COURS ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION INFORMATIQUE

DUT INFORMATIQUE
S1
Marie-Agnès peraldi-frati
Mâitre de conférences en informatique
UNS/IUT de Nice côte d'azur

MAP@UNICE.FR

1

RÉFÉRENCES

- Algorithmes D.E Knuth CSLI Publications 2011
- Introductipon a la science informatique G. Dowek Ed RPA 2010
- Eléments pour une histoire de l'informatique, D.E Knuth CSLI Publications 2011
- Cours et exercices corrigés d'algorithmique- J. Julliand Ed Vuibert Fev 2010
- Algorthmique méthodes et modèles , P Lignelet Ed Masson 1988
- Cours algorithme Cécile Balkanski, Nelly Bensimon, Gérard Ligozat IUT Orsay

OBJECTIF DU COURS API

- **Notions de base** en algorithmique
- Types de données et lien avec la machine
- Notion de sous-programmes et lien avec la compilation
- Qualité
  - nommage des variables, assertions, documentation …,
  - pré et post conditions
- **Structures algorithmiques** fondamentales: .
- Implantation des algorithmes dans un langage de programmation.
- **Introduction au test unitaire**, boîte noire,
- **Algorithmes fondamentaux** de recherche recherche d'un élément, parcours, tri, …
- Avoir une première notion des **performances des algorithmes** utilisés

NOTION DE BASE EN ALGORITHMIQUE

4

CONCEPTS IMPORTANTS EN INFORMATIQUE

- **Algorithme :** mot dérivé du nom du mathématicien al_Khwarizmi qui a vécu au 9ème siécle, était membre d'un académie des sciences à Bagdad .
- Un algorithme prend des **données en entrée**, **exprime un traitement** particulier et fournit des **données en sortie**.
- **Programme :** série d'instructions pouvant s'exécuter en séquence, ou en parallèle (parallélisme matériel) qui réalise (implémente) un algorithme

POURQUOI UN COURS D' "ALGO" ?

- **Pour obtenir** de la «machine» qu'elle effectue un travail à notre place
- **Problème**: expliquer à la «machine» comment elle doit s'y prendre
- **Besoins** :
  - savoir ***expliciter*** son raisonnement
  - savoir ***formaliser*** son raisonnement
  - concevoir (et écrire) des ***algorithmes***:
    - séquence d'instructions qui décrit comment résoudre un problème particulier

ALGORITHME

- Savoir expliquer comment faire un travail sans la moindre ambiguïté
- langage simple : des instructions (pas élémentaires)
- suite finie d'actions à entreprendre en respectant une chronologie imposée
- L'écriture algorithmique : un travail de programmation à visée universelle
  - un algorithme ne dépend pas du ***langage*** dans lequel il est implanté,
  - ni de la ***machine*** qui exécutera le programme correspondant.

EXEMPLE D'ALGORITHMES

- **Recette de cuisine**
- **Notice de montage** de meuble en kit

- Mathématiques : **problème 3n+1**: élémentaire mais redoutable
- si *n* est pair, on le divise par 2 ;
- si *n* est impair, on le multiplie par 3 et on ajoute 1.
- Est-il vrai que l'on finira tôt ou tard par tomber sur 1 ?

LES PROBLÈMES FONDAMENTAUX EN ALGORITHMIQUE

- **Complexité**
  - En combien de temps un algorithme va -t-il atteindre le résultat escompté?
  - De quel espace a-t-il besoin?
- **Calculabilité**:
  - Existe-t-il des tâches pour lesquelles il n'existe aucun algorithme ?
  - Etant donnée une tâche, peut-on dire s'il existe un algorithme qui la résolve ?
- **Correction**
  - Peut-on être sûr qu'un algorithme réponde au problème pour lequel il a été conçu ?

EXEMPLE DE LANGAGE ALGORITHMIQUE

```
Algorithme ElèveAuCarré
{Cet algorithme calcule le carré du nombre que lui fournit l'utilisateur}

variables unNombre, sonCarré: entiers          {déclarations: réservation
                                                d'espace-mémoire}
début
                                               {préparation du traitement}
   afficher("Quel nombre voulez-vous élever au carré?")
   saisir(unNombre)
                                               {traitement : calcul du carré}
   sonCarré ← unNombre × unNombre
                                               {présentation du résultat}
   afficher("Le carré de ", unNombre)
   afficher("c'est ", sonCarré)
fin
```

ETAPES D'UN ALGORITHME

- **Préparation du traitement**
  - données nécessaires à la résolution du problème
- **Traitement**
  - résolution pas à pas,
  - après décomposition en sous-problèmes si nécessaire
- **Edition des résultats**
  - impression à l'écran,
  - dans un fichier, etc.

LANGAGE ALGORITHMIQUE

Algorithme NomAlgorithme
{ ceci est un commentaire}
Début
... Actions
Fin

Algorithme *Bonjour*
{il dit juste bonjour mais … en anglais !
Début
  afficher('Hello world !!!')
  ALaLigne
Fin

- Il faut avoir une **écriture rigoureuse**
- Il faut avoir une écriture soignée : respecter **l'indentation**
- Il est nécessaire de **commenter** les algorithmes
- **Il existe plusieurs solutions algorithmiques à un problème posé**
- Il faut rechercher **l'efficacité** de ce que l'on écrit

DÉCLARATION DES DONNÉES

- **Variable** <*nom de donnée*>**: type**
- Instruction permettant de réserver de l'espace mémoire pour stocker des données
- Dépendant du type des données : entiers, réels, caractères, etc.)
- Exemples :
  - **Variables** val, unNombre: **entiers**
    nom, prénom : **chaînes de caractères**

DÉCLARATION DES DONNÉES

- **Constante** <*nom de donnée*>**: type** ← **valeur ou expression**
- Instruction permettant de réserver de l'espace mémoire pour stocker une constante dont la valeur ne varie pas.
- Exemples :
  - **Constante** MAX : entier ← 10
    DEUXFOISMAX : entier ← MAX x 2

LECTURE ÉCRITURE DE DONNÉES

- **Saisir**<nom de donnée, …>
- **Afficher**<nom de donnée, …>

- **Fonction :** Instructions permettant
  - de placer en mémoire les informations fournies par l'utilisateur.
  - De visualiser des données placées en mémoire

- **Exemples:**

  Saisir(unNombre)

  Afficher (« le nom est « , nom, »et le prénom est » , prénom)

  Saisir(val)

PHASE D'ANALYSE

- Consiste à extraire de l'énoncé du problème des éléments de modélisation
- Technique : Distinguer en soulignant de différentes couleurs quelles sont
  - Quel est le but du programme (traitement à réaliser)
  - Données en entrée du problème :
  - Où vont se situer les résultats en sortie

EXEMPLE D'ÉNONCÉ D'UN PROBLÈME

- On souhaite calculer et afficher , à partir d'un prix hors taxe saisi, la TVA ainsi que le prix TTC
- Le montant TTC dépend de :
  - Du prix HT
  - Du taux de TVA de 20,6

EXEMPLE D'ÉNONCÉ D'UN PROBLÈME

- On souhaite calculer et afficher , à partir d'un prix hors taxe saisi, la TVA ainsi que le prix TTC
- Le montant TTC dépend de :
  - Du prix HT
  - Du taux de TVA de 20,6

Traitement à réaliser

EXEMPLE D'ÉNONCÉ D'UN PROBLÈME

- On souhaite calculer et afficher , à partir d'un prix hors taxe saisi, la TVA ainsi que le prix TTC
- Le montant TTC dépend de :
  - Du prix HT
  - Du taux de TVA de 20,6

Données en entrée

EXEMPLE D'ÉNONCÉ D'UN PROBLÈME

- On souhaite calculer et afficher , à partir d'un prix hors taxe saisi, la TVA ainsi que le prix TTC
- Le montant TTC dépend de :
  - Du prix HT
  - Du taux de TVA de 20,6

Données en sortie

ALGORITHME TVA

Algorithme CalculTVA
{Saisit un prix HT et affiche le prix TTC correspondant}
Constantes (TVA : réel) ←20.6
(Titre : chaîne) ←"Résultat"
Variables prixHT : réel
Variable prixTTC, montantTVA : **réels** *{déclarations}*

Début *{préparation du traitement}*
afficher("Donnez-moi le prix hors taxe :")
saisir(prixHT)
prixTTC ←prixHT* (1+TVA/100) *{calcul du prix TTC}*
montantTVA ← prixTTC- prixHT
→ Code peu efficace

afficher(Titre) *{présentation du résultat}*
afficher(prixHT, «euros H.T. + TVA ",TVA, « devient » ,prixTTC, «eurosT.T.C.")
Fin

INSTRUCTIONS SÉQUENTIELLES RÉSULTAT D'UN ALGORITHME

Constante (SEUIL : réel) ←13.25
Variables valA, valB: réels
compteur : entier
mot , tom : chaînes
valA←0.56
valB←valA
valA←valA×(10.5 + SEUIL)
compteur ←1
compteur ←compteur + 10
mot ←" Bonjour "
tom ←"Au revoir ! "

Quelles sont les différentes valeurs des variables ?

SIMULATION D'UN ALGORITHME

Algorithme CaDoitEchanger?
{Cet algorithme .....}
Variables valA, valB: **réels** *{déclarations}*
Début *{préparation du traitement}*
  Afficher ("Donnez-moi deux valeurs :")
  Saisir (valA, valB)
  Afficher ("Vous m'avez donné ", valA, " et ", valB)
  {traitement mystère}
  valA←valB
  valB←valA *{présentation du résultat}*
  Afficher("Maintenant , mes données sont : ", valA, " et ", valB)
Fin

Que fait cet algorithme ? **Pas ce qui est prévu !**

CE QU'IL MANQUE

- Déclarer une variable supplémentaire

Variables valA, valB, valTemp: **entiers**

- Utiliser cette variable pour stocker provisoirement une des valeurs

Saisir(valA, valB)
valTemp←valA
valA←valB
valB←valTemp

STRUCTURE ALTERNATIVE
« *SI ... ALORS ... SINON ... FSI* » (1)

- Exemple :

Algorithme *SimpleOuDouble*
{Cet algorithme saisit une valeur entière et affiche son double si cette donnée est inférieure à un seuil donné.)
constante (SEUIL : entier) ←10
Variable val : **entier**
début
  Afficher("Donnez-moi un entier : ") *{ saisie de la valeur entière}*
  Saisir(val)
    si val < SEUIL *{ comparaison avec le seuil}*
      alors Afficher ("Voici son double :" , val ×2)
      sinon Afficher ("Voici la valeur inchangée :" , val)
    fsi
fin

STRUCTURE ALTERNATIVE
« *SI ... ALORS ... SINON ... FSI* » (2)

- Ou instruction conditionnelle

  si <expression logique>
    alors instructions
    [**sinon** instructions]
  fsi

- Si l'expression logique (la condition) prend la valeur **vrai**, le premier bloc d'instructions est exécuté;
- si elle prend la valeur **faux**, le second bloc est exécuté (s'il est présent, sinon, rien).

STRUCTURE ALTERNATIVE
« *SI ... ALORS ... SINON ... FSI* » (3)

- Autre écriture de l'exemple :

Algorithme *SimpleOuDouble*
{Cet algorithme saisit une valeur entière et affiche son double si cette donnée est inférieure à un seuil donné.)
constante (SEUIL : entier) ←10
Variable val : **entier**
début
  Afficher("Donnez-moi un entier : ") *{ saisie de la valeur entière}*
  Saisir(val)
  si val < SEUIL *{ comparaison avec le seuil}*
    alors val ← val ×2
  Fsi
  Afficher ("Voici la valeur val :" , val)
fin

STRUCTURES ALTERNATIVES IMBRIQUÉES

- Problème: afficher :
  - "Reçu avec mention Assez Bien " si une note est supérieure ou égale à 12,
  - " Reçu mention Passable" si elle est supérieure à 10 et inférieure à 12, et
  - "Insuffisant" dans tous les autres cas.

```
si note ≥12
      alors afficher( "Reçu avec mention AB" )
      sinon si note ≥10
                  alors afficher( « Reçu mention Passable" )
                  sinon afficher("Insuffisant" )
            fsi
fsi
```

SELECTION CHOIX MULTIPLES « *SELON* » (1)

selon <identificateur>
(liste de) valeur(s) : instructions
(liste de) valeur(s) : instructions
…
[**autres**: instructions]

- S'il y a plus de deux choix possibles, l'instruction **selon** permet une facilité d'écriture

SÉLECTION CHOIX MULTIPLES « *SELON* » (2)

```
selon abréviation
        "M" : afficher( " Monsieur " )
        "Mme" :afficher( " Madame " )
        "Mlle" : afficher( " Mademoiselle " )
        autres :afficher( " Monsieur, Madame " )
```

Équivalent avec instruction Conditionnelle

```
si abréviation = "M "
   alors afficher( "Monsieur" )
   sinon si abréviation = « Mlle »
                alors afficher("Mademoiselle")
                sinon si abréviation = "Mme"
                             alors afficher( "Madame" )
                             sinon afficher( "Monsieur,Madame " )
                        fsi
           fsi
fsi
```

SÉLECTION CHOIX MULTIPLES
EXEMPLE (3) AVEC INVERSION DES TESTS

```
selon abréviation
        "M" : afficher( " Monsieur " )
        "Mme" :afficher( " Madame " )
        "Mlle" : afficher( " Mademoiselle " )
      autres :afficher( " Monsieur, Madame " )
```

Équivalent avec instruction Conditionnelle

```
si abréviation = "Mme "
   alors afficher( « Madame" )
   sinon si abréviation = « Mlle »
                alors afficher("Mademoiselle")
                sinon si abréviation = "M"
                        alors afficher( "Monsieur" )
                        sinon afficher( "Monsieur,Madame " )
                      fsi
            fsi
 fsi
```


SÉLECTION CHOIX MULTIPLES
EXEMPLE (4) AVEC SI … ALORS … FSI SÉQUENTIELS

```
selon abréviation
        "M" : afficher( " Monsieur " )
        "Mme" :afficher( " Madame " )
      "Mlle" : afficher( " Mademoiselle " )
      autres :afficher( " Monsieur, Madame " )
```

Équivalent avec instruction Conditionnelle

```
si abréviation = "Mme "
alors afficher( « Madame" )
fsi
si abréviation = « Mlle »
alors afficher("Mademoiselle")
 fsi
si abréviation = "M"
alors afficher( "Monsieur" )
 sinon afficher( "Monsieur,Madame " )
 fsi
```

TO DO

Calculez le nombre d'instructions nécessaires pour évaluer l'exécution dans le cas de 24 étudiants et 2 étudiantes célibataires.

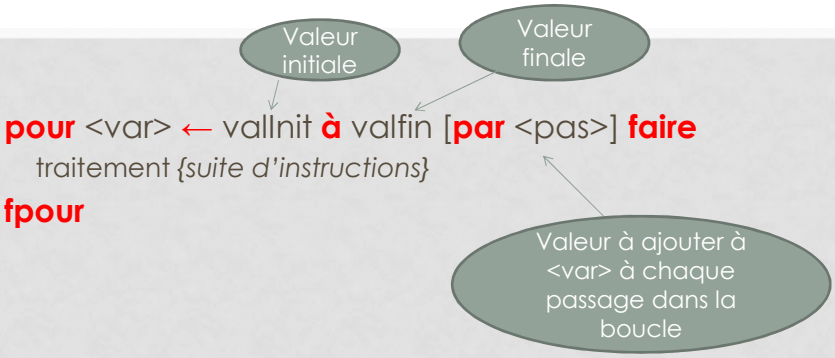
Traiter les 3 cas de exemple 2, 3 et 4.

RÉPÉTITION D'UN TRAITEMENT BOUCLE « *POUR* »

- Exemple

```
Algorithme FaitLeTotal
{Cet algorithme fait la somme des nbVal données qu'il saisit}
variables      nbVal, cpt : entiers
                    valeur, totalValeurs: réels
début
      {initialisation du traitement}
      afficher("Combien de valeurs voulez-vous saisir ?")
      saisir(nbVal)
      {initialisation du total à 0 avant cumul}
      totalValeurs←0
      {traitement qui se répète nbVal fois}
      pour cpt ←1 à nbVal faire
          afficher("Donnez une valeur :")
          saisir(valeur)
           totalValeurs←totalValeurs+ valeur   {cumul}
      fpour
      {édition des résultats}
      afficher("Le total des ", nbVal, "valeurs est " , totalValeurs)
fin
```

BOUCLE « *POUR* »



- **Fonction**: répéter une suite d'instructions un certain nombre de fois
- Pour utilisée quand le nombre d'itération est connu

SÉMANTIQUE BOUCLE « *POUR* »

- l'instruction pour:
  - initialise une variable de boucle (le compteur)
  - incrémente cette variable de la valeur de « *pas* »
  - vérifie que cette variable ne dépasse pas la borne supérieure
- Attention :
  - -le traitement ne doit pas modifier la variable de boucle

Pour cpt ← 1 à MAX **faire**
  si (…) **alors**
    cpt ← MAX
fpour

INTERDIT !

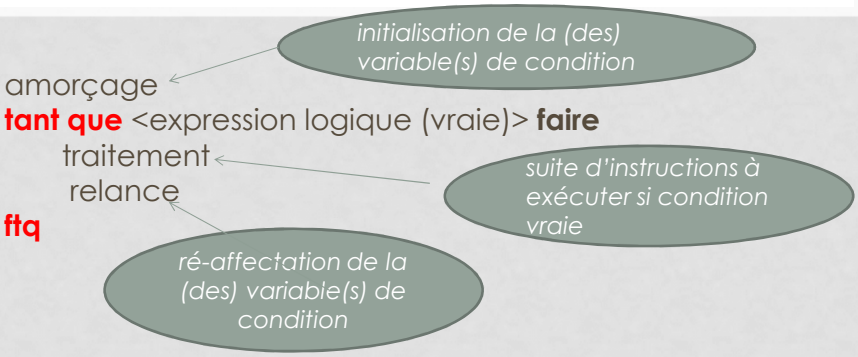
RÉPÉTITION D'UN TRAITEMENT À NOMBRE ITÉRATIONS INCONNU

« *TANT QUE ... FAIRE* »

- Exemple

```
Algorithme FaitLeTotal
{Cet algorithme fait la somme des nbVal données qu'il saisit, arrêt à la lecture de -1 }
   constante      (STOP : entier) ←-1
   variables      val, totalValeurs: entiers
   début
        totalValeurs←0
        afficher("Donnez une valeur,", STOP, " pour finir.") {amorçage}
        saisir(val)
        tant que val ≠STOP faire
           totalValeurs←totalValeurs+ val {traitement}
           afficher("Donnez une autre valeur,", STOP, " pour finir.")
           saisir(val) {relance}
        ftq
        afficher("La somme des valeurs saisies est", totalValeurs)
   fin
```


BOUCLE « *TANT QUE ... FAIRE* »



- **Fonction**: répéter une suite d'instructions un certain nombre de fois

BOUCLE « *TANT QUE ... FAIRE* »

- Structure itérative "universelle"
  - n'importe quel contrôle d'itération peut se traduire par le "tant que "
- Structure itérative irremplaçable dès que la condition d'itération devient complexe

BOUCLE « *TANT QUE ... FAIRE* »

- Exemple:
  - saisir des valeurs, les traiter, et s'arrêter à la saisie de la valeur d'arrêt **–1** ou après avoir saisi **5** données.

```
Constantes      (STOP : entier) ←-1
                (MAX : entier) ←5
Variables nbVal, val : entiers
Début
      nbVal←0 {compte les saisies traitées}
      saisir(val) {saisie de la 1ère donnée}
      tant que val ≠STOP et nbVal< MAX faire
            nbVal←nbVal+ 1…{traitement de la valeur saisie}
          saisir(val) {relance}
    Ftq
afficher(val, nbVal) {valeurs en sortie de boucle}
```

- **Remarque :** La valeur d'arrêt n'est jamais traitée (et donc, jamais comptabilisée)

BOUCLE « *TANT QUE … FAIRE* »

- **Interpréter l'arrêt des itérations**

```
.....
nbVal←0 {compte les saisies traitées}
saisir(val) {saisie de la 1ère donnée}
tant que val ≠STOP et nbVal< MAX faire
      nbVal←nbVal+ 1…{traitement de la valeur saisie}
      saisir(val) {relance}
Ftq
si val = STOP
   alors {la dernière valeur testée était la valeur d'arrêt}
      afficher(«Sortie de boucle car saisie de la valeur d'arrêt »)
       {toutes les données significatives ont été traitées.}
   sinon {il y avait plus de 5 valeurs à tester}
       afficher(«Sortie de boucle car nombre maximum de valeurs à traiter
atteint »)   { des données significatives n'ont pas pu été traitées.}
fsi
```


COMPARAISON BOUCLES « *POUR* » ET « *TANT QUE* » *(1)*

```
pour cpt ←1à nbVal faire
        afficher("Donnez une valeur :")
        saisir(valeur)
        totalValeurs←totalValeurs+ valeur {cumul}
fpour
```

- **Est équivalent à**

```
cpt ←0
tant que cpt <nbVal  faire
        afficher("Donnez une valeur :")
        saisir(valeur)
        totalValeurs←totalValeurs+ valeur {cumul}
        cpt ←cpt + 1 {compte le nombre de valeurs traitées}
ftq
```

COMPARAISON BOUCLES « *POUR* » ET « *TANT QUE* » (2)

- Implicitement, l'instruction **pour**:
  - initialise un compteur
  - incrémente le compteur à chaque pas
  - vérifie que le compteur ne dépasse pas la borne supérieure
- Explicitement, l'instruction **tant que** doit
  - initialiser un compteur *{amorçage}*
  - incrémenter le compteur à chaque pas *{relance}*
  - vérifier que le compteur ne dépasse pas la borne supérieure *{test de boucle}*

QUAND CHOISIR « *POUR* » OU « *TANT QUE* » ?

- Nombre d'itération connu à l'avance : **POUR**
  - Parcours de tableaux
  - Test sur un nombre donné de valeurs
- Boucle s'arrête sur événement particulier : **TANT QUE**
  - Itération avec arrêt décidé par saisie utilisateur

MAIS ON N'A PAS FINI D'ITÉRER !

- **Boucle « répéter … tant que »** : exemple

Algorithme Essai
{Cet algorithme a besoin d'une valeur positive paire}
Variables valeur : **entier**
Début
    Répéter
        afficher("Donnez une valeur positive non nulle : ")
        saisir(valeur)
    tant que valeur ≤0
    afficher("La valeur positive non nulle que vous avez saisie est ")
    afficher(valeur)**…***{traitement de la valeur saisie}*
fin

BOUCLE « *RÉPÉTER …TANT QUE* »

Répéter
    (ré)affectation de la (des) variable(s) de condition
    traitement
Tant que <expression logique (vraie)>

- **Fonction**: exécuter une suite d'instructions ***au moins une fois*** et la répéter tant qu'une condition est remplie
- **Remarque:** le traitement dans l'exemple précédent se limite à la ré-affectation de la variable de condition (**saisir**(valeur))

COMPARAISON «*RÉPÉTER*» ET «*TANT QUE*»

```
Répéter
        afficher("Donnez une valeur positive paire :")
        saisir(valeur)
tant que(valeur < 0 ou(valeur % 2) ≠0)
```

- Équivaut à

```
afficher("Donnez une valeur positive paire :") saisir(valeur)
tant que(valeur < 0 ou(valeur % 2) ≠0) faire
        afficher("Donnez une valeur positive paire:")
        saisir(valeur)
ftq
```


COMPARAISON «*RÉPÉTER*» ET «*TANT QUE*»

- boucle **tant que**
  - condition vérifiée **avant** chaque exécution du traitement
  - le traitement peut donc ne pas être exécuté
  - de plus : la condition porte surtout sur la saisie de nouvelles variables (relance)
- boucle **répéter … tant que**
  - condition vérifiée **après** chaque exécution du traitement

  =>le traitement est **exécuté au moins une fois**
  - de plus: la condition porte surtout sur le résultat du traitement
- **Remarque**: la boucle répéter est typique pour les saisies avec vérification

DE L'ÉNONCÉ À LA BOUCLE

- saisir des données et s'arrêter dès que leur somme dépasse 500

```
somme ←0
répéter
        saisir(val)
        somme ←somme + val
tant que somme ≤500

saisir(val)
somme ←val
tant que somme ≤500 faire
        saisir(val)
        somme ←somme + val
ftq
```


DE L'ÉNONCÉ À LA BOUCLE

- saisir des données et s'arrêter dès que leur somme dépasse 500

```
somme ←0
répéter
        saisir(val)
        somme ←somme + val
tant que somme ≤500
```