

Shell: Interpréteur de commande

M1105 - Systèmes d'exploitation

Sebastien.Kramm@univ-rouen.fr

IUT de Rouen, dépt. Réseaux & Télécoms

Version du 29 novembre 2017

Introduction : besoin ?

Un OS doit permettre à un utilisateur humain de lancer des programmes :

- ▶ programmes applicatifs de type desktop (interactifs)
- ▶ programmes applicatifs de type serveur (non interactifs)
- ▶ Utilitaires de gestion
- ▶ etc.

Ceci se fait via une **Interface Homme - Machine (IHM)**
ou *User Interface (UI)* en anglais

Deux paradigmes de contrôle :

- ▶ Interface graphique ou *Graphical User Interface* : **GUI**
- ▶ Interface en ligne de commande ou *Command Line Interface* : **CLI**

Dans les deux cas, le programme permettant cette interaction peut être intégré à l'OS ou distinct.

- ▶ Windows : GUI et CLI complètement intégré à l'OS
- ▶ Linux : GUI et CLI indépendant du noyau, mais lié au choix de la distribution

Notions de "Shell"

- ▶ **Definition** : couche logicielle qui fournit l'interface utilisateur d'un système d'exploitation.
- ▶ **En pratique** : un shell est un **interpréteur de commande** qui convertit des chaînes de caractères dans un langage codifié en une action sur le système.
- ▶ Par extension, peut désigner aussi l'**émulateur de terminal** : console interactive permettant de saisir au clavier ces commandes et d'avoir à l'écran la **sortie** de la commande.

Shell : interpréteur de commandes & console

- ▶ **Linux & systèmes Unix (Mac OSX)** :
 - ▶ les deux sont dissociés
 - ▶ plusieurs shells historique : `sh` , `csh` , `tcsh` , `ksh` , ...
 - ▶ shell dominant aujourd'hui : Bourne Shell, appelé **bash**
- ▶ **Windows** : les deux sont liés
 - ▶ Historiquement : `COMMAND.COM` sur MSDOS et Windows 3.1
 - ▶ Depuis XP/NT : programme `CMD.EXE`. Toujours existant, mais développement arrêté.
 - ▶ Depuis Windows 7 : apparition de PowerShell : approche "objet" (non traité ici)
 - ▶ 2016 : annonce par MS du portage de Bash sur Windows.

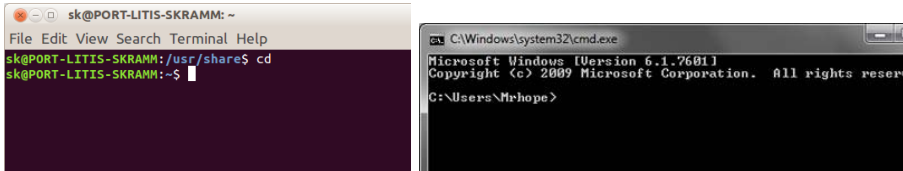
```
kevin@localhost:~$ ls
#log.txt# boot dev  init  log.txt  mn
acct  cache etc  lib  lost+found op
bin   data  home lib64 media  pr
kevin@localhost:~$ cd /mnt/
c/ d/ e/ f/
```

- ▶ Ce cours traite des deux en parallèle, les spécificités de chaque seront vues plus tard.

Utilisation de la console

De façon à peu près universelle, des facilités sont intégrées aux programmes "console" :

- ▶ Autocomplétion via la touche **TAB**
- ▶ Historique des commandes, via **↑** (fleche haut curseur)
- ▶ "Glisser-déposer" depuis un explorateur de fichier GUI
- ▶ Personnalisation du "prompt"



Utilisation interactive ou "script"

- ▶ Le shell peut être utilisé de façon
 - ▶ interactive : répétition du cycle : commande → affichage
 - ▶ non-interactive : notion de "script".
- ▶ Un script est un fichier texte contenant une suite de commandes : forme de "programme exécutable"
- ▶ Peut ensuite être exécuté :
 - ▶ en saisissant son nom dans une console ;
 - ▶ via GUI (double clic sur le fichier).
- ▶ Certaines constructions grammaticales n'ont de sens que dans un contexte de script (boucles, ...)
- ▶ Scripts : Contexte d'utilisation
 - ▶ automatisation de tâches répétitives ou complexes
 - ▶ "en général", pas d'entrées utilisateur (mais des sorties consoles, en quantité limitée)
- ▶ Windows : certaines syntaxes ne sont pas identiques en interactif et en script... (commande `for`)

Différences Linux / Windows

Windows

- ▶ pensé dès l'origine pour une utilisation en GUI : le pilotage du système via une CLI n'a pas été prioritaire ;
- ▶ encore beaucoup de manipulations doivent se faire en GUI.

Linux

- ▶ inspiration : systèmes UNIX ;
- ▶ pensé dès le départ comme pilotable via CLI ;
- ▶ GUI complètement dissociée du noyau ;
- ▶ beaucoup de manipulations ne peuvent se faire que via CLI.

Commande internes et externes

- ▶ Un shell peut utiliser des commandes **internes** ou **externes**.
 - ▶ commande interne : exécutée directement par le shell lui-même
 - ▶ commande externe : programme distinct, lancé par le shell lorsque l'utilisateur le demande.
Doit correspondre à un fichier contenant un programme exécutable, et qui soit **accessible** depuis le dossier courant.
- ▶ Pour l'OS, pas de différence entre une commande externe et un programme : les deux sont vus comme des **fichiers exécutables**.
- ▶ Linux :
 - ▶ Liste des commandes internes : `help`
 - ▶ Commande interne / externe ? : `type commande`
- ▶ Windows : les commandes externes sont des programmes stockés dans `c:\Windows\system32`

Comparaison Bash/CMD

- ▶ Programme "terminal" (console)
 - ▶ Windows : rudimentaire et peu évolué. Versions alternatives disponibles.
 - ▶ Linux : grand choix de programmes.
- ▶ Scripts Windows : beaucoup plus rudimentaire
 - ▶ moins de commandes internes
 - ▶ pas de structure de contrôle évoluées (fonctions, boucle "while")
 - ▶ support et documentation de MS aléatoire et variant suivant les versions de Windows, documentation éparpillée.
- ▶ bash
 - ▶ Syntaxe parfois obscure
- ▶ Windows : insensible à la casse
DIR identique à dir

Syntaxe générale

- ▶ Syntaxe générale : `commande [option] [argument]` (sur **une** ligne)
 - ▶ entre crochets : optionnel. Certaines commandes pourront avoir un nombre d'arguments minimal.
 - ▶ Windows : les options sont données avec /
Exemple : `dir /w`
 - ▶ Bash : les options sont données avec - ("option courte") ou -- ("option longue")
Exemple : `ls -a` ou `ls --all`
- ▶ Le caractère SPC (ASCII :32, \$20) est utilisé comme séparateur
⇒ Si nom de fichier avec des espaces, il sera nécessaire de les encadrer par des "
Exemples :
 - ▶ `commande mon super fichier.txt` : illégal
 - ▶ `commande "mon super fichier.txt"` : ok
- ▶ On peut interrompre une commande en cours (ou annuler l'édition en cours) avec **CTRL-C**.

Spécification de fichier

- ▶ Beaucoup de commandes acceptent en argument une **spécification de fichier**
- ▶ Une spécification de fichier est un **masque**, sur lequel des noms de fichiers peuvent "coller", via des **caractères génériques** :
 - ▶ * : un ou plusieurs caractère(s)
 - ▶ ? : un seul caractère
- ▶ Exemples (Windows, pour Linux remplacer DIR par ls)
 - ▶ `DIR a*.txt` : affiche la liste de tous les fichiers commençant par "a" et ayant l'extension txt
 - ▶ `DIR ??? .mp3` : tous les fichiers mp3 de 3 lettres
 - ▶ `DIR IUT*.pdf` : tous les fichiers pdf avec IUT comme 1^{res} lettres

Navigation et manipulation fichiers

	Linux	Windows
Copie de fichier	<code>cp source dest</code>	<code>copy source dest</code>
Copie de dossiers	<code>cp source dest</code>	<code>xcopy source dest</code>
Renommage de fichier	<code>mv ancien nouveau</code> ("move")	<code>ren ancien nouveau</code> ("rename")
Déplacement de fichier	<code>mv ancien nouveau</code>	<code>move ancien nouveau</code>
Effacement	<code>rm fich</code>	<code>del fich</code> ("delete")
Afficher le contenu d'un fichier	<code>cat fich</code>	<code>type fich</code>

- ▶ Ces commandes permettent l'utilisation de caractères génériques pour la spécification de fichier.
`copy *.txt dest` : va copier tous les fichiers d'extension txt du dossier courant vers le dossier dest.

Répertoires

	Linux	Windows
Affichage contenu rép.	ls [dossier]	dir [dossier]
Changement répertoire actif	cd un/chemin	cd un\chemin
déplacement rép. actif vers le rep. parent	cd ..	cd ..
Création répertoire	mkdir rep/sousrep	md rep\sousrep
Effacement répertoire	rmdir rep	rmdir rep
Affichage du rép. courant	pwd ¹	cd

1. `pwd` : *Print Working Directory*

Autre commandes

	Linux	Windows
Aide sur commande	help commande ou man commande	help commande ou commande /?
terminer une session/un script	exit	exit
Affichage de texte	echo	echo

► Commentaires dans un script :

- Linux : toute ligne commençant par `#`
- Windows : toute ligne commençant par `::` ou `REM`

E/S standard

- Par défaut, chaque processus se voit attribué des "flots" d'E/S
 - un flot d'entrée, associée aux entrées clavier : `stdin`
 - un flot de sortie standard (1), associé à la console : `stdout`
 - un flot de sortie d'erreur (2), associé à la console : `stderr`
- Ces différents flots peuvent être **redirigés** ponctuellement vers un autre périphérique ou dans un fichier
- Exemple 1 : redirection vers l'imprimante de `stdout` (1)
 - Linux : `commande > /dev/lp` ou `commande 1> /dev/lp`
 - Windows : `commande > LPT1` ou `commande 1> LPT1`
- Exemple 2 : redirection de la sortie d'erreur vers le néant
 - Windows : `commande 2> NUL` (NUL : périphérique "spécial")
 - Linux : périphérique virtuel dédié : `commande 2> /dev/null`

Intérêt : suppression de certains affichages

Redirection vers un fichier

- Très souvent, on redirige vers un fichier
- Redirection en sortie :
 - `commande > fich` : le fichier `fich` est créé (effacé s'il existe déjà)
 - `commande >> fich` : la sortie de `commande` est ajoutée à la fin de `fich`

Enchaînement de commandes

- ▶ Exécuter deux commandes à la suite :
 - ▶ Linux : `prog1; prog2`
 - ▶ Windows : `prog1 & prog2`
- ▶ Exécuter deux commandes en parallèle (Linux seulement) :
`prog1 & prog2`
- ▶ Exécuter une 2^e commande uniquement si la 1^{re} n'échoue pas (code de retour = 0) :
`prog1 && prog2`
- ▶ Exécuter une 2^e commande uniquement si la 1^{re} échoue (code de retour != 0) :
`prog1 || prog2`
- ▶ Utiliser comme entrée d'une 2^e commande la sortie d'une 1^{re} :
`prog1 | prog2`
(ceci s'appelle un "pipe")

Variables

- ▶ Comme n'importe quel langage de programmation, on peut définir des **variables**
- ▶ Quel que soit le shell, les variables sont toujours de type "texte" (chaînes de caractères)
- ▶ Mais possibilité de faire de l'arithmétique élémentaire.
- ▶ On distingue :
 - ▶ variables locales : connues uniquement dans le script.
 - ▶ variables d'environnement : communes à tous l'environnement. Certaines sont prédéfinies par l'OS, mais possible par l'utilisateur.

Attention

Les variables créés dans un shell ne sont connues **que** dans celui-ci.

- ▶ En cas d'appel d'un sous-shell, les variables ne sont pas transmises.
- ▶ la création de variables d'environnement passe par des commandes spécifiques.

Manipulation de variables

	Linux	Windows
Donner une valeur à une variable	<code>var=un</code>	<code>SET mavar=un</code>
Utiliser une variable	préfixer avec '\$' Ex : <code>echo "var=\$var"</code>	Encadrer avec '%' Ex : <code>ECHO mavar=%mavar%</code>
Saisie au clavier	<code>read var</code>	<code>SET /P var=texte_invite</code>

- ▶ Test de variables : Linux/Bash
 - ▶ Forme générale :
`if [item1=item2]; then <command> ; fi`
 - Exemple : `if [$var=ABC]; then echo "Oui !"; fi`
 - ▶ test d'inégalité : remplacer `=` par `!=`

Test de variables : Windows

- ▶ forme générale :
`IF [/I] [NOT] item1==item2 command`
- Exemple : `if %mavar%==coucou echo ok`
- ▶ Si espaces ; alors il faut "quoter" :
`if "%mavar%" == "Ah Que Coucou" echo ok`
- ▶ Pour dérouter l'exécution à un label donné, on utilisera la commande goto :
`if %var%==ABC goto labas`
- ▶ Option `/I` pour ignorer la casse
- ▶ Test d'inégalité : ajouter `NOT`

Variables d'environnement

- ▶ Chaque OS définit ses variables d'environnement (VE).
- ▶ Permet de connaître depuis un script des informations sur le système.
- ▶ Liste complète :
Linux : `env` Windows : `set`
- ▶ Facilités :
 - ▶ Windows : `set ABC` : renvoie toutes les VE commençant par "ABC"
 - ▶ Linux : `env | grep ABC` : renvoie toutes les VE contenant la chaîne "ABC"
- ▶ Exemples :

	Linux	Windows
Nom de l'utilisateur courant	USER	USERNAME
Localisation des applications	PATH	PATH
Dossier pour fichier temporaires	(néant) ²	TEMP
Date	(néant)	DATE
"Home" de l'utilisateur courant	HOME	HOME\PATH

- ▶ Windows : plus de VE (Linux a des commandes dédiées à la place)



2. Inutile, c'est toujours /tmp...

Variante PATH

- ▶ Contient la liste des chemins absolus où l'OS va chercher la commande demandée.
- ▶ Avec une saisie de type `aaa bbb ccc`, l'OS va rechercher la commande `aaa` dans l'ordre suivant :
 1. est-ce une commande interne ?
 2. est-ce un fichier exécutable dans le dossier courant ? (Windows seulement)
 3. est-ce un programme qu'on trouve dans les chemins donnés dans la variable PATH, en faisant la recherche dans l'ordre qui est donné ?
- ▶ A défaut, il faudra donner le chemin (absolu ou relatif), par exemple :
 - ▶ Windows : `"c:\program files\superappli\aaa" bbb ccc`
 - ▶ Linux :
`/home/mon_id/dev/mes_applis/aaa bbb ccc`
`../../ici/labas/aaa bbb ccc`
- ▶ Linux : si le programme à exécuter est dans le dossier courant, alors il **faudrait** spécifier explicitement en tapant `./commande`



Recherche de commande : différences Windows/Linux

Windows

- ▶ Un fichier exécutable est identifié comme tel par son extension.
- ▶ Les principales : BAT, CMD ou EXE, mais aussi beaucoup d'autres (voir la VE PATHEXT)
- ▶ On peut l'appeler uniquement par son nom, l'OS va chercher s'il trouve une correspondance, dans **cet** ordre.
Attention : un dossier contient deux fichiers, bidule.bat et bidule.exe
Si on tape `bidule`, lequel sera exécuté ?

Linux

- ▶ Il faut donner le nom entier du programme, avec l'extension éventuelle.
- ▶ Exemple : soit un script qui s'appelle `mon_script.sh`

Exécution :

`./mon_script` : erreur

`./mon_script.sh` : OK



Variante spéciales

- ▶ Un certain nombre de variables spéciales sont automatiquement déclarées dans un script.

Avec par exemple la commande `ma_cde aaa bbb`

	Linux	Windows	Exemple
Nombre d'arguments	<code>\$#</code>	(néant)	2
Tous les arguments	<code>\$*</code>	<code>%*</code>	aaa bbb
Chemin et nom du script	<code>\$0</code>	<code>%0</code>	ma_cde
Arguments positionnels	<code>\$1</code>	<code>%1</code>	aaa
	<code>\$2</code>	<code>%2</code>	bbb
	<code>\$3</code>	<code>%3</code>	
	
Code de sortie de la dernière commande	<code>\$?</code>	<code>%ERRORLEVEL%</code>	

Convention universelle : un programme / une commande renvoie 0 en cas de succès, toutes les autres valeurs indiquant une erreur ou un échec.

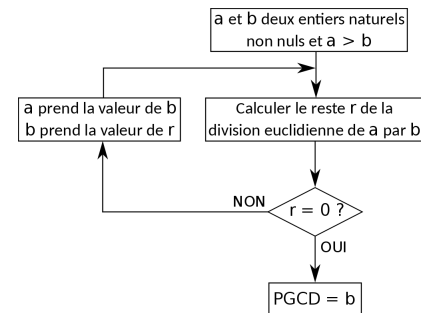


Arithmétique entière

- ▶ Les Shell permettent de faire de l'arithmétique entière
- ▶ Windows :
 - ▶ option /A à la commande SET
 - ▶ De multiples opérateurs, arithmétiques et logiques (ET, OU, décalages, ...)
 - ▶ Exemple : `SET /A compt=%compt%+1`
 - ▶ Référence : ss64.com, ou `SET /?`
- ▶ Linux/Bash :
 - ▶ La notation `${nom_variable}` permet de traiter une variable comme un entier
 - ▶ Exemple :

```
var1=4
var2=$((var1*2))
echo $var2 /* affiche 8 */
```
- ▶ Tests :
 - ▶ pour tester l'égalité : identique à de la comparaison de chaîne.
 - ▶ pour `j` et `i`, il existe des syntaxes spécifiques à chaque Shell.

Structures de contrôle



- ▶ Windows/CMD : utilisation de branchements inconditionnels à des **labels**
- ▶ Linux/Bash : beaucoup plus évolué : boucles while, for, ...
- ▶ Avec les deux, on peut créer des **fonctions**, permettant l'appel à un traitement et le retour automatique.

Windows : branchements et labels

- ▶ Utilisation de branchements inconditionnels à des **labels**

Ex : boucle infinie :

```
:ici
goto labas
```

Cette ligne nest jamais lue par le shell!

```
:labas
echo coucou 1
goto ici
```

Windows : fonctions

- ▶ Appel d'une fonction : commande `call`

```
set var=1
call mafonction
echo "var=%var%"           # affiche 2
call mafonction
echo "var=%var%"           # affiche 3
goto :eof

:mafonction
echo "coucou"
set /A var= %var%+1
goto :eof
```

Le label spécial `:eof` indique un "retour à l'appelant", ou sortie du script si pas de commande `call` correspondante.

Windows : fonctions et arguments

- ▶ On peut passer des arguments à une fonction

L'exécution de ceci :

```
call mafonction aaa
call mafonction bbb
goto :eof

:mafonction
echo "argument=%1"
goto :eof
```

affichera :

```
argument=aaa
argument=bbb
```

Windows : branchements conditionnels

- ▶ On utilise la commande goto dans un test

```
if "%var1%" == "1" goto ici
goto labas
```

... ligne jamais interpretee...

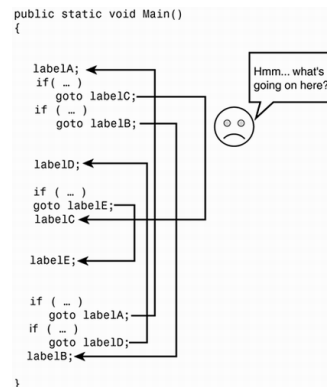
```
:ici
echo "la variable vaut 1"
goto :eof
```

```
:labas
echo "differente de 1"
goto :eof
```

Windows : branchements ?

- ▶ L'approche du contrôle de flux par branchement amène :

- ▶ un avantage : l'implémentation à partir d'un algorithme est très facile : on "branche" où on veut.
- ▶ un (gros) inconvénient : le programme devient très rapidement dé-structuré : très difficile de s'y retrouver, mise à jour et maintenance compliquée...
⇒ On parle de code "spaghetti" :



Bash : langage structuré

- ▶ Bash est un langage **structuré** : pas de branchements, tout doit être inclus dans un "bloc" de commandes.
- ▶ Les tests auront la forme suivante :

```
if [ <some test> ]
then
    <commands>
fi
```

```
if [ <some test> ]
then
    <commands>
else
    <other commands>
fi
```

- ▶ Exemple : test de chaînes de caractères (voir p. 23)
Attention aux espaces (obligatoires)

```
if [ $name = "paul" ]
then
    echo "Paul !"
else
    echo "pas Paul!"
fi
```