

Le Calendrier Géologique : un environnement informatique pour l'enseignement des sciences de la Terre

Gilles FUXA - Eric SANCHEZ - Michèle PRIEUR
Institut National de Recherche Pédagogique - ERTé ACCES

B.P. 17424, 69347 LYON CEDEX 07
gilles.fuxa@ac-lyon.fr - eric.sanchez@inrp.fr - michele.prieur@inrp.fr

+ 33 (0)4 72 76 61 97

Mots clés : TICE - Temps – Sciences de la Terre

Les travaux de didactique des sciences de la Terre conduits dans le cadre de l'ERTé ACCES (Actualisation Continue des Connaissances des Enseignants de Sciences) ont permis d'identifier des obstacles didactiques à l'apprentissage des sciences de la Terre en terme de relation au temps. Il s'agit de difficultés pour prendre en compte des temps longs, pour appréhender le dynamisme des phénomènes et pour mettre en œuvre un raisonnement diachronique. Ces travaux ont conduit à réaliser le prototype d'une application (Calendrier Géologique 0.1) qui offre aux élèves, de l'école élémentaire à la terminale, un environnement qui leur permet d'explorer des jeux de données datées (paléobiosphères, paléogéographies, paléoenvironnements, paléoclimats...)

Cette exploration est possible grâce à différents outils. Des boutons qui tournent dans un sens ou dans l'autre permettent de faire défiler le temps, des zones images affichent alors les différentes données. A tout moment, l'élève peut repérer l'âge, la durée et la chronologie des différents événements étudiés, il dispose pour cela d'un compteur, d'une échelle géologique et d'une frise.

L'application possède également un mode édition qui permet aux élèves de se construire leur propre frise chronologique à partir des résultats de leur exploration. Le mode édition « expert » permet la saisie des jeux de données mises à la disposition des élèves.

L'application présentée en démonstration est actuellement testée en classe. Les travaux de recherche conduits visent à identifier les usages du Calendrier Géologique dans l'enseignement secondaire et à valider les choix didactiques qui ont présidé à la conception de l'application.

Cette contribution a pour objectif de présenter Calendrier Géologique, une application réalisée par notre équipe et destinée à l'enseignement des sciences de la Terre. Le prototype aujourd'hui disponible permet à l'élève d'accéder à des données géologiques datées et de se construire sa propre frise chronologique en fonction de la thématique étudiée. Les choix retenus dans la conception de l'interface sont largement dictés par une analyse didactique des difficultés que rencontrent les élèves en sciences de la Terre du fait des rapports que cette discipline entretient avec le temps.

Temps et géologie

De nombreux auteurs ont écrit sur les difficultés qu'ont les élèves à aborder la géologie (Ault 1994). Parmi ces difficultés, celles liées aux rapports que la discipline entretient avec le temps viennent au premier plan. Ce sont d'abord des difficultés à appréhender des temps longs. L'histoire de la Terre se déroule sur une période sans commune mesure avec l'échelle d'une vie humaine et il est très difficile d'une part d'apprécier la durée des événements géologiques et d'autre part de comparer les durées de phénomènes qui se déroulent sur des échelles de temps très diverses. D'autres difficultés sont relatives à l'élaboration d'un raisonnement diachronique (Dodick et Orion 2003) c'est à dire situer les phénomènes géologiques dans leur chronologie. Etablir une chronologie implique en effet de maîtriser le principe d'actualisme, d'être en mesure d'analyser les relations géométriques entre structures géologiques (Sanchez 2003) et de mobiliser un raisonnement de type causal. La place de la contingence dans l'histoire géologique (Gould 1990) pose également problème aux élèves. Il est en effet difficile d'accepter d'emblée que l'histoire reconstituée grâce aux indices géologiques ne soit qu'une histoire parmi une infinité de possibles et que cette histoire ne constitue pas une marche inéluctable vers le progrès. Enfin, une autre source de difficultés est liée à l'apprehension du dynamisme de phénomènes dont la vitesse de réalisation les rend inaccessibles à l'observation (Raab et Frodeman 2002).

La conception de l'interface du calendrier géologique vise à prendre en compte ces difficultés et à proposer des représentations de nature à aider à l'apprehension du temps géologique.

Une représentation du temps multimodale et des événements géologiques datés

La figure 1 représente l'interface de la version actuelle du calendrier géologique dans laquelle les différentes représentations du temps qui ont été choisies sont celles généralement retenues par les auteurs de manuels de sciences de la Terre.

Des informations de différentes natures permettent à l'élève de dater un événement sélectionné. Le compteur (1) indique son âge absolu en million d'années. La fenêtre (3) permet de le situer sur l'échelle stratigraphique (3), lui attribuant ainsi un âge relatif par rapport aux différentes périodes géologiques. La fenêtre (5) indique la couleur utilisée pour représenter la période considérée sur la carte géologique de la France au 1/1000000. La fenêtre (2) indique l'âge relatif de l'événement étudié en rapportant cette fois l'histoire de la Terre à une année ce qui permet de mieux apprécier les échelles de temps impliquées (par exemple apparition récente et évolution brève de notre espèce au regard de l'histoire de notre planète).

L'événement sélectionné est également situé dans le temps. Il est représenté d'une part à l'aide d'un curseur rouge sur une échelle stratigraphique simplifiée qui n'indique que le découpage des temps géologiques en ères (4) et d'autre part à l'aide d'une boule rouge sur une spirale (7) qui affiche des événements majeurs de l'histoire de la Terre (boules bleues). Cette spirale permet de visualiser une chronologie simplifiée de l'histoire de notre planète. Lorsque le pointeur de la souris passe sur une boule bleue, l'événement de l'histoire de la Terre correspondant s'affiche dans une fenêtre (8). La fenêtre « événement » (6) permet d'afficher la nature de l'événement géologique lorsque la date sélectionnée est une date majeure de l'histoire de la Terre. Cette spirale a un pas logarithmique. Une même durée est

représentée par un segment de la spirale de plus en plus court lorsqu'on s'éloigne de la période actuelle.

Il est encore possible d'afficher des informations (paléogéographie, paléobiosphère...), correspondant à un événement géologique daté dans les fenêtres images (9) Un clic sur les boutons (10) permet d'accéder à des données complémentaires

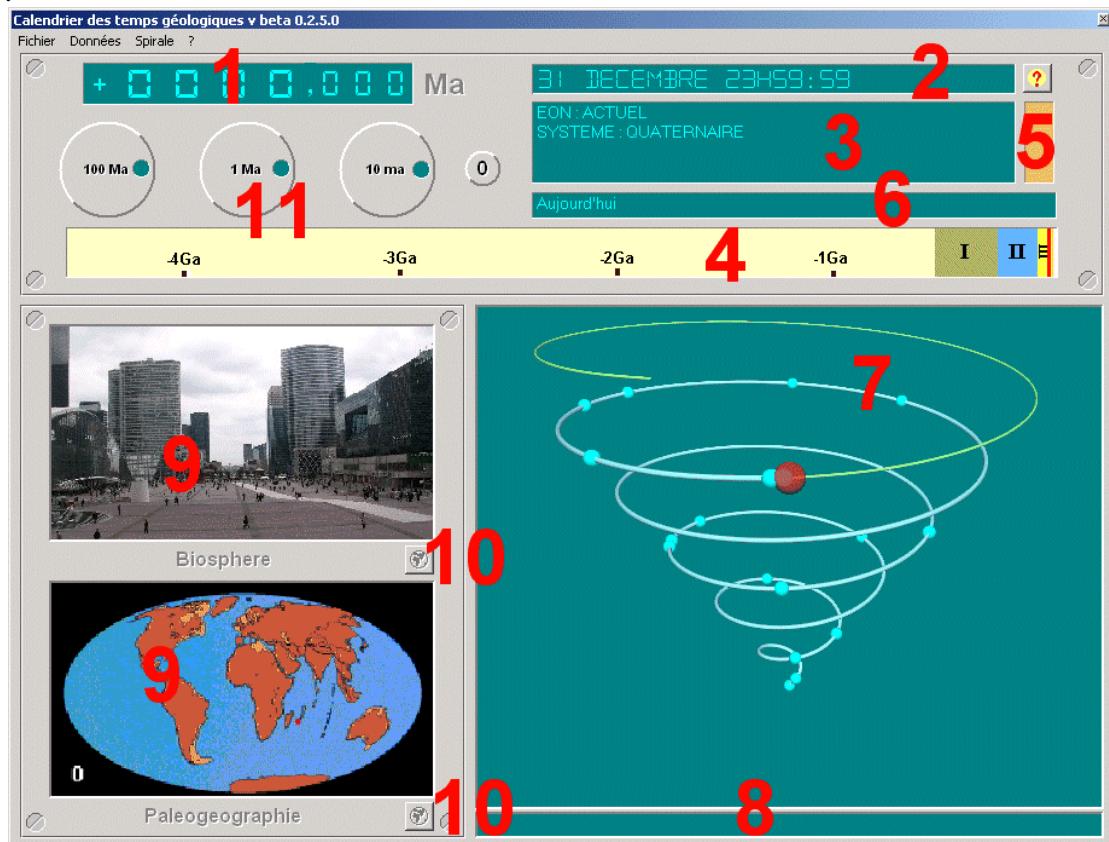


Fig. 1. Interface de l'application Calendrier Géologique

Se déplacer dans le temps et apprécier des durées

L'élève peut se déplacer dans le temps à l'aide des boutons (11). Le choix de demander aux élèves de tourner des boutons dont les pas sont différents (100 Ma, 1 Ma et 10 000 a) vise à l'aider à appréhender la durée et les échelles des différents phénomènes géologiques qu'il est conduit à explorer. Cette action a pour effet d'incrémenter le compteur temporel (1) et de modifier les informations des autres fenêtres : calendrier, boîte événement (6), indications de l'échelle stratigraphique, position du curseur de l'échelle simplifiée, position de la boule rouge sur la spirale et couleur de référence de la carte géologique de la France.

Une action sur ces boutons se traduit également par une modification du contenu des fenêtres images (9). L'élève peut ainsi apprécier le dynamisme des phénomènes et le processus d'évolution biologique se produisant au cours des temps géologiques.

Edition de données datées

Un mode édition est également accessible à l'élève. Il lui permet d'éditer les événements géologiques présents sur la spirale et donc de se construire sa propre frise chronologique du thème géologique qu'il étudie.

Les informations qui sont affichées par l'application (imagettes et titres) se présentent sous forme de jeux de données qui peuvent être sélectionnés par un menu « Données ». Ces données peuvent être modifiées et adaptées, d'une part au niveau d'utilisation (école, collège,

lycée) et d'autre part à la thématique étudiée (paléoenvironnements, paléoclimats, paléogéographies, évolution de l'homme...). Le mode édition de ces données est pour l'heure un mode « expert » encore difficile d'accès mais néanmoins ouvert. Les données complémentaires sont au format html facilement éditables et modifiables à l'aide d'un logiciel de conception de pages Web.

Cette application, développée dans le cadre des travaux de l'équipe de recherche technologique en éducation ACCES – INRP – ENS Lyon – ENS Paris est actuellement en cours d'évaluation dans des classes de collège et de lycée.

Spécifications techniques *Développement* : Delphi, *Environnement* : Windows, *carte graphique* 3D compatible OpenGL

Références

- Ault C. R. (1994) Research on problem solving : Earth science. In D. L. Gabel. Handbook of research on science teaching and learning. Macmillan Publishing company.
- 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
- Dodick J. & Orion N. (2003) Cognitive factor affecting student understanding of geologic time. Journal of research in science teaching, 40, 415-442.
- Frodeman R. (1995) Geological reasoning : geology as an interpretative and historical science. Geological Society of America Bulletin, 107, 960-968.
- Gould S-J. (1988) La vie est belle – les surprises de l'évolution. Le Seuil, Points sciences.
- Gould S-J. (1990) Aux racines du temps. Grasset et Fasquelle.
- Montangero J. (1996) Understanding changes in time. London : Taylor and Francis.
- Orange D. (2003). Utilisation du temps et explications en sciences de la Terre par les élèves de lycée : étude dans quelques problèmes géologiques. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes (non publiée).
- Raab T. & Frodeman R. (2002). What's it like to be a geologist? Phenomenology of geology and its practical implications. Philosophy an Geography, 5/1, 69-81.
- Sanchez E. (2003) Chronocoupe, un logiciel pour l'apprentissage des critères de datation relative sur coupe géologique. Colloque L'enseignement des sciences de la Terre de l'Ecole à l'Université, Nice, 2003
- Sanchez E. (2003) Analyse de stratégies d'élèves utilisant un logiciel de simulation en sciences de la vie et de la Terre. Mémoire de DEA. LIRDHIST. Université Lyon 1.
- Trend R. (2000). Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science. International Journal of Sciences Education, vol 22