

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen

Faculté des Sciences

Département d'Informatique

Mémoire de fin d'études

pour l'obtention du diplôme de Licence en Informatique

Thème

Construction d'un maillage à l'aide de la Triangulation de Delaunay

Réalisé par :

- **BENFEDEL Ahmed**
- **BELLAHCENE Mohammed Amine**

Présenté le 9 Juin 2014 devant la commission d'examination composée de MM.

- *BENCHAIB Abdelatif* (Encadreur)
- *BENMANSOUR F.* (Examineur)
- *BENTAALLAH A.* (Examineur)

Année universitaire : 2013-2014

Contenu

Remerciements :	4
Introduction :	5
I. Nos outils :	6
Introduction :	6
1. EDI : Eclipse	6
<i>Lancement et « workspace »</i>	7
2. Glade	8
a) Gtk :	8
b) Installation des logiciels nécessaires :	8
c) Création de l'interface graphique avec Glade	8
Conclusion :	10
II. Triangulation de Delaunay	11
Introduction :	11
1. Le maillages :	11
a) <i>Définition générale d'un maillage</i>	11
b) <i>Définition au sens géométrique</i> :	12
2. Triangulation irrégulière de Delaunay :	12
Conclusion :	14
III. DelaunayPlot	15
Introduction :	15
1. Fenêtre d'accueil :	15
2. Manipulation des coordonnées :	16
a) « Add » :	16
b) « Delete » :	17
c) « Clear » :	18
d) « Repalce with » :	18
3. Affichage :	19
a) « Point » :	19
b) « Convex Hull » :	19
c) « Triangulation » :	20
d) « Conscrite circles » :	21
e) « Draw circle » :	22
4. « Undo » & « Redo » :	22

5. « Save » :	23
6. La fenêtre « About ».....	23
Conclusion :	24
Conclusion :	25
Bibliographie :	26

Remerciements :

Nous tenons à remercier notre encadreur monsieur Benchaib Abdelatif pour le choix du sujet, son soutien tout au long de l'élaboration du projet et pour ces conseils.

Introduction :

Aujourd'hui l'informatique a conquis notre monde, on parle partout d'un programme qui fait quelque chose, celui-ci peut faire cela, celui-là peut faire ceci .Et ainsi on est devenu attaché à ce qu'elle produit. Ce qui facilite notre vie sur plusieurs niveaux. Dans notre thèse on propose une application, qui, on espère, va aider les mathématiciens qui sont intéressés par le maillage à traduire leurs données numériques, on parle des coordonnées, aux données graphiques, c'est-à-dire, des affichages et graphes. D'abord, on a développé l'idée d'un travail qui a été déjà fait par Pascal Frey et Frédéric Hecht en 2004 à l'université Pierre et Marie Curie, Paris. Ils ont essayé de construire un maillage de Delaunay à partir des points aléatoires. Le programme était en C++, et a été composé de 4 fichiers (hpp et cpp). Notre approche était un peu différente, car on a préféré donner à l'utilisateur plus d'options, au premier lieu, on lui offre la possibilité de choisir les points du maillage, et plusieurs d'autres qu'on les retrouvera dans les chapitres qui suivent. On a utilisé le python parce qu'on l'a trouvé facile à manipuler les données et les variables due à sa flexibilité comme étant un langage dynamique.

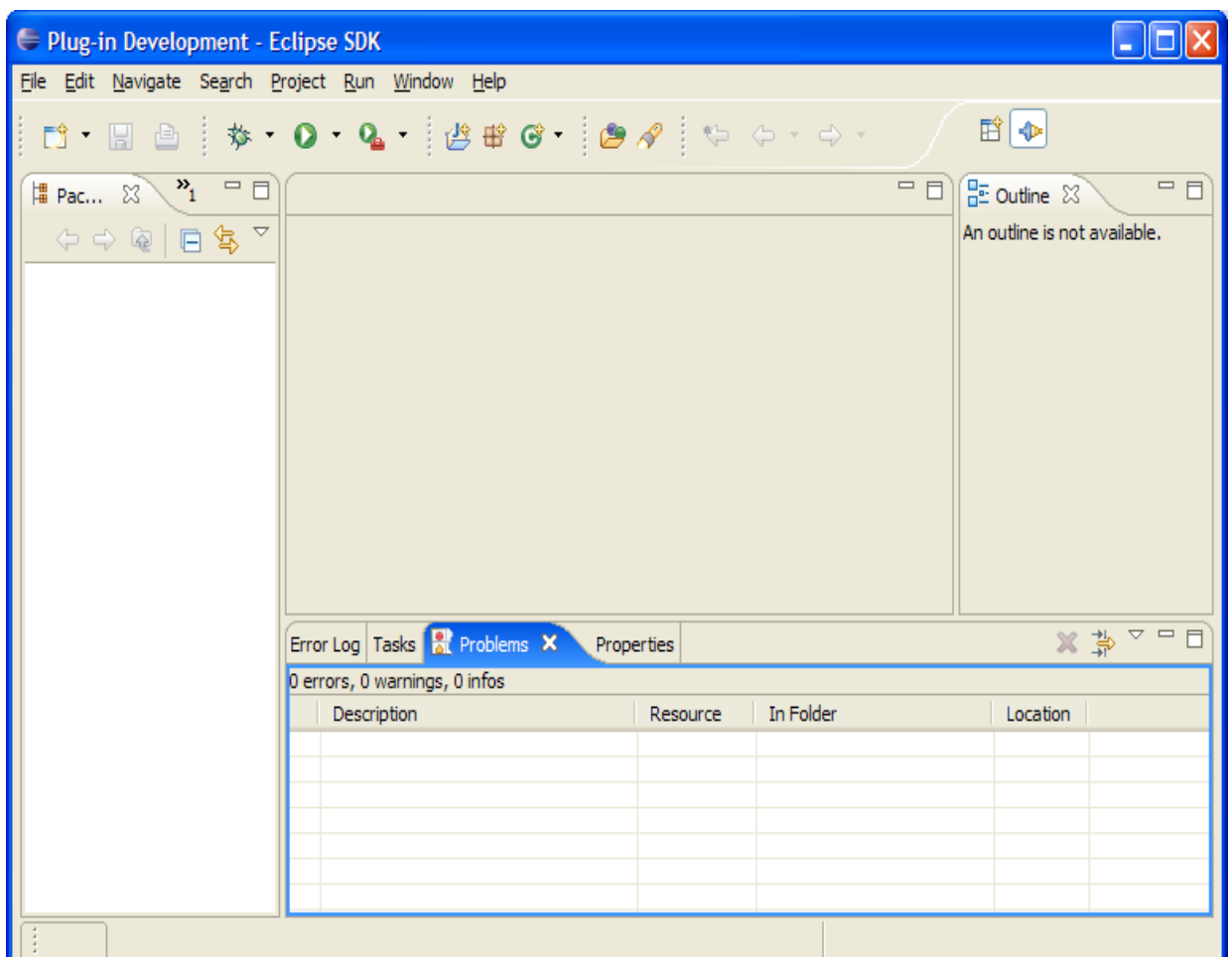
I. Nos outils :

Introduction :

Au cours de la préparation de notre thèse on a du travailler avec des application, des programme et un EDI pour faciliter notre travail et gagner du temps . On site parmi eux les outils suivants :

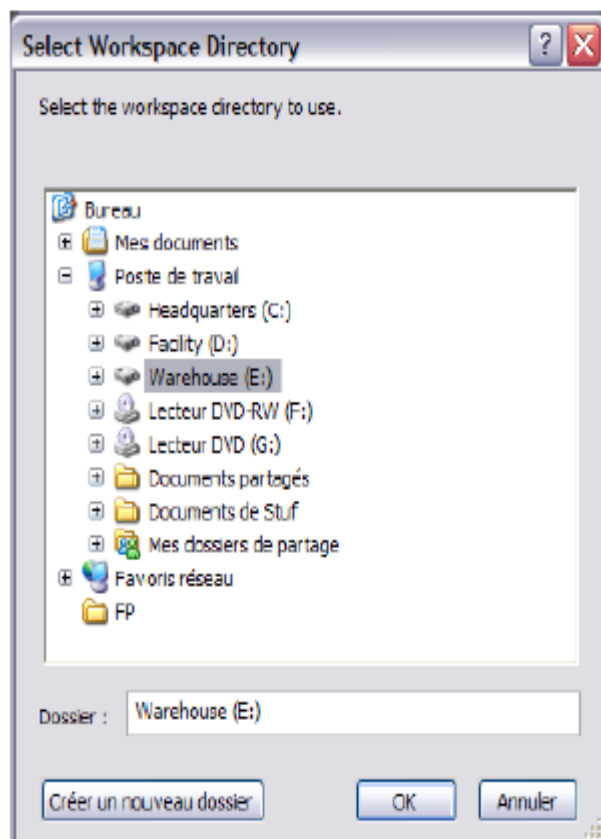
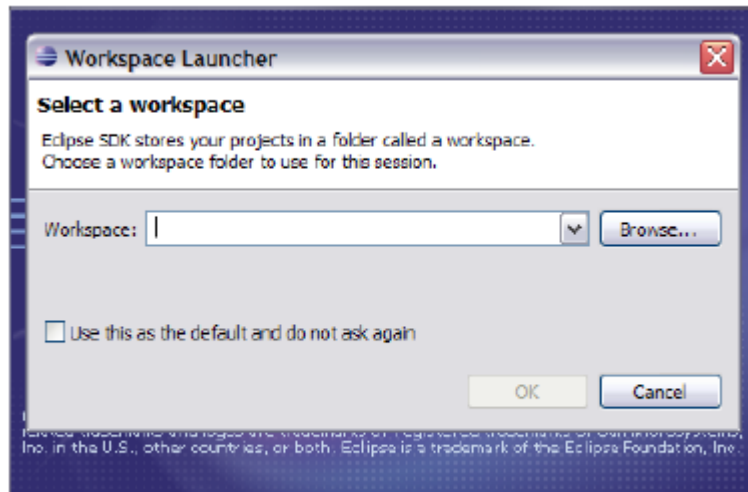
1. EDI : Eclipse

Eclipse est un EDI (le terme eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible ,universel et polyvalent, permettent potentiellement de créer des projets de developpement pettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage , grâce à des bibliothèque spécifique , est également utilisé pour écrire des extensions. [wikipedia]



Lancement et « workspace »

Lors du premier lancement d'Eclipse, l'environnement vous demande de spécifier un «workspace». Les workspaces (espaces de travail) d'Eclipse sont des répertoires dans lesquels sont regroupés les projets de développement. Ainsi, il est possible d'avoir plusieurs espaces de travail, dédiés à des langages de programmation différents, des buts différents, ou par exemple des enseignements différents.



2. Glade

a) Gtk :

GTK+ est un outils qui sert à la création des interfaces graphiques (GUI). Qui portait le nom de « Gimp toolkit » parce qu'il a été développé par l'application GIMP .

Il est « cross-platform » écrit en langage C. Qui peut être utilisé avec plusieurs langages de programmation comme Python.

PyGTK est GTK utilisé avec Python. Utilisé pour créer des Interfaces graphiques en Python .

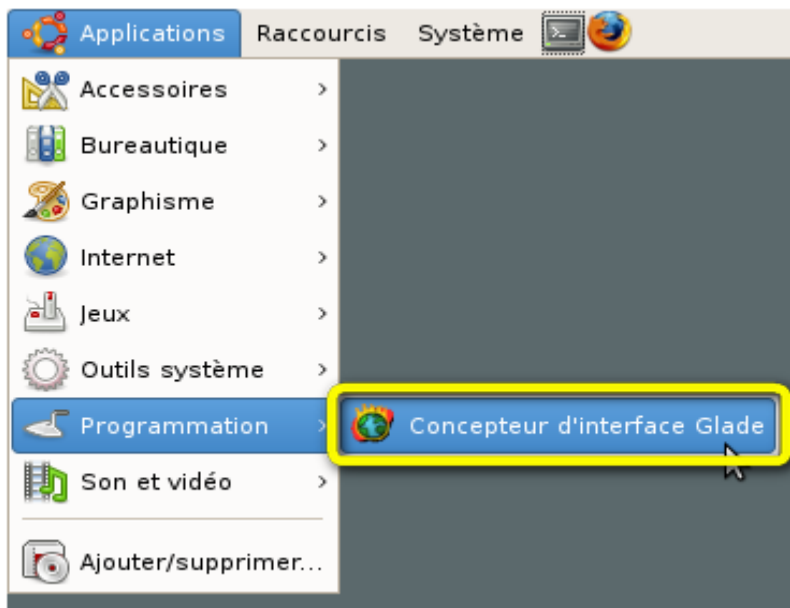
b) Installation des logiciels nécessaires :

Sous Debian: `sudo aptitude install python-glade2 glade-3`

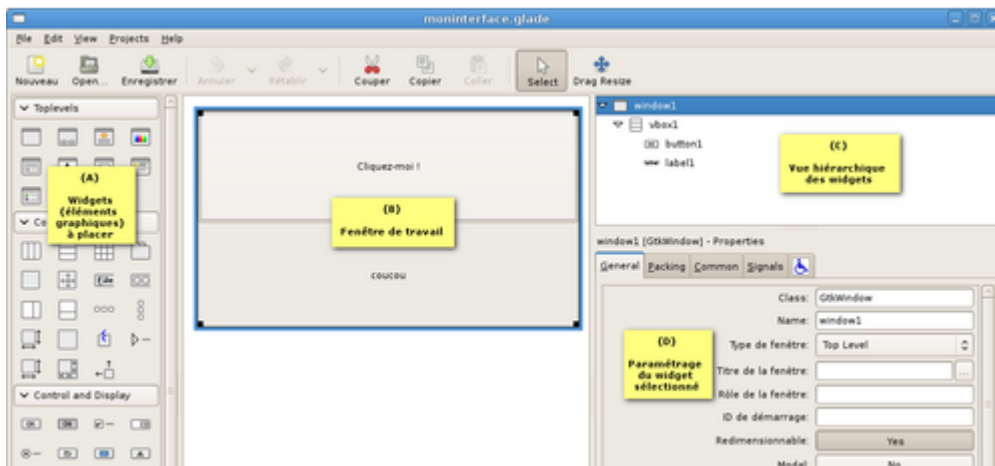
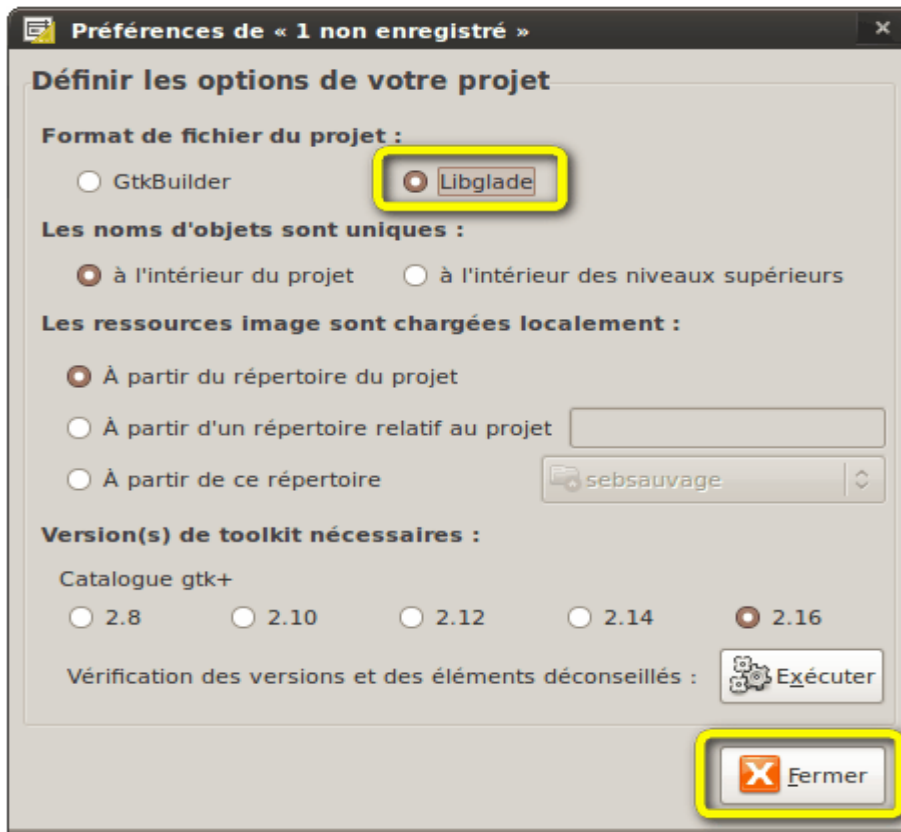
Sous windows il suffit de télécharger l'exécutable glade du site <http://>

c) Création de l'interface graphique avec Glade

Lancez Glade3 (Sous Ubuntu: Menu Applications > Programmation > Concepteur d'interface Glade)



et choisissez comme format du projet "libglade":



Glade est composé de 4 zones:

(A): Cette zone contient les widgets (éléments graphiques) disponibles prêts à être utilisés (boutons, cases à cocher, etc.)

(B) est la fenêtre de travail, où vous placez widgets.

(C) montre la hiérarchie des widgets.

(D) vous permet de modifier les caractéristiques d'un widget.

Conclusion :

L'utilisation d'eclipse et glade nous a aider a avancer rapidement sans s'inquieter aux chose qui pouvaient nous ralentir pendant notre travail.

II. Triangulation de Delaunay

Introduction :

Nous nous proposons de présenter dans ce chapitre les notions théoriques et pratiques nécessaires pour écrire un générateur de maillage (mailleur) bidimensionnel de type Delaunay-Voronoi, simple et rapide.

1. Le maillages :

a) Définition générale d'un maillage

Le maillage est une opération de génération d'une grille 2D de l'image par définition d'une partition, en éléments polygonaux, basée sur des caractéristiques homogènes pour la représentation réduite des données de cette image. Le but de cette opération est que l'image approchée par cette représentation soit la plus fidèle possible à l'image originale. Les sommets des polygones sont appelés nœuds et ces nœuds sont reliés entre eux par des arcs.

En général les difficultés rencontrées au cours de la génération d'une grille sont de deux types :

- la création de l'ensemble des nœuds (position et nombre).
- La création de la partition (le type de découpage).

Ce dernier point peut être de nature purement géométrique ou alors dépendre de données initiales de manière à minimiser certains critères. Etant donné un nuage de points d'un plan, un maillage polygonal de ce domaine est un recouvrement de ce dernier par des éléments de nature géométrique élémentaire (triangle, quadrilatère, ...), sous-ensembles des points de ce plan et tel que certaines propriétés soient vérifiées. Diverses topologies de maillages de référence sont généralement utilisées : le maillage peut être uniforme, quadrangulaire, de Delaunay, etc.

D'une manière plus générale, la géométrie fait référence aux positions 2D des points nœuds du maillage, tandis que la topologie indique les connections entre les nœuds,

c'est-à-dire la structure des éléments(ou "patches"). Ces définitions topologiques et géométriques coexistent et le choix de l'une ou l'autre dépend du domaine d'application : géométrie algorithmique, image, élément finis, etc. Puisque on fait du traitement d'image, nous utiliserons indifféremment dans la suite du manuscrit les termes triangulation, maillage ou grille .Les maillage seront par conséquent définis sur une seule image ou alors suivis et déformés au cours du temps. On sous-entendra par maillage une représentation continue.

b) Définition au sens géométrique :

La définition au sens géométrique consiste à définir un "ensemble de règles de création" c'est à dire à définir le type de grille que l'on veut : grille régulière ou irrégulière, forme géométrique des facettes, etc.

2. Triangulation irrégulière de Delaunay :

La triangulation de Delaunay est une représentation graphique pour une fonction de R^2 irrégulièrement échantillonnée. Elle donne une décomposition de l'enveloppe convexe d'une surface S en polygones convexes, inscriptibles dans des cercles, qui sont tels que le cercle circonscrit à un polygone ne contient aucun autre sommet de S .

Pour construire un maillage, nous avons besoin de connaître :

- Un ensemble de points
- Un ensemble d'arêtes (couples de numéros de points) définissant le maillage de la frontière Γ_h des sous domaines.
- Un ensemble de sous domaines (composantes connexes de R à mailler, avec l'option par défaut suivante : mailler tous les sous domaines bornés. Les sous domaines peuvent être définis par une arête frontière et un sens (le sous domaines est à droite (-1) ou à gauche (+1) de l'arête orientée). Formellement, nous disposons donc de l'ensemble Qui peut être vide (cas par défaut).

La méthode est basée sur les diagrammes de Voronoï :

Les diagrammes de Voronoï sont les polygones convexes formés par l'ensemble des points de R plus proche de x que des autres points x

Les arêtes d'un tel diagramme sont en fait des portions de médiatrices entre deux points de S , les sommets sont des centres de cercle passant par trois points.

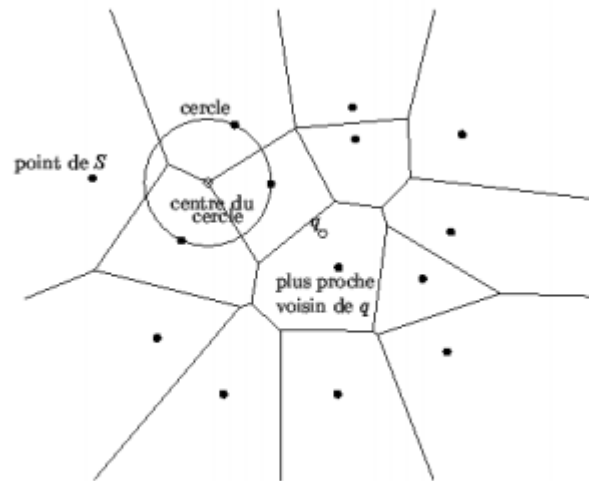
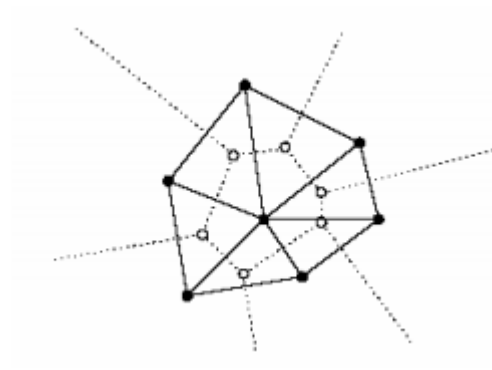


diagramme de Voronoï

Le dual du diagramme de Voronoï est la triangulation de Delaunay. On l'obtient en reliant les points dont les cellules de Voronoï sont voisines. On obtient ainsi une triangulation de S , c'est-à-dire un maillage triangulaire ayant les points de S pour sommets. La triangulation de Delaunay de S est telle qu'aucune de ses faces ne contient un autre point de S à l'intérieur de son cercle circonscrit.



En effet, l'utilisation d'un maillage irrégulier donnera des résultats comparables, pour une gestion plus aisée, car le maillage ainsi construit possède moins de cellules que le maillage régulier.

Conclusion :

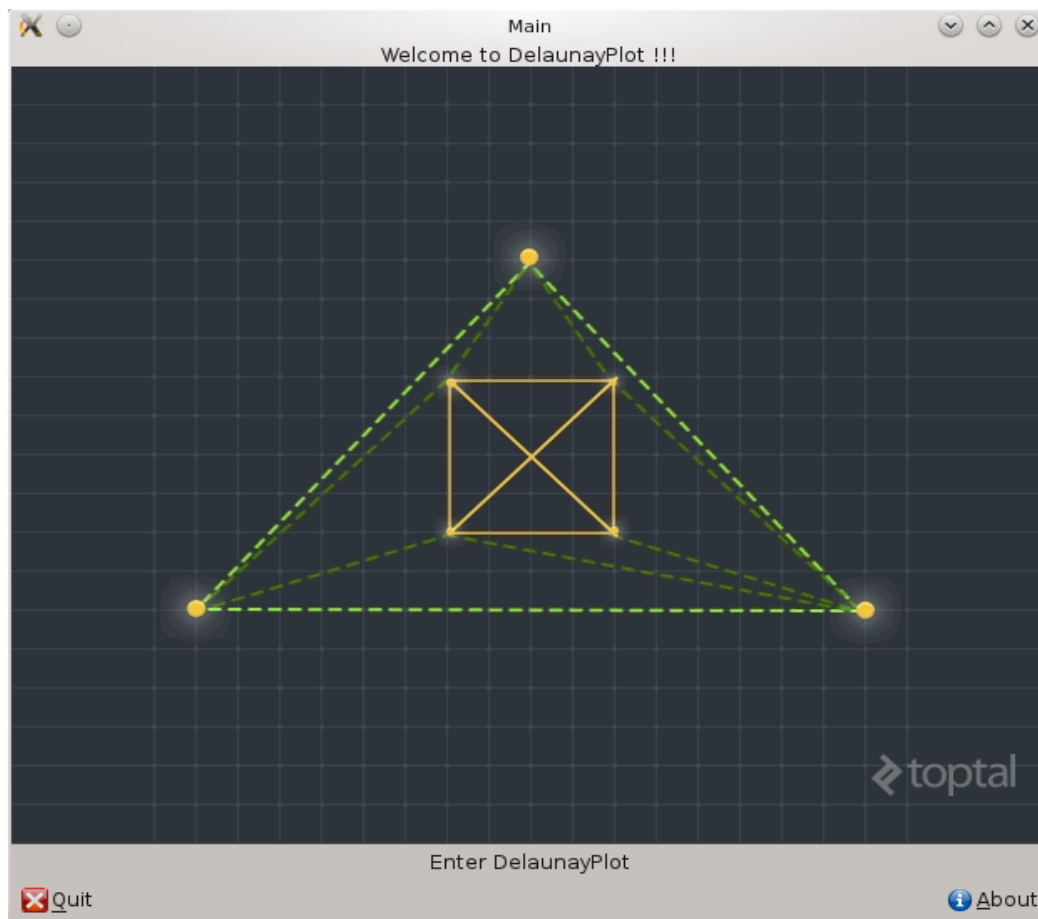
La triangulation de Delaunay est utilisée dans plusieurs domaines, donc elle est très importante non pas seulement en mathématique mais dans autres domaines.

III. DelaunayPlot

Introduction :

On voulait présenter ce chapitre comme étant un manuel d'utilisation de notre application. On espère qu'il sera utile pour l'utilisateur, et qu'il va lui faciliter le travail avec DelaunayPlot.

1. Fenêtre d'accueil :



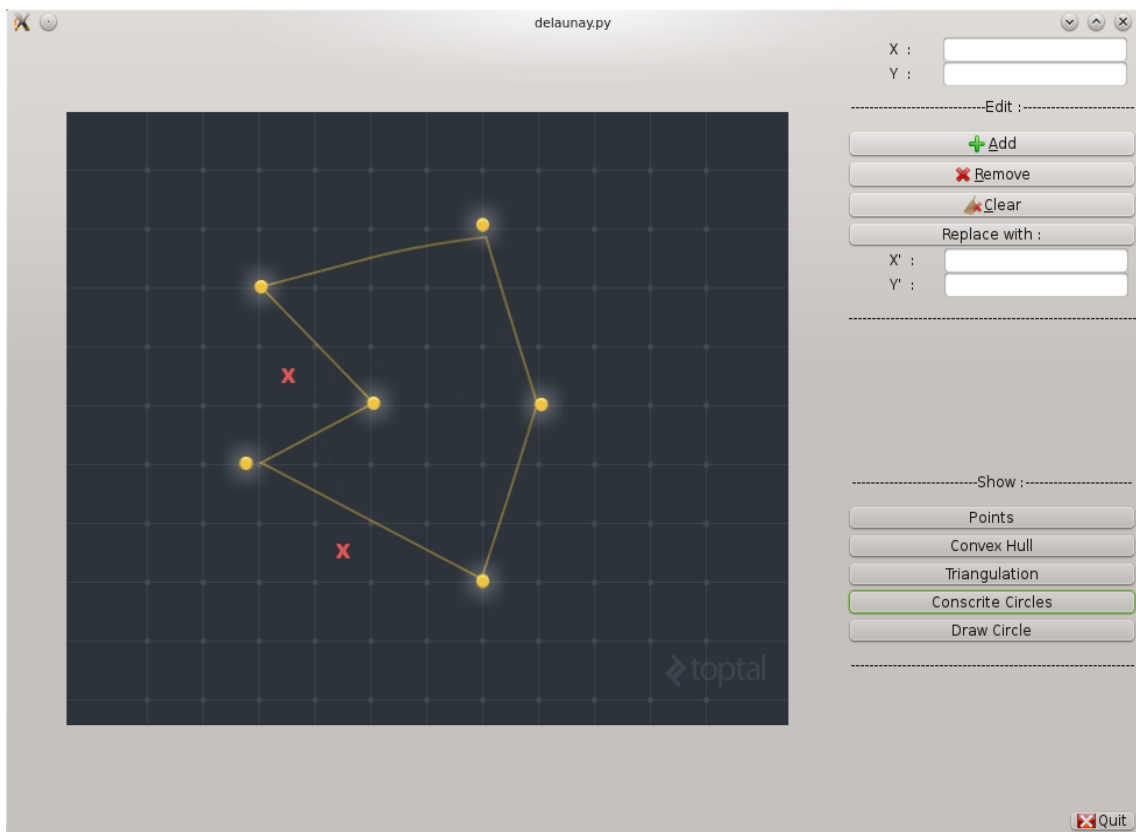
Contient 3 boutons :

« Enter DelaunayPlot » : pour entrer à la fenêtre d'affichage et manipulation des coordonnées.

« About » : à propos de notre application.

« Quit » : pour quitter.

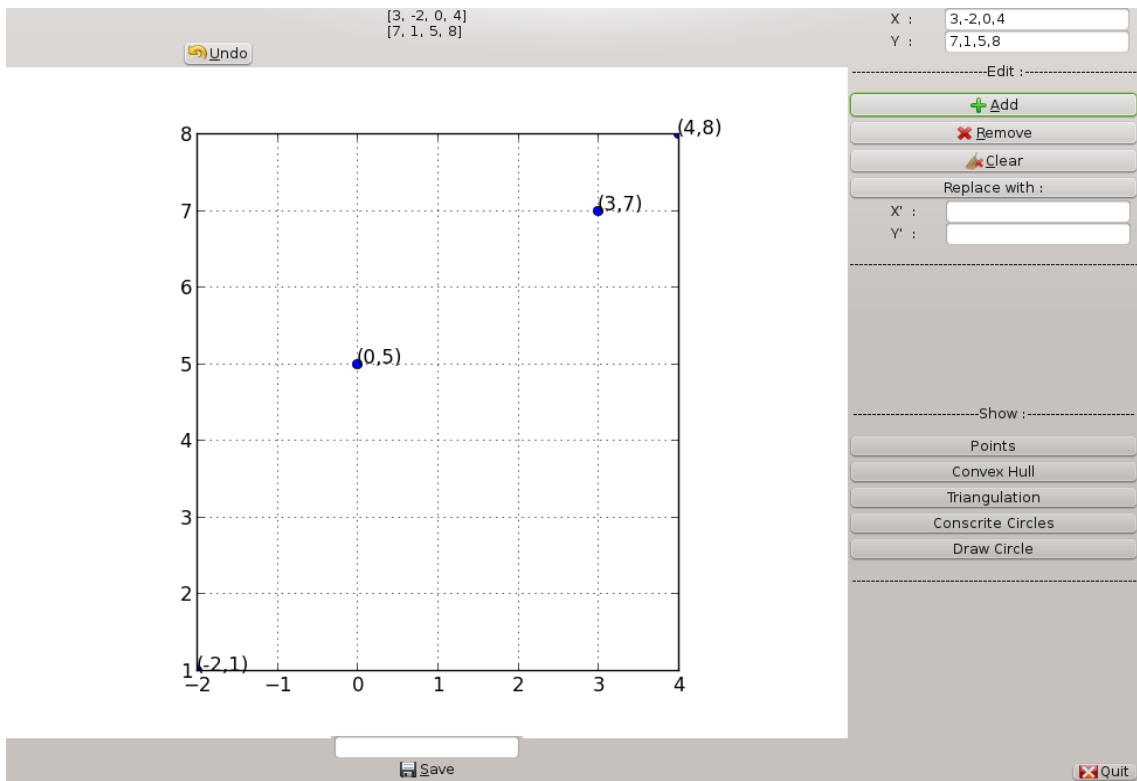
Après cliquer sur le bouton « Enter DelaunayPlot » une fenêtre vous apparaîtra et vous offre les options suivantes :



2. Manipulation des coordonnées :

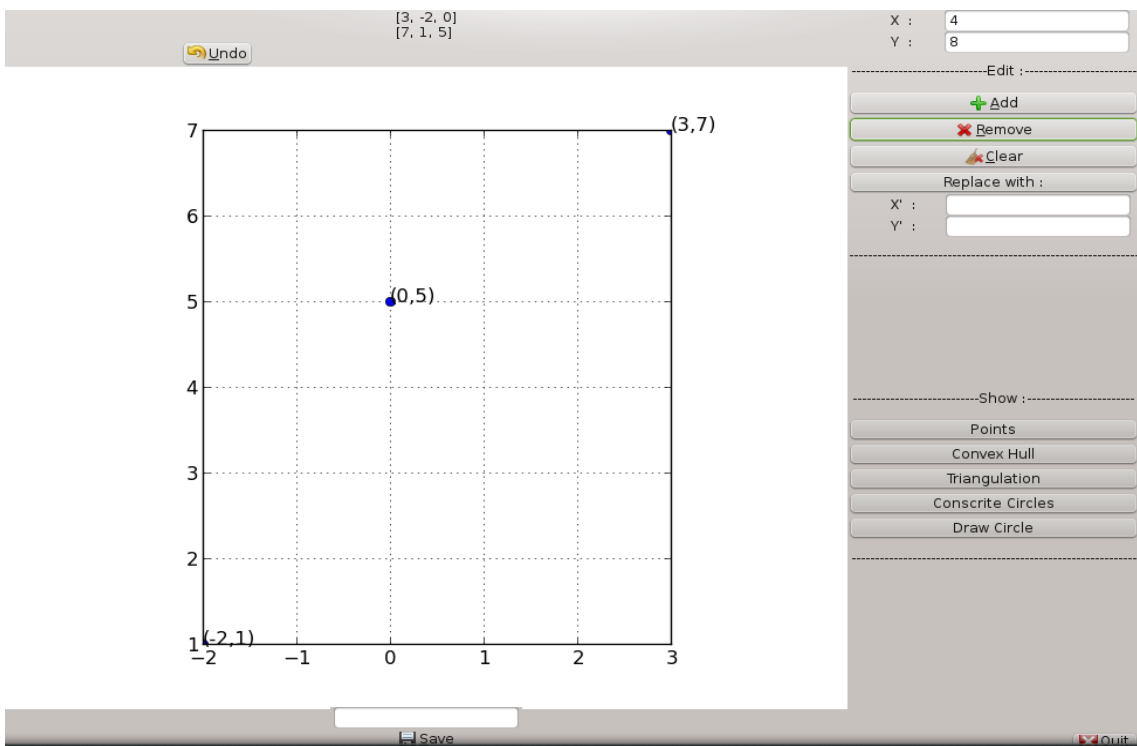
a) « Add » :

On a utilisé deux entrées : une pour les Xs et l'autre pour les Ys. Vous pouvez entrer les coordonnées une après l'autre ou bien toutes en même temps séparées par une virgule, point-virgule ou bien « : ». L'insertion se fait avec le bouton « add ». Après l'insertion, les coordonnées vont s'afficher en haut de la fenêtre et les points s'affichent sur l'image étiquetées par leurs coordonnées. Les redondances sont éliminées. On a aussi essayé d'implémenter pas mal de tests pour éviter les erreurs.



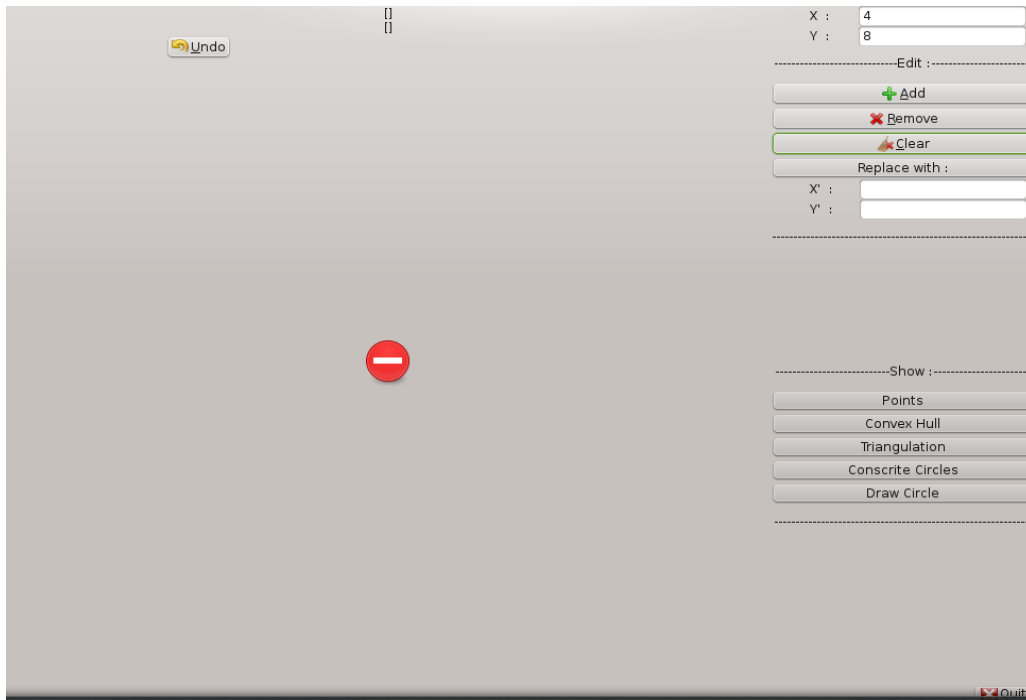
b) «Remove » :

Pour supprimer un ou plusieurs points il vous suffit juste de spécifier ses/leurs coordonnées et appuyer sur le bouton « Remove ». L'affichage et la table de coordonnées sont automatiquement mis à jour.



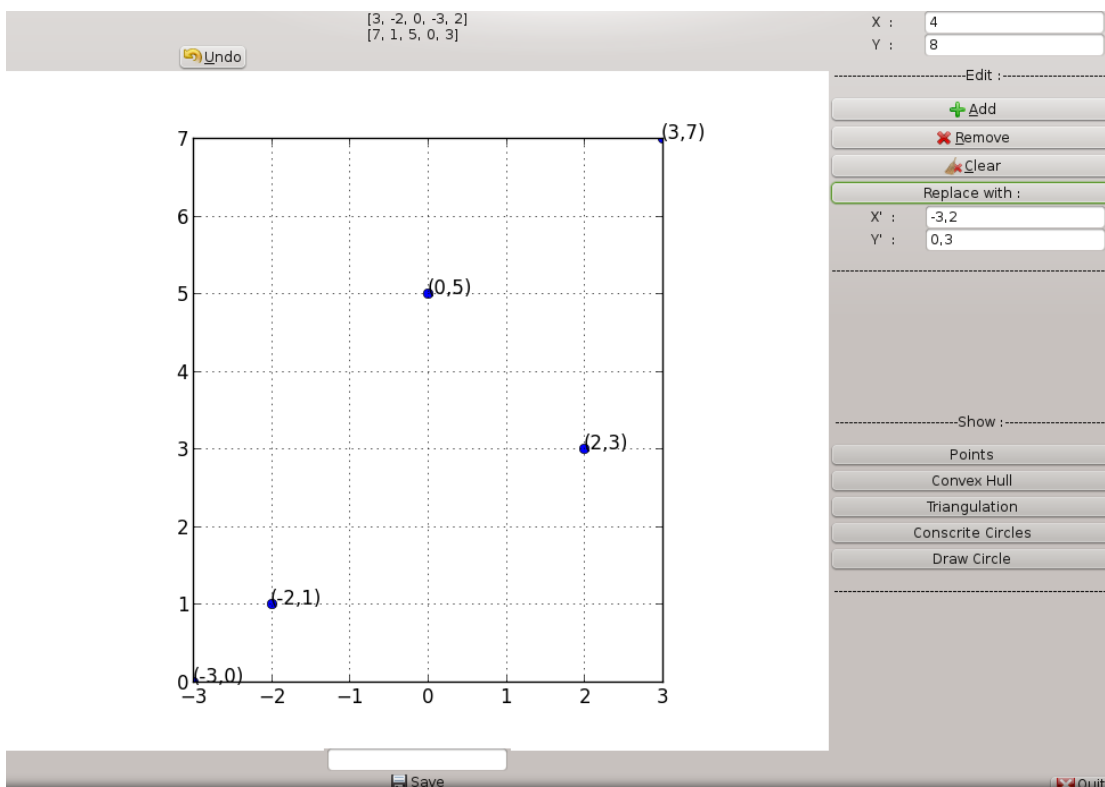
c) « Clear » :

Pour initialiser la table des coordonnées à vide avec le bouton « clear ». Rien ne sera afficher sur l'image.



d) « Replace with » :

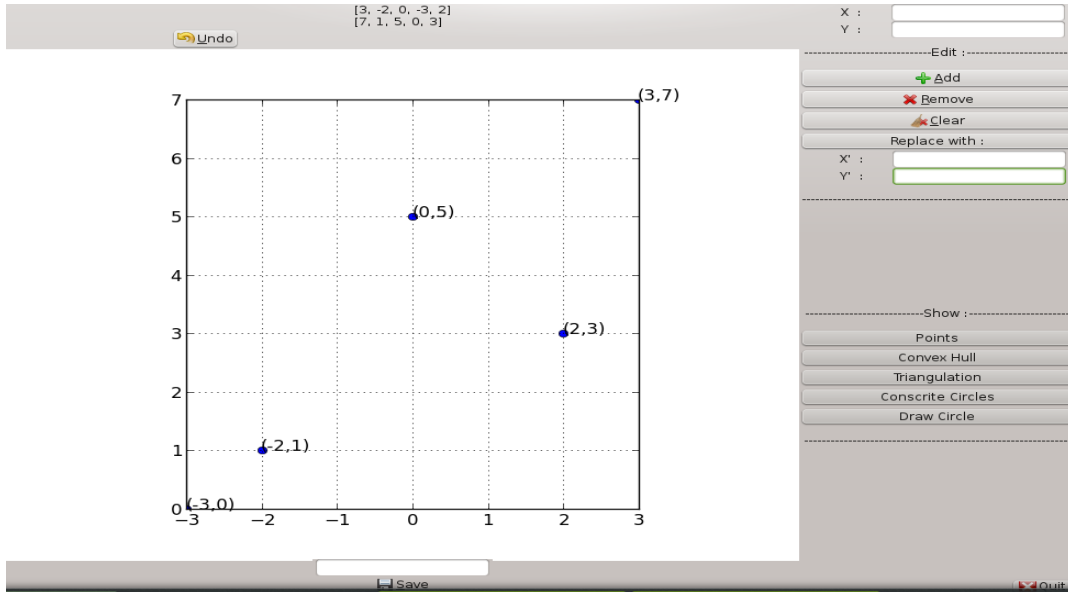
Pour remplacer un ou plusieurs points (spécifiées dans X et Y) par un plusieurs autres point (spécifiées dans X' et Y') avec le bouton « replace with ».



3. Affichage :

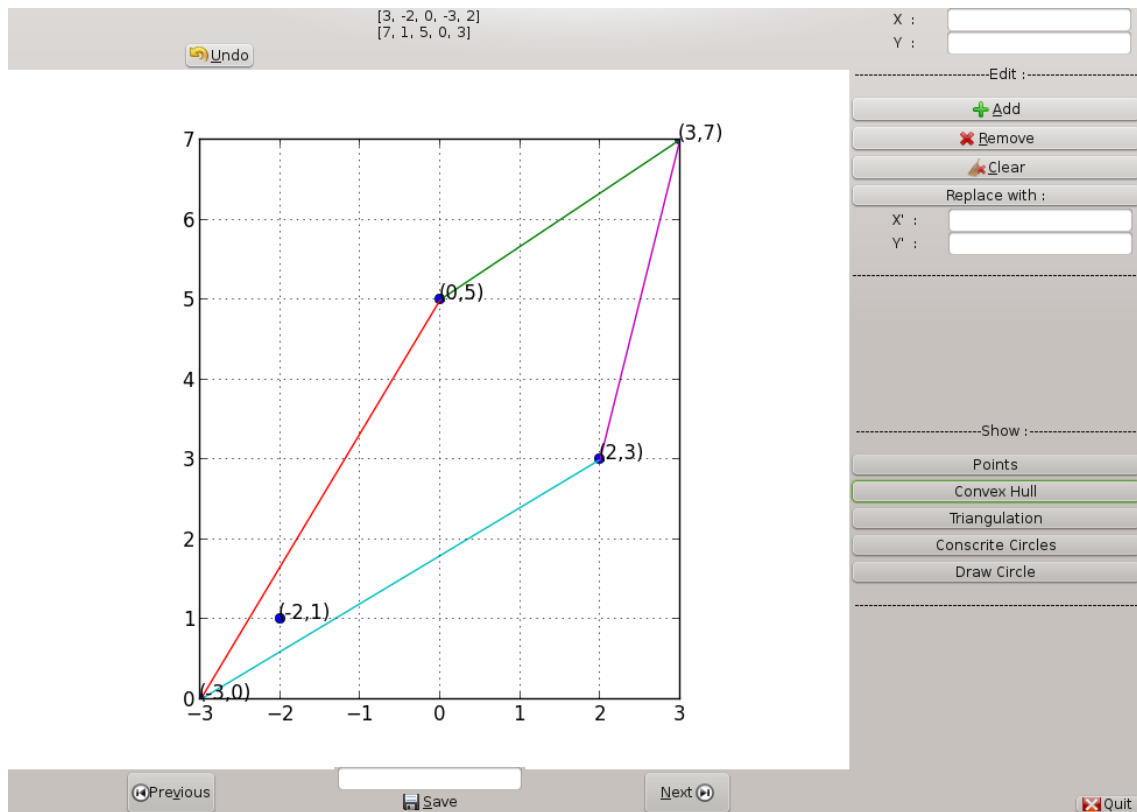
a) « Point » :

Affiche les points avec leurs coordonnées.

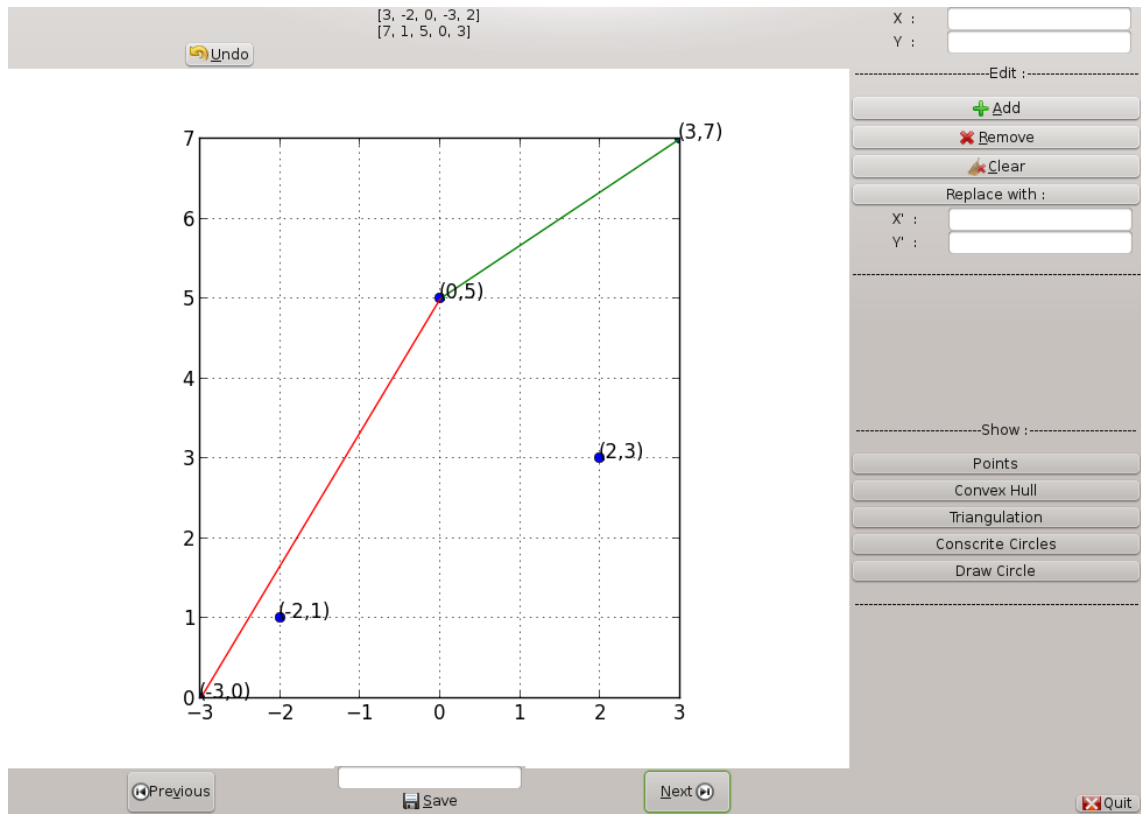


b) « Convex Hull » :

Polygone convexe , c'est-à-dire les arêtes extérieurs du maillage.

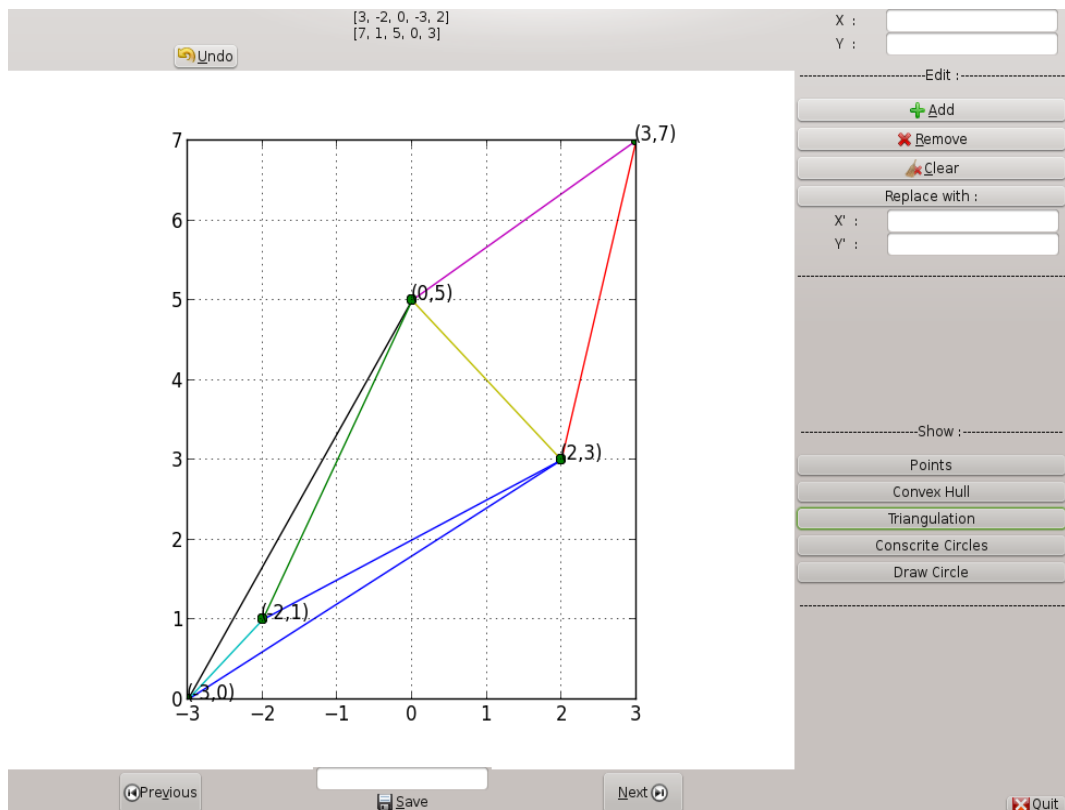


Vous pouvez passer par toutes les étapes de la construction de celui-ci avec les boutons « Previous » et « next ».



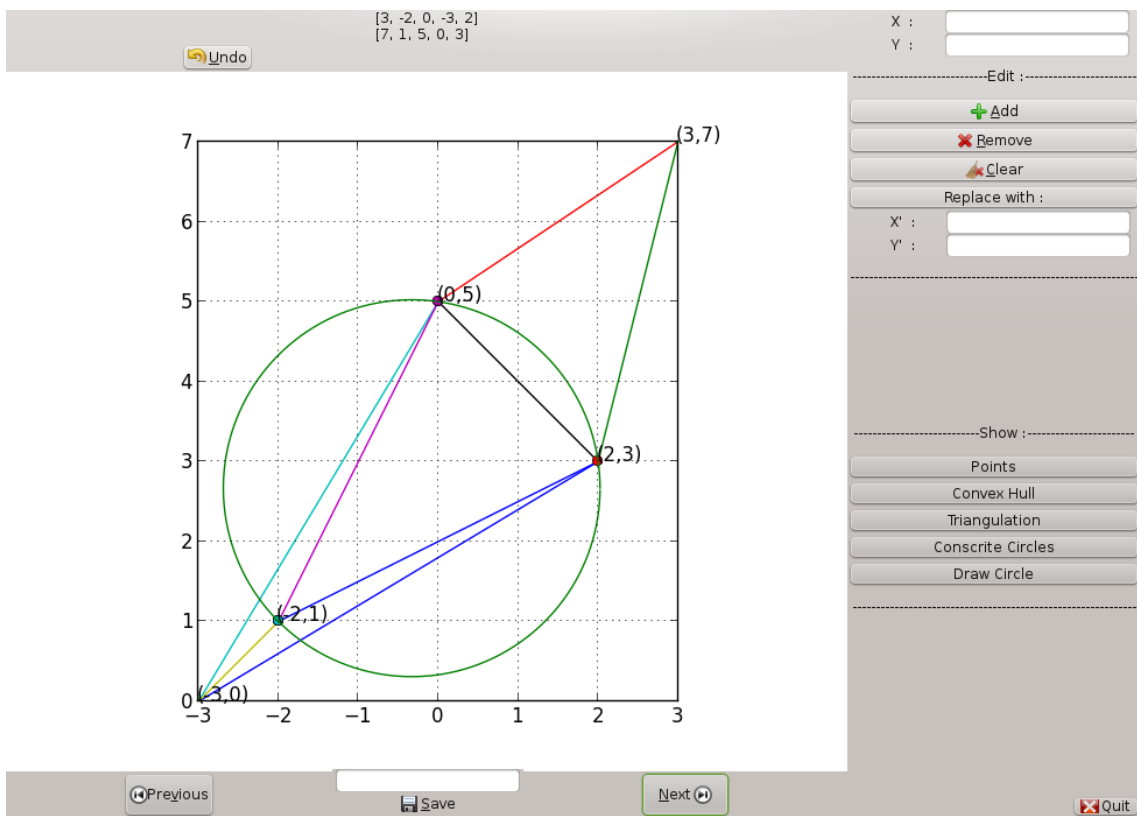
c) « Triangulation » :

Le maillage des points entrés dans la table des coordonnées. La même chose , toutes les étapes sont disponibles à afficher.

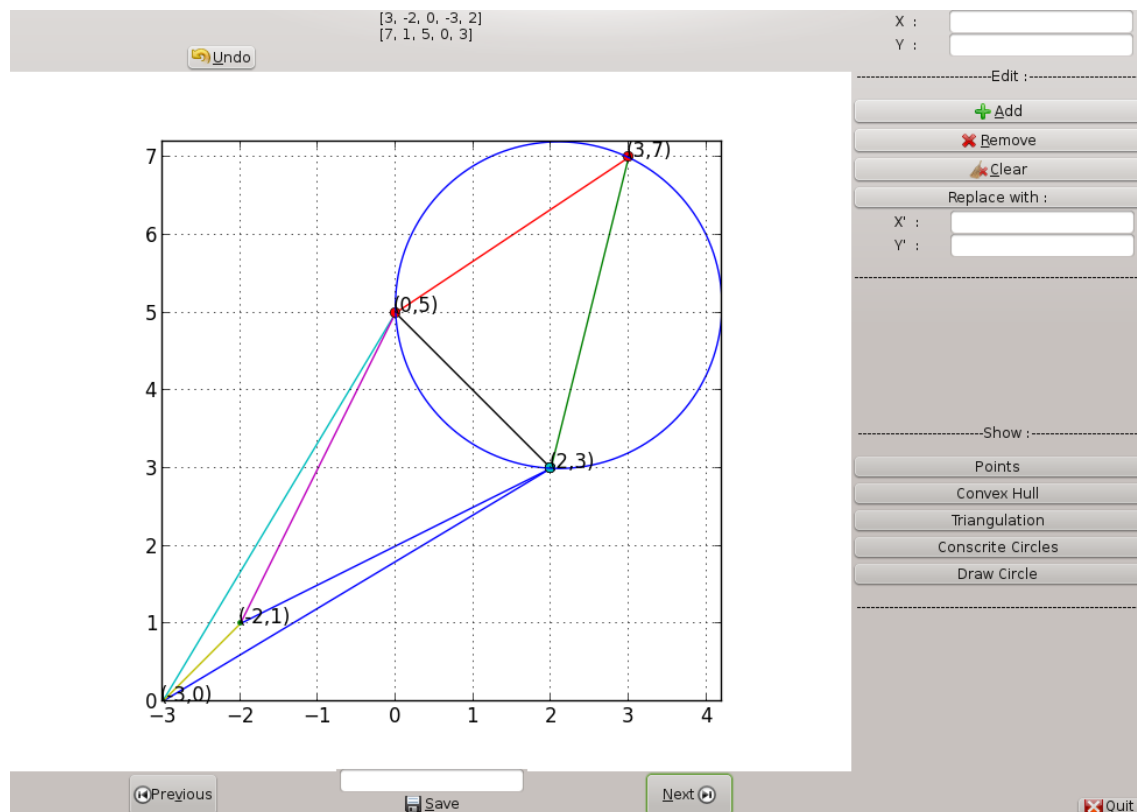


d) « Conscribe circles » :

Affiches les cercles inscrits des triangles , qui indique la propriété de la boule vide.

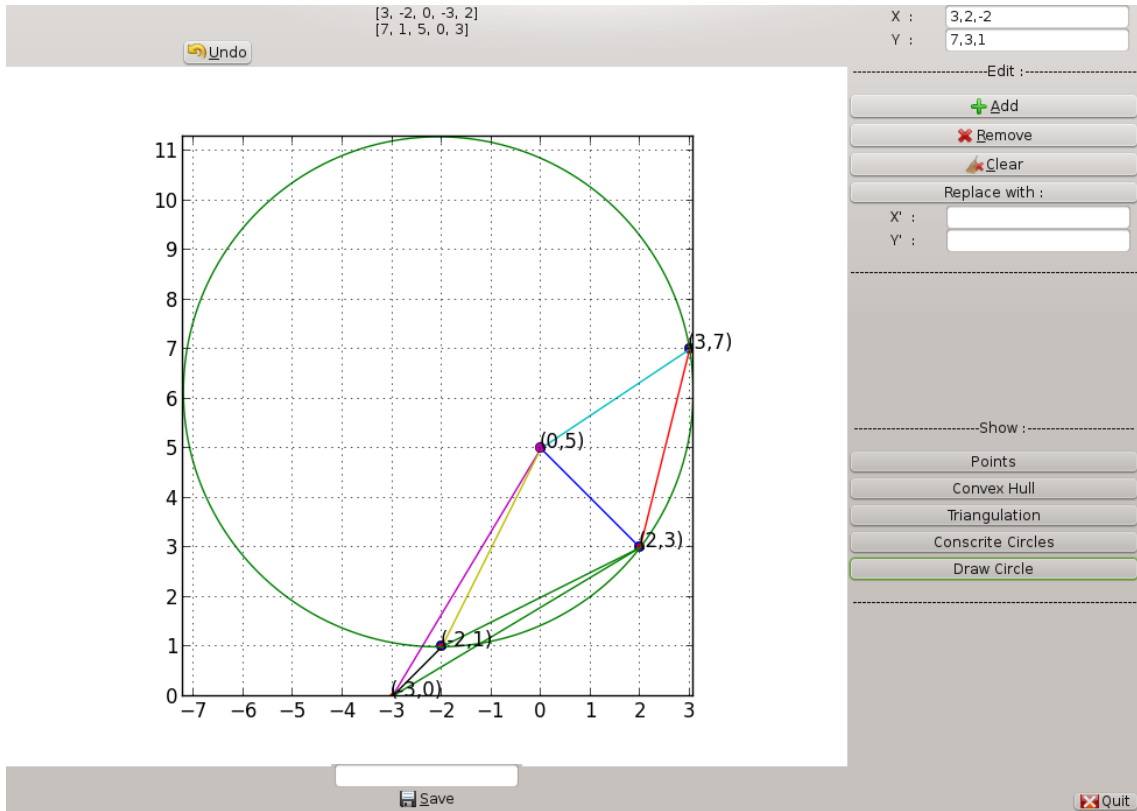


Par « previous » et « next » vous pouvez voir tous les cercles inscrits.

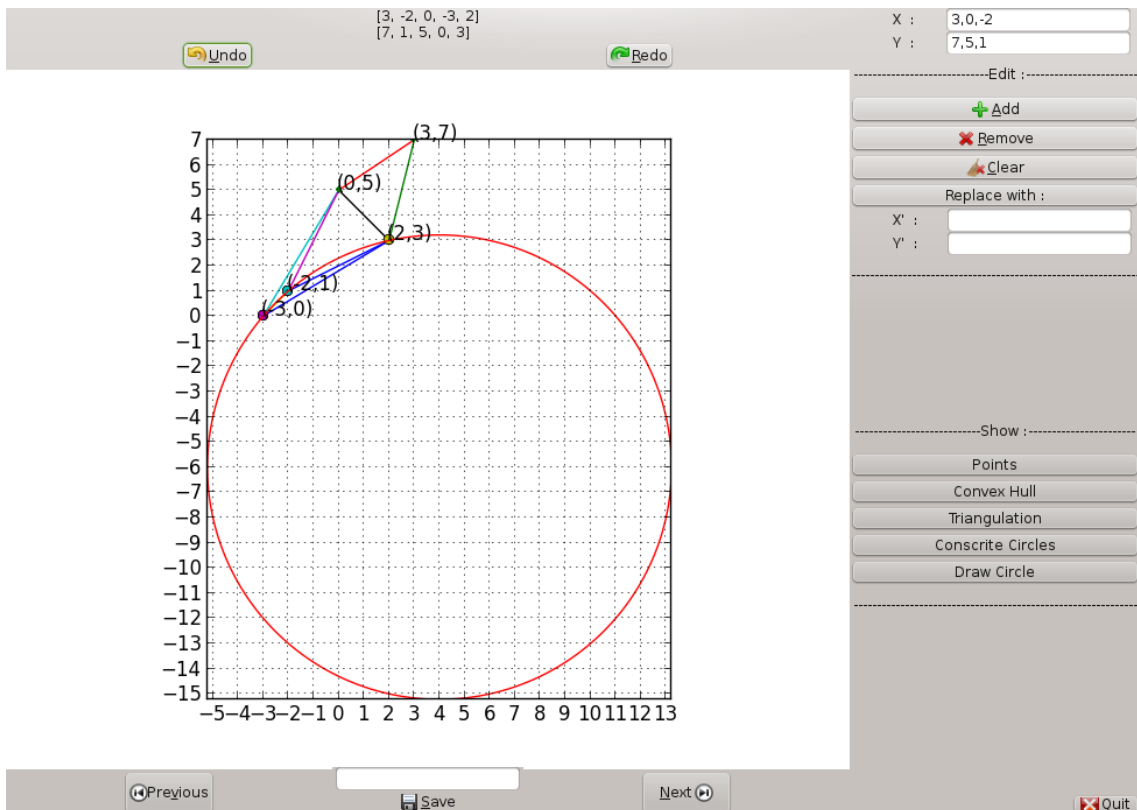


e) « Draw circle » :

Dessiner un cercle à partir de 3 points spécifiés dans les entrées X et Y.



4. « Undo » & « Redo » :

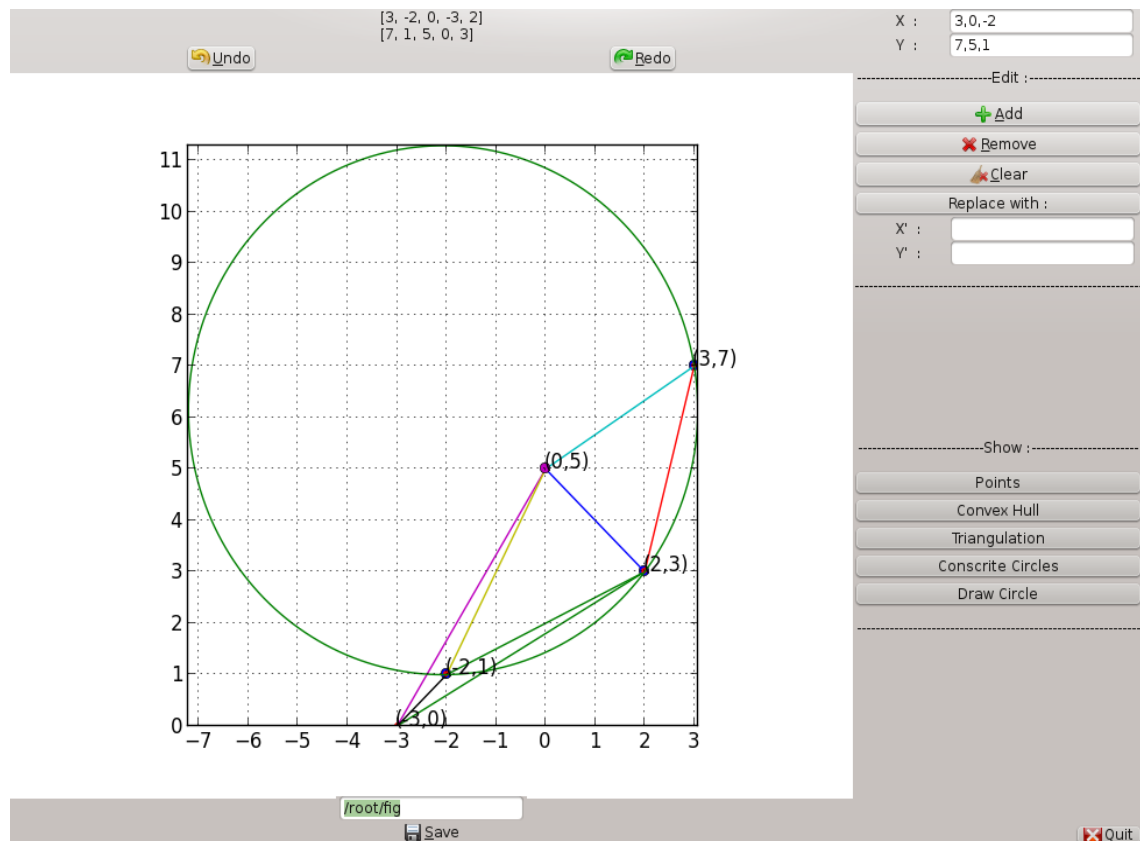


Ces deux boutons vous aide a revenir en arriere et voir ce que vous avez déjà fait, puis le modifier, réutiliser ou bien sauvegarder.

Puisque l'application sauvegarde tous ce que vous avez fait dans des dossiers numérotés, et à chaque fois incrémenté pour ne pas écraser les données existantes.

5. « Save » :

Pour sauvegarder l'affichage dans un fichier « .npg » après choisir le chemin dans lequel on veut sauvegarder.



6. La fenêtre « About »

C'est à propos de notre application et comment nous contacter en cas de bug.



Conclusion :

Normalement on a couvert toutes les options offertes par DelaunayPlot dans ce chapitre, à part les messages d'erreurs, on les a laissées à l'utilisateur de les découvrir lui-même au cours de son travail avec l'application.

Conclusion :

Au cours de ce travail il y'avaient des moments où on pouvait plus voir la lumière, c'étaient des moments tellement dur qu'on a considéré abandonner le sujet. Heureusement on a eu le courage pour continuer jusqu'à la fin ou on a accompli beaucoup de choses qui nous paraissaient impossible au début. Parmi les difficultés qu'on a rencontré, était avec le retour en arrière, en gardant la possibilité de modifier et sauvegarder l'affichage. Cette partie a toujours besoin d'amélioration, car le travail avec les index est une vraie peine. Ce qu'on espère voir dans notre application au future c'est d'insérer les points et la possibilité de les sélectionner et les manipuler juste en utilisant le curseur de la souris au lieu d'utiliser les coordonnées. On ne sait pas est-ce qu'on va le faire, mais espérons qu'un jour, quelqu'un va finir ce qu'on a commencé.

Bibliographie :

[Numerical Recipes-1992] W. H. Press, W. T. Vetterling, S. A. Teukolsky, B. P. Flannery :

Numerical Recipes : The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 1992.

[Stroustrup-1997] B. Stroustrup The C++ Programming Language, Third Edition, Addison Wesley, 1997.

[Deitel 2009] by Paul J. Deitel and Harvey M. Deitel, C++ for Programmers : Deitel® Developer Series, Prentice Hall 2009.

[Deitel 2011] by Paul J. Deitel and Harvey M. Deitel, C++ How to Program - Dietel - Prentice Hall (2011). (Eighth Edition).

[Bailly 2009] : By Yves Bailly , initiation a la programmation avec python et c++.Pearson Education France 2009.

[Oualline 1995] : Steve Oualline, Practical C++ Programming . O'Reilly & Associates, Inc 1995.(Beijing · Cambridge · Köln · Paris · Sebastopol · Taipei · Tokyo)

[Delannoy] : C Delannoy , Programmer en langage C++.

[Horstmann 2009] : Cay Horstmann, C++ for Everyones Second edition, San Jose State University , John Wiley & Sons, Inc 2009.

[Barry 2011] : Paul Barry , Head First Python, O'Reilly (2011).

[Lundh 2001] : by Fredrik Lundh ,Python Standard Library , O'Reilly May 2001.

[Lutz 2011] : by Mark Lutz, Programming Python, Fourth Edition, O'Reilly Media, Inc. 2011.

[H.P.Langtangen 2004] : Hans Petter Langtangen, Python Scripting For Computational Science, Simula Research Laboratory and Department of Informatics University of Oslo.

[Shaw 2010] : Zed A. Shaw , Learn Python The Hard Way Release 1.0 .

[Z i a d é 2009] : by Tarek Ziadé , Programmation Python : Conception et optimisation
2e édition, Eyrolles.

[Swinnen 2000-2005] : Gérard Swinnen , Apprendre à programmer avec Python.

Computational Geometry : Algorithms and Applications, by Mark de Berg, Mark
Overmars, Mark Van Kreveld, Otfried schwarzkopf. Springer 2000.

Computational Geometry : Methods and Applications, Jianer Chen , Computer Science
Department Texas A&M University, February 19, 1996.

الملخص :

يهدف هذا العمل الذي قمنا به إلى التأكيد على الدور الهام الذي تلعبه البرمجة في جميع مجالات الحياة ، خاصة في المجالات العلمية ، الرياضيات في هذه الحالة. لقد ساعدنا العمل على هذا التطبيق على التعرف على الكثير من خفايا عالم البرمجة و التصميم و فتح لنا نافذة على الإبداع و الطموح، نتمنى أن يكون هذا جزءا من أعمال أكبر في المستقبل.

Résumé :

Ce travail a pour objectif d'indiquer le rôle que joue la programmation dans tous aspects de notre vie, surtout dans le domaine scientifique, les mathématiques dans ce cas. Ce travail nous a aidés à découvrir beaucoup de secrets concernant le monde de la programmation et la conception des logiciels ainsi qu'il nous a ouvert une fenêtre sur la créativité et l'ambition. On espère que notre application fera partie de plusieurs travaux dans l'avenir.

Abstract :

This work aims to show the important role programming plays in our daily life, especially in scientific field, mathematics in our case. Building this application was a great opportunity to introduce us to the world of computer programming and software conception, as it opened a window for us on to move forward and deeper in this field. We hope our work will be part of many other great works in the future .