

# Programmation fonctionnelle TP 2

antoine.frenoy@inserm.fr  
<http://perso.crans.org/frenoy/caml2013.html>

Jeudi 31 janvier 2013

## Identité

1. Définir la fonction identité ( $\forall x \text{ id}(x) = x$ ). Appelez la `id`.
2. Quel est son type? Que signifie un type de la forme `'x` avec `x` une lettre de l'alphabet?
3. Définir la fonction `f` qui prend en argument un entier `x` et renvoie  $3 * x + 1$ . Quel est son type?
4. Quel seront le type et la valeur de `id f 3`?

## Structure conditionnelle

1. Pouvez-vous définir une fonction `f1` qui prend en argument un entier `x`, renvoie `1` si `x` est pair et `false` sinon?
2. Soit la fonction définie par `let f a = if true then a else 1 ;;`. Quel sera le type de `f`?
3. Vérifiez et expliquez.

## Implication

1. Écrivez sur une feuille de papier la table de vérité de l'implication entre deux variables booléennes.
2. Définissez une fonction qui prend en argument deux booléens `a` et `b` et renvoie un booléen indiquant si `a` implique `b`.

## Application

1. Définissez une fonction `app` prenant deux arguments `f` et `x` et renvoyant l'application de `f` à `x`.
2. Expliquez le type de cette fonction.

## Fonctions affines

1. Définir une fonction `g` qui prend deux arguments flottants `a` et `b` et qui renvoie la fonction affine de coefficient directeur `a` et d'ordonnée à l'origine `b` : ( $y = a * x + b$ ). Expliquez le type de `g`.
2. Définir une fonction `h` qui prend trois arguments flottants `a`, `b` et `x` et qui renvoie  $a * x + b$ . Expliquez le type de `h`.
3. Quelle est la différence entre `g` et `h`?

## Dérivée

1. Définir une fonction `der` qui prend en arguments, **dans cet ordre**, une fonction `f` de  $\mathbb{R}$  dans  $\mathbb{R}$  (`float -> float`), un flottant `dx`, un flottant `x`, et qui renvoie le taux de variation de `f` entre `x` et `x+dx`.
2. Expliquez le type de `der (fun x -> x*.x) 0.00001;;`.

## Axiomes de Hilbert

1. Définissez une fonction de type  $(\text{'a} \rightarrow \text{'b}) \rightarrow \text{'a} \rightarrow \text{'b}$
2. Définissez une fonction de type  $\text{'a} \rightarrow \text{'b} \rightarrow \text{'a}$
3. Définissez une fonction de type  $(\text{'a} \rightarrow \text{'b} \rightarrow \text{'c}) \rightarrow (\text{'a} \rightarrow \text{'b}) \rightarrow (\text{'a} \rightarrow \text{'c})$
4. Peut-on définir une fonction de type  $\text{'a} \rightarrow \text{'b}$ ? Pourquoi?

## Curryfication

**Rappel :** vous savez que pour définir une fonction qui effectue un calcul sur deux variables  $x$  et  $y$ , on peut soit écrire une fonction qui prendra un argument (un couple formé des deux variables) et qui renverra le résultat du calcul, soit écrire une fonction qui prendra un argument (la première variable) et renverra une fonction qui elle-même prendra un argument (la seconde variable) et renverra le résultat du calcul.

1. Définissez des deux façons possibles la fonction `mp` qui à partir de  $x$  et  $y$  renvoie le maximum entre  $x^y$  et  $y^x$ .
2. Écrivez une fonction appelée `cur2` qui prend en argument une fonction de type  $(\text{'a} * \text{'b}) \rightarrow \text{'c}$  et renvoie une fonction de type  $\text{'a} \rightarrow \text{'b} \rightarrow \text{'c}$  équivalente.
3. Écrivez une fonction `uncur2` qui effectue l'opération inverse.
4. Comprenez et expliquez les types de `cur2` et de `uncur2`. Testez ces fonctions avec la fonction `mp`.

## Stratégies d'évaluation

1. Soit la fonction `d1` définie par `let d1 x = print_string "On est dans d1 ! \n"; 2*x ;;` Expliquez ce que fait `d1` et son type.
2. On définit la fonction `d` par `let d b x = b && ((d1 x) <= 10);;` . Expliquez ce que fait `d` et son type.
3. Évaluez
  - `d true 4 ;;`
  - `d true 6 ;;`
  - `d false 4 ;;`Observez ce qui est affiché par l'interpréteur dans chacun des cas, qu'en déduisez-vous sur le mécanisme d'évaluation d'un `&&` (ET logique)?
4. Pouvez-vous imaginer un mécanisme équivalent pour le `||` (OU logique)? Écrivez le code permettant de vérifier votre hypothèse.
5. On définit `e` par `let e x y = y;;` Expliquez ce que fait `e` et son type. À quoi vous attendez-vous en évaluant `e (d1 1) 3 ;;`? Vérifiez.

## Un exercice très difficile

1. Reprenez les exercices "Implication" et "Application". Quel devrait être le type de `app id`? Vérifiez.
2. Comprenez et expliquez. Aidez vous de <http://caml.inria.fr/resources/doc/faq/core.fr.html>.