

OCaml

1 - Les bases

<http://tsi.tuxfamily.org/OCaml>

vincent.maille@ac-amiens.fr



5 février 2023

Python (comme le C, C++,...) est un langage **impératif** : on utilise des emplacements/variables, on y met des valeurs à l'aide d'une suite d'instructions, on déplace, modifie ces valeurs ...



Différences avec Python

OCaml est un langage **fonctionnel** : on crée des fonctions, qui sont appelées par d'autres fonctions (comme en mathématiques, on définit des fonctions, qui sont composées entre elles,...)

Exemple avec le calcul de factorielle n

Exemple avec le calcul de factorielle n

$$0! = 1 \text{ et } \forall n \in \mathbb{N}, n! = \prod_{k=1}^n k!$$

En Python :

```
def fact(n) :  
    f = 1  
    for k in range(2,n+1) :  
        f = f * k  
    return f
```

Exemple avec le calcul de factorielle n

$$0! = 1 \text{ et } \forall n \in \mathbb{N}, n! = \prod_{k=1}^n k!$$

En Python :

```
def fact(n) :  
    f = 1  
    for k in range(2,n+1) :  
        f = f * k  
    return f
```

En OCaml :

```
let rec fact = function  
  | 0 -> 1  
  | n -> n * fact (n-1)  
;;
```

Exemple avec le calcul de factorielle n

$$0! = 1 \text{ et } \forall n \in \mathbb{N}, n! = \prod_{k=1}^n k!$$

En Python :

```
def fact(n) :  
    f = 1  
    for k in range(2,n+1) :  
        f = f * k  
    return f
```

En OCaml :

```
let rec fact = function  
  | 0 -> 1  
  | n -> n * fact (n-1)  
;;
```

$$0! = 1 \text{ et } \forall n \in \mathbb{N}^*, n! = n \times (n - 1)!$$

Python est un langage **interprété** (il faut un moteur Python qui se charge de lire les lignes une à une au fur et à mesure et de les exécuter).



Différences avec Python

Caml = "Categorical Abstract Machine Language", soit "langage de la machine abstraite catégorique" est un **langage compilé**. Le O de OCaml signifie que c'est un langage **orienté objet**.

Même si OCaml est un langage compilé, on dispose d'un mode interprété, appelé Top-Level

Même si OCaml est un langage compilé, on dispose d'un mode interprété, appelé Top-Level

En réponse au signe d'invite du mode interactif (le caractère #), les **phrases** ou **requêtes** peuvent occuper plusieurs lignes et se terminent par ; ;

```
#1+2;;  
- : int = 3
```

On peut nommer de manière globale un résultat

```
#let v = 7;;  
v : int = 7  
#v + 3;;  
- : int = 10
```

$$\underbrace{v}_{\text{nom}} : \underbrace{\text{int}}_{\text{type}} = \underbrace{7}_{\text{valeur}}$$

Vocabulaire

v est ici un **identificateur global**, c'est à dire accessible dans tout le programme et **immuable** (ou **non mutable**), c'est à dire que l'on ne peut pas le modifier sans le redéfinir. Il correspond au "soit" en mathématiques comme dans « Soit I , le milieu de $[AB]$ ».

Définir un identificateur local :

```
# let x = 14 in x / 3;;  
- : int = 4  
# x;;  
Characters 1-2:  
  x;;  
  ^  
Error: Unbound value x
```

x n'est connu que dans l'expression qui suit le `in` : le message d'erreur : « L'identificateur x n'est pas défini »

Définir un identificateur global à l'aide d'un identificateur local :

```
# let y = let x = 14 in x / 3;;  
val y : int = 4  
# y;;  
- : int = 4  
# x;;  
Characters 1-2:  
  x;;  
  ^  
Error: Unbound value x
```

Définir plusieurs identificateurs simultanément :

```
# let x = 3 and y = 4;;  
val x : int = 3  
val y : int = 4
```

Ou dans en tant qu'identificateurs locaux :

```
# let x = 3 and y = 4 in x*y;;  
- : int = 12
```

Pensez que votre code a vocation à être relu et corrigé aux concours... Mettre des commentaires :

```
let x = 3 (* Ceci est un commentaire en OCaml *);
```

Définir une fonction :

```
# let f(x)=2*x+1;;  
val f : int -> int = <fun>  
# f(3);;  
- : int = 7
```

Ou en mode "abrégé" :

```
# let f x = 2*x+1;;  
val f : int -> int = <fun>  
# f 3;;  
- : int = 7
```

Définir une fonction à 2 variables :

```
# let perim_Rect (long,larg) = 2 * (long + larg);  
val perim_Rect : int * int -> int = <fun>  
# perim_Rect(4,5);  
- : int = 18
```

Ou sans parenthèse (Voir prochain cours...) :

```
# let perim_Rect long larg = 2 * (long + larg);  
val perim_Rect : int -> int -> int = <fun>  
# perim_Rect 4 5;;  
- : int = 18
```


Ecrire du texte :

```
# print_string "OCaml";;  
OCaml- : unit = ()
```

Ecrire un entier :

```
# print_int (5+3);;  
8- : unit = ()
```

Aller à la ligne :

```
# print_string "Bonjour,";  
print_string "ça va ?";  
print_newline();  
print_string "Oui!";;  
Bonjour,ça va ?  
Oui!- : unit = ()
```

```
let n = -3;;
```

SI ALORS

```
if n > 2 then  
    print_string "Plus_que_2"  
- : unit = ()
```

SI ... ALORS ... SINON ...

```
if n > 2 then  
    print_string "Plus_que_2"  
else  
    print_string "Moins_que_2";;  
Moins que 2- : unit = ()
```

S'il y a plusieurs lignes à exécuter, on les délimite par `begin ... end` et on sépare les instructions d'un unique ;

```
if n > 2 then begin
    print_int n;
    print_string " est plus grand que 2"
end else begin
    print_int n;
    print_string " est plus petit que 2"
end;;

-3 est plus petit que 2- : unit = ()
```

Vocabulaire

Tout objet informatique possède un **type**.

Limitation des entiers :

- dans l'intervalle $[-2^{30}; 2^{30} - 1] = [-1073741824; 1073741823]$
pour CAML 32 bits
- dans l'intervalle $[-2^{62}; 2^{62} - 1] \approx [-4, 6.10^{18}; 4, 6.10^{18}]$
pour CAML 64 bits



Différences avec Python

On peut connaître le plus grand entier grâce à la constante `max_int`.

Ajouter / Soustraire

```
#2 + 3 - 1;;  
- : int = 4
```

Multiplier

```
#7 * 4;;  
- : int = 28
```

Vocabulaire

$+$, $-$ et $*$ sont **opérateurs binaires** (à deux arguments) **infixes** (un argument avant et un après le symbole).

Quotient (entier)

```
#7 / 4;;  
- : int = 1
```

Reste

```
#7 mod 4;;  
- : int = 3
```

Remarques :

- Le reste de $a \div b$ est défini comme l'unique entier r du même signe que a et tel que $|r| < |b|$.
- Il n'y a pas de fonction puissance ou racine carrée de prédéfinies sur les entiers



Différences avec Python

Vocabulaire

OCaml est un langage **fortement typé**,
cela signifie en particulier que :

- Les conversions implicites de types sont formellement interdites.
- Le typage d'une fonction est réalisé au moment de sa définition.
- La compilation peut détecter des erreurs de typage.

```
#let a = 3 and b = 1.2;;  
a : int = 3  
b : float = 1.2  
#let c = a + b;;  
Entrée interactive:  
>let c = a + b;;  
> ^  
Cette expression est de  
type float,  
mais est utilisée avec  
le type int.
```

```
>>> a = 3  
>>> b = 1.2  
>>> c = a + b  
>>> type(a)  
<class 'int'>  
>>> type(b)  
<class 'float'>  
>>> type(c)  
<class 'float'>
```


- Opérations : +.; -.; *. et /.
- Fonctions primitives : **, sqrt, sin, float, ...
- Conversions :
 - Entier → flottant : `float_of_int 3` renvoie 3.0
 - Flottant → entier : `int_of_float 5.4` renvoie 5

- Ils peuvent prendre 2 valeurs :

```
#2 > 4;;  
- : bool = false  
#"maison" > "chateau";;  
- : bool = true
```

Opérations sur les booléens :

- ET

```
# 1 < 2 && 1/0 = 1;;  
Exception: Division_by_zero.  
# 1 > 2 && 1/0 = 1;;  
- : bool = false
```

- OU

```
# 1 < 2 || 1/0 = 1;;  
- : bool = true
```

- NON

```
#not true;;  
- : bool = false
```

- OU exclusif n'existe pas...

Remarque : ces opérateurs sont à faible **précédence**, inutile donc de surcharger avec des parenthèses

Le type `unit` ne comporte qu'une seule valeur, notée `()`.

Les fonctions à **effet de bord** (ne rendent pas une valeur mais modifient une variable globale, impriment, ...) sont en général de type `... -> unit`.

Vocabulaire

Un **multiplet** est une expression dont le type est le produit cartésien de plusieurs types

```
#1, 1;;  
- : int * int = 1, 1  
#"pi", 3.14;;  
- : string * float = "pi", 3.14  
#(1,3);;  
- : int * int = 1, 3  
#1, (2, 3);;  
- : int * (int * int) = 1, (2, 3)
```

- Récupérer la première composante d'un couple :

```
#fst (1, 2);;  
- : int = 1
```

- Récupérer la seconde composante d'un couple :

```
#snd (4, 5);;  
- : int = 5
```

- Pour un multiplet quelconque :

```
# let (a, _, b, _, _) = (4, 3, 6, 8, 9);;  
val a : int = 4  
val b : int = 6
```