

## TD 2 (Les fonctions en Caml)

### Exercice 1.

1. Ajouter parenthèses et virgules dans les expressions mathématiques suivantes, sachant que  $f$  est d'arité trois (càd est une fonction de trois variables),  $g$  est d'arité deux, et  $h$  est d'arité un. Indiquer ensuite quelle sera l'expression "curryfiée" correspondante.

•  $f\ g\ 1\ 2\ h\ 3\ 4$

•  $f\ h\ g\ 1\ 2\ 3\ 4$

•  $f\ 1\ g\ 2\ h\ 3\ h\ 4$

2. Si l'on sait que  $f$ ,  $g$ , et  $h$  ont des arités différentes comprises entre un et trois, préciser les différentes manières de parenthéser correctement l'expression :  $f\ 1\ g\ 2\ h\ 3\ h\ 4$ ?

3. Pour chacun des parenthésages mathématiques des questions précédentes, indiquer la forme "curryfiée" correspondante en Caml (càd sous forme de listes emboîtées).

**Exercice 2.** En utilisant l'expression définie dans le TD précédent, définir d'au moins trois manières différentes la fonction qui à un réel associe sa valeur absolue.

**Exercice 3.** Définir en Caml les fonction suivantes et donner leur type :

- `prems` : chaîne  $x$  non vide  $\rightarrow$  1er caractère de  $x$ .
- `deuz` : chaîne  $x$   $\rightarrow$  2ème caractère de  $x$  s'il existe, le caractère `'\n'` sinon.
- `code` : caractère  $c$   $\rightarrow$  son code ASCII étendu.
- `ascii` : caractère  $c$   $\rightarrow$  son code ASCII s'il est inférieur à 128, 0 sinon.
- `projection` : coordonnées d'un point du plan  $\rightarrow$  son abscisse.
- `der` : une chaîne non vide  $\rightarrow$  son dernier caractère.
- `hypotenuse` : longueurs des deux côtés adjacents d'un triangle rectangle  $\rightarrow$  longueur de l'hypoténuse (utiliser la fonction `sqrt` pour la racine carrée).
- `estpair` : un entier  $n$   $\rightarrow$  la réponse à la question "n est-il pair?"
- `approche` : un réel  $x$  et un entier  $n$   $\rightarrow$  la valeur de  $x$  arrondi à  $n$  chiffres après la virgule si  $n$  est inférieur à 10, la partie entière de  $x$  sinon.

**Exercice 4.** Enlevez les parenthèses inutiles dans chacun des quatre types suivants :

`(int->int)`      `int->(int->int)`      `(int->int)->int`      `(int->int)->(int->int)`

**Exercice 5.** Que retourne Caml lors de l'évaluation des expressions suivantes :

- `function x -> x+1;;`
- `let f = function x -> x+1;;`
- `let g s = s.[0]<='a' && s.[0]>='z';;`
- `let g s = s^"s";;`
- `let h = fun x -> x+.6.;;`
- `function (x,y) -> (x^y);;`
- `function x -> function y -> (x^y);;`
- `let i a b c = (a+b)*c;; puis i 1 2 3;; puis let g = i 1 2;; et enfin g 3;;`
- `let a b c d e = b^c^d^e;; puis a "b" "c" "d" "";; let e = a "b" "c" "d";; et enfin e "e";;`
- `(+);;`
- `int_of_char;;`

### Exercice 6.

Parmi les fonctions suivantes, lesquelles sont curryfiées? Donner leurs types.

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <code>let f x y = x+y;;</code></li> <li>• <code>let h x y = x+y;;</code></li> <li>• <code>let v f x = f x;;</code></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <code>let g (x,y) z = x+y+z;;</code></li> <li>• <code>let u f g x = f(g(x,x));;</code></li> <li>• <code>let w f g h x = x(h(x),f(g(x)));;</code></li> </ul> |
|--|--|

**Exercice 7.** Écrivez une fonction curryfiée pour chacune des définitions suivantes :

- ajout : addition d'un entier  $n$  et d'un réel  $y$ ,
- van : valeur absolue d'un entier  $n$ ,
- proj3\_2 : projection dans un plan d'un espace à trois dimensions par suppression de la deuxième coordonnée.
- appartient : vérification de l'appartenance d'un point du plan à une droite d'équation  $3x+2y=0$ ,
- mini : calcul du minimum\* de  $x$  et  $y$ .  
Que donne : (mini 2 3) ? (mini 1.2 (-1.1)) ? (mini 2 (-1.1)) ? (mini 'a' 'z') ? (mini "lui" "luit") ? (mini 'a' "z") ?
- hypotenuse d'un triangle rectangle dont on connaît les deux côtés adjacents, (utiliser la fonction *sqrt* pour  $\sqrt{\quad}$ ).
- perimetre d'un cercle de rayon  $R$  (on définira auparavant une variable  $pi=3.1416$ ),
- surface d'un disque de rayon  $R$ , en utilisant la fonction *perimetre*,
- volume d'une sphère de rayon  $R$  (càd  $\frac{4}{3}\pi R^3$ ),
- volume2 : le même volume calculé en utilisant le produit des fonctions *perimetre* et *surface*,
- acceptable : vérifie si le produit de deux entiers naturels  $n$  et  $p$  est calculable par la machine.

\*N.B. une fonction *min* est déjà définie, que se passe-t-il si on définit une fonction homonyme ?

**Exercice 8.** (décrémenter / incrémenter)

Que retourne Caml lors de l'évaluation des expressions multiples suivantes :

- (fun x y -> x+y) 4 5;;
- (fun x y -> x+y) 4;;
- let f = fun x y -> x+y in f 4 5;;  
  *puis* f 1 2;;
- let f = fun x y -> x+y in f 4;;
- let addition a b = a+b;;  
  *puis* let incr n = (addition n);; *puis* incr 3;; *et enfin* (incr 3) 4;;;
- let soustraction a b = a-b;;  
  *puis* let dcrm n = (soustraction n);; *puis* dcrm 3;; *et enfin* (dcrm 3) 4;;;
- let difference a b = -a+b;;  
  *puis* let decr n = (difference n);; *puis* decr 3;; *puis* (decr 3) 4;;;

**Exercice 9.** Que retourne Caml après chacune des instructions successives suivantes ?

```
let un x y = x^y;; puis un "a" "b";;
let deux z t u v = (z t u)^v;; puis deux un "a" "b" "c";;
deux un (deux un "c" "d" "e") "f" "g";;
let trois x y = y^x;; puis trois "a" "b";;
deux trois "c" "d" "e";;
deux trois (deux trois "a" "b" "c") "d" "e";;
deux un (deux trois "a" "b" "c") "d" "e";;
deux trois (deux un "a" "b" "c") "d" "e";;
let quatre k x y z = (k x y)+z;; puis quatre (+) 2 3 4;;
quatre (-) 2 3 4;; quatre ( * ) 2 3 4;; quatre (/) 5 2 3;;
```

N.B. *que se passerait-il si on utilisait (\*) sans espace ?*

```
let cinq a b c d e f g = a (b c d) (e f g);;
cinq (+) (-) 1 2 (-) 3 4;;
```