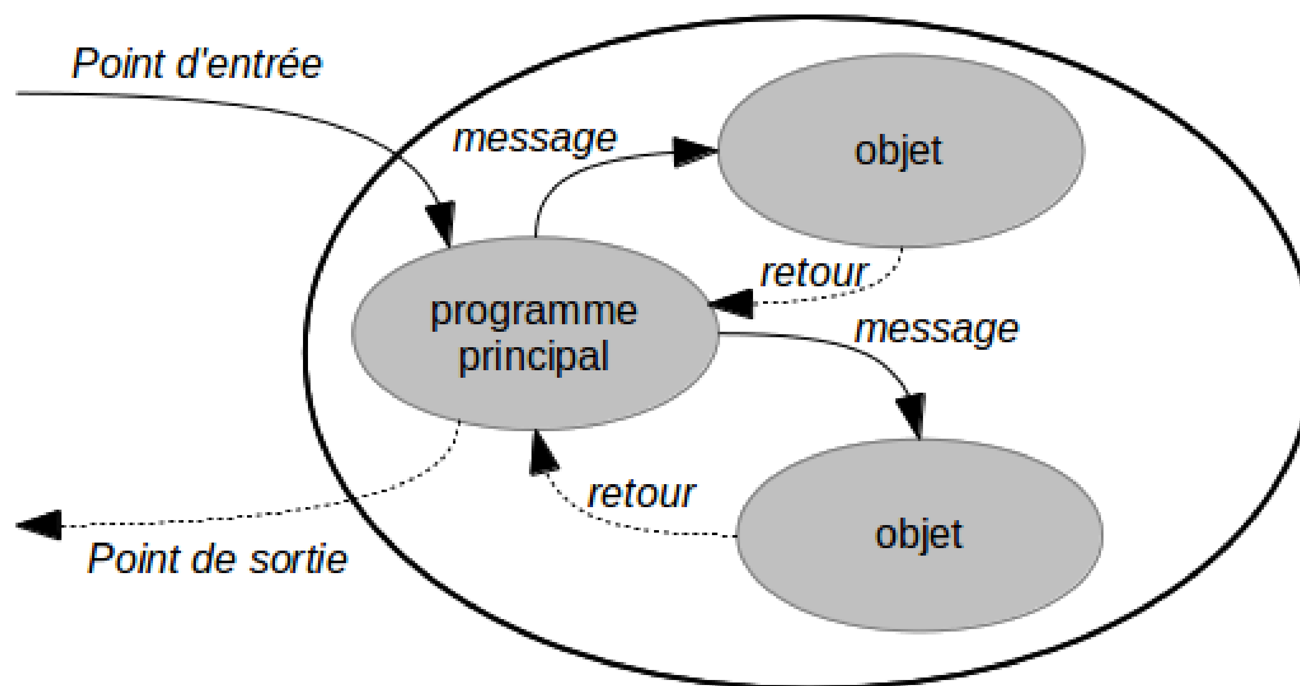
```cpp
class Lampe
{
    private:
        int puissance;
        bool estAllumee;

    public:
        void allumer()
        {
            this->estAllumee = true;
        }
        void eteindre()
        {
            this->estAllumee = false;
        }
};
```

Structure d'un programme orienté objet

➟ Dans le cas d'une approche orientée objet, un programme n'est plus une simple séquence d'instructions mais est constitué :

- D'un ensemble d'**objets** s'échangeant des **messages** (i.e. appel d'une méthode) et
- D'un et un **seul programme principal** : unique et obligatoire.



Rob Pike (ancien chercheur des Laboratoires Bell et maintenant ingénieur chez Google) :

> *« Règle n°4 : Les algorithmes élégants comportent plus d'erreurs que ceux qui sont plus simples, et ils sont plus difficiles à appliquer. Utilisez des algorithmes simples ainsi que des structures de données simples. »*

➠ Cette règle n°4 est une des instances de la philosophie de conception KISS (*Keep it Simple, Stupid* dans le sens de « Ne complique pas les choses »).

> *« Règle n°5 : Les données prévalent sur le code. Si vous avez conçu la structure des données appropriée et bien organisé le tout, les algorithmes viendront d'eux-mêmes. La structure des données est le coeur de la programmation, et non pas les algorithmes. »*

➠ Cette règle n°5 est souvent résumée par « Écrivez du code stupide qui utilise des données futées ! ».