

ISIMA PREMIÈRE ANNÉE

COMPTE-RENDU DE TP
STRUCTURES DE DONNÉES

Gestion d'une matrice creuse de grande taille

Benjamin BARBESANGE
Pierre-Loup PISSAVY
Groupe G21

Enseignant :
Michelle CHABROL

juin 2015



Table des matières

1	Présentation	2
1.1	Structures de données employées	2
1.1.1	Matrice	2
1.1.2	Fichier de commandes	3
1.2	Organisation du code source	4
1.2.1	Gestion des listes chaînées	4
1.2.2	Gestion de la matrice	4
1.2.3	Programme principal	4
2	Détails du programme	5
2.1	Gestion des listes chaînées	5
2.2	Gestion de la matrice	8
2.3	Programme principal	13
3	Principes et lexiques des fonctions	15
3.1	Gestion des listes chaînées	15
3.2	Gestion de la matrice	15
3.2.1	lire_matrice	16
3.2.2	init_mat	16
3.2.3	rech_dich	17
3.2.4	decal_rows	18
3.2.5	inser_row	18
3.2.6	inser_val	18
3.2.7	element	19
3.2.8	afficher_matrice	20
3.2.9	liberer_matrice	20
4	Compte rendu d'exécution	21
4.1	Makefile	21
4.2	Jeux de tests	21
4.2.1	Matrice nulle	21
4.2.2	Matrice quelconque	22
4.2.3	Matrice ligne	23
4.2.4	Matrice très creuse (un seul élément non-nul)	24
4.2.5	Bonne utilisation de la mémoire	25

1 | Présentation

Le but de ce TP est de pouvoir gérer une matrice creuse (contenant beaucoup de valeurs nulles) de grande taille. Il est demandé de pouvoir lire la matrice depuis un fichier et retourner la valeur d'un élément.

Les opérations suivantes sont permises avec la matrice :

- Lire depuis un fichier,
- Afficher la matrice,
- Afficher un élément connaissant sa position dans la matrice,
- Libérer la mémoire allouée pour la matrice.

1.1 Structures de données employées

1.1.1 Matrice

Les éléments non nuls de la matrice sont rangés dans des tables. Nous disposons d'une table principale représentant les lignes non-nulles. Il s'agit d'un tableau renseignant 2 éléments dans chaque case :

- Numéro de la ligne concernée,
- Pointeur sur la liste chaînée contenant les colonnes.

Comme l'indique le schéma de la figure 1.1, la structure de matrice contient également le nombre total de lignes non-nulles, ainsi que le nombre maximum de colonnes. Nous avons pris la liberté d'ajouter cette dernière valeur afin de faciliter l'affichage de la matrice, fonction qui n'était pas demandée, mais que nous fournissons tout de même. En effet, cela nous évite de parcourir chacune des listes chaînées à la recherche de l'indice de colonne le plus élevé.

Chaque matrice peut être stockée dans un fichier rédigé de la manière suivante (exemple en figure 1.2) :

- Le nom du fichier ne doit pas contenir d'espace,
- Les valeurs nulles ne sont pas inscrites,
- L'ordre entre les lignes n'a pas d'importance,
- A raison d'une ligne du fichier par élément non-nul de la matrice, et chaque information étant séparée par une espace au moins :
`Ligne_Colonne_Valeur`

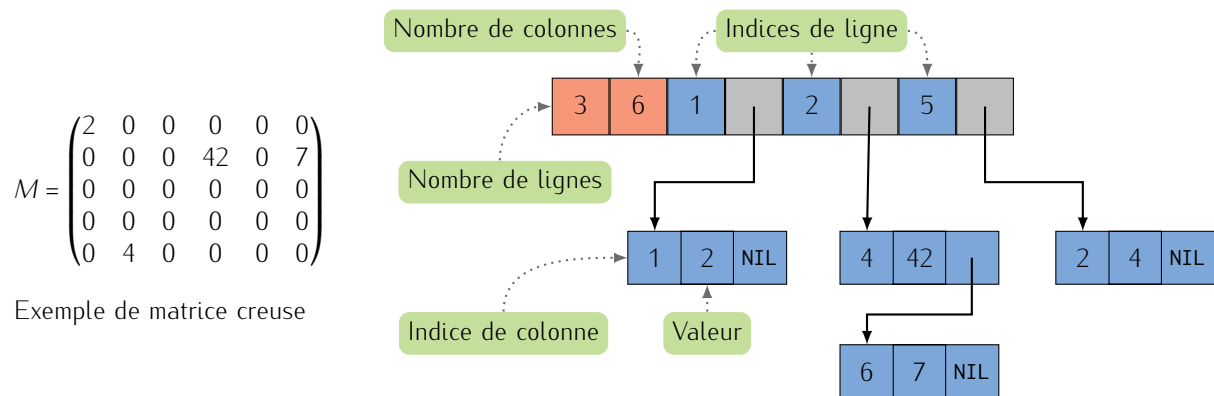


FIGURE 1.1 – Structure de matrice creuse

Matrice M		
2	6	7
1	1	2
5	2	4
2	4	42

FIGURE 1.2 – Fichier descriptif équivalent

1.1.2 Fichier de commandes

Afin d'effectuer les tests, nous proposons l'interprétation d'un fichier qui peut être donné comme premier paramètre.

La structure de ce fichier doit respecter les règles suivantes :

- 80 caractères au maximum par ligne,
- Les caractères suivants sont acceptés en début de ligne :
 - R** : Lecture de la matrice à partir d'un fichier, le nom de ce fichier doit être indiqué ensuite,
 - E** : Affichage de la valeur d'un élément, nécessite les indices de ligne puis de colonne,
 - A** : Afficher la matrice,
 - L** : Libérer la matrice,
 - #** : Provoque l'affichage du texte qui suit (commentaire affiché).
- Il est nécessaire d'indiquer des valeurs entières,
- Si l'on souhaite lire une matrice après en avoir créé une première, il est nécessaire de libérer cette dernière,
- Tout autre caractère ou bien une ligne vide provoqueront l'affichage d'une ligne vide.

1.2 Organisation du code source

Nous avons décomposé le TP en 2 parties. La première partie est chargée de gérer les listes chaînées (utilisées dans la définition de la table secondaire) et la seconde est chargée de gérer la matrice.

1.2.1 Gestion des listes chaînées

- `src/list.h`
- `src/list.c`

1.2.2 Gestion de la matrice

- `src/mat.h`
- `src/mat.c`

1.2.3 Programme principal

- `src/main.c`

2 | Détails du programme

2.1 Gestion des listes chaînées

Code C

```
1  /* list.h
2  Header
3
4  -----| LISTE CHAINEE |-----
5
6  BARBESANGE Benjamin,
7  PISSAVY Pierre-Loup
8
9  ISIMA 1ere Annee, 2014-2015
10 */
11
12 #ifndef __LISTE_H__
13 #define __LISTE_H__
14
15 typedef struct _node_t {
16     int col;           /* Numero de colonne */
17     int val;           /* Valeur */
18     struct _node_t *next; /* Colonne suivante */
19 } node_t;
20
21 typedef node_t cell_t;
22
23 cell_t ** rech_prec(cell_t **, int, short int*);
24 void supp_cell(cell_t **);
25 void liberer_liste(cell_t **);
26 int ins_cell(cell_t **, cell_t *);
27 cell_t * creer_cell(int, int);
28
29 #endif
```

Code C

```
1  /* list.c
2  Fonctions de gestion de la liste chaine
3
4  -----| LISTE CHAINEE |-----
5
6  BARBESANGE Benjamin,
7  PISSAVY Pierre-Loup
8
9  ISIMA 1ere Annee, 2014-2015
```



```

10  */
11
12  #include <stdio.h>
13  #include <stdlib.h>
14  #include "list.h"
15
16  /* void adj_cell(cell_t **prec, cell_t *elt)
17     Ajoute une cellule apres un element partir d'un pointeur sur l'element
18     et d'un pointeur sur le pointeur de l'element apres lequel ajouter
19
20     Entrees :
21         cell_t **prec : pointeur sur le pointeur de l'element apres lequel ajouter
22         cell_t *elt : pointeur sur l'element a ajouter a la liste chainee
23
24     Sortie :
25         Aucune
26  */
27  void adj_cell(cell_t **prec, cell_t *elt) {
28     elt->next = (*prec);
29     (*prec) = elt;
30 }
31
32  /* cell_t ** rech_prec(cell_t **liste, int col, short int *existe)
33     Recherche le precedent d'un element dans la liste chainee triee selon les colonnes
34
35     Entrees :
36         cell_t **liste : pointeur sur le pointeur du premier element de la liste chainee
37         int col : indice de colonne
38         short int *existe : variable en entree/sortie indiquant si la colonne est presente ou non
39             0 : absence
40             1 : presence
41
42     Sortie :
43         cell_t ** : pointeur sur le pointeur de l'element precedent
44  */
45  cell_t ** rech_prec(cell_t **liste, int col, short int *existe) {
46     cell_t **prec = liste;
47     while ((*prec) && (*prec)->col < col) {
48         prec = &((*prec)->next);
49     }
50     /* Booleen de presence */
51     /* 1 : present */
52     /* 0 : absent */
53     *existe = (*prec && (*prec)->col == col)?1:0;
54     return prec;
55 }
56
57  /* void supp_cell(cell_t **prec)
58     Permet de supprimer un element dans la liste chainee a partir
59     de son precedent
60
61     Entrees :
62         cell_t **prec : pointeur sur le pointeur de l'element precedent l'element a supprimer
63
64     Sortie :
65         Aucune

```

```

66  */
67  void supp_cell(cell_t **prec) {
68      cell_t *elt = *prec;
69      *prec = elt->next;
70      free(elt);
71  }
72
73  /* void liberer_liste(cell_t **liste)
74     Libere les allocations memoires de la liste
75
76     Entrees :
77         cell_t **liste : pointeur sur le pointeur du premier element de la liste chaine
78
79     Sortie :
80         Aucune
81  */
82  void liberer_liste(cell_t **liste) {
83      while (*liste) {
84          supp_cell(liste);
85      }
86      *liste = NULL;
87  }
88
89  /* int ins_cell(cell_t **liste, cell_t *elt)
90     Permet d'insérer une cellule a la bonne place dans la liste chaine
91     Les colonnes sont trieés par ordre croissant
92
93     Entrees :
94         cell_t **liste : pointeur sur le pointeur du premier element de la liste chaine
95         cell_t *elt : pointeur sur l'element a insérer dans la liste chaine
96
97     Sortie :
98         !existe: indique si la valeur a ete ajoutée (1: ajoutée, 0: pas ajoutée)
99  */
100  int ins_cell(cell_t **liste, cell_t *elt) {
101      short int existe;
102      cell_t **prec = rech_prec(liste, elt->col, &existe);
103      if (!existe) {
104          adj_cell(prec, elt);
105      }
106      return (int) existe;
107  }
108
109  /* node_t * creer_cell(int col, int val)
110     Permet de créer un element de la liste chaine a partir du numero
111     de colonne et de la valeur
112
113     Entrees :
114         int col : numero de colonne
115         int val : valeur
116
117     Sortie :
118         node_t* : pointeur sur l'element cree
119  */
120  node_t * creer_cell(int col, int val) {
121      node_t *elt = (node_t*) malloc(sizeof(node_t));

```

```

122     if (elt) {
123         elt->val = val;
124         elt->col = col;
125     }
126     return elt;
127 }

```

2.2 Gestion de la matrice

Code C

```

1  /* mat.h
2  Header
3
4  -----| MATRICE |-----
5
6  BARBESANGE Benjamin,
7  PISSAVY Pierre-Loup
8
9  ISIMA 1ere Annee, 2014-2015
10 */
11
12 #ifndef __MAT_H__
13 #define __MAT_H__
14     #include <stdio.h>
15     #include <stdlib.h>
16     #include "list.h"
17
18     #define MAX_ROWS 50
19
20     typedef struct _row_t {
21         int row; /* Numero de ligne */
22         cell_t *cols; /* Liste chainee des colonnes */
23     } row_t;
24
25     typedef struct _mat_t {
26         int nbrow; /* Nombre de lignes */
27         int nbcol; /* Nombre de colonnes */
28         row_t *rows; /* Lignes */
29     } mat_t;
30
31     int init_mat(mat_t *);
32     int lire_matrice(char *, mat_t*);
33     void afficher_matrice(mat_t *);
34     int element(mat_t *, int, int);
35     void liberer_matrice(mat_t *);
36
37
38 #endif

```

```

1  /* mat.c
2  Fonctions de gestion de matrice
3
4  -----| MATRICE |-----
5
6  BARBESANGE Benjamin,
7  PISSAVY Pierre-Loup
8
9  ISIMA 1ere Annee, 2014-2015
10 */
11
12 #include "mat.h"
13 int inser_val(mat_t *m, int row, int col, int val);
14
15 /* int init_mat(mat_t *m)
16 Initialise la matrice en allouant le tableau de structures correspondant aux
17 lignes
18
19 Entrees :
20 *m : adresse de la structure de matrice a initialiser
21
22 Sortie :
23 res : booleen indiquant la reussite de l'initialisation (1: OK, 0: erreur)
24 */
25 int init_mat(mat_t *m) {
26     int res = 0; /* Retour */
27     m->nbrow = 0; /* Nb de lignes */
28     m->nbcot = 0; /* Nb de colonnes */
29     m->rows = (row_t*) malloc((MAX_ROWS+1)*sizeof(row_t));
30     if (m->rows) { /* Allocation reussie */
31         m->rows[0].row = MAX_ROWS+1; /* Initialisation de la valeur max pour la dichotomie */
32         res = 1; /* Mission accomplie */
33     }
34     return res;
35 }
36
37 /* int lire_matrice(char *fichier, mat_t *m)
38 Lit un fichier representant une matrice et inscrit le contenu dans une structure
39 de matrice
40
41 Entrees :
42 *fichier : chaine de caracteres: nom du fichier
43 *m : adresse de la structure de matrice a ecrire
44
45 Sortie :
46 res : booleen indiquant la reussite de la lecture (1: OK, 0: erreur)
47 */
48 int lire_matrice(char *fichier, mat_t *m) {
49     FILE *f = fopen(fichier, "r");
50     int row, col, val; /* Valeurs qui seront lues */
51     int res = 1; /* Valeur de retour */
52     int read; /* Indique le nombre de valeurs lues */
53     if (init_mat(m) && f) { /* Initialisation et ouverture flux OK */
54         while (res && !feof(f)) { /* Fichier non fini et pas d'erreur */
55             read = 0; /* Cpt de valeurs car fscanf n'aime pas les fins de fichier */

```

```

56         read = fscanf(f, "%d %d %d", &row, &col, &val); /* Lecture */
57         if (read >= 3 && !inser_val(m, row, col, val)) { /* Lecture ou insertion non reussies */
58             res = 0; /* Erreur */
59         }
60     }
61     fclose(f); /* Fermeture du flux */
62 } else { /* Erreur */
63     res = 0;
64 }
65 return res;
66 }
67
68 /* int rech_dich(mat_t *m, int row, short int *existe)
69 Realise une recherche dichotomique sur les lignes pour trouver le rang d'insertion.
70
71 Entrees :
72 *m : adresse de la matrice
73 row : indice de la ligne a rechercher
74 *existe : booleen de presence a modifier
75
76 Sortie :
77 deb : rang d'insertion ou de position de la ligne row
78 */
79 int rech_dich(mat_t *m, int row, short int *existe) {
80     int deb, fin, mil; /* Indices locaux */
81     deb = 0; /* Recherche entre le debut */
82     fin = m->nbrow; /* Et la fin */
83     while (deb != fin) { /* Tant qu'il reste plus d'un élément dans le 'sous-tableau' */
84         mil = (deb + fin)/2; /* Rang du milieu */
85         if (row <= m->rows[mil].row) { /* Comparaison avec la valeur centrale */
86             fin = mil; /* Inférieure */
87         } else {
88             deb = mil + 1; /* Supérieure */
89         }
90     }
91     *existe = (m->rows[deb].row == row); /* Test existence */
92     return deb;
93 }
94
95 /* void decal_rows(mat_t *m, int r)
96 Decale les lignes d'une matrice en vue d'une insertion.
97
98 Entrees :
99 *m : adresse de la matrice
100 r : rang a partir duquel decaler
101
102 Sortie :
103 Aucune
104 */
105 void decal_rows(mat_t *m, int r) {
106     int i; /* Indice de boucle */
107     for (i = m->nbrow; i >= r; i--) {
108         m->rows[i+1] = m->rows[i]; /* Recopie */
109     }
110 }
111

```

```

112 /* void inser_row(mat_t *m, int r, int row)
113     Insere une ligne row dans une matrice m en position r
114
115     Entrees :
116         *m : adresse de la matrice
117         r   : rang d'insertion
118         row: indice de la ligne a inserer
119
120     Sortie :
121         Aucune
122 */
123 void inser_row(mat_t *m, int r, int row) {
124     decal_rows(m,r); /* Decalage vers la droite */
125     m->nbrow++;       /* Ajout d'une ligne */
126     m->rows[r].row = row; /* Insertion de la ligne */
127     m->rows[r].cols = NULL; /* Initialisation pointeur de colonnes */
128 }
129
130 /* int inser_val(mat_t *m, int row, int col, int val)
131     Insere une valeur val dans une matrice m en ligne row et colonne col
132
133     Entrees :
134         *m : adresse de la matrice
135         row: numero de ligne
136         col: numero de colonne
137         val: valeur a inserer
138
139     Sortie :
140         res: booleen de retour (1: reussite, 0: echec)
141 */
142 int inser_val(mat_t *m, int row, int col, int val) {
143     short int existe; /* Booleen pour les tests d'existence */
144     int res = 1;      /* Valeur de retour */
145     cell_t *c;
146     int r = rech_dich(m,row,&existe); /* Recherche ligne d'insertion */
147     if (!existe) {
148         inser_row(m,r,row); /* Ajout d'une ligne si necessaire */
149     }
150     c = creer_cell(col,val); /* Creation de la cellule*/
151     if (c) { /* Creation reussie */
152         if (!ins_cell(&(m->rows[r].cols),c)) { /* Ajout de la valeur */
153             printf("Valeur non ajoutee: %d\n",col);
154             res = 0;
155         } else {
156             if (col > m->nbcoll) {
157                 m->nbcoll = col; /* Actualisation du nombre maximal de colonnes */
158             }
159         }
160     } else { /* Erreur memoire */
161         res = 0;
162     }
163     return res;
164 }
165
166 /* int element(mat_t *m, int i, int j)
167     Retourne M(i,j)

```

```

168
169 Entrees :
170     *m : adresse de la matrice
171     i  : indice de ligne
172     j  : indice de colonne
173
174 Sortie :
175     elt : valeur de M(i,j)
176 */
177 int element(mat_t *m, int i, int j) {
178     int elt = 0; /* Valeur par default (matrice creuse!) */
179     cell_t **prec; /* Pointeur de recherche */
180     int r; /* Rang de la ligne dans la matrice creuse */
181     short int existe; /* Booleen d'existence */
182
183     if (i > 0 && j > 0 && m->nbrow > 1 && i <= m->rows[m->nbrow-1].row && j <= m->nbcou) { /* ←
↪ Element dans la matrice */
184         r = rech_dich(m,i,&existe); /* Recherche de la ligne */
185         if (existe) { /* Ligne presente */
186             prec = rech_prec(&(m->rows[r].cols),j,&existe); /* Recherche colonne */
187             if (existe) { /* Colonne presente */
188                 elt = (*prec)->val; /* Copie valeur */
189             }
190         }
191     }
192     return elt;
193 }
194
195 /* void afficher_matrice(mat_t *m)
196 Affiche la matrice m
197
198 Entrees :
199     *m : adresse de la matrice (evite de recopier toute
200         la structure majeure lors de l'appel)
201
202 Sortie :
203     Aucune
204 */
205 void afficher_matrice(mat_t *m) {
206     int i, j; /* Ligne reelle / colonne reelle */
207     int ligne_cour = 0; /* Ligne dans la structure */
208     cell_t *col_cour; /* Pointeur de parcours des colonnes de la structure */
209     int max_col = m->nbcou; /* Nombre de colonnes reelles */
210     int max_row = (m->nbrow > 0) ? m->rows[m->nbrow-1].row : 0; /* Nombre de lignes reelles */
211
212     for (i = 1; i <= max_row; ++i) { /* Pour chaque ligne de la matrice */
213         j = 1; /* Depart sur la colonne 1 */
214         if (m->rows[ligne_cour].row == i) { /* Ligne presente dans la structure */
215             col_cour = m->rows[ligne_cour].cols; /* Premiere colonne */
216             while (col_cour) { /* Pour toutes les colonnes jusqu'a la fin de la liste */
217                 if (col_cour->col == j) { /* Colonne presente dans la structure */
218                     printf("%d\t", col_cour->val);
219                     col_cour = col_cour->next; /* Colonne suivante (struct) */
220                 } else { /* Colonne absente (i.e. 0) */
221                     printf("0\t");
222                 }

```

```

223         j++;                                /* Colonne suivante (reelle) */
224     }
225     ligne_cour++;                            /* Ligne de la structure traitee */
226 }
227 while (j <= max_col) {                      /* Complete la ligne courante */
228     printf("0\t");
229     j++;                                    /* Colonne suivante (reelle) */
230 }
231 printf("\n");                               /* Ligne i traitee */
232 }
233 }
234
235 /* void liberer_matrice(mat_t *m)
236    Libère la mémoire allouée pour la matrice m
237
238    Entrees :
239    *m : adresse de la matrice
240
241    Sortie :
242    Aucune
243 */
244 void liberer_matrice(mat_t *m){
245     int i; /* Lignes */
246     for (i = 0; i < m->nbrow; i++) { /* Suppression de chaque ligne */
247         liberer_liste(&(m->rows[i].cols)); /* Suppression des colonnes */
248     }
249     free(m->rows); /* Suppression du tableau de lignes */
250     m->rows = NULL;
251     m->nbrow = 0; /* Actualisation lignes */
252     m->nbcou = 0; /* Actualisation colonnes */
253 }

```

2.3 Programme principal

```

Code C
1  /* main.c
2  Fonction principale du programme, pour les tests
3
4  -----| MATRICE |-----
5
6  BARBESANGE Benjamin,
7  PISSAVY Pierre-Loup
8  ISIMA 1ere Annee, 2014-2015
9  */
10
11 #include "mat.h"
12 #define COLUMNS 81 /* Nombre max de caracteres par ligne + 1 */
13
14 int main(int argc, char *argv[]) {
15     int i, j;
16     mat_t m;
17     FILE *f;
18     char buf[COLUMNS];
19     char text[COLUMNS];

```



```

20  if (argc > 1) {
21      /* Lecture de fichier de commandes */
22      f = fopen(argv[1], "r");
23      if (f) {
24          while (!feof(f)) {
25              buf[0] = '\0';
26              text[0] = '\0';
27              fgets(buf, COLUMNS, f);
28              switch (buf[0]) {
29                  case 'R': /* creer */
30                      sscanf(&buf[1], "%s", text);
31                      lire_matrice(text, &m);
32                      break;
33                  case 'E': /* element */
34                      sscanf(&buf[1], "%d %d", &i, &j);
35                      printf("M(%d,%d)=%d\n", i, j, element(&m, i, j));
36                      break;
37                  case 'A': /* afficher */
38                      afficher_matrice(&m);
39                      break;
40                  case 'L': /* liberer */
41                      liberer_matrice(&m);
42                      break;
43                  case '#': /* texte */
44                      printf("%s", &buf[1]);
45                      break;
46                  default:
47                      puts("\n");
48              }
49          }
50          fclose(f);
51      } else {
52          fprintf(stderr, "Fichier invalide\n");
53      }
54  } else {
55      fprintf(stderr, "Merci de donner un fichier de commandes en argument\n");
56  }
57  return 0;
58 }

```

3 | Principes et lexiques des fonctions

Dans cette partie, sont décrits les algorithmes de principe associés aux fonctions écrites en langage C, ainsi qu'un lexique concernant les variables intermédiaires des fonctions.

Les lexiques des variables d'entrée, sortie et entrée/sortie sont disponibles dans le code source directement.

3.1 Gestion des listes chaînées

Les fonctions de gestion des listes chaînées peuvent être trouvées dans les fichiers `list.c` et `list.h`. Les algorithmes de principe de ces fonctions ont déjà été fournis dans le TP 1. Ils ne seront donc pas inclus ici.

3.2 Gestion de la matrice

La gestion de la matrice s'effectue avec les fonctions contenues dans `mat.c` et définies dans `mat.h`.

3.2.1 lire_matrice

Algorithme (Principe)

Début

```
Ouverture du fichier en lecture;
Initialisation du code d'erreur à 1;
Initialisation de la matrice;
Si le fichier est correctement ouvert Et la matrice est initialisée Alors
    TantQue code d'erreur = 1 Et on n'a pas lu tout le fichier Faire
        On récupère les valeurs de la ligne du fichier;
        On insère la valeur à la bonne place dans la matrice;
        Si l'insertion n'a pas réussie Alors
            Le code d'erreur passe à 0;
        FinSi;
    FinTantQue;
Sinon
    Le code d'erreur passe à 0;
FinSi;
Retourner Code d'erreur;
```

Fin

Lexique :

```
*f: descripteur sur le fichier contenant les informations sur la matrice
row: entier pour récupérer le numéro de la ligne dans le fichier
col: entier pour récupérer le numéro de la colonne dans le fichier
val: valeur à insérer dans la matrice
res: code d'erreur (1 aucune erreur, 0 sinon)
```

3.2.2 init_mat

Algorithme init_mat (Principe)

Début

```
Initialisation du code d'erreur à 1;
Initialisation du nombre de lignes de la matrice à 0;
Allocation du tableau de lignes de la matrice;
Si le tableau de lignes est alloué Alors
    On place une valeur de ligne maximale pour la première ligne;
    [ Ceci permet d'avoir un bon résultat lors de la première recherche dichotomique ]
    Le code d'erreur passe à 1;
FinSi;
Retourner Code d'erreur;
```

Fin

Lexique :

| res:code d'erreur (1 si aucun problème, 0 sinon)

3.2.3 rech_dich

Algorithme rech_dich (Principe)

Début

Initialisation d'un entier deb à 0;

Initialisation d'un entier fin au nombre de lignes de la matrice;

Si ligne cherchée < numéro de la dernière ligne de la matrice Alors

 TantQue deb ≠ fin Faire

 mil prend le rang milieu entre deb et fin;

 Si ligne cherchée < numéro de la ligne à la place mil dans la matrice Alors

 fin prend la valeur mil; [Recherche sur la première moitié]

 Sinon

 deb prend mil + 1; [Recherche sur la seconde moitié]

 FinSi;

 FinTantQue;

FinSi;

Modification du booléen existe;

Retourner deb;

Fin

Lexique :

| deb:entier représentant la position de départ de la recherche dichotomique, c'est également le retour de la fonction indiquant où se trouve l'élément cherché ou son adresse d'insertion

| fin:entier représentant la position de fin de la recherche dichotomique

| mil:entier représentant le milieu entre deb et fin

| *existe:adresse du booléen indiquant si la ligne cherchée se trouve ou non déjà dans la matrice (1 si elle existe, 0 sinon)

3.2.4 decal_rows

Cette procédure décale simplement les éléments de la table principale d'une case vers la droite jusqu'à la case spécifiée en paramètre, en partant de la dernière case.

3.2.5 inser_row

Cette procédure va dans un premier temps effectuer un décalage des éléments de la table vers la droite. Ceci va permettre d'avoir une place pour la nouvelle ligne. On incrémente le nombre de lignes de la matrice, on insère le numéro de ligne dans la table principale et on place le pointeur vers la liste chaînée représentant les colonnes de cette ligne sur NIL.

3.2.6 inser_val

Algorithme inser_val (Principe)

Début

```
Initialisation du code d'erreur à 1;
Recherche la ligne d'insertion par dichotomie;
Si la ligne n'existe pas Alors
    | On l'insère avec la fonction inser_val;
FinSi;
On crée la nouvelle cellule;
Si la cellule est correctement créée Alors
    | On ajoute la cellule dans la liste chaînée des colonnes, sur la ligne correspondante;
    | Si l'indice de la colonne ajoutée < maximum de colonne courant Alors
        | On actualise le maximum de colonnes;
    FinSi;
Sinon
    | Le code d'erreur passe à 0;
FinSi;
Retourner Code d'erreur;
```

Fin

Lexique :

```
existe: booléen indiquant si la ligne cherchée existe déjà ou non
res: code d'erreur (1 si aucun problème, 0 sinon)
*c: cellule créée, qui sera insérée dans la matrice
```

3.2.7 element

Algorithme element (Principe)

Début

Initialisation de la valeur de l'élément à 0;

Si les indices sont dans la matrice Alors

Recherche par dichotomie de la ligne;

Si la ligne cherchée existe Alors

Recherche de la colonne dans la liste chaînée des colonnes;

Si la colonne existe Alors

La valeur de l'élément prend la valeur de la cellule qui est trouvée;

FinSi;

FinSi;

FinSi;

Retourner valeur de l'élément;

Fin

Lexique :

elt: valeur de l'élément qui sera renvoyée

**prec: pointeur sur l'élément trouvé dans la recherche de la colonne

r: entier indiquant la position de la ligne cherchée dans la table majeure

existe: booléen indiquant si la ligne cherchée existe ou non

3.2.8 afficher_matrice

Algorithme afficher_matrice (Principe)

Début

```
Initialise la ligne courante ligne_cour à 0;
Pour chaque ligne de la matrice Faire
    On se place sur la première colonne;
    Si la ligne courante est présente dans la matrice Alors
        On stocke l'adresse de la première colonne non-nulle de la ligne courante;
        TantQue la liste chaînée n'est pas terminée Faire
            Si la colonne courante est non-nulle Alors
                Afficher la valeur de la cellule;
                Stocker la prochaine colonne non-nulle;
            Sinon
                Afficher 0;
            FinSi;
            Passer sur la colonne suivante;
        FinTantQue;
        Passer à la ligne suivante;
    FinSi;
    TantQue la ligne courante n'est pas complète Faire
        Ajouter un 0;
        Passer à la colonne suivante;
    FinTantQue;
    Afficher un retour à la ligne; [ La ligne est complète ]
FinPour;
```

Fin

Lexique :

```
i: indice de ligne
j: indice de colonne
ligne_cour: indice de la ligne courante, existante dans la matrice
*col_cour: pointeur parcourant les cellules des colonnes des lignes de la matrice
max_col: nombre de colonnes maximales dans la matrice
max_row: nombre de lignes maximales dans la matrice
```

3.2.9 liberer_matrice

Cette fonction permet de libérer la mémoire occupée par la matrice. On itère sur chaque ligne de la table majeure en libérant chaque liste avec la fonction *liberer_liste* (permettant de libérer une liste chaînée). Une fois les listes supprimées, on libère le tableau de la table majeure et on indique que la nombre maximal de lignes et de colonnes est de 0.

4 | Compte rendu d'exécution

4.1 Makefile

```
1 #Compilateur et options de compilation
2 CC=gcc
3 CFLAGS=-Wall -ansi -pedantic -Wextra -g
4
5 #Fichiers du projet
6 SOURCES=main.c mat.c list.c
7 OBJECTS=$(SOURCES:.c=.o)
8
9 EXEC=prog
10
11 $(EXEC): $(OBJECTS)
12     $(CC) $(CFLAGS) $^ -o $(EXEC)
13
14 .c.o:
15     $(CC) -c $(CFLAGS) $.c
16
17 clean:
18     rm -rf $(OBJECTS) $(EXEC)
```

4.2 Jeux de tests

4.2.1 Matrice nulle

Fichier d'entrée (le fichier de matrice nulle est vide) :

```
test_nulle
#TEST MATRICE NULLE
R matrice_nulle
A
E 20 20
L
```

Résultat :

```
Résultat matrice nulle
TEST MATRICE NULLE
M(20,20)=0
```


4.2.2 Matrice quelconque

Fichier d'entrée :

```
test_1
#TEST MATRICE 1
#Lecture desordonnee sur les lignes et les colonnes
R matrice_1
#Affichage
A
#Element nul
E 2 3
#Element non-nul
E 12 5
#Liberation
L
```

Fichier matrice :

```
matrice_1
10 1 99
12 13 5
12 5 7
14 9 15
1 2 42
12 3 4
12 12 5
10 12 12
```

Résultat :

```
Résultat matrice quelconque
TEST MATRICE 1
Lecture desordonnee sur les lignes et les colonnes
Affichage
0 42 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
99 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 12 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 4 0 7 0 0 0 0 0 0 5 5
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 15 0 0 0 0
Element nul
M(2,3)=0
Element non-nul
M(12,5)=7
Liberation
```

4.2.3 Matrice ligne

Fichier d'entrée :

_____ test_2

```
#TEST MATRICE 2
#Lecture matrice ligne (plusieurs elements)
R matrice_2
#Affichage
A
#Element nul
E 1 1
#Element non-nul
E 1 7
#Liberation
L
```

Fichier matrice :

_____ matrice_2

$$\begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 \\ 1 & 4 & -6 \\ 1 & 50 & -2 \\ 1 & 14 & 8 \end{bmatrix}$$

Résultat :

_____ Résultat matrice ligne

```
TEST MATRICE 2
Lecture matrice ligne (plusieurs elements)
Affichage
0 0 0 -6 0 0 9 0 0 0 0 0 0 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
→ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -2
Element nul
M(1,1)=0
Element non-nul
M(1,7)=0
Liberation
```

4.2.4 Matrice très creuse (un seul élément non-nul)

Fichier d'entrée :

_____ test_3

```
#TEST MATRICE 3
#Lecture matrice a 1 element non nul.
R matrice_3
#Affichage
A
#Element nul
E 2 3
#Element non-nul
E 20 24
#Liberation
L
```

Fichier matrice :

matrice_3

20 24 36

Résultat :

_____ Résultat matrice très creuse

```
TEST MATRIX 3
Lecture matrice a 1 element non nul.
Affichage
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Element nul
M(2,3)=0
Element non-nul
M(20,24)=36
Libération
```

4.2.5 Bonne utilisation de la mémoire

Pour vérifier la bonne libération de la mémoire, nous avons utilisé **valgrind** avec le programme et un fichier de test. Aucun bloc de mémoire n'est perdu, le retour texte de valgrind est présenté en figure 4.1.

```
Resultat Valgrind
==17199== Memcheck, a memory error detector
==17199== Copyright (C) 2002-2013, and GNU GPL'd, by Julian Seward et al.
==17199== Using Valgrind-3.10.0.SVN and LibVEX; rerun with -h for copyright info
==17199== Command: ../src/prog test_1
==17199==
==17199==
==17199== HEAP SUMMARY:
==17199==     in use at exit: 0 bytes in 0 blocks
==17199==   total heap usage: 11 allocs, 11 frees, 2,080 bytes allocated
==17199==
==17199== All heap blocks were freed -- no leaks are possible
==17199==
==17199== For counts of detected and suppressed errors, rerun with: -v
==17199== ERROR SUMMARY: 0 errors from 0 contexts (suppressed: 0 from 0)
```

FIGURE 4.1 – Passage dans l'outil **valgrind**

Notons que l'utilisation de cette structure de données est en effet intéressante pour les matrices creuses :

Par exemple pour le test de la matrice très creuse (page 24), **valgrind** nous indique que le programme a utilisé au total 1968 octets. Le seul stockage de cette matrice sous forme de tableau aurait nécessité $4 \times 20 \times 24 = 1920$ octets.

L'inconvénient de cette structure est que la table majeure occupe 8 à 12 octets par bloc de ligne, et que le nombre de ces lignes est fixé (ici $50+1$, soit environ 400 octets mobilisés au minimum), on peut donc estimer qu'il faut près d'une centaine d'éléments nuls au minimum pour rendre cette structure de données intéressante du point de vue de la mémoire.

On pourrait éventuellement proposer d'autres tailles pour la table majeure, ou bien une longueur dynamique (mais au détriment des performances lorsqu'il s'agira de redimensionner l'espace, i.e. lors de l'insertion).