

## TP 9.5

### Présentation

Le but du TP est de faire un bilan de toutes les choses vues depuis le début du semestre. Il est suggéré de le faire avec un minimum d'aide : aller consulter les supports de cours correspondant ou l'aide-mémoire OCaml, mais pas les corrigés des TPs précédents. Chaque exercice est un exercice « type » qui pourrait être donné lors du TP noté. Les points sont donnés à titre indicatif, sachant que le TP noté dure 1h30 et est sur 20 (donc chaque point doit pouvoir être fait en 4 à 5 minutes). Un temps conseillé est donné pour chaque section, il peut être intéressant d'essayer de le respecter et de passer aux exercices suivants quand il est écoulé (quite à revenir sur un exercice non terminé).

Pour chaque section, l'archive fournie contient un sous-répertoire avec du code à compléter.

### 1 Rappels OCaml (listes, récursion, filtrage), 20 min.

On propose deux exercices basiques sur les listes en OCaml, de niveau fin de L2. Ne pas savoir les faire doit vous inquiéter.

- (2 points) Écrire une fonction **val compress : int list -> (int \* int) list** Qui prend en argument une liste d'entiers triés par ordre croissant et qui renvoie une liste de paires (v, n) où v est un entier de la liste originale et n le nombre de fois où l'entier est répété.

```

let () =
  assert ((compress [ 1;1;1;2;2;10;12;12;12 ]) = [1,3; 2,2; 10,1; 12,3]);
  assert ((compress [ 2;3;4 ]) = [2,1; 3,1; 4,1]);
  assert ((compress [ ]) = [ ])

```

- (2 points) Écrire une fonction **val find\_last\_map : ('a -> 'b option) -> 'a list -> 'b option** qui prend en argument une fonction f, une liste l et renvoie le dernier élément de la liste l pour lequel f renvoie une valeur différente de None. Si aucun élément n'est trouvé, la fonction renvoie None. La fonction doit être récursive terminale.

```

let f n = if n > 10 then Some (string_of_int n) else None
let () =
  assert ((find_last_map f [100; 2; 200]) = Some "200");
  assert ((find_last_map f []) = None);
  assert ((find_last_map f [1;2;3]) = None)

```

### 2 Arbres binaires de recherche, 40 min.

On suppose que l'on est dans un foncteur **Make** permettant de construire un ensemble en prenant en argument un module définissant un type de valeurs et une fonction de comparaison.

```

module type COMPARABLE =
sig
  type t
  val compare : t -> t -> int
end
module Make (E : COMPARABLE) =
struct
  (* Arbres équilibrés de type AVL *)

```

```

type t = Nil (* arbre vide *)
        | Node of (int, t, E.t, t) (* hauteur, gauche, element, droite *)

let empty = Nil
(** [merge t1 t2] renvoie l'union de [t1] et [t2] sous
    forme d'un arbre équilibré *)
let merge t1 t2 = ...
end

```

Donner le code des fonctions suivantes, supposées écrites dans le foncteur. Les fonctions demandées qui produisent un arbre doivent produire un arbre équilibré. Lorsque l'on parle d'ordre, d'égalité de comparaison, on sous-entend toujours, « selon la fonction de comparaison du module **E** ».

1. (0.5 point) **val** singleton : E.t -> t renvoie l'arbre contenant une valeur
2. (1 point) **val** add : E.t -> t -> t ajoute un élément à un arbre donné
3. (1.5 point) **val** mem : E.t -> t -> bool teste si un élément est dans l'arbre
4. (2 points) **val** inter : t -> t -> t renvoie l'intersection des deux ensembles
5. (2 points) **val** range : E.t -> E.t -> t -> E.t list telle que **range e1 e2 t** renvoie la liste des valeurs de t comprises entre e1 et e2 inclus. La liste renvoyée doit être ordonnée par valeurs croissantes.

On suppose maintenant que l'on est à l'extérieur du foncteur, vous pouvez utiliser toutes les fonctions décrites dans le slide précédent, mais pas « merge ». Vous ne pouvez utiliser les fonctions de comparaisons d'OCaml (**compare**, <, ...) que sur le type **int**.

6. (2 points) Définir un module **Date** : **COMPARABLE** qui représente des dates comme des triplets d'entiers (année, jour, mois)
7. (1 point) Appliquer le foncteur **Set.Make** pour obtenir une implémentation d'un ensemble de dates dans un module appelé **DateSet** dans la suite.
8. (1 point) On suppose qu'un calendrier est un ensemble de dates. Donner une fonction :

```

val creneaux_reunion : DateSet.t -> DateSet.t -> Date.t -> Date.t -> unit

```

qui affiche dans la console sous la forme "**jour/moi/année**" la liste des créneaux se trouvant après la première date, avant la seconde date (inclus) et compatible avec les deux calendriers.

### 3 Types mutables, tables de hachage, 40 min.

#### Tableaux, références

On se donne une grille, représentée par un tableau de chaînes de caractères.

```

[| "....*...5..";
  "..4.5....2*";
  "...*.....*.";
  "....7....."; |]

```

(4 points) Les caractères sont uniquement « . », « \* » ou un chiffre. On souhaite compter le nombre de chiffres possédant une étoile dans une case adjacente, c'est à dire, juste au dessus, à droite, à gauche, en dessous ou dans les diagonales :

```

...
.5.
...

```

Dans la grille d'exemple, la réponse est 3 (le 4, 5, 2 de la deuxième ligne vérifient la condition).

**Indication** faire une fonction auxiliaire pour tester les cases autour d'une case donnée, et une fonction auxiliaire pour tester que des coordonnées sont valides.

## Table de hachage

On considère la définition ci-dessous.

```
let f =  
  let cache = Hashtbl.create 16 in  
  fun x -> ...
```

1. (1 point) Que contient l'identifiant **f** une fois sa définition évaluée
2. (3 points) On suppose une fonction **val get\_http\_ressource : string -> string** qui prend en argument une chaîne de caractères représentant une adresse internet du style

**https://www.universite-paris-saclay.fr/index.html**

et qui renvoie le contenu du fichier associé sous forme d'une chaîne. Écrire une fonction

**val get\_http\_ressource\_cache : string -> string**

qui :

- Récupère la ressource demandée au moyen de **get\_http\_ressource** au premier appel de la fonction.
- Garde en cache le résultat et le renvoi pour les 10 prochains appels sur la même adresse
- Au 11<sup>ème</sup> redemande la ressource et la met de nouveau en cache pour 10 appels.

## 4 Trie, 20 min.

On rappelle la définition du type trie en OCaml (celle fonctionnant comme une ensemble de chaînes, utilisant simplement un booléen pour indiquer qu'un nœud est terminal).

```
type trie = Node of bool * (char * trie) list
```

(4 points) Écrire une fonction **val after\_prefix : trie -> string -> trie** qui renvoie le trie de tous les mots « plus grands » que la chaîne donnée au sens de l'ordre du dictionnaire. Si le trie contient les mots { "AB", "ABCD", "ABCD", "ABCEF", "AC", "XYZ" } l'appel de la fonction sur la chaîne "ABCE" doit renvoyer le trie contenant : { "ABCEF", "AC", "XYZ" }