

Ressources informatiques gratuites pour faire des mathématiques

Sébastien Jolivet

Que ce soit pour des utilisations déjà courantes (rédaction d'un cours, tableur, géométrie dynamique...) ou d'autres qui le sont peut être moins (travail sur la démonstration, exercices...), l'outil informatique est de plus en plus présent dans la vie de l'enseignant et de l'élève.

L'objectif de cet article est de présenter un ensemble de ressources informatiques (logiciels et sites) permettant à l'enseignant et à l'élève de collège d'écrire, de pratiquer, d'échanger, de se cultiver en mathématiques. Toutes les ressources présentées dans cet article sont gratuites et parfois libres.

Les éléments présentés dans cet article s'appuient sur une pratique et une réflexion personnelles ; ils n'ont donc pas d'autre prétention que de fournir quelques pistes éventuelles à d'autres collègues de mathématiques. Il ne s'agit en aucun cas d'un travail de recherche qui viserait à un recensement exhaustif des ressources existantes et à une comparaison « scientifique » de celles-ci.

Il est utile de préciser que rien de ce qui est abordé dans cet article ne nécessite une maîtrise de l'outil informatique dépassant les compétences du B2i. Il n'est jamais question de programmation et moins encore de modification du code source des ressources utilisées !

Le choix de présenter uniquement des ressources gratuites (libres pour certaines) ne constitue pas un jugement de valeur sur les ressources payantes : il ne semble pas illégitime qu'un travail donne lieu à rémunération et il existe des ressources payantes de grande qualité. On pourra cependant regretter que l'institution ne donne pas plus de moyens à tous les bidouilleurs de génie qui fournissent gratuitement nombre de ressources intéressantes, préférant même parfois assurer la promotion de logiciels développés par des éditeurs privés. La plupart des ressources

présentées dans cet article sont actuellement maintenues et développées.

En revanche, si on se place dans une perspective de généralisation de l'usage des TICE, pour les enseignants mais aussi pour les élèves (notamment hors du temps scolaire), la question du coût et de la disponibilité des ressources devient importante : on peut difficilement ajouter à la liste des fournitures de début d'année deux ou trois logiciels coûtant chacun 150 € ou plus, alors qu'il est tout à fait raisonnable de demander une clé USB¹ (moins de 10 €) sur laquelle on mettra à disposition, en toute légalité, un environnement informatique qui permettra à l'élève de retrouver à la maison ce qu'il utilise en classe.

Cinq grands types d'activités sont proposés. Pour chacun d'eux, nous verrons quels peuvent être les apports des TICE et les ressources afférentes.

Tout d'abord nous commencerons par une activité centrée sur l'enseignant : élaborer, produire, diffuser... un cours. Dans un second temps, nous examinerons trois activités présentes au quotidien dans nos classes :

- découvrir une notion, expérimenter, conjecturer...

Sébastien Jolivet est professeur en collège à Saint Quentin Fallavier dans l'Isère.

Cet article a pour origine un atelier qu'il a animé lors des journées de la Régionale de Grenoble de l'APMEP. Il reprend et développe ce qui y a été présenté.

¹ Au collège, le foyer a fait l'acquisition de 150 clés USB sur lesquelles diverses ressources ont été mises (en Histoire-Géographie et en Mathématiques pour cette année). Ces clés sont ensuite prêtées, contre caution, aux élèves, pour l'année ou juste le temps d'installer les ressources à la maison.

- s'entraîner, s'exercer
- approfondir et produire

Enfin, nous terminerons par une autre dimension qui peut aussi être présente dans nos cours de mathématiques : jouer et se cultiver.

Nous n'aborderons pas dans cet article un autre grand type d'activité qu'est l'évaluation. Cependant, sa préparation, puis la remédiation, pourront largement exploiter la plupart des outils présentés.

Il fallait bien choisir une chronologie pour présenter ces activités, ce qui n'implique pas que, au quotidien, cette chronologie soit respectée. On peut très bien ne rédiger le cours qu'après avoir entamé le chapitre pour intégrer remarques, suggestions et formulations des élèves ; on peut commencer à s'entraîner à la pratique d'une notion sans avoir découvert toutes celles du chapitre, etc. Il ne faut donc pas voir dans cette présentation d'autre succession que celle induite par une présentation ordonnée par l'écrit. Cette articulation explique aussi que les mêmes logiciels puissent être évoqués à différentes reprises, pour des usages différents.

Élaborer, produire, diffuser un cours

Un des avantages du cours photocopié est qu'il peut contenir beaucoup plus d'informations que ce que l'on a le temps de faire écrire aux élèves (cet avantage pourra facilement être présenté comme un inconvénient par certains, c'est à l'enseignant de veiller à produire des documents qui restent lisibles, puis à apprendre aux élèves à s'en servir). Si l'on envisage que ce document puisse être diffusé sous forme électronique, ce qui est de plus en plus facile avec le développement des Environnements Numériques de Travail (ENT),

cela ouvre en plus la porte aux liens hypertextes permettant à la fois de naviguer dans le document, mais aussi vers l'extérieur de celui-ci.

On pourra distinguer trois phases dans l'élaboration d'un cours.

1. Visiter l'existant, se cultiver

On n'est pas obligé de réinventer l'eau tiède à chaque fois que l'on souhaite produire un document, aussi pourra-t-on avantageusement prendre un petit moment pour parcourir ce qui a été fait par d'autres. Les sources sont bien évidemment multiples, de qualité et de contenus inégaux. Quatre grande familles de ressources peuvent être distinguées :

- Les manuels scolaires. De plus en plus d'éditeurs proposent des versions partielles ou complètes téléchargeables. Les manuels et cahiers d'exercices *Sésamath*, par exemple, sont intégralement à disposition y compris en format odt (format du traitement de texte de la suite bureautique *OpenOffice*) ce qui permet de copier, sélectionner, retravailler facilement tel ou tel document en toute légalité puisqu'ils sont sous licence libre.

- La littérature papier ou virtuelle. En plus des manuels il est toujours enrichissant de parcourir divers ouvrages qui apporteront des approches intéressantes pour introduire certaines notions. On pourra aussi se référer aux brochures et publications de l'*APMEP* et des *IREM* pour les productions papier, qui peuvent aussi bien servir à alimenter le cours en contenus qu'à donner des idées pour sa mise en œuvre. Une ressource informatique intéressante pour trouver des références sur les publications dans le domaine des mathéma-

tiques est le site Publimath (mis en place par l'ADIREM, l'APMEP et l'ARDM). En littérature virtuelle, on pourra consulter par exemple la revue *Mathematice*, qui produit des dossiers thématiques (les TICE en primaire, l'épreuve pratique au bac S, les fonctions...) et des articles plus ponctuels sur les usages des TICE dans l'enseignement.

- Les listes de discussion et autres forums peuvent aussi être des lieux riches en idées. Il est toujours possible de lancer une discussion ou de poser une question sur la meilleure façon d'aborder telle ou telle notion avec les élèves ; il faut juste ne pas avoir peur de se retrouver avec dix « meilleures méthodes » différentes... On pourra par exemple aller faire un tour sur *Mathdiscut* (plusieurs listes en fonctions des thématiques qui vous intéressent).

- Enfin, certains sites Internet se révèlent de véritables mines à bonnes idées, le tout étant de trouver/prendre le temps de creuser un peu. On y trouvera notamment de quoi enrichir nos cours avec des résultats récents de mathématiques (par exemple, dans le domaine de l'arithmétique, il y a de nombreux résultats dont l'énoncé est parfaitement compréhensible dès le collège) ou avec des références historiques ou étymologiques qui peuvent contribuer à donner du sens ou offrir une porte d'entrée dans la matière à certains élèves. On citera par exemple *Chronomath*, *Culturemath*, *Educmath*, les *Mathématiques Magiques* de Thérèse Eveilleau, le site *Statistix* (centre de ressources, lieu de partage et de mutualisation pour l'enseignement de la statistique, ainsi qu'il se présente) et l'encyclopédie *Wikipédia*

qui dispose d'un portail dédié aux mathématiques. En anglais, citons le très célèbre et très complet *Mac Tutor History of Mathematics Archive*.

2. Produire

Une fois décidé le contenu du cours il faut le mettre en forme, le rendre lisible et attrayant et l'illustrer avec les différents éléments trouvés. S'il ne fait pas de doute que *LaTeX*² reste l'outil le plus puissant et le plus performant pour rédiger des mathématiques, ce n'est pas un outil extrêmement aisé à prendre en main pour l'enseignant et encore moins pour les élèves. Compte tenu des symboles mathématiques utilisés au collège, son utilisation n'y est vraiment pas indispensable.

Un logiciel de traitement de texte, combiné à un éditeur d'équations et à des logiciels permettant de réaliser et insérer des figures, des graphiques et des représentations graphiques de fonctions, est amplement suffisant pour le collège.

a) Logiciel de traitement de texte et éditeur d'équations

Toujours pour permettre aux élèves de retrouver chez eux les mêmes outils que ceux utilisés au collège, mais aussi pour éviter à l'enseignant de recevoir autant de formats différents de documents que d'envois faits par les élèves, on pourra utiliser *OpenOffice Writer* comme traitement de texte. Les documents produits sous Word sont lisibles par *OpenOffice*. Il n'est donc pas nécessaire de tout refaire quand on dispose déjà de nombreux documents sous Word. La migration peut être progressive et les deux logiciels peuvent parfaitement cohabiter sur le même ordinateur. Dans le cadre de l'utilisation du traitement de texte et dans le souci d'obtenir

² Des dizaines de liens sont disponibles à partir de n'importe quel moteur de recherche tant pour trouver des distributions à installer que des tutoriels pour apprendre à s'en servir.

³ On pourra trouver de la documentation sur le Web ou se référer, par exemple, au livre « OpenOffice.org 3.0 Le guide complet » (Editions Micro Application)

des documents homogènes, il peut être très intéressant d'utiliser le styliste et les modèles de document³. Ce petit effort initial se transforme rapidement en gain de temps et d'efficacité.

L'éditeur d'équation *Dmaths* est un complément intéressant, voire indispensable, à *OpenOffice Writer* : il permet d'obtenir très rapidement (à l'aide d'icônes et/ou de raccourcis claviers et/ou de commandes) des formules mathématiques très correctes et qui s'insèrent sans problème dans le texte. En fait, il permet de faire bien plus que ça, à vous de le découvrir... De plus le développement d'une communauté d'utilisateurs et la disponibilité de son développeur permettent généralement d'obtenir rapidement des réponses et de l'aide en cas de difficultés.

b) Faire des figures

Pouvoir insérer, déplacer et même modifier à *posteriori* une figure est indispensable quand on veut rédiger un document à destination des élèves qui a vocation à évoluer, si ce n'est au cours de l'année, au moins au fil des ans. Comme ressources gratuites, on pourra utiliser *OpenOffice Draw* qui est intégré à la suite *OpenOffice*³. Après une petite prise en main, on s'aperçoit qu'il est capable de faire plein de choses. On pourra aussi uti-

liser *TracenPoche*, logiciel libre de géométrie dynamique, qui permet par ailleurs d'exporter des figures vers *OpenOffice Writer* via une fonctionnalité offerte par *Dmaths*.

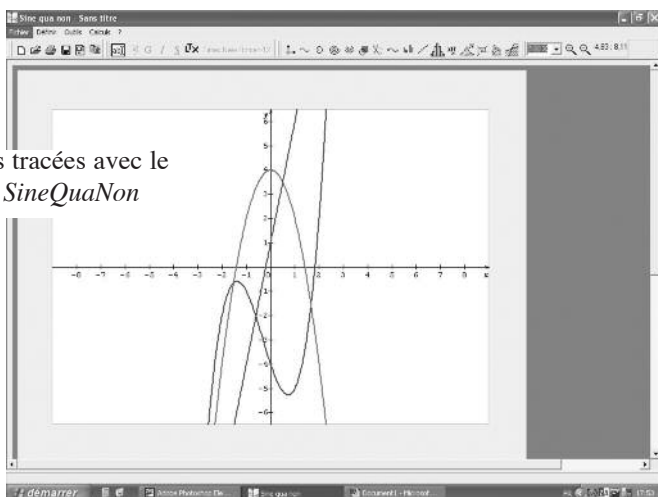
c) Graphiques associés à une série statistique ou à une fonction

On pourra, bien entendu, utiliser le tableur de la suite *OpenOffice*, *OpenOffice Calc*, qui présente les fonctionnalités classiques du tableur en matière de graphiques. *SineQuaNon* est un complément bien utile pour tracer sans difficulté les courbes représentatives de fonctions (et plein d'autres choses utiles notamment pour le lycée), en paramétrant tout ce que l'on peut avoir envie de paramétrer (échelles, axes...).

3. Diffuser et partager

Une fois le document produit, il faut alors réfléchir à sa diffusion, son partage et son éventuelle évolution. Évidemment, la photocopieuse reste encore un outil privilégié, cependant la généralisation d'outils tels les ENT peut amener à repenser cette approche de la diffusion papier (qui présente comme inconvénient de figer complètement le document). Dans la perspective d'une diffusion électronique (utilisation d'un espace de stockage, diffusion par messagerie électronique), il faudra choisir entre offrir ou non la possibilité aux élèves de modifier le document (par exemple pour réaliser des fiches de synthèse à l'aide du « copier-coller »). Si l'on choisit de laisser la possibilité de modifier les documents, on voit encore une fois l'intérêt d'avoir des logiciels et donc des formats de document communs aux élèves et aux enseignants. Si l'on souhaite figer le document, un simple clic dans *OpenOffice Writer* permet de créer un

Courbes tracées avec le logiciel *SineQuaNon*



document au format PDF.

Découvrir une notion, expérimenter, conjecturer...

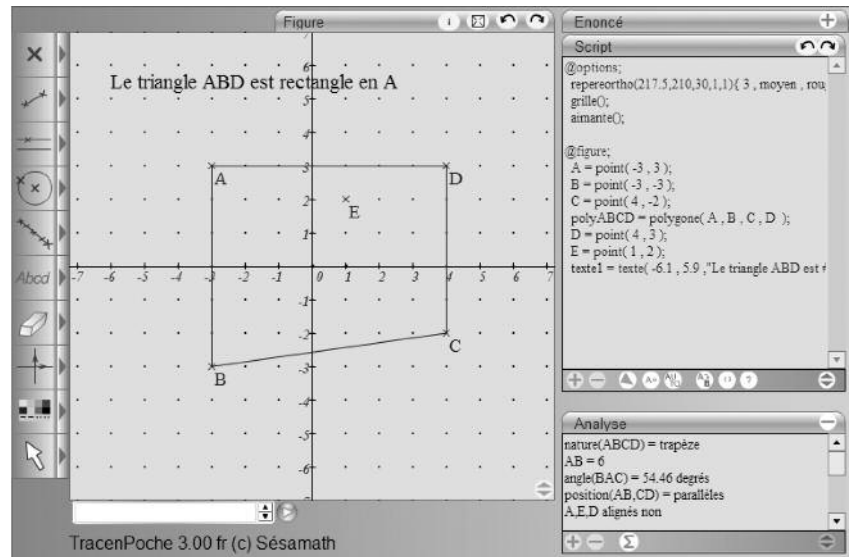
...objectifs ambitieux qui constituent sans doute le côté le plus intéressant des mathématiques, mais pas le plus facile à rendre accessible aux élèves. Si ce n'est pas impératif, l'instrumentation peut être intéressante pour atteindre ces objectifs. Deux outils sont intéressants à cet égard : les logiciels de géométrie dynamique et le tableur. Ils pourront par exemple aider à amener l'élève au point où ses conceptions antérieures ne suffisent plus pour résoudre un problème et ainsi donner une certaine légitimité et du sens à l'introduction de notions nouvelles ; mais aussi éviter que des carences (par exemple une faiblesse en techniques calculatoires) sans lien direct avec la recherche fassent obstacle.

En géométrie dynamique, on pourra utiliser le logiciel *TracenPoche* qui, outre le fait d'être « interfaçable » avec *OpenOffice Writer* et *Dmath* possède une intéressante spécificité : une fenêtre « Script ». Cette fenêtre script permet de lire les actions réalisées à l'aide des icônes et d'avoir une autre vision de la figure, notamment l'histoire de sa construction. Ce logiciel est utilisable en ligne, mais aussi en local, ce qui permet de l'utiliser à partir d'un poste non connecté à Internet. La petite limite de ce logiciel est sa faiblesse en matière de macro, ce qui est assez peu gênant au collège.

Comme autres logiciels de géométrie dynamique, on pourra aussi citer *Géoplan* (logiciel assez ancien et bien connu, désormais gratuit avec son complément *Géospace*) ; *Géogebra*, dont l'usage est assez répandu au niveau lycée, notamment pour l'épreuve pratique du Bac S, et

CarMétal. On pourra aussi citer *Xcas* qui allie géométrie dynamique, tableur, calcul formel et programmation ; mais dont l'aspect un peu austère et la prise en main délicate en font un outil plutôt réservé au lycée et même aux élèves de lycée les plus à l'aise.

En marge de la géométrie dynamique on peut aussi signaler le très intéressant *Instrum'enPoche* qui permet de manipuler des instruments de géométrie virtuels (règle, compas, équerre...) pour construire toutes les figures que l'on souhaite. Là encore une nouvelle version qui apporte des améliorations très significatives est



disponible sur le site *Sésaprof*.

Pour l'utilisation du tableur il existe *OpenOffice Calc* qui est amplement suffisant pour tout ce que l'on peut souhaiter faire avec un tableur au niveau collège et lycée. Inciter les élèves à consulter l'aide en ligne pour les différentes fonctions est une consigne formatrice car elle oblige à s'intéresser à la définition choisie par le logiciel et à son adéquation avec celle donnée en cours.

Ces deux outils sont aussi particulièrement adaptés quand il s'agit de mettre en

œuvre certaines compétences du B2i et notamment celle de se questionner sur la pertinence des résultats fournis par l'outil informatique.

S'entraîner, s'exercer

Une fois une notion découverte, vient le temps de la mise en œuvre, que ce soit pour des applications directes ou en interaction avec d'autres. La répétition d'une tâche n'en garantit certes pas la compréhension et « faire des Mathématiques » n'a pas grand chose à voir avec « faire des pages de développements-réductions » ; cependant les programmes, les examens auxquels nous préparons nos élèves (même si l'on va plutôt dans le bon sens à ce sujet) et le fait que la non-maîtrise de certaines techniques finit par être un frein à l'apprentissage de notions plus élaborées, justifient une certaine pratique. Force est aussi de constater que les élèves sont beaucoup moins rétifs à la réalisation d'une activité répétitive lorsqu'une interface logicielle est utilisée. Parmi les différentes ressources permettant l'entraînement, il en est une qui propose de nombreuses fonctionnalités intéressantes, il s'agit de la version réseau de *Mathenpoche* dont la nouvelle version, *MepLabo*, sera disponible en septembre 2009 avec des fonctionnalités encore plus nombreuses. L'enseignant peut choisir, parmi les exercices disponibles, ceux qu'il trouve pertinents par rapport à ses objectifs (ne donner que des exercices de découverte, privilégier l'entraînement pur, choisir des exercices d'approfondissement...). Par ailleurs, comme les élèves sont identifiés (login et mot de passe), les séances peuvent être personnalisées, avec la granularité que l'on veut (de l'élève à la classe en passant par des groupes d'élèves) et l'enseignant, grâce à une inter-

face dédiée, peut suivre le travail de chaque élève. Enfin, chaque exercice laisse le droit à l'erreur avec la possibilité de corriger une première erreur : les réponses sont toujours accompagnées d'explications et il est possible pour l'élève d'accéder à une aide animée en cas de difficulté persistante.

Parmi les domaines où l'entraînement un peu systématique semble pertinent, il y a le calcul mental. De telles activités peuvent être intégrées dans les séances *Mathenpoche* ; on pourra aussi fournir aux élèves les références de *Calmenta*, logiciel ancien (mais les tables de multiplication sont assez stables depuis plusieurs années...) et qui ne semble plus développé, mais que les élèves (surtout les plus jeunes) aiment bien. On trouvera aussi des exercices de calcul mental touchant tous les domaines des mathématiques (fractions, relatifs, pourcentages, calcul littéral...) pour chaque niveau (du CP à la 2^{de}, sans oublier les SEGPA) sur le site « *Le Mathou Matheux* ». Enfin les élèves de 6^e prendront aussi plaisir à rejouer (pour ceux qui n'habitent pas dans le nord et ne peuvent pas participer en direct) le concours *Calcul@TICE*.

On peut aussi signaler les sites *eBEP's* et *CapBrevet* qui permettent un entraînement au brevet avec des conseils pratiques et des aides et corrigés animés, uniquement en mathématiques pour *eBEP's* et dans les trois matières donnant lieu à une épreuve écrite pour *CapBrevet*.

Approfondir et produire

Dans cette partie nous ne présenterons pas de nouveaux logiciels mais une utilisation supplémentaire qui peut être envisagée avec certains, déjà cités⁴.

Les logiciels de géométrie dynamique

⁴ Le lecteur pourra trouver d'autres exemples dans une version développée de cet article parue dans le numéro de septembre 2008 de la revue en ligne *Mathématique*.

proposant une fonction « trace » permet d'aborder des problèmes de recherche de lieux géométriques de façon intéressante : le logiciel permet de conjecturer assez rapidement la réponse, ce qui libère du temps pour se consacrer à la preuve ou à l'invalidation de la conjecture.

La découverte de nouvelles « transformations » (*l'anamorphose* par exemple) sera aussi grandement facilitée par l'usage d'un tel logiciel.

Jouer et se cultiver

Dans cette partie on donnera simplement quelques références de sites ou de logiciels qui permettent, soit de s'entraîner de façon ludique au calcul mental, soit de se cultiver et pourquoi pas, de jouer autour des mathématiques. Certains élèves sont tellement en rupture avec notre discipline que peut importe le lien qui va leur permettre d'y revenir, ou au moins d'éviter la cassure définitive. Pour d'autres, c'est aussi l'occasion de rencontrer des activités un peu moins scolaires et, parfois, de se confronter à des difficultés auxquelles ils ne sont pas habitués.

En matière de logiciel, on pourra signaler *Lilimath* (existe aussi en *LiliMini* pour les plus petits et en *Lilic* pour les lycéens) qui en dépit de ses graphismes désuets rencontre toujours un certain succès auprès des élèves.

On pourra visiter le site *Mathador* qui

permet de jouer en ligne au jeu de plateau du même nom ; ainsi que le *Matou Matheux*, déjà cité, qui propose divers jeux, en plus des exercices d'entraînement. Sans oublier bien entendu le magistral site les *Mathématiques Magiques* de Thérèse Eveilleau.

Conclusion

Les ressources présentées dans cet article ne sont pas les seules disponibles, ni même forcément les meilleures. Ce sont simplement des ressources qui ont convenu pour une utilisation donnée, à un moment donné, avec des élèves donnés. De la même façon, ce sont plutôt leurs points forts qui ont été présentés ce qui ne veut pas dire qu'elles sont exemptes de défauts. Cependant pour la plupart d'entre elles, elles sont en pleine évolution et il est assez aisé de faire remonter aux développeurs et auteurs toutes les remarques, que ce soit pour signaler des bogues, qui sont alors généralement rapidement corrigés, ou pour proposer des améliorations, qui sont le plus souvent prises en compte au rythme de la sortie de nouvelles versions.

Enfin, quelle que soit la qualité des ressources, c'est bien évidemment la réflexion pédagogique et didactique menée au préalable par l'enseignant qui fera que leur utilisation apporte ou non une réelle plus-value.

NDLR : Rappelons encore une fois la différence entre libre et gratuit. Un produit libre est un produit dont la « recette » est gratuite (comme le fameux gâteau au chocolat de tata Valérie, dont elle donne la recette à qui la veut). On peut l'utiliser et même le modifier (par exemple, je peux rajouter des raisins secs pour voir ce que ça donne). A l'opposé, un produit non libre (on dit souvent « propriétaire ») a une recette secrète (comme le Coca Cola). Le fait que ce soit gratuit ou payant est une autre question. S'il y a peu de produits libres payants (qui va payer pour des recettes de cuisine publiques ? Peut-être s'il y en a beaucoup et que du coup ça serait très long à rassembler), par contre il existe de nombreux produits propriétaires et gratuits (comme Acrobat Reader, ou des versions anciennes ou bridées de logiciels payants, pour appâter le client).