

## TD numéro 5

### 1 Tri à bulles

Le tri à bulles est un tri par sélection : on sélectionne l'élément minimum de la liste à trier, on le met en première position, et l'on recommence avec le reste de la liste.

Pour extraire l'élément minimum de la liste, on le fait remonter (comme une bulle) vers le début de la liste par échanges successifs de deux éléments voisins.

- Écrire la fonction `bulle` qui fait remonter le minimum en début de liste.
- Écrire la fonction `tri-bulles`, qui trie une liste de nombres par appels successifs à la fonction `bulle`.
- Dérouler le tri à bulles sur la liste (7 9 1 6 2 3)
- Si `l` est une liste de longueur `n`, quel est le nombre de comparaisons effectuées par l'appel :  
`(tri-bulles l)`

### 2 Calculs en montant ou en descendant

- On veut écrire une fonction qui calcule la somme des chiffres d'un entier positif.

`(somme-des-chiffres 341) → 8`

1. Définir une version récursive de cette fonction de la manière habituelle, en utilisant le résultat de l'appel récursif pour effectuer le calcul en remontant.

2. Définir ensuite une version qui, bien qu'étant récursive, s'inspire de la programmation itérative, en utilisant un paramètre supplémentaire pour effectuer les calculs en descendant.

- Définir une autre version de la fonction `som-prod` (TD4) qui effectue les calculs en descendant.