

L'HISTOIRE DES SCIENCES AU SECOURS DE LA FORMATION DES PROFESSEURS DE BIOLOGIE/GEOLOGIE

Babacar GUEYE

Maître - Assistant, E.N S

Dakar - Sénégal

Résumé : Notre expérience de formateur nous a montrés depuis une dizaine d'années que les élèves-professeurs de sciences et techniques biologiques et géologiques fraîchement sortis de la faculté, des sciences présentent en général de nombreuses difficultés liées à une quasi méconnaissance des démarches de recherche en sciences expérimentales.

A travers l'étude d'un texte, nous montrons toute l'aide que l'Histoire des sciences peut apporter pour combler ce déficit.

Mots clés : Formation, Histoire, Sciences, Professeurs, Recherche.

Title : Contribution of the history of sciences in biology teacher training

Abstract : Involved in teacher training for ten years, I have noticed that students just coming from the science department of the university face a lot of difficulties linked to their ignorance of research methods in experimental sciences.

By studying a text, we show how the history of sciences can contribute in bridging the gap.

Keywords : Training, history of sciences, teachers, research.

INTRODUCTION

La formation pédagogique des professeurs de sciences et techniques biologiques et géologiques est assurée au Sénégal par l'université de Dakar selon un modèle successful.

Dans un premier temps, les étudiants passent 3 à 4 années de formation scientifique en Faculté des Sciences et Techniques, avant d'être recrutés, sur concours, à l'École Normale Supérieure pour y subir une formation pédagogique d'une à deux années.

Le principal objectif de cette double formation est de mettre à la disposition des lycées des enseignants capables de faire acquérir aux élèves les contenus scientifiques des programmes, mais aussi les savoir-faire méthodologiques et pratiques de la Biologie et de la Géologie, ainsi que certains savoir-être, jugés importants dans la société actuelle. Cependant, force est de constater la faiblesse chronique des différentes promotions d'étudiants issus de la faculté, dans le domaine de la démarche expérimentale. C'est pourquoi, il est légitime de se poser les questions suivantes :

- Ce modèle de formation est-il performant ?

- Quelles sont ses insuffisances ?
- Quelles solutions concrètes peut-on lui apporter ?

Voici entre autres, des questions que nous allons aborder, avant de faire quelques suggestions qui nous paraissent en mesure d'améliorer la formation initiale des professeurs de Sciences biologiques et géologiques, dans le domaine de la prise en compte des différents objectifs d'apprentissage dans l'enseignement des sciences expérimentales. Notre hypothèse forte est que l'étude de l'histoire des sciences, de la naissance et de l'évolution des concepts, est une voie possible de résolution partielle des lacunes constatées chez les étudiants.

1) Analyse critique de la formation selon le modèle successif

Lorsque les étudiants fraîchement sortis de la Faculté des Sciences et titulaires de la maîtrise ou de la licence en Sciences naturelles arrivent à l'École normale supérieure pour y subir la formation pédagogique, le formateur remarque au bout de quelques temps qu'ils ont un certain nombre de difficultés qui peuvent se résumer ainsi:

- Difficultés à dépasser les Connaissances véhiculées par l'enseignement universitaire;
- Difficultés à rechercher et à utiliser des documents;
- Difficultés à poser un problème et à le résoudre de manière expérimentale;
- Difficultés à traduire et à communiquer avec clarté sa propre pensée.

L'origine de toutes ces difficultés est sans aucun doute à situer dans la formation scientifique universitaire actuelle dans laquelle les démonstrations expérimentales réalisées en travaux pratiques, les faits et concepts appris ne sont pas réinvestis à l'occasion des travaux dirigés. En fait, tous ces éléments sont seulement mémorisés et l'étudiant n'est pas entraîné à raisonner dans le cadre d'une recherche personnelle et à mobiliser ses connaissances et ses savoir-faire pour résoudre un problème concret. .

Le professeur d'université qui est celui qui en sait le plus et qui a déjà fait ses preuves dans le domaine de la recherche scientifique, passe beaucoup plus de temps à présenter l'information (cours magistral), à verbaliser les résultats écrits de la science de manière dogmatique qu'à participer à l'initiation à la démarche scientifique des étudiants de 1^e et 2^e cycle. A la longue, s'installe et se renforce, chez les étudiants, la conception tenace selon laquelle, ils sont incapables de découvrir eux-mêmes la nature, sans se référer constamment à une autorité qui détient la vérité scientifique. Parfois dans la même unité d'enseignement les travaux pratiques n'ont aucune correspondance avec le cours qui est développé par le professeur.

Il est dès lors impératif de réfléchir sur les modalités d'une formation scientifique spécifique aux étudiants candidats à l'enseignement secondaire à qui on demandera dans le cadre de la formation pédagogique, puis de leur futur métier de privilégier les formes heuristiques d'enseignement, au détriment des formes expositives et dogmatiques auxquelles ils ont été habitués en Faculté. Il s'agit pour

les formateurs pédagogiques de combler, tant bien que mal, le déficit chronique de la formation scientifique. C'est en cela que nous pensons que l'étude de l'histoire des sciences a sa place dans la formation pédagogique des futurs enseignants.

2).Le Rôle de l'Histoire des Sciences

La situation didactique de la Biologie et de la Géologie à l'école secondaire est surtout caractérisée par la grande distance qui existe entre la théorie et la pratique car chaque enseignant a ses propres conceptions sur la façon dont l'enseignement doit être donné en fonction de son expérience personnelle. Souvent, c'est l'érudition qui l'emporte sur les manières de raisonner, de travailler et de communiquer en Biologie et en Géologie.

Pour espérer apporter un début de solution à ce problème il faut, dès la formation pédagogique initiale des professeurs, les familiariser à travers l'histoire des Sciences, avec la pratique scientifique, Il ne s'agit nullement de cette histoire événementielle et allusive parfois anecdotique que nous voyons dans les manuels scolaires mais d'une réflexion critique sur les démarches de certains savants, par une analyse de textes choisis dans laquelle il s'agira de suivre la progression logique de la pensée du savant, ses doutes, ses différents faits et gestes face à un problème complexe.

Nous allons à travers un exemple précis ; **les expériences de RÉAUMUR sur la digestion** (BAJA, 1969), montrer toute la richesse didactique d'un tel travail et son intérêt dans la formation scientifique et pédagogique des élèves professeurs.

Ce texte (en annexe) est le compte rendu que fit RÉAUMUR au milieu du 18^e siècle devant l'académie française de ses travaux sur la digestion.

Avant ces travaux, on considérait la digestion comme étant un phénomène purement mécanique, dû à l'action des muscles de la paroi stomacale sur les aliments.

Les travaux de RÉAUMUR prennent naissance à la suite de l'apparition d'une nouvelle hypothèse à savoir que la digestion serait due à l'action d'un dissolvant sécrété par la muqueuse de la paroi stomacale.

Nous allons dans cette analyse essayer de retrouver la démarche suivie par l'auteur pour démontrer que la digestion, du moins chez les oiseaux carnassiers, peut-être le seul fait de l'action d'un dissolvant

RÉAUMUR va partir de la nouvelle hypothèse et s'atteler à la contrôler par l'expérience. Il va soumettre son idée à l'épreuve des faits. Il réfléchit pour trouver les conditions expérimentales et le matériel les plus aptes pour atteindre le but qu'il se propose,

Un problème de taille se pose d'emblée: RÉAUMUR ne sait pas lequel des facteurs (broyage ou dissolution) agit sur les aliments; il ne sait pas non plus si les deux agissent en même temps, ce qui du reste, est fort possible.

C'est ici que RÉAUMUR fait preuve d'esprit de génie et de logique : il imagine une expérience au cours de laquelle il va séparer les deux facteurs car il sait qu'il lui est impossible de les étudier ensemble, simultanément et de connaître le déterminisme de l'un et de l'autre. Mais comment, concrètement, peut-on séparer les muscles de la paroi stomacale du dissolvant qui serait sécrété par la muqueuse ?

C'est la recherche d'une solution à ce problème qui justifie le choix de l'animal sur lequel va porter l'expérience de RÉAUMUR.

L'anatomie a montré que chez les oiseaux carnassiers comme la buse, la paroi stomacale était dépourvue de muscles, d'où l'idée que l'action mécanique était à écarter de la digestion chez ces animaux.

Nous remarquons ici que l'observation a donné naissance à une possibilité d'expérimentation.

Dans une première expérience RÉAUMUR procède ainsi :

a) Choix du matériel

- Une grosse buse (oiseau carnassier)
- un tube de fer blanc peu résistant
- un morceau de, viande
- du fil
- un canif.

Le choix de ce matériel n'est pas fortuit. En effet, il montre que RÉAUMUR est habité par le doute que voici : le seul fait de l'absence de muscles dans la paroi stomacale, écarte-t-il définitivement la possibilité d'une action mécanique ?

Pour plus de prudence, RÉAUMUR va introduire le morceau de viande dans le tube peu résistant de telle sorte que toute action mécanique serait repérable par ses traces sur le tube qui ne manquerait pas de se déformer.

Ceci montre combien RÉAUMUR tient à séparer rigoureusement les deux facteurs car il sait que tant que cette séparation n'est pas nette et sans équivoque, il lui sera impossible de conclure.

b) Expérience

Au cours de l'expérience l'auteur fait preuve d'un zèle remarquable ; il surveille attentivement la buse bien isolée pour le recueil des résultats. Il souligne ici l'importance de l'attention dans le recueil des faits qui vont permettre de conclure valablement.

c) Résultats recueillis

- Le tube ne présente aucune déformation
- Le morceau de viande est en partie dissout.

La tentation de conclure à l'action du seul dissolvant est grande et pourtant RÉAUMUR ne le fait pas car il est habité par le doute. La rigueur le pousse même à bien vérifier grâce à son odorat que la transformation subie par le morceau de

viande dans l'estomac de la buse n'est pas le fait de microbes ce qui se traduirait par une odeur de pourrie.

En réalité, le doute est si grand, si présent, qu'il se refuse de conclure.

La même question revient : la séparation des deux facteurs est-elle, vraiment rigoureuse, franche, nette ?

REAUMUR revient à la charge, cette fois avec une expérience comparative qui va lui permettre de mieux dégager les faits observés dans la première expérience.

Il va apporter deux modifications à son expérience première.

- Le morceau de viande est plus court ce qui laisse plus de place à l'intérieur du tube pour le dissolvant s'il existe.
- Le tube est garni aux deux extrémités d'un grillage qui ne laisse passer aucun corps solide mais uniquement le dissolvant

Cette dernière précaution nous montre combien encore une fois, RÉAUMUR doute. En fait il sous-entend une question : n'y aurait-il pas des corps solides qui serviraient à broyer la viande à l'intérieur de l'estomac de la buse ?

Les résultats recueillis dans cette deuxième expérience ne font que confirmer ceux de la première, En effet:

le tube et le grillage n'ont subi aucune déformation

le morceau de viande a diminué aussi bien en longueur qu'en largeur.

Finalement RÉAUMUR va conclure de manière très prudente quant à l'existence d'un dissolvant en employant la formule "peut-être" et en limitant sa conclusion aux oiseaux carnassiers.

Au terme de cette analyse, nous dirons que RÉAUMUR a adopté une démarche scientifique et rigoureuse. Il part d'une observation qui fait naître une hypothèse qu'il va contrôler par l'expérience et le raisonnement.

Ce qui est remarquable, c'est la place du doute chez cet homme ainsi que son souci de ne rien laisser au hasard.

Nous constatons également qu'il ne fait pas de généralisation hâtive, Et limite ses conclusions à la non participation de l'action mécanique dans le phénomène de la digestion chez les oiseaux carnassiers et à la forte probabilité de l'existence d'un dissolvant.

Au sortir d'un tel travail, sans doute répété plusieurs fois avec d'autres comptes rendus de recherche, le bénéfice didactique peut être extrêmement important. En effet, on peut espérer que:

- Les étudiants saisiront mieux la complexité des phénomènes biologiques, les difficultés de la recherche scientifique, l'importance de la prudence dans le raisonnement et dans l'action.
- Ils comprendront ce qu'est un fait, une mesure, une induction, une hypothèse, une implication vérifiable, une vérification expérimentale, une déduction.
- Ils sauront surtout qu'il n'est pas impératif de toujours se référer à une autorité pour découvrir la nature des phénomènes, seulement qu'il y a des opérations de recueil d'informations et des procédures de traitement de ces informations qui, lorsqu'on les maîtrise, permettent d'acquérir une relative autonomie dans le domaine

de la démarche scientifique, mais surtout de les inclure dans les activités pédagogiques afin de développer chez leurs élèves, l'envie de savoir, la curiosité, la propension à résoudre les problèmes de manière logique et scientifique.

CONCLUSION

A défaut de pouvoir former les professeurs de Sciences et techniques biologiques et géologiques dans le cadre d'un modèle concomitant d'acquisition des compétences scientifiques et pédagogiques qui nous paraît plus efficient, nous avons pensé qu'il est toujours possible de remédier aux insuffisances d'un modèle successif en utilisant entre autres outils, l'histoire des Sciences.

S'il est vrai qu'à notre époque, la plupart des enseignants n'auront aucun contact avec la pratique de la recherche scientifique, alors l'histoire offre la méthode la plus pratique et la plus accessible, pour se familiariser avec la pratique scientifique réelle (LOQUETEUX, 1992).

Il ne s'agit nullement de faire de l'Histoire des Sciences une nouvelle discipline, mais de l'utiliser dans le cours de méthodologie et de didactique comme outil de remédiation et de formation pour permettre aux futurs professeurs de prendre en compte, dans l'enseignement qu'ils dispenseront, les différents niveaux de compétences, liés aux Sciences expérimentales tels que:

- La formulation d'hypothèse
- La recherche d'implications vérifiables
- La réalisation d'expériences
- La discussion des résultats obtenus et la recherche de significations
- La discussion des démarches et des résultats de la recherche, etc.

L'enjeu principal étant dans ce cadre, de mieux former l'apprenant et de rompre avec les méthodes linéaires, répétitives, ou imitatives où l'élève est un simple exécutant ou un simple spectateur pour ne pas dire un simple croyant (Giordan, 1976).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAJA R., (1969). La méthode biologique, Paris, Masson et Cie.

GIORDAN A., (1976). Présentation de la Commission initiation expérimentale, Bulletin de liaison des CES expérimentaux n° 12, P, 13.

GOHAU G., (1967). Enseigner l'histoire des Sciences Naturelles. Pourquoi ? Cahiers pédagogiques n° 65 - PP. 59 - 62, .

HULIN N., (1984). L'histoire des Sciences dans l'enseignement scientifique. Revue française de Pédagogie n° 66. PP.15 - 27.

KASSOU S., SOUCHON C., (1992) - Utilisation de l'histoire des Sciences dans l'enseignement scientifique. Actes JIES XIV;

A. GIORDAN, J. L. MARTINAND et D. RAICHVARG, B. Editeurs; PP.149- 152.

LOCQUENEUX R., (1992). - Enseignement scientifique et histoire des Sciences. Actes JIES XVI - A. GIORDAN, J. L. MARTINAND et D. RAICHVARG, Editeurs; PP. 265 - 268.

ANNEXE

RÉAUMUR :La digestion acte chimique (in Histoire de l'Académie Royale des Sciences - 1752). J'ai fait des expériences, pour découvrir quelle part avait la trituration et quelle part avaient les dissolvants, à la digestion faite dans ces différentes sortes d'estomacs...

Une buse d'une grosse espèce et commune dans le royaume, à qui j'avais seulement arraché quelques plumes des ailes pour la laisser vivre en liberté dans mon jardin, fut destinée à des expériences auxquelles eût pu servir tout autre oiseau carnassier que j'eusse eu de même à ma disposition. La première épreuve à laquelle je mis son estomac fut de lui donner à s'exercer sur un gros tube de fer blanc qui était ouvert par les deux bouts; sa grosseur empêchait qu'il ne fût capable d'une grande résistance.

Je ne me proposai pas seulement, dans cette première expérience de m'assurer si la résistance d'un tube si faible serait supérieure à la force avec laquelle l'estomac de la buse agirait contre lui ; je voulus qu'elle pût m'apprendre de plus, dans le cas où le tube aurait séjourné dans cet estomac sans y avoir été brisé, ni même considérablement aplati, si de la viande logée dans la cavité de ce tube ne laisserait pas d'être réduite en parcelles imperceptibles, d'y être digérée, quoiqu'elle y fut à l'abri de l'action immédiate de l'estomac ; en un mot, si un dissolvant ne tenait pas lieu à cet estomac membraneux, de la force qui réside dans les estomacs les plus musculeux, dans les gésiers. J'arrêtai donc dans le tube ouvert dans les deux bouts, un morceau de viande qui l'égalait presque en longueur... Le tube ainsi garni de viande fut donné à la buse pour son premier déjeuner, à sept heures du matin. Je ne laissai pas passer ce jour-là sans aller voir bien des fois si la buse n'avait rien rejeté par le bec, ce ne fut que le lendemain au matin sur les sept heures et demie, que je trouvai ce tube qu'elle venait de rendre : il était précisément tel qu'il lui avait été donné; je veux dire qu'il avait toute sa rondeur, que sa forme n'avait été aucunement altérée; on ne découvrait sur sa surface extérieure aucune trace de frottements qu'il eut essuyés; ... Le morceau de viande arrêté dans le tube par un fil avait-il été digéré. Voilà de quoi on demande à être instruit : en quel état fut-il trouvé ? Il avait été réduit à moins d'un tiers, peut-être au quart, de son premier volume et de son premier poids; ce qui en restait était bien retenu par le fil, et couvert par une espèce de bouillie, venue probablement de celles de ses parties qui avaient été dissoutes. Après que la bouillie eut été enlevée, le reste de chair qui fut mis à découvert, parut avoir à peu près son ancienne couleur, peut être néanmoins était-elle un peu plus blanchâtre ; mais cette chair avait perdu sa consistance ; en la tirant doucement avec la pointe d'un canif en différents sens, on la mettait en charpie ; son odeur n'était point celle de la viande pourrie, elle en avait pris une qui n'avait rien de si désagréable.

La considérable déperdition qu'avait faite le morceau de chair, et l'espèce de bouillie dont était enveloppé ce qui restait, doivent, ce semble, convaincre les plus prévenus pour le système de la trituration, qu'elle n'est pas l'agent principal de la

digestion dans les oiseaux de proie... Un trop fort attachement au système de trituration ne laissera-t-il point néanmoins encore quelques doutes ? Ne fera-t-il point imaginer que le morceau de viande a pu être broyé, dans le tube par frottements auxquels il été exposé ?

Heureusement qu'il était aisé d'imaginer une expérience qui apprit ce qu'on devait penser des difficultés précédentes, une expérience qui démontrât de la manière la plus rigoureuse dont un fait de physique peut être démontré, si la digestion est opérée dans les oiseaux carnassiers par la seule action d'un dissolvant et par la fermentation qu'il fait naître, Une addition assez légère faite à notre tube, le rendra propre à cette expérience si décisive : plaçons dedans un morceau de viande qui n'occupe qu'une partie de sa longueur, et qu'il soit à égale distance de l'un et l'autre de ses bouts; au lieu de laisser ceux-ci entièrement ouverts, donnons leur à chacun un grillage qui bouche l'entrée à tout corps solide, et qui ne permette qu'à de la liqueur de pénétrer dans le tube... Il est de toute évidence que si le morceau de viande est réduit en bouillie et digéré dans ce tube où il est isolé, et seulement accessible par la liqueur, c'aura été par un dissolvant...

Le tube ainsi préparé et garni de son morceau de bœuf, fut introduit dans le gosier de la buse à sept heures du matin, et conduit avec mes doigts jusqu'à l'estomac, dans lequel il entra sur le champ : il y resta pendant près de vingt-quatre heures, elle ne le rendit que le lendemain un peu avant sept heures du matin, Le grillage s'était soutenu comme je l'avais espéré, non seulement le fil n'avait été brisé en aucun endroit, tous ses tours se trouvaient précisément placés comme ils l'étaient immédiatement après avoir été dévidés... L'ouverture de l'un et l'autre bout ayant été mises entièrement à découvert, il se présenta une matière molle, d'un blanc grisâtre, qui s'étendait jusqu'au près de leurs bords; en ayant enlevé un peu avec la pointe, d'un canif, et l'ayant mise entre le pouce et l'index, je lui trouva la consistance d'une pâte molle extrêmement douce, et comme grasse : une glaise bien pure, ramollie, même consistante, n'eut paru ni plus fine ni plus onctueuse au toucher ; on n'y trouvait aucun grumeau, rien qui, par sa couleur, sa solidité ou sa teneur, ressemblât à des fragments de fibres... Après avoir lavé doucement le reste de chair pour emporter la pâte qui l'enveloppait, je jugea qu'il n'était pas une huitième partie ce celui qui était entré dans le tube, sa longueur n'étant que la moitié de celle de l'autre, et la différence entre les diamètres était au moins aussi grande...

Il est donc incontestablement prouvé par l'expérience précédente, que la viande peut être digérée dans l'estomac des oiseaux carnassiers non seulement sans y avoir été broyée, mais sans même y avoir souffert les plus légers frottements. Cette opération peut donc être uniquement l'ouvrage d'un dissolvant, dont l'existence est bien démontrée.