

# Paradigmes de Programmation

∽ Introduction Générale ∽

Didier Verna  
EPITA / LRE

didier@lrde.epita.fr



lrde/~didier



@didierverna



didier.verna



in/didierverna

# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



# 1642 : La Pascaline



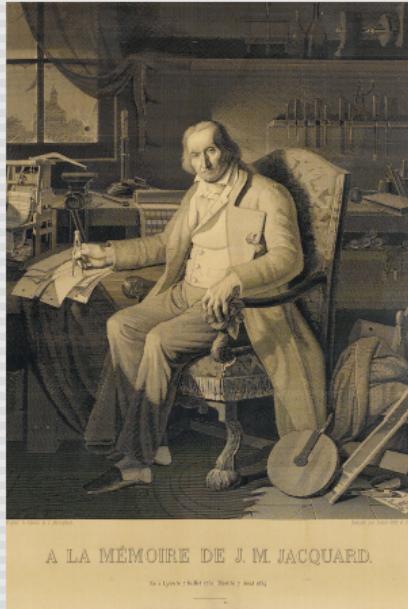
Source : Wikimedia Commons



Source : Wikimedia Commons

- ▶ Travail abstrait, processus manuel

# 1801 : Le Métier Jacquard



Source : Wikimedia Commons

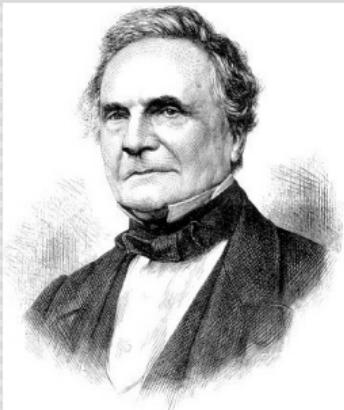


Source : Wikimedia Commons



- ▶ Travail concret, processus automatique

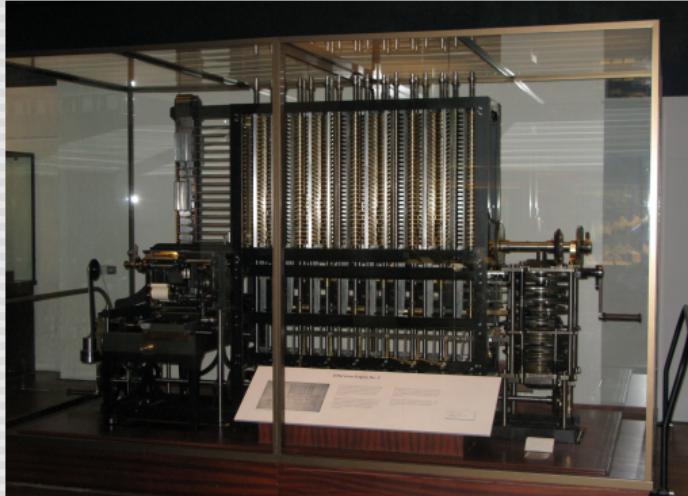
# 1834 : The Difference Engine (Babbage / Byron)



Source : Wikimedia Commons



Source : Wikimedia Commons



Source : Wikimedia Commons

- ▶ Travail abstrait, processus automatique
  - ▶ programme encodé sur une carte perforée
  - ▶ « magasin » pour le stockage des résultats



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

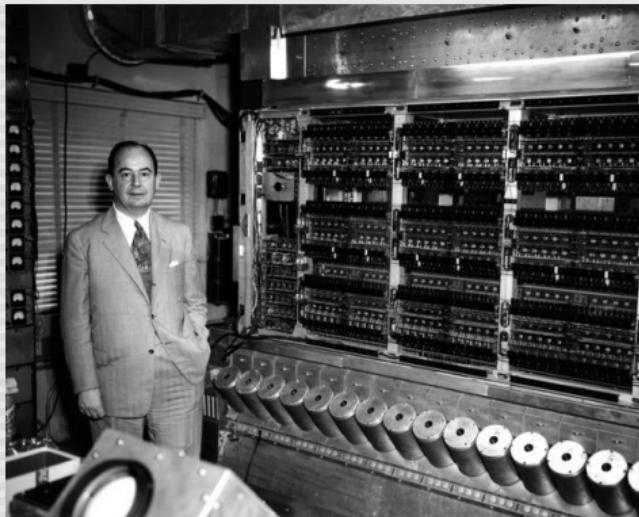
## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



# 1945 : John Von Neumann



Source : Getty

- ▶ Stockage du programme dans le ~~magasin~~ la « mémoire »
- ▶ Encodage de *toute* l'information en binaire (« homoïconicité »)

# 1936 : Alan Turing



Source : Wikimedia Commons

- ▶ Formalisation de la notion d'« algorithme »
- ▶ Machine de Turing



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



# Programmation Impérative

## Programme

```
instruction 1  
instruction 2  
...  
instruction n
```

- ▶ **Instruction**: ordre destiné à produire un effet de bord
- ▶ **Effet de bord**: modification du contexte environnant

⚠ L'ordre d'exécution est important !

## Exemple

```
LDA $4242 ; load mem. address 0x4242 into acc.  
INA        ; increment acc.  
STA $4242 ; store the value of acc. back into mem. address 0x4242
```

# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

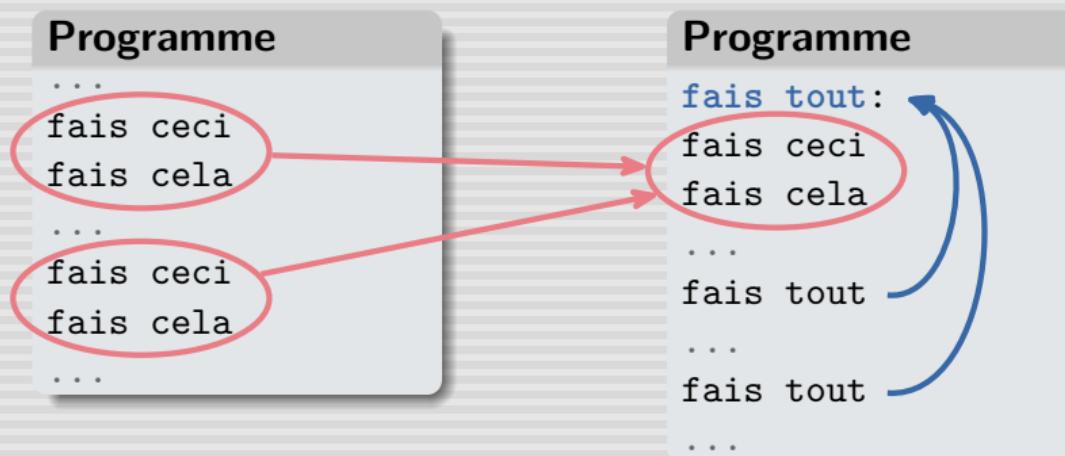
## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural

# Programmation Procédurale

- ▶ Extension logique de la programmation impérative
- ▶ Factorisation d'une séquence d'instructions souvent répétées en *procédure* que l'on peut appeler autant de fois que l'on veut



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

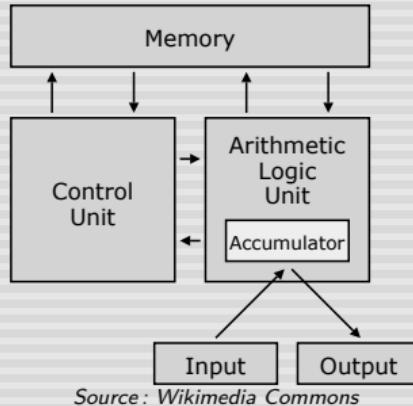
## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural

# Rappel des Origines

- ▶ Paradigme Matériel  
*Modèle de Von Neumann*
- ▶ Langage machine
  - 1. manipulation de registres
  - 2. échanges avec la mémoire



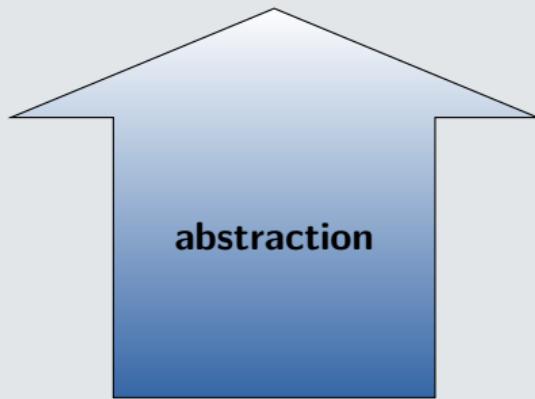
Source : Wikimedia Commons



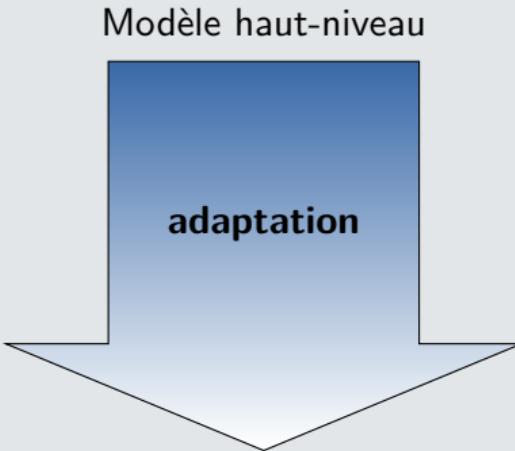
Source : Wikimedia Commons

# Deux Familles de Langages

## Bottom-Up



## Top-Down



- ▶ La programmation impérative / procédurale est bottom-up
- ⚠ On parle de conception / évolution des langages, pas de leur utilisation !

# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural



Origines



Contexte



Paradigmes

# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural

# Notion de Paradigme

- ▶ Étymologie
  - ▶ παράδειγμα (paradeigma) : motif / forme, exemple, échantillon
- ▶ Épistémologie
  - ▶ « The Structure of Scientific Revolutions » [Kuhn, 1962]  
Consensus sur des théories et postulats → révolution → ...
  - ▶ « The Paradigms of Programming » [Floyd, 1979]  
1978 ACM Turing Award Lecture
- ▶ Définition
  - ▶ Cadre général de pensée ⇔ Façon de s'exprimer (les deux sont liés !)
  - ▶ « Langage » d'abord, « de programmation » ensuite

⚠ Risque de sclérose (biais cognitif) !

Cf. « Teach Yourself Programming in 10 Years » [Norvig, 2001]

# Notion de Paradigme

## ► Étymologie

- ▶ παράδειγμα (paradeigma) : motif / forme, exemple, échantillon

## ► Épistémologie

- ▶ « The Structure of Scientific Revolutions » [Kuhn, 1962]

Consensus sur des théories et postulats → révolution → ...

- ▶ « The Paradigms of Programming » [Elow, 1970]

*A language that doesn't affect the way you think about programming, is not worth knowing.*

## ► Déf

— Alan Perlis

- ▶ « Langage » d'abord, « de programmation » ensuite

## ⚠ Risque de sclérose (biais cognitif) !

*Cf. « Teach Yourself Programming in 10 Years » [Norvig, 2001]*

# Paradigmes de Programmation

- ▶ **Des tas :** impératif, procédural, orienté-objet, fonctionnel, logique, réflexif, etc.
- ▶ **Turing-Complétude :** expressivité identique d'un langage à l'autre
- ▶ **La question véritable :**  
~~« Peut-on exprimer X ? »~~  
« Peut-on exprimer X facilement ? »



Source : Wikimedia Commons

# Exemples

## Fonctionnel

```
map (+4) [1, 2, 3, 4, 5] -- [5, 6, 7, 8, 9]
```

## Logique

```
pere(didier,coline).  
homme(X) :- pere(X,_).  
?- homme(didier). % yes
```

## Réflexif

```
(defvar program (list '+ 1 2))  
(eval program) ;;; 3
```



# Plan

## Origines

Préhistoire

Fondements

## Contexte

Programmation Impérative

Programmation Procédurale

Évolution

## Paradigmes de Programmation

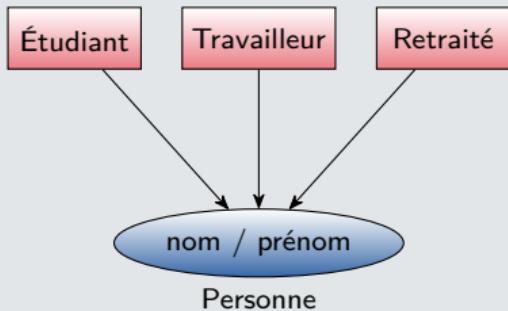
Notion de Paradigme

Limitations de l'Impératif / Procédural

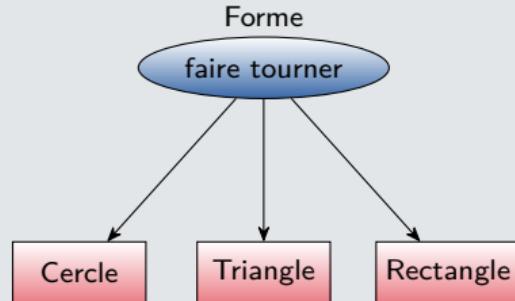


# Deux Limitations en Procédural

## Convergence d'état



## Divergence de comportement



- ▶ La POO nous permet de nous affranchir de ces deux limitations

*Bienvenue dans « Approches Objet de la Programmation ! » 😊*



# Plan

## Bibliographie



# Bibliographie



Thomas Kuhn.

The Structure of Scientific Revolutions.

*University of Chicago, 1962.*



Robert W. Floyd.

The Paradigms of Programming.

*Communications of the ACM, vol.22 n.8, 1979.*



Peter Norvig.

Teach Yourself Programming in 10 Years.

2001.