Information, Calcul, Communication : INTRODUCTION GÉNÉRALE DU COURS

Jean-Cédric Chappelier

Laboratoire d'Intelligence Artificielle
Faculté I&C

Objectifs du cours ICC

Ce cours « Information, Calcul et Communication » a pour buts essentiels de :

1. présenter l'Informatique en tant que discipline scientifique
2. exposer ses principes fondamentaux (partie théorie, vendredis)
3. développer la « **pensée algorithmique** » (« Computational Thinking »)
4. expliquer les bases de fonctionnement du « monde numérique » (partie théorie, vendredis)
5. sensibiliser à la sécurité dans ce « monde numérique » (partie théorie, vendredis)
6. vous apprendre à **programmer** :
   savoir les bases et connaître correctement au moins un langage (ici : le C++)
7. Savoir comment fonctionne un ordinateur
   et savoir l'utiliser (sous Linux)

☞ voir le document « *Présentation générale du cours* » envoyé par email
(et présent sur le site Moodle du cours)

A LIRE ABSOLUMENT !

Moyens

- Moodle : support de cours, exercices, compléments, ...
  https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=14023
- partie programmation : **MOOC** (Coursera) : vidéos, quiz, exercices, devoirs notés
  https://www.coursera.org/learn/initiation-programmation-cpp
- Interactions :
  - partie programmation (jeudis) : *compléments* de cours (1h), puis exercices (2h)
  - partie théorie (vendredis) : *compléments interactifs* de cours (2h), puis exercices (1h)
- Forums (sur le MOOC et sur Ed Discussion (via Moodle))

Organisation du travail (semaines)

- **AVANT** le cours de programmation (jeudi) : voir les vidéos du MOOC
- si possible avant le cours : faire les quiz et commencer des exercices libres
- jeudi 9^{15}–11^{00} : séance d'exercices avec assistants
- en cours (jeudis 11^{15}–12^{00} CO1) : rappels, approfondissements, questions
- après le cours : encore *plus* d'exercices ; puis faire et soumettre les « exercices de programmation » du MOOC (correcteur automatique)
- **AVANT** le cours de théorie (vendredi) : voir la vidéo du cours
- compléments de cours, partie théorie (vendredis 13^{15}–15^{00} SG1 et AAC 231)
- exercices, partie théorie (vendredis 15^{15}–16^{00} CM 1 ...)
- mardis et jeudis 17^{30}–19^{00} : séances « d'appui » optionnelles (venue libre)

☞ voir le document « *Présentation générale du cours* » mis à disposition.
A LIRE ABSOLUMENT !

Organisation du travail (semestre)

		MOOC	décalage / MOOC	exercices prog. 1h45 Jeudi 9-11	cours prog. 45 min. Jeudi 11-12	cours théorie 90 min. Vendredi 13-14	cours théorie 90 min. Vendredi 14-15	exercices théorie 45 min. Vendredi 15-16	
1	21.09.23	--	-1	prise en main	Bienvenue/Introduction	Introduction + Algo 1		Algo 1	22.09.23
2	28.09.23	1. variables	0	variables / expressions	variables / expressions	Algorithmes 1 (suite)		Algo 1 encore	29.09.23
3	05.10.23	2. if	0	if – switch	if – switch	Algo 1	Algo 2 (stratégies)	Algo 2	06.10.23
4	12.10.23	3. for/while	0	for / while	for / while	Algo 2 (stratégies)	Calculabilité	Calculabilité	13.10.23
5	19.10.23	4. fonctions	0	fonctions (1)	fonctions (1)	Calculabilité	Représentations numériques	Représentations numériques	20.10.23
6	26.10.23		1	fonctions (2)	fonctions (2)	Représentations numériques	Signaux + Filtrage	Révisions	27.10.23
7	02.11.23	5. tableaux (vector)	1	vector	vector	Examen 1 (2h45)			03.11.23
8	09.11.23	6. string + struct	1	array / string	array / string	Correction de l'examen	Th. d'échantillonnage	Signaux–Echantillonnage	10.11.23
9	16.11.23		2	structures	structures	Signaux–Echantillonnage	Compression 1	Compression 1	17.11.23
10	23.11.23	7. pointeurs	2	pointeurs	pointeurs	Compression 1	Compression 2	Compression 2	24.11.23
11	30.11.23		-	entrées/sorties	entrées/sorties	Compression 2	Architecture des ordinateurs	Architecture des ordinateurs	01.12.23
12	07.12.23		-	erreurs / exceptions	erreurs / exceptions	Architecture des ordinateurs	Stockage/Réseaux	Stockage/Réseaux	08.12.23
13	14.12.23		-	révisions	théorie : sécurité	Stockage/Réseaux	Sécurité	Révisions	15.12.23
14	21.12.23	8. étude de cas	-	Examen final (2h45)					22.12.23
					(ne sont pas sur le MOOC)	(prép. examen)	(« classe inversée » : rép. questions + compléments)		

☞ voir le document « *Présentation générale du cours* » mis à disposition.
A LIRE ABSOLUMENT !

Interaction avec l'enseignant et les assistant(e)s

Plusieurs moyens pour contacter l'enseignant, les assistants et étudiant(e)s-assistant(e)s pour poser des questions sur le cours ou les exercices :

- Durant les séances d'exercices :
  - ☞ c'est le moyen le plus direct, et généralement le plus efficace.
- Par l'intermédiaire des forums du cours (dans site Moodle [spécifique] ou MOOC [général])
  - ☞ moyen idéal pour diffuser la connaissance

N'hésitez pas à en faire usage !

Les contacts personnels avec l'enseignant (email, téléphone ou visites) devront être **strictement réservés aux cas personnels et/ou urgents !**

Jean-Cédric Chappelier & Jamila Sam

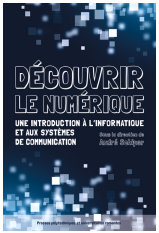
Livres ?

Les éléments fournis (sur le MOOC ou Moodle) devraient constituer une **documentation suffisante** pour ce cours !

Pour ceux qui souhaitent avoir un livre, les ouvrages suivants sont également recommandés.
Partie théorie :

A. Schiper (éditeur)
Découvrir le numérique, PPUR, 2e édition, 2018.

Mais la première édition reste *utilisable* pour le cours de cette année.



Disponible pour un prix avoisinant les 35 CHF.
Une version éléctronique est également disponible.

Livres ?

Les éléments fournis (sur le MOOC ou Moodle) devraient constituer une **documentation suffisante** pour ce cours !

Pour ceux qui souhaitent avoir un livre, les ouvrages suivants sont également recommandés.
Partie programmation :

Jean-Cédric Chappelier, Jamila Sam & Vincent Lepetit, *Initiation à la programmation en C++*, PPUR, 2016.

eBook téléchargeable gratuitement aux PPUR.
Une version éléctronique est également disponible.

Livres ?

Les éléments fournis (sur le MOOC ou Moodle) devraient constituer une **documentation suffisante** pour ce cours !

Pour ceux qui souhaitent avoir un livre, les ouvrages suivants sont également recommandés.
Partie programmation :

J.-C. Chappelier & F. Seydoux
C++ par la pratique – recueil d'exercices corrigés et aide-mémoire, PPUR, **4e édition**, **2017**.

Mais les anciennes éditions restent *utilisables* pour le cours de cette année.

Disponible pour un prix avoisinant les 35 CHF.
Une version éléctronique est également disponible.

Notes et examens

3 évaluations pendant le semestre :

- examen 1 : **vendredi 3 novembre, 13h15**–16h00
- série notée (homework) : du **jeudi 16 novembre** au mercredi 29 novembre, travail de programmation « à la maison »
- examen 2 : **jeudi 21 décembre, 8h15**–11h00
  Attention : c'est bien **8h15**–11h00 (problème de salles)

Format des deux examens : 2h45, sur papier, tous documents autorisés (mais aucun matériel électronique)

Contenu :

- examen 1 : théorie module 1 + programmation jusqu'aux « *fonctions* »
- examen 2 : **tout** le cours (programmation et théorie)

Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

Notes et examens

La note finale calculée de la façon suivante :

- examen 1 : θ_1 =30%
- série notée (homework) : θ_2 =15%
- examen final : θ_3 =55%

$$N = 1 - 0.25 \left\lfloor -20 \cdot \frac{\sum_x \theta_x (p_x / t_x)}{\sum_x \theta_x} \right\rfloor$$

(p_x le nombre de points obtenus à l'examen x, 0 en cas d'absence, sur un total maximal de points pour cet examen de t_x)

☞ voir le document « *Présentation générale du cours* ».

Les **« exercices de programmation » notés du MOOC** :

- **sont obligatoires**
- sont un très bon entrainement
- n'entrent pas dans le calcul de la note EPFL.

Qu'est-ce que la programmation ?

Objectif : permettre l'**automatisation** d'un certain nombre de tâches à l'aide d'**ordinateurs**.

Un ordinateur est un exemple d'**automate programmable**.

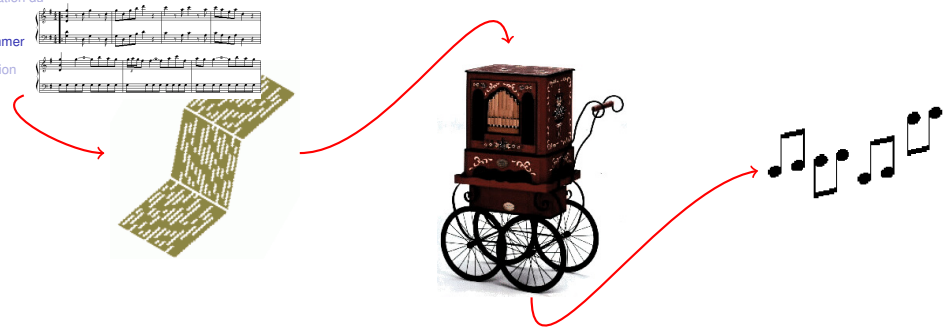
Un **automate** est un dispositif capable d'assurer, sans intervention humaine, un enchaînement d'opérations correspondant à la réalisation d'une tâche donnée.

Exemples : montre, « ramasse-quilles », ...

Un automate est **programmable** lorsque la nature de la tâche qu'il est capable de réaliser peut être modifiée à volonté. Dans ce cas, la description de la tâche à réaliser se fait par le biais d'un **programme**, c.-à-d. une séquence d'instructions et de données susceptibles d'être traitées (i.e. « *comprises* » et « *exécutées* ») par l'automate.

Exemples : le métier à tisser Jacquard, l'orgue de barbarie, ...
... et l'ordinateur !

Exemple d'automate programmable



PROGRAMME :

Conception : quelles notes enchainer ?

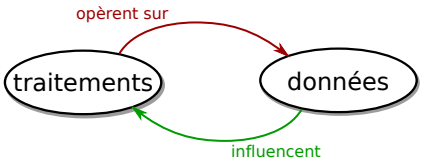
Réalisation : percer les trous aux bons endroits

Exécution : tourner la manivelle

Résultat : mélodie

Qu'est-ce que la programmation ? (résumé)

En résumé, programmer c'est donc décomposer la **tâche** à automatiser sous la forme d'une séquence d'instructions (**traitements**) et de **données** adaptées à l'automate utilisé.



Formalisation des traitements : **algorithmes**

☞ distinguer formellement les bons traitements des mauvais

Formalisation des données : **structures de données abstraites**

☞ distinguer formellement les bonnes structures de données des mauvaises

Les instructions de l'ordinateur

Concrètement, quelles sont les instructions et les données « adaptées » à l'ordinateur ?

Ordinateur $\simeq$

microprocesseur
: détermine l'ensemble des instructions élémentaires que l'ordinateur est capable d'exécuter ;

mémoire centrale
: détermine l'espace dans lequel des données peuvent être stockées en cours de traitement

périphériques
: permettent l'échange ou la sauvegarde à long terme des données

Architecture de Von Neumann (1955)

Les instructions de l'ordinateur

Concrètement, quelles sont les instructions et les données « adaptées » à l'ordinateur ?

Ordinateur $\simeq$

microprocesseur

mémoire centrale

périphériques

☞ C'est donc **le microprocesseur** qui **détermine le « jeu d'instructions »** (et le type de données) à utiliser.

On les appelle « Instructions Machine », « Langage Machine », $\simeq$ « Assembleur »

On peut programmer directement le microprocesseur en langage machine...
...mais c'est un peu fastidieux et de plus, chaque processeur utilise ses propres instructions

Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

Exemple d'instructions-machine

Programme en Assembleur
1: LOAD 10 5
2: CMP 10 0
3: JUMP +3
4: DECR 10
5: JUMP -3
6: END

mettre 5 dans la mémoire 10
comparer le contenu de la mémoire 10 à 0
si tel est le cas sauter 3 instructions plus loin
décrémenter la mémoire 10 (de 1)
sauter 3 instructions en arrière

Instructions machine :

Instructions	Code Machine	données	Code Machine
CMP	00000000	-3	10000011
DECR	00000001	0	00000000
END	00000010	2	00000010
JUMP	00000011	3	00000011
LOAD	00000100	5	00000101
		6	00000110
		10	00001010

Le programme ci-dessus correspond donc physiquement en machine à la séquence :

00000100000010100000010100000000000010100000000000000001100000011

00000001000010100000001110000001100000010

La notion de langage de programmation

Cependant, ces instructions-machine sont **trop élémentaires** pour pouvoir être efficacement utilisées (par les humains) pour l'écriture de programmes...

. . . il faut donc fournir au programmeur la possibilité d'**utiliser des instructions de plus haut niveau**, plus proches de notre manière de penser et de conceptualiser les problèmes . . .

Exemples de langage de programmation de haut niveau :

« *vieux* » BASIC	C

`1 N=5`
`2 IF (N>0) THEN PRINT N;`
`  N=N-1; GOTO 2`
`3 END`
	`int main() {`
	`for (int n=5; n>0; --n)`
	`  printf("%d\n", n);`
	`return 0;`
	`}`

Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

La notion de langage de programmation (2)

Comment rendre les instructions plus sophistiquées compréhensibles par l'ordinateur ?

☞ **traduire** les séquences d'instructions de haut niveau en instructions-machine directement exécutables par le microprocesseur

Selon ses caractéristiques, un tel traducteur est appelé **compilateur** ou **interpréteur**

L'ensemble des instructions de plus haut niveau qu'un compilateur ou un interpréteur est capable de traiter constitue un **langage de programmation**.

Interpréteur / Compilateur

Compilateur et Interpréteur sont des traducteurs de langage de programmation de haut niveau en séries d'instructions-machine directement exécutables par l'ordinateur.

La différence réside dans la manière dont la traduction est réalisée :

- le compilateur traduit les programmes *dans leur ensemble* : tout le programme doit être fourni en bloc au compilateur pour la traduction. Il est traduit *une seule fois*.
- l'interpréteur traduit les programmes *instruction par instruction* dans le cadre d'une interaction continue avec l'utilisateur. Un programme est traduit *à chaque exécution*.

Remarques : Certains langages peuvent indifféremment être interprétés ou compilés

C++ est un langage compilé, jamais interprété

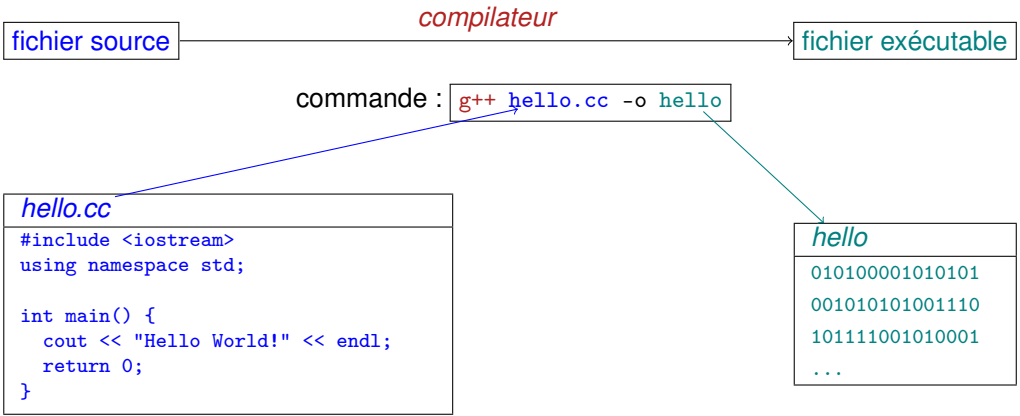
Interpréteur / Compilateur (2)

Avantages et Inconvénients :

- De manière générale un langage interprété est donc adapté au *développement rapide de prototypes*
  (on peut immédiatement tester ce que l'on est en train de réaliser)
- un langage compilé permet la *réalisation d'applications plus efficaces ou de plus grande envergure*
  (optimisation plus globale, traduction effectuée une seule fois et non pas à chaque utilisation)
- un langage compilé permet également de diffuser les programmes sous forme binaire, **sans** pour autant imposer la **diffusion sous forme lisible** et compréhensible par un humain
  ☞ protection de la propriété intellectuelle

Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

Compilation d'un programme C++

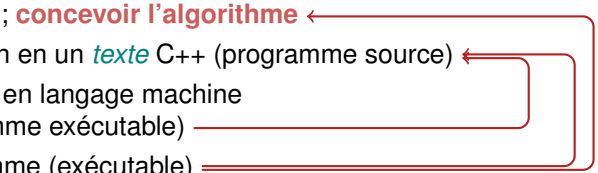


Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

Pour résumer

Concrètement : *Cycle de développement*

① réfléchir au problème ; **concevoir l'algorithme**
② traduire cette réflexion en un *texte* C++ (programme source)
③ traduire ce texte C++ en langage machine (compilation, programme exécutable)
④ exécution du programme (exécutable)



En pratique :

- erreurs de compilation (mal écrit)
- erreurs d'exécution (mal pensé)

$\Longrightarrow$ **correction(s)** ☞ d'où le(s) **cycle**(s) !

Jean-Cédric Chappelier
& Jamila Sam

Ce que j'ai appris aujourd'hui

- Rappels sur l'organisation du cours :
  lire le document de présentation
- Ce qu'est et à quoi sert un **langage de programmation**
- La différence entre langage **interprété** et **compilé**
- que **traitements** et **données** sont les deux facettes complémentaires de la programmation

La suite

- Demain : cours et exercices de la partie théorie
  - ☞ pensez à regarder les vidéos avant : Introduction (4 vidéos) et I.1.1 à I.1.4
- **vous inscrire et commencer sur le MOOC** (Coursera) pour le prochain cours de programmation
- Le prochain cours de programmation : révision et compléments sur
  - variables
  - expressions

		MOOC	décalage / MOOC	exercices prog. 1h45 Jeudi 9-11	cours prog. 45 min. Jeudi 11-12	cours théorie 90 min. Vendredi 13-14	cours théorie 90 min. Vendredi 14-15	exercices théorie 45 min. Vendredi 15-16	
1	21.09.23	--	-1	prise en main	Bienvenue/Introduction	Introduction + Algo 1		Algo 1	22.09.23
2	28.09.23	1. variables	0	variables / expressions	variables / expressions	Algorithmes 1 (suite)		Algo 1 encore	29.09.23
3	05.10.23	2. if	0	if – switch	if – switch	Algo 1	Algo 2 (stratégies)	Algo 2	06.10.23
4	12.10.23	3. for/while	0	for / while	for / while	Algo 2 (stratégies)	Calculabilité	Calculabilité	13.10.23
5	19.10.23	4. fonctions	0	fonctions (1)	fonctions (1)	Calculabilité	Représentations numériques	Représentations numériques	20.10.23
6	26.10.23		1	fonctions (2)	fonctions (2)	Représentations numériques	Signaux + Filtrage	Révisions	27.10.23
7	02.11.23	5. tableaux (vector)	1	vector	vector	Examen 1 (2h45)			03.11.23
8	09.11.23	6. string + struct	1	array / string	array / string	Correction de l'examen	Th. d'échantillonnage	Signaux–Echantillonnage	10.11.23
9	16.11.23		2	structures	structures	Signaux–Echantillonnage	Compression 1	Compression 1	17.11.23
10	23.11.23	7. pointeurs	2	pointeurs	pointeurs	Compression 1	Compression 2	Compression 2	24.11.23
11	30.11.23		-	entrées/sorties	entrées/sorties	Compression 2	Architecture des ordinateurs	Architecture des ordinateurs	01.12.23
12	07.12.23		-	erreurs / exceptions	erreurs / exceptions	Architecture des ordinateurs	Stockage/Réseaux	Stockage/Réseaux	08.12.23
13	14.12.23		-	révisions	théorie : sécurité	Stockage/Réseaux	Sécurité	Révisions	15.12.23
14	21.12.23	8. étude de cas	-	Examen final (2h45)					22.12.23
					(ne sont pas sur le MOOC)	(prép. examen)	(« classe inversée » : rép. questions + compléments)		