

---

## Utilisation du logiciel OpMat

Ce logiciel effectue des opérations élémentaires sur les lignes d'une matrice  
avec des entrées rationnelles

---

MICHEL BOUCHARD, ENSEIGNANT RETRAITÉ,  
DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES,  
CÉGEP SAINT-JEAN-SUR-RICHELIEU

Le logiciel OpMat a été développé par Michel Bouchard. Il l'a utilisé au Cégep dans le cours « Algèbre vectorielle et géométrie » et dans le cours « Mathématiques de l'informatique 1 ». Il a été utilisé à quelques reprises. Ce logiciel est gratuit et disponible sur [www.math9.net](http://www.math9.net). (voir la fin pour la procédure)

### INTRODUCTION

Dans un cours où l'on enseigne des notions qui utilisent les opérations élémentaires sur les lignes d'une matrice (par exemple la méthode de Gauss-Jordan, ou l'inversion d'une matrice carrée par les opérations élémentaires, ou la méthode du Simplexe, etc.), on appréhende toujours le moment où l'on demande aux élèves de la classe de résoudre immédiatement un problème, car plusieurs élèves font des erreurs. L'enseignant n'en finit plus de passer d'un élève à l'autre pour les corriger. Les élèves font trois types d'erreur : calcul, disposition et concept. L'enseignant veut se concentrer sur la correction des erreurs de concept qu'il vient d'expliquer (par exemple, pivot mal choisi dans une matrice représentant un problème de la méthode du Simplexe), mais passe presque tout son temps à chercher des erreurs de calcul.

Le logiciel OpMat est justement un carcan qui force les élèves à bien disposer les matrices du problème et qui pointe les erreurs de calcul sans donner la réponse, ne laissant pas l'élève passer à l'étape suivante tant que l'étape actuelle n'est pas terminée. L'enseignant peut donc se concentrer à corriger les erreurs de concept, de processus.

### EN LABORATOIRE

L'enseignant amène un groupe au laboratoire informatique, démarre OpMat sur chaque poste, charge un fichier d'exercices préparés judicieusement à l'avance : les élèves tentent de résoudre les problèmes pendant que l'enseignant arpente les allées à la recherche d'erreurs de processus, le logiciel s'occupant des deux autres types d'erreur.

## RÉSUMÉ DES POSSIBILITÉS DU LOGICIEL

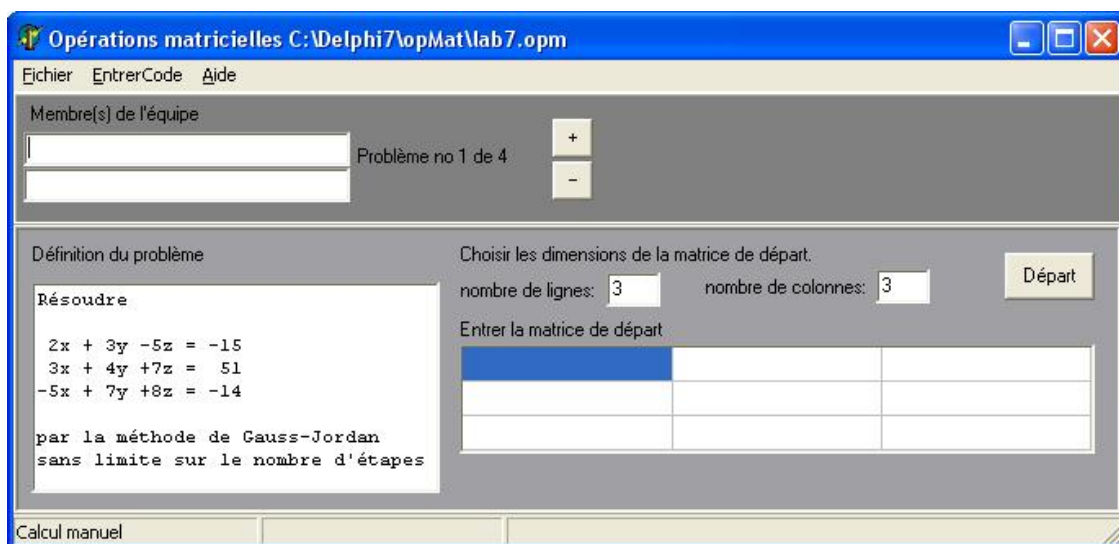
Ce logiciel propose trois modes de calcul différents. Dans le mode « Calcul manuel », on peut, par exemple, montrer la méthode de Gauss : le logiciel demande à l'étudiant de définir les opérations élémentaires nécessaires et l'étudiant doit effectuer lui-même les calculs (le logiciel signale les erreurs). Lorsque la matrice est exempte d'erreur, l'élève peut passer à l'étape suivante. Dans le mode « Calcul automatique », le logiciel demande à l'étudiant de définir les opérations élémentaires, mais les calculs dans la matrice sont exécutés immédiatement ; avec ce mode, on peut demander des calculs plus longs, ainsi l'apprentissage se concentre sur le processus. Le dernier mode « ... avec pivot » permet de pivoter à un endroit désiré dans la matrice ; dans ce dernier mode, par exemple, on peut demander de résoudre un problème de la méthode du Simplexe : l'étudiant doit construire la bonne matrice, il doit pivoter aux bons endroits, il doit savoir quand arrêter et comment interpréter le tableau pour donner la bonne réponse : le logiciel lui évite tous les calculs numériques.

De plus, ce logiciel n'accepte et n'affiche que des nombres rationnels afin d'avoir toujours des réponses exactes. Si la réponse est deux neuvièmes (2/9), l'élève ne peut entrer l'approximation 0,222.

## Fonctionnement du logiciel OpMat

### Exécution d'un fichier d'exercice par l'élève

Supposons qu'un fichier exercice a été préparé par le professeur et qu'il est barré par un code. Supposons que le logiciel opMat.exe et le fichier d'exercice nommé lab7.opm sont dans le même répertoire de l'élève (chaque collège fonctionne différemment). L'élève doit ouvrir ce répertoire, double-cliquer sur le fichier opMat.exe. Le logiciel s'exécute. Dans ce logiciel, dans la barre de menu, exécuter l'option « Ouvrir » puis choisir lab7.opm. On obtient l'écran suivant.



Une fois le fichier ouvert, l'élève peut voir le nombre de problèmes à résoudre et parcourir ces problèmes avec les boutons + et -. Pour chaque problème, le logiciel est fixé dans un mode de calcul (pas nécessairement le même pour chaque problème) : ce mode est affiché en bas à gauche.

L'élève doit entrer son nom dans la case appropriée.

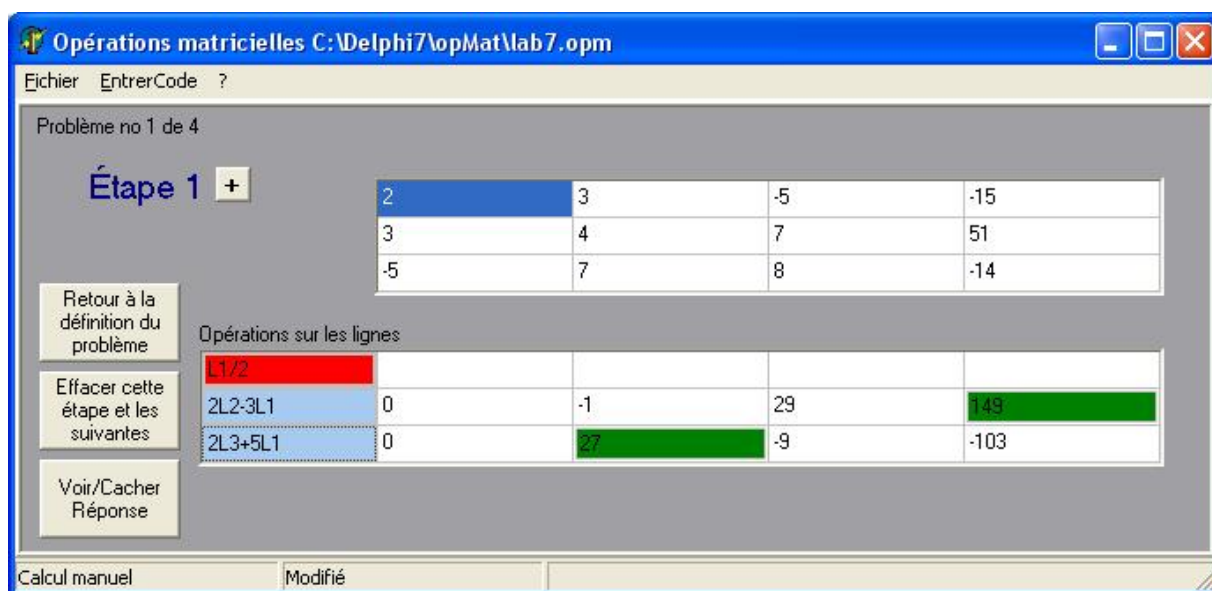
Pour chaque problème, l'élève doit entrer les dimensions de la matrice et définir la matrice de départ appropriée (si elle n'est pas définie).

Les entrées de la matrice peuvent être des nombres rationnels :  $4, -3, 2/3, 11/5, -8/7$ .

Les entrées 1,2 et 1.2 sont refusées.

### Mode « Calcul manuel »

Pour commencer à résoudre le problème, on appuie sur le bouton **Départ**.



Pour chaque étape, la matrice du haut n'est pas modifiable. Dans la matrice du bas, la syntaxe d'une opération sur les lignes est : rationnel  $L_i \pm$  rationnel  $L_j$ .

Exemples acceptés :  $2L_2 - 3L_1$      $2/3L_3 - 5/4L_1$      $1/2L_1$      $-123/7L_4 + 7/3L_5$ .

Exemples refusés :  $L_1/2$      $(L_1 + L_2)/3$ .

Les autres entrées de la matrice du bas doivent être rationnelles. Une entrée numérique erronée génère un fond vert. Donc le 27 et le 149 sont erronés. Ce devrait plutôt être 29 et 147. Une erreur sur l'opération élémentaire génère un fond rouge.

Si l'élève endormi se réveille à l'étape 4 pour réaliser qu'il manque une colonne à son problème, il peut retourner au début du problème par le bouton **Retour à la définition du problème**, corriger la matrice de départ, appuyer sur **Départ**. Il y aura probablement quelques entrées en vert ici et là, mais le reste est bon. Nul besoin de tout recommencer, il suffit de faire suivre l'erreur dans les autres étapes.

Si par contre l'erreur commise est majeure, par exemple l'élève réalise qu'il doit changer de stratégie à partir de l'étape 2, il peut utiliser le bouton **Effacer cette étape et les suivantes** et reprendre l'étape.

Une fois l'étape terminée sans erreur de calcul, l'élève passe à l'étape suivante en appuyant sur le bouton +, autrement il est bloqué à cette étape. Lorsque l'élève pense qu'il a terminé, il peut appuyer sur le bouton **Voir/Cacher Réponse** et y inscrire une phrase décrivant la réponse.

Opérations matricielles C:\Delphi7\opMat\lab7.opm

Fichier EntrerCode ?

Problème no 1 de 4

- **Étape 4** +

1	0	41	213
0	1	-29	-147
0	0	1	5

Retour à la définition du problème

Effacer cette étape et les suivantes

Voir/Cacher Réponse

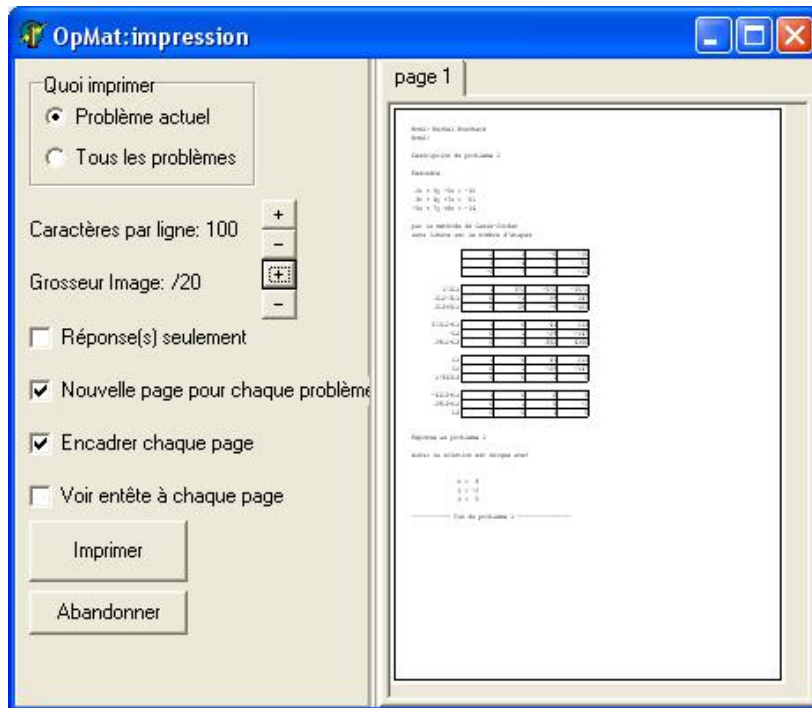
Opérations sur les lignes

-41L3+L1	1	0	0	8
29L3+L2	0	1	0	-2
L3	0	0	1	5

Ainsi la solution est unique avec  $x = 8$   $y = -2$   $z = 5$

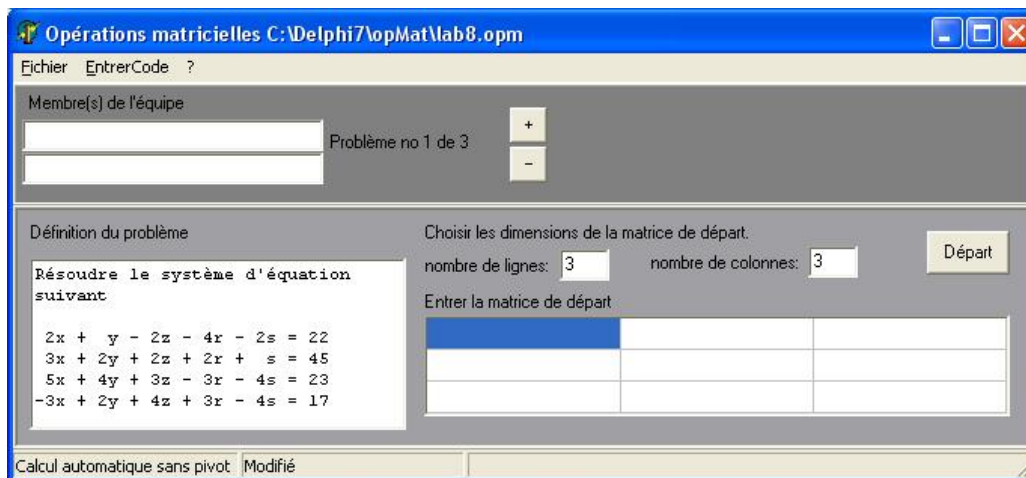
Calcul manuel    Modifié

S'il le désire, l'élève peut imprimer son travail. Malheureusement, le travail ne peut être imprimé que sur l'imprimante par défaut.



### Mode « Calcul automatique »

Pour le problème précédent, le logiciel était dans le mode « Calcul manuel ». Dans le mode « Calcul automatique », un professeur peut demander à l'élève de résoudre un problème de l'envergure de celui présenté ci-dessous.



Après avoir défini la matrice de départ, l'élève n'a qu'à décider des opérations linéaires et les calculs numériques s'effectuent automatiquement. Sur le tableau ci-dessous, dans la matrice du bas, l'élève entre «  $-5/2L1+L3$  » à l'entrée 3,1 et dès qu'il appuie sur la touche retour, les valeurs correspondantes apparaissent sur la ligne.

Opérations matricielles C:\Delphi7\opMat\lab8.opm

Problème no 1 de 3

Étape 1 +

2	1	-2	-4	-2	22
3	2	2	2	1	45
5	4	3	3	-4	23
-3	2	4	3	-4	17

Retour à la définition du problème

Effacer cette étape et les suivantes

Voir/Cacher Réponse

Opérations sur les lignes

1/2L1	1	1/2	-1	-2	-1	11
-3/2L1+L2	0	1/2	5	8	4	12
-5/2L1+						

Calcul automatique sans pivot Modifié

Avec ce mode de calcul, le professeur peut demander des problèmes plus longs, plus compliqués ou être plus strict sur les opérations élémentaires et adopter une règle comme « Je ne veux pas de  $2L3-5L1$ , je veux une expression de la forme  $aL1 + L3$  ».

Opérations matricielles C:\Delphi7\opMat\lab8.opm

Problème no 1 de 3

- Étape 4 +

1	0	0	-4/7	31/7	401/7
0	1	0	2/7	-54/7	-512/7
0	0	1	11/7	11/7	68/7
0	0	0	-39/7	129/7	2074/7

Retour à la définition du problème

Effacer cette étape et les suivantes

Voir/Cacher Réponse

Opérations sur les lignes

-4/39L4+L1	1	0	0	0	33/13	1049/39
2/39L4+L2	0	1	0	0	-88/13	-2260/39
11/39L4+L3	0	0	1	0	88/13	3638/39
-7/39L4	0	0	0	1	-43/13	-2074/39

Il y a une infinité de solutions exprimées en fonction de s, qui peut prendre une valeur réelle quelconque

x = 1049/39 - 33s/13  
y = -2260/39 + 88s/13  
z = 3638/39 - 88s/13  
r = -2074/39 + 43s/13

Calcul automatique sans pivot Modifié

## Mode « Calcul automatique avec pivot »

La méthode du Simplexe permet de passer d'un « sommet » à un autre de l'ensemble solution généré par les contraintes.

Pour enseigner la méthode du Simplexe, il faut

Expliquer les variables d'écart qui transforment une inéquation en équation.

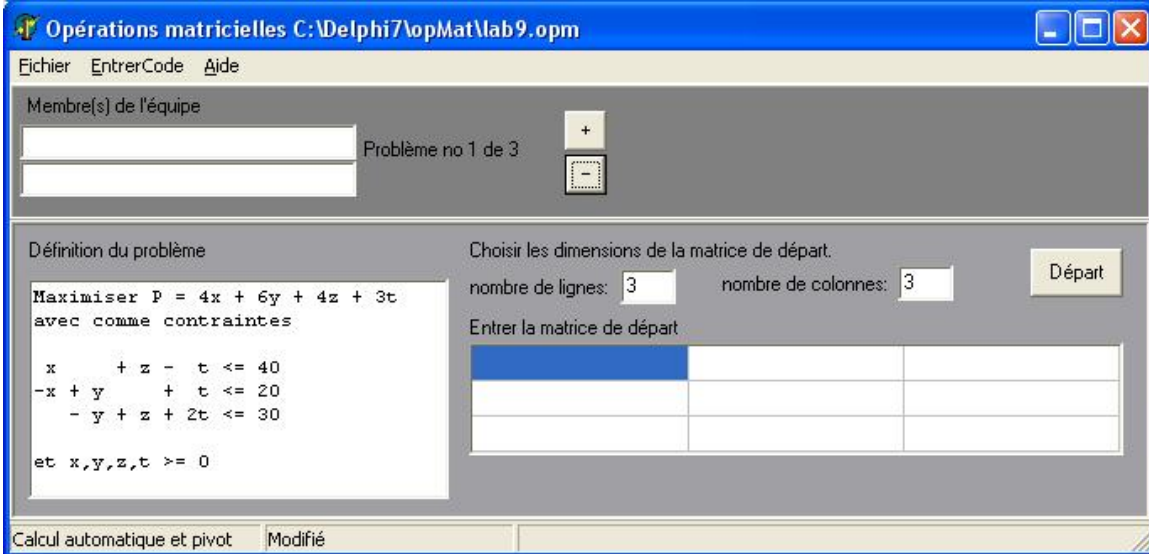
Expliquer dans quelle ligne et quelle colonne choisir le pivot.

Expliquer pourquoi il faut pivoter, et non simplement faire des opérations de la forme  $2L1-5L2$ .

Expliquer où mettre la fonction à maximiser et comment.

Si le professeur veut traiter un problème qui ne se fait pas graphiquement en 2D, il faut au minimum 3 variables ; de plus, il faut au minimum 3 contraintes. Avec trois contraintes, il faut ajouter trois variables d'écart. Donc pour un problème qui possède la solution nulle au départ, on arrive à une matrice à 4 lignes et 7 colonnes.

Suivons l'exemple suivant :



The screenshot shows a software window titled "Opérations matricielles C:\Delphi7\opMat\lab9.opm". The interface includes a menu bar with "Fichier", "EntrerCode", and "Aide". Below the menu is a section for "Membre(s) de l'équipe" with an empty text box and a "+" button. To the right, it says "Problème no 1 de 3" with a "-" button. The main area is divided into two sections: "Définition du problème" and "Choisir les dimensions de la matrice de départ".

**Définition du problème**

Maximiser  $P = 4x + 6y + 4z + 3t$   
avec comme contraintes

$$\begin{aligned} x + z - t &\leq 40 \\ -x + y + t &\leq 20 \\ -y + z + 2t &\leq 30 \end{aligned}$$

et  $x, y, z, t \geq 0$

**Choisir les dimensions de la matrice de départ.**

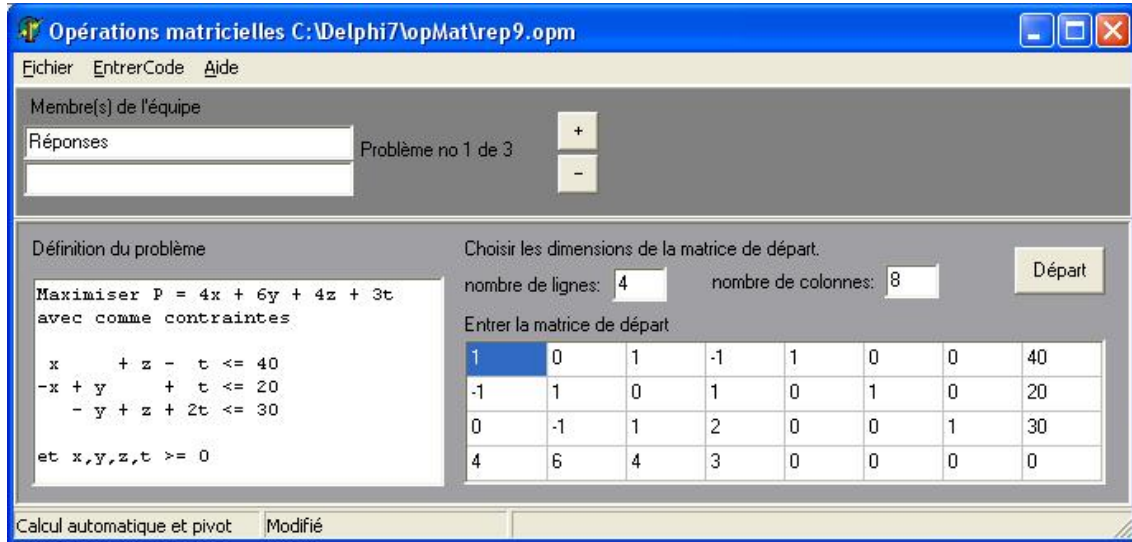
nombre de lignes:  nombre de colonnes:

Entrer la matrice de départ

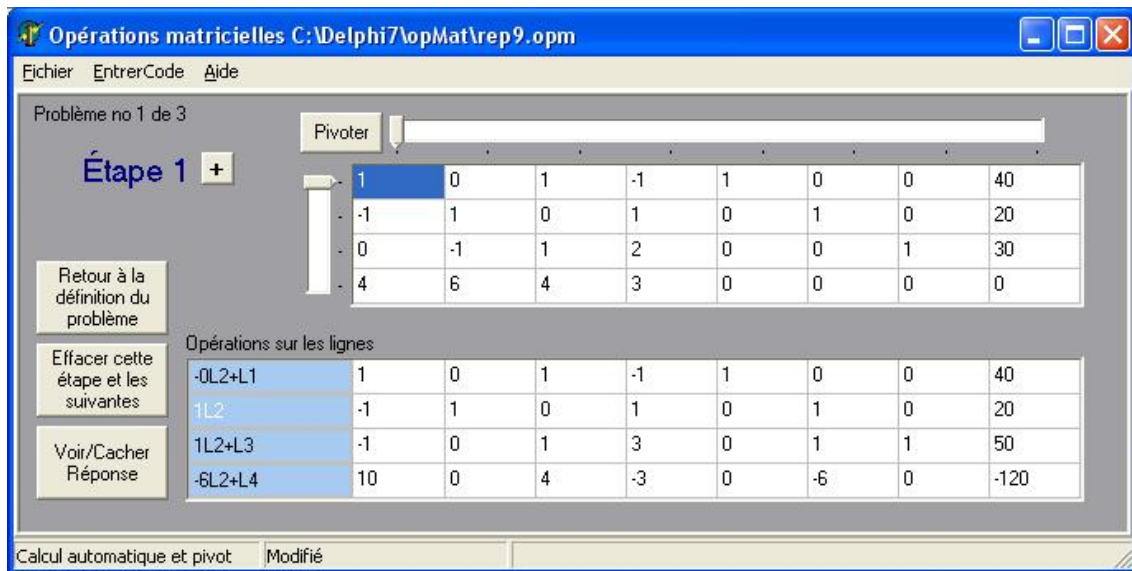

At the bottom, there are two buttons: "Calcul automatique et pivot" and "Modifié".



La matrice de départ est de format  $4 \times 8$ .



La première étape :





La dernière étape et la réponse :

Opérations matricielles C:\Delphi7\opMat\rep9.opm

Fichier EntrerCode Aide

Problème no 1 de 3

Étape 3

Pivoter

1	0	1	-1	1	0	0	40
0	1	1	0	1	1	0	60
0	0	2	2	1	1	1	90
0	0	-6	7	-10	-6	0	-520

Opérations sur les lignes

1/2L3+L1	1	0	2	0	3/2	1/2	1/2	85
-0L3+L2	0	1	1	0	1	1	0	60
1/2L3	0	0	1	1	1/2	1/2	1/2	45
-7/2L3+L4	0	0	-13	0	-27/2	-19/2	-7/2	-835

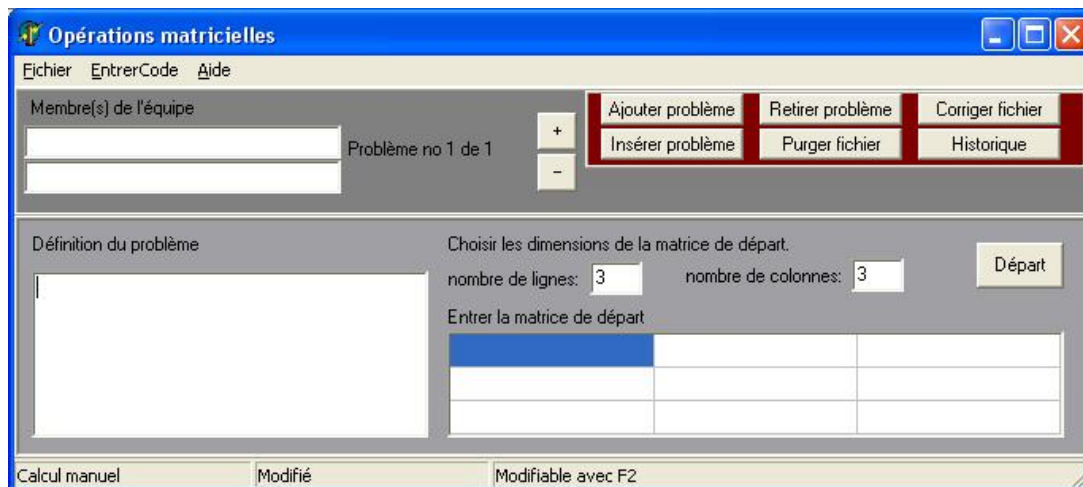
Le max est 835 lorsque  
x = 85  
y = 60  
z = 0  
t = 45

Calcul automatique et pivot    Modifié

## Création d'un fichier d'exercice par le professeur

Exécutez le logiciel **opMat.exe**.

Sur la barre de menu, cliquer sur **EntrerCode**. Entrez un code numérique (maximum de 9 caractères) dans la page appropriée. Retenez ce nombre, car il n'apparaît nulle part sur l'écran. Il permet de modifier les problèmes du fichier, d'en ajouter ou d'en retirer, de changer le mode de calcul de chaque problème (avec la touche F2) et de corriger le travail de l'élève. Sans code, vous ne pouvez que résoudre les problèmes.



Pour chaque problème, entrez sa définition ou sa description dans la boîte. L'éditeur est très élémentaire, mais la police de caractère est du courrier, ce qui permet d'aligner des équations avec des espaces.

Utilisez la touche **F2** pour choisir le mode de calcul du problème.

Le bouton « Ajouter problème » ajoute un problème vide à la fin.

Le bouton « Insérer problème » insère un problème devant celui qui est affiché.

Le bouton « Détruire problème » détruit le problème affiché. Un fichier contient toujours au moins un problème : donc lorsque le dernier problème est détruit, un problème vide est ajouté.

Le bouton « Purger fichier » : après avoir défini tous les problèmes désirés, vous les avez essayés (donc, il fallait entrer un nom quelconque dans une boîte des noms), etc. Finalement, les problèmes sont à votre goût. Pour préserver le fichier pour les élèves, le bouton **Purger fichier** enlève les noms du fichier, vide l'historique, efface les étapes et la réponse de chaque problème. Seulement le mot de passe crypté, et pour chaque problème le mode de calcul, la définition, le nombre de lignes, le nombre de colonnes et la matrice de départ sont gardés. Ensuite, préservez le fichier immédiatement sous le nom désiré. Ce fichier est donc prêt pour les élèves, car il ne contient que les définitions des problèmes. Lorsque l'élève ouvre le fichier, comme il ne connaît pas le code qui « débarre » le fichier, il ne peut changer le mode de calcul des problèmes. Il ne peut qu'ajouter des étapes et une réponse. Il peut préserver le fichier autant de fois qu'il le désire (il est recommandé de le faire après chaque problème).

**IMPORTANT** : le bouton **Purger fichier** ne remet pas le nombre de lignes à 3 ni le nombre de colonnes à 3 et ne vide pas la matrice de départ. Il faut le faire « à la main ».

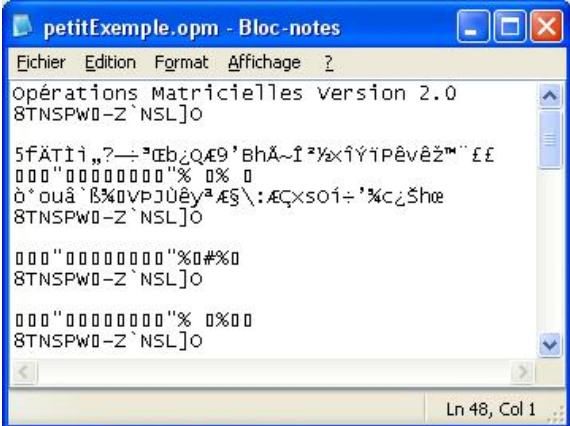
## Correction d'un fichier d'exercice par le professeur (évidemment)

Pour corriger les fichiers des élèves, exécutez opMat.com. Entrez le code que vous avez mémorisé. Ensuite, ouvrez le fichier réponse de l'élève : si les outils (les 6 boutons) sont encore visibles, c'est que l'étudiant a effectué le travail comme vous le vouliez. Si les outils disparaissent, c'est probablement que l'élève a utilisé un autre code, recopié la définition des problèmes, mis chaque problème dans le mode pivot, trouvé la solution, remis chaque problème dans le mode approprié, préservé le tout et vous a remis le travail. Ouf!

Le bouton **Historique** permet de voir l'historique d'un fichier. Chaque fois que le fichier est préservé, une ligne est ajoutée dans l'historique contenant le nom des membres de l'équipe, la date et l'heure (jusqu'à la seconde). De plus, chaque fois que le nom d'un membre de l'équipe est changé, une entrée est ajoutée à l'historique.

Le bouton **Corriger fichier** permet de voir en un seul texte, un seul jet, tous les problèmes et pour chaque problème, sa définition, la matrice de départ, toutes les étapes et la réponse. Il suffit de « rouler la roulette » pour tout voir à la suite. C'est plus court que pour chaque problème, cliquer sur « Départ », cliquer sur + pour voir chaque étape, revenir au problème suivant, etc.

Voici le début d'un fichier d'exercice ouvert avec le logiciel Bloc-notes.exe.



```
petitExemple.opm - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
Opérations Matricielles Version 2.0
8TNSPW0-Z`NSL]O

5fÄTii,,?—:æbçQÆ9' BhÅ~I *Y&xîÿîPêvêZ™'' ££
000"00000000"% 0% 0
ò°ouâ`ß%0VPJÛËÿªÆS\ :ÆÇxsoi÷ '%cçShœ
8TNSPW0-Z`NSL]O

000"00000000"%0#%0
8TNSPW0-Z`NSL]O

000"00000000"% 0%00
8TNSPW0-Z`NSL]O

Ln 48, Col 1
```

## TÉLÉCHARGEMENT DU LOGICIEL

Le logiciel OpMat peut être téléchargé à partir du site [www.math9.net](http://www.math9.net). sur cette page, à gauche, sous « Choisir », cliquer sur « Opérations matricielles ». Ensuite, dans le cadre à droite apparaît une description du logiciel. À la fin de cette page, il y a la liste des fichiers à télécharger. Le logiciel est le fichier « opMat2007oct11.zip ».

En cliquant sur ce nom, votre ordinateur vous offre de l'exécuter ou l'enregistrer. Choisir « enregistrer ». Vous pouvez l'enregistrer dans le dossier de votre choix (il occupe environ 300K, ce qui est petit). Une fois enregistré, l'ordinateur vous demande de l'ouvrir ou « ouvrir le dossier » : choisir d'ouvrir le dossier. Une fois le dossier ouvert, amener le pointeur de souris sur le fichier en question, et cliquer sur le bouton droit de la souris. Plusieurs options apparaissent. Choisir « Extraire tout ». L'ordinateur demande dans quel dossier iront les fichiers extraits : c'est votre choix, supposons « Opmath ». Ensuite, choisir « Extraire ».

L'autre texte disponible dans cette même section est le texte de la description du fonctionnement du logiciel, tel que distribué aux participants du colloque AMQ2007.

## CONCLUSION

L'auteur a trouvé que le logiciel lui permettait de faire comprendre les concepts beaucoup plus rapidement. Pour la méthode de Gauss, lors d'examens sans logiciel, les élèves étaient beaucoup plus nombreux à disposer les opérations correctement (à mon goût) que les groupes qui n'avaient pas utilisé le logiciel. De plus, sans le logiciel, l'auteur n'osait pas demander de résoudre des problèmes longs et complexes. Par exemple, pour la méthode du Simplexe, l'auteur s'est payé le luxe d'aborder les problèmes sans la solution nulle de départ et les trois types de contraintes  $\leq$ ,  $=$  et  $\geq$ .

L'auteur s'engage à corriger rapidement tout « bug » découvert dans le logiciel et est ouvert aux suggestions de modifications. ([michel@math9.net](mailto:michel@math9.net))