# Algorithmique
# &
# Programmation Objet

Xavier Granier <xavier.granier@institutoptique.fr>
Romain Pacanowski <romain.pacanowski@institutoptique.fr>

INSTITUT d'OPTIQUE GRADUATE SCHOOL
ParisTech

# But du cours

- Entrapercevoir les fondations de l'informatique
- Saisir les **capacités** de l'outil informatique
  - Capacités de calcul / de stockage
- Savoir comment concevoir un algorithme
  - Évaluer sa **complexité** / son **efficacité**
  - Évaluer son **coût** de calcul / de stockage
- Bases de la **programmation objet**

# Les non-buts du cours

- Être expert en informatique !

- Être expert en programmation objet

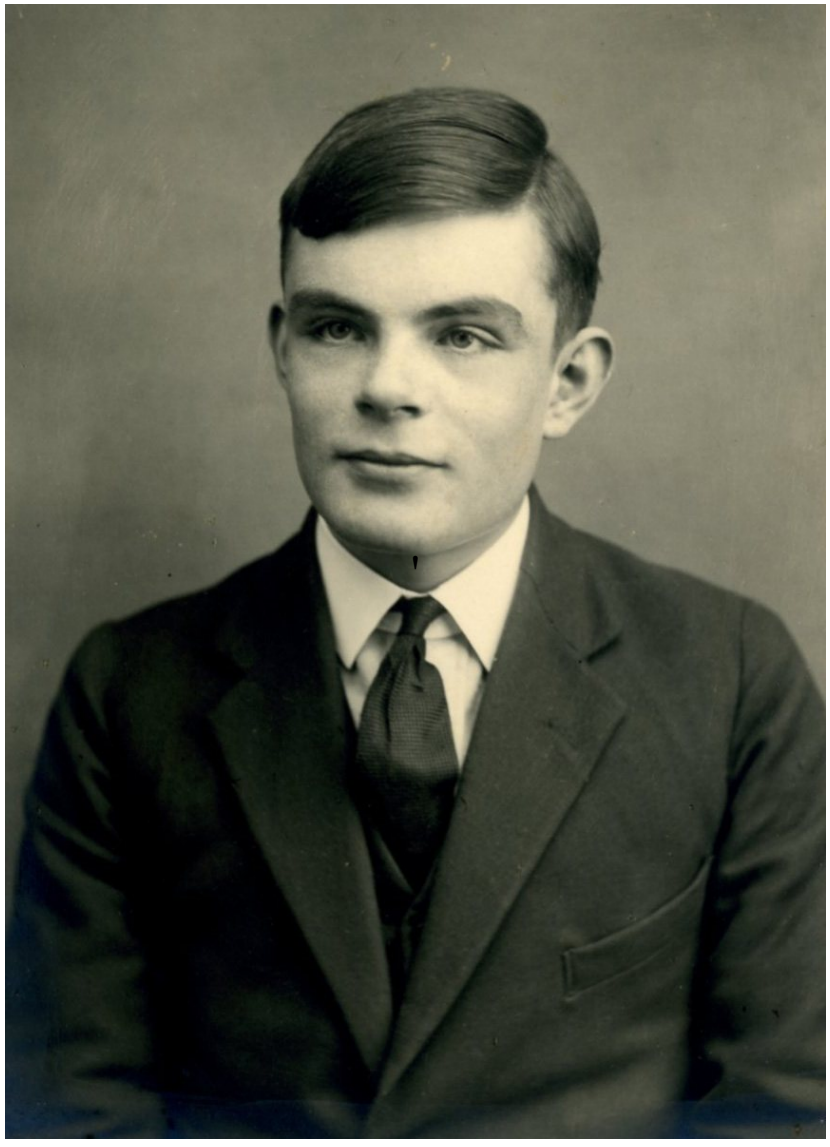
# Programmer, c'est ?

- Aller vers un **monde fini**
  - Formulation **discrète vs continue**
    - Nombre fini de valeurs / monde discret
    - Un nombre fini d'étapes et d'actions
    - Compter / Énumérer
  - Ressources limitées
- Notions
  - **Algorithmes**
  - **Automates**

# Machine
# &
# Automates

# Alan Turing

- 1912 – 1954
- Mathématicien britannique
- Notions de « procédure mécanique »
- Formalisation d'une machine (1936)
  - Mémoire (écriture / lecture)
  - Règles





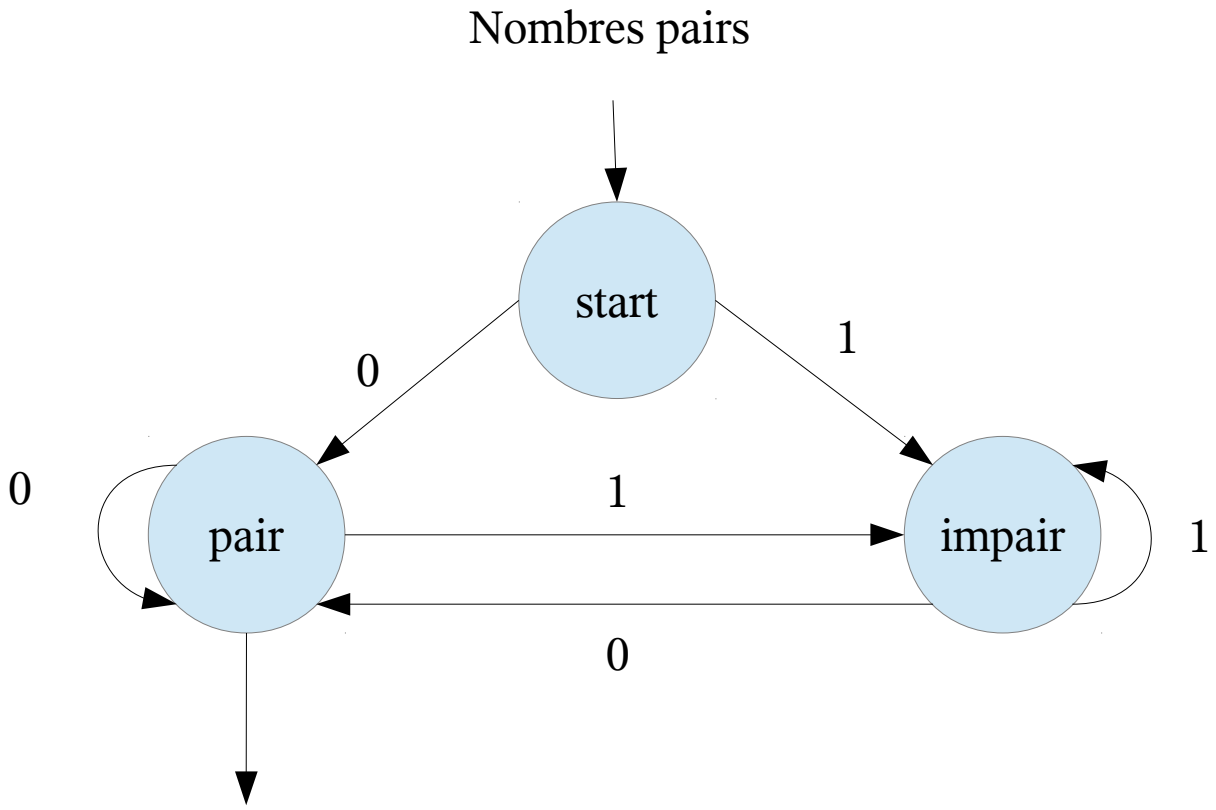
http://interstices.info/jcms/c_43049/machine-de-turing

# Un ordinateur

- Le modèle : **machine de Turing**

- La mise en place : électronique
  - Le transistor : ouvert ou fermé
  - 2 **états** : 0 ou 1
  - Même état tant qu'aucune action ne le change

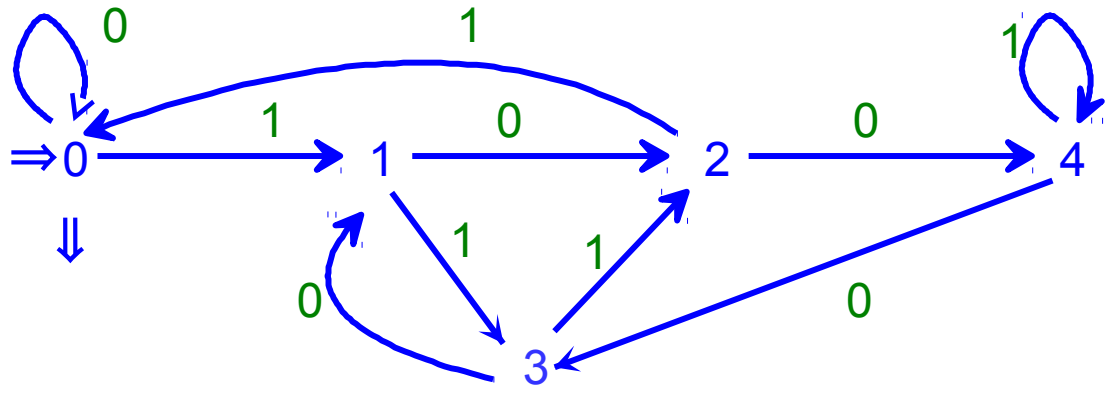
# Exemple d'automate 1



# Représentation

- **Fonction de transition d'un état vers un autre**
  - Graphique : listes des flèches
  - Mathématique : matrice d ’adjacence
  - Informatique : listes des successeurs
  - Informatique : table de transition

| δ | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 0 |
| 3 | 1 | 2 |
| 4 | 3 | 1 |




écritures en base 2 des multiples de 5



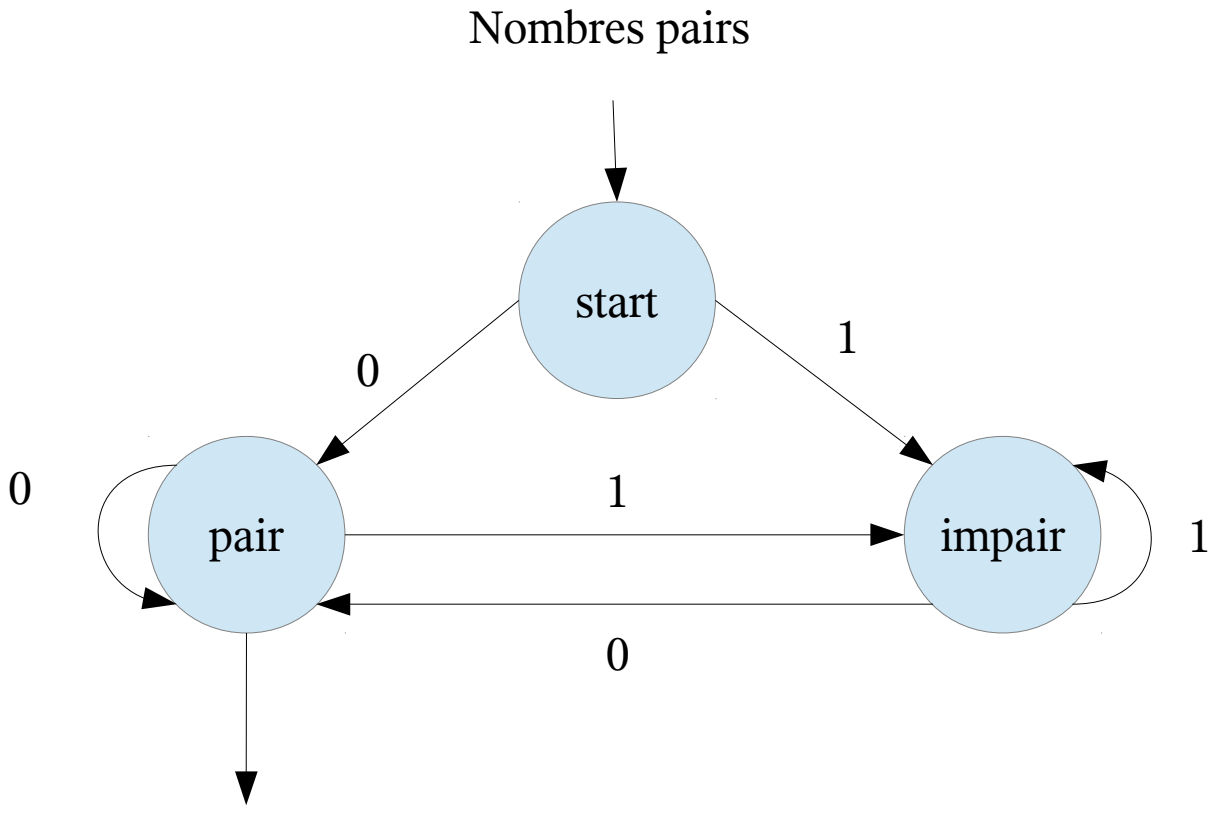
Merci à Maxime Crochemore

# Automate fini

- Définition : quintuplet (Q, V, $\delta$, I  F)
  - Q : ensemble fini d'**états**
  - V : ensemble fini de symboles (**vocabulaire**)
  - $\delta$ :  ensemble fini de **transitions**

    triplets (q,v,q) avec q $\in$ Q et v $\in$ V$\cup${$\varepsilon$}
  - I $\subset$ Q : ensemble des **états initiaux**
  - F $\subset$ Q : ensemble des **états finals**

# Exemple d'automate 1




Exercice : définir les états (initiaux, finals), le vocabulaire et les transitions

# Exercice automate 2

- Faire un automate reconnaissant les triangles
  - Vocabulaire {s} où s est un sommet

# Retenir

Un machine c'est :

- Un nombre fini d’états
- Une capacité de stockage
- Un ensemble de transitions

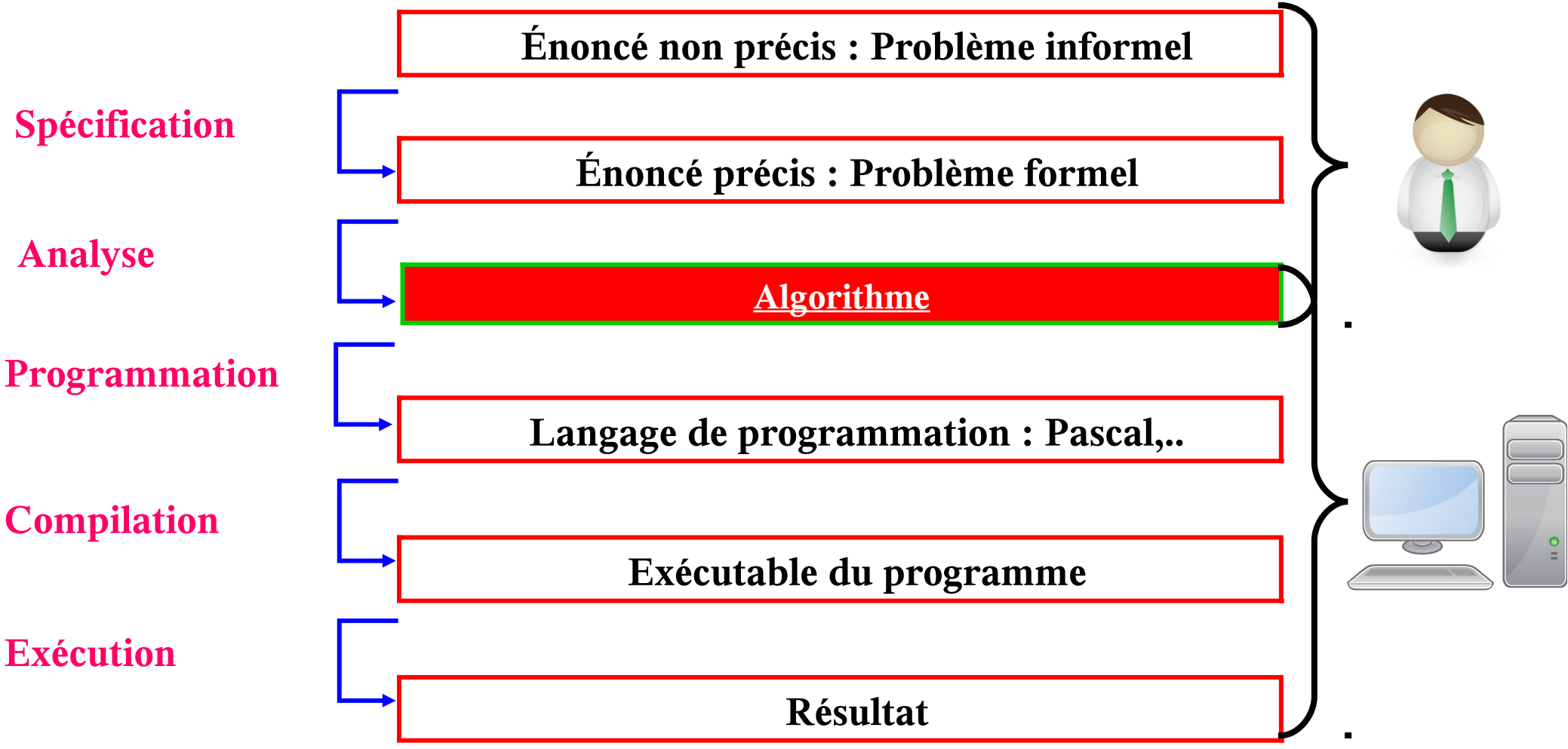
# Algorithmes

# Algorithme

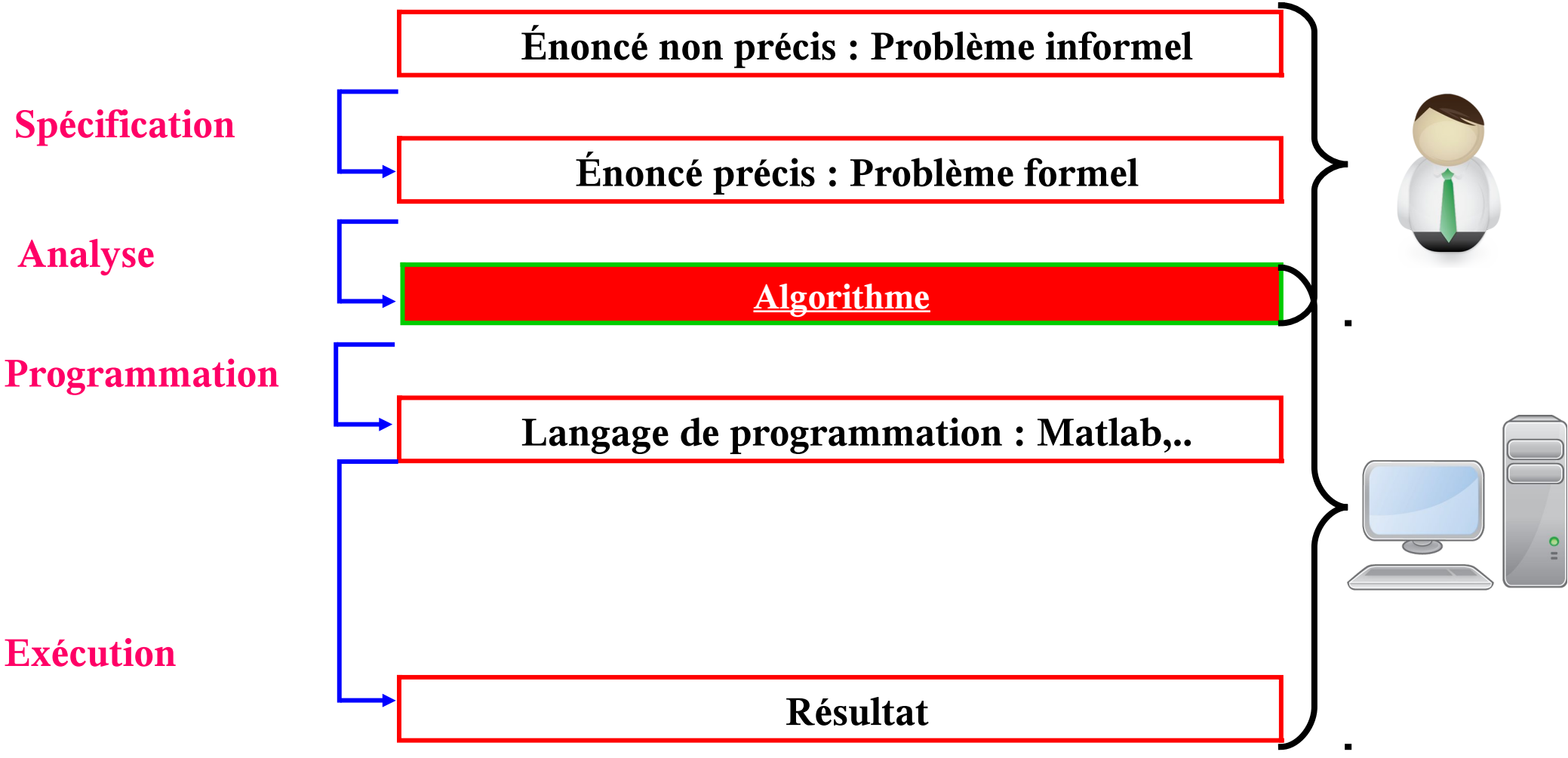
- Nom masculin
  - d'Al-Khârezmi, médecin arabe
- **Suite** de raisonnements ou d'opérations
  - qui fournit la solution de certains problèmes.

- Objectif
  - décrire les **étapes** à suivre pour réaliser un travail.
  - expliciter clairement les idées de solution d'un problème **indépendamment** d'un langage de programmation.

# Du problème au programme



# Du problème au programme



# Formalisation d'un problème

- Quelles sont les données à traiter ?
  - Les paramètres d'une onde ? Des énergies ?
- Quels sont les résultats attendus ?
- Quels sont les a-priori
  - Données connues en prérequis
  - Contexte d'utilisation
  - Domaine de validité, ordre de grandeur
- Quelles sont les actions nécessaires

# Variables et constantes

- Constante
  - 1 identificateur
  - 1 valeur

```
constante pi = 3.14
```

- Variable
  - 1 identificateur
  - 1 conteneur pour 1 valeur typée

```
entier N
```

# Typage

- But
  - Éviter de mélanger des éléments incompatibles
  - Facilite la vérification
  - Ex : un entier naturel ne peut être négatif
- Un type
  - Ensemble de valeurs possibles
    - Ex : les 12 mois de l'année
  - Ensemble d'opérations possibles sur ces valeurs
    - Ex : +, -, *,  / (division euclidenne)
  - Une structure : combinaison de types
    - Ex : tableau

# Instructions

- Commandes / actions élémentaire
  - Passer d'un état initial vers un
  - Produit un résultat
- Exemples :
  - Affectation :
    - A ← 10.324
  - Opérations arithmétiques
    - B ← A*4.0
  - Appels de procédures ou des fonctions
    - C ← sqrt(B)

# Organiser les instructions

- Bloc d'instructions
  - Sous-ensemble d'instructions
  - Entre des séparateurs
  - Variables / Constantes locales
- Procédures
  - Bloc d'instructions
  - Paramètre en entrée : in `entier N`
  - Paramètre en sortie : out `entier N`
  - Paramètre en entrée/sortie : inout `entier N`

# Branchements conditionnels

Si <condition> alors faire

    <bloc instructions>

Sinon faire

    <bloc instructions>

Fin Si

# Les boucles

Pour <var> = <début> jusqu'à <condition> faire

    <bloc instructions>

Fin Pour

Tant que  <condition> faire

    <bloc instructions>

Fin Pour

Faire

    <bloc instructions>

Jusqu'à <condition>

# Organiser les instructions

- Procédures
  - Bloc d'instructions
  - Paramètre en entrée : in `entier N`
  - Paramètre en sortie : out `entier N`
  - Paramètre en entrée/sortie : inout `entier N`

# Organiser les instructions

- Fonctions
  - Bloc d'instructions
  - Paramètre en entrée : in `entier N`
  - Paramètre en sortie : out `entier N`
  - Paramètre en entrée/sortie : inout `entier N`
  - Retourne un résultat

# Validation d'un algorithme

Il faut prouver que

- Le programme s'arrête ?
  - Mettre des conditions d'arrêt
  - Pour le contexte d'utilisation
    - S'assurer qu'elles soient atteignable

- Le programme donne le bon résultat
  - Dans le contexte d'utilisation

# Exercice

- Hypothèse :
  - Opérations existantes
    - *, +, -
  - Fonctions de test
    - ispair(in entier e) : bool
      - Retourne vrai e est pair, faux sinon
    - abs(in entier e) : entier
      - Retourne la valeur absolu de e
    - pos(in entier e) : bool
      - Retourne vrai si l'entier est positif, faux sinon
      - Considère 0 comme positif
- Créer la fonction
  - div(in entier a, in entier b, out entier r) : entier
    - $b \neq 0$
    - r est le résidu tel que $|r| < |b|$
    - le résultat est le quotient q tel que $a = bq+r$ et $|a| \geq |bq|$

# Programmation

# Programmer, c'est ?

- Savoir parler une **langue étrangère**
  - Impératif : C / Pascal / Ada / Assembleur / ...

    Séquences d'instructions exécutées
  - Objet : C++ / Java / C# / Ada

    Définition de blocs et de leur interactions
  - Fonctionnel : Scheme / Lisp

    Définition de fonctions
  - Logique : Prolog

    Définition de règles

# Prolog (programmation logique)

```
fact(0,1).
fact(N,F) :-
    N>0,
    N1 is N-1,
    fact(N1,F1),
    F is N * F1.

------------

?-fact(10,R).
```

Programmation par prédicat

# Scheme (programmation fonctionnelle)

```
(define (factorial n)
  (if (= n 0)
      1
      (* n (factorial (- n 1)))))

-------

(factorial 10) ;;
```

# Ada (programmation impérative)

```
function factorial (n: Integer) return Integer is
begin
   if n<=0 then
      return 1 ;
   else
      return n * factorial(n-1) ;
   end if;
end factorial ;

-----------------------------------------------

factorial(10) ;
```

# Programmer, c'est ?

- Savoir parler une **langue étrangère**
  - Impératif : C / Pascal / Ada / Assembleur / ...
  - Objet : C++ / Java / C# / Ada
  - Fonctionnel : Scheme / Lisp
  - Logique : Prolog

- Notions Communes:
  - Définition d'un **langages**

# Théorie des langages

- Un langage, c'est ?
  - Langue naturelle
  - **Système de notation** (formalisme)
    - Mathématiques, logique, chimie,
    - Informatique
- Un ensemble d'objets que l'on peut composer
  - Plusieurs niveaux
    - Alphabet → mots
    - Mots → phrases

# Langage

- Définition
  - Ensemble d'objet élémentaires
    - Vocabulaire ou alphabet
  - Suites d'objets élémentaires ayant un «sens»
    - Syntaxe
  - Sens des suites
    - Sémantique
- Deux niveaux
  - **Lexical** : alphabet → mot
  - **Syntaxique** : mot → phrase

# Classification des langages

- Langage compilé
  - Le code est converti une fois pour toute en instruction machine.
  - Une fois cela fait, on peut exécuter le programme généré autant de fois que l'on veut, mais on ne peut plus changer le programme
- Langage interprété
  - La conversion se fait au vol, lors de la lecture du code.
  - Le code peut être modifié au vol
- Java : compilé et interprété !
  - Machine virtuelle.