Processus - Exécution

Programmation Système — R3.05

C. Raïevsky

IUTA Valence
Université Grenoble Alpes

Département Informatique
BUT Informatiques 2ème année

Fonctions d'un Système d'Exploitation

Fonctions essentielles – Utiles pour les programmeurs

Gestion de l'exécution des programmes

- Lancement
- Basculement entre processus – Ordonnancement
- Adressage mémoire
- Certains aspects de la sécurité

Rôle de chef d'orchestre

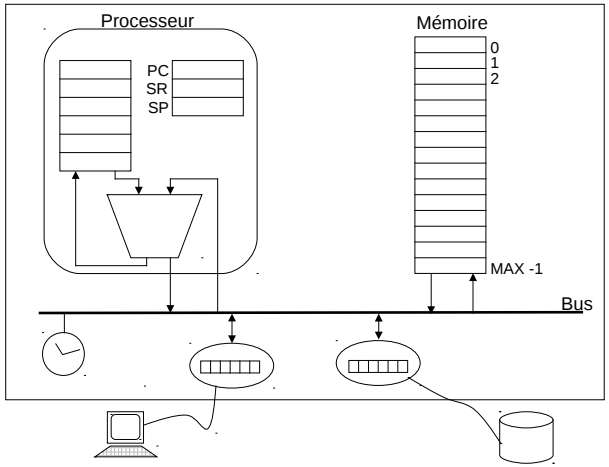
Interaction avec le monde extérieur - Abstraction du matériel sous forme de ressources

- Système de fichier
- Réseau
- Horloges – Timers
- Pilotes matériels

Offre au programmeur une interface uniforme et portable

Architecture générale

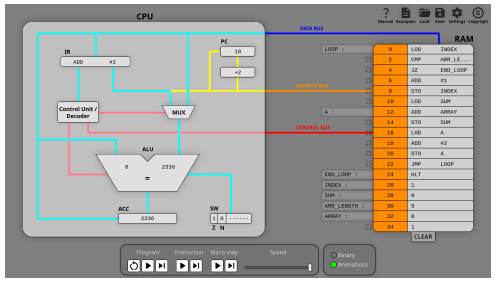
Von Neumann (Princeton)



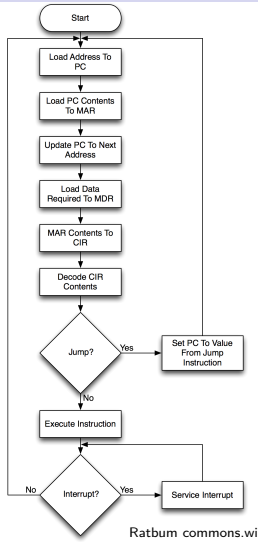
Vision simpliste de l'exécution

À chaque pas le processeur :

- Récupère l'instruction courante,
- la décode,
- l'exécute.



Pour simuler : CPU Visual Simulator
Un simple add



Ratbum commons.wikimedia.org

Activité, contexte

Notion d'activité

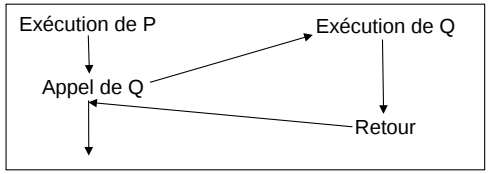
- On nomme **activité** l'exécution d'une procédure (ou fonction) sur un processeur
- Le *contexte* d'une activité est l'ensemble des informations accessibles au processeur au cours de l'exécution de l'activité (registres processeur, mémoire)
- Cadre d'exécution – *Execution frame*

Commutation d'activité

- Passage d'une activité à une autre
- Sauvegarde du contexte de l'activité courante
- Création ou
- Restauration du contexte de la nouvelle activité

Appel de fonction

Principe :



Séquence d'appel, par P :

- Préparation des paramètres transmis à Q
- Sauvegarde du contexte de P
- Remplacement du contexte de P par le contexte de Q
- Après retour, récupération des résultats transmis par Q

Retour :

- Préparation des résultats
- Restauration du contexte de P

Appel de fonction à l'aide de la pile – ***The*** *Call Stack*

Pourquoi est-ce important ?

La pile est le support des **appels de fonctions**

→ Essentiels en programmation

Le fonctionnement d'un logiciel est basé sur l'appel successif de fonctions.

Compréhension de ce mécanisme essentiel pour :

- le déboguage,
- l'analyse de performance
- savoir, d'une manière générale, ce qu'il est en train de se passer

Stack Frame – Cadre d'exécution

Créé à chaque appel de fonction

Contient :

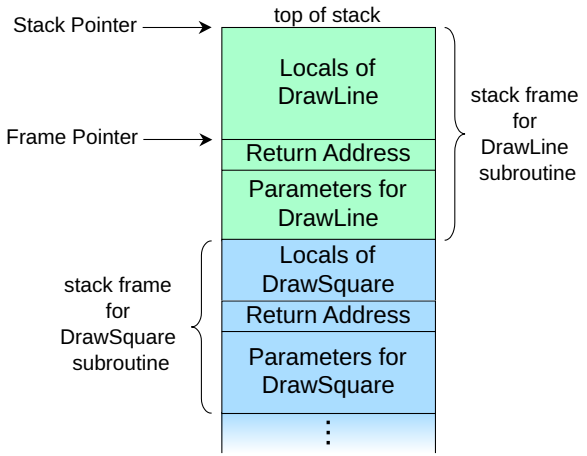
- Les variables locales à la fonction
- Les arguments passés à la fonction
- Les informations nécessaire au retour

Le contenu exact varie en fonction de :

- l'architecture du cpu
- la convention d'appel (*function call convention*)

Stack Frame Concrètement

Dans l'adressage mémoire



Dans le contexte de la fonction

- Toutes les adresses sont relatives au *Frame Pointer*

Notamment

- Les variables locales
- Les paramètres

Exemple d'appel de fonction

intel x86, C-style function call

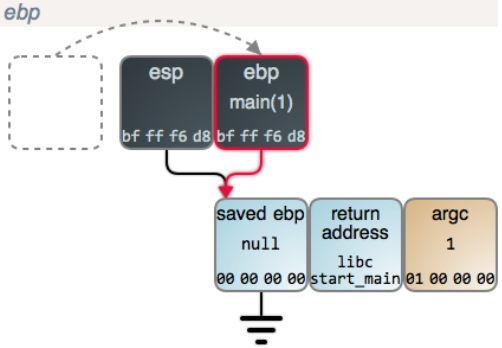
```
1
2  int add(int a, int b){
3     int result = a + b;
4     return result;
5  }
6
7  int main(int argc, char* argv[]){
8
9     int answer;
10    answer = add(40, 2);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13 }
```


En mémoire

From : duartes.org's *journey-to-the-stack*

Au tout début du main, à la ligne 8 :

```
3.    movl %esp, %ebp # copy esp to ebp
```



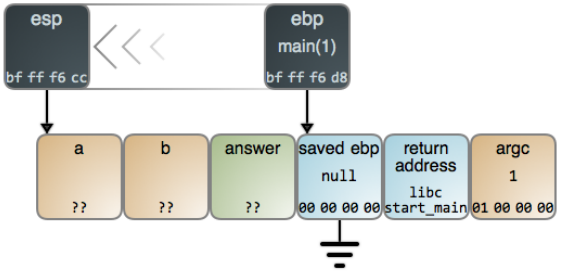
ebp : *Base Pointer* = *Frame Pointer*
esp : *Stack Pointer*

En mémoire

On agrandit la pile pour y stocker :

- La variable locale (`answer`)
- Les paramètres (`a` et `b`)

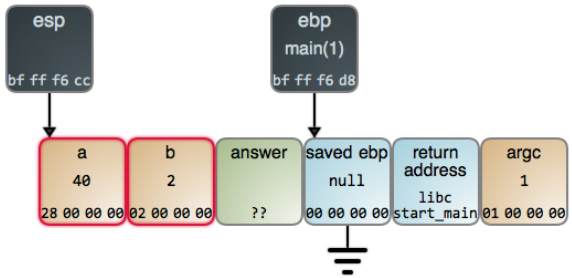
```
4.    subl $12, %esp # make room for stack data
```



En mémoire

On place les valeurs des paramètres sur la pile :

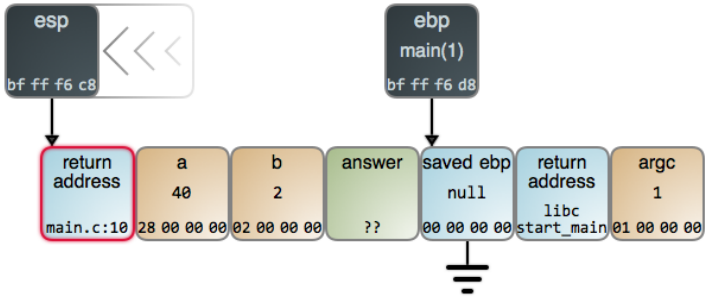
```
5.    movl $2, 4(%esp) # set b to 2
      movl $40, (%esp) # set a to 40
```



En mémoire

L'adresse de retour est empilée :

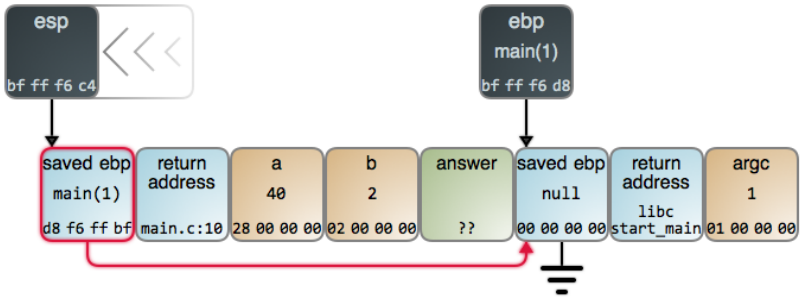
```
6.    call add # push return address onto stack, jump into add
```



En mémoire

On sauvegarde le contexte précédent

```
7.    pushl %ebp # save current ebp register value
```

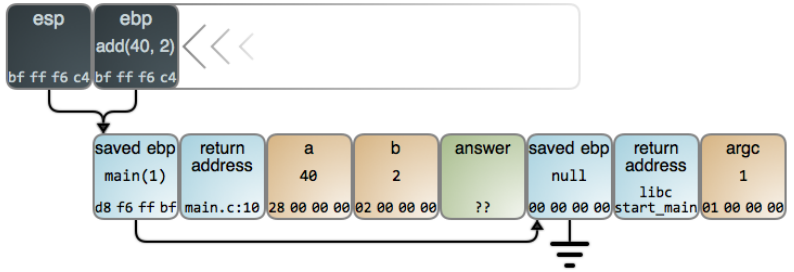


En mémoire

Changement de contexte ! !

On est maintenant dans le contexte de la fonction `add`

```
8.    movl %esp, %ebp # copy esp to ebp
```



Exemple d'appel de fonction

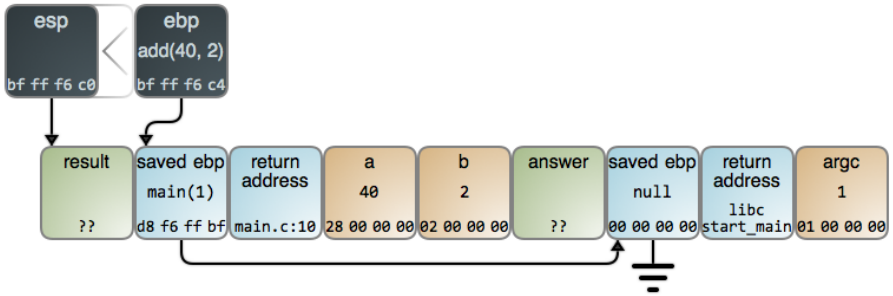
intel x86, C-style function call

```
1
2  int add(int a, int b){
3     int result = a + b;
4     return result;
5  }
6
7  int main(int argc, char* argv[]){
8
9     int answer;
10    answer = add(40, 2);
11
12    return EXIT_SUCCESS;
13 }
```


En mémoire

On fait de la place pour la variable locale `result` (`!= answer`)

```
9.    subl $4, %esp # make room for result
```



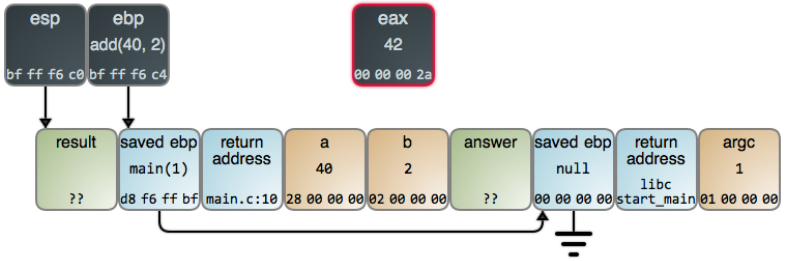
ebp : *Base Pointer* = *Frame Pointer* – esp : *Stack Pointer*

From : duartes.org's *journey-to-the-stack*

En mémoire

On effectue l'addition en stockant les paramètres dans des registres

```
      movl 12(%ebp), %eax # move b to eax
10.   movl 8(%ebp), %edx  # move a to edx
      addl %edx, %eax     # add edx into eax. total is 42.
```



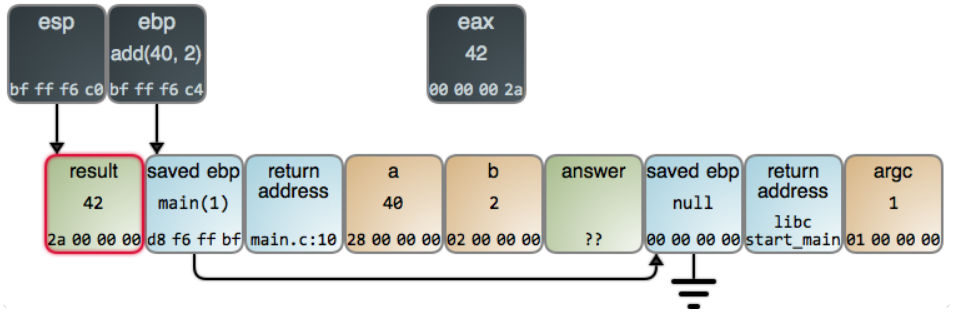
ebp : *Base Pointer* = *Frame Pointer* – esp : *Stack Pointer*

From : duartes.org's *journey-to-the-stack*

En mémoire

On stocke le résultat dans la variable locale `result`

```
11.   movl %eax, -4(%ebp) # copy eax to result
```

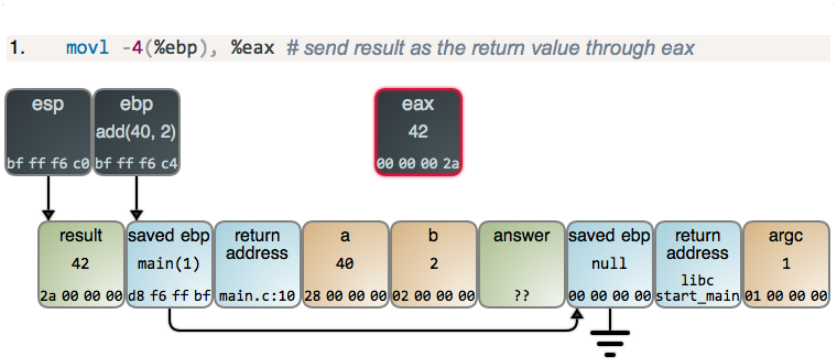


ebp : *Base Pointer* = *Frame Pointer* – esp : *Stack Pointer*

From : duartes.org's *journey-to-the-stack*

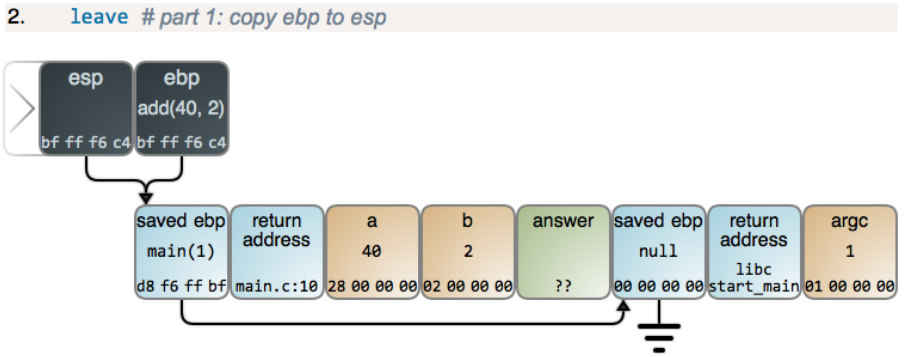
En mémoire

On stocke le résultat dans le registre **eax**, comme valeur de retour de la fonction



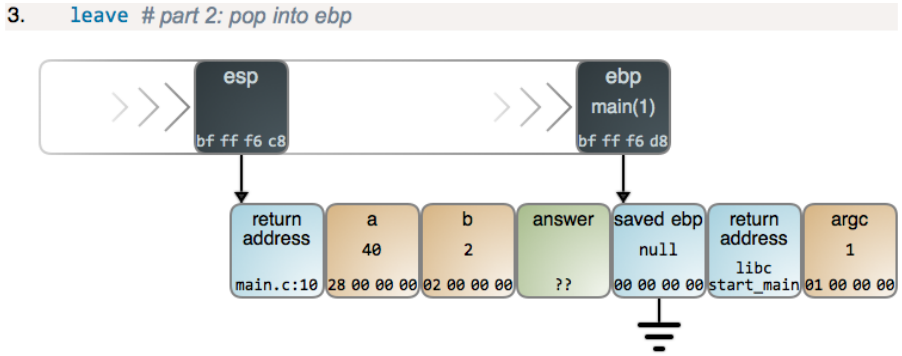
En mémoire

On dépile la variable locale `result`



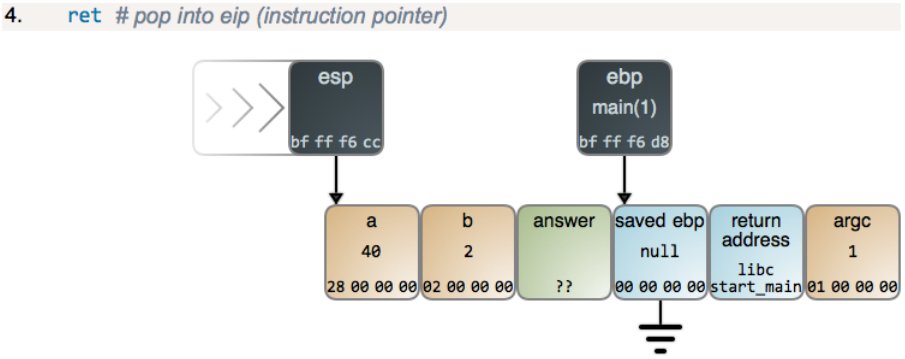
En mémoire

On restaure le contexte de l'appelant



En mémoire

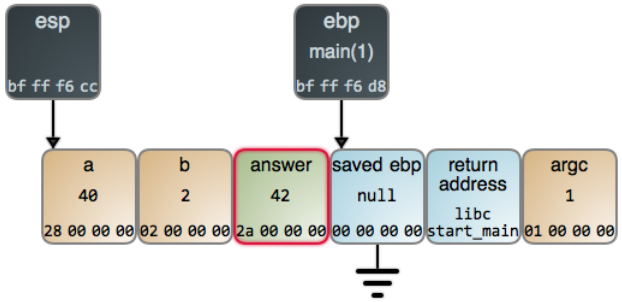
On dépile l'adresse de retour, qui contient l'adresse de la prochaine instruction à exécuter après le retour



En mémoire

On copie le résultat de la fonction dans la variable locale `answer`

```
5.    movl %eax, -4(%ebp) # copy eax to answer
```



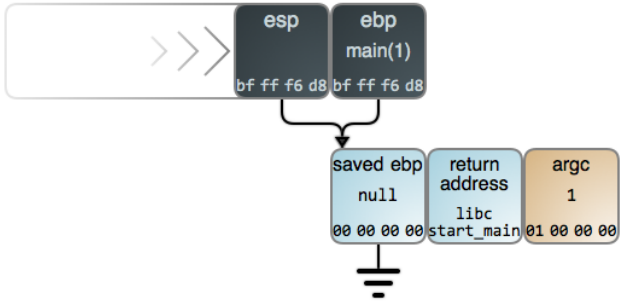
ebp : *Base Pointer* = *Frame Pointer* – esp : *Stack Pointer*

From : duartes.org's *journey-to-the-stack*

En mémoire

On dépile les paramètres et la variable locale avant de sortir du main

```
6.    leave # part 1: copy ebp to esp
```



ebp : *Base Pointer* = *Frame Pointer* – esp : *Stack Pointer*

From : duartes.org's *journey-to-the-stack*

Convention d'appel, optimisation

On sort du monde des bisounours

Dans la réalité

- Beaucoup d'optimisations
- Différentes conventions
- Mécanismes de protection

Par exemple :

- Passage des paramètres de la fonction via des registres CPU
- Remplacement de l'appel par du code "*en ligne*"
- Retour du résultat (potentiellement complexe) de la fonction sur la pile, le tas.