

Quelques réflexions sur les travaux Irem/Mathenpoche.

Sébastien Hache
Sebastien.hache@sesamath.net

La première réunion rassemblant les développeurs de Mathenpoche et les membres des groupes Irem intéressés (lors du colloque au CRDP de Lille) a montré qu'il existait une réelle volonté de travailler ensemble. Cette volonté commune n'élude pas les difficultés du parcours. En effet, il existe sûrement une grande différence d'approche entre la démarche habituelle d'un groupe IREM et celle des développeurs de Mathenpoche. Gommer cette différence ne permettrait pas d'aboutir à un travail commun réellement efficace. Aussi je pense important, pour les uns et les autres, d'essayer de bien préciser les orientations prises par les développeurs de Mathenpoche pour que les débats qui auront lieu au sein des IREM puissent se dérouler en « connaissance de cause », c'est à dire, en connaissant au mieux l'historique, les finalités, les enjeux.

Il est à noter que les précisions que je vais tenter d'apporter ici font réaction à ce que j'ai pu observer à l'IREM de Lille, à l'ADIREM, dans d'autres IREM... Elles demandent évidemment à être complétées, critiquées... En particulier, mon expérience des IREM n'est pas suffisante pour en cerner tous les aspects.

1) Création de Mathenpoche.

Mathenpoche est un projet récent. Même s'il s'appuie sur des productions plus anciennes (notamment le travail de François Loric), les premières discussions préparatoires ont eu lieu en Janvier 2002. La version 6^{ème} a véritablement été développée de façon massive de Septembre 2002 à Septembre 2003. La versions 5^{ème}, de Septembre 2003 à Septembre 2004. Ce rythme annuel sera reconduit pour les versions 4^{ème} et 3^{ème}.

L'équipe de développement a évolué de façon progressive en suivant 2 tendances :

- L'augmentation du nombre de développeurs (3 ou 4 personnes au tout début, 15 en Juin 2004)
- La spécification et la rationalisation du travail de chacun d'entre eux. Cette évolution organisationnelle s'est accomplie en plusieurs phases, au fur et à mesure des besoins et des orientations.

Quel a été le point de départ de Mathenpoche ?

Mathenpoche s'est construit à la suite de projets comme Mathadoc (site de mutualisation entre pairs). Cette mutualisation semblait possible pour des documents ou des applications (des figures Cabri ou geoplan...), mais beaucoup plus difficile pour un exerciciel. De même que Mathadoc avait permis de construire un projet collectif là où les initiatives isolées tendaient à s'essouffler, Mathenpoche avait pour premier objectif de rassembler des développeurs isolés autour d'un même projet. Mais quel projet ? Dès le départ, Mathenpoche a été perçu comme le pendant interactif de Maths en ligne (le travail de Joel Negri qui a donné lieu à l'édition d'un CD et de livrets d'exercices). Donc l'objectif de Mathenpoche était bien l'exercitation.

En particulier, le logiciel était initialement prévu pour entraîner l'élève sur des notions déjà acquises ou remédier à l'apprentissage de certaines notions (donc plutôt vers la fin des chapitres). C'est pourquoi les exercices proposés sont assez classiques et

globalement sans prétention : ils reflètent des pratiques de classe assez généralisées et c'est pourquoi beaucoup de professeurs s'y sont vite reconnus.

Dans quel contexte ?

- plusieurs académies ou départements (classes pupitres dans l'académie de Lille, ordinateurs portables dans les Landes...) avaient lancé de grands projets d'équipement informatique. La tendance globale était (et est toujours) à l'apparition de déploiements massifs permettant aux élèves d'avoir accès à un ordinateur chacun, les ordinateurs étant connectés en réseau.
- Pour utiliser ces équipements avec leurs élèves, beaucoup de professeurs utilisaient des logiciels commerciaux, souvent chers et de mauvaise qualité, globalement inadaptés à l'usage en réseau... et surtout ne tenant absolument pas compte des remarques des utilisateurs.

Mathenpoche : comment ? Pourquoi ?

Pour être viable, le projet Mathenpoche devait répondre à une double injonction :

- Couvrir l'ensemble des programmes et proposer pour chaque notion un choix à l'utilisateur.
- Proposer rapidement des versions fiables et utilisables par les collègues et terminer le logiciel en un temps raisonnable.

Pourquoi cette double injonction qui peut se résumer ainsi : « beaucoup et rapidement » ? Je pense qu'il est important de s'y arrêter longuement :

a) l'impératif mutualiste.

Pour créer un logiciel mutualiste (ie qui sollicite la participation de l'utilisateur pour améliorer le logiciel), il faut d'abord créer la communauté d'utilisateurs : il faut atteindre un seuil critique à partir duquel le nombre d'utilisateurs est suffisant pour amorcer le phénomène de partage et d'échange autour du logiciel. Si Mathenpoche se contentait de proposer quelques exercices pour un chapitre donné, ce seuil ne pourrait jamais être atteint : ce n'est qu'en accompagnant le professeur tout au long de l'année, en lui laissant la possibilité d'exercer un choix parmi les exercices, que Mathenpoche pouvait espérer atteindre cette dimension mutualiste.

b) l'impératif technico-économique.

La durée de vie d'un logiciel est relativement courte. Par exemple, les techniques de programmation employées... vieillissent assez rapidement. Le logiciel peut évoluer techniquement, mais pour cela il faut qu'il ait d'abord atteint un certain point d'utilisation. Profiter de l'aspiration créée par la montée en puissance de l'équipement est une façon d'atteindre ce point. Cela demande une grande réactivité et une couverture assez rapide des besoins. De même, pour proposer une alternative aux solutions marchandes, il ne faut pas être trop en retard sur la demande.

Pour parvenir à mettre en place cette réactivité et cette participation des utilisateurs, Mathenpoche a privilégié une mise en ligne très rapide des contenus produits. Pour les 300 professeurs de Maths qui utilisent la version Test avec leurs élèves, ce temps est

même réduit à zéro, puisque les utilisateurs peuvent tester le mardi ce qu'un programmeur a mis en place le lundi dans la nuit...

Pour tenter un parallèle, c'est comme si on éditait le brouillon d'un article en temps réel, brouillon directement soumis au lecteur...

En fait, ce qui est en jeu, c'est bien le « statut » d'un contenu produit puis édité.

Cette logique n'est d'ailleurs pas propre à Mathenpoche, elle sous-tend aussi beaucoup d'actions menées par Sésamath.

Plus important que le fond, il importe aux membres de Sésamath d'associer les utilisateurs à ce qui est produit. La démarche elle-même implique sinon un certain degré d'inachèvement, au moins une grande ouverture aux remarques de l'extérieur ; en effet, comment impliquer les collègues dans des productions déjà achevées où ils ne peuvent pas apporter leur pierre ? Dans cet esprit, les exercices proposés dans Mathenpoche sont aussi des catalyseurs pour les échanges. C'est si vrai que les collègues n'ont vraiment aucune difficulté à critiquer un exercice : il s'agit toujours d'être constructif et d'essayer d'apporter une solution, une alternative, en même temps que la critique.

L'information est horizontale : des collègues ont créé les conditions d'un échange autour d'un objet qui évolue en temps réel, à la fois comme un patrimoine commun mais aussi comme un référent sur lequel les critiques constructives peuvent s'appuyer.

A regarder de près ce qui est fait dans Mathenpoche, pour une personne souhaitant participer à la réflexion autour du logiciel, on peut trouver cela insuffisant (c'est presque évident puisque Mathenpoche est généraliste et obéit aux contraintes que j'ai citées plus haut). A partir de là, il y a 2 grands types d'attitude possibles :

- Réagir de façon très protectrice : « de quel droit des collègues qui n'ont pas étudié tel ou tel truc dans les détails peuvent-ils oser faire un logiciel qui aborde le truc en question ? On ne va pas s'associer avec cette façon de faire qui est un recul par rapport à notre propre réflexion » (je passe volontairement sur les questions liées à l'utilisation de l'outil informatique, j'y reviendrai).
- On voit bien qu'il y a des manques, mais on comprend la démarche entreprise (ouverte et sans prétention). Partant de ce qui est fait, on peut alors faire des propositions d'améliorations (ponctuelles) ou de refonte (structurelle). Si des groupes de recherche adoptaient cette attitude, cela permettrait alors de faire le lien avec des travaux de réflexion plus aboutis.

2) Mathenpoche : l'évolution.

Il me semble que ce point est important. Entre le Mathenpoche du début et celui d'aujourd'hui, les différences sont nombreuses. Cette évolution est le fruit de plusieurs facteurs combinés :

- Une maîtrise informatique bien plus grande chez les développeurs : cela permet de scénariser des choses nouvelles, qu'il était impensable d'imaginer au tout début. Il paraît par ailleurs qu'il y a en définitive assez peu de limites techniques sauf quand on touche aux questions relatives à l'intelligence artificielle. Ce domaine n'intéresse pas directement Mathenpoche dans la mesure où Mathenpoche s'appuie principalement sur l'intelligence des professeurs qui l'utilisent avec leurs élèves : le professeur a une place centrale dans Mathenpoche ; les systèmes experts sont mis à sa disposition comme un outil supplémentaire, jamais comme une tentative, même lointaine, de remplacement.

- Une charge de travail plus grande rendue possible par l'accroissement du nombre de développeurs. Cette stratégie d'ouverture permet en particulier à l'équipe de faire de la « recherche-développement » non directement utilisée dans les exercices du moment... mais qui aura son utilité pour les versions ultérieures de Mathenpoche.
- Une transposition informatique très spécifique : toute la chaîne de production est occupée par des professeurs de Maths en exercice. Ce dénominateur commun est un puissant levier de cohérence et d'optimisation organisationnelle.
- Des tests effectués en temps réel et des retours d'utilisation de plus en plus nombreux. Ces retours ont donné lieu à énormément d'adaptations quasiment en temps réel. C'est un exercice délicat et surtout difficile à maîtriser quantitativement : pour l'instant, les demandes ont été en relation avec la capacité de l'équipe à réagir ou anticiper. Est-ce que ce sera toujours le cas ?
- Des contacts avec des équipes de chercheurs ou de spécialistes. Le présent document s'inscrit dans cette optique.

Certaines évolutions de Mathenpoche sont remarquables et déjà effectives. D'autres sont plutôt programmatiques : elles existent en filigrane et permettent d'éviter des choix technologiques trop restrictifs (quand les choix sont possibles...). A ce niveau, Mathenpoche joue aussi un peu le rôle d'un chaudron où s'expérimentent des choses : par exemple, en inventant une géométrie aux instruments virtuels, l'équipe ne savait pas du tout où elle mettait les pieds. De même pour les aides animées : quel importance d'avoir une aide « temporalisée » dans la mesure où l'élève peut la faire défiler suivant un certain rythme ?

Globalement, le développement de Mathenpoche est le fruit d'une auto-réflexion en interaction constante avec des milliers d'utilisateurs ; ce n'est pas un schéma de recherche classique.

Fondamentalement, l'évolution centrale de Mathenpoche se caractérise par un glissement du concept d'exercisation vers celui de Mathématisation.

En écoutant les témoignages d'utilisateurs, on se rend compte que ces derniers ont opéré eux-mêmes ce type de glissement. Par exemple, certains collègues ont utilisés des exercices applicatifs pour introduire une notion. En soi, un problème d'application ... est un problème qui oblige à la mise en œuvre d'une démarche de résolution. Placé dans un contexte où le cours n'a pas été traité, un exercice d'application peut donc être « détourné » de son objectif initial pour présenter une situation de départ...

Parallèlement, les exercices introductifs à une notion sont progressivement apparus puis se sont généralisés dans Mathenpoche5. Ils se caractérisent de la façon suivante : l'élève est toujours dans un rapport singulier avec l'ordinateur (même si le professeur peut évidemment interrompre la séance pour institutionnaliser certaines notions comme il le veut), et l'ordinateur est souvent utilisé pour sa capacité à « simuler » : dans une phase de recherche, l'élève tâtonne, mais ce tâtonnement peut être médiatisé par l'ordinateur (renvoi d'information suite à un premier tâtonnement... qui en amène un suivant...).

Une logique similaire s'est mise en place concernant les potentialités réseaux : Mathenpoche permet en effet de suivre les résultats des élèves en temps réel, d'enregistrer ces résultats, de programmer des séances différentes pour chaque élève... L'année écoulée a montré l'émergence de nombreuses idées venues des utilisateurs eux-mêmes qui sont venus peu à peu compléter l'objectif de départ... mais qui ont surtout fait apparaître des axes nouveaux. En particulier, le réseau est aussi une façon de gérer la classe dans son ensemble, c'est à dire de sortir du rapport élève/machine. On peut tout à fait imaginer désormais d'augmenter considérablement l'interaction avec le poste du maître. En particulier, celui-ci pourrait centraliser les réponses des élèves à une question puis permettre la visualisation de

l'ensemble de ces réponses... un peu comme un tableau qui recueillerait instantanément les témoignages des élèves. Comme par ailleurs toutes ces informations peuvent être mémorisées (comme des photos de « tableaux », ou mieux encore des films de tableaux se remplissant...), Mathenpoche ouvre sur 2 axes nouveaux qui sont la gestion d'activités ouvertes avec échanges dans la classe et la mémoire de classe...

Je développerai la logique « exercice/outils » dans la troisième partie de ce texte.

3) La question informatique.

L'objet de ce paragraphe n'est pas de savoir si oui ou non il est pertinent d'utiliser l'outil informatique avec les élèves. Aux yeux des développeurs de Mathenpoche, l'informatique est considéré comme un outil supplémentaire au service des professeurs et des élèves (ni plus, ni moins) ...

Par contre, il y a bien plusieurs façons d'utiliser l'informatique avec les élèves. A ce niveau-là, il me semble bon de la remettre en perspective pour éviter les malentendus...

a) Autonomie ou pas autonomie ?

« Mettre les élèves en situation d'autonomie » est une phrase qu'on entend souvent et qui peut revêtir plusieurs sens finalement très différents. Aux deux opposés, voici comment on peut le lire ou l'interpréter :

- L'élève est seul face à la machine qui doit donc prendre en charge une grosse partie des process didactiques. On est un peu dans le mythe du logiciel qui apprend à faire des Maths, celui qui est vendu en grande surface pour faire plaisir aux parents. En classe, l'image qu'on lui colle est négative : puisque le professeur est exclu du processus, les heures d'utilisation en salle info sont souvent déconnectés de l'enseignement traditionnel... pour certains, ce sont des heures de « repos » pour l'enseignant dans la mesure où il peut « souffler ».
- L'élève peut être amené à rentrer dans un processus où il doit construire une démarche pour résoudre un problème. Par sa force de simulation, l'ordinateur peut aider partiellement ou non à formaliser, construire, valider partiellement... cette démarche. Mais cette « relation à la machine » peut s'intégrer dans une relation beaucoup plus large où le professeur mais aussi les autres élèves peuvent avoir une place centrale. C'est possible grâce au réseau. Le réseau permet d'échanger, de donner une visibilité à ce qui est fait. En un mot, il introduit un troisième pôle (le professeur) et un quatrième (la classe) dans la relation didactique. Par exemple, dans Mathenpoche le professeur peut choisir un parcours différent pour chacun de ses élèves puis suivre chacun d'entre eux en temps réel sur son poste maître. De plus en plus, on cherche à créer des séquences complètes où l'ordinateur (considéré comme un artefact) change de statut. Les combinaisons sont multiples (et toutes n'ont pas été explorées). Je voudrais seulement ici donner quelques pistes :
 - d'abord l'ordinateur peut être le lieu d'une découverte collective. Un peu comme un chef d'orchestre, c'est le professeur qui règle la pièce de théâtre. Si c'est dans une

salle en réseau, tous les ordinateurs sont alors en synchrone : on est dans un cadre de tableau virtuel. Par exemple, ce peut être une animation, ou bien l'utilisation d'un outil virtuel (boulier, ...) ou bien une figure de géométrie dynamique... L'intérêt, c'est que la découverte est collective, les remarques sont faites par les uns et les autres...

- parallèlement on pourrait imaginer que le professeur en profite pour noter les remarques au fur et à mesure sur son écran... ou qu'il sollicite les élèves individuellement pour fournir une réponse à une question (sans le support informatique, comment est-il possible d'obtenir instantanément une réponse de chaque élève à une question, qui peut être ensuite instantanément restituée à l'ensemble...). Quel intérêt ? C'est que l'ordinateur est également doté d'une mémoire... et que tous ces tableaux virtuels peuvent être mémorisés dans une mémoire de classe, fort utile pour toutes les situations de rappel...
- L'élève peut alors être amené à procéder à une recherche individuelle (dans ce cas, les ordinateurs fonctionnent individuellement et chacun fait des essais sous le contrôle du professeur. Cette phase peut donner lieu à une nouvelle synthèse collective suivie d'une phase d'institutionnalisation (à noter que pour toutes ces étapes, l'ordinateur n'est pas nécessairement le seul support... que le cahier est évidemment sollicité pour compléter certaines recherches...))
- Enfin, chaque élève peut faire des exercices d'application, à son rythme (individualisation du travail). L'idéal est l'alternance entre 4 types d'interactions :
 - l'ordinateur valide le travail de l'élève (dans ce cas, les situations sont forcément assez simples et algorithmiques)
 - L'élève utilise l'ordinateur pour envoyer une réponse au professeur via le réseau (dans ce cas, la réponse peut être beaucoup plus complexe)
 - L'élève utilise l'ordinateur comme livre virtuel : les réponses sont notées sur le cahier.
 - En alternance avec des exercices interactifs, d'autres sont proposés sur le livre ou sur une feuille de papier : ils permettent de passer du virtuel à l'univers papier crayon, dans une certaine continuité.

Ce schéma est-il réaliste dans Mathenpoche actuellement ?

Actuellement, il n'est pas possible de mener une séance de cette façon avec Mathenpoche. Pourtant, tout tend vers ce schéma-là.

- Les exercices interactifs sont déjà fonctionnels. Le professeur peut différencier suivant les élèves, suivre en temps réel et récupérer les résultats après coup.
- L'annexe dédiée à la géométrie dynamique est en cours de développement, de même que les éditeurs de texte et de figures aux instruments virtuels permettant des échanges complexes via le réseau.
- Les développements sur le tableau virtuel ont bien évolué dans le cadre plus large de Sésamath. Il reste encore à travailler sur la mémoire de classe et sur la gestion des échanges via le réseau (une ergonomie à définir, des tests à réaliser...)

b) Logiciels outils ou exerciciels ? Vers un « Tout en Un » ?

L'origine « exercicielle » de Mathenpoche ne doit pas cacher son évolution actuelle.

Sans nul doute, il y aura un module de géométrie dynamique, un traceur de courbe, un tableur, un éditeur de texte mathématiques, un éditeur de figure aux instruments virtuels dans Mathenpoche (pour le calcul formel, il faudra sans doute attendre les extensions au Lycée).

A ce niveau, 2 choses me paraissent essentielles :

- aller de l'exerciceur vers le logiciel Outil n'a de sens que s'il y a un retour vers l'exerciceur. Ainsi tous ces outils auront une autonomie mais seront exercicés (ou le sont déjà) dans Mathenpoche. C'est important, car cela ouvre considérablement la gamme d'utilisation de ces outils et cela a des conséquences sur leur utilisation réelle et effective (en particulier les logiciels de géométrie dynamique ne sont pas si utilisés que ce que l'on croit...)
- Maîtriser le développement intégral de tous ces outils (plutôt que de sous-traiter des outils déjà faits) est la seule solution pour les intégrer les uns aux autres de façon optimale : faire des ponts, changer de registres... les applications sont vastes et encore peu connues, du fait de la segmentation actuelle de tous ces outils.

c) Ce que je ne développerai pas (pour l'instant...):

- l'impact économique et philosophique : coût pour les établissements, accès à des familles modestes...
- l'impact de la mutualisation sur les pratiques (c'est pourtant essentiel)
- l'impact sur les liaisons inter-cycles et sur la façon d'impliquer les parents dans la scolarité de leurs enfants.