Chapitre 6: Scripts shell

INF1070

Utilisation et administration des systèmes informatiques

Jean Privat & Alexandre Blondin Massé

Université du Québec à Montréal

Hiver 2019

Plan

Programmes et scripts

Programme

Ensemble d'instructions destinées à être exécutées par un ordinateur

Programmes binaires

- Programme en **langage machine**
- Spécifique à une **architecture** (famille de processeurs)
- Nécessite souvent un environnement d'exécution spécifique (bibliothèques, système d'exploitation)

Programmes scripts

- Programme en **langage de script**
- Sous forme **textuelle**
- Exécutés par un **interpréteur** (un autre programme)

Script shell $\rightarrow$ Programme destiné à être interprété par le shell

Langages de script

Spectre large

- Spécifique à un domaine (DSL)
- Généraliste
- Langage glue / langage d'extension

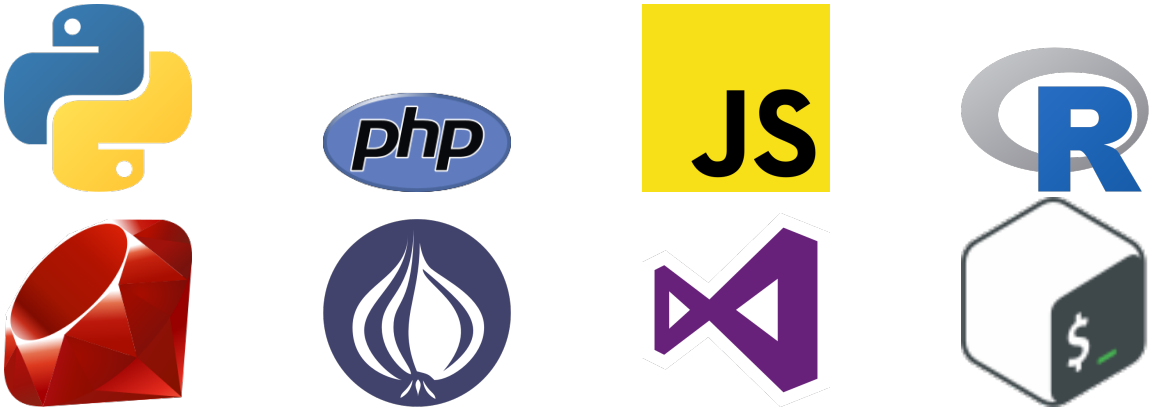
Rapide à apprendre et à utiliser

- Concis (moins de verbosité)
- Typage dynamique (moins de structures et de contraintes)

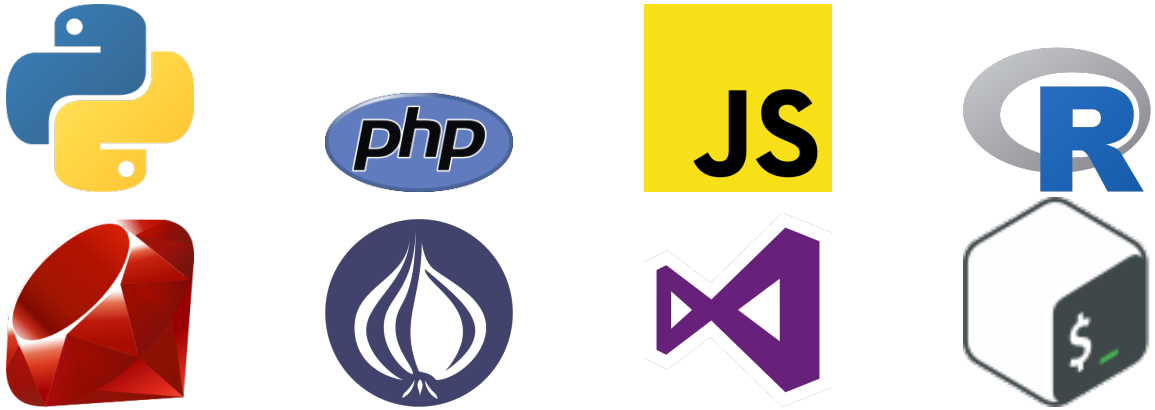
Environnement inclus

- Interprétés plutôt que compilés
- L'efficacité n'est pas un objectif

Langages de script plus ou moins populaires



Langages de script plus ou moins populaires



Python, PHP, JavaScript, R, Ruby, Perl, Visual Basic, Bash

- INF3190 Introduction à la programmation Web
- INF600A Langages de script et langages dynamiques
- INF5190 Programmation Web avancée
- INF1035 Informatique pour les sciences (pas pour les informaticiens)

Programmes sous Unix

Un programme = un fichier exécutable

```
$ file /bin/bash /usr/bin/vimtutor
/bin/bash: ELF 64-bit LSB pie executable
/usr/bin/vimtutor: POSIX shell script
```

Droits nécessaires

- `x` pour les programmes binaires
- `x` et `r` pour les programmes scripts

Question

- Peut-on exécuter un lien symbolique ?
- Peut-on exécuter un programme sans les droits `x` (mais avec `r`) ?

Fichiers accessoires

La plupart des programmes ont besoin de fichiers supplémentaires

- Bibliothèques partagées binaires (.so) et/ou script
- Ressources (images, son, configuration, etc.)
- Autre programmes supplémentaires

Un programme échouera si ces fichiers manquent

Gestionnaire de paquets

- L'approche recommandée pour installer un logiciel sous Unix
- Installe et gère les programmes et fichiers accessoires
- Gère les versions et les dépendances entre paquets
- Permet de désinstaller **proprement**
- Exemples: `apt`, `dnf`, `pacman`

De nombreux langages de programmation fournissent aussi des gestionnaires de paquets spécifiques à leurs écosystèmes

- Exemples: `pip`, `npm`, `cabal`

Exécuter un programme

Chemin absolu ou relatif

Avec au moins un *slash* « `/` »

- `/opt/INF1070/hello`
- `script/hello`
- `./hello` → exécute un programme du répertoire courant

Nom simple

Le **nom** d'un fichier d'un des répertoires d'exécutables

Habituellement au moins `/bin`, `/usr/bin` et `/usr/local/bin`

- `type` affiche des informations sur le type de commande (POSIX)
- `which` localise une commande dans l'environnement courant
- `whereis` recherche une commande à d'autres endroits habituels
- `echo "$PATH"` pour voir les répertoires d'exécutables (les détails plus tard)

Script ou binaire ?

- `/usr/bin/ts` (*timestamp*) horodate l'entrée standard (extra)
- `/usr/bin/chromium` navigateur web de Google (extra)
- `/usr/bin/ldd` lister les bibliothèques partagées nécessaires (extra)

Tester avec `file` ou ouvrir avec `vim`

Shebang

Tout fichier texte lisible et exécutable (`r-x`) peut être exécuté

- Les premiers caractères sont « `#!` » (*shebang*)
- Ça indique le **chemin absolu** de l'interpréteur à utiliser
- Sans shebang, le défaut est souvent `/bin/sh`

```
$ cat hello
#!/bin/sh
echo Heeeeeellllloooooo!!!!!!
$ ./hello
Heeeeeellllloooooo!!!!!!
```

Autres exécution de scripts

Script en ligne

Option `sh -c` exécute les instructions passées en argument

```
$ dash -c "echo hello | rev"
```

Utile pour profiter des fonctionnalités du shell quand une simple commande est attendue

Sourçage

La commande interne « `.` » (point) exécute un script dans le processus courant

```
$ . ./niceprompt
```

Utile pour importer des bibliothèques et fichiers de configuration

Script shell

Objectif du cours

- S'initier à la programmation shell
- Voir plusieurs fonctionnalités avancées du shell

Contenu

La suite décrit des fonctionnalités avancées et utiles du shell.

- Elles sont supportées par les shell POSIX (incluant `dash` et `bash`).
- Les extension spécifiques à `bash` (appelées **bashismes**) sont signalées.

Bibliographie

De nombreuses fonctionnalités (et variations) ne sont pas décrites.
Pour une information plus complète, consultez

- `bash`
- Shell POSIX
- Advanced Bash-Scripting Guide (traduction en français)

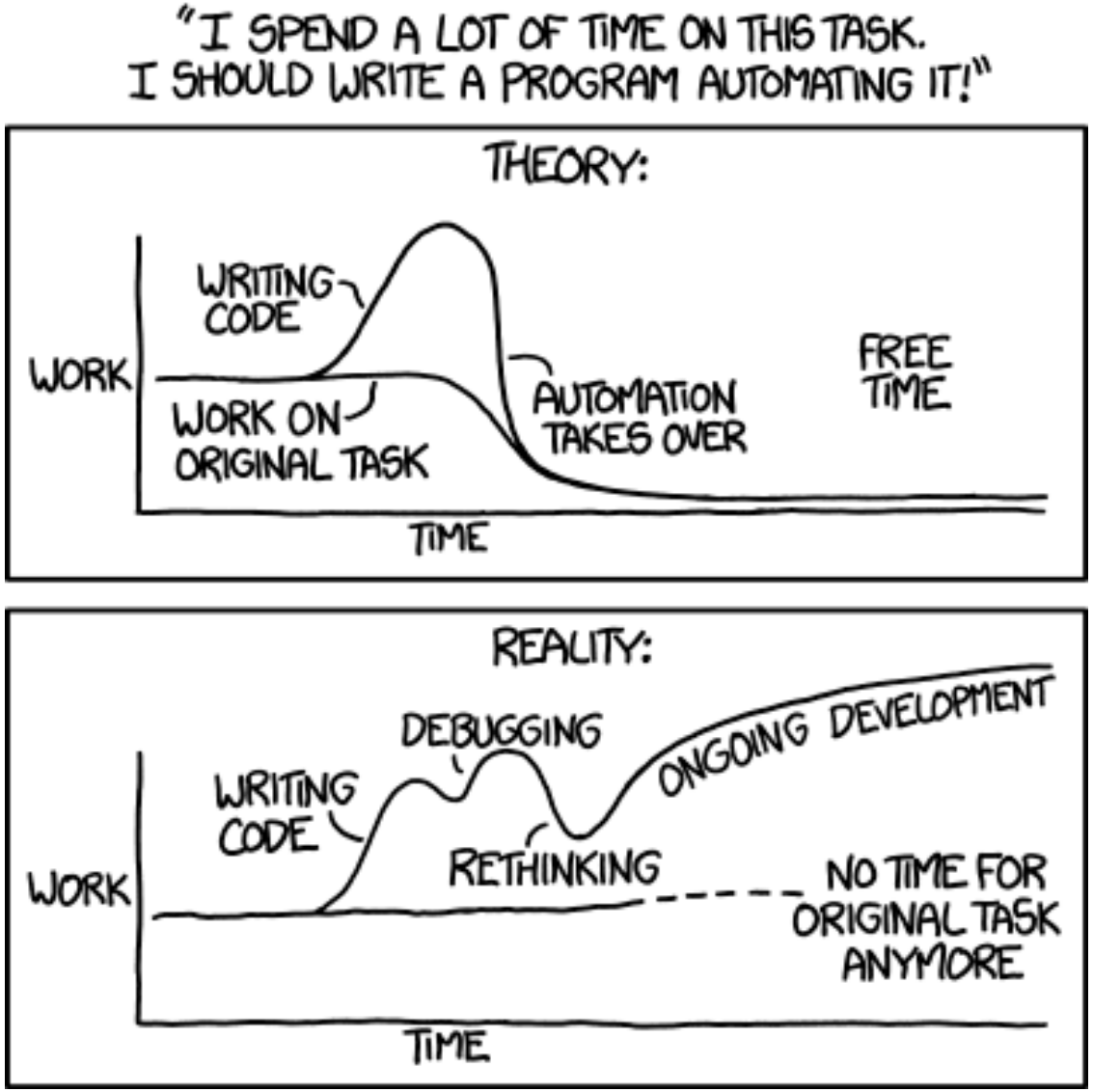
Pourquoi programmer en shell ?

- Universel: C'est toujours disponible et utilisé un peu partout
- Glue: Ça permet de facilement faire coopérer des programmes
- Efficace: Car la syntaxe est très concise et expressive
- Neutre: Ça fâche tout le monde pareil

Mais

- Ça requiert une connaissance spécialisée
- C'est risqué: le naïf fait facilement des bogues (voir INF600C)
- C'est bizarrement portable (POSIX vs. bash vs. utilitaires)
- Les structures de données et de contrôle sont très pauvres
- C'est lent

Automatisation



Source: https://xkcd.com/1819/ (2014)

Commandements

- Tu feras seulement des petits scripts
- Tu respecteras les bonnes pratiques
- Tu protégeras tous tes développements de chaînes
- Tu chercheras la simplicité et éviteras les commandes superflues
- Tu maintiendras ton code clair et lisible
- Tu éviteras la programmation shell si ce n'est pas adapté
- Tu garderas tes *oneliners* fragiles pour la ligne de commande
- Tu ne regretteras pas de devenir bon en shell

Il y a beaucoup de pièges

- Newbie traps
- How to do things safely in bash
- Bash pitfalls

Exécution de scripts

- Un script shell s'exécute ligne par ligne

```
#!/bin/sh
echo un
grep -x '[dm][ei][ur][xz]' /usr/share/dict/french
echo kagjl | rev | tr a-z i-z
```

- Les lignes vides sont ignorées
- Le carré « # » marque le début d'un commentaire

```
#!/bin/sh

# Dit « Bonjour »
echo Bonjour # Salut
```

Attention à l'échec

Quand une commande échoue le script continue (par défaut)

```
#!/bin/sh
cd /tnp/reterpoire
rm -rf *
echo "Tout est effacé!"
```

On exécute...

```
$ ./efface
bash: cd: /tnp/reterpoire: Aucun dossier de ce type
Tout est effacé!
$ ls -l
total 0
```

Attention à l'échec

Quand une commande échoue le script continue (par défaut)

```
#!/bin/sh
cd /tnp/reterpoire
rm -rf *
echo "Tout est effacé!"
```

On exécute...

```
$ ./efface
bash: cd: /tnp/reterpoire: Aucun dossier de ce type
Tout est effacé!
$ ls -l
total 0
```

Meilleure solution

```
#!/bin/sh
rm -rf /tnp/reterpoire/*
```

Groupes et séquences de commandes

Séquences de commandes

Le point virgule « ; » enchaîne les commandes

```
$ echo bonjour;echo le monde
bonjour
le monde
```

Le « ; » sépare les conduites

```
$ echo bonjour;echo le monde|rev
bonjour
ednom el
```

Note

- L'esperluette « & » fonctionne comme « ; »
- Mais passe la commande en arrière-plan

Groupes de commandes

Les accolades « {} » et parenthèses « () » groupent des commandes
Cela permet de combiner les redirections et les conduites

```
$ { echo ednom el | rev; echo bonjour; } | tac
bonjour
le monde
```

Attention

- () s'exécutent dans un sous-shell
- {} nécessitent
  - un espace après le {
  - un ; (ou équivalent) avant le }

Plus de redirections

Redirections de base (rappel)

- « `> fichier` » redirige la sortie standard en tronquant
- « `>> fichier` » redirige la sortie standard en ajoutant
- « `< fichier` » utilise `fichier` comme entrée standard
- « `2> fichier` » redirige la sortie d'erreur

Le shell s'occupe

- D'ouvrir les fichiers
- De rapporter les problèmes d'ouverture
- En cas de problème, la commande n'est pas exécutée

```
$ cat fail
cat: fail: Aucun fichier ou dossier de ce type
$ cat < fail
bash: fail: Aucun fichier ou dossier de ce type
```

Redirections de base (rappel)

La position des redirections n'est pas importante

Habituellement, on les met à la fin

```
$ head -n 1 < /etc/passwd
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
$ < /etc/passwd head -n 1
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
```

Redirections de base (rappel)

La position des redirections n'est pas importante

Habituellement, on les met à la fin

```
$ head -n 1 < /etc/passwd
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
$ < /etc/passwd head -n 1
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
```

Question

Qu'affiche « `head -n < /etc/passwd 1` » ?

Redirections de base (rappel)

La position des redirections n'est pas importante

Habituellement, on les met à la fin

```
$ head -n 1 < /etc/passwd
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
$ < /etc/passwd head -n 1
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
```

Question

Qu'affiche « `head -n < /etc/passwd 1` » ?

« `root:x:0:0:root:/root:/bin/bash` »

Duplication de redirection

« `2>&1` » assigne la sortie standard à la sortie d'erreur

```
$ ls /usr/bin/perl fail >liste 2>&1
$ cat liste
ls: impossible d'accéder à 'fail': Aucun fichier
/usr/bin/perl
```

Attention

L'ordre des redirections est important

```
$ ls /usr/bin/perl fail 2>&1 >liste
ls: impossible d'accéder à 'fail': Aucun fichier
$ cat liste
/usr/bin/perl
```

Extension bash: « `&>fichier` » est un raccourci de « `>fichier 2>&1` »

Descripteurs de fichiers

« `[n]opérateur mot` » est la forme générale des redirections où

- `n` est un nombre optionnel
- `opérateur` est un opérateur de redirection comme <, >, >>, etc.
- `mot` est un nom de fichier ou `&m` pour une duplication

`n` et `m` sont des numéros appelés **descripteurs de fichier**

Les descripteurs 0, 1 et 2 ont une signification spéciale

- 0 = entrée standard
- 1 = sortie standard
- 2 = sortie standard d'erreur

Tubes et conduites (rappel)

- Le **tube** « | » (*pipe*) connecte des commandes
- Une **conduite** (*pipeline*) est une séquence de commandes connectées avec des tubes
- Les commandes d'une conduite s'exécutent en **parallèle**

```
$ ls | cowsay | lolcat
$ time sleep 2 | sleep 3 | sleep 1
```

Tubes et redirections

Les tubes sont mis en place **avant** les autres redirections

```
$ echo a > b | wc -l
0
$ cat b
a
```

Ce qui permet aux redirections de profiter de l'existence du tube

```
$ cat fail 2>&1 | rev
epyt ec ed reissod uo reihcif nucuA :liaf :tac
```

Extension bash: « `|&` » est un raccourci de « `2>&1 |` »

Questions de redirection

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo hello | rev`

Questions de redirection

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo hello | rev`

→ `olleh`

- `echo hello >&2 | rev`

Questions de redirection

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo hello | rev`

→ `olleh`

- `echo hello >&2 | rev`

→ `hello`

- `((echo hello>&2;echo bonjour)|rev)2>&1|tr -d o`

Questions de redirection

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo hello | rev`

→ `olleh`

- `echo hello >&2 | rev`

→ `hello`

- `((echo hello>&2;echo bonjour)|rev)2>&1|tr -d o`

→ `hell` et `rujnb`

- `((echo hello>&8;echo bonjour)|rev)8>&1`

Questions de redirection

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo hello | rev`

→ `olleh`

- `echo hello >&2 | rev`

→ `hello`

- `((echo hello>&2;echo bonjour)|rev)2>&1|tr -d o`

→ `hell` et `rujnb`

- `((echo hello>&8;echo bonjour)|rev)8>&1`

→ `hello` et `ruojnob`

Duplication d'entrée standard

`tee` copie l'entrée standard vers des fichiers et vers la sortie standard

- `-a`, `--append` ajouter au fichier sans l'écraser

```
$ grep -x 'dr.*rd' french | tee liste | wc -c
11
$ cat liste
dreyfusard
```

Très utile pour

- Afficher et sauvegarder en même temps
- Extraire des résultats temporaires
- Déboguer des conduites

Document en ligne (*Here document* ou *heredoc*)

« `<<délimiteur` » permet de déclarer un document en ligne

- Après le ⏎ le shell n'exécute pas la commande
- Les lignes suivantes sont lues et utilisée comme document d'entrée
- Le document s'arrête quand une ligne `délimiteur` est lue

```
$ rev <<FIN
> ruojnob
> ednom el
> FIN
bonjour
le monde
```

Très utile pour

- Embarquer de la donnée dans un script

Chaîne en ligne (bashisme)

« `<<<mot` » utilise `mot` comme document d'entrée

```
$ rev <<<"bonjour le monde"
ednom el ruojnob
```

C'est équivalent à un echo

```
$ echo "bonjour le monde" | rev
ednom el ruojnob
```

Attention

Ceci est une extension bash

Développement et substitutions

Développement et substitutions

Il y a plusieurs étapes lors de l'analyse d'une commande

- Le développement des accolades (bashisme)
- Le développement du tilde « ~ »: déjà vu
- Le développement des paramètres et des variables
- La substitution de commandes
- Le développement arithmétique
- La substitution de processus (bashisme)
- Le découpage en mots, ou *split*
- Le développement des chemins, ou *glob*: déjà vu
- La suppression des protections: guillemets et backslash

Développement des accolades (bashisme)

Bash accepte trois formes

- Liste: « `x{a,b,c}y` » → `xay xby xcy`
- Série: « `a{1..5}` » → `a1 a2 a3 a4 a5`
- Série et pas: « `a{10..30..5}` » → `a10 a15 a20 a25 a30`

Se combinent et s'imbriquent

```
$ echo f{1..3}.{txt,png}
f1.txt f1.png f2.txt f2.png f3.txt f3.png
$ mkdir -p \
velo/{roue/{jante,rayon,moyeu},selle,cadre/{tube,fourche}}
```

Note

- Il a lieu avant tous les autres développements
- Ce **n'est pas** du glob
- C'est une extension bash

Substitution de commandes

« `"$(commande)"` » (et l'ancienne forme « `"`commande`"` »)

Remplace une commande par son résultat

- `commande` est exécutée
- la sortie de la commande (*stdout*) est capturée (au lieu d'être affichée)
- la capture remplace le « `$(commande)` » original

```
$ echo "Je m'appelle $(id -un)"
Je m'appelle privat
```

On peut les imbriquer

```
$ cd data
$ echo "Le répertoire courant est $(basename "$(pwd)")"
Le répertoire courant est data
```

Guillemets simple et doubles (rappel)

- « ' » (guillemet simple, *simple quote*)

→ Force l'interprétation littérale jusqu'au prochain « ' »

- « " » (guillemets doubles, *double quote*)

→ Une version amoindrie de « ' »

→ Permet des caractères 3 spéciaux internes: « \ », « $ » et « ` »

Question

Qu'affichent

- `cowsay "$(echo toto)"`
- `cowsay '$(echo toto)'`
- `cowsay $(echo toto)`
- `"cowsay $(echo toto)"`

Split et glob

Dans l'ordre des développements, les 3 dernières étapes sont

- Le découpage en mots, ou *split*
- Le développement des chemins, ou *glob*
- La suppression des protections: guillemets et backslash

Pour un développement non protégé par des guillemets doubles « " »

- Le shell découpe le résultat en mots (*split*)
- Le shell développe les chemins pour chacun des mots (*glob*)

$\rightarrow$ Ce qui provoque souvent des problèmes

Par sécurité, lors des développements en shell:
Il faut **toujours** utiliser des guillemets doubles

Split et glob: exercice

```
$ mkdir -p "data/    ta"
$ cd "data/    ta"
$ pwd
/tmp/data/    ta
```

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo "Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»"`

Split et glob: exercice

```
$ mkdir -p "data/    ta"
$ cd "data/    ta"
$ pwd
/tmp/data/    ta
```

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo "Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»"`

→ `Le répertoire courant est «    ta»`

- `echo Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»`

Split et glob: exercice

```
$ mkdir -p "data/    ta"
$ cd "data/    ta"
$ pwd
/tmp/data/    ta
```

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo "Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»"`

→ `Le répertoire courant est «    ta»`

- `echo Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»`

→ `Le répertoire courant est « ta»`

→ Les espaces n'ont pas été préservés

- `echo "Le répertoire courant est «$(basename $(pwd))»"`

Split et glob: exercice

```
$ mkdir -p "data/    ta"
$ cd "data/    ta"
$ pwd
/tmp/data/    ta
```

Qu'affichent les commandes suivantes

- `echo "Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»"`

→ `Le répertoire courant est «    ta»`

- `echo Le répertoire courant est «$(basename "$(pwd)")»`

→ `Le répertoire courant est « ta»`

→ Les espaces n'ont pas été préservés

- `echo "Le répertoire courant est «$(basename $(pwd))»"`

→ `Le répertoire courant est «da»`

→ Sorcellerie !

Explication

`basename` élimine le chemin d'accès et le suffixe d'un nom de fichier

```
$ pwd
/tmp/data/ ta
$ basename "$(pwd)"
 ta
$ basename "/tmp/data/ ta"
 ta
$ basename $(pwd)
da
$ basename tmp/data/ ta
da
```

Question substitution de commandes

Que font les commandes suivantes

- `echo *`
- `echo "*"`
- `echo '*'`
- `echo $(echo '*')`
- `echo "$(echo '*')"`
- `echo '$(echo '*')'`

Substitution de processus (bashisme)

« `<(cmd)` » ou « `>(cmd)` »

- Exécute la commande `cmd`
- Redirige sa sortie (ou son entrée) vers un tube
- Substitue par le **fichier** de l'autre bout du tube
- C'est un peu magique...

Utile pour nourrir les commandes:

- Qui prennent seulement des fichiers et pas l'entrée standard
- Ou ont des entrées en plus de l'entrée standard

Notes

- C'est une extension de bash
- N'est disponible que sur certains systèmes
- Les détails de la magie en INF3172

Substitution de processus

```
$ cat fruits1.txt
banane
orange
$ cat fruits2.txt
orange
kiwi
banane
$ diff fruits1.txt fruits2.txt
1d0
< banane
2a2,3
> kiwi
> banane
$ diff <(sort fruits1.txt) <(sort fruits2.txt)
1a2
> kiwi
```

Paramètres et variables

Paramètres et compagnie

Paramètre = terme générique qui englobe 3 cas:

Variable

- Un paramètre avec un nom, exemples « `$toto` » et « `$tata` »
- Utilisation relativement libre

Paramètre positionnel

- Un paramètre avec un numéro, exemples « `$1` » et « `$3` »
- Pour récupérer les arguments

Paramètre spécial

- Un paramètre avec un caractère, exemples « `$@` » et « `$*` »
- Pour des rôles spécifiques

Variables du shell

- « `nom="valeur"` » définit une variable `nom` avec la valeur `valeur`
- « `"$nom"` » se substitue par la valeur de la variable `nom`

```
$ toto="tata"
$ echo "hakuna ma$toto"
hakuna matata
```

Attention

- Pas de « `$` » lors de l'affectation
- Pas d'espaces autour du « `=` »
- Mettre des « `"` » pour éviter les mauvaises surprises
- Il n'y a pas de types de données, ce sont des **chaînes**

Split-glob sur les variables

Que fait « `rm $a` » sachant qu'on a défini `a` avec

- `a="toto"`
- `a="toto *"`
- `a="-rf ."`
- `a="toto; rm -rf ."`

Mêmes questions avec « `rm "$a"` » et « `rm -- "$a"` »

Conclusion

Par sécurité, il faut

- Utiliser des **guillemets doubles** avec la substitution en shell
- Protéger les **options** des arguments, avec « -- » par exemple

Paramètres positionnels

- Permet de récupérer la valeur des arguments
- « `$1` » est le premier argument, « `$2` » le second, etc.

```
#!/bin/sh
echo "Le premier argument est $1"
echo "Le second argument est $2"
```

shift décale (renomme) les paramètres (commande interne)

```
#!/bin/sh
echo "Le premier argument est $1"
shift
echo "Le second argument est $1"
shift 2
echo "Le quatrième argument est $1"
```

Quelques paramètres spéciaux

- « `$*` » et « `$@` » l'ensemble des paramètres positionnels
- « `$#` » le nombre de paramètres positionnels
- « `$$` » le PID du shell
- « `$!` » le PID de la dernière commande en arrière-plan

Ensemble des paramètres positionnels

« `$*` » et « `$@` » se comportent différemment entre guillemets doubles

- « `"$*"` » $\longrightarrow$ « `"$1 $2 $3..."` »
- « `"$@"` » $\longrightarrow$ « `"$1" "$2" "$3"...` »

$\longrightarrow$ C'est souvent `"$@"` que l'on veut

Question des paramètres positionnels

Que fait le programme suivant?

```
#!/bin/sh
outfile=$1
shift
cat "$@" > "$outfile"
```

La commande set

set affecte les options et paramètres positionnels (interne)

Réaffecte les paramètres positionnels

```
$ set A C D
$ echo "$* $2"
A C D C
```

Active des options comportementales du shell

- `-e` si une commande échoue, le script se termine
- `-x` affiche une trace de l'exécution
- `-u` lire un paramètre non affecté est une erreur
- `-o` affiche les options (ou en active une)

```
#!/bin/sh
set -ex
echo hello; ehco fail; echo "ya quelqu'un?"
```

Variables utilisées par le shell

Plusieurs variables sont créées et/ou utilisées par le shell

- Pour avoir de l'information sur le shell
- Pour contrôler son comportement

POSIX en définit 16, dont

- `HOME` Le répertoire d'accueil de l'utilisateur (utilisé par `~` et `cd`)
- `PATH` La liste des répertoires où chercher les commandes
- `PS1` L'invite de commande principale
- `PWD` Le répertoire de travail courant (mis à jour par `cd`)

Bash en définit une centaine...

- `RANDOM` un entier aléatoire entre 0 et 32767
- `OLDPWD` le répertoire précédent (utilisé par `cd`)

Sous-interpréteur (*subshell*)

Le shell peut créer des sous-environnements locaux

- Conduites « `|` »
- Commandes en arrière plan « `&` »
- Groupes avec « `()` »
- Substitution « `$()` » et « `<()` »

Caractéristiques

- Chaque sous-interpréteur est un processus indépendant
- Les variables du shell sont **héritées** par **copie**
- Les modifications ne sont **pas propagées** au parent

→ Source de **bogues** subtils

```
$ { a=1; }; echo "$a"
$ (a=2; echo "$a")
$ { a=3; echo "$a"; } &
$ a=4|a=5
$ echo $a
```

Variables d'environnement

Variables du shell

- Concept du **shell**
- **Limitées** au shell courant

Variables d'environnement

- Concept du **système d'exploitation**
- S'appliquent à **tous les processus**
- **Propagées** aux processus enfants (par défaut)

Le shell

- Permet de **marquer** certaines variable
- Elles seront **exportées** comme des variables d'environnement dans les sous-processus
- Permet d'exécuter dans un environnement modifié

Exporter une variable

`env` permet de lister les variables d'environnement

Commande interne export exporte une variable

- `-p` liste les variables exportées

```
$ var1=toto
$ export var1 var2=tata
$ var3=tete
$ env | grep var
var1=toto
var2=tata
```

Affectations facultatives de variables

Les affectations qui précèdent une commande

- Sont exportées à la commande comme variables d'environnement
- Ne changent pas l'environnement du shell courant

```
$ var1=titi var2=tutu env | grep var
var1=titi
var2=tutu
$ env | grep var
var1=toto
var2=tata
```

Plus sur la commande env

`env` exécute un programme avec un environnement

- `-i`, `--ignore-environment` débute avec un environnement vide

Tout seul il affiche la liste des variables d'environnement

```
$ env var1=titi var2=tutu env | grep var
var1=titi
var2=tutu
```

`env` est souvent utilisé dans le shebang

Exemple: « `#!/usr/bin/env bash` » ou « `#!/usr/bin/env python3` »

- Son emplacement est relativement standard (plus de probabilité)
- Il invoque l'interpréteur en fonction du PATH de l'utilisateur

Développement mathématique

« `$((expr))` » évalue une expression mathématique

```
$ echo $((1+1))
2
$ x=10
$ echo $((x+1))
11
```

- Que des nombres entiers
- La plupart des opérateurs du C ($\approx$ Java) sont reconnus

```
$ echo $((1+2*3%4))
3
```

Le mode mathématique est différent du shell

- Les mécanismes shell n'ont plus cours
- Les variables n'ont pas besoin de « $ »
- Les variables n'ont pas besoin de « " » (pas de split-glob)

Code de retour

Code de retour des commandes

Chaque commande exécutée a un **code de retour** (ou code de sortie)

Convention

- `0` tout s'est bien passé: **succès**
- Une autre valeur signifie un problème: **échec**
- Voir le manuel des commandes pour les détails

Le paramètre spécial « `$?` » contient le code de retour de la dernière commande

```
$ wc -l /etc/passwd
49 /etc/passwd
$ echo "$?"
0
$ wc -l fail
wc: fail: Aucun fichier ou dossier de ce type
$ echo "$?"
1
```

Fin des scripts

Terminaison du script

- La fin du fichier script est atteinte
- La commande exit est exécutée

Code de retour

- Peut être indiqué lors du `exit`
- Sinon, c'est celui de la dernière commande exécutée

Question

Quel est le code de retour du script suivant?

```
#!/bin/sh
cat epic.fail
echo "Au revoir"
```

Vrai et faux

- `true` ne fait rien mais réussit
- `false` ne fait rien mais échoue
- `:` fait comme `true`

```
$ true; echo $?
0
$ false; echo $?
1
$ :; echo $?
0
```

Liste conditionnelle de commandes

« && » et « || » chaînent les commandes en fonction de leur retour

Et « && »

Exécute la seconde commande ssi la première réussit

```
$ cd toto && ls
bash: cd: toto: Aucun fichier ou dossier de ce type
```

Ou « || »

Exécute la seconde commande ssi la première échoue

```
$ cd toto || echo "tant pis"
bash: cd: toto: Aucun fichier ou dossier de ce type
tant pis
```

Attention

- Ne pas confondre « && », « & », « || » et « | »

Structures de contrôle

Structures de contrôle

Fonctionnalités utilisées dans le développement de scripts

- Vous les utiliserez et approfondirez en laboratoire et TP
- On ne demande pas de les connaître par cœur pour l'examen

Par rapport à INF1120

Les structures de contrôle du shell sont

- **Pauvres**: il y en a peu et elles sont limitées
- **Fragiles**: il est facile de mal les utiliser
- **Bizarres**: syntaxe et sémantique $\rightarrow$ des accidents historiques

Consignes

- Respectez les **bonnes pratiques**
- Évitez l'utilisation superflues de structures de contrôles

Construction if

```
if liste; then liste; elif liste; then liste; else liste; fi
```

- La liste du `if` est exécutée
- Si le code de retour est 0
- Alors la liste du `then` associé est exécutée
- Sinon la liste du `elif` est exécutée
- Si le code de retour est 0
- Alors la liste du `then` associé est exécutée
- Sinon la liste du `else` est exécutée

Notes

- `fi` est le mot clé de fin
- Il peut y avoir 0, 1, ou plusieurs `elif`
- Le `else` est optionnel

Exemple de if

Qu'affiche le programme suivant?

```
#!/bin/sh
mot=pâtisserie
if grep -q -e "$mot" -x /usr/share/dict/*; then
    echo "C'est du gâteau"
else
    echo "C'est pas d'la tarte"
fi
```

Note de style

- On aligne `if`, `elif`, `else` et `fi`
- On met le `then` a la fin des lignes (après le ;)
- On indente le corps des `then` et `else`

Des meilleurs tests

`test` teste des expressions

- L'utilitaire « `[` » est similaire à `test`
- `test` et « `[` » sont souvent des commandes internes
- « `[` » nécessite un argument « `]` » final (pour faire joli)

Exemples

```
$ test -e /etc/passwd; echo $?
0
$ [ -e /etc/pas-ce-word ]; echo $?
1
$ test toto = tata; echo $?
1
```

Attention

- Mettre des espaces autour des « `[` » et « `]` »
- Bien échapper les variables

Opérateurs de test des fichiers

- « `-e` f » le fichier f existe
- « `-f` f » le fichier f existe et est régulier
- « `-d` f » le fichier f existe et est un répertoire
- « `-r` f » le fichier f existe et est lisible
- « `-s` f » le fichier f existe et n'est pas vide

$\rightarrow$ Plusieurs autres en fonction des métadonnées des fichiers

Exemple d'utilisation

- Tester l'existence et la validité des arguments

```
if [ -e "$output" ]; then
    echo "Erreur: $output existe déjà" >&2
    exit 1
fi
```

Opérateurs de test des chaînes

- « `-z` s » la chaîne s est de longueur nulle (chaîne vide)
- « `-n` s » la chaîne s est de longueur non nulle (chaîne non vide)
- « s = s' » les chaînes s et s' sont identiques
- « s != s' » les chaînes s et s' sont différentes

Exemple d'utilisation

- Comparer des variables

```
if [ -z "$output" ]; then
    # Pas d'output demandé, on termine là
    exit 0
fi
```

Attention

- L'opérateur d'égalité est « = » (et pas « == »)

Opérateurs de test numériques

- « n `-eq` n' » les nombres entiers n et n' sont égaux (*equal*)
- « n `-ne` n' » n et n' sont différents (*not equal*)
- « n `-gt` n' » n est strictement plus grand que n' (*greater than*)
- « n `-ge` n' » n est plus grand ou égal n' (*greater or equal*)
- « n `-lt` n' » n est strictement plus petit que n' (*less than*)
- « n `-le` n' » n est plus petit ou égal n' (*less or equal*)

Exemple d'utilisation

- Compter des trucs

```
if [ "$#" -lt 2 ] || [ "$#" -gt 3 ]; then
    echo "usage: outil IN OUT [EXTRA]" >&2
    exit 1
fi
```

De meilleurs tests encore (bashisme)

« `[[ ]]` » construction spéciale de `bash`

- Pas besoin de protéger les variable (pas de split et glob)
- « `&&` » et « `||` » connecteur logiques « et » et « ou »
- « `( )` » groupements
- « `<` » et « `>` » comparaison lexicographique de chaînes
- « `==` » la 2nd opérande est un motif style *glob*
- « `=~` » la 2nd opérande est une ERE GNU

```
$ a=bonjour
$ [[ $a == ?o* && $a =~ (o[un]j?){2} ]]; echo $?
```

Attention

- Les `[` et `test` internes `bash` acceptent certaines extensions
- En `bash` préférez « `[[ ]]` », en shell POSIX utilisez « `[ ]` »

Boucle for

```
for nom in mot ...; do liste; done
```

- La liste des mots est développée en une liste d'éléments
- La variable `nom` prend tour à tour la valeur de chaque élément
- Les instructions de la liste sont exécutées pour chaque valeur de `nom`

Notes

- `done` est le mot clé de fin
- « `in mot...` » est optionnel et vaut par défaut « `in "$@"` »
- Attention au *split-glob* des mots

Exemple de for

Qu'affiche le programme suivant?

```
#!/bin/sh
for i in pommes poires; do
    for j in 1 2 3; do
        echo "$i$j"
    done
done
```

Note de style

- On aligne `for` et `done`
- On met le `do` a la fin des lignes (après le ;)
- On indente la liste d'instructions

Attention au for

Quel est le problème de

```
for f in $(ls *.gz); do
    gunzip "$f"
done
```

Attention au for

Quel est le problème de

```
for f in $(ls *.gz); do
    gunzip "$f"
done
```

Quel est le problème de

```
for f in "$(ls *.gz)"; do
    gunzip "$f"
done
```

Attention au for

Quel est le problème de

```
for f in $(ls *.gz); do
    gunzip "$f"
done
```

Quel est le problème de

```
for f in "$(ls *.gz)"; do
    gunzip "$f"
done
```

Quelle est la solution ?

Attention au for

Quel est le problème de

```
for f in $(ls *.gz); do
    gunzip "$f"
done
```

Quel est le problème de

```
for f in "$(ls *.gz)"; do
    gunzip "$f"
done
```

Quelle est la solution ?

```
for f in *.gz; do
    gunzip -- "$f"
done
```

Sous-programmes

`nom() { liste; }`

- Définit une fonction `nom`
- `nom` utilisé en commande appelle la fonction
- Les arguments de l'appel sont passés en paramètres positionnels (`$1`, `$2`...)
- Les autres variables ont une portée globale par défaut

Note

- Le mot clé `return` termine une fonction avec un code de retour
- Le mot clé `local` permet de déclarer des variable locales
- Les fonctions s'utilisent comme des commandes: dans des conduites, en arrière plan, dans des substitution de commandes, etc.
- On peut faire des fonctions récursives

Exemple de fonction

Qu'affiche le programme suivant ?

```
#!/bin/sh
foo() {
    echo "FOO $@"
    local c=X
    d=Y
}
c=cé
d=dé
foo a b "$c" "$d"
foo a b "$c" "$d"
```

Note de style

- Nommez les fonctions en minuscules (de « `a` » à « `z` » et « `_` »)
- On aligne le nom et l'accolade « `}` »
- On met l'accolade « `{` » à la fin de la ligne (après le « `()` »)
- On indente le corps de la fonction

Aller plus loin

Nous avons vu *rapidement* les fonctionnalités de base d'un shell Unix

- La spécification POSIX du langage du shell
- Quelques extensions `bash` (GNU)

Nous vous laissons le loisir d'en apprendre plus par vous-même

- `$IFS`: séparateur interne de champ (*internal field separator*)
- `while`: boucle while
- `case`: construction switch/case
- `read`: lecture de ligne
- `alias`: définition d'alias
- `${}`: développement avancé de paramètres
- `exec`: recouvrement (et contrôle des flots)
- `eval`: exécution de commande construite
- `trap`: capture de signaux
- et plein d'extensions `bash`