

MAN_Shell

Mise à niveau Système d'exploitation Unix

Utiliser sa puissance

Antoine Cornuéjols – Christine Martin – Chloé Vigliotti

AgroParisTech – INRAe MIA Paris-Saclay

EKINOCS research group

Objectifs du cours

1. Savoir utiliser l'environnement Unix
2. Avoir eu un 1^{er} contact avec les expressions régulières
3. Notions de script bash et d'utilisation de Python pour le maniement des fichiers
4. Savoir installer un logiciel

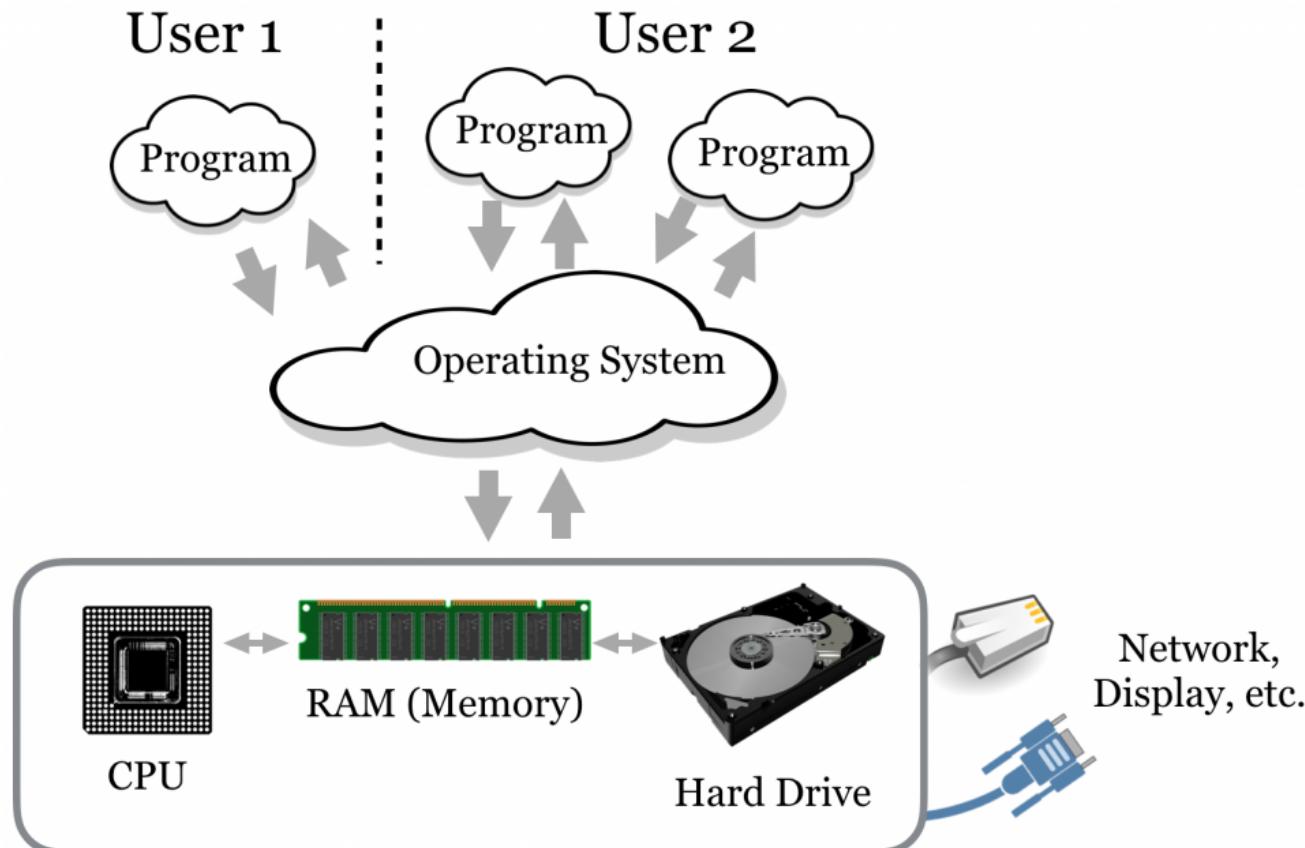
Plan

1. L'environnement Unix
2. Travailler avec des motifs : les expressions régulières
3. Scripts Bash et programmes Python
4. L'installation de logiciels

Rôles d'un système d'exploitation

- Un **ordinateur** est constitué de composants électroniques
 - Disque
 - Mémoire RAM
 - Processeur(s)
- Le **système d'exploitation** (*Operating System* ou *OS*)
 - Organise le **disque** en une arborescence de fichiers
 - Lance un ou plusieurs **programmes** / applications pouvant marcher simultanément sur le(s) processeur(s)
 - Fournit de l'**espace mémoire** à ces programmes
 - Fait **communiquer** le(s) processeur(s) et les périphériques : clavier, touchpad, souris, écran, et.

Système d'exploitation



From [Shawn T. O'Neil (2019) « A primer for Computational Biology », Oregon State University]

Exemples de systèmes d'exploitation

- Linux
 - Ubuntu
 - Redhat
 - Suze
 - Debian
 - ...
- Unix
 - Dont MacOS
- Windows
- Smartphones
 - iOS
 - android

Système d'exploitation

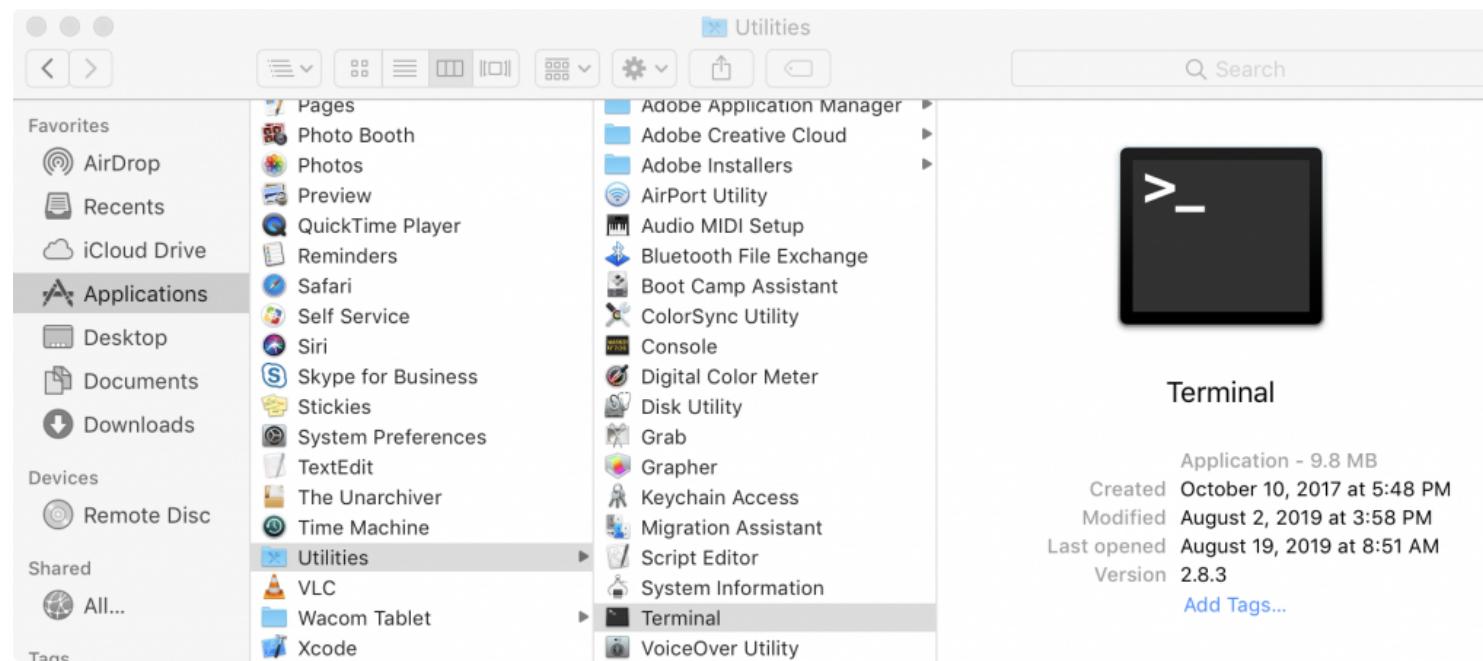
- Qu'est-ce qu'un **système d'exploitation** (Operating System (OS))?
 - Tout le fonctionnement d'un ordinateur est **contrôlé** par un système d'exploitation (*Operating System* ou OS)
 - Exemple : lorsque plusieurs programmes tournent ensemble, c'est l'OS qui alloue les ressources entre eux et les interrompt si nécessaire.
 - **Unix** est un exemple d'un OS, très répandu (dont toutes les machines de calcul scientifique)
 - Développé dans les années 70 (après Multics)
 - **Mac OS X** et **Ubuntu** (utilisant Linux), par exemple, sont basés sur Unix (mais Windows ne l'est pas)
 - En général, les OS ont **deux types d'interface**
 - **Graphique** (GUI : Graphical User Interface)
 - **En ligne de commande** (CLI : Command Line Interface)

Pourquoi les lignes de commandes

- Une interface **GUI** permet
 - de *naviguer* facilement parmi les fichiers,
 - *copier, déplacer et supprimer* des fichiers et des répertoires
- Une interface **CLI**
 - Permet tout cela
 - Mais aussi des tâches beaucoup **plus complexes**
 - E.g. **trouver**, dans votre arborescence, tous les fichiers *dont le nom se termine par ".txt"*, qui *datent de plus de 3 jours* et dont *le deuxième mot de la troisième ligne est "pixels"* et, dans tous ces fichiers, il vous permet de **remplacer** ce mot par un autre mot.

Accès à un système Unix

- Mac OS X ou Linux : vous avez un accès « direct »
 - Sous Linux : ctrl + alt + T
 - Sous Mac OS X
 - Icone Terminal dans le Launchpad
 - ou :



Unix sous Windows

Soit la solution [CygWin](#)

Soit la solution [WSL](#)

- [Cygwin](#) est essentiellement un ensemble de bibliothèques Windows qui permettent la compilation de sources *nix vers des binaires Windows.
- [WSL](#) est un environnement Linux virtualisé, donc vraiment deux choses très différentes. Vous pouvez exécuter des applications graphiques sur WSL2, y compris un environnement de bureau complet avec une accélération GPU complète.

Accès à un système Unix sous **Windows**

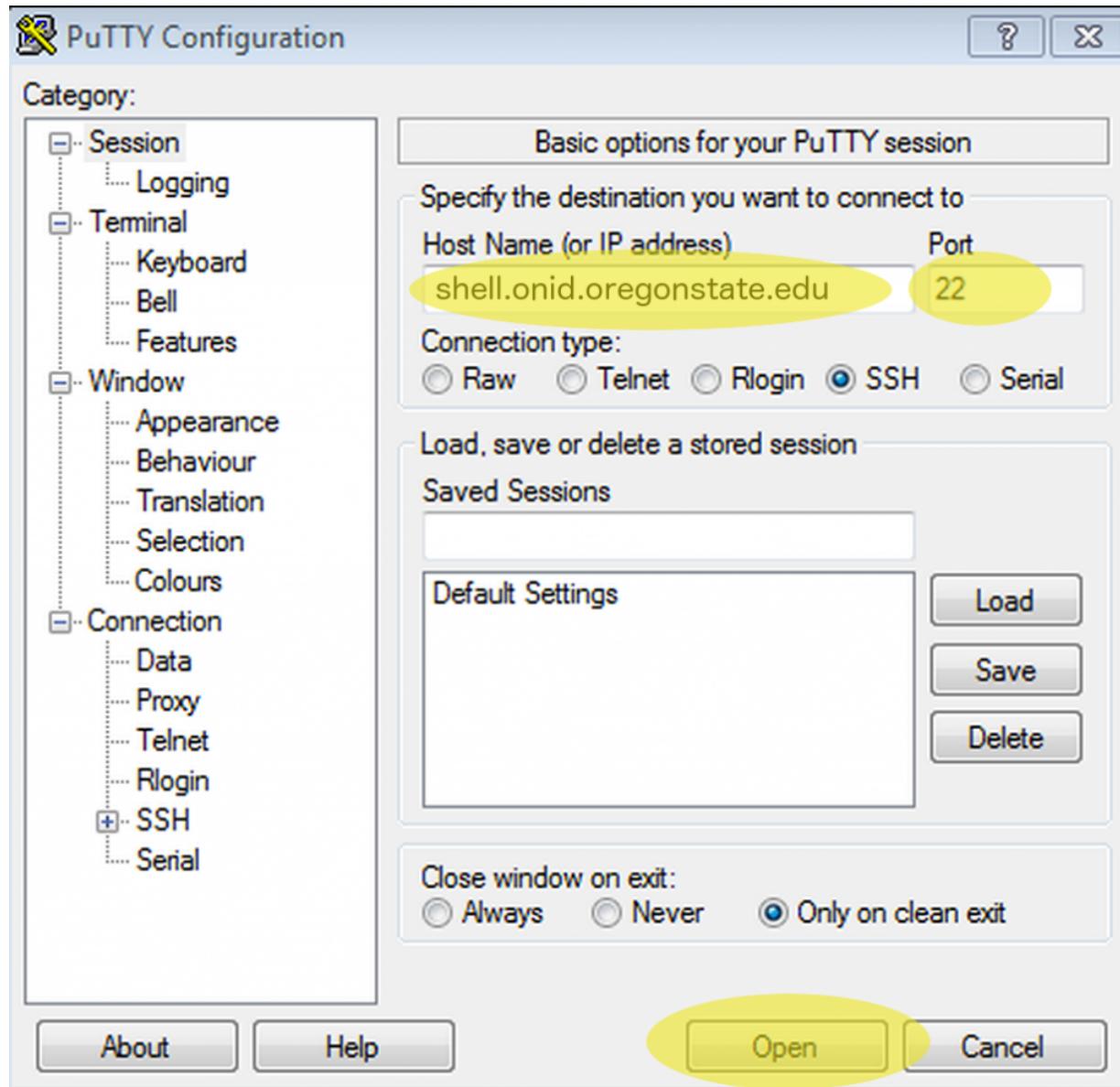
- Accès à une **machine virtuelle** Unix ou Linux
- Utilisation de **WSL** (Windows Sous Linux)
 - Le Sous-système Windows pour Linux permet aux développeurs d'exécuter un environnement GNU/Linux (et notamment la plupart des utilitaires, applications et outils en ligne de commande) **directement sur Windows**, sans modification et tout en évitant la surcharge d'une machine virtuelle traditionnelle ou d'une configuration à double démarrage.
 - <https://learn.microsoft.com/fr-fr/windows/wsl/>

Accès à un système Unix sous Windows

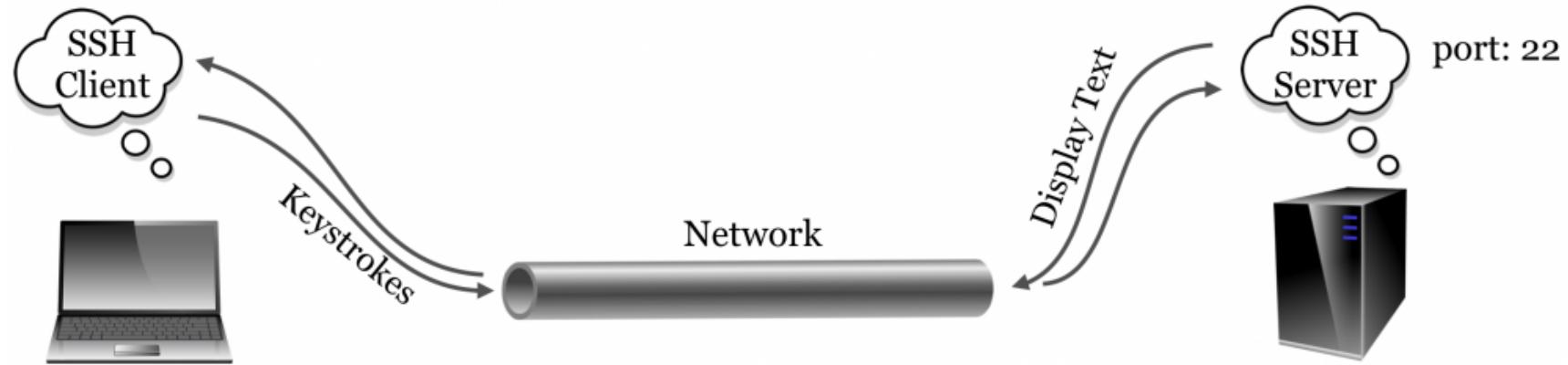
- Windows
 - Il faut installer un client ssh (secure shell).
 - Le plus communément utilisé est **putty** (<https://www.putty.org/>)
 - Installer la version 32 ou 64 bits correspondant à votre machine
 - Se connecter depuis PUTTY dans l'onglet session
 - Renseigner le champ « host name (or IP address) avec l'information
 - ✓ nomutilisateur@nomserveur
 - ✓ Puis cliquez sur « open » (en laissant le port 22)
 - ssh utilise 4 informations
 - L'**adresse** du serveur
 - Le **nom** de l'utilisateur
 - Le **mot** de passe
 - Le **port** (en général, le port 22)

`ssh <nom_utilisateur>@<ipaddress> -p <num_port>`

PUTTY



ssh



Client

Serveur

- Le **serveur** ssh et le **client** ssh communiquent par le **protocole ssh**
 - Sécurisé (par cryptographie à clé publique avancée)
 - Le **client** envoie des *commandes*
 - Le **serveur** envoie du *texte*
 - Par convention, SSH se connecte sur le **port 22** (et HTTP sur le port 80)

Le shell

- Notion de **shell**
 - Interface permettant d'interagir avec un système d'exploitation
 - Un OS est composé d'un **noyau** (kernel) et d'une **coque** (shell)
 - le **shell** est un programme qui **reçoit des commandes** qu'on va écrire depuis le clavier (ou par une interface graphique + souris) et qui **les passe au système d'exploitation** afin qu'elles soient exécutées.
- Le **terminal**
 - Se borne à **permettre l'interaction avec le shell** en lui transmettant les **entrées** clavier de l'utilisateur et en affichant ses **réponses**

Bash

- **Shell : Interface** permettant d'interagir avec un système d'exploitation
 - nous allons devoir **envoyer nos commandes** sous un certain **format** compréhensible par notre OS. Ce « format » est en fait **un langage de programmation** spécifique au shell utilisé.
 - Le plus utilisé est **Bash** (“*Bourne Again SHeLL*”).
 - Bash est notamment le shell utilisé par défaut par les systèmes OS X (en fait zsh depuis Catalina)
 - Il existe aussi **sh** (Bourne shell) ; **csh** (C shell) ; **ksh** (Korn shell) ; ...
- **Terminal**
 - Le **Terminal** est l'interface de ligne de commande de **Mac**.
 - Nous allons utiliser le Terminal pour envoyer nos commandes à notre OS et pour communiquer avec lui.
 - L'invite de commande ou “command prompt” ou CMD est l'interpréteur de ligne de commande **Windows**.

Bash

- Ouverture de **Terminal**



- Lorsqu'on ouvre le Terminal, une **fenêtre** noire ou blanche s'ouvre. Cette fenêtre contient un **invite de commande**, c'est-à-dire une ligne nous indiquant que le shell attend qu'on lui passe des commandes.
- Par défaut, cette ligne contient le **nom de votre machine** suivi de **deux points** suivi du caractère **tilde (~)** suivi de votre **nom d'utilisateur** suivi du **signe dollar (\$ ou % pour Zsh)**).
- Le **tilde** est une abréviation pour indiquer qu'on se situe actuellement **dans le dossier “home”**, c'est-à-dire dans le répertoire de base lié à notre nom d'utilisateur.
- Le signe **dollar** (ou **%**) indique qu'on est **connecté en tant qu'utilisateurs classiques** avec des privilèges normaux.

Les commandes Bash et le système de fichiers

Premiers pas et variables d'environnement

```
oneils@atmosphere ~$ echo hello there  
hello there
```

```
oneils@atmosphere ~$ echo $USER  
oneils
```

```
oneils@atmosphere ~$ echo $0  
-bash
```

```
oneils@atmosphere ~$ tcsh  
172:~> echo $0  
tcsh
```

Changer pour le C shell tcsh

```
172:~> exit  
exit  
oneils@atmosphere ~$ echo $0  
-bash
```

Arborescence de fichiers

Se diriger dans le système de fichiers

- Quand vous vous loggez pour la 1^{ère} fois, vous arrivez dans votre « home directory »
- PWD : Present Working Directory

```
oneils@atmosphere ~$ echo $HOME  
/home/oneils  
oneils@atmosphere ~$ echo $PWD  
/home/oneils  
oneils@atmosphere ~$ pwd  
/home/oneils
```

Se diriger dans le système de fichiers

- Vous pouvez avoir la **liste des fichiers** de votre PWD par la commande `ls`

```
oneils@atmosphere ~$ ls
apcb    Documents  Music      Public      todo_list.txt
Desktop  Downloads  Pictures   Templates   Videos
```

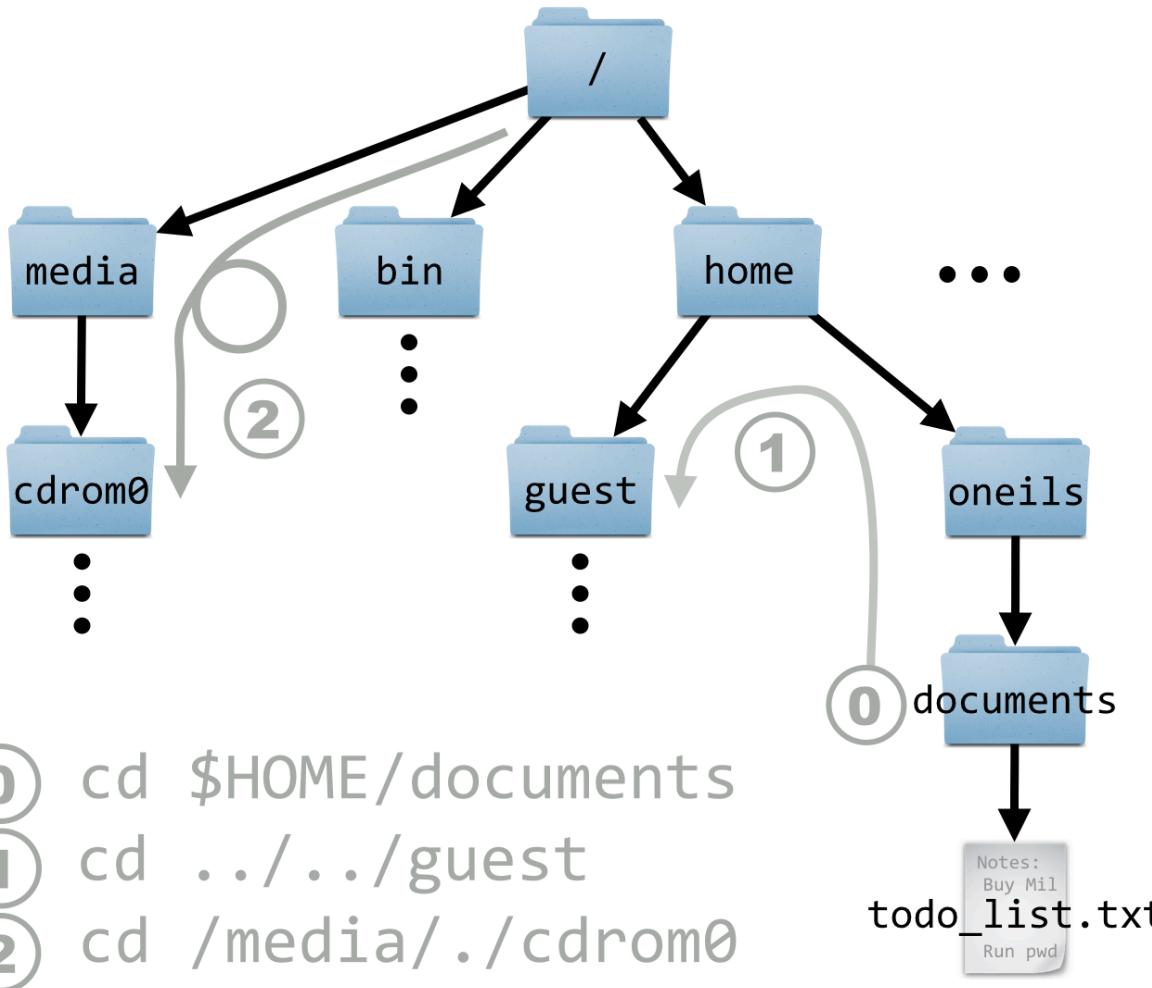
- On peut **changer de répertoire** (directory) par la commande `cd` (change directory)

```
oneils@atmosphere ~$ cd /home
oneils@atmosphere /home$ echo $PWD
/home
oneils@atmosphere /home$ ls
lost+found  oneils
```

- On peut **revenir à son « home directory »** par :

- `cd $HOME`
- `cd`
- `cd ~`

Se déplacer dans la hiérarchie des répertoires



- 0 cd \$HOME/documents
- 1 cd ../../guest
- 2 cd /media/.cdrom0

Chemins **absolus** et chemins **relatifs**

Chemin absolu : /home/oneils/Pictures/profile.jpg

Chemin absolu : /home/oneils/todo_list.txt

- Supposons être **dans l'home directory**
 - Chemin relatif : oneils/Pictures/profile.jpg
 - Chemin relatif : oneils/todo_list.txt
- Supposons être **dans home/oneils**
 - Chemin relatif : Pictures/profile.jpg
 - Chemin relatif : todo_list.txt

Remarque :

- Les chemins **absolus** commencent par /
- Pas les chemins **relatifs**

Remarques

- Dans les systèmes Unix, les commandes sont **sensibles à la casse**
- Les espaces comptent
 - On donnera donc des **noms** de fichiers et de répertoires **sans espaces**
 - Eg. todo_list.txt
 - Sinon il faut utiliser ‘todo list.txt’ ou todo\ list.txt dans les commandes (à éviter !!!)

Les fichiers cachés

- Par défaut les fichiers commençant par `.` sont « cachés »
- Il faut utiliser l'**option `-a`** pour les voir (`ls -a`)

```
oneils@atmosphere ~/Pictures$ cd $HOME
oneils@atmosphere ~$ ls -a
.           .config      .gstreamer-0.10   .profile      .vim
..          .dbus        .gvfs            Public       .viminfo
apcb        Desktop     .ICEauthority    .pulse        .vimrc
.bash_history Documents  .local           .pulse-cookie .vnc
.bash_login   Downloads  Music            .ssh         .Xauthority
.bash_logout  .gconf      .netrc           Templates    .Xdefaults
.bashrc       .gnome2     Pictures         todo_list.txt .xscreensaver
.cache       .gnupg      .pip             Videos      .xsession-errors
```

- Ce sont en général des **fichiers de configuration** utilisés par des programmes variés

Commande ls et ses options

ls	affiche la liste des fichiers et sous-répertoires du répertoire courant
ls rep1/toto	affiche la liste des fichiers et sous-répertoires du répertoire rep1/toto
ls -l	affiche une liste détaillée (droit, propriétaire, taille, etc.)
ls -a	affiche aussi les fichiers cachés
ls -t	affiche par ordre de date de dernière modification
ls -F	Distingue les fichiers des sous-répertoires

- Option **-h** pour « human readable »
 - Donne les tailles mémoire en Ko ou Mo

```
oneils@atmosphere ~$ ls -lah
total 168K
drwxr-xr-x 25 oneils iplant-everyone 4.0K Sep 23 22:40 .
drwxr-xr-x  4 root   root        4.0K Sep 15 09:48 ..
drwxr-xr-x  4 oneils iplant-everyone 4.0K Sep 15 11:19 apcb
-rw-----  1 root   root        2.2K Sep 15 10:49 .bash_history
-rw-r--r--  1 oneils iplant-everyone  61 Sep 16 19:46 .bash_login
-rw-r--r--  1 oneils iplant-everyone 220 Apr  3 2012 .bash_logout
-rw-r--r--  1 oneils iplant-everyone 3.6K Sep 15 09:48 .bashrc
drwx----- 7 oneils iplant-everyone 4.0K Sep 15 09:52 .cache
...
...
```

- réfère au répertoire courant
- réfère au répertoire home
 - E.g. **cd ..** remonte au répertoire home

```
oneils@atmosphere ~$ echo $PWD
/home/oneils
oneils@atmosphere ~$ cd .
oneils@atmosphere ~$ echo $PWD
/home/oneils
oneils@atmosphere ~$ cd ..
oneils@atmosphere /home$ echo $PWD
/home
```

Créer de nouveaux répertoires

mkdir (make directory)

```
oneils@atmosphere ~$ ls  
apcb      Documents  Music          Pictures  Templates       Videos  
Desktop   Downloads  p450s.fasta    Public    todo_list.txt  
oneils@atmosphere ~$ mkdir projects ←  
oneils@atmosphere ~$ ls  
apcb      Documents  Music          Pictures  Public        todo_list.txt  
Desktop   Downloads  p450s.fasta    projects  Templates     Videos
```



Copier ou renommer un fichier ou un répertoire

mv (move)

```
oneils@atmosphere ~$ ls  
apcb      Documents   Music       Pictures    Public     todo_list.txt  
Desktop   Downloads   p450s.fasta  projects    Templates  Videos
```

```
oneils@atmosphere ~$ mv p450s.fasta p450s.fa  
oneils@atmosphere ~$ mv p450s.fa projects  
oneils@atmosphere ~$ mv projects projects_dir  
oneils@atmosphere ~$ ls  
apcb      Documents   Music       projects_dir  Templates     Videos  
Desktop   Downloads   Pictures    Public        todo_list.txt  
oneils@atmosphere ~$
```



- Si la **destination** n'existe pas, elle est **créée**
- Si la **destination** existe
 - Si c'est un répertoire, la **source** est déplacée dans celui-ci
 - Si c'est un fichier, celui-ci est **écrasé (!!!)** et le contenu remplacé par celui de la source

Copier un fichier ou un répertoire

cp (copy)

- Avec l'option **-r** (réCURSif) si l'on veut copier tout le contenu d'un répertoire avec ses sous-répertoires et ses fichiers

```
oneils@atmosphere ~$ cp todo_list.txt todo_copy.txt  
oneils@atmosphere ~$ cp -r projects projects_dir_copy
```

Retirer ou effacer un fichier ou un répertoire

rm (remove)

```
oneils@atmosphere ~/projects$ mkdir tempdir
oneils@atmosphere ~/projects$ ls
p450s.fasta  tempdir  todo_list.txt
oneils@atmosphere ~/projects$ rm todo_list.txt
oneils@atmosphere ~/projects$ rm -rf tempdir/
oneils@atmosphere ~/projects$ ls
p450s.fasta
```

- ATTENTION !!!
 - Les fichiers ou répertoires effacés **ne peuvent pas être récupérés !!!**
 - Pas de Ctrl z
 - Pas de « corbeille »

Caractères spéciaux utiles

- **?** : remplace **un caractère quelconque**
 - `mv ../data/out0?.dat ~/poub/`
 - déplace tous les fichiers .dat de nom commençant par out0 **et un caractère** du répertoire ..//data **dans le répertoire poub du répertoire personnel** (indiqué par le caractère spécial ~) (e.g. home/dupont)
- ***** : remplace **une chaîne de caractères quelconque**
 - `rm rep1/*.dat` : détruit tous les fichiers du répertoire rep1 dont le nom fini par .dat

Obtenir de l'information sur les utilisateurs

finger

```
(base) MacBook-Pro-de-ANTOINE-5:Man_Unix antoinecornuejols$ finger antoine
Login: antoinecornuejols                                Name: ANTOINE CORNUEJOLS
Directory: /Users/antoinecornuejols      Shell: /bin/zsh
On since Mer 23 aoû 17:41 (CEST) on console, idle 5 days 1:44 (messages off)
On since Mer 23 aoû 18:19 (CEST) on ttys000, idle 5 days 0:39
On since Mer 23 aoû 18:47 (CEST) on ttys001, idle 4 days 1:35
On since Jeu 24 aoû 17:51 (CEST) on ttys002
On since Mer 23 aoû 18:02 (CEST) on ttys003 (messages off)
No Mail.
No Plan.
(base) MacBook-Pro-de-ANTOINE-5:Man_Unix antoinecornuejols$ 
```

Droits d'accès aux fichiers et répertoires

Les permissions

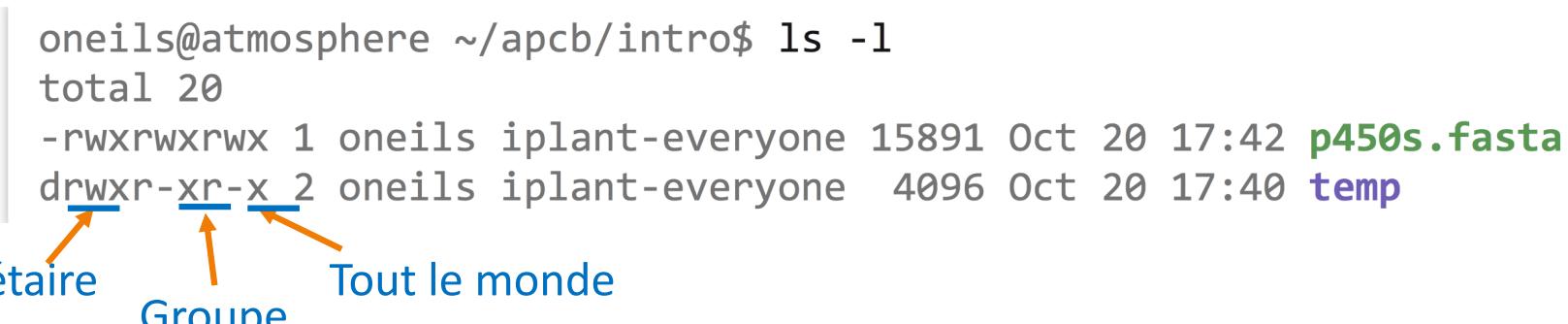
- Tous les fichiers et répertoires sont associés à un **utilisateur** (le propriétaire) et un **groupe**, plus « **les autres** ».
- Les **permissions** déterminent ce que peuvent faire **l'utilisateur**, **le groupe** et **les autres**.
- Elles sont décrites par une **combinaison de permissions** de :
 - Lecture (**r** : read)
 - Écriture (**w** : write)
 - Exécution (**x** : execute)

Les permissions

- Exemple :

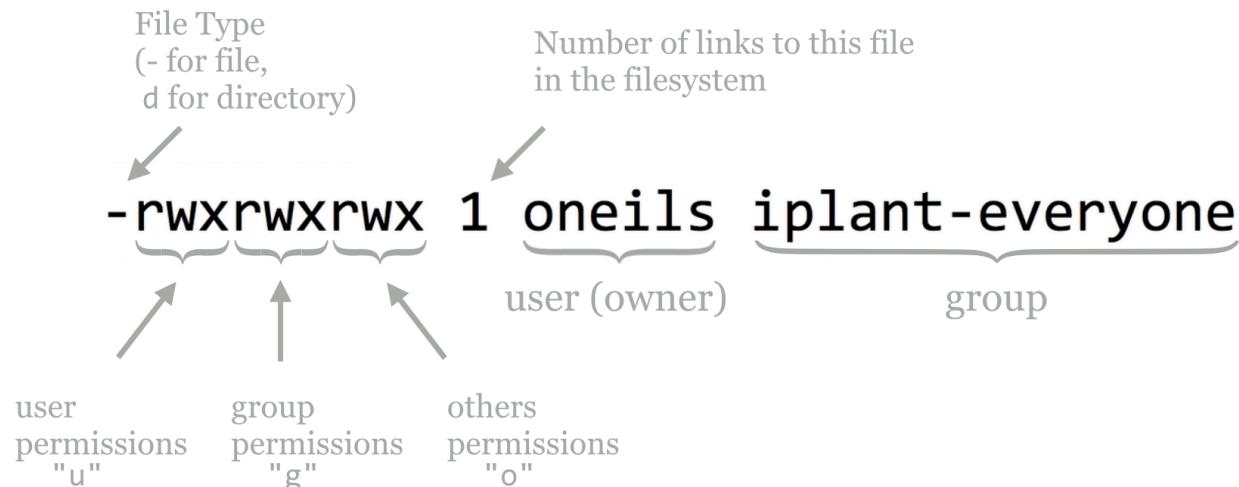
```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ ls -l
total 20
-rwxrwxrwx 1 oneils iplant-everyone 15891 Oct 20 17:42 p450s.fasta
drwxr-xr-x 2 oneils iplant-everyone 4096 Oct 20 17:40 temp
```

Propriétaire Groupe Tout le monde



- Pour le 1er fichier : la combinaison `rwxrwxrwx` permet à tout le monde de tout faire
- Pour le répertoire :
 - Est accessible par **tout le monde** : `x`
 - Peut être lu par les membres du **groupe** : `rx`
 - Et modifié seulement par le **propriétaire** : `rwx`

Les permissions



Code	Meaning for Files
r	Can read file contents
w	Can write to (edit) the file
x	Can (potentially) “execute” the file

Code	Meaning for Directories
r	Can see contents of the directory (e.g., run <code>ls</code>)
w	Can modify contents of the directory (create or remove files/directories)
...	Can <code>cd</code> to the directory, and potentially access subdirectories

Les modifications de permissions

`chmod <ugo><+-><rwx> <target>`

The diagram illustrates the structure of the chmod command. It consists of three main parts: 1) <ugo> which is underlined and followed by an arrow pointing to the text "user, group, and/or others"; 2) <+-> which is underlined and followed by an arrow pointing to the text "add or remove"; 3) <rwx> which is underlined and followed by an arrow pointing to the text "read, write, and/or execute".

Exemples :

Command	Effect
<code>chmod go-w p450s.fasta</code>	Remove write for group and others
<code>chmod ugo+r p450s.fasta</code>	Add read for user, group, and others
<code>chmod go-rwx p450s.fasta</code>	Remove read, write, and execute for group and others
<code>chmod ugo+x p450s.fasta</code>	Add execute for user, group, and others
<code>chmod +x p450s.fasta</code>	Same as <code>chmod ugo+x p450s.fasta</code>

Exercices

1. Dans votre home, tapez `pwd`. Qu'est-ce qui est retourné ?
2. Créez un répertoire `Man_Shell` dans `home` et déplacez vous dedans
3. Tapez `pwd`. Qu'est-ce qui est retourné ?
4. Créez un fichier `test.txt` dans `home/Man_Shell`
5. Grâce à un éditeur de texte, tapez quelques lignes dans ce fichier
6. Quelles sont les permissions par défaut données au fichier ?
7. Modifiez ces permissions pour le rendre lisible par le groupe
8. Copiez ce fichier dans un fichier `test2.txt` dans `home/Man_Shell`

Commandes Bash

- **pwd** **print working directory**
 - Renvoie le répertoire du chemin courant
- **mkdir** **make dir**
 - Permet de créer de nouveaux répertoires
- **chmod**
 - Change les permissions d'accès aux fichiers
- **ls** **list files and directories**
- **cd** **change directory**
- **file** retourne le type de fichier
- **compgen** (avec un pipe serait bien)
 - Liste des différentes commandes disponibles
- **man**
 - Fournit une description de la commande fournie en argument

Commandes Bash de manipulation de fichiers

- **cp** **copy file**
- **mv** **move**
 - déplace ou renomme des fichiers
- **rm** **remove**
 - Supprime ou renomme des fichiers ou des répertoires

Commandes Bash de **recherche de fichiers**

- `locate <nom>` recherche les fichiers de nom `<nom>` dans tous les répertoires (avec n'importe quelle extension)
- **Attention** : si `<nom>` est très courant, énormément de réponses (e.g. `locate bin` renvoie des 10^4 lignes)

On peut utiliser un pipe (voir plus loin)

E.g. `locate bin | grep pdf` renvoie les fichiers bin dont le nom contient pdf

- Nécessite d'avoir au préalable créé la table `locate`

Les processus

-
- Processeur
 - Un **processeur** est une composante électronique capable d'exécuter des instructions de calcul très rapidement. Pendant longtemps, chaque ordinateur contenait un seul processeur.
 - Programme
 - Un **programme**, comme ceux que vous écrivez en python, sont des fichiers composés d'instructions que le processeur peut exécuter.
 - Processus
 - Un **programme** lancé (par l'utilisateur ou par d'autres programmes) et chargé en mémoire est appelé un **processus**.
 - Un même programme peut être à l'origine d'un ou plusieurs processus.
 - E.g. lancer plusieurs éditeurs gedit

-
- Process Identifier ou **pid**
 - Chaque processus lancé sur une machine a un identifiant unique sous la forme d'un entier, et qui est appelé le *process identifier* ou, plus communément le **pid**
 - User Identifier ou **uid**
 - Chaque processus a un propriétaire qui est, presque toujours, l'utilisateur qui a lancé ce processus. Les droits qu'a un processus de lire/écrire/exécuter un fichier ou un répertoire sont ceux de son propriétaire
 - Le propriétaire est identifié par un **uid**

Lister les processus

- Les commandes **top** et **ps** permettent de lister les processus ouverts sur une machine, en fournissant les informations :

PID	son identificateur
PPID	l'identificateur de son processus parent
UID	l'identificateur de son propriétaire
S	son statut (R pour <i>running</i> , S pour <i>sleeping</i> , Z pour <i>Zombi</i>)
N	son nice
PR	sa priorité effective
%CPU	le pourcentage du temps de processeur consommé
%MEM	le pourcentage de la mémoire consommée
SZ	la taille mémoire allouée
TTY	le terminal depuis lequel il a été lancé
TIME	le temps processeur consommé
CMD	la commande qui a lancé le processus

Chercher les processus en cours

- Voir quels sont les **programmes qui tournent** : **top**
 - Fournit le pourcentage de CPU consommé, combien de mémoire, les utilisateurs, ...
 - **Mis à jour en temps réel.** Liste pouvant être très longue. On quitte par **q**

```
top - 02:23:20 up 15 days, 16:34, 2 users, load average: 0.03, 0.02, 0.05
Tasks: 127 total, 1 running, 126 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 0.0%us, 0.0%sy, 0.0%ni, 99.7%id, 0.3%wa, 0.0%hi, 0.0%si, 0.0%st
Mem: 4050124k total, 1801608k used, 2248516k free, 142652k buffers
Swap: 0k total, 0k used, 0k free, 1256080k cached
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
1	root	20	0	90540	4264	2696	S	0.0	0.1	0:07.85	init
2	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	kthreadd
3	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:43.50	ksoftirqd/0
5	root	20	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.35	kworker/u:0
6	root	RT	0	0	0	0	S	0.0	0.0	0:00.00	migration/0

- Voir quels sont les programmes qui tournent et qui **vous appartiennent** : **ps**
 - **Pas mis à jour**

```
(base) mbpdeantoine5:myproject antoinecornuejols$ ps
      PID TTY          TIME CMD
    24351 ttys000    0:00.15 -bash
```

Lister les processus par la commande top

- La commande **top** permet de connaître la liste des processus qui tournent sur une machine en temps-réel.
 - la touche **i** permet d'afficher seulement les processus en cours d'exécution (qui consomment du temps processeur)
 - la touche **espace** rafraîchit l'affichage à la demande
 - la touche **q** permet de quitter top

/bin/bash 91x30													
top - 09:24:08 up 2 min, 1 user, load average: 1,43, 0,80, 0,32													
Tâches: 261 total, 2 en cours, 181 en veille, 0 arrêté, 0 zombie													
%Cpu(s): 6,2 ut, 4,0 sy, 0,0 ni, 78,7 id, 10,5 wa, 0,0 hi, 0,7 si, 0,0 st													
KiB Mem : 8049736 total, 4478848 libr, 1016244 util, 2554644 tamp/cache													
KiB Éch: 0 total, 0 libr, 0 util. 6334448 dispo Mem													
PID	UTIL.	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TEMPS+	COM.		
13357	ahabibi	20	0	3033752	311384	152980	S	13,9	3,9	0:10.45	firefox		
2379	ahabibi	20	0	482032	85340	58648	S	10,3	1,1	0:05.69	Xorg		
2888	ahabibi	20	0	3068912	228504	144464	S	9,6	2,8	0:09.09	gnome-shell		
13570	ahabibi	20	0	2668424	210468	150436	S	4,3	2,6	0:03.07	Web Content		
3800	ahabibi	20	0	658528	56040	34652	S	2,0	0,7	0:01.01	x-terminal-emul		
3081	ahabibi	20	0	896448	49364	36252	S	1,7	0,6	0:01.51	nautilus		
36	root	20	0	0	0	0	I	1,3	0,0	0:00.62	kworker/1:1		
53	root	20	0	0	0	0	I	1,0	0,0	0:00.36	kworker/u8:1		
132	root	20	0	0	0	0	I	1,0	0,0	0:00.39	kworker/u8:2		
184	root	20	0	0	0	0	I	1,0	0,0	0:00.44	kworker/u8:3		
577	root	0	-20	0	0	0	I	1,0	0,0	0:00.40	kworker/1:1H		
448	root	20	0	0	0	0	I	0,7	0,0	0:00.28	kworker/0:3		
3911	root	20	0	0	0	0	R	0,7	0,0	0:00.20	kworker/2:9		
14648	ahabibi	20	0	54572	4596	3780	R	0,7	0,1	0:00.32	top		

Lister les processus par la commande ps

- La commande **ps** permet de connaître la liste des processus qui tournent sur une machine et d'en **envoyer le résultat à d'autres commandes**
 - **ps** : sans option affiche la liste des processus lancés depuis le **shell courant**
 - **ps -u dupont** : affiche la liste des processus lancés par **l'utilisateur dupont**
 - **ps -e** : affiche la liste de **tous les processus** existants sur la machine
 - **ps -l** : comme **ps** sans option mais avec plus d'informations

PID	TTY	TIME	CMD
3874	pts/1	00:00:00	bash
12063	pts/1	00:00:00	gedit
21445	pts/1	00:00:01	gimp
21453	pts/1	00:00:00	script-fu
21815	pts/1	00:00:00	ps

Avec **ps** sans option

F	S	UID	PID	PPID	C	PRI	NI	ADDR	SZ	WCHAN	TTY	TIME	CMD
0	S	127257	3874	3800	0	80	0	-	9598	wait	pts/1	00:00:00	bash
0	S	127257	12063	3874	0	80	0	-	162803	poll_s	pts/1	00:00:00	gedit
0	S	127257	21445	3874	1	80	0	-	233831	poll_s	pts/1	00:00:01	gimp
0	S	127257	21453	21445	0	80	0	-	74891	poll_s	pts/1	00:00:00	script-fu
4	R	127257	22367	3874	0	80	0	-	7234	-	pts/1	00:00:00	ps

Avec **ps -l**

« tuer » un processus par la commande kill

- La commande **kill** permet de d'interrompre un processus
 - `kill –numero pid` :
 - Si **numero = 2** (e.g. `kill -2 60533`) interrompt le processus **60533**.
Équivalent à **Ctrl + C**
 - Si **numero = 9** (e.g. `kill -9 60533`) interrompt le processus **60533**.
Sans possibilité de rattrapage ou d'être ignoré

Les commandes Bash et le **contenu** des fichiers

Comparer des fichiers grâce à diff

1. Créez fichier_1.txt avec dedans le texte « Ceci est une chaîne de caractères »
2. Copiez fichier_1.txt dans fichier_2.txt
 - Que donne \$ diff fichier_1.txt fichier_2.txt ?
 - Et \$ diff -s fichier_1.txt fichier_2.txt ?
3. Modifiez le contenu de fichier_2.txt en remplaçant des minuscules par des majuscules
 - Que donne \$ diff fichier_1.txt fichier_2.txt ?
 - Que donne \$ diff fichier_1.txt fichier_2.txt -i ?
 - Pourquoi ?

Comparer des fichiers grâce à diff

- Modifiez le contenu de fichier_1.txt et de fichier_2.txt en ajoutant respectivement « ligne 1 » et « ligne 2 »
- Que donne maintenant \$ diff fichier_1.txt fichier_2.txt ?

Pour en **savoir davantage** utilisez diff --help

Commande cat

- de l'anglais **catenate**, synonyme de **concatenate** (concaténer), est une commande Unix standard permettant de
 - concaténer des fichiers
 - ainsi que **d'afficher leur contenu** sur la sortie standard

- cat fichier.txt
 - Affiche le contenu de fichier.txt
- cat fichier.txt | more
 - Affiche la 1^{ère} page de fichier.txt et plus de lignes si on fait return
- cat -n fichier.txt
 - Affiche le contenu de fichier.txt en numérotant les lignes (voir cat -b qui ne numérote que les lignes non vides)
- cat fichier1.txt fichier2.txt
 - Affiche le contenu des deux fichiers
- cat source1.txt source2.txt > destination.txt
 - Met le contenu des fichiers source1.txt et source2.txt dans le fichier destination.txt
- cat -v nomdufichier.txt
 - Affiche les caractères non imprimables du fichier

Pipe (se prononce païpe)

Redirection

Commandes Bash

wc (word count) pour compter

- wc —c : compte le nombre de **caractères** du fichier
- wc —w : compte les **mots** du fichier
- wc —l : compte le nombre de **lignes** (en fait les newlines) du fichier

```
$ wc -l programming.txt  
10 programming.txt
```

pipe

```
$ cat programming.txt | wc -l  
10
```

```
$ ls -l | wc -l  
1184
```

Nombre de lignes (donc de fichiers)
dans le répertoire courant

Commandes Bash

wc (word count) pour compter

- Compter le **nombre d'apparitions d'un mot** dans un fichier est **complexe**.
- Compter le **nombre de lignes où il apparaît** est plus **facile**

```
$ cat notes | grep the | wc -l  
32  
$ cat notes | grep [Tt]he | wc -l  
40
```

Nombre de lignes avec le mot « the »

Nombre de lignes avec le mot
« the » ou « The »

Exercices

9. Quelle commande devez-vous utiliser pour avoir la liste des fichiers de [home/Man_Shell](#) ?
10. Copiez maintenant le fichier [microbiome.txt](#) disponible sur e-campus
11. Affichez les 5 premières lignes de [microbiome.txt](#).
12. Affichez les 4 dernières lignes de [microbiome.txt](#).
13. Comptez le nombre de lignes de [microbiome.txt](#).

Exercices

14. Recherchez tous les chiffres dans `microbiome.txt` et les afficher
15. Combien y en a-t-il ?
16. Comptez le nombre de ‘e’ dans le texte

Commande grep

- grep [options] <expression> <fichiers/répertoires>
 - grep cherche la chaîne de caractères <expression> dans les fichiers ou des répertoires donnés en argument et affiche les lignes correspondantes.
 - Cette commande permet l'utilisation d'expressions régulières (voir plus loin)

Commande grep

- La commande **grep** permet de capturer un motif dans un texte (**Global Regular Expression Parser**)

- `grep "Paris" fichier`
 - Quel effet ?
- `grep -c "Paris" fichier`
 - Quel effet ?
- `grep "^Paris" fichier`
 - Quel effet ?
- `grep "Paris" repertoire1/*`
 - Quel effet ?
- `grep -v "Paris" fichier`
 - Quel effet ?
- `grep -i -v "Paris" fichier`
 - Quel effet ?

Commande grep

- La commande **grep** permet de capturer un motif dans un texte (**G**lobal **R**egular **E**xpression **P**arser)

Commande grep

- grep -A3 "Paris" fichier
 - Quel effet ?
- grep -B2 "Paris" fichier
 - Quel effet ?
- grep -C5 "Paris" fichier
 - Quel effet ?
- grep -e "Paris" -e "Londres" fichier
 - Quel effet ?
- grep -E "Paris|Londres" fichier
 - Quel effet ?
- Grep "^#" fichier
 - Quel effet ?
- Grep "\.\$" fichier
 - Quel effet ?

Commande grep

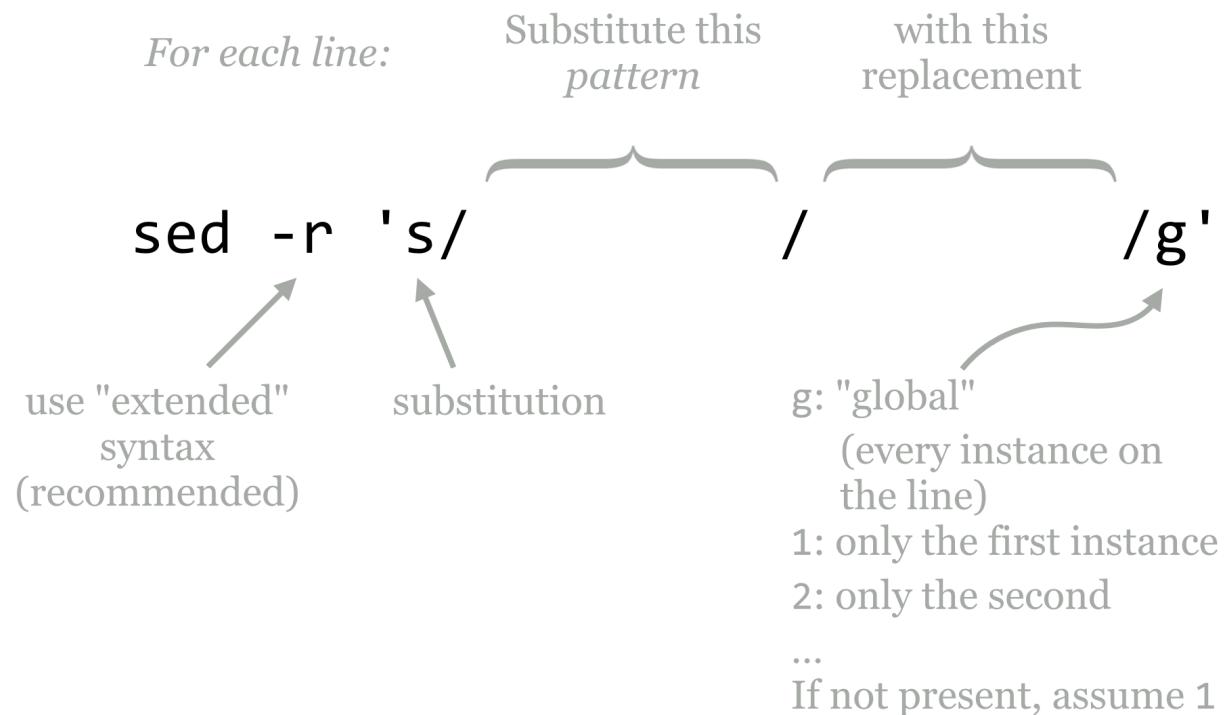


Commande sed : manipulation de textes

- `sed [options] 'fonctions' <fichier-entrée>`
 - La commande sed (**S**tream **E**Ditor) **reçoit du texte en entrée**, que ce soit à partir de stdin ou d'un fichier, réalise certaines opérations sur les lignes spécifiées de l'entrée, une ligne à la fois, puis **sort le résultat vers stdout** ou vers un fichier.
 - sed détermine sur quelles lignes de son entrée **elle va opérer** à partir d'une *plage d'adresses* qui lui aura été fourni. Cette plage d'adresses est définie soit par des *numéros de ligne* soit par un *motif* à rechercher.
Par exemple, `3d` indique à sed qu'il doit supprimer la ligne 3 de l'entrée et `/windows/d` dit à sed que vous voulez que toutes les lignes de l'entrée contenant « windows » soient supprimées.
 - La commande sed peut exécuter plusieurs fonctions à la fois, fonctions séparées par un « ; ».
 - Cette commande permet l'utilisation d'*expressions régulières* (voir plus loin)
- `sed '4d; 7d' test.txt`
 - les lignes 4 et 7 du fichier test.txt sont effacées et le résultat est affiché à l'écran
- `sed '4d; 7d' test.txt > test2.txt`
 - les lignes 4 et 7 du fichier test.txt sont effacées et le résultat est mis dans le fichier test2.txt (en l'écrasant s'il existe)

Commande sed

- Le plus souvent employé pour réaliser des substitutions



- `sed 's/Paris/Montréal/g'` fichier.txt
 - Toutes les occurrences de « Paris » sont remplacées (substituées) par « Montréal » dans fichier.txt (seulement la 1^{ère} occurrence si on ne met pas l'option 'g')

Exercices

- 17.** Remplacez tous les ‘a’ de `microbiome.txt` par des points d’interrogation
- 18.** Supprimez la 3^{ème} ligne de `microbiome.txt` et mettre le résultat dans un fichier `microbiome_bis.txt`.
- 19.** Supprimez les lignes de `microbiome.txt` contenant le mot ‘clock’ et mettez le résultat dans un fichier `withoutclock.txt`.
- 20.** Remplacez toutes les minuscules par des majuscules dans le texte « BonJouR lA vIe et bIENvEnUE »
- 21.** Charger le fichier ‘`Saccharomyces_cerevisiae.R64-1-1.112.chromosome.Mito.gff3`’ le copier dans votre répertoire et le renommer ‘`exemple_genome.gff3`’

Commande awk

- Pour sélectionner des *lignes* et des *colonnes*

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro/blast$ cat yeast_blastp_yeast_top2.txt | \
> grep -v '#' | \
> awk '{print $1,$2}'
YAL001C YAL001C
YAL002W YAL002W
YAL003W YAL003W
...
```

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro/blast$ cat yeast_blastp_yeast_top2.txt | \
> grep -v '#' | \
> awk '{print $1":::"$2}'
YAL001C:::YAL001C
YAL002W:::YAL002W
YAL003W:::YAL003W
...
```

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro/blast$ cat yeast_blastp_yeast_top2.txt | \
> grep -v '#' | \
> awk '{print NR,$0}'
1 YAL001C      YAL001C 1161      1161      1161      1       1161
2 YAL002W      YAL002W 1275      1275      1275      1       1275
3 YAL003W      YAL003W 207       207       207       1       207
...
```

Exercices avec awk

22. Imprimez le contenu des 10 1ères lignes de [exemple_genome.gff3](#)
23. Imprimez les dix 1ères lignes de la 1ère colonne de [exemple_genome.gff3](#)
24. Imprimez les dix 1ères lignes des colonnes 1 et 5 de [exemple_genome.gff3](#)
25. Imprimez les coordonnées de début et de fin seulement si la coordonnée de début est > 10 000
26. Imprimez les coordonnées de début et de fin et la longueur de la séquence seulement si la coordonnée de début est > 10 000
27. Imprimez les lignes qui contiennent le mot ‘intron’
28. Imprimez la colonne 3 et le numéro de ligne des lignes contenant le mot ‘intron’
29. Imprimez le nombre de lignes du fichier en utilisant le fait que la dernière ligne contient le mot ‘END’
30. Imprimez la somme de toutes les longueurs d’introns. Devrait imprimer : total length of introns = 321908

Commande awk

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro/blast$ cat yeast_blastp_yeast_top2.txt | \
> grep -v '#' | \
> awk '{ \
> if($10 < 1e-30) {print "great",$1,$2,$10} \
> else if($10 < 1e-20) {print "good",$1,$2,$10} \
> else {print "ok",$1,$2,$10} \
> }'
...
great YAL018C YAL018C 0.0
good YAL018C YOL048C 4e-25
great YAL019W YAL019W 0.0
great YAL019W YOR290C 1e-84
great YAL020C YAL020C 0.0
great YAL021C YAL021C 0.0
good YAL021C YOL042W 6e-27
great YAL022C YAL022C 0.0
...
...
```

Commande awk

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro/blast$ cat yeast_blastp_yeast_top2.txt | \
> grep -v '#' | \
> awk '{if($1 == "YAL054C") {print $0}}'
YAL054C YAL054C 714      714      714      1       714      1       714      0.0
YAL054C YLR153C 645      714      684      73       712      37      674      0.0
```

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro/blast$ cat yeast_blastp_yeast_top2.txt | \
> grep -v '#' | \
> awk '{print $1,$2,$4/$5}'
...
YAL017W YAL017W 1
YAL017W YOL045W 1.2314
YAL018C YAL018C 1
YAL018C YOL048C 0.950437
YAL019W YAL019W 1
YAL019W YOR290C 0.664319
YAL020C YAL020C 1
...
```

Exercices

31. Copiez le fichier ‘comptage.txt’ sur e-campus

32. À partir de ce fichier créez un fichier nommé ‘phylum.txt’ ne contenant que les noms de phylum (colonne 1)

Commande awk

Not equal to And Less than or equal to Or Equal to

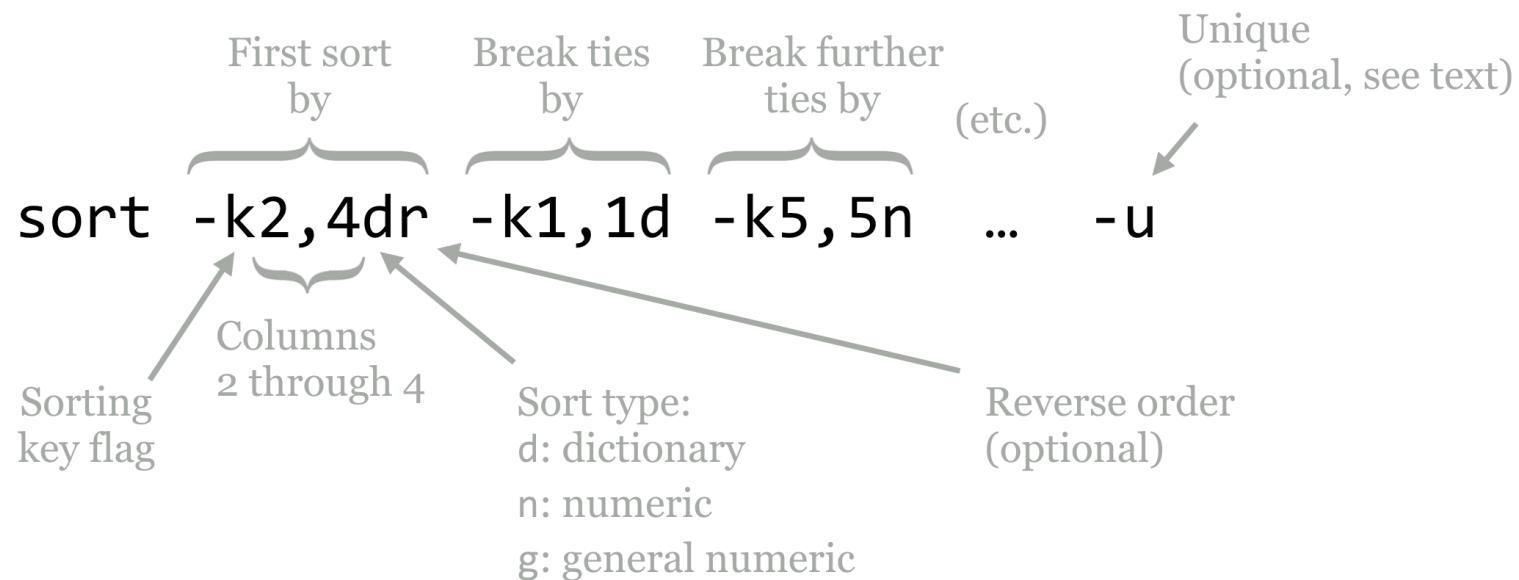
↓ ↓ ↓ ↓ ↓

```
awk '{if($1 != $2 && ($10 <= 1e-30 || $2 == "YAL044C")) {print $0}}'
```

grouping

Commande sort

- Pour trier les lignes



```

oneils@atmosphere ~/apcb/intro/fasta_stats$ ./fasta_stats pz_cDNAs_sample.fasta
# Column 1: Sequence ID
# Column 2: GC content
# Column 3: Length
# Column 4: Most common 5mer
# Column 5: Count of most common 5mer
# Column 6: Repeat unit of longest simple perfect repeat (2 to 10 chars)
# Column 7: Length of repeat (in characters)
# Column 8: Repeat type (dinucleotide, trinucleotide, etc.)
Processing sequence ID PZ718000031590
PZ718000031590 0.378 486 ACAAA 5 unit:ATTTA 10 pentanucleotide
Processing sequence ID PZ718000000004_TX
PZ718000000004_TX 0.279 1000 AAATA 12 unit:TAA 12 trinucleotide

```

```

oneils@atmosphere ~/apcb/intro/fasta_stats$ ./fasta_stats pz_cDNAs.fasta | \
> grep -v '#' | \
> sort -k7,7nr | \
    Trier sur la 7ème colonne en ordre inverse des nombres
> less -S

```

PZ805359	0.0	101	ATATA	47	unit:AT	94	dinucleotide
PZ796092	0.365	361	TACGT	9	unit:GTACGT	48	hexanucl
PZ718000019700	0.375	564	GAGTG	12	unit:GAGTG	30	pentanuc
PZ718000028921	0.31	561	TGTAA	8	unit:CTGTG	30	pentanuc
PZ851952	0.399	338	TATAT	12	unit:AT	24	dinucleotide
PZ718000000664_B	0.3	652	TTTTT	18	unit:TAAAATTAT	18	
PZ7180000023622	0.31	687	TTAAT	9	unit:TGA	18	trinucle
PZ7180000023665_ATQ	0.401	508	ACTGA	5	unit:TGACACTGA	18	
PZ7180000025478	0.516	829	TGATG	18	unit:ATG	18	trinucle
PZ7180000030412	0.461	258	TGATG	8	unit:ATG	18	trinucle
PZ7180000036892	0.268	548	AATAA	16	unit:TAA	18	trinucle
PZ801814	0.262	255	TTACA	5	unit:TATTACAT	18	enneanuc
...							

7ème colonne

Exercices

33. Sortir les lignes de `phylum.txt` en ordre alphabétique inverse
34. Sélectionnez les lignes de ‘`comptage.txt`’ pour lesquelles la valeur de la colonne 2 est supérieure à 1.0 et les sortir par ordre alphabétique sur la colonne 1
35. Et maintenant les sortir en ordre alphabétique inverse
36. Sortir les lignes (colonnes 1 et 2) de ‘`comptage.txt`’ ordonnées sur la valeur de la colonne 2 quand elle est supérieure à 1.0

Plan

1. L'environnement Unix
2. Travailler avec des motifs : les expressions régulières
3. Scripts Bash et programmes Python
4. L'installation de logiciels

Les Expressions Régulières

(regex)

-
- Les **expressions régulières**, ou regex, sont *un mini langage* permettant de **rechercher** des motifs génériques dans un texte ou une chaîne de caractères, ainsi que d'effectuer des **substitutions** de chaînes par motifs.
 - La plupart des langages de programmation *offrent un module d'expressions régulières* soit directement inclus dans le langage, soit sous forme d'un paquet additionnel. (module re pour Python)
 - *Elles sont une magie ancienne et très puissante, et donc aussi forcément dangereuses. Il faut les manipuler avec sagesse et précaution.*

-
- Numéro de téléphone
 - 416 555 1212
 - (416) 555-1212
 - 416-555-1212
 - Et si, par erreur : 416-555-!212

Comment faire ?

Les expressions régulières

- Permettent de spécifier des motifs (« *patterns* ») à vérifier dans des textes
 - Par exemple pour extraire des sous-séquences d'un texte
- Très puissant
- Mais complexe
 - Par exemple, un **même symbole** peut voir **plusieurs significations** selon le contexte
 - Existe dans plusieurs langages :
 - En tant que librairies : Python, Java, ...
 - Dans le langage lui-même : Perl, Ruby, ...

Illustrations

- rm *.java
- rm t*.java
- rm *t*
- rm *
- rm *.htm?
- rm nov-0?.log
- cp *.[Jj]ava / tmp
- cp version[0-9].txt /tmp

Illustrations

- a^*
- b^+
- $ab?c???$
- $a|b$
- $a|b|c|d$
- $[abc]$
- $[acgt]^+ [ACGT]^+$
- $ab|cd$
- $a(b|c)d$
- $a^*(b|c)[xy]?$

Illustrations

- a^* chaîne vide ou chaînes commençant par a
- b^+ chaînes commençant par b et continuant par des b
- $ab?c???$ chaînes commençant par a, le b est optionnel, puis trois caractères c étant optionnel
- $a|b$ chaîne a ou chaîne b
- $a|b|c|d$ chaînes a ou b ou c ou d
- $[abc]$ chaîne a ou b ou c
- $[acgt]^+ [ACGT]^+$ chaînes de a ou c ou g ou t ou chaînes de A ou C ou G ou T donc toute séquence d'ADN entièrement en minuscules ou en majuscules
- $ab|cd$ chaîne ab ou chaîne cd
- $a(b|c)d$ chaîne abd ou acd
- $a^*(b|c)[xy]?$ chaîne commençant par vide ou par des a, puis b ou c, puis x ou y

sed et expressions régulières

```
sed -r 's/[GC]{4,8}/_X_/g'
```

- ATCCGTCT

sed et expressions régulières

```
sed -r 's/[GC]{4,8}/_X_/g'
```

- ATCCGTCT --> pas de remplacement

sed et expressions régulières

```
sed -r 's/[GC]{4,8}/_X_/g'
```

- ATCCGTCT -- > pas de remplacement
 - ATCCGCGGCTC

sed et expressions régulières

```
sed -r 's/[GC]{4,8}/_X_/g'
```

- ATCCGTCT -- > pas de remplacement
 - ATCCGCGGCTC
AT~~CCGCGG~~TC -- > AT_X_TC

sed et expressions régulières

```
sed -r 's/[GC]{4,8}/_X_/g'
```

- ATCCGTCT -- > pas de remplacement
 - ATCCGCGGCTC
ATCCGCGGTC -- > AT_X_TC
 - ATCGCGCGGCCCGTTCGGGCCT

sed et expressions régulières

```
sed -r 's/[GC]{4,8}/_X_/g'
```

- ATCCGTCT -- > pas de remplacement
 - ATCCGCGGCTC
ATCCGCGGCTC -- > AT_X_TC
 - ATCGCGCGGCCCGTTGGGCCT
ATCGCGCGCCGTTGGGCCT -- > AT_X_CCGTT_X_T

Commande sed

- `sed '/^#/d' test.txt`
 - supprime toutes les lignes débutant par un dièse (^ signifie « début de ligne »)

Commande sed

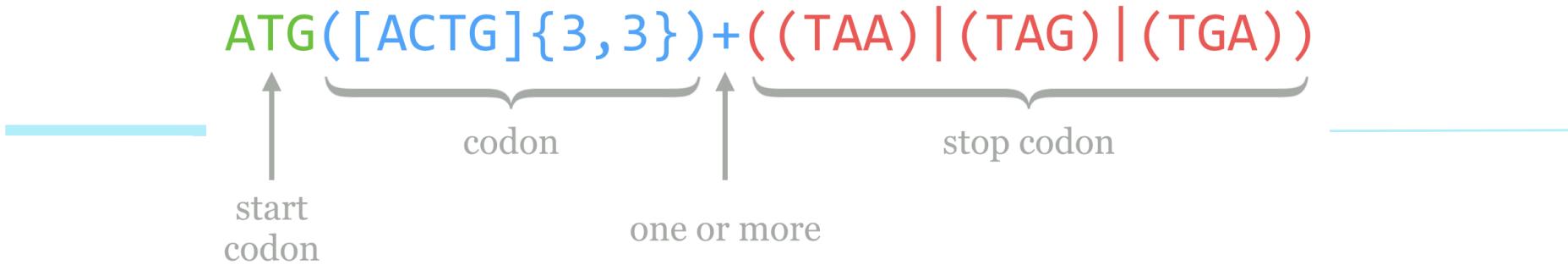
- Reconnaissance d'ORF (Open Reading Frame)
 - Codon de départ : ATG
 - Plus un ou plusieurs codons : une séquence de trois A ou T ou C ou G
 -
 - Se terminant par TAA ou TAG ou TGA
 -

Commande sed

- Reconnaissance d'ORF (Open Reading Frame)
 - Codon de départ : ATG
 - Plus un ou plusieurs codons : une séquence de trois A ou T ou C ou G
 - $([ATCG]\{3,3\})^+$
 - Se terminant par TAA ou TAG ou TGA
 - $((TAA)|(TAG)|(TGA))$

$ATG([ACTG]\{3,3\})^+((TAA)|(TAG)|(TGA))$

The diagram shows the regular expression for an Open Reading Frame. It consists of several parts: 'ATG' in green, '([ACTG]\{3,3\})' in blue, '^+' in light blue, '((TAA)|(TAG)|(TGA))' in red, and a final closing parenthesis in red. Arrows point from labels to specific parts: 'start codon' points to 'ATG'; 'codon' points to '([ACTG]\{3,3\})'; 'one or more' points to '^+'; and 'stop codon' points to '((TAA)|(TAG)|(TGA))'.



Input: TATGCATGTTAGTAGCTTTAG

ORF 1: ATGCATGTTAGTAG
start stop

ORF 2: ATGCATGTTAG
start stop

ORF 3: ATGTTAGTAGCTTTAG
start stop

Passage à la ligne si la commande est trop longue

- Sed est glouton : ne retourne que le 1^{er} appariement possible

```
(base) mbpdeantoine5:Man_Unix antoinecornuejols$ echo "TATGCATGTTAGTAGCTTTAG" | \
> sed -r 's/ATG([ACTG]\{3,3\})+((TAA)|(TAG)|(TGA))/_ORF_/g'
_T_ORF_CTTTTAG
```

Plan

1. L'environnement Unix
2. Travailler avec des motifs : les expressions régulières
3. Scripts Bash et programmes Python
4. L'installation de logiciels

Redirection et gestion de flux

- commande > monfichier.txt
 - Copie et écrase monfichier.txt
 - ls > desktop/liste_files.txt
- commande >> monfichier.txt
 - Copie à la suite de monfichier.txt
- commande < monfichier.txt
 - La commande prend en entrée monfichier.txt
 - sort < desktop/test.txt > desktop/ls_trie.txt
 - Sort utilise desktop/test.txt et envoie le résultat dans le fichier desktop/ls_trie.txt
- Connecter plusieurs commandes avec |
 - sort | ls -l
 - Liste les fichiers par ordre alphabétique

Commande sudo

— sudo super user do

- Permet d'utiliser les droits administrateur pour exécuter une commande
 - adrien@linux: ~ \$ **ls** /root
 - ls: impossible d'ouvrir le répertoire /root: Permission non accordée
 - adrien@linux: ~ \$ **sudo ls** /root [**sudo**]
 - password **for** adrien:
 - script-de-root.sh
- Le mot de passe est mémorisé par défaut pour 15mn
- sudo –k termine la session si nécessaire

Créer un fichier exécutable

- Qu'est-ce qu'un programme ? (du point de vue du système)

Créer un fichier exécutable

- Qu'est-ce qu'un programme ? (du point de vue du système)
 - Pour Unix, c'est un fichier avec une permission x (executable)
 - Les exécutables sont souvent en **format binaire**
 - Comme echo ou ls
 - Ils sont par exemple stockés dans un répertoire bin

```
oneils@atmosphere ~$ cd /bin
oneils@atmosphere /bin$ ls -l
total 7384
-rwxr-xr-x 1 root root 959120 Mar 28 2013 bash
-rwxr-xr-x 1 root root 31112 Dec 14 2011 bunzip2
-rwxr-xr-x 1 root root 31112 Dec 14 2011 bzcat
...
```

Créer un fichier exécutable

- Normalement, pour **appeler un programme**, il faut fournir son adresse absolue ou relative
- Pourtant pas pour echo ou ls !!??

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ /bin/echo hello  
hello
```

NON

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ ../../../../../../bin/echo hello  
hello
```

Ouf !!!

- Comment est-ce possible ?

- La variable \$PATH

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ echo $PATH  
/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin:/usr/games
```

- Permet au shell de savoir où chercher ces fichiers
(liste de chemins absolus)

Créer un fichier exécutable

- Si plusieurs chemins contiennent un fichier
- On peut savoir lequel est utilisé : commande which

```
oneils@atmosphere ~$ which echo  
/bin/echo
```

- Mais :
 - Pourquoi ?
- ```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ which cd
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$
```

## Créer un fichier exécutable

---

- Si plusieurs chemins contiennent un fichier
- On peut savoir lequel est utilisé : commande which

```
oneils@atmosphere ~$ which echo
/bin/echo
```

- Mais :
  - Pourquoi ?
  - C'est une commande du shell et non un programme

# Créer un fichier exécutable

---

- Avec un éditeur de texte, créons un fichier

```
#!/bin/bash

echo "Hello!"
echo "This is a bit weird..."
```

- Et donnons lui une **permission** d'exécutable

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ ls
myprog.sh p450s.fasta temp
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ chmod +x myprog.sh
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ ls -l
total 24
-rwxr-xr-x 1 oneils iplant-everyone 57 Oct 20 20:49 myprog.sh
-rw-rw-rw- 1 oneils community 15891 Oct 20 17:42 p450s.fasta
drwxr-xr-x 2 oneils iplant-everyone 4096 Oct 20 17:40 temp
```



## Créer un fichier exécutable

---

- Essayons

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ pwd
/home/oneils/apcb/intro
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$./home/oneils/apcb/intro/myprog.sh
Hello!
This is a bit weird...
```

Wouaouh, ça marche !!

Nous venons de créer un **script**

exécuté par un interpréteur, ici bash

## Créer un fichier exécutable

---

- Si nous **changeons de répertoire**, ne pas oublier de faire appel au script en **changeant le chemin d'accès** (absolu ou relatif)

```
oneils@atmosphere ~/apcb/intro$ cd $HOME
oneils@atmosphere ~$./home/oneils/apcb/intro/myprog.sh
Hello!
This is a bit weird...
oneils@atmosphere ~$ apcb/intro/myprog.sh
Hello!
This is a bit weird...
```

- Ou bien ...

**Modifier le \$PATH**

# Créer un fichier exécutable

---

- Pour ajouter un fichier exécutable
  1. Créer un programme ou un script
  2. Le placer dans un répertoire
  3. S'assurer que le chemin absolu peut être trouvé dans \$PATH
- En général, on met ses fichiers exécutables **dans**
  - Son répertoire home
  - local
  - bin

```
oneils@atmosphere ~$ cd $HOME
oneils@atmosphere ~$ mkdir local
oneils@atmosphere ~$ mkdir local/bin
oneils@atmosphere ~$ ls
apcb Documents local Pictures Templates Videos
Desktop Downloads Music Public todo_list.txt
oneils@atmosphere ~$ mv apcb/intro/myprog.sh local/bin
```

## Créer un fichier exécutable

---

- Et on modifie la variable \$PATH

```
oneils@atmosphere ~$ export PATH="$HOME/local/bin:$PATH"
oneils@atmosphere ~$ echo $PATH
/home/oneils/local/bin:/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/b
:/usr/games
```

```
oneils@atmosphere ~$ myprog.sh
Hello!
This is a bit weird...
```

- Voir [Shawn T. O'Neil (2019) « A primer for Computational Biology », Oregon State University], p.46 pour plus de détails (modification de .bashrc)

# La programmation shell

# Le shell

---

- On a vu :
  - L'interprète de commandes (shell) permet d'interagir avec le système
  - L'exécution de commandes : modification et consultation de l'état du système
  - Utilisation avancée : combinaison de commandes, par exemple pour rediriger des entrées / sorties
- **Programmation shell**
  - Combinaison de commandes au sein d'un **script** dans le but d'automatiser certaines tâches
  - Un **script** Shell correspond à un **fichier exécutable** d'extension **.sh** et commençant par : #!/bin/bash

## Les variables

---

- ATTENTION : Le caractère **\$** est obligatoire pour développer les paramètres. Sans, ils sont interprétés comme des mots.

# Les tests et valeurs vrai et faux

---

- Exemple

```
en user
nombre1=12
nombre2=13
(($nombre1 > $nombre2)) # Est-ce-que nombre1 (12) est strictement supérieur au nombre2 (13).
echo $? # Affiche le code de retour.
let "$nombre1 != $nombre2" #Est-ce-que nombre1 (12) est différent du nombre2 (13)
echo $? # Affiche le code de retour.

unset nombre1 nombre2 # Suppression des paramètres nombre1 et nombre2
```



1  
0

# Expressions arithmétiques

---

# Structures de contrôle

---

# Opérateurs logiques

---

- Sur les **fichiers**
  - **[-e fichier]** : Vrai si le fichier/répertoire existe
  - **[-s fichier]** : Vrai si le fichier a une taille supérieure à 0
  - **[-r fichier]** : Vrai si le fichier/répertoire est lisible
  - **[-w fichier]** : Vrai si le fichier/répertoire est modifiable
  - **[-x fichier]** : Vrai si le fichier/répertoire est exécutable
  - **[f1 –nt f2]** : Vrai si les deux fichiers existent et le fichier f1 est plus récent que le fichier f2

# Opérateurs logiques

---

- Sur les entiers
  - [entier1 -eq entier2] : Vrai si entier1 est égal à entier 2
  - [entier1 -ge entier2] : Vrai si entier1 est supérieur ou égal à entier 2
  - [entier1 -gt entier2] : Vrai si entier1 est strictement supérieur à entier 2
  - [entier1 -le entier2] : Vrai si entier1 est inférieur ou égal à entier 2
  - [entier1 -lt entier2] : Vrai si entier1 est strictement inférieur à entier 2
  - [entier1 -ne entier2] : Vrai si entier1 est différent de entier 2

# Opérateurs logiques

---

- Sur les **chaînes de caractères**
  - **[-n chaine]** : Vrai si chaine n'est **pas vide**
  - **[-z chaine]** : Vrai si chaine est **vide**
  - **[chaine1 = chaine2]** : Vrai si chaine1 et chaine2 sont **identiques**
  - **[chaine1 != chaine2]** : Vrai si chaine1 et chaine2 ne sont **pas identiques**

## Exemple de script

---

```
#!/bin/bash
if [-e script_1.sh]
then
 echo "Mon fichier existe"
else
 echo "Mon fichier n'existe pas"
fi
```

- Soit le script « script\_1.sh »
- Copier le dans un fichier
- Pour l'exécuter :
  - chmod u+x script\_1.sh (afin de le rendre exécutable)
  - ./script\_1.sh

## Exemple de script

---

```
#!/bin/bash
if [-e script_1.sh]
then
 echo "Mon fichier existe"
else
 echo "Mon fichier n'existe pas"
fi
```

- Que fait-il ?

## Exemple de script

---

```
#!/bin/bash
if [-e script_1.sh]
then
 echo "Mon fichier existe"
else
 echo "Mon fichier n'existe pas"
fi
```

- Copiez le dans un fichier
- Pour l'exécuter :
  - chmod u+x script\_1.sh (afin de le rendre exécutable)
  - ./script\_1.sh

## Exemple de script avec argument

---

```
#!/bin/bash
if [-e script_1.sh]
then
 echo "Mon fichier existe"
else
 echo "Mon fichier n'existe pas"
fi
```

- Reprendre ce script en lui fournissant maintenant en **argument** le nom d'un fichier (eg. monfichier.txt) : script\_2.sh
- Pour l'**exécuter** :
  - chmod u+x script\_2.sh (afin de le rendre exécutable)
  - Utilisation : ./script\_2.sh monfichier.txt

## Script avec invite d'argument

---

```
#!/bin/bash

echo -n "Please enter a file name : "
read filename

if [-e $filename]
then
 echo "Ce fichier existe : " $filename
else
 echo "Ce fichier n'existe pas"
fi

Utilisation : ./script_3.sh
```

- À essayer

## Exercice

---

37. Écrire un programme utilisant une **boucle while** et qui écrit « La variable i vaut (sa valeur) » 4 fois en démarrant par i=1

## Exercice

- Écrire un programme utilisant une **boucle while** et qui écrit « La variable i vaut (sa valeur) » 4 fois en démarrant par i=1

```
#!/bin/bash

i=1

while [$i -le 4]
do
 echo "la variable i vaut $i"
 i=$((i+1))
done

Utilisation : ./script_4.sh
```

## Exercice

---

38. Écrire un programme utilisant une boucle while qui demande un mot et qui redemande tant que le mot donné par l'utilisateur n'est pas « fin »

## Exercice

- Écrire un programme utilisant une **boucle while** qui demande un **mot** et qui redemande tant que le mot donné par l'utilisateur n'est pas « fin »

```
#!/bin/bash

echo -n "Please enter a variable name : "
read var1
echo $var1

while [$var1 != "fin"]
do
 echo "variable entree (quitter en entrant le mot fin) " $var1
 echo -n "Please enter a variable name : "
 read var1
done

Utilisation : ./script_5.sh
s'exécute jusqu'à ce que l'utilisateur entre "fin" (sans les guillemets)
```

## Récupérer les appariements

---

- C'est bien de savoir qu'un motif a été retrouvé dans une expression (appariement)
- C'est aussi parfois utile de savoir quel appariement a été réalisé
- Exemple

```
m = re.search("a(b*)c", "_abbbbc_")
```

- m.group(1) → bbbb
- m.start(1) → 2
- m.end(1) → 6

## Exemple (2)

---

```
From gvwilson@cs.utoronto.ca Mon Nov 1 06:01:22 2004 -0500
Date: Mon, 29 Nov 2004 06:01:22 -0500 (EST)
From: Greg Wilson <gvwilson@cs.utoronto.ca>
To: andy@pragprog.com
Subject: Re: Unicode characters
Message-ID: Pine.GSO.4.58.0411010.1613@pterry.third-bit.com
In-Reply-To: <1099289055.4185d1df90155@pragprog.com>
MIME-Version: 1.0
Content-Type: TEXT/PLAIN; charset=US-ASCII
```

p.s. a few Cyrillic characters would be cool too, don't you think?

Thanks,

Greg

On aimeraut récupérer le destinataire

## Exemple (2)

---

```
From gvwilson@cs.utoronto.ca Mon Nov 1 06:01:22 2004 -0500
Date: Mon, 29 Nov 2004 06:01:22 -0500 (EST)
From: Greg Wilson <gvwilson@cs.utoronto.ca>
To: andy@pragprog.com
Subject: Re: Unicode characters
Message-ID: Pine.GSO.4.58.0411010.1613@pterry.third-bit.com
In-Reply-To: <1099289055.4185d1df90155@pragprog.com>
MIME-Version: 1.0
Content-Type: TEXT/PLAIN; charset=US-ASCII
```

p.s. a few Cyrillic characters would be cool too, don't you think?  
Thanks,  
Greg

Lignes commençant par *To*:

```
import sys, re
for line in sys.stdin:
 m = re.search("^\nTo: +(.)$", line)
 if m :
 print(m.group(1))
```

Alors ?

## Exemple (2)

---

```
From gvwilson@cs.utoronto.ca Mon Nov 1 06:01:22 2004 -0500
Date: Mon, 29 Nov 2004 06:01:22 -0500 (EST)
From: Greg Wilson <gvwilson@cs.utoronto.ca>
To: andy@pragprog.com
Subject: Re: Unicode characters
Message-ID: Pine.GSO.4.58.0411010.1613@pterry.third-bit.com
In-Reply-To: <1099289055.4185d1df90155@pragprog.com>
MIME-Version: 1.0
Content-Type: TEXT/PLAIN; charset=US-ASCII
```

p.s. a few Cyrillic characters would be cool too, don't you think?

Thanks,  
Greg

Lignes commençant par *To*:

```
import sys, re
for line in sys.stdin:
 m = re.search("To: +(.)", line)
 if m :
 print(m.group(1))
```

Ah zut !

andy@pragprog.com  
<1099289055.4185d1df90155@pragprog.com>

## Exemple (2)

---

```
From gvwilson@cs.utoronto.ca Mon Nov 1 06:01:22 2004 -0500
Date: Mon, 29 Nov 2004 06:01:22 -0500 (EST)
From: Greg Wilson <gvwilson@cs.utoronto.ca>
To: andy@pragprog.com
Subject: Re: Unicode characters
Message-ID: Pine.GSO.4.58.0411010.1613@pterry.third-bit.com
In-Reply-To: <1099289055.4185d1df90155@pragprog.com>
MIME-Version: 1.0
Content-Type: TEXT/PLAIN; charset=US-ASCII
```

p.s. a few Cyrillic characters would be cool too, don't you think?

Thanks,

Greg

Lignes commençant par *To*:

```
import sys, re
for line in sys.stdin:
 m = re.search("^To: +(.)$", line)
 if m :
 print(m.group(1))
```

« ancrés »

Gagné !

andy@pragprog.com

## Exemple (3)

---

No address

Next line is blank

someone@somewhere.com

Line above matches at start, line below is indented:

    who@where.com

What about multiple matches?

first@first.com and second@second.com

What about dangling @ signs?

@nomatch.com

nomatch@ space after '@'

Let's try quotes: "a@b.com", <c@d.com>

And quotes in the middle: a'b@c.d

Longer domains with funny characters: p@q1.r-s.t-u

Short domains: x@y

On aimerait récupérer la liste de toutes les adresses email

## Exemple (3) : 1<sup>ère</sup> tentative

No address

Next line is blank

someone@somewhere.com

Line above matches at start, line below is  
who@where.com

What about multiple matches?

first@first.com and second@second.com

What about dangling @ signs?

@nomatch.com

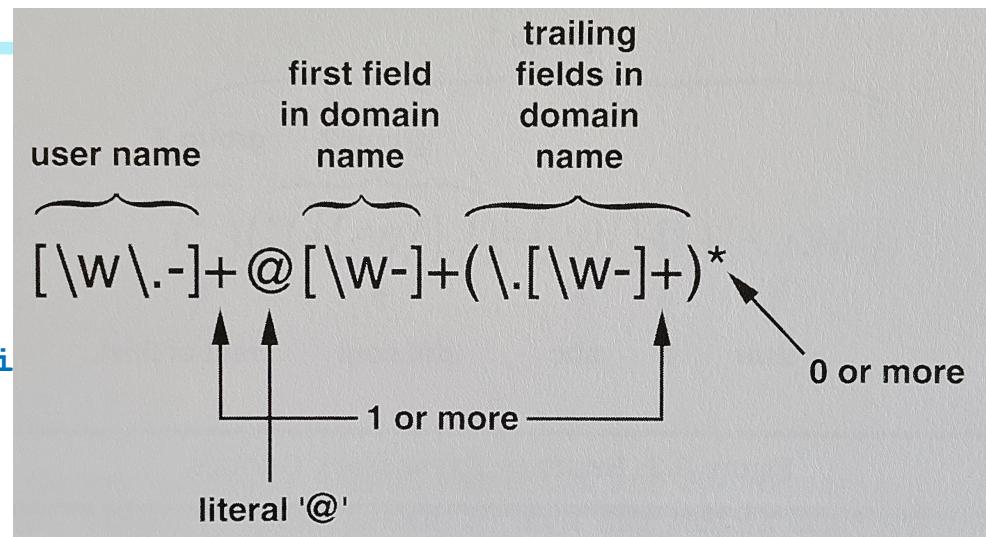
nomatch@ space after '@'

Let's try quotes: "a@b.com", <c@d.com>

And quotes in the middle: a'b@c.d

Longer domains with funny characters: p@q1.r-s.t-u

Short domains: x@y



## Exemple (3) : 1<sup>ère</sup> tentative

No address

Next line is blank

someone@somewhere.com

Line above matches at start, line below is indented:

    who@where.com

What about multiple matches?

first@first.com and second@second.com

What about dangling @ signs?

@nomatch.com

nomatch@ space after '@'

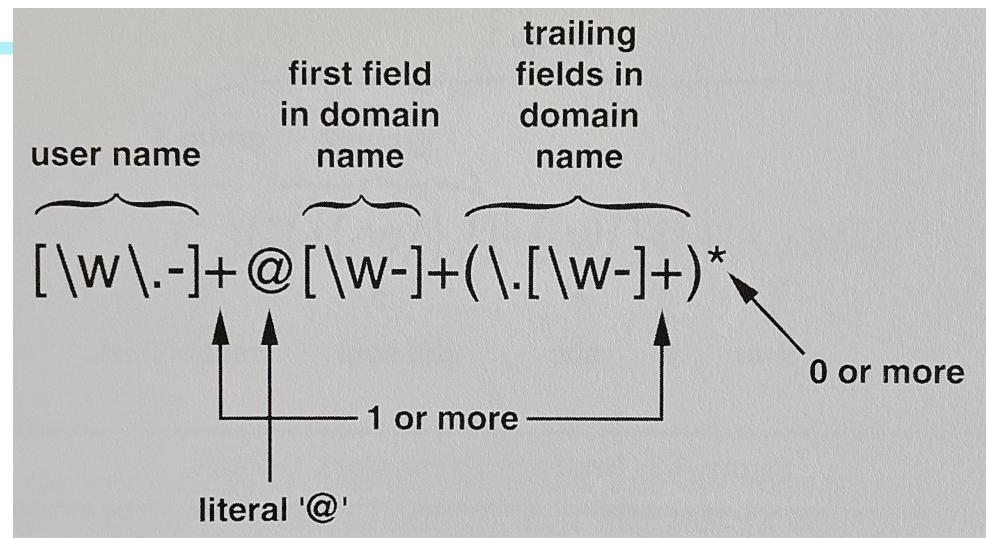
Let's try quotes: "a@b.com", <c@d.com>

And quotes in the middle: a'b@c.d

Longer domains with funny characters:

p@q1.r-s.t-u

Short domains: x@y



```
import sys, re

pattern = "([\w\.-]+@[\\w\.-]+(\.\.[\\w\.-]+)*)"

#for arg in sys.argv[1:]:
input = open(arg, 'r')

#for line in input:
for line in sys.stdin:
 m = re.search(pattern, line)
 if m:
 address = m.group(1)
 print(address)
#input.close()
```

## Exemple (3) : 1<sup>ère</sup> tentative

No address

Next line is blank

someone@somewhere.com

Line above matches at start, line below is indented:

    who@where.com

What about multiple matches?

first@first.com and second@second.com

What about dangling @ signs?

@nomatch.com

nomatch@ space after '@'

Let's try quotes: "a@b.com", <c@d.com>

And quotes in the middle: a'b@c.d

Longer domains with funny characters:

p@q1.r-s.t-u

Short domains: x@y

```
import sys, re
```

```
pattern = "([\\w-]+@[\\w-]+(\\.+[\\w-]+)*)"
#for arg in sys.argv[1:]:
input = open(arg, 'r')

#for line in input:
for line in sys.stdin:
 m = re.search(pattern, line)
 if m:
 address = m.group(1)
 print(address)
#input.close()
```

someone@somewhere.com

who@where.com

first@first.com

a@b.com

b@c.d

p@q1.r-s.t-u

x@y

## Exemple (3) : 2<sup>ème</sup> tentative

No address

Next line is blank

someone@somewhere.com

Line above matches at start, line below is indented:

    who@where.com

What about multiple matches?

first@first.com and second@second.com

What about dangling @ signs?

@nomatch.com

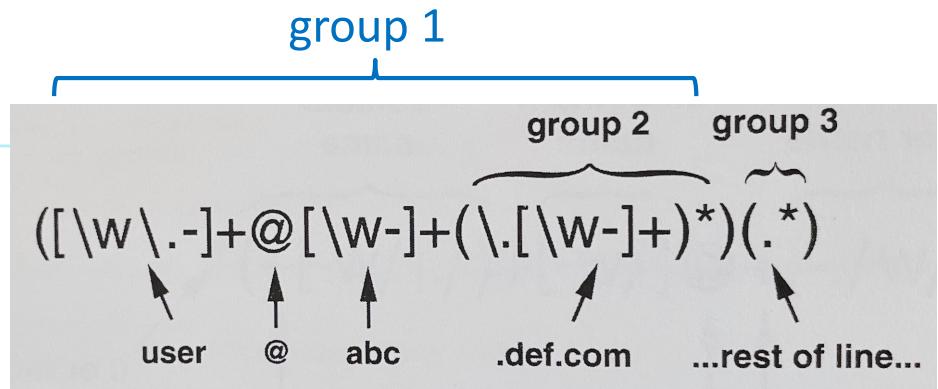
nomatch@ space after '@'

Let's try quotes: "a@b.com", <c@d.com>

And quotes in the middle: a'b@c.d

Longer domains with funny characters: p@q1.r-s.t-u

Short domains: x@y



someone@somewhere.com

who@where.com

first@first.com

second@second.com

a@b.com

c@d.com

b@c.d

p@q1.r-s.t-u

x@y

## Exemple (3) : 2<sup>ème</sup> tentative

No address

Next line is blank

someone@somewhere.com

Line above matches at start, line below is i  
who@where.com

What about multiple matches?

first@first.com and second@second.com

What about dangling @ signs?

@nomatch.com

nomatch@ space after '@'

Let's try quotes: "a@b.com", <c@d.com>

And quotes in the middle: a'b@c.d

Longer domains with funny characters: p@q1.r-s.t-u

Short domains: x@y

```
import sys, re

pattern = "([\w.-]+@[\w-]+(\.\[\w-]+\)*)(.*"
for line in sys.stdin:
 while line:
 m = re.search(pattern, line)
 if m:
 address = m.group(1)
 remainder = m.group(3)
 print(address)
 line = remainder
 else:
 line = None
```

someone@somewhere.com

who@where.com

first@first.com

second@second.com

a@b.com

c@d.com

b@c.d

p@q1.r-s.t-u

x@y

# Plan

---

1. L'environnement Unix
2. Travailler avec des motifs : les expressions régulières
3. Scripts Bash et programmes Python
4. L'installation de logiciels

# Installation d'un logiciel

## Le « programme »

---

1. On va installer
  - HMMER
  - MUSCLE
2. On va charger une base de données
3. Et on va tester l'utilisation des logiciels sur la BD

# Installation d'un logiciel

---

- Chercher le logiciel sur internet
  - Ici HMMER



DOWNLOAD

DOCUMENTATION

SEARCH

BLOG

## HMMER: biosequence analysis using profile hidden Markov models

Get the latest version

v3.4

Download source

(archived older versions)

HMMER is used for searching sequence databases for sequence homologs, and for making sequence alignments. It implements methods using probabilistic models called profile hidden Markov models (profile HMMs).

HMMER is often used together with a profile database, such as [Pfam](#) or many of the databases that participate in [Interpro](#). But HMMER can also work with query sequences, not just profiles, just like BLAST. For example, you can search a protein query sequence against a database with [phmmер](#), or do an iterative search with [Jackhmmer](#).

HMMER is designed to detect remote homologs as sensitively as possible, relying on the strength of its underlying probability models. In the past, this strength came at significant computational expense, but as of the new HMMER3 project, HMMER is now essentially as fast as BLAST.

HMMER can be downloaded and installed as a command line tool on your own hardware, and now it is also more widely accessible to the scientific community via [new search servers](#) at the European Bioinformatics Institute.

# Installation d'un logiciel

- Il y a un gros bouton download avec, depuis mon ordi, la version « MacOSX/Intel » (non visible)
- Quelles sont les autres options ?

[DOWNLOAD](#)[DOCUMENTATION](#)[SEARCH](#)[BLOG](#)

The current version is HMMER 3.4 (15 August 2023).

Source:

[\[hmmer-3.4.tar.gz\]](#)

For information on compiling from source please see our [documentation page](#).

## Previous HMMER3 releases

|        |              |                                       |
|--------|--------------|---------------------------------------|
| 3.3.2  | 26 Nov 2020  | <a href="#">[hmmer-3.3.2.tar.gz]</a>  |
| 3.3.1  | 25 Jul 2020  | <a href="#">[hmmer-3.3.1.tar.gz]</a>  |
| 3.3    | 18 Nov 2019  | <a href="#">[hmmer-3.3.tar.gz]</a>    |
| 3.2.1  | 13 June 2018 | <a href="#">[hmmer-3.2.1.tar.gz]</a>  |
| 3.2    | 7 June 2018  | <a href="#">[hmmer-3.2.tar.gz]</a>    |
| 3.1b2  | 5 March 2015 | <a href="#">[hmmer-3.1b2.tar.gz]</a>  |
| 3.1b1  | 22 Apr 2013  | <a href="#">[hmmer-3.1b1.tar.gz]</a>  |
| 3.0    | March 2010   | <a href="#">[hmmer-3.0.tar.gz]</a>    |
| 3.0rc2 | 8 Mar 2010   | <a href="#">[hmmer-3.0rc2.tar.gz]</a> |
| 3.0rc1 | 10 Feb 2010  | <a href="#">[hmmer-3.0rc1.tar.gz]</a> |
| 3.0b3  | 13 Nov 2009  | <a href="#">[hmmer-3.0b3.tar.gz]</a>  |
| 3.0b2  | 21 Jun 2009  | <a href="#">[hmmer-3.0b2.tar.gz]</a>  |
| 3.0b1  | 17 Jun 2009  | <a href="#">[hmmer-3.0b1.tar.gz]</a>  |
| 3.0a2  | 12 Mar 2009  | <a href="#">[hmmer-3.0a2.tar.gz]</a>  |
| 3.0a1  | 12 Jan 2009  | <a href="#">[hmmer-3.0a1.tar.gz]</a>  |

# Installation d'un logiciel

- En 2015, on aurait eu

The current version is HMMER 3.1b2 (05 March 2015).

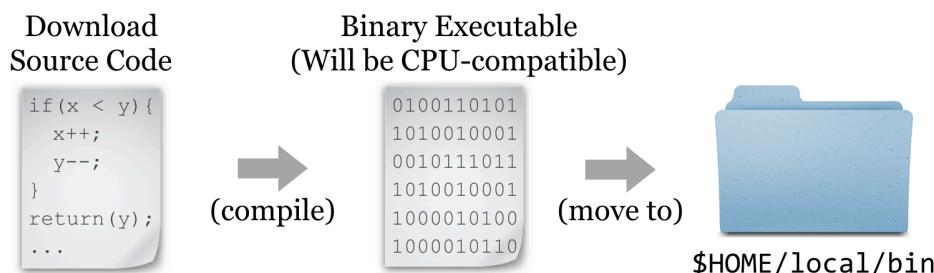
| Source:                           |                                                         |         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|
| with Linux/Intel ia32 binaries:   | <a href="#">[hmmer-3.1b2.tar.gz]</a>                    | 5.8 MB  |
| with Linux/Intel x86_64 binaries: | <a href="#">[hmmer-3.1b2-linux-intel-ia32.tar.gz]</a>   | 18.1 MB |
| with MacOSX/Intel binaries:       | <a href="#">[hmmer-3.1b2-linux-intel-x86_64.tar.gz]</a> | 20.2 MB |
|                                   | <a href="#">[hmmer-3.1b2-macosx-intel.tar.gz]</a>       | 13.5 MB |

For information on compiling from source please see our [documentation page](#).  
If you are looking for **older versions** of the software, try the [archive](#) section below.

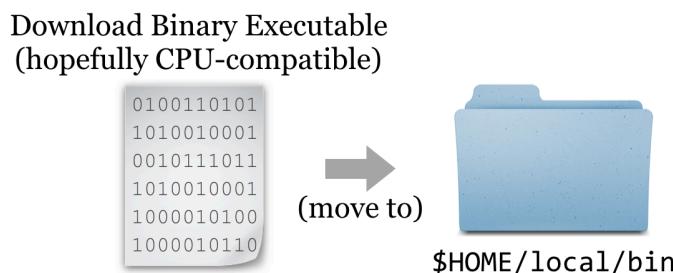
- Quelle différence entre fichier source et fichier binaire ?
- Que signifient les extensions tar.gz ?

# Fichiers sources et fichiers binaires

- Fichier source
    - Fichier texte (human readable) commençant par la ligne #! référençant un interpréteur
    - Qui a besoin d'être compilé (machine readable). Et cela dépend de la machine (e.g. processeur 32 bits ou 64 bits, Intel ou ARM (sur les nouveaux Mac))
- ➔ Fichier binaire



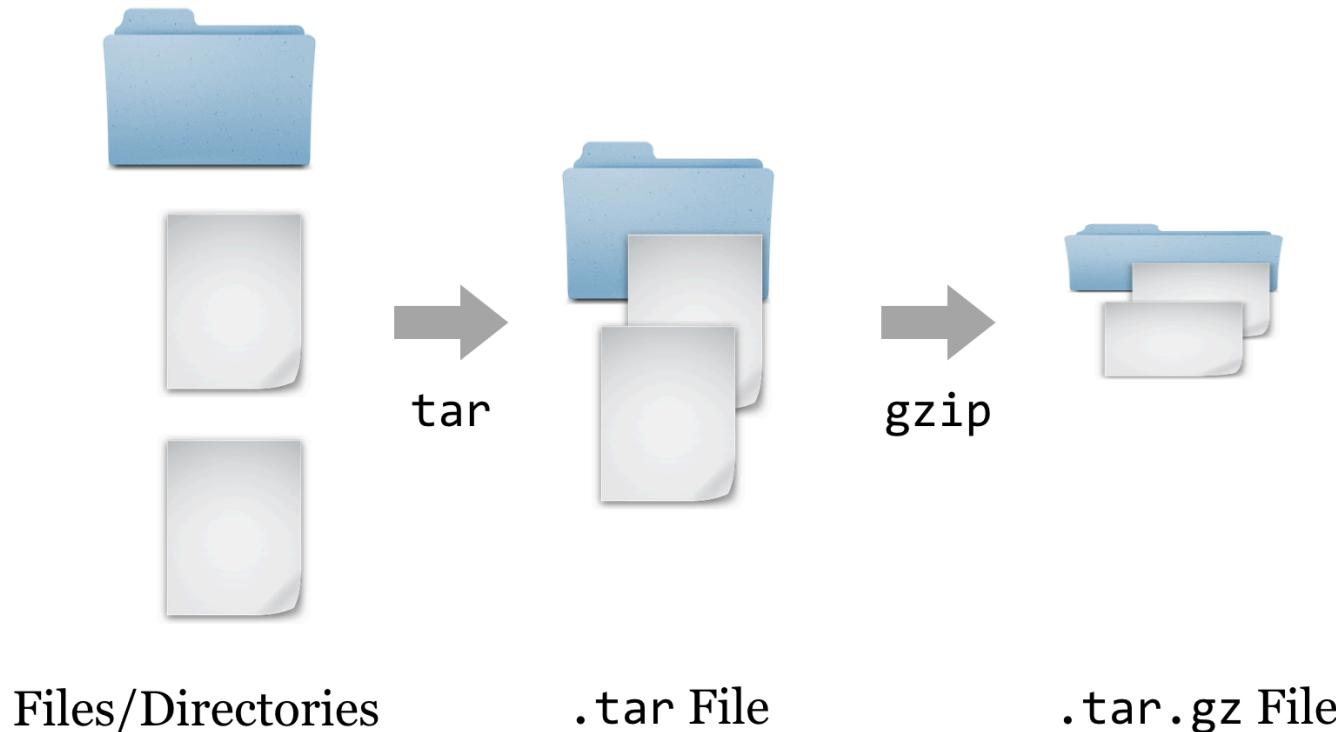
VS



## tar et gz

---

- tar **combine** plusieurs fichiers en une archive (tarball)
- gz (gzip) **comprime** le fichier fourni en argument



# Installation de HMMER (suite)

Easiest way to install HMMER is with your favorite packager for your system:

```
% brew install hmmer # OS/X, HomeBrew
% port install hmmer # OS/X, MacPorts
% apt install hmmer # Linux (Ubuntu, Debian...)
% dnf install hmmer # Linux (Fedora)
% yum install hmmer # Linux (older Fedora)
% conda install -c biocore hmmer # Anaconda
```

Thanks to all the people who do the packaging! What with the ubiquity of these packages, I no longer distribute precompiled executables.

Alternatively, briefly, to obtain and compile from source:

```
% wget http://eddylab.org/software/hmmer/hmmer.tar.gz
% tar zxf hmmer.tar.gz
% cd hmmer-3.4
% ./configure --prefix /your/install/path
% make
% make check
% make install
% (cd easel; make install)
```

Va charger le fichier à l'url (mettre des quotes est encore mieux)  
= gunzip and extract from file

Va chercher un fichier makefile pour compiler le fichier

The 'make check' is optional. It runs a test suite that checks for errors in the software.

The 'make install' is optional too. It installs programs in '/your/install/path/bin/' and manual pages in '/your/install/path/share/man/man1'. If you don't provide a '--prefix' to './configure' to specify the installation path, the default is '/usr/local'.

The 'make install' in Easel installs a set of other small tools and their man pages. We don't make this part of the HMMER 'make install' because Easel is part of other packages (Infernal, for example) and you might have already installed Easel tools.

We believe HMMER compiles and runs on any POSIX-compliant system with an ANSI C99 compiler, including Mac OS/X, Linux, and any UNIX operating systems, provided it supports SSE2, ARM NEON, or big-endian Altivec/VMX vector instructions. This includes essentially all Intel/AMD compatible machines, Apple OS/X Intel or ARM machines, and some PowerPC machines. For more installation and configuration options, see the **Installation** chapter of the [User Guide](#) (included in the package).

...

# Suppléments

# Utilisation d'expressions régulières dans un programme

---

```
import sys, re
for filename in sys.argv[1:]:
 input = open(filename, 'r')
 for line in input:
 if re.search("public class", line):
 print '%s: %s' % (filename, line)
 input.close()
```

Chercher toutes les lignes dans lesquelles des "public classes" sont définies dans un programme java

```
import sys, re
pattern = "public[\t]+class"
for filename in sys.argv[1:]:
 input = open(filename, 'r')
 for line in input:
 if re.search(pattern, line):
 print "%s: %s" % (filename, line)
 input.close()
```

Idem dans le cas où le programmeur a ajouté des tabs entre "public" et "class"

# Utilisation d'expressions régulières dans un programme

---

```
import sys, re
pattern = "public[\t]+class"
for filename in sys.argv[1:]:
 input = open(filename, 'r')
 for line in input:
 if re.search(pattern, line):
 print "%s: %s" % (filename, line)
 input.close()
```

Idem dans le cas où le programmeur a ajouté (ou pas) les mots “abstract” et/ou “synchronized” entre “public” et “class”

```
import sys, re
pattern = "public[\t]+((abstract|synchronized)[\t]+)*class"
for filename in sys.argv[1:]:
 input = open(filename, 'r')
 for line in input:
 if re.search(pattern, line):
 print "%s: %s" % (filename, line)
 input.close()
```

