

Introduction à la programmation : cours 1

A la découverte d'un nouveau monde !

Benoît Frénay - Faculté d'Informatique



?







Quelques précisions à propos du cours

- apprendre à concevoir des programmes pour résoudre des problèmes
- approche universitaire : ceci n'est pas un cours de Python

toutes les questions sont les bienvenues (et aucune n'est stupide)

- interrompez-moi dès que vous avez une question
- si vous décrochez, demandez-moi de (ré)expliquer
- le but est que vous appreniez à programmer

Quelques précisions à propos du cours

- apprendre à concevoir des programmes pour résoudre des problèmes
- approche universitaire : ceci n'est pas un cours de Python

toutes les questions sont les bienvenues (et aucune n'est stupide)

- interrompez-moi dès que vous avez une question
- si vous décrochez, demandez-moi de (ré)expliquer
- le but est que vous appreniez à programmer

Quelques précisions à propos du cours

- apprendre à concevoir des programmes pour résoudre des problèmes
- approche universitaire : ceci n'est pas un cours de Python

toutes les questions sont les bienvenues (et aucune n'est stupide)

- **interrompez-moi** dès que vous avez une question
- si vous décrochez, **demandez-moi** de (ré)expliquer
- le but est que **vous** appreniez à programmer

Quelques précisions à propos du cours



Plan du cours

- un peu d'histoire
- la programmation est un jeu d'enfant
- exemple de système programmé
- notions de base en programmation
- outils utilisés par le cours
- organisation du cours
- quelques références

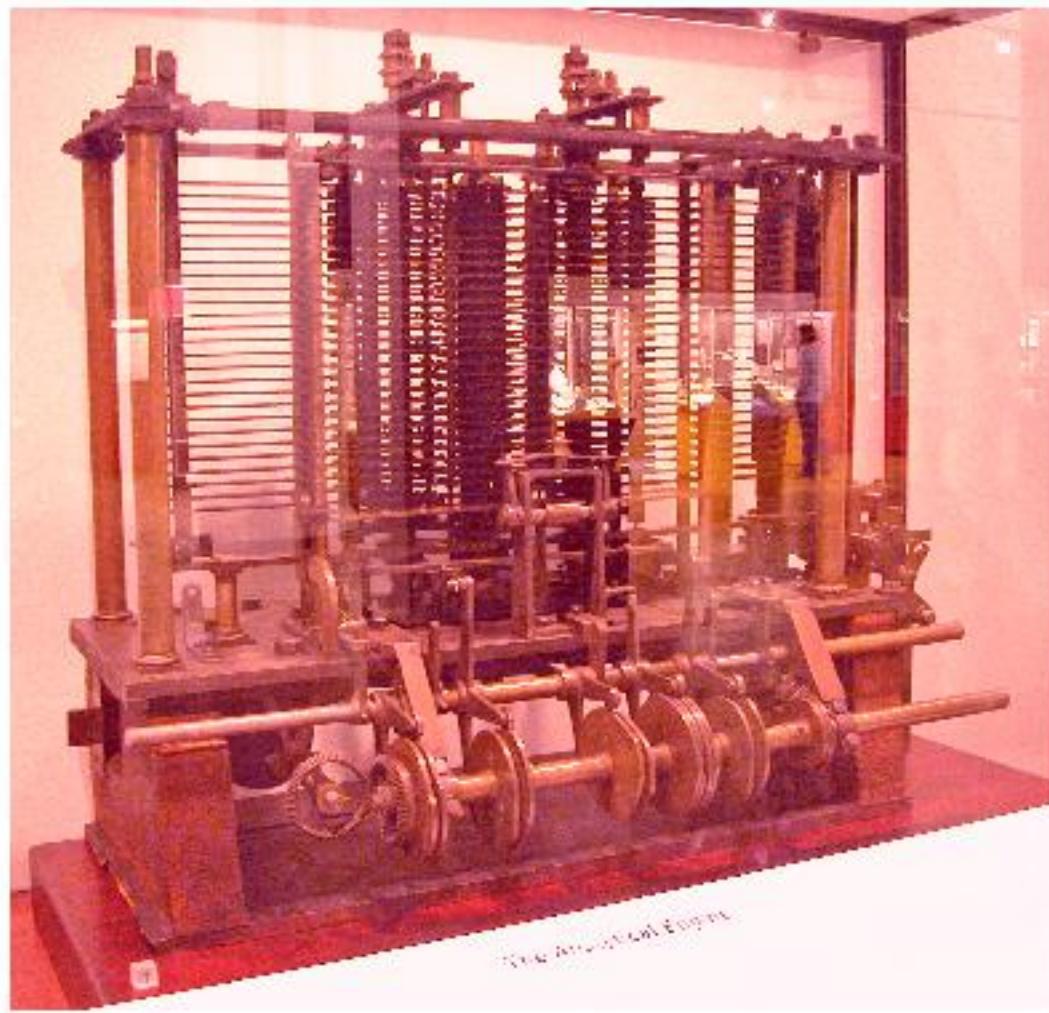
Un peu d'histoire

L'algorithmique : une science vieille comme le monde

- vient du nom du mathématicien perse Al-Khwarizmi (780–850)
- premiers algorithmes remontent à Babylone (+ de 4000 ans)
- algorithme PGCD d'Euclide dans ses Éléments (300 av. J.-C.)

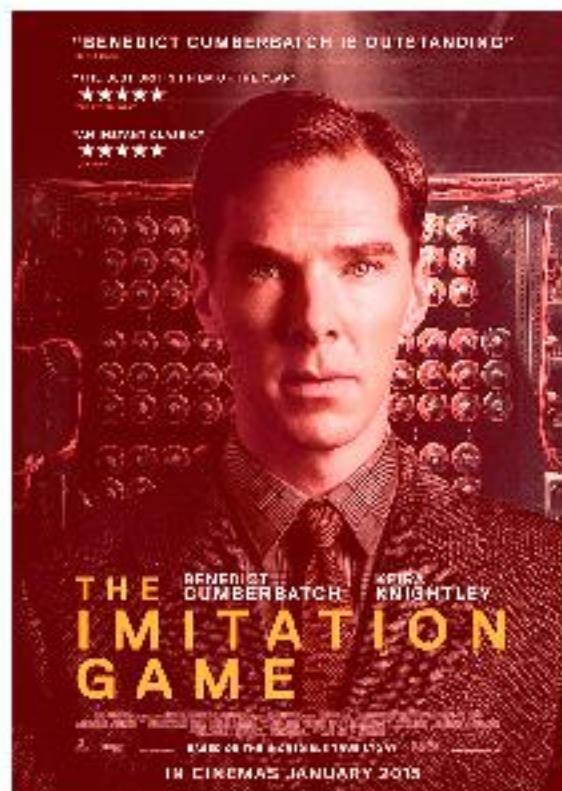


Avant l'ordinateur électronique



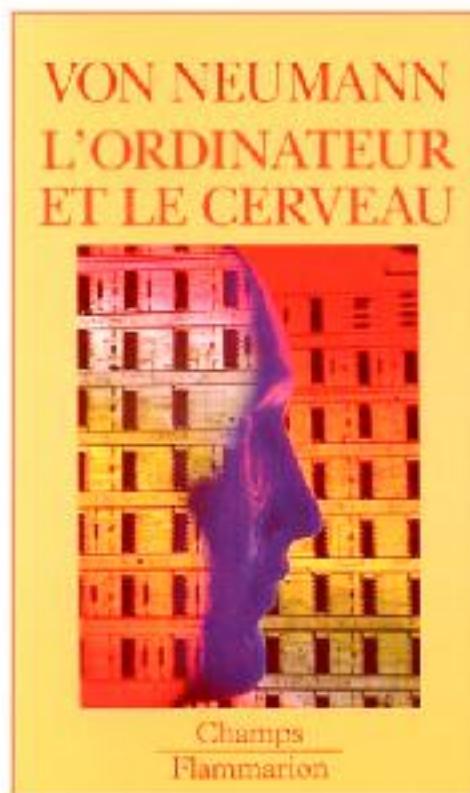
Alan Turing (1912–54) : les bases théoriques

- pose les bases mathématiques de l'informatique en 1936
- conçoit une "bombe" capable de cracker le code d'Enigma (84.000 messages/mois) et permet de forcer le blocus des U-boats allemands (raccourci la guerre de 2 à 4 ans et sauve de 14 à 21 millions de vies)
- propose le test de Turing (= "imitation game") en 1950



John von Neumann (1903–57) : le touche-à-tout

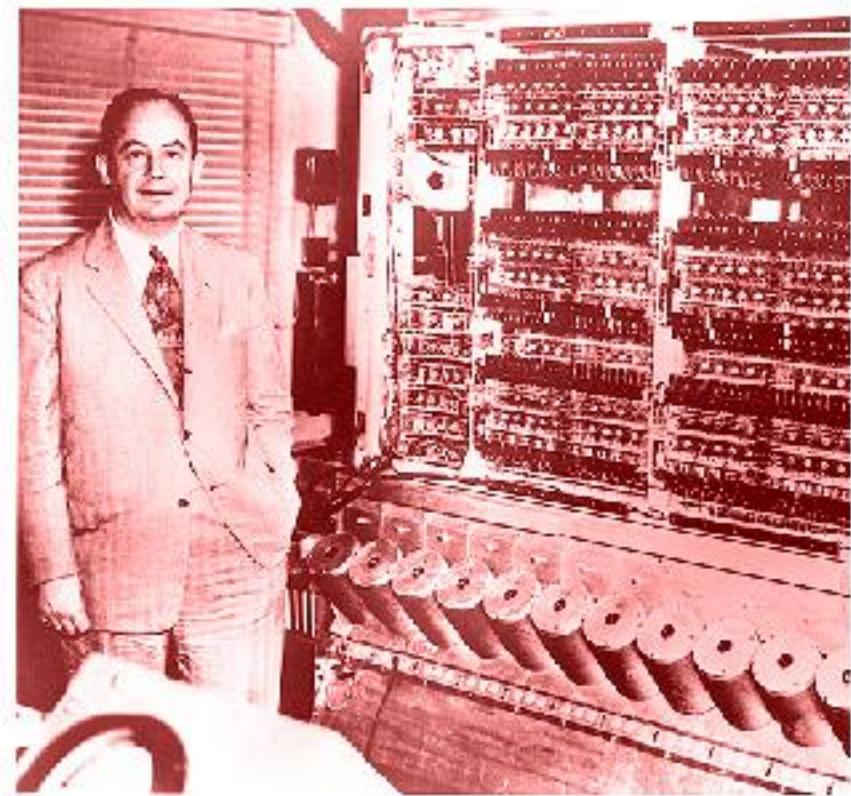
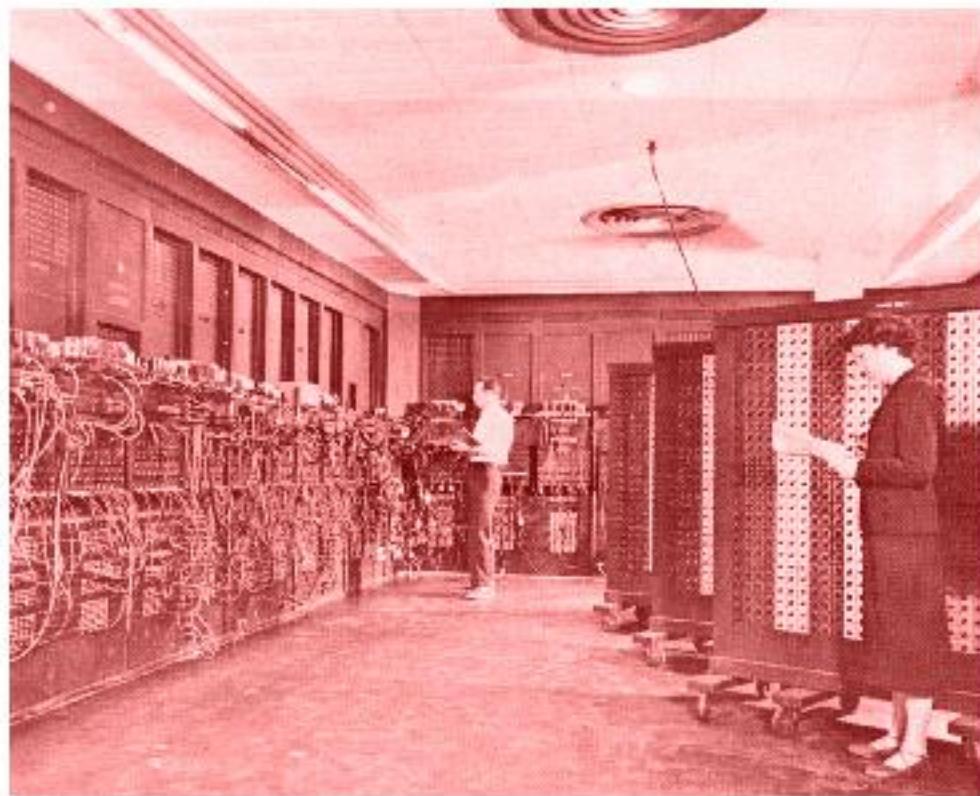
- mathématicien et physicien ayant participé à la création de l'EDVAC (5,5 ko, 1.160 additions/seconde, 6.000 tubes à vides, 12.000 diodes, 56 kW, 45,5 m², 7.850 kg, \$500.000, équipes de trente personnes)
- a proposé l'architecture Von Neumann à la base des ordinateurs actuels



ENIAC, EDVAC, Mark I : les premiers ordinateurs

"I think there is a world market for maybe five computers."

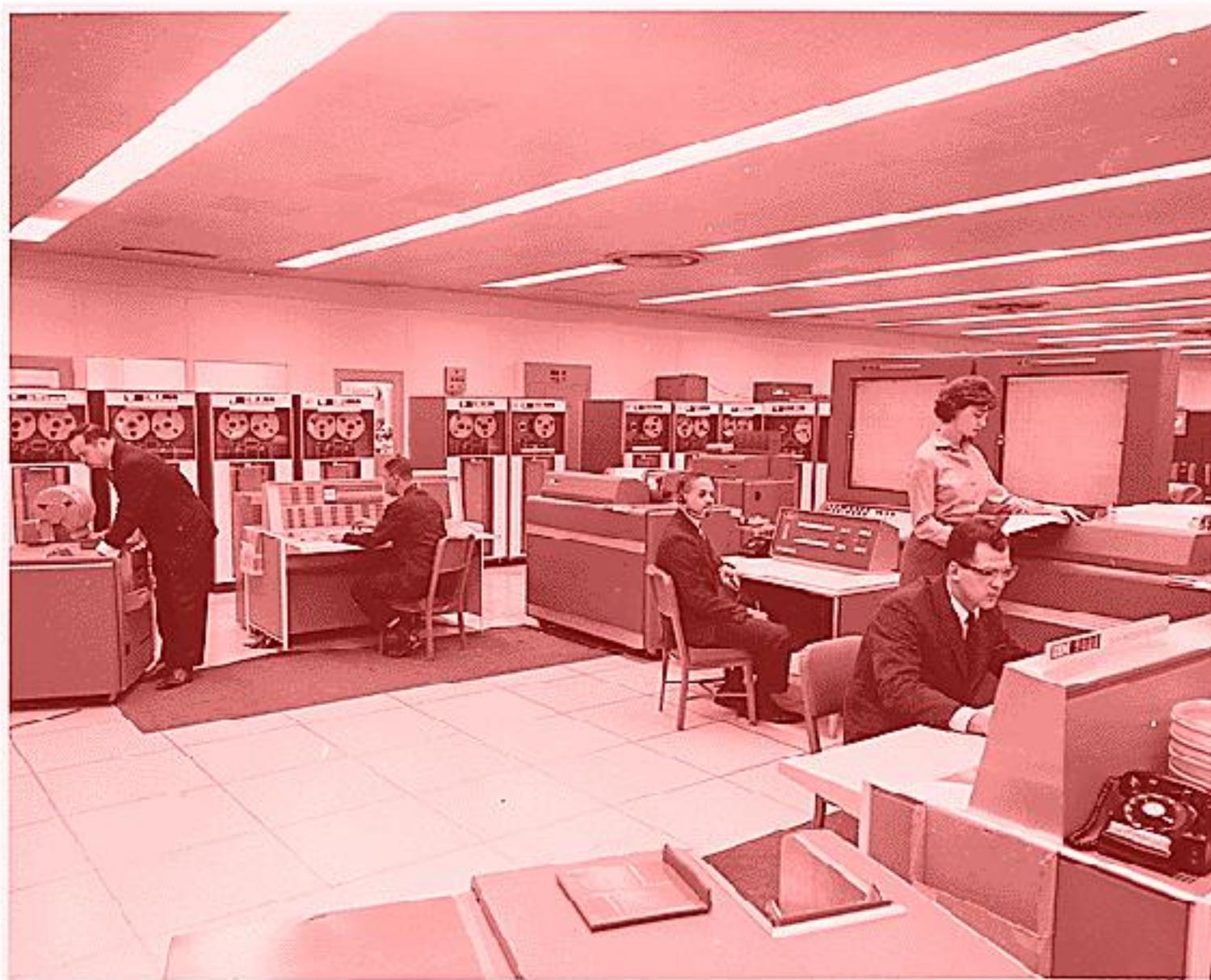
– Thomas Watson, chairman of IBM, 1943.



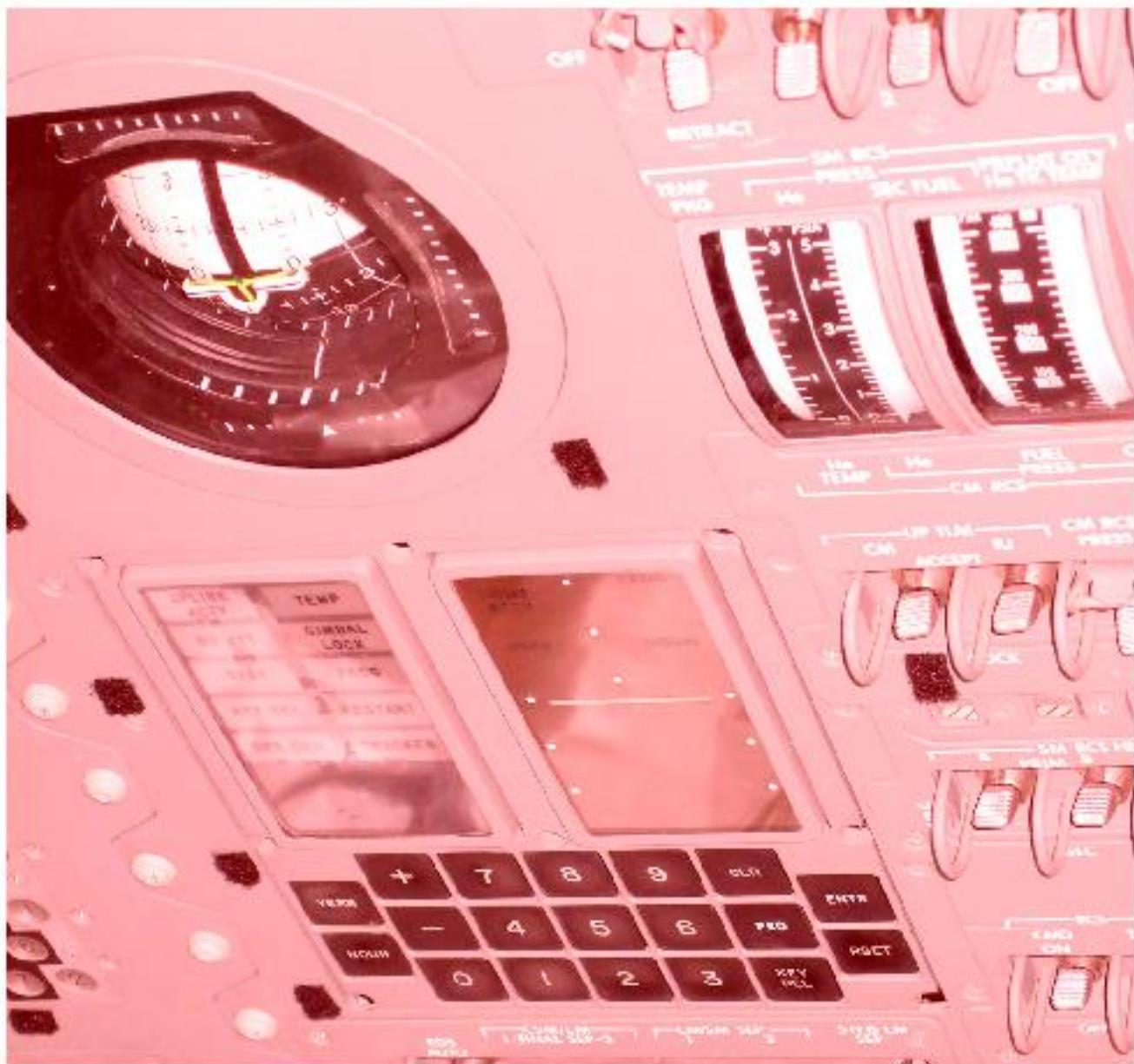
IBM 704 computer at NASA in 1957



Dual IBM 7090s at NASA Mission Control in 1962



Apollo Guidance Computer (64 ko memory, 0.043MHz)



Deep Blue (1996) vs. Samsung Galaxy S5 (2014)



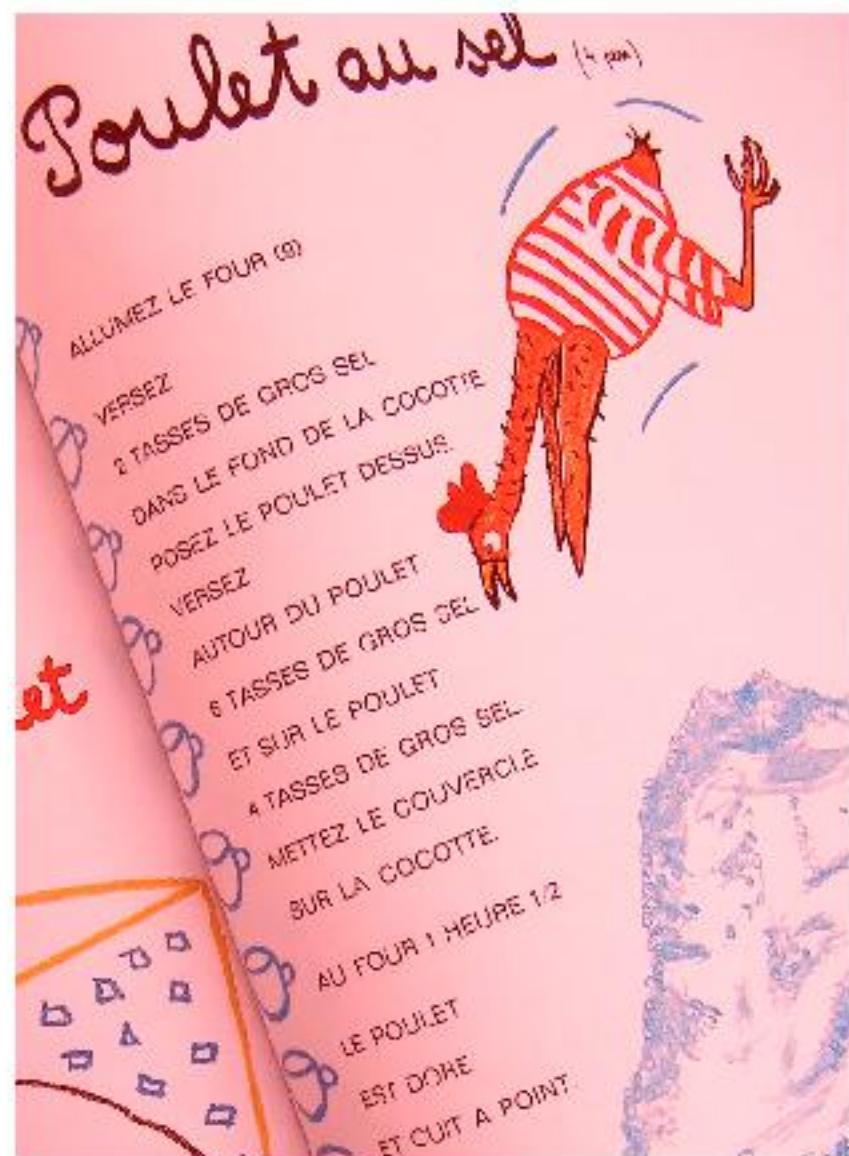
De 1960 à nos jours : l'essor de l'informatique

- 1960's : premier compilateur et département d'informatique, ARPAnet
- 1970's : premier microprocesseur et micro-ordinateurs, Unix, CRAY-I
- 1980's : explosion des ordinateurs personnels (5 millions en 1982)
- 1990's : Internet, Windows 3.1, e-mails, HTML 4.0, MP3, JPEG
- 2000's : eBay, Facebook, YouTube, Google, Mozilla, Linux (Android)
- 2010's : smartphones, internet of things, big data, machine learning

?

La programmation est
un jeu d'enfant

Programmation : la "cuisine" des ordinateurs



Programmation : la "cuisine" des ordinateurs

Définition

un programme informatique est une suite d'instructions qui décrivent de façon claire et non-ambigüe à un ordinateur comment effectuer une tâche

- écrit dans un langage spécifique (= langage de programmation)
- constitué de variables, d'instructions, de boucles, de fonctions, etc.
- programmer = écrire un programme pour résoudre un problème

l'exécution d'un programme permet de résoudre le problème pour lequel il est conçu \Rightarrow exécution = effectuer la suite d'instructions (peut varier)

Programmation : la "cuisine" des ordinateurs

Définition

un programme informatique est une suite d'instructions qui décrivent de façon claire et non-ambigüe à un ordinateur comment effectuer une tâche

- écrit dans un langage spécifique (= langage de programmation)
- constitué de variables, d'instructions, de boucles, de fonctions, etc.
- programmer = écrire un programme pour résoudre un problème

l'exécution d'un programme permet de résoudre le problème pour lequel il est conçu \Rightarrow exécution = effectuer la suite d'instructions (peut varier)

Programmation : la "cuisine" des ordinateurs

Définition

un programme informatique est une suite d'instructions qui décrivent de façon claire et non-ambigüe à un ordinateur comment effectuer une tâche

- écrit dans un langage spécifique (= langage de programmation)
- constitué de variables, d'instructions, de boucles, de fonctions, etc.
- programmer = écrire un programme pour résoudre un problème

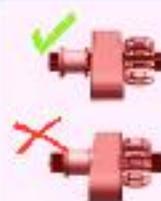
l'exécution d'un programme permet de résoudre le problème pour lequel il est conçu ⇒ exécution = effectuer la suite d'instructions (peut varier)

Exemples de "programme" que vous avez un jour exécuté

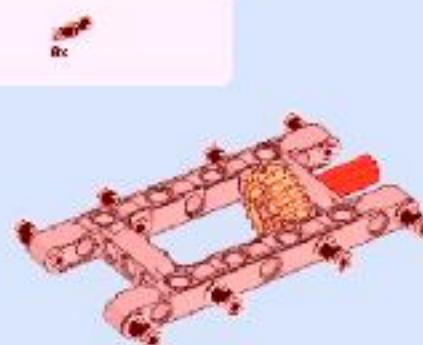


Exemples de "programme" que vous avez un jour exécuté

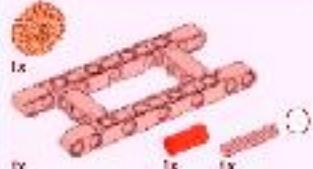
15 x



2

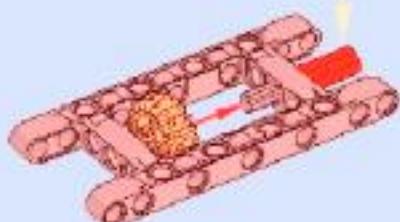


1x



1:1

1



2x

1x

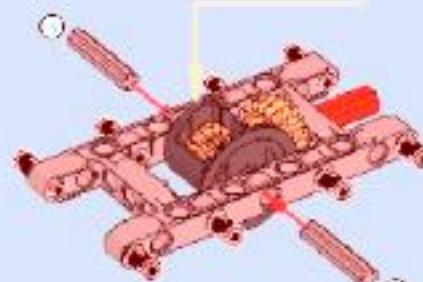
3x

1:1

3



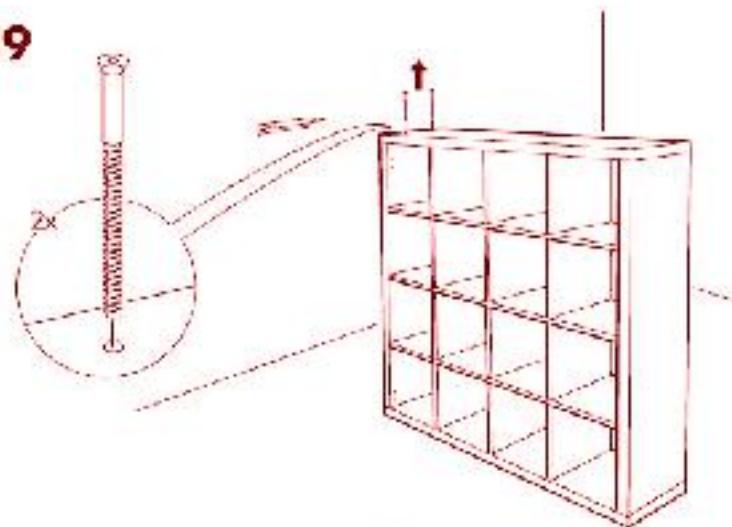
1:1



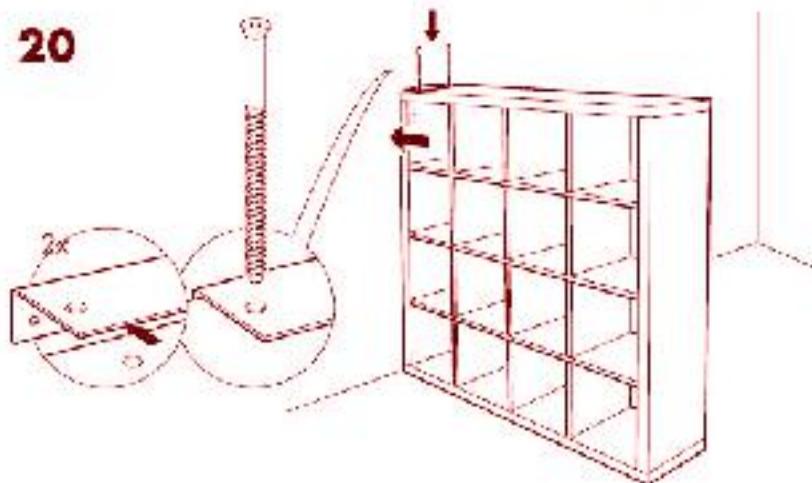
9

Exemples de "programme" que vous avez un jour exécuté

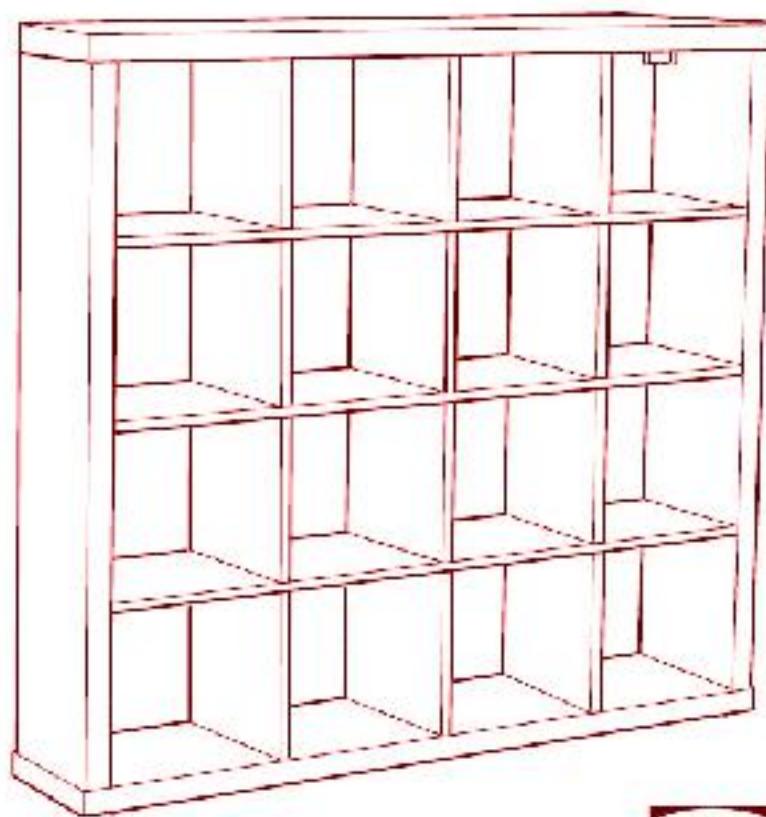
19



20



EXPEDIT



Exemples de "programme" que vous avez un jour exécuté



Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Variable

permet de "stocker" une valeur pour la manipuler

- nombre de personnes invitées pour le repas
- poids du paquet de beurre que vous avez acheté

modifie le comportement du programme pour l'adapter aux besoins

Instructions

décrivent le programme = "que faire à quel moment?"

- équivalent à la suite des étapes dans une recette
- écrites dans un langage particulier (pas le français !)
- programme informatique = suite d'instructions

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Variable

permet de "stocker" une valeur pour la manipuler

- nombre de personnes invitées pour le repas
- poids du paquet de beurre que vous avez acheté

modifie le comportement du programme pour l'adapter aux besoins

Instructions

décrivent le programme = "que faire à quel moment?"

- équivalent à la suite des étapes dans une recette
- écrites dans un langage particulier (pas le français !)
- programme informatique = suite d'instructions

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Variable

permet de "stocker" une valeur pour la manipuler

- nombre de personnes invitées pour le repas
- poids du paquet de beurre que vous avez acheté

modifie le comportement du programme pour l'adapter aux besoins

Instructions

décrivent le programme = "que faire à quel moment ?"

- équivalent à la suite des étapes dans une recette
- écrites dans un langage particulier (pas le français !)
- programme informatique = suite d'instructions

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Instructions conditionnelles

permet de choisir les instructions en fonction d'une condition

- exemple : "si je veux un steak à point, alors cuire 8', sinon cuire 5'"
- permet une structure non-linéaire de programmes ("embranchements")

Boucle

regroupe une suite d'instructions souvent utilisées ensemble

- permet de former des blocs réutilisables => "boîte à outils"
- exemples : `peler(...)`, `cuire(...)`, `mélanger(..., ...)`
- rend les programmes beaucoup plus simples à écrire, lire, corriger

spécification = contrat d'utilisation ("que lui faut-il et que fait-elle ?")

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Instructions conditionnelles

permet de choisir les instructions en fonction d'une condition

- exemple : "si je veux un steak à point, alors cuire 8', sinon cuire 5'"
- permet une structure non-linéaire de programmes ("embranchements")

Répetition

regroupe une suite d'instructions souvent utilisées ensemble

- permet de former des blocs réutilisables => "boîte à outils"
- exemples : `peler(...)`, `cuire(...)`, `mélanger(..., ...)`
- rend les programmes beaucoup plus simples à écrire, lire, corriger

spécification = contrat d'utilisation ("que lui faut-il et que fait-elle ?")

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Instructions conditionnelles

permet de choisir les instructions en fonction d'une condition

- exemple : "si je veux un steak à point, alors cuire 8', sinon cuire 5'"
- permet une structure non-linéaire de programmes ("embranchements")

Fonction

regroupe une suite d'instructions souvent utilisées ensemble

- permet de former des blocs réutilisables ⇒ "boîte à outils"
- exemples : `peler(...)`, `cuire(...)`, `mélanger(..., ...)`
- rend les programmes beaucoup plus simples à écrire, lire, corriger

spécification = contrat d'utilisation ("que lui faut-il et que fait-elle ?")

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Boucle et invariant

permet d'exécuter des instructions de manière répétitive

- exemple : "répéter n fois : verser de la pâte et cuire une crêpe"
- permet de choisir à l'exécution le nombre de répétitions
- une boucle peut aussi dépendre d'une condition d'arrêt
- exemple : "tant qu'il y a de la pâte, en verser et cuire une crêpe"

Structures de données et algorithmes

permet de représenter l'information sous forme efficace

- en cuisine, les recettes sont mises dans un classeur (type, nom, etc.)
- associées à des algorithmes spécifiques (manipulation, tri, etc.)

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Boucle et invariant

permet d'exécuter des instructions de manière répétitive

- exemple : "répéter n fois : verser de la pâte et cuire une crêpe"
- permet de choisir à l'exécution le nombre de répétitions
- une boucle peut aussi dépendre d'une condition d'arrêt
- exemple : "tant qu'il y a de la pâte, en verser et cuire une crêpe"

Structures de données et fichiers

permet de représenter l'information sous forme efficace

- en cuisine, les recettes sont mises dans un classeur (type, nom, etc.)
- associées à des algorithmes spécifiques (manipulation, tri, etc.)

Comment "cuisiner" avec un ordinateur ?

Boucle et invariant

permet d'exécuter des instructions de manière répétitive

- exemple : "répéter n fois : verser de la pâte et cuire une crêpe"
- permet de choisir à l'exécution le nombre de répétitions
- une boucle peut aussi dépendre d'une condition d'arrêt
- exemple : "tant qu'il y a de la pâte, en verser et cuire une crêpe"

Structures de données et fichiers

permet de représenter l'information sous forme efficace

- en cuisine, les recettes sont mises dans un classeur (type, nom, etc.)
- associées à des algorithmes spécifiques (manipulation, tri, etc.)

Résumé

Définition

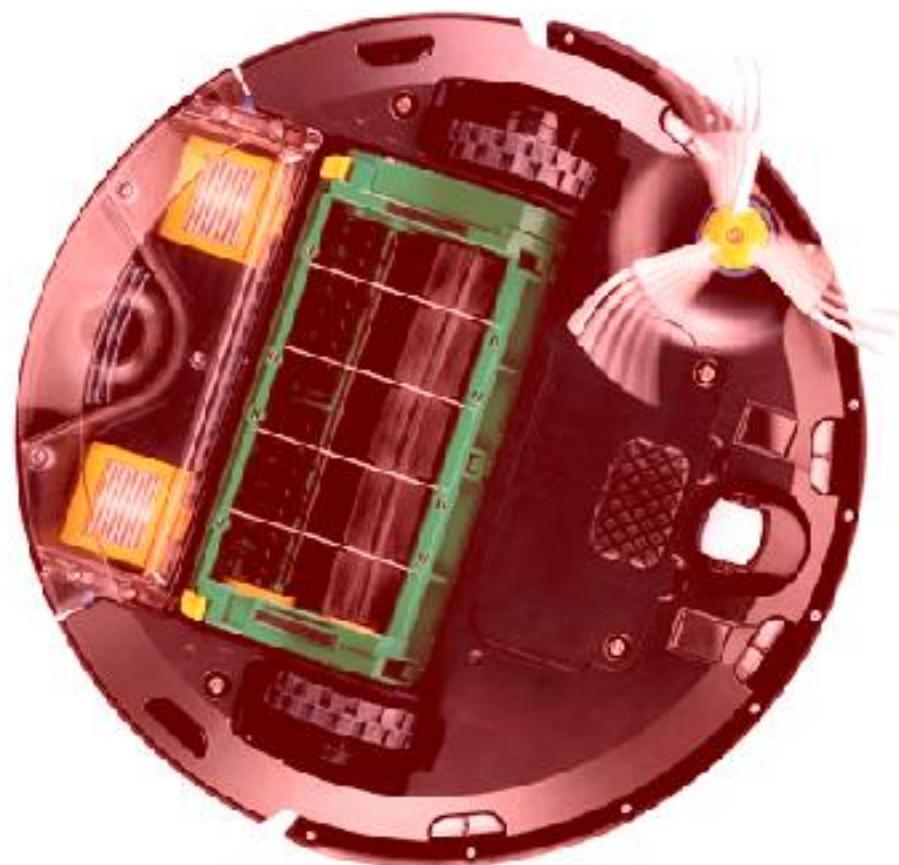
un programme informatique est une suite d'instructions qui décrivent de façon claire et non-ambigüe à un ordinateur comment effectuer une tâche

Quelques-unes des notions vues au cours

- instructions
- variables
- instructions conditionnelles
- fonctions
- boucle et invariant
- structures de données et fichiers

Exemple de système programmé

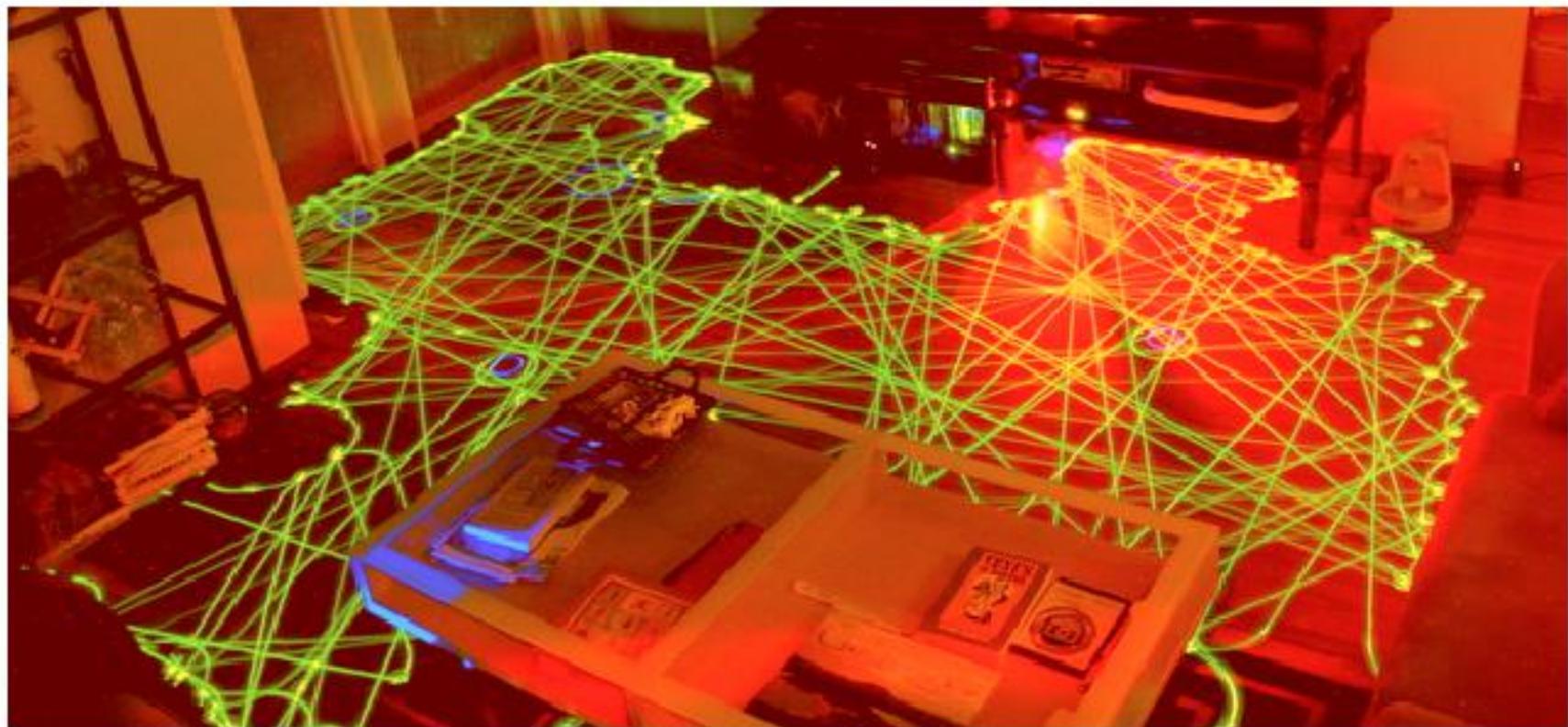
iRobot Roomba 560



iRobot Roomba 560

The Roomba uses a variety of cleaning behaviors to cover a room, using input from its sensors to decide where to go next.

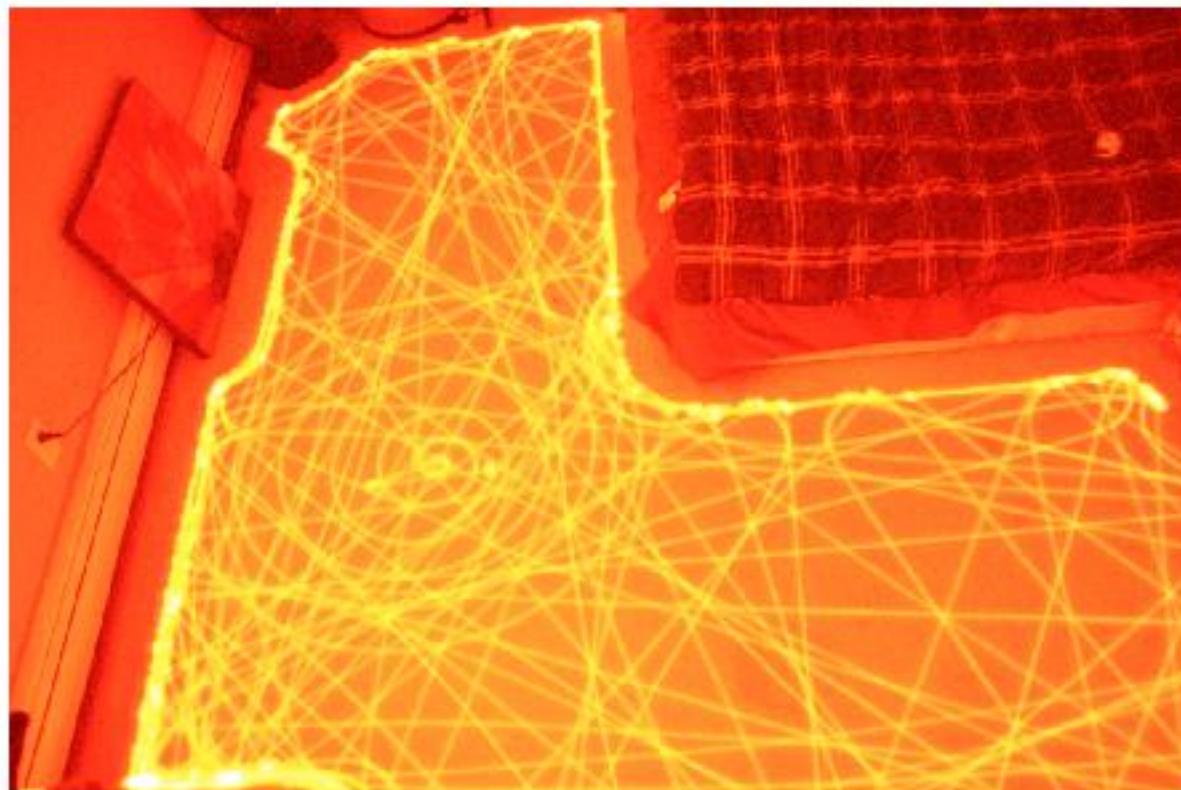
It doesn't know where it has or has not been in the absolute sense, but on average, it will cover each area of a room 3-4 times.



iRobot Roomba 560

The Roomba uses a variety of cleaning behaviors to cover a room, using input from its sensors to decide where to go next.

It doesn't know where it has or has not been in the absolute sense, but on average, it will cover each area of a room 3-4 times.

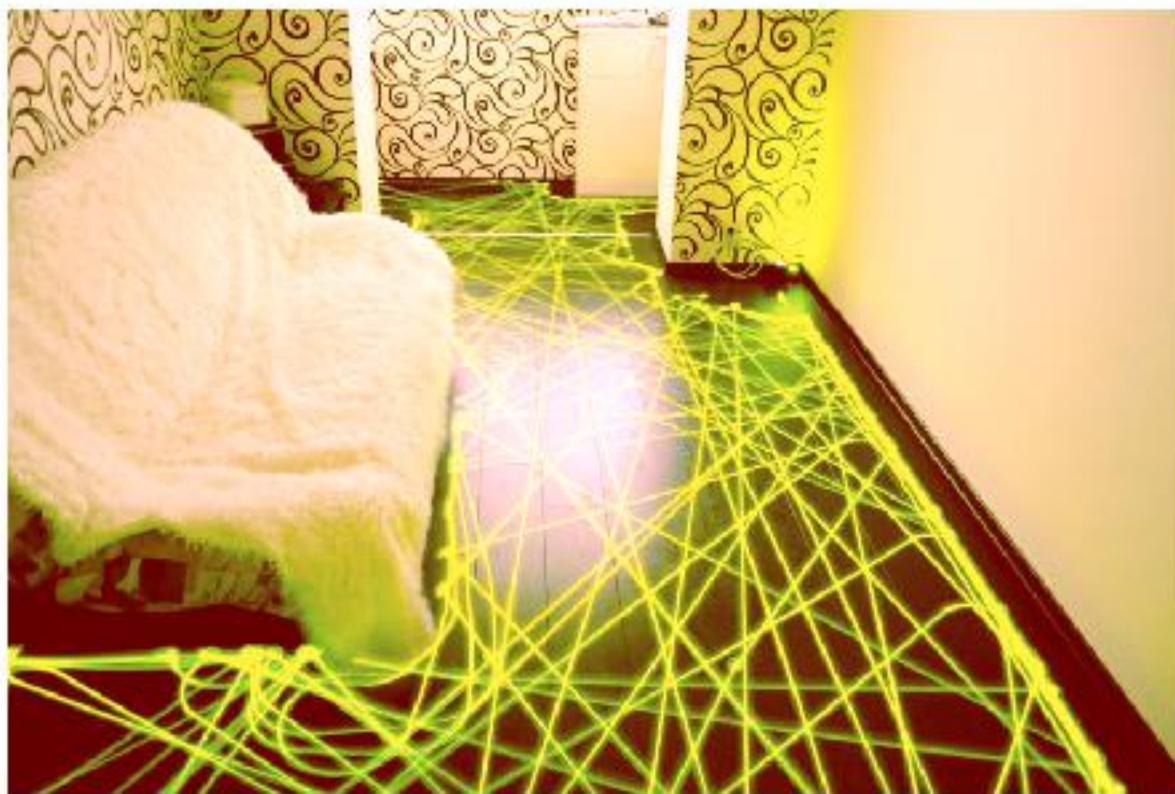


source : <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-software/how-roomba-moves>

iRobot Roomba 560

The Roomba uses a variety of cleaning behaviors to cover a room, using input from its sensors to decide where to go next.

It doesn't know where it has or has not been in the absolute sense, but on average, it will cover each area of a room 3-4 times.



source : <http://twistedsifter.com/2013/04/long-exposure-photos-of-a-roombas-path>

iRobot Roomba 560

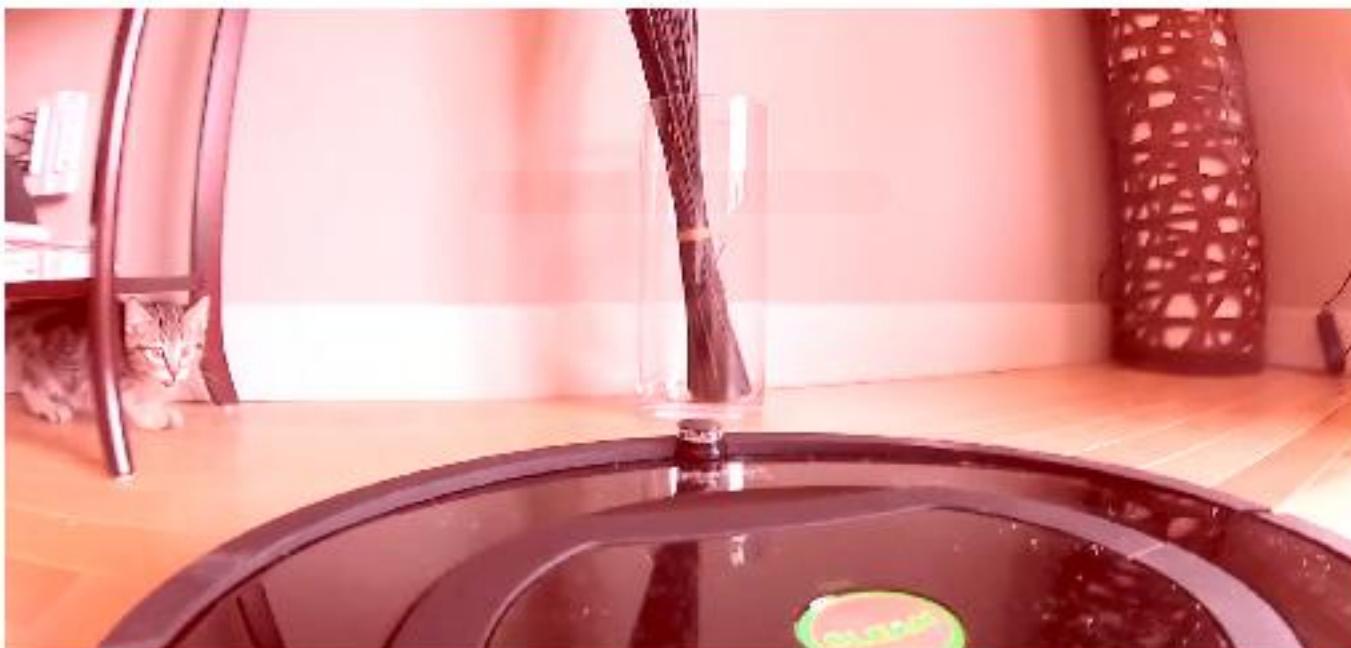
The Roomba uses a variety of cleaning behaviors to cover a room, using input from its sensors to decide where to go next.

It doesn't know where it has or has not been in the absolute sense, but on average, it will cover each area of a room 3-4 times.



source : <http://twistedsifter.com/2013/04/long-exposure-photos-of-a-roombas-path>

iRobot Roomba 560



Dans la peau d'un Roomba avec une GoPro

- <https://www.youtube.com/watch?v=xX9RkWsX1KE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=pcW79-onqRw>

en savoir plus sur le iRobot Roomba : <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/home/robotic-vacuum.htm>

Informatique mobile et ambiante



CommitStrip.com

- INFOM450 : Internet des objets
- INFOM451 : conception d'applications mobiles
- INFOM453 : laboratoire en informatique ambiante et mobile

Notions de base en programmation

Les langages de programmation

Définition

un langage de programmation est un langage formel et exécutable par un ordinateur permettant d'expliquer comment effectuer une tâche

Éléments d'un langage

Les langages de programmation

Définition

un langage de programmation est un langage formel et exécutable par un ordinateur permettant d'expliquer comment effectuer une tâche

Éléments d'un langage

- syntaxe : vocabulaire (mots disponibles pour "parler" à l'ordinateur) et grammaire (comment ils peuvent s'enchaîner pour former une phrase)
- sémantique : signification de toute "phrase" syntaxiquement correcte
- pragmatique : à quoi servent les différentes concepts et constructions et surtout comment les utiliser pour résoudre une tâche complexe

attention : l'ordinateur est profondément stupide et psychorigide !

- <https://grisebouille.net/les-ordinateurs-sont-cons>

Les langages de programmation

Définition

un langage de programmation est un langage formel et exécutable par un ordinateur permettant d'expliquer comment effectuer une tâche

Éléments d'un langage

- **syntaxe** : vocabulaire (mots disponibles pour "parler" à l'ordinateur) et grammaire (comment ils peuvent s'enchaîner pour former une phrase)
- **semantique** : signification de toute "phrase" syntaxiquement correcte
- **pragmatique** : à quoi servent les différentes concepts et constructions et surtout comment les utiliser pour résoudre une tâche complexe

attention : l'ordinateur est profondément stupide et psychorigide !

• <https://grisebouille.net/les-ordinateurs-sont-cons>

Les langages de programmation

Définition

un langage de programmation est un langage formel et exécutable par un ordinateur permettant d'expliquer comment effectuer une tâche

Éléments d'un langage

- syntaxe : vocabulaire (mots disponibles pour "parler" à l'ordinateur) et grammaire (comment ils peuvent s'enchaîner pour former une phrase)
- sémantique : signification de toute "phrase" syntaxiquement correcte
- pragmatique : à quoi servent les différentes concepts et constructions et surtout comment les utiliser pour résoudre une tâche complexe

attention : l'ordinateur est profondément stupide et psychorigide !

• <https://grisebouille.net/les-ordinateurs-sont-cons>

Les langages de programmation

Définition

un langage de programmation est un langage formel et exécutable par un ordinateur permettant d'expliquer comment effectuer une tâche

Éléments d'un langage

- syntaxe : vocabulaire (mots disponibles pour "parler" à l'ordinateur) et grammaire (comment ils peuvent s'enchaîner pour former une phrase)
- sémantique : signification de toute "phrase" syntaxiquement correcte
- pragmatique : à quoi servent les différentes concepts et constructions et surtout comment les utiliser pour résoudre une tâche complexe

attention : l'ordinateur est profondément stupide et psychorigide !

• <https://grisebouille.net/les-ordinateurs-sont-cons>

Les langages de programmation

Définition

un langage de programmation est un langage formel et exécutable par un ordinateur permettant d'expliquer comment effectuer une tâche

Éléments d'un langage

- syntaxe : vocabulaire (mots disponibles pour "parler" à l'ordinateur) et grammaire (comment ils peuvent s'enchaîner pour former une phrase)
- sémantique : signification de toute "phrase" syntaxiquement correcte
- pragmatique : à quoi servent les différentes concepts et constructions et surtout comment les utiliser pour résoudre une tâche complexe

attention : l'ordinateur est profondément stupide et psychorigide !

- <https://grisebouille.net/les-ordinateurs-sont-cons>

Erreurs de programmation

Erreurs syntaxiques

fautes d'orthographe ou de grammaire

- mot qui n'existe pas ou mal orthographié
- mots combinés d'une façon qui n'est pas autorisée

Erreurs d'exécution

syntaxe correcte, mais impossible à exécuter dans certaines situations

- exemple : prendre *n* œufs dans le frigo, alors qu'il est vide
- une erreur d'exécution a pour effet l'arrêt du programme

Erreurs d'intention / de logique / de sémantique

s'exécute normalement, mais ne produit pas le résultat escompté

- très difficile à détecter, puisque le programme se termine
- exemple : faire un cake sans farine ni œufs

Erreurs de programmation

Erreurs syntaxiques

fautes d'orthographe ou de grammaire

- mot qui n'existe pas ou mal orthographié
- mots combinés d'une façon qui n'est pas autorisée

Erreurs d'exécution

syntaxe correcte, mais impossible à exécuter dans certaines situations

- exemple : prendre *n* œufs dans le frigo, alors qu'il est vide
- une erreur d'exécution a pour effet l'arrêt du programme

Erreurs d'intention / de logique / de sémantique

s'exécute normalement, mais ne produit pas le résultat escompté

- très difficile à détecter, puisque le programme se termine
- exemple : faire un cake sans farine ni œufs

Erreurs de programmation

Erreurs syntaxiques

fautes d'orthographe ou de grammaire

- mot qui n'existe pas ou mal orthographié
- mots combinés d'une façon qui n'est pas autorisée

Erreurs d'exécution

syntaxe correcte, mais impossible à exécuter dans certaines situations

- exemple : prendre n oeufs dans le frigo, alors qu'il est vide
- une erreur d'exécution a pour effet l'arrêt du programme

Erreurs d'intention / de logique / de sémantique

s'exécute normalement, mais ne produit pas le résultat escompté

- très difficile à détecter, puisque le programme se termine
- exemple : faire un cake sans farine ni œufs

Erreurs de programmation

Erreurs syntaxiques

fautes d'orthographe ou de grammaire

- mot qui n'existe pas ou mal orthographié
- mots combinés d'une façon qui n'est pas autorisée

Erreurs d'exécution

syntaxe correcte, mais impossible à exécuter dans certaines situations

- exemple : prendre n oeufs dans le frigo, alors qu'il est vide
- une erreur d'exécution a pour effet l'arrêt du programme

Erreurs d'intention / de logique / de sémantique

s'exécute normalement, mais ne produit pas le résultat escompté

- très difficile à détecter, puisque le programme se termine
- exemple : faire un cake sans farine ni oeufs

Introduction à la programmation

But du cours

apprendre à concevoir des programmes pour résoudre des problèmes

Approche universitaire

apprendre à programmer, c'est surtout apprendre la pragmatique

- décrire la démarche à suivre de façon rigoureuse et non ambiguë
- indépendamment du langage utilisé (en grande partie)

la syntaxe et la sémantique seront découverts progressivement...

Introduction à la programmation

But du cours

apprendre à concevoir des programmes pour résoudre des problèmes

Approche universitaire

apprendre à programmer, c'est surtout apprendre la pragmatique

- décrire la démarche à suivre de façon rigoureuse et non ambiguë
- indépendamment du langage utilisé (en grande partie)

la syntaxe et la sémantique seront découverts progressivement...

Étapes de résolution d'une tâche

Code vs pseudo-code

- pseudo-code = ébauche mêlant français/anglais et symboles
- code = instructions (non ambiguës) dans un langage informatique

Algorithme vs. programme

- algorithme = solution au problème en pseudo-code
- programme(s) = implémentation(s) dans un langage spécifique

Conception d'un programme

- analyse de la tâche et écriture d'un algorithme la résolvant
- traduction de l'algorithme en langage de programmation
- vérification et test du programme obtenu

Étapes de résolution d'une tâche

Code vs. pseudo-code

- pseudo-code = ébauche mêlant français/anglais et symboles
- code = instructions (non ambiguës) dans un langage informatique

Algorithme vs. programme

- algorithme = solution au problème en pseudo-code
- programme(s) = implémentation(s) dans un langage spécifique

Conception d'un programme

- analyse de la tâche et écriture d'un algorithme la résolvant
- traduction de l'algorithme en langage de programmation
- vérification et test du programme obtenu

Étapes de résolution d'une tâche

Code vs. pseudo-code

- pseudo-code = ébauche mêlant français/anglais et symboles
- code = instructions (non ambiguës) dans un langage informatique

Algorithme vs. programme

- algorithme = solution au problème en pseudo-code
- programme(s) = implémentation(s) dans un langage spécifique

Conception d'un programme

- analyse de la tâche et écriture d'un algorithme la résolvant
- traduction de l'algorithme en langage de programmation
- vérification et test du programme obtenu

Étapes de résolution d'une tâche

Code vs. pseudo-code

- pseudo-code = ébauche mêlant français/anglais et symboles
- code = instructions (non ambiguës) dans un langage informatique

Algorithme vs. programme

- algorithme = solution au problème en pseudo-code
- programme(s) = implémentation(s) dans un langage spécifique

Conception d'un programme

- analyse de la tâche et écriture d'un algorithme la résolvant
- traduction de l'algorithme en langage de programmation
- vérification et test du programme obtenu

Code vs. pseudo-code

Pseudo-code

afficher le message "Hello, World !" à l'écran

Code vs. pseudo-code

Implémentation (code) en langage machine

```
10111010 00010000
00000001 10110100
00001001 11001101
00100001 00110000
11100100 11001101
00010110 10111000
00000000 01001100
11001101 00100001
01001000 01100101    (he)
01101100 01101100    (ll)
01101111 00100000    (o )
01010111 01101111    (wo)
01110010 01101100    (rl)
01100100 00100001    (d!)
00100100              ($)
```

source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_programmes_Hello_world

Code vs. pseudo-code

Implémentation (code) en assembleur

```
section .data
    helloMsg:    db 'Hello world!',10
    helloSize:   equ $-helloMsg

section .text
    global _start
_start:
    mov eax,4          ; Appel système "write" (sys_write)
    mov ebx,1          ; File descriptor, 1 pour STDOUT
    mov ecx, helloMsg ; Adresse de la chaîne à afficher
    mov edx, helloSize; Taille de la chaîne
    int 80h           ; Exécution de l'appel système
    mov eax,1          ; Sortie du programme
    mov ebx,0          ; Appel système "exit"
    int 80h           ; Code de retour
```

Code vs. pseudo-code

Implémentation (code) en C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    printf("hello , world\n");
    return 0;
}
```

source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_programmes_Hello_world

Code vs. pseudo-code

Implémentation (code) en Python

```
print ("Hello world!")
```

source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_programmes_Hello_world

Outils utilisés par le cours

Présentation de WebCampus



- site web du cours INFOB131, "Introduction à la programmation"
- tout fichier sur WebCampus peut être considéré comme définitif
 - transparents PDF (= "slides") disponibles en plusieurs formats
 - imprimez `intro_prog_X_handout_notes.pdf` (si soucis, dites-le !)
 - énoncés TP, liens web, documents supplémentaires, etc.
- communication : annonces, forums (+ e-mails)
- outils standard pour les cours ; vous allez l'utiliser pendant 5 ans !

Présentation de WebCampus



- site web du cours **INFOB131 "Introduction à la programmation"**
 - tout fichier sur WebCampus peut être considéré comme définitif !
 - transparents PDF ("slides") disponibles en plusieurs formats
 - imprimez `intro_prog_X_handout_notes.pdf` (si soucis, dites-le !)
 - énoncés TP, liens web, documents supplémentaires, etc.
 - communication : annonces, forums (+ e-mails)
 - outils standard pour les cours ; vous allez l'utiliser pendant 5 ans !



- site web du cours **INFOB131** "Introduction à la programmation"
- tout fichier sur WebCampus peut être considéré comme définitif!
 - transparents PDF ("slides") disponibles en plusieurs formats
 - imprimez `intro_prog_X_handout_notes.pdf` (si soucis, dites-le!)
 - énoncés TPs, liens web, documents supplémentaires, etc.
- communication : annonces, forums (+ e-mails)
- outils standard pour les cours ; vous allez l'utiliser pendant 5 ans !



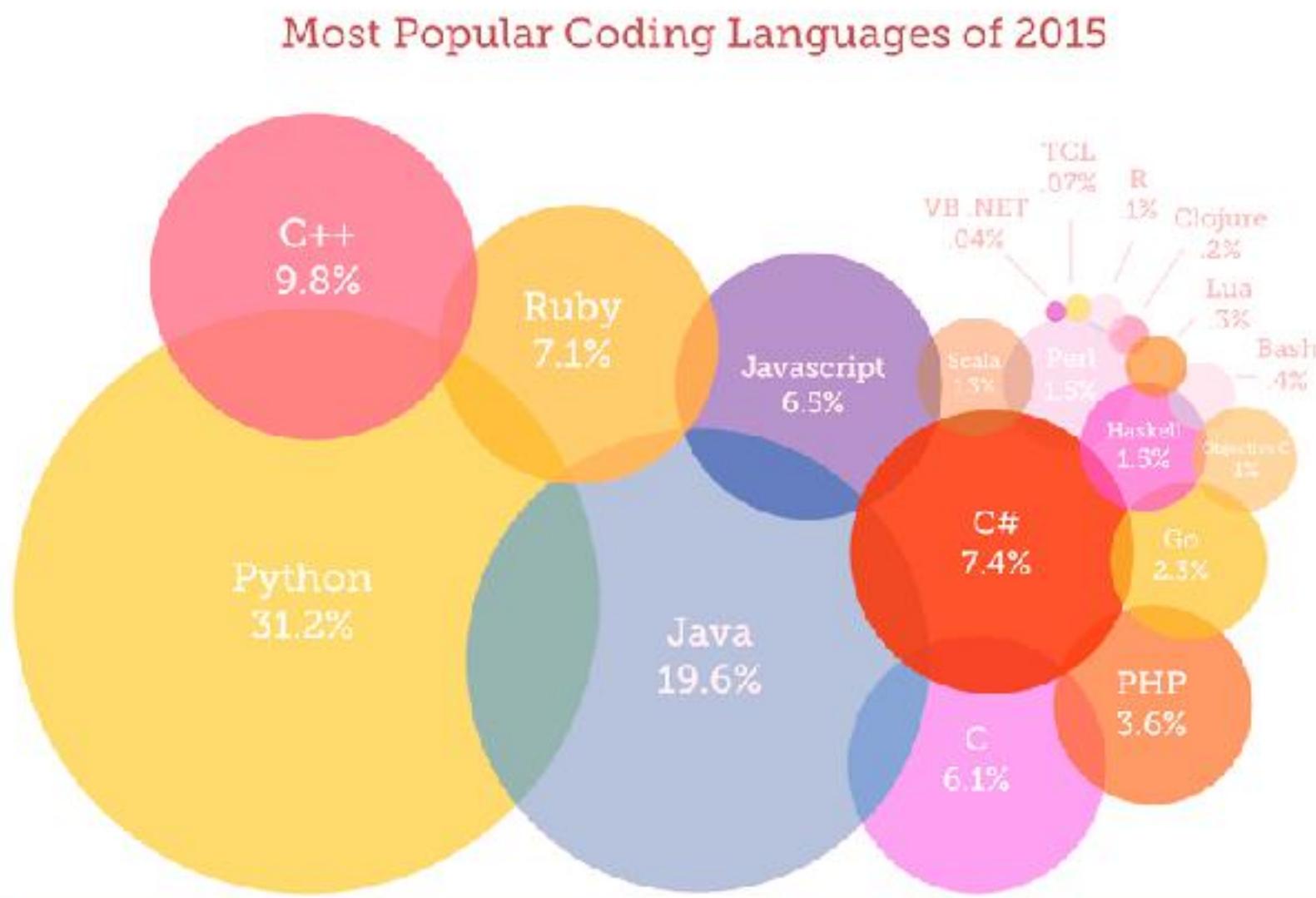
- site web du cours **INFOB131** "Introduction à la programmation"
- tout fichier sur WebCampus peut être considéré comme définitif!
 - transparents PDF ("slides") disponibles en plusieurs formats
 - imprimez `intro_prog_X_handout_notes.pdf` (si soucis, dites-le!)
 - énoncés TPs, liens web, documents supplémentaires, etc.
- communication : annonces, forums (+ e-mails)
- outils standard pour les cours ; vous allez l'utiliser pendant 5 ans !



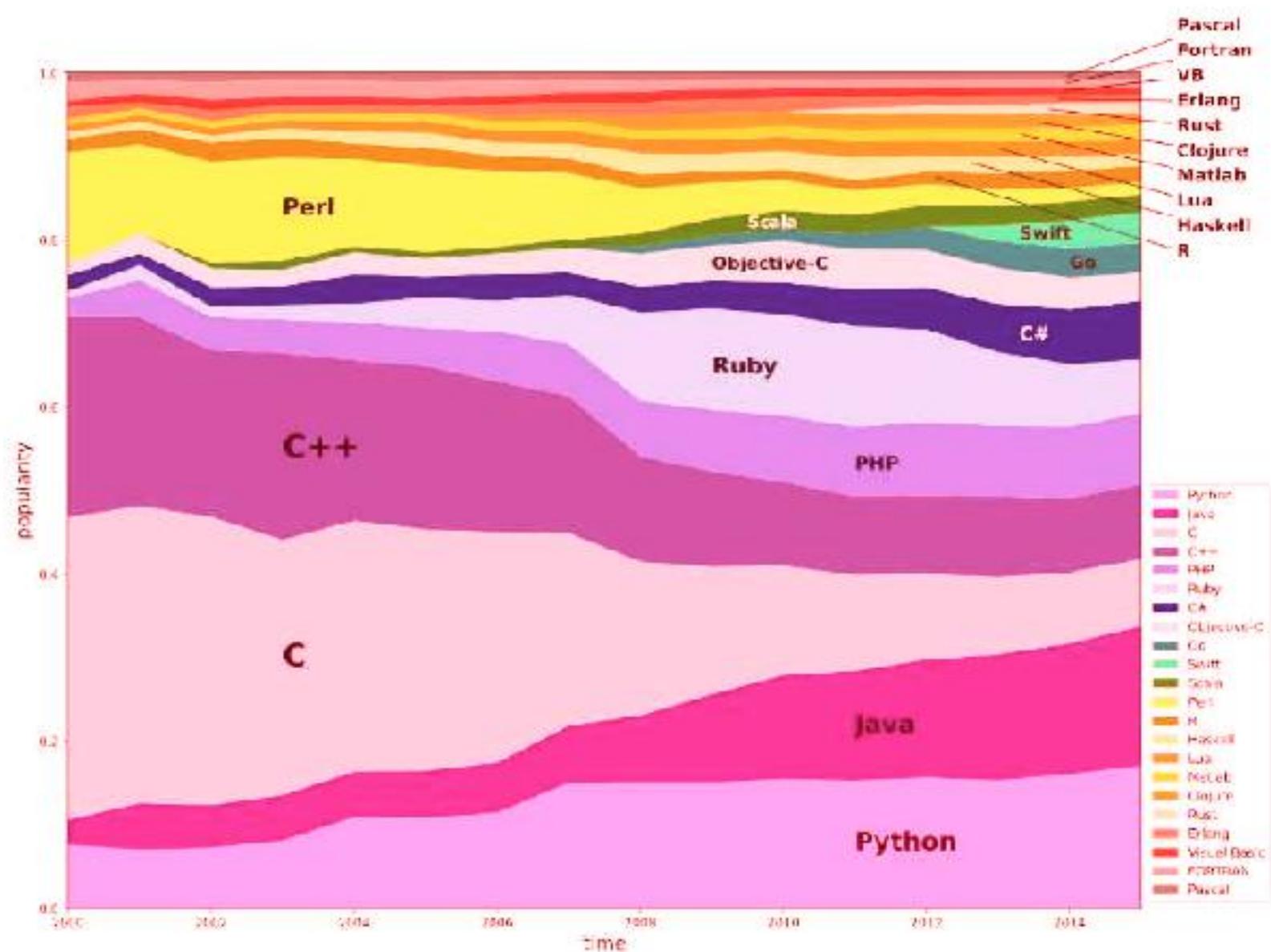
- site web du cours **INFOB131** "Introduction à la programmation"
- tout fichier sur WebCampus peut être considéré comme définitif!
 - transparents PDF ("slides") disponibles en plusieurs formats
 - imprimez `intro_prog_X_handout_notes.pdf` (si soucis, dites-le!)
 - énoncés TPs, liens web, documents supplémentaires, etc.
- communication : annonces, forums (+ e-mails)
- outils standard pour les cours : vous allez l'utiliser pendant 5 ans!



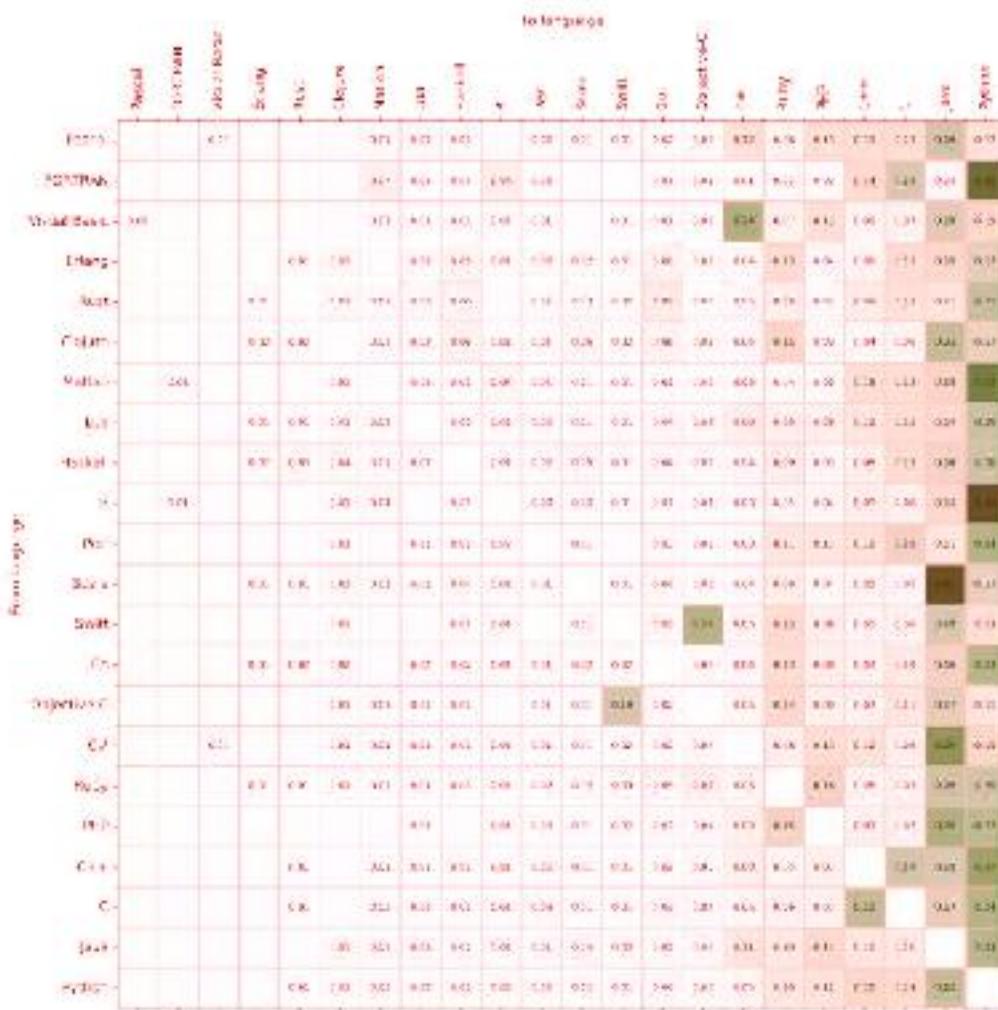
Pourquoi Python ?



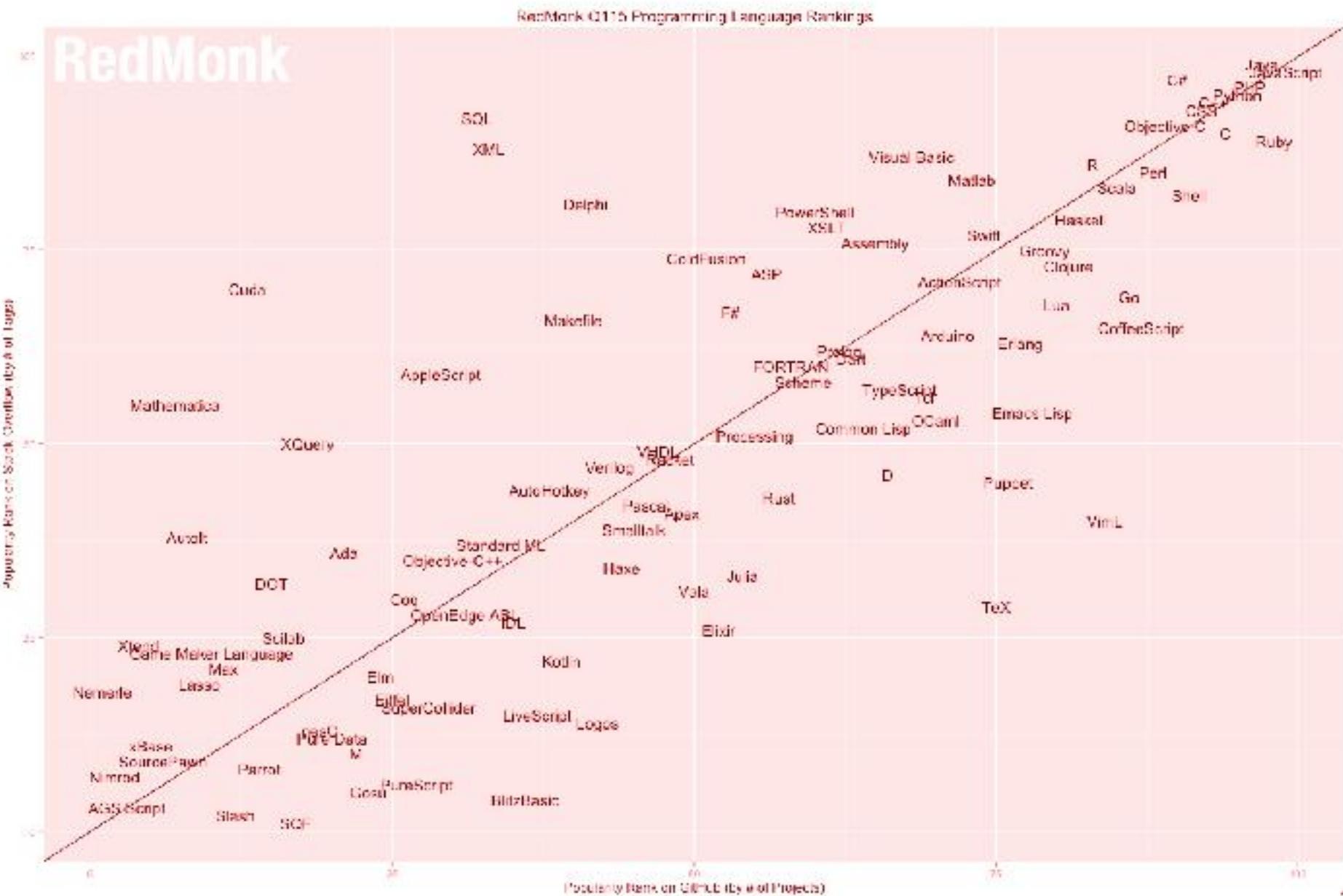
Pourquoi Python ?



Pourquoi Python ?



Pourquoi Python ?



Pourquoi Python ?

Avantages

- ✓ (premier) langage simple à prendre en main
- ✓ lisibilité du code (par ex. indentation obligatoire)
- ✓ langage généraliste et de haut niveau (peu de code % à C, Java etc.)
- ✓ possibilité d'exécuter des bouts de code (+ notebooks) + scalable
- ✓ libre, gratuit, open source, disponible sur Windows, Mac OS, Linux
- ✓ communauté active (librairies, documentation, tutoriaux, etc.)
- ✓ structure de données disponibles immédiatement
- ✓ système de modules hiérarchique et lisible

Inconvénients

- plus lent à l'exécution (mais Cython peut aider)
- typage dynamique (erreurs difficiles à détecter)

Pourquoi Python ?

Avantages

- ✓ (premier) langage simple à prendre en main
- ✓ lisibilité du code (par ex. indentation obligatoire)
- ✓ langage généraliste et de haut niveau (peu de code % à C, Java etc.)
- ✓ possibilité d'exécuter des bouts de code (+ notebooks) + scalable
- ✓ libre, gratuit, open source, disponible sur Windows, Mac OS, Linux
- ✓ communauté active (librairies, documentation, tutoriaux, etc.)
- ✓ structure de données disponibles immédiatement
- ✓ système de modules hiérarchique et lisible

Inconvénients

- ✗ plus lent à l'exécution (mais Cython peut aider)
- ✗ typage dynamique (erreurs difficiles à détecter)

Pourquoi Anaconda + PyCharm ?

Distribution Python "self-contained" et gratuite

- tous les outils en un seul téléchargement
- look and feel identique sur tous les OS
- centaines de modules disponibles immédiatement
- gestionnaire, IDE et notebooks intégrés
- disponible pour Python 2.7 et 3.x

A propos des alternatives

- Python est (et restera) libre et gratuit.
- Anaconda + PyCharm vous aide à gérer tous les outils
- dans le cadre de ce cours, n'utilisez que PyCharm

Pourquoi Anaconda + PyCharm ?

Distribution Python "self-contained" et gratuite

- tous les outils en un seul téléchargement
- look and feel identique sur tous les OS
- centaines de modules disponibles immédiatement
- gestionnaire, IDE et notebooks intégrés
- disponible pour Python 2.7 et 3.x

A propos des alternatives

- Python est (et restera) libre et gratuit.
- Anaconda + PyCharm vous aide à gérer tous les outils
- dans le cadre de ce cours, n'utilisez que PyCharm

Pourquoi Anaconda + PyCharm ?

Distribution Python "self-contained" et gratuite

- tous les outils en un seul téléchargement
- look and feel identique sur tous les OS
- centaines de modules disponibles immédiatement
- gestionnaire, IDE et notebooks intégrés
- disponible pour Python 2.7 et 3.x

A propos des alternatives

- Python est (et restera) libre et gratuit
- Anaconda + PyCharm vous aide à gérer tous les outils
- dans le cadre de ce cours, n'utilisez que PyCharm

Installation de Anaconda + PyCharm



instructions disponible sur le site WebCampus

- n'hésitez pas à demander de l'aide aux assistants
- une install party est prévue très bientôt (détails sur WebCampus)

disponible sur les machines du pool informatique

- réalisé par Fishing Cactus (Mons, Belgique - 1,8 millions DL Shift)
- présenté à la conférence EDEN à Oslo (Norvège) en 2013
- "Meilleur Serious Game" au Serious Game Expo de Lyon 2013
- "Best Learning Game, 2nd" aux 2013 European Serious Game awards



Présentation du système de notebooks

IP[y]: Notebook spectrogram Last saved: Mar 07 10:14 PM

File Edit View Insert Cell Kernel Help

Simple spectral analysis

An illustration of the Discrete Fourier Transform

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi}{N} kn} \quad k = 0, \dots, N-1$$

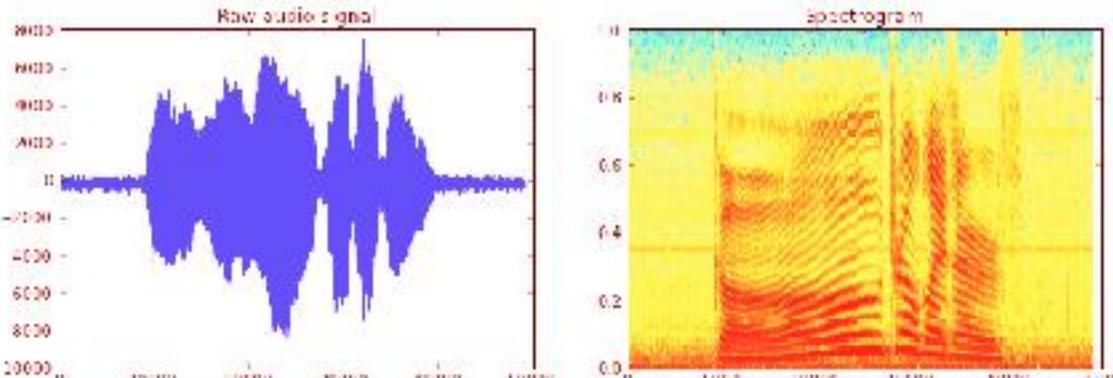
using windowing, to reveal the frequency content of a sound signal.

We begin by loading a datafile using ScPy's audio file support:

```
In [1]: from scipy.io import wavfile
rate, x = wavfile.read('test_mono.wav')
```

And we can easily view its spectral structure using matplotlib's built-in `spectrogram` routine:

```
In [2]: fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1, 2, figsize=(12, 4))
ax1.plot(x); ax1.set_title('Raw audio signal')
ax2.specgram(x); ax2.set_title('Spectrogram')
```



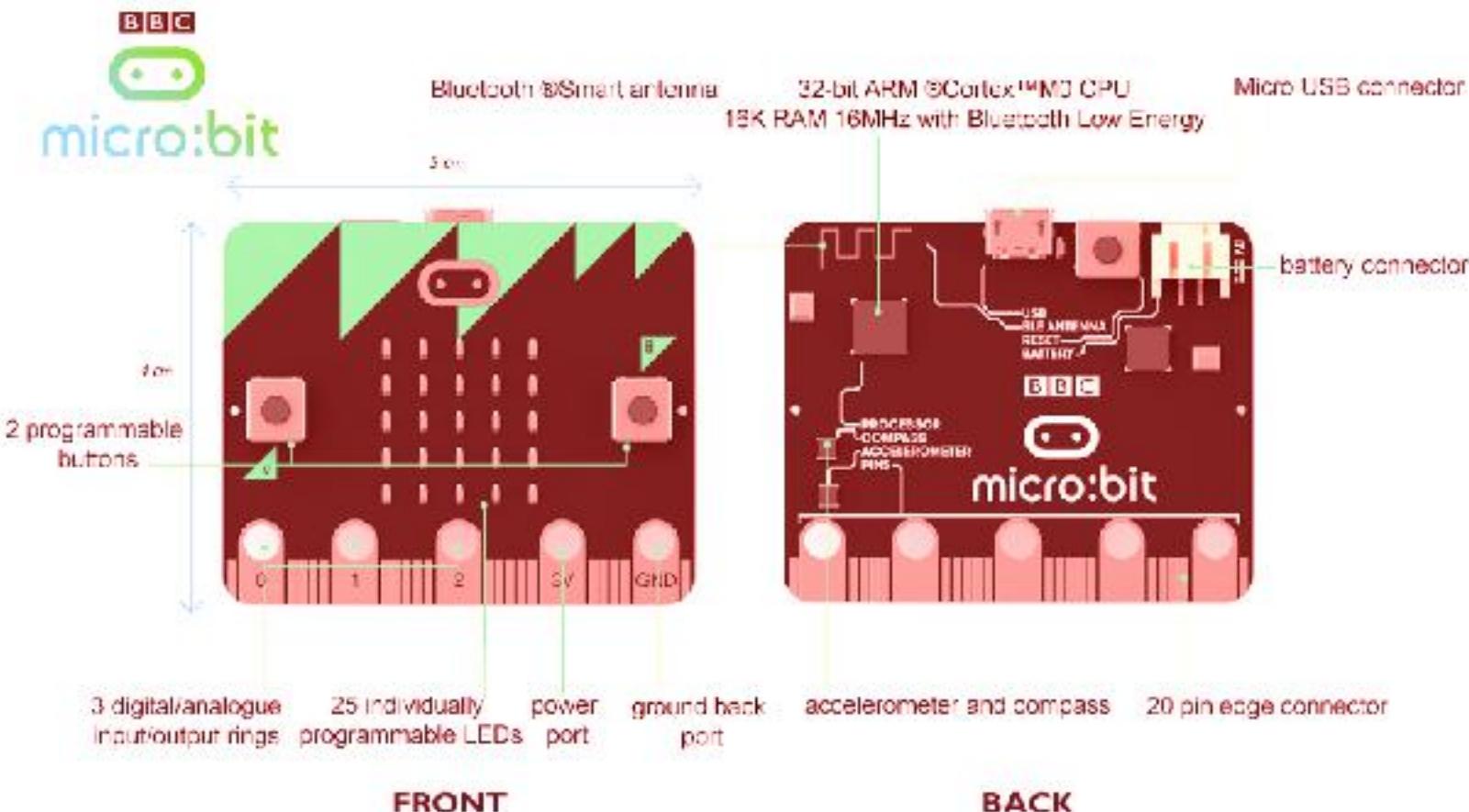
Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH



Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH



Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH

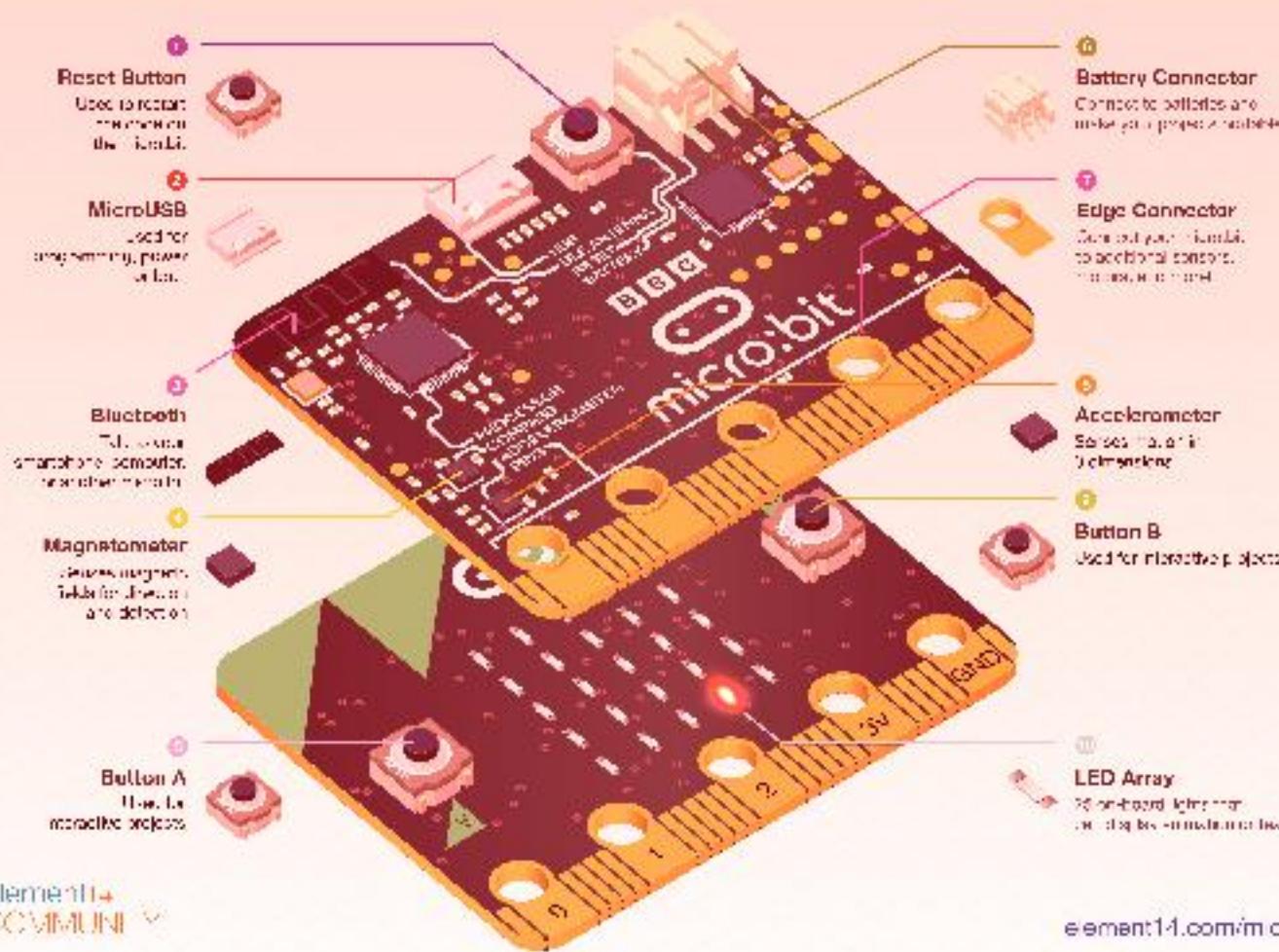


Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH



The BBC micro:bit

A pocket-sized, codeable ARM based computer designed for computer education. With a built-in compass, motion detection and Bluetooth technology. With an ambition to inspire digital creativity to develop a new generation of tech' pioneers in collaboration with the element14 Community.



element14
COMMUNITY

element14.com/microbit

PICK YOUR PROJECT

Fitness Tracker

Requires the use of:
• Accelerometer
• LED Array



Gaming

Requires the use of:
• Button A
• Button B
• LED Array



Metal Detector

Requires the use of:
• Magnetometer
• LED Array



Door Bell / Alarm

Requires the use of:
• Dectector
• Accelerometer
• LED Array



Robotics

Requires the use of:
• Button A
• Button B
• Accelerometer
• Edge connector



Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH

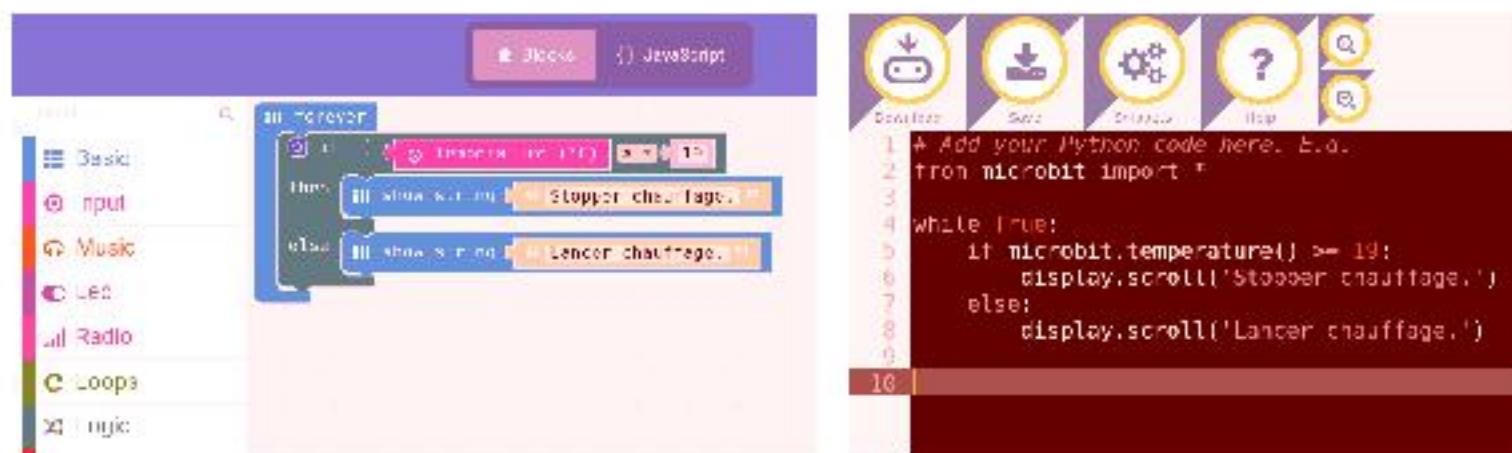


Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH

The screenshot shows the micro:PUNCH software interface. At the top, there are five icons: Download (robot with arrow), Save (down arrow), Snippets (gears), Help (question mark), and two search icons. Below the icons is a code editor window containing the following Python code:

```
1 # Add your Python code here. E.g.
2 from microbit import *
3
4 while True:
5     if microbit.temperature() >= 19:
6         display.scroll('Stopper chauffage.')
7     else:
8         display.scroll('Lancer chauffage.')
9
10
```

Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH



Nouveauté de cette année : le projet micro:PUNCH

Ressources

micro:bit est un projet de la BBC qui offre plein de ressources

- démarrage rapide : <http://microbit.org/guide/quick>

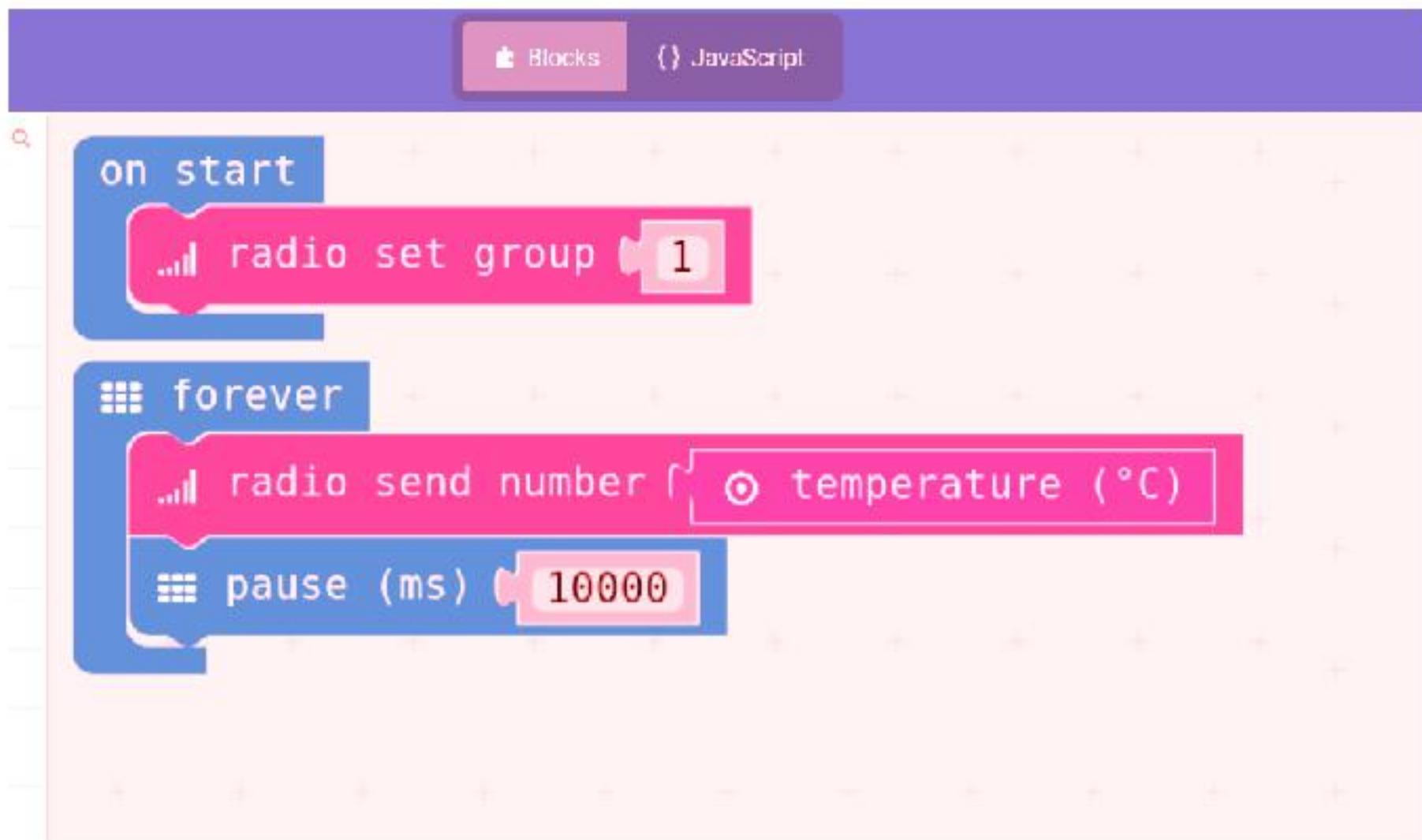
chaque étudiant recevra son kit avec un BBC micro:bit (contre caution)

Utilisation + encadrement

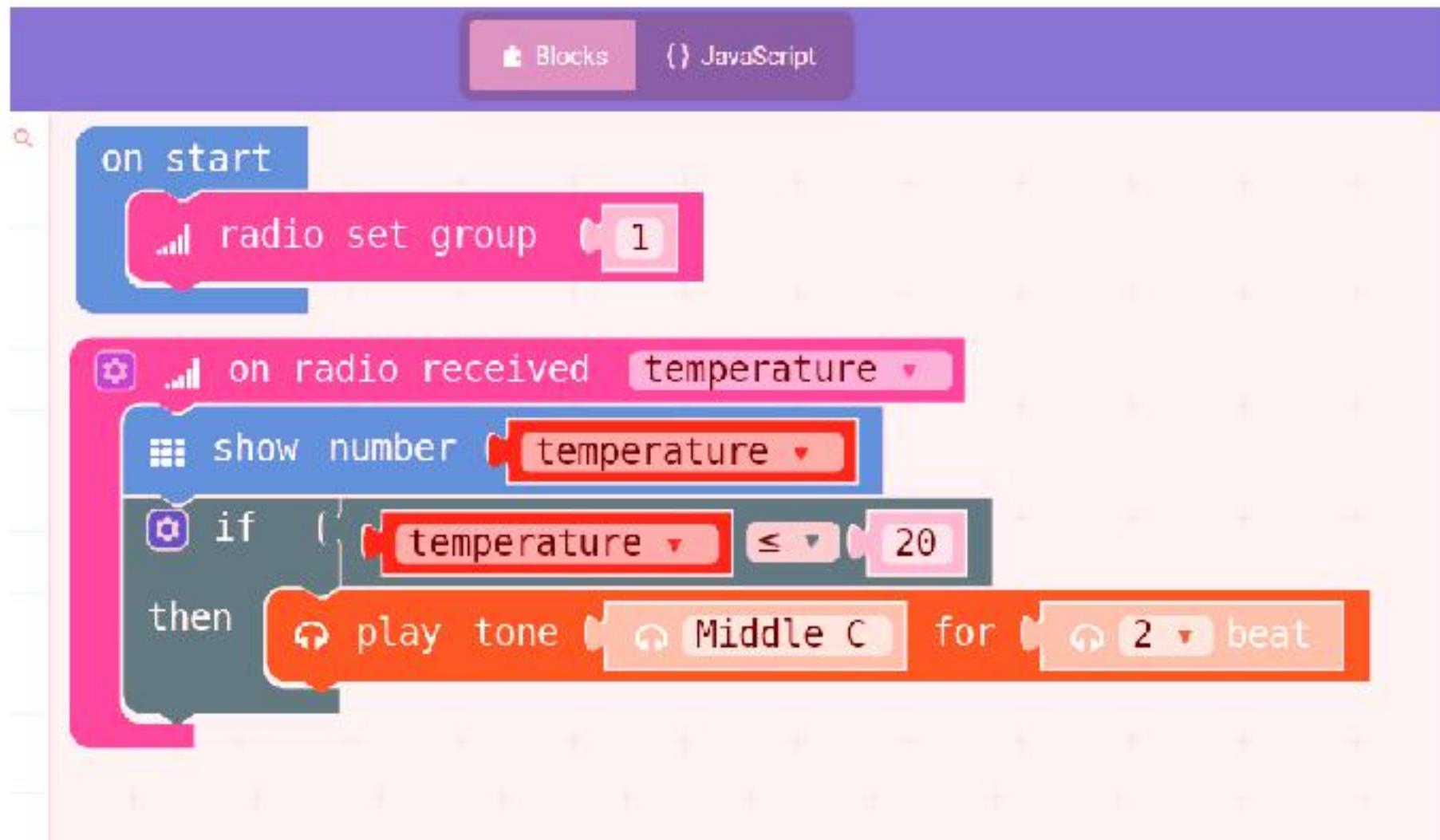
- le BBC micro:bit sera utilisé pour introduire les concepts (cours + TP)
- à chaque TP, vous recevrez des problèmes à résoudre chez vous
- un étudiant-tuteur assure des permanences au local du CSLabs (2ème étage, local 226) chaque jeudi de 13h30 à 15h30 (accès libre)
- vous serez amené à remplir des questionnaires, merci de le faire sérieusement et à chaque fois ⇒ évaluation du projet micro:PUNCH

Disclaimer : the text "BBC" and "micro:bit" are trademarks of the BBC. micro:PUNCH is not endorsed, sponsored nor associated with the Foundation. See <http://microbit.org> for more info on the micro:bit ecosystem.

Le BBC micro:bit en action : alarme antigel sonore



Le BBC micro:bit en action : alarme antigel sonore



Le BBC micro:bit en action : coach sportif / podomètre

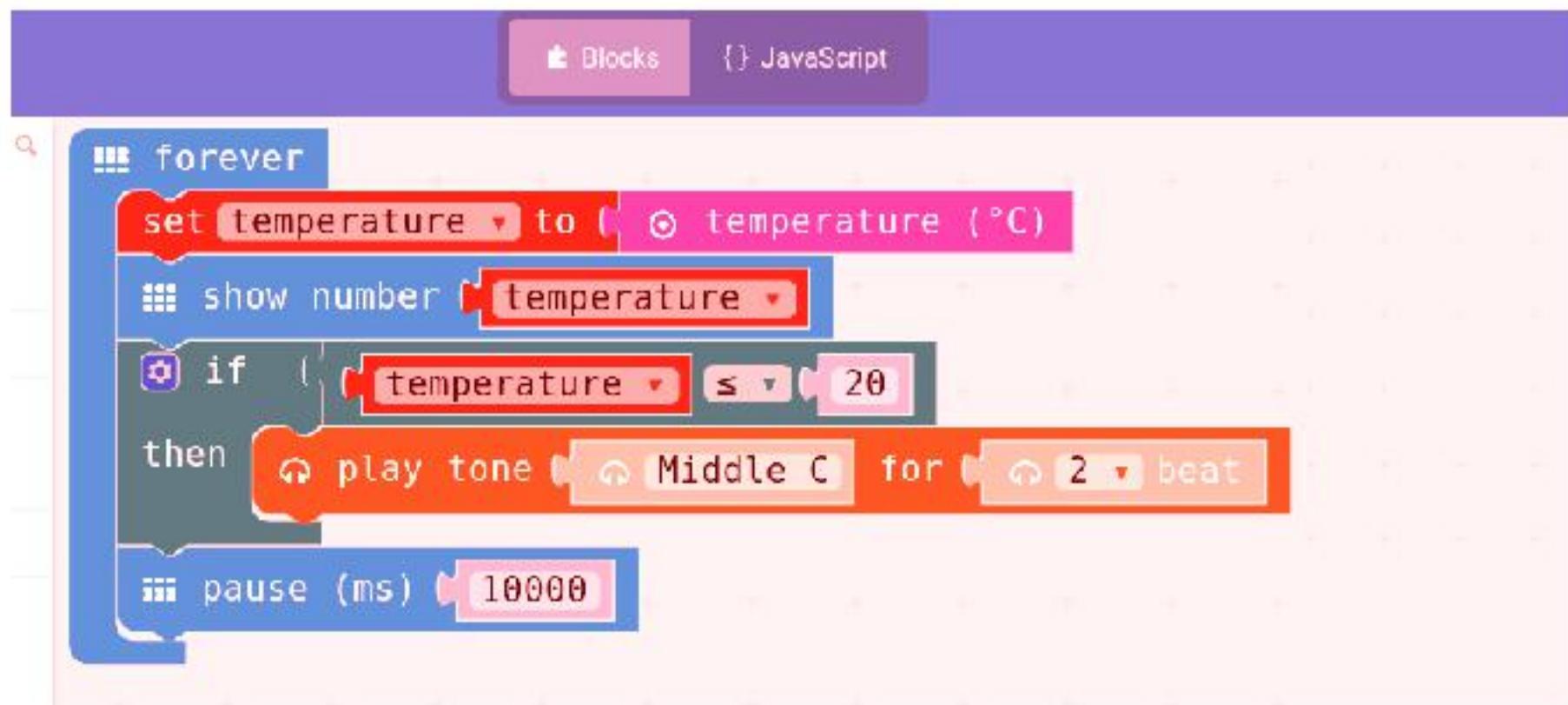


Le BBC micro:bit en action : coach sportif / podomètre

The Scratch script consists of two main sections:

- on start:** Sets up the environment by setting the radio group to 1 and initializing the variable `nb_steps` to 0.
- when [radio received: inc]**:
 - Changes the value of `nb_steps` by the received value (`inc`).
 - Shows the current value of `nb_steps`.
 - If `nb_steps` is greater than or equal to 8, then:
 - Set `nb_steps` back to 0.
 - Play a tone at Middle C for one beat.

Le BBC micro:bit en action : versions pour un seul micro:bit



Le BBC micro:bit en action : versions pour un seul micro:bit



Organisation du cours

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail tout type confondu
- 10/11 ECTS = ± 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste ± 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
 - 10/11 ECTS = ± 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste ± 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
- 10/11 ECTS = \pm 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste \pm 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
- 10/11 ECTS = \pm 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste \pm 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

- mettre en ordre/relire ses notes \Rightarrow ai-je tout compris ?
- refaire les illustrations (notebook) \Rightarrow suis-je capable de coder cela ?
- exercices complémentaires \Rightarrow permet une vraie interaction au cours !
- noter les questions que j'ai \Rightarrow début du cours, "question time"

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
- 10/11 ECTS = \pm 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste \pm 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

- mettre en ordre/relire ses notes \Rightarrow ai-je tout compris ?
- refaire les illustrations (notebook) \Rightarrow suis-je capable de coder cela ?
- exercices complémentaires \Rightarrow permet une vraie interaction au cours !
- noter les questions que j'ai \Rightarrow début du cours, "question time"

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
- 10/11 ECTS = \pm 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste \pm 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

- mettre en ordre/relire ses notes \Rightarrow ai-je tout compris ?
- refaire les illustrations (notebook) \Rightarrow suis-je capable de coder cela ?
- exercices complémentaires \Rightarrow permet une vraie interaction au cours !
- noter les questions que j'ai \Rightarrow début du cours, "question time"

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
- 10/11 ECTS = \pm 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste \pm 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

- mettre en ordre/relire ses notes \Rightarrow ai-je tout compris ?
- refaire les illustrations (notebook) \Rightarrow suis-je capable de coder cela ?
- exercices complémentaires \Rightarrow permet une vraie interaction au cours !
- noter les questions que j'ai \Rightarrow début du cours, "question time"

Modalités pratiques

INFOB131 = 11 crédits - 60h+45h

- ECTS = "European Credits Transfer System"
- 1 ECTS = 30h de travail **tout type confondu**
- 10/11 ECTS = \pm 300 heures de travail
 - 60h de cours + 45h de TPs (= présence "obligatoire" en salle)
 - reste \pm 200h de travail personnel (tout seul ou avec vos collègues)
 - étude, préparer cours/TPs, pratique @ home, poser des questions, etc.

Comment préparer un cours/TP

- mettre en ordre/relire ses notes \Rightarrow ai-je tout compris ?
- refaire les illustrations (notebook) \Rightarrow suis-je capable de coder cela ?
- exercices complémentaires \Rightarrow permet une vraie interaction au cours !
- noter les questions que j'ai \Rightarrow début du cours, "question time"

Modalités pratiques

- bloc n°1 : bases de la programmation
 - à la découverte d'un nouveau monde
 - valeurs, expressions et variables
 - instructions conditionnelles et exceptions
 - fonctions et spécifications
- bloc n°2 : itération et structures de données
 - boucles et invariants
 - structures de données et fichiers
- bloc n°3 : notions d'algorithmique
 - introduction à l'algorithmique
 - programmation récursive

après chaque bloc, une semaine est consacrée à un mini-projet en groupe

- travail obligatoire et coté en petit groupe (groupes imposés)
- occasion de mettre en pratique et de "fixer" tous les concepts du bloc
- chaque mini-projet comptera pour 10% (absence non-justifiée = 0/20)

Modalités pratiques

- bloc n°1 : bases de la programmation
 - à la découverte d'un nouveau monde
 - valeurs, expressions et variables
 - instructions conditionnelles et exceptions
 - fonctions et spécifications
- bloc n°2 : itération et structures de données
 - boucles et invariants
 - structures de données et fichiers
- bloc n°3 : notions d'algorithmique
 - introduction à l'algorithmique
 - programmation récursive

après chaque bloc, une semaine est consacrée à un mini-projet en groupe

- travail obligatoire et coté en petit groupe (groupes imposés)
- occasion de mettre en pratique et de "fixer" tous les concepts du bloc
- chaque mini-projet comptera pour 10% (absence non-justifiée = 0/20)

Modalités pratiques

- bloc n°1 : bases de la programmation
 - à la découverte d'un nouveau monde
 - valeurs, expressions et variables
 - instructions conditionnelles et exceptions
 - fonctions et spécifications
- bloc n°2 : itération et structures de données
 - boucles et invariants
 - structures de données et fichiers
- bloc n°3 : notions d'algorithmique
 - introduction à l'algorithmique
 - programmation récursive

après chaque bloc, une semaine est consacrée à un mini-projet en groupe

- travail obligatoire et coté en petit groupe (groupes imposés)
- occasion de mettre en pratique et de "fixer" tous les concepts du bloc
- chaque mini-projet comptera pour 10% (absence non-justifiée = 0/20)

Modalités pratiques

- bloc n°1 : bases de la programmation
 - à la découverte d'un nouveau monde
 - valeurs, expressions et variables
 - instructions conditionnelles et exceptions
 - fonctions et spécifications
- bloc n°2 : itération et structures de données
 - boucles et invariants
 - structures de données et fichiers
- bloc n°3 : notions d'algorithmique
 - introduction à l'algorithmique
 - programmation récursive

après chaque bloc, une semaine est consacrée à un mini-projet en groupe

- travail obligatoire et coté en petit groupe (groupes imposés)
- occasion de mettre en pratique et de "fixer" tous les concepts du bloc
- chaque mini-projet comptera pour 10% (absence non-justifiée = 0/20)

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier
- TP machine

Pourquoi venir au cours de TP?

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier

- TP machine

Pourquoi venir au cours de TP?

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier
- TP machine

Pourquoi venir au cours et au TP?

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier
- TP machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
- émulation par les pairs (plus on est de fous...)
- présence du prof, des assistants, matériel disponible...
- interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
- ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
- participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
- examen : écrit (sur papier !) portant sur la théorie **et** les exercices

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier
- TP machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
 - émulation par les pairs (plus on est de fous...)
 - présence du prof, des assistants, matériel disponible...
 - interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
 - ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
 - participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
 - examen : écrit (sur papier !) portant sur la théorie **et** les exercices

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier
- TP machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
- émulation par les pairs (plus on est de fous...)
- présence du prof, des assistants, matériel disponible...
- interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
- ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
- participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
- examen : écrit (sur papier !) portant sur la théorie **et** les exercices

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TPs papier
- TPs machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
- émulation par les pairs (plus on est de fous...)
- présence du prof, des assistants, matériel disponible...
- interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
- ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
- participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
- examen : écrit (sur papier !) portant sur la théorie **et** les exercices

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TPs papier
- TPs machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
- émulation par les pairs (plus on est de fous...)
- présence du prof, des assistants, matériel disponible...
- interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
- ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
- participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
- examen : écrit (sur papier !) portant sur la théorie **et** les exercices

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TP papier
- TP machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
- émulation par les pairs (plus on est de fous...)
- présence du prof, des assistants, matériel disponible...
- interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
- ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
- participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
- examen : écrit (sur papier!) portant sur la théorie **et** les exercices

Modalités pratiques

Travaux pratiques (chaque semaine entre les cours)

- TPs papier
- TPs machine

Pourquoi venir au cours et au TP ?

- lire les slides n'est pas (du tout) suffisant
- émulation par les pairs (plus on est de fous...)
- présence du prof, des assistants, matériel disponible...
- interactions (notebook en live, questions, quizz, etc.)
- ça "force" à avancer dans la matière (et on se sent moins seul)
- participation active aux mini-projets nécessite de connaître la matière
- examen : écrit (sur papier !) portant sur la théorie **et** les exercices

Et après ? Le laboratoire de développement de programme !

Le projet en quelques mots (en 2015-16)

par groupes (libres !) de 3 étudiants, implémenter

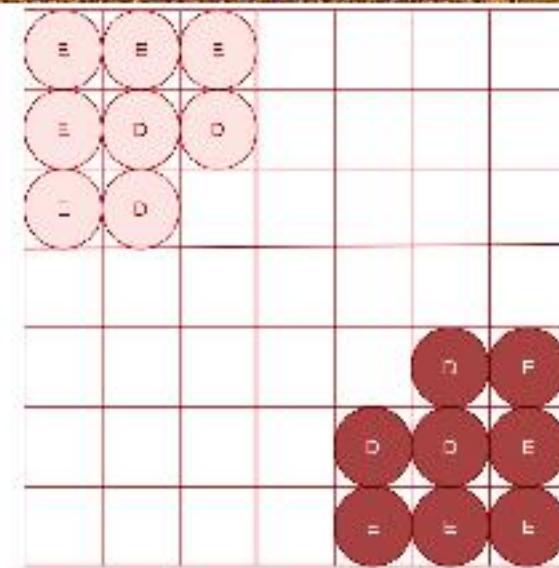
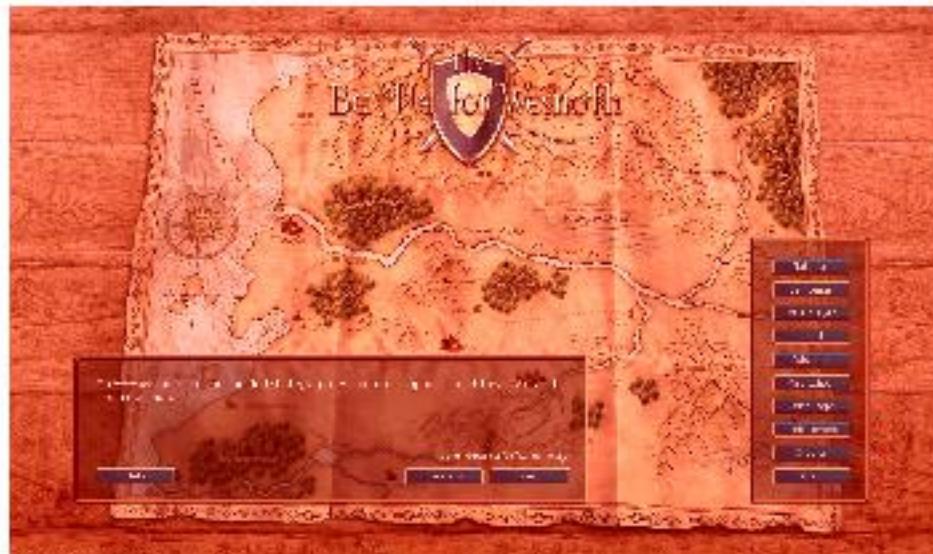
- un programme permettant de jouer à un jeu raisonnablement complexe
- une intelligence artificielle (IA) contre laquelle jouer à ce jeu

le jeu est imposé ⇒ découverte de l'énoncé en groupe en février

Organisation du quadrimestre

- le laboratoire est l'aboutissement d'INFOB131 et des mini-projets
- uniquement des séances en groupe encadrées par les assistants
- pas assez ⇒ cours de 3 ECTS = 90 heures de travail/étudiant
- les étapes du laboratoire sont soigneusement balisées

Et après ? Le laboratoire de développement de programme !



librement inspiré de l'excellent jeu libre et gratuit "The Battle for Wesnoth" disponible sur <https://www.wesnoth.org>

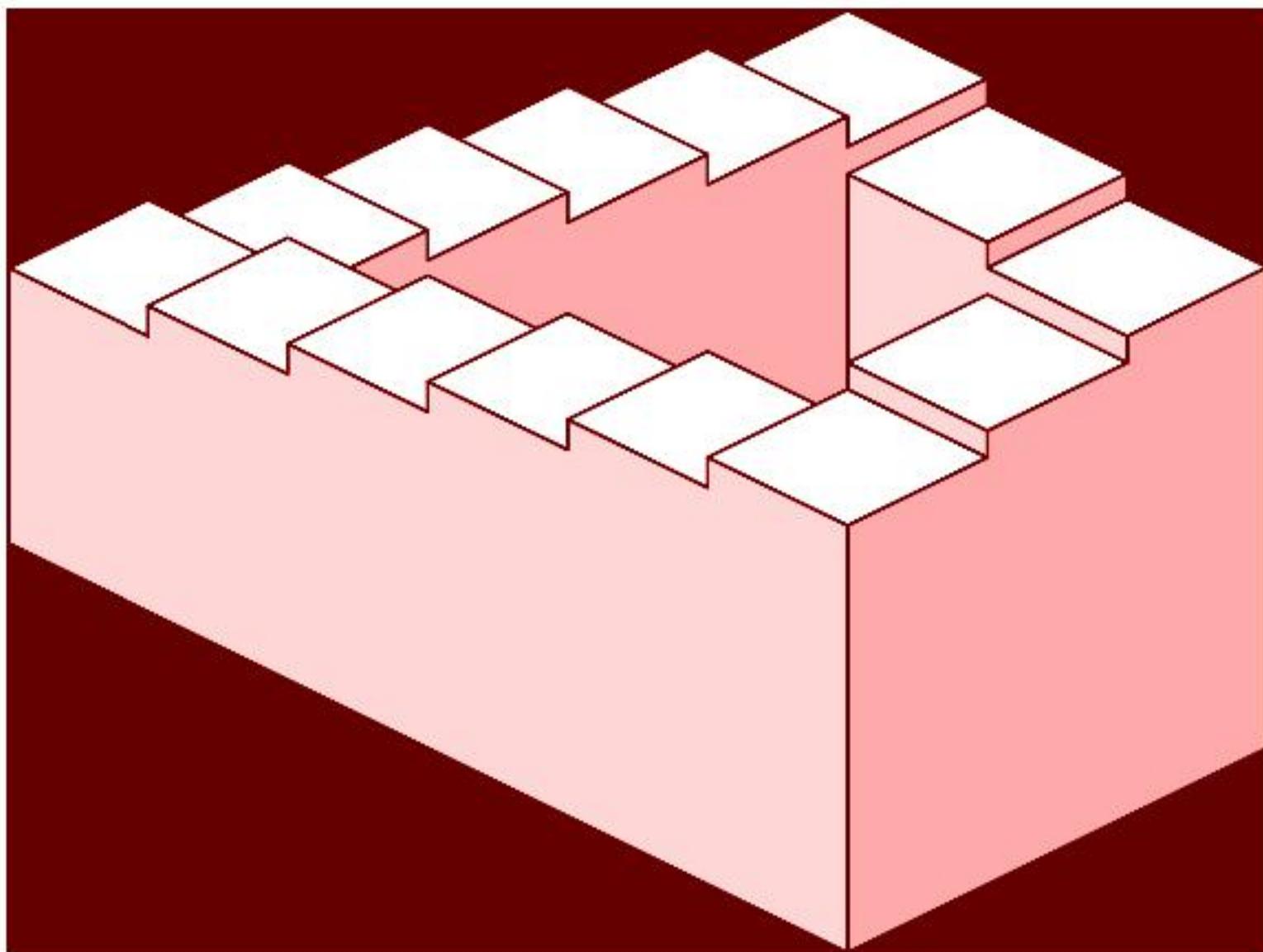
Et après ? Le laboratoire de développement de programme !



Philosophie du cours



Philosophie du cours



Acquis d'apprentissage

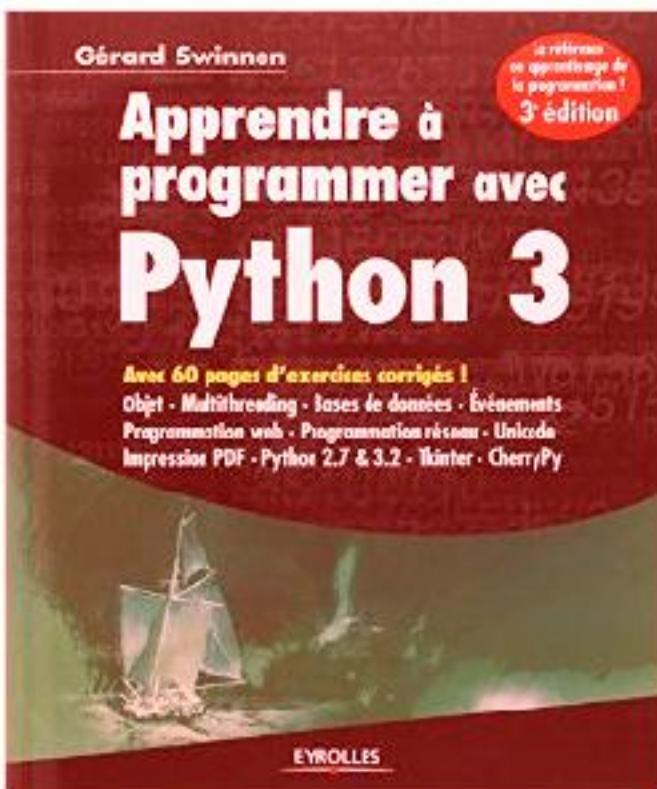
Être capable de résoudre des problèmes simples à l'aide d'algorithmes (pseudo-code) et de les traduire en langage de programmation (Python).

- manipuler des variables et des valeurs
- concevoir des structures conditionnelles et les conditions associées
- abstraire du code à l'aide de fonctions
- écrire une spécification de fonction et documenter son code
- utiliser des boucles for/while et écrire l'invariant correspondant
- choisir et manipuler une structure de données adaptée au problème
- créer, utiliser et manipuler des fichiers, notamment avec Pickle
- écrire un algorithme simple et caractériser sa complexité
- concevoir un algorithme récursif

Acquis d'apprentissage

Faire preuve d'une compréhension des concepts, c-à-d exprimer avec ses propres mots la théorie et les outils vus au cours et expliquer dans quel contexte ceux-ci sont utiles. Une maîtrise du langage Python est attendue. L'étudiant sera capable de comprendre du code, de le critiquer et d'y apporter les corrections nécessaires.

Références



"Apprendre à programmer avec Python 3", G. Swinnen, éd. 2012
https://inforef.be/swi/download/apprendre_python3_5.pdf
+ ressources sur le site webcampus du cours

certaines images de ce cours proviennent de <https://wikipedia.org>

L'équipe pédagogique



Benoît Frénay - bureau n°408
benoit.frenay@unamur.be



Nesrine Noughi - bureau n°435
nesrine.noughi@unamur.be



Julie Henry - bureau n°426
julie.henry@unamur.be



Adrien Bibal - bureau n°435
adrien.bibal@unamur.be

Feedback et questions

Vous remarquez une erreur ? Vous avez des questions ?

- contactez un membre de l'équipe pédagogique
- en particulier, vous pouvez écrire à benoit.frenay@unamur.be
- l'équipe pédagogique est là pour vous aider !

ce cours est "nouveau", tout feedback/suggestion est plus que le bienvenu !



The most exciting phrase to hear in science,
the one that heralds new discoveries, is not 'Eureka !'
but 'That's funny...' – Isaac Asimov (1920–1992)

The beginning of knowledge is the discovery of something
we do not understand. – Frank Herbert (1920–1986)