



Institut
Mines-Télécom

Langage C et Systèmes d'exploitation

Introduction

Responsable : Florian Brandner (4D59)

Auteur : Thomas Robert & Etienne Borde



Informations pratiques

■ Site Web de l'UE

- <https://inf104.wp.imt.fr/>

■ Points de contacts

- Le professeur de votre groupe
- Le responsable de l'UE : Florian Brandner (4.D59)
florian.brandner@telecom-paris.fr

■ Evaluation de l'UE:

- 2 Quizz, le 10/12/2020 et 14/01/2021 (20% de la note)
- 1 Contrôle en fin d'UE (80% de la note finale)

Quelques remarques sur les UEs INF104/INF106

■ Le but des deux UEs est de donner une introduction aux Systemes d'Exploitation

- Apprentissage **rapide** du Langage C (INF104 aka. LC), support au développement et à l'utilisation des services du SE. Donc peu de pratique du C dans un premier temps...
- Apprentissage **plus lent** des principes/services du SE (INF106 aka. SE) l'occasion de pratiquer un peu plus le C et de mieux comprendre la première partie du cours.

Donc... au début, ça va vite !!! Puis on ralentit le rythme donc accrochez vous et travaillez régulièrement: la deuxième partie du cours permettra de revenir sur ce qui est vu au début...

Le jeu en vaut la chandelle: comprendre les mécanismes de base du fonctionnement des systèmes d'exploitation!

Rappel : un algorithme

- **Définition : description d'un ensemble d'opérations à réaliser sur des données**
- **Problème : les opérations utilisées dans la description de l'algorithme peuvent rester relativement abstraites**
- **=> Comment passe-t-on de cette description à sa réalisation ?**
- **Langage de programmation :**
 - une manière de référencer les données manipulées
 - leur représentation et structuration (e.g. tableaux, file ...)
 - les opérations à appliquer aux données et leur impact

Un exemple d'algorithme avant de continuer...

- Algorithme : calcul d'intersection de deux ensembles
- Types (mathématique) : ensemble (ENS)
- $\text{Inter}(X, Y: \text{ENS})$

{

$Z \leftarrow \emptyset$

pour chaque $x \in X$

{

$x \in Y \Rightarrow Z \leftarrow Z \cup \{x\}$

}

}

Affectation

Expression (logique)

Structure de contrôle
d'exécution

? Et ça ?
Une sorte de
if then else ?

Savez vous répondre aux questions :

- Comment un ordinateur stocke les données ?
- Quelles opérations élémentaires sait faire un ordinateur ?
- Pourquoi passe-t-on par un langage de programmation ?
(pourquoi ne décrit on pas un programme en opérations élémentaires)
- Quelles sont les étapes menant de la définition d'un programme à son exécution ?
- A quoi sert un système d'exploitation

Objectif : connaître les réponses et savoir les expliquer
(principe – limites/contraintes d'usage)

Quel est l'intérêt de connaître les réponses

- **Savoir ce qui faisable** : comprendre comment l'ordinateur fonctionne et va « exécuter vos programmes » permet de réaliser des applications plus complexes (en sachant ce qui est facile ou dur à réaliser)
- **Efficacité des traitements** : comprendre votre usage des ressources de calcul et stockage permet de faire des programmes plus efficaces
- **Se préparer à d'autres langages que C et JAVA** : ces concepts sont la base de l'informatique pratique, les connaître permet de se former plus facilement à de nouveaux langages

Suite de la séance

■ Introduction au concept de plateforme d'exécution

- Fonctionnalités et composants clés
- Calculateur : principes de fonctionnement

■ De l'algorithme à son exécution

- Rappel des caractéristiques d'un langage de programmation
- Stratégies d'exécution :
compilation en instruction machine ou interprétation

■ Objectif: introduction et motivation des notions utilisées en apprentissage du C

- Représentation de l'information binaire
- Adresse
- Compilation



Support d'exécution une introduction

Fonctionnalités et exemples

■ Fonctions :

- Fournir les moyens de stocker de l'information
- Fournir les moyens d'exécuter le traitement correspondant à un programme
- Fournir des moyens d'interagir avec d'autres supports d'exécution ou l'environnement physique.

■ Exemples de plateformes différentes :

Portables



Ordinateur de bord



Poste de travail

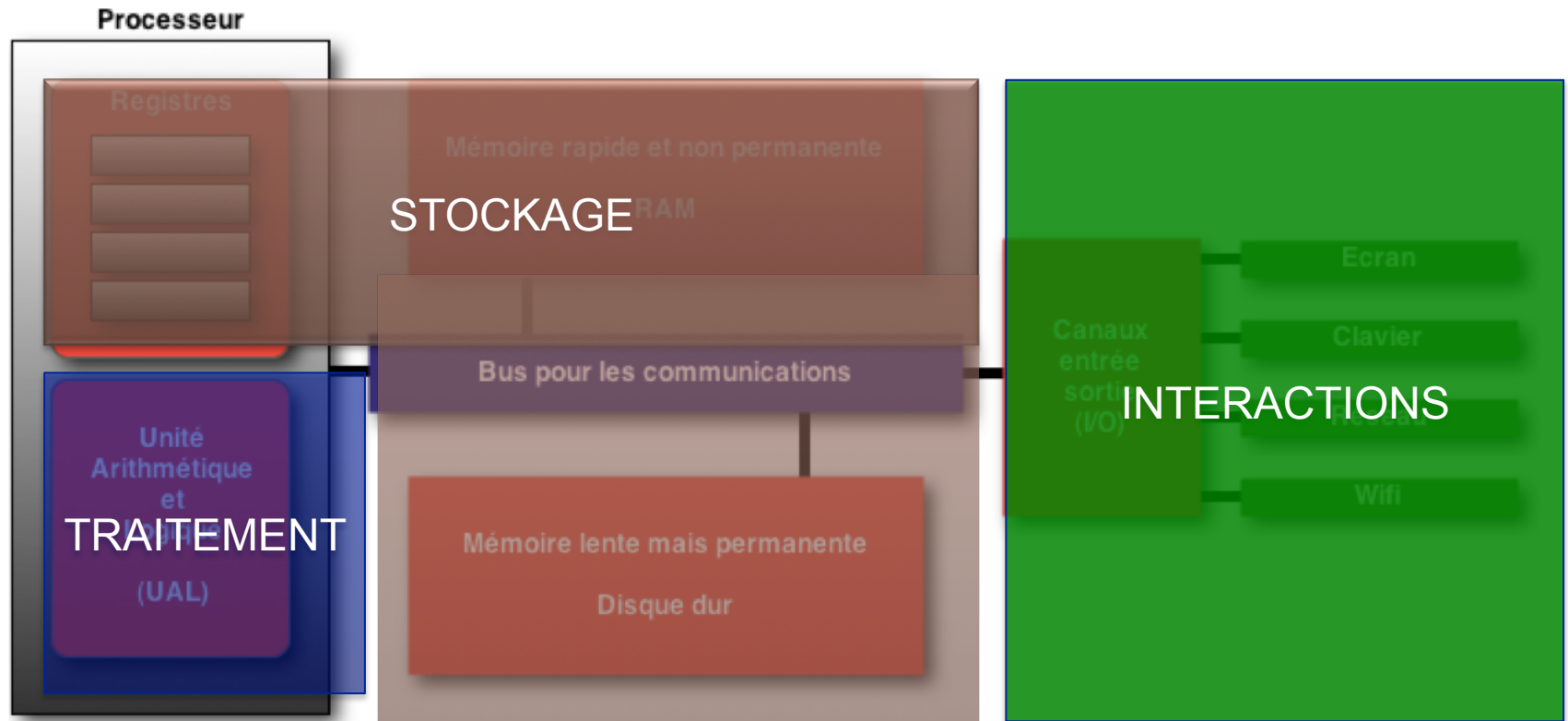


Un support d'exécution : les éléments clés

- **Un calculateur = regroupement de composants électroniques fournissant des capacités/ressources**
 - de stockage des données
 - de capture de stimuli extérieurs (physiques)
 - de communication de données avec d'autres calculateurs
 - de calcul et manipulation de données, contrôle d'exécution
- **Un système d'exploitation = logiciel pour organiser, simplifier et optimiser l'accès aux ressources**
 - Mise en place du partage et protection des ressources (*traitement / stockage*)
 - Simplification de l'usage et de l'accès aux ressources

Vision architecturale du ordinateur

- Intérêt : présenter une cartographie des ressources + de leurs interactions



Stockage d'information

- **Un bit : unité de stockage d'information**
peut prendre 2 valeurs : 0 et 1 (2 états possibles)
- **Les données manipulées par un processeur == séquences finies de bits**
 - 4 bits : 0110; 8 bits : 11010011...
- **Une séquence de N bits peut représenter n'importe quel élément d'un ensemble de taille inférieure à 2^N**
- **Ces séquences de bits peuvent être interprétées comme:**
 - Des nombres : 1001 = représentation base 2 de 9
 - Des mois : 000010000000 pour Mai

**Une séquence de bits =
CE QUE VOUS DECIDEZ D'EN FAIRE (INTERPRETATION)**

Un petit mot sur les systèmes numériques et le principe de représentation....

- Séquence N bits interprétable comme un nombre en base 2
- ATTENTION : cela ne veut pas dire que l'on stocke toujours un nombre en mémoire

000010000000 voulait dire « Mai » et pas 2^7

⇒ Indiquer à l'ordinateur comment interpréter les bits

- Représentations classiques :
 - Système binaire : $b_7b_6\dots b_0 \rightarrow \sum_{i=0}^7 b_i \cdot 2^i$
 - Complément à 2 : $b_7b_6\dots b_0 \rightarrow -(b_7 \cdot 2^7) + \left(\sum_{i=0}^6 b_i \cdot 2^i \right)$
 - Symbole ASCII : des symboles « % » « A » « 7 »
<http://en.wikipedia.org/wiki/ASCII>

Organisation du stockage

- Organisation des bits en octet = 8 bits (granularité usuelle), plus pratique à écrire en base 16 (symboles: 0123456789ABCDEF)

- Problème du volume :

- Mozilla : 178 Mo de données utilisées dans certains cas
- Base de données client : ~quelques Téra octets

Comment retrouver les données intéressantes dans un tel volume ?

- Index et référence :

- Index : une fonction associant un identifiant à une donnée (mieux quand il est unique)
- Référence : une valeur d'identifiant pouvant être utilisé pour récupérer la donnée qui lui est associée via l'index.
- résoudre la référence = $\text{Index}(\text{Référence}) \rightarrow \text{obtenir la valeur}$

Exemple Index – Référence

■ Identification des individus

- Index : Relation Identité – Numéro de sécurité sociale
- Référence à une personne : 19303301213 77 (n° sécu)

■ Identification des données sur le « web » :

- Index : Relation URL – Donnée sur un serveur sur le web
- Référence à une image : URL <http://www.ici.fr/img.jpg>

■ Identification d'un lieu (habitation)

- Index : Adresse Postale – Position géographique (lat,long)
- Référence : 1 rue du lac, 75013 Paris

En pratique (1) mémoire

- **Mémoire (RAM) : composant permettant de stocker un ensemble d'octets de grande taille multiple d'une puissance de 2^K**
- **Caractéristiques :**
 - Index : 1 relation associant 1 **adresse** (i.e. un numéro) à chaque case mémoire de taille 1 octet
 - Référence à un octet : **adresse – contenu binaire de la case mémoire**
 - Remarques:
 - Granularité d'accès : groupe de 1 à 8 octets d'index consécutifs (ce groupe est appelé **mot mémoire**)
 - Référence à plusieurs octets contigus :
1 adresse @ + nombre d'octets (1 à 8) à lire à partir de @

En pratique (2) Les autres stockages

■ Justification technologique de leur intérêt (et/ou):

Plus rapide, moins couteux utilisable directement par le processeur ...
beaucoup de raisons très variées

■ Registres : stockage mémorisant quelques octets

- taille = mot mémoire (8 octets sur une machine 64 bits)
- Directement nommés => pas d'index à base de numéros
- là où le processeur réalise ses calculs

■ Stockage de masse (disque dur) :

- Accès = bloc pour transferts vers ou depuis la mémoire (ensemble d'octet ~ 1000 octets)
- Index structuré : (cas disque dur non SSD)
 - Plateau, cylindre ... ~ adresse postale: rue, ville, pays

Bilan sur l'organisation du stockage

■ 3 types de stockages essentiellement :

Registres, Mémoire, Stockage de masse (disque dur)

■ Notion d'index et de référence

- Index : le système d'association (id, valeur), l'id peut être défini en plusieurs morceaux
- Référence : un id (permettant de retrouver une valeur si il est complet et à jour...)

■ Références aux données en mémoire par le processeur

- Index: adresse → 1 octet
- Référence: adresse (i.e. un numéro)

Capacités de traitement

- **Composant clé : le processeur**
- **Traitements = instructions (opérations élémentaires)**
- **Jeu d'instructions = {des opérations élémentaires supportées par le processeur}**
 - Stockées en mémoire, donc
 - représentation binaire
 - Chaque instruction élémentaire à une adresse
 - Jeu d'instruction limitées
 - Calculs numériques simple (+ ; - ; * ; / ...)
 - Transferts de données entre supports de stockage (mémoire → registre ou registre → registre ou registre mémoire)
 - Evaluations de conditions booléennes
 - Utilisent principalement les registres (pour des questions de performance)
 -
- **Problème: Comment indiquer au processeur les instructions à exécuter ?**

Le cas particulier du Déroutement avec restauration

On veut calculer

$$\sum_{j=121}^{242} j$$



Rappel Somme $1 \dots N = N*(N-1)/2$
=> calcul possible en $O(1)$

idée N dans Ra et résultat dans Rb
Rb doit contenir $((Ra-1) * Ra)/2$

Calcul de $N*(N-1)/2$:

@	Instruction
911	$Rb \leftarrow Ra-1$
912	$Rb \leftarrow Ra * Rb$
913	$Rb \leftarrow Rb/2$
914	
915	

Le cas particulier du Déroutement avec restauration

On veut calculer

$$\sum_{j=121}^{242} j$$



Rappel Somme $1 \dots N = N*(N-1)/2$
 $\Rightarrow$ calcul possible en $O(1)$

idée N dans Ra et résultat dans Rb
Rb doit contenir $((Ra-1) * Ra)/2$

@	Instruction
1	Ra $\leftarrow$ 120
2	Call 911
3	Rc $\leftarrow$ Rb
4	Ra $\leftarrow$ 242
5	Call 911
6	Rb $\leftarrow$ Rb - Rc

Calcul de $N*(N-1)/2$:

@	Instruction
911	Rb $\leftarrow$ Ra-1
912	Rb $\leftarrow$ Ra*Rb
913	Rb $\leftarrow$ Rb/2
914	Ret
915	

Bilan sur les capacités d'exécution

- **Représentation en mémoire de séquence d'opérations dont l'exécution est automatisée**
- **Capacité à définir la prochaine instruction à exécuter (e.g. déroutement)**
- **Capacité à réutiliser une même séquence d'instructions dans différents « contextes » (i.e. appel de fonctions)**

Rappel :

Un support d'exécution : les éléments clés

■ Un ordinateur = regroupement de composants électroniques fournissant des capacités/ressources

- de stockage des données
- de capture de stimuli extérieurs (physiques)
- de communication de données avec d'autres ordinateurs
- de calcul et manipulation de données, contrôle d'exécution

**Problème : coder directement en langage machine
== construire un château de sable grain par grain...**

faisable mais très fastidieux et technique

D'où l'intérêt des langages de programmation



De l'algorithme à son exécution

Langage de programmation = une convention d'écriture sur ...

- **la définition des données (types, identifiants, visibilité, valeur..) et la manière d'y faire référence**
`int i=0; ou Eleve E;`
- **les opérations que l'on s'autorise à utiliser sans avoir à en redéfinir systématiquement le sens**
`w ← 3; (par exemple); ou « if (x<2) {x++;} »`
- **la manière dont on définit des séquences d'instructions réutilisables (fonctions, méthodes) et leurs modes d'accès**
`this.set_x(4); vs set(x,4);`
- **La structuration du programme**
Classe / package / fichiers / modules et espaces de noms...

Pb de l'exécution d'un programme

■ Les éléments clés qui ont été abstraits :

- La nature des traitements et **leurs références**
- La représentation des données et **leurs références**

■ Hypothèse : programme accessible en mémoire

PB n°1 : la nature du traitement et leurs référence ne correspond pas en instructions en langage machine

PB n°2 : la représentation des données et de leurs références ne correspondent pas à des adresses

Stratégie de mise en œuvre

■ Interprétation (1 étape):

1. un ensemble d'instructions déjà en mémoire (le shell)
 - lit le programme (texte sous forme de séquence de commandes),
 - analyse les références (chemin vers un fichier),
 - réalise les traitements pas à pas

Conséquence: analyse à refaire à chaque nouvelle exécution

■ Compilation et chargement pour exécution (2 étapes):

1. Compilation: traduit le programme (texte en C) en éléments équivalents du langage machine (adresses, instructions binaires)
2. lancement de l'exécutable

Conséquence: compilation à refaire à chaque modification du programme

Un ensemble d'instructions (système d'exploitation) place la représentation binaire en mémoire pour en exécuter les instructions (**chargement + exécution du point d'entrée**)

Des exemples de langages et d'usages associés !!!

■ Programme à interpréter = script (ref. cinéma)

- Calculs et manipulation de textes : Lisp, perl
- Langages web : PHP, scripts html

■ Langages compilés :

- C / C++ : programmation système / interface / robotique (beaucoup de programme en robotique en C++)
- Ada : programmation systèmes critique (trains, avions, satellites...)

■ Ceux qui sont au milieu...

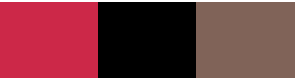
- Java : compilation des références et opérations complexes puis interprétation d'instruction génériques

La suite des cours INF104/INF106

- **Ce cours est dédiée au Langage C (LC), nous verrons**
 - Un introduction au langage C avec un point de vue « Comment on l'utilise »
 - Un approfondissement du langage C avec un point de vue « Comment ça fonctionne? »
 - Une introduction à la compilation, pour comprendre comment un LHN comme le C est traduit en langage machine
 - Un outil très pratique pour automatiser la production des programmes (make)

- **Un deuxième cours, dédiée aux Systèmes d'Exploitation (SE), nous réutiliserons le C pour utiliser les services fournis par un SE**

- **LC+SE = SELC, ne pas négliger l'importance de l'aspect SE (l'objectif principal des deux UE)**



Et avec tout cela on fait quoi

- **Presque tout ce que vous utilisez tous les jours**
 - Systèmes bureautiques
 - Tableau de contrôle d'un véhicule
 - Tableau de commande d'un robot outil
 - Serveur de transactions bancaires