

## À propos des plates-formes logicielles multifonctions

Gérard Kuntz

Le bulletin de l'APMEP s'est intéressé dans les années passées à des logiciels particuliers très ambitieux, *les logiciels intégrés*, appelés encore *logiciels multifonctions*. Ces plates-formes *intègrent dans une unité logicielle* des outils généralement distincts et sans communication entre eux : l'utilisateur dispose ainsi *simultanément* d'un tableur, d'un grapheur, d'un logiciel de calcul formel et de géométrie dynamique *communicant entre eux et permettant de fructueux aller-retours*, indispensables dans une démarche expérimentale.

Casyopée et Xcas sont deux représentants de ces logiciels multifonctions, qui commencent à être connus parmi les enseignants de mathématiques, leurs créateurs développant une forte action militante et de nombreuses et intéressantes publications, dont certaines ont donné lieu à débat dans notre revue<sup>(1)</sup>. Xcas est librement et gratuitement téléchargeable. Casyopée nécessite l'installation préalable du logiciel de calcul formel Mupad pro version 2.0.

Un article de Guillaume Connan, « *XCAS, calcul formel (ou algébrique) et géométrie dynamique au lycée* » vient de paraître en ligne sur *Mathematice*<sup>(2)</sup>. Son ton est résolument militant, apologétique par moments. En voici quelques exemples : « XCAS existe depuis quelques années mais est très mal connu au lycée *car sa puissance fait peur* », ou encore : « Nous commencerons en abordant la géométrie dynamique au lycée car c'est un domaine où une comparaison avec les logiciels massivement utilisés par les professeurs du secondaire est possible, ce qui n'est pas le cas du calcul formel, de la programmation et surtout *la possibilité d'associer les trois plus le tableur qui constitue une des grandes forces de XCAS* ».

Malheureusement, les exemples qu'il propose ne sont guère concluants en ce qui concerne le projet *d'associer dans un même mouvement « les trois plus le tableur »*.

Dans le premier exemple l'auteur crée une figure de géométrie dynamique et étudie l'aire d'un rectangle en fonction d'un paramètre. Il trace la courbe de l'aire en fonction de ce paramètre. N'importe quel logiciel de géométrie dynamique sait faire cela, *même si la façon de faire diffère profondément*. Car Xcas sait établir *la formule explicite de cette fonction*, ce qui permettrait de faire ensuite un traitement algébrique du problème, grâce au module de calcul formel. Malheureusement l'auteur se contente de *l'exhiber et n'en fait rien* : la démonstration s'arrête net.

(1) Pour Casyopée, voir le Bulletin de l'APMEP. N° 466, p. 714-760, 736. *Un logiciel utilisant le calcul formel pour le lycée*. Pour Xcas, voir Bulletin de l'APMEP. N° 468, p. 82-90. *Mathématiques avec Xcas*.

(2) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article106>. L'article a été proposé à la commission du BV qui a préféré le commenter et renvoyer à l'article déjà en ligne.

Le fait qu'il faille définir dans Xcas les objets par ligne de commande peut paraître lourd et peu commode<sup>(3)</sup>. Même si ce choix rend les choses plus délicates, surtout en première approche, ses vertus pédagogiques sont évidentes. Faire réfléchir les utilisateurs aux objets mathématiques que la situation requiert, les obliger ensuite à les définir avec précision, n'est pas un luxe et peut s'avérer payant à long terme. Mais la francisation des expressions (elle est en cours d'après l'auteur) doit être accélérée, et *une interface plus conviviale me semble indispensable*<sup>(4)</sup>.

Le deuxième exemple proposé par l'article (*Xcas et les suites*) peut, lui aussi, être traité avec *un simple logiciel de calcul formel* (un grapheur y est toujours associé) : là encore, le discours d'introduction n'est pas conforté par l'exemple. Il montre cependant qu'on peut sortir de l'inévitable tableur pour traiter ce genre de questions, et qu'utiliser un logiciel de calcul formel permet le calcul (et la preuve) de la limite, par la résolution de  $f(1) = 1$ .

La dernière situation proposée, « *Preuve d'un théorème* », est plus convaincante. Il s'agit de prouver une propriété de la tangente d'une conique. La géométrie dynamique permet de vérifier la vraisemblance de la propriété. Il reste ensuite à appeler la fonction « produit scalaire » et son expression algébrique dans le cas envisagé, pour constater sa nullité pour toutes les valeurs du paramètre (calcul formel). L'orthogonalité annoncée est alors démontrée.

L'article promet plus qu'il ne réalise. Il peut de ce fait devenir contre-productif. Il faut se méfier des effets d'annonce, car les adversaires des outils informatiques s'engouffrent aisément dans ces brèches béantes, pour disqualifier la démarche *en général* : mieux vaut ne pas trop leur offrir d'opportunités !

Mais l'article présente un intérêt pratique non négligeable : il donne la possibilité d'une initiation précise aux différentes fonctionnalités de Xcas à partir des problèmes proposés et traités. Le lecteur peut suivre pas à pas le travail détaillé que propose l'auteur. Il peut mettre en œuvre Xcas en vraie grandeur. C'est un premier pas, une prise en main qui peut annoncer d'autres étapes.

Plus convaincant par rapport au projet annoncé<sup>(5)</sup> est l'article paru dans le même numéro de MathemaTICE, « *Une approche des mathématiques à l'aide d'un logiciel multifonctions*<sup>(6)</sup> ». Ses auteurs<sup>(7)</sup> nous livrent *un bel exemple des performances de Xcas et un aperçu de ses atouts pédagogiques*.

À partir d'une situation géométrique (*géométrie dynamique*), on passe au traitement d'expressions algébriques complexes représentant une aire (*calcul formel*). On

(3) Un membre de la commission du BV, habitué à se servir de divers logiciels, a eu bien des problèmes pour faire finalement fonctionner le premier exemple traité dans l'article.

(4) Voyez le débat à ce sujet dans une longue série d'échanges sur le forum de l'APMEP [http://www.apmep.asso.fr/spip.php?page=message&id\\_forum=353](http://www.apmep.asso.fr/spip.php?page=message&id_forum=353) (à partir de la 32ème réponse) :

(5) Associer dans un même mouvement « les trois plus le tableur ».

(6) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article98>

(7) Michèle GANDIT, Bernard PARISSÉ, Christiane SERRET et Renée DE GRAEVE, de l'IREM de Grenoble.

réfléchit à l'interaction des deux cadres, on repart dans une nouvelle direction proposée par des élèves (*tableur*), puis à la représentation d'une fonction de deux variables (suggestion d'un élève). Un beau festival de changements de cadres et de registres, de conjectures et de débats. L'article est relativement bref, il ne se disperse pas en situations éclatées, il est honnête : « *Jusque là, aucune preuve n'a été donnée. Elle reste à faire. Mais ce n'était pas ici notre objectif. Il s'agissait seulement de montrer quelques facettes de la recherche d'un problème, possibles grâce à XCAS, à ses multiples fonctions, ainsi que les questions soulevées par les élèves, amenés à fréquenter des objets mathématiques nouveaux, lors de cette exploration.* ».

C'est ce genre de texte qui peut faire avancer la réflexion sur des outils lourds à mettre en œuvre, mais remarquablement efficaces entre les mains d'enseignants expérimentés *simultanément* sur les plans technique et pédagogique.

Signalons dans le même dossier de MathemaTICE, l'article de Jean-Baptiste Lagrange « *Le calcul algébrique au premier trimestre de Première S. Utilisation d'un outil géométrique et symbolique*<sup>(8)</sup> » Plusieurs vidéos illustrent l'usage de Casyopée et de ses possibilités d'aller et de retours entre divers cadres mathématiques. La démonstration est plaisante.

Il convient enfin d'évoquer *certaines calculatrices* qui sont devenues à elles seules des plates-formes multifonctions. Jean-Michel Ferrard en donne un exemple : « *J'ai écrit des propositions de corrigés de la plupart (25 sur 27) des exercices de l'expérimentation 2006/2007, en utilisant la calculatrice Classpad 300 de Casio. Vous les trouverez sur [www.mathprepa.fr](http://www.mathprepa.fr), sous la rubrique "New Bac S". Je n'ai pas essayé de rédiger un hypothétique modèle de corrigé. J'ai plutôt cherché à montrer ce qu'on pouvait faire avec une calculatrice à partir des sujets proposés. Le simple fait qu'on puisse pratiquement traiter tous les exercices avec une calculatrice est déjà en soi un élément de réflexion intéressant.* »

(8) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article112>

## Un exercice proposé pour le « niveau C » de la brochure SBPMef (cf. p. 121) « ENSEIGNONS EN JOUANT »

« Corentin possède 200 euros et Anouck 25 euros. Corentin décide de donner la moitié de son avoir à Anouck. Celle-ci, possédant maintenant 125 euros, ne veut pas être en reste et donne la moitié de son nouvel avoir à Corentin et ainsi de suite. Corentin et Anouck arriveront-ils à posséder la même somme ? »

Si l'on s'en tient à des conjectures, ce problème peut être proposé, en papier-crayon, dès l'école élémentaire ! Et la conjecture surprendra !

Une programmation à la calculette rendra, plus tard, la conjecture plus assurée...

Henri BAREIL