

Innocent Kiemdé, Mathias Kyélem

DIFFICULTÉS LANGAGIÈRES DES ÉLÈVES DU POST-PRIMAIRE ET DU SECONDAIRE AU BURKINA FASO DANS L'APPRENTISSAGE DES CONCEPTS D'ANTIGÈNE ET D'ANTICORPS : QUELS ENJEUX DIDACTIQUES ET ÉPISTÉMOLOGIQUES ?

Résumé

Les élèves de la classe de terminale D éprouvent des difficultés dans l'appropriation conceptuelle de l'antigène et de l'anticorps étudiés dans les niveaux inférieurs notamment en classe de 3^{ème}. Cette recherche a consisté à identifier les sources probables du faible niveau de formulation de ces deux concepts. L'approche méthodologique est mixte avec un questionnaire adressé à cinq cents élèves dont certains ont fait l'objet d'entretiens individuels par la suite. Cinq catégories de variables relatives au concept d'antigène et quatre à celui d'anticorps ont été définies comprenant des erreurs sur les définitions et les fonctions physiologiques dont l'analyse fait ressortir des sources d'origine langagière, didactique et épistémologique. L'enseignement par problématisation préconisé est susceptible de permettre aux élèves de mieux comprendre et manipuler ces deux concepts.

Mot clés : antigène, anticorps, niveau de formulation, problématisation

Abstract

Students in the terminal class D of secondary school have difficulty with the conceptual appropriation of the antigen and antibody studied in the lower grades, particularly in 3rd grade. This research consisted in identifying the probable sources of the low level of formulation of these two concepts in these two classes. The methodological approach is mixed with a questionnaire addressed to five hundred students, some of whom were interviewed individually afterwards. Five categories of variables related to antigen and four to antibody were defined and each included errors on definitions and physiological functions, the analysis of which revealed sources of linguistic, didactic and epistemological origin. The recommended problematization teaching is likely to enable students to better understand and manipulate these two concepts.

Key words: antigen, antibody, formulation level, problematization

Introduction

L'enseignement des sciences et particulièrement des sciences de la vie et de la terre (SVT) au Burkina porte parfois sur des notions éloignées des pratiques sociales quotidiennes qui évoluent comme en parallèle avec le contenu de l'enseignement. Le manque de substantif dans les langues locales pour désigner certains concepts étudiés en classe semble constituer une des limites dans l'apprentissage en sciences et notamment dans l'acquisition des concepts d'antigène et d'anticorps. L'enseignement-apprentissage de ces deux concepts fait face à des difficultés langagières à portées didactique et épistémologique. En effet, ces deux concepts véhiculent depuis leurs origines des ambiguïtés autour de leur construction, responsables de beaucoup d'erreurs de formulation au cours des apprentissages. Les faibles appropriations des contenus se manifestent largement dès que les évaluations portent sur la compréhension et l'opérationnalisation de ces concepts étudiés au point que les réponses obtenues de verbes consignes comme expliquer, analyser, interpréter sont presque toujours erronées. Dans la présente étude, l'importance des difficultés langagières dans l'appropriation des concepts d'antigène et d'anticorps et leur répercussion aux plans didactique et épistémologique ont été analysées.

1. Problématique

Au Burkina Faso, le recours systématique aux méthodes d'enseignement traditionnelles est encore une réalité que les acteurs du système éducatif ont du mal à se déprendre. Les raisons évoquées sont liées aux effectifs pléthoriques, à la faiblesse de la formation initiale et continue, à l'inadéquation et à la faible disponibilité du matériel didactique, à l'insuffisance du volume horaire consacré aux sciences, etc. L'impact d'une telle option pour enseigner les sciences peut être apprécié par l'évaluation des acquis des apprenants. Pour Marie-Françoise Legendre (1994), les difficultés d'enseignement/apprentissage des sciences se manifestent par un faible niveau de réussite, une attitude peu scientifique vis-à-vis des phénomènes scientifiques et surtout un manque d'intérêt pour les sciences. La présente étude s'intéresse aux connaissances des élèves de troisième et de terminale D des concepts d'anticorps et d'antigène. Une étude exploratoire auprès d'enseignants et d'élèves montre que les concepts scientifiques en général et ceux de l'immunologie en particulier ne sont pas suffisamment maîtrisés. Ce constat est en cohérence avec ceux de Guy Rumelhard (1990) ; en effet, ses travaux ont montré que ces deux concepts sont mal acquis par les apprenants même après un enseignement. Pour lui, les raisons sont à rechercher non seulement dans la manière de dispenser le cours mais aussi à l'intérieur de ces concepts eux-mêmes. En conséquence, beaucoup d'entre eux terminent leur cursus scolaire sans véritablement acquérir des notions scientifiques fondamentales. Ce constat suscite des interrogations : quelles appréciations

peut-on faire des apprentissages effectués par les élèves sur ces deux concepts ? Quelles sont les raisons du déficit d'apprentissage des concepts scientifiques ? Cette étude s'inscrit dans une perspective épistémologique de Gaston Bachelard (1938) qui met l'accent sur la notion d'obstacle épistémologique et sa prise en compte dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences. Elle s'inscrit également dans la logique de Hassen-Reda Dahmani et Patricia Schneeberger (2011) qui, pour de meilleures acquisitions en sciences, proposent la prise en compte de l'histoire des sciences dans l'enseignement. En effet, au cours d'une expérimentation, ils se sont rendu compte qu'en invitant les élèves à s'approprier des questions que s'est posé le scientifique, ils parviennent à proposer des solutions convenables en surmontant les obstacles que ce dernier a dû faire face.

Aussi, quelles stratégies les enseignants de sciences peuvent-ils mettre en œuvre en vue d'un apprentissage efficace des concepts d'antigène et d'anticorps en immunologie ? Ainsi, la réflexion autour des interrogations va aboutir à l'élaboration d'un outil permettant d'apprendre efficacement ces deux concepts.

2. Méthodologie

Une approche à la fois quantitative et qualitative a été utilisée dans le cadre de cette étude (Karsenti et Savoie-Zajc, 2011) avec recueil de données par questionnaire, entrevues et observations de classes (De Ketele et Roegiers, 2015). Le questionnaire a été administré à cinq cents (500) élèves des classes de 3^{ème} et de terminale D (post-primaire et secondaire). A la suite du questionnaire, 15 élèves ont subi un entretien individuel. Les observations de classe ont concerné deux classes de troisième et quatre classes de terminale D ; seules les classes de terminale ont été concernées par l'expérimentation avec deux classes expérimentales et deux classes témoins. Les données recueillies à travers le questionnaire et des entretiens ont été comparées entre elles en vue d'apprécier l'évolution conceptuelle de ces concepts entre les deux niveaux d'étude.

Dans une première phase, les réponses issues des questionnaires et des entretiens ont permis de mettre en évidence les niveaux de formulations des élèves et d'identifier les conceptions susceptibles de faire obstacle à l'apprentissage de ces concepts scientifiques. Dans une seconde phase, un contenu d'enseignement portant sur les concepts en jeu a été élaboré et dispensé dans les classes expérimentales selon les étapes de l'apprentissage par problématisation (Orange, 2003, Orange 2005 ; Lhoste & Orange 2015) avec comme étapes la position du problème, la construction du problème et la résolution du problème. La stratégie préconisée devrait permettre de provoquer chez l'élève un conflit sociocognitif en vue d'un apprentissage des concepts visés. Pour mesurer les effets de l'expérimentation, une évaluation

a été administrée et une comparaison des scores obtenus par les élèves des classes expérimentales et par ceux des classes témoins a été effectuée.

3. Résultats

3.1. Niveaux d'appropriation du concept d'antigène

3.1.1. Définition des variables/catégories relatives à l'antigène

Les variables ou catégories ci-dessous ont été définies à partir de l'analyse des réponses des élèves pour traiter les questions relatives à l'antigène. La première catégorie est constituée des réponses marquant une confusion nette des deux concepts ; la deuxième catégorie représente des réponses considérant l'antigène comme une entité étrangère à l'organisme ; la troisième catégorie définit l'antigène comme responsable de la réponse immunitaire ; dans la quatrième catégorie, l'antigène est défini de façon littérale ; la catégorie cinq regroupe l'ensemble des réponses incomplètes ou incorrectes.

3.1.2. Confusion entre définitions d'antigène et d'anticorps

Cette catégorie regroupe une proportion d'élèves (soit 22,2 %) qui sont incapables de distinguer le concept d'anticorps à celui d'antigène en attribuant la définition de l'un à l'autre et vice versa. Certains estiment la différence moindre d'autant plus que c'est le "corps" qui abrite le "gène". Les exemples suivants en font illustration : *les anticorps sont des virus et les antigènes sont des soldats du corps*. Dans sa réponse sur l'importance des décoctions pour les enfants, un élève dit : *parce que le bébé ne possède pas trop des antigènes pour lutter contre les maladies alors que les décoctions y sont riches*. Ces propos laissent croire que ce sont les antigènes qui défendent l'organisme. Cette assertion conforte l'idée selon laquelle, les élèves confondent les concepts d'anticorps et d'antigène.

3.1.3. Antigène comme une substance étrangère et pathogène

Nous avons constaté que pour plus de 15,2 % des réponses les élèves considèrent l'antigène comme une substance étrangère à l'organisme, d'autres évoquent son caractère pathogène. Le concept « étranger » est ici conçu comme une entité toujours à part qui vient perturber/interrompre la stabilité d'un mécanisme interne. C'est ce qui est à l'origine de la confusion entre antigène et anticorps dont nous avons fait cas au paragraphe précédent. Il semble difficile pour l'élève de concevoir que des micro-organismes externes à l'organisme (qu'il tolère et intègre comme du soi) participent à cette stabilité et qui, en cas de déséquilibre, pourraient lui devenir néfastes. Autrement, des éléments du soi peuvent être, pour des raisons données, reconnus comme du non soi (« reniés » par le système immunitaire) et donc étrangers à l'organisme. Les extraits suivants corroborent nos propos : *un*

antigène est tout ce qui est étranger à l'organisme ; un antigène est un agent pathogène qui combat contre les globules blancs de l'organisme.

3.1.4. Réponses insuffisantes ou méconnaissance de l'antigène

Cette catégorie regroupe des réponses incorrectes ou qui expriment une méconnaissance du concept d'antigène. Elle représente une part élevée des réponses à la question : soit près de 21,6 %. Une réponse est dite insuffisante lorsqu'elle utilise des termes clé (substance, toxine, microbe...) de la définition mais la construction est mal élaborée. Par exemple les constructions suivantes sont mal faites : *antigène = microbe extérieur ; un antigène est un microbe qui pénètre à l'intérieur de l'organisme et provoque des maladies ; un antigène est une substance capable de sécréter des anticorps....*

Si par contre, la réponse ne renferme pas de termes clés, alors cela traduit une méconnaissance du concept : *un antigène est un gène du corps qui lutte contre les gènes étrangers ; un antigène est une substance qui produit du sang" ; ce que ne peut pas contre les gènes ; un antigène est une substance qui empêche les microbes d'affecté le gène.*

3.1.5. Antigène comme responsable de la réponse immunitaire spécifique

Les élèves qui estiment que les antigènes sont responsables de la réponse immunitaire spécifique représentent 7,4 %. Pour cette catégorie nous avons les illustrations suivantes : *un antigène est un élément susceptible de déclencher une réponse immunitaire ; un antigène est une substance qui peut engendrer des Anticorps...*

3.1.6. Antigène comme substance contre les gènes

En cherchant à décomposer le concept d'antigène, les élèves parviennent aux définitions suivantes : *un antigène est un gène du corps qui lutte contre les gènes étrangers ; un antigène est une substance qui empêche les microbes d'affecté le gène ; un antigène est un corps produit par l'organisme pour lutter contre les gènes étranger...* Nous relevons que 7,6 % des élèves enquêtés définissent l'antigène comme une substance produite par l'organisme contre les gènes. Le tableau ci-dessous est un récapitulatif de l'ensemble des données recueillies et présentées ci-dessus.

Tableau 1 : Catégories des variables relatives à l'antigène et leurs récurrences

	Catégories	Observations de la variable
		Fréquence (en %)
1	Confusion entre antigène et anticorps	22,2
2	Antigène comme une substance étrangère, pathogène	15,2

3	<i>Antigène comme responsable de la réponse immunitaire spécifique</i>	7,4
4	<i>Antigène comme substance contre les gènes</i>	7,6
5	<i>Réponses insuffisantes ou méconnaissance de l'antigène</i>	21,6
6	<i>Sans réponses</i>	26

3.2. Niveaux d'appropriation du concept d'anticorps

3.2.1. Définition des variables ou catégories relatives à l'anticorps

L'analyse des données recueillies par questionnaire a permis de constituer quatre catégories de réponses relatives au concept d'anticorps : la première représente des réponses qui considèrent l'anticorps comme une protéine ou une glycoprotéine ; la deuxième regroupe des réponses où l'anticorps est littéralement défini ; la troisième exprime une méconnaissance de ce concept ; et enfin la quatrième regroupe des réponses qui traduisent un antagonisme entre antigène et anticorps.

3.2.2. Anticorps comme protéines ou glycoprotéines ou immunoglobulines spécifiques

Dans cette catégorie, les définitions des élèves renferment les termes suivants : protéine, glycoprotéine et immunoglobuline qui renvoient à la même idée de substance biologique produite par l'organisme. Nous admettons alors les réponses qui s'illustrent avec ces termes car, en dehors des difficultés de langue constatées dans la plupart des cas, elles se rapprochent des définitions scientifiques. Voici quelques extraits de réponses avec les termes de cette catégorie : *un anticorps est une molécule protéique...* ; *un anticorps est une glycoprotéine* ; *un anticorps est une glycoprotéine complexe utilisée par le système immunitaire pour détecter et neutraliser les agents pathogènes...*

3.2.3. Anticorps comme substances produites contre les corps (étrangers à l'organisme)

Dans cette catégorie, les élèves tentent de décomposer le concept "anticorps" pour lui donner le sens qui s'y rapporte. La décomposition donne "anti" et "corps" et cela signifierait pour eux une substance produite contre les corps. Mais ce qui sera important d'être explicite, c'est de savoir de quel corps s'agit-il ? Ce concept est-il un mot composé qu'il faut décomposer pour obtenir le sens ? Cette conception est à l'origine d'une mauvaise acquisition. Il est défini par certains comme une barrière face aux agents extérieurs : *un anticorps est un corps qui lutte contre toute pénétration microbienne étrangère.*

3.2.4. Expression d'une méconnaissance ou d'un déficit de connaissances de l'anticorps

Certains termes utilisés par les élèves traduisent manifestement une méconnaissance de l'anticorps ou une mauvaise assimilation du concept depuis la classe de troisième. L'exemple suivant en est une illustration : *Un anticorps c'est une substance qui s'est développée après une maladie.*

3.2.5. Expression d'une lutte des anticorps contre les antigènes

Il est très fréquent de voir dans les propos des élèves lorsqu'ils définissent l'antigène ou l'anticorps, des termes guerriers tels ennemis, attaque, arme, agression, combat... L'usage abusif de ces termes vient du fait que pendant le cours, l'enseignant lui-même illustre ses propos en usant de ces termes. Finalement, au lieu que ces exemples servent d'analogie pour comprendre les phénomènes immunitaires étudiés, les élèves semblent en faire leur objet d'apprentissage. Ils décrivent la réaction entre anticorps et antigène comme une sorte de combat. Or, il n'y a pas de combat à l'intérieur de l'organisme : il n'y a que des réactions qui se tiennent pour la stabilité. Lorsque l'équilibre est rompu et que l'un ou l'autre (le micro-organisme ou le système immunitaire) prend le dessus (c'est-à-dire qu'il y aurait moins d'anticorps produits pour réagir avec l'antigène présent ou bien des anticorps suffisamment produits face à un nombre réduit d'antigènes), nous représentons l'organisme comme un champ de bataille. Un défaut de fonctionnement ou un hyperfonctionnement dans une entité biologique a toujours des conséquences néfastes pour cet organisme.

Tableau n°2 : catégories des variables relatives à l'anticorps et leurs récurrences

	Catégories	Observations de la variable
		Fréquences (en %)
1	<i>Anticorps comme protéines ou glycoprotéines ou immunoglobulines spécifiques</i>	10,8
2	<i>Anticorps comme substances produites contre les corps</i>	9,6
3	<i>Expression d'une méconnaissance ou d'un déficit de connaissances de l'anticorps</i>	22,8
4	<i>Expression d'une lutte des anticorps contre les antigènes</i>	36,6
5	<i>Sans réponses</i>	20,2

Le calcul du score moyen obtenu par les élèves des classes expérimentales et celui des classes témoins après la séquence d'enseignement se présente comme suit :

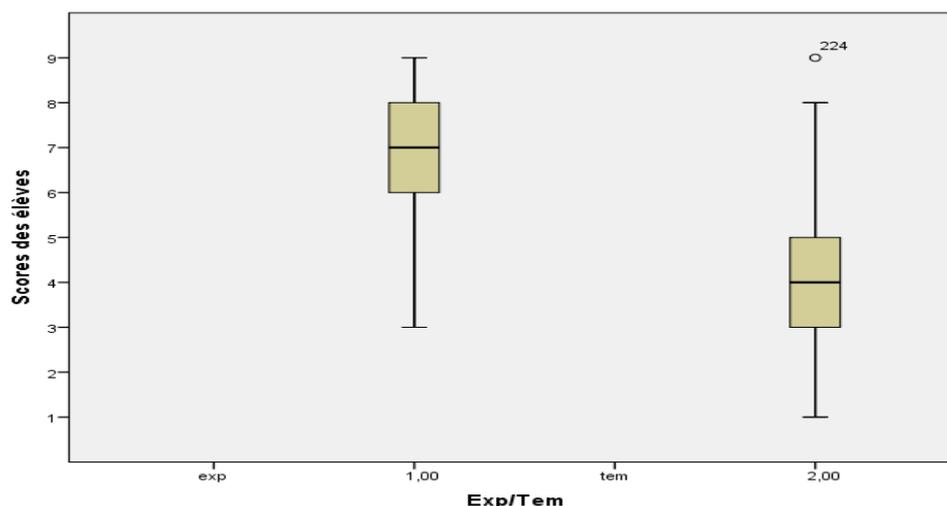


Figure 1 : moyenne des scores classes expérimentales/classes témoins

Légende : Exp= Expérimentale, Tem= Témoin

4. Discussion

Les niveaux de formulation sont divers : tantôt, ils tendent vers les attentes de l'enseignant, tantôt ils s'en éloignent. Le problème lié au niveau de formulation se situe aux plans langagier, didactique et épistémologique. Les obstacles y afférents sont ainsi d'ordre linguistique, didactique et épistémologique.

4.1. Au plan langagier

Les productions des élèves révèlent beaucoup de lacunes langagières. Le vocabulaire utilisé n'est pas adéquat, la syntaxe mal construite ne permettant pas de suivre le fil des idées construites et de les comprendre. Cette situation n'est pas propre à nos apprenants car selon Daniel Bessonnat, dans la construction du savoir, « les disciplines scientifiques en particulier se sont retrouvées confrontées au problème de la langue dans les difficultés d'apprentissages et ont cherché à le traiter en tant que tel, sans l'esquiver » (1998, p. 2). En outre, l'intérêt que revêt la langue a conduit cet auteur au constat suivant : « il faut reconnaître que la langue n'est pas un excipient neutre, ... c'est elle qui structure les connaissances » (Daniel Bessonnat, op. cit.). La langue n'est pas seulement un véhicule, elle est aussi objet d'apprentissage au même moment où s'élaborent les connaissances scientifiques, puisqu'elle est décisive dans la réussite scolaire. Patricia

Schneeberger (2008) soutient en ce sens que l'activité langagière des apprenants renseigne sur leur activité cognitive et nous rappelle donc à pouvoir articuler apprentissages langagiers et apprentissages cognitifs. Toutefois, cette position semble nous mettre en désaccord avec Martine Jaubert et Maryse Rebière (2000) d'une part, Caroline Bulf, Lalina Coulage, Yann Lhoste, Maryse Rebière (2014) d'autre part : les premiers estimant que la langue n'est que le véhicule de savoir déjà là et les seconds pour leur part pensent que le langage est un outil au service de la science et non la fin. Ces deux points de vue semblent restreindre l'implication de la langue dans l'élaboration des savoirs en sciences. Pourtant, de même qu'une mauvaise édition d'un document scientifique du fait de la qualité d'impression est un obstacle sérieux à l'expansion du message qu'elle est sensée véhiculer, un contenu scientifique ne peut être apprécié à sa juste valeur lorsqu'il est mal exprimé. Il est indispensable, pour un apprentissage efficace de développer chez les élèves des compétences langagières à travers l'enseignement des sciences. Ces difficultés langagières qui sont à l'origine d'obstacles à l'apprentissage vont aussi induire un autre type de problème de nature didactique.

4.2. Au plan didactique

L'enseignement-apprentissage de l'immunologie fait usage de plusieurs analogies et d'images guerrières qui finissent par prendre la place à l'objet d'apprentissage. Ces analogies font obstruction aux processus d'acquisition et conduisent parfois à des conceptions erronées, à l'élaboration de connaissances lacunaires et rendent par conséquent les stratégies inopérantes (Josette Carretto & Roger Viovy, 1994). Selon Ilana Lowy « ces images bien que très efficaces n'ont nullement été fabriquées dans l'optique d'expliquer à un public non-spécialiste des phénomènes immunologiques complexes » (1996, p.7). Autrement dit, il ne sera pas aisé pour tout apprenant de se faire une idée juste d'un concept immunologique à travers une forte propension d'utilisation d'images. Les définitions que proposent les élèves sont parfois caricaturales et mettent en relief des lacunes dans l'acquisition de ces concepts scientifiques. Il semble donc que beaucoup d'analogies ayant été utilisées lors de l'enseignement ont dû cacher l'aspect scientifique des concepts alors qu'elles devraient permettre un meilleur apprentissage. Les affirmations suivantes viennent corroborer notre propos : *un anticorps est un agent antagoniste de l'antigène c'est-à-dire sécrété par une cellule pour combattre les antigènes* ; *"la réaction immunitaire est un combat entre les anticorps de l'organisme et les antigènes ou cellules du non soi..."*

Dans l'histoire de l'immunologie, deux visions ont été construites pour expliquer l'immunité : elle est d'abord perçue comme mécanisme de défense. Dans cette vision, beaucoup de concepts se sont développés selon une approche guerrière qui occupe toujours aussi bien l'essentiel des productions scientifiques que le contenu de l'enseignement-apprentissage de

l'immunologie. Par la suite, une autre approche a été développée, considérant l'immunité comme système physiologique de l'organisme, impliquant un fonctionnement normal et des états pathologiques (Ilana Löwy, 1996). Cette dernière vision a inspiré Thomas Pradeu (2007) qui considère que le système immunitaire réagit sans cesse aussi bien avec les antigènes endogènes (avec lesquels l'affinité est en générale faible) que les antigènes exogènes (avec une forte affinité).

Dans la définition du concept d'antigène la notion "étranger" est régulièrement utilisée mais mal employée. Les extraits suivants et beaucoup d'autres constructions du même genre sont devenus familiers. Nous en avons rencontrés aussi bien au cours des entretiens que dans les réponses au questionnaire diagnostique : *l'antigène est une substance produite par l'organisme contre les gènes étrangers ; un antigène est l'ensemble des éléments étrangers qui se trouvent dans l'organisme*. En outre, les caricatures ou analogies que les enseignants utilisent, si elles sont compréhensibles pour l'expert, elles le sont moins pour l'apprenant. Or, les apprenants s'attachent beaucoup plus à ces éléments en laissant échapper l'essentiel de ce que l'on désire les faire savoir. Les élèves éprouvent des difficultés pour établir une nette distinction entre l'antigène et l'anticorps en ce qui concerne leurs origines et leurs rôles souvent inversés : *les anticorps sont des virus et les antigènes sont des soldats du corps*.

4.3. Au plan épistémologique

Au niveau épistémologique, les concepts "*antigène*" et "*anticorps*" en eux-mêmes véhiculent des incompréhensions. Voyons comment l'antigène est défini : *c'est un gène étranger dans l'organisme ; c'est une hormone provenant d'un gène ; c'est une substance contre les gènes ; c'est un microorganisme qui lutte contre les gènes étrangers dans le corps ; les antigènes sont des soldats du corps...*

L'analyse de ces termes renseigne qu'au-delà des difficultés langagières constatées, il existe un écart entre les connaissances des élèves de terminale D et celles qu'ils sont censés acquérir depuis la classe de troisième. En effet, il est fréquent de lire que l'antigène : *c'est une toxine sécrétée par un microbe ou un virus pour agir sur l'organisme ; c'est une cellule qui produit des toxines pour neutraliser les corps étrangers et leurs toxines*.

En outre, le problème que Rumelhard (1990) avait formulé sur l'influence de la dimension épistémologique de ces deux concepts est toujours actuel. En effet, certains élèves assimilent ces concepts à des mots composés qu'il suffirait de décomposer pour trouver le sens : anti et gène/corps. Ainsi antigène est ce qui s'oppose au gène et anticorps ce qui s'oppose au corps. Et cela est assez clair pour bon nombre d'élèves car dans chacun de ces concepts, il semble y avoir un préfixe "anti" suivi du suffixe "gène" ou "corps" : mais de quel gène ? De quel corps ? Ils ont donc tendance même après un cours sur

ces concepts à toujours décomposer les termes "antigène" et "anticorps" et de leur donner un sens littéral : ce qui n'est pas juste car la logique qui a prévalu à la conceptualisation du rôle ou du sens de l'antigène et de l'anticorps est bien loin du sens littéral qu'ils revêtent. Rumelhard (1990) disait que la dernière syllabe du concept "antigène" risque de faire confusion avec la génétique. Dans notre cas, cela est avéré : en effet l'antigène est considéré par certains élèves comme une notion de génétique. Ainsi donc, *un antigène est une substance capable de nétraliser (sic) un gène étranger ; un antigène est un gène du corps qui lutte contre les gènes étrangers ; l'antigène empêche la transmission d'un gène dans l'organisme...*

Une approche historique de l'enseignement de l'histoire des sciences, et en particulier des concepts en immunologie dans notre cas, suggérés par Hassen-Reda Dahmani et Patricia Schneeberger (2011), pourrait en nôtre sens permettre aux apprenants d'acquérir efficacement ces concepts. En effet, la proportion élevée d'images guerrières est associée au penchant darwiniste de l'immunologiste Metchnikoff, auteur de plusieurs de ces concepts (Löwy, 1996). Il y a donc tout une histoire qui accompagne la formulation de ces concepts qu'il est important d'étudier afin d'accéder à une bonne compréhension de l'immunologie.

En reprenant la critique de Gaston Bachelard (1938) sur l'attitude des professeurs face aux apprenants, nous le paraphrasons en ces termes : si les professeurs ne comprennent pas pourquoi leurs élèves ne comprennent pas, il est aussi important qu'ils se demandent si les élèves eux-mêmes se comprennent dans leurs productions. Sont-ils vraiment capables de donner une acception cohérente à ce qu'ils produisent même si cela comporte des erreurs ? Pour certains, la réponse formulée est juste un moyen de se tirer d'affaire. Ils ne portent pas d'intérêt au travail qui leur est demandé. Mais dans tous les cas c'est une attitude qui masque des difficultés de compréhension : écrire ce qui vient à l'esprit est une stratégie adoptée par les élèves, une sorte de masque derrière lequel ils se cachent pour éviter de laisser voir leurs insuffisances. Il s'agit d'une attitude contraire à la recommandation de François de Salignac de la Mothe-Fénelon (1994) selon laquelle les enfants doivent, sans crainte d'être réprimandés, laisser voir leurs défauts par leur éducateur. D'autres, par contre, sont confiants en leurs productions quels que soient les écarts qui sont observés. Parmi les conceptions des apprenants, il y en a qui sont relativement éloignées du concept que l'on désire leur faire acquérir. En effet, ils font usage de certaines notions qu'ils n'ont pas véritablement acquises et en les associant pour constituer la réponse à une question, ils croient bien comprendre le phénomène contrairement au sens que revêt leur propos. Il s'agit d'une association de concepts qu'ils ont certes déjà étudiés en classe, dont ils n'ont pas assimilé mais ont un souvenir vague de leur signification. L'essentiel pour eux semble d'avoir trouvé quelque

chose à dire ou à écrire comme pour signifier que "c'est déjà assez de se souvenir des concepts vus en cours".

Les obstacles que nous avons répertoriés sous les différentes formes d'incorrections sur les concepts d'antigène et d'anticorps sont pour la plupart de nature anthropologique, mais il y a aussi ceux liés au langage et au vocabulaire scientifiques. En effet, l'absence de substantifs pour désigner ces concepts dans les langues des apprenants fait que ce qui se construit dans les milieux de vie sur les phénomènes étudiés en classe est difficilement perceptible et parfois en déphasage avec le savoir scientifique qui s'y transmet. Il s'en suit que les connaissances de départ de l'élève ne sont pas extirpées et confrontées au savoir scientifique enseigné en classe : la conséquence est que le but visé par l'enseignement se retrouve dans une impasse. C'est ce qui explique les faibles niveaux de formulation ou d'acquisition constatés dans les réponses obtenues. Nous avons relevé une insuffisance au niveau métacognitif : les élèves semblent ne pas s'interroger sur la qualité ou la cohérence de leurs productions. En effet, la signification que nous donnent les élèves des concepts d'antigène et d'anticorps est parfois lacunaire ou même dénué de sens. L'analyse des termes ou des analogies qu'ils font nous renseigne sur l'écart entre les connaissances des élèves de terminale D et celles qu'ils sont censés acquérir depuis la classe de troisième. Cette attitude nous amène à dire que les élèves manquent ce que Gaston Bachelard appelle « la surveillance intellectuelle de soi » (1948/1998. p. 60). En effet, si l'objectif pour l'élève n'est plus la quête du savoir mais celle de la promotion, il lui est difficile de se porter un jugement de valeur par rapport aux acquis scolaires engrangés. Ils sont ainsi incapables de marquer une distance avec leurs productions et de se mettre en cause. Toutefois, si l'on a besoin qu'ils développent de bonnes capacités cognitives en sciences, il est fondamental de relever le défi langagier pour permettre une meilleure communication des connaissances acquises.

En outre, beaucoup de réponses laissent également entrevoir un manque d'intérêt ou une désaffection vis-à-vis des sciences et conduisent à s'interroger sur leur rapport à l'apprendre. Aussi, la signification des termes employés par les élèves pour définir ces deux concepts est révélatrice parfois de confusions et ou d'ambiguïtés. Nous retiendrons en définitive que la distinction entre antigène et anticorps demeure difficile à beaucoup d'élèves en ce qui concerne leurs origines et leurs rôles. Il y a tantôt des rapports de coopération tantôt des rapports d'antagonisme entre l'antigène et l'anticorps. Toutefois, l'enseignement qui a suivi le questionnaire et les entretiens a permis aux élèves d'améliorer leur niveau de connaissance sur les concepts d'antigène et d'anticorps.

4.4. Impact du dispositif mis en œuvre

Le croisement des données recueillies des entretiens, du questionnaire, des observations de classes et de l'évaluation finale permet d'apprécier l'impact de notre dispositif tant au niveau individuel que collectif. L'impact de cet outil s'évalue à deux niveaux : les apprentissages effectués et la pratique d'enseignement.

4.4.1. Au niveau des apprentissages réalisés et des acquis

Les données recueillies à la suite de l'enseignement indiquent un impact positif du dispositif sur les apprentissages en immunologie. L'évaluation qui a été proposée à l'issue de la séquence a concerné aussi bien les élèves des classes expérimentales que ceux des classes témoins. Une comparaison des deux résultats, suivie d'un test de signification a été effectuée. Au plan collectif, la moyenne des scores des élèves des classes expérimentales est supérieure à celle des classes témoins : les scores atteints dans les classes expérimentales sont significativement différents de ceux obtenus dans les classes témoins. En effet, au seuil de 5%, il n'y a pas d'homogénéité des scores entre les classes expérimentales et non expérimentales ($t=21,528$ pour $p=0,000$). Autrement, la différence des scores n'est pas le fait du hasard : en plus la différence des scores moyens est significative pour $p<0,05$.

En outre, le χ^2 calculé est de 217,8 pour un $p=0,000$: nous pouvons déduire que la répartition des scores des élèves n'est pas indépendante de la classe (expérimentale ou témoins). En d'autres termes, au regard de la différence des scores moyens de ces classes (7,11 et 3,77 respectivement pour les classes expérimentales et les classes témoins) et de la valeur calculée de χ^2 , nous affirmons avec un risque de moins de 5% que les performances constatées dans les classes expérimentales sont imputables à la stratégie mise en œuvre au cours de cet enseignement. Cette performance des classes expérimentales témoigne donc de l'efficacité de l'outil mis en place. Au regard de l'intérêt que les élèves ont porté sur le travail effectué, de l'évolution du débat en classe et des résultats obtenus à l'issue de l'évaluation sommative à la fin des travaux, nous pouvons dire que la stratégie mise en marche est à l'origine de la différence des scores obtenues. Néanmoins, les difficultés langagières que nous avons relevées ne sont pas sans incidence sur les apprentissages des élèves. En effet, dans une recherche collaborative conduite par Louise Giroux et Portelance Liliane auprès des enfants, il ressort que le fait que leur langue première n'est pas celle utilisée pour enseigner, « il ne leur est pas facile de dire ce qu'ils pensent et pourquoi ils le pensent » (2009, p. 9). Ce constat vient à point nommé nous éclairer sur l'importance de la langue dans l'apprentissage en général et des sciences particulièrement.

4.4.2. Au niveau de la pratique d'enseignement

Les contraintes qu'exige cette pratique sont un canal sûr d'autoformation pour l'enseignant qui voudrait s'y aventurer. En rappel, l'improvisation ne marche

pas assez bien ici, à telle enseigne que l'enseignant très peu outillé peut se retrouver très vite dos au mur face à des questions d'élèves très entreprenants. Aussi, la mise en œuvre de cette pratique est corrélée de recherche sur le sujet faisant l'objet d'enseignement-apprentissage. Les trois moments (le pré-test, le post-test, et la séquence d'enseignement) sont indispensables pour la mise en œuvre de cette stratégie : cela exige de la motivation de la part de l'enseignant. A l'issue des travaux, les enseignants ont bien apprécié la stratégie car elle leur a permis de faire un bilan de la maîtrise du sujet d'enseignement mais surtout de leur discipline.

Nous avons essayé dans un cadre restreint de montrer qu'un apprentissage efficace est réalisable à travers une démarche qui crée un espace de liberté favorisant les interactions verbales et sociales entre apprenants sous la conduite de l'enseignant. La maîtrise du sujet étudié par l'enseignant et sa connaissance des conceptions des élèves sont indispensables pour une préparation minutieuse d'une séquence afin de ne pas se prêter à des improvisations. A la fin de sa mise en œuvre nous avons constaté un intérêt marqué des élèves à cette façon d'apprendre qui exige de chacun un effort dans la construction du savoir : ils ne viennent plus pour écouter et noter un résumé que l'enseignant aurait déjà préparé, mais pour prendre part à son élaboration.

Conclusion

L'étude du niveau de formulation des concepts par les élèves révèle des lacunes dans leur développement conceptuel et des insuffisances qui peuvent être situées à deux niveaux : les méthodes d'enseignement et les conditions d'apprentissages. Les insuffisances conceptuelles ont pour origine des difficultés langagières : les propos des élèves manquent souvent de cohérence et de sens et traduisent plusieurs types d'incorrections sur les concepts d'antigène et d'anticorps. Certes, il s'agit de concepts dont les références au niveau culturel des élèves font grandement défaut, mais cette situation n'est pas isolée au regard des conditions de mise en œuvre de l'enseignement-apprentissage des sciences et en particulier des SVT au Burkina Faso. En faisant recours à un dispositif d'enseignement prenant appui sur la problématisation lors de l'enseignement, les connaissances des élèves sur les concepts d'antigène et d'anticorps sont sensiblement meilleures. Un tel dispositif pourrait donc être renforcé à travers des expérimentations sur d'autres concepts dans plusieurs classes afin de mettre à disposition des enseignants des outils didactiques à même d'améliorer de manière substantielle l'apprentissage des élèves en sciences.

Références bibliographiques

BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Récupéré de <http://www.uqac.ca/jmt-sociologue/> le 12 septembre 2021

BACHELARD, G. (1998/1949). *Le Rationalisme Appliqué*. Paris : PUF.

BESSONNAT, D. (1998). Maîtrise de la langue et apprentissages disciplinaires, *Revue internationale d'éducation de Sèvres* [En ligne], 19 | septembre 1998, mis en ligne le 18 avril 2013, consulté le 23 mars 2021. URL : <http://journals.openedition.org/ries/2860> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ries.2860>. Consulté le 26/06/21

Bulf, C., Coulange, L., Lhoste, Y., Rebière, M. (2014). Apprentissages et langage(s) dans les disciplines d'enseignement exemples en sciences de la vie et de la terre et en mathématiques. *Actes du séminaire national de l'ARDM*

Carretto, J., Viovy, R. (1994). Relevé de quelques obstacles épistémologiques dans l'apprentissage du concept de réaction chimique. *ASTER n°18*.

Dahmani, H-R et Schneeberger, P. (2011). Enseigner le concept d'ADN en lien avec la démarche historique : un processus de modélisation négociée. *RDST*, 3, 54-82.

De Ketele, J-M., Roegiers, X. (2015). *Méthodologie du recueil d'informations : fondement des méthodes d'observation, de questionnaire, d'interview et d'étude de documents*. De Boeck

De Salignac de La Mothe-Fénelon, F. (1994). *Traité de l'éducation des filles*. Paris : Editions Fklyncksiece.

Jaubert, M., Rebière, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *ASTER N°31*, 173-195.

Karsenti, T., Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation : étapes et approches*. (3ème éd.). Saint-Laurent : ERPI.

Legendre, M-F. (1994). Problématique de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences au secondaire : un état de la question. *Revue des sciences de l'éducation*, 20(4), 657-677. <https://doi.org/10.7202/031761ar>, consulté le 19 octobre 2021.

Lhoste, Y., Orange, C. (2015). Quels cadres théoriques et méthodologiques pour quelles recherches en didactique des sciences et des technologies ? *RDST n°11*.

Lowy, I. (1996). Les métaphores de l'immunologie : guerre et paix. *HCS-M III*, (1), 7-23.

Orange, C. (2003). Colloque pluridisciplinaire : construction des connaissances et langage dans les disciplines d'enseignement, Bordeaux 2003.

Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation-Pour l'ère nouvelle*. Sur <http://www.cairn.info/revue-les-sciences-de-l-education-pour-l-erenouvelle-2005-3-page-69.htm> consulté le 15 octobre 2021

Portelance, L., Giroux, L. (2009). La problématisation dans un processus de recherche collaborative. *Recherche en éducation*, (6).

Pradeu, T. (2007). *L'immunologie et la définition de l'identité biologique*. Thèse de doctorat, Université Paris 1, France. www.ihps.cnrs.fr. Consulté le 26 septembre 2021

Rumelhard, G. (1990). Concepts du système immunitaire *in* l'immunologie, jeux de miroirs, *ASTER* n°10.

Schneeberger, P. (2008). Travail langagier et construction de savoirs en sciences. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 20(1), p. 89-104. Doi : 103406/dsedu.2008.1144. Consulté le 5 septembre 2020.