Utiliser des boîtiers de vote au CO pour enrichir l'interactivité du TNI

Rapport du projet prospectif SEM 2012-2014

Alessandro CONTI

en collaboration avec

Sébastien BLATTNER

Raoul CAPREZ

Tobias LERCH

Sommaire

Introduction

Présentation du projet (annexe 1)
- Buts du projet
- Choix du dispositif matériel (annexe 2 — tableau des technologies existantes)
- Implémentation dans l'établissement

Usages pédagogiques

- Effets attendus
- Nos observations:
    - effets positifs
    - effets négatifs
    - Adéquation technique du système H-iTT

Conclusion

Proposition

Annexe 1 Tableau des technologies disponibles
Annexe 2 Tableau de quelques usages
Annexe 3 Petite webographie

Introduction

La vidéoprojection se répand progressivement dans les écoles genevoises. L'enrichissement indéniable qu'apporte ce mode de diffusion d'images s'accompagne souvent d'un renforcement d'un mode transmissif de l'enseignement[1]. La dernière innovation technologique implémentée, le tableau numérique interactif (TNI), accentue cette tendance[2].

Lorsqu'on lui apporte une nouvelle technologie, l'enseignant cherche d'abord à *transposer* ses pratiques pédagogiques avant de développer de nouvelles pratiques. Ce n'est pas une surprise si l'intégration du TNI s'inspire fortement de son prédécesseur, le rétroprojecteur.

Le boîtier de vote (ou «clickers») est un dispositif technologique permettant à des élèves de répondre à une question à l'aide d'une télécommande. Le système récolte et génère un feedback rapide sous forme d'un graphe qui conserve l'anonymat de l'élève.
Les différents usages possibles des boîtiers de vote font échos à des pratiques largement répandues:

- questionner informellement la classe à intervalle régulier pour vérifier la compréhension globale de la classe au fil de la leçon.
- Poser une énigme, puis lancer une discussion argumentée autour des avis exprimés.
- Effectuer une vérification des connaissances en début ou fin de leçon.
- …

Le boîtier de vote est une version moderne des ardoises d'antan ou des cartons colorés avec lesquels l'enseignant récoltait l'ensemble des réponses d'une classe.

La généralisation de la vidéoprojection nous incite à nous pencher sur cette technologie qui apporte de l'interactivité au TNI en s'appuyant sur des pratiques pédagogiques existantes.
La présente expérimentation, menée au Cycle d'orientation, vise à poser quelques éléments argumentés sur les conditions d'implémentation possible dans l'école secondaire.

[1] Certaines observations faites dans l'enseignement supérieur semblent indiquer que les enseignants passe désormais plus de temps à observer leur écran qu'à interagir avec les apprenants.

[2] Ceci est particulièrement le cas avec la solution choisie au CO de la tablette graphique Wacom inséré dans un pupitre d'orateur. .D'autres systèmes, du type « Smart Board » peuvent échapper en partie à cette critique.

Présentation du projet

Buts du projet

- Tester l'intégration technique du dispositif et sa prise en main
- Tester divers scénarios d'utilisation et en apprécier la valeur pédagogique et la faisabilité pratique.
- Définir les contraintes liées à un dispositif et esquisser des scénarios pour une extension possible de cet outil technologique.

Choix du dispositif matériel.

L'usage des boîtiers de vote est très populaire dans les pays anglo-saxons. Ainsi, aux États-Unis, les élèves de certaines écoles du secondaire et supérieures doivent acheter leur propre boîtier de vote personnel.

Les USA produisent la grande majorité des systèmes disponibles. En Europe, les modèles disponibles sont en nombre limité et uniquement par l'intermédiaire de distributeurs exclusifs qui proposent des prix sans rapport avec le coût réel de l'équipement.
L'annexe 1 «tableau des technologies disponibles» fournit un panorama détaillé des solutions disponibles leurs différences.

Le système retenu est le système *IBright* de l'entreprise H-ITT (Hyper-interactive teaching technologie).

Les raisons de ce choix sont les suivantes:

- Le système est multiplateforme (Windows, Linux, Mac), avec la possibilité de développer si nécessaire une solution locale (SDK, programmation en C/C++)
- Il fonctionne avec deux applications simples d'emploi et d'installation, dont l'accès est libre et gratuit et qui bénéficie de mises à jour régulières. Il existe des versions portables sur clé USB (Mac/Windows). Le système propose des fonctions de base importantes et ne nécessite pas de logiciel de tierce partie pour la présentation des questions (PowerPoint).
- Les performances du système sont adaptées à nos classes (capacité de gérer plus de 100 boîtiers simultanément, portée de 18 mètres) et son coût est 5 fois moins important que la technologie RF (par onde radio).
- Contrairement aux équipements utilisant la technologie RF, le h*ardware* ne subit pas de restriction à l'exportation et peut facilement être acheté en ligne par un particulier ou une institution sans passer par un importateur agréé (ce qui tend en général à doubler le prix de l'objet).

Contrairement à ce que prévoyait le projet initial, les deux kits ont été achetés à titre privé afin d'être rapidement disponibles. En octobre 2012, le kit-valise comprenant 24 télécommandes, les logiciels (en téléchargement libre), l'interface réceptrice IR avec deux systèmes de fixation (murale ou trépied) et un câble USB revient à 250 $ US, auquel il faut ajouter les frais d'envoi (variable), les frais de douane (30 FS) et l'achat de 24 piles 9V (environ 80.00 FS).
Une télécommande coûte 10 $ US à la pièce.
En tant qu'enseignant, un rabais de 30 % est donné par rapport au coût indiqué sur le site d'achat en ligne.
Un équipement équivalent en version RF, acheté en France, reviendrait au minimum à 1200.00 FS

Implémentation dans l'établissement

Toutes les salles du CO Seymaz sont équipées de rétroprojecteur fixé au plafond et d'un TNI (tablette tactile Wacom + logiciel Openboard (ex-Sankoré) fonctionnant sur des ordinateurs Apple (Mac mini).

Les logiciels ont été installés de manière à ce que chaque enseignant accède au système en se connectant dans son espace privé dans le serveur de l'établissement. Les données recueillies étaient accessibles depuis n'importe quel poste.

L'expérimentation en classe a été menée sur deux ans, d'octobre 2012 à juin 2014, par trois enseignants du CO Seymaz: deux enseignants de biologie. A. CONTI et T.LERCH et un enseignant de géographie et éducation citoyenne, S. BLATTNER.
Ils ont été rejoints la deuxième année par un enseignant de mathématique, R. CAPREZ.
Sur deux ans, l'expérimentation a concerné une vingtaine de classes des degrés 9, 10 et 11 Harmos et 11e atelier.

Deux valises d'équipements contenant chacune l'interface d'acquisition et 24 boîtiers étaient stockées dans une armoire de la salle des maîtres.
La première année, l'enseignant réservait le matériel dans un agenda spécialement créé dans les *dossiers publics* de la messagerie de l'État, puis prenait une valise quelques minutes avant le cours, installait l'équipement dans sa salle, puis rapportait la valise de matériel en salle des maîtres à la fin de la session.

À l'usage, ce mode de réservation constituant un obstacle important a une pratique régulière, deux interfaces supplémentaires ont été achetées afin d'équiper deux salles à demeure. Les interfaces de capture du signal ont été fixées au plafond. Ces deux salles possédaient également le nombre requis de boîtiers de vote (12 pour une demi-classe). Une valise restait à disposition en salle des maîtres.

Usages pédagogiques

Effets pédagogiques attendus

De nombreuses études soulignent plusieurs vertus au bon usage des systèmes de boîtier de vote:

a. Une amélioration de l'attention des élèves et, par conséquent, de la rétention de l'information;
b. en encourageant la participation et en organisant de manière ludique des interactions au sein de la classe, une bonne intégration du système augmente la motivation et l'engagement des élèves dans la réflexion et le débat (voir par exemple cette étude);
c. le caractère anonyme des réponses rend plus facile l'expression d'un avis pour des enfants réservés, peu sûrs ou un peu plus lents à s'exprimer;
d. le feedback rapide permet à chaque élève de situer rapidement son niveau de compréhension et les attentes de l'enseignant.
e. L'affichage instantané des réponses de la classe permet à l'enseignant de saisir le niveau de la compréhension atteint sur des points importants et d'adapter la leçon en conséquence;
f. les traces laissées par le système permettent, après analyse, de mieux suivre les progrès individuels des élèves dans le temps.

À des degrés divers, nos observations en classes recoupent ce qui précède.

Nos observations

Les effets positifs

- Dans des moments de flottements, cela permet une remobilisation collective. Les sessions d'utilisation de boîtier (entre 10 à 15') permettent de focaliser l'attention de la classe sur des points importants présentés à l'écran.
- Tous les élèves répondent effectivement. La pression collective pousse tout le monde à répondre. En conséquence, cela a un impact positif sur leur attention lors de la discussion. L'enseignant peut mener une discussion qui implique chacun. Le contraste dans l'attention

est important par comparaison avec une correction plus classique d'un exercice où les réponses ne sont pas médiatisées.
- Dans une perspective d'évaluation formative, l'exposition pas-à-pas de questions progressivement plus difficiles, entrecoupées des explications, est appréciée des élèves et tend à les rassurer sur leur capacité à maitriser le sujet.
- Les sessions d'utilisation des boîtiers de vote sont largement appréciées des élèves. Pour l'enseignant, elles introduisent un changement positif dans la dynamique d'une leçon en donnant la parole aux élèves de manière organisée et productive.
- L'usage des boîtiers de vote amène l'enseignant à réfléchir de manière différente à la place et la fonction des questions qu'ils posent à la classe. Il doit aussi accepter d'être surpris par certains résultats et savoir comment les exploiter avec profit pour la classe.

Les effets négatifs

- On observe un effet de distraction lié au côté ludique et à la nouveauté, qui se traduit par une agitation et des commentaires spontanés d'élèves. Cet effet est très variable d'une classe à l'autre, mais dans tous les cas, il s'estompe assez rapidement avec la ritualisation de l'exercice.
- Le risque majeur pour l'enseignant est la perte du rythme (flow) qu'entrainent l'installation et les multiples manipulations nécessaires à la mise en place de l'activité avec les boîtiers de vote. Là aussi, une pratique régulière permet à l'enseignant de contenir ce problème en adaptant l'organisation du travail aux contraintes du système (en installant à l'avance et en distribuant les boîtiers pendant que les élèves sont occupés par une tâche)[3]. Pour que l'expérience soit positive, il est important de réduire au minimum les ruptures de rythme.
- La qualité et la pertinence des questions sont des éléments essentiels à l'efficacité d'une session. La capacité de tester une batterie de questions dans plusieurs classes constitue un gros avantage pour l'enseignant qui peut rapidement apporter les modifications nécessaires.

Adéquation technique du système H-iTT

Côté élève:

- Les boîtiers de vote, de construction simple ont été facilement pris en main par les élèves du CO, et se sont avérés robustes (aucune panne, malgré plusieurs chutes au sol) et faciles à utiliser. Les boîtiers de trois couleurs ont facilité la surveillance et évité les échanges entre élèves.
- L'affichage graphique des réponses affiché au beamer est compris sans difficulté. Il est important que l'élève puisse repérer les réponses issues de sa télécommande à l'écran. Le système permettait d'afficher les initiales de la personne ou un numéro collé sur la télécommande. La seconde solution a été retenue, car elle provoque moins de distraction.
- La position de l'interface de capture du signal infrarouge est importante. Certains élèves au fond de la classe peuvent avoir des difficultés de visée. L'interface doit idéalement être fixée au plafond. Le problème de la visée s'estompe à l'usage.

Côté enseignant:

- Comme tout système informatique, son utilisation demande quelques compétences. Sa mise en place nécessite de procéder dans un certain ordre et respecter certaines contraintes qui peut sembler illogique ou superflue[4]. Les enseignants ont rencontré certaines difficultés à faire fonctionner correctement le système. Lorsque cela se passe devant la classe, c'est

[3] Voir le début de la vidéo de la procédure d'installation du matériel --> http://youtu.be/XMJ1L9Kv9eY

[4] par exemple que l'interface doit être connectée avant de démarrer le logiciel pour être reconnu, que le nom des dossiers ne doit pas contenir d'accent ni d'espace…

gênant (voir remarque sur la perte du *flow*). Un système fixe, déjà connecté, limite les erreurs de manipulation.
- Les gestes de base s'oublient rapidement si l'usage n'est pas régulier. Une pratique régulière permet à l'enseignant d'être confiant dans le système.
- Quoiqu'essentiellement en anglais, les instructions fournies par le constructeur sont claires et succinctes. Une partie a été traduite (concernant la création des listes de classes). Il est cependant préférable et bien plus efficace si une personne effectue la démonstration du fonctionnement du système. Une présentation de 30-45' semble suffisante.
- L'interface de gestion et d'analyse des performances individuelles est très complète, mais reste complexe. Le potentiel du système dans le cadre d'une passation de test a été peu exploité, car il sort du cadre de ce projet qui vise à améliorer l'interactivité au sein d'une classe utilisant un TNI. En octroyant 3 Pts pour une réponse correcte et 1 pt pour une réponse incorrecte, le système est configuré de manière à encourager le dépôt de réponse. Tout ceci est bien sûr modifiable et configurable. Il est possible de produire un fichier en format .cvs que l'on peut ensuite exploité à sa guise.
- Un horaire d'enseignant qui intègre de fréquents changements de salle n'est pas compatible avec l'utilisation d'un système qui n'est pas immédiatement disponible dans la salle.

Installation technique:
- Disposé d'un espace personnel sur le serveur de l'école est un gros avantage. Le système embarqué sur une clé USB est une nouvelle possibilité qui permet à l'enseignant de transporter tous les résultats avec soi.
- Sur Mac, il est nécessaire d'installer un driver pour l'interface de capture. L'installation n'a posé aucun problème.
- Sur Linux, il est nécessaire d'ajouter deux éléments dans la librairie de la configuration 64bits.

Conclusion

Un certain nombre de conditions pour un bon usage des boîtiers de vote dépendent de l'enseignant. Notre expérience confirme que l'investissement demandé n'est pas négligeable. Elle s'adresse à des enseignants motivés et doit s'effectuer dans la durée.
Dans cette perspective, une distribution de boîtiers de vote à tous les enseignants où toutes les salles d'un établissement «pilotent» est fortement déconseillée.
Par contre, le boîtier de vote est une option intéressante pour un enseignant désireux d'accroitre l'engagement et la focalisation dans une classe et qui recherche un feedback régulier pour piloter son enseignement. La technologie infrarouge est suffisamment fiable, adaptée et peu coûteuse pour permettre à une personne de s'équiper personnellement. Le système testé s'intègre parfaitement au TNI, également sur les machines Linux.

Les conditions qui favorisent son utilisation:
- Un usage soutenu est nécessaire à la mise en place d'un rituel chez les élèves et à une certaine maitrise chez l'enseignant.
- Le travail important de production de question représente un investissement qui est mieux rentabilisé si l'enseignant pratique avec plusieurs classes en parallèle.
- La répétition rapprochée permet à l'enseignant d'optimiser rapidement le dispositif de questions avec la classe suivante.
- Le travail collaboratif de plusieurs enseignants est un gros avantage dans la production de question «qui fonctionnent».
- L'enseignant doit pouvoir disposer d'une interface fixe et de boîtier dans sa salle pour diminuer au maximum la tâche de mise en place. Un horaire avec de fréquents changements de salle n'est pas conseillé. Par contre, un système peut être parfaitement partagé par plusieurs enseignants dans une même salle.

Les offres alternatives semblent moins convenir.

- La possibilité pour des systèmes à onde radio d'intégrer des réponses en format SMS ne nous semble pas justifier le prix élevé et une plus grande complexité dans l'installation.
- Actuellement, en absence d'un réseau WiFi performant, les applications *en ligne* ne sont pas accessibles. De plus, ce système contraint les élèves à apporter un smartphone en état de marche, chargé et correctement configurer, avec la bonne application installée. L'enseignant qui arrive en classe n'a aucune garantie que l'ensemble de sa classe sera en mesure d'effectuer le travail requis. Cette insécurité latente est le talon d'Achille de ces systèmes. Par ailleurs, on observe que c'est l'écran du smartphone qui devient le centre de l'attention de la classe et non plus l'image affichée par le beamer. Pas sûr que l'effet de focalisation soit le même.

Il est tout à fait imaginable que dans un proche avenir, nous trouvions des dispositifs compatibles avec la tablette et des boîtiers de vote moins coûteux qu'un smartphone et capable de communiquer en WiFi avec la tablette. En attendant, le système H-iTT permet à un moindre coût et avec simplicité d'intégrer les boîtiers de vote dans sa pédagogie.

Proposition

Le SEM devrait faciliter l'intégration des boîtiers de vote pour des enseignants intéressés.

La meilleure solution est la mise en prêt de kits pour 24 élèves, semblables à celui qui a été utilisé, compléter par une clé USB contenant les logiciels d'exploitation. L'enseignant pourra utiliser ce kit soit sur un ordinateur personnel (Mac, PC ou Linux), soit sur un TNI déjà disponible. Dans ce dernier cas, la clé USB permet à l'utilisateur de s'affranchir d'une installation et de l'existence d'un serveur.

Le coût d'un tel kit ne dépasserait pas les 500.00 en y intégrant tous les frais (achat, TVA, transport, piles)
Un bon point de départ serait que le SEM se porter acquéreur de trois kits.

Contrairement au prêt habituel, celui-ci devrait être octroyé à un enseignant ou groupe d'enseignants sur une durée d'un semestre scolaire. Ce prêt doit être accompagné d'une démonstration du système par une personne aguerrie. Une telle démonstration peut se faire en 60 minutes.

À l'issue d'un prêt, l'enseignant (ou groupe d'enseignants) devrait être en mesure de décider s'il désire s'acheter à titre privé d'un système équivalent ou de persuader son école d'en acquérir un.

Parmi les personnes potentiellement intéressées, on trouve des étudiants de l'IUFE, qui dans le cadre de leur UF sur l'usage des MiTIC peuvent développer leur projet dans cette direction, ainsi que des enseignants qui explorent des dispositifs avec smartphone.

Annexe 1 Tableau des technologies disponibles

Plusieurs technologies permettent de récolter des réponses d'un groupe et générer un feedback sous forme d'un graphe conservant l'anonymat.

Certains produits sont destinés à l'industrie du spectacle. Nous ne retenons ici que les produits dédiés à l'enseignement.

	Caractéristiques techniques	Fourchette de prix	Test effectué	Défaut/faiblesse	Exemple pour valise 24 boîtiers) (prix sans rabais éducation)
Dispositif infrarouge (IR)	• Transmission du signal bidirectionnel par infrarouge. • Interface de capture IR connectée sur port USB • Partie logiciel qui gère la base de données, la production du feedback graphique et l'analyse des données. • Système portable sur clé USB • Plug-in pour intégration à PowerPoint	De 350 et 500 $ Un boîtier coûte 10 $	a) valise «nomade»: réservation et recherche dans la zone de dépôt, installation de l'interface de capture à l'ordinateur, ouverture de l'application et installation des questions b) équipement fixe: ouverture de l'application et installation des questions	• Transmission du signal sensible aux obstacles et à la visée • Sécurité — aucune personne extérieure ne peut envoyer de réponse • Il n'existe aucun modèle fonctionnant avec des tablettes • Facile à utiliser pour les élèves	H-iTT (350 $) Turning point technology (USA) (env. 500 $)
Dispositif radio (RF)	• Transmission du signal bidirectionnel onde radio. • Interface de capture RF connectée sur port USB (clé) • Partie logiciel crée et gère une base de données, production du feedback graphique et analyse des données. • Plug-in pour intégration à PowerPoint • Modèle plus sophistiqué avec écran LED et possibilité de saisie de type SMS	entre 900 et 2000 $ Un boîtier coûte 70 $	Le système *Cps PULSE* de l'entreprise E-Instruction a été prétest sans élève	• Le signal longue portée n'est pas sensible aux obstacles • Sécurité — une personne extérieure peut envoyer une réponse • Installation et configuration compliquée. • Manipulation de la télécommande complexe • Il n'existe aucun modèle fonctionnant avec des tablettes	EASYVOTE (France) Seul PC premier prix: 1300 euros POWERVOTE (France) 1680 euros Turning point technology (USA) REPLY Keypoint Interactive audience system (USA) de 900 $ -->2000 $ MimioVote 1500 $ E-Instruction + Interwrite (USA) CPS Pulse (1000 euros HT) H-iTT 1500 $
Dispositif WiFi/smart phone	• Transmission du signal bidirectionnel par WiFi --> réseau internet • Gestion de base de donnée, production du feedback graphique et analyse des données hébergée sur un site en ligne • Les questions sont présentées via le smartphone.	smartphone à la charge de l'élève Un boîtier coûte environ 500 $ Abonnement au site	hotspot du maître (max 5 dispositifs connectés) + question délivrée par Moodle (activité sondage)	• Complexe à mettre en œuvre, Surveillance difficile • Focalisation de l'attention de l'élève sur son smartphone • Nécessite un WiFi performant • Entièrement dépendant de l'entretien du boîtier par l'élève • Les élèves peuvent accéder à leurs questions plus tard.	Response H-ITT (softclick)

Annexe 2 Tableau de quelques usages

Le système a été utilisé dans des classes entières (24 élèves) et des effectifs restreints (16 ou 12 élèves) de tout niveau (9R1, 2,3, 10LC, CT, LS, 11LS et classe atelier [6 élèves!]
En général, une session de question comporte entre 3 et 6 questions, sauf dans le cas de série de questions que l'élève parcoure à son rythme [*self-paced* questions]
l'interface du logiciel H-iTT se marie très bien avec le mode «bureau» d'OpenBoard.
Voici quatre situations documentées par un court témoignage vidéo.

contexte	Situation pédagogique	Mode de diffusion de la question	Traitement des réponses	Lien vidéo
10LS Biologie -12 élèves introduction à une situation problème	Présentation d'un problème avec une seule question [QCM] Les élèves doivent prendre position	Diapo produite sous la forme d'image .jpg [PowerPoint] affichée dans le programme	Discussion étendue et argumentée au sein de la classe	http://youtu.be/XMJ1L9Kv9eY
10LS Biologie -12 élèves Série de questions intervenant après le visionnement d'un film	Test de la compréhension d'un extrait de film par trois séries de 7 questions.	Questions imprimées sur papier. Chaque élève répond à son rythme, dans un temps limité. Les questions sont numérotées. L'élève repère sur l'écran à quelle question il est en train de répondre et il contrôle le défilement avec deux boutons fléchés de sa télécommande.	Bilan rapide à la fin de chaque série, sur la base des résultats en points de l'ensemble de la classe. Les élèves corrigent sur leur copie les erreurs commises.	http://youtu.be/fBfqby71jqw
10LC Géographie — 16 élèves	Construction d'une réponse collective à un questionnaire en ligne [empreinte écologique]. Lorsque les élèves remplissent individuellement ce questionnaire, les élèves peinent à se déterminer sur certaines questions sensibles ou peu compréhensibles à leur âge.	Question diffusée depuis le site en ligne. [OpenBoard en mode bureau] L'enseignant présente les questions	L'enseignant définit une valeur représentative pour la classe sur la base des résultats affichés. Il discute des situations non tranchées par le vote.	http://youtu.be/NXTX9Rbty04
11 Atelier mathématiques 6 élèves	Exercice bilan sur les formules de géométrie.	Questions spontanées rédigées directement sur OpenBoard, en mode bureau — le logiciel offrant un fond noir, il est possible d'écrire la question comme sur un tableau	L'enseignant valide les réponses et encourage les élèves à essayer une plus difficile.	http://youtu.be/0sDpTUoUI3A

Annexe 3 Petite webographie

Article sur le matériel

Comparaison des fonctionnalités de quelques boîtiers
http://frederic-just.ac-versailles.fr/spip/spip.php?article28

Article pédagogique

Clicker question that make students think
http://nonmajorsbiology.wordpress.com/2012/07/02/clicker-questions-that-make-students-think/

Enseigner avec un tbi et un boîtier de réponse
http://www.cafepedagogique.net/lemensuel/laclasse/Pages/2010/111_1.aspx

Click go the students, click-click-click: the efficacy of a student response system for engaging students to improve feedback and performance.
http://www.thefreelibrary.com/Click+go+the+students,+click-click-click % 3A+ the+efficacy+of+a+ student...- a0202439378

Student Response Systems: A University of Wisconsin System Study of Clickers
http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0710.pdf

Assessment of the Effects of Student Response Systems on Student Learning and Attitudes over a Broad Range of Biology Courses
http://lifescied.org/content/6/1/29.full.pdf

Conseil pour une utilisation optimale des boîtiers de vote [en anglais]
http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Tips_for_Successful_Clicker_Use_Duncan.pdf

Base de ressource

Clicker Resources (Carl Wieman Science Education Initiative (Universitiy of British Columbia)
http://www.cwsei.ubc.ca/resources/clickers.htm

Base de données de questions avec analyse des représentations en sciences (AAAs)
http://assessment.aaas.org/items/

Exemple de questions sur PhET (en physique)
http://phet.colorado.edu/en/contributions/view/2819