
L'EXPERIMENTATION SUR LE VIVANT ANIMAL OU LA SIMULATION ?

QUELS CHOIX FONT NOS ELEVES ?

QU'EST CE QUI MOTIVE LEURS CHOIX ?

Saida Kacem

Labo : EDIPS (ISEFC de Tunis)
44 Rue Sâad Ghrab, cité des journalistes 2083 la Gazelle
kamaresaida@yahoo.fr

Laurence Simonneaux

ENFA de TOULOUSE, Toulouse EducAgro
BP 87 - 31 326 CASTANET TOLOSAN
laurence.simonneaux@educagri.fr

Résumé : L'acquisition du concept « acte réflexe » s'avère difficile pour les élèves de 9ème de base et l'on peut s'interroger sur les origines possibles des difficultés rencontrées :

-Est-ce que l'expérimentation sur le vivant telle quelle est pratiquée en classe favorise l'apprentissage ou au contraire le bloque ?

-Pour les élèves, la simulation pourrait-elle remplacer l'expérimentation sur le vivant animal ?

Abstract: The acquisition of the concept « reflex action » proves to be difficult for the pupils of 9th basic and one can wonder about the possible origins of the encountered difficulties:

- is the experimentation on alive just as it is practised in class supports the training or on the contrary blocks it?

- For the pupils, could simulation replace the experimentation on the alive animal?

Mot-clés : Expérimentation, animal, vivant, simulation, rapport au vivant

Keywords: Experiments, animal, alive, simulation, report with the alive one

1 INTRODUCTION ET ELEMENTS DE PROBLEMATIQUE

LE RAPPORT EXPERIMENTAL AU VIVANT ANIMAL, CONTEXTE HISTORIQUE ET CULTUREL

La construction d'un rapport expérimental au vivant est très dépendante d'un contexte culturel et historique. Le développement de la médecine dans certaines civilisations a ouvert la porte à l'expérimentation sur l'animal vivant et même sur l'homme. En Alexandrie, pendant le III^{ème} siècle avant J.C., Hérophile et Erasistrate utilisent la technique de **la vivisection** c'est-à-dire, qu'ils font des expériences sur des corps d'animaux vivants et aussi sur des êtres humains. Abandonnant l'analogie avec l'animal, chère à Aristote, ceux-ci inaugurent la dissection du corps humain : « *Aussi dissèquent-ils des criminels que, les Rois- écrit Celse dans un texte, probablement du I^{er} Siècle-retiraient des prisons pour les leur livrer, et les examiner pendant qu'ils respirent encore* ». (Giordan et al, 1987, p.247). Dans l'introduction à la médecine expérimentale Claude Bernard note : « *Pour analyser les phénomènes de la vie, il faut nécessairement pénétrer dans les organismes à l'aide de procédés de vivisection.* » (C. Bernard, 1865, p.202-204). Mais que faire quand il s'agit de l'étude de notre corps ? L'analogie avec l'animal, établie depuis Aristote, fait que l'animal joue le rôle de substitut dans les expériences en classe. Les résultats sont censés être généralisés à l'homme. Dans le cahier rouge, Claude Bernard précisait : « les expériences sont plus faciles sur les animaux à sang froid que chez les animaux à sang chaud ». Or nous savons que le poikilotherme est régulé autrement que l'homéotherme.

C'est ainsi que les expériences de Muller (1801-1858) pour la vérification de la loi de Bell-Magendie n'ont abouti à une conclusion ferme qu'après avoir renoncé à utiliser le lapin comme animal d'expérience. « Enfin », dit-il dans le *Handbuch*, « *j'ai réussi complètement sur des grenouilles* »

Mais les résultats obtenus sur un animal sont-ils généralisables aux autres animaux et à l'homme ? Le fait que ces expériences « réussissent » avec des grenouilles mais pas avec des lapins par exemple montre la difficulté d'une analogie entre les animaux à sang froid et animaux à sang chaud ce qui rend toute généralisation non évidente. D'ailleurs, Legallois (1770-1814), expérimentateur de grand talent, comme le note Canguilhem (1955), a eu le mérite de montrer toute l'importance du choix d'animaux d'expérience et d'insister sur une condition à remplir pour toute comparaison utile d'animaux préparés et d'animaux témoins : il ne suffit pas qu'ils soient de la même espèce, ils doivent être du même âge. Canguilhem (1965) a aussi relevé les limites de l'expérimentation en présentant les précautions méthodologiques à prendre dans la démarche expérimentale du biologiste concernant la **spécificité** des formes vivantes, la **diversité** des individus, la **totalité** de l'organisme et l'**irréversibilité** des phénomènes vitaux.

D'un autre côté, les activités expérimentales se trouvent aujourd'hui confrontées à de nombreuses contraintes éthiques et sécuritaires. En France, « *Les pratiques de classe se sont radicalement modifiées aux cours de ces dernières années, éradiquant la vivisection : les grenouilles décérébrées et démyélinisées ont disparu des paillasses...* » (Coquidé, 2000 p.53). La simulation semble ouvrir de nouvelles perspectives.

1.2 Le contexte Tunisien

En Tunisie, la vivisection est recommandée dans certaines leçons comme l'étude du réflexe médullaire chez la grenouille. Pour déterminer les structures nécessaires dans la réalisation d'un acte réflexe chez l'homme, une série d'expériences à réaliser sur la grenouille est proposée par le manuel scolaire. Pour les enseignants interviewés au cours d'une pré enquête, ces expériences sont nécessaires et convaincantes, elles sont censées tout faire comprendre aux élèves. Cependant, les résultats des élèves ne sont pas pour confirmer cette facilité apparente. L'acquisition du concept « acte réflexe » s'avère difficile pour les élèves de 9^{ème} de base (dernière année du collège) et l'on peut s'interroger sur les origines possibles des difficultés rencontrées par les élèves ? D'où notre interrogation :

-Quelles sont les origines possibles aux difficultés rencontrées par les élèves ?

-Est-ce que l'expérimentation sur le vivant telle quelle est pratiquée en classe favorise l'apprentissage ou au contraire le bloque ? Pour les élèves, la simulation pourrait-elle remplacer l'expérimentation sur le vivant animal ?

1 CADRE THEORIQUE

1.1 Cadre historique : Le message nerveux, un concept historiquement difficile à construire

L'étude de l'histoire du message nerveux nous montre que ce dernier était conçu par Aristote (384-322 av. J., -C) comme message de l'âme venu du dehors et apparentée à l'éther divin, ce message reçu par le cœur (du dehors) communique à l'organisme la vie, la sensibilité et le mouvement.

Galien (131-200 ap. J., -C), conçoit le message nerveux comme étant un **fluide** faisant circuler les **esprits animaux** entre les différents organes du corps. Mais, pour Galien, contrairement à Aristote, l'animal n'est en aucune façon actionné du dehors, il s'agit lui-même et de lui-même dans son milieu et selon lui.

-Descartes (1596-1650) reprend le modèle fluide du message nerveux. Pour lui, les esprits animaux sont nés dans le cœur sous forme de « parties du sang très subtiles ». Ils passent par la suite par le cerveau sans y subir aucun changement et n'y séjournent que comme dans une boîte à vent. Cette analogie du modèle nerveux à un modèle hydraulique a représenté au XVIIème et au XVIIIème siècle un obstacle à l'élucidation de la nature du message nerveux. Elle a été réfutée lentement au XVIIIème siècle grâce à la participation de nombreux auteurs. Monro constate qu'un nerf coupé ne laisse pas échapper d'eau ; c'est dans ce contexte que l'expérience de J. Swammerdam qui montre que le muscle se contracte sans changement de volume, prend un sens. Les esprits animaux deviennent un "*vis nervosa*", toujours véhiculé par un fluide nerveux. L'idée d'une force électrique est soulevée, mais les arguments contre cette hypothèse restent majeures : les nerfs ne paraissent pas "isolés" électriquement, et personne ne pourra produire la moindre étincelle avec la substance nerveuse ! Pour arriver au modèle électrique, il faudra passer par le long détour de l'irritabilité du muscle et du nerf (Von Haller, 1752).

En 1780, Galvani montre qu'une préparation isolée "muscle-nerf" est sensible à une décharge électrique. De plus, le contact d'une telle préparation avec un muscle fraîchement sectionné provoque une contraction : le muscle produit de l'électricité. Il propose d'identifier les esprits animaux jusqu'alors supposés fluides, à l'électricité. A cette époque s'est développée l'électrophysiologie basée sur le principe que les cellules nerveuses utilisent leurs capacités électriques pour véhiculer l'information de l'une à l'autre, sous la forme d'un message codé selon des règles précises.

Vers 1848, Dubois-Reymond finit par assimiler la "*vis nervosa*" à la propagation de quelque chose comparable à l'électricité : l'influx nerveux. Remarquons au passage que ce terme d'influx nerveux que nous utilisons encore, garde un certain rapport avec les liquides (flux = écoulement). A partir de 1950, des microélectrodes combinées à des systèmes d'amplification permettent d'enregistrer l'activité électrique d'un seul neurone. Depuis les années 60, les chercheurs ont compris qu'au niveau de la membrane se produisent des phénomènes électrochimiques qui sont maintenant élucidés.

Mais le message nerveux, conçu comme étant de nature purement électrique, n'explique pas le fait que la vitesse de propagation de l'influx nerveux soit inférieure et donc différente de celle du courant électrique. La conception neuroniste mettant en valeur une fente synaptique, lieu de libération de neurotransmetteur a ainsi pris place à la conception réticulariste selon laquelle les nerfs sont collés les uns aux autres.

2.2 Cadre théorique didactique

Pour identifier les obstacles à l'apprentissage du concept « acte réflexe », nous nous sommes appuyée au niveau théorique sur les obstacles que peuvent rencontrer les élèves dans l'apprentissage de ce concept, à savoir les obstacles épistémologiques (Bachelard, 1938 ; Brousseau, 1994 ; Giordan, 1990), didactiques (Brousseau, 1983 ; Clément, 2000) et psychosociologiques (Clément 1997, 2001 et Simonneaux 1995, 2000). Nous avons cherché les explications dans le rapport au vivant animal et le rapport à l'expérimentation sur le vivant (Coquidé M. 1998, 2000 ; Canguilhem G. 1955, 1965, 1983 ; Pichot 1990...) et dans les représentations sociales (Moscovici 1961 ; Durkheim E.1878...) qui sont mobilisées dans certaines connaissances en Biologie (Simonneaux 1995, 2000 ; Clément 1997, 2001...)

2 METHODOLOGIE

2.1 Outils d'investigation

Pour repérer les erreurs et les obstacles possibles dans les conceptions des élèves à différents moments de l'apprentissage, nous avons procédé à plusieurs types d'investigations : Des entretiens guidés avec les

professeurs dont le but est de savoir l'importance qu'ils accordent à l'expérience d'une façon générale et les difficultés rencontrées dans l'étude de l'acte réflexe.

- Une analyse de forme du manuel scolaire de 9^{ème} année de Base, centrée sur l'étude de l'acte réflexe et l'approche épistémologique de l'expérimentation des concepteurs de ce manuel.
- Nous avons procédé à des questionnaires et à des entretiens pré et post apprentissage auprès de deux classes de 9^{ème} année de Base (14 à 15 ans) soit un total de 53 élèves. Pour marquer la variable sociogéographique, l'une de ces deux classes est issue d'un milieu rural (Melloulèch : 23 élèves), l'autre d'un milieu urbain (Ennasr : 30 élèves). Les différentes questions ont porté sur les points suivants : l'organe qui commande le mouvement réflexe, le mode de propagation du message nerveux, le schéma de l'arc réflexe chez l'homme et chez la grenouille et la nécessité d'expérimenter sur le vivant pour comprendre l'acte réflexe. Le choix entre simulation sur ordinateur et expérimentation sur le vivant animal. Le rapport au vivant et les pratiques socioculturelles sur le vivant. Les entretiens ont été réalisés individuellement avec 30 élèves de Jaafar, la Chebba et Melloulèch.
- Nous avons également filmé trois leçons (2 leçons à Jaafar et une à Melloulèch) et suivi les élèves au cours de l'appropriation du concept acte réflexe, les interactions enseignant-élèves et élèves-élèves, les réactions des élèves face à ce type d'expérimentation sur le vivant ainsi que les démarches expérimentales suivies par différents professeurs et le degré de participation des élèves à ces démarches.
- des entretiens semi directifs suivis de questionnaires deux mois après apprentissage pour voir l'évolution des conceptions des élèves et repérer les obstacles dépassés et ceux qui persistent.

2.2 Choix des échantillons :

Pour voir si l'origine sociogéographique influence le rapport au vivant et à l'expérimentation sur le vivant, nous avons choisi des échantillons d'élèves issus de 4 régions différentes de la Tunisie :

- Melloulèch : petit village situé sur la côte-Est Tunisienne à 10 km de la Chebba. Ses habitants sont pour la plupart de petits cultivateurs et éleveurs. Ils pratiquent aussi la chasse et la pêche.
- Jaafar : quartier pauvre à 20 km de la ville de Tunis. Les habitants de ce quartier sont pour la plupart venus de l'intérieur du pays par l'exode rural, ils sont pour la plupart des journaliers, les femmes s'occupent du ménage ou travaillent dans des usines ou comme aides ménagères dans les maisons. Certains d'entre eux sont installés depuis longtemps et possèdent de petits terrains où ils font des élevages.
- Ennasr : quartier chic de la ville de Tunis. Les parents des élèves sont de hauts fonctionnaires : médecins, hommes d'affaires, ingénieurs, avocats, PDG de sociétés...
- Chebba : petite ville du Sahel Tunisien, au milieu de la côte Est de la Tunisie. Les parents de élèves sont de petits ou moyens fonctionnaires, soit pêcheurs...

2.3 Guide de l'entretien : Phase préapprentissage :

L'entretien étant semi-directif, nous avons cherché dans les questions à :

- Repérer les conceptions concernant l'acte réflexe qui pourraient faire ou pas obstacle à cet apprentissage.
- Les différents rapports au vivant et à l'expérimentation sur le vivant chez ces élèves...
- L'origine socioculturelle et les pratiques sociales sur le vivant
- Avoir une idée sur le statut de l'expérimentation sur le vivant et l'influence de l'environnement socioculturel de l'élève.
- Le rapport des élèves à l'outil informatique

3 RESULTATS ET INTERPRETATION :

3.1 En classe, des pratiques positivistes renforçant l'idée de l'expérience comme preuve :

L'expérimentation sur le vivant animal ou la simulation ? Quels choix font nos élèves ? Qu'est-ce qui motive leurs choix ?

Dans ces trois leçons que nous avons filmées et entièrement transcrites, nous distinguons plusieurs points communs :

- conformément au programme et au manuel scolaire, les enseignantes ont proposé une étude expérimentale d'un mouvement réflexe chez la grenouille pour étudier l'acte réflexe chez l'homme. Suivant les consignes des enseignantes et du manuel scolaires, les élèves appliquent le protocole expérimental suivant : Pour la préparation de l'animal il s'agit « *de couper l'encéphale éliminer tout mouvement volontaire chez l'animal, la grenouille est dite spinale* ». On leur demande ensuite de stimuler la patte postérieure avec l'acide nitrique, deux photos dans le livre montrent l'animal accroché à une potence avant et suite à la stimulation. Suite à cette expérience des questions sont posées : Pourquoi considère-t-on que la réaction de l'animal est un mouvement réflexe ? Quel est l'organe récepteur ? Quels sont les éléments organiques qui conduisent l'excitation du pied aux muscles des jambes ? La grenouille vivante est donc d'abord décapitée par un ou une élève volontaire. On excite l'extrémité de sa patte postérieure avec de l'acide pour voir se produire des actes réflexes. Le nerf sciatique est ensuite dégagé et coupé pour mettre en évidence son rôle de conducteur de l'influx nerveux. Le courant électrique est utilisé pour stimuler le bout central et le bout périphérique dans le but de mettre en évidence deux types d'influx nerveux qui se propagent dans deux sens différents. La moelle épinière est ensuite détruite à l'aide d'une aiguille pour mettre en évidence son rôle dans la commande du mouvement. Ces expériences sont réalisées au cours d'une séance de TP par groupe d'élèves ou par un seul élève devant ses camarades qui au besoin l'aident. Les résultats et les conclusions sont notés sur la fiche de travaux pratiques devant chaque expérience. La conclusion générale revient à noter les structures nécessaires pour qu'un acte réflexe se produise. A la fin, un exercice d'évaluation est proposé aux élèves, il s'agit de représenter le trajet de l'influx nerveux sur un schéma où un homme tire brusquement la main suite à une piqûre par une épine. On passe donc directement à l'homme, ce qui montre l'analogie implicite de l'animal avec l'homme.
- Le rapport au vivant qui est différent d'un élève à l'autre met les élèves dans des degrés de disponibilité à suivre et à comprendre différents. Dès que le professeur annonce l'expérience on assiste à des réactions différentes de la part des élèves. Ces réactions varient de la passion et l'enthousiasme pour certains à la peur ou la pitié ou le dégoût pour d'autres.
- degré de directivité de l'enseignant très important. Dans aucun des trois cas, les élèves ne sont laissés entièrement autonomes, à un moment quelconque de la séance. La problématique est toujours énoncée par le professeur.
- pour les élèves et les professeurs l'expérience joue le rôle de confirmation et de preuve absolue. Pour les professeurs, il faut que "ça marche" comme dans le manuel, aucune place n'est laissée à la résistance du réel. Certains élèves participent à l'expérience et se portent volontaires, d'autres suivent de loin, mais il y a dans chaque groupe 2 à 3 élèves qui refusent de suivre et de regarder
- Le compte rendu est rédigé sous forme de expérience, résultat, interprétation, conclusion et donné sous forme d'un travail à la maison. Le temps imparti à ce TP (une heure) s'avère insuffisant. En appliquant la démarche du manuel scolaire, les professeurs se livrent à des pratiques positivistes.

3.2 L'analogie entre l'homme et l'animal admise implicitement par les concepteurs du programme et du manuel scolaire est refusée par les élèves :

L'analyse des réponses à la question 1 dans les entretiens et les questionnaires de pré et post apprentissage montre que pour la plupart des élèves, l'organe qui commande le mouvement est le cerveau, le trajet de l'influx nerveux passe par le cerveau considéré comme centre nerveux dans le cas de l'homme. Dans le cas de la grenouille, c'est la moelle épinière. Ainsi pour les élèves, contrairement à l'homme, l'animal peut bouger sans cerveau. Le céphalocentrisme et l'anthropocentrisme persistent même après apprentissage, il reste difficile de concevoir qu'il puisse y avoir de mouvement après ablation du cerveau. L'entretien a montré que les élèves citent la moelle épinière comme centre du réflexe pour la grenouille mais ils n'envisagent pas que ce soit la même chose pour l'homme qui est contrairement aux animaux doué d'un "Aql" logé dans la tête ou dans le cerveau. "El Aql", entité non matérielle, attribué seulement à l'homme,

L'expérimentation sur le vivant animal ou la simulation ? Quels choix font nos élèves ? Qu'est-ce qui motive leurs choix ? 5

renforce le dualisme âme-corps et sépare l'homme de l'animal. Cette signification *supérieure du "El Aql"* est née d'un "hadith" (parole du prophète Mohamed) disant : "Awwala mâ khalaka Allâhu al-Aql" **la première chose que Dieu a créée est le "Aql"**. Dans la religion islamique, l'homme est favorisé sur toutes les espèces vivantes par le "Aql" ou raison. Ce qui renforce le refus par les élèves de considérer l'animal comme modèle pour l'homme.

3.3 La propagation du message nerveux, un nœud d'obstacles :

La façon dont se propage le message nerveux reste floue. Nous retrouvons un résultat similaire à celui trouvé par Bennour (2004) concernant la conception hydraulique de l'influx nerveux chez des élèves Tunisiens. Mais dans nos échantillons, ce sont les ruraux qui y adhèrent. Les urbains adhèrent plus à une conception électrique. En tendance, les élèves issus d'un milieu rural adhèrent à un modèle hydraulique du message nerveux et les élèves issus d'un milieu urbain adhèrent au modèle électrique du message nerveux. Est-ce un effet socio-géographique ? Familiarisation au monde industriel/monde agricole. Mais en se référant à de nombreux travaux en didactique de la physique (Dupin & Joshua, 1985, 1994 ; Tiberghien, A. & Delacotte, G., 1976 ; Koumaras et al, 1994...), les élèves ont une conception électrique du message nerveux. Nous avons donc pu mettre en évidence la présence **d'un nœud d'obstacles** entre la biologie et la physique. A ces obstacles s'ajoute un obstacle didactique lié à la traduction arabe du concept « influx nerveux » en "seiala" qui veut dire liquide. Les modèles physiologiques et les modes d'explication correspondent à ceux rencontrés dans l'histoire des sciences bien que les contextes aient changé.

3.3 Un rapport au vivant et à l'expérimentation sur le vivant animal fonction de l'origine sociogéographique et culturelle :

Les rapports au vivant animal et à l'expérimentation sur le vivant seraient différents selon l'origine sociogéographique et culturelle des apprenants. Pour tester cette hypothèse, nous comparons les réponses des deux échantillons à la question 2/a : acceptes-tu d'expérimenter sur une grenouille vivante et de la disséquer par exemple dans le TP de Biologie ?

- Oui
 Non

-pour quelles raisons ?

| Echantillons | Ennasr | Melloulèch | |
|--------------|-------------|----------------|-------------------|
| Catégories | | | |
| Oui | 12 (40%) | 18 (78,26%) | 30/53 (56,60%) |
| Non | 18 (60%) | 5 (21,73%) | 23/53 (4,39%) |
| Total | 30 | 23 | 53 |

Tableau 1: Réponse à la question 2/a

On remarque que les élèves de Melloulèch sont plus favorables que ceux d'Ennasr à la vivisection (78,26% contre 40%). Par le calcul de χ^2 , nous trouvons que c'est un cas de dépendance totale. Accepter ou refuser l'expérimentation sur le vivant dépend de l'origine sociogéographique de l'élève. Les élèves issus d'un milieu rural (Melloulèch) sont plus favorables à l'expérimentation que ceux issus d'un milieu urbain (Ennasr).

Les explications données par les élèves pour leur acceptation ou leur refus de l'expérience sont les suivantes.

CATEGORIE1 : OUI

Les élèves donnent plusieurs raisons à leurs réponses que nous pouvons classer en sous catégories comme suit :

- Devenir un expérimentateur chercheur : *Parce que je veux dans l'avenir m'orienter vers les sciences expérimentales et devenir expérimentateur chercheur.* m4, Wafa
- Découvrir : *Cette expérience est nécessaire pour découvrir des choses nouvelles.* m11, Yassine

L'expérimentation sur le vivant animal ou la simulation ? Quels choix font nos élèves ? Qu'est-ce qui motive leurs choix ? 6

- Voir les organes : *Pour voir les organes.* n7, m7, m11, n12, m12, n13
- Pour avoir des connaissances : (Exemple : m2, Med Ali.
- Pour comprendre : *L'expérience est nécessaire car sans elle je ne pourrai pas comprendre.* m13, Chaker
- Pour voir l'intérieur et comprendre.

Ces formulations des élèves renvoient à une image des sciences biologiques comme sciences d'observations, correspondant à une conception ancienne. Ceci est peut-être dû à des résidus de leur enseignement antérieur comme l'a remarqué (Szterenbarg, 1991)

Catégorie2 : Non

Rappelons que 23/53 des élèves ont répondu non et donc ont déclaré ne pas accepter de disséquer la grenouille. Six parmi ces 23 élèves répondent non sans explication alors que les 17 restant donnent plusieurs raisons qu'on peut classer en sous catégories comme suit :

- *Phobie par rapport au sang : je ne supporte pas de voir le sang.* N1, Rania ; *Je ne supporte pas la vue du sang et je ne supporte pas toucher la grenouille* n27, Zoubeida.
- *La pitié de l'animal : Je n'accepte pas de faire la dissection car j'ai beaucoup pitié des animaux et surtout quand ils sont vivants* n6, Mohamed Mehdi; *Non, je n'accepte pas car j'ai pitié de l'animal et ça fait mal au cœur* n19, Rim ; *non je n'accepte pas parce que la grenouille est vivante,* n2, Rafiaa
- *La peur de culpabiliser : Non, je n'accepte pas parce que j'ai peur et je n'aurai pas la conscience tranquille.* n10, Maroua
- *Le manque d'habitude, ne pas savoir le faire, difficulté pratique : Nous n'avons pas d'expérience dans ce domaine,* n3, Kathem ; *Non, je n'accepte pas de faire cette expérience sur la grenouille vivante parce que je ne suis pas habitué à ça et je ne sais pas le faire.* n11, Marouane ; *Je n'accepte pas de faire cette expérience parce que je ne peux pas maîtriser la grenouille,* n5, Yousra.

Il semblerait que la première raison pour laquelle les élèves n'acceptent pas cette expérience est la phobie par rapport au sang (35,29%), ensuite le manque d'habitude (23,53%), par pitié de l'animal (17,64%), parce que la grenouille est vivante (17,64%) et enfin la peur de culpabiliser (5,88%).

Conclusion :

Les principales raisons pour lesquelles les élèves n'acceptent pas cette expérience est sont donc d'origine psychologique ils peuvent présenter des obstacles psychologiques à l'apprentissage de l'acte réflexe.

Pour les élèves qui acceptent l'expérimentation sur le vivant, l'expérience est motivante et elle peut jouer un rôle positif dans l'apprentissage.

Dans la question 2/b nous avons cherché à savoir si les élèves tiennent à l'expérimentation sur le vivant : Acceptes-tu de remplacer l'expérience sur la grenouille vivante par une séance filmée ?

- Oui
 Non

Pourquoi ?

| | Ennasr | Melloulèch | Total |
|-------|---------|------------|------------|
| Oui | 15(50%) | 4(17,39%) | 19(35,85%) |
| Non | 15(50%) | 19(82,61%) | 34(64,15%) |
| Total | 30 | 23 | 53 |

Tableau 2: réponse à la question 2/b

50% des élèves d'Ennasr acceptent de remplacer l'expérience par une séance filmée contre 17,39% de l'échantillon de Melloulèch. Par le calcul de χ^2 , nous montrons que ce phénomène est légèrement lié à l'origine sociogéographique et culturelle.

L'expérimentation sur le vivant animal ou la simulation ? Quels choix font nos élèves ? Qu'est-ce qui motive leurs choix ?

3.4 L'expérimentation sur le vivant animal ou la simulation ? Quels choix font nos élèves ?

2/c- Penses-tu qu'il serait mieux de remplacer cette expérimentation sur la grenouille vivante par la simulation (expérimentation assistée par ordinateur grâce à un logiciel qui permet de simuler cette expérience sans toucher à la grenouille vivante) ?

- Oui
 Non

Pourquoi ?

Les réponses à cette question sont représentées dans le tableau suivant :

| | <i>Ennasr</i> | <i>Melloulèch</i> | <i>Total</i> |
|-------|---------------|-------------------|-------------------|
| Oui | 20(66,67%) | 14(60,87%) | 34/53 (64,15%) |
| Non | 10(33,33%) | 9(39,13%) | 19/53 (35,85%) |
| Total | 30 | 23 | 53 |

Tableau 3: réponse à la question 2/ c

Les élèves d'Ennasr semblent plus favorables au remplacement de l'expérience sur le vivant par la simulation que les élèves de Melloulèch : 66,67% contre 60,87 % des élèves de Melloulèch acceptent de remplacer l'expérimentation sur le vivant par la simulation alors qu'ils étaient seulement 17,39% à accepter une séance filmée. (Etant issu d'un milieu défavorisé, les élèves de Melloulèch ne sont pas familiarisés à l'ordinateur, dans l'entretien la plupart d'entre eux ont déclaré ne pas savoir l'utiliser et ont manifesté leur besoin de compenser ce manque.)

33,33% des élèves d'Ennasr n'acceptent pas de remplacer l'expérimentation par la simulation Ils étaient 50% à ne pas vouloir remplacer l'expérimentation par une séance filmée.

66,66% des élèves d'Ennasr sont favorables à la simulation alors qu'ils étaient 50% favorables à la séance filmée. Quelles significations donner à ces différences ?

Catégorie oui :

Les élèves qui préfèrent la simulation sur ordinateur donnent les raisons suivantes :

-Apprendre du nouveau : avec l'ordinateur c'est plus facile et j'apprends du nouveau, m3, Mouna

-L'ordinateur est précis : Je choisis l'ordinateur car il est précis n12, Sabrina

-L'ordinateur montre tout : : m5, Fakhri

-L'ordinateur donne beaucoup d'informations : n11, Marouane ; n11, Marouane : Je préfère la simulation car dans l'ordinateur il y a plus d'informations.

-Le dégoût : Je ne veux pas toucher la grenouille ; m9, Neoufel et m23, Maroi ; la grenouille est sale

Catégorie non :

Les élèves qui n'acceptent pas de remplacer l'expérimentation par la simulation donnent les raisons suivantes au fait qu'ils préfèrent l'expérience sur le vivant :

- Car c'est la vraie expérience, n17 Ilyas, n18 Ghalia.*
- Pour découvrir nous-même, n25 Zeineb.*
- Pour mieux se rappeler le jour de l'examen, n27, zoubaida : je veux faire l'expérience moi-même pour mieux me rappeler le jour de l'examen.*
- Car l'expérience fait mieux comprendre, m8 Moufida, m10 Sana, m8 Mohamed.*
- Pour voir l'animal et ses organes de près, m4 Wafa et m15 Asma*
- le manque de familiarisation avec l'ordinateur : avec l'ordinateur je peux me tromper car je ne sais pas l'utiliser, m12, Aymen et m13, Chaker.*

Conclusion :

Les élèves d'Ennasr plus familiarisés à l'ordinateur (chacun d'entre eux possède un ordinateur à la maison) acceptent la simulation à 66,66% et le film à (50%) si on leur fait choisir respectivement entre simulation et expérience sur le vivant, séance filmée et expérience sur le vivant. Les élèves de Melloulèch

acceptent la simulation à (52,17%), et le film à (17,39%) si on les fait choisir respectivement entre simulation et expérience sur le vivant, séance filmée et expérience sur le vivant.

Étant issus d'un milieu défavorisé, les élèves de Melloulèch ne sont pas familiarisés à l'ordinateur, dans l'entretien la plupart d'entre eux ont déclaré ne pas savoir l'utiliser et ont manifesté leur besoin de compenser ce manque. Il se pourrait que ce soit pour cette raison que beaucoup d'entre eux acceptent la simulation alors qu'ils n'étaient pas très favorables à la séance filmée. Pour les élèves qui n'acceptent pas de remplacer l'expérimentation sur le vivant animal par le film ou la simulation, rien ne remplace la vraie expérience qui permet de comprendre, voir et découvrir.

3.5 L'expérimentation et le genre

Sur les 20 élèves d'Ennasr qui acceptent de remplacer l'expérience par la simulation, 10 sont des filles. Sur les 14 élèves de Melloulèch qui acceptent la simulation 7 sont des filles. Au même temps, sur les 10 élèves d'Ennasr qui refusent la simulation, 6 sont des filles et sur les 9 élèves de Melloulèch qui refusent la simulation, 6 sont des filles. Par le calcul de χ^2 nous montrons que ce phénomène n'est pas trop lié au sexe. Accepter ou refuser la simulation ce qui revient à refuser ou tenir à l'expérimentation sur le vivant animal ne paraît pas trop lié au sexe :

| | Filles | Garçons | Total |
|-------|--------|---------|-------|
| Oui | 17 | 17 | 19 |
| Non | 12 | 7 | 34 |
| Total | 29 | 24 | 53 |

Tableau 4: réponse à la question 2/c (penses-tu qu'il serait mieux de remplacer l'expérimentation sur le vivant par la simulation ?) en fonction du genre

Pour récapituler, une dernière question (2/d) a été posée dans cette partie : Pensez-vous que l'expérimentation sur le vivant animal est nécessaire pour comprendre ? Les réponses sont récapitulées dans le tableau suivant :

| | Ennasr | Melloulèch | Total |
|-------|----------------|------------|----------------|
| Oui | 23 (76,66%) | 23 (100%) | 46 (86,79%) |
| Non | 7 (23,33%) | 0 (0%) | 7 (13,21%) |
| Total | 30 | 23 | 53 |

Tableau 5: réponse à la question 2/d

100% des élèves de Melloulèch pensent que l'expérimentation sur le vivant est nécessaire pour comprendre contre 76,66% des élèves d'Ennasr.

Les 30 entretiens que nous avons réalisés avec trois échantillons de 10 élèves des régions suivantes : La Chebba, Melloulèch et Jâafar, nous avons trouvé que seulement 5 élèves sur 30 sont favorables à ce que la simulation remplace l'expérimentation sur le vivant et ils y mettent parfois des conditions :

C1, Abir : "Je préfère la simulation, à condition que chaque élève ait son ordinateur."

C10, Sofiene : "La simulation serait mieux car je suis passionné d'ordinateurs."

M3, Riadh : "L'expérimentation d'abord et puis l'ordinateur si on sait l'utiliser"

J3, Safaa : "on peut se passer de l'expérience et la remplacer par autre chose comme le film ou la simulation".

J2, Méhrès : "l'expérimentation sur la grenouille est nécessaire pour comprendre mais ce serait bien si on pourrait avoir des ordinateurs en classe".

La question 3 s'intéresse au rapport au vivant des élèves, il s'agit de savoir si leurs parents font des élevages, s'ils ont déjà égorgé un animal (poule, lapin, mouton) pour la consommation de tous les jours ou le jour de l'Aid el kébir (fête religieuse où on égorge un mouton pour le manger et en distribuer une partie pour les pauvres). Les élèves ruraux paraissent habitués à ces pratiques contrairement aux élèves urbains.

L'expérimentation sur le vivant animal ou la simulation ? Quels choix font nos élèves ? Qu'est-ce qui motive leurs choix ? 9

3 CONCLUSION

Nous avons donc pu montrer par le calcul de χ^2 que les élèves issus d'un milieu rural sont plus favorables à l'expérimentation sur le vivant, probablement parce qu'ils sont plus habitués à sacrifier les animaux dans les fêtes religieuses, les mariages et les circoncisions. Ces élèves tiennent à l'expérimentation sur le vivant animal et à la vivisection, pour eux c'est la seule méthode pour comprendre et ils n'acceptent pas de la remplacer par un film par exemple. Les élèves issus d'un milieu urbain acceptent beaucoup moins la vivisection et sont favorables au remplacement de cette méthode par une séance filmée ou par la simulation. Les élèves de milieu rural paraissent plus motivés, moins perturbés par leur rapport au vivant. Les résultats obtenus au cours de cette recherche semblent s'accorder avec ceux de Joakim et al (2003) publiés dans "Public understanding of science" Vol 12 n°1 portant sur une vue d'ensemble de 56 études réalisées dans différents pays du monde sur la façon dont les gens voient l'usage des animaux dans les expériences. En plus, nos résultats proposent les pratiques socioculturelles sur le vivant animal comme éclairage et explication possible à certaines de ces différences sur l'acceptation ou le refus de l'expérimentation sur le vivant animal.

Nous avons remarqué que nombreux sont les élèves qui ne supportent pas cette expérimentation et qui ont des problèmes de phobie par rapport au sang ou qui ont pitié de l'animal. Les obstacles psychologiques s'ajoutent alors aux obstacles épistémologiques et didactiques ce qui rend l'acquisition du concept acte réflexe difficile à s'opérer.

Toutefois, nous avons pu constater par l'analyse des productions des élèves une sur valorisation du rôle de l'expérimentation sur le vivant animal et de sa place dans la construction du savoir scientifique : « toute la connaissance en découle », « faire des expériences signifie faire de la science », « découvrir », « être savant », « chercheur »...

Pour un même milieu sociogéographique, les élèves de Terminales sont plus favorables à l'expérimentation sur le vivant que ceux de 9^{ème} année de base, ce qui nous laisse penser que plus les élèves sont âgés plus ils sont favorables à l'expérimentation sur le vivant.

D'un autre côté, les élèves refusent l'analogie entre l'homme et l'animal. Ce qui est vrai pour l'animal ne peut être vrai pour l'homme. Or nous savons que la spécificité des êtres vivants nous empêche d'établir des lois immuables. Plus encore, nous savons que chaque être vivant a son individualité propre et qu'aucun être vivant ne peut ressembler à un autre, ni réagir de la même façon. Alors, si on est amené à faire des expérimentations sur l'animal pour comprendre ce qui se passe chez l'homme on ne peut noter les résultats qu'avec d'expresses réserves :

« Or l'important ici est qu'aucune acquisition à caractère expérimental ne peut-être généralisée sans d'expresses réserves, qu'il s'agisse de structures, de fonctions et de comportements, soit d'une variété à une autre dans une même espèce, soit d'une espèce à une autre, soit de l'animal à l'homme. » (Canguilhem, 1965, p.27)

Comment respecter la spécificité et l'individualité du vivant et en même temps faire des analogies dans les expériences ? Un enjeu de taille pour les enseignants de biologie ! A prendre en considération par les concepteurs des manuels scolaires.

Ces résultats permettent aussi d'avoir une réflexion sur la nature des obstacles que peuvent rencontrer les élèves dans l'acquisition de certains thèmes et concepts en Biologie qui ont la réputation d'être difficile à acquérir par les élèves et qui en plus nécessitent la vivisection animale. La simulation pourrait mieux illustrer et expliquer les phénomènes complexes comme la propagation de l'influx nerveux dans ce cas et dépasser certains obstacles comme la conception hydraulique ou uniquement électrique du message nerveux. Nous avons vu que l'expérimentation sur le vivant animal jouit d'un prestige important chez la plupart des élèves et même chez ceux qui ne peuvent pas la pratiquer. Malgré l'importance de l'expérience pour eux, les élèves ne peuvent échapper à des problèmes éthiques et émotionnels liés à la souffrance de l'animal, à son droit de vie, à la peur, à la culpabilité, à la pitié, à la phobie par rapport au sang, Tous ces éléments sont à la base d'obstacles psychosociologiques.

Au cours des trois séances filmées auxquelles nous avons assisté comme observatrice et analysées, les enseignantes ont fait de leur mieux pour réaliser avec leurs élèves les expérimentations telles qu'elles sont mentionnées dans le programme et le manuel scolaire. Mais les obstacles épistémologiques n'ont pas été

dépassés. Les élèves semblent s'intéresser à l'expérience en tant que pratique et non en tant que démarche et contenu théorique.

Pour le dépassement de ces obstacles, il serait utile d'introduire dans les manuels scolaires des textes historiques choisis parmi les écrits de différents auteurs qui ont été les acteurs des débats sur le concept étudié et sur la spécificité du vivant capable de créer l'inattendu et sa prise en compte dans l'expérimentation c'est ainsi que la résistance du réel ne doit pas gêner car le vivant n'obéit pas à des lois immuables. Il serait également préférable d'opter pour la simulation l'élève pourra manipuler sur ordinateur de façon virtuelle, mais comme complément ils pourraient visionner des enregistrements de séances filmées. Ces expérimentations sur l'animal seront faites plus tard en Terminales ou à la faculté, à cet âge les élèves sont plus favorables à ce type d'expérimentation.

3 BIBLIOGRAPHIE

- CANGUILHEM, G., *Etude d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris : Vrin, 1983.
- CANGUILHEM, G., *La formation du concept de réflexe au XVIIème et XVIIIème siècles*, Paris, PUF, 1955.
- CANGUILHEM G., *La connaissance de la vie*, Paris : Vrin, 1965
- CLEMENT P., Cerveaux de femmes et d'hommes : l'idéologie était déjà dans la revue « Nature ». In Giordan André, Martinand Jean Louis et Raichvarg Daniel, *Actes JIE* (Journées internationales sur l'éducation scientifique, ed. Univ. Paris-Sud), n°19, 1997p. 267-272, Chamonix.
- CLEMENT Pierre, 2001, Epistemological, didactical and psychological obstacles. The example of digestion / excréation. *Actes of meeting ESERA* (European Science Education Research Association), Thessalonique, 2001.
- COQUIDE Marilyne, Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *Aster*, n° 26, INRP, Paris, 1998, pp.109-132.
- COQUIDE M., Le rapport expérimental au vivant. *Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches*, Université d'Orsay Paris-Sud, 2000.
- DURKHEIM E. , Représentation sociale et représentation collective. *Revue Métaphysique et Sociale*, Paris, 1878.
- MOSCOVICI S. , *La psychanalyse, son image et son public*, Paris PUF, 1961, (2è édition, 1976).
- PICHOT André, la vie entre la nature et l'artifice, In J.CHGODDARD, dir. *La NATURE*. Paris Vrin,1990.
- SALOMON-BAYET C. , *L'institution de la science et l'expérience du vivant*, Paris Flammarion,1978.
- SIMONNEAUX L. , Les biotechnologies de la reproduction animale chez les bovins : approches didactiques et muséologiques. *Thèse de doctorat*. Université Lyon 1, 1995.
- SIMONNEAUX L. , Didactique et éducation biotechnologique. *Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger les Recherches*, Université de Rouen, 2000.
- BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. 9^{ème} édition en 1975. Paris : Vrin, 1938.
- CANGUILHEM, G. (1965) *La connaissance de la vie*. Paris : Vrin.
- COQUIDE, M. (2000) *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches : Université d'Orsay Paris-Sud.
- GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. (1987) Les origines du savoir. *Les conceptions des apprenants*. Neuchatel : Delachaux et Niestlé.
- GIORDAN, A. & De VECCHI, G. (1990). Les origines du savoir. *Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchatel : Delachaux et Niestlé. (Première édition 1987).
- HAGELIN Joakim, CARLSSON Hans-Erik et HAU Jann (2003) An overview of surveys on how people view animal experimentation: some factors that may influence the outcome, *Public understanding of science*, Volume 12, Number 1, SAGE Publication pp. 67-81.