

***APPORTS DES INTERACTIONS LANGAGIÈRES À L'INTÉGRATION
DES TIC DANS L'ENSEIGNEMENT***

Fathi MATOUSSI
ISEFC de Tunis, EDIPSY
Rue Palestine
9070 MEJEZ EL BEB - TUNISIE
Mail : Fathi_matoussi@yahoo.fr

Laurence SIMONNEAUX
ENFA de TOULOUSE, Toulouse EducAgro
BP 87 - 31 326 CASTANET TOLOSAN
Mail : laurence.simonneaux@educagri.fr

Résumé

La visée de notre communication est de mettre en valeur les apports des interactions langagières à l'intégration des documents hypermédias dans une séquence d'enseignement-apprentissage.

En se référant à la théorie de « La Logique Interlocutoire » qui permet l'étude des séquences conversationnelles, nous montrerons que les échanges entre élèves utilisant un document hypermédia, permettent d'une part, de repérer les inconvénients du document hypermédia et d'autre part, de souligner l'effet de l'interaction sur la cognition des interlocuteurs.

En conclusion, les interactions langagières peuvent constituer à la fois un moyen d'analyse des hypermédias et une stratégie d'apprentissage permettant de réduire les difficultés induites par l'hypermédia utilisé.

Mots clés : didactique - hypermédia – logique interlocutoire – cognition – interactions langagières.

Abstract

The aim of this communication is to emphasize the contributions of the linguistic interactions at the integration of hypermedias documents in a teaching sequence.

While referring to the theory of " the Interlocutory Logic " which allows the study of conversational sequences, we will show that the exchanges between pupils using a hypermedia document, allow on the one hand, to locate the disadvantages of the hypermédia document and on the other hand, to underline the effect of interactions on the cognition of the interlocutors.

In conclusion, the linguistic interactions can constitute at the same time a way to analyse of the hypermedias and a teaching strategy to reduce the difficulties induced by the hypermedia used.

Keywords : didactic - hypermedia - interlocutory logic – cognition - linguistic interactions.

1. INTRODUCTION

L'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement est un sujet d'actualité. De nombreuses recherches (Bruillard et Vivet 1994, Legros et al 2000, Vivier 2002, Derycke 2002, Matoussi 2006) ont pointé de nombreuses difficultés rencontrées par des élèves utilisant un document hypermédia dans une séquence d'enseignement-apprentissage.

La visée de cet article est double. Il s'agit de rappeler d'une part, certaines difficultés auxquelles font face les élèves dans une séquence d'enseignement-apprentissage utilisant un CD-ROM. Nous montrons que l'intégration d'un document hypermédia dans une séquence d'enseignement-apprentissage peut générer des obstacles à l'apprentissage. D'autre part, il s'agit de montrer que les échanges entre élèves utilisant un document hypermédia permettent de palier ces difficultés et de souligner l'effet de l'interaction sur la cognition des interlocuteurs.

2. CADRE THÉORIQUE

Le cadre théorique principal de notre travail de recherche est celui de la didactique de la biologie. Mais, le sujet de notre recherche nécessite le recours à des concepts et modèles empruntés à d'autres disciplines telle que la psychologie cognitive. En effet, puisque notre recherche s'intéresse à l'enseignement intégrant les technologies de l'information et de la communication, la théorie cognitive de l'enseignement multimédiatisé de Mayer (Mayer, 2001 ; 2003) et la théorie de la charge cognitive (Sweller, 1988 ; Chandler & Sweller, 1991 ; 1992 ; 1996 ; Jeung, Chandler & Sweller, 1997 ; Tindall, Chandler & Sweller, 1997) offrent un cadre adéquat à notre travail de recherche.

Par ailleurs, sous l'influence du socio-construtiviste, les recherches sur l'enseignement-apprentissage s'intéressent de plus en plus à plusieurs dimensions du social. En effet, de nombreuses recherches s'intéressant à l'impact des variables sociales sur le développement cognitif et la construction des connaissances chez les apprenants se sont développées (Vygotsky, 1934 ; Doise, Mugny et Perret-Clermont, 1975 ; Mugny, 1991 ; Perret-Clermont, 1996 ; Doise et Mugny, 1997 ; Hogan, 1999).

Notre travail de recherche s'inscrit dans une perspective socio-constructiviste. Il s'agit de répondre à la question « dans quelles conditions l'utilisation du CD-ROM « La cellule animale » favorise-t-elle l'appropriation des connaissances par les apprenants ? ». Notre approche est centrée sur la comparaison de modalités d'utilisation du CD-ROM.

3. MÉTHODOLOGIE

Notre travail de recherche porte sur la comparaison de trois situations différentes d'enseignement. Il s'agit d'évaluer l'évolution des connaissances de trois groupes d'apprenants, un groupe témoin et deux groupes expérimentaux, participant chacun à une séquence d'apprentissage bien définie portant sur les « échanges cellulaires ». Nous comparerons l'utilisation du CD-ROM « La cellule animale » en autonomie à celle en binôme. Nous nous référons, pour cela, au socioconstructivisme qui nous enseigne que l'apprentissage serait meilleur lorsqu'il y a interactions langagières.

3.1 Population

Les trois groupes d'apprenants, retenus pour notre expérimentation, sont des élèves de la 3^{ème} année secondaire (une année avant le baccalauréat), section sciences expérimentales.

Les trois groupes sont constitués d'élèves de deux classes différentes et ayant le même enseignant en sciences de la vie et de la terre. La première classe (3^{ème} Sc.Exp.1) comprend 22 élèves et la seconde (3^{ème} Sc.Exp.2) compte 20 élèves. 34 élèves sont retenus pour construire les trois groupes de notre expérimentation. Les 8 élèves restant sont désignés pour une autre stratégie non traitée dans cet article. Les trois groupes formés sont les suivants :

- **Le premier groupe** que nous avons nommé « papier-crayon » est formé de 14 élèves, il a reçu un enseignement classique utilisant des documents représentant les différentes « pages-écran » qui sont visualisées avec les deux autres groupes.
- **Le deuxième groupe**, appelé « hypermédia en autonomie », a reçu un enseignement intégrant l'utilisation du CD-ROM en autonomie. Ce groupe est constitué de 8 élèves installés chacun devant un ordinateur.
- **Le troisième groupe**, nommé « hypermédia en binôme », a bénéficié d'une situation favorisant l'émergence d'interactions sociales. Ce groupe est constitué de 12 élèves (6

binômes) qui sont appelés à utiliser le CD-ROM en binôme sur un même ordinateur. Dans cette situation, tout naturellement des relations se nouent entre les deux apprenants : relations de tutelle lorsqu'il s'agit de « faire comprendre à l'autre », ou relations de coopération lorsqu'il s'agit de co-construction des connaissances.

3.2 Techniques d'investigation

Puisque notre recherche porte sur un nombre restreint d'élèves, nous avons décidé de procéder à une étude fine qui nécessite le recueil de plusieurs types de données. Afin de multiplier les informations récoltées et d'affiner les données, nous avons décidé d'utiliser plusieurs techniques d'investigation : le questionnaire (tests de connaissance), l'entretien et l'enregistrement audio. Il aurait mieux fallu opter pour l'enregistrement vidéo, seulement, l'autorisation, que nous avons eu du ministère de l'éducation et de la formation pour réaliser les différentes expérimentations avec les élèves, n'autorise pas l'enregistrement vidéo. C'est pourquoi nous nous sommes contenté de l'enregistrement audio.

Le test de connaissances : le questionnaire

Pour évaluer l'efficacité d'une séquence d'apprentissage et caractériser l'impact des supports didactiques utilisés, il est nécessaire de recueillir et évaluer les connaissances des élèves des différents groupes expérimentaux avant et après apprentissage. Dans ce cas, la méthodologie adoptée est classique, il s'agit de la technique du pré et post-test. Ainsi l'évaluation des connaissances construites est assurée par l'application des tests de connaissance : un pré-test qui est administré aux élèves avant la séquence d'apprentissage et un post-test auquel les élèves ont répondu juste après enseignement. Ces deux tests permettront de mettre en évidence les connaissances construites par les élèves sur les conditions et les mécanismes des échanges cellulaires.

Le discours des élèves en autonomie (après enseignement)

Dans le cas du groupe « hypermédia en autonomie », en plus des différents tests, nous avons procédé à des entretiens individuels, visant à faire produire par chacun des apprenants un discours sur son expérience de l'apprentissage hypermédiatisé. L'entretien a eu lieu juste après l'expérimentation. Le but est de recueillir une description de ce qu'a vécu chaque apprenant, celui-ci est appelé à raconter tout ce qui s'est passé durant la séquence d'apprentissage, de décrire ce qui a facilité la construction des connaissances et de souligner les difficultés et les problèmes qu'il a rencontrés. Il s'agit de lui faire raconter son expérience, ce qu'il en a retenu et ce qui l'a marqué. L'entretien choisi est du type semi-directif. C'est une situation de face à face entre un investigateur et un sujet. La notion d'entretien est fondée sur la pratique d'un questionnement du sujet avec une attitude marquée de non-directivité de l'investigateur vis-à-vis du sujet comme le soulignent Evrard, Pras et Roux (1993, p.91). Ainsi sur le plan du recueil des données, l'option méthodologique est donc centrée sur la production de discours et sur le plan du traitement, sur l'analyse du discours (avec traitement qualitatif).

Recueil des interactions langagières entre pairs : l'enregistrement audio

Pour le recueil des interactions langagières entre les élèves du groupe « hypermédia en binôme », nous avons enregistré durant toutes les séquences d'apprentissage les travaux de chacun des binômes. Les enregistrements obtenus sont transcrits et analysés.

Pour l'analyse des interactions langagières, nous nous référons à la théorie de « La Logique Interlocutoire » (Trognon, 1995, 1999, 2003 ; Kostulski et Trognon, 1998 ; Trognon et Kostulski, 1999). Il s'agit d'une théorie qui permet l'étude des séquences conversationnelles « *en tant qu'elles accomplissent des événements sociaux et des événements cognitifs* » (Trognon, 1999, p.71). Cette théorie propose un cadre et une méthode permettant de rendre compte de la double dimension sociocognitive de toute interlocution. En effet, la Logique Interlocutoire permet d'explicitier les raisonnements qui émergent au travers des interactions langagières et d'inférer, par voie de conséquence, sur l'état de la cognition de l'interlocuteur.

L'analyse des protocoles verbaux, méthode développée à partir de la théorie de la Logique Interlocutoire, consiste à étudier, pragmatiquement et pas à pas, la nature, l'organisation et les

propriétés des actes de langage échangés. Cette étude de l'organisation de la conversation permet des inférences sur l'état des cognitions des interactants (Roux, 2004).

Lors de l'analyse des interactions des binômes, nous avons caractérisé la force illocutoire de chacun des actes illocutoires des interactants. La force illocutoire est l'un des composants des actes illocutoires. La caractérisation de la force illocutoire permet de distinguer l'importance de l'intervention d'un interactant et d'expliquer les apports et l'impact de cette intervention.

Nous avons utilisé le tableau d'analyse interlocutoire (d'après Trognon, 1999) ci-dessous (tableau 1)

Transactions	Structures	Échanges	Séquentiel	Conversationalnel		
				Illocutoire	Cognitif	
Épisodes (1 à n)	Organisation d'échanges	Unités minimales d'illocutions	Succession des illocutions	Valeur de la force (F)	Objet-cible (p) de la force (état de la cognition)	
					Élève 1	Élève 2
					Non partagé	Non partagé
					Partagé	

Tableau 1 : tableau d'analyse interlocutoire (d'après Trognon, 1999)

Dans la colonne intitulée « cognitif » est noté l'état de la cognition de chacun des deux élèves dans la colonne correspondante. Lorsque l'état de cognition est partagé par les deux élèves, nous notons une description de cet état de cognition dans une même cellule après fusion des deux colonnes.

Nous avons limité notre analyse à celle de la succession des illocutions susceptibles de permettre des inférences quant à l'état de la cognition de chacun des deux interactants et l'impact de l'interaction sociale sur celle-ci. Ainsi nous avons construit le tableau (ci-dessous) en négligeant les colonnes « structures » et « échanges ». Puis nous avons transcrit la succession des échanges langagiers du binôme dans la colonne centrale intitulée « Séquentiel ».

Épisodes (1 à n)	Séquentiel : Succession des illocutions A = Amina ; N = Nadia	A L	Conversationalnel		
			Illocutoire	Cognitif	
			Valeur de la force	Objet-cible de la force (état de la cognition)	
				Amina	Nadia
				Non partagé	Non partagé
				Partagé	

**Tableau 2 : support d'analyse des échanges des dyades du groupe « Hypermédia en binômes ».
(Exemple avec 2 élèves : Amina et Nadia)**

La démarche d'analyse consiste à enregistrer ligne par ligne et au fur et à mesure de leur apparition les illocutions émises lors d'une séquence conversationnelle dans la colonne centrale du tableau d'analyse interlocutoire. Cet enregistrement permet de rapporter la séquentialité des événements interlocutoires, leurs interprétations (sens de l'énoncé ou type et sens du locuteur ou occurrence) et des interprétations cognitives. (Roux, 2004)

Le tableau ainsi construit contient des informations qui permettent d'élaborer « une démonstration de ce que pourraient être les processus 'infraliminaire' responsables de ce qui se manifeste dans l'interlocution » (Trognon, 2003, p. 9). En effet, grâce à l'analyse des actes de langage en tenant compte de leurs dimensions sociale et cognitive, on peut faire apparaître, dans la colonne intitulée « conversationnel », les deux dimensions et les « modéliser » : vers la gauche (colonne « illocutoire »), on peut comprendre l'organisation de sa dimension sociale ; et vers la droite (colonne « cognitif »), on peut inférer les effets des échanges sur la cognition des partenaires (Trognon, 1999). Dans la colonne « A L », nous signalerons l'acte de langage en précisant la force illocutoire de l'acte qui permet de

caractériser le but de l'acte illocutoire et de mieux comprendre la valeur de la force portée dans la colonne suivante.

L'analyse des échanges langagiers de chacun des six binômes est faite en trois étapes :

- 1^{ère} étape : découpage des échanges de chaque binôme en épisodes. Chaque épisode est défini par un ensemble d'échanges (un ensemble de tours de paroles) sur un thème bien précis et / ou caractérisant une étape socio-cognitive bien déterminée.
- 2^{ème} étape : analyse des épisodes, ligne par ligne, sous l'éclairage de la théorie de la logique interlocutoire. Nous nous attachons à attribuer un sens aux interactions de co-élaboration entre interactants à partir d'une analyse des actes illocutoires.
- 3^{ème} étape : analyse fine de quelques séquences d'échanges en fonction des problèmes et des difficultés rencontrés par les élèves. Nous dégagerons :
 - ◆ Le mode de fonctionnement du binôme.
 - ◆ Les problèmes liés aux obstacles épistémologiques.
 - ◆ Les obstacles liés au CD-ROM. Nous distinguons les obstacles langagiers et les obstacles liés à la structure du CD-ROM
- Nous mettons en évidence les apports des interactions langagières dans la co-construction des connaissances par les élèves et l'évolution des connaissances individuelles de chacun des deux élèves du binôme.

4. RÉSULTATS

L'analyse du CD-ROM a montré que son intégration dans des séquences d'enseignement-apprentissage peut induire un certain nombre de difficultés dues essentiellement aux aspects négatifs du CD-ROM qui sont les suivants :

- ❖ La navigation peut s'accompagner d'un phénomène de désorientation engendré par les faits suivants :
 - Absence d'une table des matières et d'un index facile d'accès.
 - La navigation n'est pas rendue aisée par un même menu repris sur toutes les pages.
 - Il y a un excès de liens hypertextes qui ne sont pas regroupés logiquement.
 - L'absence de légende pour la majorité des schémas et des animations.
- ❖ Le contenu du CD-ROM « La cellule animale » est riche en textes explicatifs qui accompagnent les schémas et les animations. Certains de ces textes sont statiques, d'autres sont dynamiques. Seulement, le texte explicatif est adjacent (à côté) à la partie du schéma ou de l'animation. Une telle organisation des textes explicatifs entraîne chez l'élève un effet de dissociation de l'attention qui engendre une surcharge cognitive non favorable à la réussite des séquences d'enseignement-apprentissage.
- ❖ L'animation et le texte explicatif correspondant défilent en même temps et la vitesse de défilement du texte est si grande que sa lecture devient impossible.
- ❖ L'absence de toute activité d'apprentissage permettant aux élèves de mieux comprendre les phénomènes étudiés. L'activité dominante de l'apprenant se réduit à la lecture et à l'observation des images et des animations proposées.
- ❖ L'absence d'activités d'évaluation permettant de vérifier la réussite des apprentissages.
- ❖ L'absence des aides à l'apprentissage. Le CD-ROM ne propose ni un glossaire ni des renvois à des textes explicatifs susceptibles d'éclairer l'élève sur les termes et les notions abordés.
- ❖ Le contenu du CD-ROM ne tient pas compte des concepts chimiques que l'élève doit mobiliser.
- ❖ L'absence de traitements didactiques des obstacles épistémologiques liés à l'enseignement-apprentissage des concepts se rapportant aux échanges cellulaires.

Les résultats du questionnaire, administré au pré-test et au post-test, ont montré que les réponses des élèves du groupe « papier-crayon » et ceux du groupe « hypermédia en autonomie » ne permettent pas de distinguer une quelconque évolution des connaissances des élèves après les séquences d'enseignement-apprentissage qu'ils ont suivies. Ces résultats ont permis de conclure que l'utilisation du CD-ROM en autonomie rejoint le modèle d'enseignement transmissif décrit par le slogan « *a sage on the stage* » (un sage sur l'estrade). En effet, en ne proposant que des pages écrans présentant des connaissances, nous sommes en présence de pratiques qui caractérisent traditionnellement l'enseignement transmissif. Il s'agit dans ce cas d'un enseignement transmissif assisté par les TIC.

Par contre pour le groupe « hypermédia en binôme », la comparaison des réponses des élèves permet de distinguer des différences nettes, traduites par plus de bonnes réponses au post-test qu'au pré-test. Ce résultat témoigne d'une évolution au niveau des connaissances construites par les élèves. Laquelle évolution atteste de l'apport de la séquence d'enseignement-apprentissage intégrant l'utilisation du CD-ROM en binôme.

L'utilisation du CD-ROM en binôme et l'analyse des interactions langagières des différents binômes ont permis de pointer les difficultés auxquelles les élèves ont fait face lors des séquences d'enseignement-apprentissage. En effet, nous avons repéré des moments de blocage ou de confusion qui traduisent des difficultés dont l'origine est multiple. Certaines difficultés sont liées à la structure et l'organisation du contenu du CD-ROM, d'autres à des obstacles langagiers et/ou aux obstacles épistémologiques liés à l'enseignement des échanges cellulaires.

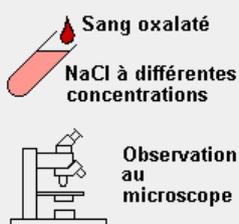
Les propriétés du CD-ROM, qui ont induit les difficultés de son utilisation et qui sont à l'origine des moments de blocage et de confusion chez les élèves, sont les suivantes :

- ❖ Le titre de la page écran « la diffusion simple », ci-dessous, est à l'origine des confusions manifestées par les élèves. En effet, le titre laisse croire que tout le contenu de la page porte sur la diffusion. Alors que la page-écran présente deux phénomènes : l'osmose et la diffusion.
- ❖ De même, l'introduction, placée juste après le titre et dont le texte est le suivant : « *deux types de substances traversent la membrane par diffusion simple : l'eau et certains solutés* », sous-entend que les mouvements de l'eau et des solutés, à travers la membrane cellulaire, sont assurés par un même mécanisme, la diffusion simple. Alors que les mouvements d'eau à travers la membrane sont régis par les lois de l'osmose.
- ❖ L'organisation du contenu de la page, qui montre les deux textes expliquant respectivement l'osmose et la diffusion des solutés sous le tableau résumant les expériences, laisse croire que ces deux textes portent sur le même phénomène, l'osmose ou sur la diffusion. Alors que chacun des deux textes porte sur un phénomène.

La diffusion simple

Deux types différents de substances traversent la membrane par diffusion simple : **l'eau et certains solutés.**

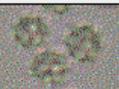
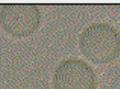
Les mouvements d'eau ou osmose



Sang oxalaté
NaCl à différentes concentrations

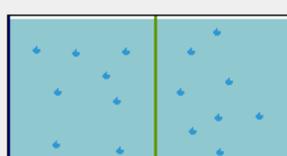
Observation au microscope

Expérience

Concentration de NaCl (g / L)	12 (milieu hypertonique)	9 (milieu isotonique)	6 (milieu hypotonique)	3 (milieu très hypotonique)
Aspect des hématies				
Analyse des résultats	- Forme crénelée - Sortie d'eau de l'hématie	- Aspect normal - Flux net d'eau nul.	- Forme globuleuse - Entrée d'eau dans l'hématie	- Hématies éclatées - Forte entrée d'eau dans l'hématie

Conclusion : L'osmose est un mouvement de molécules de solvant (eau), à travers une membrane sélectivement perméable, depuis un milieu de faible pression osmotique vers un milieu de forte pression osmotique.

Les mouvements de solutés



Lorsque deux compartiments sont séparés par une membrane, le soluté se déplace dans le sens de son gradient de concentration, jusqu'à obtention d'un équilibre.

Index

Menu principal
Quitter

Page écran : « la diffusion simple »

- ❖ L'absence des éléments d'aide à l'apprentissage, un glossaire ou des résumés des notions abordées, a fait de l'utilisation du CD-ROM, une source de difficultés liées à des problèmes langagiers. En effet, certains termes tels que « crénelé », « oxalaté » ou « pression osmotique » ne sont pas accompagnés des explications nécessaires. Ces termes ont mis les élèves en difficulté et ont empêché la compréhension des phénomènes étudiés.
- ❖ La présentation des résultats de la quatrième expérience (cinquième colonne et deuxième ligne du tableau de la page écran ci-dessus) n'est pas adéquate. La case ne montre qu'une plage sombre sans aucune indication qui traduit l'éclatement des hématies. Cette présentation a été source d'une difficulté supplémentaire pour l'élève qui n'arrive pas à admettre le résultat de l'expérience.
- ❖ Le choix des couleurs pour certaines animations n'est pas aussi adéquat. Dans l'animation représentant les mouvements des solutés, les particules du soluté sont colorées en bleu, couleur généralement réservée aux molécules d'eau. Ainsi l'élève peut considérer que l'animation décrit les mouvements d'eau à travers la membrane. Il peut comprendre que cette animation explique le phénomène d'osmose présenté par les quatre expériences du tableau et qu'il vient juste d'étudier.

Ainsi lors de l'enseignement-apprentissage des échanges cellulaires, les élèves se trouvent face à des difficultés dues à l'impact conjugué des obstacles épistémologiques et des difficultés liées à la structure et à l'organisation du contenu du CD-ROM.

L'analyse des échanges langagiers des différents binômes a permis de mettre en évidence l'importance des interactions entre pairs dans l'identification et le dépassement des difficultés. En effet, plusieurs problèmes ont été résolus grâce aux apports des explications avancées par l'un des deux élèves du binôme ou par les moments de coopération ou de conflit qui ne peuvent apparaître que dans des situations d'interaction. Les deux exemples ci-dessous illustrent les apports des interactions langagières.

Exemple 1

Les extraits ci-dessous illustrent l'évolution des énoncés d'un élève (Imen). Nous notons les différentes précisions apportées par cette élève pour décrire les mouvements d'eau au cours de l'osmose.

Les premières interventions (I2, I8) de Imen révèlent ses difficultés à comprendre le phénomène et à décrire les mouvements d'eau entre les milieux intracellulaire et extracellulaire.

I2	<i>OK, on a un milieu hypertonique. Qu'est ce que ça veut dire hypertonique ?</i>
H2	<i>C'est-à-dire concentration très élevée.</i>
I3	<i>(Prend note en prononçant ce qu'elle écrit) : hypertonique = solution élevée.</i>
H3	<i>Concentration élevée.</i>
I4	<i>Oui, hypertonique = concentration de la solution élevée.</i>

H6	<i>Oui, normalement (.....) sortie d'eau, c'est-à-dire l'eau était dans l'hématie puis elle est sortie. Ici, diffusion elle passe du plus concentré au moins concentré, c'est-à-dire il y a diffusion simple.</i>
I7	<i>Donc (euu)</i>
H7	<i>(Demande à Imen d'écrire) : passage de l'eau, expérience 1</i>
I8	<i>C'est l'eau qui passe ?</i>

Dans une première intervention (tour de parole I15) Imen précise que l'eau est sortie de l'hématie sans évoquer les concentrations des milieux extra et intracellulaire.

I15	<i>L'eau est sortie des hématies, l'eau a quitté les hématies.</i>
-----	--

Le long des interventions, I20 et I22, Imen modifie son discours et évoque les deux milieux en distinguant le milieu hypotonique de l'hypertonique. Mais elle se trompe sur le sens du déplacement de l'eau.

I20	<i>Donc l'eau passe du milieu extracellulaire vers le milieu intracellulaire.</i>
I22	<i>Donc l'eau passe du milieu hypertonique vers le milieu hypotonique. C'est une simple diffusion.</i>

Enfin, au cours de son intervention I30, Imen reformule encore une fois son discours et apporte les corrections nécessaires. Elle précise le sens exact du déplacement de l'eau après avoir établi le lien entre concentration et pression osmotique.

La réussite de Imen atteste des apports de l'interaction. En effet, après les moments de confusion et de blocage observés au début (interventions I2, I3, I4, I20 et I22), Imen a surmonté ses difficultés pour formuler une interprétation adéquate du phénomène étudié.

I30	<i>Bien, pour la conclusion : l'osmose est un mouvement de molécules du solvant depuis un milieu de faible pression osmotique vers le milieu de forte pression osmotique. Donc l'osmose est un phénomène par lequel l'eau passe du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré</i>
-----	---

Exemple 2

Pour un autre binôme « Abir et Chourouk », dans son intervention A54, Abir montre des difficultés et son discours révèle qu'elle se trompe sur le sens du mouvement de l'eau en précisant qu'il se fait du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré.

A54	<i>C'est-à-dire, elle est remplie d'eau. C'est-à-dire elle s'est déplacée vers le milieu le moins concentré (.....)</i>
-----	---

Le long de la séquence d'échanges ci-dessous, Chourouk a essayé d'expliquer à Abir qu'elle s'est trompée sur le mouvement de l'eau.

C69	<i>Bien, écoute moi d'abord. Forte entrée ce n'est pas du plus concentré vers le moins concentré ?</i>
A75	<i>Oui</i>
C70	<i>Tu as écrit l'inverse</i>

Mais, même après les explications de Chourouk, Abir continue à se tromper sur le sens du déplacement de l'eau. Les interventions A71, A77, A80 et A86 illustrent les difficultés de Abir qui est toujours confuse. Elle confond osmose et diffusion du soluté. Elle demande à son binôme la traduction de deux termes qu'elle précise en langue arabe.

A71	<i>Est moins concentré, donc il y a un passage d'eau dans l'hématie. Ce passage se fait du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré ce qui (yçabbab) ce qui (natija)</i>
A77	<i>Forte, forte celle-là, l'eau a passé avec force jusqu'à l'éclater. Donc, vers le milieu le moins concentré ce qui, ce qui Monsieur, monsieur comment on dit (yontij)</i>
A80	<i>Le passage se fait du milieu le plus concentré vers le moins concentré, ce qui laisse l'hématie s'éclate</i>

A86	<i>Du faible vers le plus. Du faible vers le plus fort. Du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré. Du faible au plus, c'est l'osmose. C'est le phénomène d'osmose. Par contre,</i>
-----	--

Abir ne réussit à dépasser sa difficulté qu'à partir de son intervention A87 ci-dessous. Elle n'est plus confuse, elle distingue l'osmose de la diffusion du soluté.

A87	<i>Par contre, la 2^{ème} conclusion, cas de, de, attends, c'est quoi ça ? Du moins vers, l'osmose, c'est la 1^{ère} expérience. Bien, 2^{ème} conclusion, c'est le décrit, il décrit le phénomène de simple diffusion du milieu</i>
-----	--

5. CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons dire que l'utilisation du CD-ROM « la cellule animale », dans des séquences d'enseignement-apprentissage portant sur les échanges cellulaires avec des élèves de la 3^{ème} année secondaire, a été une source de nombreuses difficultés pour les apprenants. Ces difficultés sont, essentiellement, dues à la surcharge cognitive induite par la structure et l'organisation du CD-ROM et aux obstacles épistémologiques non traités par le contenu de ce CD-ROM.

Ainsi, suite aux difficultés mises en évidence par notre travail de recherche, nous pouvons conclure que l'utilisation du CD-ROM « la cellule animale » dans l'enseignement des échanges cellulaires nécessite l'accompagnement de stratégies didactiques permettant de remédier les effets des aspects négatifs du CD-ROM. Il s'agit de stratégies visant à réduire la charge cognitive externe et à apporter l'aide nécessaire permettant aux élèves de dépasser les moments de blocage et de confusion dus à la structure du CD-ROM et l'organisation du contenu des pages écrans.

L'utilisation d'un CD-ROM dans l'enseignement ne permet pas de faire l'économie de mise en place de stratégies didactiques indispensables à la réussite des apprentissages et la construction des connaissances par les élèves. L'intérêt de l'utilisation du CD-ROM dans l'enseignement réside surtout dans son intégration à des démarches d'apprentissage constructivistes qui s'appuient sur les apports des recherches en didactique de la biologie. Avant tout, le CD-ROM doit rester un outil au service des élèves et des enseignants.

Les stratégies didactiques, susceptibles d'accompagner l'intégration du CD-ROM dans l'enseignement-apprentissage des échanges cellulaires, peuvent s'appuyer sur la réduction de la surcharge cognitive et le traitement des obstacles épistémologiques.

Ainsi, suite aux résultats de notre recherche qui ont démontré les limites de l'utilisation du CD-ROM en autonomie, nous proposons une stratégie didactique fondée sur une médiation de l'enseignant combinée au travail en binômes. Cette médiation, dont le but sera de traiter les difficultés des élèves et faciliter ainsi les apprentissages, peut être assurée par les opérations suivantes :

- ❖ Précision du but des différentes activités proposées aux élèves.
- ❖ Précision de l'importance et du sens de l'enseignement-apprentissage des phénomènes à étudier.
- ❖ Proposition de textes explicatifs des différents termes sources de difficultés et/ou de confusions.
- ❖ Traitement des difficultés liées aux obstacles épistémologiques.

Dans le cas de l'osmose et de la diffusion, nous pouvons définir, pour une médiation assurée par l'enseignant, les actions suivantes :

1. Précision des activités et de leurs buts : l'enseignant précise que la première tâche consiste en une analyse des expériences présentées sur la page écran « la diffusion simple ». Il explique ensuite que le but de l'analyse est de déterminer, pour chaque expérience, le sens du mouvement de l'eau.
2. Rappeler que la concentration interne des hématies en NaCl est de 9 g/l. Cette information permet de comparer les milieux intra et extracellulaire.
3. Préciser que la deuxième tâche, l'interprétation des résultats, consiste à déterminer les conditions des échanges cellulaires d'eau (la loi de l'osmose).
4. Proposer aux élèves un document expliquant les concepts que l'élève doit mobiliser et précisant le lien entre les concepts interdépendants.
5. Présenter les consignes pour une meilleure exploitation du CD-ROM. Il s'agit, surtout, de consignes permettant l'affichage des pages-écrans et le lancement des animations.

6. Proposition des textes explicatifs des animations sur un support papier. Le but est de remplacer les textes d'accompagnement qui défilent en même temps que l'animation.

Cette médiation serait plus efficace si le contenu du CD-ROM subit les corrections et les modifications susceptibles d'apporter des solutions aux aspects négatifs liés à la structure et à l'organisation du contenu du CD-ROM.

Pour atténuer les aspects négatifs du CD-ROM, qui sont à l'origine des difficultés des élèves, à savoir les moments de blocage liés aux problèmes langagiers et les confusions induites par l'organisation du contenu des pages écrans, nous proposons les modifications suivantes :

- ❖ Pour résoudre les difficultés liées aux problèmes langagiers, nous proposons l'ajout des éléments d'aide comme un glossaire ou des résumés expliquant les termes susceptibles de mettre les élèves en difficulté. Par des liens hypertextes, chacun des termes choisis peut renvoyer à un glossaire ou faire apparaître un encadré contenant les explications nécessaires à sa compréhension.
- ❖ Pour résoudre les problèmes de confusions liés à l'organisation des pages écran et en s'appuyant sur les caractéristiques de la page écran « la diffusion simple », nous proposons les modifications suivantes :
 - Répartir le contenu de cette page sur deux pages distinctes. La première portera sur l'osmose et ne contiendra que le tableau des expériences et la conclusion qui l'accompagne. Cette page peut porter le titre suivant : « les échanges d'eau ». La deuxième page sera consacrée à la diffusion des solutés. Elle ne contiendra que l'animation et la conclusion qui l'accompagne. Cette page peut porter le titre suivant : « les mouvements des solutés ».
 - Ajouter une légende à l'animation « les mouvements de solutés » et changer la couleur des particules du soluté en évitant la couleur bleue.
 - Modifier la représentation des résultats de la quatrième expérience en présentant des débris témoignant de l'éclatement des hématies.
 - Apporter des modifications au texte de l'introduction qui apparaît sur cette page écran juste après le titre. Nous proposons par exemple la suppression de l'expression « par diffusion simple » et l'introduction devient : « *deux types de substances traversent la membrane : l'eau et certains solutés* ».
- ❖ Pour réduire la charge cognitive extrinsèque due à l'organisation des textes explicatifs accompagnant les schémas et les animations, nous proposons que chaque texte soit intégré au schéma auquel il apporte des explications. L'intégration du texte explicatif au schéma correspondant réduit l'effet de dissociation de l'attention chez l'élève.

Notre travail de recherche ne permet pas la généralisation des conclusions à cause de sa faible validité externe. Seulement, les résultats des tests de connaissances et l'analyse des interactions langagières des binômes nous ont permis de mettre en évidence, chez les élèves, des difficultés liées à la structure et à l'organisation du contenu du CD-ROM « la cellule animale ». Ceci permet de soulever la question des caractéristiques des CD-ROM à utiliser dans l'enseignement. En effet, nous nous interrogeons sur la possibilité ou la nécessité de construire des modèles de CD-ROM spécifiques à l'enseignement-apprentissage. Est-il économiquement possible qu'un marché de produits spécifiques à une utilisation en classe puisse exister ? L'école doit-elle s'adapter aux produits diversifiés existant sur le marché ou doit-elle exiger des produits propres à la classe ? Si l'école doit s'adapter aux produits existant sur le marché, quelle maîtrise didactique doit être exigée de l'enseignant pour optimiser l'utilisation de ces produits numériques édités dans une logique de large consommation ?

Notre travail de recherche a permis de souligner l'importance des interactions langagières comme moyen d'analyse du CD-ROM et comme stratégie d'apprentissage permettant de réduire les difficultés induites par l'hypermédia utilisé.

BIBLIOGRAPHIE

Bruillard E. & Vivet, M. *Didactique et intelligence artificielle*. La pensée sauvage éditions, 1994.

Chandler, P., & Sweller, J. Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 1991, 8, pp. 293-332.

Chandler, P., & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 1992, 62, pp. 233-246.

- Chandler, P., & Sweller, J. Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 1996, 10, pp. 151-170
- Derycke, A. « Sept questions sur le E - Learning : vers une problématique nouvelle pour la recherche ? » ; in George-Louis Baron et Éric Bruillard (éds) ; *Les technologies en éducation perspectives de recherche et questions vives* ; Actes du Symposium international francophone. Paris : INRP, 2002, pp. 27 - 39.
- Doise, W. et Mugny, G. *Le développement social de l'intelligence*, Paris, A. Colin, 1997 (édition originale, 1981).
- Doise, W., Mugny, G. et Perret-Clermont, A. « Social interaction and the development of cognitive operations » , *European Journal of Social Psychology*, 1975, n° 5, pp. 367-383.
- Hogan, K. Sociocognitive roles in science group discourse. *International Journal of Science Education*, 1999, 21 (8), 855-882.
- Jeung, H., Chandler, P & Sweller, J. The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. *Educational Psychology*, 1997, 17, pp. 329 -343.
- Legros, D. & Crinon, J. (Eds). « *Psychologie des apprentissages et Multimédia*. Paris : Colin, 2000.
- Matoussi, F. (2006). Les technologies de l'information et de la communication intégrées dans l'enseignement de la biologie. Le cas des échanges cellulaires. Thèse pour l'obtention de diplôme de docteur en didactique ; Université de Toulouse II Le-Mirail ; (non publiée)
- Mayer, R. E. *Multimedia Learning*, Cambridge University Press, 2001.
- Mayer, R.E. The promise of multimedia learning : using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 2003, 13 ; pp. 125 – 139.
- Mugny, G. *Psychologie sociale du développement cognitif*, Berne, P. Lang, 1991 (édition originale, 1985).
- Perret-Clermont, A. *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*, Berne, P. Lang, 1996 (édition originale, 1979).
- Roux Jean-Paul. Co-résolution de problèmes, médiations sémiotiques langagières et constructions cognitives : les apports de la théorie de l'analyse interlocutoire. Colloque Faut-il parler pour apprendre ? Dialogues, verbalisation et apprentissages en situation de travail à l'école : acquis et questions vives. 24, 25 et 26 mars 2004 - Arras
- Sweller, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning, *Cognitive Science*, 1988, 12, 257-285.
- Tindall-Ford, S., Chandler P. & Sweller, J. When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology : Applied*, 1997, 3, pp. 257-287.
- Trognon, A. La fonction des actes de langage dans l'interaction : l'exemple de l'intercompréhension en conversation. in V. de Nucheze & J. M. Colletta (Eds.). « *L'interaction en question* », LIDIL, 1995, 12, pp. 67-87.
- Trognon, A. Éléments d'analyse interlocutoire. In Gilly, M. Roux J.P. & A. Trognon (Eds.), *Apprendre dans l'interaction. Analyse des médiations sémiotiques* (pp. 69-94). Nancy & Aix : Presses Universitaires de Nancy & Publications de l'Université de Provence, 1999.
- Trognon, A., & Batt, M. L'élaboration et l'appropriation des cognitions dans l'interlocution ou comment représenter le passage de l'Intersubjectif à l'Intrasubjectif en Logique Interlocutoire. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, 2003, 32, pp. 3.
- Trognon, A. et Kostulski, K. “ Éléments d'une théorie sociocognitive de l'interaction conversationnelle ”, *Psychologie Française*, 1999, n° 44 (4), pp. 307-318.
- Vivier, J. « Problèmes cognitifs liés à l'usage des technologies informatiques en éducation. Un exemple : les problèmes de référencement spécifiques à chaque technologie. » in George-Louis Baron et Éric Bruillard (éds) ; *Les technologies en éducation perspectives de recherche et questions vives* ; Actes du Symposium international francophone ; Paris ; INRP ; 2002 ; p. 165 - 175.
- Vygotsky, L.S. *Pensée et langage*. Paris : Editions sociales, 1934/1985.