

# CAML

## 10 - Autres types et structures

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



8 juin 2023

OCaml distingue :

- Le caractère 'a'
- La chaîne de caractères "a"

```
# let x = 'a';;  
val x : char = 'a'  
# let x = "a";;  
val x : string = "a"
```



Différences avec Python

Opérations sur les chaînes : on utilise le module String d'où la syntaxe (proche de Python) :

- Concaténation : ^ :

```
# "bon" ^ "jour";;  
- : string = "bonjour"
```

- Connaître la longueur d'une chaîne :

```
# String.length "OCaml";;  
- : int = 5
```

- Connaître le caractère d'indice  $i$  :

```
# let txt = "OCaml" in txt.[1];;  
- : char = 'C'
```

Une chaîne est une donnée **non mutable**. Depuis la version 4.02 d'OCaml, on ne peut plus modifier un élément d'une chaîne (comme en Python).

D'autres fonctions peuvent-être utiles pour vos TIPE, mais n'ont pas à être connues :

- Créer une chaîne de longueur donnée :

```
# String.make 3 'a';;  
- : string = "aaa"
```

(Le second argument est un caractère et non une chaîne).

- Extraire une sous-chaîne :

```
#let txt = "OCaml est un langage fonctionnel"  
      in String.sub txt 13 7;;  
- : string = "langage"
```

Plus de fonctions sur la documentation officielle :

<https://v2.ocaml.org/api/String.html>

<https://v2.ocaml.org/api/Char.html>

- Obtenir le code ASCII d'un caractère et inversement :

```
#int_of_char 'A';;  
- : int = 65  
#char_of_int 70;;  
- : char = 'F'
```

**American Standard Code for Information Interchange**  
Code américain normalisé pour l'échange d'information

| x10 \ x1 | 0 | 1 | 2      | 3 | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 | 9 |
|----------|---|---|--------|---|---|---|----|---|---|---|
| 3        |   |   | espace | ! | " | # | \$ | % | & | ' |
| 4        | ( | ) | *      | + | , | - | .  | / | 0 | 1 |
| 5        | 2 | 3 | 4      | 5 | 6 | 7 | 8  | 9 | : | ; |
| 6        | < | = | >      | ? | @ | A | B  | C | D | E |
| 7        | F | G | H      | I | J | K | L  | M | N | O |
| 8        | P | Q | R      | S | T | U | V  | W | X | Y |
| 9        | Z | [ | \      | ] | ^ | _ | `  | a | b | c |
| 10       | d | e | f      | g | h | i | j  | k | l | m |
| 11       | n | o | p      | q | r | s | t  | u | v | w |
| 12       | x | y | z      | { |   | } | ~  | □ | € |   |

## Conversions :

- `int_of_string "100"` renvoie `100`
- `float_of_string "100"` renvoie `100.0`
- `string_of_int 100` renvoie `"100"`
- `string_of_float 100.0` renvoie `"100.0"`

Plus généralement, `type1_of_type2` convertit un élément de `type2` en un élément de `type1`.

Les chaînes de caractères ne sont pas mutable, néanmoins, un autre type (`Bytes`) représentant un tableau **mutable** d'octets de longueur fixée permet de contourner le problème si besoin. Les octets sont donnés sous forme de caractères en correspondance avec leurs codes ASCII.

```
# let txt = Bytes.of_string "CAML";;  
val txt : bytes = Bytes.of_string "CAML"  
# Bytes.get txt 1;;  
- : char = 'A'  
# Bytes.set txt 3 'E';;  
- : unit = ()  
# Bytes.to_string txt;;  
- : string = "CAME"
```

Ce type n'est pas à connaître, plus d'infos :  
<https://v2.ocaml.org/api/Bytes.html>

Au moment de la conception du programme, on est amené à définir des types abstraits en spécifiant quelles propriétés ils doivent vérifier (spécification fonctionnelle)

- Le développeur du type devra respecter ces propriétés, mais sera libre de l'implémentation concrète
- L'utilisateur pourra supposer que les propriétés sont vérifiées pour son code

## Vocabulaire

les **dictionnaires** (aussi appelés **tableaux associatifs** ou **tables d'association**).

On veut associer des clefs  $k \in \mathcal{K}$  à des valeurs  $v \in \mathcal{V}$ . Il est possible

- de créer un dictionnaire vide
- d'insérer une nouvelle association
- de rechercher à quelle valeur est associée une clef
- de supprimer une association
- tester la présence d'une clef

En général,  $\mathcal{K}$  est supposé totalement ordonné. Dans la suite, on supposera qu'à une clef n'est associée qu'une seule valeur au maximum (le dictionnaire est une fonction au sens mathématique)

- `type ('k,'v) dict`
- `creer : unit() -> dict`
- `insérer : dict -> 'k -> 'v -> dict`
- `rechercher : dict -> 'k -> 'v`
- `supprimer : dict -> 'k -> dict`

On ajoute souvent la fonction : `present : dict -> 'k -> bool`

- une recherche dans un dictionnaire vide renvoie une erreur.
- une recherche de la clef  $k$  dans le dictionnaire où l'on vient d'ajouter l'association  $k \mapsto v$  renvoie  $v$ .
- une recherche de la clef  $k$  dans le dictionnaire où l'on vient d'ajouter l'association  $k' \mapsto v$  avec  $k \neq k'$  renvoie la même valeur que la recherche avant l'ajout.
- une recherche de la clef  $k$  dans le dictionnaire où l'on vient de retirer l'association à  $k$  renvoie une erreur.
- une recherche de la clef  $k$  dans le dictionnaire où l'on vient de retirer l'association à  $k'$  avec  $k \neq k'$  renvoie la même valeur que la recherche avant la suppression.

Différentes implémentations possibles  
Avec une liste : voir TD

A l'aide d'un arbre binaire de recherche :

A l'aide d'un arbre binaire de recherche :

```
type ('k,'v) dict =  
  Nil  
| Noeud of ('k,'v)dict * ('k * 'v) * ('k,'v)dict
```

A l'aide d'un arbre binaire de recherche :

```
type ('k,'v) dict =  
  Nil  
| Noeud of ('k,'v)dict * ('k * 'v) * ('k,'v)dict
```

```
let creer () = Nil
```

A l'aide d'un arbre binaire de recherche :

```
type ('k,'v) dict =  
  Nil  
  | Noeud of ('k,'v)dict * ('k * 'v) * ('k,'v)dict
```

```
let creer () = Nil
```

```
let rec rechercher d k = match d with  
  Nil -> raise Not_found  
  | Noeud(_, (k',v), _) when k = k' -> v  
  | Noeud(fg,(k',_), _) when k < k'  
    -> rechercher fg k  
  | Noeud(_, (k',_),fd) -> rechercher fd k
```

```
let rec inserer d k v = match d with
  Nil -> Noeud(Nil,(k,v),Nil)
| Noeud(_, (k', _), _) when k = k'
    -> failwith "cas non traité"
| Noeud(fg,(k',v'),fd) when k < k'
    -> Noeud(inserer fg k v,(k',v'),fd)
| Noeud(fg,(k',v'),fd)
    -> Noeud(fg,(k',v'),inserer fd k v)
```

A l'aide de tables de hachage.

Le module `Hashtbl` permet la création de dictionnaires mutables (les fonctions seront rappelées en concours) :

- `Hashtbl.create : int -> ('a, 'b) Hashtbl.t`
- `Hashtbl.add : ('a, 'b) Hashtbl.t -> 'a -> 'b -> unit`
- `Hashtbl.remove : ('a, 'b) Hashtbl.t -> 'a -> unit`
- `Hashtbl.mem : ('a, 'b) Hashtbl.t -> 'a -> bool`
- `Hashtbl.find : ('a, 'b) Hashtbl.t -> 'a -> 'b`