Pascal ORTIZ



Ocaml dans des feuilles Jupyter

Version du 24 septembre 2018 Licence CC-BY

Table des matières

Les feuilles Jupyter pour Ocaml	2
Le sous-système Windows pour Linux	3
Installer WSL en détail	4
L'installation résumée de Jupyter pour Ocaml	8
Le script d'installation	9
L'installation de ocaml-jupyter en détail	0
Difficultés possibles	8
Comment importer une feuille Jupyter?	8
Comment exporter une feuille Jupyter?	9

Les feuilles Jupyter pour Ocaml

Les feuilles Jupyter Notebook sont des interfaces web pour programmer dans un environnement où on peut intégrer du code de langage de programmation, du texte, des mathématiques en Latex, des images, de la vidéo, du Javascript, etc. Le langage de programmation le plus usuel est Python mais Jupyter permet d'utiliser d'autres « moteurs » tels que Julia, R, Haskell, SageMath ou encore Ocaml.

	Découverte des fonctions en Ocaml
	Premier exemple
	Une fonction est définie en utilisant le mot-clé let. Par exemple, ci-dessous on définit la fonction qui à un entier lui associe son successeur.
	La fonction définie est nommée ici 🗧. La deuxième ligne de code effectue un appel à la fonction. Plaçons le code dans une cellule et exécutons-la :
Entrée [1]:	<pre>let f x = x+1;; f 2020</pre>
Out[1]:	<pre>val f : int -> int = <fun></fun></pre>
Out[1]:	- : int = 2021
	L'expession qui suit le signe e représente le retour de la fonction 🕴 une fonction prend des arguments (ci-dessus 2020) et renvoie quelque chose. Noter que la présence des parenthèse n'est pas forcèment nécessaire.
	Comme le montre la sortie,
	val f : int -> int = <fun></fun>
	f est une fonction qui à un entier associe un entier. Le typage n'est pas explicite, il est inférée par le compilateur Ocaml.
	Exercice : fonction signe
	Ecrire une fonction qui prend un entier et renvoie son signe :
	$f(x) = \begin{cases} -1 & \text{si } x < 0 \\ 0 & \text{si } x = 0 \end{cases}$
	f(x) = 0

Au-delà d'être très utilisées dans les data sciences et en calcul scientifique, les feuilles Jupyter Notebook ont un intérêt pédagogique : il est possible de placer du cours et des exercices dans une telle feuille et l'utilisateur peut apprendre de manière autonome en modifiant ou en écrivant du code.

Il est possible d'utiliser en ligne sur Internet des feuilles Jupyter (Cocalc ou Azure par exemple) mais hélas, aucun service ne semble prendre en charge Ocaml.

Donc pour pouvoir utiliser Jupyter pour Ocaml, il faut l'installer sur son ordinateur personnel. L'environnement Windows le plus usuel pour Jupyter Notebook est Anaconda mais le moteur Ocaml n'y est pas disponible.

Pour être plus précis, Jupyter pour Ocaml est un package Opam (un gestionnaire de packages Ocaml) de nom ocaml-jupyter créé par Akinori ABE et qui permet d'utiliser une boucle interactive (*repl*) dans des feuilles Jupyter. La page officielle est sur Opam. La page de développement est sur Github.

Noter qu'il s'agit bien du langage Ocaml et pas de Caml Light.

Jupyter pour Ocaml sous Windows

Ocaml étant relativement mal pris en charge nativement par Windows mais très bien sous Linux, on peut parvenir à installer Jupyter pour Ocaml en utilisant le *Windows subsystem for Linux* (WSL). On installe alors Jupyter pour Ocaml comme on l'installerait sous Linux. Une fois installé, c'est le navigateur web sous Windows qui prend en charge l'interface Jupyter.

Le sous-système Windows pour Linux

Depuis Windows 10, il est possible officiellement d'installer Linux sous Windows. Cette possibilité est offerte à travers le *sous-système Windows pour Linux*, en anglais *Windows subsystem for Linux* (WSL) :



Depuis un Bash (le même que sous Linux), on peut alors installer et exécuter des binaires Linux. Le sous-système peut communiquer avec le système de fichiers de Windows 10. La version de Windows 10 doit être en 64 bits.

Il ne s'agit pas d'une machine virtuelle en sorte que le système est relativement rapide et raisonnable en consommation mémoire. Toutefois, l'environnement graphique de Linux n'est pas pris en charge. Tout se fait donc avec des commandes texte.

Pour simplifier, je parlerai aussi de Bash au lieu de WSL car l'interaction avec le sous-système se fait essentiellement via ce Bash.

Accès au sous-système

Pour accéder à WSL, il faut :

- placer Windows 10 en mode développeur
- activer WSL (ce qui charge un package)
- redémarrer Windows
- installer une distribution Linux telle que Ubuntu 18.04 depuis le magasin Microsoft (pas d'inquiétude, c'est une installation légère et plutôt rapide)
- définir un nom d'utilisateur et un mot de passe dans le Bash.

Pour l'installation en détail, voir plus bas.

Deux utilisateurs

Pour la suite, distinguer

- le nom d'utilisateur Linux : c'est le nom sous lequel l'utilisateur se déclare en fin d'installation du WSL et c'est aussi le nom du répertoire /home par défaut quand on ouvre le Bash; je noterai ce nom monNomLinux (pour moi dans les exemples, c'est **po**);
- le nom d'utilisateur Windows : c'est le nom sous lequel l'utilisateur s'identifie sous Windows lorsqu'il fournit son mot de passe. Je noterai ce nom monNomWindows (pour moi dans les exemples, ce sera encore po). Ce nom est aussi le nom d'un dossier Windows : C:\Users\monNomWindows.

Ces noms peuvent être distincts.

Accès au système de fichiers Windows

L'interaction avec WSL se fait essentiellement via une console Bash. Cette console est une console Linux. Elle s'ouvre sur le répertoire utilisateur /home/monNomLinux. Depuis cette console, on accède au système de fichiers de Windows via le répertoire /mnt/c où mnt désigne le répertoire habituel de montage (*mount* dans la terminologie Linux) et **c** fait référence à la partition principale **C** : de Windows. Par exemple, j'accède à mon répertoire personnel po de Windows via le chemin /mnt/c/Users/po.

Cas rare

Si vous n'avez pas de nom d'utilisateur Windows (accès sans mot de passe à Windows, c'est assez rare) ou que votre déclaration de nom d'utilisateur échoue : vous risquez que votre bash WSL soit en root, ce qu'il vaut mieux éviter (et empêche le fonctionnement par défaut de Jupyter). Dans ce cas, autant créer un accès à Windows avec un nom d'utilisateur avant d'installer WSL.

Installer WSL en détail

Voici comment installer le Bash Ubuntu sous Windows 10. J'utiliserai la dernière LTS d'Ubuntu, la 18.04.

Il faut d'abord placer Windows 10 en mode développeur. Pour cela, dans la barre de recherche des paramètres de Windows, taper **développeur** et choisir "pour les paramètres de développeur". Cocher alors la case Mode développeur :

← Paramètres		- 0 ×
ம் Accueil	Pour les développeurs	
Rechercher un paramètre P	Utiliser les fonctionnalités de développement	Créez votre propre application Windows
Mise à jour et sécurité	Ces paramètres sont destinés uniquement au développement.	Créez une application de plateforme Windows universelle
C Windows Update		(UWP) et partagez-la avec le monde entier via le Windows Store.
Sécurité de Windows	N'installez que des applications du Microsoft Store.	Obtenir des informations sur les applications UWP
T Sauvegarde	O Charger une version test des applications	
Résoudre les problèmes	Installer des applications provenant d'autres sources de confiance, comme votre entreprise.	Vous avez des questions ? Obtenir de l'aide
① Récupération	Mode développeur	
 Activation 	Installez une application signée et approuvée et utilisez des fonctionnalités de développement avancées.	Optimiser Windows Faites-nous part de vos
- Localiser mon appareil		commentaires
Pour les développeurs		
Programme Windows Insider	Désactivé	
	Detection d'appareils	
	Rendez votre appareil visible pour les connexions USB et le réseau local.	
Taper ici pour rechercher	4 📮 🧿 🙆 🌣	e ^R ∧ 🕄 📼 🖫 🗘 17:28 23/09/2018 🔩

Ensuite, il faut activer WSL. Rechercher dans Cortana la chaîne *panneau de configuration* et cliquer sur Panneau de configuration puis encore sur *programmes* :

Corbeile V4.Windows	Image: Pannesu de configuration ← → Image: The pannesu de configuration	on anneau de configuration Ajuster les j Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su	saramètres de l'ordinateur stème et sécurité subtre fétat de vice admateur geittre des copies de savegarde de vos fic de l'Historique des fichies vegarder et restaurer (Windows 7) seau et Internet her l'Etat et la gestion du réseau tériel et audio cher les périphérique et les paramètres de mobilité communém sét	hiers à 🤐 initialité ent	✓ 0 Afficher par: Catégorie ▼ Comptes d'utilisateurs Modifier le type de compte Apparence et personnalisation Horloge et région Modifier les formats de date, d'heure ou de nombre Options d'ergonomie Lasser Windows suggérer les paramètres Optimiser l'affichage	- 0	×
⊕ Tape	r ici pour rechercher	J. J.	• • •			■ ^ %	뛰 ⁽¹⁾ 22/09/2018 ট

puis cliquer sur Activer ou désactiver des fonctionnalités Windows :

Programmes			- 0	×
← → × ↑	ration > Programmes	v 0		,P
Page d'accueil du panneau de configuration Système et scuitté Réseu et Internet Matériel et audio Comptee d'utilisateurs Apparence et personalisation Horloge et région Options d'ergonomie	Programmes et fonctionnalités Matter ou descriver des fonctionnalités Windows Extourte des programmes concup pour des venions précédentes de Windows Comment intalleur un programme Programmes par défaut Modifier les paramétres par défaut Modifier les paramétres par défaut Modifier les paramétres par défaut			
O Taper ici pour rechercher	4 🥫 🧿 🐼 💷	^ ^م م	■ 日 中 17:30 23/09/201	: 3

et dans la liste, cocher la case Sous-système Windows pour Linux :

← → · · ↑ → Penneau de configuration → Programmes · · · ○ Rechercher · P Page d'accuei du panneau de configuration System et sécurité Reseau et Internet Securité Activer ou désactiver des fonctionnalités Windows Activer ou désactiver des fonctionnalités Windows Compte d'utilisteurs Apparence et personnalisation Hologe et région	Programmes
Options d'ergonomie	 ← → ← ▲ ▲ ▲ → Panneau dir Page d'accuei du pannesu de configuration Système et sécurité Réseu et Internet Matérié et audio Programmes Compte d'utilisteurs Apparence et personnalisation Horloge et région Options d'ergonomie

Redémarrer Windows (obligatoire si on veut poursuivre).

Après redémarrage, dans Cortana, taper **Store** et sélectionner le **Microsoft Store** :



Le Store vous propose de vous connecter, vous pouvez répondre *Non merci*. Dans la barre de recherche, chercher *Ubuntu* et sélectionner Ubuntu 18.04 (dernière LTS) :



Choisissez "Obtenir" puis, une fois installé, choisir "Lancer". Un terminal va finir par apparaître et dont le titre est Ubuntu 18.04 :



Au bout de quelques minutes, il demande de donner un nom d'utilisateur (voir copie d'écran plus bas) : taper un nom d'utilisateur, pas forcément identique à votre nom d'utilisateur Windows. Donner un mot de passe. Attention, strictement rien n'apparaît quand on tape les caractères du mot de passe, pas d'astérisques ni même aucun curseur. Le système vous demandera de confirmer le mot de passe :



Une fois ces opérations terminées, le Bash est opérationnel.

Le copier-coller dans la console ne semble marcher qu'à la souris et avec un clic droit (ne marche pas au clavier).

Pour désinstaller WSL, il faut

- désinstaller la version de Linux que vous avez installée (aller dans paramètres puis programmes),
- décocher la case d'activation
- quitter le mode développeur.

Si vous avez eu un problème de configuration et que vous voulez réinitialiser WSL, vous pouvez le faire sans désinstaller et réinstaller. Il suffit de réinitialiser :

```
Menu Démarrer > Paramètres > Applications > Ubuntu 18.04 > Options avancées > Réinitialiser
```

Toutefois, cette méthode ne marche pas toujours et le plus sûr reste de désinstaller.

L'installation résumée de Jupyter pour Ocaml

Si vous n'avez pas l'habitude d'installer du logiciel sous Linux, vous pouvez passer ce qui suit. Sinon, sachez qu'il est simple d'installer Jupyter pour Ocaml dans le Bash de Windows (WSL), c'est exactement comme sous Linux.

Voici en résumé la totalité de l'installation. Vous :

- installez WSL qui fournit Bash sous Windows
- téléchargez un script maison d'extension sh nécessaire à l'installation de ocaml-jupyter
- copiez dans votre /home ce script depuis le Bash avec la commande cp (le système de fichiers Windows est accessible depuis /mnt/c où c représente le lecteur C:)
- exécutez la totalité le script avec la commande bash

- relancez le bash (fermer et ré-ouvrir)
- lancez la commande jupyter notebook en console depuis le Bash, comme sous Linux,
- copiez à la souris l'url générée que vous collez dans un navigateur Windows
- devriez tomber sur le Dashboard de Jupyter et pouvoir utiliser Jupyter avec un moteur Ocaml.

Le script d'installation

Pour installer Jupyter pour Ocaml, vous allez exécuter un script dans le Bash (télécharger ICI et dézipper). Voici le contenu de ce script :

```
# maj
sudo apt update
# jupyter
sudo apt install python-pip
sudo pip install jupyter
# opam
sudo apt install opam
# lib ocaml-jupyter
sudo apt install m4
sudo apt install libzmq3-dev
sudo apt install libgmp-dev
sudo apt install pkg-config
sudo apt install zlib1g-dev
sudo apt install libcairo2-dev
# (indispensable) initialise opam
# A la fin, répondre y pour modification fichiers profile et ocamlinit
opam init
# ocaml-jupyter
opam install jupyter
# hack
mkdir .local
mkdir .local/share
mkdir .local/share/jupyter
# kernel
sudo jupyter kernelspec install --name ocaml-jupyter "$(opam config var share)/jupyter
```

Si vous devez être amené à modifier ce script, faites en sorte de garder des sauts de ligne UNIX (et pas Windows).

Il est commenté (cf. la ligne qui suit chaque hashtag). Quelques explications :

- la première ligne met à jour les paquets de la base de données de apt

- ensuite, Jupyter est installé;
- Opam (gestionnaire de paquets Ocaml) est installé;
- ensuite, des bibliothèques utiles pour ocaml-jupyter sont installées;
- Opam est initialisé; c'est à ce moment-là que l'utilisateur doit choisir une réponse qui n'est pas la réponse par défaut;
- ocaml-jupyter est installé;
- des répertoires sont créés pour contourner une difficulté due à un défaut de droits
- enfin, le kernel Ocaml est déclaré.

Placer le script dans votre répertoire personnel sous Windows : C: \Users\monNomWindows\install.sh (par exemple, dans mon cas, monNomWindows est **po**) :

ightarrow ~ ightarrow ightarr	e local (C:) > Utilisateurs > po >			~ Ū	Rechercher dans : po)
Documents	^ Nom ^	Modifié le	Туре	Taille		
📰 Images	Bureau	23/09/2018 15:14	Dossier de fichiers			
Captures d'écran	2 Contacts	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
Images enregistrées	Documents	21/09/2018 21:41	Dossier de fichiers			
non	🛧 Favoris	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
ok	📰 Images	23/09/2018 19:03	Dossier de fichiers			
- Dellieule	n Liens	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
	🁌 Musique	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
ok.zip	Objets 3D	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
Musique	a OneDrive	21/09/2018 11:51	Dossier de fichiers			
🧊 Objets 3D	Parties enregistrées	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
🖊 Téléchargements	Recherches	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
🚪 Vidéos	scripts_jupyter_ocaml	23/09/2018 11:53	Dossier de fichiers			
Local (C:)	Téléchargements	23/09/2018 15:14	Dossier de fichiers			
	Vidéos	20/09/2018 19:44	Dossier de fichiers			
Deflere	demo junuter involu	20/09/2018 16:06	Fichier IPYNB	3 Ko		
Perilogs	🧾 install.sh	23/09/2018 12:39	Fichier SH	1 Ko		
Program Files (x8b)						
- Programmes						
Utilisateurs						
SD-PO (D:)	~					

Je n'ai pas installé le package jupyter-archimedes qui permet de faire des visualisations 2D, cf. Github pour pouvoir le faire.

L'installation de ocaml-jupyter en détail

Pour ce qui suit, vous devez avoir installé le Bash Ubuntu 18.04 sous Windows et devez disposer du mot de passe de super-utilisateur du Bash.

L'installation décrite ci-dessous suit les étapes indiquées dans la page Github du projet ocamljupyter; j'ai complété en fonction des succès/insuccès de ma propre installation.

Au moment de l'installation, j'avais un système Windows 10 quasiment inutilisé, sur un portable Dell Latitude. De même, WSL a été installé uniquement pour installer ocaml-jupyter. Si vous utilisez un Bash qui a déjà subi des installations, il se peut que l'installation ci-dessous ne fonctionne pas.

L'installation peut être vue comme complexe si on n'a pas l'habitude d'utiliser une console Bash. Elle est aussi assez longue, elle dure facilement de l'ordre de 30 minutes. Cette durée dépend en fait de la vitesse de votre connexion Internet et de la puissance de votre ordinateur, donc ça peut être 20 minutes ou plus d'une heure.

Lancement du Bash

Si votre Bash est resté ouvert après que vous l'ayez installé, passez à la section suivante. Sinon, il faut le réouvrir. Pour cela : menu Démarrer > Ubuntu.



S'assurer que le dossier d'ouverture par défaut du bash est /home/monNomLinux (normalement c'est le cas). En principe, un tilde apparaît dans le prompt ainsi que votre nom d'utilisateur Linux : Si vous avez un doute, lancez la commande pwd et vous devriez lire que vous êtes dans /home/monNomLinux :



Copier le script depuis Bash

Copier "depuis" le Bash le script d'installation depuis leur répertoire C:\Users\monNomWindows\install.sh (où il est censé se trouver comme précisé plus haut) vers le répertoire courant :



(sur l'image, l'adresse n'est pas exactement la même).

La commande à saisir dans le Bash est la suivante :

```
cp /mnt/c/Users/monNomWindows/install.sh ~
```

Dans mon cas par exemple, monNomWindows est remplacé par po.

La fin de la ligne est un caractère tilde qui indique que la destination de la copie est /home/monNomLinux, dans mon cas /home/po. La commande cp permet de copier sous Linux.

Détail : vous pouvez saisir toute la commande mais en fait le système peut le faire largement à votre place : en appuyant sur la touche TAB, il faut demander au système de compléter ou de proposer un choix, ce qui vous évite de recopier et évite aussi les erreurs de saisie.

Optionnel : vérifier que les scripts ont bien été copiés :

ls

ce qui doit afficher

install.sh

Optionnel : vous pouvez vérifier le contenu du script d'installation en tapant

cat install.sh

ce qui affichera

```
# maj
sudo apt update
```

```
# jupyter
```

```
sudo apt install python-pip
sudo pip install jupyter
# opam
sudo apt install opam
# lib ocaml-jupyter
sudo apt install m4
sudo apt install libzmq3-dev
sudo apt install libgmp-dev
sudo apt install pkg-config
sudo apt install zlib1g-dev
sudo apt install libcairo2-dev
# (indispensable) initialise opam
# A la fin, répondre y pour modification fichier profile et ocamlinit
opam init
# ocaml-jupyter
opam install jupyter
# hack
mkdir .local
mkdir .local/share
mkdir .local/share/jupyter
# kernel
sudo jupyter kernelspec install --name ocaml-jupyter "$(opam config var share)/jupyter
```

Exécution du script

Taper dans le Bash la commande

bash install.sh

et valider :



Au total, **l'exécution va durer plusieurs dizaines de minutes**. Vous serez sollicité à plusieurs reprises.

Une fois (au tout début) pour donner le mot de passe super-utilisateur (cf. image ci-dessus).

A de très nombreuses reprises, une question sera posée et deux ou trois choix de réponses seront possibles dont un unique choix par défaut, écrit en majuscule. A chaque fois **sauf une**, vous pouvez taper sur ENTRÉE ce qui validera le choix par défaut, comme ici :



A une seule reprise (lorsqu'il s'agit d'initialiser Opam, plutôt dans le dernier tiers de l'installation, voir l'image ci-dessous) :



il faudra donner un choix autre que celui par défaut. Le choix par défaut est ${\bf N}$ et le choix à taper est ${\bf y}.$

Lancement de Jupyter pour Ocaml

Une fois le script exécuté et de retour au prompt du Bash, **il faut fermer le Bash** (en cliquant sur la croix de la fenêtre) et le relancer via le Menu démarrer :



Le lancement d'une feuille Jupyter se fait alors en tapant la commande en minuscules :

jupyter notebook

Cette commande crée une URL en http dans la sortie de la console. Sélectionner l'URL à la souris puis copier avec un clic-droit (ne pas s'étonner que cela désélectionne) :



Ouvrir un navigateur Windows (j'ai testé avec Chrome et Microsoft Edge) et coller l'URL dans la barre d'adresse puis valider. Cela ouvre le Dashboard de Jupyter :

-	no@DESKTOP-J 20GEIR·~	– n x		
0	C Home × +	-	o ×	
Corbeille	\leftrightarrow \rightarrow C \odot localhost:88888/tree	Q \$	Θ:	
	💭 Jupyter	Quit Logout		
	Files Running Clusters			
	Select items to perform actions on them.	Upikid New - 2		
	🔲 0 🖵 🖿 /	ame 🗣 🛛 Last Modified 🛛 File size		a state of the
	Install.sh	il y a 23 minutes 620 B		
E O Taper i	ci pour rechercher 🛛 📮 🌀 🔕 🧕		^ ^م م	13:20 (a) 23/09/2018

Cliquer sur le bouton New et, parmi les deux moteurs disponibles, choisir Ocaml et valider.

1	A nomDESKTOP-120GEIR:~	- n x
•	C Home × +	- 🗆 ×
Corbeille	\leftrightarrow \rightarrow C (i) localhost:8888/tree	० 🛧 🕒 :
	💭 jupyter	Quit Logout
	Files Running Clusters	
	Select items to perform actions on them.	Upload New 🛪 💈
	0 - 1	Name
	Install.sh	Python 2 D B
		Other:
		Text File
		Folder
Taper id	ci pour rechercher 🔒 📙 🧿 🥥 🧿	x ^R ~ 😁 🔛 아이 13:20 23/09/2018 😼

Cela ouvre une feuille Jupyter Notebook avec des cellules pour du code Ocaml. Vous devriez entre-apercevoir une étiquette sur fond bleu clair qui indique **Noyau prêt** :

1	🙆 no@DESKTOR-J 20GEIR: ~	n x				
0	C Home x / Untitled x +	-	[×	
Corbeille	$\leftrightarrow \rightarrow {\bf C} $ () localhost:8888/notebooks/Untitled.ipynb?kernel_name=ocaml-jupyter	Q	☆	θ	8	
	💭 Jupyter Untitled (modifie)	Logout			^	
	Noyau prêt Sauvegarde toutes les 120 sec. De Confiance 🖋 OCa	iml 4.05.0 C	>			
	File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help					
	E + 3-: C I I ← ↓ H Exècuter ■ C H Code ▼ ■					
	Entrée []:					
					1	
	Loading [MathJax]/extensions/Safe js					
	En attente de l'atticnage du cacne				*	
E O Taper ici	pour rechercher 🖟 👼 🧿 🙆			Ŕ	へ物	13:20 E (1) 23/09/2018

Le nom du moteur est visible en haut à droite, avec un cercle à fond clair (si c'est foncé, c'est que le moteur ne charge pas).

Essayez du code Ocaml et vérifiez qu'il fonctionne correctement :

		/		
0	C Home X / Untitled X +	-		×
Corbeille	\leftarrow \rightarrow C O localhost:8888/notebooks/Untitled.ipynb?kernel_name=ocaml-jupyter	0, ☆	Θ	:
	C jupyter Untitled (modifié)	igout		
	File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help De Confiance & OCamI 4.05	5.0 O		
	E + ≫ 2 E ↑ ↓ H Exécuter ■ C → Code			
	2			
	Entrée [1]: 3+2			
	Out[1]: - : int = 5			
	Entrée []:			
⊕ Taper ici	pour rechercher 🔒 📙 🧿 🥝 🧿		۶Å	へ 智 臣 40) 13:20 23/09/2018 📑

Pour quitter, fermer le navigateur (Jupyter sauvegarde automatiquement) et interrompre le serveur qui donne accès à votre feuille Jupyter, en tapant "dans" le Bash, CTRL+C autant de fois que nécessaire ce qui fait réapparaître le prompt du Bash. Par défaut, votre feuille est sauvagardée dans le répertoire de lancement de Jupyter (a priori, votre /home).

Difficultés possibles

Au cours des multiples tentatives d'installation, j'ai rencontré deux difficultés principales :

(a) D'abord, une impossibilité du chargement du moteur Ocaml (pourtant bien présent dans le menu) dans la feuille Jupyter, le message d'erreur étant :

dllwt_unix_stubs.so: cannot open share object file: No such file or directory

et un encadré dans le navigateur indiquant

Noyau en cours de démarrage, patientez ...

(b) Autre difficulté : au moment du lancement de la commande jupyter notebook, message d'erreur indiquant que je n'ai pas les droits sur le répertoire ~/.local/share, d'où la création préventive dans le script par l'utilisateur des répertoires utiles (cf. les commandes mkdir dans le script). On peut contourner cette difficulté en lançant jupyter notebook en root (déconseillé) avec le drapeau --allow-root mais cela me ramenait à la difficulté ci-dessus.

Comment importer une feuille Jupyter?

Si on dispose d'une feuille jupyter, d'extension ipynb et qu'on veut la charger dans Jupyter depuis le Bash, comment fait-on?

Il suffit d'ouvrir une feuille Jupyter Notebook par la procédure habituelle. Une fois devant le Dashboard, cliquer sur le bouton Upload ce qui ouvre l'arborescence Windows depuis votre répertoire C:\Users\monNomWindows. Là chercher et charger votre feuille Jupyter.

image: image: 2009/2018 1544 image: 2009/2018 1544 image: image: image: image: 2009/2018 1544 image: image: image: 2009/2018 1544 image: image: image: 2009/2018 1544 image: image: image: image: 2009/2018 1544 image:	Image: Select items to perform actions on the image: Select items to perform actions to perform actions on the image: Select items to perform actions to perform actions on the image: Select items to perform actions to perform actions to perform actions on the image: Select items to perform actions to perform actindification actions to perform actions to pe						~							Ouvrir	lhost:8888/tre	Ioca) ŵ
Files Running Clusters Select items to perform actions on the 	Files Running Clusters Select items to perform actions on the	1	Logout	Quit			Q	ро	lechercher dans : p	v Ö	>	:urs > po	📙 « Utilisate	$\leftarrow \ \ \rightarrow$		yter	💭 jup
Files Running Clasters Images 2009/2018 19-44 Images Images 2009/2018 19-44 Images 2009/2018 19-44 Images Images Images Images 2009/2018 19-44 Images Images Images Images Images 2009/2018 19-44 Images Images Images Images Images 2009/2018 19-44 Images	Files Running Clasters Nom Modifie T Select items to perform actions on the Images Images 20/09/2018 19:44 Uptood Uptood New Images Images ActivePresenter Images 20/09/2018 19:44 Images 20/09/2018 19:44 Images Images Images Images 20/09/2018 19:44 Images Images Images Images Images 20/09/2018 19:44 Images Images <td< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td><td>•</td><td>Bee</td><td></td><td></td><td>ier</td><td>Nouveau dossi</td><td>Organise</td><td></td><td></td><td></td></td<>						0	•	Bee			ier	Nouveau dossi	Organise			
Select items to perform actions on the images 22009/2018 1944 0 images 22009/2018 1944 0 imag	Select items to perform actions on the images						τ.^	é le	Modifié		Nom	* ^	gements	🕂 Té	Clusters	Running	Files
Image: 200/2018 1085 Image: 200/2018 1085 Image: 200/2018 1085 Image: 200/2018 1084 Image: 200/2018 1086 Image: Image: Image: Image: Image: Image: Image: Image: Image:	Images 2.009/2018 19:44 0 Images Images 2.009/2018 19:	C	New -	Upload			D	2018 19:44	20/09/20		★ Favoris	1	ats	🔮 Do	actions on then	s to perform a	Select item
Captures d'écan Musique 2009/2018 1964 Uité d'écan Uité d'écan <td>Captures d'écran Musique 2009/2018 19:44 0 III y a 6 heures 72 B Captures d'écran Objets 30 2009/2018 19:44 0 II y a 6 heures 72 B Image: Straight Str</td> <td></td> <td>File size</td> <td>st Modified</td> <td>4 1</td> <td>Name 4</td> <td>D</td> <td>2018 18:45</td> <td>20/09/20</td> <td></td> <td>Images Ziens</td> <td>~</td> <td>esenter</td> <td>Ac</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td>	Captures d'écran Musique 2009/2018 19:44 0 III y a 6 heures 72 B Captures d'écran Objets 30 2009/2018 19:44 0 II y a 6 heures 72 B Image: Straight Str		File size	st Modified	4 1	Name 4	D	2018 18:45	20/09/20		Images Ziens	~	esenter	Ac	-	-	
Constructury no Constructury no Const	C of DiscoupyInd scripts_jupyter_ocaml D objets 3D 20/09/2018 19:44 0 if y & o returns if y & o retur	R	721	a 6 houron		THOMIC 4	D	2018 19:44	20/09/20		Musique		d'écran	_ Ca		Lintified in m	
Install sh Install sh </td <td>Install sh Video jupyter_ocam V</td> <td></td> <td>121</td> <td>aoneures</td> <td></td> <td>-</td> <td>D</td> <td>2018 19:44</td> <td>20/09/20</td> <td></td> <td>Objets 3D</td> <td></td> <td>ipyter_ocaml</td> <td>sci</td> <td></td> <td>Onuled.ipyn</td> <td></td>	Install sh Video jupyter_ocam V		121	aoneures		-	D	2018 19:44	20/09/20		Objets 3D		ipyter_ocaml	sci		Onuled.ipyn	
Corpering Constraints and the second s		в	6201	a 6 heures			D	2018 19:44	20/09/20		Parties enregistrées		pyter_ocaml	📙 vic		install.sh	
Ce PC	Ce PC						D	2018 19:44	20/09/20		Recherches			🝊 One			
Bureau Coursents Co	Construction of the c						D	2018 11:53	23/09/20		scripts_jupyter_ocaml			💻 Ce F			
Documents Images Nom du fichier : demo_jupyter.jpynb 20/09/2018 16.06 F ∨ Nom du fichier : demo_jupyter.jpynb Tous les fichiers (*) ∨ Quvrir Annuler	Documents 20/00/2018 16-06 E -						D	2018 19:14	20/09/20		Vielenargements	<u> </u>		🔜 Bu			
Nom du fichier : demo jupyter.jpynb V Tous let fichiers (*) V Ouwir Annuler							F 🗸	2018 16:06	20/09/20		demo_jupyter.ipynb		nts	🔮 Do			
Nom du fichier : demo jupyter.jpynb V Tous les fichiers (*) V Ouvrir Annuler	E Images V C >						>				<	×		📰 Im			
Ouvrir Annuler	Nom du fichier : demo_jupyter.jpynb						~	")	Tous les fichiers (*)	~	no_jupyter.ipynb	chier : den	Nom du fic				
	Ouvrir Annuler							Annule	Ouvrir								
	Nom du hchier: dema_upyter.pynb v louis lei hchieri () v Ouviri Annuler						×	-) Annule	Ouvrir		o_jupyter.ipynb	:hier : den	Nom du fic				

De retour au Dashboard, cliquer sur le bouton **Téléverser** puis, cliquer sur le nom de la feuille : cela ouvre la feuille qui, si le moteur est reconnu, sera fonctionnelle.

Comment exporter une feuille Jupyter?

On vient de créer ou d'importer une feuille Jupyter Notebook, matérialisée par un fichier d'extension ipynb et présent à la racine de votre home. Vous voulez l'exporter vers votre système de fichiers Windows. Pour cela, dans le menu File de la feuille, choisir **Download as** puis le format ipynb et la feuille est placée par défaut dans le répertoire Téléchargements de Windows.

File Edit View	Insert Cell Kernel	Widgets Help		De Confiance	OCaml 4.05.0	0
New Notebook						
Open	ouverte des fo	onctions en Ocam	าไ			
Make a Copy						
Save as	ier exemple					
Rename	tion est définie en utilisant	le mot-clé let . Par exemple, ci-o	dessous on définit la fonctio	n qui à un entier lui associe son successeur.		
Save and Checkpoint	on définie est nommée ici	f . La deuxième ligne de code effe	ectue un appel à la fonction	. Plaçons le code dans une cellule et exécutons	-la :	
Revert to Checkpoint						
	= x+1;;					
Print Preview						
Download as	Notebook (.ipynb)					
Notebook de confiance	OCaml (.ml)					
	HIML (.ntml)	ésente le retour de la fonction f	: une fonction prend des ar	auments (ci-dessus 2020) et renvoie auelque ch	nose, Noter	
Close and Halt	Markdown (md)	st pas forcément nécessaire.				
Comme	reST (rst)					
000000	LaTeX (.tex)					
val	PDF via LaTeX (.pdf)	,				
f est ur	asciidoc (.asciidoc)	issocie un entier. Le typage n'est	t pas explicite, il est inférée	par le compilateur Ocaml.		
	custom (.txt)					
3888/notebooks/demo_jupyter.ipyn	b#	е				
		-				