

Les représentations des enseignants et futurs enseignants gabonais sur le déterminisme génétique

The conceptions of gabonese teachers about genetic determinism

LAURENCE NDONG¹

Résumé

A travers cette étude, nous avons cherché à identifier les représentations que les enseignants et futurs enseignants gabonais ont du déterminisme génétique du phénotype. Notre objectif était de voir si ces dernières correspondent ou se rapprochent du paradigme en vigueur dans la communauté scientifique à savoir la notion d'épigénétique. Les résultats obtenus à l'aide de l'Analyse Statistique Implicative ont permis d'identifier deux principales représentations : une selon laquelle le phénotype dépendrait uniquement du génotype et l'autre pour laquelle le génotype à lui seul ne saurait expliquer le phénotype.

Mots-clés : *Déterminisme génétique, Enseignants, Gabon, Génotype, Phénotype.*

Abstract

Through this study, we tried to identify the representations that the teachers and the future Gabonese teachers have regarding some genetic determinism of the phenotype. Our objective was to see if they correspond or gets closer of current paradigm in the scientific community which is the notion of epigenetic. The results obtained by means of the Statistical Analysis Implicative allowed to identify two main representations: one according to which the phenotype would depend only on the genotype and the other for which genotype could not explain the phenotype.

Keywords: *Gabon, Genetic determinism, Genotype, Phenotype, Teachers.*

Introduction

La didactique se différencie des autres sciences de l'éducation et notamment de la pédagogie par sa centration sur les contenus d'enseignement. En effet, elle ne conçoit pas l'objet d'apprentissage de façon générale, mais en fonction des contenus propres à chaque discipline d'où le terme didactique des disciplines. Cette prise en charge des contenus spécifiques d'enseignement constitue une des caractéristiques fondamentales de la didactique (Simard, 1993). La didactique d'une discipline s'intéresse aux processus de transmission et d'appropriation des savoirs relevant de cette discipline (Clément, 2000). Ainsi, en explorant les savoirs et leur intériorisation par les apprenants, la didactique cherche à mieux comprendre et éventuellement à guider

¹ Laboratoire de Recherche en Education (LARED), ENS de Libreville, BP : 17009 Libreville-Gabon
lauryl_ndong@yahoo.com

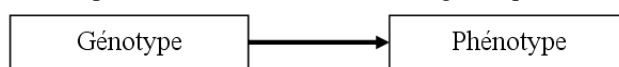
l'action pédagogique de l'enseignant. Pour parvenir à agir sur l'enseignement, elle s'intéresse à la fois à l'objet d'étude, à sa mise en œuvre pédagogique et à son processus d'apprentissage (Simard, 1993). Au Gabon, la drépanocytose est une maladie génétique qui fait énormément de ravage. Et, il n'est pas rare de voir certains conjoints s'accuser mutuellement d'être responsable de la maladie de l'enfant. Le plus souvent d'ailleurs, ce sont les femmes qui sont accusées. Sur la base de cet exemple, la représentation sociale qui semble prévaloir sur le déterminisme génétique est que les parents transmettent à leurs enfants tout ce qu'ils sont. Sans oublier les médias qui continuent de jouer un rôle important dans la propagation de l'idée que la biologie est d'abord la science du déterminisme génétique des caractères et des maladies. S'il est vrai que pendant longtemps, en biologie, on a cru que le phénotype découlait systématiquement du génotype, depuis la fin du 20^{ème} – début du 21^{ème} siècle, l'interaction entre le génome et son environnement (appelée « épigénétique ») est le nouveau paradigme en vigueur en biologie pour expliquer le phénotype. Nous nous sommes donc intéressée aux représentations des enseignants gabonais sur cette question pour voir ces dernières se rapprocher ou non du paradigme de l'épigénétique. Avant de présenter les résultats auxquels nous sommes parvenues, nous allons revenir sur la notion de déterminisme génétique en biologie, sa place dans l'apprentissage et les différentes représentations qui ont été identifiées chez d'autres enseignants dans d'autres pays.

Biologie moléculaire et déterminisme génétique

Si le terme « génétique » a été inventé par le Biologiste William Bateson en 1905, les premiers travaux de génétique sont attribués au moine allemand Gregor Mendel, qui publie en 1866, dans un article des *Comptes rendus de la Société d'histoire naturelle de Brno*, ses travaux réalisés sur la transmission des caractères héréditaires chez le pois (Abrougui, 1997). Après leur publication, les travaux de Mendel passent à peu près inaperçus, n'étant cités qu'une douzaine de fois entre leur publication et leur redécouverte en 1900. En effet, c'est en 1900 que, parallèlement et indépendamment, H. de Vries, C. Correns et E. Tschermak von Seysenegg retrouvent les lois de Mendel (Clément et Forissier, 2001). Au début du 20^{ème} siècle, les concepts de mutation, génotype et phénotype, puis celui de gène vont être définis. En fait, pendant le 20^{ème} siècle, la génétique va évoluer pour s'imposer progressivement comme la discipline reine de la biologie. La découverte de la structure de l'ADN, par Watson et Crick en

1953, a donné naissance à la génétique moléculaire, qui s'est développée très vite jusqu'à son apogée actuelle avec le fantastique chantier du séquençage de l'ADN de l'Homme et de divers animaux et végétaux. L'accélération de ces recherches peut certainement s'expliquer par l'ampleur des enjeux scientifiques et économiques en cause (Clément et Forissier, 2001). Dès le début du 20^{ème} siècle, Weisman a distingué ce qui est héréditaire le germen (le génotype) de ce qui ne l'est pas, le soma (phénotype) (Clément et Forissier, 2001). D'après Clément et Castéra (2011), pendant plusieurs années, l'enseignement de la génétique a été centré sur le déterminisme du phénotype par le génotype, comme le montre cette figure :

Figure 1. La représentation la plus commune du déterminisme génétique (Clément&Castera,2011).



Or, si le 20^{ème} siècle a vu la naissance et l'apogée du tout-génétique, il a aussi vu le début de son déclin et ce non pas que les succès spectaculaires de la génétique et de la biologie moléculaire puissent être contestés, mais leur succès rend lui-même de plus en plus évident le paradigme de la génétique moléculaire : « un gène-une enzyme » et non pas « un gène-un caractère phénotypique » (Clément et Forissier, 2001). En effet, la génétique moléculaire a montré que le génotype n'induisait que les protéines, des enzymes et que le phénotype lui se construit par des interactions multiples en ces enzymes et leur environnement, au niveau cellulaire, puis au niveau des organismes et de leurs populations. Dans un article publié en 1977, Danchin explique que la vie est l'expression d'un mode de croissance particulier de systèmes matériels caractérisés par le fait qu'on peut leur associer un programme, c'est-à-dire un ensemble organisé d'instructions opératoires qui spécifient des exécutions. Il s'agit en fait du programme génétique transmis héréditairement. Pour lui, un système vivant qui serait trop rigide et qui se reproduirait avec une fidélité absolue ne pourrait s'adapter à un environnement changeant, de même, un système qui serait trop changeant ne pourrait se reproduire de façon stable. Ainsi, les mutations qu'il définit comme des fluctuations statistiques du programme génétique sont les seules à permettre l'apparition de nouveaux êtres qui pourront interagir différemment avec un environnement qui est sans cesse changeant. Ce premier niveau d'organisation du programme génétique est la phylogenèse. Danchin définit un second niveau d'organisation du programme génétique qui est celui de l'organisation biologique. Le programme génétique s'exprimant au cours de la

croissance par division, il apparaît toujours une variation brusque au moment où la cellule fille se sépare de la cellule mère. A ce moment précis, l'environnement de la cellule initiale contient une interaction d'un type particulier représentant le contact intime entre les deux cellules. C'est la prise en compte de cette interaction dans le programme génétique qui a donné les premiers organismes pluricellulaires. Chez ces organismes plus complexes, les programmes vont se diversifier et spécifier un certain nombre d'interactions à courte distance entre les cellules au sein des groupes où il existe des classes de cellules différenciées. Cette différenciation cellulaire est ce que l'on appelle l'ontogenèse. Toujours dans ce second niveau d'organisation du vivant, pour ce qui concerne le développement individuel, le rôle des mutations ne se trouve pas enfermé dans la modification du programme comme c'était le cas pour la phylogenèse, mais dans son déroulement temporel. En effet, le programme génétique contient des instructions précises, mais c'est le contexte extérieur à la cellule, qui en dernier ressort, détermine la fonction et le temps de la différenciation cellulaire ; de sorte que deux programmes identiques, mais soumis à des milieux extérieurs différents, donneront naissance à des organismes certainement très voisins, mais légèrement modifiés dans leur développement, pour tenir compte des conditions environnantes. Ainsi, à partir d'un certain niveau de complexité, il doit apparaître un processus permettant à chaque individu d'intégrer le plus grand nombre possible d'interactions avec l'extérieur et cela de façon stable. « *L'épigenèse est, au cours du développement, la formation d'une organisation par interaction avec l'environnement* » (Danchin, 1977, 1978). Les médias jouent un rôle non négligeable dans la propagation de l'idée que la biologie était avant tout la science du déterminisme génétique des caractères et des maladies : on entend parler des gènes de « l'obésité », de « l'intelligence », de la « timidité » etc. Sans omettre les articles sur le clonage qui véhiculent l'idée selon laquelle un clone serait la photocopie d'un adulte et de ses performances intellectuelles ou sociales (Clément et Forissier, 2001, Ancet, 2013²). Même la notion de programme génétique, telle qu'elle est employée aujourd'hui résume l'ambiguïté largement héréditariste et réductionniste de ce que propagent les médias au sujet de la génétique. On a comme l'impression que tous les caractères humains sont programmés, prédéterminés dans l'ADN ; alors qu'il n'en est rien.

« La complexité du vivant, à l'aube du 21^{ème} siècle, ne peut plus être réduite au seul déterminisme génétique. Son étude nécessite de s'affronter à

² Année de consultation, document numérique.

d'autres mécanismes épigénétiques, pour analyser la construction (embryogénèse puis ontogénèse) des caractères phénotypiques » (Clément et Forissier, 2001).

Déterminisme génétique et apprentissage

Pour décrire les capacités du système nerveux individuel, Danchin (1977) recommande de distinguer trois niveaux, à savoir : la structure du système, c'est-à-dire son organisation spatiale, avec les différents types de cellules et de connexions ; son fonctionnement, c'est-à-dire les règles qui définissent la production et l'intégration de l'activité électrochimique du réseau nerveux, et enfin son comportement, c'est-à-dire la façon dont un individu contrôle, à l'aide de son système nerveux, son interaction avec son environnement. Pour Danchin, l'apprentissage est considéré comme l'acquisition, au cours d'une interaction avec l'environnement, d'une propriété associative bien définie et stable discutée en termes d'épigénèse. Si l'on considère les résultats des expériences de déprivation sensorielle (où l'on prive un animal d'une interaction avec l'environnement), il apparaît que l'expression du programme génétique ne peut dans certains cas se développer correctement qu'à condition que le réseau nerveux fonctionne, d'où l'importance de l'environnement. Il n'est donc plus possible d'attribuer au seul gène toutes les propriétés qu'on a voulu y voir (Ancet, 2013). « *The interaction between the genome and its environment (epigenetics) is a new paradigm in biology* » (Clément & Castéra, 2013). Qu'en est-il des représentations des enseignants ?

Représentation des enseignants sur le déterminisme génétique du phénotype

Dans une enquête effectuée en 2000 sur 33 futurs enseignants, en leur posant la question suivante : « *De quoi dépend le phénotype ? (Faites un schéma)* », Clément et Forissier (2001) avaient identifié trois types de conceptions :

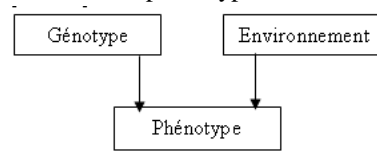
- Un tiers des futurs enseignants proposait un modèle linéaire causal. Ils expliquent le phénotype uniquement par le génotype.

Figure 2. Modèle causal de la détermination du phénotype par le génotype.



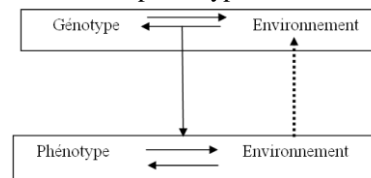
- Le second tiers proposait un modèle additif où le phénotype dépend en partie du génotype et en partie de l'environnement, sans interaction entre les deux.

Figure 3. Modèle additif du génotype et de l'environnement pour la détermination du phénotype.



- Le dernier tiers, quant à lui, avait proposé un schéma se rapprochant du modèle interactif, en adéquation avec le paradigme scientifique actuel ; à savoir que le phénotype dépend de l'interaction génotype-environnement. Le phénotype est lui-même en interaction avec l'environnement et l'interaction phénotype-environnement peut influencer l'environnement du génotype (exemple de la phénylcétonurie en cas de régime carencé en phénylalanine).

Figure 3. Modèle interactif entre génotype et environnement pour la détermination du phénotype.



A partir des enquêtes menées dans le cadre du projet BIOHEAD-Citizen³, Clément et Castéra (2013) ont comparé les conceptions des enseignants sur le déterminisme génétique dans 5 pays : le Danemark, l'Estonie, la Finlande, l'Italie et la France. L'échantillon était composé de six catégories d'enseignants et futurs enseignants : des professeurs de biologie, en formation et en service, des professeurs de langue, en formation et en service et des enseignants du primaire, en formation et en service également. Leurs conceptions ont été analysées à la lumière d'autres caractéristiques telles que la religion, le genre, le sexisme et la conception du racisme. Les résultats ont montré une différence nette entre les pays du Nord de l'Europe et ceux du Sud. Par contre, la religion à laquelle ils appartiennent semble n'avoir aucun effet les conceptions des enseignants au sujet du déterminisme génétique. Ils ont aussi relevé une différence assez paradoxale entre les enseignants de biologie et les autres. Les enseignants de biologie ont plus de connaissance que leur collègues, mais ils sont plus convaincus du fait que tout vient des gènes, en d'autres termes, que le phénotype dépend uniquement du génotype. Une étude réalisée sur 275 enseignants et futurs enseignants tunisiens (Mouelhi, Kochkar, Abrougui et Clément, 2008) au sujet de leurs conceptions sur les déterminismes biologiques des comportements et des performances cérébrales, a montré

³ Nous reviendrons sur ce projet dans la suite de cet article.

une absence totale de la théorie de l'épigénèse cérébrale dans les arguments avancés par les enquêtés ainsi que la prégnance du déterminisme biologique, décrivant une causalité linéaire entre le génome et le comportement sans interaction. Par ailleurs, ce déterminisme causal linéaire ou additif pourrait être un obstacle à l'acquisition des conceptions épigénétiques qui mettent en avant une interaction entre le génotype, l'environnement et le phénotype (Abrougui, 1997).

Question, hypothèse et méthodologie de la recherche

Question et hypothèse de la recherche

En rapport avec ce qui précède, quelles sont les conceptions des enseignants et futurs enseignants gabonais sur cette question du déterminisme génétique ? Nous émettons l'hypothèse selon laquelle, les représentations de ces enseignants se rapprochent plus de celles véhiculées par les médias plutôt que de l'épigénétique.

Méthodologie de la recherche et du recueil des données

Dans le cadre de la mondialisation et de la globalisation, aucun pays ne peut aujourd'hui se développer de manière isolée d'une part et d'autre part, pour ce qui concerne le Gabon, son système scolaire est entièrement calqué sur le système français, tant dans ses modes de fonctionnement que d'administration (Eyeang, 1998). Les programmes scolaires aussi sont calqués sur les programmes français. Le projet BIOHEAD-CITIZEN compare les données recueillies dans 19 pays d'Europe, du Moyen-Orient, du Maghreb et d'Afrique de l'Ouest. Nous nous sommes servis du questionnaire élaboré dans le cadre de ce projet pour pouvoir comparer les résultats obtenus au Gabon avec ceux des autres pays ayant pris part à ce dernier. Le questionnaire a été rempli de manière anonyme par les enquêtés en présence des chercheurs.

Le questionnaire comprend les différents thèmes suivants :

1. Education à la santé ;
2. La reproduction humaine et l'éducation sexuelle ;
3. L'écologie et l'éducation à l'environnement ;
4. Le cerveau humain ;
5. La génétique humaine ;
6. L'évolution.

Tableau 1. Les questions relatives au déterminisme génétique.

A3.	Si l'on pouvait obtenir des clones d'Einstein, ils seraient tous très intelligents.	D'accord					Pas d'accord
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.	D'accord					Pas d'accord
A9.	Les femmes sont moins intelligentes que les hommes.	D'accord					Pas d'accord
A14.	Grâce à leurs caractéristiques physiques, les hommes sont plus performants en athlétisme que les femmes.	D'accord					Pas d'accord
A19.	A cause de leurs gènes identiques, les vrais jumeaux ont des cerveaux identiques, et donc des comportements et des façons de penser identiques.	D'accord					Pas d'accord
A21.	Biologiquement, les femmes peuvent être tout aussi intelligentes que les hommes.	D'accord					Pas d'accord
A24.	Si l'on pouvait obtenir des clones de Mozart, ils seraient tous d'excellents musiciens.	D'accord					Pas d'accord
A25.	C'est pour des raisons biologiques que les femmes ne peuvent pas occuper des postes d'aussi haute responsabilité que les hommes.	D'accord					Pas d'accord
A27.	Le génome humain contient plus de gènes que celui de tout autre être vivant.	D'accord					Pas d'accord
A31.	Quand un couple a déjà eu deux filles, les chances pour que le troisième enfant soit un garçon sont plus grandes.	D'accord					Pas d'accord
A35.	Les groupes ethniques sont génétiquement différents et c'est pourquoi certains sont supérieurs aux autres.	D'accord					Pas d'accord
A36.	Les hommes seraient plus capables de raisonnement logique que les femmes parce que leurs cerveaux ne présenteraient pas la même symétrie bilatérale.	D'accord					Pas d'accord
A.38.	C'est pour des raisons biologiques que les femmes ont plus souvent des tâches domestiques que les hommes.	D'accord					Pas d'accord
A43.	Chez les vrais jumeaux, l'un peut être droitier et l'autre gaucher.	D'accord					Pas d'accord
A46.	Biologiquement un homme ne peut pas être aussi sensible et émotif qu'une femme.	D'accord					Pas d'accord
A53.	A cause de leurs gènes identiques les vrais jumeaux ont des réponses immunitaires identiques face aux micro-organismes.	D'accord					Pas d'accord
B8.	Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir alcooliques.	D'accord					Pas d'accord

B10.	Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à avoir de bons résultats à l'école.	D'accord					Pas d'accord
B11.	Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir homosexuels.	D'accord					Pas d'accord
B14.	Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à être agressifs.	D'accord					Pas d'accord
B20.	Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir de très bons violonistes.	D'accord					Pas d'accord

Dans le questionnaire (Tableau 1 ci-dessus), les questions sont organisées en deux sections principales notées A et B. La section A concerne les questions relatives à l'ensemble des thèmes et des compléments sur l'Environnement ; tandis que dans la section B, il est question des compléments sur la santé et de questions biologiques. L'objectif du questionnaire BIOHEAD-CITIZEN était l'étude des conceptions des enseignants et futurs enseignants en tant qu'interaction entre connaissances scientifiques (K), valeurs (V) et pratiques sociales (P) d'après le modèle KVP initié par Pierre Clément (1994, 2004). Les réponses aux questions ont été recueillies et codées suivant une échelle quantitative, en général de 1 à 4 sur une gradation entre « d'accord » et « pas d'accord » (échelle de Likert), ou de 1 à 5 lorsqu'il s'agit d'un différenciateur sémantique d'Osgood entre deux adjectifs antonymes (Munoz et Clément, 2007). Dans cet article, nous présenterons les résultats des questions relatives au déterminisme génétique (Tableau 1). Elles sont toutes codées de 1 à 4 sur une gradation entre « d'accord » et « pas d'accord ».

Les questions sur le déterminisme génétique dans ce questionnaire peuvent être regroupées en 5 catégories :

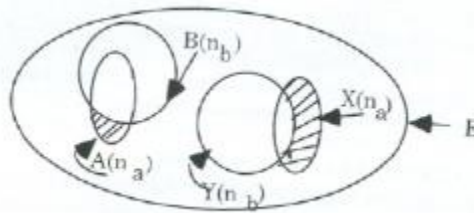
- **Catégorie 1-** Le déterminisme génétique des individus ou de leur progéniture : ce sont les questions sur les clones et les vrais jumeaux (A3, A6, A19, A24, A43 et A53) ;
- **Catégorie 2-** Les différences biologiques et/ou génétiques liées au sexe (A9, A14, A21, A25, A36, A38 et A46) ;
- **Catégorie 3-** Les différences génétiques à propos des groupes ethniques (A35) ;
- **Catégorie 4-** Les questions relatives aux connaissances plus générales sur la génétique (A27 et A31) ;

- **Catégorie 5-** Les questions sur l'existence de facteurs génétiques prédisposant à certains comportements (B8, B10, B11, B14 et B20).

Méthodologie du traitement des données

Pour traiter les données recueillies, nous avons choisi l'Analyse Statistique Implicative (ASI) réalisée à l'aide du logiciel CHIC. L'A.S.I. vise l'extraction de connaissances, d'invariants, des règles inductives non symétriques consistantes, et accorde une mesure à des propositions du type « quand a est choisi, on a tendance à choisir b ». Pour cela, elle quantifie la qualité de ces règles sur la base statistique d'un nombre significatif de contre-exemples où la règle n'est pas vérifiée et où certains déséquilibres cardinaux sont observés parmi les exemples et les contre-exemples à l'implication et à sa contraposée⁴. En d'autres termes, la modélisation de la quasi-implication mesure l'étonnement de constater la petitesse des contre-exemples en regard du nombre surprenant des instances de l'implication (Gras, 2000, 2009, 2013), comme le montre la figure ci-après :

Figure 5. La notion de contre-exemples, (Gras, 2009 p.20).



Les parties hachurées correspondent aux contre-exemples de l'implication de $a \rightarrow b$. Pour mesurer la qualité de la règle d'implication, Gras définit une intensité d'implication. Celle-ci repose sur la probabilité que, si seul le hasard et l'indépendance a priori des variables intervenaient, la probabilité que le nombre de contre-exemples observés dans le cas du hasard (ensembles de représentation X et Y de a et b aléatoires) serait plus grand que celui qui est observé dans la contingence (ensembles A et B de représentation de a et b observés), compte tenu des effectifs de A, B et E. Par exemple, si l'on fixe 0,95 comme seuil d'acceptabilité de l'implication $a \rightarrow b$ et si la probabilité mesurée est 0,98, on accepte l'implication. Si elle est égale à 0,89, on peut réfuter l'implication, voire l'accepter au seuil 0,88. L'A.S.I. permet d'obtenir des graphes implicatifs, des arbres

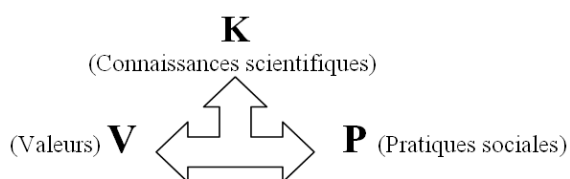
⁴ Si $a \rightarrow b$ est une implication, sa contraposée est $\text{non } b \rightarrow \text{non } a$. Cette implication est, a priori, équivalente à la première. Ce qui veut dire que les deux sont ou vraies ou fausses en même temps. Par ex. dans une pièce de la maison où l'électricité fonctionne bien, si l'on appuie sur le bouton (a), alors la lampe s'allume (b). Cette implication $a \rightarrow b$ est équivalente à : si la lumière ne s'allume pas (non b) alors c'est que l'on n'a pas appuyé sur le bouton (non a). soit $\text{non } b \rightarrow \text{non } a$.

hiérarchiques de similarités selon la théorie de Lerman (1970, 1981) et une hiérarchie cohésitive (Kuntz, 2005). Dans cet article, nous ne présentons que l'analyse du graphe implicatif.

L'analyse des données

Les représentations des enseignants et futurs enseignants seront analysées en tant qu'interactions entre les connaissances scientifiques (K), les valeurs (V) et les pratiques sociales (P) d'après le modèle KVP proposé par Pierre Clément (1998, 2004) et présenté dans la figure ci-après.

Figure 6. Modèle KVP (Clément, 1998, 2004).



Dans ce modèle, les connaissances scientifiques de l'enseignant proviennent de son cursus scolaire et de ses autres apprentissages provenant de diverses sources (manuels scolaires, revues spécialisées, etc.). Connaissances, tout en étant assez proches dans leur contenu des connaissances spécialisées, s'en différencient aussi fortement. Les valeurs de l'enseignant ou de l'apprenant font référence à ses opinions, son idéologie et ses croyances. Pour ce qui est des pratiques, il s'agit des pratiques personnelles et/ou sociales de l'enseignant (ses pratiques en tant que citoyen, en dehors de l'école et de ses pratiques professionnelles dans l'école y compris ses pratiques pédagogiques dans la classe). Pour Clément (2004), cette interaction d'une part, c'est l'usage des connaissances (K) qui permet d'assimiler, de retenir, de refaçonner tout ce qui est utile aux pratiques professionnelles, personnelles et/ou sociales (P). D'autre part, l'attention que chacun porte à des connaissances, l'importance qu'il leur donne, dépend souvent de l'interaction entre ces connaissances et ses propres systèmes de valeurs (V). C'est pourquoi dans le questionnaire, outre les questions présentées dans le tableau 2, nous avons aussi interrogé notre échantillon au sujet de leur religion et la pratique de cette dernière par exemple.

Résultats et discussion

Présentation de l'échantillon

Notre échantillon est composé de 269 enseignants et futurs enseignants de SVT, Français et du primaire, répartis comme suit :

Tableau 2. Composition de l'échantillon.

Groupes d'enseignants	Code	Effectifs
Enseignants de SVT en formation	PreB	52
Enseignants de Français en formation	PreL	52
Enseignants sur primaire en formation	PreP	53
Enseignants de SVT en service	InB	31
Enseignants de Français en service	InL	35
Enseignants du Primaire en service	InP	46
	Total	269

Les données recueillies étant analysées selon le modèle KVP de Pierre Clément, le questionnaire comportait des questions le niveau d'études des enseignants interrogés ainsi que sur leur croyance en Dieu, leur religion et le fait d'être pratiquant ou non. Les réponses à ces questions sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 3. Niveau d'études des enseignants interrogés.

Niveaux d'études	PreB	PreL	PreP	InP	InB	InL	Total
Enseignement secondaire	-	-	4	5	-	-	9
Bac +1 ou 2	39	46	45	40	-	-	170
Bac +3 ou 4	11	5	2	1	12	9	40
Bac +5 ou 6	2	1	1	-	18	24	46
Plus élevé	-	-	1	-	1	2	4
Total	52	52	53	46	31	35	269

Parmi les enseignants interrogés, il apparaît que les enseignants du primaire sont ceux qui ont le niveau d'étude le plus faible. 9 d'entre eux ont un niveau d'études qui correspond à l'enseignement secondaire ; tandis que les niveaux les plus élevés se retrouvent chez les professeurs de Biologie et de français en service.

Pour ce qui concerne les enseignants du primaire, autrefois, ils étaient effectivement recrutés avec un niveau de l'enseignement secondaire, avec ou sans le baccalauréat. Depuis quelques années, maintenant, le baccalauréat est exigé pour entrer en formation. S'agissant des enseignants de Biologie (SVT) et de français en formation, les modalités d'entrer à l'ENS de Libreville sont assez diversifiées. En effet, depuis sa création au début des années 70 jusqu'en 1996, on entrait à l'ENS avec le baccalauréat ; la sélection des étudiants se faisait sur dossier et on y passait soit 3 ans pour être professeur de collège, soit 5 ans pour être professeur de lycée. Il y avait évidemment des passerelles qui faisaient que des étudiants pouvaient entrer directement en 3^{ème}, 4^{ème} ou 5^{ème} année selon qu'ils étaient titulaires d'un DEUG, d'une Licence ou d'une Maîtrise (Master 1). Après 1996, suite à la création des IUFM en France, l'ENS a adopté le même mode de recrutement que ces derniers. L'entrée se faisait désormais sur concours et ne pouvaient s'y présenter que les étudiants détenteurs d'une licence pour préparer le diplôme de

professeur de collège ou ceux titulaires d'au moins une Maîtrise (Master 1) pour le diplôme de professeur de lycée. Cependant, le déficit d'enseignants dans le secondaire a fait que depuis deux ou trois ans, l'ENS a ouvert à nouveau des classes de premières années auxquelles on accède juste après le bac, en plus des classes auxquelles on accède par le concours comme nous venons de l'expliquer. Ce qui explique les différents niveaux d'études qui apparaissent dans notre échantillon.

Tableau 4. Croyance des enseignants interrogés.

Catégories	Effectifs	%
Croyant	250	92,9%
Un peu croyant	13	4,8%
Mi croyant-non croyant	5	1,9%
Non croyant	1	0,4%
Total	269	100%

Tableau 5. Religion des enseignants interrogés.

Catégories	Effectifs	%
Agnostique/Athée	2	0,7%
Catholique	128	47,6%
Protestant	80	29,7%
Orthodoxe	4	1,5%
Autre chrétien	37	13,8%
Sunnite	5	1,9%
Autre musulman	3	1,1%
Autre croyance/religion	2	0,7%
Je ne veux pas répondre	8	3,0%
Total	269	100%

Tableau 6. Pratique de la religion.

Catégories	Effectifs	%
Pratiquant	145	53,9%
Un peu pratiquant	26	9,7%
Mi pratiquant-non pratiquant	44	16,4%
Un peu non pratiquant	7	2,6%
Non pratiquant	47	17,5%
Total	269	100%

Sur 269 enseignants interrogés, une large majorité d'entre eux (250) se dit croyant, plus de la moitié d'entre eux sont chrétiens, majoritairement catholique ou protestant. Et, parmi ceux qui se disent croyants, plus de la moitié pratique leur religion.

Nous avons voulu voir si la dimension du sexe intervenait aussi dans la construction des représentations de ces enseignants sur le déterminisme génétique du phénotype. Le tableau ci-dessous présente le nombre de femmes et d'hommes au sein de notre échantillon.

Tableau 7. Répartition des femmes et des hommes au sein de l'échantillon.

Catégories	Effectifs	%
Femmes	164	61%
Hommes	105	39%
Total	269	100%

Le deux tiers de l'échantillon sont composés de femmes.

Résultats de l'Analyse Statistique Implicative (ASI)

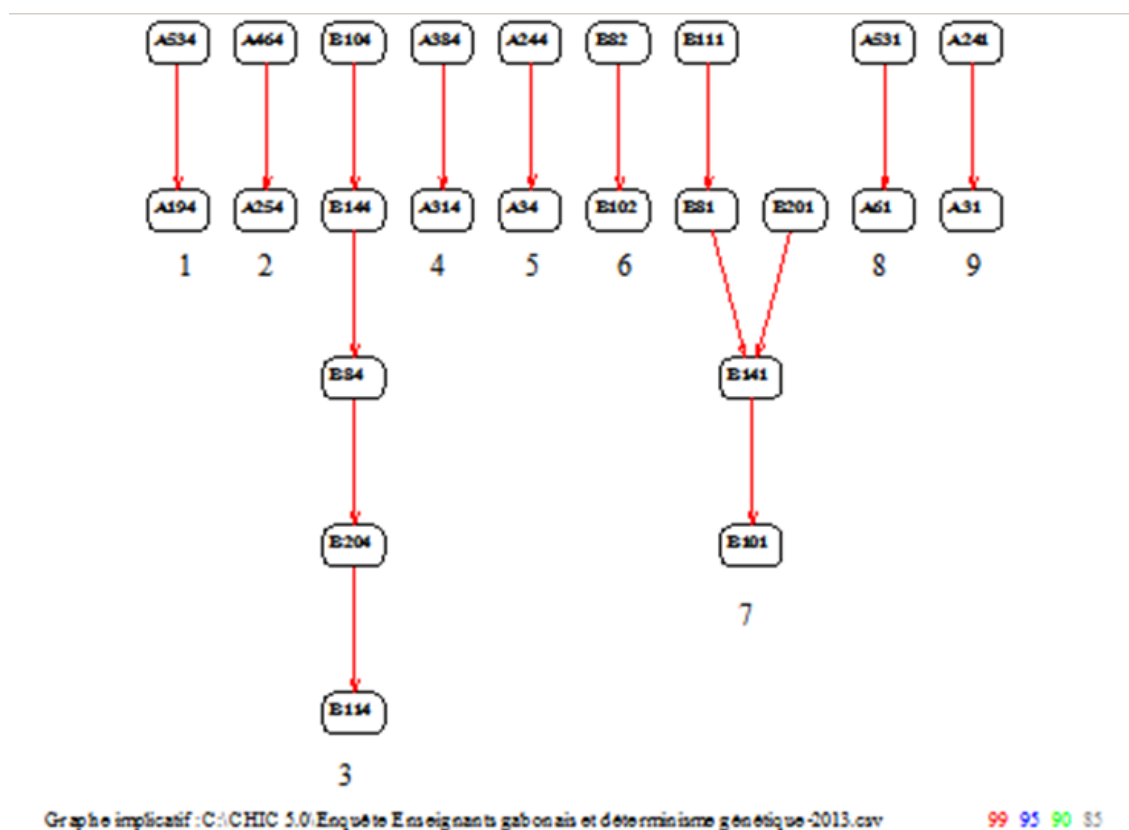
Comme nous l'avons écrit précédemment, l'A.S.I. vise l'extraction de connaissances, d'invariants, des règles inductives non symétriques consistantes, et accorde une mesure à des propositions du type « quand a est choisi, on a tendance à choisir b », en d'autres termes, a implique b.

Si $a \rightarrow b$ est une implication, sa contraposée est $\text{non } b \rightarrow \text{non } a$. Cette implication est, a priori, équivalente à la première. Ce qui veut dire que les deux sont ou vraies ou fausses en même temps.

Le graphe implicatif

Au seuil d'implication de 0,99, on obtient le graphe implicatif ci-après:

Figure 7. Graphe implicatif.



Graphe implicatif : C:\CHIC 5.0\Enquête Enseignants gabonais et déterminisme génétique-2013.csv

99 95 90 85

Comme expliqué précédemment, les réponses aux questions sont recueillies et codées suivant une échelle quantitative, en général de 1 à 4 sur une gradation entre « d'accord » et « pas d'accord » (échelle de Likert). Ainsi, le 1 correspond au fait d'être d'accord avec l'affirmation, 2, un peu d'accord, 3, un peu pas d'accord et 4, pas d'accord. Le graphe implicatif ci-dessus montre des quasi-implications entre deux positions bien tranchées, à savoir : « d'accord » et « pas d'accord » avec les phrases proposées et reprend quasiment la catégorisation des questions que nous avons présentées avec le questionnaire.

Les chemins 1 et 5 concernent la première catégorie de questions, celles concernant les clones et les vrais jumeaux. Ils montrent que les enseignants qui ne sont pas d'accord avec l'affirmation selon laquelle les vrais jumeaux ont des réponses immunitaires identiques face aux microorganismes à cause de leurs gènes identiques, ne sont pas aussi d'accord avec le fait qu'ils ont des cerveaux identiques. Ils ne sont pas d'accord avec l'affirmation selon laquelle, les vrais jumeaux auraient des comportements et des façons de penser identiques toujours à cause de leurs gènes identiques pour ce qui est du chemin 1. Le chemin 5 montre qu'il y a des enseignants qui ne sont pas d'accord avec le fait que les clones d'Einstein seraient aussi intelligents que lui et que ceux de Mozart seraient tous d'excellents musiciens.

Les chemins 2 et 4 concernent les questions relatives au déterminisme génétique et au sexe. Ces chemins montrent qu'il y a des enseignants qui ne sont pas d'accord avec le fait que biologiquement, un homme ne peut pas être aussi sensible et émotif qu'une femme, ou qu'à cause de ces mêmes raisons biologiques, les femmes ne peuvent occuper d'aussi haute responsabilité que les hommes (chemin2). Il y a des enseignants qui ne sont pas aussi d'accord avec l'affirmation selon laquelle, biologiquement, les femmes ont plus de tâches domestiques que les hommes. Ces enseignants ne sont pas aussi d'accord avec le fait que quand un couple a déjà eu deux filles, les chances que leur troisième enfant soit un garçon sont plus grandes (chemin 4).

Le chemin 3 porte que toutes les questions relatives à l'existence de facteurs génétiques prédisposant à certains comportements que les parents transmettraient à leurs enfants et montre qu'il y a parmi les enseignants interrogés ceux qui ne sont pas d'accord avec aucune de ces affirmations. Pour ces derniers, il n'existe pas de facteurs génétiques chez les parents qui prédisposent leurs enfants à devenir alcooliques, homosexuels, agressifs, violonistes ou encore à avoir de bons résultats à l'école.

Le chemin 6 traduit une position intermédiaire de certains enseignants interrogés qui sont un peu d'accord avec le fait qu'il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir alcooliques ou à avoir de bons résultats à l'école.

Les chemins 7, 8 et 9 du graphe implicatif parlent des enseignants qui eux sont d'accord avec les affirmations proposées. On voit clairement qu'il y a des enseignants qui sont d'accord avec le fait qu'il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à certains comportements (alcooliques, bons à l'école, homosexuels, agressifs, violonistes) (chemin 7). Certains enseignants sont aussi d'accord avec le fait que les vrais jumeaux, à cause de leurs gènes identiques, ont des réponses immunitaires identiques face aux microorganismes et vis-à-vis d'une greffe provenant d'une autre personne (chemin 8). Pour ces enseignants, si l'on pouvait réaliser des clones, ceux de Mozart seraient d'excellents musiciens et ceux d'Einstein, aussi intelligents que lui (chemin 9).

Discussion

A travers l'analyse de ce graphe implicatif, on voit clairement apparaître deux types de représentations sur le déterminisme génétique du phénotype. Pour les enseignants dont les réponses sont présentées par les chemins de 1 à 5 de notre graphe implicatif, tout ne s'explique pas par les gènes, tandis que pour ceux dont les résultats sont présentés par les chemins de 6 à 9 du graphe, le phénotype découle directement des gènes. Pour le premier cas, on ne saurait à ce stade dire quelle part ils accordent à l'environnement dans l'élaboration du génotype. On ne peut pas savoir s'ils s'inscrivent dans le modèle additif- $\text{phénotype} = \text{génotype} + \text{environnement}$, ou dans une perspective d'interaction entre le génotype et l'environnement pour la définition du phénotype. On sait au moins que pour eux, les gènes n'expliquent pas tout. Par contre, pour la seconde représentation, penser que les clones d'un individu seraient en tous points semblables à ce dernier ou que les vrais jumeaux réagiraient de manière identique face aux microorganismes montre bien que pour ces enseignants, le phénotype ne se définit qu'à partir du génotype et qu'il n'y a pas de place pour l'environnement. Nous avons voulu savoir comment ces représentations se répartissent chez les enseignants interrogés en fonction des variables supplémentaires que nous avons définies pour tenir compte du modèle KVP que nous avons retenu pour l'analyse de nos données.

Le logiciel CHIC permet aussi de connaître la contribution des variables supplémentaires à la formation des chemins du graphe implicatif. Dans ce travail, nos

variables supplémentaires sont celles que nous avons présentées dans le paragraphe 6.1, ce sont : le groupe auquel appartiennent les enseignants (Biologie, Français, primaire, en service ou en formation), le fait d'être croyant, d'avoir une religion, de la pratiquer ou non et le fait d'être un homme ou d'une femme.

- **Contribution des variables supplémentaires**

En analysant la contribution des variables supplémentaires, il ressort qu'une seule variable supplémentaire contribue le plus à la formation de tous les chemins de notre graphe implicatif à savoir : P12a4 qui signifie « être un peu pas croyant ». En d'autres termes, la religion et le fait d'être croyant n'influent pas sur la position adoptée par les enseignants de notre échantillon. Ainsi, pour ce qui concerne les chemins 1 et 5 qui parle des enseignants qui ne sont pas d'accord avec les affirmations sur les vrais jumeaux et les clones dans notre questionnaire, ce sont les professeurs de français en service (cod6) qui contribue le plus à leur formation. Ce résultat nous a véritablement surpris parce que nous nous attendions à ce que ce soit plutôt les professeurs de biologie en service ou en formation qui contribuent le plus à la formation de ces chemins. Les professeurs de français en service contribuent aussi le plus à la formation du chemin 2 ; celui des enseignants qui ne croient pas qu'un homme ne peut pas être aussi sensible qu'une femme pour des raisons biologiques ou encore que c'est pour ces mêmes raisons que les femmes ne peuvent pas occuper d'aussi haute fonction que les hommes. Les enseignants de biologie en service contribuent le plus à la formation des chemins 3 et 4 qui portent respectivement sur le fait de ne pas être d'accord avec l'existence de facteurs génétiques prédisposant à certains comportements qui seraient transmis aux enfants par leurs parents et de ne pas être d'accord avec le fait que la biologie détermine l'attribution des tâches domestiques aux femmes plus qu'aux hommes. On pourrait ici penser que ce positionnement serait vraisemblablement dû à la formation qu'ils ont reçu ; alors que les autres enseignants seraient peut-être sujets à la représentation de « sens commun » véhiculée par les médias sur l'existence de certains gènes de prédisposition. Pour ce qui concerne le chemin 6 qui traduit la seule position « intermédiaire » qui apparaît dans ce graphe implicatif, à savoir le fait d'être un peu d'accord avec l'existence chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir alcooliques ou à avoir de bons résultats à l'école, ce sont les enseignants du primaire en service qui contribuent le plus à sa formation. Le positionnement de ces enseignants traduit un manque d'assurance ou de certitude par

rapport à leurs connaissances sur ces questions. On pourrait alors s'interroger sur la posture qu'ils seraient amenés à adopter s'ils devaient en parler avec leurs élèves. Nous allons regarder maintenant la contribution des enseignants aux chemins 7, 8 et 9 qui concerne le fait d'être d'accord avec les affirmations proposées par le questionnaire. Notons que jusqu'ici les groupes d'enseignants en formation ne sont pas apparus dans la formation des chemins de 1 à 6. Les enseignants du primaire en formation sont vraiment ceux qui contribuent le plus à la formation des chemins 7 et 9, c'est-à-dire qu'ils sont d'accord avec le fait qu'il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à certains comportements (alcooliques, bons à l'école, homosexuels, agressifs, violonistes) et aussi que si l'on pouvait réaliser des clones, ceux de Mozart seraient d'excellents musiciens et ceux d'Einstein, aussi intelligents que lui.

A ce stade, on pourrait mettre en cause le niveau de formation de ces enseignants du primaire en formation car, comme le montre le tableau 3, ils ont le niveau de formation le plus faible. On pourrait aussi s'interroger sur le contenu de cette formation pour ce qui concerne le déterminisme génétique du phénotype. Nous avons le souvenir que, pendant que nous leur faisons remplir le questionnaire, plusieurs d'entre eux nous ont interrogées sur ce qu'était un clone ou sur qui était Mozart ou Einstein. Il semble y avoir à leur niveau aussi, un problème de connaissances en termes de culture générale.

A ce stade encore de notre analyse, même si les professeurs de biologie et de français en service ont contribué la formation des chemins qui montrent une représentation du déterminisme génétique se rapprochant de l'épigénétique, il nous semble difficile d'attribuer cette représentation aux connaissances acquises de manière formelle par l'enseignement reçu ou aux connaissances acquises de façon plus personnelle.

Nous avons donc voulu regarder de plus près les pourcentages des réponses à certaines questions du questionnaire proposé à notre échantillon. Pour ne pas choisir ces questions au hasard, à défaut de présenter les réponses à toutes les questions, nous nous sommes servie d'une fonctionnalité du logiciel CHIC qui est la réduction des variables par équivalence. Nous nous sommes intéressées aux variables les plus caractéristiques des chemins du graphe implicatif.

- **Variables réduites par équivalence**

Les variables du chemin 1, A534 et A194 sont équivalentes et la plus caractéristique des deux est A534. C'est la quatrième modalité (pas d'accord) de la question A53 qui stipule que les vrais jumeaux ont des réactions immunitaires identiques face aux

microorganismes du fait de leurs gènes identiques. Les professeurs de français en exercice sont ceux qui contribuent le plus à la formation de ce chemin. En regardant de plus près la répartition des réponses à cette question sur l'ensemble de l'échantillon, on obtient le tableau suivant :

Tableau 8. Réponses à la question A53.

« A cause de leurs gènes identiques les vrais jumeaux ont des réponses immunitaires identiques face aux micro-organismes ».

	PreB	PreL	PreP	InP	InB	InL	Total
D'accord	12	12	9	6	15	8	62
Un peu d'accord	17	9	9	9	3	3	50
Un peu pas d'accord	8	15	13	14	2	6	58
Pas d'accord	15	16	22	17	11	18	99
Total	52	52	53	46	31	35	269

Nous nous intéressons plus particulièrement aux professeurs de biologie, étant donné que le thème retenu pour cette étude relève de leur discipline.

Les résultats du tableau 9 montrent que plus de la moitié des enseignants de biologie interrogés sont d'accord avec l'affirmation de la question A53 et ce qu'ils soient en service ou en formation.

Le logiciel CHIC montre que les variables A384 et A464 sont équivalentes et que la plus représentative c'est la variable A464. Ces variables portent sur la différence biologique entre les hommes et les femmes qui expliquerait l'attribution des tâches domestiques aux femmes, d'une part et d'autre part que les hommes ne puissent être aussi sensibles et émotifs que les femmes.

Ne regardant de plus près la répartition des réponses à la question 46 dans notre échantillon, on obtient le tableau ci-après :

Tableau 9. Réponses à la question A46.

« Biologiquement un homme ne peut pas être aussi sensible et émotif qu'une femme ».

	PreB	PreL	PreP	InP	InB	InL	Total
D'accord	9	19	16	14	8	11	77
Un peu d'accord	14	10	12	13	8	4	61
Un peu pas d'accord	7	4	7	7	4	3	32
Pas d'accord	22	19	18	12	11	17	99
Total	52	52	53	46	31	35	269

Là encore, les réponses des professeurs de biologie en service surprennent. La moitié d'entre eux est d'accord avec l'affirmation de la question A46.

Les questions B retenues pour cette étude traitent des facteurs génétiques prédisposant à certains comportements. Les chemins implicatifs 3 et 7 mettent en évidence, respectivement les enseignants qui ne sont pas d'accord avec ces affirmations et ceux qui sont d'accord avec elles. On a vu précédemment que les professeurs de SVT en service contribuent le plus à la formation du chemin 3 tandis que les enseignants du primaire en formation contribuent le plus à la formation du chemin 7.

La variable qui représente le mieux l'ensemble des variables du chemin 3 est B144 et celles qui représentent le mieux les variables du chemin 7 sont B101 et B111. La répartition des réponses à ces questions entre les groupes qui composent notre échantillon figure dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 10– Réponses à la question B14

« Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à être agressifs ».

	PreB	PreL	PreP	InP	InB	InL	Total
D'accord	4	13	18	15	5	7	62
Un peu d'accord	14	17	17	19	12	8	87
Un peu pas d'accord	18	9	8	4	3	7	49
Pas d'accord	16	13	10	8	11	13	71
Total	52	52	53	46	31	35	269

Plus de la moitié des enseignants de SVT en service et en formation sont d'accord avec cette affirmation.

Tableau 11. Réponses à la question B10

« Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à avoir de bons résultats à l'école ».

	PreB	PreL	PreP	InP	InB	InL	Total
D'accord	5	16	29	17	5	9	81
Un peu d'accord	21	15	16	15	12	6	85
Un peu pas d'accord	13	8	2	6	4	3	36
Pas d'accord	13	13	6	8	10	17	67
Total	52	52	53	46	31	35	269

La moitié des enseignants de biologie en service et en formation sont d'accord avec cette affirmation.

Tableau 12– Réponses à la question B11

« Il existe chez les parents des facteurs génétiques qui prédisposent leurs enfants à devenir homosexuels ».

	PreB	PreL	PreP	InP	InB	InL	Total
D'accord	1	1	10	5	1	3	21
Un peu d'accord	5	10	6	10	6	3	40
Un peu pas d'accord	16	6	12	8	3	4	49
Pas d'accord	30	35	25	23	21	25	159
Total	52	52	53	46	31	35	269

On relève qu'il y a tout de même quelques enseignants de biologie qui sont d'accord avec l'affirmation de la question B11.

Les résultats précédents suscitent en nous une interrogation : les réponses données par les enseignants s'appuient-elles sur des connaissances ou s'agit-il plutôt d'opinions (valeurs) ? Les résultats présentés dans le tableau 9 montrent que les enseignants interrogés ont des connaissances insuffisantes à la fois sur le déterminisme génétique, mais aussi sur l'immunologie. Le positionnement de certains enseignants de biologie loin de la notion d'épigénétique nous surprend davantage quand on considère que le niveau d'études le plus faible dans ce groupe est de Bac+3 ou 4 en biologie, majoritairement. Certaines réponses de ces enseignants pourraient trouver leur origine dans les croyances locales qui veulent que les parents transmettent quasiment « tout » à leurs enfants. L'interrogation que nous avons soulevée quant au caractère formelle des connaissances de ces enseignants sur le déterminisme génétique reste présente.

Conclusion

Dans cette étude, nous nous sommes intéressées aux représentations des enseignants gabonais sur le déterminisme génétique. Nous voulions voir si ces dernières se rapprochaient ou non de la notion d'épigénétique. L'Analyse Statistique Implicative a permis d'identifier deux principales représentations ; une qui se rapproche de l'épigénétique et l'autre s'en éloigne complètement. Certains des enseignants interrogés, y compris des professeurs de biologie affichent des réponses qui permettent de remettre en question leurs connaissances sur le déterminisme génétique et même sur d'autres notions telles que l'immunologie. Les enseignants du primaire en formation sont ceux qui affichent le plus une représentation s'éloignant du déterminisme génétique et on constate que ces derniers ont un niveau d'études relativement faible (enseignement secondaire ou Bac+1ou2, majoritairement). L'hétérogénéité des réponses données par tous les enseignants interrogés nous a amenée à nous demander si ces dernières reposent sur des connaissances formelles construites durant leur formation ou sur de simples

opinions. Pour répondre à cette question, il aurait été souhaitable que nous puissions analyser le programme de formation de ces enseignants, du moins pour ceux qui enseignent la biologie. On retrouve au sein de notre échantillon, la représentation sur le déterminisme génétique véhiculée par les médias, à savoir, l'explication de « tout » par les gènes, y compris certains comportements. La prise en compte des variables supplémentaires a montré que la religion, la croyance, tout comme le fait d'être un homme ou une femme n'interviennent pas dans la construction des représentations identifiées. Ce sont surtout les connaissances acquises ou non soit en formation ou en dehors qui sont à l'origine de ces représentations. Dans les autres pays où ce questionnaire a été utilisé, des différences très fortes sont apparues entre les différents pays, mais, la religion n'intervenait pas dans ces différences (Carvalho et al., 2008), ou même le fait d'être un homme ou une femme. Par contre, concernant les enseignants de biologie, en dépit de leurs connaissances dans la discipline, ils étaient convaincu du « tout génétique » (Carvalho et al., 2008, Clément et Castéra, 2013). Dans notre échantillon, on retrouve aussi cette représentation du « tout génétique » chez certains professeurs de biologie. Et à l'inverse les chemins implicatifs 1, 2 et 5 de notre graphe implicatif indiquant la position opposée au « tout génétique » étaient plus caractéristiques des professeurs de français en service. Par ailleurs, sur certaines questions, il semble ne pas y avoir de réelle différence entre les réponses des professeurs de biologie et les autres enseignants ; ce qui a suscité des interrogations sur la nature de leurs connaissances sur le déterminisme génétique. La biologie a souvent été utilisée pour justifier le racisme, le sexisme et même l'antisémitisme à l'époque d'Hitler. Il paraît primordial aujourd'hui de travailler à complexifier ces représentations qui expliquent toutes les différences entre les êtres humains par les gènes. La mise en place du phénotype est beaucoup plus complexe que la simple représentation génotype = phénotype.

Références

ABROUGUI, M. (1997). *La génétique humaine dans l'enseignement secondaire en France et en Tunisie*. Approche didactique. Thèse de doctorat : Didactique des disciplines. Université Claude Bernard – Lyon 1.

ANCET, P. (2013). Le déterminisme et la liberté de choix, *eurocos.u-strasbg.fr/?download=ActesMontreal_ANCET.pdf*, document numérique consulté le 08 juillet 2013.

- CARVALHO, G., Clément, P., Bogner, F., Caravita, S. (2008). *BIOHEAD-Citizen : Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship, Final Report*. Brussels : FP6, Priority 7, Project N° CITC-CT-2004-506015.
- CLÉMENT, P. (1998). La biologie et sa didactique. Dix ans de recherches. *Aster*, 27, 57-93.
- CLÉMENT, P. (2000). La Recherche en Didactique de la Biologie. *Actes du Colloque International de Didactique de la Biologie*. Alger, 11-28.
- CLÉMENT, P. (2004). Science et idéologie : exemples en didactique et en épistémologie de la biologie. In Actes du colloque Science-Médias-Société. Lyon : ENS-LSH. (<http://sciences-medias.ens-lsh.fr>), consulté le 08 juillet 2013.
- CLÉMENT P., et 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, 15-18 May 2000, site web CBE : www.iubs.org/cbe/pdf/clement.pdf
- CLEMENT P., Castéra, J. (2013). Teachers' conceptions of biological determinism in five countries: Denmark, Estonia, Finland, France and Italy. Accepted communication in *ESERA 2013* (Cyprus).
- CLÉMENT P., Castéra, J., 2013 - Human Genetics in Biology Textbooks: Multiple Representations and Didactic Transposition Delay. Accepted communication in the D.Treagust symposium, *ESERA 2013* (Cyprus).
- DANCHIN, A. (1974). L'inné et l'acquis : une théorie sélective de l'apprentissage. In *La Recherche*, document numérique, consulté le 08 juillet 2013.
- DANCHIN, A. (1977). Stabilisation fonctionnelle et épigénèse. Une approche biologique de la genèse de l'identité individuelle. In Benoist, J.M., (Ed.). *L'identité*. Paris, Grasset, 185-221.
- DANCHIN, A. (1978). Spéciation épigénétique des réseaux nerveux par stabilisation fonctionnelle des synapses en développement. In Delacour, R. (Ed.). *Neurobiologie de l'apprentissage*. Editions Masson, 198-209.
- EYEANG, E. (1997), *L'enseignement / Apprentissage de l'espagnol au Gabon. Eléments de recherche pour une adaptation socio-didactique*, Thèse de doctorat NR, Université Stendhal – Grenoble III, Tome 1.
- GRAS, R., Régnier, J.-C., Marinica, C., Guillet, F. (Eds) (2013) *Analyse Statistique Implicative. Méthode exploratoire et confirmatoire à la recherche de causalités*. Toulouse : Cépaduès
- GRAS R., Régnier J.-C., Guillet F. (Eds) (2009) *Analyse Statistique Implicative. Une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités*. RNTI-E-16 Toulouse : Cépaduès
- GRAS, R. (2000), Les fondements de l'Analyse Statistique Implicative, *Quaderni di Ricerca in Riccerca in Didattica*, 9, 187-208.
- KUNTZ, P. (2005) Classification hiérarchique orientée en ASI. *Actes des journées. Troisième rencontre Internationale A.S.I.* Università degli Studi di Palermo, 53-62.
- LERMAN, I.-C. (1970) *Les bases de la classification automatique*, Gauthier-Villars, Paris.

LERMAN, I.-C. (1981) *Classification et analyse ordinale des données*, Dunod, Paris.

MOUELHI, L., Korchkar, M., Abrougui, M., Clément, P. (2008). *Conceptions d'enseignants et de futurs enseignants à propos des déterminismes biologiques des comportements et des performances cérébrales*. Actes du colloque « Enjeux de la rénovation de l'éducation à l'environnement et de l'enseignement de la biologie ». Alexandrie, Université Senghor.

MUNOZ, F., Clément, P. (2007) Des méthodes statistiques originales pour analyser les conceptions d'enseignants de plusieurs pays à partir d'un questionnaire sur des questions vives. *Actes Colloque AREF (Actualité de la Recherche en Education et en Formation)*, Strasbourg.

SIMARD, C. (1993). Prolégomènes à la didactique. *Revue de l'ACCLA*. Vol. 15, n° 1, 59-73.