
Les conceptions sur l'évolution biologique d'enseignants du primaire et du secondaire de douze pays (Afrique, Europe et Moyen Orient) varient selon leur niveau d'étude

Marie-Pierre Quessada*, François Munoz, Pierre Clément****

**Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique, Education et Formation (LIRDEF)*

IUFM de l'académie de Montpellier

34092 MONTPELLIER cedex 5

marie-pierre.quessada@montpellier.iufm.fr

*** Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique et en Histoire des Sciences et des Techniques (LIRDHIST)*

Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL)

69622 VILLEURBANNE Cedex

Pierre.Clement@univ-lyon1.fr

RÉSUMÉ.

Les conceptions de 5189 enseignants et futurs enseignants de 12 pays sont analysées à partir de leurs réponses aux questions relatives à l'évolution biologique d'un questionnaire élaboré dans le cadre du projet de recherche européen Biohead-Citizen. Les réponses sont ensuite mises en relation avec deux variables: le pays, et le niveau de formation des enseignants interrogés. Des analyses statistiques multivariées (ACP, analyse inter-classe, ACP orthogonale sur variable instrumentale) montrent que, quel que soit le pays, et quelle que soit la spécialisation des enseignants (primaire ou secondaire, biologie ou lettres), ceux qui ont eu une formation plus longue ont très significativement une conception plus évolutionniste.

MOTS-CLÉS : Didactique des sciences, sciences de la vie et de la terre, évolution biologique, conceptions, valeurs, connaissances, enseignants.

1. Introduction

Les travaux sur les conceptions relatives à l'évolution ont jusqu'à présent surtout porté sur les conceptions d'apprenants dans un seul pays, par exemple en Tunisie (Aroua et al, 2005), en Suède (Baalmann & Kattman, 2000) ou en France (Galangau-Querat, 1990 ; Fortin, 1991, 1993). L'étude présentée ici innove en s'intéressant aux enseignants et futurs enseignants de 12 pays.

Le choix de nos questions s'est notamment appuyé sur les travaux de philosophie des sciences sur l'évolution, sur les recherches de P.Clément et de son équipe (mémoires de DEA de Ben Saïd et de Zineddine , Clément, 2002) ainsi que sur les recherches en cours de Quessada & Clément (2006a, 2006b).

L'utilisation de questionnaires pour analyser les conceptions d'apprenants ou d'enseignants sur des thèmes scientifiques précis est particulièrement adaptée à l'étude comparative de plusieurs échantillons précisément identifiés, mais sa mise en place est délicate et requiert des étapes qui, dans le cadre de la recherche collective dont est issu le présent travail¹, sont décrites par ailleurs (Clément et al, 2007 ; Carvalho & Clément, 2007). Nos hypothèses concernent l'interaction entre des connaissances scientifiques et des systèmes de valeurs personnelles, eux-mêmes liés à des pratiques sociales et dès lors à des contextes socioculturels. Le modèle KVP (Clément, 1998, 2004, 2006), propose d'analyser les conceptions en tant qu'interactions entre connaissances scientifiques (pôle K), systèmes de valeurs (pôle V) et pratiques sociales (pôle P).

2. Méthodologie

2.1. Corpus

Les données ont été recueillies dans 12 pays, dont le choix correspond à une volonté de travailler avec des contextes socio-économiques et culturels contrastés. Quatre d'entre eux sont extérieurs à l'Europe (Tunisie, Maroc, Sénégal, Liban). Les huit autres sont européens.

Dans chaque pays, des enseignants en service (In) et des futurs enseignants (Pre), du primaire (P), du secondaire en lettres (L) ou du secondaire en biologie (B) ont été interrogés, soit six catégories (InP, PreP, InL, PreL, InB, PreB) échantillonnées selon des modalités précises et identiques pour les 12 pays. Les questionnaires sont remplis en présence du chercheur, et sont recueillis immédiatement, selon une procédure garantissant l'anonymat de chacun.

¹ Le projet de recherche européen Biohead-Citizen : "*Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship*", STREP du FP6, priorité 7 (Carvalho et al, 2004, <http://www.biohead-citizen.net/>).

Nous avons ainsi rassemblé les réponses de 5189 personnes, réparties ainsi (en classant les pays par ordre alphabétique) : 322 à Chypre (CY), 183 en Estonie (ES), 306 en Finlande (FI), 732 en France (FR), 334 en Hongrie (HU), 559 en Italie (IT), 722 au Liban (LB), 330 au Maroc (MA), 351 au Portugal (PT), 273 en Roumanie (RO), 324 au Sénégal (SN) et 753 en Tunisie (TN). L'ensemble du questionnaire recouvre des thématiques relatives à l'éducation à l'environnement, à la santé ou à la sexualité.

Nous étudions ici spécifiquement 15 questions portant sur l'évolution. Les réponses à ces questions constituent les variables "évolution", et sont réparties en deux groupes : un premier groupe sur l'origines de l'homme et de la vie (A33, A44, A62, A64, B28, B29) ainsi que sur la relation de parenté entre l'homme et le chimpanzé (B7), et un second groupe sur les mécanismes évolutifs (B42, B43, B44, B45, B46, B47, B48).

A33 : L'émergence de l'espèce humaine (Homo sapiens) était aussi improbable que l'émergence de toute autre espèce. (degré d'accord indiqué par une case cochée sur 4 cases situées entre « d'accord » et « pas d'accord »)

A44 : L'émergence de l'espèce humaine (Homo sapiens) n'était pas la finalité de l'évolution des espèces vivantes. (degré d'accord indiqué par une case cochée sur 4 cases situées entre « d'accord » et « pas d'accord »)

A62 : Dans la liste suivante, cocher les trois expressions qui sont le plus associées à l'origine de l'espèce humaine. Adam et Ève, Australopithèque, Création, Évolution, Dieu, Sélection naturelle.

*A64 : Avec laquelle de ces quatre propositions êtes-vous le plus en accord? (Cocher seulement une réponse) : * Il est certain que l'origine de la vie est le résultat de phénomènes naturels, * L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé la vie, * L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels qui sont sous le contrôle de Dieu, * Il est certain que Dieu a créé la vie.*

B7 : Le Chimpanzé devrait être inclus dans le genre Homo, notamment du fait que son ADN est identique à 98,5% à celui d'Homo sapiens. (degré d'accord indiqué par une case cochée sur 4 cases situées entre « d'accord » et « pas d'accord »)

*B28 : Avec laquelle des quatre propositions suivantes êtes vous le plus en accord? Choisissez une seule proposition : * Il est certain que les origines de l'espèce humaine s'expliquent par des processus évolutifs, * Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs, sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé l'espèce humaine, * Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs qui sont sous le contrôle de Dieu, * Il est certain que Dieu a créé l'espèce humaine.*

B29a : La théorie de l'évolution ne contredit pas mes propres convictions (cocher oui ou non) : Oui, Non.

B29b : Le créationnisme (en particulier la création des êtres humains par Dieu) contredit mes propres convictions : Oui, Non.

Quelle est, selon vous, l'importance des facteurs suivants dans l'évolution des espèces? : (une seule case par facteur très important, moyennement important, peu important, pas important du tout)
B42. Le hasard; B43. La sélection naturelle; B44. Un programme interne à l'organisme (intelligent design); B45. Le milieu environnant; B46. Les transposons (gènes sauteurs); B47. Les virus; B48. Dieu.

2.2. Méthodologie de l'analyse des données

Chaque variable (i.e. réponses à une question) est codée au moyen d'une quantité entière graduelle. Les variables A33, A44 et B7 sont codées de 1 à 4, de « d'accord » à « pas d'accord ». Pour la variable A62, les propositions cochées de nature créationniste sont dénombrées : entre 0 et 3, soit quatre niveaux. Pour les variables A64 et B28, les items constituent une échelle graduée de quatre possibilités, de la plus évolutionniste à la plus créationniste. B29a et B29b sont codées 0 pour oui et 1 pour non. Ces variables sur les origines de l'homme et de la vie expriment des conceptions centrées sur des valeurs (opposant créationnisme et évolutionnisme). B7 porte sur la conception de la parenté de l'homme avec le chimpanzé .

Les variables sur les mécanismes évolutifs, B42 à B48, sont codées de 1 « pas important » à 5 « très important ». Pour clarifier l'interaction entre composantes connaissances (structure KVP, pôle K) et valeurs (pôle V) des conceptions, certaines variables expriment davantage les connaissances de la personne interrogée (B42 à B47), tandis que d'autres mobilisent davantage ses valeurs et croyances (B48, créationnisme avec code élevé, ou évolutionnisme avec code faible).

L'ensemble des variables est soumis à une analyse multivariée, afin de caractériser les conceptions des individus échantillonnés. Nous formulons l'hypothèse que les conceptions des personnes interrogées diffèrent en termes de valeurs et de connaissances selon plusieurs variables instrumentales représentant des informations personnelles .

L'analyse en composantes principales (Lebart et al. 1995) est menée sur l'ensemble des variables "évolution", et permet de déterminer les conceptions pour lesquelles les réponses des individus diffèrent le plus. Une analyse inter-classe (Dolédéc et Chessel, 1987) permet par ailleurs d'identifier les différences de conceptions entre groupes d'individus en fonction de nos hypothèses sur les déterminants socioculturels (Munoz et Clément, 2007). Ces hypothèses impliquent les informations personnelles sur les individus échantillonnés. Nous étudions ici la différenciation des conceptions selon le pays et le niveau d'étude des individus.

3. Résultats et discussion

L'analyse en composantes principales de l'ensemble des variables "évolution" fournit deux axes C_1 et C_2 exprimant une importante proportion de la variabilité des réponses des 5189 individus (48.7%, Figure 1a). Les variables sont représentées

dans le plan (C_1, C_2) (Figure 1b) : un vecteur-variable dont la projection sur un axe a une valeur plus élevée est plus fortement lié que les autres à cet axe.

Les variables associées à C_1 expriment des conceptions en lien avec les croyances et valeurs (pôle V, créationnisme vs évolutionnisme, axe horizontal), tandis que les variables exprimant les connaissances sur l'évolution sont associées à C_2 (pôle K, axe vertical).

Nous constatons que les projections sur C_2 des variables relatives aux mécanismes de l'évolution ont des valeurs ordonnées, suivant un gradient (l'éloignement de la pointe du vecteur par rapport au centre indique le degré d'importance de la variable dans la définition de cet axe) : B42 (hasard) → B43 (sélection naturelle) → B44 (intelligent design) → B45 (milieu environnant) → B47 (virus) → B46 (transposons). On peut émettre l'hypothèse explicative que les connaissances de B42 à B46 étant de plus en plus pointues, les individus ayant une projection négative sur C_2 auraient des connaissances plus pointues que les individus ayant une projection positive, et réciproquement. Rapportées à l'axe C_1 , ces variables sont en outre plutôt situées vers le pôle évolutionniste, à l'exception de la question B44 (intelligent design) qui est la seule à être positionnée vers le pôle créationniste.

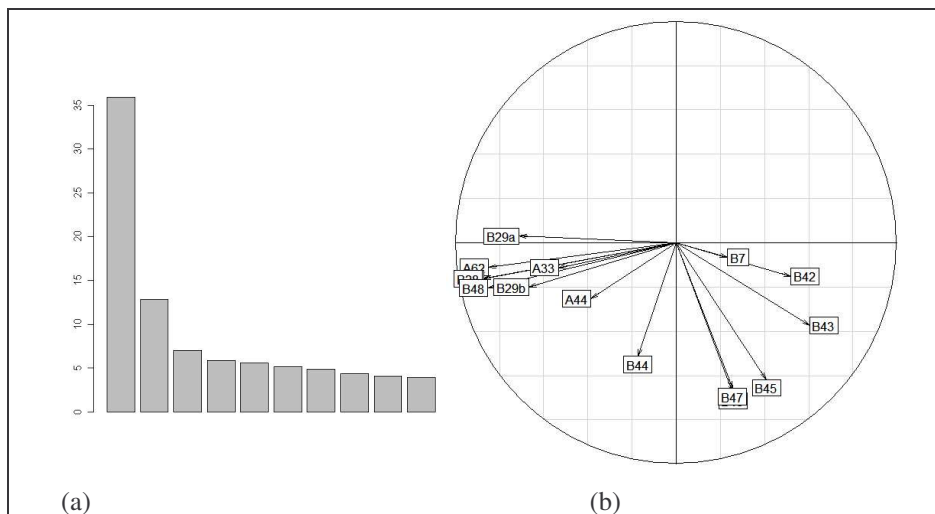


Figure 1. (a) Histogramme des valeurs propres, présenté en pourcentage de variance exprimé par les composantes successives (ordonnées), (b) Cercle des corrélations des variables évolution, dans le plan (C_1, C_2). Les réponses graduées aux questions sont représentées au moyen de vecteurs, dont la pointe représente une valeur de réponse plus élevée.

Nous analysons ensuite la variation des réponses en fonction du niveau de formation des individus (Figure 2a), en excluant l'Italie (problème de codage du niveau de formation), et en fonction de la nationalité des individus (Figure 2b).

L'axe D_1 de l'analyse inter-classe sur le niveau de formation (abscisses, Figure 2a) représente l'essentiel de la différenciation entre groupes (92.3%) et s'apparente à l'axe C_1 de l'ACP initiale (corrélation de Pearson entre C_1 et D_1 , $r^2 = 0.99$, p -value < 0.001).

Sur la Figure 2a, on constate une gradation nette des niveaux de formation le long de cet axe horizontal, le minimum de formation étant situé vers le pôle créationniste et le maximum de formation vers le pôle évolutionniste. La différenciation entre groupes de niveaux de formation est nettement significative (test de Monte Carlo (Robert & Casella, 2004), p -value < 0.001).

Sur cette Figure 2a, seul le niveau de formation le plus bas ne respecte pas l'alignement croissant le long de l'axe D_1 . Ce groupe est composé de 303 individus provenant en particulier du Maroc, de Hongrie et du Sénégal (Figure 3). Notre hypothèse est que la spécificité de ce niveau de formation des enseignants pour ces pays peut induire un effet spécial expliquant le décalage dans l'alignement.

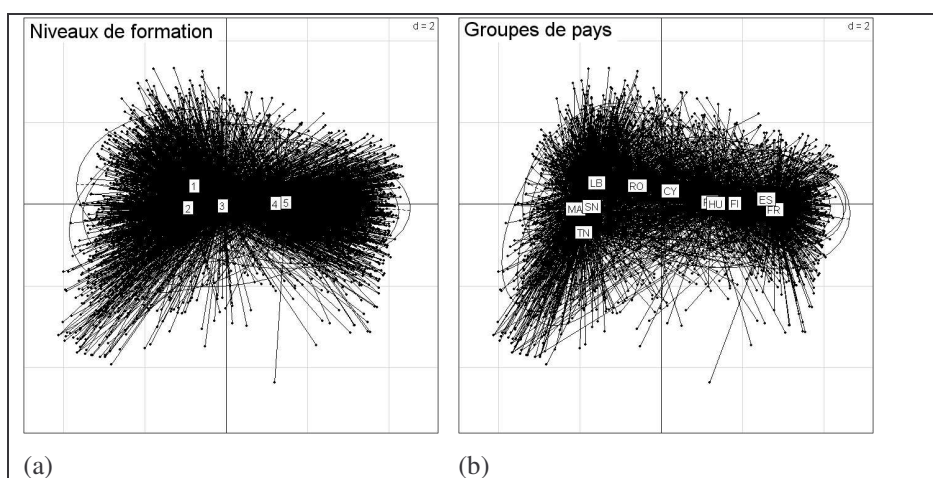


Figure 2. Représentation des individus dans le premier plan (D_1 , D_2) de l'Analyse inter-classe sur les variables d'évolution, avec le niveau de formation (a) et le pays (b), comme variable de regroupement. Chaque individu correspond à un point. Les individus sont figurés par groupes de niveau d'étude (a) et de pays (b), une ellipse délimitant le groupe et un trait reliant chaque individu au centroïde figuré par un rectangle avec le nom du groupe). 1= Enseignement secondaire, 2= Bac +1 ou 2 années dans le supérieur, 3= bac +3 ou 4, 4= Bac+ 5 ou 6, 5= plus élevé

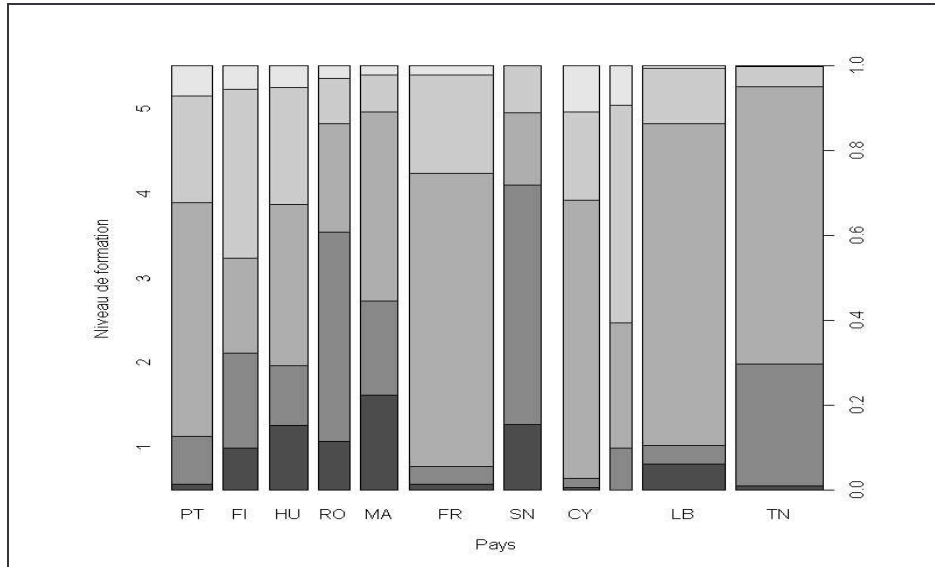


Figure 3. Distribution relative des niveaux de formation (ordonnées) en fonction du pays (abscisses). 1= Enseignement secondaire, 2= Bac +1 ou 2 années dans le supérieur, 3= bac +3 ou 4, 4= Bac+ 5 ou 6, 5= plus élevé

L'analyse inter-classe sur les pays (Figure 2b) exprime également un alignement net sur l'axe D_1 (abscisses) avec une gradation entre pays à conception dominante créationniste (valeurs négatives : Maroc, Tunisie, Sénégal, Liban) et pays à conception dominante évolutionniste (valeurs positives : France, Estonie, Finlande, Hongrie, Portugal), deux pays étant situés plus au centre (Chypre et Roumanie). De façon moindre, les pays se différencient par le niveau moyen des connaissances (ordonnées ; niveau moindre en négatif, niveau plus élevé en positif).

Ces analyses inter-classe soulèvent en définitive le problème suivant : l'effet du niveau de formation (les plus formés sont les plus évolutionnistes, Figure 2a) n'est-il qu'une conséquence de l'effet pays (Figure 2b, pays à conception dominante évolutionniste ou créationniste) ? Les pays se différencient certes par le niveau de formation de leurs enseignants (Figure 3), mais aussi par d'autres paramètres. Munoz et al (2007) ont montré en particulier le lien entre appartenance religieuse et conceptions exprimées par l'axe C_1 (créationnisme – évolutionnisme).

Pour corriger le biais potentiel de ces cofacteurs, nous avons alors procédé à une analyse en composantes principales orthogonale sur variable instrumentale (Sabatier et al, 1989), en considérant ici l'effet indésirable de la variable pays : cela permet en effet d'examiner la structure des individus indépendamment de l'effet pays. Nous réalisons ensuite l'analyse inter-classe selon le niveau de formation (Figure 4) : tous les pays sont alors indifférenciés dans le plan des nouveaux axes discriminants D'_1 et D'_2 (Figure 4a), tandis que les conceptions des enseignants et futurs enseignants

des 11 pays se différencient clairement selon le niveau d'étude (Figure 4b), donc au sein même des pays.

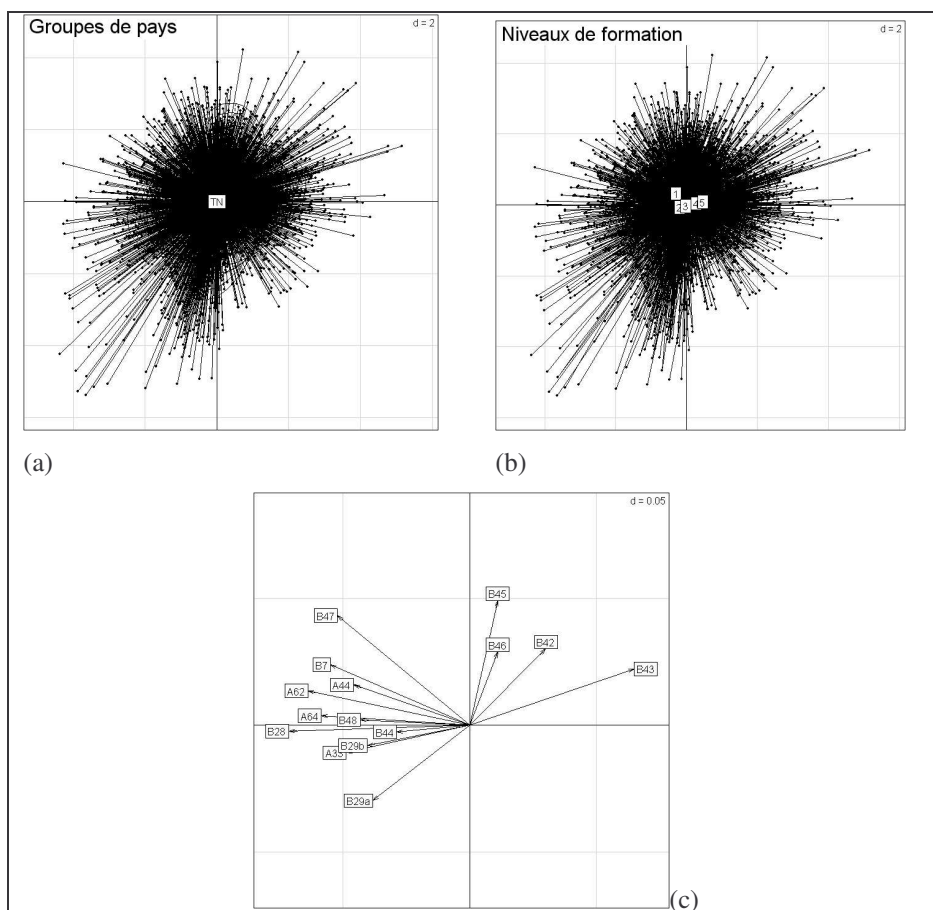


Figure 4. Analyse inter-classe sur le niveau d'étude, sur la base de l'analyse en composantes principales orthogonale sur variable instrumentale supprimant l'effet pays. Les onze pays sont de fait superposés au centre du graphe (Figure 4a), et le sigle TN (Tunisie) se superpose à celui des autres pays. Les conceptions des enseignants et futurs enseignants (les 5189 points, reliés chacun au centre de gravité du groupe auquel il appartient) se différencient le long de D'_1 , suivant le niveau de formation (abscisses, Figure 4b). Les coordonnées des variables (Figure 4c) permettent d'interpréter D'_1 comme un axe opposant créationnisme (en négatif) et évolutionnisme (en positif).

4. Conclusion

Certes, le niveau de formation des enseignants varie d'un pays à un autre (Figure 3), et les différences de conceptions observées entre pays sont très fortement corrélées à d'autres variables instrumentales, telles que la religion et le degré de croyance en dieu (Munoz et al, 2007). Mais si l'on corrige cet effet pays, ce que nous avons fait au moyen d'une ACP orthogonale sur la variable instrumentale pays, il apparaît que l'effet niveau de formation demeure. Nous démontrons ainsi que les conceptions des 5189 enseignants et futurs enseignants interrogés varient très significativement avec le niveau de formation, *indépendamment de la nationalité*, et indépendamment de la matière et du statut des enseignants. Notre analyse orthogonale souligne de surcroît que les conceptions sur l'évolution biologique varient de manière analogue dans chacun des pays (gradient commun créationnisme à évolutionnisme).

Ce résultat est particulièrement intéressant à l'époque actuelle, car il souligne l'intérêt d'une formation initiale longue des enseignants du primaire et du secondaire pour l'acquisition d'une conception scientifique des origines du vivant quelque soit le contexte national.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien financier et intellectuel du projet de recherche européen Biohead-Citizen (Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship. STREP CIT2-CT-2004-506015, E. C., Brussels, FP6, Priority 7), coordonné par Graça Carvalho (Portugal), à qui nous adressons nos remerciements les plus vifs, ainsi que par Pierre Clément et Franz Bogner. Nous sommes particulièrement redevables aux 12 équipes qui, chacune dans son pays, ont traduit le questionnaire et recueilli les données qui ont été utilisées dans le présent travail.

Bibliographie

- Aroua, S., Coquidé, M. & Abbes, S. (2005). Réflexions épistémologiques et statut scientifique de l'évolution biologique : cas d'un enseignement en Tunisie. In A. Tiberghien & B. Tribollet (Ed.), *Actes du colloque Quatrièmes Rencontres Scientifiques de L'ARDIST*. Lyon : INRP, 25-32.
- Baalman, W. & Kattmann, U. (2000). Towards a better understanding of genetics and evolution – research in students' conceptions leads to a re-arrangement of teaching biology. In I. Gayoso, J. Bustamente, U. Harms, M. Aleixandre (Ed.). *Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology (ERIDOB)*. Santiago de Compostela, Spain : Univers. de Santiago de Compostela, , 13-25.
- Carvalho, G., Clément, P. & Bogner, F. (2004). Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship. STREP CIT2-CT-2004-506015, E.C., Brussels, FP6, Priority 7. <http://www.biohead-citizen.net>
- Carvalho, G. & Clément, P. (2007). Construction and validation of the instruments to compare teachers' conceptions and school textbooks of 19 countries – The European

Biohead-Citizen project. Communication acceptée pour le *Congrès AREF*, Strasbourg, août 2007.

Clément, P. (1998). La Biologie et sa Didactique. Dix ans de recherches. *Aster*, 27, 57-93.

Clément, P. (2002). Methods to analyse argumentation in (more or less) scientific texts. An example: analysis of a text promoting creationism. In *Proceedings of ESERA (European Science Education Research Association) Summer school*. Lubjana : University of Lubjana , 7-14.

Clément, P. (2004). Science et idéologie : exemples en didactique et épistémologie de la biologie. In *Actes du Colloque de l'ENS-LSH, Sciences, médias et société*, 57-74. <http://sciences-medias.ens-lsh.fr>.

Clément, P. (2006). Didactic Transposition and KVP Model : Conceptions as Interactions Between Scientific Knowledge, Values and Social Practices. In *Proceedings of ESERA Summer School*, Braga (Portugal) : Univ Minho, 9-18.

Clément, P., Laurent, C. & Carvalho, G. (2007). Methodology for constructing and validating a questionnaire for an international comparative analysis of teachers' conceptions of biology, health and environment: the European project of research Biohead-Citizen. Soumis pour le *Meeting ESERA*, Malmö, août 2007.

Dolédéc, S. & Chessel, D. (1987). Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique I- Description d'un plan d'observations complet par projection de variables. *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, 8, 3, 403-426.

Fortin, C. (1991). Les représentations des élèves sur l'évolution biologique. In Giordan Martinand et Souchon (Ed.), *Actes XIII^{es} journées internationales sur l'éducation scientifique*. Chamonix, 610-612.

Fortin, C. (1993). *L'évolution: du mot aux concepts*. Thèse de doctorat, Univ. Paris VII.

Galangau-Querat, F. (1990). Les représentations de la théorie de l'évolution. In Giordan, Martinand et Souchon (Ed.), *Actes XII^{es} journées internationales sur l'éducation scientifique*. Chamonix, 309-314.

Lebart, L., Morineau, A. & Piron, M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris : Dunod.

Munoz, F., Quessada, M.P. & Clément, P. (2007). Des analyses statistiques multivariées pour traiter les données issues de questionnaires. Publication acceptée, *Actes du Colloque de l'A.R.D.I.S.T. (Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques)*, Octobre 2007.

Quessada, M.P. & Clément, P. (2006a). An epistemological approach to French curricula on human origin during the 19th & 20th centuries. *Science & Education*, <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-006-9051-9>.

Quessada, M.P. & Clément, P. (2006b). Les origines de l'homme dans les manuels scolaires français de sciences aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles : Interactions entre connaissances, valeurs et contexte socioculturel. In M. Lebrun (Ed.), *Le manuel scolaire d'ici et d'ailleurs; d'hier à demain*. Québec : P.U.Q., CDRom.

Robert, C.P. & Casella, G. (2004). *Monte Carlo Statistical Methods* (second edition). , New York : Springer-Verlag.

Sabatier, R., Lebreton, J. D. & Chessel, D. (1989). Principal component analysis with instrumental variables as a tool for modelling composition data. In R. Coppi and S. Bolasco (Ed.), *Multiway data analysis*. North-Holland :Elsevier Science Publishers B.V., 341-352.