

La classe de terrain dans l'enseignement des sciences de la Terre au lycée : nouvelles démarches, nouveaux outils

Michèle PRIEUR - Eric SANCHEZ – Gilda PUTINIER
Institut National de Recherche Pédagogique
ERTé ACCES – ERTé e.Praxis
B.P. 17424, 69347 LYON CEDEX 07
michele.prieur@inrp.fr- eric.sanchez@inrp.fr - putinier.gilda@free.fr

Mots clés : Sciences de la Terre - TICE – modèle – investigation scientifique – Géonote – classe de terrain

Dans les sciences de la Terre, comme dans leur enseignement, le travail sur le terrain occupe une place fondamentale. Les rédacteurs des programmes de lycée ont pris en compte cet aspect en préconisant l'organisation d'une classe de terrain au cours de laquelle les élèves seront amenés à s'investir dans une démarche d'investigation scientifique. Néanmoins, la complexité des objets géologiques notamment liée aux problèmes d'espace et de temps, rend difficile leur étude et leur utilisation dans le cadre d'une telle démarche.

Notre équipe s'est donné pour objectif de faire des propositions afin d'aider les enseignants à organiser des écoles de terrain au cours desquelles les élèves soient véritablement engagés dans une démarche d'investigation et puissent conduire ce travail de manière autonome. Ces propositions s'articulent autour de deux axes. Le premier axe concerne une rénovation des pratiques en terme de démarche. Il s'agit d'organiser le travail des élèves autour de l'exploitation d'un modèle explicatif proposé en amont qu'ils devront éprouver sur le terrain. Le deuxième axe concerne l'utilisation d'un environnement informatique, Géonote, comme outil d'aide à la lecture des données de terrain et permettant aux élèves de construire leur propre parcours géologique avec les informations qu'ils ont recueillies.

Une expérimentation a été conduite dans trois classes de terminale scientifique fin septembre 2005. Notre communication présentera le déroulement de cette expérimentation, la méthodologie de recherche mise en œuvre ainsi que les premiers résultats.

L'expérimentation présentée par cette contribution porte sur la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique par des lycéens au cours d'une école de terrain en sciences de la Terre. Cette expérimentation a concerné 103 élèves de terminale scientifique du lycée du Val de Saône (01) en septembre 2005. Le dispositif pédagogique mis en place a consisté à articuler un travail de terrain dans le Briançonnais de deux journées avec deux séances de travaux pratiques dans le but de répondre à la question suivante : les Alpes sont-elles une chaîne de collision ? Le caractère innovant du dispositif mis en place réside dans la place attribuée au modèle scientifique en jeu au cours du travail d'investigation conduit et dans les activités réalisées par les élèves. L'innovation porte également sur l'utilisation d'un environnement informatique destiné à la préparation et l'exploitation d'une école de terrain, Géonote.

Le modèle scientifique au cœur de l'investigation scientifique

En sciences de la Terre, le travail de terrain occupe une place majeure. Ce sont en effet les données collectées sur le terrain qui permettront au géologue d'éprouver, d'enrichir et de préciser ses modèles. Ce travail de terrain qui permet la confrontation des idées et des faits tient une place essentielle dans les sciences de la Terre.

Une enquête nationale (Sanchez, Prieur et Fontanieu 2005) réalisée auprès des enseignants de sciences de la vie et de la Terre tend à montrer que ces derniers considèrent la classe de terrain davantage comme une source de motivation et un moment de prise de conscience de la réalité des objets géologiques étudiés que comme un véritable moment d'investigation scientifique permettant d'éprouver un modèle.

Pour rendre à ce travail de terrain sa fonction d'investigation scientifique permettant de confronter les faits aux modèles explicatifs nous proposons d'articuler l'ensemble des activités conduites par les élèves autour d'un modèle explicatif du phénomène étudié sur le terrain. Ce modèle est d'emblée proposé aux élèves afin qu'il serve d'appui à l'ensemble de leur démarche. C'est ainsi que, au cours de la première séance, un modèle de scénario de la formation d'une chaîne de collision a été donné aux élèves. Ce modèle a été présenté comme une réponse provisoire et partielle au problème de la formation des Alpes, il a pour fonction d'être un support de réflexion pour l'ensemble du travail réalisé.

- **Séance 1 : préparation de la classe de terrain**

Lors d'un premier travail les élèves ont cherché à identifier les nécessités du modèle, autrement dit les différentes conséquences vérifiables des hypothèses contenues dans le modèle. Ils identifient ainsi les indices témoins d'une chaîne de collision qui devraient être observables sur le terrain si le modèle proposé s'applique au contexte étudié.

Dans un second temps les élèves élaborent leur propre protocole d'observation à mettre en œuvre sur le terrain. Ils sélectionnent sur des extraits des cartes géologiques des secteurs étudiés, parmi plusieurs arrêts proposés ceux qui permettent d'observer des indices en faveur du scénario « chaîne de collision »

Dans un troisième et dernier temps, pour l'un des secteurs géologiques étudiés, ils proposent un trajet à effectuer à pied depuis l'arrêt du car jusqu'aux différents arrêts sélectionnés à l'aide des cartes géologique et topographique. Un bilan permet d'effectuer des choix collectifs sur le trajet à parcourir et les arrêts à consulter lors de la classe de terrain.

- **Séance 2 : classe de terrain**

Les élèves qui arrivent sur le terrain connaissent le problème à résoudre, ont identifié et localisé sur des cartes les indices à rechercher pour éprouver le modèle initialement proposé. Ils disposent donc d'une grille de lecture du terrain et les activités réalisées sur le terrain prennent du sens. Les indices trouvés sont observés, échantillonnés dessinés, mesurés, décrits, photographiés et géolocalisés à l'aide d'un GPS.

- **Séance 3 : exploitation de la classe de terrain**

Dans un premier temps, par binôme et à l'aide de Geonote, les élèves réalisent un parcours géologique « virtuel » permettant d'argumenter en faveur de l'une des trois étapes du modèle proposé (accrétion-subduction-collision). Il s'agit de sélectionner, de mettre en forme, de commenter leurs photographies et de les géoréférencer sur la carte géologique en gardant en tête que ce travail s'effectue dans l'objectif d'éprouver un modèle. Dans un deuxième temps un élève de chaque binôme échange sur la production réalisée avec l'élève d'un binôme ayant travaillé sur un autre secteur géologique. Le nouveau binôme ainsi constitué effectue des corrections et enrichit le travail réalisé.

Le travail collectif qui clôt ce travail conduit à instancier le modèle initial avec les caractéristiques propres du terrain étudié et à en discuter les limites.

L'ensemble des activités conduites par les élèves au cours de ce travail s'effectue en prenant appui sur le modèle éprouvé qui de ce fait rend possible la mise en œuvre d'une démarche d'investigation et, d'autre part, conduit les élèves à construire des connaissances scientifiques c'est à dire argumentées et étayées par des données d'observation.

Géonote : un environnement informatique d'aide à l'investigation scientifique en sciences de la Terre

Geonote est un environnement informatique permettant d'accompagner l'élève dans les différentes étapes de sa démarche d'investigation. Ainsi, cette application permet à l'élève de consulter des données géologiques géoréférencées et commentées, de rédiger son travail et encore de se construire son propre parcours géologique. Par ailleurs, elle permet la prise en charge de certaines difficultés liées à l'appréhension de l'espace.

- **Séance 1 : préparation du travail de terrain**

La préparation du travail de terrain par l'élève est rendue possible par la présence de différents types de ressources et de fonctionnalités dans Géonote.

- *Se repérer*

Géonote donne accès à des cartes dans lesquelles il est possible de se déplacer et de zoomer. Une fonction réglet permet de mesurer des distances. La possibilité d'utiliser une fonction transparence permet de superposer deux cartes. C'est ainsi que l'élève, en superposant les cartes géologique et topographique du secteur étudié et en utilisant le réglet, possède des outils nécessaires pour identifier les arrêts susceptibles de fournir des indices recherchés et déterminer le trajet à parcourir pour retrouver ces indices.

- *Consulter et interpréter des données de terrain*

Des données de terrain géoréférencées sont accessibles à partir d'un clic sur des points chauds matérialisant les arrêts sur la carte. La lecture et l'interprétation de ces données sont facilitées par la présence de commentaires, d'une documentation et des outils de zoom ou de mesure.

- *Rédiger son travail et se situer dans sa démarche*

L'élève dispose d'un carnet de bord possédant des fonctions de traitement de texte pour rédiger l'argumentaire des choix qu'il a effectués (sélection des arrêts, trajet). Un historique des documents consultés lui permet de revenir sur une phase de son travail d'investigation.

- **Séance 3 : exploiter le travail de terrain**

- *Editer des données*

Le logiciel possède un mode édition qui permet de construire son propre parcours géologique à partir des photographies réalisées sur le terrain. Lors de l'ajout d'une donnée, il est nécessaire de définir le niveau d'observation (paysage, affleurement, roche, minéral...), de paramétrer le réglet à partir des références prises sur le terrain, et de localiser cette donnée sur les cartes à partir des mesures GPS effectuées sur le terrain. Ce travail aide l'élève à appréhender l'échelle des objets géologiques étudiés et à se repérer dans l'espace.

Pour chacune de ces données, la rédaction d'un commentaire argumentant sur son intérêt pour valider le modèle est une étape importante dans la mise en forme et la formalisation de la pensée de l'élève.

- *Echanger et annoter des données*

Dans le deuxième temps de la séance, la consultation des différentes données éditées constitue un support permettant à l'élève « invité » du binôme de découvrir le parcours réalisé. Les deux élèves définissent conjointement à quelle étape du modèle correspond la donnée consultée et précisent leurs choix en l'annotant dans la fenêtre historique.

Aux différentes étapes de la préparation et de l'exploitation de la classe de terrain Géonote met à disposition des élèves des outils qui les aident dans la mise en œuvre de leur démarche d'investigation.

Méthodologie de la recherche

Un dispositif diversifié de recueil de données a été mis en place pour analyser l'utilité et l'utilisabilité du logiciel ainsi que les choix didactiques effectués pour la conception des séances.

- **Traçage informatique de l'activité des élèves**

Lors de l'utilisation de Géonote, chaque action sur l'interface est inscrite dans un fichier texte. Chaque ligne de ce fichier indique l'heure et l'action de l'élève et le paramètre affecté à cette action. Ce fichier texte est converti en fichier [©]Excel. Un progiciel a été créé pour le traitement des traces. Ce progiciel permet ainsi de réaliser de manière automatisée des chronogrammes dans lesquels les différentes actions sur l'interface sont symbolisées par des barres de couleurs disposées sur un axe des temps (temps exprimé en secondes écoulées depuis la première action sur l'interface).

- **Enregistrement audio et vidéo**

Des enregistrements audio et vidéo des élèves ont été réalisés durant les séances en classe et également pour quatre groupes, lors du travail sur le terrain. Les transcriptions de ces enregistrements permettent un découpage en unités de verbalisation qui sont catégorisées à l'aide d'une grille de typologie des tâches réalisée par les élèves. Les différentes tâches ainsi identifiées sont également représentées sous forme de chronogrammes.

- **Questionnaire et autres traces écrites**

Des questionnaires ont été remplis par les élèves à l'issue des activités. Ils sont utilisés pour identifier les défauts d'interface du logiciel, évaluer leurs opinions aussi bien sur le travail qui leur a été demandé que sur Géonote. Par ailleurs, les documents complétés ou réalisés par les élèves ont été collectés pour évaluer leurs productions et les apprentissages réalisés.

Premiers résultats

L'analyse des différentes traces audio, vidéo et informatique est actuellement en cours. Elle vise à identifier les choix d'ingénierie pédagogique effectués. Seuls quelques résultats préliminaires sont indiqués ici.

- **Points de vue des élèves sur le travail réalisé**

Les réponses au questionnaire montrent que les élèves ont apprécié de préparer et d'exploiter leur classe de terrain avec Géonote et plus particulièrement de réaliser leur propre parcours géologique à l'issue de la classe de terrain.

E22 : *"J'ai bien aimé le fait de placer des arrêts et d'insérer des photos avec des commentaires sur les arrêts"*

E37 : *"C'est bien car c'est nous qui faisons notre propre parcours géologique"*

Du point de vue des observations des élèves sur le terrain il faut noter une bonne implication des élèves dans la recherche et l'identification des indices. Les élèves soulignent eux mêmes qu'ils ont aimé cette étape du travail, comme l'exprime un élève :

E88 : *"On se met dans la peau d'un géologue. On voit vraiment la dimension de ce métier"*

- **Evaluation du logiciel**

L'observation du comportement des élèves qui utilisent le logiciel et leurs réponses au questionnaire ont d'ores et déjà permis de montrer que Géonote peut être pris en main sans grandes difficultés et dans un temps raisonnable. Une expérimentation plus récente nous conduit à tirer le même type de conclusion pour des collégiens. Il a également été possible d'identifier des modifications à réaliser. Il s'agit d'une part de défauts d'interface de ce premier prototype qui ont posé des difficultés à certains élèves et, d'autre part, de fonctionnalités à ajouter à l'environnement telles que des fonctions de traitement d'image et d'échange de données.

- **Evaluation du travail et des productions des élèves**

Une première analyse a porté sur la phase d'identification des contraintes du modèle et de la conception du protocole d'observation. Les résultats montrent tout d'abord que si les élèves ne semblent pas avoir de difficultés majeures pour identifier les phénomènes géologiques que recouvre le modèle, ils ont souvent plus de mal à le traduire en observables sur le terrain. C'est ainsi que si 66% des binômes ont identifié le métamorphisme de haute pression-basse température dans les zones de subduction, seuls 30% ont pu identifier les différents minéraux des roches métamorphiques attendus en tant que témoins d'une subduction sur le terrain.

Tous les binômes ont réussi à établir un parcours géologique pertinent au regard du travail à réaliser. Ils sont 75% à l'avoir correctement argumenté et 69% à avoir pris en compte l'ensemble des contraintes topographiques. Le travail réalisé et les outils utilisés semblent donc avoir bien joué un rôle d'aide à la localisation et au repérage dans l'espace.

Conclusion

Ces premiers résultats seront complétés par les analyses fines des traces informatiques, audio et vidéo. Il s'agira en particulier de déterminer si les tâches attendues sont effectivement réalisées par les élèves et d'évaluer le niveau d'apprentissage atteint à la fin de ce travail.

Au delà de la spécificité du contexte, du dispositif et des outils utilisés, il s'agit pour nous de renouveler les outils et les démarches pour la conduite d'une classe de terrain et changer le point de vue des élèves sur le travail scientifique qui ne devrait pas être perçu comme une accumulation fastidieuse de données visant à établir une vérité indiscutable mais une aventure profondément humaine permettant de se construire une connaissance du monde argumentée et fondée sur l'analyse du réel.

Références

Ault C. R. (1998) Criteria of excellence for geological inquiry : the necessity of Ambiguity. Journal of research in science teaching. Vol. 35, NO 2. 189-212.

Bachelard S. (1979) Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P Delattre et M. Thellier. Elaboration et justification des modèles. Maloine.

Bezzi A. (1999) What is thing called geoscience? Epistemological dimension elicited with the repertory grid and their implications for scientific literacy. Science Education vol 83, Issue 6, 675-700

Clement J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education* 22: 1041 - 1053.

ORANGE C. (2003) Une sortie géologique au lycée : le « concret » n'est pas simple. Colloque sur l'enseignement des sciences de la Terre

Orange C., Beorchia F., Ducroq P., Orange D., (1999), « Réel de terrain », « Réel de laboratoire » et construction de problèmes en Sciences de la vie et de la Terre, *Aster N°28*, pp 107, 129.

Poirier-Proulx L. (1999) La résolution de problèmes en enseignement, cadre référentiel et outils de formation, De Boeck Université

Ryder J., Leach J. (2000) Interpreting experimental data: the views of upper secondary school and university science students. *International Journal of Science Education*. 22, 10, 1069-1084

Sanchez E. Prieur M. Fontanieu V. (2005) L'enseignement des sciences de la Terre : Que font les élèves sur le terrain ? Actes XXVIIèmes JIES. Chamonix (à paraître)

Treagust D. F., Chittleborough G., Mamiala T. L. (2002) Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education* 24: 357 - 368.