

UTILITE, APPRENTISSAGES ET ENSEIGNEMENT : UNE APPROCHE EVOLUTIONNISTE

André Tricot

Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie

UMR 5263 CNRS, EPHE et Université Toulouse 2

andre.tricot@univ-tlse2.fr

Introduction

Les humains ont plusieurs façons d'apprendre et cette diversité les interroge depuis l'Antiquité. Cette interrogation est le sujet du *Ménon* de Platon, dès son ouverture : « Peux-tu me dire, Socrate, si en fin de compte l'*aretè* est enseignable (*didakton*), ou pas enseignable mais cultivable par l'exercice (*askèton*), ou ni cultivable par l'exercice, ni apprenable (*mathèton*), mais échoit aux hommes par nature ou de quelque autre manière ? ».

Dans ce chapitre, je défends le point de vue selon lequel cette interrogation ne concerne pas seulement les façons d'apprendre mais la fonction même des apprentissages. Une telle approche des différentes fonctions des apprentissages permet de proposer une théorie de l'utilité des apprentissages humains et de considérer de manière cohérente, d'une part, l'étude du développement et des apprentissages chez l'humain, et, d'autre part, la formation et l'enseignement.

La théorie que je propose ici me semble pouvoir régler certains problèmes liés à l'utilisation inappropriée de certaines théories de l'apprentissage ou du développement dans les domaines de la formation et de l'enseignement.

Dans une première partie, je présente les positions qui fondent ma proposition. Elles émanent de Geary (2008) et Sweller (2007), selon qui les humains acquièrent des connaissances primaires par adaptation et de façon implicite, tandis que les connaissances secondaires sont acquises par enseignement, de façon explicite. Les premières sont présentes dans l'espèce humaine depuis plus de 200 000 ans (parler, communiquer, vivre en groupe, découvrir son environnement), tandis que les secondes sont apparues beaucoup plus récemment dans notre espèce, au plus de 5000 à 7000 ans (lire, compter, écrire, étudier l'histoire, faire de la science ou de la philosophie).

Dans la seconde partie, je discute des limites de cette approche, notamment du fait que des connaissances secondaires peuvent être acquises par adaptation. J'aborde aussi le fait que l'approche de Geary (2008) et Sweller (2007) n'a pas été soumise à la réfutation empirique et tente de montrer comment elle pourrait l'être.

Dans la troisième partie, je propose une théorie de l'utilité des apprentissages et de la rationalité des tâches d'apprentissages, c'est-à-dire des relations possibles entre buts et moyens d'apprentissage.

Enfin, je conclus en évoquant quelques applications de cette théorie et les perspectives qu'elle ouvre.

Prises de position

Je propose de définir une connaissance comme tout élément de notre mémoire permettant de comprendre le monde et d'agir sur lui, et qui ne nécessite pas de se souvenir de sa propre source. Un apprentissage correspond alors à l'élaboration ou à la transformation de connaissances.

À propos de ces distinctions, Geary (2008) a formulé une théorie des types de connaissances et des modes d'apprentissage qui me semble assez largement satisfaisante.

Prémisses de la théorie de Geary

Les ressources cognitives issues de l'évolution peuvent être réparties en trois catégories : sociale, biologique et physique, qui correspondent à trois domaines de la psychologie naïve.

Les systèmes attentionnels, perceptifs, et cognitifs, y compris les biais d'attribution, ont évolué pour traiter l'information dans ces trois domaines de la psychologie naïve et guident les stratégies qui facilitent l'accès à ces ressources. Ces systèmes sont largement modulaires.

Les enfants sont biologiquement déterminés pour s'engager dans des activités qui recréent les écologies de l'évolution humaine ; elles se manifestent par des jeux sociaux, et l'exploration des objets et de l'environnement. Ces activités produisent une adaptation sociale et écologique locale.

Pour gérer les variations des conditions sociales et écologiques, les systèmes sont dotés de capacités que nous appelons intelligence et raisonnement quotidien.

Principes de la théorie de Geary

La culture est construite à partir des systèmes cognitifs et motivationnels qui fondent les connaissances naïves. Les innovations culturelles (*e.g.* la méthode scientifique) sont conservées à travers les générations par le biais d'artefacts (*e.g.* les livres) et de traditions (*e.g.* la formation). Cela se traduit par un accroissement du fossé entre connaissances naïves et scientifiques.

Les écoles sont des innovations culturelles qui émergent dans les sociétés où les progrès scientifiques et culturels ont creusé le fossé entre les connaissances naïves et les compétences nécessaires pour vivre en société.

Les écoles organisent des activités pour les enfants, afin qu'ils puissent acquérir les compétences secondaires qui les aideront à combler l'écart entre les connaissances naïves et les exigences de la société.

Les compétences secondaires sont compilées à partir de connaissances primaires et de la capacité d'adaptation des humains.

La motivation des enfants à s'engager dans des activités d'adaptation de leurs connaissances naïves aux conditions locales sera souvent en conflit avec le besoin de s'engager dans des activités d'apprentissage de connaissances secondaires.

Reformulation de la théorie de Geary, par Sweller

Sweller (2007, voir aussi Chanquoy, Tricot & Sweller, 2007 en Français) a repris la théorie de Geary à son compte (à partir notamment d'une version antérieure, Geary, 2005, 2007). Selon Sweller, les connaissances primaires (ou naïves) sont acquises sans enseignement ; leur apprentissage fonctionne par maturation (imprégnation - adaptation). Les connaissances primaires peuvent être extrêmement complexes (*e.g.* rechercher de la nourriture : sortir de chez soi pour acheter de quoi faire une belle salade de tomates).

Les connaissances secondaires (ou scientifiques, innovations culturelles) nécessitent un enseignement, des efforts et de la motivation ; leur apprentissage fonctionne soit par génération aléatoire et sélection (apprentissage par découverte), soit par guidage, enseignement direct et explicite. Les connaissances secondaires peuvent être formellement assez simples (*e.g.* jouer aux échecs) mais difficiles et longues à apprendre.

Beaucoup de connaissances secondaires sont empruntées à d'autres (*i.e.* la culture) ; les connaissances primaires fournissent les habiletés nécessaires pour ce type d'emprunt (*e.g.* aptitude à imiter et écouter les autres).

L'acquisition de connaissances implique presque invariablement un certain niveau de réorganisation.

Les humains disposent d'une mémoire à long terme (MLT) à capacité illimitée, stockant une très grande quantité de connaissances. L'essentiel de l'expertise réside dans l'activation de connaissances en MLT, et non dans des traitements ou des raisonnements profonds (*e.g.* les grands maîtres aux échecs).

Devant une situation inconnue, nous ne pouvons procéder que par analogie avec une situation connue ou par essais au hasard, puis nous évaluons l'effet de notre tentative. Ce qui est souvent extrêmement coûteux en temps et/ou en efforts.

La mémoire de travail (MDT) n'est rien d'autre que la conscience. La MDT a une capacité très limitée en quantité et en temps, pour traiter l'information en provenance des registres sensoriels. Cette limitation permet d'éviter le traitement d'une infinité de possibilités d'actions et de compréhensions contenues dans notre environnement. Nous examinons rapidement un nombre limité de combinaisons possibles. Seules celles qui « font sens » sont maintenues plus que quelques secondes (celles qui ont l'effet voulu et celles qui mobilisent des connaissances en MLT).

L'administrateur central en MDT n'est rien d'autre qu'une fonction des connaissances en MLT. La fonction de la mémoire de travail à long terme (MDT-LT, Ericsson & Kintsch, 1995) est de fournir un lien organisé à l'environnement. Le but de l'information à long terme (la connaissance) est de guider l'activité. Le principe environnemental d'organisation et de liaison permet de transférer très facilement et rapidement d'énormes quantités d'informations de la MLT à la MDT et d'utiliser ces connaissances pour comprendre les situations (*e.g.* en lecture).

Un exemple de faille théorique en enseignement, que cette approche peut résoudre

L'approche que nous venons de présenter pourrait permettre de résoudre certains problèmes à propos des liens entre apprentissage et enseignement. C'est ce que suggère, par exemple, l'article de Vosniadou (2007). L'auteur revient sur le débat entre les approches situées et les approches cognitives des apprentissages et de l'enseignement, à propos du changement conceptuel.

Vosniadou constate que les chercheurs du domaine insistent depuis plus de 20 ans sur la nécessité de donner du sens à la situation, d'impliquer les élèves, notamment à travers une situation authentique, sociale (*e.g.* Brown, Collins & Duguid, 1989). Pour Vosniadou, ce genre d'approche, focalisée sur la situation, conduit à confondre le résultat de la conceptualisation (le concept), le processus d'apprentissage (le changement conceptuel) et la situation (l'ensemble des moyens pour engager les élèves, les mettre en activité). L'importance de la situation conduit à considérer le processus de conceptualisation par enseignement comme relevant de la conceptualisation en général. La possible différence entre la conceptualisation comme processus de construction de connaissances naïves ou comme processus de construction de connaissances scientifiques n'est fondamentalement pas discutée. Conceptualiser c'est conceptualiser.

Pour Vosniadou, il serait pertinent de distinguer trois niveaux de questionnement lors de l'élaboration d'une situation d'enseignement :

- quel résultat est visé ? quel concept nouveau va être élaboré par les élèves ? quel concept ancien va être modifié ?
- quel processus d'apprentissage va être mis en œuvre ? quel va être son exigence, sa difficulté, son coût ?
- quelle situation est susceptible d'engager les élèves, de les mettre en activité ?

Une des raisons les plus importantes de la nécessaire opposition entre le processus de conceptualisation de connaissances naïves et le processus de conceptualisation de connaissances scientifiques est simple : c'est un processus adaptatif et implicite dans le premier cas ; c'est un processus non-adaptatif et explicite dans le second cas. La meilleure situation d'enseignement n'empêchera pas qu'après avoir été élaboré, un nouveau concept aura une très faible valeur adaptative si les situations quotidiennes vécues par l'élève ne changent pas.

Ce que cette approche n'aborde pas

Certaines connaissances sont secondaires et pourtant elles sont acquises par des processus qui relèvent largement de l'adaptation. C'est d'abord le cas dans le développement professionnel. C'est ensuite le cas des pratiques culturelles à l'adolescence.

Les apprentissages adaptatifs de connaissances secondaires professionnelles

Les recherches ont montré que les apprentissages pouvaient être, notamment en contexte professionnel, largement adaptatifs : plus on devient compétent dans un métier et plus on a tendance à se spécialiser, à n'utiliser que les connaissances fréquemment utiles.

Par exemple, Myles-Worsley, Johnston et Simons (1988) proposent à des radiologues une tâche de reconnaissance. Ils présentent 20 diapositives de poumons sains mélangées, de façon aléatoire, avec 20 diapositives de poumons atteints d'une lésion. Le temps de présentation de chaque diapositive est de 500 millisecondes. Ces diapositives sont ensuite combinées avec 40 nouvelles diapositives répétant la même distribution (20 diapositives de poumons sains, 20 de poumons atteints d'une lésion). L'expérience est réalisée avec quatre groupes de participants : des étudiants en premier cycle de médecine, des internes en première année de radiologie, de jeunes praticiens hospitaliers et des radiologues expérimentés. La tâche des participants est de dire si la diapositive qui leur est présentée fait partie du premier ensemble proposé (« vous la reconnaissez ») ou du second (« vous ne la reconnaissez pas »). Une tâche contrôle porte sur la reconnaissance des visages, dans les mêmes conditions. Les performances sont mesurées en termes de taux de

reconnaissance (une bonne reconnaissance est notée +1 et une mauvaise reconnaissance -1). Les pourcentages de bonnes reconnaissances apparaissent dans la figure suivante.

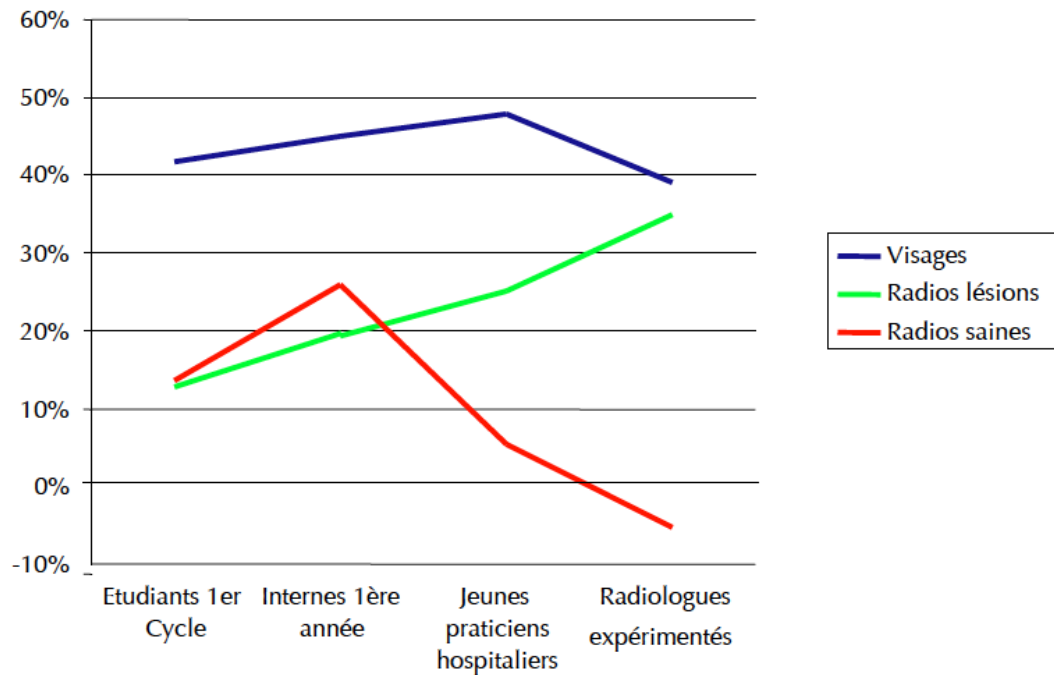


Figure 1. Taux de reconnaissance en fonction du type de radio et du niveau d'expertise

Les résultats montrent que plus les participants sont experts, meilleure est leur performance... mais uniquement pour les radios porteuses d'une lésion. Pour les radios de poumons sains en revanche, il y a une augmentation de la performance en reconnaissance au cours des études, mais, quand les individus sont devenus des professionnels (jeunes praticiens hospitaliers puis expérimentés), les performances chutent. Si ce résultat est interprété en termes de théorie de l'information, il est possible de dire qu'une radio de poumons sains représente, pour les experts, du bruit : elle n'apporte pas de signification, cette information n'est pas nécessaire à encoder. Pour la perception des visages (condition contrôle, qui est une connaissance primaire), il n'existe pas de différence significative entre les quatre groupes.

Cette expérience semble bien montrer que les experts développent une compétence dans un domaine perceptif (ils perçoivent plus vite, mieux, etc.), mais seulement sur un type d'information, ici les lésions de poumons. Ils ne développent donc pas une capacité perceptive générale ; ils sont meilleurs dans la détection de l'information pertinente dans leur domaine d'expertise. Ils s'adaptent à leur environnement professionnel, aux informations qu'ils y perçoivent, aux tâches qu'ils y réalisent. Leur niveau de performance correspond à celui de tous concernant une autre connaissance, primaire cette fois : reconnaître des visages. D'autres études ont montré que l'activité de détection de la lésion dure généralement 400 ms, elle est donc perceptive et non contrôlée (la lésion « saute aux yeux » du médecin). Elle ne présente absolument aucun point commun avec la démarche enseignée. La démarche apprise par enseignement (c'est-à-dire l'exploration systématique et structurée de la radiographie), semble jouer le rôle de précurseur à la connaissance utilisée en situation professionnelle (c'est-à-dire la perception immédiate), qui a été élaborée par adaptation.

Toujours dans le domaine de la radiologie, Raufaste, Eyrolle et Mariné (1998) se sont intéressés à une tâche de diagnostic très difficile. Celle-ci consiste à examiner une radio qui présente des lésions habituellement caractéristiques d'une pathologie fréquente. Or, ce n'est pas cette

pathologie qui est en cause dans ce cas précis. Les chercheurs comparent des internes en début ou en fin d'internat, des radiologues expérimentés (au moins 6 ans d'expérience professionnelle après l'internat) et des radiologues experts, universitaires, reconnus par leurs pairs comme étant les plus compétents. Le résultat obtenu est tout à fait impressionnant puisque les performances chutent entre les médecins en fin d'internat et les radiologues expérimentés pour ce diagnostic « piégeant ». De plus, un taux de précision a été calculé, correspondant au rapport entre le nombre de diagnostics corrects et le nombre de diagnostics envisagés, autrement dit le nombre d'hypothèses envisagées par les radiologues. Contrairement aux experts, les radiologues expérimentés, face à ce type de cas, font des erreurs parce qu'ils n'envisagent pas d'hypothèses alternatives. Ils vont directement au diagnostic le plus évident et n'envisagent pas que cela puisse être autre chose. Ce qui fait l'expertise, c'est peut-être la capacité d'étudier plusieurs hypothèses, y compris les moins évidentes, avant de faire le diagnostic. Autrement dit, les experts exerceraient une sorte de contrôle sur leur propre activité de diagnostic qui les conduirait à envisager des alternatives avant de poser le diagnostic. Il est possible d'envisager qu'ils sont en cela adaptés aux tâches qu'ils réalisent, puisqu'ils sont généralement sollicités pour les diagnostics difficiles, pour les pathologies rares.

Les humains semblent donc capables d'apprendre des connaissances secondaires par enseignement, mais aussi, comme semble l'ignorer l'approche de Geary – Sweller, par pratique professionnelle et par adaptation. Dans le premier exemple que nous avons cité, ils atteignent dans la mobilisation de cette connaissance, le même niveau de performance que lorsqu'ils mobilisent une connaissance primaire (pour une tâche identique dans les deux cas : la reconnaissance).

Les apprentissages adaptatifs de connaissances secondaires culturelles

Les pratiques culturelles innovantes à l'adolescence pourraient très bien représenter un second cas où des connaissances secondaires ne sont pas apprises par enseignement. Je vais aborder ici les connaissances qui servent à utiliser le Web, à y rechercher de l'information. Les jeunes des sociétés riches sont devenus des chercheurs d'informations réguliers et le Web est en train de supplanter l'entourage humain jusqu'alors source d'information préférée (Madden, Ford & Miller, 2007). Comment font-ils pour réaliser une recherche d'information malgré la modicité des connaissances dont ils disposent ? Dans sa thèse, Boubée (2007 ; voir Boubée & Tricot 2010, 2011) a réalisé une série d'observations filmées dans des Centres de Documentation et d'Information. Elle a filmé des recherches spontanées d'élèves (correspondant ou non à un travail scolaire). Une semaine après, elle réalisait une auto-confrontation : elle montrait aux élèves le film de leur activité et leur demandait d'expliquer ce qu'ils avaient fait. Les résultats montrent que les jeunes chercheurs d'information formulent des requêtes et naviguent peu ; utilisent l'image fixe dans plusieurs phases du processus ; font des copiés-collés et leur attribuent plusieurs fonctions dans leur activité.

Concernant plus précisément la forme et le contenu des requêtes, les observations permettent de constater :

- que les requêtes à 1 ou 2 termes sont majoritaires mais que les requêtes à 2, 3 ou 4 termes sont aussi nombreuses que les requêtes à 1 terme ;
- un usage rare de l'opérateur logique ET, et l'existence d'opérateurs inventés comme : () ;
- la présence d'éléments du langage naturel ;

- de nombreuses reformulations (du spécifique vers le générique ; rarement du générique vers le spécifique ; quelques rares synonymes).

À propos de leurs stratégies, les élèves évoquent surtout la formulation de requêtes et peu la navigation. Ils apprécient positivement la formulation de requêtes et négativement la navigation. Ils évoquent spontanément des opérateurs « inventés ». Ils disent essayer de formuler des termes « précis ». Ils disent saisir un seul terme dans la requête et chercher un deuxième concept non écrit dans les listes de résultats. Ils peuvent évoquer la crainte de faire des hors-sujets.

Concernant plus précisément les utilisations de l'image, on observe l'utilisation des images fixes dans plusieurs phases du processus : l'interrogation des systèmes d'information (stratégie) ; l'évaluation de l'information ; la collecte de l'information ; l'usage de l'information. Les élèves disent utiliser Google Images pour trouver un « bon » site. Ils invoquent l'image pour expliquer le rejet d'un document. Ils disent aussi que l'image dans un document leur sert à dire à l'enseignant ce qui est compris du thème de recherche, à exprimer leur opinion ou à influencer les pairs. Lorsqu'ils évaluent l'image, ils invoquent le plus fréquemment un intérêt personnel.

Enfin, Boubée a analysé les rôles des copiés-collés. Ceux-ci sont caractéristiques de l'activité de collecte : on observe un nombre élevé de prélèvements et un rythme de prélèvement régulier. Les copiés-collés débutent tôt, ils donnent lieu à un empilement, il n'y a pas d'opération de mise en forme, les extraits collectés sont de taille réduite, il y a des images. On observe une correspondance entre contenu du copié-collé et celui de la requête. Les élèves vérifient la longueur du document de collecte, ils passent régulièrement en revue le contenu du document de collecte ? Enfin, l'analyse montre assez clairement qu'un copié-collé entraîne le plus souvent une reformulation de requête et que de nouvelles directions conceptuelles sont prises après un copié-collé. Les élèves expliquent qu'ils s'assurent de l'empilement des extraits. Ils vérifient grâce au document de collectes si « rien » ne manque. Ils disent stocker l'information pour pouvoir poursuivre leur activité de recherche d'information. Ils disent s'en servir pour ne pas se perdre, pour éviter le multifenêtrage, pour gérer le temps correspondant à la tâche à effectuer, pour sortir d'Internet et pour lire ultérieurement.

On peut donc raisonnablement penser que les élèves ont développé, de façon autonome, des connaissances documentaires, notamment procédurales, ce à l'insu de l'enseignement, en utilisant le Web.

Pour autant, y a-t-il des passages des apprentissages scolaires aux apprentissages non scolaires ?

Dans leur approche, Geary et Sweller insistent sur la perméabilité entre les connaissances primaires et les connaissances secondaires, les premières servant de « base » aux secondes. Puisque j'ai évoqué les connaissances secondaires acquises sans enseignement, je dois maintenant aborder la question de leur perméabilité avec les connaissances secondaires acquises par enseignement.

L'examen de la littérature dans le domaine conduit généralement à une position très réservée sur cette question. De nombreux travaux montrent que certaines nouvelles technologies, pourtant utilisées quotidiennement par les adolescents aujourd'hui, ne favorisent pas les apprentissages scolaires, voire qu'elles représentent des obstacles aux apprentissages scolaires. C'est le cas notamment de l'image animée comme support de la compréhension de phénomènes dynamiques (Bétrancourt, 2005 ; Boucheix & Lowe, 2010) ou de l'utilisation de documents issus de sources multiples comme support de la compréhension de textes descriptifs (en histoire par exemple : cf.

Rouet et al., 1996, 1997 ; ou plus généralement : Jamet et al. 2008 ; Chevalier & Tricot, 2008 ; Tricot, 2007).

Dans sa thèse, Roussel (2008) a étudié l'utilisation de lecteurs MP3 (connaissance secondaire acquise hors de l'école) en classe de langues (connaissances scolaires). Elle a analysé de façon très détaillée (seconde par seconde) le comportement d'écoute de plusieurs dizaines d'élèves. Elle montre que les bénéfices généraux liés à l'utilisation du lecteur MP3 comme support pour l'écoute concernent surtout les élèves « moyens », alors que les élèves en difficulté en langues tirent un bénéfice assez modeste de ces outils (comparativement avec une écoute imposée par le professeur). L'utilisation de lecteurs MP3 entraîne une activité de régulation de l'écoute (activité absente de l'écoute imposée) : cette activité de régulation peut se révéler coûteuse pour certains élèves en difficulté.

Dans la thèse, Romero (2010) a analysé l'activité d'étudiants participant à des projets pédagogiques à distance, dans le cadre de leur cursus sur un campus virtuel. Elle a constaté que les étudiants, pourtant très familiers des outils de conversation synchrone en ligne (les *chats*), rencontraient les pires difficultés pour coopérer via Internet. Parmi toutes les difficultés rencontrées, celles qui étaient liées à la gestion individuelle et collective du temps (notamment perception intersubjective du temps) semblaient les plus importantes. Romero a développé un outil pour répondre à ces difficultés, en tentant d'aider les élèves à développer des compétences métacognitives (planification, régulation) dans le domaine temporel et en améliorant la visibilité sur le temps des autres et sur le sien. Ses résultats montrent clairement qu'un tel outil ne résout pas le problème. Les étudiants ont tendance à surestimer leur disponibilité et à sous-estimer le travail d'autrui ; leurs erreurs d'estimation sont encore plus grandes pour le groupe ; ils reportent la tâche à plus tard (donc au dernier moment). Cependant, les étudiants s'améliorent au fur et à mesure du projet, au fil des semaines.

Là encore, les résultats montrent que les connaissances secondaires élaborées hors de l'école ont bien du mal à y rentrer.

Après avoir évoqué le problème des différentes façons d'acquérir des connaissances secondaires, et de la perméabilité de ces dernières selon qu'elles sont apprises dans ou hors de l'école, j'aborde maintenant un second problème de l'approche de Geary – Sweller : l'absence de tentative de réfutation, voire sa non-réfutabilité.

Le manque de mise à l'épreuve empirique de cette approche

Si la théorie est de Geary – Sweller est très largement étayée par des résultats empiriques, ces résultats proviennent de deux domaines différents de la psychologie (apprentissage implicites et psychologie de l'éducation) et ils portent sur différents types de connaissances (connaissances naïves *vs* connaissances scolaires). En l'état, cette théorie n'a donné lieu à aucune tentative de réfutation car elle est très difficile à réfuter : les apprentissages et leurs contenus étant différents, on ne voit pas comment ils pourraient être comparables.

Nous avons cherché un moyen de tester directement la théorie, c'est-à-dire un contexte dans lequel les deux types de connaissances sont acquises (Tanguy, Foulon & Tricot, 2010). La biologie est l'un des domaines où il y a connaissances naïves et scientifiques, et où le second type de connaissances est enseigné. Et, en biologie, il y a quelques connaissances, comme la catégorisation des espèces, qui est à la fois une connaissance primaire - naïve, généralement apprise implicitement, et une connaissance secondaire, généralement apprise par enseignement.

Par exemple, les enfants apprennent à classer les animaux vivants dans leur environnement : c'est une connaissance primaire. Mais les élèves apprennent à l'école la catégorisation phylogénétique des animaux, qui est très une connaissance éminemment secondaire (elle vient d'apparaître dans les programmes scolaires). Or la théorie de Geary – Sweller prévoit qu'un apprentissage guidé interfère avec l'apprentissage de connaissances primaires, ou au moins, que ce guidage augmente inutilement la charge cognitive, qui est normalement faible pour ce type de connaissances. Au contraire, un apprentissage guidé facilite l'acquisition de connaissances secondaires. Ce type d'apprentissage implique une charge cognitive plus importante, et le guidage conduit à une baisse de la charge cognitive, à une amélioration de l'apprentissage, en particulier pour les apprenants novices. Ainsi, il est possible, sur un même ensemble d'animaux ou de plantes non familiers des élèves, de tester l'hypothèse selon laquelle le guidage gênera l'apprentissage fondé sur des connaissances primaires (catégoriser selon la ressemblance et le partage d'attributs) tandis qu'il aura un effet positif sur l'apprentissage de la catégorisation des espèces comme connaissance secondaire (détermination phylogénétique).

Ainsi, bien qu'aucune étude (à part la nôtre) ne semble vouloir mettre la théorie de Geary - Sweller à l'épreuve de la réfutation empirique, celle-ci nous semble réfutable.

Il nous semble donc possible de proposer une nouvelle théorie de l'utilité des apprentissages, fondée sur celle de Geary – Sweller, mais qui traite différemment le cas des connaissances secondaires, en intégrant le fait que celles-ci puissent être apprises par des mécanismes adaptatifs, si et seulement si, elles ont une forte valeur adaptative. Cette théorie tente en outre de prendre en compte de façon systématique le problème soulevé par Vosniadou et qui est au cœur de la théorie de la Sweller : celui de la rationalité des tâches d'apprentissage, *i.e.* des relations entre but d'apprentissages et tâches d'apprentissage.

Une théorie de l'utilité des apprentissages

Il existe trois modes d'apprentissage : par développement - adaptation, par enseignement et par pratique professionnelle, les troisièmes étant plus proches des premiers que des seconds. Chaque mode a une utilité différente :

- le développement correspond à l'élaboration de connaissances primaires ou secondaires dont l'utilité peut être appréhendée d'un point de vue adaptatif (est utile une connaissance qui maximise l'adaptation de l'individu à son environnement physique, biologique, technologique, social ou psychologique). L'apprentissage est ici un processus d'adaptation – maturation, fondé sur la détection inconsciente de régularités dans l'environnement (plus un aspect de l'environnement est fréquemment présent et traité, plus il sera appris). Il existe deux grandes catégories de ces apprentissages. Les premiers n'impliquent pas d'activité (ex. l'apprentissage des accents de mots dans sa langue maternelle, Curtin *et al.*, 2005), ils sont complètement implicites, et ils peuvent être réalisés très précocement, très rapidement, sans coût cognitif. Les seconds impliquent une activité, peu coûteuse en efforts cognitifs (ou, en tous cas, qui implique des efforts qui sont perçus comme non coûteux), et très coûteuse en temps. L'exploration de l'environnement, le jeu et les interactions sociales sont les moteurs de ces apprentissages.

- l'enseignement correspond à l'élaboration de connaissances secondaires, dont l'utilité peut être appréhendée d'un point de vue social ou culturel (est utile une connaissance dont la société décide qu'elle est nécessaire à ses enfants et futurs citoyens) ; l'apprentissage est ici un processus largement explicite et coûteux ; le déficit d'utilité perçue de certaines connaissances secondaires se traduit par un déficit de motivation. L'école tente de trouver les moyens qui permettent d'élaborer des connaissances secondaires, notamment en articulant apprentissages implicites et explicites, et en distinguant les efforts utiles et inutiles à l'apprentissage. Une des solutions

souvent envisagée est d'imiter les trois moteurs d'apprentissage impliqués dans le développement fondé sur l'activité : l'exploration de l'environnement, le jeu et les interactions sociales. Il n'est pas certain alors que le coût de ces activités soit négligeable et/ou perçu comme négligeable. Ce coût peut même interférer avec les apprentissages.

- l'apprentissage par la pratique professionnelle est plus proche du développement que de l'enseignement. C'est essentiellement un processus adaptatif (est utile une connaissance qui maximise l'adaptation de l'individu à son environnement de travail). Comme pour le développement, c'est la fréquence d'un aspect de l'environnement ou de l'activité qui prédit le mieux l'apprentissage. Cependant, ces apprentissages adaptatifs étant très coûteux en temps, il est souvent préféré d'enseigner les connaissances professionnelles comme des connaissances secondaires. Ces connaissances secondaires servent alors de précurseurs (au sens de Bastien, 1997) des apprentissages par adaptation. Pour l'exercice de certains métiers, les connaissances acquises par adaptation sont dangereuses car elles conduisent à des erreurs, rares mais graves. Certains individus parviennent à contrôler l'utilisation de ces connaissances adaptatives dangereuses, d'autres individus n'y parviennent pas. Si l'on connaît à peu près les mécanismes de contrôle, on ne sait pas pourquoi seulement certains individus les mettent en œuvre. On ne sait pas non plus comment les enseigner.

Si l'utilité d'un apprentissage est la connaissance, la tâche d'apprentissage est un moyen d'apprendre, pour les connaissances secondaires. S'il est vrai qu'une tâche trop coûteuse altère l'apprentissage visé, il n'est pas toujours possible de modifier la tâche pour améliorer l'apprentissage. Il est donc nécessaire de définir une rationalité des tâches d'apprentissage, *i.e.* un modèle des relations entre des buts et des moyens d'apprentissage. Il existe quatre catégories de relations entre buts et moyens d'apprentissage, c'est-à-dire des relations entre connaissances et tâches :

- réalisation de la tâche \Rightarrow acquisition de connaissance : la réalisation (éventuellement répétée) de la tâche implique l'acquisition d'une connaissance, qui n'est pas la tâche elle-même (*e.g.* si je comprends ce texte alors j'apprends quelque chose à propos de la situation décrite) ;

- acquisition de connaissance \Rightarrow réalisation de la tâche : pour acquérir cette connaissance, il est nécessaire de réaliser cette tâche, mais la réalisation de cette tâche peut permettre d'acquérir d'autres connaissances (*e.g.* pour comprendre le théorème de Pythagore il est nécessaire que j'étudie sa démonstration, mais en étudiant cette démonstration je peux comprendre que l'hypoténuse c du triangle rectangle abc est la diagonale du rectangle ab) ;

- acquisition de connaissance \Leftrightarrow réalisation de la tâche : pour acquérir cette connaissance, il est nécessaire de réaliser cette tâche, et la réalisation de cette tâche me permet d'acquérir cette connaissance et elle seule (*e.g.* pour savoir par cœur cette poésie, il faut que je répète plusieurs fois cette poésie) ;

- réalisation de la tâche = apprentissage de la réalisation de tâche : la réalisation (éventuellement répétée) de la tâche permet d'apprendre à réaliser le tâche mais ne permet pas d'acquérir d'autres connaissances (*e.g.* en utilisant un clavier d'ordinateur, j'apprends à utiliser un clavier d'ordinateur).

Dans le premier cas, il est possible de modifier la tâche pour améliorer l'apprentissage. Dans les autres cas, cela ne semble pas possible.

Conclusion

L'approche des apprentissages de Geary - Sweller semble satisfaisante, car elle règle notamment des problèmes liés à l'utilisation un peu rapide du constructivisme en éducation (Kirschner *et al.*, 2006 ; Sweller *et al.*, 2007), utilisation parfois fondée sur la confusion entre les apprentissages adaptatifs et non coûteux de connaissances primaires (le développement) et les apprentissages scolaires. En revanche, l'approche de Geary - Sweller ignore un aspect important : l'apprentissage par adaptation de connaissances secondaires. Cet apprentissage implique une forte utilité de la connaissance secondaire et une pratique régulière. Cet apprentissage peut être perçu comme peu coûteux car il est fondé sur la pratique (« on n'apprend pas, on travaille », et la conséquence de l'apprentissage est d'entraîner une diminution du coût du travail) ou sur les mêmes moteurs que les apprentissages implicites de l'enfance et de l'adolescence (exploration, jeux, relations sociales). Le transfert de ces apprentissages adaptatifs de connaissances secondaires apprises hors de l'école ne se fait pas aisément car si l'on apprend à utiliser une technologie numérique, une pratique culturelle nouvelle, on n'apprend pas pour autant à réaliser la tâche scolaire correspondante. Si le transfert n'est pas facile, le rôle de précurseur pour d'autres connaissances, secondaires mais adaptatives, peut être joué par ces connaissances secondaires. C'est notamment le rôle de la formation professionnelle que d'enseigner ces précurseurs.

La théorie proposée ici considère donc deux utilités des apprentissages : celle qui maximise l'adaptation de l'individu à son environnement ; celle qui est définie par la société et qui est censée correspondre à une nécessité pour ses enfants et futurs citoyens. Cette théorie propose aussi un modèle de la rationalité des tâches d'apprentissage, qui permet d'identifier les cas où l'on peut agir sur la tâche pour agir sur les apprentissages, et ceux où l'on ne peut pas.

Bibliographie

Bastien, C. (1997). *Les connaissances, de l'enfant à l'adulte*. Paris : Armand Colin.

Bétrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principles. In R. E. Mayer (Ed.) *Handbook of multimedia*. (pp 287-296), Cambridge: Cambridge University Press.

Boubée, N. (2007). *Savoirs documentaires inventés et activité coopérative située : une analyse de l'activité de recherche d'information des élèves du secondaire*. Thèse de l'Université de Toulouse.

Boubée, N., & Tricot, A. (2010). *Qu'est-ce que rechercher de l'information ?* Lyon : Presses de l'ENSSIB.

Boubée, N., & Tricot, A. (2011). *La recherche d'information en contexte : le cas de l'activité informationnelle juvénile*. Paris : Hermès.

Boucheix, J.-M. & Lowe, R.K. (2010) Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning & Instruction*, 20, 123-135

Brown, J.S., Collins, A., & Duguid P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.

Chanquoy, L., Tricot, A., & Sweller, J. (2007). *La charge cognitive*. Paris : A. Colin.

Chevalier, A., & Tricot, A. (Eds.), (2008). *Ergonomie des documents électroniques*. Paris : PUF.

Curtin, S., Mintz, T.H., & Christiansen, M.H. (2005). Stress changes the representational landscape: evidence from word segmentation. *Cognition*, 96, 233-262.

- Ericsson, K.A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- Geary, D. (2005). *The origin of mind: Evolution of brain, cognition, and general intelligence*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D. (2007). Educating the evolved mind: Conceptual foundations for an evolutionary educational psychology. In J.S. Carlson & J R. Levin (Eds.), *Psychological perspectives on contemporary educational issues* (pp. 1-99). Greenwich : Information Age Publishing.
- Geary, D. C. (2008). An evolutionarily informed education science. *Educational Psychologist*, 43, 279-295.
- Jamet, E., Bétrancourt, M., & Rouet, J.-F. (2008). La compréhension des documents complexes. In A. Chevalier & A. Tricot (Eds.) *Ergonomie cognitive des documents électroniques*. Paris : Dunod.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75-86.
- Madden, A., Ford, N. & Miller, D. (2007) Information resources for schoolchildren: perceived and actual levels of usefulness. *Journal of Documentation*, 63, 340-358.
- Myles-Worsley, M., Johnston, W.A., & Simons, M.A. (1988). The influence of expertise on X-Ray image processing. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 14, 553-557.
- Platon, Ménon, traduction Bernard Suzanne plato-dialogues.org/fr/tetra_3/meno/t70a-73c.htm
- Raufaste, E., Eyrolle, H., & Mariné, C. (1998). Pertinence generation in radiological diagnosis : Spreading activation and the nature of expertise. *Cognitive Science*, 22, 517-546.
- Romero, M. (2010). Stratégies métacognitives et apprentissage dans un environnement collaboratif à distance. Thèse de l'Université de Toulouse et de l'Université Autonome de Barcelone.
- Rouet, J.-F., Britt, M.A., Mason, R.A. & Perfetti, C.A. (1996). Using multiple sources of evidence to reason about history. *Journal of Educational Psychology*, 88, 478-493.
- Rouet, J.-F., Favart, M., Britt, M.A. & Perfetti, C.A. (1997). Representation and use of multiple documents by novice and expert history students. *Cognition & Instruction*, 15, 95-106.
- Roussel, S. (2008). L'effet de l'autorégulation matérielle de l'écoute sur la compréhension en classe de langue. Thèse de l'Université de Toulouse.
- Sweller, J. (2007). Evolutionary biology and educational psychology. In J. S. Carlson & J. R. Levin (Eds.), *Educating the evolved mind: Conceptual foundations for an evolutionary educational psychology*. (pp. 165-175). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Sweller, J., Kirschner, P.A., & Clark, R.E. (2007). Why minimally guided teaching techniques do not work : A reply to commentaries. *Educational Psychologist*, 42, 115-121.

Tanguy, F., Foulin, J.-N., & Tricot, A. (2010). The negative effect of guidance on learning based on primary knowledge. *4th International Cognitive Load Theory Conference*, Hong Kong – Macao, November 22-25.

Tricot, A. (2007). *Apprentissages et documents numériques*. Paris : Belin.

Vosniadou, S. (2007). The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change. *Educational Psychologist*, 42, 55-66.