

# Programmation fonctionnelle

## TP-09

### Gestion d'une bibliothèque

ANTOINE MEYER	<code>antoine.meyer@univ-eiffel.fr</code>
CARINE PIVOTEAU	<code>carine.pivoteau@univ-eiffel.fr</code>
FABIAN REITER	<code>fabian.reiter@univ-eiffel.fr</code>
STÉPHANE VIALETTE	<code>stephane.vialette@univ-eiffel.fr</code>

16 avril 2025

On souhaite gérer le système de prêt des livres d'une bibliothèque. La bibliothèque possède un certain nombre de livres dans ses rayonnages (certains titres sont présents en un seul exemplaire, d'autres en plusieurs exemplaires) et ces ouvrages peuvent tous être empruntés.

Pour simplifier, un livre est défini par le type **Book** qui contient son identifiant unique ISBN (**ISBN**), son titre (**Title**) et son auteur (**Author**). Les différents exemplaires d'un même livre sont représentés par un numéro d'exemplaire unique (**Serial**), c'est un identifiant qui est propre à la bibliothèque, un même numéro ISBN est donc associé à un ou plusieurs numéros d'exemplaire. Le type **BookRecord** est utilisé pour la gestion de tous les exemplaires d'un même livre : `getBook :: Book` donne donc accès aux informations du livre (numéro ISBN, titre et auteur comme on l'a vu), `getShelvedBooks :: S.Set Serial` est l'ensemble des exemplaires d'un même livre qui sont actuellement présents dans les rayonnages de la bibliothèque (i.e., les exemplaires qui ne sont pas empruntés et sont donc disponibles pour le prêt) et `getBorrowedBooks :: S.Set Serial` est l'ensemble des exemplaires d'un même livre qui sont actuellement empruntés (et qui, bien sûr, ne peuvent pas être empruntés à nouveau avant leur retour dans les rayonnages de la bibliothèque). Un exemplaire qui est emprunté passe donc de `getShelvedBooks` à `getBorrowedBooks`, et inversement lors de son retour.

On utilise le type **Library** pour représenter une bibliothèque. Il s'agit essentiellement d'une structure qui associe à tout livre identifié par son numéro ISBN l'ensemble des informations le concernant (titre, auteurs, exemplaires disponibles dans les rayonnages et exemplaires actuellement empruntés).

Les principaux types utilisés dans ce TP ainsi que les différentes instances de la classe **Show** sont présentés en FIGURE 1. Les fonctions `mkBook` et `mkBookRecord` sont des fonctions de construction *de confort*.

Afin de créer facilement une bibliothèque initiale sur laquelle on pourra utiliser nos premières fonctions, on utilisera la fonction `myLibray` (FIGURE 2) qui utilise une liste brute des ouvrages établie par le personnel de la bibliothèque. Nous ferons bien sûr mieux plus tard dans le TP.

La configuration initiale de la bibliothèque est donc celle donnée en FIGURE 3. On peut donc y lire que :

- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *Madrapour* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque,
- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *Ravage* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque,
- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *Le voyageur imprudent* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque,
- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *Week-end a Zuydcoote* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque,
- les deux exemplaires (numéros 1 et 2) du livre intitulé « *Malevil* » sont disponibles dans les rayonnages de la bibliothèque,

---

```

import qualified Data.Foldable as F
import qualified Data.List     as L
import qualified Data.Map      as M
import qualified Data.Maybe    as Maybe
import qualified Data.Set      as S

type ISBN      = String
type Title     = String
type Author    = String
type Serial    = Int

type Action = ISBN -> Serial -> Library -> Library

data Book = Book { getISBN    :: ISBN
                  , getTitle  :: Title
                  , getAuthor  :: Author } deriving (Eq, Ord)

data BookRecord = BookRecord { getBook        :: Book
                              , getShelvedBooks :: S.Set Serial
                              , getBorrowedBooks :: S.Set Serial }

newtype Library = Library { getBookRecords :: M.Map ISBN BookRecord }

instance Show Book where
  show :: Book -> String
  show b = L.intercalate ", " [getAuthor b, getTitle b, getISBN b]

instance Show Library where
  show :: Library -> String
  show lib = "+- Shelved books -----+\n" ++
            reshape shelvedBooks ++ "\n" ++
            "+- Borrowed books -----+\n" ++
            reshape borrowedBooks ++
            "\n+-----+"
  where
    reshape = L.intercalate "\n" . L.map ("| " ++) . L.filter (not . L.null)
    (shelvedBooks, borrowedBooks) = (F.foldr f ([], []), M.elems . getBookRecords) lib
    where
      f br (accShelvedBooks, accBorrowedBooks) = (accShelvedBooks', accBorrowedBooks')
      where
        collect s
          | S.null s = ""
          | otherwise = show (getBook br) ++ " / " ++ show (S.toList s)
        accShelvedBooks' = collect (getShelvedBooks br) : accShelvedBooks
        accBorrowedBooks' = collect (getBorrowedBooks br) : accBorrowedBooks

mkBook :: ISBN -> Title -> Author -> Book
mkBook isbn t a = Book { getISBN = isbn, getTitle = t, getAuthor = a }

mkBookRecord :: Book -> [Serial] -> [Serial] -> BookRecord
mkBookRecord b sbs bbs = BookRecord { getBook        = b
                                     , getShelvedBooks = S.fromList sbs
                                     , getBorrowedBooks = S.fromList bbs }

```

FIGURE 1 –

- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *L'île du docteur Moreau* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque,
- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *Je suis d'ailleurs* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque,
- un exemplaire (numéro 2) du livre intitulé « *La machine à explorer le temps* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque et un autre (numéro 1) est actuellement emprunté,
- un exemplaire (numéro 2) du livre intitulé « *La nuit des temps* » est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque et deux autres (numéros 1 et 3) sont actuellement empruntés,
- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *La couleur tombée du ciel* » est actuellement emprunté,
- l'unique exemplaire (numéro 1) du livre intitulé « *La carte et le territoire* » écrit par M. Levy est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque, et
- l'unique exemplaire (numéro 3 ... les exemplaires 1 et 2 ont sans doute été endommagés) du livre intitulé « *La carte et le territoire* » écrit par M. Houellebecq est actuellement emprunté.

Ceci sera notre point de départ.

### Exercice 1 : Échauffement (exercices à faire obligatoirement avant de venir en TP)

- (a) Écrire la fonction

```
lookupISBN :: ISBN -> Library -> Maybe (Book, Int, Int)
```

qui, à partir d'un numéro ISBN, retourne le livre associé ainsi que le nombre d'exemplaires dans les rayonnages de la bibliothèque et le nombre d'exemplaires actuellement en prêt. La fonction retourne **Nothing** si le numéro ISBN n'est pas répertorié par la bibliothèque (i.e., ce livre est inconnu).

```
ghci> lookupISBN "978-2266230919" myLib  
Just (R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919,1,2)
```

```
ghci> lookupISBN "978-2070367757" myLib  
Just (R. Merle, Week-end à Zuydcoote, 978-2070367757,1,0)
```

```
ghci> lookupISBN "000-0000000000" myLib  
Nothing
```

- (b) Écrire la fonction

```
titles :: Library -> [(ISBN, Title)]
```

qui retourne la liste de tous les titres de la bibliothèque avec le numéro ISBN associé (que les livres soient dans les rayonnages ou en prêt). Le nombre d'exemplaires d'un livre est sans importance ici.

```
ghci> mapM_ print (titles myLib)  
("978-2020336512","Madrapour")  
("978-2070362387","Ravage")  
("978-2070364855","Le voyageur imprudent")  
("978-2070367757","Week-end à Zuydcoote")  
("978-2070374441","Malevil")  
("978-2070401789","L'île du docteur Moreau")  
("978-2070415809","La couleur tombée du ciel")  
("978-2070421206","Je suis d'ailleurs")  
("978-2070782109","La machine à explorer le temps")  
("978-2266230919","La nuit des temps")  
("978-2290032039","La carte et le territoire")  
("978-2919695010","La carte et le territoire")
```

- (c) Écrire la fonction

```
countShelvedBooks :: Library -> Int
```

```

malevil :: Book
malevil = mkBook "978-2070374441" "Malevil" "R. Merle"

weekEndZuydcoote :: Book
weekEndZuydcoote = mkBook "978-2070367757" "Week-end a Zuydcoote" "R. Merle"

madrapour :: Book
madrapour = mkBook "978-2020336512" "Madrapour" "R. Merle"

laNuitDesTemps :: Book
laNuitDesTemps = mkBook "978-2266230919" "La nuit des temps" "R. Barjavel"

ravage :: Book
ravage = mkBook "978-2070362387" "Ravage" "R. Barjavel"

voyageurImprudent :: Book
voyageurImprudent = mkBook "978-2070364855" "Le voyageur imprudent" "R. Barjavel"

machineExplorerTemps :: Book
machineExplorerTemps = mkBook "978-2070782109" "La machine a explorer le temps" "H. G. Wells"

ileDocteurMoreau :: Book
ileDocteurMoreau = mkBook "978-2070401789" "L'ile du docteur Moreau" "H. G. Wells"

laCouleurTombeeDuCiel :: Book
laCouleurTombeeDuCiel = mkBook "978-2070415809" "La couleur tombee du ciel" "H. P. Lovecraft"

jeSuisDAilleurs :: Book
jeSuisDAilleurs = mkBook "978-2070421206" "Je suis d'ailleurs" "H. P. Lovecraft"

laCarteTerritoire1 :: Book
laCarteTerritoire1 = mkBook "978-2919695010" "La carte et le territoire" "M. Levy"

laCarteTerritoire2 :: Book
laCarteTerritoire2 = mkBook "978-2290032039" "La carte et le territoire" "M. Houellebecq"

myLib :: Library
myLib = Library { getBookRecords = M.fromList brs }
  where
    brs =
      [
        (getISBN malevil, mkBookRecord malevil [1,2] []),
        (getISBN weekEndZuydcoote, mkBookRecord weekEndZuydcoote [1] []),
        (getISBN madrapour, mkBookRecord madrapour [1] []),
        (getISBN laNuitDesTemps, mkBookRecord laNuitDesTemps [2] [1,3]),
        (getISBN ravage, mkBookRecord ravage [1] []),
        (getISBN voyageurImprudent, mkBookRecord voyageurImprudent [1] []),
        (getISBN machineExplorerTemps, mkBookRecord machineExplorerTemps [2] [1]),
        (getISBN ileDocteurMoreau, mkBookRecord ileDocteurMoreau [1] []),
        (getISBN laCouleurTombeeDuCiel, mkBookRecord laCouleurTombeeDuCiel [] [1]),
        (getISBN jeSuisDAilleurs, mkBookRecord jeSuisDAilleurs [1] []),
        (getISBN laCarteTerritoire1, mkBookRecord laCarteTerritoire1 [1] []),
        (getISBN laCarteTerritoire2, mkBookRecord laCarteTerritoire2 [] [3])
      ]

```

FIGURE 2 –

```
ghci> myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+
```

FIGURE 3 –

qui retourne le nombre d'exemplaires de livres actuellement présents dans les rayonnages de la bibliothèque.

```
ghci> countShelvedBooks myLib
11
```

(d) Écrire la fonction

```
countBorrowedBooks :: Library -> Int
```

qui retourne le nombre d'exemplaires de livres actuellement en prêt.

```
ghci> countBorrowedBooks myLib
5
```

## Exercice 2 : Quelques fonctions utilitaires

(a) Écrire la fonction

```
lookupTitle :: Title -> Library -> [(Book, Int, Int)]
```

qui, à partir du titre d'un livre, retourne la liste des triplets constitués du livre, du nombre d'exemplaires actuellement dans les rayonnages de la bibliothèque et le nombre d'exemplaires actuellement en prêt. La fonction retourne une liste car des livres différents (i.e. deux numéros ISBN différents) peuvent avoir le même titre<sup>1</sup>.

```
ghci> lookupTitle "Malevil" myLib
[(R. Merle, Malevil, 978-2070374441,2,0)]
```

```
ghci> lookupTitle "Fortune de France" myLib
[]
```

```
ghci> lookupTitle "La carte et le territoire" myLib
[(M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039,0,1),
 (M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010,1,0)]
```

1. Par exemple, *La carte et le territoire* est à la fois le titre d'un livre de M. Levy publié en 1999 et celui d'un livre de M. Houellebecq publié en 2010 (Prix Goncourt 2010).

- (b) Écrire la fonction

```
lookupAuthor :: Author -> Library -> [(Book, Int, Int)]
```

qui, à partir d'un auteur, retourne la liste des triplets contenant le livre, le nombre d'exemplaires dans les rayonnages de la bibliothèque et le nombre d'exemplaires en prêt.

```
ghci> mapM_ print $ lookupAuthor "R. Barjavel" myLib
(R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387,1,0)
(R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855,1,0)
(R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919,1,2)
```

```
ghci> mapM_ print $ lookupAuthor "R. Merle" myLib
(R. Merle, Madrapour, 978-2020336512,1,0)
(R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757,1,0)
(R. Merle, Malevil, 978-2070374441,2,0)
```

```
ghci> lookupAuthor "M. Levy" myLib
[(M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010,1,0)]
```

```
ghci> lookupAuthor "J. Verne" myLib
[]
```

- (c) Des livres sont malheureusement parfois mal rangés et sont donc introuvables dans les rayonnages de la bibliothèque. Pour aider le bibliothécaire à y voir plus clair, écrire la fonction

```
titleAvailable :: Title -> Library -> Bool
```

qui retourne vrai si un titre d'ouvrage donné est disponible dans les rayonnages de la bibliothèque (mais assurément mal rangé :-!). Vous devez obligatoirement utiliser la fonction

```
Data.Map.foldrWithKey :: (k -> a -> b -> b) -> b -> Map k a -> b
```

```
ghci> titleAvailable "Week-end a Zuydcoote" myLib
True
```

```
ghci> titleAvailable "La couleur tombee du ciel" myLib
False
```

```
ghci> titleAvailable "Fortune de France" myLib
False
```

- (d) En utilisant obligatoirement la fonction

```
Data.Map.insertWith :: Ord k => (a -> a -> a) -> k -> a -> Map k a -> Map k a
```

écrire la fonction

```
addBook :: Book -> Library -> Library
```

qui ajoute un nouvel exemplaire d'un livre. Si ce livre n'est pas déjà référencé par la bibliothèque, il se voit attribué le numéro d'exemplaire 1. Si la bibliothèque possède déjà quelques exemplaires de ce livre, il se voit attribué un numéro d'exemplaire qui l'identifie de façon unique. Les fonctions

```
Data.Set.lookupMax :: Set a -> Maybe a
```

```
Data.Set.singleton :: a -> Set a
```

```
insert :: Ord a => a -> Set a -> Set a
```

vous seront probablement très utiles.

```
ghci> myNewBook = mkBook "978-2266230919" "La nuit des temps" "R. Barjavel"
ghci> addBook myNewBook myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
```

```

| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2,4]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

ghci> myNewBook = mkBook "978-2070782109" "La machine a explorer le temps" "H. G. Wells"
ghci> addBook myNewBook myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2,3]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

ghci> myNewBook = mkBook "978-2070378418" "L'enchanteur" "R. Barjavel"
ghci> addBook myNewBook myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| R. Barjavel, L'enchanteur, 978-2070378418 / [1]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

```

- (e) Écrire maintenant la fonction

```
emptyLibrary :: Library
```

permettant de créer une bibliothèque vide.

Écrire ensuite la fonction

```
mkLibrary :: [Book] -> Library
```

permettant de créer une librairie à partir d'un ensemble de livres (les livres peuvent bien sûr apparaître plusieurs fois, et c'est le cas dans l'exemple ci-après). À la création de la bibliothèque, tous les livres sont dans les rayonnages (i.e., aucun livre n'est en prêt). Remarquez que la fonction `myBooks` vous est donnée dans le squelette du TP.

```
ghci> mapM_ print myBooks
R. Merle, Malevil, 978-2070374441
R. Merle, Malevil, 978-2070374441
R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757
R. Merle, Madrapour, 978-2020336512
R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919
R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919
R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919
R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387
R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855
H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109
H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109
H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789
H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809
H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206
R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757
M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010
M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039
```

```
ghci> mkLibrary myBooks
```

```
+-- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1,2]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1,2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,2,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [1]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+-- Borrowed books -----+
+-----+
```

- (f) Certains livres sont parfois en mauvais état (cela arrive le plus souvent aux très bons livres qui sont très régulièrement empruntés) et doivent alors être retirés du catalogue de la bibliothèque. En utilisant obligatoirement la fonction

```
Data.Map.update :: Ord k => (a -> Maybe a) -> k -> Map k a -> Map k a
```

écrire la fonction

```
deleteBook :: ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

qui supprime un exemplaire de la bibliothèque. La fonction retourne la bibliothèque inchangée dans les cas suivants :



- le livre n'est pas référencé par la bibliothèque,
- le numéro d'exemplaire n'est pas référencé par la bibliothèque,
- l'exemplaire est actuellement en prêt.

Si après suppression, il ne reste plus aucun exemplaire de cet ouvrage (que ce soit dans les rayonnages ou en prêt), l'ISBN est supprimé de la base de données (i.e., ce titre n'est plus référencé par la bibliothèque).

```
ghci> deleteBook "978-2070362387" 1 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+
```

```
ghci> deleteBook "978-2070362387" 2 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+
```

```
ghci> deleteBook "978-2266230919" 3 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+-----+
```

```

+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

```

### Exercice 3 : Gérer le système de prêts

- (a) Les usagers de la bibliothèque ont la possibilité d'emprunter des livres, si bien sûr ceux-ci sont présents dans les rayonnages de la bibliothèque. Écrire la fonction

```
borrowBook :: ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

qui permet d'emprunter un livre de la bibliothèque. Si le prêt n'est pas possible (numéro ISBN non référencé, numéro d'exemplaire inconnu, exemplaire actuellement en prêt), la bibliothèque est retournée inchangée.

```

ghci> borrowBook "978-2266230919" 2 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,2,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

```

```

ghci> borrowBook "978-2070415809" 1 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

```

- (b) Écrire la fonction

```
returnBook :: ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

qui permet de restituer un livre à la bibliothèque. Si le retour n'est pas possible (numéro ISBN

non référencé, numéro d'exemplaire inconnu, exemplaire actuellement dans les rayonnages de la bibilothèque), la bibilothèque est retournée inchangée.

```
ghci> returnBook "978-2266230919" 1 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+

ghci> returnBook "978-2290032039" 3 myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
+-----+

ghci> returnBook "978-2266230919" 1 (returnBook "978-2266230919" 3 myLib)
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,2,3]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
```

---

```
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
```

---

#### Exercice 4 : Scénarios

On remarque que les deux fonctions `borrowBook` et `returnBook` ont exactement le même type, à savoir `ISBN -> Serial -> Library -> Library`. Pour simplifier l'écriture de séquences de prêts et de retours de livres, on définit donc le type suivant :

```
type Action = ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

On peut alors définir des séquences d'actions (i.e. un scénario). Par exemple :

```
myScenario :: [(Action, ISBN, Serial)]
myScenario =
[ (borrowBook, "978-2020336512", 1) -- borrow R. Merle, Madrapour, copy 1
, (borrowBook, "978-2266230919", 2) -- borrow R. Barjavel, La nuit des temps, copy 2
, (returnBook, "978-2020336512", 1) -- return R. Merle, Madrapour, copy 1
, (borrowBook, "978-2070367757", 1) -- borrow R. Merle, Week-end a Zuydcoote, copy 1
, (returnBook, "978-2266230919", 2) -- return R. Barjavel, La nuit des temps, copy 2,
, (returnBook, "978-2070367757", 1) -- return R. Merle, Week-end a Zuydcoote, copy 1
, (borrowBook, "978-2070415809", 1) -- borrow H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, copy 1
, (borrowBook, "978-2070421206", 1) -- borrow H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, copy 1
]
```

(a) Écrire la fonction

```
executeScenario :: [(Action, ISBN, Serial)] -> Library -> Library
```

qui retourne la bibliothèque obtenue après l'exécution d'un scénario (en parcourant le scénario à partir de la tête de liste).

```
ghci> executeScenario myScenario myLib
+-- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+-- Borrowed books -----+
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+
```

(b) On peut regretter que les scénarios ne prennent en compte que les prêts et les retours, alors qu'il est également possible d'ajouter des livres et d'en supprimer. Pour commencer, on liste les fonctions qui nous intéressent :

```
deleteBook :: ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

```
addBook     :: Book -> Library -> Library
```

```
borrowBook :: ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

```
returnBook :: ISBN -> Serial -> Library -> Library
```

Puisque les quatre fonctions n'ont pas toutes le même type, on introduit le type suivant (`EAction` pour *Extended Action*) pour encapsuler les différentes actions qui nous intéressent :

```
data EAction = DeleteBook ISBN Serial
            | AddBook     ISBN Title Author
            | BorrowBook  ISBN Serial
            | ReturnBook  ISBN Serial
```

Écrire la fonction

```
executeEScenario :: [EAction] -> Library -> Library
```

qui retourne la bibliothèque obtenue après l'exécution d'un scénario (en parcourant le scénario à partir de la tête de liste).

Par exemple, pour le scénario suivant :

```
myEScenario :: [EAction]
myEScenario =
  [ BorrowBook "978-2020336512" 1      -- borrow R. Merle, Madrapour, copy 1
  , BorrowBook "978-2266230919" 2      -- borrow R. Barjavel, La nuit des temps, copy 2
  , ReturnBook "978-2020336512" 1      -- return R. Merle, Madrapour, copy 1
  , BorrowBook "978-2070367757" 1      -- borrow R. Merle, Week-end a Zuydcoote, copy 1
  , ReturnBook "978-2266230919" 2      -- return R. Barjavel, La nuit des temps, copy 2,
  , ReturnBook "978-2070367757" 1      -- return R. Merle, Week-end a Zuydcoote, copy 1
  , BorrowBook "978-2070401789" 1      -- borrow H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, copy 1
  , AddBook    "978-2070378418" "L'enchanteur" "R. Barjavel" -- add new book
  , BorrowBook "978-2070421206" 1      -- borrow H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, copy 1
  , DeleteBook "978-2070367757" 1
  ]
```

on obtient :

```
ghci> executeEScenario myEScenario myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| R. Barjavel, L'enchanteur, 978-2070378418 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+
```

### Exercice 5 : Sauvegardes et restaurations ... et plus !

On souhaite maintenant pouvoir sauvegarder et restaurer une bibliothèque. On considère les types suivants :

```
data BookStatus = Shelved | Borrowed deriving (Show)
```

```
type BackupRecord = (Book, Serial, BookStatus)
```

```
type Backup = [BackupRecord]
```

(a) Écrire la fonction

```
backupLibrary :: Library -> Backup
```

permettant de sauvegarder l'état courant (y compris les exemplaires en prêt) d'une bibliothèque.

```
ghci> mapM_ print (backupLibrary myLib)
(R. Merle, Madrapour, 978-2020336512,1,Shelved)
(R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387,1,Shelved)
(R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855,1,Shelved)
(R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757,1,Shelved)
(R. Merle, Malevil, 978-2070374441,1,Shelved)
(R. Merle, Malevil, 978-2070374441,2,Shelved)
(H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789,1,Shelved)
(H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809,1,Borrowed)
(H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206,1,Shelved)
(H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109,2,Shelved)
(H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109,1,Borrowed)
(R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919,2,Shelved)
(R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919,1,Borrowed)
(R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919,3,Borrowed)
(M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039,3,Borrowed)
(M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010,1,Shelved)
```

(b) Écrire la fonction

```
restoreLibrary :: Backup -> Library
```

permettant de restaurer l'état courant (y compris les exemplaires en prêt) d'une bibliothèque.

```
ghci> restoreLibrary $ backupLibrary myLib
+- Shelved books -----+
| R. Merle, Madrapour, 978-2020336512 / [1]
| R. Barjavel, Ravage, 978-2070362387 / [1]
| R. Barjavel, Le voyageur imprudent, 978-2070364855 / [1]
| R. Merle, Week-end a Zuydcoote, 978-2070367757 / [1]
| R. Merle, Malevil, 978-2070374441 / [1,2]
| H. G. Wells, L'ile du docteur Moreau, 978-2070401789 / [1]
| H. P. Lovecraft, Je suis d'ailleurs, 978-2070421206 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [2]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [2]
| M. Levy, La carte et le territoire, 978-2919695010 / [1]
+- Borrowed books -----+
| H. P. Lovecraft, La couleur tombee du ciel, 978-2070415809 / [1]
| H. G. Wells, La machine a explorer le temps, 978-2070782109 / [1]
| R. Barjavel, La nuit des temps, 978-2266230919 / [1,3]
| M. Houellebecq, La carte et le territoire, 978-2290032039 / [3]
+-----+
```

(c) Un exercice de réflexion. Le nouveau cahier des charges demande à pouvoir revenir à des états précédents. L'idée est de proposer une fonction :

```
rollBackLibrary :: Int -> Library -> Maybe Library
```

qui annule les dernière actions (prêts, ajouts de livres, ...), le nombre d'actions à annuler est spécifié dans les paramètres de la fonction. La fonction retourne **Nothing** lorsque cela est impossible.

Proposez une solution pour ce nouveau cahier des charges, (discutez des avantages et inconvénients de votre solution).