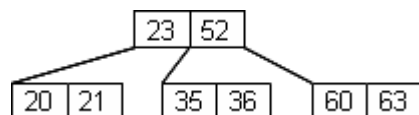


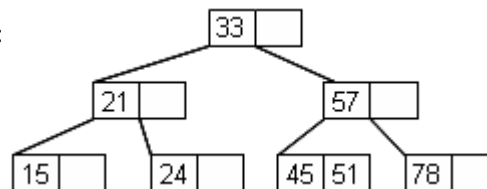
PROBLÈME 1 (question 1. 1,5 pts – question 2. 2 pts)

Soit les B-arbres d'ordre 1 suivants :

B-arbre a :



B-arbre b :



1. Donner le résultat et les étapes intermédiaires de l'insertion de la clé de valeur 32 dans le B-arbre a.

2. Même question pour la suppression de la clé de valeur 21 dans le B-arbre b.

Remarque : la solution sera donnée à main levée et seulement pour les parties modifiées de l'arbre.

PROBLÈME 2 (question 1. 1,5 pts – question 2. 5 pts)

Un arbre binaire de recherche (ABR) est un arbre où chaque nœud possède au plus 2 descendants et tel que la valeur de tout nœud est inférieure à toutes les valeurs de ses descendants de droite et supérieure aux valeurs de ses descendants de gauche.

Un ABR est implanté en mémoire par la méthode "Fils Droit, Fils Gauche" : "Fils gauche" est un pointeur vers le descendant de gauche du nœud, et "Fils droit" est un pointeur vers son descendant de droite. L'accès à la racine de l'arbre se fait au moyen d'un mot d'adresse **a** donnée.

On se propose de supprimer un nœud **N** dans un ABR de telle sorte que l'arbre conserve ses caractéristiques.

Pour ce faire, si **N** est un fils **gauche** :

- on place le sous-arbre **droit** de **N** (SDN), s'il existe, en sous-arbre **gauche** du père de **N** ;
- on place le sous-arbre **gauche** de **N** en sous-arbre **gauche** du plus petit élément de **SDN** (élément le plus à gauche du sous-arbre droit de **N**).
- Si le sous-arbre **droit** de **N** est vide, on met le sous-arbre **gauche** de **N** en sous-arbre **gauche** du père de **N**.

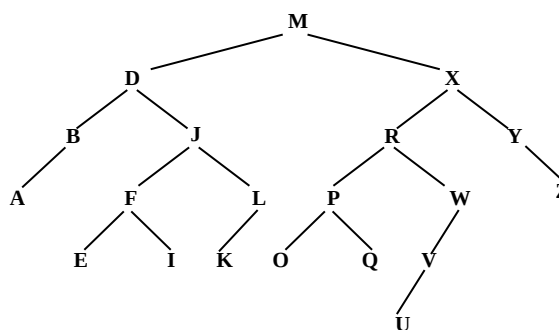
Si **N** est un fils **droit** :

- on place le sous-arbre droit de **N** (SDN), s'il existe, en sous-arbre droit du père de **N** ;

- on place le sous-arbre gauche de **N** en sous-arbre gauche du plus petit élément de **SDN** (élément le plus à gauche du sous-arbre droit de **N**).
- Si le sous-arbre droit de **N** est vide, on met le sous-arbre gauche de **N** en sous-arbre droit du père de **N**.

1. Avec l'exemple ci-dessous, montrer le résultat de la suppression de « R », de celle de « J » et enfin la suppression de la racine de l'arbre (on considère la racine comme fils gauche de la tête). Ne représenter que la branche modifiée, ne pas tracer les traits à la règle.

2. Ecrire l'algorithme de suppression du nœud de **valeur donnée val** dans un arbre binaire de recherche.



PROBLÈME 3 (6 pts)

Etant donnée une arborescence à une racine implantée par lien vertical et lien horizontal, ces deux liens étant représentés par chaînage, écrire la **fonction C** permettant d'obtenir la **représentation postfixée** dans une liste contiguë.

PROBLÈME 4 - hachage indirect (2 pts par question)

Une table est gérée selon le principe du hachage indirect (ou hachage ouvert). La table majeure est implantée dans un tableau à 1 dimension appelé MAJ et de taille M, on accède à la table majeure par la fonction de hachage H. L'espace des sous-tables est implanté dans un tableau à 2 dimensions nommé STOCK, comportant S lignes et 3 colonnes. La 1^{ère} colonne contient l'indicatif (ou clé) d'un élément de la table, la 2^{ème} colonne l'information associée à cette clé et la 3^{ème} colonne l'indice de l'élément suivant dans la sous-table. La valeur -1 en 3^{ème} colonne indique la fin d'une sous-table (pointeur indéfini). **Ne pas utiliser les fonctions m et cm pour ce problème.**

1. Ecrire la procédure de recherche de l'information associée à une clé donnée. Cette procédure admettra 2 paramètres de sortie : un code de retour et l'information trouvée le cas échéant.
2. Ecrire la procédure d'insertion d'un élément dans la table. Cette procédure vérifiera que cet élément n'est pas déjà présent dans la table et fournira un code de retour en paramètre de sortie.

NB : chaque solution devra être décomposée en procédures ou fonctions, toutes les procédures ou fonctions seront détaillées, sauf, éventuellement, celles de gestion de pile et de file. La solution sera commentée et accompagnée d'un lexique des notations utilisées.

LA TRACE DES PROGRAMMES N'EST PAS DEMANDEE