

★ Exercice 1: Questions de Cours

- ▷ **Question 1:** Rappelez la définition des éléments suivants :
 - Structure de données
 - Type abstrait
 - Type générique
 - Spécification algébrique d'un type abstrait
 - Opérations internes et observateurs
- ▷ **Question 2:** Quels sont les deux propriétés fondamentales que doit vérifier l'ensemble des axiomes ?

★ Exercice 2: Les Boules

Dans cet exercice nous allons écrire les axiomes du type Bool. Les opérations du type sont :

$Bool :$	$\rightarrow Bool$
$Non : Bool$	$\rightarrow Bool$
$Et : Bool \times Bool$	$\rightarrow Bool$
$Ou : Bool \times Bool$	$\rightarrow Bool$
$Vrai :$	$\rightarrow Bool$ (Fonction constante)
$Faux :$	$\rightarrow Bool$ (Fonction constante)

- ▷ **Question 1:** Quelles sont les pré-conditions des opérations associées au type Bool ?
- ▷ **Question 2:** Quels sont les axiomes du type Bool ?

★ Exercice 3: Pile et File

- ▷ **Question 1:** (R)appelez ce qu'est une pile, une file.

Pour le type pile, nous définissons les opérations suivantes :

 - *Pile* : créer une pile vide
 - *Vide* : tester si une pile est vide
 - *Empile* : ajouter un élément à la pile
 - *Depile* : enlever un élément de la pile (mais ne le récupère pas)
 - *Sommet* : obtenir la valeur du sommet de la pile
 - *Taille* : Obtenir le nombre d'éléments de la pile
- ▷ **Question 2:** Écrire la spécification algébrique du type Pile, sans oublier les pré-conditions.
- ▷ **Question 3:** Même question avec la file mais cette fois, vous écrirez les opérations du type également.

★ Exercice 4: La Bibliothèque

Nous nous proposons de spécifier le type abstrait **Bibliothèque** permettant de gérer une collection de livres. Ils sont rangés et accessibles uniquement d'après leur titre, ce qui implique que deux livres de cette bibliothèque ne peuvent avoir le même titre. La signature du type **Bibliothèque** est la suivante :

$bibliothèqueVide :$	$\rightarrow Bibliothèque$
$emprunter : Bibliothèque \times Titre$	$\rightarrow Bibliothèque$
$rendre : Bibliothèque \times Titre \times Livre$	$\rightarrow Bibliothèque$
$existe : Bibliothèque \times Titre$	$\rightarrow Booleen$
$nbLivres : Bibliothèque$	$\rightarrow Entier$

avec

- *emprunter* qui retire le livre de la bibliothèque à partir de son titre,
 - *rendre* qui remet le livre dans la bibliothèque à partir de son titre,
 - *existe* qui indique si oui ou non le livre qui porte ce titre est présent dans la bibliothèque,
 - *nbLivres* qui indique le nombre de livres présents dans la bibliothèque.
- ▷ **Question 1:** Quelles sont les opérations internes et les observateurs ?

▷ **Question 2:** Écrivez les deux pré-conditions et les axiomes du type *Bibliothèque*.

Nous décidons d'ajouter un classement supplémentaire par auteur. Ainsi, les livres seront d'abord classés par auteur puis par titre pour chaque auteur. Ce nouveau classement permet d'avoir deux livres de même titre s'ils ont un auteur différent. Nous définissons ainsi un nouveau type abstrait *Bibliothek* avec la signature devient la suivante :

<i>bibliothekVide</i> :		→ <i>Bibliothek</i>
<i>emprunter</i> :	<i>Bibliothek</i> × <i>Auteur</i> × <i>Titre</i>	→ <i>Bibliothek</i>
<i>rendre</i> :	<i>Bibliothek</i> × <i>Auteur</i> × <i>Titre</i> × <i>Livre</i>	→ <i>Bibliothek</i>
<i>existeAuteur</i> :	<i>Bibliothek</i> × <i>Auteur</i>	→ <i>Booleen</i>
<i>existeTitre</i> :	<i>Bibliothek</i> × <i>Auteur</i> × <i>Titre</i>	→ <i>Booleen</i>
<i>nbLivres</i> :	<i>Bibliothek</i>	→ <i>Entier</i>
<i>nbLivresAuteur</i> :	<i>Bibliothek</i> × <i>Auteur</i>	→ <i>Entier</i>

avec

- *bibliothekVide* qui crée une nouvelle bibliothèque vide,
- *emprunter* qui retire le livre de la bibliothèque à partir de son auteur et de son titre,
- *rendre* qui remet le livre dans la bibliothèque à partir de son auteur et de son titre,
- *existeAuteur* qui indique si oui ou non la bibliothèque contient au moins un livre de cet auteur,
- *existeTitre* qui indique si oui ou non la bibliothèque contient un livre de cet auteur avec ce titre,
- *nbLivresAuteur* qui indique le nombre de livres de cet auteur présents dans la bibliothèque.

▷ **Question 3:** Écrivez les deux pré-conditions (similaires à celles du type *Bibliothèque*) et les axiomes du type *Bibliothek*.