

La construction de liens entre structures anatomiques et fonctions du cerveau par les étudiants de psychologie

Claude Caussidier, Sophie Pons, Christian Reynaud et Daniel Favre

LIRDEF (Laboratoire interdisciplinaire de recherche en didactique, éducation et formation)
LIRDEF UM2, CC77 Place Bataillon 34095 Montpellier cedex 05

Résumé • Nous avons cherché à identifier si les étudiants de psychologie à l'université (licence 2^e année) ayant suivi un enseignement de neurosciences de type magistral, réalisent des liens entre leurs connaissances. Le thème choisi concerne les liens entre les différentes régions du cerveau et leurs fonctions respectives. L'analyse a été faite à partir de questionnaires présentés avant et après un cours de neurosciences. Nous avons dégagé les observations suivantes :

- 1) avant la séquence d'enseignement, les étudiants ont des connaissances « naïves » concernant la fonction intégratrice du système nerveux et les relations entre fonctions et structures,
- 2) ils ne mettent pas en jeu ces connaissances pour résoudre une question problème,
- 3) la séquence d'enseignement ne leur permet pas d'acquérir des connaissances « expertes » et les conduit à une vue plus simplifiée du système nerveux et une perte de compétence pour la résolution de problème.

Notre étude révèle donc un apprentissage limité en termes de connaissances expertes et inefficace en termes de résolution de problèmes non routiniers.

Mots-clés • didactique de la biologie ; cerveau ; neurosciences ; université ; complexité.

Introduction

Très peu d'évaluations ont été faites en France sur l'efficacité des enseignements conventionnels (cours magistraux) à l'université, en termes d'intégration de connaissances et d'acquisition de processus de raisonnements par les étudiants, particulièrement dans le domaine de la biologie. Les enseignements à l'université, des niveaux L1 à M1, sont encore majoritairement académiques et demandent à l'étudiant de mémoriser des faits. Les évaluations (examens) vont désormais fréquemment dans ce sens, soit que les questions posées soient des « questions de cours », soit qu'ils se présentent sous forme de QCM (questions à choix multiples). Cet état de fait correspond à l'idée que l'enseignement général à l'université vise essentiellement à ce que les étudiants acquièrent des connaissances plus que des compétences professionnelles.

Cependant le rapport « de l'université à l'emploi » (commission Hetzel, octobre 2006) fait apparaître deux problèmes. D'une part le taux d'échec pour les bacheliers entrés dans l'enseignement supérieur est élevé puisqu'un tiers des étudiants inscrits en première année redouble. D'autre part, avec l'avènement lors du dernier quart de siècle de l'université de masse (Romainville, 2000), on doit maintenant considérer que la plupart des enseignements ont pour objectif un avenir professionnel pour les étudiants. L'idée générale de la commission Hetzel est de considérer « qu'il est nécessaire de professionnaliser toutes les filières universitaires car elles ont toutes vocation à conduire à l'emploi, qu'elles soient générales ou professionnelles ». La professionnalisation ne consiste cependant pas, aux yeux de la commission, à diminuer les exigences dans les disciplines purement « théoriques », mais à assurer à long terme la créativité, la polyvalence et l'adaptabilité personnelle. Les enseignements universitaires devraient donc aussi développer des facultés de réflexion et de résolution de problèmes non-routiniers. Les études menées jusqu'à présent ont souligné l'échec de l'université de masse dans la formation professionnelle (Romainville, 2000 ; de Ketele, 2006 ; Rege, Colet et Romainville, 2006) et plaident pour mettre en place des méthodes qui suscitent l'apprentissage en profondeur et le développement de compétences. En France, les dernières réformes des programmes de l'éducation nationale vont dans ce sens et incitent à développer chez les élèves la compétence de construction de liens entre les différents concepts enseignés, liens interdisciplinaires ou intradisciplinaires (Lenoir et Sauvé, 1998a, b ; Clément, 1999a ; Lenoir et coll., 2001).

Notre étude vise à évaluer si les étudiants réalisent des liens intradisciplinaires après un trimestre d'enseignement universitaire d'un module spécifique. Nous avons choisi de réaliser notre analyse auprès d'étudiants de l'université Paul Valéry Montpellier-3, qui suivent un module de neurosciences faisant partie de leur cursus de psychologie (niveau L2). Le cours de neurobiologie

est donné de façon traditionnelle sous forme de cours magistral. Ce cours de neurobiologie a été mis en place car il apparaît indispensable que les étudiants en psychologie acquièrent des connaissances en physiologie et neurosciences. L'évaluation d'étudiants en psychologie ayant suivi un cours de neurosciences est appropriée à notre étude car la compréhension de l'activité du système nerveux nécessite à la fois une connaissance des bases anatomiques et physiologiques du fonctionnement neuronal ainsi qu'une compréhension du fonctionnement intégré du cerveau. Or les enseignants constatent en général dans les copies d'examen que les connaissances des étudiants demeurent morcelées ou juxtaposées et peu mobilisables en dehors de leur contexte d'apprentissage. Ainsi, les étudiants réalisent peu de liens entre les divers cours sur le système nerveux et, en particulier, ils ne parviennent pas à comprendre une représentation du système nerveux comprenant à la fois les localisations anatomiques et leurs fonctions associées. Cette absence de réalisation de relations ou liens, entre deux savoirs est préjudiciable à l'acquisition d'une approche globale de l'activité du système nerveux, incluant sa complexité. Cette observation est une difficulté présente de façon plus générale lors de tous les apprentissages.

Afin d'analyser la réalité de ce problème, nous évaluerons tout d'abord l'acquisition de connaissances par les étudiants en ce qui concerne le rôle du système nerveux et les liens entre les différentes zones du cerveau et leurs fonctions. Puis, afin de déterminer si ces connaissances éventuellement acquises ont une « forme opératoire » (Vergnaud, 2001), nous évaluerons aussi les compétences des étudiants sous la forme de leur capacité à résoudre un problème qui demande à mettre en pratique le rôle physiologique du lien entre structure et fonction. Nous avons réalisé cette étude à partir d'un même questionnaire soumis aux étudiants avant et après un cours de neurosciences.

1. Méthodologie

1.1 Cours des étudiants

L'enquête a été effectuée auprès d'étudiants en psychologie de licence (L2) pendant l'année scolaire 2000-01. Étant donné qu'il n'y a pas d'enseignement de neurosciences en L1, les connaissances des étudiants proviennent de leurs études secondaires. Les étudiants concernés par notre enquête ont, en majorité, passé le baccalauréat en 1998. Ils ont donc suivi les programmes du secondaire établis entre 1992 et 1996 (Arrêté du 10 juillet 1992, B.O. hors-série, 24 septembre 1992, tome 1, 2 et 3. CNDP, Août 1996 ; et allègements :

B.O. hors-série, 5 août 1999). Dans ces programmes, les neurosciences sont étudiées en seconde générale et technologique et en terminale S. Les étudiants que nous interrogeons proviennent majoritairement (63 %) des terminales ES et L, leurs connaissances en neurosciences ont donc été acquises en 2^{de} générale ou technologique. Dans ce programme de seconde, l'accent est mis essentiellement sur la notion de centre nerveux. Les étudiants qui proviennent de terminale S (23 %) ont aussi étudié les réflexes (en particulier, le réflexe de posture ou réflexe myotatique).

1.2 Questionnaire

Le choix des trois questions que nous avons posées aux étudiants est basé sur la question-problème que nous désirions leur soumettre. Cette dernière a été déterminée d'après une étude de Bec et Favre (1996) qui a montré que, pour une très grande majorité des élèves de seconde et de terminale, le réflexe myotatique implique le cerveau, alors que son support exclusif est la moelle épinière. Notre question-problème a donc visé à révéler si cette conception était présente chez les étudiants (question 3), et elle est donc centrée sur le lien entre l'anatomie de la moelle épinière et son rôle. À partir de ce point de départ, nous avons étendu notre évaluation des connaissances des étudiants à d'autres structures nerveuses centrales et à leurs fonctions (question 2). Enfin, afin de vérifier si le lien entre structures et fonctions a une signification pour les étudiants, nous avons analysé leur connaissance du rôle intégrateur du système nerveux, préalable indispensable à la construction de ce lien (question 1).

Les questions posées ont été construites en tenant compte des connaissances putatives des étudiants avant le cours de neurosciences dont l'impact est analysé, et du contenu de ce cours (annexe 1).

- Forme des items du questionnaire. Trois questions sont proposées : une question ouverte et deux questions fermées.
- Les questions. Les questions ont été testées sur un petit nombre d'étudiants au fur et à mesure de la construction du questionnaire afin de s'assurer qu'elles étaient compréhensibles et que les réponses obtenues étaient exploitables.

Nous ne présentons ici que la version définitive du questionnaire (annexe 2). Les trois paramètres exposés ci-dessus, connaissances générales sur le rôle intégrateur du cerveau, connaissances sur les supports anatomiques sous-jacents à ce rôle et, résolution d'un problème relatif à cette fonction, sont testés par trois questions :

Question 1 – La connaissance du rôle intégrateur des centres nerveux. La notion de centre nerveux est étudié en 2nde et dans le cours de neurosciences. La même question est posée au pré – et au post-test sous forme de question ouverte.

Question 2 – La connaissance des liens entre les différentes parties du cerveau et leurs fonctions (question fermée). Les étudiants doivent relier des zones anatomiques à des fonctions identifiées sur un diagramme, la même question est posée au pré – et au post-test.

Question 3 – La résolution d'un problème de physiologie faisant intervenir une structure nerveuse (question fermée). Les étudiants devront cocher la ou les réponses possibles. La question aborde les deux rôles de la moelle épinière, intégrateur et conducteur. Cette question a été posée sous deux formes différentes dans le pré et le post-test afin que la réponse initiale n'ait pas d'influence sur la réponse après le cours et éviter ainsi un effet du pré-test sur le post-test.

1.3 Conditions de passation des questionnaires

Les questionnaires ont été distribués aux étudiants en amphithéâtre, ils sont remplis sur place, de façon anonyme, sur la base du volontariat. L'enseignement faisant l'objet de notre étude est dispensé sur une durée de 3 mois. Le premier questionnaire a été distribué avant le premier cours, fin février 2001. Le second questionnaire a été soumis aux mêmes étudiants fin juin 2001, soit 4 mois plus tard, juste après l'examen de neurosciences. Pour les deux questionnaires, le temps imparti était d'une demi-heure. En plus de la consigne formulée par écrit sur le questionnaire, nous avons incité les étudiants à répondre à toutes les questions, en précisant bien que toute réponse, même « fausse » constitue une information. Sur les 389 étudiants inscrits pour le cursus de L2 de psychologie, environ la moitié d'entre eux abandonnent en cours d'études. Nous avons distribué 350 questionnaires lors du pré-test et 200 lors du post-test.

Les questionnaires sont anonymes et nous y avons inclus la demande des informations suivantes : sexe, âge, type de baccalauréat et redoublement éventuel (annexe 2). Les questionnaires pré – et post-tests n'ont pas été conçus originellement pour être appariés. Étant donné la faiblesse méthodologique de notre étude due à ce non-appariement, nous avons, *a posteriori*, réussi à appairer strictement 15 questionnaires pré – et post-tests sur la base de la concordance des écritures et des renseignements fournis par l'étudiant concernant l'âge, le sexe, le baccalauréat et le cursus universitaire précédent (la case cochée a été « autre », avec le détail du cursus universitaire).

1.4 Méthodes d'analyse des données

- Analyse qualitative. Le cours de neurosciences a servi de référence pour analyser les questionnaires. Les réponses attendues sont présentées en annexe 3.
- Analyses statistiques. Pour la question ouverte, le vocabulaire utilisé dans les réponses a été analysé à l'aide de filtres utilisant des mots-clefs que nous avons préalablement définis.

Les données ont été recueillies avec le tableur Excel et traitées de façon statistique avec le logiciel SPSS 9.0. Les scores aux réponses ont été analysés avec le test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Les différences entre pré – et post-test sont considérées significatives si $p < 0,05$.

2. Résultats

2.1 Analyse du contenu du cours de neurosciences

Mes entretiens avec les professeurs de neurosciences de l'université de Montpellier-2 qui interviennent dans ce cursus montrent qu'ils sont attentifs aux intérêts des étudiants en relation avec leur future profession. Ils sont, de plus, conscients des difficultés à transmettre les connaissances nécessaires à la compréhension globale du fonctionnement du système nerveux à des étudiants qui sortent majoritairement de filières non scientifiques (terminales ES et L). Au niveau L2, ils enseignent les connaissances de base permettant une compréhension du fonctionnement du système nerveux : neurobiologie cellulaire, physiologie des grandes fonctions, endocrinologie-reproduction, neuroanatomie fonctionnelle. Puis ils tentent de donner une vision plus intégrée du système nerveux en mettant l'accent sur ses différentes fonctions et sur l'importance du lien entre ces fonctions et les structures anatomiques correspondant aux différents relais de traitement des informations. La notion de réflexe (réflexe myotatique) est étudiée (voir plan du cours en annexe 1).

Les cours sont donnés oralement de façon traditionnelle avec un support de projections iconographiques.

2.2 Représentativité des échantillons et retour des questionnaires

Les populations d'étudiants pré-test, post-test, et appariés présentent les mêmes caractéristiques que la population totale en ce qui concerne l'âge. En effet, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des âges

de ces trois populations par rapport à la population générale (tableau 1). Les médianes des âges des populations générales, appariés et pré-test sont identiques. Sur la base de ces caractéristiques, chacune des sous-populations est donc représentative de la population générale.

Tableau 1 • Caractéristiques des populations en ce qui concerne l'âge

	Population totale (n = 389)	Population pré-test (n = 176)	Population post-test (n = 81)	Population des questionnaires appariés (n = 15)
Age moyen en années (écart type)	23, 8 (7, 8)	21, 3 (7, 2)	21, 7 (6, 7)	23, 3 (7, 7)
Médiane des âges en années	20	20	21	20

En ce qui concerne, le baccalauréat d'origine des étudiants nous notons que la population des 15 étudiants dont les questionnaires ont été appariés sont plus nombreux à être issus de formations scientifiques (40 %, à titre indicatif) que les populations pré-test (23 %) et post-test (19 %) (tableau 2).

Tableau 2 • Baccalauréat d'origine des populations pré-test, post-test et appariée (les pourcentages de la population appariée sont donnés à titre indicatif).

	Population pré-test n = 176	Population post-test n = 81	Population appariée (n = 15)
L ou ES	110 (63 %)	50 (62 %)	8 (53 %)
S	41 (23 %)	15 (19 %)	6 (40 %)

Les taux de retour sont de 50 % au pré-test (176 questionnaires retournés sur 350 distribués) et de 41 % au post-test (81 questionnaires retournés sur 200 distribués). Nous pensons que le post-test ayant été distribué juste après l'examen, les étudiants ont été peu motivés pour y répondre.

2.3 Analyse de la question 1 : définition d'un centre nerveux

Le taux de réponse à cette question est de 81 % (142 réponses) au pré-test, et 72 % (58 réponses) au post-test. La question a donc été renseignée par une très forte majorité d'étudiants.

Pour analyser les connaissances des étudiants, nous nous sommes basés sur la définition donnée en cours « réception, intégration et effectation » (voir annexe 3). Nous avons donc considéré uniquement les réponses concernant

la fonction et non les descriptions strictement morphologiques. Nous avons regroupé les réponses en trois catégories :

- Catégorie « conduction du message nerveux » (non conforme à la réponse attendue) qui regroupe les réponses contenant les fonctions suivantes : réception (réception, recueil, arrivée, afférence...), émission (départ, envoi...), et passage (réception et émission sans traitement).
- Catégorie « intégration » (conforme à la réponse attendue) qui regroupe les réponses dans lesquelles figurent des termes relatifs à la fonction d'intégration : centre intégrateur, traitement, centre de traitement, analyse.
- Catégorie « contrôle » : réponses dans lesquelles figurent les termes : contrôle, commande, gestion, régulation, prise de décision. Si certains de ces termes relèvent plus ou moins de l'intégration, il est en effet difficile de savoir quel sens l'étudiant leur donne hors contexte.

La répartition des réponses dans les différentes catégories est différente entre pré-test et post-test (tableau 3). Dans le post-test, nous constatons une augmentation de 8 % du nombre des réponses conformes et une diminution de 11 % des réponses associées à la conduction (non conformes). Un test du khideu révèle que ces différences ne sont significatives ni pour les réponses conformes, ni pour les non-conformes ($p = 0.999$). L'enseignement modifie donc les réponses vers plus de conformité, mais cet effet n'est pas significatif.

Tableau 3 • Répartition des réponses à la question 1 suivant les 3 catégories : intégration, conduction, contrôle.

	Pré-test		Post-test	
	Nombre de réponses (n = 142)	% de réponses	Nombre de réponses (n = 58)	% de réponses
Intégration	70	60	26	68
Conduction	32	27	6	16
Contrôle	15	13	6	16

En ce qui concerne les 15 questionnaires qui ont été appariés, 8 étudiants (53 %, pourcentage donné à titre indicatif) ont donné une réponse conforme au pré-test. Ce pourcentage est proche de celui de 60 % de la population pré-test. Sur ces 8 étudiants, 6 ont donné une réponse conforme au post-test (les 2 autres n'ont pas répondu). Sur les 7 étudiants n'ayant pas donné de réponse conforme au pré-test, aucun n'a donné de réponse conforme au post-test. Il n'y a donc plus que 6 étudiants (40 %) qui ont donné une réponse conforme au post-test. Cette analyse ne montre donc pas d'acquisition de connaissances dans cette population réduite, ce qui renforce l'analyse statis-

tique sur la population globale montrant que l'augmentation du nombre des réponses conformes est non significative.

Une analyse plus détaillée révèle que, bien que plus de la moitié des étudiants aient une connaissance du rôle intégrateur des centres nerveux aussi bien lors du pré-test que du post-test, ce concept d'intégration ne paraît pas toujours acquis de façon précise car il est souvent employé de façon inexacte. C'est ainsi que certains définissent le centre nerveux comme un « centre intégrateur » qui « reçoit les informations qu'il reçoit des récepteurs et les transmet à l'effecteur ». L'« intégration » relève ici davantage du passage que d'un réel traitement des messages reçus. Un nombre plus faible d'étudiants semble ignorer le concept d'intégration et considère que les centres nerveux sont de simples relais de l'information nerveuse et n'assurent qu'une fonction de conduction.

Lorsque les étudiants précisent la définition, c'est le plus souvent la fonction motrice des centres nerveux qui est mentionnée. En effet, les précisions apportées indiquent que la réponse élaborée après intégration est le plus souvent motrice, tandis que les autres fonctions psychiques ou végétatives sont très rarement citées.

Certaines réponses révèlent des réminiscences du dualisme cartésien (Ndiaye et Clément, 1998) où le centre nerveux est décrit comme une entité autonome, il « prend des décisions », « commande aux autres fonctions du corps ».

2.4 Analyse de la question 2 : association entre fonction et structure cérébrale

Les étudiants doivent relier des activités physiologiques (agressivité, audition, comportement sexuel, digestion, équilibre, mémoire, respiration) à une ou plusieurs structures anatomiques (tronc cérébral, cervelet, cortex cérébral, hypothalamus, moelle épinière, thalamus, système limbique). Ces structures et leurs fonctions sont toutes étudiées dans le cours de neurosciences (annexe 1).

Les étudiants ont répondu massivement à cette question fermée : 93 % lors du pré-test (163 réponses), 83 % lors du post-test (67 réponses). Ces forts taux de réponse indiquent que les étudiants ont une connaissance, au moins implicite, de l'existence de liens entre structures et fonctions et ne remettent pas en cause la validité de la question.

2.4.1 Analyse globale

Y a-t-il corrélation entre le nombre total de réponses et le nombre de réponses conformes ? Les coefficients de corrélation ont été calculés entre le nombre total de réponses et le nombre de réponses conformes pour chaque fonction. Au pré-test, le coefficient de corrélation est de 0,59, au post-test de 0,80. On admet en général que deux valeurs sont bien corrélées si le coefficient de corrélation est supérieur à 0,87 en valeur absolue. On peut donc déduire que les différents items sont reliés sans que les étudiants aient la certitude d'une réponse conforme. Bien que ce coefficient soit plus grand lors du post-test, indiquant une meilleure corrélation entre nombre de réponses et nombre de réponses conformes, il n'est cependant pas significatif. Pour évaluer le taux de conformité des réponses, nous savons aussi qu'il est possible de relier de façon conforme (en accord avec le cours de neurosciences) les différentes fonctions et structures par 11 liens (annexe 3). Au pré-test, 48 % de liens sont faits, sur ces 48 %, 44 % sont conformes aux réponses attendues. Au post-test, 47 % de liens sont faits, sur ces 47 %, 55 % sont conformes. Cette observation révèle qu'approximativement un lien sur deux est fait de façon non-conforme. On note une augmentation de 10 % des réponses conformes entre pré-test et post-test, cette différence n'est cependant pas significative (test du khideu, $p = 0,999$).

Parmi les 15 questionnaires appariés, un étudiant n'a répondu ni au pré-test, ni au post-test. Sur les 14 étudiants restant 6 (43 %, pourcentage donné à titre indicatif) ont donné un nombre de réponses conformes plus important au post-test (de 1 à 3 réponses conformes supplémentaires), 4 ont donné un nombre de réponses conformes identique, et 3 ont donné un moins nombre de réponses conformes. Il y a donc augmentation des connaissances chez moins d'un étudiant sur 2.

2.4.2 Analyse détaillée

Les traitements physiologiques des fonctions sélectionnées pour notre test font intervenir un ou deux relais anatomiques (relais principaux étudiés dans le cours de neurosciences). Nous avons remarqué que l'évolution du nombre des réponses conformes est différente suivant le nombre de relais intervenant pour une fonction donnée.

2.4.3 Fonctions traitées par un seul relais cérébral principal (digestion, mémoire, respiration)

Dans la population globale, on constate que le nombre de réponses conformes augmente d'environ 10 % entre pré-test et post-test. Cependant seule la différence pour la fonction mémoire est significative ($p < 0,05$).

Tableau 4 • Évolution du nombre des réponses conformes pour les fonctions ayant un seul relais.

	Pré-test Réponses conformes %	Post-test Réponses conformes %	Évolution des réponses conformes entre pré – et post-test %	Test Kruskal-Wallis	
				khideu	p
Digestion	7	13	+ 6	1, 610	0,204
Mémoire	10	21	+ 11	5, 858	0,016
Respiration	12	24	+ 12	3, 703	0,054

Dans les questionnaires appariés, aucun étudiant ne mentionne l'ensemble des trois fonctions à 1 relais ni au pré-test, ni au post-test. Le tableau 5 montre qu'aucune évolution vers un plus grand nombre de réponses conformes au post-test n'est nette quelque soit le nombre de réponses conformes au pré-test.

Tableau 5 • Fonctions à un seul relais, évolution du nombre des réponses conformes entre pré-test et post-test pour les questionnaires appariés

	Pré-test	Post-test		
		0 réponse conforme	1 réponse conforme	2 réponses conformes
Nombre d'étudiants donnant 0 réponse conforme au pré-test	4	3	0	0
Nombre d'étudiants donnant 1 réponse conforme au pré-test	9	3	3	3
Nombre d'étudiants donnant 2 réponses conformes au pré-test	2	0	2	0

2.4.4 Fonctions traitées par deux relais cérébraux principaux (agressivité, audition, comportement sexuel, équilibre)

Dans la population globale, on constate que lorsqu'une fonction est traitée par deux relais cérébraux, l'augmentation du renseignement sur un des deux relais s'accompagne d'une diminution du renseignement sur l'autre relais. Cette remarque s'applique tout particulièrement aux fonctions « comportement sexuel » et « équilibre » pour lesquelles les évolutions de réponses conformes entre pré-test et post-test sur un relais s'accompagnent d'une diminution de celles-ci sur l'autre relais de façon significative ($p < 0,05$, tableau 6).

Tableau 6 • Évolutions des réponses conformes pour les fonctions avec deux relais.

	Relais	Pré-test Réponses conformes %	Post-test Réponses conformes %	Évolution des réponses conformes entre pré – et post-test %	Test Kruskal- Wallis	
					khideu	p
Agressivité	Hypothalamus	13	12	- 1	0,003	0,960
	Système limbique	9	16	+ 7	1,755	0,185
Audition	Cortex cérébral	52	49	- 3	0,049	0,825
	Thalamus	0	9	+ 9	1,571	0,209
Comportement sexuel	Hypothalamus	76	63	- 13	10,621	0,001
	Système limbique	4	15	+ 11	4,509	0,033
Équilibre	Cervelet	7	33	+ 26	7,550	0,006
	Moelle épinière	45	30	- 15	7,532	0,006

Toutefois cette observation peut être interprétée en relation avec la possibilité que les étudiants indiquent un plus grand nombre de relais, pour les fonctions à deux relais, dans le post-test que dans le pré-test. Ceci n'est cependant pas le cas, car le pourcentage des réponses mentionnant deux liens, ou plus, est de 11 % au pré-test (n = 496) et de 3 % au post-test (n = 268). On remarque donc, au contraire, une simplification des réponses.

En ce qui concerne les questionnaires appariés, on constate qu'aucun des 15 étudiants ne mentionne les deux relais d'une fonction ni au pré-test, ni au post-test et aucun étudiant n'a plus de trois réponses conformes. Pour les étudiants ayant donné des réponses conformes au pré-test on remarque plutôt une diminution du nombre de ces réponses qu'une augmentation, ce qui est en accord avec les observations sur la population globale (tableau 7).

Tableau 7 • fonctions à un 2 relais, évolution du nombre des réponses conformes entre pré-test et post-test pour les questionnaires appariés

	Pré-test	Post-test			
		0 réponse conforme	1 réponse conforme	2 réponses conformes	3 réponses conformes
Nombre d'étudiants donnant 0 réponse conforme au pré-test	4	2	2	0	0
Nombre d'étudiants donnant 1 réponse conforme au pré-test	6	3	2	1	0

	Pré-test	Post-test			
		0 réponse conforme	1 réponse conforme	2 réponses conformes	3 réponses conformes
Nombre d'étudiants donnant 2 réponses conformes au pré-test	3	0	0	3	0
Nombre d'étudiants donnant 3 réponses conformes au pré-test	2	0	0	1	1

L'enseignement a donc pour effet d'augmenter les connaissances sur les structures de relais possibles, ce qui explique pourquoi les relais moins ou non renseignés au pré-test le sont davantage au post-test. En revanche, cette augmentation de connaissances s'accompagne d'une diminution de la prise en compte de la complexité puisque d'une part, lorsqu'un relais est plus renseigné, l'autre l'est moins (tableau 6), et d'autre part, il y a moins d'étudiants lors du post-test à faire intervenir deux relais.

2.4.5 Cas particuliers

- La mémoire est reliée de façon non-conforme aux hémisphères cérébraux lors du pré-test (46 %), et le demeure lors du post-test (26 %). Cette observation est aussi relevée dans les questionnaires appariés, 7 étudiants sur 15 mentionnent les hémisphères cérébraux au pré-test et 2 lors du post-test. Il semble que les étudiants ne puissent se détacher de la conception qu'une fonction aussi « élevée » (de toute évidence vitale dans leur condition) ne soit pas reliée aux hémisphères cérébraux.
- Les fonctions végétatives, respiration et digestion. Respiration et digestion sont les fonctions les moins bien renseignées aussi bien au pré-test (53 %) qu'au post-test (56 %) par rapport à l'ensemble des autres fonctions qui sont renseignées à 78 % au pré-test et à 77 % au post-test.

2.5 Analyse de la question 3 : section de la moelle épinière

Cette question vise à la résolution d'un problème qui n'a pas été traité lors du cours. La même question a été posée dans les deux tests : « Quelles seraient les conséquences d'une section de la moelle épinière ? ». Toutefois, le niveau proposé de la section est différent dans les pré-test et post-test (pré-test : sommet de la nuque, post-test : limite entre moelle thoracique et moelle lombaire) afin que le premier test n'influence pas le second. Les étudiants doivent choisir parmi les symptômes proposés (voir annexes 2 et 3). Ces symptômes sont représentatifs de différentes fonctions du système nerveux : motricité vo-

lontaire ou involontaire, sensibilité, fonctions végétatives. La réponse à cette question nécessite une connaissance, traitée en cours (annexe 1) du rôle de la moelle épinière et de son organisation fonctionnelle. Cette question fermée présente un fort taux de réponse de 93 % (161 réponses) au pré-test et un taux bien moindre de 68 % (54 réponses) au post-test.

Dans la population globale au pré-test, seulement 4 % (7 réponses) des étudiants ont donné une réponse conforme à la réponse attendue. Nous avons réalisé une analyse de ces réponses en tenant compte de l'origine des étudiants suivant les filières du baccalauréat. Lors du pré-test, cette analyse montre que les étudiants issus de la filière L ou ES (littéraire, $n = 110$) ont un taux de réponse conforme de 3 % (3 réponses), tandis que ceux issus de la filière S (scientifique, mathématiques ou biologie, $n = 41$) ont un taux de réponse conforme de 11 % (4 réponses). Bien que ce taux soit faible, on peut donc considérer que l'enseignement des neurosciences dans le secondaire a un effet positif sur les connaissances des étudiants. Le faible nombre de réponses obtenues ne permet pas de tester la significativité de ces résultats.

Lors du post-test, aucun des étudiants n'a donné de réponse conforme à la réponse attendue. Ce résultat surprenant est à mettre en parallèle avec le plus faible taux de réponses lors du post-test (68 % alors qu'il y a 93 % de réponses au pré-test). Les étudiants répondent moins et en très grande majorité de façon non conforme à la réponse attendue, et pour cette dernière observation, plus que pour les questions précédentes. Il semble donc que leur connaissance du système nerveux soit devenue plus incertaine à la suite du cours.

Parmi les 15 questionnaires appariés, aucun étudiant n'a fourni de réponse conforme ni au pré-test, ni au post-test.

2.5.1 Observations détaillées

Nous avons remarqué que, lors du pré-test, un assez grand nombre d'étudiants (30 %) fournissent les réponses attendues mais y incluent aussi le réflexe myotatique, ce qui rend la réponse non conforme. Ce résultat est d'autant plus curieux que ce taux de réponse est très nettement supérieur à celui de la réponse attendue (4 %). En particulier, on constate que cet ajustement est plus incorrect chez les étudiants d'origine scientifique S (17 %) que chez les étudiants d'origine littéraire L/ES (8 %). De façon comparable, parmi les 15 questionnaires appariés, onze étudiants (73 %) cochent le réflexe myotatique parmi les réponses au pré-test, parmi ceux-ci, huit le mentionnent encore au post-test. Cette analyse montre que la relation fonction-structure pour les réflexes médullaires est donc d'une façon générale très mal maîtrisée. Son apprentissage, théoriquement plus poussé pour les étudiants de la filière S, entraîne une appréciation encore plus imprécise de sa physiologie.

Nous avons aussi remarqué dans cette question une mauvaise maîtrise du vocabulaire, en effet, 31 % des étudiants (n = 54) cochent à la fois hémiplégie et tétraplégie au pré-test, 16 % (n = 13) au post-test.

3. Discussion

Notre recherche s'inscrit dans le cadre des apprentissages à l'université en relation avec l'acquisition de compétences par les étudiants. Les individus vont tout au long de leur vie active faire évoluer leur stock de savoirs et accroître ou modifier, du fait de leurs activités professionnelles successives, leur compétence « initiale ». Le diplôme, acquis le plus souvent en début de vie active, est un de ces éléments initiaux décisifs. La construction de liens entre différentes connaissances ou concepts est un facteur qui favoriserait l'apprentissage en profondeur (Lenoir et Sauvé, 1998a, b ; Clément, 1999a ; Lenoir et coll., 2001). Notre recherche a posé la problématique suivante, peu abordée dans les travaux de didactique sur l'enseignement du cerveau, les étudiants (L2, psychologie) font-ils des liens entre les fonctions cérébrales et les zones de traitement du cerveau. Ces liens, s'ils sont présents, préexistent-ils au cours de neurosciences et sont-ils modifiés à la suite du cours ? Notre analyse a été réalisée à partir d'un même questionnaire, posé avant et après un cours de neurosciences.

3.1 Aspects méthodologiques

- Représentativité des populations. Notre méthode d'investigation, questionnaires anonymes sans identifiant présenté en amphithéâtre, a pour conséquence que nous ignorons si les mêmes étudiants ont répondu aux deux questionnaires. Les échantillons testés au pré-test (50 % de la population totale) comme au post-test (41 % de la population totale) sont représentatifs de l'ensemble de la population. Cependant nous avons réussi, a posteriori, à apparier les questionnaires de quinze étudiants. L'évolution des réponses de ces étudiants entre le pré- et le post-test est très similaire à celle de la population globale, ce qui conforte les résultats statistiques sur les populations pré- et post-tests non apparées.
- Conditions de passation. Nous avons eu un moindre retour de questionnaires ainsi qu'un plus faible taux de réponse lors du post-test. Le moment de la distribution de celui-ci, après l'examen, a donc été mal choisi. Il aurait sans doute été plus judicieux de le faire passer après les cours, même si les étudiants n'ont pas alors commencé leurs révisions.

- Les questions fermées (2 et 3) présentent un taux de réponse supérieur à celui de la question ouverte (1), particulièrement lors du pré-test. Le taux de réponse pour les trois questions est supérieur à 68 %. Ces questions ne semblent donc pas avoir posé de problème de compréhension majeur, a priori.

3.2 L'apprentissage des connaissances

Nous avons tenté de déterminer le statut des connaissances des étudiants lors du pré-test, entre connaissances naïves et connaissances scientifiques (pour revue voir Cordier et Tiberghien, 2002). Nous prenons en compte pour cette appréciation les taux de réponse aux questions et la conformité des réponses. En ce qui concerne les taux de réponse, ils sont élevés pour les questions 1 et 2 et, en particulier pour la question 2, qui concerne les associations entre fonctions et structures, le grand nombre de liens matérialisés par les étudiants sur le schéma proposé (93 % au pré-test) montre qu'ils connaissent leur existence. Cette connaissance n'est cependant pas précise car seulement 44 % de ces liens sont exacts. Les taux de réponse élevés ne sont donc pas corrélés avec la conformité des réponses. En ce qui concerne la question de définition (question 1), il semble que 60 % des étudiants connaissent la fonction intégrative des centres nerveux, cependant nous avons bien souligné que leur concept d'intégration est souvent imprécis ou associé à des fonctions qui n'ont rien à voir avec elle. Nous pouvons donc faire l'hypothèse que les étudiants n'ont que des connaissances naïves lors du pré-test, dont la formulation dépend directement du contexte social de l'étude (en amphitheâtre, avant le cours de neurosciences) et du fait qu'ils se sentent implicitement liés par un contrat didactique (Brousseau, 1984) leur enjoignant de répondre à la question même si celle-ci n'a pas de sens pour eux (Baruk, 1985). Ces connaissances naïves pourraient être analysées, dans une étude ultérieure, afin de déterminer les conceptions des étudiants, identification qui demanderait un travail spécifique dont nous pouvons indiquer quelques pistes.

Les connaissances des étudiants passent-elles d'un statut « naïf » à un statut « expert » après le cours ? L'évaluation des réponses à la question 2 entre pré-test et post-test ne nous permet pas de conclure. En effet, même si nous observons au post-test une légère augmentation du taux des réponses conformes (10 %, non significatif), ces réponses ne représentent toujours, comme au pré-test, qu'environ la moitié du nombre total des réponses. Le taux de réponse au post-test étant très élevé (83 %), on voit que comme au pré-test (taux de 93 %), les étudiants n'autocensurent que très peu la possibilité que leurs réponses

soient éventuellement non conformes. Il semble donc que le statut de connaissances expertes ne soit pas atteint malgré l'enseignement, ce qui a été relevé dans de nombreuses études (pour revue voir Buty et Conuéjols, 2002).

3.3 La résolution de problème

La question demandant la résolution d'un problème a posé le plus de difficultés aux étudiants. Le taux de réponses conformes, très faible avant le cours (4 %) devient nul après le cours (0 réponse). Cette observation rejoint celles d'autres chercheurs qui ont montré que les étudiants ont majoritairement une conception morphologique et physiologique du système nerveux sans finalisation dans le fonctionnement cérébral (Clément, 1999b ; Ndiaye et Clément, 1998 ; Abou Tayeh *et al.*, 1999).

Cette question nous a permis de mettre en évidence le fait que le concept de réflexe, réponse nerveuse rapide ne faisant pas intervenir de traitement par les centres nerveux supérieurs, n'est pas acquis par la majorité des étudiants. En effet, l'abolition du réflexe myotatique est inclus dans les conséquences d'une section de la moelle épinière. Cette difficulté avait été relevée par Bec et Favre (1996) chez des étudiants du cycle secondaire et avait servi de base à notre questionnaire. Nous constatons qu'elle persiste chez les étudiants et que le cours de neurosciences n'apporte pas d'amélioration puisque les étudiants mentionnent toujours cet effet non conforme après l'enseignement. Nous avons noté cette erreur, dans le pré-test, principalement chez des étudiants issus de la filière scientifique (17 % des réponses par comparaison avec 8 % pour les filières L et ES). De façon comparable, parmi les 15 questionnaires appariés, onze étudiants (73 %) cochent le réflexe myotatique parmi les réponses proposées, lors du pré-test. Or ces étudiants sont deux fois plus nombreux que ceux de la population globale à être issus de la filière S.

On peut émettre deux hypothèses concernant le fait que les étudiants mieux formés en biologie donnent des réponses moins conformes que les autres, concernant le réflexe myotatique. D'une part, il est possible que l'enseignement détaillé et réitéré de ce réflexe, conduise les étudiants à le faire intervenir à chaque fois que la fonction de la moelle épinière est sollicitée. D'autre part, la grande importance donnée à cet enseignement pourrait les conduire à considérer que : « quelque chose d'aussi important que le réflexe myotatique doit faire intervenir le cerveau ».

En conclusion, il nous paraît donc que les étudiants n'ont pas acquis de compétences dans l'utilisation de leurs connaissances pour établir les liens nécessaires à l'explicitation de mécanismes fondamentaux de physiologie nerveuse centrale.

3.4 Analyse des réponses non-conformes des étudiants

Notre étude ne visait pas à un relevé de conceptions en vue de l'élaboration de stratégies d'enseignement. Néanmoins certaines des difficultés rencontrées par les étudiants nous permettent de donner quelques pistes qui pourraient être plus particulièrement explorées dans des situations didactiques.

- Les concepts. Nous avons noté chez de nombreux étudiants une connaissance imprécise du concept d'intégration, souvent confondu avec celui de conduction. Cette observation rappelle que l'on doit apporter une grande attention à l'apprentissage des concepts spécifiques. Les mots du lexique courant comme « intégration » étant polysémiques, il faudrait introduire un apprentissage spécifiant que les concepts n'ont pas de sens local mais ont des significations comme éléments de théories (Buty et Conuéjols, 2002). Cependant ces aides doivent-elles aller jusqu'à introduire un aspect métacognitif dans l'enseignement (Rogalski et Veillard, 2002) ? Dans tous les cas, il pourrait être d'une grande utilité pour les enseignants d'évaluer les connaissances préalables naïves des étudiants, peut-être à l'aide de questions problèmes ayant pour référence les enseignements des années précédentes. Ces relevés de connaissances pourraient ensuite être formulés en conceptions pouvant conduire à l'identification d'obstacles (Astolfi et Perterfalvi, 1993).
- Problèmes linguistiques. De nombreux auteurs ont souligné l'importance de la maîtrise linguistique (Cordier et Tiberghien, 2002). Dans ce cadre, nous avons noté les utilisations erronées des mots « hémiplegie » et « paraplegie » aussi bien avant qu'après la séquence d'enseignement.
- Dualisme cartésien. Nous avons identifié certaines réponses qui montrent des réminiscences du dualisme cartésien où le centre nerveux apparaît comme un esprit autonome dirigeant les fonctions du corps.
- Rôle primordial du cerveau ou des hémisphères cérébraux dans certaines fonctions. Pour les étudiants certaines fonctions semblent être considérées comme plus « importantes » et doivent donc faire intervenir soit le cerveau, c'est le cas du réflexe myotatique, soit les hémisphères cérébraux, c'est le cas de la mémoire. En revanche, nous avons remarqué que les étudiants font moins de liens entre les fonctions végétatives (digestion, respiration) et les zones cérébrales que pour les autres fonctions. Ces fonctions seraient-elles considérées comme trop « mineures » pour faire intervenir le cerveau ?
- Complexité cérébrale. La 2^e question, sur les liens entre fonctions et structures, met nettement en évidence une perte de performance après

le cours sur les fonctions physiologiques pour lesquelles deux relais de l'information sont enseignés. D'une façon générale, les étudiants favorisent majoritairement une relation binaire entre fonctions et structures, mais cet aspect est accentué dans le post-test avec, d'une part la perte d'information sur un des relais lorsque l'autre est mieux renseigné et, d'autre part, un moins grand nombre d'étudiants mentionnant deux relais. L'enseignement provoque donc une tendance à la simplification des réponses.

Conclusion

Cette étude confirme que les étudiants ont du mal à restituer autre chose que le texte des cours et conservent leurs connaissances naïves après une séquence d'enseignement, sans aucune caractéristique d'un passage vers des connaissances expertes. Cependant, nos conclusions sont conjecturales étant donné les limites méthodologiques de l'étude. Nous présentons malgré tout quelques problèmes spécifiques pouvant être ultérieurement déclinés en pistes didactiques pour passer de l'enseignement à l'apprentissage et à la compétence.

Pourquoi ne pas continuer à utiliser uniquement la fonction sélective des enseignements de sciences pour évaluer ces étudiants de psychologie (L2), dont une très faible minorité obtiendra les diplômes leur permettant d'exercer ? Deux raisons nous paraissent essentielles. D'une part, nous avons pris conscience, lors de nos entretiens avec les enseignants de neurosciences intervenant dans ce cursus, de leur très grande motivation et de leur déception par le peu de résultats obtenus malgré leurs efforts pédagogiques. Il faudrait donc favoriser chez les enseignants le développement d'un sentiment d'efficacité et de bien-être professionnels basé sur la réussite de leurs élèves pour les compétences qu'ils estiment souhaitables (Pratte, 2008). D'autre part, même s'il est nécessaire d'intégrer dans les programmes d'étude de psychologie des informations permettant aux étudiants de comprendre les corrélats biologiques associés à l'état psychologique des individus, il n'est pas utile de se donner pour but leur compréhension pleine et entière, alors qu'ils sont pour la plupart issus de filière littéraire ou économique et sociale, dans lesquelles l'étude de la biologie est peu approfondie. Tous les étudiants ne manifestent pas un grand intérêt pour l'étude de la neurobiologie ; il ne s'agit pas, non plus, d'en faire des experts. Les nombreux étudiants qui rencontrent de grandes difficultés à la compréhension de ce cours sont démotivés. Néanmoins quand on interroge des étudiants de psychologie de L3, 64 % (sondage personnel sur questionnaire auprès de 103 étudiants) pensent que les connaissances enseignées leurs seront utiles pour leur avenir professionnel.

Les psychologues sont chargés de résoudre des problèmes de santé mentale qui leurs demandent de faire appel à des raisonnements en grande partie inductifs. En effet, afin de développer une formule de résolution de problème prévisionnelle, ils doivent tirer du sens à partir de cas complexes et mal définis. Les travaux sur l'éducation en médecine soutiennent que l'apport de l'apprentissage par résolution de problèmes est central pour que ce rôle soit efficacement rempli (Huey, 2001). La mise en place d'un enseignement de neurosciences basé sur la résolution de problèmes pour des étudiants de psychologie demanderait une réflexion spécifique. En priorité, il s'agit de mettre en valeur les attitudes et les démarches qui rendent compte des liens et de la globalité plutôt que de la somme décortiquée des capacités. Tout se passe comme si la construction des liens intradisciplinaires allait de soi et que le développement d'une telle compétence chez les élèves était automatique. Or, nous pensons que les transferts de connaissances et concepts à l'intérieur d'une même discipline nécessitent une prise de conscience spécifique. Une réflexion pédagogique pourrait concerner la mise en place d'une approche interdisciplinaire de la complexité de l'être humain, génératrice de sens pour ces étudiants et développant la capacité à faire des liens.

Remerciements

Nous remercions les professeurs Jacques Lehouelleur et Jean Valat pour leur participation à cette étude.

Références

- ABOU TAYEH P. & CLEMENT P. (1999). La biologie entre opinions et connaissances : les conceptions d'étudiants libanais sur le cerveau. *Actes ARDIST, L'actualité de la recherche en didactique des sciences et des techniques*, p. 81-87
- ASTOLFI J.-P. & PERTERFALVI B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, n° 16, p. 103-142.
- BARUK S. (1985). *L'âge du capitaine – de l'erreur en mathématiques*. Seuil, Poche 1998.
- BROUSSEAU G. (1984) Le rôle central du contrat didactique dans l'analyse et la construction des situations d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques. *Actes de la IIIe école d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble, IMAG, p. 99-108.
- BEC J.-L. & FAVRE D. (1996). Le système nerveux dans le programme de biologie : quel(s) concept(s) veut-on enseigner ? *Trema*, n° 9-10, p. 97-104.
- BUTY C. & CONUEJOLS A. (2002). Évolution des connaissances chez l'apprenant. Connaissances « naïves » sur le monde matériel du bébé à l'adulte. Synthèse commandée par le programme « École et sciences cognitives » : des connaissances naïves au savoir scientifique (responsable A. Tiberghien), p. 31-50. Disponible sur : <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/17/89/PDF/Tiberghien.pdf> [NDLR : lien vérifié le 21 avril 2009]

- CLEMENT P. (1999). Situated conceptions. Theory and methodology. From the collection of data (on the brain) to the analyse of conceptions. In M. Méheut & G. Rebmann (Eds) *Fourth European Science Education Summerschool : Theory, Methodology and Results of Research in Science Education. ESERA, SOCRATES*, université Denis-Diderot-Paris-7, p. 298-315.
- CLÉMENT P. (1999). Les spécificités de la biologie et de son enseignement. *Biologie Géologie*, n° 3, p. 479-501.
- CLÉMENT P., ABOU TAYEH P. & AYAD G. (1999). Quand les technologies se heurtent au cerveau humain. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (éd.), *Technologies/Technologie. Actes JIES XXI*, p. 171-177.
- CORDIER F. & TIBERGHEN A. (2002). Connaissances « naïves » sur le monde matériel du bébé à l'adulte. *Synthèse commandée par le programme « École et sciences cognitives » : des connaissances naïves au savoir scientifique* (responsable A. Tiberghien), p. 9-30. Disponible sur : <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/17/89/PDF/Tiberghien.pdf> [NDLR : lien vérifié le 21 avril 2009]
- DE KETELE J.-M. (2006). Approche par compétence dans l'enseignement supérieur. *Conférence : Compétences, Emploi et Enseignement Supérieur : L'enseignement supérieur prépare-t-il à l'emploi ?* 14-15 décembre, Rennes, France.
- HUEY D. (2001). The potential utility of problem-based learning in the Education of clinical psychologists and others. *Education for Health*, vol. 14, n° 1, p. 11-19.
- LENOIR Y. & SAUVÉ L. (1998a). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question (1^{re} partie). *Revue française de pédagogie*, n° 124, p. 121-153.
- LENOIR Y. & SAUVÉ L. (1998b). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question (2^e partie). *Revue française de pédagogie*, n° 125, p. 109-146.
- LENOIR Y., GEOFFROY Y. & HASNI A. (2001). Entre le « trou noir » et la dispersion évanescence : quelle cohérence épistémologique pour l'interdisciplinarité ? Un essai de classification des différentes conceptions de l'interdisciplinarité. In Y. Lenoir, B. Rey & I. Fazenda (éd.), *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*. Sherbrooke, Édition du CRP, p. 85-110.
- NDIAYE V. & CLEMENT P. (1998). Analyse des conceptions d'élèves-professeurs au Sénégal sur le cerveau : prégnance du dualisme cartésien ? accessible à http://sciences-medias.ens-lsh.fr/article.php3?id_article=58 [NDLR : lien vérifié le 21 avril 2009]
- PRATTE M. (2008) *Le défi de développer des attitudes*. 25^e congrès de l'AIPU, Montpellier, mai 2008.
- REGE COLET N. & ROMAINVILLE M. (2006). *La pratique enseignante en mutation à l'université*. Bruxelles, de Boeck.
- ROGALSKI J. & VEILLARD L. (2002). Articulation entre différents types de connaissances. *Synthèse commandée par le programme « École et sciences cognitives » : des connaissances naïves au savoir scientifique* (responsable A. Tiberghien), p. 51-80. Disponible sur : <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/17/89/PDF/Tiberghien.pdf> [NDLR : lien vérifié le 21 avril 2009]
- ROMAINVILLE M. (2000). *L'échec dans l'université de masse*. Paris, L'Harmattan.
- VERGNAUD G. (2001). Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance. In J. Portugais (éd.), *La notion de compétence en enseignement des mathématiques, analyse didactique des effets de son introduction sur les pratiques et la formation*. Actes du Colloque GDM, Montréal, mai 2001. Disponible sur : <http://smf.emath.fr/Enseignement/TribuneLibre/EnseignementPrimaire/ConfMontrealmai2001.pdf> [NDLR : lien vérifié le 21 avril 2009]

Annexe 1 • Cours de neurobiologie de la licence de psychologie (L2), université de Montpellier 2. Année scolaire 2000-2001

A – Cours de neurobiologie cellulaire

1 – Neurophysiologie cellulaire (définition, histoire, objet)

2 – Le neurone

2-1 – Le neurone est l'unité structurale du système nerveux

2-2 – Le neurone est l'unité fonctionnelle du système nerveux

2-3 – Le neurone

2-4 – Les mécanismes de signalisation

3 – La membrane plasmique neuronale

4 – Régionalisation des différents canaux ioniques dans la membrane plasmique neuronale

B – Anatomie et fonctions du cerveau

1 – Les hémisphères cérébraux et le cortex cérébral

2 – Les lobes, anatomie et rôles principaux

3 – Les aires motrices, structure et rôle

4 – Les aires sensibles, structure et rôle

5 – Les aires associatives, structure et rôle

6 – La latéralisation fonctionnelle des hémisphères

7 – La région cérébrale profonde (épithalamus, hypothalamus, thalamus, noyaux striés)

C – Le cervelet (anatomie générale, cortex cérébelleux, connexions du cervelet)

D – Physiologie des grandes fonctions

1 – Organisation de l'individu

1-1 – Définition de la physiologie

1-2 – Niveaux d'organisation structurale

1-3 – Action conjuguée des différents systèmes, exemple d'un comportement simple

1-4 – Notion de milieu intérieur.

- 2 – Milieu intérieur – Homéostasie – Boucle de régulation
- 3 – Les systèmes de contrôle
 - 3-1 – Le système nerveux
 - 3-2 – Le système endocrinien
 - 3-3 – Analogies et différences entre les deux systèmes
- 4 – Exemples de régulations
 - 4-1 – Régulations « purement » nerveuses : réflexe myotatique ; régulation de la température
 - 4-2 – Régulations « purement » endocrines : calcémie, glycémie
- 5 – Exemple d'intégration neuro-hormonale : régulation de la pression artérielle
- 6 – Interdépendance des systèmes nerveux et endocriniens (nanisme de frustration, hypothyroïdie)

Annexe 2 • Questionnaire à l'intention des étudiants en 2^e année de psychologie

Dans le cadre d'une recherche en didactique de la biologie, nous vous demandons de bien vouloir remplir ce questionnaire. Les réponses restent totalement anonymes et ne feront l'objet que d'une exploitation statistique. Nous ne nous intéressons pas ici aux performances en tant que telles, mais aux processus qui entrent en jeu dans la situation d'enseignement – apprentissage.

Afin de procéder à l'analyse des informations, nous avons besoin des renseignements suivants :

- Sexe : M F Age :
- Baccalauréat : L ou ES
- S
- Autre :

- Consigne : - Temps imparti maximum : une demi-heure.
 - Répondre à un nombre maximum de questions

Question 1 – Définir ce qu'est un centre nerveux.

Question 2 – Par quelles structures du système nerveux sont traitées les fonctions suivantes ?

Relier les fonctions le plus directement associées aux structures par un ou plusieurs traits.

Tronc cérébral. 1	a. Agressivité
Cervelet. 2	b. Audition
Hémisphères cérébraux. 3	c. Comportement sexuel
Hypothalamus. 4	d. Digestion
Moelle épinière. 5	e. Équilibre
Thalamus. 6	f. Mémoire
Système limbique. 7	g. Respiration

Question 3 – Quelle serait la conséquence d'une section de la moelle épinière chez l'homme ?

Pré-test – Au niveau du sommet de la nuque.

Post-test – À la limite entre moelle thoracique et moelle lombaire.

Cocher la ou les fonctions touchées.

- Paralysie du visage
- Hémiplégie
- Tétraplégie
- Perte de la sensibilité du visage
- Perte de la sensibilité des membres inférieurs
- Perte de la sensibilité des membres supérieurs
- Perte de la génitalité
- Troubles significatifs de la digestion
- Perte du réflexe myotatique des membres supérieurs
- Perte du réflexe myotatique des membres inférieurs

Annexe 3 • Réponses attendues au questionnaire

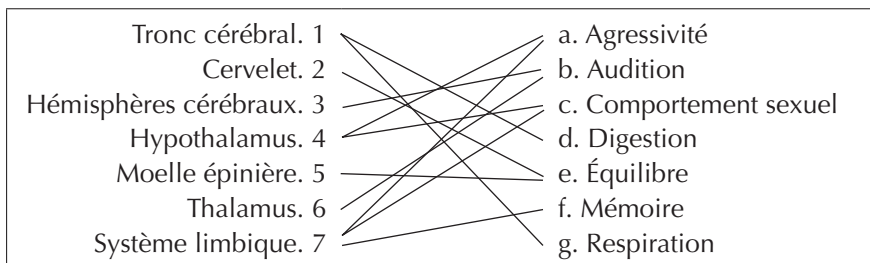
Question 1 – Définir ce qu'est un centre nerveux.

Définition donnée dans le cours : ensemble de somas neuroniques (ou corps cellulaires) dédiés à une même fonction.

Les trois rôles du système nerveux : réception, intégration et effecton. Le système nerveux peut être conçu comme un ordinateur génétiquement programmé assurant l'intégration des informations qu'il reçoit du monde extérieur et de l'organisme lui-même (monde intérieur) pour finalement adresser, de façon ordonnée, aux organes effecteurs les ordres nécessaires à la vie de l'individu et à la survie de l'espèce. Le système nerveux peut être divisé en trois parties : une partie réceptrice, recevant les informations (entrées ou afférences), une partie effectrice envoyant les ordres (sorties ou efférences), et entre les deux, une partie intégratrice assurant le traitement des informations et la connexion entre les entrées et les sorties. Cette subdivision se retrouve sur le plan anatomique, d'un réseau nerveux et du neurone.

Question 2 – Par quelles structures du système nerveux sont traitées les fonctions suivantes ?

Relier les fonctions le plus directement associées aux structures par un ou plusieurs traits.



Question 3 – Quelle serait la conséquence d'une section de la moelle épinière chez l'homme ?

Cocher la ou les fonctions touchées.

Pré-test – Au niveau du sommet de la nuque.

- Paralysie du visage
- Hémiplégie
- Tétraplégie
- Perte de la sensibilité du visage
- Perte de la sensibilité des membres inférieurs
- Perte de la sensibilité des membres supérieurs
- Perte de la génitalité
- Troubles significatifs de la digestion
- Perte du réflexe myotatique des membres supérieurs (pré-test)

Post-test – À la limite entre moelle thoracique et moelle lombaire.

- Paralysie du visage
- Hémiplégie
- Tétraplégie
- Perte de la sensibilité du visage
- Perte de la sensibilité des membres inférieurs
- Perte de la sensibilité des membres supérieurs
- Perte de la génitalité
- Troubles significatifs de la digestion
- Perte du réflexe myotatique des membres supérieurs
- Perte du réflexe myotatique des membres inférieurs

Cet article a été reçu le 8 février 2008 et accepté le 27 janvier 2009.