

Les conceptions d'enseignants de 14 pays sur le déterminisme génétique de certaines performances et comportements humains.

CASTERA Jérémie, Doctorant, LEPS/LIRDHIST et Service Commun de Formation en Sciences Humaines et Sociales, Université Lyon1, France, jeremy.castera@univ-lyon1.fr

CLEMENT Pierre, universitaire retraité, Université Lyon1, France, pierre.clement@univ-lyon1.fr

Mots clés : Enseignants, conceptions, déterminisme génétique, analyses multivariées, innéisme, héréditarisme.

Résumé

La génétique humaine vient de tourner le dos à l'ère du "tout-génétique" qui réduisait à un déterminisme génétique toute performance ou comportement humain, alors que ceux-ci émergent aussi d'apprentissages socioculturels dont le support biologique est l'épigénèse cérébrale. Les conceptions des enseignants ont-elles suivi ces changements ? Notre travail analyse les réponses de 5706 enseignants et futurs enseignants de 14 pays à des questions relatives à ces déterminismes génétiques. Leurs conceptions sont étudiées en tant qu'interactions entre valeurs et connaissances scientifiques, au moyen d'analyses multivariées. Elles varient très significativement d'un pays à un autre, mais elles sont aussi corrélées de façon plus transversale à des convictions religieuses et politiques. Les valeurs qui fondent les conceptions innéistes / héréditaristes s'articulent le plus souvent sur des connaissances scientifiques périmées, issues de l'ère du tout-génétique, en particulier dans les six pays non européens de notre échantillon. Inversement, en Italie et en France, l'interaction KV (connaissances / valeurs) s'appuie sur des connaissances plus actuelles et des valeurs moins fatalistes. Cependant, dans certains pays comme la Finlande, des conceptions héréditaristes co-habitent avec des connaissances scientifiques assez actualisées. L'importance d'analyser ces interactions est soulignée pour rendre l'enseignement de la biologie plus citoyen.

Introduction

Le traditionnel débat entre inné et acquis est aujourd'hui dépassé puisque génétique et environnement sont en interaction et donc tous deux nécessaires (Atlan, 1999 ; Jacquard & Kahn, 2001 ; Kupiec & Sonigo, 2001 ; Lewontin, 2003).

Ce débat a pourtant longtemps animé la communauté scientifique. A la fin du XXème siècle certains chercheurs n'ont pas hésité à affirmer que des caractères aussi complexes que l'intelligence seraient essentiellement déterminés génétiquement et que cela expliquerait les différences entre ethnies (Jensen, 1969) ou entre classes sociales (Herrnstein & Murray, 1994). La prestigieuse revue *Science* a publié un article supposant l'existence d'un gène de l'homosexualité (Hamer et al., 1993), ce qui a déclenché nombre de réactions et notamment

six ans plus tard et dans la même revue, un article contestant ces résultats (Rice et al., 1999). Nombre de travaux visant à montrer le déterminisme génétique des comportements et des performances de jumeaux monozygotes plus ou moins séparés, se sont avérés biaisés (Schiff et al., 1982), voire même frauduleux comme ceux de C.Burt (fraude révélée par Kamin in Lewontin et al., 1984). Ils n'en ont pas moins beaucoup influencé ce que Nelkins et Linde (1998) appellent « *une culture de masse* » (non seulement les articles de vulgarisation scientifique, mais aussi des films, des émissions de télévisions ou de radio, des publicités, etc) qui survalorise l'effet du gène : « *une société entière dans ses gènes* » (Rogel 2000). Cette apogée du *tout-génétique* (Atlan, 1999) a été qualifiée d'innéisme, de *biologisme* ou d'*héréditarisme* (Clément et al., 1981, 2006) ou encore, d'*essentialisme génétique* ou *génétilisme* (Rogel, 2000).

Entre temps, les recherches en neurobiologie ont montré que le cerveau humain naît amplement immature, l'essentiel de ses connexions s'établissant après la naissance par épigénèse cérébrale, avec stabilisation sélective de synapses initialement surabondantes, en fonction de notre expérience individuelle (Changeux, 1983 ; Edelman, 1987). Nos réseaux neuronaux se configurent ainsi, devenant le support biologique de nos comportements et performances.

Cette prise en compte des interactions entre le génome et son environnement, également centrale dans le nouveau champ de l'épigénétique (Morange, 2005), remet largement en cause le paradigme réductionniste jusqu'ici dominant du "tout-génétique". Jusqu'à quel point ce renouvellement des connaissances scientifiques est-il intégré par les enseignants ?

Cadre théorique

Notre recherche analyse les conceptions d'enseignants et futurs enseignants sur le déterminisme génétique éventuel de certains comportements et performances humains. Les connaissances scientifiques qui justifient leur opinion ont-elles pris en compte le changement de paradigme que nous venons de définir ? Ou font-elles encore référence à des connaissances où seul le déterminisme tout-génétique est présenté ?

Notre hypothèse est que l'acceptation de nouvelles connaissances dans ce domaine peut être freinée par l'adhésion à des valeurs telles que le fatalisme, le pré-déterminisme, l'inégalité entre humains ou groupes humains. Elle peut a contrario être accélérée par l'adhésion à d'autres valeurs, plus citoyennes. Nous appelons « valeurs ce qui fonde le jugement et qu'on retrouve aussi bien dans les opinions, les croyances, les idéologies, les positions philosophiques, morales ou éthiques que dans la science elle-même » (Clément, 2008). Les enjeux de cette interaction entre connaissances et valeurs concernent les pratiques sociales : ils sont socialement vifs.

Notre analyse des conceptions se fonde sur le modèle KVP (Clément 2004, 2006), en privilégiant les interactions entre connaissances (K), valeurs (V) et pratiques sociales (P). Dans des recherches précédentes, nous avons mis en évidence la persistance de l'héréditarisme dans des manuels scolaires de biologie en France (Forissier & Clément, 2003 ; Castéra et al., 2007) et à l'étranger (Castéra et al., 2008).

Les conceptions de futurs enseignants de biologie ont été réalisées en France au moyen d'un questionnaire et d'entretiens (Clément & Forissier, 2001; Forissier & Clément, 2003) : un tiers d'entre eux n'expriment que des valeurs héréditaristes du type "génotype → phénotype" (le « tout-génétique »). Les deux tiers restants ont une conception plus multifactorielle intégrant

l'influence de l'environnement mais le plus souvent selon un modèle additif, indiquant "la part" des gènes et "la part" de l'environnement alors que les deux sont en interaction : Jacquard et Kahn (2001, p. 67) parlent de « *100 % inné, 100 % acquis* ». Des enquêtes similaires ont été réalisées au Liban (Abou Tayeh 2003) et en Tunisie (Kochkar, 2007) : elles mettent en évidence des positions plus héréditaristes des enseignants et futurs enseignants qu'en France. Kochkar (2007) a par ailleurs montré que les conceptions héréditaristes déclinaient significativement après un enseignement sur l'épigenèse cérébrale.

Notre recherche concerne donc les conceptions d'enseignants impliquant des connaissances scientifiques portant d'une part sur la génétique humaine, d'autre part sur l'épigenèse cérébrale. Nous présentons ici les résultats du projet de recherche BIOHEAD-Citizen relatifs aux conceptions d'enseignants et futurs enseignants sur la question du déterminisme génétique de certains comportements et performances humains. Il s'agit d'une étude comparative testant l'hypothèse que les conceptions des enseignants sont largement influencées par le contexte socioculturel. Certaines caractéristiques de ce contexte sont spécifiques à chaque pays, alors que d'autres sont transversales à plusieurs pays : lesquelles sont les plus corrélées aux conceptions des enseignants ?

Questions de recherche

En accords avec notre cadre théorique nous répondrons aux questions de recherches suivantes :

- 1) Quelles sont les connaissances des enseignants interrogés sur le déterminisme génétique éventuel de performances humaines dans le domaine scolaire ou musical, ou de comportements humains tels que l'agressivité ou l'homosexualité, ou encore sur l'immunité ou l'épigenèse cérébrale ?
- 2) Ces connaissances sont-elles ou non en interaction avec des valeurs qui fondent des idéologies telles que l'héréditarisme, le sexisme ou le racisme (interactions KV) ?
- 3) Ces éventuelles interactions varient-elles avec des paramètres socioculturels tels que la nationalité des enseignants, ou encore leurs opinions politiques ou religieuses ?

Méthodologie

Le questionnaire

Le questionnaire utilisé a été élaboré collectivement durant plus de deux ans dans le cadre du projet « Biohead-Citizen ». Nous avons coordonné ce travail sur le thème "génétique humaine". Dans un premier temps, nous avons rassemblé des questions qui avaient été testées et validées dans des recherches précédentes (par exemple Clément, 1999). Ces questions ont été complétées et discutées avec les 19 équipes du projet. Le questionnaire pilote a ensuite été traduit dans les différentes langues du projet avec des procédures de vérification de la validité de la traduction, comme par exemple des rétro-traductions et des comparaisons de traductions indépendantes. Des interviews ont été réalisées dans la plupart des pays pour tester la pertinence des questions dans chacun d'eux. Ensuite le questionnaire pilote corrigé fut appliqué sur un échantillon d'environ 50 futurs enseignants par pays. Dans certains cas

(France, Liban, Tunisie) ont été mises en œuvre des procédures de comparaison de deux traductions indépendantes, ainsi que des re-tests sur les mêmes échantillons pour ne conserver que les questions pour lesquelles les réponses sont identiques à un mois d'intervalle pour les mêmes individus. Ces données ont été analysées (Clément et al., 2006) et le volume du questionnaire pilote a été réduit de moitié en ne sélectionnant que les questions fiables et informatives par rapport aux hypothèses de recherche. Ces différentes étapes sont détaillées dans Clément et Carvalho (2007).

Le présent travail porte sur les questions relatives au déterminisme biologique de notre personnalité et de nos performances : 16 questions sur les 144 du questionnaire entier. La plupart d'entre elles visent à évaluer de possibles interactions entre connaissances et valeurs. Les numéros des questions, conservés ci-dessous, permettent de situer leur ordre d'apparition dans le questionnaire (l'ordre des questions résulte d'une procédure aléatoire).

Les questions utilisent une échelle de Likert, codée de 1 à 4 où 4 est coché pour « d'accord » et 1 pour « pas d'accord ».

Questions sur l'identité de performances ou comportements chez des personnes génétiquement semblables (jumeaux monozygotes ou clones). La réponse exprime un degré de connaissance scientifique en interaction probable avec un degré d'adhésion au déterminisme génétique de cette fonction (degré d'innéisme, ou d'héréditarisme).

A3 : *Si l'on pouvait obtenir des clones d'Einstein, ils seraient tous très intelligents.*

A6 : *Parce qu'ils ont des gènes identiques, les vrais jumeaux ont des réponses immunitaires identiques vis-à-vis d'une greffe provenant d'une autre personne.*

A19 : *A cause de leurs gènes identiques, les vrais jumeaux ont des cerveaux identiques, et donc des comportements et des façons de penser identiques.*

A24 : *Si l'on pouvait obtenir des clones de Mozart, ils seraient tous d'excellents musiciens.*

A27 : *Le génome humain contient plus de gènes que celui de tout autre être vivant.*

A43 : *Chez les vrais jumeaux, l'un peut être droitier et l'autre gaucher.*

A53 : *A cause de leurs gènes identiques les vrais jumeaux ont des réponses immunitaires identiques face aux micro-organismes.*

Questions sur l'origine génétique parentale des performances ou comportements des enfants.

B8 : *Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir alcooliques.*

B10 : *Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à avoir de très bons résultats à l'école.*

B11 : *Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir homosexuels.*

B14 : *Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à être agressifs.*

B20 : *Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir de très bons violonistes.*

Questions sur des connaissances relatives au cerveau et à l'épigénèse cérébrale. Les questions B33 à B36 offrent aussi 4 possibilités de réponse, mais de « oui » (je connais, codé 4) à « non » (je ne connais pas, codé 1). Il s'agit d'appréciations de chaque personne sur ses propres connaissances. Lors du test pilote, rempli par plus de 50 personnes dans la plupart des pays

(Clément et al. 2006), chacune de ces questions était complétée par son complément en question ouverte : donnez la définition de ce terme. Chaque définition a été catégorisée en fonction de son degré d'exactitude, et une corrélation très élevée a été observée avec la première partie de la question, sur l'appréciation par chacun de ses connaissances. Il a donc été décidé de ne conserver, dans le questionnaire final, que la partie fermée de chacune de ces questions.

B33 : *Je peux expliquer ce qu'est une synapse*

B34 : *Je peux expliquer ce qu'est un réseau neuronal*

B35 : *Je peux expliquer ce qu'est la plasticité cérébrale*

B36 : *Je peux expliquer ce qu'est l'épigénèse cérébrale*

Dans le présent travail, nous utiliserons aussi les informations personnelles relatives à chaque répondeur : d'une part la partie P, terminale, du questionnaire (âge, genre, etc.) ; d'autre part 17 questions, que nous n'avons pas l'espace de lister ici, sur ses convictions personnelles (sur le plan religieux, social, politique, militant). Lors des dernières analyses présentées ci-dessous, nous précisons le libellé des questions dont les réponses sont le plus corrélées avec les réponses aux 16 questions qui sont au centre de notre recherche.

Echantillons de personnes interrogées

Les réponses à notre questionnaire ont été recueillies dans 14 pays, afin de comparer des pays européens à des pays non européens, et d'analyser la variété des conceptions au sein des pays européens suivant différents paramètres, par exemple la géographie (Est-Ouest, Nord-Sud) ou les cultures religieuses prédominantes (catholique, protestante, orthodoxe, musulmane).

Dans chaque pays six catégories d'échantillons ont été définies de manière équilibrée : enseignants en service du primaire (InP), en service du secondaire en biologie (InB) ou en lettres (InL), futurs enseignants du primaire (PreP), du secondaire en biologie (PreB) ou en lettres (PreL). Les questionnaires ont été remplis en présence du chercheur et recueillis immédiatement après, selon des procédures strictes garantissant l'anonymat total et la comparabilité des échantillons d'un pays à un autre.

N'ont été conservés que les questionnaires contenant plus de 95% de réponses aux questions : au total 5706 individus dans les 14 pays : 223 en Algérie (DZ), 296 au Burkina Faso (BF), 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), 753 en Tunisie (TN),.

Analyse des données

Chaque équipe a rempli un tableau *Excel* (le même pour les 14 pays) à partir des réponses obtenues dans leur pays. L'ensemble a été soumis à plusieurs types d'analyses multivariées (en utilisant le logiciel "R" : R Development Core Team, 2007). Dans un premier temps une Analyse en Composantes Principales (Lebart et al., 1995) est menée sur l'ensemble des 16 questions pour décrire les tendances principales des conceptions individuelles : les questions qui différencient le plus et de la même façon les individus forment la composante 1, celles qui expliquent le plus la variance résiduelle forment la composante 2, etc. Une Analyse Discriminante (analyse interclasses : Dolédec & Chessel, 1987, 1989) permet ensuite d'évaluer dans quelle mesure des groupes d'individus (nous nous limitons ici aux pays, formant 14 groupes) répondent de manière différente aux questions, puis si ces différences

sont significatives (test de randomisation de type Monte Carlo). Enfin, une analyse de co-inertie (Dolédec & Chessel, 1994) permet de décrire la structure commune de deux tableaux portant sur les mêmes individus : l'un sur le déterminisme génétique (l'ACP initiale) et l'autre sur les variables personnelles : religieuses, sociales et politiques. L'analyse de co-inertie cherche à représenter dans un même espace les 5706 individus des 2 tableaux pour trouver les composantes communes de leurs conceptions sur l'ensemble des variables.

Résultats et discussion

Analyse en composantes principales (ACP) : structuration des réponses individuelles

Une analyse en composante principale montre les corrélations entre les réponses des 5706 enseignants. Elle identifie les ensembles de questions qui différencient le plus les individus de la même façon, chaque ensemble définissant une composante principale (figure 1).

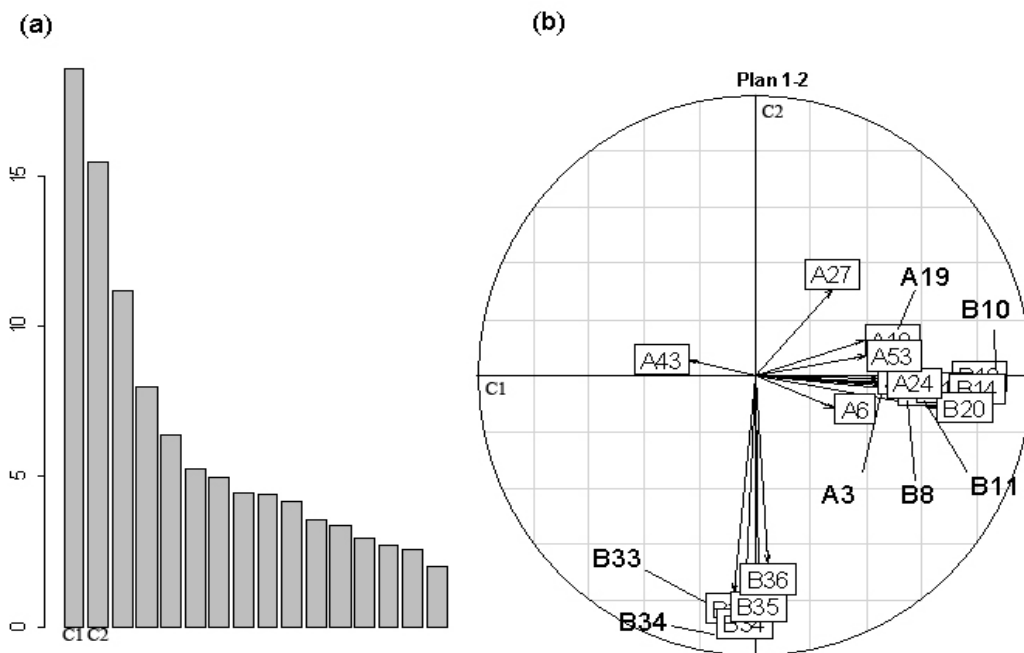


Figure 1: (a) Histogramme des valeurs propres, exprimé en pourcentage de variance pour les composantes successives, (b) Cercle des corrélations indiquant les questions qui définissent les deux premières composantes principales (axe C1 horizontal, axe C2 vertical). Les réponses graduées aux questions sont représentées au moyen de vecteurs (l'extrémité du vecteur correspond à la valeur 4 « je suis d'accord » ou « oui, je connais »).

L'analyse définit 16 composantes (le nombre des questions). Si les réponses aux questions avaient été effectuées au hasard, chaque composante représenterait 1/16 (6%) de la variance totale des réponses des 5706 individus. Ici, la composante C_1 exprime 19% de la variance, et C_2 15% (figure 2a), ce qui signifie qu'il y a des corrélations importantes entre les réponses

individuelles. Dans le plan (C_1, C_2) (figure 1b) la structuration des variables permet de caractériser ces deux composantes : la composante C_1 (abscisses) rend compte de l'opposition entre conceptions héréditaristes (à droite sur l'axe C_1) et celles qui ne le sont pas (à gauche de l'axe). La composante C_2 (ordonnées) n'est définie que par les questions relatives aux connaissances sur l'épigenèse et le système nerveux (B33 à B36). L'orthogonalité des deux composantes montre qu'il n'existe pas de corrélation entre ces connaissances sur le système nerveux et les conceptions plus ou moins héréditaristes.

Par rapport au modèle KVP, la composante 1 illustre de fortes interactions entre K et V (les enseignants qui ne sont pas héréditaristes ont des connaissances plus actualisées, et réciproquement), tandis que la composante 2 illustre une indépendance entre K et V : qu'il soit ou non héréditariste, un enseignant a ou n'a pas de connaissances sur le système nerveux et son épigenèse.

Analyse interclasse : différences entre les pays

Ces différences peuvent être visualisées par des histogrammes qui rendent directement compte des réponses à deux questions (figures 2 et 3). Lorsque que nous proposons cette affirmation « *Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à avoir de très bons résultats à l'école* » (question B10, figure 2), les réponses sont très différentes d'un pays à un autre. Moins de 18% des enseignants et futurs enseignants français interrogés sont d'accord ou plutôt d'accord avec cette affirmation, contre près de 80% en Finlande. Entre ces deux pôles, il existe une gradation entre les pays européens de l'ouest proche de la France, les pays africains et le Liban au milieu et les pays de l'Europe de l'est et du nord plus près de la Finlande. Le même type de distribution des réponses est observable à partir des réponses à d'autres questions, B14 et B11 par exemple.

En revanche, les réponses à d'autres questions différencient les pays bien autrement : c'est par exemple le cas de la question A19 (figure 3). A la proposition "*A cause de leurs gènes identiques, les vrais jumeaux ont des cerveaux identiques, et donc des comportements et des façons de penser identiques*", 4% des italiens indiquent leur accord, contre 50% des algériens. Entre ces deux extrêmes, les pays non européens (et surtout ceux du Maghreb) sont ceux où il y a le plus d'enseignants en accord avec cette proposition. Ce type de différences entre pays européens et non européens est aussi observable pour les questions A63 et A27, ainsi que pour les questions de connaissances sur le système nerveux B33 à B35.

Une analyse interclasse permet de visualiser de manière synthétique l'ensemble de ces différences entre pays (figure 4).

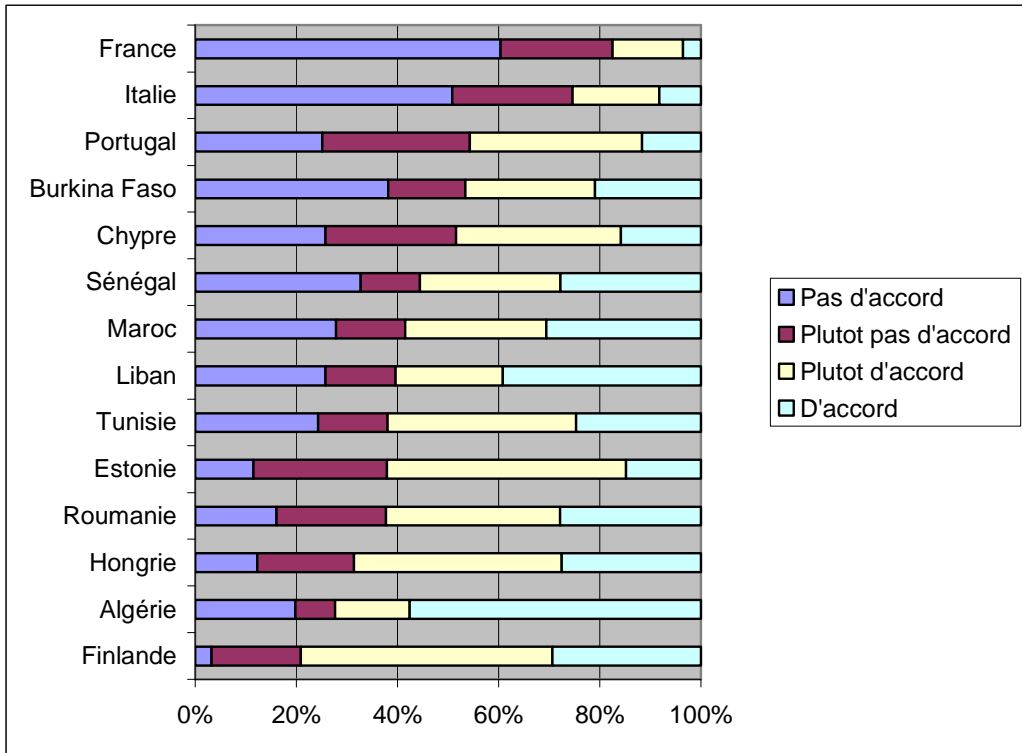


Figure 2 : Histogramme des réponses à la question B10 ("Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à avoir de très bons résultats à l'école") pour chaque pays.

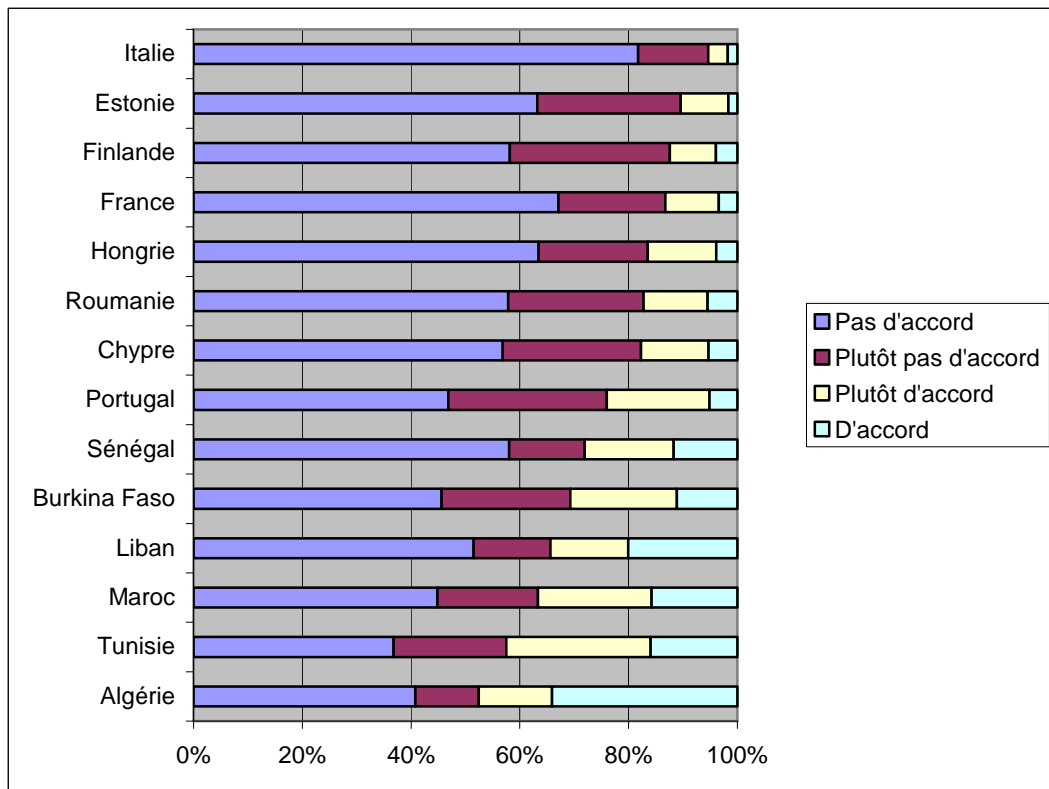


Figure 3 : Histogramme des réponses (par pays) à la question A19 ("A cause de leurs gènes identiques, les vrais jumeaux ont des cerveaux identiques, et donc des comportements et des façons de penser identiques")

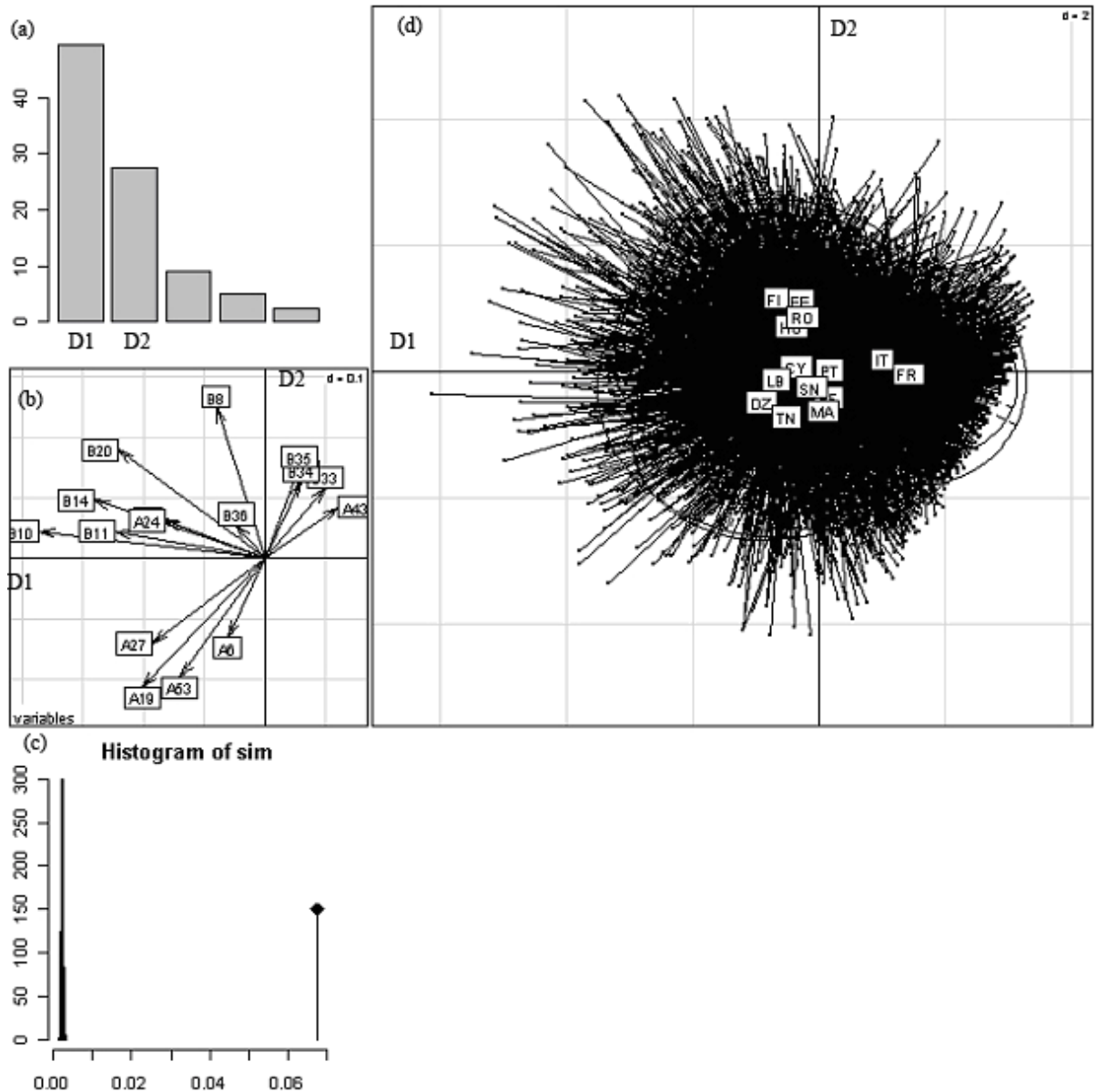


Figure 4: Résultat de l'analyse interclasse sur les pays. L'histogramme des valeurs propres (a). Le cercle des corrélations (b) représente la relation entre les axes discriminants D_1 (abscisses) et D_2 (ordonnées) avec les variables étudiées. La représentation des individus par groupes de pays (d) souligne la nature des différences mises en évidence. Le test de randomisation (c) montre que ces différences sont hautement significatives.

L'axe discriminant D_1 (figure 4) représente les questions qui différencient le plus les pays (53% de la variance, figure 3a), par exemple la question B10 (l'hérédité génétique des bons résultats à l'école : figure 2) et les questions B14 (hérédité génétique de l'agressivité), B11 (hérédité génétique de l'homosexualité) et B20 (hérédité génétique des performances au violon).

Le second axe discriminant (D_2 , ordonnées, 30% de la variance) est fortement corrélé aux questions A19 (sur les jumeaux supposés avoir des cerveaux et des comportements identiques), A53 (sur les jumeaux supposés avoir des réponses immunitaires identiques), B8 (sur l'hérédité génétique de l'alcoolisme) et B35 (sur la connaissance de ce qu'est la plasticité cérébrale).

Ces deux axes font apparaître 3 groupes distincts de pays au sein desquels les conceptions sur le déterminisme génétique sont voisins (figure 4d) :

-La France et l'Italie : les enseignants y sont les moins héréditaristes pour l'ensemble des questions, et ils ont les connaissances les plus actualisées. Les exemples des questions B10 (figure 2) et A19 (figure 3) l'illustrent clairement.

-La Finlande, la Hongrie, La Roumanie et l'Estonie : paradoxalement par rapport à nos hypothèses, les enseignants à la fois ont des connaissances scientifiques plutôt actualisées sur les jumeaux, l'immunité et l'épigénèse cérébrale (la figure 3 l'illustre sur un exemple), mais ils sont profondément héréditaristes par rapport à diverses performances (au violon, à l'école : la figure 2 en est une bonne illustration). Ce résultat semble être en désaccord avec le constat de Kochkar (2007) d'une diminution des conceptions héréditaristes après un enseignement sur l'épigénèse cérébrale (en terminales S d'un lycée tunisien). Cependant, ce cours avait clarifié le lien entre épigénèse et performances intellectuelles, indépendamment du génome. Ce lien semble encore obscur pour les enseignants de ces pays du nord ou de l'est de l'Europe. Il est intéressant de noter que, pour un pays comme la Finlande, nous retrouvons une qualité de l'enseignement scientifique déjà soulignée par des enquêtes internationales (par exemple PISA, 2003) tout en mettant en évidence une lacune jusqu'ici passée inaperçue (car absente des enquêtes réalisées) : la persistance de conceptions héréditaristes malgré leurs connaissances scientifiques, voire en implicite à ces connaissances.

-L'Algérie, le Maroc, la Tunisie, le Burkina Faso, le Sénégal, le Liban, Chypre et le Portugal : les enseignants y sont plutôt d'accord avec l'idée de facteurs génétiques intervenant dans nos comportements, et avec l'idée que le génome des jumeaux induit des comportements ou des réponses immunitaires semblables. Ce groupe est cependant plus hétérogène que les deux précédents (figure 4c), le Portugal ou Chypre étant assez proches des conceptions observées dans les autres pays d'Europe.

Ces différences sont très significatives comme le montre le test de randomisation de Monte Carlo ($p < 0.0001$, figure 4c).

Analyse de co-inertie : Corrélation entre convictions religieuses et conceptions héréditaristes.

Cette analyse fait ressortir les éventuels liens qui existent entre les conceptions sur le déterminisme génétique (les 16 questions jusqu'ici analysées) et les convictions personnelles des enseignants dans le domaine religieux, politique ou social (17 autres questions).

Ces liens s'expriment surtout par le premier axe, qui représente plus de 70% de la variance. Cet axe oppose les conceptions héréditaristes à celles qui ne le sont pas. Le pôle héréditariste correspond aux positions personnelles suivantes (en commençant par celles qui ont le plus de poids sur cet axe) :

* Fort degré de croyance et de pratique religieuses (questions P12a et P12b).

* Conviction politique que *"Seul un pouvoir central fort peut mettre de l'ordre dans mon pays"* (A42) et que *"Il y a trop d'étrangers dans mon pays : le gouvernement devrait limiter l'immigration"* (A26).

* Conviction que *"La science et la religion devraient être séparées"* (A51) et que *"Religion et politique devraient être séparées"* (A37).

* Préférence de services de santé privés plutôt que publics (P10).

Au total, dans notre échantillon de 5706 enseignants de 14 pays, les enseignants qui ont les conceptions les plus héréditaristes sont les plus croyants et pratiquants sur le plan religieux, et les plus traditionalistes, voire réactionnaires, sur le plan politique. Et réciproquement pour les

moins héréditaristes. Notre recherche nous a donc permis de mettre en évidence des "*systemes de conceptions*" (Clément 2008).

Conclusion

Par rapport à nos questions de recherche, nos résultats ont d'abord mis en évidence une grande hétérogénéité de conceptions des enseignants interrogés sur le déterminisme génétique de nos performances et comportements. En particulier, la proportion de conceptions héréditaristes varie fortement d'un pays à un autre, mais aussi, de façon plus transversale, elle est liée à des convictions religieuses et politiques traditionalistes, s'intégrant donc dans un système de conceptions marqué sur le plan socioculturel.

En ce qui concerne les interactions entre connaissances scientifiques (K) et valeurs (V), deux tendances différentes se dégagent :

* D'une part une forte interaction entre des connaissances scientifiques dépassées et le pôle héréditariste (observée surtout dans les six pays non européens de notre échantillon), et réciproquement entre les conceptions non héréditaristes et les connaissances plus actualisées (en particulier en France et en Italie).

* Cependant, d'autre part, une indépendance entre certaines connaissances (principalement celles sur le cerveau et son épigénèse) et les valeurs qui correspondent à des conceptions plus ou moins héréditaristes (figure 1). Dans les pays européens du Nord (comme la Finlande) et de l'Est, cette indépendance concerne aussi d'autres connaissances (sur les jumeaux homozygotes, sur l'immunité).

En conclusion, la résistance de certains enseignants à abandonner le paradigme du "tout-génétique" semble s'enraciner de façon aussi profonde que complexe dans des contextes socioculturels dont nous n'avons commencé à analyser que certaines facettes, sans discuter des nombreuses spécificités de chacun des 14 pays de notre échantillon, et sans présenter (faute de place) d'autres analyses qui éclairent quelques autres facettes.

Nous pouvons cependant en conclure que le renouvellement des connaissances en génétique humaine et sur tous les aspects de l'épigénétique et de l'épigénèse, à la fois est un enjeu essentiel des enseignements de biologie, passant par un changement de conceptions des enseignants eux-mêmes, mais n'est pas toujours suffisant pour détacher ces conceptions d'une vision déterministe / héréditariste de la biologie. Une meilleure clarification des interactions KV est aujourd'hui un enjeu important de l'enseignement de la biologie afin qu'elle éduque à des pratiques sociales plus citoyennes.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien de la Communauté Européenne (projet de recherche BIOHEAD-Citizen : « Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship », FP6, CIT2-CT2004-506015, 2004-2008) et de la collaboration active des 14 équipes qui, dans le cadre de ce projet, ont recueilli les données présentées ici. Un grand merci aux collègues de ces équipes, ainsi qu'à Charline Laurent et François Munoz qui nous ont formés à l'analyse multivariée de ces données.

Bibliographie

- Abou Tayeh, P. (2003). *La Biologie entre opinions et connaissances : Conceptions d'enseignants et d'étudiants libanais sur le cerveau et son épigénèse, et sur d'autres déterminismes génétiques / épigénétiques*. Thèse Doctorat Université Lyon1.
- Atlan, H. (1999). *La fin du "tout génétique"*. Paris: INRA.
- Castéra, J. Clément, P. Abrougui, M. Sarapuu, T. Turcinaviciene, J. Aggoram, B. Calado, F. Bogner, F. Nisiforou, O. Valanides, N. & Carvalho, G. (2008). Genetic Determinism in school textbooks A comparative study conducted among 16 countries. *Science Education International*, 19 (2), 163-184.
- Castéra, J. Clément, P. & Bruguière, C. (2007). La génétique humaine dans des manuels scolaires français et étrangers : persistance d'une idéologie héréditariste ? *Actes des cinquièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST (Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques)*, La Grande Motte, 17-19 octobre 2007, p.65-71.
- Changeux, J. P. (1983). *L'homme neuronal*. Paris: Fayard.
- Clément, P. (1999). Situated conceptions. Theory and methodology. From the collection of data to the analyse of conceptions. in M.Méheut & G.Rebmann, *Fourth European Science Education Summerschool : Theory, Methodology and Results of Research in Science Education*, ed. ESERA, SOCRATES, U.Paris 7, p. 298-315.
- Clément, P. (2004). Science et idéologie : exemples en didactique et épistémologie de la biologie. *Actes du Colloque Sciences, médias et société. ENS-LSH*, p. 53-69 <http://sciences-medias.ens-lsh.fr>
- Clément, P. (2006) Didactic Transposition and the KVP Modèle: Conceptions as Interactions Between Scientific Knowledge, Values and Social Practices. *Proceedings Summer School ESERA*, IEC, Univ. Minho (Portugal), p. 9-18.
- Clément, P. (2008). Raisonnements de sens commun et apprentissages en biologie. *Conférence lors des Rencontres 10ème anniversaire de l'ARDIST*, 22 novembre 2008, Palais de la Découverte (Paris). A paraître dans *Skôhlé*.
- Clément, P. Blaes, N. Luciani, A. (1981). Le mythe tenace du "chromosome du crime", encore appelé "chromosome de l'agressivité". *Raison Présente*, 54, 109-127.
- Clément P. & Carvalho G. (2007). Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship: teachers' conceptions and textbook analysis in 19 countries. *WCCES XIII (World Council of Comparative Education Societies)*, Sarajevo, CD-Rom, 15 pp.
- Clément, P. Carvalho, G. Abrougui, M. Khalil, I. Thiaw, M.S. Ndiaye, V. Varga, A. Bogner, F. (2006). Differences in values associated to biology, health and environmental questions among France, Portugal, Hungary, Senegal, Lebanon and Tunisia. *IOSTE XII Meeting, Proceedings XII IOSTE Conference, Science and Technology Education in the Service of Humankind*, ed. S.Yoong et al, Universiti Sains Malaysia, p. 149-151.
- Clément P. & Forissier T. (2001). L'identité biologique n'est pas que génétique : un défi pour un enseignement citoyen. *Communication au Symposium BioEd 2000: The challenge of the Next Century*. Paris, p. 15-18, available: www.iubs.org/cbe/pdf/clement.pdf.
- Dolédec, 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.
- Dolédec, S. & Chessel, D. (1989). Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique II- Prise en compte et élimination d'effets dans un tableau faunistique. *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, 10, 207-232.

- Dolédec, S. & Chessel, D. (1994). Co-Inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships. *Freshwater Biology*, 31, 277-294
- Edelman, G. (1987). *Neural Darwinism: the theory of neuronal group selection*. New York: Basic Books.
- Forissier, T. Clément, P. (2003). Teaching "biological identity" as genome / environmental interactions. *Journal of Biological Education*, 37 (2), 85-91.
- Hamer, D.H. Hu, S. Magnuson, V.L. Hu, N. & Pattatucci, A.M. (1993). A linkage between DNA markers on the X chromosome and male sexual orientation. *Science*, 261, 321-327.
- Herrnstein, R. & Murray, C. (1994). *The Bell curve: Intelligence and class structure in American life*. New York: Free Press.
- Jacquard, A. & Kahn, A. (2001). *L'avenir n'est pas écrit*. Paris: Bayard.
- Jensen, A. R. (1969). How much can we boost I.Q. and scholastic achievement? *Harvard Educational Review*, 33, 1-123.
- Kochkar, M. (2007). *Les déterminismes biologiques. Analyse des conceptions et des changements conceptuels consécutifs à un enseignement sur l'épigénèse cérébrale chez des enseignants et des apprenants tunisiens*. Thèse Doctorat Université Lyon 1 & ISEFC - Université de Tunis.
- Kupiec, J.J. & Sonigo, P. (2000). *Ni Dieu, ni gène*. Paris: Seuil.
- Lebart, L. Morineau, A. & Piron, M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris : Dunod.
- Lewontin, R. C., (2003). La triple hélice. Les gènes, l'organisme, l'environnement. Paris: Edition du Seuil.
- Lewontin, R.C. Rose, S. & Kamin, L.J. (1984). *Not in our genes: Biology, ideology and human nature*. New York: Pantheon.
- Morange, M. (2005). Quelle place pour l'épigénétique?. *Medecine/Science*, 21, 367-369.
- Nelkin, D. & Lindee, S. (1998). *La mystique de l'ADN*. Paris: Belin.
- PISA. (2003). *Learning for tomorrow's world: First results from PISA 2003*. Paris: OECD.
- R Development Core Team. (2007). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- Rice, G. Anderson, C. Risch, N. & Ebers, G. (1999). Male homosexuality : absence of linkage to microsatellite markers at Xq28. *Science*, 284, 665-667.
- Rogel, T. (2000). Une société entière dans ses gènes. Génétique et société : une lecture de l'innéisme contemporain. *IDEES*, 122, Décembre 2000. Available : <http://www.cndp.fr/revueeeds/pdf/122/02406211.pdf>
- Schiff, M. Duyme M. Dumaret, A.M. & Tomkiewicz, S. (1982). How much could we boost scholastic achievement and IQ scores? A direct answer from a French adoption study. *Cognition*, 12, 165-196.