



HAL
open science

Mise en œuvre d'un objet d'enseignement : cas de la fermentation du lait

Pierre Baligue Diouf

► To cite this version:

Pierre Baligue Diouf. Mise en œuvre d'un objet d'enseignement : cas de la fermentation du lait. Sixième Colloque international du RAIFFET du 4 au 8 juillet 2022 à Libreville au GABON, Ecole Normale Supérieure de KOUDOUGOU, Jul 2022, LIBREVILLE, Gabon. hal-04768637

HAL Id: hal-04768637

<https://hal.science/hal-04768637v1>

Submitted on 6 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mise en œuvre d'un objet d'enseignement : cas de la fermentation du lait

Pierre Baligue DIOUF

Institut des sciences de l'éducation - Chaire Unesco en sciences de l'éducation (ISE-CUSE)

Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation (FASTEF)

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)

pierrebaligue.diouf@ucad.edu.sn

Résumé

Au Sénégal, même si c'est rarement que les enseignants et les conditions pédagogiques offrent, aux élèves, la possibilité de pratiquer des expériences, ces derniers expriment souvent leur enthousiasme à pratiquer des expériences. Dans cette recherche, nous avons traité un exemple de mise en œuvre d'un objet d'enseignement, à partir d'une transposition didactique dans le programme des SVT de l'enseignement moyen général sénégalais : la fermentation du lait, comme source de motivation pour les apprenants en classe de 3^e. Par une étude ou analyse documentaire sur le document du programme officiel, nous avons proposé un protocole expérimental, sur la fermentation lactique, aux élèves de 3^e, de deux collèges et deux lycées dans les Inspections d'Académie (IA) de Dakar et Saint-Louis du Sénégal. Cette recherche nous a permis de découvrir que l'enthousiasme et la motivation suscités auprès des élèves, d'une part, par la mise œuvre de ce protocole expérimental, et d'autre part, par les résultats obtenus, ont fini de démontrer que la pratique expérimentale peut rendre plus authentiques les enseignements- apprentissages des sciences.

Mots clés : Fermentation- Pratique expérimentale- Programme scolaire- Protocole expérimental- Transposition didactique.

Introduction

En sciences expérimentales, « l'élaboration et la validation des modèles ou des théories scientifiques s'appuient principalement sur l'expérience. Il y a une obligation de mise en regard de la théorie et de l'expérience » (Kane, 2011, p. 2). Pour ce didacticien des sciences, les rôles respectifs de la théorie et de l'expérience dans l'élaboration du savoir savant ont été une préoccupation importante des épistémologues et des théoriciens des sciences expérimentales. Toutefois, même s'il faut reconnaître que le constat est général, à propos du consensus sur l'importance de l'expérimentation en sciences, la pratique, lors des processus d'enseignement-apprentissage, par certains enseignants, n'est pas fréquente. C'est pourquoi, Maryline Coquide (2003) souligne que « les enseignants soulignent volontiers l'importance des expériences dans l'enseignement scientifique, mais, [à regarde de plus près], plusieurs enquêtes témoignent que le consensus des acteurs sur une telle importance des « expériences » dans un apprentissage scientifique ne semble qu'apparent » (p. 153). Au Sénégal, même si c'est rarement que les enseignants et les conditions pédagogiques offrent, aux élèves, la possibilité de pratiquer des expériences, ces derniers expriment souvent leur enthousiasme à pratiquer des expériences ou à mettre en pratique leurs acquis.

Dans cette recherche, nous avons traité un exemple de transposition didactique dans le programme des SVT de l'enseignement moyen général sénégalais : la fermentation du lait, comme source de motivation pour les apprenants en classe de 3^e. Ainsi, nous nous fixons comme objectif de montrer comment peut-on, à partir de la transposition didactique des pratiques sociales de référence, mettre en œuvre un objet d'enseignement sur la fermentation lactique, tout en rendant motivant et authentique l'apprentissage des SVT.

Pour ce faire, notre travail est structuré en quatre grandes parties. Après avoir abordé la problématique sur la place de la pratique dans l'enseignement sénégalais des sciences expérimentales, en partant du cas des SVT, dans la première partie, nous avons procédé à une clarification des concepts clés, dans la seconde partie. La troisième partie est consacrée à la méthodologie de notre recherche, où nous avons procédé à une étude ou analyse documentaire sur le document du programme officiel, puis proposé un protocole expérimental, sur la fermentation lactique. La quatrième partie, suivie de la conclusion, porte sur la discussion des résultats, débutée par une brève interprétation des résultats.

La place de la pratique dans l'enseignement sénégalais des sciences expérimentales : le cas des SVT

La problématique de la pratique dans les enseignements-apprentissages, surtout en sciences expérimentales, a toujours été un défi majeur pour les milieux scolaires africains, en général, et pour l'école sénégalaise, en particulier. La théorie a longtemps occupé, et continue d'occuper, une place confortable dans les enseignements-apprentissages des sciences. Pourtant, de par la nature des savoirs à enseigner retenus, dans les programmes scolaires, grâce à la transposition didactique, et de par leurs racines épistémologiques, les sciences expérimentales telles que les sciences physiques (SP), la chimie et les sciences de la vie et de la terre (SVT) offrent de bonnes occasions de pratique et d'expérimentation, aussi bien aux enseignants qu'aux enseignés.

Une petite réflexion épistémologique, nous permet de signaler, avec Michel Develay (1995), que les sciences expérimentales et/ou de la nature sont des sciences empirico-formelles dont les objets de savoir portent sur des êtres réels. Elles ont une vision probabiliste des événements, et ont une vérité de nature statistique. Contrairement à une discipline comme la philosophie, un simple raisonnement déductif est insuffisant, en sciences expérimentales. Leurs approches sont basées, plutôt, sur des méthodes hypothético-déductives pour vérifier la conformité des modèles explicatifs qu'elles proposent par rapport au réel (Develay, 1995).

Certains objectifs des programmes scolaires prescrits recommandent assez souvent, aux enseignants de sciences expérimentales d'intégrer, dans leurs pratiques de classe, des travaux pratiques et des expériences qui suscitent, toujours, d'après notre expérience professionnelle, un intérêt et un apprentissage authentique chez les apprenants. Car, selon l'étude de Saliou Kane (2011), « malgré les difficultés réelles d'apprentissage liées en partie au manque d'expérience, le rapport à l'expérimental et à la science de l'élève reste favorable » (p. 1).

Dans le programme de SVT (mai 2008) de la classe de 3^e de l'enseignement moyen général du Sénégal, la commission nationale des programmes prescrit aux enseignants de proposer une situation qui permettra aux élèves de « réaliser un montage expérimental pour la production de yaourt, à partir d'un protocole » (MEN, 2008, p. 48). Cet objectif didactique se trouve dans la leçon n° 5 intitulée : « *La fermentation, un autre moyen de se procurer de l'énergie* ».

Un tel objectif indique explicitement qu'il s'agira, pour le professeur de SVT, de mettre les apprenants dans une situation qui leur permettra de mettre en œuvre un protocole expérimental pour la production du yaourt ou lait caillé. Toutefois, ces prescriptions n'indiquent pas

explicitement comment concevoir un tel protocole. De plus, il n'est pas fréquent de rencontrer dans les manuels scolaires un tel protocole. Par contre, il est fréquent ou même quotidien, pour les élèves, de voir la société ou leurs parents pratiquer des fermentations lactiques ou alcooliques ; un peu partout dans les quartiers urbains, il est très fréquent de voir des vendeurs de lait caillé. C'est pourquoi, les professeurs de SVT peuvent faire un effort de transposition didactique, afin de concevoir un protocole expérimental à partir de ces pratiques sociales de référence. Ainsi, s'inspirant de telles pratiques sociales ou enquêtant, ou mieux demandant aux apprenants d'enquêter auprès de la société (vendeurs de lait caillé, industries laitières, parents, etc.), il peut élaborer un protocole expérimental pour la production du lait caillé. Dans un tel cas, c'est une véritable transposition didactique qu'opère le professeur de SVT, car il fera passer le savoir issu de pratiques sociales de référence (ici la fermentation du lait, par la société) à un savoir enseigné (et appris) (Arénilla, Gossot, Rolland, & Roussel, 2002).

Mais comment, à partir des pratiques sociales de référence et du savoir à enseigner, dans le programme de SVT, peut-on opérer une transposition didactique permettant de mettre en œuvre un protocole expérimental pour la fermentation du lait ?

Clarification de quelques concepts clés

Programme scolaire et transposition didactique

Dans le contexte scolaire, « le programme est la prévision de ce qui doit être étudié à un niveau donné, dans une discipline donnée, dans un temps donné » (Arénilla & al., 2002, p. 233). La définition de ces auteurs nous paraît importante et bien adaptée au contexte scolaire. Surtout qu'ils conçoivent que « les programmes visent ainsi, discipline par discipline, un niveau de classe, et, sauf indications contraires, le programme doit être déroulé sur l'espace d'une année scolaire (p. 233). Dans cette recherche, on s'intéresse au programme des SVT (mai 2008) de l'enseignement moyen général, notamment en classe de 3^{ème}.

Sur le **plan administratif et législatif**, le programme est un document dont la définition et l'écriture relèvent des compétences du ministère en charge de l'éducation nationale, via à une commission nationale des programmes, sous l'égide de l'inspection générale de l'éducation nationale (actuelle inspection générale de l'éducation et de la formation). C'est pourquoi, une fois publiés, les programmes ont **force de loi** et tous les établissements publics et privés sous contrat doivent les appliquer (Arénilla & al., 2002).

Sur le **plan didactique**, les programmes scolaires sont le fruit de la **transposition didactique** que l'on peut définir comme étant un processus de transformations idéologiques et d'adaptations techniques, par lesquelles les savoirs (savoirs savants, valeurs et pratiques sociales de référence, etc.) passent de leur niche, ou milieu originel, à ce qu'on en retient dans les objectifs et les programmes pour l'école, puis à ce qu'il en reste dans les contenus effectifs de l'enseignement et du travail scolaire de l'enseignant, et enfin- dans le meilleur des cas- à ce qui se construit dans la tête d'une partie des élèves (Verret, 1975 ; Chevallard, 1991 ; Develey, 1992 ; Arzac & al. 1994 ; Raisky & Caillot, 1996, cités par Arénilla & al., 2002).

Avec Yves Chevallard (1986), nous distinguons ainsi deux types de transposition didactique - externe et interne - qui vont engendrer respectivement deux types de programmes : **prescrit et enseigné**.

Programme prescrit et transposition didactique externe

Le programme prescrit est le document officiel, provenant de la transposition didactique externe, faite par la commission nationale des programmes. En effet, cette dernière, pour concevoir le

programme, s'adonne à un processus de transposition didactique externe, par laquelle les savoirs savants universitaires, pratiques sociales de référence, valeurs, etc. vont passer de leur milieu originel (ou niche) à ce qu'on en retient dans les objectifs et la mise en texte dans les programmes pour l'école (Verret, 1975 ; Chevallard, 1991 ; Develey, 1992 ; Arzac & al. 1994 ; Raisky & Caillot, 1996, cités par Arénilla & al., 2002). Les enseignants craie en main, par le fait de la transposition didactique à la fois externe (lors de la préparation des leçons, hors de la classe) et interne (à l'intérieur de la classe), « transforment » le programme prescrit en **programme enseigné**. Ils agissent sur le « *savoir à enseigner* », consigné dans le texte du programme, pour avoir un « *objet d'enseignement* ».

Le processus de transposition didactique, caractérisé par ces transformations des savoirs à différents niveaux, et qui aboutit à la mise en œuvre d'un objet d'enseignement, peut être illustré par la *figure 1* suivante :

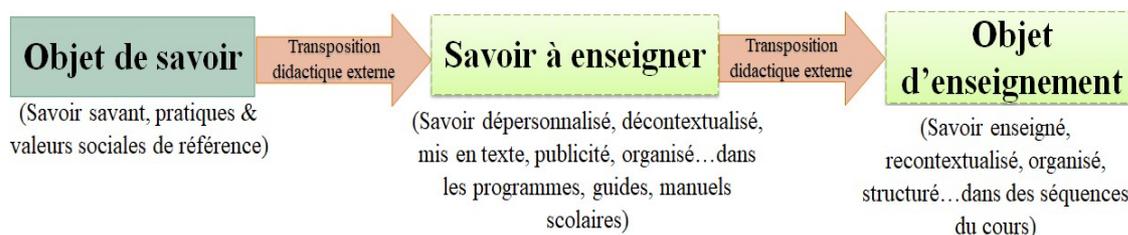


Figure 1 : mise en œuvre d'un objet d'enseignement par la transposition didactique. Source : modèle inspiré de Chevallard (1991) et de Develey (1995)

Une fois conçu par l'enseignant, par le moyen de la transposition didactique externe, l'objet d'enseignement doit "atterrir" dans la classe, afin d'engendrer, grâce à la transposition didactique interne qu'opère l'enseignant, avec la collaboration des apprenants (via le contrat didactique), un savoir enseigné (et puis appris).

Programme enseigné et transposition didactique interne

La transposition didactique interne serait ce qui se fait, sur l'objet d'enseignement, à l'intérieur de la classe, par l'enseignant lié par contrat didactique avec ses élèves. Toutefois, il est important de souligner que l'enseignant, dans son exercice de transposition - externe comme interne - ne doit pas se figer et se limiter au savoir à enseigner, consigné dans le programme. Il doit avoir un regard critique sur le savoir originel de référence et les transformations et adaptations qu'il a subies, pour devenir du savoir à enseigner. Un tel regard critique lui permettra d'apporter des améliorations et d'autres adaptations par rapport à la qualité et distance épistémologiques que ce dernier a, en regard du savoir savant de référence, et/ou à la rigueur didactique et didaxologique qu'il garde par rapport aux valeurs et pratiques sociales de référence.

Ainsi, le travail de transposition didactique qu'effectue l'enseignant s'inscrit et s'adosse, en amont et en aval, dans un cadre didactique beaucoup plus large. Ce cadre est caractérisé par deux axes d'activités - de didactisation du savoir savant et d'axiologisation des valeurs et pratiques sociales- donc selon le type de savoir originel de référence : savoir savant universitaire ou valeurs et pratiques sociales.

La *figure 2* suivante illustre les différentes activités de didactisation et d'axiologisation qui s'opèrent autour des savoirs de référence :

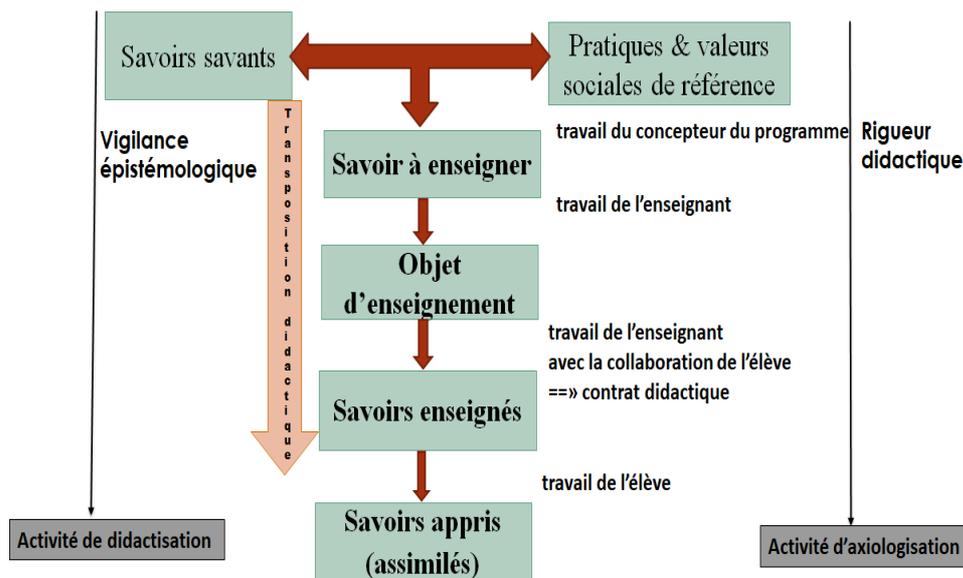


Figure 2 : Activités de didactisation et d'axiologisation autour du savoir. Source : adapté de Develay (1995, p. 27)

Si l'axe des activités de didactisation doit être caractérisé par une vigilance épistémologique, permettant de garder une distance acceptable du savoir scolaire par rapport au savoir savant, l'axe des activités d'axiologisation doit être caractérisé par ce que nous appelons la rigueur didactique qui permettra à l'école d'éviter au savoir scolaire d'être frappé de banalité, (Chevallard, 1991; Develay, 1995), qui le confondrait aux pratiques sociales, mais aussi de mal subir les « caprices » de la « noosphère » au sens de Yves Chevallard (1991). Ce qui fragiliserait la légitimité du travail de l'enseignant car les parents d'élèves se diront qu'ils pourraient aussi remplacer l'enseignant, c'est juste qu'ils n'ont pas de temps (Develay, 1995 ; Chevallard, 1991). Selon Yves Chevallard (1991) c'est ce qui avait motivé l'apparition des opérateurs, en mathématique, pour substituer les quatre opérations que les parents pouvaient aussi faire au même titre que l'enseignant.

Fermentation

D'une manière plus didactique et opérationnelle, la fermentation peut être définie comme un processus biochimique de modification ou transformation de substances organiques (exemple : glucose) sous l'action d'enzymes (exemple : lactase) produites par des microorganismes (exemples : bactéries lactiques, levures...) dans le but de se procurer de l'énergie, en absence de dioxygène (en anaérobiose). Certains de nos aliments et boissons proviennent de fermentations : **bière, vin, cidre**, et autres **boissons alcoolisées** sans oublier le **pain**, les **fromages**, les **yaourts**, ainsi que le **vinaigre** ou **acide acétique**. On peut distinguer la **fermentation lactique** (assurée par les bactéries lactiques), les **fermentations alcoolique** (assurée par les levures de bière, en anaérobiose) et la **fermentation acétique** (assurée par la levure puis par un *Acetobacter* aérobie). Dans cette recherche, c'est la fermentation lactique qui retient notre attention.

Méthodologie

Pour le document du programme, nous avons effectué une analyse de contenu. Ceci nous a permis de relever les compétences méthodologiques et les objectifs didactiques, sur la leçon n°5 de la classe de 3^e, « *la fermentation, un autre moyen de se procurer de l'énergie* », qui doivent faire l'objet de transposition didactique. C'est ainsi que, concernant la séquence sur « exemples de

fermentation » dont *la fermentation lactique*, nous avons identifié la compétence et l'objectif spécifique suivants :

***Compétence : Réaliser : Mettre en œuvre un protocole expérimental ;**

***Objectif spécifique** : Réaliser un montage expérimental pour la production de yaourt, à partir d'un protocole.

A partir de ces prescriptions du programme (compétence et objectif) mais aussi à partir de recherches et d'observations des pratiques sociales de référence, nous avons conçu le protocole expérimental ci-après :

***Protocole expérimental :**

- (1) Faire bouillir* deux litres d'eaux puis recueillir cette eau dans un bocal.
- (2) Verser 500g du lait en poudre dans le bocal contenant les deux litres d'eau.
- (3) On agite le contenu, puis refroidir jusqu'à obtenir un mélange tiède (à 45° environ).
- (4) Ajouter quatre (04) cuillerées à soupe de yaourt ou du lait caillé.
- (5) Recueillir dans un récipient propre (exemple un sceau) qu'il faudra recouvrir d'un tissu épais, juste après.
- (6) Fermer le récipient puis laisser le contenu (plein) se reposer pendant, au moins, environ 8h dans un milieu tempéré chaud ou que vous jugez être le plus chaud de votre maison et où vous êtes sûr que personne n'y touchera avant le délai.

Après avoir réparti les élèves de 3^e de quatre (04) établissements scolaires des Inspections d'Académie (IA) de Saint-Louis et de Dakar, en groupes de cinq (05), nous les avons proposés un tel protocole.

Nous avons expérimenté ce protocole dans ces quatre (04) écoles, de 2013 à 2022, avec les cohortes d'élèves des classes de 3^e du collège d'enseignement moyen (CEM) de NDIUM 2 de l'IA de Saint-Louis (de 2013 à 2015) ; du CEM Mame Thierno Birahim MBACKE de l'IA de Dakar (de 2016 à 2019) ; du lycée d'excellence privé Birago DIOP de Dakar (en 2020 et 2022) ; et à l'Institut Bilingue Montessori (en 2022).

***Résultats de la fermentation** : une fois le délai écoulé, on constate que le contenu du récipient devient acide et se transforme en pâte : on obtient du lait caillé. C'est la fermentation lactique du glucose.

Interprétation et discussion des résultats

Le gout acide du lait résulte de la présence du yaourt qui contient des microorganismes appelés bactéries lactiques. Ces dernières ont produit une enzyme appelée lactase qui est le ferment qui fait tourner le lait. Son action d'hydrolyse a simplifié les glucides du lait, tel que le lactose, en glucose et galactose. Ensuite, les bactéries lactiques dégradent et consomment ces molécules de glucose pour se procurer de l'énergie nécessaire à leurs survie et multiplication. Mais puisqu'on est dans un milieu anaérobie, créé par la couverture du récipient, la dégradation est incomplète, ce qui conduit à la formation d'un acide lactique. Et c'est l'acidification du milieu qui provoque la coagulation des protéines du lait. D'où la pâte obtenue.

Pour ce qui est de la mise œuvre du protocole expérimental, les élèves travaillent en toute autonomie, contrairement aux travaux de Saliou Kane (2011, p. 1) qui montrent que, lors des expérimentations, les élèves « (...) n'ont pas suffisamment d'autonomie et ne travaillent pas à leur propre vitesse ; ils sont guidés pas à pas par le professeur tout au long des activités vers des résultats fixés à l'avance par ce dernier ». Ainsi, « les activités expérimentales sont réduites à des expériences

de cours où principalement le professeur manipule et exploite les résultats » (Tatchou, 2004).

Ici, les élèves ont plus d'autonomie, à la maison, en classe sous la surveillance de leur professeur de SVT. Le cas échéant, ce dernier joue un rôle d'accompagnateur et de coach, et non de donneur de directives ou d'un dispensateur de cours magistral. Les élèves ne sont guidés que par le protocole expérimental proposé par le professeur. Toutefois, les apprenants devraient participer à la conception d'un tel protocole, sachant qu'il s'est inspiré des pratiques sociales de référence, sur la fabrication du lait caillé, qu'ils peuvent puiser dans la société.

L'enthousiasme et la motivation suscités, d'une part, par la mise œuvre de ce protocole expérimental, et d'autre part, par les résultats obtenus, ont fini de démontrer que la pratique expérimentale peut rendre plus authentiques l'enseignement-apprentissage des sciences. Cette authenticité ou signifiante des apprentissages est l'une des caractéristiques importantes d'un enseignement-apprentissage basé sur une logique de développement des compétences (Diouf, 2021). Cette signifiante, donnée aux apprentissages, pourrait servir, de manière plus large, de source de motivation des apprenants en sciences expérimentales.

Durant une bonne dizaine d'années de nos pratiques de classe, les élèves ont toujours manifesté un grand intérêt lorsque nous faisons recours à cette transposition didactique pour enseigner la fermentation lactique prescrite dans le programme de SVT (mai 2008). La place de l'expérimentation, dans les pratiques de classe, étant parfois minimisée par bon nombre de professeurs de sciences, cet exemple de transposition didactique pourrait jouer un rôle palliatif des manquements liés souvent au manque de matériels didactiques et pédagogiques dans nos établissements, au contexte scolaire souvent hostile, et aux prescriptions ou indications méthodologiques imprécises, aux choix, sur les savoirs codifiés et supports, faits par les concepteurs des programmes (Tatchou, 2010).

Aussi, il faut noter que dans nos pratiques de transposition didactique, les concepteurs de programmes scolaires et les enseignants craie en main font le plus souvent une transposition des savoirs savants issus uniquement du monde scientifique, et non des valeurs et pratiques sociales de référence. Cet exemple de transposition didactique, que nous proposons, aura le mérite innovant de prendre en compte, à la fois, la transposition du savoir expert produit par les biologistes, sur la fermentation tels que les travaux de Pasteur, mais aussi celui issu des pratiques sociales de référence. Au-delà du fait que cette étude met en exergue une opportunité pédagogique innovante, aux enseignants et apprenants, elle répond aux quelques interrogations à soulever lors de ce 6^{ème} colloque : quelle « (...) conditions d'organisation des situations d'enseignement susceptibles de favoriser l'appropriation de connaissances ou de compétences par les enfants, les adolescents ou les adultes » ? « (...) en quoi les organisations mises en œuvre par l'enseignant favorisent ou desservent les possibilités d'accès aux savoirs de chacune et chacun des individus qui composent la diversité des apprenants » ?

Enfin, non seulement cette étude donne, aux enseignants des SVT, un exemple de transposition didactique susceptible de les outiller dans leur pratique de classe mais elle offre une source de motivation importante aux apprenants de sciences, aussi bien pour la poursuite de leur cursus scolaire, dans les filières scientifiques du secondaire, que pour la vie professionnelle car beaucoup de vendeurs de lait « gagnent leur vie » grâce à la fermentation du lait.

Conclusion

Toutes les disciplines expérimentales s'appuient sur l'expérience pour construire les savoirs, élaborer des théories, mettre au point des modèles et confronter ces derniers (théories et modèles) aux faits expérimentaux afin de les valider ou de les réfuter. Ainsi, l'enseignement de ces

disciplines, dites sciences expérimentales, doit mettre l'accent sur la place des activités expérimentales dans leur apprentissage (Tatchou, 2010). Ce qui n'est pas toujours le cas, lors des pratiques de classe, dans l'enseignement moyen secondaire sénégalais des sciences.

Pourtant, les objectifs des programmes scolaires, la nature épistémologique des objets de savoir, de sciences expérimentales, en général, et de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT), en particulier, offrent l'opportunité aux enseignants et apprenants de réaliser un certain nombre d'expérimentations. Dons, une mise en pratique permettrait, non seulement, de respecter les fondements épistémologiques des sciences expérimentales mais aussi de rendre plus authentiques leurs enseignements- apprentissages.

Dans cette étude, l'exemple de transposition didactique que nous proposons, sur la fermentation du lait, dans le programme sénégalais de SVT de la classe de 3^e, est un plus que pertinent pour construire le savoir à partir de l'expérimentation. Les résultats de cette recherche ont fini de démontrer comment les apprenants prennent beaucoup plaisir à l'apprentissages par l'expérimental.

Par ailleurs, c'est un exemple que nous proposons aux enseignants de SVT pour l'atteinte de l'objectif spécifique sur la « réalisation d'un montage expérimental pour la production de yaourt, à partir d'un protocole » mais aussi le développement de la compétence portant sur la mise en œuvre un protocole expérimental. Lesquels objectif spécifique et compétence étant prescrits dans le programme officiel. Au-delà d'être une source de motivation pour les apprenants de sciences, le protocole proposé, ici, s'est révélé, par sa simplicité et sa faisabilité facile, comme un bon palliatif au manque récurrent de matériel didactique et aux mauvaises conditions environnementales défavorables à l'expérimentation, dans nos établissements scolaires.

Références bibliographiques

- Arenilla, L., Gossot, B., Rolland, M. C., & Roussel, M. P. (2009). *Dictionnaire de pédagogie et de l'éducation*. Bordas.
- Chevallard, Y. (1986). Les programmes et la transposition didactique. *Bulletin de l'APMEP*, (352), 32-50.
- Chevallard, Y., & Johsua, M. A. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée Sauvage.
- Coquidé, M. (2003). Face à l'expérimental scolaire.
- Develay, M. (1995). Le sens d'une réflexion épistémologique. *M. Develay (éd.) Savoir scolaires et didactiques des disciplines : une encyclopédie pour aujourd'hui (Paris : ESF)*, 17-31.
- Diouf, P. B. (2021). Alignement didactique entre outils d'évaluation sommative et directives du programme de SVT : cas d'épreuves administrées, dans l'enseignement moyen général du Sénégal, par les professeurs de l'Inspection d'Académie (IA) de Dakar. Mémoire de Master en sciences de l'éducation non publiée, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar : ISE-CUSE/FASTEF-UCAD.
- Kane, S. (2011). Les pratiques expérimentales au lycée-Regards croisés des enseignants et de leurs élèves. *Radisma*, 7, 1-26.
- Losego, P. (2014). Actes du colloque Sociologie et didactiques : vers une transgression des frontières.
- MEN. (2008). Programme des sciences de la vie et de la terre de l'enseignement moyen. Dakar : Ministère de l'éducation du Sénégal.
- Tatchou, G. N. (2010). La place de l'expérience dans l'enseignement des sciences physiques au secondaire au Sénégal : Étude du rapport entre les savoirs prescrits (dans les textes officiels) et les savoirs enseignés en électricité de la classe de seconde (S). Thèse de Doctorat en sciences de l'éducation non publiée, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar : CUSE/FASTEF-UCAD.