

**Thème choisi pour ces journées :**

**Thème 2 :**

Ressources, usage des technologies en mathématiques et en sciences et démarches d'investigation. Cet atelier, comme le précédent, s'intéresse aux démarches d'investigation. Il s'agit ici de se centrer sur les technologies numériques, les possibilités qu'elles offrent pour ces démarches, mais aussi les difficultés supplémentaires qu'elles soulèvent. Concevoir des ressources numériques pour les démarches d'investigation pose des questions spécifiques : quels apports pour les élèves, pour les professeurs, quelles possibilités de simulation, de visualisation, de travail collectif ? Soutenir des usages de ces ressources demande par ailleurs de faire face à deux types de difficultés : celles liées à l'intégration des technologies, et celles liées à la mise en œuvre de démarches d'investigation. Les effets visés par ces ressources peuvent être décrits en termes de responsabilité accrue des élèves vis-à-vis du savoir et des outils disponibles ; ces effets sont-ils atteints ? De manière inédite dans les journées mathématiques, cet atelier élargira par ailleurs le questionnement aux sciences expérimentales.

**Résumé :**

Dans une première partie de nos travaux, nous avons relevé dans les textes officiels les références faites à la démarche d'investigation et l'utilisation des TICE. La part plus importante accordée à ces domaines dans les programmes les plus récents, motive en partie notre recherche. Nous nous sommes ainsi donné pour objectif de favoriser l'intégration de la démarche d'investigation et des TIC dans les pratiques enseignantes, en montrant comment la conjugaison des deux est pertinente pour donner du sens aux différents savoirs mathématiques. Nous avons tenté de définir ce qu'est une activité d'investigation en identifiant les différents moments qui la caractérisent.

Nous proposons par la suite un point de vue argumenté quant à l'intégration des TICE, misant sur la progressivité de cette intégration, le travail en équipe des enseignants tout en proposant aux élèves l'étude de problèmes mathématiques.

Nous avons ensuite répertorié les différentes utilisations des logiciels qui nous ont semblé pertinentes dans le cadre d'un enseignement mathématique basé sur la démarche d'investigation.

Dans une deuxième partie, nous présentons les expérimentations faites au cours de l'année 2009 / 2010. Nous avons recherché une présentation « optimale » de nos ressources favorisant au mieux l'appropriation et l'adaptation par le professeur. Nous avons donc volontairement abandonné la fiche élève afin qu'elle ne soit pas utilisée indépendamment des analyses et des commentaires. C'est aussi pour cette raison que nous avons réduit les commentaires accompagnants nos ressources aux principales idées qui ont guidé nos choix.

### **Présentation de notre recherche :**

Notre recherche est axée sur deux thèmes majeurs, la démarche d'investigation et l'utilisation des TIC dans la classe de mathématiques. Devant les nombreuses invitations, ou injonctions, à intégrer ces pratiques qui se trouvent dans les textes officiels, bon nombre d'enseignants se trouvent désarmés devant une tâche qui leur semble énorme en terme de formation et infaisable dans le temps imparti si l'on considère toutes les autres tâches qui leur sont déjà dévolues. Notre ambition dans cette recherche est fondamentalement de montrer d'une part comment ces deux thèmes se rejoignent presque naturellement mais aussi comment ils vont permettre aux enseignants d'atteindre leurs objectifs disciplinaires sans pour autant diminuer le temps consacré à l'apprentissage. Clairement, il s'agit de faire apparaître que ces pratiques vont engendrer certes d'autres façons de travailler avec les élèves mais toujours en étudiant des problèmes liés aux programmes officiels. Ainsi nous espérons convaincre du bienfondé de la démarche d'investigation et des TICE, ceux-ci permettant finalement, tout en étudiant le programme, d'acquérir de surcroît d'autres compétences et capacités qui pourront être exploitées à nouveau dans d'autres champs disciplinaires.

Dans un premier temps nous avons donc tenté de caractériser ce que pouvait être une démarche d'investigation à partir de divers textes officiels ou non. De nombreuses situations peuvent faire entrer les élèves dans une démarche d'investigation mais il apparaît clairement que la situation en elle-même n'est qu'une condition nécessaire mais pas suffisante au déclenchement de cette procédure. En effet, la situation proposée doit poser un problème à l'élève. Or suivant le niveau de connaissance de celui-ci, une même situation pourra ou non paraître problématique. Nous avons donc été amenés à considérer la zone proximale de savoir de l'élève comme un paramètre important de la réussite des expérimentations menées.

En effet, si l'élève a déjà la connaissance pour résoudre le problème posé, il n'entrera pas dans une démarche d'investigation pour résoudre celui-ci. A l'inverse, si la situation proposée est trop éloignée de ses connaissances, aucun problème ne sera posé à ses yeux par rapport à ce qu'il sait déjà et l'élève n'entrera pas dans une démarche d'investigation.

En prenant comme exemple mathématique la construction d'un triangle dont on connaît les trois côtés, considérons la situation suivante :

« Choisir trois nombres et construire un triangle dont les côtés ont pour longueur (en cm) chacun de ces nombres. Répéter plusieurs fois cette expérience. ».

Pour l'élève qui connaît déjà l'inégalité triangulaire, la situation sera rapidement traitée et ne déclenchera pas de processus de recherche de sa part.

L'élève qui n'a pas encore jamais construit un triangle dont on connaît les longueurs des trois côtés pourra simplement se dire qu'il ne sait pas effectuer cette tâche et ne cherchera pas à aller plus loin.

Par contre, l'élève qui sait construire un triangle dont on connaît les longueurs des trois côtés risque de se retrouver rapidement devant un réel problème car certains de ses choix vont rendre la construction impossible. A partir de là, un réel problème étant posé et de surcroît formulé par l'élève lui-même, il y a toutes les chances pour que celui-ci entre dans une démarche d'investigation.

Par ailleurs, l'étude des différents protocoles utilisés dans le cadre d'une démarche d'investigation en mathématiques, mais plus généralement dans les disciplines scientifiques, nous a conduit à préciser des temps qui apparaissent, sinon incontournables, au moins nécessaires pour que la situation proposée permette au plus grand nombre d'élèves d'en tirer profit.

L'autre thème fort de notre recherche est l'utilisation des TIC dans la classe de mathématiques. Beaucoup d'expériences ont été menées pour favoriser au maximum l'intégration de ces outils dans l'enseignement. Très souvent, il est proposé aux enseignants une activité « clé en main » à expérimenter dans sa classe. Bien que l'expérimentation qui s'en suit soit fréquemment satisfaisante à tout point de vue, il apparaît aussi que l'appropriation et la reproductivité par les professeurs de ces situations sont plus difficiles à enclencher. Nous avons donc tenté d'analyser et de trouver les conditions qui favoriseraient au maximum l'appropriation, non pas des activités elles-mêmes, mais plutôt du type

d'activités proposées afin qu'ils puissent reproduire celles-ci dans d'autres contextes. Cet axe nous a paru important à traiter, d'autant que bons nombres d'enseignants sont aujourd'hui, sans pour autant être des utilisateurs réguliers des TICE, familiarisés avec ce type d'activités. Nous avons donc analysé d'une part les outils dont nous disposons en se penchant plus particulièrement sur leurs différences au niveau de l'intégration dans la classe et leur appropriation par les élèves. Ainsi, si un logiciel de géométrie dynamique a de nombreux points communs, au moins au départ, avec un l'environnement papier-crayon habituel d'un élève, ce n'est par contre pas du tout le cas d'un tableur-grapheur par exemple. Ces différences doivent donc être prises en compte afin que l'intégration soit la plus progressive possible, ce qui permettra alors au problème mathématique de vivre sans pour autant être étouffé par les difficultés techniques rencontrées. Toujours dans cet objectif, nous faisons également des propositions tendant à évacuer autant que possible le côté technique des situations proposées sans pour autant l'éviter, ce qui aboutirait inévitablement à un échec. Après avoir fait le tour des différentes utilisations constatées des différents outils nous avons tenu à en faire une classification afin de pouvoir considérer les activités avec un regard plus global, ce qui nous semble être une condition favorable à l'appropriation et à la reproductivité par les enseignants. Ainsi, après avoir traité les utilisations plutôt classiques, dans le cadre d'une démarche d'investigation, des tableurs ou des logiciels de géométrie dynamique nous avons approfondi l'utilisation de ces logiciels ou des calculatrices pour travailler à l'aide de « boîtes noires » ou encore des utilisations « molles » de la géométrie dynamique. Nous avons, outre l'exploitation de ces utilisations, identifié les avantages disciplinaires directs mais aussi sous-jacents de ces dispositifs.

Enfin, non en guise de fermeture mais plutôt d'ouverture, nous montrons également différentes activités d'investigation, utilisant ou non les TIC (ou bien de façons différentes et variables). Même si nous avons voulu classer les différents dispositifs qui nous semblaient remarquables dans le but de favoriser leur appropriation par les enseignants, nous pensons que rien n'est fermé et que seule l'imagination de chacun pourra poser des limites à ce qu'il est envisageable de faire. Les dernières situations présentées permettront d'en témoigner.

**Synthèse :**

Durant notre recherche nous espérons avoir su mettre en avant le fait qu'intégrer la démarche d'investigation et les TIC dans la pratique de l'enseignant peut se faire presque naturellement, sans surcoût horaire et que cela permet, outre l'apprentissage disciplinaire visé, de développer des compétences et des attitudes nouvelles chez les élèves.

Convaincus de cela, nous avons alors, conscients des difficultés techniques posées par les outils utilisés, tenté d'apporter des réponses. Dans un premier temps en analysant et identifiant clairement ces difficultés afin qu'elles soient prises en compte dans la conception des situations et dans un deuxième temps, plus globalement, qu'elles s'intègrent dans une progression annuelle voir même sur un cursus scolaire entier (collège ou lycée). Ce dernier aspect demande une prise en compte, que nous comptons bien avoir amorcé dans notre recherche, à l'échelle des équipes disciplinaires, voire interdisciplinaires et des établissements.

Enfin, la classification des différentes utilisations des TIC propice à faire entrer les élèves dans une démarche d'investigation donnera la possibilité aux enseignants de prendre du recul quant à l'analyse des activités qu'ils proposeront, munis des moyens de concevoir des situations les plus adaptées à leur propre enseignement.

Pour conclure, notre objectif aura été tout au long de notre recherche, non pas de proposer des activités « clés en main » à reproduire en classe, mais de proposer des activités, non seulement utilisables en classe mais aussi pensées dans un concept et une analyse plus globaux et généraux permettant de donner plus de poids et d'ampleur à notre message. Ainsi nous espérons pouvoir favoriser la créativité des enseignants qui trouveront dans cette recherche de nombreux points d'appui pour la conception des situations qu'ils proposeront à leurs élèves, toujours dans un seul but : faire des mathématiques et apprendre des mathématiques.