### INF2610

# TP #1: Init Lab

### Ecole Polytechnique de Montréal

Hiver 2019 — Durée: 2 heures et 10 minutes

## **Présentation**

Le *Init Lab* a pour but de vous familiariser avec les techniques et outils que vous utiliserez pour tous les TP qui suivront. C'est aussi une introduction ou un rappel à la programmation en C, qui est le langage de programmation qui sera utilisé pour tout le cours. **Il est conseillé de lire l'énoncé en entier avant de commencer le TP.** 

Tous les TPs qui suivront seront donnés selon le même format; profitez donc de cette occasion pour vous familiariser avec votre environnement de travail et l'aspect général des TPs.



**Attention:** Ce cours a une politique bien définie en termes de plagiat. L'archive que vous avez téléchargée sur Autolab a été générée pour votre groupe seulement. Il vous est interdit de partager votre code ou le code qui vous a été fourni, que ce soit en ligne (via un dépôt Git public par exemple) ou avec d'autres étudiants. Votre code sera systématiquement vérifié et le plagiat sera sanctionné. Afin d'éliminer tout doute quant à ce qui peut constituer du plagiat et pour connaître les sanctions, veuillez vous référez à la page Moodle du cours.

### **Objectifs**

A l'issue du TP, vous serez capables de:

- Travailler sur les TPs du cours INF2610;
- Rendre un travail sur Autolab;
- Ecrire des programmes simples en C;
- Faire des appels systèmes en C;
- Manipuler des pointeurs en C;
- Comprendre le comportement de programmes avec des outils de traçage.

### Prendre en main le lab

Prenez quelques instants pour vous familiariser avec la structure du répertoire sur lequel vous travaillerez durant ce TP. Pour tous les TPs qui suivront, la structure sera similaire. Vous trouverez dans le répertoire courant:

- testlab.pdf → L'énoncé du TP;
- Makefile → Ce fichier contient les commandes qui vous permettront de compiler votre TP;
- grade.sh → Ce script vous permet d'évaluer votre travail. Vous trouverez plus d'informations dans le paragraphe Evaluer votre travail de ce document;
- q1.c, q2.c, q3.c, q4.c → Ce sont les fichiers de code que vous modifierez au fur et à mesure des TPs;
- answers-q5.h → C'est dans ce fichier que vous reporterez les réponses que vous trouverez à la question 5;

- q2.h, q3.h, q4.h Ces fichiers contiennent la définition des fonctions publiques implémentées dans les fichiers .c associés. Vous n'avez pas à vous soucier beaucoup de ces fichiers, mais retenez qu'ils peuvent être utiles pour voir d'un coup d'oeil quelles sont les fonctions que vous pouvez importer d'un fichier à l'autre;
- q2/, q3/, q4/, q4/ → Ces répertoires contiennent le code précompilé et les programmes qui vous serviront pour chacune des questions;
- grader/, testlab.c, libprocesslab.o, libprocesslab.h Ce sont les fichiers et répertoires qui permettront de compiler et d'évaluer votre travail. Ils contiennent tout le code qui permet secrètement de faire fonctionner le TP...!

### Voici quelques points très importants à retenir:

- Tous les TPs du cours se dérouleront sur une plateforme de type Linux, avec des programmes écrits en C. Vos chargés de TP vous aideront en vous présentant cet environnement de travail au tout début de cette séance de TP. N'hésitez pas à faire appel à eux tout au long de la session!
- Contrairement à ce que vous avez pu faire dans vos cours précédents, vous utiliserez de simples éditeurs de texte pour modifier les fichiers de code. La compilation se fera séparément, dans une fenêtre de terminal. N'oubliez pas que vous devez recompiler le TP à chaque fois que vous modifiez les fichiers de code, sinon vos modifications n'auront aucun effet! Vous trouverez plus de détails dans le paragraphe Compiler et exécuter votre TP de ce document.
- Le format de ces TPs est nouveau pour vous autant qu'il l'est pour nous! Ces TPs sont encore en développement et votre avis sera précieux pour le faire évoluer. N'hésitez pas à faire part de vos remarques ou à faire remonter les dysfonctionnements à vos chargés de TP.

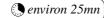
### Énoncé

Vous trouverez par la suite les instructions précises pour chacune des questions à résoudre. Pour vous aider à gérer votre temps, nous indiquons pour chaque question avec le symbole le temps qu'un élève finissant le TP dans le temps imparti devrait y consacrer. Ces indications ne sont que des estimations pour que vous puissiez situer votre progression, alors pas de panique si vous dépassez la durée conseillée!

Question	Contenu		Barème
1	Appels systèmes et fonctions de librairie	25mn	3.0 pt

Conseil: N'oubliez pas de compiler le TP à chaque fois que vous modifiez les fichiers de code pour pouvoir tester votre programme. Dans le cas de la question précédente, vous pouvez tester votre programme en exécutant ./q1 arg1 arg2 dans un terminal. Vous pouvez également vous servir de l'exécutable initlab, qui va notamment exécuter et tester votre solution, en exécutant ./testlab dans un terminal. Enfin, vous pouvez à tout moment évaluer votre travail grâce aux scripts d'évaluation, comme indiqué dans le paragraphe Evaluer votre travail de ce document.

Question 0.1 (Plutôt printf ou plutôt write?)



Vous avez vu dans la question précédente qu'il est souvent utile de faire appel à des fonctions de librairie de haut niveau comme printf. Dans cette question cependant, vous allez devoir afficher un message en utilisant directement l'appel système write, grâce à la fonction de librairie write – consultez sa documentation en exécutant man write.2 dans un terminal!

Une fonctionnalité importante de printf est que cette fonction possède un tampon dans lequel sont stockés temporairement les messages à afficher; ce n'est que quand l'utilisateur demande à imprimer un message contenant un caractère de fin de ligne \n, ou quand le tampon est plein, ou quand l'utilisateur fait appel à la fonction fflush, que l'appel système write est exécuté pour afficher le contenu du tampon au complet. Cela permet de faire l'économie d'appels systèmes trop fréquents quand ce n'est pas nécessaire. Nous allons exploiter ce comportement pour afficher le message suivant:

```
09c0cf9f6191bca6b576ae56ed6de988 (printed using write) 09c0cf9f6191bca6b576ae56ed6de988 (printed using printf)
```

Les consignes à respecter sont les suivantes:

- La première ligne du message doit être affichée en utilisant l'appel système write, et la deuxième ligne en utilisant printf, **mais**...
- ...vous devez faire un premier appel à printf avant de faire un appel système write. Ce premier appel doit contenir la totalité de la ligne à afficher avec printf, sauf éventuellement le caractère de nouvelle ligne \n.
- N'utilisez pas la fonction fflush. Vous devez obtenir le comportement voulu en utilisant le caractère de fin de ligne \n seulement.

Complétez la fonction question 2 du fichier q2.c pour obtenir le comportement voulu. Une fois que vous aurez recompilé le TP, vous pourrez tester votre solution en exécutant ./testlab dans un terminal.



**Astuce:** A chaque fois que votre programme effectue un appel système (directement ou via une fonction de librairie), vous avez la possibilité d'imprimer un message d'erreur explicite en cas d'échec de cet appel système. Pour ce faire, il vous suffit d'utiliser la fonction perror – consultez sa documentation! – après l'appel système ou l'appel de fonction de librairie en question. Prenez cette habitude pour déboguer plus efficacement votre code pour les prochains TPs!

### Instructions pour la partie 2

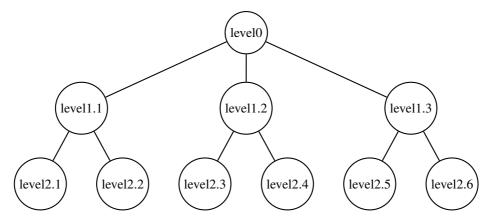


Figure 1: La hiérarchie des processus à recréer pour la partie 2.

Question 1.1 (Création de l'arbre des processus) environ 30mn

Dans un premier temps, vous allez recréer l'arbre de processus décrit par la figure 1. Le processus racine level0 correspond au processus à partir duquel est exécutée la fonction part2 du fichier part2.c.

Complétez la fonction part 2 du fichier part 2. c afin de créer les processus selon la hiérarchie définie par la figure 1. A ce niveau, le traitement de chaque processus se limite à la création de ses fils (s'il en a).

0

**Information:** Il n'est pas du tout exigé que votre code comporte des boucles for. Faites au plus simple! De même, il n'est pas demandé que votre solution traite les erreurs éventuelles liées aux appels système.

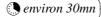
Complétez le code précédent afin que chaque processus (hormis *level0*) fasse appel une fois et une seule fois à la fonction registerProc qui vous est fournie dans le fichier libclonelab.h. La fonction registerProc a besoin de quatre arguments:

- 1. le niveau du processus appelant (2 dans le cas de *level2.3* par exemple),
- 2. le numéro du processus appelant à ce niveau-là (3 dans le cas de level2.3 par exemple),
- 3. le PID du processus appelant, et enfin
- 4. le PID du parent du processus appelant.

•

**Attention:** L'ordre des processus décrit par la figure 1 importe! Par exemple, le processus *level1.1* doit être créé avant le processus *level1.2*, car il possède le même processus parent que *level1.2* mais est situé plus à gauche dans la hiérarchie.

Question 1.2 (Transformation des processus)



Nous vous fournissons des exécutables déjà compilés dans le dossier part2/. Vous y trouverez un exécutable par processus décrit par la hiérarchie de la figure 1: level0, level1.1, level1.2, level2.1...

Modifiez votre solution pour que chaque processus, hormis le processus level0, se transforme en l'exécutable correspondant (par exemple le processus level1.2 doit se transformer en l'exécutable level1.2). Vous pouvez utiliser n'importe laquelle des fonctions de la famille exec, mais soyez attentif à bien respecter la syntaxe de la fonction et la sémantique des arguments. En cas de doute, référez-vous aux manpages des fonctions concernées.

Vous devez passer comme argument à tous les exécutables levell.x le PID du processus *level0*. Pour le reste, laissez-vous guider par les indications données par les exécutables.

Modifiez maintenant votre solution pour que le processus *level0* se transforme en l'exécutable level0. Ce dernier s'attend également à recevoir un argument, qui est la chaîne de caractères que vous obtiendrez en concaténant les jetons fournis par les processus de niveau 1 dans l'ordre décrit par la figure 1.



**Attention:** Chaque processus doit se transformer **après** l'appel à la fonction registerProc et la création de ses fils, afin de ne pas briser votre solution pour la question 1. D'une manière générale, faites toujours attention à ce que la solution d'une question ne vienne pas briser la solution d'une question précédente!

#### 

Vous avez vu en cours qu'un seul appel à la fonction printf, placé juste avant un fork, peut imprimer deux messages au lieu d'un seul sur la sortie standard. Vous allez exploiter ce comportement pour imprimer dans plusieurs des processus le message suivant:

Root process has pid LEVELO\_PID (message from process PROC\_NAME)

où vous remplacerez LEVELO\_PID par le PID du processus *level0* et PROC\_NAME par le nom du processus qui émet le message (par exemple level0). Notez que le message doit être terminé par un caractère de fin de ligne \n. Les messages doivent être imprimés **non pas sur la sortie standard, mais dans le fichier part2Output.txt**, que nous avons ouvert pour vous dans le fichier part2.c. Vous utiliserez ainsi la fonction fprintf au lieu de la fonction printf que vous avez vue dans le cours. N'hésitez pas à consulter la documentation des fonctions fprintf et fclose.



Attention: Vous devez faire exactement un seul appel à la fonction fprintf qui contienne la chaîne de caractères Root process has pid. Le non-respect de cette consigne invalidera votre note pour cette question.

Modifiez votre solution pour que le message précédent soit imprimé dans le fichier fourni par les processus **level0**, **level1.1**, **level1.3**, **level2.1**, **level2.4**, **level2.6**, et seulement ces processus.

Question 1.4 (La question mystère)

environ 25mn

Utilisez l'utilitaire strace avec l'option –f pour analyser votre programme ./testlab. Est-ce que vous ne remarquez pas quelque chose d'incohérent par rapport à l'arbre des processus décrit par la figure 1?

En utilisant strace, trouvez lequel des programmes de niveau 2 crée un fils supplémentaire non décrit par la figure 1.

Is lest possible d'empêcher ce processus de créer un fils en lui communiquant, via une variable d'environement, le jeton suivant: 8887ba18da697ef3d5890757. Utilisez ltrace pour déterminer le nom de cette variable d'environnement, qui apparaîtra comme paramètre de la fonction getenv.

LE En utilisant les fonctions execle ou execvpe, modifiez votre solution afin que le programme de niveau 2 déterminé ci-dessus ne crée pas de fils.



**Avertissement:** Faites attention à ne pas perturber le comportement demandé par les questions précédentes en modifiant votre solution!

- Information: Lorsque vous exécutez un programme sur votre machine, il peut être très utile de savoir:
  - quels appels sytème il fait, avec quels paramètres et à quel moment;
  - quels appels à des fonctions de librairie il fait, avec quels paramètres et à quel moment;
  - combien de processus sont créés et quand.

Ces informations sont utiles pour comprendre le comportement ou la performance d'un programme que vous avez écrit – et de découvrir pourquoi il ne s'exécute pas comme on le voudrait, par exemple! –, voire même pour analyser le comportement d'un programme donc vous n'avez pas le code source. Certains outils, comme strace ou ltrace, permettent de faire cela. Ils vont vous être utiles tout au long de la session pour vos séances de TP – et peut-être même pour la suite de vos études et ce qui suivra –, alors n'hésitez pas à développer le réflexe de les utiliser quand cela paraît nécessaire.

# Instructions

### Travailler sur le TP

Toutes vos solutions pour ce TP doivent être écrites dans les fichiers q1.c (pour la question 1), q2.c (pour la question 2), q3.c (pour la question 3), q4.c (pour la question 4) et answers-q5.h (pour la question 5). Seuls ces cinq fichiers seront pris en compte pour évaluer votre travail; il est donc inutile, voire contre-productif, de modifier les autres fichiers que nous vous fournissons!

### Compiler et exécuter le TP

Nous vous fournissons tous les scripts et librairies pour vous permettre de compiler les sources du TP. Pour compiler le TP initialement et après chacune de vos modifications sur le code source:

```
Console $ make
```

lorsque vous vous situez dans le répertoire de base du laboratoire. Si la compilation se déroule sans problème, vous pouvez ensuite exécuter le programme:

```
Console $ ./testlab
```

qui va lancer successivement vos solutions pour chacune des questions du TP.

## **Evaluer votre travail**

Nous vous fournissons les scripts qui vous permettront d'évaluer votre travail autant de fois que vous le souhaitez. Il vous suffit d'exécuter:

```
Console
$ ./grade.sh
```

pour avoir un rapport détaillé sur votre travail.

**Information:** Les scripts que nous vous fournissons vous donnent une indication mais pas une garantie sur la note finale que vous obtiendrez. Seule l'évaluation par les serveurs d'Autolab sera prise en compte (mais si vous respectez bien les consignes ci-dessus, les deux notes devraient être identiques!).

### Rendre votre travail

Votre travail doit être rendu sur Autolab **avant la fin de cette séance de TP**. Aucune autre forme de remise de votre travail ne sera acceptée. Les retards ou oublis seront sanctionnés comme indiqué sur la page Moodle du cours.

Lorsque vous souhaitez soumettre votre travail – vous pouvez le faire autant de fois que vous le souhaitez pendant la séance –, créez l'archive de remise en effectuant:

Console \$ make handin

Cela a pour effet de créer le fichier handin.tar.gz que vous devrez remettre sur Autolab. Seul le dernier fichier remis sera pris en compte pour l'évaluation finale.

# **Evaluation**

Ce TP est noté sur 20 points, répartis comme suit:

• /2.0 pts: Question 1

• /3.0 pts: Question 2

• /2.0 pts: Question 3

• /5.5 pts: Question 4

• /3.5 pts: Question 5

• /4.0 pts: Clarté du code

Une première note sur 16 points vous est donnée par le script d'auto-évaluation (voir ci-dessus) ainsi que par Autolab. N'hésitez pas à exécuter le script d'auto-évaluation pour connaître le barème détaillé. Les 4 points restants seront évalués par la suite par vos chargés de laboratoire, qui vous feront des commentaires via la plateforme Autolab.

### Ressources

Ce TP vous laisse beaucoup d'autonomie pour programmer votre solution. Le cours constitue une première ressource pour résoudre ce TP. Si vous avez besoin d'informations sur la syntaxe d'une fonction ou d'un programme en particulier, les *manpages* sont une ressource précieuse.



**Attention:** Copier puis coller du code tout prêt à partir d'Internet (par exemple depuis Stack Overflow) n'est pas considéré comme du travail original et peut être considéré comme du plagiat. Les *manpages* et les documentations officielles, en revanche, vous aident à apprendre à construire un code par vous-même. Privilégiez cette solution pour améliorer votre apprentissage, et n'hésitez pas à solliciter votre chargé de laboratoire si vous avez une question.