

# IMPORTANCE DES EXPÉRIENCES DANS L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DU SYSTÈME NERVEUX AU COLLÈGE : ETUDE DE CAS

*Wissal Iraqi Houssaini*

*Taoufik Hassouni*

*Fatima Echalfi*

*Fatima Ziali*

Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation de Meknès-  
MAROC

---

## Abstract

The acquisition of the concept of the nervous system is difficult for learners of 3rd year college. We asked about the possible origins of these difficulties. Our study was conducted with 12 teachers of Life and Earth Sciences and 50 learners of 3rd year college. Our results showed that the lack of conducting experiments in the classroom would be the major cause up to the introduction of false representations in learners. The Information and Communication Technologies in Education, ICT, are a good way of illustration in many disciplines. However, these techniques remain insufficient in the case of teaching and learning the nervous system, an important concept in the program of Life and Earth Sciences.

---

**Keywords:** Life and Earth Science, Nervous system, Concept, Teaching, Learning, Difficulties, Teachers, Learners, Experiences, ICT.

---

## Résumé

L'acquisition du concept du système nerveux (SN) s'avère difficile pour les apprenants de 3<sup>e</sup> année collège. Nous nous sommes interrogés sur les origines possibles des difficultés rencontrées. Notre étude a été faite auprès de 12 enseignants des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) et de 50 apprenants de 3<sup>e</sup> année collège. Nos résultats ont montré que le manque de réalisation d'expériences en classe en serait la cause majeure allant jusqu'à l'instauration de fausses représentations chez les apprenants. Les Technologies d'Information et de Communication dans l'Enseignement (TICE) constituent un bon moyen d'illustration dans de nombreuses

disciplines, néanmoins restent insuffisantes dans le cas de l'enseignement et l'apprentissage du concept du système nerveux, partie importante dans le programme des SVT.

---

**Mots-clés :** Sciences de la Vie et de la Terre, Système nerveux, Concept, Enseignement, Apprentissage, Difficultés, Enseignants, Apprenants, Expériences, TICE.

### **Introduction**

Les Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) correspondent à une discipline où l'observation du réel et l'expérimentation sont très importantes. C'est ainsi que l'enseignement des SVT se base essentiellement sur l'observation naturaliste des phénomènes biologiques ou géologiques, l'expérimentation *in vivo* / *in vitro* ainsi que la présentation pédagogique des résultats. Cependant, l'enseignement expérimental constitue toujours un sujet d'actualité dans les recherches didactiques (GALIANA, 1999). Il est à souligner que les TICE constituent une vraie avancée dans l'enseignement marocain. En effet, le ministère de l'enseignement marocain déploie depuis quelques années, des efforts considérables pour diffuser et généraliser ces nouvelles technologies dans le système éducatif. Le plan d'urgence 2009-2012, lancé par le gouvernement marocain, pour insuffler une nouvelle dynamique à la réforme du système de l'éducation et de la formation, a consacré tout un projet à l'intégration des TICE (Espace 1, Projet 10). Le portail national présenté en 2011 par le dit ministère permet à tous les intéressés d'avoir accès aux TICE tout en échangeant aussi des informations, des données et des connaissances. C'est dans cette vision que le ministère de l'enseignement marocain a équipé la grande majorité des établissements scolaires par les outils et le matériel nécessaires et ce, dans le cadre du programme GENIE 2006-2013, pilote du plan «Maroc Numéris 2013». Cependant l'incorporation des TICE dans le système éducatif marocain, en l'occurrence l'enseignement des SVT, va malheureusement vers la négligence de l'expérience réelle. Dans ce contexte, plusieurs expériences importantes dans la compréhension de certains concepts ont été mises à l'abri au profit de la présentation de séquences toutes prêtes. Parmi les concepts les plus touchés par cette substitution, le SN en constitue un.

Il est à savoir qu'au Maroc, le SN est traité en 3<sup>e</sup> collège, selon les instructions officielles, dans une unité qui rassemble les fonctions de liaison (Manuels scolaires des SVT : Al Moufid en SVT - Edition 2011, Maison d'édition Dar Attaqafa, Manuels scolaires des SVT : Al Massar - Edition 2010-2011, Maison d'édition Nadia, Les orientations pédagogiques 2009).

Il est intéressant de noter que les difficultés liées à l'enseignement du SN ont suscité peu de travaux de recherche par rapport aux systèmes

circulatoire et digestif (MEIN & CLEMENT, 1988 ; CLEMENT, 1993, 1994 ; DARLEY, 1994 ; MAFPEN, 1994 ; BEC & FAVRE, 1996). Ces auteurs sont restés limités à l'étude des conceptions en relation avec le SN dispensé au lycée et à l'université. En effet, une étude effectuée par DARLEY en 1994, a rapporté que des étudiants de 2<sup>e</sup> année universitaire (Section SVT) commettent de nombreuses confusions quand ils ont à définir ce qu'est le potentiel d'action. A la lumière de ces résultats, cet auteur a conclu que les erreurs relevées au niveau de l'Enseignement Supérieur seraient établies au cours des cycles d'enseignement antérieurs et notamment au niveau des classes de Seconde et de Terminale. Les études de BEC et FAVRE (1996) ont révélé que de nombreux apprenants ne sont pas arrivés à assimiler le concept du SN et qu'ils sont restés sur de nombreuses fausses conceptions. Notons au passage qu'en France, les pratiques de classe se sont radicalement modifiées au cours de ces dernières années, éradiquant la vivisection : Les grenouilles décérébrées et déméduillées ont disparu des paillasses (COQUIDE, 1998, 2000). Par contre, cette pratique est recommandée en Tunisie, dans certaines leçons comme l'étude du réflexe médullaire chez la grenouille (KACEM & SIMONNEAUX, 2008), pour déterminer les structures impliquées dans l'arc réflexe chez l'homme.

En nous basant sur la littérature, nous nous sommes penchés sur l'importance des expériences dans l'acquisition du concept du SN, par les apprenants de 3<sup>e</sup> collège où est dispensé ce concept.

### **Matériel et méthodes**

Pour aborder notre recherche, nous avons adopté une démarche qui se résume en trois étapes distinctes :

1. Relecture du programme marocain des SVT de la 3<sup>e</sup> année collège afin de cerner les expériences relatives au SN (Manuels scolaires des SVT : Al Moufid en SVT - Edition 2011, Maison d'édition Dar Attaqafa, Manuels scolaires des SVT : Al Massar - Edition 2010-2011, Maison d'édition Nadia).
2. Préparation de questionnaires ciblés et collecte de réponses à la fois par les enseignants et par les apprenants. Le choix de ces deux composantes a été fait dans le but de confronter les réponses des deux acteurs principaux en classe (l'enseignant et l'apprenant), et ce pour une meilleure compréhension de l'importance de l'expérience dans l'enseignement du concept du SN. Il est à signaler que les questions ont été posées directement à la cible de notre recherche et ont été rapportées sur les questionnaires. La collecte des données a été effectuée entre Novembre 2013 et Mai 2014.
3. Analyse et traitement des données contenues dans les questionnaires.

Notre étude a porté sur 12 enseignants des SVT au collège et 50 apprenants de 3<sup>e</sup> année collège, appartenant à la région de Meknès. Il est à citer que les enseignants impliqués dans notre étude possèdent entre 5 ans et 20 ans d'expérience dans l'enseignement des SVT. Concernant les enfants interrogés, leur âge varie entre 14 ans et 15 ans.

## Résultats

Nous nous sommes intéressés en premier lieu aux obstacles rencontrés par les enseignants pendant le cours du SN ainsi que les solutions suggérées pour les surmonter. Concernant les obstacles majeurs, nous citons :

- Les fausses représentations :
  - Le SN est la partie protégée par le crâne.
  - Le SN correspond seulement au cerveau.
  - Les nerfs sont des vaisseaux sanguins vides de sang.
  - Le rôle du SN se limite à la pensée.
  - Les organes de sens sont les seuls responsables de la sensibilité consciente.
  - Le cerveau commande tous les mouvements.
  - Le mouvement volontaire et le mouvement réflexe ont le même centre nerveux.
- Les difficultés de certaines connaissances :
  - La structure des neurones et leur rôle.
  - La transmission de l'influx nerveux.
  - Le déroulement de l'arc réflexe.
  - Le fonctionnement des synapses.
  - L'organisation du SN.

Dans une étape ultérieure, nous nous sommes orientés, vers la détermination de solutions pouvant contourner les obstacles sus-cités. Les réponses ont révélé que la réalisation d'expériences relatives au dit concept est une étape clé dans le dépassement des difficultés liées à l'enseignement du concept du SN. Il s'agit notamment des expériences sur la stimulation, le réflexe médullaire, le réflexe rotulien, l'arc réflexe ainsi que le mouvement volontaire ou involontaire et celles effectuées pour la détermination du seuil d'excitation ou la compréhension du réflexe cérébral. La figure 1 montre l'intérêt de la réalisation de ces expériences. Les enseignants interrogés ont rapporté que 100% des apprenants sont arrivés à assimiler les notions de la stimulation, du réflexe médullaire, du réflexe rotulien et celles de l'arc réflexe. Un faible pourcentage des apprenants de notre étude, n'arrive pas à bien comprendre certaines notions du SN malgré la réalisation d'expériences en rapport. Il s'agit du déroulement du mouvement volontaire ou involontaire ainsi que de la détermination du seuil d'excitation et du réflexe

cérébral avec respectivement 8.34% et 17%, selon les enseignants de notre enquête.

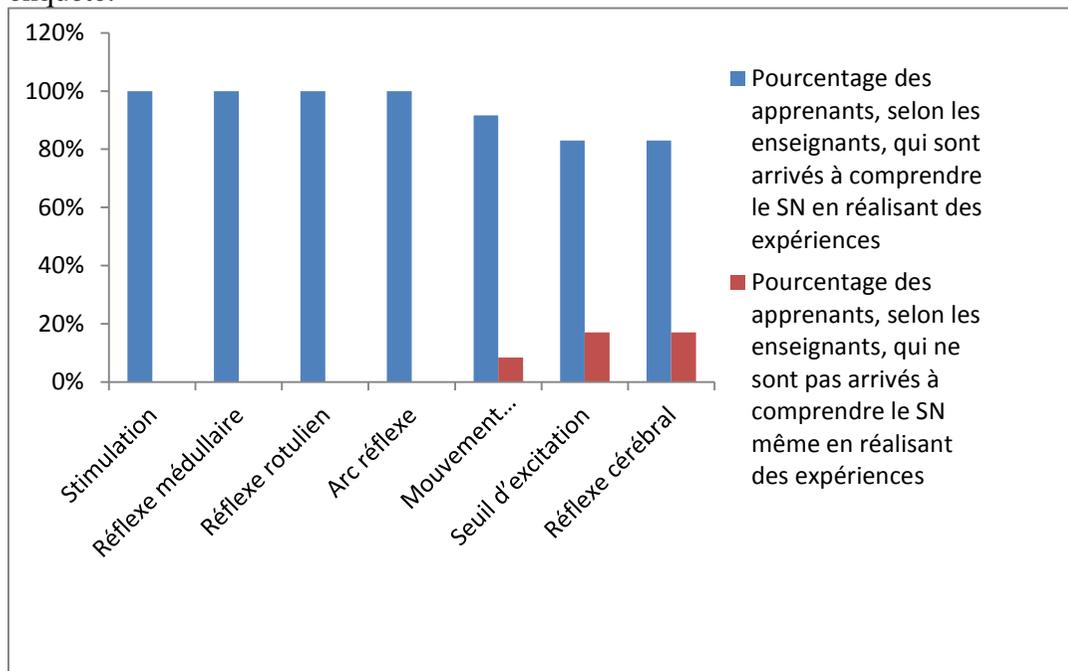


Figure 1: Pourcentage des apprenants, selon les enseignants, qui sont arrivés à comprendre le SN en réalisant des expériences.

Il est à souligner que les enseignants ont tous rapporté que certaines expériences restent difficiles à réaliser ou même irréalisables en classe. Celles-ci sont, selon les questionnaires :

- La mise en évidence de l'influx nerveux.
- Les expériences de Magendie et Bell.
- La relation entre excitation, transmission et réponse.

Il est à mentionner que les enseignants interrogés ont aussi rapporté que, lors des expériences, les manipulations sont faites par eux mêmes en raison d'un manque du matériel de laboratoire et/ou du surnombre des apprenants ainsi que de la limite du temps consacré au cours.

Cette réponse nous a conduit à demander l'avis des enseignants envers la substitution des expériences relatives au SN par les TICE. Les réponses sont résumées sur la figure 2.

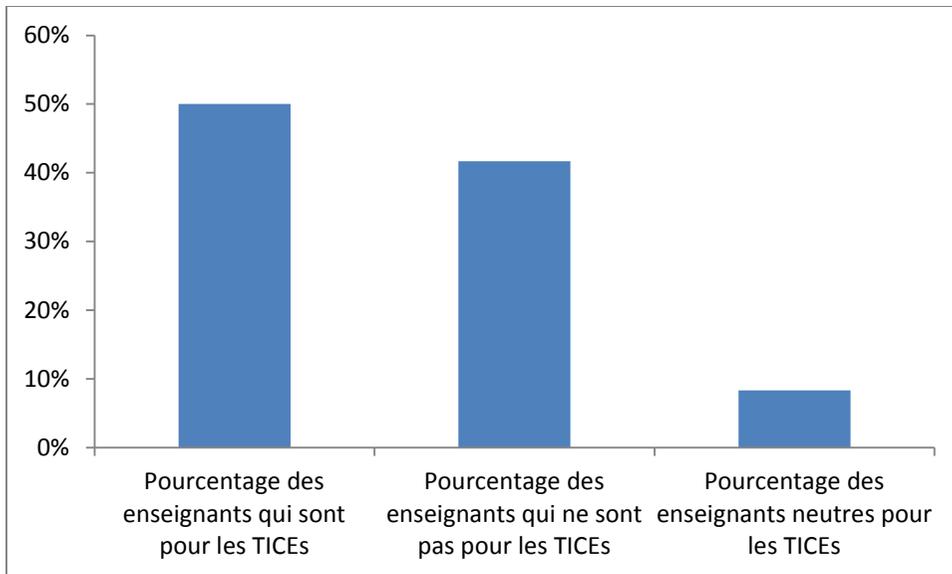


Figure 2 : Pourcentage des enseignants qui sont pour la substitution des expériences relatives au SN par les TICE.

Les résultats collectés montrent que 41.66% des enseignants de notre cible n'approuvent pas la substitution des expériences relatives au SN par les TICE (Figure 2). Les explications données étaient les suivantes :

- La mise en contact direct avec le matériel de laboratoire et sa manipulation par les apprenants permet de mieux assimiler et comprendre les concepts.

- Les TICE peuvent être considérés comme un vrai obstacle à la compréhension de quelques expériences.

- Les TICE permettent juste de s'approcher un peu du but/ du réel.

- Les TICE dissuadent la concentration des apprenants.

Cependant, 50% des enseignants interrogés sont pour la substitution des expériences par les TICE. Leurs raisons étaient :

- Le gain de temps.

- Le rôle important dans le cas de l'absence du matériel frais.

- La visualisation des expériences irréalisables en classe de point de vue, complexité, durée, temps limité, animal non contrôlable en classe, surnombre des apprenants ...

Notons qu'un pourcentage de 8.34% des enseignants de notre étude n'ont émis aucun point de vue concernant la substitution ou non des expériences par les TICE.

Nous nous sommes intéressés par la suite aux apprenants. Dans un premier temps, nous avons voulu savoir si les apprenants arrivaient à assimiler le concept du SN, selon qu'ils soient nouveaux ou redoublants. Les

réponses ont été collectées directement. Les résultats sont illustrés sur la figure 3.

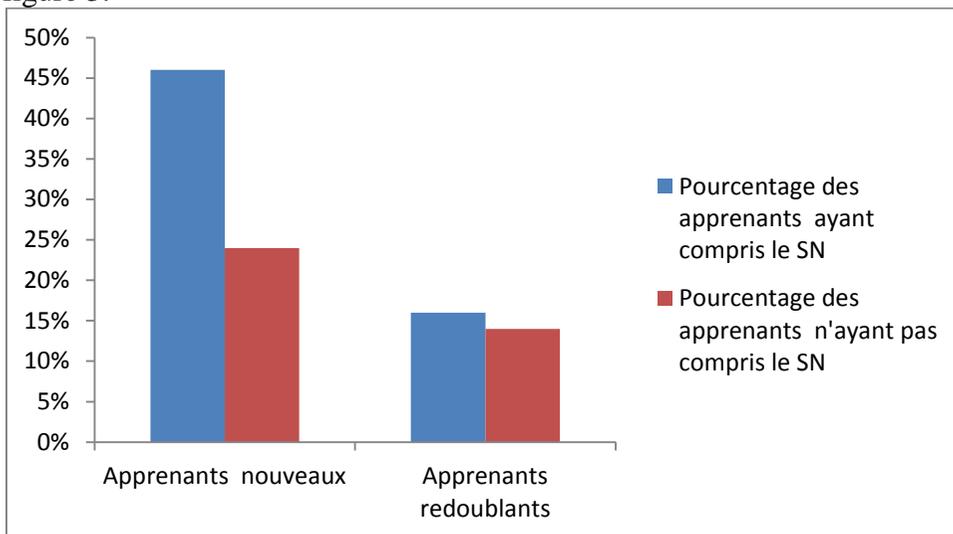


Figure 3: Pourcentage des apprenants, ayant compris le concept du SN, selon leur niveau.

Cette figure montre que 38% des apprenants n’ont pas compris le concept du SN, dont 14% sont des redoublants, versus 62% qui sont arrivés à le comprendre dont la majorité (46%) n’est pas redoublante.

60% des apprenants de notre échantillonnage ont rapporté qu’ils n’avaient réalisé aucune expérience sur le SN. Ils avaient rajouté que leurs difficultés dans la compréhension du SN seraient surtout liées à ce manque de réalisation des expériences en classe (Figure 4).

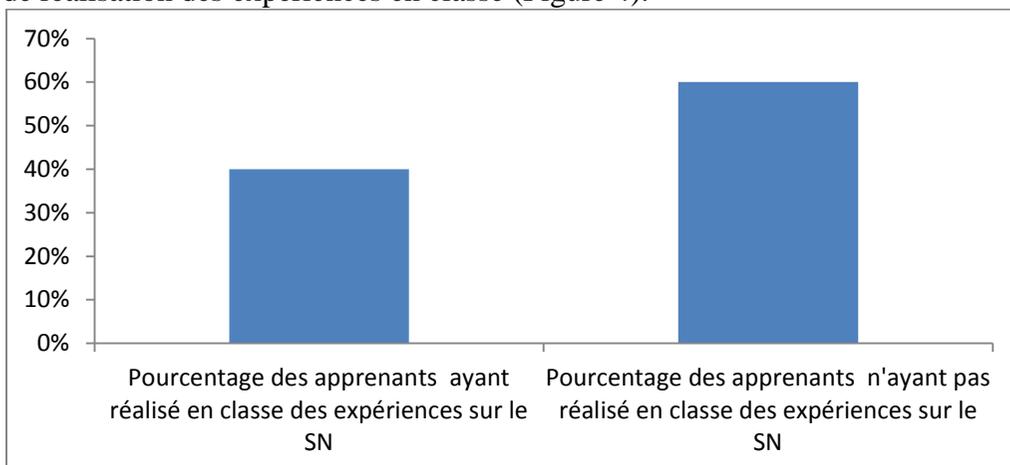


Figure 4 : Pourcentage des apprenants ayant réalisé en classe des expériences sur le SN.

Dans une étape ultérieure, nous avons interrogé les apprenants de notre étude sur une éventuelle substitution de l'expérience par une séquence animée (Figure 5) :

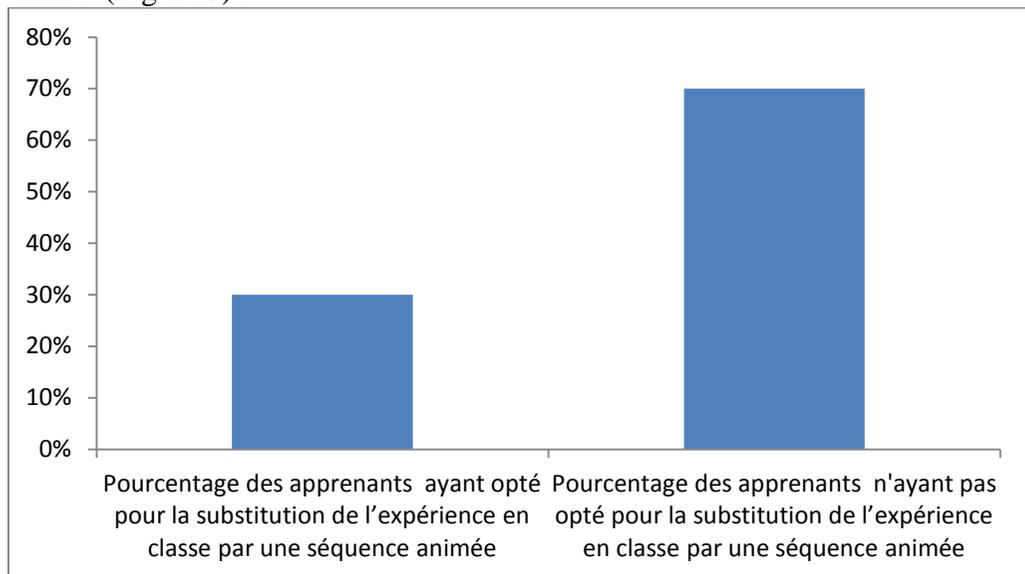


Figure 5 : Pourcentage des apprenants ayant opté pour la substitution de l'expérience en classe par une séquence animée.

Il ressort de cette figure que 30% des apprenants seulement étaient pour la substitution de l'expérience en classe par une séquence animée. Les raisons étaient :

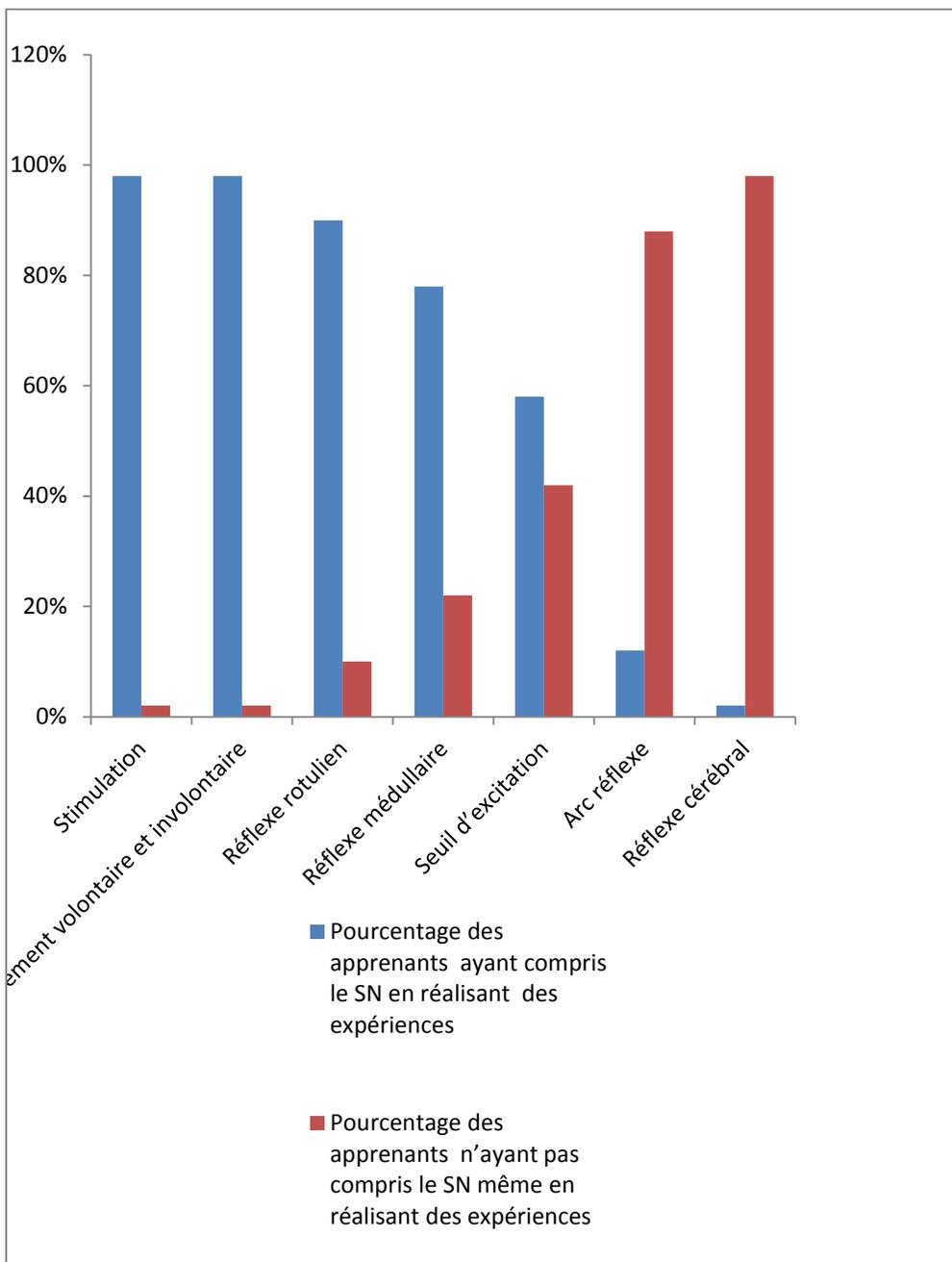
- Leur manque d'habitude.
- Leur peur de ne pas savoir réaliser l'expérience.
- Leur pitié de l'animal.
- Leur dégoût de l'animal.

Les apprenants n'ayant pas opté pour la substitution de l'expérience en classe par une séquence animée sont au nombre de 35 parmi 50 (70%). Ils ont déclaré préférer l'expérience par rapport à une séquence animée, et ont donné les raisons ci-dessous :

- L'expérience réelle facilite l'apprentissage en :
  - donnant un sens et un lien entre le théorique et le réel.
  - permettant d'acquérir des notions solides et claires malgré leur complexité.
  - conférant une meilleure compréhension des concepts.
- L'expérience anime le cours et motive les apprenants en :
  - rendant le cours moins ennuyeux et plus attrayant.
  - suscitant la curiosité de rechercher, de manipuler, de tester des hypothèses, et de les analyser.
- L'expérience permet d'éviter l'abstraction en :

- permettant d'aborder les notions de façon concrète et sensorielle (Contact direct avec le matériel frais).
- manipulant le matériel par l'apprenant.
- L'expérience permet une certaine pérennisation des savoirs : Seule l'expérience permet d'ancrer les notions dans ma mémoire et me facilite la tâche de mémoriser les notions et de me rappeler le jour de l'examen.
- L'autonomie : Je construis moi-même mon propre savoir, répliquent d'autres apprenants.
- La virtualité des étapes de l'expérience lors de la projection des séquences animées.
- La non participation de l'apprenant au protocole expérimental dans les TICE.
- L'apprenant joue le rôle d'un observateur paresseux.
- La perte de la concentration pendant l'exposé des vidéos.
- La courte durée des séquences reste insuffisante pour expliquer des phénomènes assez complexes et qui sont très importantes comme l'influx nerveux, appuient d'autres voix.

Nous avons demandé par la suite aux apprenants concernés par notre étude, de citer les expériences auxquelles ils ont assisté en classe et qui leur ont été bénéfiques, dans la compréhension du concept du SN. Les résultats sont montrés dans la figure 6.



**Figure 6 :** Pourcentage des apprenants ayant profité de la réalisation expériences, selon chaque expérience, dans la compréhension du SN.

Il ressort de cette figure que les expériences relatives à la stimulation et au mouvement volontaire ou involontaire ainsi que celles du réflexe rotulien ont permis aux apprenants de mieux comprendre le concept du SN

puisque 98% et 90% des apprenants ont déclaré, respectivement avoir profité de la réalisation de ces expériences pour la compréhension du SN. L'expérience illustrant le seuil d'excitation a aussi été d'un grand apport scientifique pour les apprenants puisque 58% ont déclaré son utilité. Cependant, les expériences sur l'arc reflexe et le réflexe cérébral n'ont pas été bénéfiques pour les apprenants, selon leurs dires, puisque seuls 12% et 2%, respectivement en ont profité.

## Discussion

Dans le but de déterminer l'importance des expériences dans l'enseignement au collège du SN, nous avons interrogé directement, à la fois des enseignants de SVT et des apprenants de 3<sup>e</sup> année collège, à l'aide de questionnaires individuels. L'analyse et le traitement des données collectées nous ont permis d'avoir une certaine radiographie du problème.

Le dépouillement de nos questionnaires a montré que 38% des apprenants n'ont malheureusement pas compris le concept du SN (Figure 3). Il est important de noter que 14% sont des redoublants. Néanmoins, 62% arrivent à le comprendre dont la majorité (46%) n'est pas redoublante.

Parmi les causes liées à ces résultats, les représentations fausses étaient citées par les apprenants et seraient surtout liées à la non réalisation d'expériences en classe, puisque 60% des apprenants interrogés ont rapporté n'avoir fait aucune expérience (Figure 4). Les apprenants limitent le SN au cerveau ou juste à la partie qui protège le crâne. Les nerfs selon certains apprenants sont des vaisseaux sanguins vides de sang.

Certaines expériences pourraient contourner ces difficultés. Elles correspondraient surtout à celles relatives à la stimulation, au réflexe rotulien ainsi que celles concernant le mouvement volontaire ou involontaire (Figure 6). Nos résultats ont montré que ces expériences ont permis aux apprenants de mieux comprendre le concept du SN avec des pourcentages respectifs de 98% et 90% des apprenants. Cependant, seuls 2% et 12% des apprenants interrogés ont profité de l'expérience réalisée sur le réflexe cérébral et l'arc reflexe (Figure 6). Ces données concordent en majorité avec celles rapportées par les enseignants, puisque les expériences sur la stimulation, le réflexe médullaire, le réflexe rotulien, l'arc réflexe et le mouvement volontaire ou involontaire aident les apprenants à assimiler le dit concept avec des pourcentages respectifs de 100% et 91.66% (Figure 1). Ces résultats sont suivis par ceux des expériences sur la détermination du seuil d'excitation ainsi que celles du réflexe cérébral avec un pourcentage de 83, selon la même figure. Il est à souligner que ce pourcentage est très élevé par rapport à celui obtenu directement auprès des apprenants puisque seul 2% et 12% respectivement des apprenants interrogés ont rapporté avoir compris le réflexe cérébral et l'arc réflexe. Notons que les enseignants de notre étude,

ont rapporté que grand nombre d'expériences ne sont pas effectuées en classe. Ce constat reviendrait surtout au manque de matériel de laboratoire, au temps et/ou au surnombre des apprenants, conduisant ainsi les enseignants à substituer l'expérience réelle, dans certaines séances, par les TICE. Ce résultat a été rapporté par 50% des enseignants concernés par notre étude versus 41.66% n'approuvant pas cette alternative. 8.34% sont restés neutres vis-à-vis de ces nouvelles technologies (Figure 2). Les enseignants considèrent que les TICE pourraient compléter les expériences réelles et non les remplacer. Ces dires concordent avec ceux des apprenants puisque 70% était contre (Figure 5). Ces derniers ont justifié leur réponse par leur soif de toucher de près l'animal et d'être impliqués tout au long des étapes de l'expérience. Il ressort de ces résultats que la réalisation des expériences serait un moyen didactique efficace pour atteindre les résultats escomptés du cours sur le SN.

Néanmoins, le souhait des apprenants à comprendre le concept du SN les a poussés à proposer la substitution de l'expérience réelle par des séquences animées, en cas d'impossibilité de réalisation en classe. 30% se sont montrés pour cette substitution (Figure 5).

Les TICE restent, selon notre étude, une meilleure alternative pour contourner les conditions difficiles de réalisation de l'expérience (Manque de matériel, surnombre des apprenants, temps limité...). Ceci corrèle avec les résultats rapportés par MAOUNI et al. 2014.

Dans un cours relatif au SN, les enseignants ont observé tout au long de leurs expériences professionnelles, que les apprenants sont arrivés à comprendre ce concept lorsqu'ils ont utilisé l'expérience sauf dans certains cas.

Notons à la fin que nous n'avons pas pu comparer tous nos résultats à ceux de la bibliographie, vue une pauvreté intense de travaux sur ce sujet. Seules certaines études sont publiées à notre connaissance. Elles concernent les recherches faites sur les conceptions en relation avec le SN dispensé au lycée et à l'université (DARLEY, 1994 ; BEC & FAVRE, 1996). Une autre étude tunisienne (KACEM & SIMONNEAUX, 2008) a traité le choix et la motivation des apprenants à l'expérience selon qu'ils sont du milieu rural ou du milieu urbain. L'auteur a rapporté que les apprenants du milieu rural sont les plus motivés par les expériences réelles. Ceci était en relation avec leur souhait de devenir un expérimentateur, un chercheur, et de découvrir ce qui est réel.

## **Conclusion**

Les résultats présentés dans ce document ont montré que l'utilisation des expériences réelles, comme moyen didactique dans l'enseignement du

SN, joue un rôle important chez les apprenants sur le plan d'acquisition de connaissances et de notions correctes relatives au concept du SN.

Nous avons montré que l'expérience permet à l'apprenant de :

- bien acquérir et retenir de nouvelles connaissances.
- développer et améliorer les perceptions.
- mieux concevoir le sens du réel.

Les réponses collectées quant à la réalisation des expériences en classe, que ce soit auprès des enseignants ou des apprenants, ont montré une tendance de la disparition de ces dernières.

Les TICE seraient un bon moyen de contourner la réalisation effective des expériences en classe mais restent seulement, selon nos données, un moyen de compléter le cours et non de substituer totalement l'expérience. Par ailleurs, la substitution de l'expérience par les TICE a été rejetée par certains enseignants et apprenants. Leur raison majeure est l'écartement relatif et de l'apprenant et de l'enseignant. De ces résultats, découle la place incontournable de l'expérience dans l'enseignement du concept du SN. Ce résultat pourrait être généralisé aux SVT où l'expérience reste un mot clé dans la visualisation de processus complexes. L'association de l'expérience réelle et des TICE contribuerait certainement à la facilitation du concept du SN, difficile qu'il soit.

Ces résultats préliminaires méritent d'être approfondis avec un échantillonnage plus large. Il serait aussi intéressant de travailler sur un groupe d'apprenants ayant effectué un grand nombre d'expériences relatives au SN versus un groupe témoin afin de déterminer l'apport exact de ces dernières. Une étude dans ce sens est en cours de réalisation.

### **References:**

- BEC J.L., & FAVRE D., 1996 : Le système nerveux dans le programme de biologie: Quel(s) concept(s) veut-on enseigner ? p. 9-10.
- CLEMENT P., 1993 : Conceptions sur le cerveau, santé et normalisation, in : La philosophie du remède. Champ Vallon, pp. 152-172.
- CLEMENT P., 1994 : Difficile évolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme, in : Giordan A., Girault Y. & Clément P., Conceptions et connaissances, Berne, Suisse, Peter Lang, pp. 73-91.
- COQUIDE M., 1998 : Les pratiques expérimentales : Propos d'enseignants et conceptions officielles. Aster n° 26. INRP, Paris; p.109-132.
- COQUIDE M., 2000 : Le rapport expérimental au vivant. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université d'Orsay Paris-Sud.
- DARLEY B., 1994 : L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux pratiques de biologie à l'université. Analyses et propositions. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble 1, France.

- DARLEY B., 1994 : Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2<sup>e</sup> année; p.31-56.
- GALIANA D., 1999 : Les Pratiques expérimentales dans les manuels scolaires des lycées (1850-1996). ASTER N° 28.
- MAOUNI A., MIMET A., KHADDOR M., MADRANE M. & MOUMENE M., 2014 : L'intégration des TIC dans l'enseignement des SVT au Maroc : Réalité et attentes, RADISMA, N° 10.
- KACEM S. & SIMONNEAUX L, 2008 : L'expérimentation sur le vivant animal et obstacles à l'apprentissage du concept « Acte réflexe ».
- MEIN M.T., 1988 : Les représentations du cerveau : modèles historiques », in Aster, N°7, Paris, INRP, pp. 185-204.
- MEIN M.T. & CLEMENT P., 1988 : Comment se représente-t-on aujourd'hui notre cerveau? in Actes des Dixièmes Journées sur l'Enseignement Scientifique de Chamonix, Paris, LIREST. Université Paris VII, pp. 243-252
- LES MANUELS SCOLAIRES DES SVT : Al Moufid en SVT - Edition 2011, Maison d'édition Dar Attaqafa.
- LES MANUELS SCOLAIRES DES SVT: Al Massar - Edition 2010-2011, Maison d'édition Nadia.
- LES ORIENTATIONS PEDAGOGIQUES, 2009 : Sciences de la Vie et de la Terre, cycle collège.
- MAFPEN - OUVRAGE COLLECTIF : Séquences centrées sur un obstacle, biologie, géologie. Collection Démarches Innovantes, CNDP. 1994. 108 p.