

A la découverte de C.a.R., un tout récent logiciel de géométrie dynamique hors du commun, à la fois simple et puissant !

Les macros-constructions dans C.a.R.

Eric Hakenholz & Monique Gironce

Introduction

Un unique article pour en fait deux ateliers, et deux ateliers qui avaient été chacun co-animés. C'est aussi un article écrit à quatre mains : en écriture normale, ce sont les mots de la rédactrice (parfois « je » dans la suite du texte), tandis qu'en italique vous trouverez ceux d'Eric Hakenholz. Pour ce qui concerne Eric, j'ai repris mot pour mot quelques unes des lignes qu'il avait écrites deux mois plus tard dans l'article du Mathématicien de Sésamath sur la géométrie dynamique. Ce qu'il a écrit là reflète parfaitement ce qui avait été dit lors des ateliers, et il était inutile que je redise bien mal quelque chose de si clairement expliqué ailleurs ! Bien évidemment, vous êtes invités à prendre connaissance de l'article complet sur le site de Sésamath:

<http://revue.sesamath.net/spip.php?article39>.

Dans le premier des deux ateliers les participants ont été invités à découvrir C.a.R (compas and ruler), un tout récent logiciel de géométrie dynamique libre et gratuit, écrit en java, par René Grothmann, professeur de mathématiques à l'université d'Eichstätt (Allemagne). En fait ce n'est pas exactement de C.a.R. dont il était question, mais de CaRMetal : le C.a.R d'origine avec une interface graphique complètement reprogrammée par Eric. Et c'est le 27 octobre 2006, lors de ces journées de Clermont, qu'est sortie la première version officielle de CaRMetal. Le logiciel est téléchargeable à cette adresse :

<http://db-maths.nuxit.net/CaRMetal/>

Le second des ateliers était consacré uniquement à une des fonctionnalités de C.a.R (et de CaRMetal) spécialement soignée et puissante : la possibilité de créer et de gérer des macros.

Présentation de CaRMetal (premier atelier).

René Grothmann, professeur de mathématiques à l'université d'Eichstätt (Allemagne), a programmé le logiciel C.a.R. (Compass and Ruler) autour d'algorithmes puissants et fiables qui permettent à son logiciel d'élaborer des constructions géométriques très complexes. Du point de vue de l'interface, René a aussi fait un énorme travail concernant l'interaction propre à la figure (réponses anticipées systématiques, changement de curseurs, etc...). Toutes les réactions du logiciel décrites dans le paragraphe A.2. sont par exemple dues exclusivement au travail de René...

... Si l'interaction propre à la figure m'a semblé particulièrement soignée dans C.a.R., j'ai cependant regretté que certaines fonctionnalités importantes et neuves soient cachées. Pour ne prendre qu'un exemple, l'aspect conditionnel d'un objet s'obtient dans C.a.R. par une combinaison ctrl-alt-clic qui mène à l'ouverture d'une boîte à dialogue... A côté de cela, beaucoup de situations dans ce logiciel demeurent modales (voir paragraphe A.2.) et la création d'une figure peut mener à des manipulations que l'on ne peut pas qualifier de directes.

Comme ce logiciel est écrit en java et distribué sous licence GNU GPL (General Public Licence), j'en ai téléchargé les sources en février 2006 et je me suis lancé dans la reprogrammation complète de son interface graphique. Il ne s'agissait pas dans mon idée d'un simple réhabillage cosmétique de l'application - ce qui en soit n'a que peu d'intérêt - mais bel et bien d'un changement radical dans la manière d'accéder aux fonctionnalités. Mon but était clairement de faire en sorte

que l'utilisation du logiciel soit plus conforme à l'idée que je me fais de la manipulation directe.

Pour illustrer tout ceci Eric a choisi de montrer aux participants la création pas à pas d'un fichier qui balayerait un grand nombre de fonctionnalités de CaRMetal. L'idée du fichier ? Une discussion sur le forum de C.a.R, lancée par un certain Humberto, à propos des « preuves » fournies par tout logiciel de géométrie dynamique.

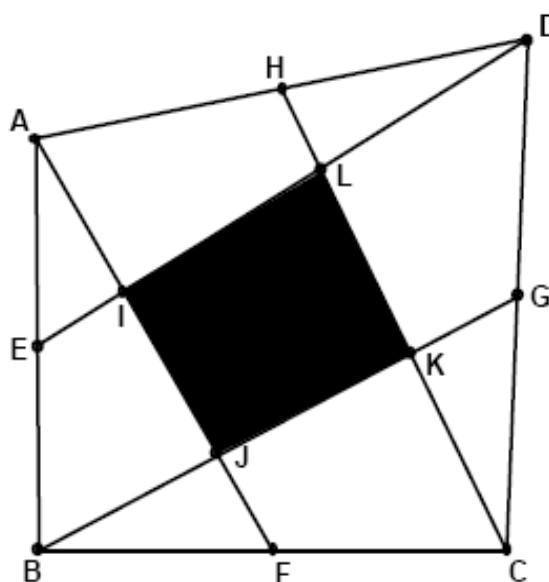
« We all know that dynamic geometry softwares are excellent tools to make experiments and conjectures. However, due to the discrete nature of a computer, imprecisions and wrong conjectures may occur. In other words, a mathematical proof cannot be replaced by a visual or numerical experiment. Michael de Villiers gives an example in the section "Proof as a mean of verification (justification)" of his paper:

<http://mzone.mweb.co.za/residents/profmd/profmat.pdf>

I'm trying to find other examples where dynamic geometry softwares suggests a wrong conjecture. Do you have one to share?

Thanks in advance, Humberto. »

C'est l'un des exemples proposé par Michael de Villiers qu'Eric a détaillé : celui avec le quotient des aires de deux polygones.



Area of IJKL = 10.4 cm²

Area of ABCD = 52.1 cm²

Le quadrilatère IJKL est obtenu en joignant chaque sommet de ABCD au milieu du côté suivant ; et il peut sembler dans un premier temps que le quotient des aires soit toujours égal à 0,2. L'exemple de Michael de Villiers est censé alerter le lecteur sur les dangers de la géométrie dynamique "mal maîtrisée", en exhibant un cas où le comportement d'une figure entraîne le raisonnement de l'utilisateur vers de fausses conclusions. Mais la cause de ce "trouble du raisonnement" est ici beaucoup plus liée à une raison technique toute simple qu'à la nature dynamique du support. Michael propose à ses étudiants une figure dont les aires ne sont affichées qu'à 0,1 près :

« As a deliberate pedagogical device the measurement accuracy had been set to only one decimal accuracy. So no matter how much the students drag the quadrilateral, the ratio appears to be constant at 0.2. »

Etant donné ce "protocole", on peut raisonnablement penser que cette conclusion hâtive - le rapport est égal à 0,2 - est plus un problème de calculatrice mal calibrée qu'un leurre purement

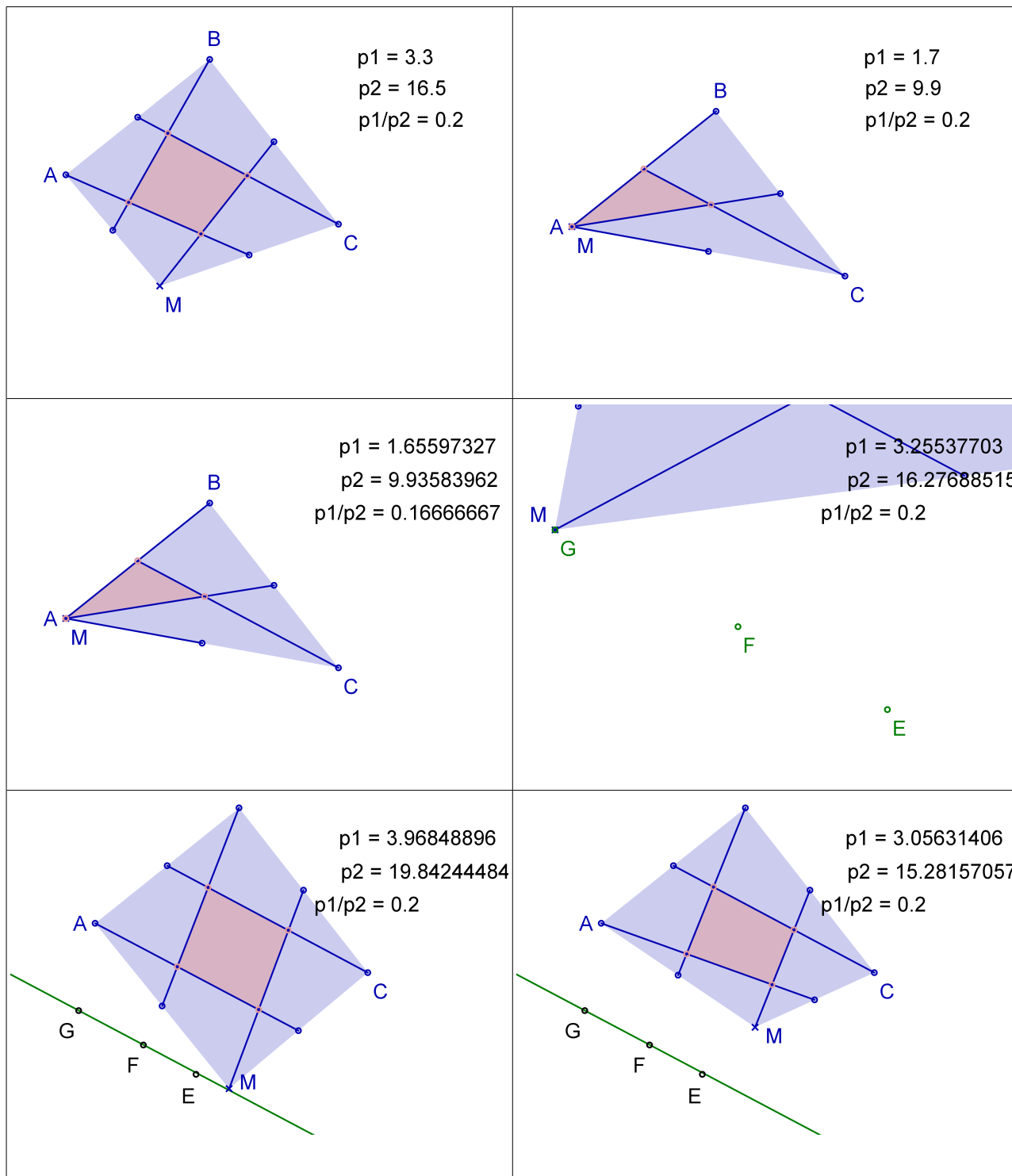
géométrique. Il fallait tout simplement régler le nombre de décimales non pas sur 1, mais sur 8 par exemple ... C'est alors qu'est naturellement venue à l'esprit la question suivante : un quotient égal exactement à 0,2 est-il atteint, et si oui dans quels cas de figures ?

En fait l'atelier a été « filmé ». Plus précisément, le déroulement des opérations a été repris sous forme d'une animation flash la plus fidèle possible, les principaux commentaires d'Eric étant écrits sous forme de petits textes.

De ce petit film téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://db-maths.nuxit.net/CaRMetal/tutoriels/deuxpolys/>

voici six images et leur commentaire qui résument bien le déroulement des opérations.



- ◆ A, B et C sont fixes, M est variable et le quotient des deux aires semble constant.
- ◆ Comme M est variable, pourquoi ne pas le placer en A ? Un gros ennui : le quotient devrait alors valoir 1/6 ! (l'explication est laissée aux soins du lecteur)
- ◆ Heureusement que tout redevient normal si on règle le nombre de décimales sur 8 et non plus sur 1 ...
- ◆ M est libéré pour que la figure redevienne quelconque et (après un zoom sur la figure pour plus de précision) on arrive à trouver trois positions de M pour lesquelles le quotient vaut exactement (!) 0,2. Positions mémorisées par les trois points E, F et G.
- ◆ Premières conjectures : les points pour lesquels le quotient des aires vaut 0,2 semblent situés sur une droite parallèle au segment CI (I étant le milieu de AB), et cette droite passerait par le point D quatrième sommet du parallélogramme ABCD.
- ◆ Autre surprise : il y a d'autres positions de M qui redonnent le fameux 0,2 !

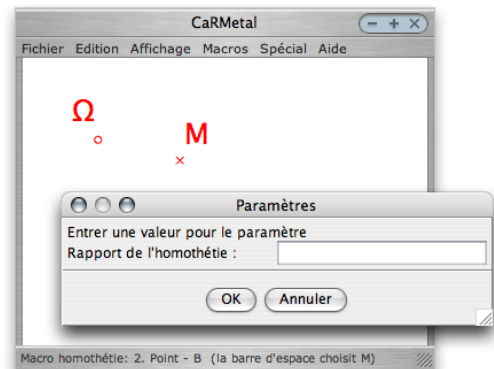
L'atelier se termine par quelques pistes d'explications pour certaines de ces conjectures et par l'invitation à chercher ... le reste !

Les macros-constructions dans CaRMetal (deuxième atelier).

Dans un premier temps les participants ont découvert l'outil « macro » de C.a.R. , relooké dans CaRMetal : les subtilités déjà présentes dans le logiciel d'origine deviennent maintenant accessibles à tout un chacun, avec une ergonomie générale tellement intuitive et confortable !

Outre toutes les caractéristiques propres à l'outil macro construction que l'on retrouve dans beaucoup de logiciels, C.a.R. propose la possibilité :

- de créer des macros à dialogues qui, lors de leur application, attendent des nombres ou des formules.
- de ne pas déclarer d'objets finaux pendant la création. La macro enregistre alors toute la partie de construction qui dépend des initiaux que l'on a désigné, en conservant l'aspect de tous les objets rencontrés.
- de créer des macros en déclarant certains initiaux comme implicites ...



... CaRMetal fait la distinction entre deux types de macros. Les macros de bibliothèques sont présentes dans le logiciel dès le lancement, et les macros de fichiers sont celles qui sont attachées à une figure spécifique. Lorsqu'il crée une macro, l'utilisateur décide de la maintenir dans le logiciel (macro de bibliothèque) ou de ne l'attacher qu'au fichier en cours (macro de fichiers).

Dès lors qu'on décide de maintenir un bon nombre de macros dans le logiciel, il faut aussi qu'on puisse les organiser de manière claire et hiérarchisée. C'est une des fonctions de l'inspecteur de macros, qui permet, comme dans les gestionnaires de signets des navigateurs web, de créer des dossiers, de classer ses items, et de changer la structure par simple glisser-déplacer. A chaque modification de cette structure, le menu des macros s'actualise.

Comme l'atelier se déroulait en salle informatique, les participants ont ensuite pu tester par eux-mêmes cette bibliothèque, en tentant d'y ajouter un nouveau dossier de macros (macros qu'ils ont du commencer par construire) : symétriques d'un segment, d'une droite, d'un cercle, etc ...