

**Évaluation d'un dispositif  
didactique utilisant une approche  
conceptuelle en écologie,  
l'apprentissage par résolution  
de problèmes et le débat socio-  
cognitif à l'université :  
compte rendu d'innovation**

**Appraisal of a university teaching  
device which deals with a concept of  
ecology, the problems based learning  
and the socio-cognitive debate :  
report of innovation**

**Christian REYNAUD, Daniel FAVRE**

Laboratoire de Modélisation de la Relation Pédagogique  
(Équipe ERES), C.C. 089  
Université Montpellier II  
Place Eugène Bataillon  
34095 Montpellier cedex 5.

## **Résumé**

*Un dispositif didactique innovant centré sur l'appropriation du concept d'écosystèmes paraliques a été testé auprès d'étudiants à l'université. Nous présentons les résultats obtenus avec quatre groupes expérimentaux et un groupe de référence, ainsi qu'un rappel des principes ayant présidé à l'élaboration du dispositif, en particulier l'intérêt d'introduire une phase de "débat" socio-cognitif.*

**Mots clés :** *dispositif didactique, situation-problème, débat socio-cognitif.*

## **Abstract**

*A teaching device which aims at the learning of the paralic ecosystems concept has been tested with university students. We present results obtained with four experimental groups and a reference one. Principles which had directed the elaboration of the device, and in particular the introduction of a phase of socio-cognitive "debate", are analysed.*

**Key Words :** *teaching device, problems-situations, socio-cognitive debate.*

## **Resumen**

*Un plan didáctico innovador centrado en la apropiación del concepto de ecosistemas parállicos ha sido probado con estudiantes universitarios. Nosotros presentamos los resultados obtenidos con cuatro grupos experimentales y un grupo de referencia, así como el análisis de los principios que habían precedidos a la elaboración del plan, en particular la introducción de una fase de "debate socio-cognitivo".*

**Palabras claves :** *plan didáctico, situación problema, debate socio-cognitivo.*

## **1. INTRODUCTION**

Ce travail s'insère dans une recherche sur les conditions de construction et de diffusion d'un concept scientifique – celui d'écosystèmes paraliques – qui a été développé depuis 1983 dans le champ de l'écologie des milieux littoraux (Guelorget & Perthuisot, 1983). Pour compléter l'analyse épistémologique de son développement, sa diffusion a été étudiée auprès d'un public utilisateur du concept : les élus locaux responsables de l'aménagement des étangs de la région Languedoc-Roussillon (Reynaud et al., 1996a), et dans divers contextes tels que celui des colloques spécialisés en écologie marine (Reynaud et al., 1996b). D'éventuels obstacles ou limites à sa communication ont ainsi pu être mis en évidence. De plus, les conditions dans lesquelles un concept scientifique est communiqué ont été précisées grâce à une étude des représentations de la science chez les vulgarisateurs scientifiques (Reynaud, 1997).

Parallèlement, une collaboration étroite avec les chercheurs ayant développé ce nouveau champ théorique nous a permis de formaliser un modèle didactique du concept tenant compte des difficultés qui pourraient s'opposer à son appropriation. Les informations recueillies auprès des divers publics nous ont guidés pour construire une présentation du concept en organisant ses caractéristiques formelles et en faisant référence aux problèmes, issus de rapports d'expertise, qu'il permet de résoudre (Reynaud et al., 1995). Ces travaux ont ainsi permis d'identifier progressivement des conditions susceptibles de favoriser l'enseignement du concept.

À ce stade, il est devenu possible de construire un dispositif didactique expérimental intégrant les différents éléments de la formalisation du concept dans une démarche prenant en compte des propositions issues de recherches en didactique telles que l'apprentissage par résolution de problèmes et la mise en place de phases de « débats socio-cognitifs » (Reynaud & Favre, 1997). Dans une dernière étape, il nous restait à évaluer qualitativement et quantitativement l'efficacité de cette approche auprès des étudiants de notre université puisque les connaissances relevant du champ conceptuel des écosystèmes paraliques sont enseignées en écologie marine au niveau bac + 3.

## 2. CADRE THÉORIQUE DE RÉFÉRENCE ET CHOIX DIDACTIQUES

Les références théoriques qui ont guidé l'élaboration du dispositif peuvent être présentées sous la forme de quatre « principes ».

Le premier principe, qui s'est imposé à partir des recherches en didactique des sciences (Giordan & De Vecchi, 1987 ; Astolfi & Develay, 1989 ; De Vecchi & Giordan, 1989), pourrait s'exprimer ainsi : **rechercher, identifier les notions conceptuelles dont on vise l'acquisition pour un public donné** ; il s'agit de reconnaître les outils théoriques qui permettent d'appréhender une classe de problèmes donnée. L'approche conceptuelle conduit non seulement à une définition des concepts, mais elle implique aussi d'élargir l'analyse à un ensemble d'éléments connexes. Ainsi, plusieurs cadres théoriques ont été proposés pour identifier une « *aura conceptuelle* » (De Vecchi & Giordan, 1989), des « *trames conceptuelles* » (Astolfi & Develay, 1989) ou un « *champ conceptuel* » (Vergnaud, 1990). Toutefois, en dehors de ces analyses théoriques, la formalisation d'un concept peut viser des objectifs plus pragmatiques pour constituer un support de communication.

Le deuxième principe, dans cette optique, s'inspire de l'approche de Barth (1987, 1993). Cet auteur propose en effet un « *modèle opérationnel du concept* » qui consiste à le concevoir comme une association d'attributs. Le principe issu de cette approche consisterait alors à **définir le concept choisi**, éventuellement avec le concours des chercheurs spécialisés, **pour en dégager les attributs essentiels** et non essentiels. La formalisation ainsi obtenue correspond à la formulation plus ou moins explicite des caractéristiques fondamentales du concept : ses attributs (les six attributs identifiés pour le concept d'écosystème paralique sont rappelés dans le paragraphe suivant). Ce principe pourrait aussi être rapproché de la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990). La recherche des caractéristiques correspondant aux attributs du concept représenterait en effet la mise en évidence de différentes procédures élémentaires : des « *invariants opératoires* ». Ces procédures organisent la recherche de l'information pertinente, parmi les données issues d'une situation, en fonction d'un problème à résoudre.

Le troisième principe consiste à mettre en œuvre des situations-problèmes. Si l'objectif de l'enseignement est *in fine* d'acquérir une capacité à réinvestir des connaissances dans la résolution de **problèmes non routiniers**, alors la démarche suivie par un expert dans une situation réelle peut servir de modèle à l'élaboration de telles situations-problèmes. Cette démarche peut en effet être schématisée en montrant comment le concept permet à l'expert de poser des hypothèses, de rechercher les informations pertinentes et de proposer une réponse à la question de son commanditaire. À partir de ce schéma, un problème peut être formulé en reprenant la question posée à l'expert sous une forme simplifiée et en synthétisant l'ensemble des données qu'il a récolté sur le terrain (Reynaud & Favre, 1997). Notre tâche a donc consisté à **adapter et proposer des situations-problèmes dont la résolution nécessite l'utilisation du concept à travers ses attributs**.

Un apprenant placé devant un tel problème doit être prêt à admettre, le cas échéant, le caractère erroné ou inopérant de ses conceptions pour le résoudre. Pour cela, il doit disposer d'une alternative conceptuellement satisfaisante pour abandonner sans trop de regret son système d'explication antérieur. En effet, la déstabilisation cognitive que vise une telle démarche semble être un phénomène difficile à accepter du point de vue affectif (Favre, 1993a, 1993b ; Reynaud et al., 1996a). Le retour rapide à une conception stabilisée semble être nécessaire pour revenir à un sentiment de sécurité fondé sur la « solidité » d'une connaissance. L'application de ces trois premiers principes ne débouche donc pas obligatoirement sur un dispositif permettant aux participants de remettre en cause leurs conceptions. Ils peuvent en effet conserver, de manière dissociée, leurs conceptions et un

système explicatif conforme aux attentes de l'enseignant (le modèle de l'enseignant). Comment favoriser la séparation des conceptions antérieures au profit de l'intégration du concept proposé par l'enseignant ?

Le quatrième principe intègre la dimension sociale de la construction des connaissances. Il s'agit de **créer des séquences de débat susceptibles d'engendrer des conflits cognitifs inter-sujeectifs** à l'aide de nouvelles situations-problèmes. La dynamique de ces séquences de **débat socio-cognitif** s'appuie sur des motivations extrinsèques et intrinsèques qui favorisent une véritable appropriation des concepts (Favre & Favre, 1993, 1996). Le recours aux trois règles énoncées lors du débat – postulat de cohérence de la pensée, principe d'exposition publique des différents avis et exigence de reformulation des avis opposés (Favre & Verseils, 1997 ; Reynaud & Favre, 1997) – met en effet l'accent sur la reconnaissance des individus à travers la mise en valeur de leurs opinions. Cette reconnaissance procurerait ainsi aux étudiants une source de motivation extrinsèque basée sur la satisfaction d'un besoin essentiel : le sentiment d'être reconnu dans sa manière d'exister et de penser. Une seconde source de plaisir peut alors prendre le relais : la satisfaction que procurent les conduites par lesquelles l'individu résout des problèmes inhabituels et/ou fait preuve de créativité et dont la source serait un gain d'autonomie (motivation intrinsèque). Le débat socio-cognitif, introduit autour d'une démarche de résolution de problèmes, semble ainsi jouer un rôle déterminant : il permettrait aux étudiants de prendre conscience des différents points de vue possibles et de les accepter comme des hypothèses provisoires. En effet, ces points de vue étant élaborés par des pairs, ils ne sont pas affectés du poids de l'autorité de l'enseignant (porteur de savoir). Ainsi, l'erreur semble bien acceptée par ceux qui formulent une réponse « fautive » dans la mesure où la « vérité » dont l'enseignant est porteur peut être mise à distance. Si la formulation d'une réponse ne pouvait pas être remise en cause, le sentiment d'être reconnu comme individu serait la seule source de motivation possible (motivation extrinsèque). Ainsi, chacun défendrait son point de vue avec l'objectif de l'imposer aux autres et donc d'être reconnu. Ce changement d'attitude face à l'erreur nous semble donc jouer un rôle important pour favoriser le changement de conception (Favre, 1995 ; Reynaud & Favre, 1994). Sans ce changement, le passage d'un type de motivation à l'autre (extrinsèque puis intrinsèque) pourrait en effet être inhibé et la dimension sociale du débat n'aurait pas l'effet souhaité sur le plan cognitif.

Le débat proposé crée donc un espace dans lequel la discussion apparaît relativement ouverte, où la rationalité de l'argumentation peut aussi bien emprunter des justifications à la vie quotidienne qu'aux connaissances élaborées dans le cadre scientifique. Toutefois, les références aux controverses « scientifiques » utilisées par l'animateur du débat et

l'environnement dans lequel il se déroule (la classe) pourraient jouer un rôle important pour orienter les discussions vers des sujets appartenant au champ des connaissances visées.

### **3. DESCRIPTION DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL**

Les recherches en didactique semblent montrer la nécessité de varier les modes d'activité des apprenants dans des démarches d'enseignement cohérentes (Astolfi & Peterfalvi, 1993 ; Johsua & Dupin, 1993). À notre tour, en élaborant un dispositif didactique innovant, centré sur l'apprentissage d'un concept, intégrant des situations-problèmes et des phases de discussion (« débat socio-cognitif ») pour des étudiants de l'Université, nous avons tenté de proposer une alternative aux enseignements traditionnels (Reynaud & Favre, 1997).

#### **3.1. Plan de la séquence d'enseignement**

Le dispositif peut être rapidement décrit à partir des sept phases qui le compose :

– 1) une première situation-problème – consistant à rechercher un site de prélèvement d'eau dans la lagune de Guemsah afin d'alimenter une ferme d'élevage de poissons – permet aux participants de faire fonctionner individuellement leurs connaissances sur les écosystèmes qui vont être étudiés ;

– 2) un exposé présente sept exemples et un contre-exemple de ces écosystèmes ;

– 3) les participants sont invités à énoncer les caractéristiques communes des écosystèmes qu'ils viennent de rencontrer ;

– 4) un deuxième exposé consiste à commenter les attributs du concept qui sont présentés dans une formalisation schématique. Six attributs essentiels sont alors identifiés : milieu aquatique, milieu en communication avec la mer, réceptacle physiquement contrôlé, écosystème à forte production biologique, écosystème structuré et organisé sur le modèle du confinement, milieu en dynamique continue ;

– 5) la situation-problème de départ (« Guemsah ») est reprise et « corrigée » en montrant comment la formalisation du concept permet d'explorer le problème et de proposer une réponse ;

– 6) une phase de débat entre les participants est développée à partir d'une nouvelle situation-problème ;

– 7) deux situations-problèmes sont enfin proposées, permettant de réinvestir les connaissances acquises dans des contextes différents de ceux déjà abordés : rechercher le meilleur emplacement pour installer des tables d'élevage d'huîtres dans la lagune de Karavasta et proposer un site d'installation d'une ferme d'élevage de poissons dans la baie de Monastir.

L'objectif de l'enseignement scientifique ne peut pas, selon nous, se réduire à des acquis factuels mais doit viser l'acquisition et la maîtrise de concepts (Favre & Rancoule, 1993 ; Favre & Verseils, 1997). Cet objectif s'exprimerait alors dans le développement d'une capacité à résoudre des problèmes qui peuvent se poser en dehors d'une situation d'enseignement et pour lesquels la solution ne peut pas être obtenue par la simple application d'un algorithme de résolution (ce que nous avons appelé les « problèmes non routiniers »). Avec l'évaluation des réponses d'étudiants à trois types de situations-problèmes (situations de Guemsah, Karavasta et Monastir), il s'agit moins de chercher à mesurer ce que retient ou même comprend un apprenant au terme d'une séquence, que de fournir un éclairage sur les conditions favorisant l'acquisition d'une capacité de transfert des connaissances vers de nouvelles situations.

### **3.2. Les groupes d'étudiants**

Une évaluation de la « capacité à réinvestir des connaissances dans des situations-problèmes » a été menée auprès de 128 étudiants de l'université Montpellier 2 de niveau bac+3 scientifique, répartis en 5 groupes (de 20 à 30 étudiants). Le choix de ces filières nous a dispensés d'une part d'approfondir des notions fondamentales telles que celle de « productivité biologique », d'autre part d'envisager une formation préalable aux pratiques de récolte et de reconnaissance d'espèces, acquis qui pourraient s'avérer indispensables à la compréhension de certains aspects du concept. L'évaluation des effets obtenus avec le dispositif s'appuie sur la comparaison des résultats de 4 groupes d'étudiants ayant participé à une séquence « expérimentale » de 2 à 3 heures, avec ceux d'un groupe ayant suivi un enseignement « traditionnel » de 12 heures de cours magistraux (6 séances de 2 heures) sur les écosystèmes paraliques (échantillon G0). Pour ce dernier groupe, le contenu de l'enseignement avait consisté à aborder des exemples d'écosystèmes paraliques (un exemple pour chacune des 5 premières séances) à propos desquels l'enseignant présentait toutes les études menées (salinité, courantologie, peuplements, etc.) Lors d'une dernière séance, l'enseignant avait proposé aux étudiants de s'exercer sur la situation-problème de Guemsah et leur avait ensuite présenté la formalisation du concept sous forme d'un exposé magistral. En fin de séance les étudiants avaient aussi travaillé sur les situations de Karavasta et Monastir. Cet échantillon nous a servi de population de référence.

Il ne s'agit donc pas d'un véritable groupe témoin composé d'individus n'ayant aucune connaissance sur les écosystèmes littoraux. Pour cela il aurait fallu une population n'ayant aucune connaissance pratique ou théorique des milieux paraliques. Or chacun a un système explicatif plus ou moins élaboré pour répondre aux situations-problèmes. Ainsi, lors d'un débat, un étudiant a invoqué son expérience de pêcheur pour justifier son choix d'un site d'installation pour une ferme aquacole. Il assurait qu'il savait de manière empirique que la probabilité d'attraper des poissons était maximum à un endroit particulier et que c'était donc certainement à cet endroit que les poissons devaient être élevés.

Le dispositif expérimental a ensuite été proposé à quatre groupes d'étudiants en licence de l'université. La répartition des étudiants dans chaque groupe correspond à des choix d'options différentes et donc à des cursus d'enseignement légèrement distincts et à des contacts avec des enseignants différents.

Avec ces groupes, des perfectionnements – essentiellement une augmentation du temps d'expression des participants au détriment de la durée des exposés – ont été apportés au dispositif. Ainsi, pour le premier groupe (G1), le temps de recherche des attributs (étape n° 3 du dispositif) avait été limité à 15 minutes (5 mn de réflexion individuelle et 10 mn de mise en commun). Pour le dernier groupe (GF) la durée de réflexion individuelle est portée à 10 minutes (avec beaucoup moins de rigueur sur l'aspect « individuel » car les étudiants sont autorisés à discuter avec leurs voisins) et la mise en commun se termine avec l'accord des participants (l'ensemble du groupe doit être d'accord sur une liste d'attributs, même si certaines formulations sont identifiées comme contestables).

La phase de débat socio-cognitif n'a été introduite qu'à partir du groupe G2 (pour une durée de 20 minutes). En effet, après l'expérimentation avec le groupe G1, il nous a semblé indispensable de permettre aux étudiants de s'impliquer socialement dans la résolution d'un problème. L'objectif consistant à atteindre la validation collective d'une solution nous a alors conduits à augmenter le temps consacré à cette activité avec les autres groupes. Cet objectif a été atteint avec le dispositif final (Reynaud & Favre, 1997) et le dernier groupe (GF), sur une durée de 1 heure et 15 minutes pour la phase de débat.

## **4. RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION ET DISCUSSION**

L'évaluation prend en compte deux indicateurs : le nombre de réponses attendues et le type de justification utilisé.



Les premiers résultats sont exprimés en « pourcentages de participants ayant donné la réponse attendue » c'est-à-dire ayant indiqué un site appartenant à la zone proposée initialement dans les rapports d'expertise. Les réponses données par chaque groupe aux trois situations-problèmes sont indiquées dans le tableau 1 et représentées par la figure 1.

L'ordre de passation des situations-problèmes (Guemsah, Karavasta et Monastir) a été suggéré par une appréciation *a priori* de la difficulté des situations par rapport à un site standard (une lagune typique). Les problèmes étaient estimés par ailleurs équivalents puisqu'il s'agissait, dans chacun des cas, d'aménager un écosystème paralique pour exploiter ses potentialités aquacoles. Ce choix semble être validé par les résultats du groupe de référence (G0). En effet, les étudiants de cet échantillon sont moins nombreux à donner la réponse attendue à la situation de Karavasta qu'à celle de Guemsah et ce nombre est encore plus faible pour la situation de Monastir. Les scores faibles obtenus par les groupes G3 et GF à la première situation-problème sont probablement imputables à la formation antérieure des étudiants qui, comme on l'a dit, par le jeu des options, diffère d'un groupe à l'autre.

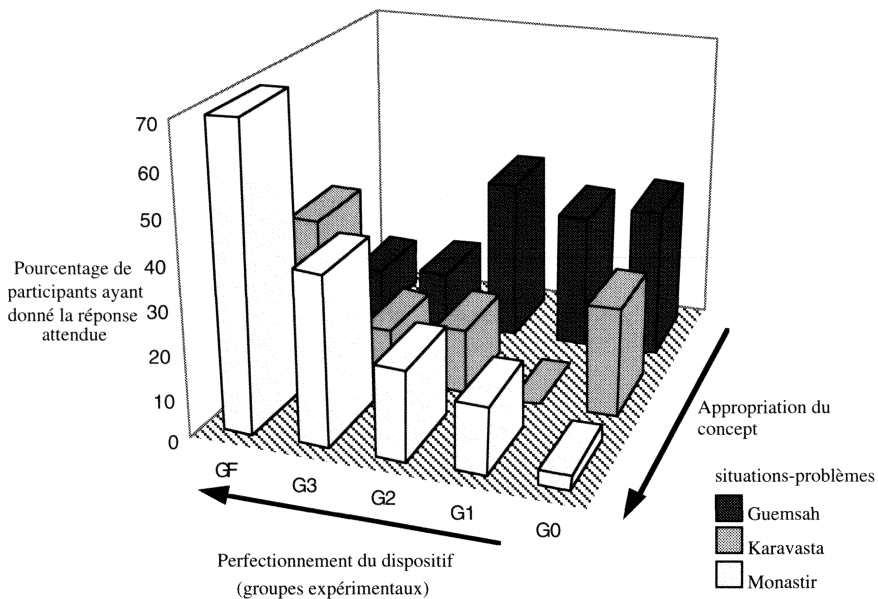


Figure 1 : Pourcentages des réponses attendues (par rapport au nombre total des réponses) en fonction des étapes de la formation et du développement du dispositif

Avec le dispositif, la confrontation des étudiants avec chacune des situations-problèmes constitue, pour eux, une occasion d'appropriation du concept. Sur la figure 1, un axe « appropriation du concept », correspondant à la succession des situations-problèmes au cours de la séance, peut ainsi rendre compte de la démarche d'apprentissage des étudiants. Les cinq groupes d'étudiants sont placés sur l'axe « perfectionnement du dispositif » ; il traduit l'évolution de notre approche à partir du groupe de référence vers le dispositif didactique « final ».

Les résultats obtenus à partir des réponses données aux situations-problèmes montrent une très nette évolution entre le premier et le dernier échantillon (figure 1). Si 25 % des étudiants du groupe de référence (G0) donnent la réponse attendue pour la situation de Karavasta et 3 % pour Monastir, par contre, notre dispositif final (GF) permet à 36 % d'exprimer la réponse attendue à la première situation et 70 % à la dernière. On peut aussi remarquer que les groupes les plus performants (G3 et GF) présentent le taux de réponses attendues le plus faible au départ.

		G0	G1	G2	G3	GF
	Durée de l'enseignement	12 h (6x2h)	2 h	2 h 15 mn	2 h 35 mn	3 h
	Effectif de l'échantillon	29	30	24	22	20
Guemsah	Réponse attendue (%)	35	31	38	13	12
	Autre réponse (%)	65	69	63	87	88
Karavasta	Réponse attendue (%)	25	0	15	13	36
	Autre réponse (%)	75	100	85	88	64
Monastir	Réponse attendue (%)	3	16	21	39	70
	Autre réponse (%)	97	84	79	61	30

Tableau 1 : **Durée de l'enseignement, effectif de chaque échantillon et pourcentages d'étudiants ayant donné la réponse attendue pour chaque situation-problème**

Le type d'évaluation précédent risque de relever d'un effet « Jourdain » (Brousseau, 1986) : l'évaluateur reconnaîtrait l'indice d'une connaissance « savante » dans les réponses des étudiants bien qu'elles soient, peut-être, motivées par d'autres systèmes explicatifs. Nous avons donc tenté d'en minimiser l'importance en demandant aux étudiants d'écrire quelques phrases d'explication sur le choix de leurs réponses. En effet, la mention des attributs du concept permet de penser que les étudiants se sont approprié le concept.

Les commentaires fournis par les étudiants (tableau 2) semblent confirmer les résultats obtenus avec les réponses attendues. L'indicateur

utilisé – citation d'attributs du concept pour justifier la réponse – permet de prendre en compte la capacité des étudiants à restituer leurs connaissances de manière explicite. Dans ce cas l'augmentation de la référence explicite aux attributs pourrait être un témoin spécifique de la « restructuration cognitive » favorisée par le conflit socio-cognitif. Cette restructuration est en effet obtenue massivement, selon nous, lorsque le débat a été mené à son terme (groupe GF).

Situations	Type de résultat	G0	G1	G2	G3	GF
Guemsah	Citation d'attributs	58	27	7	14	40
	Réponse attendue	24	13	4	5	10
	Justification attendue	7	0	0	0	0
Karavasta	Citation d'attributs	7	50	8	32	70
	Réponse attendue	3	0	0	9	35
	Justification attendue	0	0	0	5	5
Monastir	Citation d'attributs	10	13	13	18	55
	Réponse attendue	3	3	8	9	45
	Justification attendue	0	3	0	0	10

Tableau 2 : **Pourcentages de citations explicites d'attributs (par rapport au nombre total des réponses)**

Dans le tableau 2, la ligne « Citation d'attributs » indique la proportion d'étudiants ayant justifié leurs réponses en utilisant un ou plusieurs attributs. La ligne « Réponses attendues » correspond aux étudiants ayant, de plus, donné la réponse attendue. La ligne « Justification attendue » signale les éventuelles réponses attendues ayant recours à une justification utilisant tous les attributs.

Dans l'exemple de réponse à la situation de Karavasta : « *La présence d'espèces caractéristiques d'un milieu confiné dans la lagune fait penser à un écosystème paralique. Il faut donc installer les tables dans la passe.* », l'étudiant cite un attribut du concept (le confinement des écosystèmes paraliques) mais il ne donne pas la réponse attendue. Ce type de réponse a donc été compté dans la catégorie « Citation d'attributs ». Dans cette catégorie, on retrouve aussi les réponses du type : « *On installe les tables d'huître en zone 3* » pour lesquelles l'étudiant fait appel à un attribut du concept (la zonation biologique de l'écosystème) et donne la réponse attendue ; elles sont donc aussi comptabilisées dans la catégorie « Réponse attendue ». De la même manière les réponses de la catégorie « Justification attendue », telles que : « *Un milieu aquatique fermé en communication avec la mer présente des espèces typiques du confinement. Les espèces*

*marines étant plus au large, l'évolution de la lagune se prolonge en mer, c'est donc devant qu'il faut installer les huîtres »* sont aussi comptabilisées dans les deux catégories précédentes.

Les 50 % d'étudiants appartenant au groupe G1 et ayant utilisé des attributs pour justifier leurs réponses à la situation de Karavasta (tableau 2) semblent avoir tenté d'appliquer à ce problème le même type de résolution que pour Guemsah. En effet, un « corrigé » de ce dernier leur avait été proposé pendant la séance (étape n° 5 du dispositif) et les étudiants semblent avoir mémorisé cette démonstration comme un algorithme qu'ils ont ensuite tenté d'appliquer sans pouvoir donner la réponse attendue. L'implication dans un débat entre pairs à la suite du "corrigé" minimiserait la tentation de suivre cette démarche puisque les groupes suivants (ayant bénéficié de l'introduction d'une séquence de débat dans le dispositif) semblent produire des réponses plus originales.

Dans le groupe G0, 58 % des étudiants utilisent des attributs du concept pour justifier leurs réponses à la situation de Guemsah alors que la formalisation du concept ne leur a pas encore été présentée. Cette situation avait été considérée *a priori* comme la plus simple car le contexte du problème est une lagune typique des milieux étudiés. Dans ce cas typique, une grande proportion d'étudiants aurait été capable d'utiliser quelques attributs du concept pour résoudre le problème sans forcément avoir conscience de reconnaître des caractéristiques fondamentales du concept. Rappelons en effet que ces étudiants avaient déjà rencontré des exemples d'écosystèmes paraliques lors de cinq séances précédentes mais cette présentation magistrale ne leur aurait pas donné l'occasion de s'approprier le concept. Ainsi, face aux situations-problèmes – lorsqu'il s'agit de tester l'efficacité du concept avec des problèmes non routiniers – ils s'avèreraient peu capables de décontextualiser leurs connaissances et ne chercheraient pas à appliquer une démarche de recherche d'attributs.

De nouveaux perfectionnements peuvent encore être apportés au dispositif afin d'évaluer plus précisément l'acquisition du concept par les étudiants. Nous pensons qu'il serait fructueux d'introduire, en fin de séance, un problème concernant un milieu qui ressemblerait à un écosystème paralique mais qui n'en serait pas un selon la définition du concept (c'est-à-dire qu'il lui manquerait un ou plusieurs attributs).

De plus, les quatre problèmes utilisés risquent de définir une classe particulière ; ils perdraient ainsi leur statut de problèmes « non routiniers ». Chaque problème s'avère en effet représentatif d'un même type : « Comment aménager un écosystème paralique pour exploiter ses potentialités aquacoles de manière optimale ? » Pour envisager une formation évitant cette dérive (les situations-problèmes proposées devenant des problèmes

routiniers), d'autres types de problèmes pourraient être utilisés, comme la recherche de sites pétrolifères ou la reconstitution d'un environnement fossile (Reynaud et al., 1995).

D'autre part, l'introduction d'une phase de « débat socio-cognitif » semble avoir été déterminante dans l'apprentissage du concept. Il nous paraît toutefois important de souligner que la démarche proposée correspond à l'application d'un ensemble de principes cohérents et qu'elle a été évaluée globalement. En effet, dans notre optique, de tels débats visent un « dérangement épistémologique » (Larochelle & Désautels, 1992), c'est-à-dire qu'ils doivent susciter une prise de conscience du statut épistémologique des différents systèmes explicatifs discutés par les apprenants (leurs propres modèles et celui du concept proposé). Si un débat socio-cognitif favorise effectivement l'apprentissage, il ne peut donc être utilisé indépendamment d'une approche complète touchant aux différents aspects que nous avons indiqués.

D'autres expérimentations seraient maintenant nécessaires, notamment afin d'obtenir une validation statistique de nos hypothèses.

Si cette approche a contribué avantageusement à l'acquisition d'un concept d'écologie - comme la tendance mise en évidence par notre évaluation semble le montrer - ne pourrait-elle pas être utilisée pour d'autres concepts de biologie et pour des concepts d'autres disciplines ?

## 5. CONCLUSION

Les principes qui ont guidé l'élaboration du dispositif ne peuvent certainement pas constituer une solution-miracle aux problèmes de l'enseignement scientifique universitaire, pas plus qu'ils ne doivent devenir des prescriptions incontournables pour prétendre atteindre la maîtrise de concepts par des apprenants. Nos résultats semblent toutefois assez encourageants pour permettre d'amorcer une discussion sur les pratiques pédagogiques et didactiques des universitaires français. En effet, ils pourraient indiquer qu'un travail didactique peut fournir des dispositifs d'apprentissage n'impliquant pas une augmentation du temps d'enseignement. Plus généralement, l'approche didactique pourrait constituer un gain de temps lorsque l'objectif d'une communication est l'apprentissage d'un concept par un public. L'atteinte de cet objectif serait alors identifiable au développement d'une capacité à résoudre des problèmes non routiniers.

À partir de ce travail, deux perspectives nous semblent maintenant susceptibles d'être développées. Du côté de l'enseignement universitaire :

approfondir la possibilité de proposer des dispositifs obéissant aux principes que nous avons énoncés et évaluer, sur une plus grande échelle, les avantages et les inconvénients de ce type d'intervention. Dans une perspective plus large : explorer la possibilité de transposer les principes proposés à d'autres contextes de communication de connaissances scientifiques (vulgarisation scientifique, formation des publics intéressés par l'aménagement des milieux littoraux, etc.)

Au terme de cette étude, deux aspects de notre approche pourraient être testés avec d'autres contenus ou dans d'autres contextes : d'une part l'apprentissage par résolution de problèmes et d'autre part l'obligation qui a été faite, dans les phases de débat, de reformuler les points de vue adverses pour s'assurer qu'il y a bien une communication qui s'établit entre pairs. La première condition serait nécessaire pour créer une tension, une motivation intrinsèque pour aller vers des connaissances nouvelles et la seconde pour permettre l'accommodation au sens de Piaget (1969).

L'histoire des sciences montre que, bien souvent, c'est pour résoudre un problème (concret ou abstrait) que les hommes ont fait évoluer leurs conceptions du monde ou d'eux-mêmes. Cette évolution a impliqué de longues périodes de confrontation conflictuelle entre pairs de la communauté scientifique. Cet affrontement des hommes et des idées paraissant indispensable, ne pourrait-on pas l'optimiser en réunissant les conditions favorables à l'accommodation et donc à l'existence de débats efficaces ? À nos yeux, la plupart des débats n'en sont pas, car les interlocuteurs sont plus centrés sur un besoin de reconnaissance personnelle ou sur la réfutation des thèses adverses (Latour, 1989 ; Vinck, 1995) que sur les raisons qui ont amené les tenants de ces thèses à les adopter, ce qui détermine bien un conflit social, cognitif ou pas !

## BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P. & DEVELAY M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris, PUF.
- ASTOLFI J.-P. & PETERFALVI B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, n° 16, pp. 103-141.
- BARTH B.-M. (1987). *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris, Retz.
- BARTH B.-M. (1993). *Le savoir en construction*. Paris, Retz.
- BROUSSEAU G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 7, n° 2, pp. 33-116.
- DE VECCHI G. & GIORDAN A. (1989). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?* Nice, Z'éditions.
- FAVRE D. (1993a). Approche neuro-pédagogique des lobes frontaux humains. *Les sciences de l'éducation*, vol. 5, n° 92, pp. 23-44.

- FAVRE D. (1993b). Changer de représentation : interaction entre émotion et cognition. *Cahiers pédagogiques*, n° 312, pp. 11-14.
- FAVRE D. (1995) Conception de l'erreur et rupture épistémologique. *Revue Française de Pédagogie*, n° 111, pp. 85-94.
- FAVRE D. & FAVRE C. (1993). Un modèle complexe des motivations humaines - Application à l'éclairage de la crise d'adolescence. *Revue de Psychologie de la Motivation*, n° 16, pp. 27-42.
- FAVRE D. & FAVRE C. (1996). Crise et apprentissage, quelles motivations ? *Cahiers Pédagogiques, hors série "Motivation"*, pp. 41-49.
- FAVRE D. & RANCOULE Y. (1993). Peut-on décontextualiser la démarche scientifique ? *Aster*, n° 16, pp. 29-46.
- FAVRE D. & VERSEILS I. (1997). Étude de l'acquisition et du réinvestissement du concept de surface portante. *Aster*, n° 25, pp. 33-57.
- GIORDANA. & DE VECCHI G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- GUELORGET O. & PERTHUISOT J.-P. (1983). *Le domaine paralique - Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement*. Paris, Presse de l'École Normale Supérieure.
- JOHSUAS. & DUPIN J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, PUF.
- LAROCHELLE M. & DÉSOUTELS J. (1992). *Autour de l'idée de science – Itinéraires cognitifs d'étudiants*. Québec, Presses de l'Université Laval.
- LATOUR B. (1989). *La science en action*. Paris, La Découverte.
- PIAGET J. (1969). *Éducation et Instruction, Psychologie et Pédagogie*. Paris, Denoël.
- REYNAUD C. (1997). *Contribution à la formalisation et à la communication d'un concept d'écologie des milieux littoraux : les écosystèmes paraliques – Interprétation épistémologique et propositions didactiques*. Thèse de doctorat, Université Montpellier II.
- REYNAUD C. & FAVRE D. (1994). Conception de l'erreur et rupture épistémologique : de la théorie à la pratique. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds), *Actes des XV<sup>èmes</sup> Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifique et Technique de Chamonix*, pp. 175-180.
- REYNAUD C. & FAVRE D. (1997). Un dispositif didactique utilisant une approche conceptuelle en écologie, l'apprentissage par résolution de problèmes et le débat socio-cognitif à l'université. *Didaskalia*, n° 10, pp. 113-137.
- REYNAUD C., GUELORGET O. & FAVRE D. (1995). Didactic approach of the paralic ecosystem concept. In O. Guelorget & A. Lefèbvre (Éds), *Actes du colloque « Baltic sea and Mediterranean sea – A comparative ecological approach of coastal environments and paralic ecosystems »*. Montpellier, Laboratoire d'Hydrobiologie Marine de l'Université de Montpellier, pp. 14-26.
- REYNAUD C., GUELORGET O. & FAVRE D. (1996a). Contribution didactique à la modélisation du concept de milieu paralique et application à l'étude des conceptions des élèves locaux. *Journal de Recherche Océanographique*, vol. 20, n° 1-2, pp. 65-74.
- REYNAUD C., GUELORGET O. & FAVRE D. (1996b). A model for scientific communication of the paralic ecosystem concept – A pretext for discussing development of scientific knowledge in the research field. In A. Giordan & Y. Girault (Éds), *The new learning models – Their consequences for the teaching of biology, health and environment*. Nice, Z'éditions, pp. 155-166.
- VERGNAUD G. (1990). Théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 10, n° 2-3, pp. 133-170.
- VINCK D. (1995). *Sociologie des sciences*. Paris, Colin.