

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	3
2. REVUE DE LITTÉRATURE	3
2.1. Préambule terminologique	3
2.2. Une définition du concept d'apprentissage par investigation	4
2.2.1. <i>Constructivisme</i>	4
2.2.2. <i>Socio-constructivisme</i>	4
2.2.3. <i>Apprentissage par investigation</i>	5
2.3. La matière.....	6
2.4. Les apprenants.....	8
2.4.1. <i>Les adultes</i> :	8
2.4.2. <i>Les enfants</i> :	8
2.5. Les enseignants	12
2.5.1. <i>L'instruction par investigation</i> :	12
2.5.2. <i>Les représentations des enseignants</i> :	13
2.5.3. <i>Les pratiques des enseignants</i> :.....	13
2.6. Modèle cyclique d'investigation	14
2.7. Les environnements d'apprentissage par investigation.....	19
2.8. Un exemple : Le monde de Darwin	20
2.8.1. <i>Présentation du site</i>	22
2.8.2. <i>L'activité scientifique</i>	23
2.8.3. <i>Avantages et limites</i>	25
2.9. A retenir du modèle	26
3. DÉVELOPPEMENT.....	27
3.1. Méthodologie de travail	27
3.2. Scénario et spécifications du module	27
3.3. Cahier des charges: Spécification des besoins fonctionnels	29
3.4. Modélisation des données	31
3.5. Environnement technique.....	32
3.5.1. <i>PHP</i>	32
3.5.2. <i>PostNuke</i>	32
3.5.3. <i>MySQL</i>	33
3.6. Description du développement du module <i>inquirylearning</i>	33
3.6.1. <i>Caractéristiques du développement d'un module PostNuke</i>	33
3.6.2. <i>Architecture d'un répertoire module PostNuke</i>	34
3.6.3. <i>L'API PostNuke</i>	35
3.6.4. <i>Gestion des erreurs</i>	36
3.6.5. <i>Les fichiers d'installation du module inquirylearning</i>	37
3.6.6. <i>Les fichiers principaux du module inquirylearning</i>	38
3.7. Les différentes interfaces	40
3.7.1. <i>Interface principale administrateur</i>	40
3.7.2. <i>Interface de création d'une fiche</i>	41
3.7.3. <i>Interface principale de l'apprenant</i>	42
3.7.4. <i>Interface d'édition d'une instance de fiche (apprenant)</i>	43
4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	44

5. BIBLIOGRAPHIE	45
6. ANNEXES	47
Annexe A1 : Modélisation des tables de données.....	47
Annexe A2 : Modélisation des tables de données : relations entre les données	48

1. INTRODUCTION

Les objectifs de ce travail sont de dresser un état de l'apprentissage par investigation afin de développer un outil informatique flexible pouvant supporter des activités pédagogiques de ce type. En effet, beaucoup de celles-ci sont centrées sur l'apprentissage de la science, avec un public d'enfants du primaire, souvent sur support papier. Il y a donc un réel besoin pour un tel outil.

Suite à ces constatations, j'ai effectué une analyse des besoins de deux enseignants motivés dans ce type de pédagogie, et nous en avons établi un concept d'outil. Je l'ai développé sous plateforme postnuke, développé un premier le module jusqu'à une version utilisable tiré les conclusions et perspectives des prochaines étapes de développement qui amèneront à la version imaginée.

2. REVUE DE LITTÉRATURE

2.1. Préambule terminologique

Tout au long de ce papier, je ferai allusion au concept "*d'inquiry based learning*" sous le terme "*d'apprentissage par investigation*", et par extension "*inquiry*" sera traduit simplement par "*investigation*", traduction personnelle développée en raison de la pauvreté de la littérature francophone en la matière. Ainsi, par extension, "*investigate*" devient "*enquêter*" pour ne pas porter à confusion.

Le but de ce mémoire consiste en la création d'un outil modulaire pouvant supporter des activités pédagogiques d'investigation, quel que soit le domaine traité, la langue, l'âge des apprenants, leur milieu culturel, social ou langagier. Aussi ai-je pris le parti de parler le moins possible d'*élèves*, d'*enfants*, d'*apprentis* ou autres termes similaires. Dès que cela sera possible, je ferai allusion à ces personnes sous l'appellation générique d'*apprenants*, terme volontairement large, englobant toute personne susceptible d'apprendre au travers d'une activité d'investigation.

2.2. Une définition du concept d'apprentissage par investigation

L'apprentissage par investigation est supporté par les théories constructivistes et socio-constructivistes de l'apprentissage (Eick & Reed, 2002).

2.2.1. Constructivisme

Le constructivisme est une théorie qui présente la connaissance comme le résultat d'une construction par l'apprenant et non comme le produit d'une simple transmission de connaissances (Gurtner, 1996). L'apprenant est donc actif et son action, réflexive, conduit à une prise de conscience de ses propres propriétés (abstraction réfléchissante). Dans le champs des technologies éducatives, nombre d'auteurs ont soulignés combien l'ordinateur offre des conditions excellentes pour favoriser cette prise de conscience, tant il permet de revenir en arrière pour se corriger et prendre conscience de ses erreurs.

Cette approche¹, largement reprise par les discours pédagogiques, fournit la rationalité qui fonde les méthodes d'éducation actives dont les pionniers (Claparède, Dewey,...) avaient souligné l'importance de l'action propre de l'élève et d'une pédagogie centrée sur la découverte et l'intérêt.

L'enseignant doit alors proposer un environnement structuré et riche pour que l'élève découvre par lui-même les contradictions qu'il est prêt à affronter en inventant de nouvelles structures intellectuelles. Car si des explications alternatives leur sont simplement transmises par l'enseignant, elles peuvent co-exister avec les conceptions erronées et créer un "méli-mélo" de faits et croyances (Watson & Kopnick, 1990). C'est le courant dit du *changement conceptuel* (*conceptual change*). Cette tendance est particulièrement marquée dans l'enseignement scientifique.

2.2.2. Socio-constructivisme

Ackermann (2004) nous apprend que le socio-constructivisme, dérivant du constructivisme et dont Vygotsky fut l'un des artisans, prône l'idée que, dès sa naissance, l'être humain grandit et se

¹ <http://recherche.aix-mrs.iufm.fr/publ/voc/n1/amigues1/index.html>

développe en relation avec les autres. Nous "sommes" à cause des autres. Cette théorie met en avant l'importance de l'aide que l'environnement d'un enfant peut lui apporter. Malgré sa vision de la culture comme "machine à apprendre", Vygotsky voit le développement de l'enfant comme un processus constructif, et c'est pourquoi, plutôt que des les opposer aux théories constructivistes de Piaget, il est mieux de les aborder sous un angle de complémentarité.

Un des concepts centraux de la théorie socio-constructiviste de Vygotsky est la Zone Proximale de Développement (ZPD). Celle-ci définit une zone potentielle de développement dont chaque individu dispose pour dépasser ses limites, moyennant l'aide de son environnement (souvent les parents, ou les pairs). Autrement dit, la ZPD indique jusqu'où l'on peut pousser les choses que l'on sait faire quand on est aidé par des tiers. Ainsi, ce sont par des interactions sociales que les apprenants peuvent mobiliser et utiliser au mieux les outils psychologiques qu'ils ont à disposition. Le mode d'apprentissage est donc externe-interne ou socio-centrique vers égocentrique (d'abord on fait la chose avec de l'aide, puis on y arrive seul).

2.2.3. Apprentissage par investigation

L'apprentissage par investigation est souvent décrit comme un cycle ou une spirale, impliquant la formulation d'une question, de l'investigation, la création d'une solution ou réponse appropriée, la discussion et la réflexion sur le résultat (Bishop et al., 2004).

Il s'agit donc d'un processus d'apprentissage par exploration du monde naturel ou matériel, conduisant l'apprenant à se poser des questions et faire des découvertes dans la recherche de nouvelles compréhensions.

L'objectif de cette pédagogie est de dépasser le modèle de formation selon lequel les enfants ne peuvent apprendre que les rudiments des connaissances scientifiques, et de leur offrir la possibilité d'apprendre plutôt à faire de la science en en faisant immédiatement (Aubé & David, 2003). Le but recherché est donc le changement conceptuel dans le sens décrit plus haut. Il ne faut toutefois pas voir une quelconque exclusivité dans l'apprentissage par investigation, les matières autres que la sciences pouvant aussi être traitées par cette voie, mais les problèmes sont autres (voir ci-dessous).

L'apprentissage par investigation est donc d'un processus centré et conduit par les apprenants, qui consiste à créer des opportunités pour les engager dans un apprentissage actif basé, dans

l'idéal, sur leurs propres questions, quel que soit le domaine choisi. Les activités d'apprentissage sont souvent structurées de manière cyclique, chaque question étudiée tendant vers une exploration qui tend elle-même vers la création de nouvelles idées et d'autres questions.

L'apprentissage par investigation découle donc d'une conception constructiviste, et même socio-constructiviste puisque le travail collaboratif, dans lequel les apprenants trouvent des ressources pour appuyer leur investigation, et l'utilisation des outils et ressources offertes par les partenaires d'investigation, sont de mise. Les apprenants progressent par partage, discussions et construction sur le travail de chacun.

Des exemples d'activités seront présentées de manière détaillée, lors de la présentation du modèle retenu ci-dessous (voir section 2.6.).

2.3. La matière

Force est de constater que la quasi-totalité des textes faisant référence à une situation d'apprentissage par investigation ont pour sujet la science. Celle-ci a rapidement tenté d'être enseignée par investigation (Watson & Kopniczek, 1990) au travers de pédagogies telles que le l'apprentissage par découverte (*Discovery Learning*) par exemple. C'est une forme hautement auto-dirigée et constructiviste d'apprentissage (De Jong & Van Joolingen, 1997). L'apprenant a pour tâche principale d'inférer les caractéristiques du modèle sous-jacent à une situation, au travers d'une expérimentation. L'apprentissage par investigation reprend cette caractéristique en étendant le concept comme mentionné ci-dessus.

Watson et Kopniczek (1990) indique qu'en effet, au fil du temps, chercheurs et enseignants ont pris conscience qu'il fallait confronter les enfants à leur croyances et conceptions pour qu'ils puissent dépasser le stade auquel ce qu'on leur apprend entre en conflit avec ce qu'ils pensent, et que puisse s'opérer un réel changement conceptuel dans les conceptions de l'enfant. La littérature regorge de compte-rendu de ce type d'activité, portant le plus souvent sur des concepts physiques de base tel que la chaleur (Watson & Kopniczek, 1990), la densité (Duckworth, 1986), la masse, la vitesse, la gravité, ...

Généralement, il s'agit de permettre aux apprenants, de jeunes élèves de primaire, de s'approprier des concepts physiques à travers le biais d'expérimentations simples et d'observation (Watson & Kopniecek, 1990). Le professeur recueille et note les idées que les enfants se font sur le sujet (ou ils le font eux-mêmes si l'enseignant leur fait tenir un journal), puis la confrontation entre celles-ci et le phénomène étudié se fait par le biais de diverses petites expériences qui donnent des résultats parfois contradictoires avec les croyances des enfants.

Dans l'enseignement de la science par investigation (Eick et Reed, 2002), on retrouve souvent les pratiques de TP (hands-on) et de réflexions critiques (minds-on), pratiques qui promeuvent l'apprentissage de concepts scientifiques et incluent des activités qui appellent une réflexion critique sur la science.

Cela implique une large catégorie d'activités telles que l'observation, la collecte de données, la réflexion et l'analyse de première main des événements et phénomènes. D'autres activités encouragent l'analyse de sources secondaires incluant divers media (livres, journaux,...) de bibliothèques et des recherches sur le net.

Ces activités, dépendantes du programme scolaire, sont plus orientées sur l'apprenant que sur l'enseignant, et reliées aux intérêts du premier, tant que faire se peut. Elle ne doivent toutefois pas forcément déboucher sur une investigation aussi stricte et poussée que la ferait un scientifique. A l'inverse, les activités qui suivent un processus trop prédéterminé et aboutissent à des conclusions connues ne sont généralement pas considérées comme de l'investigation. Peut-être à tort, la limite de prédétermination de l'activité et de liberté d'action de l'apprenant devant être, à mon avis laissé au libre arbitre de l'enseignant, seul apte à juger du contexte dans lequel se déroule l'activité.

Je pense qu'il y a une relation de cause à effet avec le fait que la majorité des situations d'apprentissage concernent des cours de sciences. On peut très bien par extension imaginer des situations d'apprentissage par investigation qui soient orientées sur d'autres domaines (histoire, littérature, langues,...) mais les textes y faisant référence sont cruellement rares. Toutefois, des projets ont tenté d'aborder d'autres types de matières, mais jugées trop abstraites par les

institutions, les parents d'apprenants, ... elles ont subi un échec².

2.4. Les apprenants

2.4.1 Les adultes :

Kasl & York (2002) mentionnent une des rares activités d'investigation que j'ai trouvé concernant des adultes, car force est de constater que la plupart concernent des enfants. Cette activité est basée sur *l'investigation collaborative*. Celle-ci dérive d'une grande famille de pédagogies basées sur l'action et l'expérimentation, famille comprenant le discovery learning (apprentissage par découverte), l'apprentissage-action (action learning) et l'investigation-action (action inquiry). Chacune de ces stratégies tend à créer de nouvelles connaissances tirées de l'expérience de vie, concept central dans le contexte d'investigation. Les nouvelles connaissances construites deviennent la base de nouvelles actions qui tendent à transformer les pratiques professionnelles et les résultats organisationnels. Les formateurs d'adultes ont récemment pris conscience que ces méthodes de recherches sont d'excellentes structures organisantes pour l'apprentissage des adultes.

Kasl et York (2002) parlent d'*investigation collaborative* pour les adultes. C'est un processus systématique (pour apprendre sur la base d'expériences personnelles) consistant en épisodes répétitifs de réflexion et d'action à travers lesquelles des groupes de pairs tentent de répondre à une question importante pour eux.

On rejoint donc la définition faite ci-dessus de l'investigation, la composante de collaboration en plus (composante aussi possible chez les enfants, voir modèle cyclique d'investigation ci-dessous section 2.6.).

2.4.2. Les enfants :

Mais en fait d'apprenants, force est de constater que la littérature parle le plus souvent d'enfants ou d'adolescents. Ce qui est logique puisque la plupart des activités d'apprentissage par investigation sont mises au point par les enseignants pour un cours donné et une classe précise, souvent une classe de primaire.

² Propos relevés lors d'une discussion avec Bruce Bertram, lors du CSCL meeting 2004.

Les professeurs et administrateurs participant au « Vermont Elementary Science Project » (1995) ont observé et discuté les actions des élèves engagés dans des travaux pratiques ou réflexifs d'exploration de la science. Ils ont créé un guide qui fait état des indicateurs qu'ils estiment important dans les processus, les dispositions et les concepts de la science et de son développement. Pour eux, quand les enfants font de la science basée sur l'investigation :

- Ils se posent des questions qu'ils utilisent pour mener leurs investigations, et qui peuvent générer d'autres questions ou idées. (*Questionner*)
- Ils explorent, observent, mesurent et enregistrent des données, testent leurs hypothèses. Bref : ils enquêtent pour répondre à leurs propres questions. (*Enquêter*)
- Ils font des connections avec les idées antérieures. Ils proposent des explications, solutions et constructions de concepts : Ils offrent des explications tirées de connaissances antérieures et ont la volonté de remettre les explications en question pour acquérir des nouvelles connaissances. (*Créer*)
- Ils communiquent (journaux, rapports, dessins, graphiques,...), écoutent, parlent, et écrivent sur la science avec leurs parents, professeurs et pairs, utilisent le langage procédural de la science et communiquent leur niveau de compréhension des concepts développés jusqu'ici. (*Discuter*)
- Ils font de l'autocritique sur leurs pratiques de la science : ils évaluent leur travail, reportent leurs forces et faiblesses. (*Réfléchir*)

On retrouve dans ces étapes les caractéristiques classiques de description de l'apprentissage par investigation (ainsi que les étapes du modèle retenu, voir section 2.6.)

Ce sont là des caractéristiques positives dont peuvent faire montre les enfants, mais tout n'est pas aussi positivement tranché. Prenons pour illustrer, le cas d'une expérience portant sur l'acquisition du concept de chaleur mené par O'Brien sur une de ses classes (Watson & Kopniecek, 1990).

Il a constaté qu'une des principales caractéristiques des enfants est leur obstination. Si l'expérimentation va dans le sens de leurs croyances, tout va bien, mais dans le cas inverse, ils trouvent des raisons (erronées) qui expliquent que "l'expérience n'a pas marché" et propose des solutions pour qu'elle fonctionne. Mais ce que O'Brien prend pour de l'obstination peut s'expliquer par le fait que la présence de certaines préconditions au changement conceptuel est

nécessaire pour que les barrières qui bloquent dans l'enfant dans un raisonnement erroné puissent être dépassées. Peut-être ces enfants "obstinés" ne sont-ils tout simplement pas encore prêts à intégrer la bonne explication des phénomènes observés. Le concept à acquérir n'est il peut-être tout simplement pas dans ce que Vygotsky appelle la "zone proximale de développement" (pour une définition, voir p.ex. Ackermann, 2004, p 22 ou encore la section 2.2.2. ci dessus).

Watson & Kopniecek (1990) précisent que l'obstination, le refus d'accepter que sa théorie puisse être fautive, la perception, sont autant de ces barrières répandue chez les enfants. Le professeur cherchant le changement conceptuel doit aussi être prudent quant au vocabulaire employé. En effet, la difficulté d'employer de nouveaux termes additionnée à celle d'aborder une nouvelle explication pour un concept donné peut, via une surcharge cognitive, avoir l'effet pervers de voir les enfants s'agripper encore plus fortement à leurs conceptions initiales.

De plus, ces jeunes enfants sont peu rompus à l'art de l'expérimentation scientifique, alors qu'ils ont acquis une grande partie de ce qu'ils savent en faisant confiance à leur sentiments et impressions. Dès lors, le résultat d'une expérimentation, aussi probante nous paraisse-t-elle, n'a que peu d'impact sur ceux-ci.

De Jong & Van Joolingen (1997) relèvent plusieurs problèmes pouvant intervenir dans une activité de type d'apprentissage par découverte, mais qui s'appliquent très bien à l'apprentissage par investigation avec les enfants :

- *générer une hypothèse* : les apprenants ne savent souvent même pas à quoi doit ressembler une hypothèse, ils ne sont pas capables de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse sur la base des données collectées et se focalisent parfois sur des considérations qui ne les aident pas forcément à trouver le principe théorique adéquat ou correct.

- *monter l'expérience* : si l'apprenant n'a déjà pas une hypothèse à la base, le design de l'expérience s'en ressent forcément et différents problèmes peuvent alors survenir : les expériences effectuées peuvent alors être peu ou prou concluantes, ne rien prouver, être inefficaces ou ne simplement pas être prévues pour tester une hypothèse. De plus on risque de voir apparaître des biais de confirmation : les apprenants ayant tendance à chercher les informations et données qui confirment leurs conceptions;

- *interpréter des données* : une fois les données récoltées, il n'est pas prouvé que les apprenants puissent en déduire quoi que ce soit, faire des liens, ou déduire une loi.

Watson & Kopniecek (1990) indiquent que lorsque l'expérience a montré des différences de concept avec les croyances de l'enfant, le professeur, loin de se cantonner à un rôle d'observateur, peut activement tenter de faire passer le changement conceptuel par différentes méthodes : a) relier les concepts appris à la vie de tous les jours ; b) faire des prédictions : les enfants qui ont dû faire des prédictions des expériences et les argumenter sont plus enclins à changer leur avis que les observateurs passifs ; c) forcer les apprenants à ne pas ignorer les contradictions conceptuelles dont ils font preuve.

Quel que soit l'âge des apprenants, on peut structurer une activité en un tour de cycle ou plusieurs, les faisant travailler seuls ou à plusieurs. Dans la mesure du possible, l'enseignant peut engendrer des plus-values en terme d'apprentissage en faisant faire un cycle aux apprenants seuls, avant de former des groupes, en associant les profils les plus dissemblables, et de relancer un cycle. Les conceptions divergentes des différents membres d'un même groupe pouvant alors apporter une réflexion plus approfondie et aboutir à une meilleure acquisition des savoirs recherchés

Depuis les années 70, sous l'impulsion néo-piagétienne, la psychologie cognitive indique que la connaissance (pour les enfants comme pour les adultes) grandit et change. L'apprenant apporte sa propre expérience du monde dans les situations d'apprentissage. Celle-ci a une réelle influence sur la manière dont ils sont capables d'accepter d'autres explications, plus scientifique, sur la manière dont fonctionne le monde. Les expériences ne prouvent donc rien à l'esprit qui est ancré dans sa conception des choses, il faut que cet esprit ait été préparé au changement sinon il cherchera les raisons pour lesquelles "l'expérience a raté " (p.ex. Watson & Kopniecek, 1990). Cela montre que la difficulté d'acquisition des concepts implique qu'une grande partie du travail doit donc se faire en amont de l'expérience elle-même. En fait, le changement conceptuel doit entrer dans la "zone proximale de développement" de l'enfant.

2.5. Les enseignants

Outre les apprenants, d'autres protagonistes sont impliqués dans ces activités d'apprentissage par investigation, ce sont les enseignants. Keys et Brian (2001) dressent un état de la situation concernant les recherches dans les pratiques d'enseignement par investigation, en se focalisant sur leur point de vue. Les auteurs relèvent, que bien que souvent considérée comme une méthode centrale pour enseigner les sciences, on constate des fossés entre la théorie et la mise en pratique. Les domaines en causes sont multiples : a) les croyances des enseignants sur l'investigation ; b) les connaissances des enseignants pour implémenter l'investigation ; c) les pratiques des enseignants de l'investigation ; d) l'apprentissage de la science par les apprenants sur la base de cours fondés sur l'investigation par leurs professeurs, incluant la gestion des concepts, raisonnements et la nature de la science à apprendre ; e) le contexte culturel.

2.5.1. L'instruction par investigation :

Malgré des exemples foisonnant sur le type d'activité que l'enseignant peut faire sur la base d'investigation, il semble que standardiser complètement celles-ci ne soit ni possible ni même souhaitable. En effet, nombre de facteurs sont à prendre en considération et l'activité mise en place par un enseignant ne saurait avoir qu'une validité locale dépendant de ce que le professeur a voulu faire passer comme matière ou concepts, la manière dont il a voulu que cela passe, le temps qu'il a pu consacrer à l'activité, ses connaissances et compétences, la classe pour laquelle il développe l'activité, le niveau des apprenants, le programme scolaire,....

Bref, cette activité est donc fortement contextualisée par l'espace (contexte culturel, scolaire,...), le temps (mis à disposition par le programme scolaire pour préparer l'activité et pour la faire) et les protagonistes.

Il faut donc partir du principe, comme le font Keys et Brian (2001), que les enseignants savent prendre les bonnes décisions et que l'apprentissage par investigation n'est pas une méthode d'apprentissage spécifique (même si on y retrouve toujours quelques mêmes points, tels que les changements conceptuels et le cycle d'apprentissage - voir modèle cyclique section 2.6.), mais plutôt un mode d'enseignement.

Les auteurs dressent un état des choses, et pointent les lacunes qui empêchent l'investigation de s'imposer. Plusieurs axes ressortent :

2.5.2. Les représentations des enseignants :

Même si l'implémentation d'un scénario dépend plus fortement de facteurs comme l'âge des apprenants, la matière, la difficulté conceptuelle du sujet ou encore les problèmes institutionnels (découpage du temps, programme stricte ou non,...), Les représentations des enseignants sur l'investigations n'en sont pas moins importantes.

Comme mentionné plus haut, chaque enseignant a sa propre définition de l'investigation. Ceux-ci font leurs choix selon des décisions basées sur un système complexe de conceptions et connaissances qui influencent en général : a) l'acquisition de la connaissance et son interprétation ; b) la définition et la sélection de la tâche actuelle ; c) l'interprétation du contenu ; d) le choix de l'évaluation.

Les recherches proposent souvent des curriculums de chercheurs plutôt que des curriculums d'enseignants, et ceux-ci réinterprètent forcément ces textes selon leurs croyances qui ne sont pas celles d'un chercheur.

Les conceptions des enseignants sont épisodiques (basées sur leur histoire), affectives et construites sur leurs présomptions existentielles. Ces éléments indiquent combien ces conceptions peuvent influencer la manière dont l'enseignant va mettre au point son instruction par investigation. (Nespor, 1987)

En résumé, de nombreuses recherches (pour des exemples voir Keys & Bryan, 2001) montrent que les croyances de l'enseignant concernant la nature de la science, l'apprentissage de l'apprenant et le rôle de l'enseignant influencent la planification, l'enseignement et l'évaluation.

2.5.3. Les pratiques des enseignants :

Dans la pratique (Keys & Brian, 2001), les professeurs développent des activités d'apprentissage par investigation souvent initiées par les questions que se posent les apprenants eux-mêmes. Ils utilisent des activités afin que les apprenants génèrent des questions, puis d'autres

afin de modéliser ces questions en sujet d'apprentissage. En outre, ils essaient de faire apprendre la science avec le langage accessible à leurs étudiants, alors qu'eux l'ont le plus souvent appris grâce à des lectures de revues scientifiques dans lesquelles, même s'il peut être vulgarisé, le langage reste un langage *écrit*, et *pour adulte*. Enfin, ils mettent en place une communauté scientifique. En effet, une grande part de l'activité d'investigation repose sur la rencontre de l'autre et la discussion des idées, progrès et découvertes.

2.6. Modèle cyclique d'investigation

Pour étayer mon point de vue, j'ai retenu un modèle cyclique d'apprentissage par investigation³ qui offre une vision opérationnelle de la définition donnée plus haut. Il présente en outre l'avantage d'être complet tout en restant ouvert. Ce choix se base, entre autres, sur l'aspect de flexibilité que je souhaite donner à mon outil.

Ce modèle reprend les aspects importants de l'investigation qui doivent être supportés pour qu'un environnement d'apprentissage soit un succès.

Le processus d'investigation a pour but de conduire à la création de nouvelles idées et conceptions, et de les communiquer de manière constructive, par exemple dans le contexte de la salle de classe. L'activité supportant le processus se termine souvent par la création d'un document (fiche, rapport,...) qui tente d'apporter des réponses aux questions qui étaient formulées à la base de l'activité. Le cycle d'investigation est le processus qui tente d'amener l'apprenant à pouvoir répondre à ces questions par le biais d'informations qu'il a collectées et qui lui ont permis de se former de nouvelles idées et conceptions.

Le processus d'investigation n'est que cela : un processus. Il ne peut être encapsulé et classé dans une gamme donnée. C'est même un des dangers. De fait, la quasi-totalité des scénarii pédagogiques portent sur les sciences naturelles, avec des apprenants de 8 à 14 ans, dans un contexte scolaire. C'est réducteur car l'investigation peut servir pour d'autres types d'apprenants (plus âgés ou adultes, personnes en difficultés d'apprentissage,...) et pour tout type de matières

³ *Le processus d'investigation : inquiry page : Successful Inquiry Learning Environnements.*
www.inquiry.uiuc.edu/inquiry/process.php

scolaires ou presque (histoire, géographie, mathématiques, langues,...). En histoire par exemple, le fait de faire chercher les « causes de la première guerre mondiale » aux apprenant, en leur fournissant des ressources ciblées, plutôt que de leur raconter, leur permettrait sûrement de mieux s’imprégner du contexte et de retenir la matière plus longtemps (pour un exemple, voir Drie, Boxtel & Kanselaar, 2003).

Le cycle d’investigation implique globalement 5 étapes (figure 1) : *Questionner*, *Enquêter*, *Créer*, *Discuter*, *Réfléchir*. Lorsque l’enseignant construit son scénario pédagogique, il doit anticiper le nombre de cycles que l’activité pourra comporter, mais quoi qu’il décide, l’activité devra se terminer par une ouverture (au niveau de *Questionner*) : une reformulation des questions de bases, ou la réponse à ces questions et celles qui en ont découlé.

J’illustrerai les différentes étapes du cycle par une activité d’appréhension de la lumière et des couleurs que Villavicencio (2000) propose chaque année à ses élèves de 4 à 5 ans du jardin d’enfants. J’y ferai référence sous l’appellation de *scénario arc-en-ciel*.

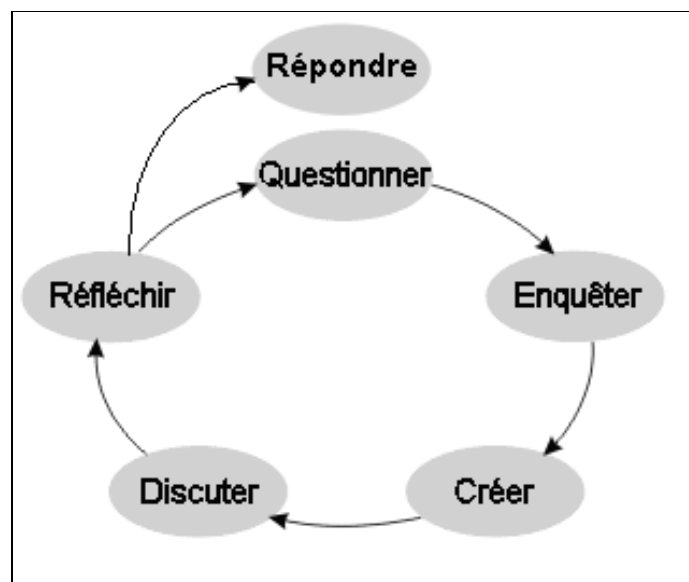


Fig 1 : cycle d’investigation⁴

⁴ Adapté de www.inquiry.uiuc.edu/

Questionner :

Cela commence avec le désir de découvrir. Les questions pleines de sens sont idéalement inspirées par la curiosité des (jeunes) apprenants sur le monde qui les entoure (par exemple : « Qu'est-ce qui fait d'un poème de la poésie ? », « pourquoi la lune change-t-elle de forme ? », ...), mais ce n'est pas toujours réaliste à cause des programmes scolaires. On peut toutefois y palier en excitant leur curiosité sur un sujet précis, par un débat préliminaire portant sur leurs conceptions de la question traitée par exemple. C'est de toute façon aux apprenants de formuler les questions puisque celles-ci sont représentatives de leurs conceptions des choses à ce moment donné de l'activité.

A cette étape, on se focalise donc sur une question ou un problème que l'apprenant commence à définir ou décrire. Ces questions sont naturellement et sans cesse redéfinies tout au long du processus d'apprentissage. Les limites sont souvent floues : une étape n'est jamais complètement abandonnée pour passer à la suivante.

Scénario arc-en-ciel : L'enseignante donne des miroirs à ses élèves pour s'amuser avec le soleil qui traverse les vitres de la salle du jardin d'enfants. En manipulant ces miroirs des questions surgissent sur les phénomènes de couleurs et lumières.

Enquêter :

Le questionnement amène tout naturellement à l'étape suivante : l'enquête. Ce processus consiste à prendre l'impulsion de départ provoquée par la curiosité, et la prolonger dans le processus actif de recherche d'informations. Dès lors, l'apprenant (ou les apprenants selon que l'enseignant demande un travail individuel ou collaboratif) commence à rassembler l'information : il recherche et consulte les ressources, étudie, expérimente, observe, interview, dessine, ... A ce stade, l'apprenant peut redéfinir la question, l'affiner ou alors partir dans une voie parallèle que la question de départ n'a pas permis d'anticiper. L'étape de collecte d'information devient un processus auto-motivant qui appartient pleinement à l'apprenant engagé.

Scénario arc-en-ciel : Dès que les enfants ont fait surgir des questions par la manipulation des miroirs, Villavicencio leur donne des prismes qui leur permet de courber la lumière, et leur met à disposition un RLS (Round Light Source), sorte de puissante lampe recouverte d'un cylindre avec quatre fenêtres au travers desquelles un rayon de lumière peut passer. Des caches de couleur

(rouge, vert et bleu) peuvent être mis sur les fenêtres. Cet outil leur permet de mixer les couleurs et de voir ce qu'il en sort en projetant un rayon lumineux sur un écran. Ils commencent à collecter les informations (lumière réfléchi par un miroir, courbée par un prisme, la lumière changeante, influence de la couleur un cache sur la couleur finale de la lumière...).

Créer :

Comme les informations collectées commencent à fusionner, l'apprenant commence à faire des liens, des connections. A cette étape, la capacité à synthétiser le sens représente l'étincelle qui forme les nouvelles connaissances. L'apprenant entreprend la tâche créative de former des nouvelles pensées, idées et théories qui ne proviennent pas directement de sa propre expérience et de les recenser dans un rapport ou une fiche le plus souvent.

Scénario arc-en-ciel : Des liens se créent entre les informations collectées et ils comprennent par exemple que la création des arcs-en-ciel doit se former suivant ce type de phénomènes.

Discuter :

Dès lors, les apprenants partagent leurs idées avec les autres, les questionnent sur leurs propres expériences et enquêtes. Partager la connaissance est un processus de construction communautaire et le sens de leurs investigations commence à prendre de la pertinence dans le contexte local de la société des apprenants. Comparer les notes prises, discuter les conclusions et partager des expériences sont des exemples de ce processus en action.

Scénario arc-en-ciel : Les enfants se retrouvent souvent (et spontanément) à plusieurs assis autour du RLS. Ils font ici appel aux observations et connaissances acquises lors des étapes précédentes, connaissances qu'ils partagent et discutent avec leurs camarades pour tenter d'appréhender ce nouveau phénomène de mélange des couleurs. Par la suite, tous les enfants sont invités à faire part de leurs constatations au reste de la classe pendant que Villavicencio les note au tableau noir.

Réfléchir :

La réflexion consiste à prendre le temps de regarder en arrière. Reconsidérer la question de départ, le chemin de recherche emprunté, et les conclusions auxquelles on est arrivé. L'apprenant revient en arrière, fait un inventaire, des observations sur ce qui s'est passé et peut-

être même prend de nouvelles décisions. Une solution a-t-elle été trouvée ? Des nouvelles questions ont-elles été mises en lumière ? Quelles pourraient être ces nouvelles questions ?

Scénario arc-en-ciel : Dans la tentative de compréhension des phénomènes de couleur et de lumière, l'enseignante et les apprenants prennent aussi le temps de revoir les notions observées dans les premières étapes de l'activité. Ils essayent de synthétiser le tout et de se projeter plus loin sur la base des notions nouvellement acquises.

Une fois le cycle bouclé, on se retrouve à nouveau dans l'étape de départ avec deux voies possibles :

a) *Questionner* : on recommence un cycle, nourri par les nouvelles questions apparues ou les reformulations de celles déjà étudiées, et il peut être adéquat de constituer des groupes afin de stimuler la discussion et l'intérêt ; b) *Répondre* : on termine l'activité. L'enseignant doit alors prendre garde à finir par une ouverture du sujet : les questions qui ont trouvé réponse, celles qui ont été reformulées, les nouvelles questions apparues en cours d'activité. Pour ce faire une mise en commun des différents travaux est toujours souhaitable, même si cette étape n'a pas fait le sujet d'un cycle.

Scénario arc-en-ciel : Arrivé à ce stade, l'enseignante leur laisse le loisir de répéter leurs expériences ou de tenter des choses différentes. Certains essayent ce que certains de leurs camarades avaient fait, d'autres répètent leurs expériences, avec ou sans variantes. Le cycle d'investigation est ainsi répété.

L'avantage de ce modèle est qu'il peut être appliqué à toutes sortes d'apprenants et de domaines traités. De plus, il est possible de construire une activité d'apprentissage par investigation en se focalisant sur une partie du modèle (un seul cycle) ou en arrangeant certaines étapes en fonction des besoins. L'étape d'enquête peut par exemple être arrangée en précisant les sources dans lesquelles les apprenants doivent chercher. Il est rare que l'activité se limite sur un seul cycle. Au contraire, plusieurs cycles (formels ou non) sont souvent nécessaires et c'est pourquoi ce modèle est aussi parfois représenté sous forme de spirale.

2.7. Les environnements d'apprentissage par investigation

Les chercheurs s'accordent à dire que les environnements d'apprentissage doivent supporter un apprentissage actif et guider un apprenant encouragé à construire sa propre connaissance et ses propres compétences, en assumant le contrôle de leur apprentissage (Vosniadou et al., 2001). Pour se faire, de nombreux professeurs ont identifiés quelques uns des facteurs qui font d'un environnement d'apprentissage par investigation un succès⁵ :

Pour permettre l'apprentissage désiré, l'activité doit se dérouler dans un environnement prenant en compte différents facteurs :

a) *Gestion de l'affectif* : l'apprenant doit avoir un sentiment de succès, se sentir supporté et apprécié, reconnu.

b) *Gestion de l'activité* : elle doit être dynamique, amusante, et permettre de ressentir la prégnance de l'apprentissage ;

c) *Gestion des valeurs* : il faut une acceptation de la différence, des langages utilisés, des croyances et des valeurs, la présence de liens entre les buts personnels, familiaux et sociétaux ;

d) *Gestion de la perception de l'apprentissage* : doit être vu par les apprenants comme ouvert, holistique et intégré dans les programmes scolaires afin de s'inscrire dans un ensemble.

e) *Scaffolding* : les apprenants doivent être dirigés et avoir le temps pour construire et réviser, leur permettre les conceptions alternatives et le *challenge* que posent les problèmes. Enfin, rendre les stratégies visibles.

Dans le contexte d'activités d'apprentissage par découverte ou par investigation, le *scaffolding* (ou *guidage*) consiste à organiser et soutenir l'investigation de l'apprenant, à le garder dans le bon chemin pendant qu'il cherche la solution ou la réponse à la question ou au problème de départ

⁵ inquiry page : Successful Inquiry Learning Environnements. www.inquiry.uiuc.edu/inquiry/environment.php

(McKenzie, 1999). Le scaffolding crée l'élan et conserve la motivation, fournit des directions claires, permet de clarifier les buts, de focaliser l'apprenant sur la tâche tout en lui indiquant les sources et références dignes d'intérêts. De plus, il offre des évaluations pour clarifier les attentes des apprenants dont il met l'efficacité des apprenants en valeur tout en réduisant l'incertitude, les surprises et déceptions.

f) *Gestion des protagonistes* : La collaboration qui s'organise entre les apprenants (initialisent l'investigation, prennent des responsabilités et des décisions), les professeurs (scénarisent et initient l'activité, co-travailleurs, coaches, aides) et une éventuelle communauté plus large (p.ex. dans le cas de jeunes apprenants, les parents, qui peuvent s'impliquer), est faite de rôles flexibles qu'il convient de pouvoir gérer.

g) *Gestion du contexte social* : Le langage utilisé est en évolution tout au long de l'activité. Les buts sont personnels, mais aussi partagés avec d'autres apprenants et enseignants et la communauté d'apprentissage dans une acceptation plus large. Un partage s'effectue dans et hors du lieu de l'activité (salle de classe, sur le terrain), en face à face ou à distance, de manière synchrone ou asynchrone, mais aussi par les publications (p.ex. mise en ligne des rapports d'activité ou des fiches,...). Pex : les forums de communication permettent de partager des idées sur enseigner et apprendre, induisent des opportunités de développer des compétences d'instruction, et portent sur une multitude des médias et de genres.

h) *Gestion des ressources* : proviennent de textes ou, de plus en plus, de sites web. Les sujets et le niveau de difficulté varient. Ils sont choisis par les apprenants au sein de la communauté, que l'enseignant ait orienté ce choix (pour de jeunes apprenants) ou pas.

2.8. Un exemple : Le monde de Darwin

Après une description basée sur les documents d'explication trouvés sur le site⁶ et dans un article d'analyse de deux des concepteurs (Aubé & David, 2003), je relèverai les avantages et limites que cet environnement présente lorsque l'on le considère sous la perspective de la

⁶ darwin.cyberscol.qc.ca

création d'un outil flexible, souple et adaptatif comme celui que souhaite créer.

Conçu par Michel Aubé et Robert David (Université de Sherbrooke) et Paul de la Chevrotière (Commission scolaire du Val-des-Cerfs)⁷, "Le monde de Darwin" est un environnement éducatif sur Internet, ciblé sur les élèves du primaire de 8 à 14 ans, mais toutefois conçu pour intéresser un public plus vaste. Ce projet est orienté vers un apprentissage contextualisé qui vise à favoriser, chez les apprenants, une meilleure compréhension du monde qui les entoure, l'acquisition d'une méthodologie de travail et d'une démarche scientifique par le biais d'habiletés dans le domaine de l'interprétation et de la compréhension des écosystèmes, plutôt que la simple connaissance du monde animal.

L'objectif essentiel de ce projet est de dépasser le modèle de formation selon lequel les enfants ne peuvent apprendre que les rudiments des connaissances scientifiques. Le but est de leur permettre d'apprendre plutôt à faire de la science en la pratiquant tout de suite, en interagissant immédiatement avec de vrais chercheurs, experts dans leur domaine.

L'approche pédagogique privilégiée est socio-constructiviste, mettant l'accent sur le traitement et l'organisation des informations dans le cadre de démarches collaboratives de construction de la connaissance par les élèves. "Le monde de Darwin" propose un contenu stratégiquement organisé autour d'une démarche pédagogique qui invite les participants à alimenter le site de leurs recherches, de leurs observations, et de leurs connaissances pour apprendre à interpréter des écosystèmes complexes. En outre, sa forme interactive invite les participants à alimenter le site de leurs recherches, observations ou connaissances pour l'interprétation de la nature et ce, en exploitant la gamme des ressources offertes par les TIC, à savoir : a) le stockage et l'accès à l'information (images, sons et textes illustrant les multiples facettes de la vie animale) ; b) la communication et l'échange avec une communauté plus vaste d'autres observateurs qui enrichissent les activités de cueillette et d'observation ; c) la collaboration entre les différents participants ; d) la publication des résultats par la mise en ligne d'une fiche.

⁷ darwin.cyberscol.qc.ca/Accueil/Presentation1.htm pour des informations complémentaires sur la base du projet

La partie, importante, de la démarche scientifique, qui consiste à confronter ses connaissances avec des pairs, ou des plus spécialistes que soi, peut désormais être intégrée très tôt aux activités de sciences naturelles.

Les données mises à la disposition des usagers sont placées dans un contexte de découverte qui en font des outils pour mieux comprendre la vie des animaux en interaction avec leur habitat naturel. Ce projet est centré sur la participation des élèves qui observent la nature, et sur le travail collaboratif pour favoriser le traitement et l'organisation des informations collectées afin de mieux interpréter les écosystèmes.

2.8.1. Présentation du site

"Le monde de Darwin" exploite les possibilités de communication et de collaboration d'Internet créant des réseaux entre les élèves et les enseignants des classes participantes, deux animateurs ainsi que des experts en sciences de la nature des cinq organismes associés. C'est un véritable lieu de partage de l'expertise distribuée dont la coordination des activités des multiples partenaires s'effectue par conférences électroniques. La possibilité de poursuivre à la maison, sur son ordinateur personnel, une recherche entreprise à l'école, présente un caractère complémentaire appréciable.

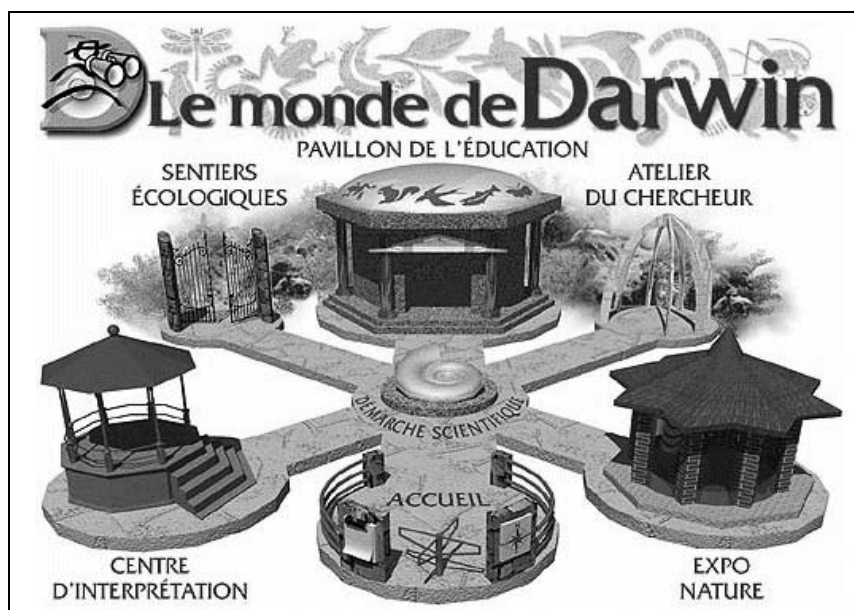


Fig 2 : Accueil du site *Le monde de Darwin*

A l'accueil (figure 2), plusieurs parties sont accessibles :

- *Accueil* dresse une liste des différentes fonctions et parties du site (plan du site, présentation détaillée, stratégies éducatives, équipe, historique,...)
- *Pavillon de l'éducation* permet à l'apprenant d'avoir le détail des différentes étapes du programme pour adopter une espèce (nom donné à l'activité principale qui consiste à l'observer, la détailler et produire une fiche, soumise à validation auprès d'experts, ainsi que des exemples d'autres fiches).
- *Atelier du chercheur* donne accès aux modules d'édition et de validation, aux ressources (suggestions d'espèces à adopter, guide d'édition de la fiche d'observation, structure de la fiche) ainsi qu'à différentes listes (liste des espèces adoptées, liste des espèces en instance d'adoption, liste des randonnées guidées, liste des intervenants) et références.
- *Expo nature* donne accès à un cyberzoo (regroupant des fiches sur différents sujets liés à la vie dans un zoo), et différents autres fiches.
- *Démarche scientifique* retrace le cheminement de la démarche scientifique de l'observation à la communication suivant l'élaboration des théories.
- *Centre d'interprétation* propose le lien vers le site de différentes associations en rapport avec le monde animal, ainsi que des thèmes pour lesquels il peut être judicieux de les contacter.
- *Sentiers écologiques* se compose de deux parties : les fiches d'observations (liste des fiches, programme d'adoption, participants) et les randonnées guidées (liste des randonnées, programme d'interprétation, participants).

2.8.2. L'activité scientifique

Si l'on détaille les grandes facettes de l'activité scientifique, on peut les relier au modèle cyclique d'investigation présenté plus haut :

1/ Observation :

Le monde de Darwin offre des outils, technologiques et pédagogiques, pour stimuler, soutenir ou relancer l'observation. Chaque classe qui participe au projet adopte un animal, et en devient la spécialiste. C'est sa responsabilité de collecter de façon structurée et surtout communicable toutes

les informations pertinentes sur l'espèce choisie. Les élèves sont ainsi progressivement amenés à réaliser, au plan de la construction des connaissances, leur propre interdépendance aux autres spécialistes.

Une autre idée pédagogique importante consiste dans la présence de bons modèles de structuration des connaissances: il y a donc un bon répertoire de fiches d'animaux, bien standardisées, exploitant images et animations, ainsi que les ressources diversifiées d'Internet. Ces outils doivent inciter à des questions sur la classe taxonomique de l'animal, son habitat, ses mensurations, son mode de reproduction...

On retrouve dans cette étape d'observation les deux premières phases du modèle cyclique d'investigation : *Questionner* (questions portant sur les caractéristiques, le fonctionnement,...de l'espèce animale adoptée) et *Enquêter* (collecte des données sur le terrain, et dans les ressources à disposition).

2/ Formulation d'hypothèses :

Dans "Le Monde de Darwin", on trouve aussi des visites guidées, permettant l'intégration de plusieurs connaissances et l'interprétation des écosystèmes. Comme le but est de développer l'aptitude à la pensée scientifique, la structure même des activités amène à la formulation d'hypothèses. Les élèves construisent, dans leurs interactions à la fois avec leurs propres données d'observations, avec celles déjà collectées sur le site, et avec celles fournies par les experts, des Foires Aux Questions et des Foires Aux Hypothèses. L'idée est ici d'explicitier, de façon concrète et contextualisée, le statut épistémologique de ces différents énoncés, et le processus de recherche qui permet leur circulation progressive d'une banque à l'autre.

Au niveau du modèle cyclique d'investigation, on se situe dans la phase *Créer* : l'apprenant fait des liens, des connections et crée des idées et théories qui ne sont encore qu'au stade d'hypothèses.

3/ Vérification :

Un fait scientifique, c'est un fait répliquable. "Le monde de Darwin" comprend donc un mécanisme de validation et de standardisation collective des observations, par les autres élèves comme par les experts, d'une façon permettant la transparence et le questionnement. Les auteurs pensent que les enfants sont très tôt aptes à prendre une part active et critique à ce processus, dans

la mesure où ils disposent de modèles adéquats à cet égard. Les TIC offrent alors un support pour favoriser l'échange critique et la validation des savoirs.

On retrouve ici la phase de *Discuter* d'un cycle d'investigation : les apprenants partagent leurs idées avec les autres et les soumettent à leur validation, questions, critiques.

4/ Communication des résultats :

On voit comment la communication traverse toutes ces activités. Par des conférences électroniques, les élèves échangent entre eux et avec des naturalistes. Des phénomènes d'observation sont présentés aux élèves qui recherchent et partagent des informations afin de construire, collectivement, une interprétation du comportement des composantes d'un écosystème.

Dans le cycle d'investigation, on se situe là dans les deux dernières étapes d'un cycle : on est encore dans la phase *Discuter* (les résultats ont été validés ou non, et sont présentés comme tels au reste de la communauté), mais aussi dans la phase *Réfléchir* (l'espèce animale adoptée a-t-elle été bien décrite ? A-t-on effectué correctement toutes les étapes ? Y a-t-il encore du travail à faire sur cette espèce ? Quels sont les points obscurs qui demeurent ?....). Cette étape clos un cycle d'investigation, et de là les apprenants pourraient redémarrer pour un cycle si besoin était.

2.8.3. Avantages et limites

Cet environnement est le plus abouti qu'il m'ai été donné de croiser sur Internet. Parmi ses avantages, on trouve la validation de la matière et du contenu auprès d'experts; l'apprentissage et la mise en place d'une démarche scientifique de la part de l'apprenant ; la grosse communauté qui participe (beaucoup de classes de provenances géographiques différentes, d'experts, et des « particuliers » mus par leur seul intérêt personnel).

Il a néanmoins aussi des limites. Premièrement, il suppose une forte implication en temps (pour les classes, les professeurs et les experts). En plus, il est impossible de condenser l'entièreté de l'activité sur un court laps de temps ce qui pourrait poser problème en regard du programme scolaire de certains pays qui n'accordent peut-être pas autant de place à la biologie.

Deuxièmement, il manque de flexibilité : il a été créé pour l'observation et l'étude d'espèces

animale en milieu naturel. Il n'est pas possible de se servir de la structure existante pour monter une activité pédagogique portant sur une autre thématique telle que l'histoire ou la géographie, par exemple.

2.9. A retenir du modèle...

En synthèse, les différents points à retenir du modèle présenté en amont sont les suivants :

- C'est un modèle cyclique comprenant 5 phases aux frontières floues et pouvant parfois se chevaucher. Il appartient à l'enseignant de déterminer à quel moment il veut faire sortir les apprenants de ce cycle pour dresser un bilan de l'activité d'apprentissage.
- Les différentes étapes de ce cycle sont *Questionner* (définition ou description d'un problème ou d'une question par l'apprenant), *Enquêter* (recherche d'informations pour tenter de répondre à la question), *Créer* (synthèse des informations, créations de connections par l'apprenant), *Discuter* (partage des idées avec les pairs et ou l'enseignant), *Réfléchir* (reconsidération des interrogations de base, du chemin parcouru, et de l'état actuel de réponse).
- Ce modèle, ainsi que plus largement le concept pédagogique d'apprentissage, est souvent appliqué à un public enfantin, voire adolescent, plus rarement adulte.
- De même, la matière enseignée par ce modèle est le plus souvent scientifique : sciences naturelles (biologie), voire concepts physiques (chaleur, gravité,...).
- A l'inverse de ce que j'ai trouvé dans la littérature, je pense que ce concept pédagogique est applicable à une plus grande quantité de matières et de type de public cibles.

3. DÉVELOPPEMENT

3.1. Méthodologie de travail

La méthodologie employée pour arriver aux spécifications de la version 1.0 du module imaginé est double. Premièrement, il a fallu dresser un panorama des activités d'apprentissage par investigation et des outils les supportant, ce qui a donné lieu à une première idée de concept pour un module d'apprentissage par investigation, qui a ensuite été confrontée au point de vue de deux enseignants genevois du primaire. Ceux-ci ont vu en un tel outil la réponse à un besoin qui se faisait sentir dans leur enseignement. Par une analyse de leurs besoins, envies et expériences des situations d'apprentissage, le concept initial a été peaufiné pour s'adapter au mieux à des situations en classe, et ainsi définir spécifiquement un cahier des charges (voir section 3.2.). L'aboutissement de ce cahier des charges donnera la version 1.0 du module sobrement nommé *inquirylearning*.

Le module mis au point, il a fallu prendre connaissance de la marche à suivre pour la partie développement : comment programmer un module sous *PostNuke*, modélisation des données, définition des algorithmes des différentes fonctions, puis programmation proprement dite.

3.2. Scénario et spécifications du module

But

L'objectif de ce module est de donner une structure basique adaptable, aux enseignants qui désirent offrir une activité d'apprentissage par investigation à leurs élèves. Ils peuvent ainsi aisément créer des supports informatisés pour des activités pédagogiques de ce type.

Public

L'idée de départ est décontextualisée en terme de matière, programme, âge ou profil des apprenants, temps disponible et nombre de sessions possibles.

Environnement

Cette application est destinée à prendre place au sein d'un portail communautaire de type *PostNuke* (voir section 3.5.2. pour une définition), et possède 2 interfaces principales : une interface administrateur et une utilisateur. Dès lors, programmé selon les conventions *PostNuke* en vigueur, il pourra être repris, adapté, complété et amélioré selon les besoins.

Etapas

Les étapes d'une activité peuvent ainsi se calquer sur le modèle cyclique retenu dans ce mémoire (voir section 2.6.). L'enseignant peut ainsi créer un type de fiche qui correspond à l'activité qu'il a en tête, quelque soit la classe d'âge avec laquelle il désire faire cette activité. Cette fiche donne une structure qui permettra aux apprenants de répondre à des questions qui d'une manière ou d'une autre doivent avoir été soulevées auparavant (*étape 1 : Questionner*). L'enseignant soumet l'activité aux apprenants qui peuvent créer une instance de la fiche type afin de faire l'exercice. Celle-ci leur appartenant de par leur login. Dès lors, ils recherchent les informations susceptibles de les aider à remplir les différents éléments de la fiche (*étape 2 : Questionner*), et ce depuis les sources possibles mises à disposition par l'enseignant (voir section 3.7. pour un détail de la structure des interfaces). Une fois les informations trouvées, l'apprenant remplit son instance de fiche, élément par élément (*étape 3 : Créer*), puis, au moyen de la visualisation des instances des autres apprenants et de la possibilité des commenter, il peut débattre avec les différentes personnes ayant fait la même fiche que lui (*étape 4 : Discuter*). La discussion pouvant tout aussi bien se faire en face à face également. Enfin, il soumet son instance de fiche au professeur et/ou à l'expert associé à l'activité. La 5^e étape du modèle (*Réfléchir*) peut être incluse dans l'activité de différentes manières, soit par un dernier élément qui demande une réflexion, soit par un feedback de l'enseignant, soit par les commentaires découlant de la phase de discussion...

Ainsi peut se terminer l'activité, mais il est possible que l'enseignant décide de former des groupes d'apprenants en leur demandant de rédiger une fiche synthétique sur la base de leur fiche personnelle. Une telle application sera développée dans un deuxième temps.

En résumé, c'est un des scénarii possibles que permet le module *inquirylearning*, mais de par sa conception même, il a été pensé pour être le plus flexible et souple possible, des variantes plus ou moins importantes peuvent donc prendre place.

3.3. Cahier des charges: Spécification des besoins fonctionnels

La version du module présentée dans ce mémoire n'est qu'un prototype de ce que fera la version 1.0 imaginée. Il représente le noyau du module, à savoir les fonctions de base qui rendent le module opérationnel :

- installation et désinstallation sous un portail postnuke
 - o création/ suppression des tables dans les bases de données.

L'interface administrateur, est accessible aux enseignants, comporte les fonctionnalités nécessaires à la création et gestion des activités :

- listing des types de fiches existantes.
 - o édition d'un type de fiche existante.
 - o suppression d'un type de fiche.
- création d'un type de fiche d'apprentissage :
 - o ajout d'éléments.
 - o chaque élément comporte un titre, un champs avec les sources possibles consultables, le champs principal qui accueille la production de l'apprenant, et un champs dans lequel celui-ci indique les sources dont il s'est servi.
 - o L'enseignant peut remplir par un exemple les champs mentionnés ci-dessus, même les deux derniers qui sont destinés à être remplis par l'apprenant : ainsi lors de l'édition de la fiche, celle-ci comporte des exemples de ce qu'il doit produire.

L'apprenant aura accès aux fonctions suivantes :

- création d'une instance de la fiche type :
 - o l'instance de la fiche appartient à la personne l'ayant créée (par le login).
 - o édition de sa fiche en tout temps (concentrer ce type d'activité sur une seule période courte et discontinue étant difficile).
 - o Listing et consultation de toutes les instances de fiches. Les apprenant n'ont que le droit de visionner la fiche d'autrui, et n'ont les droits d'éditations que sur leur propre fiche.

Dans sa version 1.0 le module aura d'autres fonctions complétant l'ergonomie et la gestion des différentes actions possibles. Leur implémentation suivra la date de défense de ce mémoire.

L'interface administrateur permettra en plus :

- classification dans l'ordre souhaité des éléments.
- édition possible de tous les types de fiches ainsi que de toutes les instances, ce qui lui permet de garder un contrôle et des pouvoirs de modérations en cas de problèmes avec le contenu mis en ligne par l'apprenant.
- Un affichage par élément : possibilité d'afficher à la suite tous les éléments *lambda* de toutes les instances de fiches, ce qui permet de montrer les similitudes et divergences de tous sur un point donné, et aide aussi pour la création d'une fiche "synthétique" en fin d'activité par exemple.
- Lancer l'activité : la création d'une fiche s'accompagne d'un statut *inactif*, la fiche existe mais les apprenants ne peuvent pas encore en créer des instances. Lancer l'activité permet la création et l'édition d'une instance de fiche par l'apprenant.
- Stopper l'activité : rend la création d'une instance de fiche ou son édition impossible. Les instances existantes (y compris sa propre fiche) sont dès lors juste affichables.
- associer un "expert" à l'activité, joignable pour tous par mail.
- permettre la mise en commun, à distance et asynchrone, par groupe de 2 ou 3 apprenants de leurs fiches en une fiche commune. Cette étape équivaldrait dans un cycle d'investigation classique, à recommencer une 2e boucle.
- Classification des éléments dans l'ordre souhaité.
- Suppression d'un élément lors de l'édition d'une fiche type.

L'interface utilisateur permettra en plus :

- Possibilité de visionner et commenter la fiche de n'importe quel étudiant, élément par élément : l'appel des commentaires d'un élément isole celui-ci sur une page html avec le fil des commentaires en dessous.
- Commentaires : Les commentaires sont entourés du login de la personne, les commentaires des pairs, de l'enseignant et de l'expert différant par leur couleur.
- si la personne lit sa fiche alors qu'un nouveau commentaire a été rajouté depuis son dernier passage, le rappel des commentaires se distingue du cas où tous les commentaires ont déjà

été lus. Un indice associé à la liste des instances indique si un nouveau commentaire a été fait.

- validation de la fiche de l'étudiant avertissant l'enseignant ou/et l(es)'expert(s) par email.
- permettre la soumission de la fiche a différents types d'experts ou tuteurs (selon l'exemple des fiches d'adoptions dans le monde de Darwin : elles sont soumises à un biologiste expert de la matière pour le contenu, ainsi qu'à un professeur de français pour la forme.
- Enfin, toute fiche ou élément, avec ou sans les commentaires, doit pouvoir être imprimée, et/ou enregistrée dans un fichier texte, afin de pouvoir être éditée dans un fichier Word par exemple.

3.4. Modélisation des données

Une fois les besoins fonctionnels recensés, il a fallu modéliser les données. Il s'est d'abord agit d'identifier les acteurs agissant avec le système et les données devant être stockées. Suite à quoi, j'ai travaillé la modélisation des données avec un fichier Excel, et fait et refait le cheminement d'utilisation du module pour voir si mes données correspondaient à ce que je voulais faire, et ce sous 2 formes. La première (voir Annexe A1) me permettait d'avoir une représentation de mes tables telles qu'elles se présenteraient sous l'interface mysql, l'autre plus succincte (voir Annexe A2), m'a permis d'éliminer tous les doublons, ainsi que de tester les relations entre les tables. En effet, toutes les tables d'un système doivent être reliées entre elles par une relation de type 1-n (traduisez par 1 élément => plusieurs). Si le modèle des données comporte des relations n-n (plusieurs éléments => plusieurs éléments), on peut les scinder en 2 relations de type 1-n par la création d'une table supplémentaire dite, de jonction (fonction de la table *inquiry_teach_file_rel*, pex.). A l'inverse, si l'on rencontre des relations de type 1-1, c'est que ces infos peuvent être intégrées dans la même table.

Pour être clair, j'ai testé ma modélisation de donnée en la confrontant à 4 règles :

1. placer dans une même table les données en relation 1-1 entre elles ;
2. créer une nouvelle table pour chaque nouvelle relation 1-n rencontrée ;
3. recenser toutes les relations 1-n existant entre les données pour les introduire dans la base de donnée ;

4. toute relation n-n doit être scindée en deux relations 1-n en introduisant une table supplémentaire appelée *table de jonction*.

3.5. Environnement technique

L'étude conceptuelle de l'application achevée, je suis passé à la phase de réalisation, pour laquelle je vais spécifier les outils et méthodologies utilisées pour programmer mon module *inquirylearning*, pour se faire, j'ai repris et adapté la structure que Mourad Chakroun (2003) a mis en place dans la partie réalisation de son mémoire de fin d'étude d'ingénieur.

3.5.1. PHP

PHP (officiellement, ce sigle est un acronyme récursif pour PHP: Hypertext Preprocessor) est un langage de scripts généraliste et Open Source, spécialement conçu pour le développement d'applications web. Il peut être intégré facilement au HTML et Il possède des fonctionnalités permettant de collecter des données, générer dynamiquement des pages web ou bien envoyer et recevoir des cookies. Le code est exécuté sur le serveur, empêchant de distinguer les pages qui sont produites dynamiquement des pages statiques. PHP supporte un grand nombre de bases de données, ce qui facilite la réalisation d'une page web dynamique en lien avec une base de données.

3.5.2. PostNuke

Selon Chakroun (2003), *PostNuke* est un projet de développement né de *PHPnuke*, autre projet basé sur PHP, après le mécontentement des utilisateurs à l'égard de certaines fonctionnalités. *PostNuke* est un système de gestion de contenus (CMS : Content Management System) conçu avec PHP. CMS réduit le temps d'élaboration, tend à élaborer le panneau d'administration et sépare la forme du contenu, permettant le travail dans un environnement structuré pour rapidement livrer des contenus tels que les articles, résumés, liens, nouvelles, temps, questions fréquemment posées, chat et questionnaires de dossier tels que les sections de téléchargement.

Postnuke est un parfait exemple de la communauté Open Source (implémenté en PHP et MySQL, populaires et standards), soutenu par une large communauté de développeurs, avec une architecture modulaire permettant de rajouter facilement de nouveaux logiciels modules et une interface multilingue. Actuellement disponible dans sa version 0.750 GOLD Phoenix (Octobre 2004), Postnuke peut être téléchargé à partir du site www.postnuke.com.

3.5.3. MySQL

MySQL est un système de gestion de bases de données rapide, fiable et facile à utiliser. Développé à l'origine pour gérer de très grandes bases de données beaucoup plus rapidement que des solutions déjà établies, il a été utilisé avec succès dans des conditions de productions critiques depuis plusieurs années. MySQL offre aujourd'hui un ensemble de fonctionnalités large et riche. Sa rapidité et sa sécurisation en font un outil idéal pour les applications Internet. C'est un système client/serveur, qui supporte différents clients et librairies, outils d'administration et interfaces (Chakroun, 2003).

3.6. Description du développement du module *inquirylearning*

3.6.1. Caractéristiques du développement d'un module *PostNuke*

Le développement et la mise en place d'un module *PostNuke* ont été étudiés de manière à permettre d'une part, une grande flexibilité de programmation et de déploiement aux programmeurs et d'autre part une facilité d'accès au module par le portail qui l'héberge, par d'autres modules ou d'autres systèmes distants.

PostNuke exige la séparation des fonctionnalités utilisateur et administrateur. Cette séparation permet de développer des modules plus proprement et d'accélérer la réponse du système dans le sens où le module n'a besoin d'exécuter que la partie du code qui est nécessaire. Les objectifs de sécurisation à travers la séparation des fonctionnalités utilisateur et administrateur sont par ailleurs évidents.

Pour finir, *PostNuke* a prévu un répertoire nommé « modules » qui regroupe des sous-répertoires correspondant à chaque module hébergé par le portail. En dédiant un répertoire unique pour chaque module, *PostNuke* permet une meilleure maintenance de tout le système et facilite le processus d'installation et de désinstallation de modules tant pour le développeur que pour l'administrateur du site.

3.6.2. Architecture d'un répertoire module *PostNuke*

PostNuke a prévu une architecture standard pour la conception et le développement des modules qu'il va intégrer. Cette architecture est composée de fichiers et de répertoires standards nécessaires à tout module pour pouvoir être installé, configuré, utilisé et le cas échéant supprimé du portail. Le schéma suivant illustre l'architecture standard d'un répertoire module.

The screenshot shows a Windows Explorer window with the address bar set to 'P:\modules\inquirylearning'. The main pane displays a list of files and folders with columns for 'Nom', 'Taille', 'Date de modific...', and 'Date de création'.

Nom	Taille	Date de modific...	Date de création
help		24.09.2004 15:00	24.09.2004 15:00
pnimages		24.09.2004 15:00	24.09.2004 15:00
pnlang		24.09.2004 15:00	24.09.2004 15:00
pntemplates		08.10.2004 15:41	08.10.2004 15:41
pnadmin.php	15 Ko	08.10.2004 17:19	08.10.2004 17:19
pnadminapi.php	6 Ko	07.10.2004 21:03	07.10.2004 21:03
pninit.php	13 Ko	14.09.2004 16:04	14.09.2004 16:04
pntables.php	8 Ko	14.09.2004 15:49	14.09.2004 15:49
pnuser.php	7 Ko	28.09.2004 20:19	28.09.2004 20:19
pnuserapi.php	2 Ko	24.09.2004 16:03	24.09.2004 16:03
pnversion.php	3 Ko	24.09.2004 14:31	24.09.2004 14:31

Fig 3 : répertoire inquirylearning

PostNuke détecte un nouveau module dès l'instant où un nouveau sous-répertoire est rajouté dans le répertoire *modules* du portail. Celui-ci portant le nom du module, il servira aussi pour la reconnaissance de ses variables et fonctions.

Dans le répertoire principal nous trouvons donc :

- *pninit.php* : fichier contenant les fonctions d'initialisation du module ;
- *pntables.php* : fichier contenant toutes les informations concernant les tables de la base de donnée du module

- *pnadmin.php* : contient toutes les fonctions d'administration du module qui se terminent par la génération d'une page html ;
- *pnuser.php* : contient toutes les fonctions utilisateur du module qui se terminent par la génération d'une page html ;
- *pnadminapi.php* : regroupe toutes les fonctionnalités de l'administration du module qui ont un contact direct avec la base de donnée ;
- *pnuserapi.php* : regroupe toutes les fonctionnalités du module accessible aux utilisateurs (apprenants et enseignants) qui ont un contact direct avec la base de donnée ;
- *pnversion* : contient des informations relatives à la version du module ;
- *pnimages* : répertoire contenant toutes les images du module ;
- *pntemplates* : répertoire qui contient les pages html du module ;
- *help* : répertoire qui contient les pages d'aides aux utilisateurs ;
- *pnlang* : répertoire contenant les fichiers de traductions du module, eux-mêmes classés dans des sous-répertoires nommés en fonction de la langue (*eng* pour l'anglais, *fra* pour le français, *deu* pour l'allemand,...). Chaque répertoire de langue contient au minimum deux fichiers : *admin.php* (contient la traduction du texte affichée par l'interface administrateur) et *user.php* (contient la traduction du texte affichée par l'interface utilisateur).

Des fichiers et répertoires additionnels peuvent être rajoutés. Il est cependant impossible au système d'accéder aux fonctionnalités du module si les fichiers ou répertoires *nécessaires* ont des noms différents. Je reviendrai plus en détail sur les plus importants de ces fichiers ci-dessous.

3.6.3. L'API PostNuke

L'API *PostNuke* est un ensemble de fonctions relatives au système PostNuke qui permettent aux développeurs d'accéder facilement à de l'information spécifique au portail sans pour autant avoir le besoin de comprendre les mécanismes et l'architecture de celui-ci. L'API PostNuke permet donc d'accéder à des variables internes au portail PostNuke qui couvrent plusieurs domaines tels que les informations concernant les utilisateurs membres, les modules, la sécurité, les sessions, la base de données et l'affichage.

Les fonctions faisant partie de l'API *PostNuke* commencent toutes par le préfixe *pn*. La fonction *pnUserGetVar*, par exemple, permet d'obtenir le numéro de code de l'utilisateur qui est entrain de naviguer sur le portail. Dans le cas où une erreur se produit, le système génère une exception en retour grâce au gestionnaire d'erreurs.

pnHTML

PostNuke ne permet pas d'utiliser les balises HTML comme le permettrait une simple programmation de pages web en PHP. Les développeurs ont donc décidé la séparation de l'information de la mise en forme dans le processus de programmation. Pour un portail *PostNuke*, les thèmes sont gérés par des fichiers spéciaux et des feuilles de styles CSS (Cascading Style Sheet). Cependant, il a fallu trouver une solution de substitution pour permettre aux développeurs de créer des formulaires et créer des liens. L'API *pnHTML* a été mis en place à cet effet. C'est une classe qui possède plusieurs méthodes qui permettent de créer et de gérer des interfaces. Pour exemple, les balises html `` sont remplacées par `BoldText()` dans *pnHTML*.

pnRender

Mais *pnHTML* ne comportait pas toutes les fonctionnalités souhaitées par les développeurs, et présentait le désavantage de mélanger le traitement des données et leur affichage. La communauté *PostNuke* a proposé des idées nouvelles de fonctions, ce qui a permis de les développer, de les soumettre aux tests et aux essais, de les valider. Ainsi est née la nouvelle API nommée *pnRender*. Celle-ci sépare le traitement des données et leur affichage (d'où la création du répertoire nommé *template* comprenant les pages html). De plus elle a intégré le moteur de templates *smarty*⁸ en l'adaptant pour *PostNuke*.

3.6.4. Gestion des erreurs

PostNuke est capable de gérer les erreurs à l'aide d'un système de gestion d'exceptions puissant qui comble les lacunes du langage PHP. *PostNuke* classe les exceptions en deux catégories : les *exceptions système* et les *exceptions utilisateur*. Les *exceptions système* sont

⁸ <http://smarty.php.net/>

utilisées par les fonctions de l'API *PostNuke*, mais peuvent tout aussi être utilisées par le programmeur. Par exemple, il est vivement conseillé d'utiliser l'exception `DATABASE_ERROR` quand une erreur de base de données se produit. Il est aussi recommandé d'utiliser l'exception `BAD_PARM` lorsque de mauvais paramètres sont passés aux fonctions des modules développés. Les *exceptions utilisateur* sont celles que les développeurs créent.

3.6.5. Les fichiers d'installation du module *inquirylearning*

pntables.php

Le fichier *pntables.php* est utilisé pour charger les tables du module. En fait, l'unique fonction *inquirylearning_pntables()* contenue dans ce fichier permet de stocker les informations concernant les 7 tables mises en place (voir Annexes A1 et A2) pour ce module *inquirylearning* :

- *teach_file* : contient l'identifiant d'un type de fiche et des informations la concernant (titre de la fiche, date de création, date de modification et identifiant du créateur de la fiche) ;
- *teach_element* : contient les identifiants des éléments des types de fiches et les informations les concernant (titre de l'élément, sources, contenu, type, sources utilisées, identifiant du créateur de l'élément) ;
- *student_file* : contient l'identifiant de l'instance d'une fiche créée par un apprenant sur la base d'une fiche type et les informations s'y rapportant (identifiant de la fiche type, identifiant de l'apprenant, identifiant de son groupe, date de création de l'instance, date de modification, statut *accepté* ou à *améliorer* de la fiche)
- *student_element* : contient les identifiants des éléments des instances de fiches, à quel élément de la fiche type ils correspondent, l'identifiant de l'apprenant, le contenu de la fiche et les sources utilisées.
- *teach_file_rel* : table mettant en relation les identifiants des fiches types, les éléments qui la composent et de leur position dans la fiche.
- *expert* : contient toutes les informations des experts qui peuvent être associés à l'activité (identifiants, nom, prénom, e-mail, spécialité, url, identifiant dans le portail)
- *expert_call* : table mettant en relation les fiches et les experts qui sont associés à l'activité.

Deux préfixes sont rattachés au nom de chaque table. Si le premier (ici : *inquiry*) est spécifique au module *inquirylearning*, le second (pex : *nuke*) est choisi par l'administrateur du portail lors de son installation et est général à toutes les tables du portail PostNuke.

pninit.php

Ce fichier est utilisé deux fois dans la vie d'un module. La première fois pour initialiser le module dans le portail et la seconde fois pour le supprimer. Pour initialiser le module, la fonction *inquirylearning_init()* fait appel au fichier *pntables.php* pour charger la variable *pntable* qui servira à insérer les tables du système dans la base de données du portail.

Les erreurs d'initialisation du module surviennent en général lorsqu'il y a incohérence entre le fichier *pninit.php* et le fichier *pntables.php*. Il faut donc faire attention à ce que les noms des tables et de leurs champs correspondent dans les deux fichiers.

Pour supprimer le module, la fonction *inquirylearning_delete()* fait appel au fichier *pntables.php* pour charger la variable *pntable*. Le processus de suppression du module se traduit par la suppression de ses tables de la base de données du portail et le nettoyage du système de toutes ses variables.

3.6.6. Les fichiers principaux du module *inquirylearning*

Comme mentionné plus haut, 4 fichiers principaux forment le coeur des fonctions qui permettent l'utilisation d' *inquirylearning* :

pnadmin.php

Ce fichier regroupe toutes les fonctionnalités de l'administration du module qui se terminent par la génération d'une page html :

- *inquirylearning_admin_main ()* : liste les types de fiches et génère la page html principale sur laquelle l'administrateur arrive lorsque qu'il se passe par le panneau d'administration du portail.
- *inquirylearning_admin_select_function()* : se charge de l'enregistrement des données puis redirige vers les fonctions qui permettent de créer un nouveau type de fiche, éditer, sauver ou supprimer un type de fiche.

- *inquirylearning_admin_create_filetype()* : créer un nouveau type de fiche.
- *inquirylearning_display_file()* : affiche la fiche en cours d'édition.
- *inquirylearning_admin_delete_file()* : supprime un type de fiche.
- *inquirylearning_admin_save()* : sauve les changements fait dans un type de fiche.

Pour accéder à toute fonction du fichier *pnadmin.php*, l'utilisateur doit avoir les droits d'administration. Par contre, pour accéder aux fonctionnalités de l'interface utilisateur (gérées par le fichier *pnuser.php* ci-dessous), l'accès est restreint aux personnes ayant une session ouverte sur le portail.

pnuser.php

Ce fichier regroupe toutes les fonctionnalités du module accessible aux utilisateurs (apprenants et enseignants) qui se terminent par la génération d'une page html :

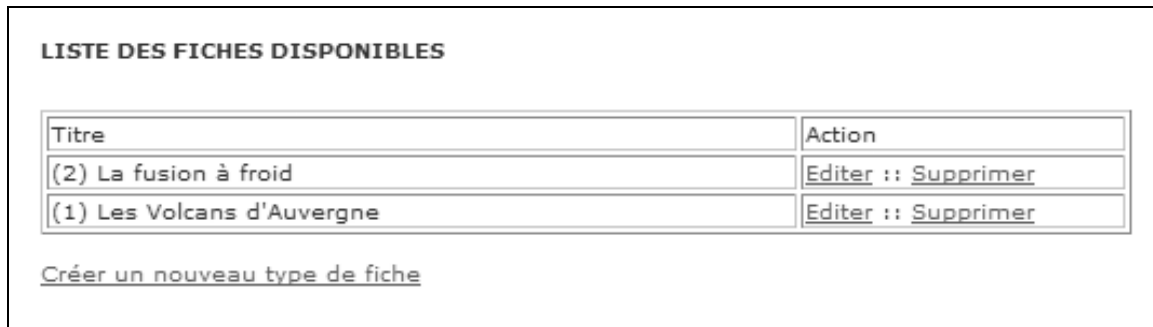
- *inquirylearning_user_main ()* : cette fonction renvoie la page html principale de l'apprenant quand il accède au module par le menu. Sur celle-ci figure la liste de ses instances de fiches (qu'il peut créer, voir, éditer ou supprimer), ainsi qu'une liste de toutes les instances existantes, appartenant à d'autres utilisateurs, qu'il peut consulter.
- *inquirylearning_user_select_function()* : se charge de l'enregistrement des données puis redirige vers les fonctions qui permettent d'éditer, sauve ou supprimer une instance de fiche.
- *inquirylearning_user_create_filetype()* : créer une nouvelle instance de fiche.
- *inquirylearning_user_file()* : affiche la fiche en cours d'édition.
- *inquirylearning_user_delete_file()* : supprime la fiche.
- *inquirylearning_user_save()* : sauve les changements fait dans la fiche.

pnadminapi.php et pnuserapi.php

Ces fichiers regroupent toutes les fonctionnalités qui ont un contact direct avec la base de donnée. Celles-ci sont appelées par une fonction de *pnadmin.php* ou *pnuser.php* et effectuent les opérations demandées dans la base de donnée.

3.7. Les différentes interfaces

3.7.1. Interface principale administrateur



The screenshot shows a web interface titled "LISTE DES FICHES DISPONIBLES". It contains a table with two columns: "Titre" and "Action". The table lists two items: "(2) La fusion à froid" and "(1) Les Volcans d'Auvergne". Each item has "Editer" and "Supprimer" links in the "Action" column. Below the table is a link: "Créer un nouveau type de fiche".

Titre	Action
(2) La fusion à froid	Editer :: Supprimer
(1) Les Volcans d'Auvergne	Editer :: Supprimer

[Créer un nouveau type de fiche](#)

Fig 4 : interface principale administrateur

L'interface principale administrateur (figure 4) est la page devant laquelle se retrouve l'administrateur lorsqu'il atteint le module *inquirylearning* via le panneau administrateur. Elle se compose d'une liste des types de fiches, générée automatiquement. Deux options par fiches sont disponibles à savoir *éditer* la fiche ou la *supprimer*. Par la suite, une troisième option sera disponible pour chaque fiche : lancer/stopper l'activité, qui rendra la fiche active ou inactive, statut la rendant atteignable ou non par les apprenants. Un lien sous la liste donne accès au formulaire de création d'un nouveau type de fiche.

3.7.2. Interface de création d'une fiche

CRÉER UN NOUVEAU TYPE DE FICHE (ADMIN)	
Nouvelle Fiche :	
TITRE DE LA FICHE	
Nouvel élément :	
TITRE DE L'ÉLÉMENT	
Sources possibles	
Corps du texte	
Sources utilisées	
Type de l'élément : <input type="radio"/> Texte :: <input type="radio"/> Image :: <input type="radio"/> Données :: <input type="radio"/> Liens	
Actions sur l'élément (monter :: descendre :: supprimer)	
Ajouter un élément :: Valider la fiche :: Annuler :: Retour à la page principale administrateur	

Fig 5 : interface de création d'un nouveau type de fiche

L'interface création d'une fiche (figure 5) se compose à la base, d'un champ éditable pour le titre de la fiche et d'un élément avec 4 champs éditables (titre de l'élément, sources possibles, corps du texte, sources utilisées), un champ qui sert à déterminer le type de l'élément par boutons radio et d'un champ (pas encore fonctionnel dans cette version) qui concerne les actions qui peuvent intervenir sur le dit élément (monter d'une position, descendre d'une position, supprimer l'élément)

En dessous de quoi 4 fonctions sont possibles : *Ajouter un nouvel élément* (ajoute un élément vide en dernière position, tout en laissant le reste de la fiche éditable), *Valider la fiche* (une fois satisfait, cela ramène à l'interface principale), *Annuler* et *Retour à la page principale administrateur* (les deux actions renvoyant à l'interface principale sans sauvegarde de la fiche).

3.7.3. Interface principale de l'apprenant

MON DOSSIER	
MES FICHES	ACTIONS
La fusion à Froid	voir :: Editer :: Supprimer
Les Volcans d'Auvergne	voir :: Editer :: Supprimer
Prague vs Munich	créer ma fiche
xp128	créer ma fiche

TOUTES LES FICHES	
TYPE DE FICHE	INSTANCES
Les Volcans d'Auvergne	Alice :: Béatrice :: Céline :: Daisy :: Eva
La Fusion à froid	Alice :: Béatrice :: Céline :: Daisy :: Eva

Fig 6 : interface principale de l'apprenant

L'interface principale de l'apprenant (figure 6) s'atteint lorsque l'utilisateur (qu'il ait les droits administrateurs ou non) rejoint le module via un menu utilisateur (dont la place dépend de la configuration des portails). Cette interface se compose d'un accès à toutes ses instances (la partie nommée *Mon Dossier*) existantes ou créables. Si l'instance existe l'utilisateur peut la visionner, l'éditer ou la supprimer, et si elle n'existe pas, il n'a que la possibilité de la créer.

Une autre partie de l'interface, nommée *Toutes Les Fiches* donne accès à toutes les fiches de tous les autres apprenants. La seule action possible étant le visionnage (et le commentaire des fiches, non encore fonctionnel).

3.7.4. Interface d'édition d'une instance de fiche (apprenant)

EDITER MA FICHE	
LES VOLCANS DAUVERGNE	
Définition d'un volcan	
Sources possibles : www.monvolcan.ch	
Corps du texte	
Sources utilisées	
Création d'un volcan	
Sources possibles : www.volcano.com :: www.monvolcan.ch	
Corps du texte	
Sources utilisées	
Enregistrer ma fiche :: Soumettre ma fiche :: Revenir à Mon Dossier	

Fig 7 : interface de remplissage d'une instance de fiche.

L'interface remplissage d'une fiche (figure 7) se compose d'une fiche vide de type conçu par l'enseignant. Cette fiche est composée d'un titre de fiche (non-éditable) et de tous les éléments. Pour chacun d'entre eux, le titre de l'élément et les sources possibles sont non-éditables, mais le corps du texte et les sources utilisées sont éditables. En bas, plusieurs actions sont possibles : *Enregistrer ma fiche* (enregistre les changements tout en restant sur la page d'édition), *Soumettre ma fiche* (avertit le professeur et/ou expert par mail que la fiche est terminée. Cette option n'étant pas encore fonctionnelle dans cette version), et enfin *Revenir à mon dossier*, qui ramène à l'interface principale de l'utilisateur

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les objectifs de ce travail étaient de dresser un état de l'apprentissage par investigation afin de développer un outil informatique flexible pouvant supporter des activités de ce type de pédagogie. Suites aux constatations de la centration des matières (principalement sciences) et du public (enfants du primaires), j'ai opté pour la création d'un outil le plus flexible qui soit, avec pour seul impératif l'implémentation sous *PostNuke*.

Cet outil pensé avec le concours de deux enseignants motivés dans l'apprentissage par investigation en est aujourd'hui à un stade juste fonctionnel : création d'un type de fiche par l'enseignant et remplissage d'une instance de cette fiche par les apprenants. Il faut maintenant finir le développement du module et de ses fonctions qui relèvent plus de l'ergonomie d'utilisation et de gestion, puis tester le module quant aux fonctions de sécurités, puis enfin d'optimiser le code par la mise en plus d'algorithmes plus performants et plus universels afin de s'assurer du bon fonctionnement du module sur un maximum de contextes informatiques différents (configuration du serveur, navigateur Internet utilisé, rapidité de connexion,...).

Une fois arrivé à un stade viable. Il conviendra alors de monter un *usability testing* écologique, à savoir dans des classes, avec le concours des enseignants. Les apprentissages qu'apporteront de réelles activités permettront d'améliorer les faiblesses du module, voire même de rajouter des fonctions dont le besoin se fera sentir pendant le déroulement de l'activité.

La continuation de ce projet prendra probablement place dans le cadre plus large d'une thèse.

5. BIBLIOGRAPHIE

Ackermann, E.K. (2004). Constructing Knowledge and Transforming The World. In Tokoro, M. & Steels, L. (2004). *A Learning Zone Of One's Own*. pp17-35. IOS Press

Aubé, M. & David, R. (2003). Le programme d'adoption du monde de Darwin : une exploitation concrète des TIC selon une approche socio-constructiviste. In Taurisson, A. & Senteni, A. (2003). *Pédagogie.net : L'essor des communautés d'apprentissage*. pp 49-72.

Bishop, A.P., Bertram, B.C., Lunsford, K.J. & al. (2004). Supporting Community Inquiry with Digital Resources. *Journal Of Digital Information*, 5 (3).

Chakroun, M. (2003). Conception et mise en place d'un module pédagogique pour portails communautaires Postnuke. Insat, Tunis. Mémoire de licence non publié.

De Jong, T. & Van Joolingen, W.R. (1997). *Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains*. University of Twente, The Netherland

Duckworth, E. (1986). *Inventing Density*. Monography by the North Dakota Study Group on Evaluation, Grand Forks, ND, 1986.

Internet : www.exploratorium.edu/IFI/resources/classroom/inventingdensity.html

Drie, J. van, Boxtel, C. van, & Kanselaar, G. (2003). Supporting historical reasoning in CSCL. In: B. Wasson, S. Ludvigsen, & U. Hoppe (Eds.). *Designing for Change in Networked Learning Environments*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, pp. 93-103. ISBN 1-4020-1383-3.

Eick, C.J. & Reed, C.J. (2002). What Makes an Inquiry Oriented Science Teacher? The Influence of Learning Histories on Student Teacher Role Identity and Practice. *Science Teacher Education*, 86, pp 401-416.

Gurtner, J-L. (1996). L'apport de Piaget aux études pédagogiques et didactiques. *Actes du*

colloque international Jean Piaget, avril 1996, sous la direction de Ahmed Chabchoub. Publications de l'institut Supérieur de l'Education et de la Formation Continue.

Kasl, E & Yorks, L. (2002). Collaborative Inquiry for Adult Learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 94, summer 2002.

Keys, C.W. & Bryan, L.A. (2001). Co-Constructing Inquiry-Based Science with Teachers : Essential Research for Lasting Reform. *Journal Of Research in Science Teaching*, 38 (6), pp 631-645.

McKenzie, J. (1999). Scaffolding for Success. *From Now On, ,The Educationnal Technology Journal*, 9(4).

Nespor, J.(1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, pp 317-328.

Vermont Elementary Science Project. (1995). Inquiry Based Science: What Does It Look Like? *Connect Magazine*, March-April 1995, p. 13. published by Synergy Learning.

Internet : www.exploratorium.edu/IFI/resources/classroom/inquiry_based.html

Villavicencio, J. (2000). Inquiry in Kindergarten. *Connect Magazine*, 13 (4), March/April 2000. Synergy Learning Publication.

Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction* ,11, pp 381-419.

Watson, B. & Kopniecek, R. (1990). Teaching for Conceptual Change : confronting Children Experience. *Phi Delta Kappan*, May 1990, pp 680-684.

6. ANNEXES

Annexe A1 : Modélisation des tables de données

inquiry_teach_element						
pn_elemid	pn_title	pn_sources	pn_teach_content	pn_type	pn_used_sources	pn_teach_userid
1	Déf volcan	http://...	mon texte...	texte	http://...	1
2	un bo volcan	http://...	ma photo...	image	http://...	1
3	lien utiles	.....	mon lien	lien	.....	1
4	consigne	.....	Pour cet ex....	donnee	.....	1
.....

inquiry_teach_file				
pn_fileid	pn_title	pn_creation_date	pn_review	pn_teach_userid
1	fiche volcan	20040709	20040712	1
.....

inquiry_student_file						
pn_student_fileid	pn_fileid	pn_student_userid	pn_groupid	pn_creation_date	pn_review	pn_file_statut
1	1	5	2	20040712	20040730	1
2	1	2	27	20040712	20040730	0
.....

inquiry_student_element				
pn_elem_studentid	pn_elemid	pn_student_fileid	pn_student_content	pn_student_used_sources
1	1	1	blabla	http://...
2	2	1	maphoto	http://...
.....

inquiry_teach_file_rel			
pn_teachfileid	pn_fileid	pn_elemid	pn_rank
1	1	1	2
2	1	2	3
3	1	3	4
4	1	4	1
...

inquiry_expert						
pn_expertid	pn_name	pn_first_name	pn_email	pn_speciality	pn_url	pn_expert_userid
1	Smith	John	johnsmith@hotmail.com	biology	www.monsite.com	1
2	Roberts	Julia	jroberts@hotmail.com	english		2
...

inquiry_expert_call		
pn_callid	pn_fileid	pn_expertid
1	1	1
2	1	2
...

Annexe A2 : Modélisation des tables de données : relations entre les données

