

S.N.B. —

'AETM'

FEUILLES
D'ÉPISTÉMOLOGIE APPLIQUÉE
ET DE DIDACTIQUE
DES SCIENCES

NUMÉRO 8
1986

A. GIORDAN, J.-L. MARTINAND. ÉDITEURS

**FEUILLES D'ÉPISTÉMOLOGIE APPLIQUÉE ET DE DIDACTIQUE
DES SCIENCES**

NUMÉRO 8, 1986

Rédacteurs en Chef :

A. GIORDAN

**Laboratoire de Didactique et
Épistémologie des Sciences
Université de Genève**

et

J.-L. MARTINAND

**LIRESPT
Université Paris Sud**

**A. Giordan, J.-L. Martinand – Éditeurs
(pour le Comité d'organisation JES 8)**

Pour vos références bibliographiques, à la demande de l'AFNOR, nous vous suggérons de citer les travaux présentés de la manière suivante :

BENOIT Bunico. L'influence des confrontations élèves-expériences dans la construction du concept d'immunoglobuline Igf, et les conséquences sur la formation en ingénierie didactique. In A. GIORDAN, J.-L. MARTINAND (ed). *Feuilles d'épistémologie appliquée et de didactique des sciences*, n° , Paris, 1986. pp. 16-23.

TABLE DES MATIERES

11	ÉTUDES SUR LES CONCEPTIONS DES APPRENANTS	
13	La circulation du sang : études historiques et stratégies pédagogiques	Bernard Ducros
21	Attitudes envers la chimie d'étudiants portugais du secondaire de la 8ème à la 12ème participant à l'Olympiade de chimie	Mariana P.B. Pereira
27	Évolution de l'opinion des élèves sur la recherche et les chercheurs à l'issue de l'opération passeport pour la recherche	Jacqueline Brenasin Annick Weil-Barais
33	Quelle méthodologie d'identification des représentations des élèves dans le contexte extra-scolaire et scolaire	M. Abdeljabbar
39	Une étude sur le niveau de structuration des concepts «photosynthèse» et «respiration» des étudiants de l'École Normale	P. Canal C. Rasilla
45	Représentation !...	Dominique Noël
51	Représentation spontanée sur l'énergie des élèves de 1ère (16 - 18 ans)	M.F. Genet Raül Gagliardi
59	La force dans le contexte des liquides : une première approche des conceptions des élèves sur la statique des liquides au collège en Grèce	D. Koliopoulos P. Kariotoglou D. Psillos
67	Quelques conceptions d'élèves concernant le concept de chaleur	Nsumbu-A-Nlambu D.M.
75	Intervention de l'optique dans la vie quotidienne en relation avec les conceptions	Richard Lefèvre André Escaut
83	Paradigmes cognitifs dans la salle de classe à propos de l'idée de vivant	Luis Cesariny Calafate
95	Notions acquises concernant les concepts de fonction, continuité et dérivabilité par des étudiants de 1ère année d'Universités scientifiques	Marie-Françoise Monchoux
101	ÉTUDES SUR LES STRUCTURES D'APPRENTISSAGE	
103	Méthodes d'apprentissage et causalité	Magali Bovet Silvia Parrat-Dayan Jacques Vonèche
113	La croissance : à partir de l'interprétation des adultes jusqu'à l'initiation aux concepts scientifiques à l'École Primaire	P. Mosconi Bernardini M.T. Bocchiola M.V. Gervaso
121	Simulation, modélisation et apprentissage	Alain Texier
127	Mathématisation des problèmes concrets	Henri Wermuss

**PARADIGMES COGNITIFS DANS LA SALLE DE CLASSE
A PROPOS DE L'IDÉE D'ADAPTATION DES VIVANTS ***

Luis Cesariny CALAFATE

Universidade do Porto
Instituto de Botânica
Porto (Portugal)

Mots clés : Concept – Adaptation.

Résumé :

La recherche a pour but de trouver et systématiser les contenus de pensée en fonction desquels l'individu observe, interprète et explique la réalité biologique. Cette recherche décrit les résultats d'une série d'entrevues faites à des élèves de l'École Secondaire, à des étudiants de l'Université et à des professeurs de biologie d'une École Secondaire, ayant comme thème la représentation du phénomène biologique du mimétisme, un cas particulier de l'adaptation des êtres vivants. Les diverses explications présentées par les 18 individus pendant les interviews de «open-ended» ont été enregistrées, transcrites et classées en trois catégories correspondant aux paradigmes évolutionnistes Lamarckiste, des Micromutations (Darwinniste et Neodarwinniste) et Interactionniste. Des implications éducatives sont discutées.

* Résumé de l'étude faite comme boursier de l'Institut National d'Investigation Scientifique, M.E.C., Portugal, dans le but de Mémoire, sous la direction du Professeur André Giordan, Université de Genève, 1985. (Voir annexe 1)

Introduction

Dans des différents pays francophones et anglo-saxons se développe, depuis les années 70, dans les Sciences de l'Education, un genre de recherche que nous pouvons désigner actuellement par Didactique des Sciences.

Dans les actes des 'Journées Internationales sur l'Education Scientifique, Chamonix, Centre Jean Franco, sous la coordination du Professeur ANDRE GIORDAN et du Professeur J.L. MARTINAND (1979, 1980, 1981 et 1983) nous pouvons trouver différents recherches centrées sur la problématique du statut pédagogique du concept de représentation. Nous nous référons en particulier aux Journées de 1980. Nous pouvons aussi mentionner les rapports 'Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics, Cornell University, Ithaca, N.Y., sous la coordination du Professeur H. Helm et du Professeur J. NOVAK (1983) .

Après la recherche faite en psychologie par PIAGET (1926), le résultat d'autres recherches sur des enfants et des adolescents dans le domaine de la Didactique des sciences a aussi montré l'existence et la résistance de représentations alternatives des concepts scientifiques: ARNAUDIN (1983), CLEMENT et al. (1983), CROS (1983), DRIVER (1981), GAGLIARDI (1983), GIORDAN (1976, 1979), RESNICK (1983), SUTTON (1980), TIBERGHEN (1980), etc.. Dans ces recherches et dans d'autres non citées le mot représentation apparaît avec des connotations différentes: 'pré-concept', 'pupils paradigmes', 'modèles spontanés', 'théories naïves', 'misconceptions', 'private conceptions' et 'alternative frameworks'.

Ce travail a pour but de décrire les résultats d'une série d'interviews 'open-ended' faites au Portugal, dans la ville de Porto. Le sujet concerne les représentations des élèves de l'Enseignement Secondaire, des étudiants de l'Université et des professeurs de biologie d'une Ecole Secondaire. Ces représentations se portent sur le phénomène du mimétisme. Le mimétisme est une forme d'adaptation des êtres vivants consistant dans la faculté de se confondre avec l'environnement soit biotique soit non biotique.

Notre travail décrit également les relations des résultats obtenus à partir de l'étude des représentations individuelles avec les résultats d'études sur l'histoire et des études épistémologiques de la biologie concernant l'idée d'adaptation.

L'adaptation est en rapport avec la continuité biologique, c'est-à-dire, avec l'évolution des êtres vivants. Un organisme est dit adapté si les échanges entre lui et le milieu favorisent son fonctionnement normal et il est inadapté s'ils l'entravent.

Du point de vue de l'action pédagogique nous envisageons quelques conclusions qui peuvent être utiles dans l'enseignement du concept d'adaptation.

METHODE

Ces données ont été obtenues par des interviews 'open-ended'. Nous avons choisi de faire cette observation avec des groupes de 4-5 individus parce que cela constitue l'unité de travail plus commune dans les activités scolaires de groupe. Nous pensons que du point de vue strictement pédagogique ce genre d'observation est justifiable.

Les individus ont été choisis au hasard, dans la salle de classe:-5 élèves de l'enseignement secondaire âgés de 11 à 14 ans, suivant la discipline de Sciences de la Nature en 7ème année (aucun d'eux n'a reçu un enseignement formel concernant l'Evolution des êtres vivants, quoiqu'ils apprennent leur Classification); - 4 élèves de l'Enseignement Secondaire âgés de 16 à 18 ans, suivant la discipline de Notions Elementaires de Santé en 11 ème année (tous ont reçu un enseignement formel concernant l'Evolution et l'Hérédité des êtres vivants dans la discipline de Biologie, en 10 ème, et apprennent d'une façon systématique le concept de Régulation Biologique à des différents niveaux de l'organisation biologique dans la discipline de Notions Elementaires de Santé);- 4 étudiants âgés de 20 à 24 ans, suivant la discipline de Méthodologie de l'Enseignement de la Biologie en 4 ème année du cours de Biologie de l'Université (tous ont reçu un enseignement formel concernant l'Evolution des êtres vivants, l'Hérédité et la Régulation Biologique);- 5 étudiants âgés de 22 à 25 ans, qui suivent la discipline de Méthodologie de l'Enseignement de la Biologie en 5ème année et sont en même temps professeurs stagiaires après avoir reçu un enseignement formel concernant l'Evolution des êtres vivants, l'Hérédité et la Régulation Biologique, ces étudiants enseignent ces disciplines).

Toutes les interviews réalisées en un seule fois ont été enregistrées, à l'exception de celle faite au groupe d'élèves de 11 ème année, et cela pour pouvoir les transcrire à la fin de la journée. La durée de ces interviews n'a jamais dépassé la demi-heure.

Des photos concernant le mimétisme, qui avaient été prises dans des

revues ou des livres, ont été montrées. Après, nous avons demandé: 'qu'est-ce que vous voyez dans ces photos?', 'nous vous demandons de décrire ce que vous voyez'.

Généralement tous les élèves dirigeaient leurs observations vers les êtres vivants qui présentaient la capacité de se confondre avec le milieu environnant. A partir de ce premier niveau d'observation et de lecture de la réalité biologique que les groupes ont été encouragés à présenter des explications: 'aviez-vous déjà des idées sur ce phénomène?',

Nous avons essayé de les faire parler en toute liberté au lieu de les canaliser. A titre d'exemple, devant l'affirmation d'un des individus 'l'adaptation est due à la plasticité des êtres vivants' nous avons l'attitude 'qu'est-ce que signifie pour toi cette plasticité?'

Dans le cas d'opinions trop divergentes ou trop semblables nous avons cherché des moments de synthèse au moyen d'interventions du genre ' nous aimerions savoir si vos idées sont semblables ou différentes et en quoi consistent ces ressemblances ou ces différences'.

Comme les interviews se sont passées en groupe, nous pouvons admettre l'existence du phénomène d'induction d'idées. Par conséquent il serait intéressant de contrôler ce genre de résultats avec des interviews individuelles.

RESULTATS ET DISCUSSION

Nous avons identifié trois grandes orientations de réponses qui révèlent des conceptions différentes sur l'adaptation. et qui correspondent "grosso modo" à trois positions de l'Epistémologie de la Biologie proposées par PIAGET (1967 a , 1967 b, 1974 et 1977) autour desquelles gravitent la pensée spontanée et la pensée réfléchie des individus.

Paradigme Cognitif 1.

L'idée globale d'un milieu qui s'impose à l'organisme et le façonne durant le fonctionnement jusqu'en ses structures héréditaires était implicite dans la conception évolutionniste de LAMARCK.

LAMARCK (1744-1829) expliquait la marche de l'évolution par deux principes dont l'un surtout fut par la suite associé à son nom. Celui par lequel il explique la transformation des formes vivantes sous l'influence de circonstances extérieures changeantes.

Des conditions extérieures nouvelles entraînent de nouveaux besoins. Ceux-ci conduisent l'organisme à s'adapter à ces développements, ou éventuellement à abandonner des fonctions qui lui sont associés (usage ou non-usage

d'un organe). Cet usage ou ce non-usage entraînent eux-mêmes l'accroissement ou la diminution de l'organe, dans certaines limites toutefois. C'est la première lois d'adaptation de LAMARCK.

Le vivant répond activement aux nouvelles conditions du milieu et cela en vue des besoins vitaux.

Voici quelques exemples qui ont une analogie avec les explications lamarckistes: -B(7^{ème}) 'Il y a des êtres vivants sans yeux. Quelques êtres vivants n'ont pas d'yeux parce qu'ils n'en ont pas besoin. Quelques-uns sont trop attachés à la terre et ils n'en ont pas besoin ... nous avons des yeux parce que nous^{en} avons vraiment besoin...'. B. commence par s'intéresser au "pourquoi" des phénomènes au lieu de se préoccuper avec leur "comment". Autrement dit, B. part du postulat implicite que tout a une signification dans l'ordre des choses. Tout est conçu selon un plan et ce plan est conçu en fonction du bien-être des vivants. - J.(4^{ème}) ' Le mimétisme est une forme d'adaptation des êtres à leur milieu, c'est une forme de protection. Chaque être vivant dans son habitat a besoin d'avoir les moyens d'éviter les prédateurs et trouve ces manières de s'adapter à son milieu. (...). Le caméléon prend la couleur du lieu où il est par la volonté...selon sa propre volonté'. A la façon dont D. répond nous voyons que, pour lui, il existe encore une non-différenciation entre la causalité biologique et la connexion psychologique et intentionnelle. Il y a donc pré-causalité. L'adaptation est caractérisée par une force matérielle douée d'intentionnalité.

Ces explications sont caractérisées par une notion à connotation fortement psychologique: le besoin. Le besoin est considérée comme ayant le rôle capital dans la marche de l'adaptation, dans l'activité du vivant.

Il y a des cas où la pensée est conçue comme devant présider au devenir des formes biologiques:-G.(7^{ème}) 'Le caméléon est intelligent. (...) le caméléon pense au milieu où il est donc il change de couleur selon le milieu où il est'. -J.(4^{ème}) ' Cela devient difficile à expliquer, si la pieuvre n'a pas conscience, comment est-ce qu'elle s'adapte à la coloration des rochers? (...) Il doit capter le changement du milieu où il est par la volonté'. -D.(5^{ème}) ' Les êtres ont évolué dans ce sens-là (du mimétisme). Pourquoi ont-ils évolué? Ce sont des êtres assez intelligents pour savoir que s'ils prennent la forme d'une feuille ils vont se camoufler dans le milieu (...)'.

De tels faits sont instructifs. Cela nous démontre, d'abord, jusqu'à quel point l'éducation peut être déformée par une assimilation originale de l'individu. Dans les cas que nous avons cités, les individus parlent des

êtres vivants en utilisant un langage humain, leur attribuant volonté, désir et activité consciente. Mais le problème le plus important, en chaque cas, c'est de savoir jusqu'à quel point ces expressions sont accompagnées de croyances ou si elles sont tout simplement verbales.

Paradigme Cognitif 2.

En 1859 CHARLES DARWIN suggéra que l'évolution était le fruit de la sélection de petites variations qui existaient chez les individus adultes. L'évolution serait due à l'accumulation de ces petites variations, ou petites mutations, selon la terminologie actuelle (LØVTRUP, 1981).

Selon LØVTRUP (1976, 1981) la théorie de l'évolution de CHARLES DARWIN ainsi que le néo-darwinisme peuvent être classées comme une théorie des micromutations en opposition à celle, actuelle, des macromutations inférée à partir des nouveaux acquis en embryologie.

Selon la théorie des micromutations de l'Évolution l'organisme impose au milieu des structures héréditaires indépendantes et le milieu se borne à éliminer celles qui ne lui conviennent pas, ou à alimenter celles qui s'accordent avec lui.

La théorie darwinienne a élaboré un critère mécaniciste pour la sélection naturelle - celui de la reproduction différentielle. Un nouveau gène qui se reproduit plus que ceux qui existent déjà est sélectionné positivement.

L'explication darwinienne a un effet immédiat par rapport à celle de LAMARCK en minimisant la notion de besoin, concept clé de cette dernière. Le besoin psychobiologique des individus n'est dès lors qu'un échelon causal intermédiaire éventuel dans la chaîne des événements mettant en confrontation les deux agents principaux de l'évolution: les variations héréditaires et la sélection par le milieu.

Le premier temps du processus est celui par lequel sont générées de petites variations héréditaires chez l'individu d'ascendance commune. Ces variations, opérant dans tous les sens, n'auraient aucune conséquence si, dans un deuxième temps, n'intervenait un deuxième facteur, la lutte pour la vie, permettant à la sélection naturelle, facteur clé de l'explication darwinienne, d'éliminer les individus les moins aptes à survivre.

Voici quelques dialogues qui nous montrent vraiment une croyance influencée par l'éducation: - J.(4^{ème}) ' Les espèces subissent des altérations et des modifications par mutations (...) la sélection agit éliminant les moins aptes'. - D.(5^{ème}) '(..) cela est apparu par hasard. De petites mutations sont apparues et quelques-uns sont plus aptes à survivre que d'autres. Leur

plus grande capacité de survie va permettre leur dissémination! - Z.(4 ème)
 ' Il n'a pas tout de suite apparu un caméléon avec toutes ces caractéristiques que nous pouvons observer. Il a souffert plusieurs mutations et a été soumis à (n) sélections par (n) générations ... et voilà le produit, l'animal existant'. De ces réponses nous pouvons conclure que la vie est une exposition continuelle des structures génétiques préformés au milieu. Le rôle de l'expérience, c'est celui de sélectionner les structures et les fonctions adaptées. Le darwinisme agit par des éliminations successives. Le darwinisme revient à postuler un organisme métaphysique totalement indépendant du milieu (CELLERIER, 1968).

Paradigme Cognitif 3.

Dans la conception de PIAGET (1967 a, 1967 b, 1974, 1977, 1978) il y a entre l'organisme et le milieu des interactions telles que les deux sortes de facteurs présentent une importance égale et demeurent indissociables. Dans cette conception, la réalité biologique est l'assimilation du milieu par l'organisme et la transformation de l'organisme selon le milieu: c'est la continuité des échanges.

C'est un paradigme de l'évolution des espèces qui peut se désigner comme un tertium entre les solutions lamarckienne et darwinienne. C'est un modèle fondé sur des notions d'organisation ou de totalité relationnelle et des régulations ou causalité cybernétique. Ce qui est en cause avec ce modèle est le dogme fondamental de la biologie moderne, la non-transmissibilité des caractères acquis.

Voici quelques exemples qui ont une analogie avec les explications interactionnistes: - M.(4ème) ' Il y a une flexibilité des êtres vivants (...)...
 ... comment la flexibilité est-elle transmise? Il faut qu'il y ait une altération au niveau du D.N.A. Il faut qu'elle soit transmise ...(...)...
 ... la génétique devra avoir une explication'. L'explication de M. est remarquable. Nous voyons la croyance apparaître spontanément pendant la discussion. - D.(5 ème)'L'explication que ça été par hasard semble la plus logique. Mais cela ne m'explique pourquoi les becs des oiseaux se sont transformés ... l'oiseau ne peut pas être dans l'attente d'une mutation pour qu'un bec recourbé lui apparaisse. Scientifiquement cela s'explique mieux. Mais si un individu change de milieu alors là le problème se pose. La n'apparaît pas par hasard adaptée au milieu. L'individu peut disparaître s'il reste dans l'attente de la mutation. Et c'est un phénomène fort improbable de survenir, la mutation nécessaire'. - C.(5 ème)'Notre information

génétiq ue se modifie toujours (...). Il existe toujours une information génétique qui est respectée de père en fils ... mais le milieu a son influence. L'individu peut être dans quelque zone où il sera obligé de s'adapter à des nouvelles conditions. Il existe des mécanismes génétiques dans lequel leur action serait la transcription héréditaire ... (...). Je crois que le besoin lui-même implique la transformation du code génétique.' - D.(5 ème)'J'admets que le code génétique soit transformé par l'action du milieu extérieur. Mais il est nécessaire une quantité énorme d'informations très précises'.

Sans vouloir prendre des conclusions à la légère, nous trouvons, dans ces exemples, une analogie entre ces représentations et les théories des penseurs scientifiques actuels de la Génétique Moléculaire. Pour BUSCAGLIA (1984) il s'avéra que le génome n'est pas une banque stable de données qui s'exprime passivement, et qu'il n'est modifié que par des mutations en conjoint avec la disjonction chromosomique et le 'crossing-over'. Il existe, en addition aux mécanismes classiques, des échanges intracellulaires de segments de gènes. Par ailleurs, des fragments génétiques de plusieurs origines peuvent être insérés, d'une façon expérimentale, dans d'autres génomes. Le génome est, donc, capable d'assimiler une information externe.

Quoi qu'il en soit, ce qu'il faut retenir de cette nouvelle solution, c'est la conception, à côté de l'hérédité spécifique, d'une hérédité générale, qui apparaît assez mystérieuse à l'entendement biologique contemporain, formé aux acquis de la biologie moléculaire, et qui serait responsable de la transmission des grands plans d'organisation des êtres vivants résultant du facteur interne de l'évolution.

Dans cette conception interactionniste, si l'influence du facteur extérieur reste primordiale dans l'apparition de formes vivantes nouvelles, il n'en reste pas moins que l'organisme a une certaine marge, une relative liberté, dans la réponse qu'il doit fournir aux circonstances nouvelles.

Ces phénomènes de transférence génétique sont une voie vers une sorte de Néo-Lamarckisme, mettant en cause le dogme analytique et mécaniciste Néo-Darwinien, brisant le tabou de WEISSMANN qui exclue tout échange de matériel génétique entre le soma et le germe.

Ce qui est en cause avec ce modèle, comme nous avons déjà affirmé, c'est le dogme fondamental de la biologie moderne — la non-transmissibilité des caractères acquis. L'interactionnisme a pour effet de rétablir la circulation de l'information entre le milieu et l'organisme et cela dans les deux sens

formant un circuit complet (CELLERIER, 1968). Pour CELLERIER seul l'interactionnisme fournissait toutes les liaisons nécessaires et décrivait l'ensemble des relations entre le milieu et l'organisme en un seul système cohérent et fermé à l'information, au sens de soumis à des lois de conservation.

Au niveau le plus achevé de cette forme de lamarckisme, les processus de régulation assurant l'équilibration des formes biologiques sont supposés rendre compte de l'évolution de l'organisation vivante.

Signification finaliste de la notion d'adaptation

Avant de terminer la présentation des résultats nous aimerions présenter quelques-uns qui ont été obtenus quant à la signification finaliste de la notion d'adaptation biologique. Nous n'avons pas vraiment fait une recherche sur ce sujet et il s'agit d'un domaine encore à élucider.

Certains auteurs évitent d'employer le terme adaptation parce qu'ils lui confèrent une signification finaliste, parce qu'ils associent donc la signification d'adaptation et la signification de but, liaison qu'admettent aussi les partisans de la finalité. Mais, comme nous avons déjà vu, la notion d'adaptation n'implique pas nécessairement celle de but et peut se traduire en termes d'équilibre mobile entre le milieu et l'organisme de même que le fonctionnement est un équilibre mobile interne. Seulement comme l'adaptation demeure l'un des grands problèmes de la biologie, cette réduction au langage de l'équilibre ne constitue qu'une simple possibilité logique (PIAGET, BETH, MAYS, 1957).

Dans le domaine proprement psychologique, on parle de but lorsqu'un besoin déclenche la recherche de la satisfaction, et cette recherche est accompagnée par l'un des états d'une série s'étageant entre la simple intentionnalité et la représentation anticipée de la satisfaction finale (CLAPAREDE, 1956). Ainsi définie la notion de but suppose la conscience, ou tout au moins un inconscient conçu comme doué d'intentions et de représentations par analogie avec la conscience (PIAGET, 1956, 1963).

Voyons quelques faits obtenus à ce sujet:— G.(7^{ème})' Les plantes sont intelligentes parce qu'elles sont capables de fabriquer leur nourriture ... nous allons à l'épicerie et nous achetons des pommes et des poires, et elles non, elles doivent fabriquer leur propre nourriture ... elles savent comment elles fabriquent leur nourriture ... la façon dont elles la fabriquent leur est plus utile, c'est pourquoi elles ne la fabriquent pas d'une autre façon'. G. attribue conscience aux plantes . Il en parle

employant un langage humain, leur attribuant volonté, désir et activité consciente. -J.(4 ème)' (...)... les animaux évaluent sur la situation où ils se trouvent, par les sens... il y a une prise de conscience du danger... .. l'animal juge, fait un jugement, même élémentaire, sur la situation et son milieu ambiant (...). Il y a des situations qui deviennent difficiles à expliquer si nous ne leur attribuons conscience.' Nous voyons dans ces affirmations la tendance à attribuer intentionnalité à l'animal en question et la représentation anticipée de la satisfaction finale. -D.(5 ème)' Les êtres ont évolué dans ce sens-là (mimétisme). Pour quelle raison ont-ils évolué? Ce sont des êtres assez intelligents pour savoir qu'en prenant la forme d'une feuille ils vont se camoufler dans le milieu'. Ce cas est remarquable par la ténacité avec laquelle l'explication psychobiologique s'affirme. La vraie cause du phénomène n'est pas recherchée dans le "comment" de sa réalisation biologique mais dans l'intention qui est dans son point de départ. Il y a une non-différenciation entre le psychique et le biologique. Il y a donc pré-causalité.

Nous voyons comment les meilleures leçons auxquelles les individus ont probablement été soumis d'une forme systématique peuvent être déformées par des adhérences d'une mentalité téléologique. Du point de vue organique la notion de but implique la conscience organique.

Il nous semble peu probable d'expliquer uniquement par la pression de l'éducation le finalisme systématique. Nous y trouvons, par contre, la présence d'une tentance personnelle, caractéristique de la mentalité des individus étudiés, qui plonge très profondément dans la vie affective et intellectuelle de chacun.

Conclusions

Nous pensons que l'Epistémologie et l'Histoire des sciences peuvent aider l'enseignant des sciences. GIORDAN, POCHON et HOST (1983) considèrent que les données que l'Histoire des sciences nous fournit doivent être prises en compte dans la formation des professeurs de sciences expérimentales.

Quel intérêt peut alors proposer l'épistémologie de la biologie à l'enseignement de la biologie?

Cette recherche nous a montré l'existence de trois modèles explicatifs différents parmi les élèves et les professeurs stagiaires après l'apprentissage systématique des modèles officiels darwiniens et neodarwiniens que selon LØVTRUP (1976, 1981) nous pouvons désigner comme théorie micromutationniste

de l'évolution.

Dans notre démarche nous avons constaté qu'il existait un parallélisme entre les représentations des élèves et des enseignants et le développement historique du concept d'adaptation.

Quelques lycéens de 7^{ème}, sans aucun enseignement sur l'Evolution, donnent des explications qui se rapprochent des explications lamarckistes. Les étudiants de 4^{ème} et de 5^{ème} donnent aussi ce genre d'explications après avoir reçu un enseignement sur le sujet. Dans ce cas il y a un phénomène de résistance aux autres théories non-lamarckistes. Alors nous pouvons conclure que ce genre d'explications lamarckistes est un genre d'explications spontanées de l'individu, en attribuant aux êtres vivants volonté, désir, activité consciente et harmonie préétablie entre l'organisme et le milieu.

Dans les recherches effectuées par d'autres investigateurs nous avons découvert que les explications sur les mécanismes de l'évolution son semblables à celles des lamarckistes non seulement dans le cas des élèves qui n'ont reçu aucun enseignement officiel (DEADMAN § KELLY, 1978) mais aussi dans le cas des étudiants qui ont reçu des cours de biologie au niveau universitaire (BRUMBY, 1979).

Il y a des étudiants de 4^{ème} et de 5^{ème} qui présentent des explications, concernant la théorie des micromutations de l'évolution, selon lesquelles la vie est une exposition continuelle des structures génétiques préformées au milieu et le rôle de celui-ci est de sélectionner les structures et les fonctions adaptées. Ces explications sont en accord avec les théories enseignées en ce moment au Portugal et nous n'avons pas trouvé ce genre d'explications parmi les élèves de 7^{ème}.

Il y a parmi les étudiants de 4^{ème} et de 5^{ème} des explications intéractionnistes, selon lesquelles il y a une certaine marge d'action pour l'organisme, une relative liberté dans la réponse qu'il doit fournir aux circonstances nouvelles. Mais ils n'ont pas donné des exemples suffisamment claires sur les mécanismes qui facilitent l'interaction organisme-milieu. Alors nous sommes incapables de conclure si ces représentations sont spontanées ou liées à des mécanismes de régulation déjà appris au niveau de la 10^{ème} et de la 11^{ème} année du secondaire.

Nous avons aussi trouvé une représentation finaliste téléologique de l'idée d'adaptation parmi les lycéens de 7^{ème} et les étudiants de 4^{ème} et de 5^{ème}. Il nous semble alors que les explications données montrent une résistance aux idées actuelles de la régulation biologique.

Le déroulement d'une situation pédagogique concrète, dans les années 1983/84, avec des élèves de Biologie de 12^{ème} année, cours qui prépare les lycéens pour les examens d'entrée à l'Université, nous pouvons conclure que l'orientation de l'esprit pour les explications lamarckistes constitue un obstacle pédagogique.

Quelles sont les stratégies pédagogiques qui faciliteraient le changement du concept d'adaptation d'une formulation à une autre considérée plus valide du point de vue de l'état de la science actuelle?

À la lumière du nouveau paradigme proposé par la Cybernétique il serait intéressant de voir s'il est possible de changer la représentation finaliste téléologique des élèves par une représentation téléonomique, c'est-à-dire, en substituant la notion de cause finale par une causalité à boucles. Ainsi, il serait intéressant d'introduire dans l'enseignement de l'évolution la 'théorie compréhensive' qui, selon LØVTRUP (1976), inclut la théorie des micromutations et la théorie des macromutations. Cette théorie générale du développement considère qu'une certaine innovation évolutive est due aux mécanismes de régulation.

Les feuilles d'épistémologie appliquée et de didactique des sciences est une revue paraissant une fois l'an. Elle a pour but de publier des articles de recherche sur l'éducation, la culture et la communication scientifiques.

Toutefois, cette revue a la particularité d'exiger que les auteurs potentiels viennent au préalable soumettre leurs travaux à la discussion de la communauté scientifique en les présentant sous forme de posters (panneaux) lors des Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique (rubrique Actualité de la recherche). Cette démarche originale a pour but d'augmenter la qualité et la «tenue» de l'article.

Les auteurs qui souhaitent publier dans cette revue doivent donc suivre les modalités suivantes :

1. soumettre un projet de poster avant le 15 octobre de l'année au Comité d'organisation des Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique.
2. présenter un poster attrayant (max. 1,5 m × 1,5 m) recoupant les lignes directrices de l'article aux Journées correspondantes, et dans le cas où celui-ci a été retenu ;
3. faire parvenir au Comité d'organisation avant fin février suivant les Journées, l'article définitif tenant compte des discussions et remarques, en 2 exemplaires selon **la présentation recommandée** (voir documents préparatoires aux Journées).

Un Comité de lecture (issu du Comité d'organisation des J.E.S.) décide alors si l'article peut être publié.

A. Giordan et J.-L. Martinand
(pour le Comité de lecture)