

# La Boîte Noire. Conception et expérimentation de simulations informatiques non disciplinaires pour susciter et soutenir la réflexion épistémologique

**Marc Couture**

*UER Science et Technologie  
Télé-université, Université du Québec  
[mcouture@teluq.ca](mailto:mcouture@teluq.ca)*

**Catherine Meyor**

*Département d'éducation et pédagogie  
Université du Québec à Montréal  
[meyor.catherine@teluq.uqam.ca](mailto:meyor.catherine@teluq.uqam.ca)*

Citer comme : Couture, M. et Meyor, C. (2007). La Boîte Noire : conception et expérimentation de simulations informatiques non disciplinaires pour susciter et soutenir la réflexion épistémologique. Dans *Actes du 24e congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU)* (p. 345-351). Montréal, Canada : Université de Montréal.

---

*RÉSUMÉ. Nous menons depuis trois ans, dans un cours d'épistémologie en formation des maîtres, une expérience pédagogique inédite : l'utilisation, en contexte d'apprentissage ouvert, d'une simulation informatique en ligne, la Boîte Noire, dont nous avons conçu et développé plusieurs versions. Adoptant un processus intégré de conception et de design centré sur l'utilisateur, nous avons procédé à l'élimination progressive du référent de la simulation, tout en visant l'atteinte d'un équilibre optimal dans l'interactivité et le réalisme médiatique. Au terme de nos travaux, nous disposons d'une simulation non disciplinaire simple d'utilisation, motivante, riche en possibilités d'action et d'interprétation et propice à soutenir une stratégie d'apprentissage favorisant la réflexion sur les notions de connaissance et d'explication. Pour illustrer nos propos, nous présenterons et commenterons les diverses versions de la Boîte Noire (<http://www.teluq.ca/spersonnel/mcouture/boitenoire>).*

*MOTS-CLÉS : formation des maîtres, épistémologie, simulation informatique, apprentissage ouvert, résolution de problème*

---

## 1. Contexte

On a recours depuis longtemps à des simulations informatiques pour l'apprentissage ouvert ou authentique (de Jong et van Joolingen, 1998; Jungck, 1991; Rieber, 2002). Ces simulations possèdent généralement un contenu disciplinaire riche et bien défini, ayant d'abord été conçues pour des apprentissages disciplinaires (White, 1993; Windschitl et Andre, 1998). On ne relève que quelques exemples de simulations où les aspects disciplinaires ont été grandement simplifiés (Johnson, Moher, Cho, Edelson et Russell, 2004); elles sont généralement utilisées au primaire.

Une exception notable est offerte par Désautels et Laroche (1992) qui ont conçu, puis expérimenté au collégial une simulation appelée l'Énigmatique. Bien que n'excluant pas son usage pour l'apprentissage disciplinaire, ils voulaient avant tout proposer aux étudiants une démarche analogue à celle que l'on poursuit dans les communautés scientifiques, menant à une réflexion épistémologique et sociohistorique sur la science.

Nous inspirant de ces travaux et mettant à profit nos recherches sur l'usage de simulations en enseignement (Couture, 2004a et 2004b), nous avons légèrement adapté l'Énigmatique (figure 1) aux fins d'un cours portant sur l'épistémologie et la métacognition, dispensé à de futurs enseignants en fin de formation.

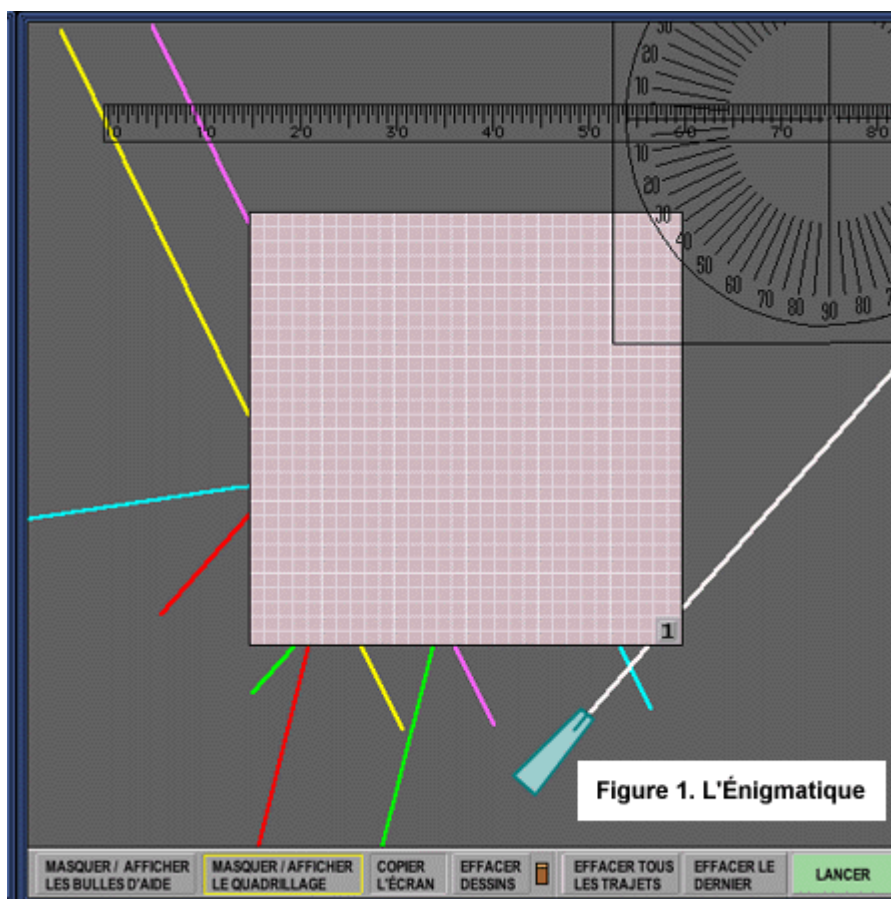


Figure 1. L'Énigmatique

## 2. Problème

Lors de l'expérimentation de notre adaptation de l'Énigmatique, nous avons réalisé que son caractère disciplinaire, manifeste malgré un faible réalisme visuel, constituait un obstacle pour des étudiants provenant de domaines très divers et restreignait la portée de l'exercice, en imposant d'emblée un cadre d'interprétation et d'action lié à la discipline en cause (la physique). Or, nous voulions proposer aux étudiants de réfléchir sur tous les aspects de la connaissance, dans une démarche ouverte non nécessairement scientifique.

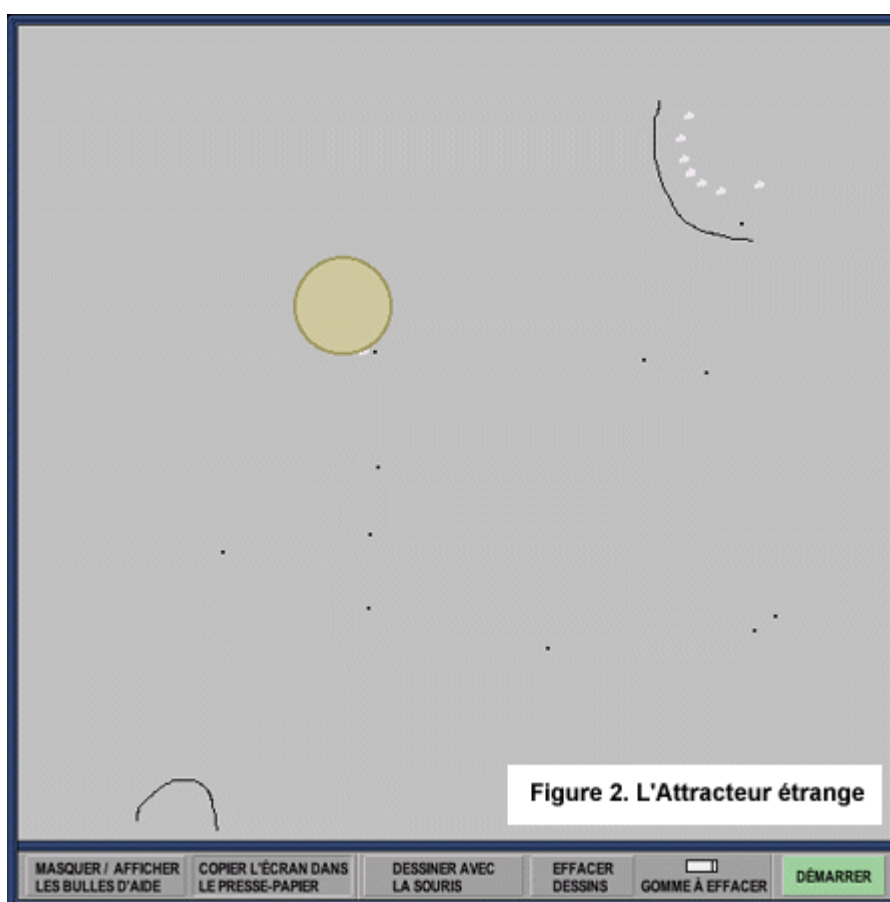
## 3. Objectifs

Nous avons, pendant trois ans, développé nos propres simulations, que nous présentions comme les versions d'une même simulation, la Boîte Noire. Nous voulions, tout en réduisant progressivement son caractère disciplinaire, offrir une richesse et une capacité d'intervention propres à maintenir l'intérêt des apprenants et à leur permettre d'explorer et d'interroger le

phénomène sous de multiples aspects. Mais comment éviter que la représentation d'un phénomène n'impose un cadre disciplinaire et, ainsi, vienne limiter les actions ou les interprétations possibles? Suffit-il d'une présentation médiatique abstraite, ou faut-il agir sur la modélisation du référent, voire sur la nature ou l'existence même d'un référent? Et comment maintenir la motivation des apprenants face à un phénomène sans signification immédiate, ou même ultime?

#### 4. Étapes de réalisation et ressources requises

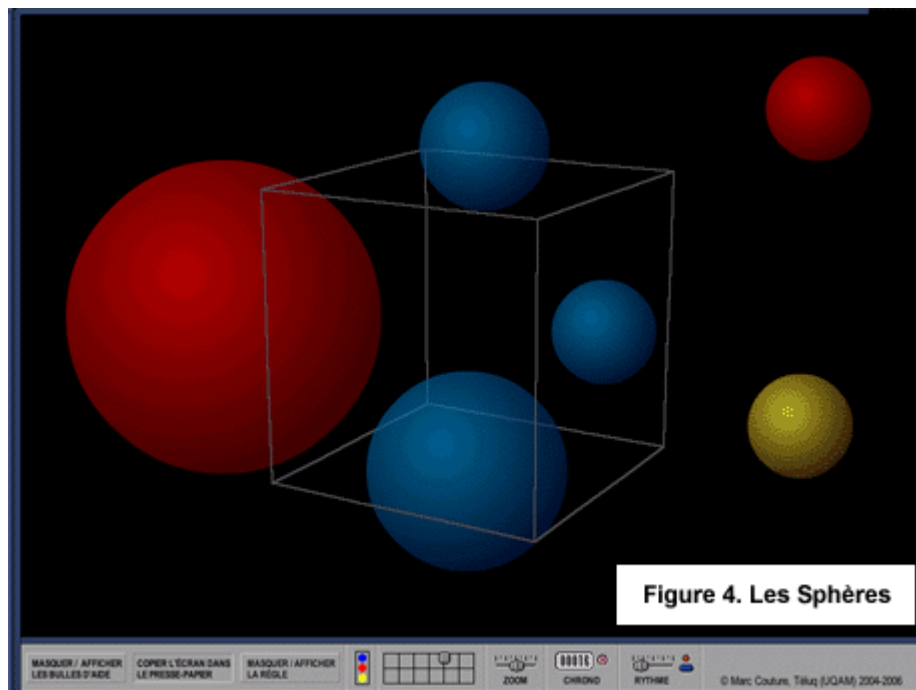
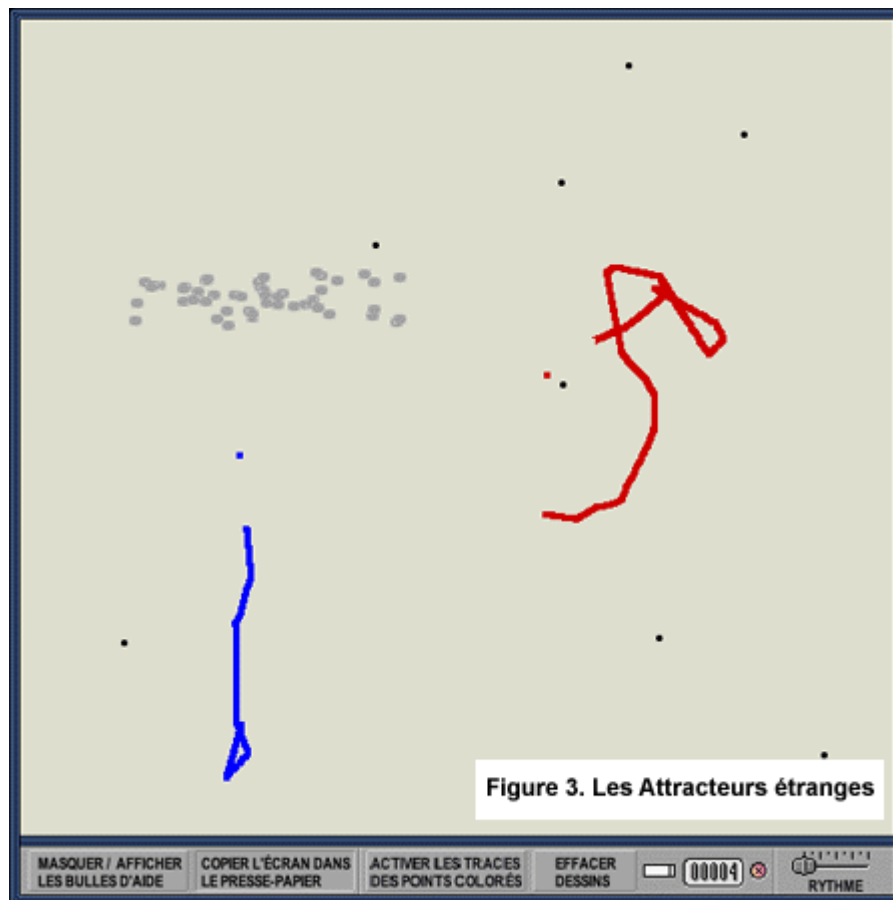
Dès la première année, nous avons aussi conçu et expérimenté une simulation, appelée l'Attracteur Étrange (figure 2), que nous croyions équivalente à l'Énigmatique. Comme celle-ci, elle reproduit assez fidèlement, mais avec un réalisme médiatique limité, un phénomène observé; les différences portent sur l'interactivité, moins riche, et sur la discipline associée au phénomène (la biologie).



L'année suivante, nous avons développé une simulation proche de la précédente sur le plan visuel (figure 3), mais d'une interactivité accrue touchant non pas le phénomène simulé mais les outils d'observation. Cette fois, le référent n'est plus un phénomène observé, mais une perception intuitive, voire naïve, d'une classe de phénomènes, relevant également de la biologie.

Ce processus de détachement du référent et de raffinement de l'interactivité et du réalisme s'est poursuivi, la troisième année, par le développement d'une simulation ne correspondant à aucun phénomène connu : des sphères de différentes couleurs (figure 4) mues par des « forces » aléatoires ne possédant aucun équivalent dans la nature, le seul référent étant les lois de la mécanique employées pour modéliser les mouvements. L'interactivité touche ici tant le

phénomène que les outils d'observation, et de nouvelles caractéristiques médiatiques (troisième dimension, couleurs, sons) accroissent le réalisme, en dépit du caractère abstrait de la représentation.



La conception des simulations a suivi un processus de design centré sur l'utilisateur, à caractère artisanal. La modélisation, la programmation et la médiatisation étaient effectuées

par la même personne, présente en classe pour observer les étudiants et recueillir leurs commentaires, qui donnaient souvent lieu à des modifications, implantées dès la séance suivante ou dans la version subséquente.

## 5. Résultats

Grâce en bonne partie au processus de conception adopté, nous avons réussi à développer des simulations simples et riches en possibilités d'action et d'interprétation, offrant une expérience déstabilisante et stimulante, ce qui peut sembler étonnant au vu de la simplicité des simulations, totalement désuètes si on les compare aux jeux vidéo sophistiqués faisant partie intégrante de l'expérience informatique des apprenants. Nous avons aussi constaté que la Boîte Noire et la stratégie pédagogique associée offraient aux apprenants une situation d'apprentissage inédite, propice à une réflexion sur les notions de connaissance et d'explication.

## 6. Discussion

Nous estimons avoir atteint nos objectifs de départ. Nous avons développé des simulations dont le caractère disciplinaire s'imposait de moins en moins et qui, pour les plus évoluées, donnaient lieu à des interprétations très variées. Initialement, celles-ci provenaient généralement de la discipline scientifique dont relevait, ou semblait relever, le référent, mais cette dominance s'est estompée avec la disparition d'un référent clairement défini. Des interprétations psychologiques, pédagogiques, sociales ou politiques, voire non disciplinaires, se sont alors manifestées. Nous avons aussi réussi, après avoir expérimenté divers degrés de réalisme et d'interactivité, à trouver un équilibre permettant de réduire le sentiment de monotonie qui s'installait après les premières heures d'exploration, tout en évitant d'augmenter la complexité de la simulation. Notre choix d'un processus intégré de conception et d'expérimentation en classe nous est apparu essentiel au succès de l'opération.

## 7. Limites et perspectives

La dernière version de la Boîte Noire, qui ne correspond à aucun phénomène et dont seuls certains éléments de modélisation sont associés à une discipline, soulève la question de la limite du processus de détachement du référent. Est-il possible d'éliminer toute référence à un phénomène ou à une discipline? Est-ce nécessaire, ou même souhaitable, si l'on considère qu'aucune interprétation relevant de la physique n'a été retenue par les apprenants utilisant cette version?

Ce genre de simulations pourrait aussi convenir à des activités d'apprentissage portant sur la nature de la recherche scientifique ou sur les aspects sociohistoriques de la science, pour des étudiants de disciplines non scientifiques. On songe aussi au programme de sciences et technologie intégrées du secondaire, où une telle simulation permettrait aux élèves se familiariser avec ce type de démarche avant d'y introduire des objectifs et notions disciplinaires.

## 8. Bibliographie

- Couture, Marc (2004a). « Simulation multimédia à interactivité variable ». *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 1(1), 27-32.
- Couture, Marc (2004b). « Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory ». *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(1), 40-49.

- de Jong, T. et van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201.
- Désautels, J. et Larochelle, M. (1992). *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Sainte-Foy (Canada) : Presses de l'Université Laval.
- Johnson, A., Moher, T., Cho, Y., Edelson, R. et Russell, E. (2004). Learning science inquiry skills in a virtual field. *Computers and Graphics*, 8(3), 409-416.
- Jungck, J. R. (1991). Constructivism, computer exploratoriums, and collaborative learning: Constructing scientific knowledge. *Teaching Education*, 3(2), 151-70.
- Rieber, L. (2002). Supporting discovery-based learning with simulations. Dans R. Ploetzner. (dir.). *Proceedings of the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning*. Récupéré le 26 novembre 2006 du site du Knowledge Media Research Center : <http://www.iwm-kmrc.de/workshops/visualization/proceedings.htm>
- White, B. Y. (1993). ThinkerTools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10(1), 1-100.
- Windschitl, M. et Andre, T. (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: The roles of constructivist instruction and student epistemological beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 145-160.